Bildung zur Verantwortung im Studium der Elektrotechnik im Kontext des gesellschaftlichen Diskurses zu den ökologischen Folgen von Technik.

Eine Analyse anhand des Fallbeispiels der Elektrotechnik an der Hochschule Karlsruhe mit anschließenden Handlungsempfehlungen

Von der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe zur Erlangung des Grades einer

Doktorin der Philosophie (Dr. phil.)

genehmigte Dissertation von

Klischat, Cosima

Kirchheim unter Teck

1962

Kooperative Promotion mit der Hochschule Karlsruhe.

Betreuer: Prof. Dr. Christian Wiesmüller

Fach: Technische Bildung / Technik und ihre Didaktik

Zweitgutachter: Prof. Dr. Manfred Strohrmann (Hochschule Karlsruhe)

Fach: Elektrotechnik / Systemtheorie

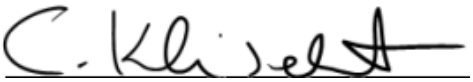
Abgabetermin der Dissertation:30.09.2022

Für meine Töchter Lucie und Marie Klischat.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt und durch meine Unterschrift, dass die vorliegende Abschlussarbeit von mir selbstständig und ohne unerlaubte Hilfestellung angefertigt worden ist. Alle benutzen Hilfsmittel sind vollständig und genau angegeben. Inhalte und Passagen die aus fremden Quellen stammen und direkt oder indirekt übernommen worden sind, wurden als solche kenntlich gemacht.

Karlsruhe, den 30.09.2022



Cosima Klischat

Danksagung

Es ist mir eine Herzensangelegenheit, mich bei den vielen Menschen zu bedanken, die diese Arbeit möglich gemacht haben. Sie alle zu nennen würde aber Seiten füllen, deshalb beschränke ich mich auf einige wenige. Um über einen langen Abschnitt, der bei mir über sieben Jahre ging, an einem Thema zu bleiben, benötigt man vor allem Ausdauer und Neugier. Beides haben mir meine Eltern mitgegeben, die es für mich zur Selbstverständlichkeit gemacht haben, lebenslang zu lernen. Dafür bin ich ihnen sehr dankbar und freue mich umso mehr, dass sie den Abschluss dieser Arbeit erleben können.

Das Interesse, mich als Elektroingenieurin meiner eigenen Disziplin eher philosophisch zu nähern, wurde durch meine Kollegen des Projektes SKATING geweckt. Deshalb geht ein Dank an das ehemalige Team, allen voran an Gottfried Metzger und Jochen Berendes, die auch einen großen Anteil am Entwurf des Projektes H.ErT.Z tragen.

Den Impuls zur Dissertation gab mir Maja Jeretin-Kopf, wofür ich ihr sehr dankbar bin. Ohne sie hätte ich nicht begonnen und auch keinen Kontakt zu Christian Wiesmüller bekommen. Seine Gedanken zur technischen Bildung haben mich sehr inspiriert. Herzlichen Dank, vor allem auch für die Bereitschaft diese Arbeit zu betreuen! Dieser Dank gilt auch Manfred Strohrmann, der sich auf die Zweitbetreuung dieser kooperativen Promotion eingelassen hat. Vielen Dank für die Zeit und die anregenden Gespräche! Ich vermute aber, dass ihm die technische Systemtheorie trotz der intensiven Beschäftigung mit Luhmann weiterhin näher steht.

Große Unterstützung und Inspiration bekam ich von den Forscherinnen und Forschern des ifko an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe. Über sie konnte ich langsam die Sprache der Wissenschaft kennenlernen und in viele spannende Projekte blicken. Vielen Dank an die ifkos, sie haben mich durch diese Zeit getragen!

Mein größter Dank geht jedoch an meinen Mann, der mich geduldig über diese lange Zeit begleitet hat und viele Stunden alleine verbringen musste. Ich freue mich auf die kommenden Wochenenden und Abende, die jetzt wieder frei sind!

Kurzfassung

Die vorliegende Studie wendet sich dem Themenkomplex *„Bildung zur Verantwortung im Studium der Elektrotechnik im Kontext des gesellschaftlichen Diskurses zu den ökologischen Folgen von Technik“* zu. Ausschlaggebend für das Untersuchungsinteresse sind die massiven ökologischen Probleme, vor denen die Weltbevölkerung steht und zu deren Lösung Ingenieurinnen und Ingenieure durch die Entwicklung neuer Technologien beitragen sollen. Gleichzeitig zeigt die Erfahrung, dass mit technischem Fortschritt immer wieder neue Probleme verbunden sind. Aus diesem Grund hat sich in den letzten fünfzig Jahren die Technikfolgenabschätzung etabliert. Doch genügt es nach Ansicht bedeutender Technikphilosophen wie beispielsweise Ropohl nicht, Überlegungen zur Verantwortung für Technikfolgen allein diesen Instituten zu überlassen.

Folgt man dem Wissenschaftstheoretiker Fleck, wird der Denkstil einer Wissenschaft im Studium weitergegeben. Es stellt sich deshalb die Frage, ob und wie Studierende der Ingenieurwissenschaften, insbesondere der Elektrotechnik, darauf vorbereitet werden, in ihrem Beruf Verantwortung für Technik zu übernehmen. Eine Verantwortung, die über die Funktionsfähigkeit von Technik hinausgeht und unter der auch zukünftige Folgen von Technik berücksichtigt werden. Ein Blick in die Pädagogik, wie er hier gemacht wird, zeigt, dass der Mensch einer Bildung zur Verantwortung bedarf. Dies vor allem auch im Hinblick auf die Gesellschaft und die Welt. Doch muss sich der Mensch auch aufgefordert fühlen, für etwas verantwortlich zu sein. Es ist deshalb von Interesse, *wie* sich das Thema Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik in der alltagsweltlichen Kommunikation der Gesellschaft zeigt und *wem* die Verantwortung zugesprochen wird. Der Untersuchung geht die Annahme voran, dass sich im Falle eines Anschlusses an den gesellschaftlichen Diskurs Änderungen in den Curricula der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge zeigen könnten.

Die vorliegende Längsschnittstudie beobachtet über den Zeitraum von 1970 bis 2020 anhand des Fallbeispiels der Elektrotechnik an der Hochschule Karlsruhe, ob sich während des Untersuchungszeitraums dort Fächer finden lassen, die der Bildung zur Verantwortung für Technikfolgen dienlich sind. Diese Beobachtung findet parallel zur Beobachtung der Kommunikation der Gesellschaft in den Massenmedien statt.

Die Analyse der Beobachtungen findet unter einem systemtheoretischen Verständnis statt. Es zeigt sich, dass von einer vorangestellten Hypothese abgegangen werden muss, dass allein das Paradigma der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik die Inhalte des Studiums bestimmt. Das Verständnis eines Ingenieurstudiums als Berufsausbildung stellt wirtschaftliche Ansprüche in den Vordergrund. Weiterhin zeigt es sich, dass Besonderheiten in den Organisationssystemen der Hochschule ein Hindernis für eine grundlegende Reform eines ingenieurwissenschaftlichen Studiums wie beispielsweise der Elektrotechnik darstellen. Diese Hindernisse wurden in den abschließenden Handlungsempfehlungen beachtet. Dort werden kleine Interventionsmaßnahmen vorgeschlagen, denen auch ohne weitreichende Reformen gefolgt werden kann.

Abstract

This study addresses the issue of "Education for responsibility in the study of electrical engineering in the context of the social discourse on the ecological consequences of technology". Crucial for the interest in the study are the massive ecological problems facing the world population, which engineers are expected to contribute to solving by developing new technologies. At the same time, experience shows that technical progress is always associated with new problems. For this reason, technology assessment has become established over the last fifty years. However, according to important philosophers of technology such as Ropohl, it is not enough to leave considerations of responsibility for the consequences of technology to these institutes alone.

If one follows the science theorist Fleck, the thinking style of a science is passed on during studies. Therefore, the question arises whether and how students of engineering, especially of electrical engineering, are prepared to assume responsibility for technology in their profession. A responsibility that goes beyond the functionality of technology and under which future consequences of technology are also considered. A look into pedagogy, as it is done here, shows that man needs education for responsibility. This is especially true with regard to society and the world. But man must also feel called upon to be responsible for something. It is therefore of interest how the topic of responsibility for the ecological consequences of technology appears in the everyday communication of society and to whom responsibility is attributed. The study is preceded by the assumption that if the societal discourse were to connect, changes in the curricula of engineering courses might become apparent.

This longitudinal study observes over the period from 1970 to 2020, using electrical engineering at Karlsruhe University of Applied Sciences as a case study, whether subjects can be found there during the study period that are conducive to education in responsibility for technological consequences. This observation takes place parallel to the observation of the communication of the society in the mass media.

The analysis of the observations takes place under a system theoretical understanding. It turns out that it is necessary to depart from a preliminary hypothesis that the paradigm of the engineering science of electrical engineering alone determines the contents of the study program. The understanding of an engineering study as a professional education puts economic demands in the foreground. Furthermore, it becomes apparent that peculiarities in the organizational systems of the university represent an obstacle to a fundamental reform of an engineering study program such as electrical engineering. These obstacles have been considered in the final recommendations for action. There, small intervention measures are suggested that can be followed even without far-reaching reforms.

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung 7
Problemaufriss: Verantwortung für die Folgen von Technik 7
Persönlicher Zugang 11
Das Problem im Kontext der Wissenschaft 16
Aufbau der Arbeit 18
II. Theoretischer Rahmen 20

1. Die Vergangenheit der Ingenieurwissenschaften 20

1.1. Technische Bildung in der Vorindustrialisierung 20
1.2. Die Akademisierung der Ingenieurwissenschaften 21
1.3. Geschichte der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik 26
1.4. Schlüsse zur historischen Verfasstheit der Ingenieurwissenschaften 30

2. Einführung in die zentralen Begriffe der Theorie sozialer Systeme nach Luhmann 31

2.1. Von Fleck und Kuhn zu Luhmann 31
2.2. Von technischen zu sozialen Systemen 33
2.3. Soziale Systeme und Gesellschaft 35
2.4. Beobachtung 39
2.5. Kommunikation 42
2.6. Ausgewählte Funktionssysteme 45
2.7. Das Organisationssystem Hochschule 52

3. Bildung, Verantwortung und Demokratie 55

3.1. Vergleich zwischen dem anthropologischen und dem systemtheoretischen Verständnis von Bildung 56
3.2. Der Kompetenzbegriff in der Hochschuldidaktik 64
3.3. Bildung zur Verantwortung 67
3.4. Konklusion aus dem Beschriebenen für Handlungsempfehlungen 78

4. Darstellung der leitende Untersuchungsfragen 79

5. Darstellung der wissenschaftlichen Vorgehensweise 81

5.1. Hermeneutische wissenssoziologische Untersuchung mittels einer systemtheoretischen Diskursanalyse 81
5.2. Festlegung des Dokumentenkorpus 84
III. Untersuchung 91

6. Einflüsse des Organisationssystems Hochschule auf ein ingenieurwissenschaftliches Studium dargelegt am Fallbeispiel 91

6.1. Kontext zu zur Gründung der Fachhochschule Karlsruhe 93
6.2. Das Element Ökonomie 95
6.3. Strukturelle Kopplungen des Organisationssystems Hochschule 97
6.4. Didaktische Innovation im Organisationssystem der Ingenieurwissenschaften an Fachhochschulen 104
6.5. Fazit zu den dargelegten Entwicklungen und Strukturen 110

7. Untersuchung der Studienpläne des Studiengangs Energietechnik an der Fachhochschule Karlsruhe 111

7.1. Das Industrie- bzw. Praxissemester 112

7.2. Quantitative Untersuchung der Studienpläne der Elektrischen Energietechnik 118
7.3. Nichttechnische Fächer außerhalb der MINT-Wissenschaften 124

8. Darstellung des Themengebiets Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik in den Massenmedien 135

8.1. Quantitative Untersuchung 136
8.2. Qualitative Untersuchung ausgewählter Videos des Untersuchungszeitraums 147

9. Zusammenfassung und Konklusion 170

IV. Handlungsempfehlungen 172

10. Anstoß von Reformen durch Interventionsmaßnahmen 172

10.1. Basis 172
10.2. Handlungsempfehlungen 176

11. Resümee und Ausblick 184

Literaturverzeichnis 186

Dokumentenkorpus 201

Verzeichnis der filmischen Dokumente 205

V. Anhang 206

Anhang A: Lehrangebote des Fachbereichs Sozialwissenschaften 206

Anhang A-1: Systematik Nichttechnische Fächer 206
Anhang A-2: Besondere Bedingungen für das Fach Gesellschaft und Technik 207
Anhang A-3: Beschreibung der Seminare Gesellschaft, Technik, Umweltschutz I und II 208
Anhang A-4: Beispiel für das breite Fächerangebot des Fachbereichs Sozialwissenschaften gegen Ende seines Bestehens 209

Anhang B: Tabellen zur Auswertung der Videos des ARD-Jahresrückblicks 211

Anhang B-1: Farbcode für die Einsortierung der Videotitel in Kategorien 211
Anhang B-2: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1970 bis 1973 212
Anhang B-3: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1974 bis 1977 213
Anhang B-4: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1978 bis 1979 214
Anhang B-5: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1980 bis 1983 215
Anhang B-6: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1984 bis 1985 216
Anhang B-7: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1986 bis 1987 217
Anhang B-8: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1988 bis 1989 219
Anhang B-9: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1990 und 1991 220
Anhang B-10: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1994 bis 1997 221
Anhang B-11: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1998 bis 1999 222
Anhang B-12: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2000 bis 2001 223
Anhang B-13: Überschriften und Länge/Anteile der Videos/Berichte der Jahre 2002 und 2003 224
Anhang B-14: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2004 und 2005 225
Anhang B-15: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2006 und 2007 227
Anhang B-16: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2008 und 2009 228
Anhang B-17: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2010 und 2011 229
Anhang B-18: Überschriften der Jahre 2012 und 2013 230
Anhang B-19: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2014 und 2015 233

Anhang B-20: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2016 und 2018 234
Anhang B-21: Überschriften und Länge der Videos aus dem Jahr 2019 235

Anhang C: Stundentafeln des Studiengangs Energietechnik 236

Anhang C-1: Elektrische Energietechnik WS 1973/74 236
Anhang C-2: Elektrische Energietechnik WS 1987/88 238
Anhang C-3: Elektrische Energietechnik WS 1997/98 240
Anhang C-4: Elektrische Energietechnik WS 1999/2000 242
Anhang C-5: Energie- und Automatisierungstechnik WS 2007/08 244
Anhang C-6: Elektro- und Informationstechnik – Energietechnik und Erneuerbare Energien WS 2018/19 246

Anhang D: Publikationsliste Cosima Klischat 251

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Bezeichnungen und Ebenen von Systemnach Luhmann. 35
Abbildung 2-2: Das soziale System Gesellschaft mit seinen Teilsystemen. 37
Abbildung 2.3: Die drei Ordnungen der Beobachtung nach Luhmann 42
Abbildung 2-4: Beobachtung und strukturelle Kopplung des Funktionssystems Ingenieurwissenschaft. 49
Abbildung 3-1: Beobachtung der sozialen Umwelt durch das psychische System. 58
Abbildung 3-2: Übertragung des Drei-Weltenmodells von Popper auf die Theorie sozialer Systeme. 59
Abbildung 3-3: Kompetenzmodell nach den Empfehlungen des HQR. 66
Abbildung 3-4: Verschiedene Lernbereiche zur Förderung der Bildung zur Verantwortung. 70
Abbildung 3-5: Beziehung zwischen den Werten des technischen Handelns. 71
Abbildung 5-1: Anwendung des Würfelmodells nach Jung zur Darstellung des Anwendungsfalls. 85
Abbildung 6-1: Die Gestaltungselemente eines Organisationssystems. 91
Abbildung 6-2: Entwicklung der Namensgebung der Hochschule Karlsruhe seit ihrer Gründung. 94
Abbildung 6-3: Zyklus der Planung, Umsetzung und Durchführung eines Studiengangskonzeptes. 99
Abbildung 6-4: Problemerfassung der gestaltenden Personen in der Konzeptionsphase I. 100
Abbildung 6-5: Positive und negative Einflüsse auf die Umstrukturierung bestehender Lehre. 109
Abbildung 7-1: Zeitleiste *Elektrische Energietechnik an der Hochschule Karlsruhe* 112
Abbildung 7-2: Erwerb von Kompetenzen während Praxistätigkeiten außerhalb der Hochschule 116
Abbildung 7-3: Fächergruppen im Studium der Elektrotechnik gegen Ende ihrer Institutionalisierung. 122
Abbildung 7-4: Verteilung der Fächergruppen in den Stundentafeln des Studiengangs Energietechnik 123
Abbildung 7-5: Semesterwochenstunden für einzelne Bereiche der Nichttechnischen Fächer. 125
Abbildung 7-6: Einrichtungen für die allgemeine Bildung an der Fachhochschule Karlsruhe. 129
Abbildung 8-1: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 1970er Jahre. 142
Abbildung 8-2: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 1980er Jahre. 142
Abbildung 8-3: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 1990er Jahre 143
Abbildung 8-4: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 2000er Jahre. 143
Abbildung 8-5: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 2000er Jahre. 144
Abbildung 8-6: Anteil der Kategorie Wetter und Klima an der Gesamtlänge der Videos 146
Abbildung 8-7: Vergleich der Unterkategorie Kunst und Kultur mit der Kategorie Technik. 147
Abbildung 8-8: Prozentuale Anteile verschiedener Kategorien und Unterkategorien im Jahr 1970. 150
Abbildung 8-9: Schmutz und Schrott. 151
Abbildung 8-10: Luftverpestung. 153
Abbildung 8-11: *Flüsse werden zu Kloaken* 154
Abbildung 8-12: Ausschnitt Gebäudepavillon auf der EXPO in Osaka. 155
Abbildung 8-13 Vorbote des humanoiden Roboters 156
Abbildung 8-13: Planlos in die Zukunft. 160
Abbildung 10-1: Anregung eines Reformprozesses durch Intervention 173
Abbildung 10-2: Die drei Säulen des Hochschuloffenen Elektrotechnikzentrum H.ErT.Z. 175
Abbildung 10-3: Die drei Phasen einer Projektarbeit 177
Abbildung 10-4: Die Phasen während der Projektplanung und -durchführung. 179
Abbildung 10-5: Themenfindung als Interventionsmaßnahme. 182

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Fächergruppen im Studium der Elektrotechnik im Studienjahr 1910/11. 29
Tabelle 3.1: Verantwortungstypen und ihr Bezug zum Gegenstand und Gegenstandsbereich. 68
Tabelle 7.1: Struktur des Studiums im Studiengang Energietechnik 113
Tabelle 7.2: Einteilung der Fächergruppen im Studiengang Energietechnik 119
Tabelle 7.3: Gesamtzahl der Semesterwochenstunden bis zum Abschluss des Studiums. 121
Tabelle 10.1: Tabelle zur Nachhaltigkeit aus der Handreichung für Projektarbeiten. 180
Tabelle A.1: Fächerangebot des Fachbereichs Sozialwissenschaften im Sommersemester 2002 209

Abkürzungsverzeichnis

ARD ..... Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland
ASIIN..... Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, Informatik, Naturwissenschaften und Mathematik e.V.
CHE ..... Centrum für Hochschulentwicklung
DGTB ..... Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung
EIT..... Elektro- und Informationstechnik
GHD ..... Geschäftsstelle der Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg
H.ErT.Z..... Akronym für Hochschuloffenes Elektotechnik Zentrum
HAWtech ..... Hochschulallianz für Angewandte Wissenschaften
HIS ..... HIS-Institut für Hochschulentwicklung e.V.
HQR ..... Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse
HRK..... Hochschulrektorenkonferenz
LHG..... Gesetz über die Hochschulen in Baden-Württemberg (Landeshochschulgesetz)
MINT ..... Akronym für die Fachbereiche Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
MpA..... Mehrperspektivischer Ansatz der Technischen Bildung
rtwe..... Referat für Technik- und Wissenschaftsethik an den Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg
SPO..... Studienprüfungsordnung
SWS ..... Semesterwochenstunden
VDI..... Verein Deutscher Ingenieure e.V.

I. Einleitung

Problemaufriss: Verantwortung für die Folgen von Technik

„Köpfe mit Profil bilden“

„Die Hochschule bietet ihren Studierenden eine praxisorientierte Hochschulausbildung, die sie auf ihre künftigen Aufgaben durch die Vermittlung von Fachkenntnissen sowie soziokultureller Handlungskompetenz und ethischem Verantwortungsbewusstsein bestens vorbereitet.“

(Aus dem Leitbild der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft 2005 – 2020)

Die Geschichte der Menschheit ist eine Geschichte der Technik. Technik nimmt Einfluss auf Denken, Sprache und Kultur sowie auf nahezu alle Bereiche des menschlichen Handelns. (Rammert 2016; Wiesmüller 2006; Hubig et al. 2013; Jeretin-Kopf et al. 2017; Bienhaus und Wiesmüller 2016) Im Laufe ihrer Geschichte schöpfen die Menschen das Machbare mehr und mehr aus. Technische Grenzen scheint es kaum noch zu geben.

Mit Beginn der Industrialisierung verändert sich die Zeitkurve des technischen Fortschritts. Die industrielle Produktion von Technik wirkt bis heute als ihr Katalysator. Technik wird seitdem in Massen produziert und die Zeiten von der Produktidee bis zur Markteinführung werden immer kürzer. Gleichzeitig werden die Bedingungen für technisches Handeln in der Industrie aber stets komplexer. Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft sind Schlagwörter moderner Technikentwicklung, die dem Bedarf an nachhaltiger Technik entgegenkommen. Ein technisches Produkt muss heute weit über seinen Lebenszyklus hinausgedacht werden. Entsprechende Anforderungen entstanden hauptsächlich aus den ökologischen Folgen von Technik.

Wie die Geschichte zeigt, lassen sich negative Folgen von Technik nur schwer vorhersehen. [1] Einschränkungen oder Verbote technischer Sachsysteme oder Technologien aus moralischen oder ökologischen Gründen werden meist im Nachhinein ausgesprochen. Oft erst dann, wenn die Auswirkungen nicht mehr zu verantworten sind. Obendrein werden negative Folgen in Kauf genommen, weil sie scheinbar das kleinere Übel sind[2]. Dies führt zu einer ambivalenten Einstellung der Gesellschaft gegenüber technischen Errungenschaften, wie sie nach Schmayl *„jeder höheren menschlichen Leistung eigen ist“* (Schmayl 2013, S. 11).

Solche gegensätzlichen Anschauungsweisen werden gerade heute[3] besonders deutlich. Die vorliegende Arbeit wurde in einer Zeit verfasst, in der vor allem die ökologischen

[1] Hier kann als Beispiel das Automobil dienen. Die vielen positiven Wirkungen dieses Transport- und Verkehrsmittels werden heute überschattet durch die negativen Auswirkungen auf Klima, Luft und Wasser, die erst durch eine massenhafte Nutzung problematisch wurden. Zunehmender gesellschaftlicher Wohlstand und wachsende Bevölkerungszahlen führten zu den heute bekannten Umwelt-Problemen. Zu diesen gesellen sich Probleme der Überlastung der Straßen und Städte durch den Verkehr sowie die weiter notwendige Versiegelung von Land durch neue Straßen und vieles mehr. Diese Probleme waren im 19. Jh. in Gänze wohl kaum vorhersehbar.

[2] Das jüngste Beispiel dafür ist die Position der Europäischen Kommission Atomstrom als klimafreundlich einzustufen. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/qanda_22_712 (zuletzt geprüft 22.02.2022)

[3] In der Zeit der Niederschrift der vorliegenden Arbeit 2021/22

Folgen von Technik, insbesondere der Klimawandel sowie die Bedrohung der Artenvielfalt, die Diskurse auf verschiedenen Ebenen bestimmen.

In der Auseinandersetzung mit den ökologischen Folgen wird die Ambivalenz von Technik besonders deutlich. Zum einen kritisiert die Gesellschaft bereits bestehende Technik[4]. Zum anderen hofft sie auf neue technische Errungenschaften, die den bis heute erreichten Lebensstandard weiterhin gewähren sollen. Die Hoffnung wird auf diejenigen gesetzt, die Technik entwickeln. Ingenieurinnen und Ingenieure in Unternehmen und in der Forschung sind weltweit aufgefordert, nach Lösungen für die verschiedenen Problemstellungen zu suchen. Ihre Ergebnisse treiben den technischen Fortschritt voran. Sie sind aber vor allem Bemühungen darin, Schäden rückgängig zu machen, die sie selbst oder ihre Vorgänger meist unbewusst forciert haben. Nicht weil Technik grundsätzlich Schaden anrichtet, sondern weil Randbedingungen nicht mitgedacht werden oder nur schwer einzuschätzen sind.

Dieses Problem ist nicht neu und wird immer wieder mit der Forderung nach technischem Handeln unter ethischen Richtlinien verbunden. Die Inhalte der vorliegenden Arbeit beziehen sich auf den Diskurs zu den ökologischen Folgen von Technik in der Bundesrepublik Deutschland. Dort fanden bis in die 1950er Jahren Technikdiskurse hauptsächlich im Kontext der Bewältigung der vergangenen Kriege statt. Diese Inhalte wichen während des *Wiederaufbaus* und den Jahren des *Wirtschaftswunders* neuen zentralen technischen und gesellschaftlichen Fragestellungen zur Modernisierung der Industrie sowie des Konsumverhaltens und der Freizeitgestaltung (Kurig 2015, S. 373). *„Kulturkritische Deutungsmuster [wurden bis in die 1960er Jahre] endgültig durch eine neue Rationalitäts-, Planungs- und Technikeuphorie abgelöst“* (a.a.O., S.374).

Eine Abkehr von einem solchen fortschrittsoptimistischen *„technologischen Determinismus“* (Rophol 2016, S. 21) wurde spätestens in den 1970er Jahren durch technische Krisen und Umweltkatastrophen eingeleitet. Das letzte Viertel des 20.Jh. stand im Zeichen technischer Katastrophen, wie sie beispielsweise in Bhopal, Seveso, Harrisburg und Tschernobyl eintraten. Dazu kamen Auswirkungen einer zunehmenden Luft- und Wasserverschmutzung sowie des menschenverursachten Artensterbens. Diese Entwicklungen brachten die Erkenntnis, dass Technik die Lebensbedingungen der Menschen nicht nur im positiven Sinne verändert. Seitdem lebt die Gesellschaft zunehmend unter dem Bewusstsein, eine *„Risikogesellschaft“* (Beck 1986) zu sein. Dieser durch den Soziologen Ulrich Beck geprägte Begriff beinhaltet sowohl ökologische als auch soziale Risiken von Technik auf die Gesellschaft. Der amerikanische Soziologe Charles Perrow erkennt in seiner Publikation *„Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik“* (Perrow 1992) in der großflächigen Nutzung von Technik Gefahren, die die Gesellschaft akzeptieren muss, wenn sie deren Vorteile nutzen möchte.

Diese Schattenseiten von Technik verursachen immer wieder Diskurse, in denen technische Großprojekte und Technologien durch eine kritische Öffentlichkeit in Frage gestellt werden. Diese führten in der Vergangenheit aber keineswegs zu einer Abschwächung des technischen Fortschritts, sondern zu einer normativen Wende in der Technikentwicklung. Technik wird nun hinterfragt und auf ihre Risiken abgeschätzt (vgl. z.B. Rophol 2016, 2009a; Rapp 1999). Weltweit wurden zur Beratung von Wirtschaft und Politik Institutionen zur Technikfolgenabschätzung eingerichtet, die sich mit den Chancen und Risiken von Trends in Wissenschaft und Technik befassen. Es wurden weiterhin Wertesysteme und

[4] wie beispielsweise den Verbrennungsmotor

Richtlinien entwickelt, die Beurteilungskriterien zur Bewertung von Technik geben. Diese richten sich nicht nur an diejenigen, die Technik entwickeln, sondern auch an die Verfasser gesellschaftlich-kultureller Rahmenbedingungen (Rapp 1999, S. 222). Als Instrument zur normativen Bewertung von Technik legt beispielsweise der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) die Richtlinie 3780 vor.[5] Über diese werden *„Grundbegriffe und theoretische Bezugssysteme bereitgestellt" (a.a.O., S.8)*, die eine Technikbewertung ermöglichen. Das Einhalten der Empfehlungen und Richtlinien setzt aber zum einen ihre Kenntnis und zum anderen Verantwortungsbewusstsein des Einzelnen im gemeinschaftlichen technischen Handeln voraus.

Für die Entwicklung von Technik und technischer Prozesse sind maßgeblich Ingenieurinnen und Ingenieure verantwortlich. Unter diesem Bewusstsein formulierte der VDI bereits 1950 das *„Bekenntnis des Ingenieurs"* [6], das als Vorbild für die VDI-Publikation *„Ethische Grundsätze des Ingenieurberufs"* (VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. 2021)[7] herangezogen wurde. Die Inhalte bieten Ingenieurinnen und Ingenieuren Orientierung und Unterstützung bei konflikthaften Entscheidungen (a.a.O., S.2).

Konflikte entstehen aber erst, wenn man sie erkennen kann. Die meisten Ingenieurinnen und Ingenieure stehen in einem Angestelltenverhältnis in Unternehmen der Industrie, die in den westlichen Ländern an einem kapitalistischen Grundsystem ausrichten. Die Untersuchungen des Soziologen Gert Hortleders weisen darauf hin, dass sich Ingenieure mit der bestehenden Wirtschaftsordnung identifizieren. Während ihrer Ausbildung und Arbeit entwickeln sie ein *„»verkürztes« Bewusstsein",* durch das sie ihre Rolle eines *„schöpferischen, »der Allgemeinheit« dienenden Fachmanns verdrängen"* (Hortleder 1970, S. 170–176). Danach entständen für Ingenieure erst dann Konflikte, wenn sie gegen die Anweisungen ihrer Arbeitgeber handeln würden. Nun ist diese Untersuchung bereits fünfzig Jahre alt[8]. Man könnte erwarten, dass sich das Selbstverständnis von Ingenieurinnen und Ingenieuren inzwischen gewandelt hat und sie ein Bewusstsein dafür entwickelt haben, dass sie in hohem Maße diejenigen sind, die der Welt Gestalt geben und sie auch interpretieren. (Kornwachs 2013, S. 31). Anderseits umfasste Hortleders Untersuchungen einen Zeitraum von 114 Jahren, weshalb man von einem verfestigten Selbstbild ausgehen kann.

Das System Technik in allen Facetten zu durchdringen ist für den Einzelnen nahezu unmöglich. Das dafür notwendige Wissen, auch aus den verschiedenen nichttechnischen Fachgebieten, kann von einzelnen Personen nicht angehäuft werden. Allein aus diesem Grund kann die Verantwortung für Technik nicht persönlich getragen werden. Für Ingenieurinnen und Ingenieure kommt erschwerend hinzu, dass in Unternehmen in den meisten Fällen arbeitsteilig gearbeitet wird, sodass ein Verantwortungsbewusstsein für das komplexe Ganze schwer zu erzeugen ist. Ein *„Mindestmaß von Orientierungs-, Kommunikations- und Urteilsfähigkeit […] [das während des Studiums] zum ausdrücklichen Lernziel*

---

[5] Die Richtlinie lässt sich in Teilen unentgeltlich der Veröffentlichung *Normative Technikbewertung* des VDI entnehmen Rapp 1999.

[6] Dieses wurde 1950 nach den Schrecken des zweiten Weltkrieges, die im Abwurf der Atombomben über Japan ihren Höhepunkt fanden, auf einer VDI Tagung bekannt gemacht. Nachzulesen ist es in einem Bericht der Schweizerische Bauzeitung zur VDI Tagung 1950 in Kassel: https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=sbz-002:1950:68::413 (zuletzt geprüft: 20.03.2022)

[7] Dieser Fassung ist eine Überarbeitung der 2002 veröffentlichten Version. Sie wurde um Bereiche der Digitalisierung erweitert.

[8] Weshalb hier die männliche Berufs-bezeichnung verwendet wurde.

gemacht wird“ (Rophol 2016, S. 115), könnte aber verantwortungsbewusstes Handeln fördern.

Ein verantwortliches technisches Handeln über den gesamten Lebenszyklus von technischen Sachsystemen hinweg, räumt einer gelingenden Kommunikation über die Fachbereiche hinaus einen hohen Stellenwert ein. Damit eine solche Kommunikation stattfinden kann, müssen die Mitteilungen gegenseitig verstanden werden.[9] Entsprechende Verstehensprozesse setzen allgemeines technisches Wissen auf Seiten der Gesellschaft und umgekehrt allgemeines Wissen auf Seiten der Ingenieurinnen und Ingenieure voraus. Zukünftige Technik könnte so in einem Dialog zwischen Gesellschaft und Ingenieurwissenschaften entstehen.[10] Aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht wäre es deshalb notwendig, Ropohls Anregungen des obigen Zitats anzunehmen. Danach könnten Träger des technischen Fachwissens darin ausgebildet werden, ihr technisches Wissen allgemeinverständlich an die Gesellschaft weiterzugeben. Zugleich sollten ihnen fachübergreifende, nichttechnische Inhalte vermittelt werden, die es ihnen erlauben würden, an einem Diskurs über verantwortliche Technikgestaltung teilzunehmen.

Es zeigt sich, dass der Ruf nach fachübergreifender, vor allem nach ethischer, Bildung im Rahmen eines Ingenieurstudiums immer wieder laut wird. So sprach 2019 beispielsweise der VDI in einer gemeinsamen Studie mit dem Deutschen Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH und dem HIS-Institut für Hochschulentwicklung e.V. eine diesbezügliche Empfehlung aus. Sie erkennen ein Handlungsfeld in der Befähigung zukünftiger Ingenieurinnen und Ingenieure zu ethisch verantwortlichem Handeln (Gottburgsen et al. 2019, S. 10). Die Expertenkommission Ingenieurwissenschaften@BW2025 empfiehlt 2015 dem Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg, dass Ingenieurinnen und Ingenieure der Zukunft Fächer wie Technikfolgenabschätzung, Technikethik, Technikphilosophie sowie Techniksoziologie belegen sollten, um *„über die Folgen und Auswirkungen ihres Tuns reflektieren zu können“* (Bauernhansel et al. 2015, S. 31). Diese wiederholten Forderungen können als Hinweise aufgefasst werden, dass allgemeinbildenden Fächern bis heute kein fester Platz im Ingenieurstudium eingeräumt wird, wohingegen der Bedarf fortlaufend gesehen wird.

Nach dem ehemaligen Leitbild der Hochschule Karlsruhe, aus dem eingangs zitiert wird, sind sich Hochschulen der Verantwortung bewusst, die sie gegenüber ihren Studierenden und der Gesellschaft tragen. Angesichts des zuvor Beschriebenen stellt sich aber die Frage, ob Ingenieurinnen und Ingenieure im Verlauf ihres Studiums tatsächlich zur ethischen Verantwortung gebildet werden. Entspricht es dem Denkstil ihrer Wissenschaft, sich solchen Themen zuzuwenden? Werden sie als Teil eines denkenden Kollektivs in die Lage versetzt, ihr eigenes Handeln jenseits der Fachlichkeit zu reflektieren?[11] In der Annahme, dass gesellschaftliche Diskurse zu Technikfolgen eigentlich nicht an den Ingenieurwissenschaften vorbei gehen können, werden die hier formulierten Fragen in einen solchen Zusammenhang gestellt. Die vorliegende Arbeit untersucht, ob sich tatsächlich Verknüpfungen von Diskurs und Curricula erkennen lassen und ob diese von Bestand sind.

---

[9] Diese Einleitung nutzt bereits Begriffe, die der Systemtheorie Luhmanns entnommen sind. Diese werden im Theoretischen Teil dieser Arbeit näher beschrieben.

[10] Eine solche Demokratisierung von Technikentwicklung verfolgt auch die Technikfolgenabschätzung. In der Ausgabe 29/3 (2020) der Zeitschrift TATuP des Karlsruher Institut für Technologie (KIT)werden Möglichkeiten solcher Prozesse aufgezeigt. ISSN: 2199-9201 (online)

[11] Die durch Ludwik Fleck geprägten Begriffe Denkstil und Denkkollektiv werden im Theoretischen Rahmen eingeführt.

Dabei interessiert weniger der Einfluss auf technische als vielmehr der auf nichttechnische Inhalte. Insbesondere solche, die der Verantwortung für Technik förderlich sind.
Um dem näher zu kommen, werden in einer historisch-rekonstruktiven Vorgehensweise fünfzig Jahre, von 1971 bis 2021, analysiert. Die Studie wird anhand des Fallbeispiels der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik an der Fachhochschule Karlsruhe durchgeführt. Die Fachhochschulen wurden im Untersuchungszeitraum gegründet und haben sich als die wichtigste Ausbildungsstätte für Ingenieurinnen und Ingenieure in Deutschland etabliert. Die Mehrzahl der Ingenieurinnen und Ingenieure schließt ihr Studium an einer Fachhochschule ab (Niederdrenk 2013). Während dieser mehr als fünfzig Jahre haben die Fachhochschulen sich auch wissenschaftlich weiter entwickelt und werden heute als Hochschulen für angewandte Wissenschaften verstanden. Die Untersuchung begleitet die Fachhochschule Karlsruhe aus Sicht der Lehre auf diesem Weg der Verwissenschaftlichung. Die Elektrotechnik steht für die klassischen Ingenieurwissenschaften und weist keine großen Schnittstellen zu anderen Wissenschaften auf, wie es beispielsweise die Wirtschaftsingenieurwissenschaften tun. Es ist deshalb von besonderem Interesse, ob sich die lange Geschichte des Faches in einem Paradigma niederschlägt, welches der Bildung zur Verantwortung wenig förderlich ist. Aufgrund der langen Beobachtungszeit versteht sich die vorliegende Arbeit als Teil einer Genealogie der klassischen Ingenieurwissenschaften. Sie möchte gleichzeitig einen Teil zur Theorieentwicklung des Bildungssystems Fachhochschule beitragen.
Anhand der Erkenntnisse der vorliegenden Untersuchung wurden Handlungsempfehlungen entwickelt, die sich dafür eignen, die Bildung der Person zur Verantwortung im Studium der Ingenieurwissenschaften didaktisch und methodisch dauerhaft zu verankern.

Persönlicher Zugang

Das erste Interesse der Verfasserin an der Theorie der Ingenieurwissenschaften wurde bereits während ihres Studiums in den 1980er Jahren geweckt. Es basiert auf dem Erstaunen über die Gestaltung des Studiums der Elektrotechnik an der Universität Karlsruhe[12] sowie über den geringen Frauenanteil in dieser Disziplin. Die Verfasserin brachte eine Erwartungshaltung mit ins Studium, die den eigenen Erfahrungen am Gymnasium entgegenstand[13]. Dort war sie die einzige Schülerin, die Mathematik und Physik als Leistungskurse belegte. Dennoch ging sie mit der Hoffnung an die Universität, mehr Frauen hätten das Ansinnen die technische Welt zu entdecken und mitzugestalten. Diese Hoffnung ging mit der Romantisierung des Studiums einher, die durch Lebensläufe über Forschende wie Marie Curie oder Werner von Heisenberg angeregt wurde.[14] Ihre Träume von einem forschenden, selbstorganisierten und breit aufgestellten Studium platzten schnell und wurden, abgesehen von Tätigkeiten als studentische Hilfskraft, erst während der Diplomarbeit befriedigt. Das Mathematik lastige Vordiplom mit anspruchsvollen Prüfungen versperrte vielen ihrer Kommilitonen den Weg zum Ingenieurwesen. Bereits damals stellte sich ihr die Frage, weshalb das Studium derart gestaltet sein muss.

In ihrem späteren Berufsleben als Entwicklungsingenieurin mit Projektverantwortung wurde schnell klar, dass die vermittelten theoretischen Grundlagen nur einen Teilaspekt

---

[12] Das heutige Karlsruher Institut für Technologie (KIT) gilt als eine Wiege der Ingenieurwissenschaften und ist eine renommierte Universität für Elektrotechnik. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Erfahrungen auf andere Universitäten in Deutschland übertragbar sind.

[13] sowie den ausreichend eingeholten Informationen über das Studium und seine Inhalte.

[14] …die wohl einen stärkeren Eindruck hinterließen als die Studienführer der technischen Universitäten.

der beruflichen Inhalte abdecken. Die neue Rolle, die man im Beruf einnimmt, erfordert vor allem eines: Verantwortung zu übernehmen. Verantwortung gegenüber dem Unternehmen, dem Team, den Auftragsgebern, der Produktion und den Einzelnutzern. Ebenso ist die Verantwortung zu tragen, dass vorgegebene Unternehmenswerte, Normen, Sicherheitsvorschriften und Angaben zur Umweltverträglichkeit eingehalten werden. Interdisziplinäres Arbeiten steht somit in der Tagesordnung.

In den 1980er Jahren wurde man in einem ingenieurwissenschaftlichen Studium vorwiegend darauf vorbereitet, Technik zu berechnen und die dafür erforderlichen Grundlagen zu verstehen. Es wurde aber schon damals aus den Reihen der Ingenieure Stimmen laut, das Ingenieurstudium zu reformieren. [15] In einer 1979 veröffentlichten Studie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) wurden Ingenieure zu den Anforderungsprofilen ihres Berufs befragt (Hillmer und Peters, Rolf Wolfgang, Polke, Martin 1979). Sie sprachen die Empfehlung aus, *„Kenntnisse im nichttechnischen Bereich verstärkt im Studium zu erwerben“* (a.a.O., S.104). Zum Zeitpunkt ihrer Befragung wurden *„80% der Kenntnisse im nichttechnischen Bereich […] im Beruf erworben.“* (ebd.) Das entspricht den Erfahrungen der Verfasserin. Die Kenntnisse und Fähigkeiten, die die Befragten als vorteilhaft für den Ingenieurberuf erachten, wurden in einem Katalog zusammengefasst. Dieser Katalog zeigt, dass das Ingenieurstudium auch auf eine fundierte und reflektierte Mitsprache in gesellschaftlichen und politischen Fragen vorbereiten soll. Ingenieure[16] sollen zur *„kritischen Analyse der gesellschaftlichen Wirklichkeit“* befähigt werden und ihr *„Blick für das Machbare und gesellschaftlich Verantwortbare geschärft werden“* (a.a.O., S.124).

Die VDI-Empfehlungen scheinen sich nicht durchgesetzt zu haben. Fast vierzig Jahre später, einer langen Zeitspanne, in der es bedeutende technische und gesellschaftliche Fortschritte gegeben hat, hat sich offensichtlich kein grundlegender Wandel im Denkstil vollzogen.[17] Dies geht aus den 2016 veröffentlichten Anforderungsprofilen hervor, die von Mitarbeitern des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE) auf der Grundlage von Professorenbefragungen erstellt wurden (Horstmann, Hachmeister, Thiemann 2016). Lehrende wurden um eine *„Einschätzung gebeten, was Studieninteressierte aus ihrer (subjektiven) Sicht für ein Studium im jeweiligen Fach mitbringen sollten“ (a.a.O*., S.5) Gefragt wurden nach Interessen, Kenntnissen und Fähigkeiten in verschiedenen Kategorien. Die Ergebnisse dieser Erhebung wurden 2016 veröffentlicht. Bezogen auf die Elektro- und Informationstechnik (EIT) ist sich die Mehrheit der befragten Lehrenden einig, dass neben einer Affinität zu Mathematik, Naturwissenschaften und Technik vor allem Lern- und Leistungsbereitschaft Voraussetzung für ein erfolgreiches Studium sind. Die meisten überfachlichen Interessensgebiete werden als nicht relevant ausgeschlossen. Ebenso gehören die Fähigkeiten im reflexiven und kritischen Denken sowie das Interesse an Gesellschaft, Natur und Umwelt, ihrer Meinung nach nicht zu den geforderten Voraussetzungen. Es ist davon auszugehen, dass die Mehrheit der Lehrenden noch im Amt ist und sich deren Einstellungen im Wesentlichen nicht geändert haben.

Die Befragung der Lehrenden deckt sich mit den eigenen Erfahrungen der Verfasserin vor mehr als dreißig Jahren. Das daraus resultierende Anforderungsprofil provoziert das Bild eines Studiums, das nur mit viel Selbstdisziplin und Fleiß bewältigt werden kann. Dieses Anforderungsprofil schließt Menschen mit breit gefächerten Interessen nahezu aus. Es

---

[15] Die der Verfasserin als Studentin nicht bekannt waren.

[16] In der Analyse wurde ausschließlich eine männliche Berufsbezeichnung verwendet.

[17] Der von Fleck geprägte Begriff wird in Kapitel 2 näher erläutert.

erweckt den Verdacht, dass Fähigkeiten und Fertigkeiten jenseits des Studienfachs im Studium nicht befriedigt werden können. Dies könnte einem hohen Bedarf an Ingenieurnachwuchs entgegenstehen.

Das Wirtschaftswachstum in Deutschland ist seit vielen Jahren stabil und eng mit technischen Innovationen verbunden. Der Bedarf an technischen Fachkräften ist entsprechend hoch. Das gilt für viele Berufe des MINT-Bereichs [18] aber insbesondere für Ingenieurinnen und Ingenieure aus den Gebieten der Elektrotechnik. Um einen wirtschaftsgefährdenden Fachkräftemangel zu vermeiden, initiieren Bund und Länder regelmäßig verschiedene Programme, die auch an Hochschulen umgesetzt werden. Zu diesen zählen die Förderprogramme „*Qualitätspakt Lehre“* [19] des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie „*Wissenschaft Lernen und Lehren“* und „*Lehr- Lernlabore“* [20] der Förderlinien des Landes Baden-Württembergs (BW). Die Hochschule Karlsruhe konnte erfolgreich an diesen drei Programmen teilnehmen. Aus den Förderprogrammen des Landes wurde es der Hochschule Karlsruhe ermöglicht, ein hochschuloffenes Elektrotechnik-Zentrum (H.ErT.Z) einzurichten, in welchem verschiedene Aspekte des Lernens und Lehrens abgedeckt werden. Das H.ErT.Z Zentrum wird von der Verfasserin der vorliegenden Arbeit didaktisch und wissenschaftlich geleitet. Diese drei mittlerweile abgeschlossenen Förderprogramme verfolgen vorwiegend das Ziel Bildungsgerechtigkeit zu fördern, um damit die Zahl erfolgreicher Absolventen zu erhöhen. Solche Förderungen geben Hochschulen und Universitäten finanzielle und strukturelle Impulse. An der Hochschule Karlsruhe konnten Projekte etabliert werden, die einer zunehmend heterogenen Studierendenschaft gerecht werden. In vielen Bereichen scheinen die Maßnahmen zu greifen, wie die Entwicklung der Studienabbruchquoten bundesweit zeigt *(Heublein et al. 2020)*. Hingegen bleiben die Schwundquoten in den Ingenieurwissenschaften, wenn auch abgeschwächt, weiterhin hoch. In der Elektrotechnik beenden nach den Erhebungen des Deutschen Zentrums für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW) 37 % der Erstsemester ihr Studium ohne Abschluss (a.a.O., S. 6). Die hohen Abbruchquoten haben ebenfalls Auswirkungen auf das Studieninteresse an der Elektrotechnik, da sie als Beleg für die hohen fachlichen Anforderungen gelten. Mangelndes Studieninteresse sowie Studienabbruch verstärken die Engpässe im beruflichen Nachwuchs in der Energie- und Elektrotechnik[21]. Deshalb wird seit mehr als zwanzig Jahren kontinuierlich versucht, diejenigen zu gewinnen, die sich bisher nur wenig für ein klassisches Ingenieurstudium interessieren: Frauen.

Entgegen einer sichtbaren Verbesserung der Beschäftigungszahlen von Frauen in den Ingenieurberufen, liegt dieser in der Elektrotechnik noch immer unter zehn Prozent (VDI und

---

[18] MINT steht für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik.

[19] *„Mit dem "Qualitätspakt Lehre" wurden die Betreuung der Studierenden und die Lehrqualität an Hochschulen verbessert. Der Bund stellte dafür zwischen 2011 und 2020 rund zwei Milliarden Euro zur Verfügung.“* (Aus der Website des BMBF https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/studium/qualitaetspakt-lehre/qualitaetspakt-lehre.html#:~:text=Mit%20dem%20Bund-L%C3%A4nder-Programm%20Qualit%C3%A4tspakt%20Lehre%20%28QPL%29%20unterst%C3%BCtzt%20das,gef%C3%B6rderten%20Hochschulen%20stehen%20auf%20der%20Programm-Homepage%20zur%20Verf%C3%BCgung. (zuletzt geprüft: 04.02.2022)

[20] Beide Projektlinien sind aus den *Fonds Erfolgreich Studieren in Baden-Württemberg* (FESt-BW) finanziert. Ihr Ziel ist es, den akademischen Nachwuchs durch Maßnahmen für einen erfolgreichen Studienabschluss zu sichern. Diese betreffen vor allem die Studieneingangsphase sowie motivationssteigernde Lehrprogramme. Fonds Erfolgreich Studieren in Baden-Württemberg (FESt): Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (baden-wuerttemberg.de) (zuletzt geprüft: 04.02.2022)

[21] Die Entwicklungen der Arbeitsmarktsituation für Ingenieurberufe sind dem Ingenieurmonitor des VDI zu entnehmen (vgl. z.B. VDI 2022).

IW 2021, S. 16). In vielen Berichten und Studien über den Frauenmangel in den Ingenieurwissenschaften, wie auch in dem hier zitierten VDI Ingenieurmonitor, wird das Selbstbild der Mädchen und Frauen in Bezug auf Technik und Informatik bemängelt. Eltern und Bildungseinrichtungen werden dazu aufgefordert *„dazu bei[zu]tragen, dass Kinder ein Selbstbild entwickeln, welches ihren Leistungen entspricht und welches nicht von Geschlechterstereotypen geleitet wird“* (a.a.O.: 19). Die Verantwortung für das mangelnde Interesse von Frauen an Ingenieurberufen wird von denjenigen, die das Wissenschaftsbild gestalten, abgegeben. An dem oben angedeuteten Denkstil weiterhin festgehalten. Julia K. Kuark formuliert es so: *„Dann lehnen sie[22] sich zurück, warten auf einen Wandel und sind erstaunt, wenn sich nichts an der Situation ändert“ (Kuark 1997, S. 47).*

Der niedere Frauenanteil stellt für die Gesellschaft insofern ein Problem dar, dass *„ andere Erfahrungshintergründe, andere Sichtweisen und Interessen [in der Technikentwicklung und -bewertung] ausgeblendet werden*“ (Greif 2001, S. 123). Die Geschlechterforschung widmet sich seit den 1970er Jahren dem Mangel an weiblichem Nachwuchs in den technischen Berufen. Dabei gibt es verschiedene Betrachtungsweisen und Standpunkte. [23] Die australische Soziologin Judy Wajcman ist der feministischen Technikdebatte von den 1970er bis in die 1990er Jahre gefolgt (Wajcman 1994) In ihrer Untersuchung befasst sich Wajcman mit dem Mangel an Forschung, die sich mit den technischen Wissenschaften als solchen, ihren Praktiken und den damit verbundenen Institutionen beschäftigt.

Diesem Forschungsbedarf möchte die Verfasserin mit der vorliegenden Arbeit entgegenkommen. Dabei sollen die Ingenieurwissenschaften, insbesondere die Elektrotechnik, nicht explizit auf bestehende *„geschlechtlich eingefärbte Konstruktionsweisen“* (Paulitz 2012, S. 10) untersucht werden. Es geht vielmehr darum, die *„Verfasstheit“*[24] dieser Wissenschaft näher kennen zu lernen, um darauf basierend Empfehlungen für das Studium aussprechen zu können. Die Verfasserin der vorliegenden Arbeit setzt sich seit einigen Jahren mit dem Themenfeld Geschlechtergerechtigkeit in den Ingenieurwissenschaften auseinander. Dabei legt sie ihre Bemühungen in die Entwicklung von Lehrformaten, die ein ganzheitliches Bild der Ingenieurwissenschaften vermitteln wollen.[25] Ein umfassender Blick auf Technik und die technischen Wissenschaften wird nicht nur in der gendersensiblen Lehre empfohlen. Auch die Hamburgisch-Karlsruher Linie der Technikdidaktik legt Wert auf einen mehrperspektivischen Ansatz[26] in der Techniklehre. Dieser Linie gehört Christian Wiesmüller an, der die vorliegende Arbeit betreut.

---

[22] Ingenieure

[23] Oft wird davon ausgegangen, dass durch eine frühe Förderung des Technikinteresses an Schulen die Gleichstellung von Frauen in technischen Berufen erreicht werden könnte. Diese Ansicht wird auch durch Bund und Länder vertreten, die über verschiedene MINT-Förderprogramme insbesondere Mädchen für zugehörige Berufe begeistern wollen. MINT steht für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik. Neben zahlreichen Akteuren aus der Gesellschaft fördert der Staat MINT Bildung auf verschiedenen Ebenen. Aktuell sind die Maßnahmen des MINT Aktionsplans, der einem fortwährenden Nachwuchsmangel in technischen Berufen entgegenwirken möchte. https://www.bmbf.de/bmbf/de/home/_documents/mint-aktionsplan.html (zuletzt geprüft 27.07.2021) Aufgrund des Fachkräftemangels wird schon seit den 1990er Jahren versucht Frauen für MINT-Berufe zu begeistern. Es lässt sich vermuten, dass diese Bemühungen ohne einen solchen Mangel geringer wären.

[24] Dieser Ausdruck ist der wissenssoziologischen Arbeit „Mann und Maschine“ von Tanja Paulitz entnommen.

[25] Über das Centrum für Gleichstellung an der Hochschule Karlsruhe wurde die Vergabe eines Gleichstellungspreises angeregt. Die Verfasserin bekam diese Auszeichnung für ihre Aktivitäten in der Entwicklung der Lehre an der Fakultät Elektro- und Informationstechnik.

[26] Auf dieses Verständnis wird in Kapitel 3 näher eingegangen.

Die vorliegende Arbeit basiert auf der Theorie sozialer Systeme nach Luhmann. Ihr Ziel ist die Darstellung und das Verstehen des Beobachteten, als *„Vermittlung von Vergangenheit und Gegenwart“ (Danner 1989, S. 88).* Das Anliegen aller wissenschaftlichen Arbeit ist es Objektivität zu wahren, um allgemeingültige Aussagen treffen zu können. Die Ergebnisse einer qualitativen Forschungsarbeit, die ohne Zählbarkeit von Ergebnissen auskommen muss, stehen daher immer in Abhängigkeit zum Beobachter, hier einer Beobachterin (vgl. Danner 1989, S. 47–55; Berghaus 2011). Alle Beschreibungen und Konklusionen verstehen sich daher als Konstruktion der Beobachterin, die an dieser Stelle noch etwas näher beschrieben wird.

Ihr persönlicher Zugang zu dieser Arbeit ist bis dahin weitestgehend beschrieben. Es fehlen jedoch noch zwei Facetten, die ihren persönlichen Blick auf Technik und Technikvermittlung bestimmen. In ihrer beruflichen Laufbahn als Ingenieurin gab es durch Familienzeiten einen Knick. Diesen nutzte sie, um ihre Tätigkeit als freie Künstlerin auszubauen. Während dieser Phase war sie jahrelang in leitender Verantwortung für eine Kunstmesse und eine Produzentengalerie. Durch die vielen Kontakte zu Kunstschaffenden aus dem In- und Ausland ergab sich ihr ein geweiteter Blick auf Technik. In der Kunst wird Technik als Gestaltungsmittel genutzt oder, durchaus auch kritisch, künstlerisch thematisiert. Entsprechende Arbeiten zeigen eindrücklich das in Karlsruhe ansässige Zentrum für Kunst und Medien (ZKM) sowie das ARS ELECTRONICA im österreichischen Linz. Beide Museen verstehen sich als Brückenbau zwischen Kunst und den (vorwiegend technischen) Wissenschaften. Sie kooperieren auch mit technischen Hochschulen und Forschungseinrichtungen. In beiden Museen werden die Besucherinnen und Besucher aller Altersstufen dazu angeregt, sich mit den ausgestellten Artefakten intensiv zu beschäftigen. Dabei stellen sich diese Institutionen der großen Herausforderung den Diskurs zur gesellschaftlichen Zukunft mitzugestalten. Die Museen legen in ihren vielfältigen Angeboten nicht nur Wert auf die Vermittlung von Kunst, sondern auch auf die von Technik. Der hohe Frauenanteil der ausgestellten Kunstschaffenden ist ein Zeugnis dafür, dass sich Frauen durchaus für Technik interessieren. Über das freie Arbeiten in der Kunst kann die Verfasserin ihre idealisierten Vorstellungen, die sie ins Studium der Elektrotechnik mitbrachte, verwirklichen. Das Vertiefen in komplexe Aufgaben und die Suche nach kreativen Lösungen verbindet Kunst und Wissenschaft.

Der Weg als Künstlerin der Yehudi-Menuhin-Stiftung brachte sie zudem an verschiedene Schulen. Die daraus folgenden Arbeitsverhältnisse waren mit diversen pädagogischen Fortbildungen verbunden, die für das Verstehen der Erziehungswissenschaften hilfreich sind. Zudem erleichtern sie den Zugang zur Hochschuldidaktik, die für die jetzige Arbeit als Ingenieurin in der Lehre notwendig ist. Das H.ErT.Z- Elektrotechnik-Zentrum kooperiert mit der Pädagogischen Hochschule in Karlsruhe. Aus dieser Zusammenarbeit heraus ist diese kooperative Promotion entstanden, die sich letztlich mit der technischen Bildung im Erwachsenenalter befasst.

Das Problem im Kontext der Wissenschaft

Das vorliegende erkenntnistheoretische Interesse versteht sich als Beitrag zur Klärung von wissenssoziologischen Fragen. Dies soll durch eine Untersuchung des Wissensbestandes in der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik erreicht werden. Die vorliegende Arbeit nähert sich somit über einen vorwiegend historischen Ansatz der *„Verfasstheit des Ingenieurwesens“* (Paulitz 2012, S. 347). Da die Ingenieurwissenschaften einer der letzten Bereiche sind, in denen Frauen unterrepräsentiert sind, befasst sich vor allem die Geschlechter-Forschung mit den damit verbundenen Fragen. Dazu gibt es eine Vielzahl von Untersuchungen, wie beispielsweise (Ihsen 2007, 2012; Greif 1990, 2001; Dudeck und Jansen-Schulz 2007; Paulitz 2012; Wajcman 1994).

Eine der diesbezüglichen Forschungsarbeiten wurde durch die deutsche Soziologin Tanja Paulitz durchgeführt. In einer genealogischen Herangehensweise verfolgt Paulitz mit ihrer Studie *„Mann und Maschine“* (Paulitz 2012) das Ziel, eine Aussage über die Konstruktion von Männlichkeit in den Ingenieurwissenschaften zu machen. Dafür geht sie in die Zeit der Akademisierung der Ingenieurwissenschaft Maschinenbau zurück. Paulitz eröffnet über ihr Vorgehen *„neue Möglichkeiten für die technik- und berufssoziologische Forschung.“* (Paulitz 2012, S. 345). In ihren abschließenden Bemerkungen benennt Paulitz ein Desiderat bei der Beantwortung von Fragen nach dem Entwicklungsstand der Ingenieurwissenschaften in der jüngeren Vergangenheit. Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag leisten, diese Lücke zu füllen, indem sie die Geschichte der Ingenieurwissenschaften im Untersuchungszeitraum von 1970 bis 2020 näher beleuchtet. Diese Arbeit knüpft demnach zeitlich nicht unmittelbar an die Studie von Paulitz an. Weder die Kriegsjahre noch die nahen Nachkriegsjahre eignen sich für die Untersuchung der weiteren Entwicklung der Verfasstheit in den Ingenieurwissenschaften, da man nicht von einem Regelzustand ausgehen kann. Es ist jedoch sinnvoll, die in der Einleitung beschriebene normative Wende in der Technikentwicklung als Beginn des Untersuchungszeitraums (1970) zu wählen, die einen Paradigmenwechsel anzeigen könnte. Um etwaige Entwicklungsprozesse beurteilen zu können, wurde der Zeitraum auf die Dauer von fünfzig Jahren festgelegt. Die Intention von Paulitz, die „Konstruktionsweisen von Geschlecht in den Technikwissenschaften“ (a.a.O., S.22) zu untersuchen, ist in der vorliegenden Arbeit nicht direkt gegeben. Da sich die vorliegende Arbeit aber der Verfasstheit der Ingenieurwissenschaften zuwendet, die hier als Paradigma verstanden wird, ist es zu erwarten, dass die Ergebnisse der zukünftigen Geschlechterforschung als Grundlage dienen können.

Eine Arbeit, die sich dem tertiären Bildungsbereich über einen großen zeitlichen Rahmen zuwendet, ist der *Historischen Bildungsforschung* zuzuordnen. Diese versteht sich als Teildisziplin der Erziehungswissenschaften, deren interdisziplinäre Ausrichtung der Intention der Autorin nach einem überfachlichen Denken entgegenkommt. Entsprechend den klassischen Erziehungswissenschaften bedient sich die Historische Bildungsforschung geisteswissenschaftlicher Methoden, um den Untersuchungsgegenstand über Verstehens- und Interpretationsprozesse zu erschließen. Dabei steht die Historische Bildungsforschung im engen Bezug zur Geschichts- und Sozialwissenschaft. Eine solche Arbeit liegt von der Erziehungswissenschaftlerin Julia Kurig vor, die *„Pädagogische Technikdiskurse zwischen den 1920er und den 1950er Jahren“* (Kurig 2015) untersucht hat. Kurig sieht aufgrund der Risiken von Technik ebenfalls den Bedarf mit der *„technischen Kultur in ein reflexives Verhältnis zu treten“* (a.a.O.,S.18). Ihr Anliegen ist eine technische Bildung, die sich dieser Herausforderung stellt. Dafür müsse man aber ein umfassendes Verständnis für die

Entwicklung technischer Bildung entwickeln, so Kurig. Sie erreicht das durch eine historisch-hermeneutische Diskursanalyse, die sie ausgiebig in den Forschungskontext stellt und beschreibt (a.a.O., S.35-78). An dieses Vorgehen schließt sich die vorliegende Arbeit an. Da die vorliegende Arbeit sich an der Soziologie Luhmanns ausrichtet, werden die untersuchten Diskurse eher aus systemtheoretischer Sichtweise beleuchtet. Der Feldbegriff im Sinne Bourdieus, wie es von Kurig verwendet wird, kommt daher nicht zur Anwendung.

Einen systemtheoretische Ansatz hat dagegen Ihsen. Sie legt in ihrer Arbeit *„Zur Entwicklung einer neuen Qualitätskultur in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen“* (Ihsen 1999) Ergebnisse der Durchführung eines Interventionskonzeptes an der RWTH Aachen vor. Ihsen hebt die Häufung von Reformansätzen in den Ingenieurstudiengängen hervor, die zum Zeitpunkt ihrer Studie die erklärten Ziele nicht erreicht hatten (a.a.O., S. 49). Nach einer Darlegung der systemtheoretischen Zusammenhänge im Organisationssystem eines Fachbereichs, schlägt sie ein *„prozeßbegleitendes Interventionskonzept“* (a.a.O., S.77) vor, das zu einer neuen Qualitätskultur in Ingenieurwissenschaften führen soll. In den von Ihsen vorgestellten Projekten wird eine *„prozeßbegleitende Interventionspartei“* (a.a.O., S.81) eingesetzt, die von außen kommende Störungen reflektiert und Veränderungsprozesse anregt, indem sie die Störungen in das System hineinspiegelt. Eine solche *Interventionspartei* müsse an der Hochschule angesiedelt sein, dürfe aber nicht Teil des zu verändernden Systems sein (a.a.O., S.80). Die vorliegende Untersuchung greift Teile der systemtheoretischen Beschreibung des Organisationssystems Hochschule auf und greift Vorschläge in den Handlungsempfehlungen auf.

Mit einer systemtheoretischen Analyse eines Fachbereichs der Elektrotechnik an einer Fachhochschule möchte die vorliegende Arbeit zudem zu einer kohärenten Entwicklung einer Theorie zur Bildungseinrichtung Fachhochschule beitragen. Der Erziehungswissenschaftler Jörg-Peter Pahl sieht darin ein Desiderat und leistet mit seiner Arbeit einen wichtigen Beitrag zur Schließung dieser Lücke (Pahl 2018). In seinem Werk zeichnet Pahl den Weg zur Gründung der Fachhochschulen sowie die Entwicklung der Fachhochschulen zu Hochschulen für angewandte Wissenschaft nach (a.a.O., 25-70). Pahl erkennt die Probleme einer geschlossenen Darstellung dieses Hochschultyps in deren Heterogenität (a.a.O., S.9), die durch Profilbildung der Hochschulen während der 1990er Jahre weiter befördert wurde. Diese ist weitestgehend dem Wettbewerb um Finanzmittel, Studierende aber auch um Hochschullehrer geschuldet. Pahl untersuchte den politischen Einfluss sowie den von gesellschaftlichen Teilgruppen auf diese Bildungseinrichtungen. Ebenso die ihnen zugewiesenen Aufgaben, ihre finanzielle und materielle Ausstattung, die verschiedenen Zulassungsvoraussetzungen sowie die Gewinnung und Bezahlung von Hochschullehrern. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf den hochschuldidaktischen Strategien der Fachhochschulen. Pahl sieht in seiner Arbeit lediglich den Versuch, das breite Forschungsfeld *Theorie der Fachhochschule* zu umreißen. Mit seinen Untersuchungen zur Lehrentwicklung an Fachhochschulen trägt weiterhin Jörissen (Jörissen 2021) einen Beitrag zu dieser Theoriebildung. Auch eine Publikation der Baden-Württemberg Stiftung trägt dazu bei. Zwischen 2009 und 2013 hat die Stiftung ihr Augenmerk auf den Unterschied zwischen Fachhochschulen und Universitäten gerichtet. In einem Sammelband werden die Differenzen unter der Fragestellung *„Gleichartig -aber anderswertig?“* (Baden-Württemberg Stiftung gGmbH 2013) zusammengetragen. Mit der Einführung der gleichwertigen Abschlüsse Bachelor und Master in den beiden Hochschulsysteme wurde eine Annäherung forciert und der Weg der Verwissenschaftlichung der Fachhochschulen fortgesetzt. Niederdrenk empfiehlt in dieser Publikation jedoch, dass sich die Fachhochschulen von den

Universitäten abgrenzen und neue Tätigkeitsfelder erschließen sollten, auf die die Gesellschaft angewiesen ist (Niederdrenk 2013, S. 30).
Den Ergebnissen der Untersuchung der vorliegenden Arbeit, welche im Kontext zur Verantwortung ökologischer Folgen von Technik durchgeführt wird, folgen praxisorientierten Handlungsempfehlungen. Für diese ist die Förderung des kritischen Denkens und der Kommunikationsfähigkeit leitend. Die Einbettung des vorliegenden Forschungsprojektes in das Lehr- Lernprojekt H.ErT.Z [27] erlaubte die Erprobung verschiedener Formate, die eigens dafür geeignet sind, die Verantwortung Studierender während des Regelstudiums zu stärken, ohne auf die Freiwilligkeit der Einzelnen zu setzen. Den Handlungsempfehlungen liegen die VDI-Richtlinie 3780 zugrunde, die in Rapp *„Normative Technikbewertung“* dargestellt ist (Rapp 1999). Weiter gibt die Arbeit von Corinna Maulbetsch „*Person und Verantwortung“* (Maulbetsch 2010) Impulse für die Bildung der Person zur Verantwortung. Swantje Lahm weist mit ihren Empfehlungen zum *„Schreiben in der Lehre“* (Lahm 2016) Wege aus der *„Sprachlosigkeit der Ingenieure“* (Duddeck und Mittelstraß 1999), die ebenfalls den Handlungsempfehlungen zugrunde liegen. Technikbildung über einen mehrperspektivischen Ansatz zu vermitteln, wurde durch die Schriften von Bienhaus, Jeretin-Kopf, Schmayl und Wiesmüller angeregt (vgl. z.B. Jeretin-Kopf et al. 2017; Wiesmüller 2006, 2012, 2010; Schmayl 2013).

Mit dieser Benennung der wissenschaftlichen Arbeiten, an die die vorliegende Arbeit anknüpfen will, ist ihr wissenschaftlicher Kontext beschrieben.

Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist viergeteilt. Nach der bereits erfolgten Einführung in die Problemstellung wird im Teil II ein theoretischer Rahmen aufgespannt. Dieser erlaubt in Kapitel 1 einen Einblick in die Geschichte der Ingenieurwissenschaften sowie ihrer Disziplin Elektrotechnik im deutschsprachigen Raum. Dabei wird der Schwerpunkt auf die Entwicklung technischer Hochschulen und das Kräftemessen einzelner Personen bei der Festlegung der Inhalte technischer Bildung gelegt. Dieser Weg der Verwissenschaftlichung wird auch für die Elektrotechnik dargestellt. Diese beiden Abschnitte gewähren einen Einblick in das historisch gewachsene Paradigma der Ingenieurwissenschaften und damit in das wissenschaftliche Selbstverständnis. Ebenso wird das historische Selbstbild der Ingenieurinnen und Ingenieure nachgezeichnet. Da sich die vorliegende Arbeit vorwiegend an Ingenieurwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler richtet, wird es dieser Leserschaft ermöglicht, der Geschichte ihrer eigenen Wissenschaft näher zu kommen.

Die vorliegende Arbeit möchte systemische Zusammenhänge aufzeigen. Dafür bedient sie sich der Theorien Luhmanns. Zentrale Begriffe seiner Systemtheorie werden in Kapitel 2 eingeführt. In Anbetracht der Zielleserschaft, welche mit sozialwissenschaftlichen Begriffen eventuell nicht vertraut ist, nimmt dieses Kapitel relativ viel Raum ein. Die vorliegende Arbeit steht im Kontext zu gesellschaftlichen Diskursen über die *Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik*. Zur Darlegung der alltagsweltlichen Kommunikation werden Massenmedien untersucht. Dieses Funktionssystem der Gesellschaft wird ebenso wie die Ingenieurwissenschaft in Abschnitt 2.6 systemtheoretisch gestellt.

[27] vgl. Einleitung Persönlicher Zugang

Um eine gemeinsame Basis für das Verständnis verschiedener Schlüsselbegriffe aus der Bildung zu bekommen, werden diese in Kapitel 3 eingeführt. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf dem Kompetenzbegriff sowie der Bildung zur Verantwortung. In diesem Kapitel wird auch die Frage nach einer minimalen Moral gestellt, welcher in einem verantwortlichen Handeln in der Technik gefolgt werden kann. Diese wird anhand der sechs moralischen Regeln von Ropohl (Rophol 2016) beantwortet.

In Kapitel 4 werden zwei Hypothesen aufgestellt, die über die leitenden Untersuchungsfragen getestet werden. Diese sind dort ebenfalls dargelegt.

Die wissenschaftliche Vorgehensweise wird anschließend in Kapitel 5 vorgestellt. Dabei wird zunächst das zugrundeliegende Verständnis von einer hermeneutisch wissenssoziologischen Untersuchung sowie von einer Diskursanalyse eingeführt. In diesem Zusammenhang wird dargelegt, dass die Systemtheorie Luhmanns auch unter diesen Vorgehensweisen angewandt werden kann. In Abschnitt 5.2 wird dann das Verfahren bei der Festlegung des Dokumentenkorpus beschrieben.

Teil III beschreibt dann die Untersuchungen und ihre Ergebnisse. Eine Annäherung an das Organisationssystem der Fachhochschule erfolgt über die Darstellung ihrer Gestaltungselemente. Dies erfolgt anhand verschiedener Archivdokumente in Kapitel 6. Dabei werden die Probleme technischer Bildung erfasst, die einer Bildung zur Verantwortung entgegenstehen könnten. Einem diesbezüglichen Fazit folgt in Kapitel 7 die Untersuchung des Studiengangs Energietechnik an der Fachhochschule Karlsruhe. Dazu werden auch quantitative Untersuchungsergebnisse dargestellt und interpretiert. Da eine Bildung zur Verantwortung auch auf allgemeinbildende Elemente angewiesen ist, wird weiter untersucht, welchen Stellenwert nichttechnische Fächer im Studiengang des Fallbeispiels haben. Die Ergebnisse werden abschließend diskutiert.

Kapitel 8 wendet sich dann dem Kontext dieser Arbeit zu. Über eine Untersuchung filmischer Dokumente des Massenmediums Fernsehen wird zunächst quantitativ erfasst, welchen Stellenwert Technik überhaupt in diesen Dokumenten einnimmt, welche die gesellschaftliche Kommunikation dokumentieren. Weiter werden die wichtigen ökologischen Probleme des Untersuchungszeitraums dargestellt und daraufhin untersucht, wie sie Einfluss auf die Ingenieurwissenschaften nehmen könnten. Zur qualitativen Untersuchung wird auch ein größeres Dokument der Printmedien herangezogen. Die Ergebnisse der Untersuchung werden dann in Kapitel 0 zusammengefasst und ein Schluss aus den Ergebnissen gezogen.

Teil IV wendet sich den Handlungsempfehlungen zu, die sich nach Ansicht der Verfasserin aus der Studie ergeben. Es werden Vorschläge gemacht, wie Angebote zur Übernahme von Verantwortung initiiert werden können, wobei das Hauptziel darin besteht, Impulse für einen Paradigmenwechsel zu geben.

II. Theoretischer Rahmen

1. Die Vergangenheit der Ingenieurwissenschaften

„ob wir wollen oder nicht, wir können nicht von der Vergangenheit – mit all ihren Irrtümern – loskommen. Sie lebt in übernommenen Begriffen weiter, in Problemauffassungen, in schulmäßiger Lehre, im alltäglichen Leben, in der Sprache und in Institutionen. […] Das Gewesene ist viel gefährlicher – oder eigentlich ist es nur dann gefährlich - wenn die Bindung mit ihm unbewußt und unbekannt bleibt." Ludwik Fleck [28]

Folgt man dem Zitat des Wissenschaftstheoretikers Ludwik Fleck, so ist die Zeit der Konsolidierung einer Wissenschaft prägend für ihr Paradigma. Die Darstellung der Entstehungsgeschichte der Ingenieurwissenschaften sowie der Elektrotechnik bildet den sozial- und bildungsgeschichtlichen Referenzrahmen der vorliegenden Arbeit.

Die Entstehung des Ingenieurberufs und der Weg seiner Verwissenschaftlichung beginnt mit dem Zeitalter der ersten Industrialisierung. Sie ist der Beginn einer bis heute andauernden Epoche, in welcher technische Errungenschaften das gesellschaftliche Zusammenleben bestimmen. Technik ermöglicht Erkenntnisse in allen Bereichen der Wissenschaft, was mit einem enormen Wissenszuwachs einher geht (vgl. Wiesmüller 2006, S.14-40).[29] Wissen wird zum zentralen Element der modernen Gesellschaft und bestimmt deren Leistungsfähigkeit. Dieses Fortschreiten geht bis heute einher mit zahlreichen Bildungsreformen, die auch durch den Bedarf der Wirtschaftsunternehmen geprägt werden. Zu diesen gehört die Einrichtung zahlreicher technischer Fachschulen sowie die Gründung Technischer Hochschulen und Universitäten.

Der folgende kurze Blick in die Genese der Ingenieurwissenschaften sowie der akademischen Elektrotechnik hat in keiner Weise den Anspruch auf Vollständigkeit. Er verfolgt lediglich das Ziel verschiedene, für die Interpretation der Untersuchungsergebnisse als relevant zu betrachtende, Aspekte aufzuzeichnen.

1.1. Technische Bildung in der Vorindustrialisierung

Die Erfindung von technischen Artefakten war bis zum Beginn der Moderne an einzelne erfindungsreiche Persönlichkeiten gebunden, die die Befähigung zur *Kunst der Technik* hatten.[30] Diese Beobachter und Erneuerer waren ohne formale Ausbildung, und übten meist aus Vergnügen oder Interesse eine Sache um ihrer selbst aus. Im *„Prinzip Hoffnung"* beschreibt Ernst Bloch diese *„praktisch-tüchtigen Entwerfer"* als *„vielseitig herumbastelnde, allseitig herumprobierende Dilettanten, ohne zureichend mechanische Kenntnisse, doch überfließend von patentfähigen Einfällen"* (Bloch 2016, S. 755). Bis ins 18.

---

[28] Ludwik Fleck 1935, Entstehung einer wissenschaftlichen Tatsache, in der 10. Ausgabe 2015, Seite 31

[29] Wiesmüller definiert im Kapitel *Schule und Technik* nicht nur diese beiden Begriffe, sondern zeigt das gegenseitige Wechselspiel technischen Erfindungen und Entwicklungen mit den Wissenschaften sowie den Einfluss von Technik auf die Schule. Anhand ausgewählter historischer Technik zeichnet er Wege der Kulturentwicklung durch Technik nach.

[30] Etymologisch lässt sich das Wort Ingenieur auf das Französische zurückführen. Das französische Wort „ingénieur" zurückführen, das für technisch ausgebildete Person steht und in Deutschland das Wort „Kunstmeister" verdrängte. Es leitet sich aus dem lateinischen „Ingenium" ab, was laut Duden einer „schöpferischen Begabung" oder mit „Erfindungsgabe" zu übersetzen ist.

Jahrhundert wurde Technik von solchen *„Dilettanten“* (ebd.) entwickelt. Sie wurden getrieben von einer Neugierde und dem Wunsch, die Natur zu überwinden, auch um das menschliche Leben zu erleichtern. Experimentelles Verhalten und langanhaltender Spieltrieb gewähren dem Menschen bis heute, Lust technische Erfahrungen zu machen. Aus der stetigen Wissensüberprüfung und Wissenserweiterung folgt *„die selbsterzeugte Dynamik der Veränderung der menschlichen Welt“* (Volker Gerhardt 2011, S. 924–927). Das genuin angelegte Interesse an Technik (Schmayl 2013; Jeretin-Kopf et al. 2017; Wiesmüller 2017) brachte vor allem in der Renaissance, verbunden mit dem damals beginnenden Kapitalismus, eine Vielzahl an neuen Erfindungen.

Künstler-Ingenieure wie beispielsweise Leonardo da Vinci ebneten den Weg der Verwissenschaftlichung von Technik. Ihr Ziel war es, *„dem Menschen die Welt entdecken und verändern zu helfen.“ (Buchheim und Sonnemann 1990, S. 111).* Ihren Arbeiten ist es auch zu verdanken, dass in Florenz die ersten Schulen, wie z.B. 1563 die *„»Accademia del Disegno«“* (ebd.) gegründet wurden. Dort stand das angewandte Wissen im Vordergrund, und zum ersten Mal wurde an einer Akademie das Fach *„Mechanische Künste*“ (ebd.) eingerichtet. Zu den Unterrichtsfächern gehörten damals Mathematik, Messtechnik sowie Zeichnen und vor allem die Naturwissenschaften. *„Eine neue, auf Naturgesetzen beruhende Mechanik wurde eingeführt“* (a.a.O.: 115). Die Weiterentwicklung sowohl der modernen Physik auf der Grundlage des Newtonschen Systems als auch der praktischen Mechanik verhalf dem Handwerk ebenfalls zu großem Erfolg und gesellschaftlicher Anerkennung.

Jedoch wurden nicht nur mit zivilen Zielen höhere technische Bildungsstätten eingerichtet. Vor allem auch im militärischen Bereich fand Technikausbildung statt (a.a.O. 68). Im deutschsprachigen Raum entstand in Sachsen bereits 1743 eine militärische Ingenieurakademie. In Militärakademien ist auch die Berufsbezeichnung »Ingenieur« verwurzelt. Soziologische Arbeiten der Geschlechterforschung, die sich mit dem geringen Frauenanteil in den Ingenieurberufen beschäftigen, sehen diesen in der *„militärisch anmutenden Ausbildungsstruktur“* begründet, die laut ihren Ergebnissen bis heute Bestand haben soll (Mooraj 2002; Greif 1990; Kuark 1997). An den Ingenieurakademien wurden Fächer gelehrt, die zur Entwicklung militärischer Bauwerke und Waffen dienlich waren.

Weitere höhere technische Bildungsstätten wurden für den Bereich des Bergbaus eingerichtet. Eine der ersten Bergakademien im deutschsprachigen Raum, die 1765 gegründete „Königlich Sächsische Bergakademie Freiberg“ wurde bereits nach dem „*Fakultätsprinzip organisiert“* [31] Dort war die Lehre *„gekennzeichnet durch theoretische und praktische Ausbildung und durch Grundlagen- und Fachstudium. Die Studenten hörten im ersten und zweiten Studienjahr vor allem Mathematik, Mechanik, Physik, Chemie sowie geowissenschaftliche Fächer. Im dritten und vierten Studienjahr [für den Bergbau spezifische Fächer]“* (Buchheim und Sonnemann 1990, S. 154).

1.2. Die Akademisierung der Ingenieurwissenschaften

Die Erfindung der Dampfmaschine, deren industrieller Einsatz, ein kapitalistisches Wirtschaftssystem und zunehmend globalisierte Märkte lösten so starke Veränderungen in

[31] Fakultäten werden als organisatorischer Zusammenschluss einer Gruppe von wissenschaftlichen Disziplinen verstanden, wie das beispielsweise an der Fakultät Elektro- und Informationstechnik der Hochschule Karlsruhe der Fall ist, mit den Fachdisziplinen Automatisierungstechnik, Informationstechnik, Erneuerbare Energien und Energietechnik sowie Sensorik der Fall ist.

Arbeit und Gesellschaft aus, dass man rückblickend von einer industriellen Revolution sprechen kann. Bis zum letzten Drittel des 19. Jahrhunderts hatte sich die Industrialisierung weitläufig ausgebreitet und brachte die Auflösung der Agrargesellschaft und ihrer Weltvorstellungen (Beck 1986, S. 14). [32]

Im Vergleich zu Frankreich und England stand der deutschsprachige Raum zu Beginn des 19. Jh. *„im Ruf eines industriell noch rückständigen Landes“* (Förster 2003a, S. 34). Deutschland war derzeit kein Nationalstaat, sondern eine stark fragmentierte Staatenwelt (a.a.O.: 33 ff.) [33] deren Zollgrenzen gemeinsames Handeln verhinderten. Erst durch die Gründung des *„Deutschen Bundes“* 1815 wurde *„die Idee einer auch staatlich geeinten deutschen Kulturnation“* umgesetzt (Osterhammel 2012). Der Bundesstaat war mit einer Reihe von Reformen im Bildungswesen verbunden, auf die auch das dreigliedrige Bildungssystem sowie das Prinzip der Einheit von Forschung und Lehre an den Universitäten zurückzuführen sind (ebd.).

In einem geeinten Deutschland konnte die Industrialisierung fortschreiten. Die Zunahme der industriellen Fertigung und der Ausbau der Montanindustrie erforderten neue Bauwerke, wie Industriehallen, Bahnhöfe usw. sowie den Ausbau des Schienennetzes. Die dringlichen technischen Aufgabenstellungen dieser Zeit waren verbunden mit Ökonomie, Sicherheit und der Erforschung neuartigen Materialien. Den neuen Baumaterialeien dieser Zeit ist das Eisen zuzuordnen, das die Bautechnik des 19. Jh. prägte (Buchheim und Sonnemann 1990, S. 163). Diese technischen Problemstellungen führten früh zur Verwissenschaftlichung des Bauwesens. In den Baugewerkeschulen stand die Baumechanik im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses. *„Ihre aus der Vereinigung von naturwissenschaftlichem und technischem Wissen entstandenen Theoriesysteme wurden zu Prototypen technikwissenschaftlicher Theorien. Auf Mathematik und Mechanik gegründet, zeigte sich die Baumechanik dem strikten Determinismus rechnend - experimenteller Wissenschaft verpflichtet“* (a.a.O., S.164).

Durch die Industrialisierung erreichten die technischen Systeme der Produktion, Energieversorgung und Infrastruktur eine Komplexität, die sich nicht mehr nur empirisch und durch Erfahrungswissen beherrschen ließ, sondern der *„Hilfe der Wissenschaft“* bedurfte (a.a.O., S.18). Dadurch entstand ein zunehmender Bedarf an technisch gebildeten Personen, die diese technischen Systeme beherrschen und weiterentwickeln konnten. Um diesem nachzukommen, wurden vermehrt technische Schulen eingerichtet. Als Vorbild für die höhere technische Ausbildung galt, neben den Baugewerkeschulen, die 1794 in Paris eröffnete *„École polytechnique“ (Förster 2003b, S. 31)*. Diese sollte einem Mangel technisch gebildeten Personen und Naturwissenschaftlern entgegenwirken, der sich in Frankreich nicht nur durch die Industrialisierung, sondern durch den Krieg zwischen Frankreich, Preußen und Österreich ergab. Noch heute hat diese technische Eliteschule einen militärischen Hintergrund und ist dem Verteidigungsministerium unterstellt. [34] Wie in der

---

[32] Aus heutiger Sicht waren die Folgen nicht nur weitreichend für die wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse sondern auch für *„das Angesicht der Erde“* Zalasiewicz 2015. Die erste Industrialisierung ist mit dem Beginn eines Zeitalters gleichzusetzen, in dem der Mensch der wesentliche Faktor für Veränderungen natürlicher Prozesse auf der Erde wird. Paul Crutzen prägte dafür den Begriff des Anthropozäns. Möllers et al. 2015

[33] Die Geschichte Deutschlands kann der Website der Bundeszentrale für politische Bildung entnommen werden: https://www.bpb.de/izpb/142105/1800-bis-1850 (zuletzt geprüft: 16.02.2022)

[34] Beschreibung der École polytechnique in Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%89cole_polytechnique (zuletzt geprüft 09.08.2020)

Bergakademie Freiberg lag der *„École polytechnique“* ein zweigeteiltes Bildungskonzept vor, das zwischen Grund- und Spezialstudium unterschied. Mit ihrer *„systematischen, auf Wissenschaftlichkeit hinzielenden Einbeziehung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächer [sowie der Förderung des] Denken[s] in konstruktiv-funktionalen Zusammenhängen“ (a.a.O., S.32)* wurde sie auch im deutschsprachigen Raum zum Modell für höhere technische Schulen.

Das erste Polytechnikum Deutschlands wurde entsprechend dem französischen Vorbild 1825 in Karlsruhe eingerichtet (vgl. Förster 2003:42; Scholl 1981:2). Die Polytechniken sind Grundstein einer flächendeckenden Ausbildung in technischen Berufen und der zivilen Ingenieurwissenschaften. Mitte des 19. Jh. rückten sie der Gleichstellung zu den Universitäten näher. Aus den Polytechniken entstanden die Technischen Hochschulen, die zwar akademische Grade erteilen konnten aber durch fehlendes Promotionsrecht Universitäten nicht ebenbürtig waren. Die Absolventen der Technischen Hochschulen fanden nur wenig gesellschaftliche Anerkennung. Obwohl die Technik nun als Motor der Innovation galt, war der Beruf des Ingenieurs in der Gesellschaft nicht sehr hoch angesehen. Er genoss in den gebildeten Schichten nicht die gleiche Wertschätzung wie Berufe in intellektuellen Bereichen wie bspw. Medizin und Jura (Osterhammel 2012).Dieses Bildungsbürgertum verfügte über Einfluss und Reichtum und war oft im Staatsdienst tätig (ebd.). Für sie waren Erfinder und Ingenieure *„bloße Vollstrecker eines immanenten, von selbst vor sich gehenden technischen Fortschritts“* (Manegold 1981, S. 141). Diese Ansicht verhinderte die akademische Anerkennung des Ingenieursstudiums und fand ihre Bestätigung in der Tatsache, dass in Industrieunternehmen Mitarbeiter auch aufgrund persönlicher Qualifikation und Erfahrungswissen Positionen erreichen konnten, die den Stellen studierter Ingenieure ebenbürtig waren (ebd.). Erschwerend kam hinzu, dass diese Personen die Berufsbezeichnung *Ingenieur* tragen durften, da diese lange nicht geschützt war. Erst 1965 wurde durch das Bundesgesetzblatt das *„Ingenieursgesetz“* [35] verkündet, das seitdem eine festgelegte fachliche Qualifikation für diesen Beruf vorschreibt.

Die gesellschaftliche Anerkennung von Ingenieuren ließ also zu wünschen übrig, selten waren sie in hohen staatlichen Ämtern zu finden. Auch eine dem wirtschaftlichen Nutzen ihrer Arbeit entsprechende Bezahlung wurde ihnen nicht gewährt. Die Stärkung der gesellschaftlichen Position von Ingenieuren gehörte deshalb zu den grundlegenden Zielen des 1856 gegründeten *Verein Deutscher Ingenieure VDI e.V.*, der bis heute der größte Ingenieurverein Deutschlands ist. Zu seinen Gründungsmitgliedern zählte Franz Grashof, der fünf Jahre an der Technischen Hochschule in Karlsruhe Direktor war. Er gehörte zu den aktiven Befürwortern der Gleichstellung Technischer Hochschulen mit den geisteswissenschaftlichen Universitäten. [36]

Die Aufgaben dieses Verwissenschaftlichungsprozesses lagen in der deutlichen Abgrenzung zum Handwerk aber auch zu den Universitäten. Das Bestreben der Technischen Hochschulen lag zwar in der wissenschaftlichen Anerkennung entsprechend den

---

[35] Das entsprechende Bundesgesetzblatt ist im Archiv des Bundesanzeiger Verlags einzusehen. Das Archiv ist auf der Website https://www.bgbl.de unter dem kostenlosen Bürgerzugang zu finden. Nach seiner Veröffentlichung erließen Anfang der 1970er Jahre die Bundesländer eigene Ingenieurgesetze, die aufgrund ihrer konkurrierenden Gesetzeslage notwendig wurden. Für das Land Baden Württemberg wurde ein solches 1971 veröffentlicht. Es ist unter https://www.ingbw.de/fileadmin/pdf/Merblatt-Gesetze/M002_Ingenieurgesetz_01.pdf einzusehen.

[36] Ein Überblick über das Wirken von Franz Grashof wird durch Wikipedia ermöglicht: https://de.wikipedia.org/wiki/Franz_Grashof zuletzt geprüft: 16.08.2020

Universitäten, aber es wurden Wege gesucht, sich deutlich von ihnen zu unterscheiden. Die Konsolidierung der Wissensbestände und der Aufbau der Fachwissenschaften standen im Zeichen der Abgrenzung zu den an den Universitäten gelehrten Wissenschaften, auch den Naturwissenschaften. Um dieses Ziel zu erreichen, mussten zunächst die Hochschulzugangsberechtigung geändert werden. Diese lag in der Anfangsphase „*deutlich hinter den Aufnahmeanforderungen der Universitäten zurück"* (Förster 2003a), die nun durch das Erfordernis der allgemeinen Hochschulreife angehoben wurden. Da aber zur Bewältigung des Studiums keine Fremdsprache erforderlich war, konnten Realgymnasiasten angenommen werden, denen dadurch ein gesellschaftlicher Aufstieg ermöglicht wurde.[37] Sprachliche Fähigkeiten standen gegenüber den nonverbalen mathematisch - naturwissenschaftlichen Anforderungen im Hintergrund (Ihsen 1999, S. 29).

Die Mitglieder des VDI verbanden die Standesprobleme der Ingenieure auch mit deren fehlender Allgemeinbildung. So formulierten sie, „*daß die deutschen Ingenieure für die allgemeine Bildung dieselben Bedürfnisse haben und derselben Beurteilung unterliegen wollen, wie die übrigen Berufszweige mit höherer wissenschaftlicher Ausbildung*" (Manegold 1981, S. 141). Paulitz sieht die Phase der „*Neukonzeption des Ingenieurs als Wissenschaftler" (Paulitz 2012, S. 126)* mit dem „ *[…]Anknüpfen an die bildungsbürgerliche Norm des rationalen Wissenschaftlers und humanistisch umfassend belesenen Mannes im privaten Studierzimmer; […sowie mit der] Abgrenzung gegenüber dem »Stallgeruch« des Handwerks, der der Technik traditionell anhaftet […]" (ebd.)* verbunden.

In ihrem Bestreben nach der wissenschaftlichen Anerkennung wurden die Technischen Hochschulen durch Aussagen von Wirtschaftsvertretern unterstützt. Diese sahen, entgegen der gesellschaftlichen Meinung, den engen Zusammenhang zwischen *„wissenschaftlichem Niveau und wirtschaftlicher Macht"* (Scholl 1981, S. 2). Auf diesem Weg, den Paulitz als „*Kampf um Zugang zum sozialen Feld der Wissenschaft*" (Paulitz 2012, S. 142) bezeichnet, sind zwei Positionen bemerkenswert, die eng mit den Personen Franz Reuleaux und Alois Riedler verbunden sind. Natürlich war die Akademisierung der Technischen Hochschulen nicht ihr alleiniger Verdienst. Beide sind aber deshalb erwähnenswert, weil sie den Denkstil der Ingenieurwissenschaften, insbesondere des Maschinenbaus geprägt haben und sich mit einem gesellschaftlichen, kulturellen und wirtschaftlichen Blick auf Technik hervortaten. Reuleaux betonte das Kulturschaffende von Technik, die Ästhetik technischer Artefakte, und legte Wert auf eine umfassende technische Bildung (König 2012, S. 83–85). Diese „*Auffassung von der großen historischen und kulturellen Bedeutung der Technik und ihrem grundsätzlichen Potential zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschen"* (a.a.O.: 86) teilte er mit Alois Riedler, der auf den friedlich-revolutionären Charakter von Technik verwies, mit ethischem Wert für die Arbeit, gerade aufgrund des Potentials zur Arbeitserleichterung. Im militärischen Bereich sah er das Vermögen von Technik in seiner Macht und Abschreckung. Eine solche kulturelle Erhöhung von Technik fand in der Gesellschaft der gebildeten Schichten keine Anhänger, die weiterhin eine klare Trennung von Kultur und Technik forderten (a.a.O.: 86-89). Diese Einstellung wirkt noch bis ins 20. Jh. und führte C.P. Snow zur These der *„zwei Kulturen"* (Snow 1987).

[37] Das Realgymnasium stand den altsprachlichen Gymnasien gegenüber, ermöglichte aber auch das Abitur als Abschluss. Es wurde überwiegend durch Schüler und Schülerinnen der unteren Bildungsschichten besucht, weshalb die gleichwertige Anerkennung des akademischen Abschluss durchaus als Aufstieg bezeichnet werden kann. (Vgl. dazu Prahl 1978)

In der Entwicklung der Ingenieurwissenschaften an den Technischen Hochschulen vertraten Reuleaux und Riedler jedoch entgegengesetzte Standpunkte, die im Spannungsfeld zwischen *„theoretisch-wissenschaftlicher Lehre und ihrer Anwendung und Bewährung in der Praxis“* (Manegold 1981, S. 144) standen. Im Gegensatz zu Reuleaux stellte Riedler Technik mehr in *„wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge“* (König 2012, S. 101). Nach einem Besuch der Weltausstellung in Chicago (1893) zeigte er sich beeindruckt durch die amerikanische Technik und das dortige technische Bildungssystem, das auf einer großen Praxisnähe und experimenteller Laborarbeit basierte. Nach diesem Vorbild wollte Riedler das Maschinenbaustudium reformieren lassen, das an deutschen Technischen Hochschulen sehr theoretisch unterrichtet wurde. Riedlers Ansicht nach, sollte Lehre praxisorientiert ausgerichtet sein und sich an wirtschaftlichen Bedarfen orientieren (Manegold 1981, S. 145–146). König zitiert Riedler, der den Ingenieur als geeignet für gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Führungspositionen sieht. „*»Der wissenschaftlich gebildete Ingenieur mit wirtschaftlicher Einsicht und kaufmännischem Blick, nicht unerfahren in Rechtsfragen, ist der berufene Leiter […]«“* (König 2012, S. 97, Zitat Riedler, 1896 in ZVDI 40, S.339). Reuleaux sprach sich dagegen schon früh für eine theoretische szientifische Lehre aus, die vor allem mathematisch begründet sein sollte. Die Anhänger dieses szientifischen Wissenschaftsverständnisses leisteten Riedlers Reformbemühungen besonderen Widerstand, insbesondere äußerten sie Bedenken *„im Hinblick auf die geforderte Bedeutungsminderung der Mathematik , der bis dahin traditionell bedeutendsten Grundwissenschaft im technischen Studium“* (Manegold 1981, S. 150) Diese Bedenken wurden hingegen von einigen Vertretern des VDI nicht geteilt, die die Sichtweise vertraten in der Mathematik eher eine Hilfswissenschaft zu sehen, die in „*unmittelbarer Bezugnahme auf die Bedürfnisse der Ingenieurfächer“* stehen sollte (ebd.).

Releaux war ein Schüler Redtenbachers, der in Deutschland als der *„Begründer des wissenschaftlichen Maschinenbaus“* anerkannt ist und am Karlsruher Polytechnikum lehrte (Buchheim und Sonnemann 1990, S. 198–199). Ihm gelang es Prinzipien für den Maschinenbau zu entwickeln, die entsprechend der Mechanik Newtons, Allgemeingültigkeit vorweisen. Seine Theorie beruhte vorwiegend auf der Konstruktion und einer Übertragung systematisierter und *„gesicherter Erfahrungswerte auf andere Verhältnisse und Maßstäbe“* (a.a.O.: 182). Der Vorgang des Erfindens war nach Redtenbacher gefühlsgeleitetes Handeln. Dahingegen leitet der Verstand das Ordnen und Systematisieren dieser Erfindungen um daraus Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und zu formulieren (Paulitz 2012, S. 106–107). Dieser Dualismus zwischen Praxis und Wissenschaft wurde von den szientifischen Vertretern übernommen.

Riedlers Forderung nach einer vermehrten Praxisnähe in den Ingenieurwissenschaften, widersprach einem solchen dualistischen Denken über Wissenschaft. Dies wurde von szientifischen Vertretern als Gefahr dafür angesehen, den *„Gleichberechtigungsanspruch gegenüber den Universitäten“* zu verspielen (Manegold 1981, S. 150). Dagegen sahen die Mitglieder des VDI in den Reformbemühungen Riedlers die Möglichkeit eine auf *„spezifische Eigenständigkeit gerichtete Emanzipation der technischen Wissenschaften und ihrer Hochschulen zu erreichen“* (a.a.O.: 151).

Die Einrichtung von Ingenieurlaboren an Technischen Hochschulen, die Riedlers Vorschlag folgten, eröffnete der technischen Forschung neue Wege und forcierte diese. Um wissenschaftliche Experimente und Messungen an technischen Systemen durchführen zu können, bedarf es eigener Methoden, die sich von den Methoden der Naturwissenschaften

unterscheiden. Die Forderungen nach *„theoretisch und methodisch fundierten Experimenten*“ und der Einrichtung von Laboratorien und Materialprüfungsanstalten sind nicht allein mit den Bemühungen von Riedler und dem VDI verbunden. Solche wurden bereits in der Technologiekrise der 1870er Jahre laut, als es zu zahlreichen technischen Großunfällen kam (Förster 2003a, S. 36) Auch Reuleaux und Riedler erkannten das Problem technischer Folgen. Beide lasteten diese nicht der Technik an, *„sondern problematischen Verwendungsweisen“* (König 2012, S. 89). Ein Argument das auch heute noch für das Wertfreiheitsprinzip von Technik herangezogen wird (Rophol 2016, S. 31).

Das reformierte Wissenschaftsverständnis, das Theorie und Praxis näherbrachte und technischen Fächern mehr Platz einräumte, führte zu einem neuen Selbstverständnis der Technischen Hochschulen über das das Ziel der Gleichberechtigung zu den Universitäten erreicht werden konnte. Erstmals im Deutschen Reich wurde das Promotionsrecht an Technischen Hochschulen durch Alois Riedler und Adolf Slaby für die *preußische Technische Hochschule in Berlin* beantragt und 1899 durch Kaiser Wilhelm II. erteilt. Das Promotionsrecht gilt als das Zeichen der Gleichstellung mit den Natur- und Geisteswissenschaften und beinhaltet das Promotionsrecht zum *Doktor-Ingenieur* (Dr.-Ing.) sowie das Recht, den akademischen Grad *Diplom-Ingenieur* (Dipl.-Ing) zu verleihen (Manegold 1981, S. 150–154).

1.3. Geschichte der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik

Der bisher aufgezeichnete Weg der Ingenieurwissenschaften war begleitet von einer rasanten Technikentwicklung. Als Triebfeder ist seit der zweiten Hälfte des 19. Jh. die Elektrotechnik zu betrachten. Innovationen auf elektrotechnischer Basis waren und sind bis heute Katalysatoren weiterer *„Revolutionen“* [38] bezüglich industrieller Arbeit und des gesellschaftlichen Zusammenlebens. Der Elektrisierung der Industrie, des Transportwesens sowie der urbanen Räume und nicht zu vergessen der privaten Haushalte folgte die Automatisierung. Diese veränderte vor allem wieder die Rolle des Menschen als Teil industrieller Produktionsprozesse. Messen, Steuern, Regeln, Kommunizieren und Agieren sind die Pfeiler der Automatisierungstechnik, die das Zusammenwirken von Maschinenbau und Elektrotechnik verkörpern. Auch das Fortschreiten in der Informationstechnik ist eng mit den Entwicklungen in der Elektrotechnik verbunden. Im Zusammenwirken mit weiteren Wissenschaften wie der Informatik ist die Elektrotechnik heute Teil der Entwicklung künstlicher Intelligenz.

Zusammenfassend ist die Elektrotechnik Teil technischer Sachsysteme, die der Wandlung, dem Transport oder der Speicherung von Masse, Energie oder Information dienen (Rophol 2016, S. 87). In ihrer Wissenschaft lassen sich hauptsächlich die Fachbereiche Energietechnik, Automatisierungstechnik, Elektronik sowie Kommunikationstechnik finden. Das Erkunden elektrischer Phänomene und deren Ursachen gehört nicht zu den Aufgaben der Elektrotechnik. Derartige Grundlagenforschungen sind den Naturwissenschaften zugeordnet. Deren Erkenntnisse sind aber Teil der theoretischen Grundlagen der Elektrotechnik. [39]

---

[38] Im deutschsprachigen Raum spricht man von industriellen Revolutionen, auch wenn die Veränderungen von Arbeit und gesellschaftlichem Zusammenleben durch Technik eher einem progressiven Verlauf gleichkommen. Allerdings sind diese Änderungen so grundlegend und der Zeitraum, in dem sie sich durchsetzen, relativ kurz.

[39] Die Geschichte der Erkundung von Elektrizität reicht bis in die Antike zurück. Er ist in technikhistorischen Schriften nachgezeichnet (vgl. bspw. Buchheim und Sonnemann 1990,Volkmann 1990, König 1995).

Der Wissenschaftstheoretiker Thomas Kuhn findet in der Geschichte der Elektrizitätsforschung ein *„konkretes […] Beispiel für die Art und Weise, in der sich eine Wissenschaft entwickelt, bevor sie ihr erstes anerkanntes Paradigma erlangt" (Kuhn 2014, S. 28)*. [40] Für die Beurteilung der heutigen Verfasstheit der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik ist es deshalb von Vorteil, Kenntnisse über den Weg ihrer Verwissenschaftlichung zu haben. Dafür wird, wie im vorhergehenden Abschnitt, ein narrativer Zugang gewählt. Die Nachzeichnung dieses Weges ist vorwiegend der *„Geschichte der Technikwissenschaften"* (Buchheim und Sonnemann 1990) sowie Wolfgang Königs Veröffentlichung *„Technikwissenschaften" (König 1995)* entnommen. König beschreibt anhand von Fallstudien die *„Entstehung der Elektrotechnik als wissenschaftliche Disziplin"* (a.a.O., S.1) und deren Institutionalisierung an verschiedenen Technischen Hochschulen.

Ähnlich wie bei der Gründung der Technischen Hochschulen ging es bei der Institutionalisierung der Elektrotechnik vor allem darum, den Bedarf an elektrotechnisch gebildeten Personen zu decken. Der Elektrotechnik wurde eine große Zukunft vorausgesagt, da eine allgemeine Elektrifizierung vorangetrieben werden sollte. Deshalb forcierten neben den Technischen Hochschulen und Wirtschaftsvertretern wie Siemens[41] auch Ingenieurvereine sowie die Regierungen der Bundesstaaten den Aufbau von elektrotechnischen Lehrstühlen, was vor allem ihrer Finanzierung entgegenkam (König 1995, S. 9–25). a.a.O.:17) Stehen das Sinnen und Trachten während der Verwissenschaftlichung des Ingenieurwesens im Zeichen ihrer wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Anerkennung, so gilt das im besonderen Maße auch für deren Disziplin Elektrotechnik. Diese musste sich als technische Wissenschaft vor allem von der Physik emanzipieren. Deren Erkundung elektrischer und magnetischer Phänomene legten den Grundstein für die Erfindung neuartiger technischer Sachsysteme. Physikalische Versuchsaufbauten sind in Teilen Vorläufer für verwendbare technische Produkte. Die technische Nutzung von Elektrizität wird als Elektrotechnik bezeichnet (König 1995).

Die Elektrotechnik unterscheidet sich von den beiden klassischen Ingenieurwissenschaften Bauingenieurwesen und Maschinenbau vor allem dadurch, dass das *„Wesen der Elektrizität"* (Kuhn 2014, S. 28) nicht greifbar ist. Die Ende des 19. Jh. neu eingerichteten elektrotechnischen Studiengänge [42] konnten anfangs nur auf wenige elektrotechnische Grundlagen zurückgreifen. Die Neuartigkeit der technischen Anwendung von Elektrizität machte eine Systematisierung und Modellbildung elektrotechnischer Artefakte und Baugruppen, wie es Redtenbacher im Maschinenbau praktizierte, noch nicht möglich. In den neuen Studiengängen wurde dieser Mangel durch *„größere empirisch-experimentelle*

---

[40] Zum Wesen der Elektrizität waren in den Anfängen der Forschung im 18. Jh. unterschiedliche Theorien vertreten. Erst Benjamin Franklin und seinem Umfeld gelang es eine umfassende Theorie zu entwickeln, die die damals möglichen Beobachtungen erklären konnte. Dadurch fand die nächste *„Generation von »Elektrikern« eine gemeinsame Erklärungsgrundlage für ihre Forschung" (* Kuhn 2014, S. 29).

[41] Zu den Wegbereitern der Verwissenschaftlichung der Elektrotechnik in Deutschland ist Werner von Siemens zu zählen. Neben zahlreichen elektrotechnischen Entwicklungen ist ihm auch der Oberbegriff *„Elektrotechnik"* zu verdanken, den er 1879 *„als Sammelbegriff für alle technischen Anwendungen der Elektrizität"* vorschlug (Kind und Mühe op. 2006, S. 17) Siemens gilt als technischer Innovationstreiber und ist Mitbegründer des ersten elektrotechnischen Großunternehmens in Deutschland, der 1847 eröffneten Telegrafenbauanstalt Siemens & Halske (a.a.O.: 15ff). Dort wurde auch eines der ersten Industrielaboratorien eingerichtet und 1873 der erste Industriephysiker dafür eingestellt (Buchheim und Sonnemann 1990, S. 308). In dieser Zeit ist die *„Tradition[…] der Industrieforschung"* (ebd.) begründet, die bis heute Bestand hat.

[42] Der weltweit erste elektrotechnische Lehrstuhl wurde 1882 an der Technischen Hochschule Darmstadt eingerichtet (König 1995, S. 16.)

Anteile“ (König 1995, S. 155) ausgeglichen. Anders als das Bauingenieurwesen und der Maschinenbau, die ursprünglich eher dem Handwerk nahestanden, konnte die Elektrotechnik in ihren Anfängen tatsächlich als angewandte Naturwissenschaft verstanden werden. Mit dieser Nähe ist es zu erklären, weshalb es an den Technischen Hochschulen und Universitäten zunächst heftige Diskussionen darüber gab, ob sich die Elektrotechnik überhaupt verselbstständigen darf (König 1995, S. 13–86). Neben der Physik stellte auch der Maschinenbau Ansprüche auf eine Zugehörigkeit zu ihrer Disziplin, denn aufgrund der zunehmenden industriellen Bedeutung der Starkstromtechnik gehörte die Entwicklung elektrischer Maschinen zu den *„Schlüsselproblemen der Elektrotechnik“* (König 1995, S. 17). Einflussreiche Wirtschaftsvertreter wie Siemens vertraten sogar die Meinung, dass für eine eigene akademische Disziplin keine Notwendigkeit bestehe. Die technische Umsetzung physikalischer Erkenntnisse gelänge auch technisch versierten und berufserfahrenen Personen (König 1995, S. 92).

Zum Ende des 19. Jh. waren an den meisten Technischen Hochschulen Lehrstühle für Elektrotechnik eingerichtet. In Anbetracht der Dynamik technischer Entwicklungen wurde bereits in dieser Zeit diskutiert, welche Inhalte des Studiums zeitbeständig seien. Die Diskussionen wurden vor allem in Hinsicht auf die Anteile der Grundlagenfächer zu den fachspezifischen technischen Fächern geführt. Vertreter der eher naturwissenschaftlichen Seite wiesen darauf hin, *„daß rein wissenschaftliche Kenntnisse zeitbeständiger seien als anwendungsbezogene“* (a.a.O. S.38). Die technische Seite versuchte eine szientifische Auslegung der Elektrotechnik zu verhindern und der Technik an sich mehr Raum zu geben (ebd.). Aufgrund des weiten Feldes elektrotechnischer Anwendungen sowie der verschiedenen Grundpositionen kam es an den Hochschulen bereits früh zu einer Ausdifferenzierung der Disziplin. Die naturwissenschaftliche Position fand sich in der Vertiefung *theoretische Elektrotechnik* wieder, die technische Position war in den Vertiefungen *Elektromaschinenbau und Anlagenprojektion* zu finden (a.a.O., S.41). Wie oben bereits angedeutet wurde an vielen Hochschulen die Bedeutung des *„Laboratoriumsunterricht“* (a.a.O., S.40) betont und Labore eingerichtet, für die verschiedene Konzepte vorlagen.

Die Entwicklung des Fächerkanons in der Elektrotechnik

Um die Zusammensetzung der Studienpläne der in dieser Untersuchung verwendeten Fallstudie besser beurteilen zu können, ist es von Vorteil, sich einen Überblick über den Wissensbestand zu verschaffen, der sich im Laufe der Institutionalisierung der Elektrotechnik konsolidiert hat. Die Erhebungen des Technikhistorikers Wolfgang König geben einen Einblick in die Entwicklung der Studienpläne für Elektrotechnik an verschiedenen technischen Hochschulen im Zeitraum von 1885 bis 1911 (König 1995, S. 150–179). Königs quantitativer Ansatz wird für die Untersuchung der Studienpläne des hier untersuchten Fallbeispiels in Kapitel 7 verwendet und deshalb kurz vorgestellt.

Die Daten von König basieren auf den Studienplänen von elf Technischen Hochschulen, an welchen in diesem Zeitraum Elektrotechnik als eigenständiger Studiengang angeboten wurde. Um vergleichbare Strukturen erkennen zu können, teilt König die an den Hochschulen angebotenen Fachveranstaltungen in Fächergruppen ein. Dabei schließt er sich methodisch an Untersuchungen des VDI aus den 1970er und 1980er Jahren an (a.a.O., S.150). König unterscheidet vier Fächergruppen: „*Mathematik und Naturwissenschaften*, *Elektrotechnik*, *Sonstige Technikwissenschaften* und *Nicht technische Fächer“* (König 1995, S. 151). Anschließend differenziert er die Fächergruppe Elektrotechnik weiter aus und unterscheidet die Themengebiete *„Theoretische Elektrotechnik,*

Maschinenkonstruktion und Anlagenprojektion“ (ebd., Original als Liste, C.K.). Nach König entspricht eine solche *„Dreigliederung […] dem fachlichen Selbstverständnis der Elektrotechnik, das sich um die Jahrhundertwende herausbildete“ (*ebd.). Auf den ersten Blick scheint es so, als ob an den Hochschulen damals nur Starkstromtechnik gelehrt wurde, aber die Fächer der Schwachstromtechnik sind in der Gruppe Theoretische Elektrotechnik versteckt. Dort sind auch alle Angebote zu den Grundlagen der Elektrotechnik zu finden. Tatsächlich zeigen Königs Auswertungen, dass der Anteil der Schwachstromtechnik in den Studienplänen aller untersuchten Hochschulen weniger als ein Prozent beträgt (a.a.O., S. 180-181). Aus heutiger Sicht ist die Schwachstromtechnik für alle Studiengänge der Elektrotechnik von Bedeutung. Die elementaren Entwicklungen für deren Erfolg waren aber zu dieser Zeit noch nicht gegeben.

Tabelle 1.1 fasst Königs Ergebnisse für den Studienjahrgang 1910/11 zusammen. In Laufe seiner Beobachtungszeit gab es eine Verschiebung der Anteile von der Fächergruppe *Mathematik und Naturwissenschaften* hin zur *Elektrotechnik*, was sich der Tabelle nicht entnehmen lässt. Die anfängliche Nähe zu den Naturwissenschaften begründet König mit dem Mangel an elektrotechnisch gebildeten Professoren, der im Laufe der Zeit ausgeglichen wurde (a.a.O., S.157). Im hier dargestellten Studienjahr hatte sich die Situation bereits stabilisiert. Wie aus den Forschungsergebnissen der vorliegenden Arbeit (Abschnitt 7.2) hervorgeht, trägt diese Fächergruppe auch heute noch mit einem Anteil von ca. 20% zum gesamten Studieninhalt bei. König differenziert diese Fächergruppe weiter und kommt für die Physik auf einen Anteil von ca. 7%. Dieser Wert steht im Widerspruch zum Konzept der Elektrotechnik als angewandte Wissenschaft. Dagegen ist der Maschinenbau im Vergleich zu allen Fächergruppen stark vertreten (a.a.O., S. 155). König kommt zum Schluss, dass sich damals *„der Studiengang Elektrotechnik als ein Kombinationsstudium von Maschinenbau und Elektrotechnik interpretieren“* (ebd.) lässt.

Tabelle 1.1: Fächergruppen im Studium der Elektrotechnik im Studienjahr 1910/11.
Eigene Tabelle in Anlehnung an die Ergebnisse von (König 1995, S. 159–176). Dargestellt ist die prozentuale Verteilung der Fächergruppen an verschiedenen technischen Hochschulen der damaligen Zeit.

Hochschule	Mathematik und Naturwissenschaften	Elektrotechnik Theorie	Elektrotechnik Praxis	Sonstige Technikwissenschaften	Nichttechnische Fächer
Aachen	17,7	21,4	18,99	57,6	3,4
Berlin	15,4	23,7	13,8	55,4	5,5
Braunschweig	27,4	26,6	12,4	44,2	1,8
Breslau	16,7	18,4	12,3	64,9	0
Danzig	17,6	31,9	20,7	49,2	1,2
Darmstadt	21,2	39,1	26,2	38,4	1,3
Dresden	18,3	27,6	16,1	50,5	3,7
Hannover	18,3	46,1	33,4	35	0,6
Karslruhe	21,9	35,2	17,3	36,5	6,3
München	29,6	35,4	21,2	33,2	1,8
Stuttgart	11,8	40,1	23,7	44,1	3,9
Durchschnitt	**19,63**	**31,41**	**18,99**	**46,27**	**2,68**

Auffallend an den Daten aus Tabelle 1.1 ist der hohe Anteil an praktischen Übungen im damaligen Studium der Elektrotechnik. Nach König wurde die Elektrotechnik in Bezug auf den Praxisanteil zum Vorbild für andere Ingenieurwissenschaften. Die starke praktische

Ausrichtung wurde durch Professoren mit Industrieerfahrung initiiert (ebd.). Sie kann als Zeichen dafür gedeutet werden, dass das Studium als Ausbildung zum Beruf verstanden wurde. Da die Technischen Hochschulen Universitäten gleichgestellt waren, ist dies bemerkenswert, da die praktische Ausbildung heute eher Fachhochschulen zugesprochen wird, wie es in Abschnitt 6.1 dargestellt wird.

Die Ergebnisse bezüglich der Fächergruppe *Nichttechnische Fächer* sind für die vorliegende Arbeit von besonderem Interesse. Sie beinhaltet vorwiegend *„wirtschaftliche, rechtliche, sozialpolitische und geisteswissenschaftliche“* (a.a.O., S.151) Gebiete. Doch ist den Ergebnissen zu entnehmen, dass die nichttechnischen Fächer über diese Jahre nur einen geringen Anteil am Fächerangebot zu verzeichnen haben. Durchschnittlich liegt dieser Anteil unter drei Prozent. Da König jedoch nur Pflichtkurse in sein Studium aufnahm, mussten die Studenten diese auch belegen. Auffallend ist der relativ hohe Anteil dieser Fächergruppe in Karlsruhe und Berlin. Nach Ansicht der Autorin liegt der Grund in Karlsruhe in einer bereits von Redtenbacher geförderten Hochschulkultur, die den allgemeinbildenden Fächern einen Platz am damaligen Polytechnikum einräumte.

Insgesamt schätzt König das Studium der Elektrotechnik als sehr verdichtet ein. Der Aufwand von ca. 155 Jahreswochenstunden[43] im Studienjahr 1910/11 für das gesamte Studium spiegelt den hohen Zeitaufwand für das Gesamtstudium wider (a.a.O., S.156-157). Dabei ist zu beachten, dass keine Wahlfächer erfasst wurden.

1.4. Schlüsse zur historischen Verfasstheit der Ingenieurwissenschaften

Aus dem vorhergehenden kurzen historischen Rückblick lässt sich erkennen, dass die industrielle Ingenieursarbeit eine Abkehr vom Handwerk sowie eine Professionalisierung des Erfindens erforderte. Während der Genese der Ingenieurwissenschaften entwickelte sich ein Theoriegebäude, das sich im Laufe eines diskursiven Prozesses zwischen Wirtschaft, Berufsverbänden sowie einzelnen herausragenden Persönlichkeiten an Technischen Hochschulen und Universitäten festigte.

Die Kernaufgabe der beiden klassischen Ingenieurwissenschaften Maschinenbau und Elektrotechnik ist es demnach, technische Sachsysteme zu entwickeln, die der industriellen Fertigung dienen oder industriell gefertigt werden können. Die dafür erforderlichen Handlungsdirektiven werden eigens dafür entwickelt.

Während dieser Zeit festigte sich eine technikwissenschaftliche Theorie, die auf Mathematik sowie den Naturwissenschaften, insbesondere der Mechanik basierte. Der hohe Anteil an theoretischen Fächern regte einen Diskurs der Interessensvertreter an. Sprecher der szientifischen Seite hoben vor allem die Bedeutung der Mathematik als Nachweis für Wissenschaftlichkeit hervor. Dieses Argument wurde von der Gegenseite in Zweifel gezogen, die sich an der praxisorientierten Ingenieurausbildung der angelsächsischen Länder orientierten. Aus derartigen Diskursen entwickelte sich eine rechnend-experimentelle Wissenschaft, in der konstruktiv-funktionales Denken gefördert wird. Aufgrund der Neuheit der

[43] Da an einigen Universitäten keine detaillierten Zeitangaben zu den Vorlesungen vorlagen oder diese in Jahreswochenstunden berechnet wurden, entschied sich König für die Verwendung von Jahreswochenstunden. Wenn die Angaben in Semesterstunden vorlagen, wurden sie in Jahresstunden umgerechnet. Der Studiengang dauerte in der Regel vier Jahre. Die Summe der Jahreswochenstunden kann mit der heute üblichen Summe der Semesterstunden verglichen werden, da sie die Stundenbelastung der Studierenden während des gesamten Studiums angibt. Für einige Lehrveranstaltungen, insbesondere Labore, setzte König 4 Stunden für eine Tageshälfte an. Sein Ansatz ist auf Seite 153 beschrieben (König 1995, S. 153).

technischen Nutzung von Elektrizität musste besonders der Elektrotechnik ein Spagat zwischen Theorie und Anwendung gelingen.

Über Systematisierung und Ordnung entstanden technische Fächer, die die Planung, Berechnung und Konstruktion technischer Systeme auf dem Papier erlaubten. Das Abschätzen von Ursache und Wirkung sowie das Erkennen von Mustern sind die Grundpfeiler eines solchen zweckrationalen Wissenschaftsverständnisses.

Den herangezogenen Texten kann zudem entnommen werden, dass die Akademisierung des Berufs auch dem Bedarf nach seiner gesellschaftlichen Anerkennung entsprungen ist. Auffallend ist der Wunsch nach einem Anknüpfen der neuen Wissenschaften an die damalige bildungsbürgerliche Norm. Dieser geht mit der Forderung nach der Anerkennung von Technik als Kulturgut sowie nach Allgemeinbildung im Technikstudium einher. Dieses Drängen darf aber nicht überbewertet werden. Historisch gesehen, waren bis weit ins 18. Jh. die Begriffe Geist, Kultur und Kultiviertheit der Oberschicht zugesprochen. Davon ausgeschlossen war die bis dahin wenig gebildete Unterschicht. Ermöglicht durch die Bildungsreformen drängte diese im 19.Jh. besonders an technische Schulen und Hochschulen. Vom Beibehalten dieser ausgrenzenden Einstellung der Oberschicht kann aber ausgegangen werden. Luhmann weist darauf hin, dass sich nach dem Soziologen Pierre Bourdieu diese Form der Klassenunterscheidung bis heute kultiviert hat (Luhmann 2017a, S. 20). [44] Damit kann die geforderte Anerkennung von Technik als Kulturgut sowie nach mehr Allgemeinbildung im Studium auch als Wunsch auf Anerkennung interpretiert werden. Wie die Untersuchungen Königs zeigen, haben nichtfachliche Inhalte, die als allgemeinbildend verstanden werden könnten, nur einen sehr kleinen Anteil im Studium der ingenieurwissenschaftlichen Disziplin Elektrotechnik. Volle Stundentafeln und die Priorisierung technischer Fächer erschwerten die Etablierung fachfremder Gebiete.

Während dieser Zeit der Akademisierung des Ingenieurwesens wurden sowohl Grenzen zu den anderen Wissenschaften als auch zu den eigenen Disziplinen gezogen. Die Problemstellungen und Aufgabengebiete wurden eingegrenzt und spezifiziert. Durch die gemeinsame Entstehungsgeschichte kann davon ausgegangen werden, dass die Denkkollektive der ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen ein gemeinsames übergeordnetes Paradigma von Werten und Methoden aufweisen. Sie bilden Teilsysteme des sozialen Systems Ingenieurwissenschaft.

2. Einführung in die zentralen Begriffe der Theorie sozialer Systeme nach Luhmann

2.1. Von Fleck und Kuhn zu Luhmann

Die vorliegende Arbeit stützt sich auf Luhmanns Theorie der sozialen Systeme. Die Autorin erhebt nicht den Anspruch, Luhmanns komplexe Theorie in ihrer Gesamtheit verstanden zu haben. Was verstanden wird, eröffnet ihr jedoch die Möglichkeit, sich dem formulierten Erkenntnisinteresse zu nähern. Bislang sind in der vorliegenden Arbeit nur wenige Begriffe aus der Systemtheorie zu finden. Häufiger verwendet wurden dagegen die Begriffe Denkkollektiv, Denkstil und Paradigma. Diese lassen sich auf die beiden

[44] Die Frage, ob sich heutige Ingenieurinnen und Ingenieure aufgrund dieser Begrifflichkeiten der Oberschicht zugehörig fühlen, sei hier dahingestellt. Ebenso die Frage, ob sie sich als Kulturschaffende sehen.

Wissenschaftsphilosophen Thomas Kuhn und Ludwik Fleck zurückführen. Fleck und Kuhn wenden sich beide dem Sozialen in der Wissenschaft zu.

An dieser Stelle soll gezeigt werden, unter welchem Verständnis sich die Theorien der drei Wissenschaftler vereinen lassen. Die nachfolgenden Betrachtungen beruhen auf der Arbeit *„Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache“* (Fleck 2015) von Ludwik Fleck sowie dem Essay *„Die Struktur Wissenschaftlicher Revolutionen“* (Kuhn 2014) [45] von Thomas Kuhn. Beide Wissenschaftler wenden sich aus ihren Fachdisziplinen Medizin (Fleck) und Physik (Kuhn) der Wissenschaftstheorie, Wissenschaftsphilosophie sowie der Wissenschaftsgeschichte zu. Die Ansichten des Amerikaners Kuhn stimmen in Teilen mit denen von Fleck überein, dessen Werk fast dreißig Jahre früher geschrieben wurde (Kuhn 2014, S. 8).

Kuhn versteht unter dem Begriff Paradigma zweierlei. Zum einen begreift er Paradigmata als Regeln, Normen, Theorien und Methoden in einem Fachgebiet, die sich in der Vergangenheit für die Lösung der angefallenen Problemstellungen bewährt haben. Eine ausgereifte Wissenschaft baut auf eine Sammlung solcher Paradigmata auf, *„die von [… ihrer] wissenschaftlichen Gemeinschaft eine Zeitlang als Grundlagen für ihre weitere Arbeit anerkannt werden“* (a.a.O., S.25). Diese gelten so lange, bis sie durch dauerhafte Erschütterungen, Kuhn nennt diese *„wissenschaftliche Revolutionen“* (a.a.O., S.27) abgelöst werden. Für eine ausgereifte *„normale Wissenschaft“* (a.a.O., S.25) haben diese Paradigmata einen Stellenwert erreicht, der sie für die Lösung zukünftiger Probleme bindend macht. Sie bilden das *„anerkannte Theoriengebäude“* (ebd.), das in Lehrbüchern veröffentlicht und in der Lehre weitergegeben wird. Auch ohne Revolution kann sich das disziplinäre System der normalen Wissenschaft weiter entwickeln. Veränderungen können sich ergeben, wenn beispielsweise neue Technologien auftauchen, die einen Methodenwechsel bewirken. Dennoch bleiben die grundlegenden Paradigmata einer Wissenschaft bestehen, die durch ihre Entwicklungsgeschichte bestimmt sind. Daraus lässt sich erkennen, dass die Dimension Zeit, wie auch in der Systemtheorie, eine wesentliche Rolle spielt. In der Dimension Zeit vereinen sich Geschichte, Gegenwart und Zukunft.

Die grundlegenden Paradigmata sind Teil eines übergeordneten Paradigmas. Dieses beinhaltet nach Kuhn eine „*Konstellation von Meinungen [und] Werten […] die von den Mitgliedern einer gegebenen Gemeinschaft geteilt werden“* (a.a.O., S.186). Dieses Paradigma prägt das soziale Miteinander der wissenschaftlichen Gemeinschaft, deren Kommunikation und das Interesse an spezifischen Gegenstandsgebieten. Im Wortschatz Luhmanns könnte für dieses übergeordnete Paradigma der Begriff *Sinn* verwendet werden und dem sozialen System seine *Form* gibt. Beide Begriffe werden in Abschnitt 2.3 näher eingeführt. Hier ist aber wesentlich, dass Kuhn Wissenschaft aus sozialer Sichtweise als Gemeinschaft bezeichnet. Fleck bezeichnet eine solche *„Gemeinschaft der Menschen, die im Gedankenaustausch oder in gedanklicher Wechselwirkung stehen“* als *„»Denkkollektiv«“ (Fleck 2015, S. 55–56)*. Dieses ist nach Fleck „*Träger geschichtlicher Entwicklung eines Denkgebietes, eines bestimmten Wissensbestandes und Kulturstandes, also eines besonderen Denkstiles“* (ebd., kursive Hervorhebung auch in der zitierten Originalversion, C.K.). Denkstil und Denkkollektiv bestimmen somit das soziale System, um es mit Luhmanns Begrifflichkeiten auszudrücken. Im folgenden Abschnitt findet die Annäherung an den Begriff

[45] Es liegt eine um ein Postskriptum erweiterte Ausgabe von Kuhns Essay vor. Der Bezug auf diese Ausgabe ist von Bedeutung, da Kuhn in seinem Postskriptum den Begriff des Paradigmas weiter differenziert und näher beschreibt. Kuhn weist erst im Nachhinein darauf hin, dass er diesem Terminus zwei verschiedene Bedeutungen gibt.

des *sozialen Systems* statt. An dieser Stelle sei vorausgegriffen, dass soziale Systeme über Kommunikation operieren. Dies drückt auch Fleck für das Denkkollektiv aus. Ein Gedankenaustausch kann nur über Kommunikation stattfinden. Fleck unterscheidet *„momentane"* und *„stabile"* soziale Gruppen, die nur deshalb im Gedankenaustausch stehen können, weil sie einen gemeinsamen Denkstil aufweisen (Fleck 2015: 135). Dieser ist voraussetzend für ein gemeinsames Verstehen[46]. In *„organisierte[n soziale[n] Gruppen […] fixiert sich der Denkstil und bekommt formale Struktur"* (ebd.). Es entwickelt dadurch das übergeordnete Paradigma der Gemeinschaft. Am Beispiel der Wissenschaft formieren sich über die Disziplinen stabile *„Denkgemeinschaften […], [die] eine gewisse formelle und inhaltliche Abgeschlossenheit [pflegen]"* (a.a.O.: 136). Diese Zitate vereinen weitere wesentliche Elemente der Luhmannschen Systemtheorie. Das Momentane sozialer Systeme, wenn eine Kommunikation sich nicht aufrechterhalten kann, sowie das Stabile, wenn sie dauerhaft anhält.

Damit der Denkstil einer Gemeinschaft eine längere Zeit überdauert, müssen neue Mitglieder darin eingeführt werden, eine *„Lehrlingszeit"* (ebd.) durchmachen. Während dieser lernen sie nicht nur Inhalte, Sprache, Methoden, Normen und Regeln kennen. Sie werden auch in das übergeordnete Paradigma eingeführt. In den Denkkollektiven, als abgeschlossene Gemeinschaft, *„entsteht spezifische Wertung [von Problemen] und charakteristische Intoleranz"* (a.a.O.: 137). Der Denkstil stabilisiert das System für eine gewisse Zeit, die Intoleranz sichert die Grenzen des Systems. Über alles, was vom Kollektiv nicht als *„»wirkliche Probleme«"* (ebd.) betrachtet wird, wird nicht weiter kommuniziert und nicht den Funktionen des Systems zugeschrieben. In den Wissenschaften findet eine solche Einführung an Hochschulen und Universitäten statt. An Orten, die die Ordnung der Systeme kennen und den Denkstil auch über längere Zeit vermitteln können.

Es lassen sich somit einige Parallelen der Theorien erkennen. Da sich die Verfasserin dieser Arbeit auch für den Einfluss der Gesellschaft auf die Ingenieurwissenschaften interessiert, ist es sinnvoll, die Untersuchung auf die Systemtheorie zu stützen. Zumal sich Luhmann intensiv mit der Gesellschaft beschäftigt hat und eine Konstruktionsskizze entworfen hat, welche die Komplexität und die gegenseitige Abhängigkeit sozialer Systeme aufzeigt.

2.2. Von technischen zu sozialen Systemen

Der Einstieg in Luhmanns Theorie der sozialen Systeme ist sperrig. Das ist zum großen Teil seinem Schreibstil und der Fachsprache geschuldet. Diese Feststellung ist sicherlich nicht nur darauf zurückzuführen, dass sich die Verfasserin der vorliegenden Arbeit fachfremd an die Soziologie herantastet. Die vorliegende Arbeit wendet sich in erster Linie an Ingenieurinnen und Ingenieure, die ebenfalls mit den Begriffen der soziologischen Systemtheorie nicht vertraut sein dürften. Daher wird hier der Versuch unternommen, die wesentlichen Elemente einfach darzustellen.

Das Denken in Systemen ist in der Elektrotechnik nicht unbekannt und in der Regelungstechnik verwurzelt. Das System ist dort als *„Abstraktion eines Prozesses oder Gebildes [zu verstehen], das mehrere Signale zueinander in Verbindung setzt"* (Strohrmann 2016). Über Beobachtungen der Ein- und Ausgangssignale wird es ermöglicht, ein mathematisches Modell zu erstellen. Dahinter steht die Absicht, ein nur teilweise bekanntes System

[46] Verstehen ist nicht zwangsläufig mit Einvernehmen verbunden. Es können in einem solchen Austausch durchaus verschiedene Meinungen bestehen. Jedoch verhindert der gemeinsame Denkstil, dass man nicht aneinander vorbei redet.

gezielt beeinflussen zu können. Das Verhalten der einzelnen Elemente wird dabei nicht detailgetreu abbildet, da diese für die Systembeschreibung irrelevant sind. Die aus der Beobachtung gewonnenen Informationen werden dafür genutzt, die Eingangsgröße so lange entsprechend zu verändern, bis das gewünschte Ausgangssignal erreicht wird (vgl. z.B. Föllinger 1985, S. 13). Dieses Vorgehen basiert auf der kybernetischen Systemtheorie, an welche sich die soziologische Systemtheorie anlehnt. [47]

Die soziologische Systemtheorie wurde in Deutschland hauptsächlich durch Niklas Luhmann etabliert, der es sich zur Aufgabe gemacht hat, Gesellschaft umfassend zu beschreiben. Die Grundlage seiner Theorien bildet die Beobachtung, dass Menschen in sozialen Strukturen leben, welche die „*unermeßliche Weltkomplexität (Luhmann 1971, S. 11)* durch Systembildung vereinfachen. Diese Beobachtung veranlasste ihn, die Grundgedanken der Systemtheorie auf soziale Systeme zu übertragen und weiterzuentwickeln. In der allgemeinen Systemtheorie wird das Verhältnis von System und Umwelt als „*Differenz in [von] Komplexität*“ (ebd.) begriffen. Dabei sind soziale Systeme *„strukturell an ihrer Umwelt orientiert und können ohne Umwelt nicht bestehen“ (Luhmann 1987, S. 35).*

Zur Einführung in Luhmanns Theorie der sozialen Systeme wird eine Typologie verwendet, in welcher Bezeichnungen und Ebenen allgemeiner Systeme dargestellt sind. Diese ist in Abbildung 2-1 wiedergegeben. In der Systemtheorie lassen sich Systeme nach ihren Fähigkeiten und Operationen unterscheiden. Auf der ersten Ebene des Graphen wird die Fähigkeit zur Selbsterschaffung und Selbsterhaltung dargestellt. Luhmann nutzt dafür die Begriffe *Allopoiesis* und *Autopoiesis*. Allopoietische Systeme sind extern organisiert. Sie benötigen ein anderes (allo) System für ihre Produktion und ihren Erhalt. Solche Eigenschaften sind (noch) technischen Systemen zuzuschreiben. [48] Dagegen besitzen organische Systeme die Fähigkeit, sich selbst (auto) zu reproduzieren. Wenn autopoietische Systeme mit einem Bewusstsein ausgestattet sind, sind sie in der Lage, selbstreferentiell zu sein. Der Ebene *selbstreferentielle Systeme* sind die *sozialen* und *psychischen Systeme* zugeordnet. Diese werden unabhängig von physischen Körpern als eigene Systeme betrachtet.

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, vereinen Menschen verschiedene Systeme. Ihre Körper sind autopoietische, organische Systeme, welche mit einem psychischen System ausgestattet sind (Berghaus 2011, S. 33). Das psychische System ermöglicht neben den Gefühlen auch Kognition, welche die bewusste Wahrnehmung und Verarbeitung von Informationen, Kreativität und Problemlösungsfähigkeit erlaubt. Vor allem aber besitzen Menschen durch Kognition die Fähigkeit, sich auf sich selbst zu beziehen. Durch das psychische System wird der Mensch in die Lage versetzt, Teil eines sozialen Systems zu sein. Die Beziehung zwischen dem einzelnen Menschen und sozialen Systemen wird durch den Begriff der Person dargestellt. In den verschiedenen sozialen Systemen kann eine Person verschiedene Rollen einnehmen. Die beiden Begriffe Person und Rolle werden in Kapitel 3 eingeführt.

---

[47] Die Kybernetik ist eine Theorie Norbert Wieners (1894.1964). Wiener schuf über die Kybernetik eine mathematisch-wissenschaftliche Möglichkeit, das Verhalten rückgekoppelter Systeme zu berechnen. Die Kybernetik kann als wegweisend für die künstliche Intelligenz betrachtet werden, deren Ziel es ist, Leistungen des menschlichen Gehirns durch Computer zu simulieren oder gar zu übertreffen.

[48] Mit der Weiterentwicklung künstlicher Intelligenz ist aber die Tür einen Spalt breit dafür geöffnet, dass sich technische Systeme zukünftig zumindest selbst reproduzieren können.

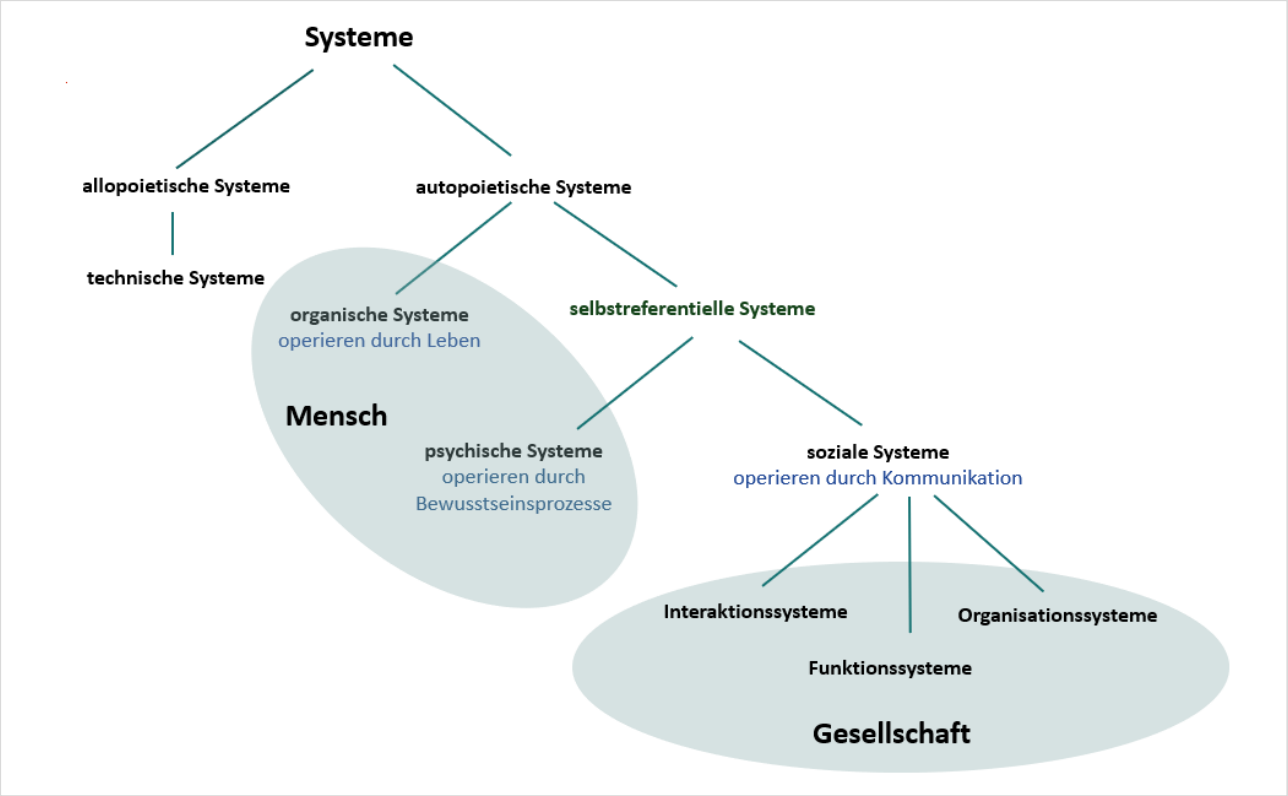


Abbildung 2-1: Bezeichnungen und Ebenen von Systemnach Luhmann.
Eigene Darstellung, angelehnt an (Luhmann 2018, S. 16) und (Berghaus 2011, S. 39). Der Mensch kann nach Luhmann als Vereinigung organischer Systeme mit dem psychischen System betrachtet werden. Die Gesellschaft vereint Interaktion, Funktions- und Organisationssysteme.

Wie später zu erkennen sein wird, beeinflusst das Bewusstsein die Kommunikation sozialer Systeme insofern, als es zur Umwelt sozialer Systeme und damit der Gesellschaft gehört (Luhmann 1986, S. 64). Die Bewusstseinsvorgänge selbst werden jedoch ausschließlich dem psychischen System zugeordnet, weshalb sie im Zusammenhang mit dem Werden der Person gesondert dargestellt werden. Die sozialen Teilsysteme Interaktion, Funktion und Organisation werden im folgenden Abschnitt näher erläutert.

2.3. Soziale Systeme und Gesellschaft

Was sich unter einem sozialen System verstehen lässt, ist dem Glossar aus Luhmanns Schrift *„ÖKOLOGISCHE KOMMUNIKATION“* (Luhmann 1986) zu entnehmen.

„Ein soziales System kommt zustande, wenn immer ein autopoietischer Kommunikationszusammenhang entsteht und sich durch Einschränkung der geeigneten Kommunikationen gegen eine Umwelt abgrenzt. Soziale Systeme bestehen demnach nicht aus Menschen, auch nicht aus Handlungen, sondern aus Kommunikation“ (a.a.O., S.269).

Aus diesem Zitat wird erkenntlich, dass Kommunikation der zentrale Begriff in Luhmanns Systemtheorie ist. Von ihr hängt der (Selbst-)Erhalt sozialer Systeme ab. Kommunikation muss Anschluss finden, damit sie sich selbst erhält. Erlischt die Kommunikation dauerhaft, existiert auch das soziale System nicht mehr.
Das Grundlegende sozialer Systeme ist damit benannt: sie existieren und operieren allein durch Kommunikation.
Die Notwendigkeit soziale Systeme innerhalb einer Gesellschaft zu bilden, begründet Luhmann in die zunehmen Komplexität der Sachverhalte in der Gesellschaft. Komplex ist ein Sachverhalt dann, wenn er nie in seiner Gesamtheit erfasst werden kann und nur in Teilen beobachtet und darüber kommuniziert werden kann (Luhmann 1986, S. 267). Dieses

Verständnis Luhmanns von sozialen Systemen, brachte ihm einige Kritik ein. Zu seinen bekanntesten Kritikern zählt der Philosoph Jürgen Habermas, was unter der *Habermas-Luhmann-Kontroverse* bekannt wurde. Habermas versteht Kommunikation als verständnisorientiertes Handeln. Er äußert Bedenken, dass über eine systemtheoretische Beschreibung der Gesellschaft bestehende Gesellschaftsverhältnisse eher unkritisch betrachtet werden. Habermas bezweifelt die Unüberschaubarkeit der Welt. Vereinfacht ausgedrückt, kann nach Habermas ein gesellschaftlicher Konsens auch durch individuelle Gespräche erreicht werden, was Luhmanns Theorie aber nicht ausschließt (Habermas und Luhmann 1971, S. 142–290). Es soll hier keine Darlegung dieser Kontroverse stattfinden, sondern lediglich auf Gegenpole zur Systemtheorie aufmerksam gemacht werden.
Für die Verfasserin dieser Arbeit verfolgt Luhmann mit seiner Gesellschaftstheorie eine Logik, welcher sie zustimmen kann. Deshalb sei sie hier kurz dargelegt.
Wie es in Abschnitt 2.5 zu entnehmen sein wird, geht Luhmann davon aus, dass keine Kommunikation ohne Verstehen stattfinden kann. Dieses Verstehen hängt nicht nur von der verwendeten Landesprache ab. Um es mit den Worten von Fleck auszudrücken: Es braucht den gleichen Denkstil und je nach Komplexität des Themas auch ein gewisses Wissen, damit Verstehen stattfindet und Kommunikation Anschluss findet. Alltagswissen, *„Common-Sense“* (Schütz 2004) reicht oft nicht aus, um komplexe Sachverhalte zu kommunizieren.
Damit komplexe Sachverhalte zu Alltagswissen werden, sind *„Vereinfachung“* und "*„Anschaulichkeit“* (Fleck 2015, S. 150) erforderlich. Ist die systemeigene Information auf populäres Wissen heruntergebrochen und über die Systemgrenzen hinaus kommuniziert worden, *"bildet [sie] die spezifische öffentliche Meinung und die Weltanschauung und wirkt in dieser Gestalt wieder auf den Fachmann zurück“* (ebd.). Das Weltbild wird also durch populäres Wissen geprägt, das aber ursprünglich auf komplexe Weise von verschiedenen sozialen Systemen, Denkkollektiven, entwickelt wurde. Für das Verständnis der Welt braucht die Gesellschaft Systeme, wie die Wissenschaft, die unterschiedliche Aufgaben und Funktionen haben.
Das größte soziale System ist die Gesellschaft. Niklas Luhmann definiert Gesellschaft als „*das umfassende Sozialsystem, das alles Soziale in sich einschließt und infolgedessen keine soziale Umwelt kennt.“* (Luhmann 1987: 555) Gesellschaft ist somit ein nach außen operational geschlossenes System, das sich selbst erhält und alle Kommunikation ihrer sozialen Systeme beinhaltet. Ihre Systemgrenze definiert sich durch die Differenz zu anderen Gesellschaften. Diese Differenz wird durch die *Form* der Gesellschaft sowie deren Medium *Sinn* gegeben. Diese beiden Begriffe können auf alle sozialen Systeme angewendet werden. Erst *Form* und *Sinn* machen es möglich, dass weitere Gesellschaften existieren. Im Falle einer Angleichung von *Form* und *Sinn* löst sich die Differenz auf und Grenzen werden neu festgelegt. Als Beispiel sei hier die Gesellschaft in Deutschland genannt, die sich aber auch als europäische Gesellschaft verstehen kann, wenn es um gemeinsame wirtschaftliche oder politische Interessen geht, über welche kommuniziert wird. Das absolut größte denkbare soziale System wäre das einer Weltgesellschaft. Bisher lässt sich aber kein Ausgleich von Differenzen finden, auch nicht durch globalisierte Märkte.[49]

[49] Der am 24.02.2022 ausgebrochene Krieg Russlands gegen die Ukraine verdeutlicht die Probleme, die durch gemeinsame Wirtschaftssysteme in verschiedenen politischen Systemen entstehen. Er ist ein Beleg dafür, dass eine Weltgesellschaft noch in weiter Ferne liegt.

Die Komplexität moderner Gesellschaften erfordert die Abgrenzung von sozialen Teilsystemen. Komplex sind Systeme dann, *wenn „nicht mehr jedes Element jederzeit mit jedem anderen verknüpft werden kann“* (Luhmann 1987: 46). Ein gemeinsames Verstehen aller Informationen wäre dadurch verhindert. Als Antwort auf die Komplexität entstehen neue, untergeordnete, soziale Systeme, denen verschiedene Funktionen zukommen und die ebenfalls operativ geschlossen sind. Abbildung 2-2 verbildlicht die Aufteilung der Gesellschaft in ihre sozialen Teilsysteme. Die gestrichelten Umrandungen verweisen auf die operative Geschlossenheit der Teilsysteme, die aber für Informationen in ihre soziale Umwelt offen sind. Da die Gesellschaft keine soziale Umwelt kennt, ist sie auch für Informationen geschlossen. Dies wird über die durchgezogene Umrandung verdeutlicht.
Wie es bereits durch Abbildung 2-1 zu verstehen ist, bildet die Gesellschaft die Umwelt für drei Gruppen sozialer Systeme, welche hier weiter ausdifferenziert sind.

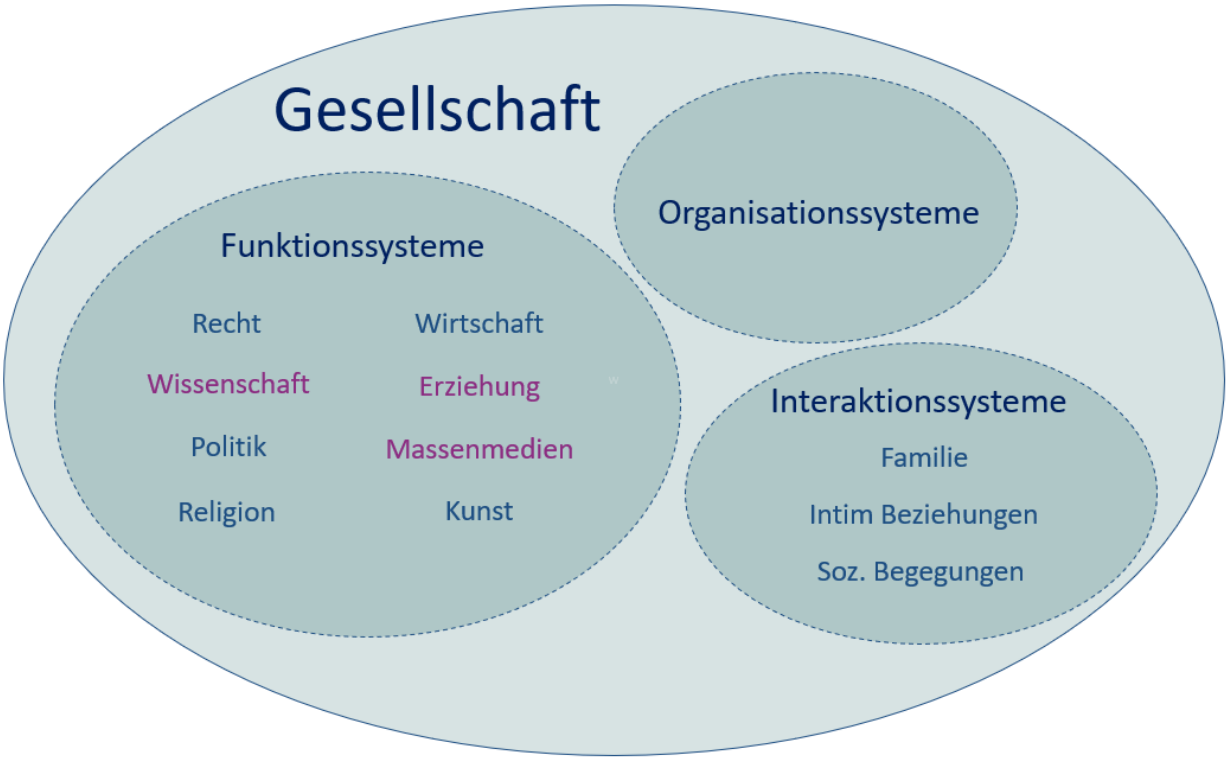


Abbildung 2-2: Das soziale System Gesellschaft mit seinen Teilsystemen.
Eigene Darstellung nach Luhmann. Die Gruppierung der Teilsysteme ergibt sich durch die Form der Kommunikation. Lila Hervorgehoben sind die für diese Arbeit relevanten Funktionssysteme.

Diese sozialen Systeme unterscheiden sich in der Form ihrer Kommunikation.

- Die **Funktionssysteme** kommunizieren, wie auch die Gesellschaft selbst, in Abwesenheit. Dies ist auf den verteilten Charakter aufgrund ihrer Größe, sowie die Komplexität der Systeme zurückzuführen. Zieht man als Beispiel die Ingenieurwissenschaften heran, so sind diese in ihren Funktionen aber auch örtlich verteilt, sodass ein direkter Austausch nicht stattfinden kann. Die Kommunikation benötigt zwar die physische Beteiligung von Menschen, doch ist sie an das System und nicht an ein persönliches Gegenüber gerichtet. Dies könnten bspw. Informationen zu neuen Technologien sein. Diese Form der systeminternen Information gewährt den Fortbestand der Kommunikation und führt zu einer autopoietischen Veränderung des Systems (Luhmann 2018, S. 22). Die Operationen der Funktionssysteme verlaufen über die Massenmedien. Fleck bezeichnet eine derartige Medien-Kommunikation

als „*Zeitschrift- [oder…] Handbuchwissenschaft*“ (Fleck 2015, S. 148 Text ist auch im Original kursiv hervorgehoben. C.K.). Funktionssysteme lassen sich als Reduktion von Komplexität für die Gesellschaft verstehen. Für die systeminterne Kommunikation bleibt die Komplexität jedoch erhalten. Über die Systemgrenzen hinaus, wie beispielsweise in die Gesellschaft, wird sie reduziert. Die Gesellschaft bekommt lediglich selektierte Informationen mitgeteilt. Die Funktionssysteme werden in Abschnitt 2.6.2 weiter eingeführt. Zum weiteren Verständnis dient auch das 3 Welten-Model Poppers, welches in Abschnitt 3.1 auf die Systemtheorie übertragen wurde.

- **Organisationssysteme** kommunizieren unter Mitgliedern. Mitglieder können, müssen aber nicht physisch anwesend sein. Organisationssysteme sind eigenständige Systeme der Funktionssysteme mit der Aufgabe Handlungen zu veranlassen und deren Anfang und Ende zu bestimmen. Dazu sind sie befähigt, weil sie nicht zeitlimitiert sind und über lange Zeit das Funktionssystem beobachten können (Luhmann 2018, S. 337). Funktionssysteme benötigen *„immer eine Mehrzahl von Organisationssystemen“* (Luhmann 2008, S. 315). Für das Wissenschaftssystem sind das die Universitäten und Hochschulen, Forschungsinstitute aber auch Forschungsabteilungen in Unternehmen. Begreift man ein Studium auch als Erziehung Erwachsener, ist die Hochschule aber auch ein Organisationssystem des Erziehungssystems (Luhmann 2018, S. 336–346).
- **Interaktionssysteme** führen immer eine *„Kommunikation unter Anwesenden“ (Luhmann 2018, S. 241)*. Es bedarf des direkten Gegenübers, wie es in einem Gespräch, in einer Diskussionsrunden aber auch auf Demonstrationen gegeben ist. Die geschlossenen sozialen Systeme sind Familien, Freundschaften und temporäre soziale Begegnungen wie beim Sport. Diese Systeme unterscheiden sich vor allem darin, dass Individuen wirklich Teil des Systems sind und dieses auch durch sie selbst bestimmt wird. Da diese Systeme für die Untersuchung irrelevant sind, werden sie nicht näher erläutert.[50] Es bleibt aber festzuhalten, dass nach Luhmann *„jeder soziale Kontakt als [soziales] System begriffen [wird]“ (Luhmann 1987, S. 33).*

Luhmann stellt sich einem Verständnis von Gesellschaft als Umwelt sozialer Systeme gegen eine Tradition, welche Gesellschaftssystemen eine Stabilität durch einen gemeinsamen Konsens an Werten und Überzeugungen zuspricht (Berghaus 2011, S. 93). Bei Luhmann stabilisiert sich die Gesellschaft durch gemeinsame Kommunikationsthemen, zu denen es sowohl Einvernehmen als auch Ablehnung geben kann. Dennoch ist Kommunikation auf einen Wertkonsens angewiesen, damit individuelles Verstehen ohne umfassende Erklärungen ermöglicht wird. Werte entstehen als Eigenfunktion eines sozialen Systems (Luhmann 2017a, S. 34). Obwohl die einzelnen Elemente jedes sozialen Systems unbekannt sind, nimmt deren Bewusstsein Einfluss auf die Kommunikation. Bewusstseinssysteme vermitteln zwischen außen und innen und filtern das, was auf die Gesellschaft und ihre sozialen Teilsysteme einwirkt. Sie sind als eine Art Kontrollinstanz zu verstehen, welche die Kommunikation der Systeme erst ermöglicht und beeinflusst (Berghaus 2011, S. 69–72). Kommunikation erlaubt sozialen Systemen *„die Reflexion ihrer Identität, […] um regeln zu können, welche Sinneinheiten intern die Selbstproduktion des Systems ermöglichen“ (Luhmann 1987, S. 61).* Unter diesen Prämissen operiert das System selbst.

[50] Zur Familie schreibt Luhmann in einem Aufsatzband: Luhmann, N. (1990). Sozialsystem Familie. In: Soziologische Aufklärung 5. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden. auf Seite 196–217.

Handlungen, die an Individuen gebunden sind, sind keine Operationen des sozialen Systems. Sie erfolgen aber nach erfolgreicher Kommunikation (Berghaus 2011, S. 65).
Die Grenzen, die das soziale System durch seine Operationen zu sich und seiner Umwelt erstellt, ermöglichen das Beobachten von außen auf sich selbst. Da Gesellschaft keine soziale Umwelt hat, ist sie auf Selbstbeobachtung durch innere soziale Systeme wie die Massenmedien oder Soziologie angewiesen. Gesellschaft weist Selbstreferenz auf, indem das System seine Grenze in *sich „hineinkopiert und als Basis für alles Beobachten/Unterscheiden benutzt“* (a.a.O., S.44).

2.4. Beobachtung

Noch vor der Kommunikation wird das hier vorliegende Verständnis des Begriffs Beobachtung eingeführt. Beide sind als Phänomene zu verstehen. Nach Luhmann ist Kommunikation *„eine sich selbst beobachtende Operation“* (Luhmann 2018, S. 77). Beobachtung und Kommunikation ergänzen sich gegenseitig. Ohne Beobachtung kann keine sinnvolle Kommunikation stattfinden und umgekehrt kann in sozialen Systemen ohne Kommunikation nichts beobachtet werden. Beide Phänomene sind Voraussetzungen für den Selbsterhalt sozialer Systeme. Das Beobachten selbst ist keine spezifische Operation des sozialen Systems. Auch psychische Systeme beobachten. Dort führen Beobachtungen zu Veränderungen der Bewusstseinsprozesse.

Luhmann definiert den Begriff des Beobachtens als *„Operation des Unterscheidens und Bezeichnens“* (a.a.O., S.73). Voraussetzung für eine Unterscheidung ist eine Systemgrenze, durch die das Innen und Außen bestimmt ist. Diese System-Umwelt-Differenz erlaubt es, eine Unterscheidung zu treffen. Die Einheit von Bezeichnung und Unterscheidung Die Einheit von Bezeichnung und Unterscheidung wird bei Luhmann als *Form* bezeichnet (a.a.O., 79-81). Die Form des Systems wird durch ihren *Sinn* gegeben.

Eine entsprechende Äquivalenz für *Form* gilt auch für technische Systeme: Diese müssen ebenfalls bezeichnet werden, damit über sie kommuniziert werden kann. In dem Satz „Reich mir bitte einen Gabelschlüssel“ steckt die Form des Werkzeugs, die es beispielsweise vom Steckschlüssel unterscheidet. Die Bezeichnung der Form weist diesen Unterschied aus.

Jetzt haben die Werkzeuge feste Formen, die durch ihren Zweck bestimmt werden. Das Maul des Schraubenschlüssels eignet sich besonders gut zum Festziehen oder Lösen von polygonalen Schraubenköpfen oder Muttern. Natürlich kann er auch für andere Tätigkeiten verwendet werden, etwa zum Öffnen von Flaschen mit Kronkorken. Die Form des Maulschlüssels ist dafür nicht ideal. Sollte das Werkzeug jedoch dauerhaft in einer entsprechenden Weise eingesetzt werden und dies beobachtet werden, könnte diese Tatsache kommuniziert werden. Wird diese Kommunikation weiterverfolgt, könnte dies zu einer Anpassung der Form führen.

In vergleichbarer Weise können auch Beobachtungen sozialer Systeme zu Veränderungen in der Form führen. Im Gegensatz zu technischen Systemen können sie sich aber auch selbst beobachten. Sowohl Selbstbeobachtungen als auch Fremdbeobachtungen können zu einem Formwandel führen. Selbstbeobachtung und Fremdbeobachtung von sozialen Systemen stehen unter einem vom Beobachter gewählten *Sinn*. Beispielsweise beobachtet die Verfasserin der vorliegenden Arbeit die Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik darauf, wie sie mit dem Thema Verantwortung für Technik umgeht.

Der Sinn von Selbstbeobachtungen liegt vor allem darin, Unterscheidungen zwischen sich selbst und der Umwelt entstehen zu lassen. Über Selbstbeobachtungen bilden sich Konstruktionen wie *„‘ Wir selbst‘ versus […] Nicht-Wir‘“* (Berghaus 2011, S. 45). Selbstbeobachtungen dienen aber vor allem auch zur deutlichen Abgrenzung gegenüber konkurrierenden Systemen[51]. In Bezug auf das Wissenschaftssystem Elektrotechnik könnte das im Vergleich zur Mechatronik folgendermaßen lauten:

- „Wir selbst entwickeln und konstruieren unter Nutzung der Elektrizität technische Sachsysteme."
- „Nicht-Wir sind Experten in der Mechanik. Elektromechanische Umsetzungen gehören nicht zu den uns zugesprochenen Aufgaben."

Sowohl die Selbst- als auch die Fremdbeobachtung müssen einer Selektion des Beobachters nach einem Sinn unterliegen, welcher durch ihn festgelegt wird. Dabei selektierte er aus einer Unzahl an Möglichkeiten. Wollten beispielsweise Soziologen die Weltgesellschaft beschreiben, wäre dazu die Gesamtheit aller möglichen Beobachtungen notwendig. Das ist nahezu unmöglich, allein aus dem Grund, den Luhmann als *„Simultanität der Welt“* bezeichnet. In der Welt, aber auch in komplexen sozialen Systemen besteht ein *„immense[r] Horizont weiterer Möglichkeiten“* (Luhmann 2018, S. 110). Nach Luhmann werden drei Dimensionen des Sinns unterschieden.

Diese Sinndimensionen sind die Sachdimension, die Zeitdimension sowie die Sozialdimension (Luhmann 1987, S. 112–120).

Die Sache legt das Problem fest, nach welchem die Operation des Systems beobachtet wird. Wird wissenschaftlich beobachtet, entspricht das den Fragestellungen der Untersuchung. Die Zeitdimension legt nicht nur den Zeitraum der Beobachtung fest. Während die Zeit fortschreitet, wird laufend neuer Sinn erzeugt und damit werden Systeme verändert. Bereits im Moment der Beobachtung wird somit Vergangenheit erzeugt (Luhmann 2018, S. 57). Systeme erzeugen fortlaufend ihre Geschichte, indem sie sich weiterentwickeln. Gleichzeitig wird die Zukunft dazu genutzt, die Gegenwart zu verändern. Als Beispiel werden hier die Klimaschutzziele genannt, welche die Europäische Union in Anlehnung an das Pariser Klima-Abkommen erreichen möchte. Beobachtet wurde die Vergangenheit um aus der Gegenwart Ziele der Zukunft zu kommunizieren.

Die vorliegende Arbeit beobachtet über einen Zeitraum von fünfzig Jahren, ob und wie die Kommunikation der Gesellschaft die Sachdimension des sozialen Systems der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik verändert hat. Aus den Konklusionen dieser Beobachtungen von *früher*[52] werden Empfehlungen ausgesprochen, die *später* dem System einen veränderten Sinn geben könnten, falls entsprechende Operationen erfolgen. Dabei beschränken sich die Beobachtungen vorwiegend auf die Sachdimension der *Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik*. Da die vergangene Kommunikation sozialer Systeme betrachtet wird, findet die Beobachtung von außen als Fremdbeobachtung statt. Dieses Außen legt das Soziale der Beobachtung fest.

Beobachtung kann unter verschiedenen Ordnungen stattfinden. Luhmann bezeichnet das Beobachten einer Operation als *Beobachtung erster Ordnung*. Dabei kann auch eine Beobachtung beobachtet werden, die dann als Operation verstanden wird (Luhmann 2018,

[51] Wie bereits eingeführt, ist die Unterscheidung zu konkurrierenden Systemen für die Etablierung neuer wissenschaftliche Disziplinen zwingend notwendig.

[52] Früher beinhaltet auch die Gegenwart, die sofort zum Früher wird.

S. 77). Jede Beobachtung beginnt nach Luhmann mit der Bezeichnung der Unterscheidung, also der Frage nach dem *Was*. *„Das Beobachten ist der operative Vollzug einer Unterscheidung durch Bezeichnung der einen (und nicht der anderen) Seite“* (Luhmann 2018, S. 84). Bei der Beobachtung erster Ordnung entsteht ein blinder Fleck, da der Beobachter nur sieht, was er sehen kann (a.a.O., S.86).

Als *Beobachtung zweiter Ordnung* bezeichnet Luhmann die Beobachtung der Beobachtung. Diese Beobachtungen schließen an die Beobachtung erster Ordnung an (ebd.). Vor der hauptsächlichen Frage nach dem „*Wie wird beobachtet?“* stehen die Fragen nach dem *Wer beobachtet* sowie mit „*Welcher Unterscheidung wird beobachtet* „(a.a.O., S.99). Über die Beantwortung dieser Fragen wird es ermöglicht, Licht in den blinden Fleck zu bringen.

Bei einer Beobachtung dritter Ordnung wird wiederum die Beobachtung zweiter Ordnung beobachtet. Diese Beobachtungen lassen sich unter denselben Fragen wie in zweiter Ordnung durchführen. Sie gleicht in ihrem Beobachten der zweiten Ordnung

Systemveränderungen werden von außen in zweiter oder dritter Ordnung beobachtet. Bei einer solchen Beobachtung höherer Ordnung ist zu beachten, dass die Einheit des Systems nicht direkt beobachtet, sondern nur erschlossen werden kann. *„Kein System kann ein anderes analytisch dekomponieren*“ (Luhmann 1987: 61). Die Ergebnisse von Beobachtungen sind immer Konstruktionen des Beobachters.

Wie Beobachtungen erster Ordnung weisen auch Selbstbeobachtungen einen blinden Fleck auf. In diesem Fall tritt er auf, weil der Beobachter Teil des Systems ist (Berghaus 2011, S. 47–48). Blinde Flecken können allenfalls in der Beobachtung zweiter Ordnung beleuchtet werden. Auch dort ist es nicht möglich zu unterscheiden, ob etwas wahr oder unwahr ist. Erkenntnisse aus Beobachtungen sind Konstruktionen, die dekonstruiert oder zu einer Gesamtkonstruktion der Welt zusammengesetzt werden können (Luhmann 2018, S. 102).

In der nachfolgenden Abbildung 2-3 wird der Beobachtungsvorgang der vorliegenden Arbeit dargestellt. Das soziale System Sozialwissenschaften[53] beobachtet durch die Verfasserin in zweiter Ordnung Beobachtungen der Gesellschaft sowie der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik. Beobachtet wird die Beobachtung der Massenmedien von der gesellschaftlichen Kommunikation zum Thema *Verantwortung zu den ökologischen Folgen von Technik*. Zudem wird das Wissenschaftssystem Elektrotechnik daraufhin beobachtet, wie eine diesbezügliche gesellschaftliche Kommunikation dort Anschluss findet.

Der Gegenstandbereich, Sinn, der Ingenieurwissenschaften ist die Erzeugung von Technikwissen. Die Ingenieurwissenschaften kommunizieren über Technikwissen und beobachten nach Technikwissen. Dementsprechend beobachten sie die Gesellschaft nach Themen von zukünftigem Technikwissen (vgl. Abschnitt 2.4). Schaut man mit einem mehrperspektivischen Ansatz auf Technik, würden durch diesen Sinn Themen zur Verantwortung nicht ausgeschlossen werden.

Nutzen die Ingenieurwissenschaften diese Beobachtungen zur Selbstreflexion, nämlich unter der Fragestellung, wie haben wir beobachtet und haben wir daraus die richtigen Schlüsse gezogen, ist das eine Beobachtung zweiter Ordnung. Falls die Sozialwissenschaft die Ingenieurwissenschaft bei ihren Beobachtungen mit derselben Fragestellung beobachten, kann auch sie Schlüsse daraus ziehen und ins fremde System

[53] Hier könnte ebenso Erziehungswissenschaften oder Ingenieurwissenschaften stehen. Im Fall der vorliegenden Arbeit ist die Beobachtersituation aufgrund des weit gefassten Erkenntnisinteresse nicht klar zu definieren.

zurückspiegeln. Beobachter in dritter Ordnung können beobachten, wie Schlüsse gezogen wurden und ob diese logisch sind.

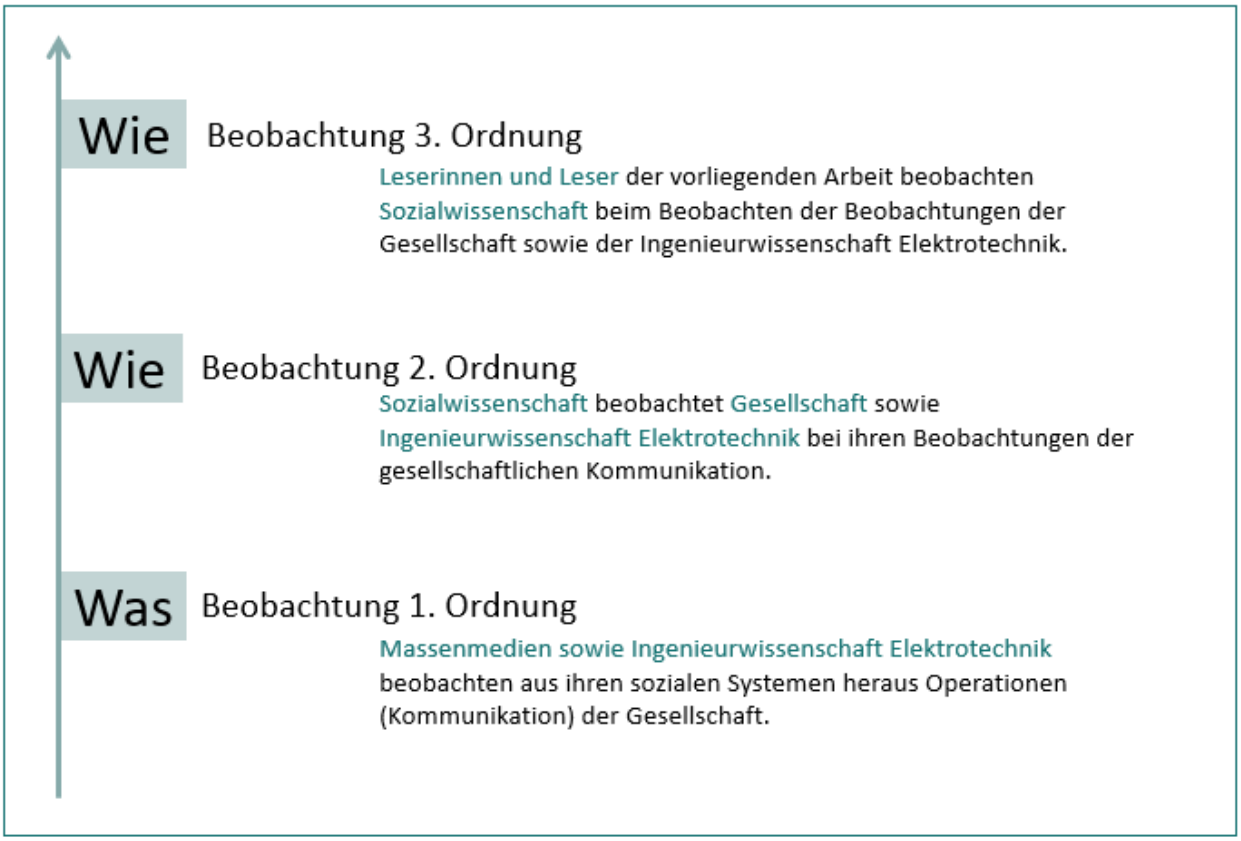


Abbildung 2.3: Die drei Ordnungen der Beobachtung nach Luhmann.
Eigene Darstellung angelehnt an (Berghaus 2011, S. 49). Dargestellt werden die Ordnungen der Beobachtungen für die vorliegende Untersuchung. Die dritte Ordnung gilt für den Fall, dass die Arbeit gelesen wird, also Kommunikation Anschluss findet.

2.5. Kommunikation

Kommunikation setzt eine Mehrheit, mindestens aber zwei [54], psychische Systeme voraus, deren Bewusstseinsprozesse korrespondieren (Luhmann 2018, S. 23).
Entgegen dem eingebürgerten Verständnis von Kommunikation als Senden und Empfangen unterscheidet Luhmann zunächst zwei Handlungsrollen, die von einzelnen oder mehreren Akteuren eingenommen werden. Dabei bezeichnet er Akteure als *„Alter“,* wenn sie mitteilen oder senden und als *„Ego“,* wenn sie empfangen [55] (Berghaus 2011, S. 76). Beiden Akteuren werden drei Aktionen zugesprochen, in denen Information, Mitteilung und Verstehen selektiert werden. In diesen Selektionen wird das Gegenüber mitgedacht. Kommunikation erfordert aber kein direktes Gegenüber, mit dem in gesprochener Sprache kommuniziert wird. Sie kann über verschiedene Medien wie Bücher, Websites, Fernsehen usw. stattfinden. Eine derartige Kommunikation wird anhand des Verfassens, Veröffentlichens und Lesens der vorliegenden Arbeit durchgespielt. Die Verfasserin dieser Arbeit hat das Ziel, die Ergebnisse ihrer Forschungsarbeit zu kommunizieren. Dabei muss zunächst

[54] Dadurch wird die kleinste Einheit eines sozialen Systems dargestellt.
[55] Das Verwenden von *Alter Ego* verweist auf die Doppelrolle, die ein Akteur in einer sinnhaften Kommunikation einnimmt. Alter Ego wird in verschiedenen Wissenschaften unterschiedlich verstanden, steht aber vor allem in der Psychologie mit der Identität eines anderen Ichs in Verbindung. Unter Luhmanns Verständnis berücksichtigt Alter Ego - perspektiven und umgekehrt. (Luhmann 1987, S. 119).

die Form der Kommunikation gewählt werden. Unabhängig davon, ob sie mündlich oder schriftlich ist, sind ihr die Empfänger unbekannt. Die Selektion der Informationen, die weitergegeben werden sollen, unterliegt den drei Sinndimensionen (Luhmann 1987, S. 112–120). Es wird also bereits beim Schreiben, das heißt nach dem Entschluss zur Kommunikation, eine soziale Situation geschaffen, die die Adressaten und deren Anschlussentscheidungen miteinschließt.[56] Dabei sind Entscheidungen zu treffen, welche der Informationen mitgeteilt werden, um den Empfängern (*Ego*), also den Leserinnen und Lesern, ein Verstehen zu ermöglichen. Es ist also eine Selektion der Zielgruppe zu treffen.
Auf der Seite des Egos findet ebenfalls eine Selektion statt, die durch das Verstehen des Textes als Mitteilung gegeben wird. Ego muss demnach zunächst akzeptieren, Adressat zu sein. Diese Selektion ist ebenfalls eine Voraussetzung für das Zustandekommen einer Kommunikation. Das Verstehen kommt einer Zustandsänderung des Empfängers gleich, beinhaltet aber nicht zwangsläufig, dass die Kommunikation angenommen wird (a.a.O., S.203). Die Annahme oder Ablehnung der Kommunikation ist ein Teil von ihr. Die Selektionen führen zu Sinnreduktionen und schränken die Kommunikation ein. Kommunikation *„spezifiziert sich selbst in der Beschränkung durch das, was jeweils bewußtseinsmöglich ist“ (Luhmann 2018, S. 565)*.
Die Annahme der Kommunikation durch Ego muss also nicht zwangsläufig zu einem Anschluss führen. Das Verstehen der Mitteilungen hängt vor allem davon ab, ob Worte unter demselben Sinn verstanden werden (können). Gerade in den Wissenschaften erschwert die Fachsprache, als Ausdruck der operativen Geschlossenheit von Systemen, eine interdisziplinäre Kommunikation. Gelingt Kommunikation, bestimmt ihr Sinn, unter welchem System die Kommunikation geführt wird. Als Beispiel sei ein Austausch zwischen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen der Elektrotechnik und dem Maschinenbau genannt. Diese können über allgemeine Themen der Technik innerhalb des Systems der Ingenieurwissenschaften kommunizieren. Sie könnten aber auch in ihren Systemen einer gemeinsamen Fragestellung folgen und sich darüber austauschen. Über diese Kommunikation würde ein neues soziales System produziert. Eine fachspezifische Kommunikation über die Grenzen hinweg wäre ohne eine ausführliche Einführung eher nicht möglich. Die Wahrscheinlichkeit einer sinnhaften Kommunikation zwischen Systemen nimmt ab, je weiter deren Sinn auseinanderliegt. Es sei denn, es würde eine allgemeinverständliche Sprache verwendet. Dabei verliert die Kommunikation aber ihre Komplexität. Sie wäre dann eher dem gesamtwissenschaftlichen oder gesellschaftlichen System zuzuordnen, wie oben bereits erwähnt. Um es noch einmal mit den Worten von Fleck zu sagen: Die Sprache ist Ausdruck des Denkstils des Denkkollektivs. Als sprachlicher Ausdruck können auch Zahlen und Grafiken verstanden werden, wie es in den Ingenieurwissenschaften verbreitet ist. Diese komprimieren Informationen, die durch Interpretation wieder ihren sprachlichen Ausdruck finden. Vor allem bei der Erstellung solcher Ausdrucksmittel müssen die Empfänger mitgedacht werden.

Sinnhafte Kommunikation macht es möglich das System zu neuen Eigenschaften zu führen. Das gelingt dann, wenn über das Bewusstsein der Elemente neue Erkenntnis in das System dringt. Eine Systemveränderung ist im Zusammenspiel seiner Elemente möglich

[56] Luhmanns Theorie sozialer Systeme wird selten in der feministischen Forschung verwendet, die auch sich dem Frauenanteil in den Ingenieurwissenschaften zuwendet. Dieser ist in Deutschland noch immer extrem niedrig. Das scheint aber wenig verwunderlich zu sein, wenn Frauen selten als Adressaten der Kommunikation mitgedacht werden. Wenn sich Frauen über die Mitteilungen nicht angesprochen fühlen, ändert daran auch eine gendersensible Sprache nichts.

und damit *„sind psychische Systeme an allen wissenschaftlichen Operationen beteiligt."* (Luhmann 2018, S. 565) Im Zusammenhang mit dem Thema der vorliegenden Arbeit ist diese Erkenntnis wesentlich. Sie führt den Fokus wieder mehr auf (die) Person(en), deren Bewusstsein dann Gewicht bekommt, wenn Kommunikation gelingt und dadurch eine Systemveränderung bewirkt wird. Für Veränderungen im Sinne von Fortschritt auf fachlicher Ebene kann das dann gelingen, wenn das Fortschreiten evolutionär ist, also auf anerkanntem Wissen aufbaut und am übergeordneten Paradigma festhält. Eine große Veränderung der Paradigmata kann dazu führen, dass sich das soziale System auflöst und in anderen Systemen assembliert wird.
Als Beispiel sei hier die Wirtschaftsingenieurwissenschaft genannt. Diese Schnittstellenwissenschaft übernimmt Aufgaben der Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften. Einerseits wurde dieses soziale System aufgrund der wachsenden Komplexität des technischen und wirtschaftlichen Wissens notwendig. Andererseits machte die zunehmende Ausdifferenzierung der Rollen von Personen in Wirtschaftsunternehmen eine neue Wissenschaft notwendig, welche entsprechendes Wissen zusammenführt, weiterentwickelt und darüber kommuniziert. Das Paradigma des Wirtschaftsingenieurwesens unterscheidet sich von dem der Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften. Und das, obwohl sich ihr Wissenssystem auf diese beiden Systeme stützt. Die Wahrscheinlichkeit einer gelingenden Kommunikation mit den beiden ursprünglichen Systemen kann aber durch die ursprüngliche Nähe als hoch angenommen werden.
Wenn es aber für den Systemerhalt notwendig wird, den Denkstil einer Wissenschaft grundlegend zu ändern, könnte das zu wissenschaftlichen Revolutionen im Sinne Kuhns führen (Kuhn 2014). Voraussetzung dafür ist, dass das System seine Funktion und Bezeichnung beibehält und von den anderen Systemen weiterhin deutlich zu unterscheiden ist.

Wie aber kann eine Kommunikation innerhalb und außerhalb sozialer Systeme überhaupt gelingen? Wie eingangs erwähnt sind korrespondierende Bewusstseinsprozesse dafür voraussetzend. Soziale Systeme erhalten ihren Umweltkontakt über das Bewusstsein psychischer Systeme. *„Bewußtsein ist […] diejenige Umweltdimension, die unentbehrlich ist, um der Kommunikation Anregungen zu vermitteln"* (Luhmann 2018, S. 566). Nach Luhmann beobachtet das Bewusstsein nur schmale Ausschnitte der Realität. Diese Beobachtungen können dann an das System weitergegeben werden. Luhmann bezeichnet den Einfluss des Bewusstseins auf die Kommunikation als Kopplung. Diese Kopplung sei temporär und an ein Ereignis gebunden. Das Bewusstsein selbst könne aber nicht zur Veränderung der Systemstrukturen beitragen (a.a.O., S.565-569). Für das System seien die Bewusstseinsereignisse zufällig und die Kommunikation müsse sie *„annehmen und auswerten können"* (a.a.O., S. 568).

Für Systemänderungen sei es nach Luhmann notwendig, dass sich diese Zufälle häuften. Das ist durch einen *„Beschleunigungsfaktor"* möglich, den Luhmann als *„Interpenetration"* der Systeme bezeichnet (a.a.O., S. 568). Darunter ist nach Luhmann die Beziehung der Systeme zu verstehen, die sich gegenseitig Umwelt sind. Interpenetration ist nur dann möglich, wenn die Systeme es sich gegenseitig ermöglichen, *„daß sie in das jeweils ihre vorkonstruierte Eigenkomplexität einbringen. [Dabei …] wirkt das aufnehmende System auch auf die Strukturbildung der penetrierenden Systeme zurück; es greift also doppelt, von außen und von innen, auf dieses ein" (Luhmann 1987, S. 290)*. Die Eigenkomplexität der Systeme versorgt das jeweils andere System mit Unordnung. Dadurch kann eine Reproduktion des Systems über eine Neuordnung *„geregelte[r] und freie[r] Komplexität „*

entstehen (Luhmann 2018, S. 568). Somit können psychische Systeme, die ja immer verschiedenen sozialen Systemen angehören, über die Kopplung ihrer Bewusstseinsprozesse das soziale System, welchem sie im Zeitpunkt der Kommunikation angehören, mit hinreichender Unordnung versorgen.

Im Hinblick auf die Untersuchung der vorliegenden Arbeit wäre es demnach möglich, dass eine bestimmte Kommunikation in den Massenmedien durch psychische Systeme beobachtet wird. Über Interpenetration könnten diese Beobachtungen dann zu strukturellen Veränderungen eines sozialen Systems führen, wenn eine entsprechende Kommunikation dort Anschluss findet. Unter dieser Annahme wird hier der Frage nachgegangen, ob die gesellschaftliche Kommunikation zum Thema *Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik* zu einer hinreichenden Unordnung und Neustrukturierung des sozialen Systems der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik geführt hat.

2.6. Ausgewählte Funktionssysteme

2.6.1. Das Funktionssystem Massenmedien

Ein wesentliches Funktionssystem der Gesellschaft und ihrer sozialen Systeme sind die Massenmedien. Um als Massenmedium bezeichnet zu werden, muss die Bedingung erfüllt sein, dass keine Interaktion zwischen Sender und Empfänger stattfindet. Zu den Massenmedien zählt Luhmann Bücher, Zeitschriften und Magazine sowie Rundfunk und Fernsehen[57]. Die technischen Entwicklungen im Bereich der Kommunikationsmedien erleichtern heute den Zugang zu den Massenmedien. Daraus entwickelt sich eine Vielfalt, welche die Komplexität bei der Auswahl des Massenmediums erhöht.

Die Massenmedien ermöglichen es der Gesellschaft, sich selbst und ihre sozialen Systeme zu beobachten. So eröffnen beispielsweise Bücher, Zeitschriften oder Veröffentlichungen im Internet die Möglichkeit, Einblicke in die Wissenschaften zu bekommen. Diese Beobachtungen ermöglichen es der Gesellschaft auch, ihre sozialen Systeme zu kontrollieren. Die Massenmedien haben also zusammen mit der Soziologie die Funktion, die Gesellschaft zu beobachten und zu rekonstruieren. Als Teil der Gesellschaft beobachten und beschreiben sie die soziale Kommunikation von innen heraus. Über ein *„interaktionsfreies soziales Handeln“* (Luhmann 1987: 580) ermöglichen Massenmedien der Gesellschaft Selbstreferenzialität. Sie vermitteln dem Bewusstsein der Menschen die *„nötige Gesellschafts- und Weltkenntnis“* (a.a.O.: 190). Auch in der Kommunikation über Massenmedien niemals Interaktion zwischen Alter und Ego stattfinden kann, folgt sie den Regeln der Kommunikation. Massenmedien selektieren Informationen nach dem Sinn ihres Systems. Unter diesem wählen sie frei Informationen aus, die sie in Berichten oder Nachrichten weitergeben. Die Empfänger sind aber ebenso frei in der Auswahl ebensolcher Mitteilungen. Von diesen beiden Selektionen hängt es ab, ob eine Kommunikation zustande kommt (Berghaus 2011, S. 191–192). Dadurch produzieren Massenmedien Meinungsvielfalt, die wiederum durch Verlage, Redaktionen usw. selektiert wurden.

Dabei darf nicht vergessen werden, dass auch die Massenmedien marktwirtschaftlichen Bedingungen unterworfen sind. Sie sind darauf angewiesen, dass ihre Kommunikation anschlussfähig ist. Anschlussfähigkeit kann durch den Absatz ihrer Angebote nachgewiesen werden. Deshalb wählen Massenmedien, entsprechend ihres Sinns, die Themen ihrer

[57] Hier sind die elektronischen Ausgaben dieser Medien einbezogen. Internetformate wie Blogs und Foren schließt Luhmann dagegen aus, da sie Interaktion erlauben.

Kommunikation nach verschiedenen Selektoren aus. Die bevorzugten Selektoren der Massenmedien sind Aktualität, Konfliktsituationen, quantitative Daten, lokaler Bezug, Abweichung von Normen und Werten sowie die Meinungen und Handlungen einzelner Personen. Abhängig von der Seriosität des Massenmediums kann Anschlussfähigkeit auch mittels Manipulation erreicht werden (Luhmann 2017b, S. 96–97). Auch wenn man davon ausgeht, dass die Inhalte von Meldungen wahr sind, so besteht allein durch die Selektion Manipulationsverdacht, da eine *„gemeldete Information […] immer auch auf das nicht Mitgeteilte" (Berghaus 2011, S. 208)* verweist.

Die Massenmedien wurden deshalb eingeführt, weil im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf historische Dokumente eines Nachrichtenmagazins sowie des Fernsehens zurückgegriffen wurde. Über diese wurde die gesellschaftliche Kommunikation zum Thema *Verantwortung der ökologischen Folgen von Technik* rekonstruiert.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Massenmedien durch neue Technologien Konkurrenz bekommen haben. Durch die Möglichkeiten des Internets und der sozialen Medien hat sich das *„kommunikative Umfeld"* (Raupp 2022, S. 17) der Gesellschaft verändert und individualisiert. Diesen Faktor konnte Luhmann nicht mehr aufgreifen. Die Kommunikationswissenschaftlerin Juliana Raupp weist darauf hin, dass die Gesellschaft heute nicht mehr nur von der in den Massenmedien dargestellten Realität abhängig ist. Einzelne Nutzerinnen und Nutzer der neuen Technologien beteiligen sich aktiv an der Diskussion gesellschaftlicher Themen und *„ko-konstruieren somit deren Wahrnehmung und Bewertung"* (ebd.). [58] Die Massenmedien erkennen nach Raupp diese Veränderungen und werden Teil dieser veränderten Kommunikation. Die Öffnung der gesellschaftlichen Kommunikation in die Gesellschaft selbst lässt sich nun keinem definierten sozialen System mehr zuschreiben. Aus diesem Grund sind Kompetenzen in der Beurteilung von Informationen auf ihre Glaubwürdigkeit eine Basis der Demokratie. Ebenso ein „*Schlüsselfaktor[…]"* (ebd.) im Umgang mit Krisen, wie es Raupp darlegt.

2.6.2. Das Funktionssystem Wissenschaft und die Ingenieurwissenschaften

Wie es in diesem Kapitel mehrfach betont wurde, erfordert die Komplexität der Gesellschaft die Abgrenzung sozialer Teilsysteme. Komplexität besteht dann, *wenn „nicht mehr jedes Element jederzeit mit jedem anderen verknüpft werden kann"* (Luhmann 1987: 46). Ein gemeinsames Verstehen aller Informationen wäre dadurch verhindert. Als Reaktion auf diese Komplexität entstehen neue, untergeordnete soziale Systeme, denen unterschiedliche Funktionen zugewiesen werden und die operativ geschlossen sind.

So hat das Wissenschaftssystem die Funktion, Wissen zum Verständnis der Welt zu gewinnen. In ihren Operationen unterscheiden sich Wissenschaften nicht von anderen sozialen Systemen. Sie kommunizieren, indem sie beschreiben, was sie beobachtet haben. [59] Für die Erzeugung neuen Wissens, welches nicht in den Studierstuben einzelner Personen verbleibt, kommt nur die Wissenschaft in Frage (vgl. Luhmann 2018, S. 75). Wissen ist nicht von der Person abhängig, sondern davon, ob seine Beschreibung in der Wissenschaft Anschluss findet, um als solche anerkannt zu werden. Dies eröffnet z.B. der

[58] Dies zeigt sich zum Zeitpunkt der Niederschrift dieser Arbeit vor allem in den Themen zur Covid-19-Pandemie, zur Energiekrise, welche durch den Ukraine-Krieg ausgelöst wurde, sowie zur Klimakrise.

[59] Luhmann bezieht sich beim Beschreiben auf Texte. Zu den Aufgaben der Wissenschaft gehört es nach Fleck auch, den Denkstil einer Wissenschaft weiterzugeben, wie es in Abschnitt 2.1 bereits erwähnt wird. Deshalb können wissenschaftliche Dokumente heute durchaus auch Tonaufnahmen oder filmischer Art sein.

Verfasserin der vorliegenden Arbeit als Ingenieurwissenschaftlerin die Möglichkeit, Wissen zu generieren, das den Sozialwissenschaften zuzuordnen ist. Voraussetzung dafür ist, dass die als Text veröffentlichte Kommunikation dort einen Anschluss findet. In den modernen Wissenschaften ist Anschluss vor allem davon abhängig, ob die Beschreibungen den Paradigmata der Wissenschaft entsprechen. Im Idealfall sind diese in einer Wissenschaftstheorie beschrieben, in welcher das soziale System ihre Methoden und Ziele darlegt. [60]

Was beobachtet wird, findet Akzeptanz, wenn die Ergebnisse wiederholt beobachtet werden können. Wiederholungen sind bei Beobachtungen der unbelebten Natur oder technischen Experimenten möglich, wenn die Elemente bzw. Systeme unverändert weitergegeben oder nachgebaut werden können. Dabei müssen sowohl der Versuchsaufbau, als auch die Randbedingungen so beschrieben sein, dass diese Versuche rekonstruiert werden können und dabei zu gleichen Ergebnissen führen. Sind die untersuchten Objekte allerdings autopoietische und selbstreferentielle Systeme, kann ein Versuch unter Umständen nie gleich durchgeführt werden, da die Systeme niemals deckungsgleich sind. Deshalb kann nur die Durchführung des Experiments, also die Operation des Beobachtens und Beschreibens gleich durchgeführt werden (a.a.O., S.107). In der Soziologie findet die *„soziale Rekonstruktion der Realität" […] im Beobachten von Beobachtungen"* (a.a.O., S.110) und damit als Beobachtung zweiter Ordnung. Dabei werden Kommunikationen von Beobachtungen erster Ordnung beobachtet. Die Ergebnisse sind nach Luhmann in ihrer Wahrheit nicht höher einzustufen. Aber die Rekursivität der Beobachtung schafft einen Vorteil, da man andere Unterscheidungen treffen kann als der Beobachter erster Ordnung. Man schaut mit einer anderen Perspektive auf einen Sachverhalt der Welt (a.a.O., S.111). Rekursives Beobachten ermöglicht ein *„zeitversetztes Beobachten"* (ebd.) indem der Beobachter seine eigene Sozialdimension miteinbringt.

Neben der Aufgabe, die Welt zu beobachten und zu beschreiben, hat das Wissenschaftssystem die Funktion, das von der Gesellschaft genutzte Wissen zu überwachen (Luhmann 2018, S. 615).

Die dynamische Entwicklung der Wissenschaften sowie der technische Fortschritt führen bis heute zu einer weiteren Ausdifferenzierung von Wissenschaft. Es entstehen neue wissenschaftliche Disziplinen, die zwar eine gemeinsame Entstehungsgeschichte haben, aber so spezialisiert sind, dass sie nicht mehr ohne weiteres miteinander kommunizieren können. Ein Beispiel wurde bereits in Abschnitt 2.5 mit den Wirtschaftsingenieurwissenschaften kurz beschrieben.

In der heutigen Zeit scheint jedoch die Bildung neuer sozialer Systeme in den Wissenschaften überhand zu nehmen. Die Vielfalt der wissenschaftlichen Disziplinen spiegelt sich in der Anzahl der unterschiedlichen Studiengänge wider, in denen die Profile der Hochschulen sichtbar werden. Der Sozialhistoriker Jürgen Kocka stellt sich daher die Frage, ob man nicht eher von einer zunehmenden Disziplinarität sprechen kann, also von Systemen, die nur neue Schwerpunkte in die zugrundeliegenden Disziplinen setzen (Kocka 1991). Wird zur Beantwortung dieser Frage Kuhn und Fleck herangezogen, könnte Kocka darin zugestimmt werden. In ihrem Sinn ginge man von Disziplinarität aus, wenn das Denkkollektiv eine *„gleichartige Ausbildung und berufliche Initiation" (Kuhn 2014, S. 188)* erhalten

[60] Ludwik Fleck hat dies für die Medizin und Thomas Kuhn für die Physik initiiert. Für die technischen Wissenschaften hat Günter Ropohl, ebenfalls mit Hilfe der Systemtheorie, eine der ersten umfassenden Beschreibungen geliefert.

würde. Nach Luhmann müsste man allerdings von neuen sozialen Systemen und damit Disziplinen ausgehen. Dies ließe sich allein dadurch begründen, dass sie eine neue Form haben und sich dadurch bezeichnen sowie unterscheiden lassen. Am Fallbeispiel der Elektrotechnik wird sich aber später zeigen lassen, dass Ausdifferenzierungen nicht so eindeutig sind und auch wieder zurückgenommen werden. Ob es sich bei neuen Disziplinen tatsächlich um weitere Systeme handelt, kann nur beobachtet werden. Wenn die Systemunterschiede gering sind, sodass die Form der Systeme in weiten Teilen abgedeckt werden kann, kann man von demselben sozialen System ausgehen. Dies ließe sich beispielsweise in einer Ausbildung zeigen, die sich in großen Teilen deckt und deshalb eine systeminterne Kommunikation möglich machen würde. Durch gemeinsame Grenzen wäre dann die Selbst- und Fremdbeobachtung erschwert, die für die Reproduktion des Systems notwendig wäre. Stabile wissenschaftliche Disziplinen zeichnen sich dagegen durch den *spezifischen Charakter* ihrer Operationen aus, die sich deutlich von anderen sozialen Systemen unterscheiden lassen und deshalb zu beobachten sind.

Ein wissenschaftliches System, das sich seit seiner Akademisierung von den anderen wissenschaftlichen Systemen unterscheiden lässt, ist die Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik. Nach der Denkweise Luhmanns gehört es zum Basismerkmal operativ geschlossener Systeme, dass sie sich selbst produzieren. In den Abschnitten 1.2 sowie 1.3 ist die Entstehungsgeschichte der Ingenieurwissenschaften und ihrer Disziplin Elektrotechnik beschrieben. Für die Elektrotechnik lässt sich zusammenfassen, dass verschiedene Beobachtungen elektrischer Phänomene in der Physik ihre Anwendung in der Technik gefunden haben. Mit zunehmender Komplexität und Nutzung der Elektrizität entstand ein eigenständiges soziales System, das seine eigenen Beobachtungen in Richtung Elektrotechnik machte und beschrieb.

Diese ingenieurwissenschaftlichen Beobachtungen beschränken sich nicht auf die Phänomene der Elektrizität, sondern blicken auf bereits bestehende Technik und deren Problemstellungen. Dabei wird indirekt, über die Medien verschiedener Wissenschaften, beobachtet. Medien der Wissenschaften sind in der Regel Publikationen, Fachbücher aber auch gesprochene Sprache, wie beispielsweise auf Konferenzen. Wissenschaft ist also angewiesen auf interne und externe Kommunikation. Ohne diese gäbe es keinen Fortschritt. Neben den Wissenschaften werden durch die Ingenieurwissenschaften vor allem das Wirtschaftssystem sowie die Gesellschaft beobachtet. Hierbei liegt der Fokus auf allgemeinen menschlichen Bedürfnissen, die als Aufgabenstellungen betrachtet werden.

In dieser abstrakten, auf Kommunikation reduzierten Darstellung von Wissenschaft geht der Mensch nicht verloren. Luhmann weist darauf hin, dass keine dieser Beobachtungen und Mitteilungen ohne Bewusstsein stattfinden kann und dieses an den Menschen gebunden ist (Luhmann 2018, S. 565). Im Falle der Elektrotechnik beobachten Personen in ihrer Rolle als Ingenieurinnen und Ingenieure die Medien. Problemerkennung ist also an Personen gebunden, ebenso die Problemlösung.

Probleme werden nicht im Funktionssystem gelöst, sondern in den zugehörigen Organisationssystemen, wozu beispielsweise Universitäten und Hochschulen sowie Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in Instituten und Unternehmen zählen. In der Problemlösung halten sich die Personen an die Methoden ihrer Wissenschaften. Es können daraus technische Artefakte und Technologien entstehen. Diese gelten aber nur als wissenschaftliche Ergebnisse, wenn diese beschrieben und die Informationen als Mitteilungen vom Denkkollektiv angenommen werden. Wissenschaften, auch die Ingenieurwissenschaften, sind

nach diesem Verständnis nichts anderes als Beobachtung und Kommunikation unter einem vorgegebenen Sinn, der sich über die Zeit verändert. Die zugrundeliegenden Paradigmata werden entsprechend der Informationen aus den Mitteilungen aktualisiert. Dabei ändert sich der grundlegende Denkstil einer Wissenschaft aber nicht zwangsläufig.

In Abbildung 2-3 ist das eben Beschriebene für die Ingenieurwissenschaften dargestellt. Die Ingenieurwissenschaften sind in dieser Darstellung nicht von der Gesellschaft mit den relevanten Funktionssystemen umgeben, sondern von deren Kommunikation in den Massenmedien. Dazu gehören auch die in der Wissenschaft üblichen Veröffentlichungen in Büchern, Zeitschriften usw. Die Kommunikation in den Massenmedien ist dadurch gekennzeichnet, dass sie ausschließlich in eine Richtung geht.

In dieser Abbildung wurden die Beobachtungen des Bewusstseins eingefügt, das für die strukturelle Kopplung der Funktionssysteme an ihre Organisationssysteme verantwortlich ist. Hierbei nimmt das Bewusstsein Informationen auf und gibt diese als Mitteilungen in die Organisationssysteme weiter. Dort werden diese in Interaktion umgesetzt, welche zur Anschlusskommunikation führen kann. Die Grafik zeigt exemplarisch drei der für die Entwicklung der Ingenieurwissenschaften relevanten Organisationssysteme. Dargestellt sind die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen (F&E) verschiedener Einrichtungen.

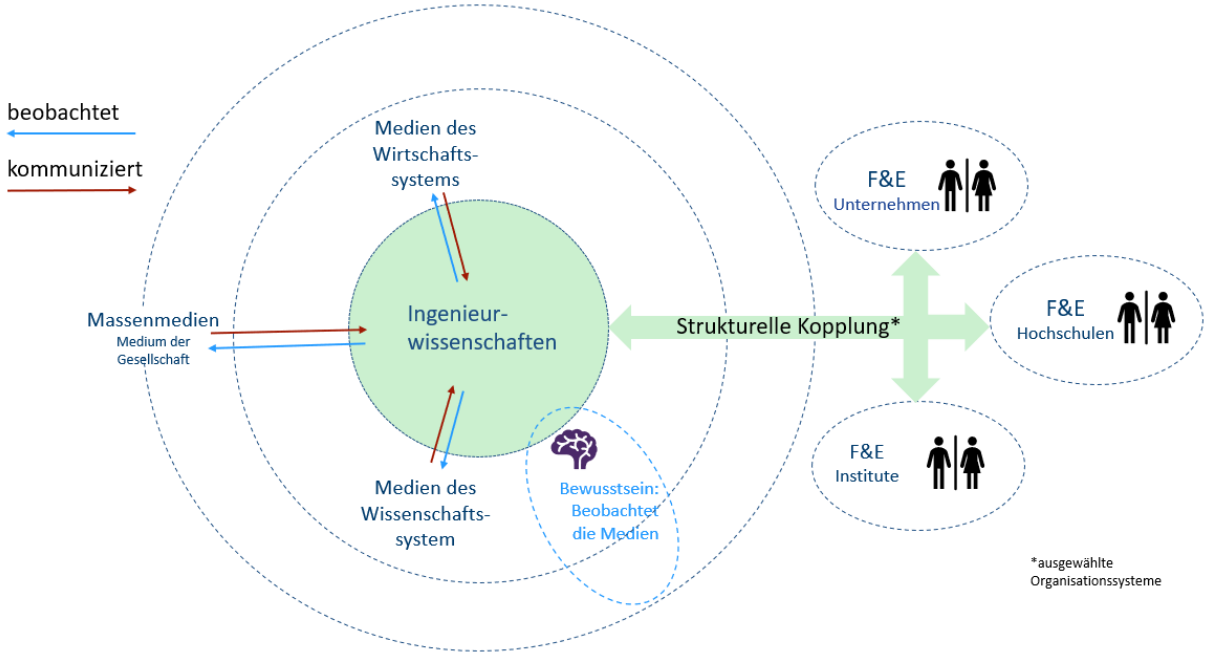


Abbildung 2-4: Beobachtung und strukturelle Kopplung des Funktionssystems Ingenieurwissenschaft.

Die Ingenieurwissenschaften sind, wie hier dargestellt, strukturell an die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen ihrer Organisationssysteme sowie an deren Ausbildungsabteilungen gekoppelt. Eigene Darstellung.

Die beiden Figuren stehen dabei für deren Mitglieder, welche über ihr Bewusstsein die Systeme beobachten.

Die Tatsache, dass auch die Ingenieurwissenschaften ausschließlich über Kommunikation operieren, steht ihrem allgemeinen Verständnis gegenüber. In diesem gilt die »technische Handlung« als die wesentliche Operation der Ingenieurwissenschaften. Günter Ropohl versteht unter technischem Handeln *„die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen; und […] die Menge menschlicher Handlungen in denen Sachsysteme verwendet werden“* (Rophol 2016, S. 84–85). Mit seiner

„charakteristischen Verschränkung von Herstellung und Verwendung [ist technisches Handeln] intermediäres Handeln“ (a.a.O., S. 91).

Jede Form von technischer Handlung, über den gesamten Lebenszyklus technischer Sachsysteme hinweg, erfordert methodisches Vorgehen.[61] In der griechischen Frühzeit wird eine solche Vorgehensweise als *techné* bezeichnet. Daraus leitet sich der Begriff *Technik* ab (Rammert 1993, S. 12). Technik steht somit für methodisches Handeln zum Erreichen eines Zieles. Dieses methodische Handeln wird als *„einheitsstiftendes Kriterium“* (Huning 1987, S. 75) der verschiedenen ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen erkannt. [62] *Handeln* steht dabei dem *Machen* entgegen. Der Technikphilosoph Alois Huning beschreibt die ingenieurwissenschaftliche Arbeit als das *„denkend geleistete Bereitstellen aller Faktoren für das Machen“* (ebd.). Folgt man Huning, sind praktische Versuche in Laboren, die zu Vorentwürfen und Modellen führen, *„Krücken“* (a.a.O., S. 76) zur Verbesserung der geistigen Vorleistung. Technische Systeme, die nur durch *„Basteln“* (ebd.) entstanden sind, kennt er die Wissenschaftlichkeit ab. Es sei denn, sie werden geistig nachbearbeitet (ebd.).

Wie in Abschnitt 2.3 erläutert, gehört die Handlung aber nicht zu den Operationen sozialer Systeme. Handlungen lassen sich nur durch Menschen vollziehen[63] und sind durch Motive bestimmt. Motive sind nach Luhmann zum Zwecke der Kommunikation angefertigte Handlungsbeschreibungen. Diese geben den Grund der Handlung weiter und sind zugleich ein Appell an das Verständnis des sozialen Systems, dem sich die Person im Moment des Handelns zugehörig fühlt (Luhmann 2017a, S. 37–38). Die Ingenieurwissenschaften verankern somit ihren Sinn in der Kommunikation von Motiven technischen Handelns.

Die Entwicklung eines technischen Sachsystems vereint diverse Handlungsmotive und verfolgt unterschiedliche Zwecke. Der Zweck einer Handlung bestimmt gleichzeitig ihre Beendigung. Die Handlung endet, wenn der Zweck erfüllt ist. Zweck ist zugleich eine Zuordnung, welche die Handlung rechtfertigt (Schützeichel 2003, S. 89).

Als Beispiel sei hier die Entwicklung kostengünstiger, energieeffizienter Fahrzeuge genannt, die einen hohen Sicherheitsstandard gewähren und zugleich anwenderfreundlich und leicht zurückzubauen sind. In diesen Zwecken vereinen sich Anforderungen verschiedener sozialer Systeme sowie der Gesellschaft an das Funktionssystem der Ingenieurwissenschaften[64]. Innerhalb der Ingenieurwissenschaften wird dann über Lösungen reflektiert und diesbezügliche Informationen weitergegeben. Kommen diese Informationen in Organisationssystemen, wie z.B. Unternehmen, an, können sie dort aufgegriffen und angepasst werden. Da technisches Handeln arbeitsteiliges Handeln ist (Rophol 2016, S. 95), werden in Organisationssystemen Aufgaben an Interaktionssysteme verteilt, in welchen diese dann in Handlung umgesetzt werden.

---

[61] Unter dem Begriff Lebenszyklus wird hier die Erforschung von Technologien und weiter Entwicklung, Markteinführung, Produktion, Vertrieb, Verwendung sowie Entsorgung oder Aufbereitung sowie Reparatur verstanden. Jede noch so einfache technische Handlung benötigt eine Methode, die Anwender auch durch Versuch und Irrtum erreichen können. Die vorgesehene Funktion technischer Artefakte kann nur durch eine methodisch richtige Vorgehensweise gewährt werden.

[62] Neben ihrem gemeinsamen Gegenstandsbereich, der Technik.

[63] Auch dann, wenn Maschinen die eigentliche Handlung durchführen. Sie wurden dann eigens von Menschen dafür programmiert, diese Handlung durchzuführen.

[64] Neben diesen sozialen Systemen sind auch das organische System des Menschen und das natürliche Umweltsystem einbezogen.

Die Handlungsmotive der Ingenieurwissenschaften liegen vorwiegend in der Wirkungssteigerung sozialer Handlungen, die menschliche Grundbedürfnisse nach Schutz, Nahrung, Mobilität, Gesundheit, Kommunikation sowie nach körperlicher und geistiger Arbeitsentlastung befriedigen. Es gibt in der Entwicklung von Technik aber durchaus auch Handlungen, die nicht im Sinn der Wissenschaften entstehen. Dabei setzen einzelne Personen ihre Visionen[65] um, die aus eigenem Wissensdrang und Neugier entstehen. Sind diese Einzelpersonen in der Lage, Mitglieder aus Organisationssystemen zu begeistern, lassen sich derartige technische Handlungen durchsetzen. Entstehen unerwünschte Folgen, können diese nur über das Rechtsystem sanktioniert werden. Lassen sie sich aber mit dem Sinn der Wissenschaft vereinbaren, führt das wiederum über Beobachten und Kommunizieren zur Veränderung des Systems. Zusammenfassend sind die Resultate des ingenieurwissenschaftlichen Handelns Handlungsdirektiven für die Produktion, Nutzung und Entsorgung von Technik (vgl. Banse 1986; Rammert 1993; Ropohl 2009). Also Information über methodisches Handeln, welche mitgeteilt werden kann.

Werden diese Handlungsdirektiven vom Funktionssystem angenommen, führt dies zu einer beobachtbaren Veränderung des Systems und erhöht dessen Komplexität. Im Gegensatz dazu vereinfacht die Handlung die Komplexität von Kommunikation, denn das Verstehen von Kommunikation wird durch die nachfolgende Handlung erst thematisiert (Schützeichel 2003, S. 104).

Für den Systemerhalt sowie den Aufbau von Systemkomplexität ist es erforderlich, dass sich jedem Abschluss von Operationen eine neue Episode anschließt. Diese führt zu einer neuen Sequenz von Operationen (Luhmann 2018, S. 582). Falls die Ingenieurwissenschaften sich selbst keinen grundlegend anderen Sinn zusprechen oder von außen zugesprochen bekommen[66], müssen sie fortlaufend die Funktion erfüllen, neue technische Systeme oder Technologien zu entwickeln und dafür entsprechende Handlungsanweisungen schreiben. Sie erzeugen und beschreiben technisches Wissen. Diese episodenhaften Systemänderungen können fremd- oder selbstbeobachtet werden (Luhmann 2018, S. 141). Beobachtungen können intern als Informationen und extern als Mitteilungen weitergegeben werden.

An dieser Stelle könnte man vermuten, dass durch die Notwendigkeit von Episoden für den Systemerhalt ein technologischer Determinismus entstehen könnte. Dadurch würde sich technisches Handeln selbst vorantreiben. Dem steht gegenüber, dass Handlungen ebenfalls selektiert werden. Zudem weisen sie Sozialität auf und sind temporär (a.a.O., S.90). Durch die Fremdbeobachtung der Massenmedien stehen sie unter der Kontrolle durch das Gesellschaftssystem, das über Interpenetration auf zukünftige Handlungen einwirken kann, wenn sie sich wiederholen und nicht zufällig sind (Luhmann 2018, S. 570).

Das Augenmerk der vorliegenden Arbeit liegt nicht darin, wie technischer Fortschritt angeregt wird. Vielmehr geht es darum, zu beobachten, ob es in der gesellschaftlichen Kommunikation über die Verantwortung ökologischer Folgen der Technik Mitteilungen gibt, die in den Ingenieurwissenschaften Anschluss finden könnten. Wenn dies der Fall wäre, könnte es sich darin widerspiegeln, dass in den Lehrplänen Themen mit Bezug auf die Verantwortung des Menschen für sich selbst, die Natur und die Umwelt aufgenommen werden.

---

[65] Einer der bekanntesten Visionäre ist derzeit Elon Musk, dessen Visionen nicht durch die Umwelt des Planeten Erde begrenzt ist.

[66] Oder durch die Gesellschaft zugesprochen wird .

2.7. Das Organisationssystem Hochschule

Wie es auch in Abschnitt 2.3 eingeführt ist, sind die Wissenschaften durch ihre verschiedenen Organisationssysteme strukturell mit anderen Systemen gekoppelt (Luhmann 2018, S. 30). Dem Organisationssystem Hochschule ist vorwiegend die Aufgabe zugesprochen, durch persönliches Handeln Wissen für das Funktionssystem Wissenschaft zu vermitteln und zu generieren. Vermittlungsarbeiten richten sich vorwiegend an den wissenschaftlichen Nachwuchs. Vorgesehen sind aber auch die Weiterbildung von Berufstätigen sowie der Wissenstransfer in die Gesellschaft. Um Rückschlüsse auf das Paradigma einer Wissenschaft über die Lehre schließen zu können, ist es notwendig, den Rahmen zu kennen, in welchem sie stattfindet.

Forschung und Lehre sind in Deutschland weitestgehend Sache der Länder. Da die Untersuchung der vorliegenden Arbeit anhand des Fallbeispiels an der Fachhochschule Karlsruhe durchgeführt wird, muss Bezug auf das Landeshochschulgesetz Baden-Württemberg (LHG) [67] genommen werden. Dort ist in § 8 formuliert, dass Hochschulen das Recht auf Selbstverwaltung besitzen. Dadurch wird vom Konzept der Hochschulen als Institutionen abgewichen, welche als *gesellschaftliche Einrichtungen […] Wissen generieren und vermitteln“* (Kehm 2012, S. 18). Über die Inhalte von § 8 sind Hochschulen als Organisationen zu definieren, welche Verwaltungstätigkeiten übernehmen, um institutionelle Aufgaben wahrnehmen zu können. Das selbstverwaltete Organisationssystem Hochschule definiert den Rahmen für die Arbeit der Akteure in Forschung und Lehre (vgl. z.B. Luhmann 2017a, S. 163). Zu verwalten sind bspw. Finanzen, Personal sowie Angelegenheiten der Studierenden. Dabei haben sich die Hochschulen an den rechtlichen Rahmenbedingungen sowie an Beschlüssen der Ministerien auszurichten.

Organisationssysteme bestehen allgemein„ *aus der Kommunikation von Entscheidungen“* (a.a.O., S.159). Entscheidungen werden durch Mitglieder der Organisation getroffen, wozu nach § 9 des LHG alle dort Berufstätigen sowie alle eingeschriebenen Studierenden[68] zählen. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Gremien wie der Senat, der Fakultätsrat und der Hochschulrat, aber auch die Fachschaften als Vertreter der Studierenden eingerichtet, deren Mitglieder größtenteils gewählt werden. Wie es ebenfalls in § 9 festgelegt ist, haben die Mitglieder des Systems sowohl das Recht als auch die Pflicht, an den Aufgaben der Selbstverwaltung mitzuwirken.

Mit den verschiedenen Hochschulreformen haben sich die Fachhochschulen und die Universitäten angenähert. Jedoch unterscheiden sich die beiden Systeme noch weitreichend in ihren Funktionen, was sich vor allem in der Formulierung ihrer Aufgaben im LHG widerspiegelt. Dort ist festgelegt, dass den Universitäten *„in der Verbindung von Forschung, Lehre, Studium und Weiterbildung die Pflege und Entwicklung der Wissenschaften [obliegt]*“ (§ 2 des LHG). Dementsprechend wird den Universitäten die Aufgabe übertragen, andere Systeme zu beobachten, um wissenschaftlich relevante Aufgaben zu identifizieren. Universitäten bestimmen über ihre Forschung vor allem die Weiterentwicklung der in den Wissenschaften vorherrschenden Paradigmata und betreiben Grundlagenforschung.

---

[67] Das Landeshochschulgesetz ist über den Bürgerservice des Landes Baden-Württemberg einzusehen. Landesrecht BW LHG | Landesnorm Baden-Württemberg | Gesetz über die Hochschulen in Baden-Württemberg (Landeshochschulgesetz - LHG) vom 1. Januar 2005 | gültig ab: 06.01.2005 (landesrecht-bw.de) (zuletzt geprüft: 06.08.2022)

[68] Die Reihe der Mitglieder bezieht sich zudem auch auf Doktoranden, ehemalige Professorinnen und Professoren und weitere Personenkreise)

An den Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW) wird ebenfalls geforscht, wie es dem §2 Absatz 1 des LHG zu entnehmen ist. Die Forschung soll anwendungsbezogen betrieben werden und demnach keine Grundlagenforschung sein. Unter einem systemtheoretischen Verständnis kann aber davon ausgegangen werden, dass die Forschungsergebnisse ebenfalls Einfluss auf die Weiterentwicklung der Wissenschaften nehmen werden. Die fortschreitende Akademisierung der Fachhochschulen zeigt sich zudem in der Gleichwertigkeit der Masterabschlüsse, wodurch den HAW-Absolventen das Recht zugesprochen ist, an einer Universität zu promovieren. Ein generelles Promotionsrecht für die HAW ist in Baden-Württemberg noch in der Verhandlung und wurde während der Erstellung dieses Dokuments weiter entwickelt. In einem Promotionsverbund kann nun forschungsstarken Professorinnen und Professoren einer HAW das Promotionsrecht verliehen werden. [69]

In der Handlung des Lehrens und Forschens *„zieht sich [die Organisation] gleichsam zurück und überläßt der Interaktion die Führung“* (Luhmann 2017a, S. 160). Für die Verfasserin der vorliegenden Arbeit ist der Rückzug der Organisation wesentlich für die Freiheit der Lehre, die auch durch das LHG vorgegeben ist. Von diesem Moment an übernimmt die Wissenschaft die Lehre, welche durch die Lehrenden personifiziert wird. Diese vermitteln den Denkstil und die Paradigmata an die Studierenden. Lediglich der Rahmen der Lehrinhalte ist durch Entscheidungen im Organisationssystem festgelegt worden. Diese betreffen die Inhalte der Curricula und Modulhandbücher, welche durch Organisationseinheiten des Studiengangs festgelegt wurden, nicht durch die einzelne Lehrperson. Da in diesen Einheiten ebenfalls Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler tätig sind, entsprechen die Inhalte dem Denkstil der Wissenschaft. Es ist über diese Rahmenbedingungen aber keinesfalls festgelegt, wie die Inhalte und Kompetenzen zu vermitteln sind. Ebenso wenig, in welcher Tiefe und Breite. Damit entsteht hier die Möglichkeit, über rein fachliche Inhalte hinauszugehen.

Das in § 8 des LHG eingeräumte Recht zur Selbstverwaltung der Finanzen ist insofern eingeschränkt, als es der Aufsicht durch das Land unterliegt. Diesem muss in regelmäßigen Abständen ein Struktur- und Entwicklungsplan zur Genehmigung vorgelegt werden. Über dieses Genehmigungsverfahren wird geregelt, dass die Bildungseinrichtungen *„ein fachlich ausreichendes und regional ausgewogenes Angebot in Forschung und Lehre sicherstellen“ (§ 8 des LHG).* In Baden-Württemberg bedarf die Genehmigung dieser Pläne der Zustimmung des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst. Zudem haben Hochschulen dem Ministerium jährliche Wirtschaftspläne zur Genehmigung vorzulegen und sind dazu aufgefordert, Drittmittel-Gelder einzuwerben (§ 13 *des LHG*). Die Hochschulen stehen aufgrund der begrenzten Finanzmittel untereinander in Konkurrenz. Das gilt auch für das Einwerben von Drittmitteln. Ein Grund für die Empfehlungen der Hochschulrektorenkonferenz zur Profilbildung der Hochschulen (Hochschulrektorenkonferenz 1994).

Über die Einflüsse der Ministerien, über Kooperationen mit Unternehmen in der Forschung und Ausbildung sowie die Zusammensetzung der verschiedenen Gremien sind die Hochschulen an weitere Organisationssysteme gekoppelt. Das weitere Erkunden des Organisationssystems Hochschule ist bereits Teil der Untersuchung. In Kapitel 6 wird die

[69] Nachzulesen in https://stm.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse/pressemitteilung/pid/promotionsrecht-fuer-hochschulen-fuer-angewandte-wissenschaften/ (zuletzt geprüft 20.07.2022)

Entwicklung des Organisationssystems der Fachhochschule Karlsruhe sowie des Fachbereichs und Studiengangs *Elektrische Energietechnik* anhand verschiedener thematischer und chronologischer Ansätze dargestellt. Dabei liegt der Fokus auf den Rahmenbedingungen der Lehre.

3. Bildung, Verantwortung und Demokratie

Die Fähigkeit des Menschen, sein Wissen kreativ zu nutzen, um etwas Neues zu schaffen oder in unbekannten Situationen zu handeln und angemessene Lösungen zu finden, ist ihm durch die Kognition gegeben (vgl. z.B. Preiser 2006, 51 ff.). Dabei befähigt ihn sein Gedächtnis, Wissen aus der Vergangenheit auf Probleme der Gegenwart und Zukunft anzuwenden. Jeder Mensch hat fast täglich unbekannte Probleme zu lösen, sobald Routinen nicht mehr greifen können. Ob diese gelöst werden können, hängt, so Preiser, nicht nur von der Kreativität und dem Reflexionsvermögen des Einzelnen ab. Es wird vor allem auch davon beeinflusst, was der Mensch in der Vergangenheit in seiner Umwelt beobachtet hat (ebd.). Wissen befähigt Menschen, Probleme zu lösen, auch wenn sie unbekannt sind. Dazu bedarf es aber einer weiteren Voraussetzung, nämlich der Motivation, die hier als Neugierde und Bereitschaft verstanden wird, Situationen unterschiedlicher Art lösen zu wollen.

Nun ist es anzunehmen, dass Studierende eines Ingenieurstudiums wie der Elektrotechnik Motivation zur Problemlösung mitbringen. Diese muss sie über ein Studium tragen, welches eventuell nicht in Gänze ihren Vorstellungen entspricht. In das Studium bringen sie als Schulabsolventinnen und -absolventen Fähigkeiten und Fertigkeiten mit, welche die Basis ihres weiteren Werdens der Person bilden. Nach Luhmann wird die Person durch Beobachtung und strukturelle Kopplung des Menschen an verschiedene soziale Systeme gefestigt (vgl. z.B. Luhmann 2017a, S. 27). Während des Studiums wird an die Bildungsgeschichte der Studierenden angeknüpft. Dabei werden sie in den Denkstil des Denkkollektivs (vgl. Abschnitt 2.1), in diesem Fall der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik, eingeführt und dabei Wissen und Methoden weitergegeben.

Wie aus den Kapiteln 1 und 2 hervorgeht, wurde erst durch die zunehmende Komplexität der Technik und des damit verbundenen Wissens eine Ausdifferenzierung des Funktionssystems Ingenieurwissenschaft und des damit verbundenen Berufs des in Organisationssystemen tätigen Ingenieurs[70] notwendig. Die Mehrheit der Absolventinnen und Absolventen eines Ingenieurstudiums schließen ihr Studium an einer Fachhochschule ab (Rachel 2008, S. 11). Durch ihr praxisorientiertes Studium sind sie für eine Arbeit in Industrieunternehmen gut vorbereitet. Die Fachhochschulen werden für den *„zukünftigen Ingenieurnachwuchs in Deutschland [sogar] als Talentschmieden“* (a.a.O., S.10) angesehen. Das Studium an einer Fachhochschule gilt als berufsvorbereitend, wie es auch im Landeshochschulgesetz BW formuliert ist (vgl. Abschnitt 2.7). Je nach Bildungsbegriff kann ein Verständnis von Studium als Ausbildung kontrovers zum neuhumanistischen Bildungsverständnis stehen, in dem Bildung möglichst nicht von einem ökonomischen Zweck bestimmt sein sollte

Der Pädagoge Gruschka wendet sich während eines Vortrags [71] gegen ein gegensätzliches Verwenden der beiden Begriffe *Bildung* und *Ausbildung*. Er sieht darin keine grundlegenden Gegensätze, sondern erläutert, inwiefern eine Ausbildung unter den Leitsatz *„„Bildung im Medium des Berufs“*“ (Gruschka 2021, S. 4 *Hervorhebungen im Original vorhanden)* gestellt werden kann. Diesem Leitsatz schließt sich die Autorin an und greift in später in den Handlungsempfehlungen auf. Des Weiteren finden die Handlungsempfehlungen Anschluss an ein Grundsatzpapier der *Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung* an,

[70] Aus Gründender Lesbarkeit wird hier nur die männliche Schreibweise verwendet.

[71] Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung, am 24.09.2021 im Technoseum in Mannheim.

in dem die Grundzüge Allgemeiner Technischer Bildung formuliert sind (DGTB Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V. 2018). Erarbeitet wurde das Papier durch eine Kommission der DGTB, die in zwei Klausurtagungen die inhaltlichen Grundlagen diskutiert und festgehalten hat. Der Kommission standen Wilfried Schlagenhauf, verantwortlich in der DGTB für Grundsatzfragen, und Christian Wiesmüller, Erster Vorsitzender der Fachgesellschaft, vor. Wiesmüller wendet sich seit vielen Jahren der Technischen Bildung, vor allem im schulischen Bereich zu. Er erkennt Schule als einen Ort geistiger Bewältigung von Technik. (Wiesmüller 2006, 224 ff.). Wiesmüller zählt zu den Vertretern eines Mehrperspektivischen Ansatzes der Technischen Bildung (MpA). Einen MpA in der technischen Bildung möchte die Verfasserin in ihren Empfehlungen auf das Studium der Elektrotechnik übertragen. Diese beiden Hinweise auf die Handlungsempfehlungen sollen bereits an dieser Stelle gegeben werden, da die Interpretation des Bildungsbegriffs für deren Verständnis grundlegend ist.

Neben der Erstellung von Handlungsempfehlungen hat es sich die Autorin zur Aufgabe gemacht, zu untersuchen, ob sich das Thema *Verantwortung für Technik* im Studium der Elektrotechnik wiederfindet. Ihr Ziel ist es dabei, allgemeine Erkenntnisse über das Paradigma dieser Ingenieurwissenschaft zu gewinnen. Es ist in erster Linie ein Versuch, sich dem Verständnis von Bildung in der Elektrotechnik zu nähern. Der Blick auf die Bildung der Person wird deshalb als wichtig erachtet, da nach Luhmanns Systemtheorie Bewusstseinsprozesse des Individuums maßgeblich an den Operationen der Systeme beteiligt sind. Nur über sie wird die Übertragung von Kommunikation auf Handlung ermöglicht.

In diesem Kapitel wird Bildung aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet. In Abschnitt 3.1 werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten eines anthropologischen Bildungsverständnisses mit dem des Konstruktivismus aufgezeigt. Abschnitt 3.2 führt dann in das vorliegende Verständnis des Begriffs der Person ein. In den Zusammenhang mit dem Thema *Verantwortung für Technik* wird Abschnitt 3.3 gestellt. Dort wird das vorliegende Verständnis des Verantwortungsbegriffs näher erläutert. Der letzte Abschnitt 3.4 greift das Thema Verantwortung im Zusammenhang mit Demokratie auf. Dieser Abschnitt ist wieder im Zusammenhang mit den Handlungsempfehlungen zu sehen. Sie basieren auf der Auffassung, dass Technik mehr und mehr demokratischen Entscheidungen unterworfen werden sollte. Diese teilt die Autorin mit Vertretern der Technikfolgenabschätzung, wie beispielsweise Grunwald und Saretzki (Grunwald und Saretzki 2020, S. 11).

3.1. Vergleich zwischen dem anthropologischen und dem systemtheoretischen Verständnis von Bildung

Die vorliegende Arbeit lehnt sich an Luhmanns Theorien sozialer Systeme an. Luhmanns Theorien, welche auf Kommunikation und Beobachtung basieren, sind als Spielart des Konstruktivismus zu verstehen. Die Idee des Konstruktivismus ist relativ jung. Sie wird 1970 erstmals durch den Neurobiologe Humberto R. Maturana formuliert. Luhmann knüpft an seinen Leitsatz an, indem Maturana sinngemäß formuliert, dass alle Kommunikation und damit alles Wissen beobachterabhängig ist (vgl. z.B. Pörksen 2015, S. 3–8). Damit scheint ist alle Wahrheit subjektiv zu sein. Die Konstruktion der Welt durch das Subjekt wird von Vertretern eines anthropologischen Bildungsverständnisses kritisiert. Als einen solchen versteht sich Christian Wiesmüller. Der Erziehungswissenschaftler bemängelt vor allem die autopoietische Konstruktion der Welt durch das des Subjekt Mensch. Er sieht darin die Möglichkeiten verbaut, Welt objektiv zu verstehen und sie schöpferisch zu gestalten (Wiesmüller 2006, S. 241). Wiesmüller bezieht sich auf Michael Landmann, der in der

Verbindung von *„Mensch, Geist und Objektivität“* (ebd.) die Basis für eine schöpferisches Handeln, wie es in der Technik der Fall ist, erkennt.

Nimmt man diese drei Begriffe unter Luhmanns Verständnis in Augenschein, schließen sich nach Ansicht der Autorin, die beiden Theorien nicht zwangsläufig aus. Dem Begriff *Mensch* wird in der sozialen Systemtheorie vor allem das Moment des Sozialen zugeschrieben. Es wurde bereits in Abschnitt 2.3 eingeführt, dass unter einem Systemtheoretischen Verständnis der Mensch ein organisches System und ein psychisches System zusammenbringt. Das Bewusstsein erlaubt ihm Beobachtungen zu machen und diese zu selektieren, wodurch seine Person wird. Auf dieses Person Werden nehmen verschiedene soziale Systeme Einfluss. Die Person ist das Bindeglied zwischen dem Individuum Mensch und der Gesellschaft. In den Handlungsempfehlungen wird später Bezug auf den Philosoph und Pädagogen John Dewey genommen. Er sieht in seinen Überlegungen zum Individuellen und Sozialen die Person als menschliches Wesen welches im Sozialen einen *„kollektiven unpersönlichen Willen“* (Dewey 1996, S. 31) bekommt. Er unterscheidet zwischen Personen in *„ihrer privaten und in ihrer […] repräsentativen Eigenschaft.“(ebd.).* Bei beiden Konstruktivisten wird die Person durch Beobachtungen des Individuums Mensch. Für die Gesellschaft rückt deshalb der Mensch, versteht man ihn als private Person, in den Hintergrund. Doch bestimmt er über die Möglichkeiten, die ihm sein Bewusstseinssystem gibt, das, was er aus dem Beobachteten annehmen möchte. Das was aus beobachtet werden kann, muss aufgrund der Komplexität der Welt selektiert werden, wie es beispielsweise durch die Vorgabe der Lehrinhalte über die Curricula der Fall ist. Ob diese ansatzweise dem Weltwissen entsprechen, wird fortlaufend durch die Funktionssysteme überprüft.

Die Voraussetzungen für die Bildung der Person werden nach Luhmann durch Anlagen des Menschen zur Befähigung der rationalen Nutzenentscheidung sowie zur Aufnahmefähigkeit des Bewusstseins von Kultur und Natur geschaffen. Hinzu kommen die Fähigkeiten zur Selbstbestimmung sowie eine innere Unfertigkeit bzw. Offenheit. Letzteres ermögliche eine Erziehung überhaupt erst. (Luhmann 2017a, S. 19–20). Diese Offenheit des Bewusstseins gegenüber Kultur bringt den Konstruktivismus in die Nähe einer anthroposophischen Sichtweise. Unter einem anthroposophischen Verständnis unterscheiden sich Menschen von anderen Lebewesen durch den Geist, welcher ihnen erlaubt, die Welt als Ganzes sowie sich selbst zu erfassen und zu vergegenständlichen, zu objektivieren. Dem menschlichen Geist wird im Konstruktivismus, auf dessen Konzept die Systemtheorie beruht, das menschliche Bewusstsein entgegengesetzt. Über das Bewusstsein des psychischen Systems ist die Möglichkeit zur Objektivierung gegeben. Der Mensch gibt sich zur Stabilisierung seiner labilen Umwelt äußeren Halt, indem er sich eine kulturelle Welt konstruiert, die ihr Struktur gibt (Loenhoff 2015, S. 135). Kultur entsteht als Konstruktion der Menschen in Form von sinnhaften Strukturen, die in Handlungen ihren Ausdruck finden. Über diese reduziert sich die Komplexität der Welt.

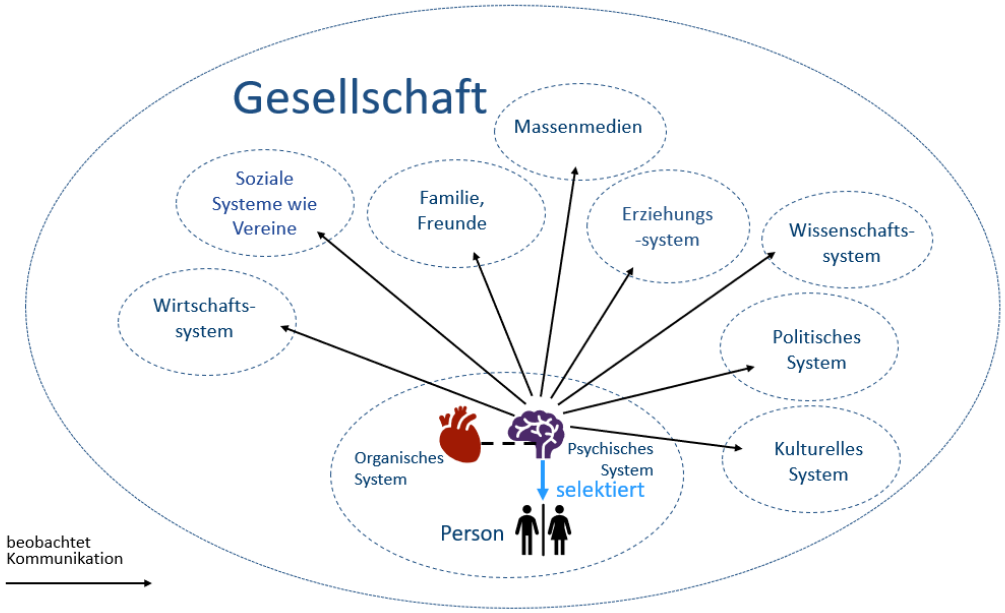


Abbildung 3-1: Beobachtung der sozialen Umwelt durch das psychische System.
Durch Selektion der Beobachtungen wird das Individuum Mensch zur Person. Eigene Darstellung.

In Abbildung 3-1 ist das Beobachten der sozialen Umwelt durch das Individuum Mensch dargestellt. Neben der individuellen Gestalt seines Körpers sowie seines psychischen Systems wird der Mensch durch die Selektion des Beobachteten über sein Bewusstsein zum Individuum. In obiger Abbildung wird ausschließlich die Beobachtung der sozialen Umwelt dargestellt. Der Mensch beobachtet aber auch seine natürliche Umwelt. Seine Einzigartigkeit bestände deshalb auch dann, wenn der Mensch isoliert aufwachsen und leben würde.[72] Ebenfalls nicht dargestellt ist die Beobachtung des Menschen durch die Gesellschaft. Diese erfolgt in Interaktion mit der Familie und Freunden aber auch durch verschiedene Organisationssysteme, zu denen Schulen und Hochschulen gehören.

Das von Wiesmüller im Konstruktivismus vermutete Defizit an Objektivität (Wiesmüller 2006, S. 241) wird über das Soziale der Menschen, die Kommunikation, kompensiert. Über *„Sprache [wird] eine Symmetrie zwischen subjektiver und objektiver Wirklichkeit“* (Loenhoff 2015, S. 140) geschaffen. Kommunikation leistet die Ordnung der subjektiven Wirklichkeiten und objektiviert diese. Für die Erzeugung von Objektivität in subjektiven Handlungen sind drei Voraussetzungen notwendig. Um Handlungen ausführen zu können, braucht es zunächst den organischen Körper des Menschen, in Luhmanns Vokabular sein organisches System. Allerdings kann das organische System ohne das psychische System keine bewussten Handlungen vollziehen. Die subjektiven Beobachtungen werden kognitiv über das Bewusstsein umgesetzt. Beobachtet das Individuum die Gesellschaft, so erfolgt dies in den verschiedenen sozialen Systemen, denen es angehört. Die dort stattfindende Kommunikation objektiviert das Beobachtete. Der Garant für die Objektivierung der subjektiven Beobachtungen sind die Massenmedien, die durch verschiedene Medien objektive Wirklichkeiten schaffen. Kommunikation schafft also die Transformation von subjektivem zu sozialem, objektivem Wissen (vgl. Kapitel 2.4 und 2.5), das dann zu objektiviertem, individuellem Handeln führt. Unter einem solchen Verständnis ist auch die Aussage

[72] Nach dem Verständnis der Verfasserin ist der Mensch auch ein Individuum, wenn sein Bewusstsein dauerhaft ausgeschaltet wäre. Allein seine äußere Erscheinung gibt ihm eine individuelle Gestalt.

Ludwik Flecks zu verstehen, dass *„die stilgemäße Einheitlichkeit des Denkens als sozialer Erscheinung […] viel stärker [ist] als der logische Aufbau des Denkens im Individuum“ (Fleck 2015, S. 144)*.

Zu den materiellen Objekten, die durch Handlung entstehen, gehören neben kulturellen Artefakten, die auch technischer Art sein können, Druckwaren wie Bücher und Zeitschriften. Deren Inhalt ist wiederum Teil der gesellschaftlichen Kommunikation. Dieses systemtheoretische Verständnis wurde von der Verfasserin in das *Drei Welten-Modell* des Philosophen Karl Popper übertragen, das durch Wiesmüller für seine philosophischen Reflexionen genutzt wird (Wiesmüller 2006, S. 234).

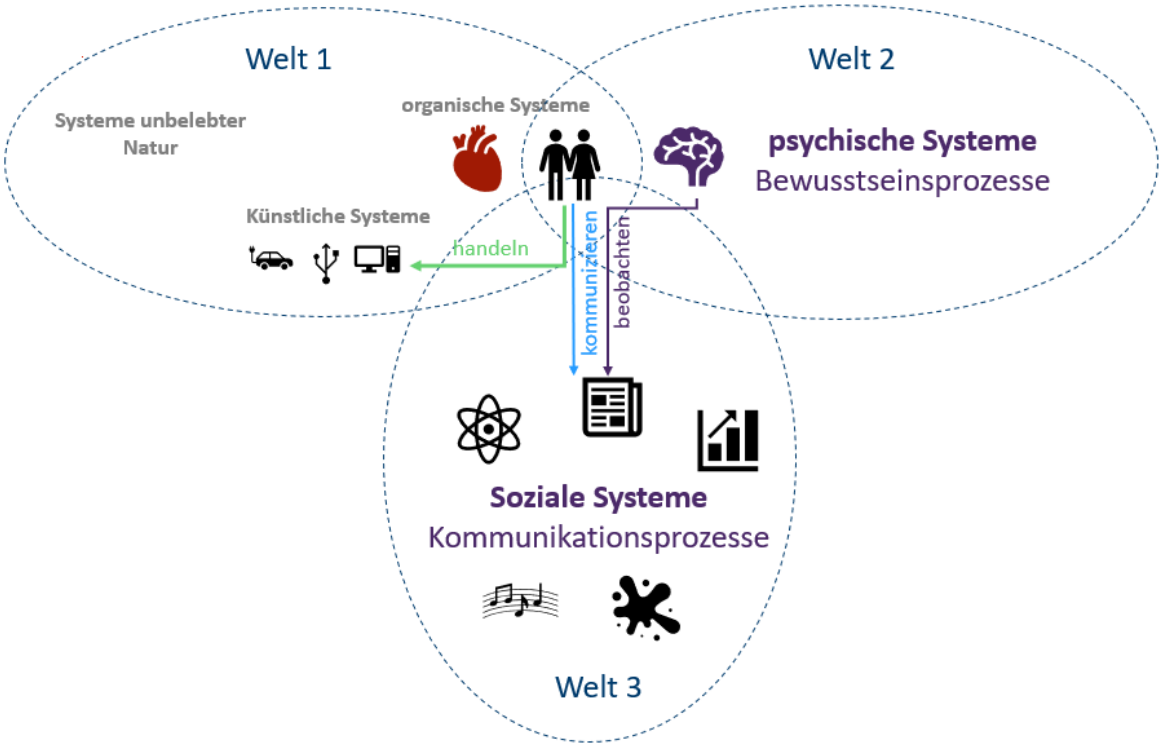


Abbildung 3-2: Übertragung des Drei-Weltenmodells von Popper auf die Theorie sozialer Systeme.

Eigene Darstellung. Angeregt durch die Darstellung von (Wiesmüller 2006, S. 234). Welt 3, als Welt der geistigen Erzeugnisse besteht aus der Kommunikation der sozialen Systeme. Dazu gehören bspw. auch Erzeugnisse der Bildenden Künste.

Welt 1 kann als die Welt der organischen und anorganischen Systeme sowie der künstlichen, vom Menschen geschaffenen Systeme definiert werden. Die psychischen Systemen, die über Bewusstseinsprozesse Beobachtungen verarbeiten, gehören Welt 2 an. Diese Beobachtungen führen dann zu Handlungen oder Kommunikation. Soziale Handlung entsteht aus kommunizierten Plänen und Absichten, die durch Menschen umgesetzt werden können. Jede aufgezeichnete Kommunikation gehört zur Welt 3. Sie ist die Welt des Sozialen, da Kommunikation zumindest ein Gegenüber braucht. Kunstwerke der bildenden und darstellenden Künste gehören ebenso dazu wie technische Pläne oder Inhalte der Massenmedien. Welt 3 existiert nur, wenn Menschen nicht isoliert leben, denn nur dann macht Kommunikation Sinn. Ebenso entstehen künstliche Systeme nur aus Kommunikation, wenn Menschen nicht in totaler Isolation leben. Erst durch das Soziale werden künstliche Systeme und *„Erzeugnisse des Menschlichen Geistes“* (ebd.) zu Objekten. Die Produkte der Massenmedien sind somit als Teil der Welt 3 zu verstehen. Zweierlei wird aus dieser Einführung deutlich. Sprache ist nicht nur ein wesentlicher Faktor in der

Kommunikation sozialer Systeme, sie dient vor allem auch der Objektivierung menschlicher Handlungen. Zudem ist sie Träger menschlichen Gedankenguts, das auch der individuellen Beobachtung zur Verfügung steht. Die Aneignung des in Form von Sprache gespeicherten Wissens ist Teil eines individuellen Bildungsprozesses, an dem sowohl Subjekte als auch Personen fortlaufend teilnehmen.

Die Idee der subjektiven Bildung entstammt dem Humanismus, der zu Beginn der industriellen Entwicklung prägend für das gesellschaftliche Bildungsverständnis war. Männer wie Humboldt und Fichte standen für die *„Idee des Kulturstaates“* (Luhmann 1987, S. 629). Ihre Namen werden bis heute mit einem Bildungsbegriff verbunden, in dessen Fokus die Entwicklung des Individuums, vor allem auf geistiger und kultureller Ebene, steht. Walter Kosack[73] gibt in seiner Arbeit *„Bildung, Technik und Rationalität“* (Kosack 1999) die *„Humboldt'sche Formulierung [wieder], Bildung sei die Erzeugung eines Universums in der Individualität der Person[…]. In gut deutscher Tradition ist dabei Kultur als das Edle, Gute, auf alle Fälle aber Zweckfreie der schnöden zweckgebundenen Zivilisation entgegengesetzt“* (a.a.O., S.28). Dieses Verständnis führte derzeit zu den bekannten Differenzen in der gesellschaftlichen Anerkennung der Ingenieurwissenschaften, da deren Gegenstand Technik nicht als zweckfreies Kulturgut verstanden wurde.

Zweckfrei ist ein Studium, so wie es das LHG vorgibt, aber nicht. Im Sinne der Bildungsgerechtigkeit kann es das, nach dem Verständnis der Verfasserin auch nicht sein. Nicht jeder hat die schulischen Voraussetzungen, um an eine Universität oder Hochschule zu gelangen. Schon aus diesem Grund wäre es nicht im Interesse der Gesellschaft, dort eine rein subjektive und zweckfreie Ausbildung zu finanzieren. Aus gesellschaftlicher Sicht könnte es daher sinnvoll sein, dass ein Studium der Berufsvorbereitung dient. Ob es aber gesellschaftlich sinnvoll ist, Bildung nur auf die Vorbereitung auf den Beruf zu reduzieren, soll an dieser Stelle offen bleiben. Festzuhalten ist jedoch, dass eine auf den Beruf ausgerichtete Bildung die allgemeine Bildung der Person nicht zwangsläufig ausschließen würde, wie dies bereits durch den Gruschka'schen Leitsatz verdeutlicht wurde.

Wie durch Wiesmüller für den Konstruktivismus bemängelt, geht Luhmann von einer Unbestimmtheit der Person direkt nach der Geburt aus. Sobald sie geboren sind, werden Menschen aber unmittelbar Teil eines sozialen Systems und sind damit der Komplexität menschlichen Zusammenlebens ausgesetzt. Für die Festlegung des Person Begriffs genügt es deshalb nicht, nur das Individuum zu betrachten. Es braucht nach Luhmann *„abstraktere Identifikationsgesichtspunkte“* (Luhmann 1987, S. 428) das Sozialwesen Mensch zu beschreiben. Es beobachtet und reduziert die Komplexität des Beobachteten, um dadurch seine eigene Identität aufzubauen. So bekommt das, was Menschsein bedeutet, einen neuen *„Freiheitssinn und eine darauf aufgebaute selbstreferentielle Individualität“* (ebd.). Es besteht nach Luhmann kein direkter Einfluss von außen auf die Sozialisation des Menschen. Es können lediglich Anregungen und Reize gegeben werden, aus denen er sein Selbst konstruiert und eine »Person« wird. Das psychische und das organische System sind dabei Helfer, kraft deren die Person *„Erwartungen an sich zieht und bindet“* (a.a.O., S.429). Durch Menge und Vielfalt der *„Selbsterwartungen und Fremderwartungen“* (ebd.) werden die Komplexität der Person festgelegt. Mit dem Tod des Menschen und mit ihm der Person gehen die „*persönlich adressierten Erwartungen“* (a.a.O., S.431) verloren.

[73] Walter Kosack war von 2000-2013 Professor an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe in der Abteilung Technik. Zitiert wird aus seiner Habilitationsschrift.

Die Person wird über Erziehung auf die Kommunikation mit der Gesellschaft vorbereitet. Sie selektiert dabei selbst, welches Wissen sie dafür aufnehmen möchte und sichert damit ihre Individualität. Die Selektion des angebotenen Wissens findet aber durch die sozialen Systeme statt, die auf die Person wirken. Für die Teilnahme an Kommunikation benötigt die Person ein Gedächtnis, in dem Werte und Wissen abgelegt sind. Das *„Aktivieren individueller Gedächtnisse schließt die Notwendigkeit ein, in der Kommunikation so zu tun, als ob man sich erinnern könnte"* (Luhmann 2017a, S. 35). Das Gedächtnis der Gesellschaft nutzt Sprache, Schrift und Zahlen, um Wissen zu bewahren. Das grundlegende gesellschaftliche Wissen wird während der Schulzeit über das Erziehungssystem an die Person weitergegeben. Die persönliche Wissensspeicherung stellt den Fortgang gesellschaftlicher Kommunikation in Aussicht (a.a.O., S.36).

Überträgt man diese Ansätze auf das soziale System der Wissenschaft, wird es Personen erst durch die Aneignung von Fachwissen ermöglicht, an einer internen Kommunikation ihres sozialen Systems teilzunehmen. Das Studium dient damit nicht nur der Berufsvorbereitung, sondern sichert das Fortbestehen der Wissenschaft, die ohne Kommunikation nicht existieren würde. Die Lehrkräfte an Hochschulen und Universitäten sind daher angehalten, das von ihnen vermittelte Wissen ständig zu aktualisieren. Die Autopoiesis des Systems könnte sonst nicht aufrechterhalten werden.

Diese sozialwissenschaftliche Sicht auf die Person, wird hier um weitere erziehungswissenschaftliche Facetten erweitert. Diese sind vor allem im Hinblick auf das Thema Verantwortung von Bedeutung. In ihrer Promotionsarbeit vergleicht die Pädagogin Corinna Maulbetsch [74] verschiedene Positionen zum Begriff der Person (Maulbetsch 2010). Sie beruft sich dabei unter anderem auf Gabriele Weigand [75] und John Dewey [76]. Unter dem Verständnis der Erziehungswissenschaften unterscheidet sich der bisher beschriebene Person-Begriff vor allem darin, dass Person nicht durchgehend konstruiert ist. Es wird im Gegensatz zu Luhmann von einer Anlage des Menschen als individuelle Person ausgegangen. Weigand bezeichnet dies als *„Prinzip der Person"* (a.a.O., S. 82). Das Werden der Person ist unter diesem Gesichtspunkt direkt mit dem Werden des Menschen verbunden. Es ist daher zunächst unabhängig vom sozialen System. [77] Erstes soziales Handeln und Kommunikation als *„Hinwendung zum anderen"* (a.a.O., S. 28) sind in Weigands Verständnis bereits *„Vollzug und Verwirklichung von Personalität"* (ebd.). Dewey legt dar, dass der Mensch *„Anlagen zur Sozialität und Moralität"* (a.a.O., S. 82) mit sich bringt. Beide distanzieren sich dadurch von einer absoluten Abhängigkeit des Werdens der Person von ihrem sozialen Umfeld. Die Definition der Person durch ihr „Ich", „Du" und „Es", wie sie Maulbetsch im Anschluss an Weigand und in Anlehnung an den italienischen Philosophen Paolo Flores d'Arcais (a.a.O., S. 29) formuliert ist, befreit die Person aus der Abhängigkeit von ihrer sozialen Umwelt. Doch nach Ansicht der Verfasserin ist auch bei Luhmann die absolute Abhängigkeit des „Ichs" von seinen sozialen Systemen nicht gegeben, da es aus

[74] Wie aus dem wissenschaftlichen Kontext in der Einleitung hervorgeht, findet die vorliegende Arbeit Anschluss an das Werk von Corinna Maulbetsch, insbesondere im Kontext der *Bildung der Person zur Verantwortung*.

[75] Gabriele Weigand ist eine deutsche Erziehungswissenschaftlerin, die einen Forschungsschwerpunkt auf die Theorie der Person gelegt hat. Sie ist derzeit Professorin an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe.

[76] Der amerikanische Philosoph und Pädagoge John Dewey wird in Deutschland vor allem mit dem Konzept „Learning by Doing" und Erziehung zur Demokratie verbunden. Seine Vorschläge gehen auch in das an der Hochschule Karlsruhe angebotene Service-Learning ein, das in den Handlungsempfehlungen der vorliegenden Arbeit aufgegriffen wird.

[77] Weigand verwendet keine systemtheoretischen Begriffe. Hier wird ihr anthropologisches Verständnis mit der Systemtheorie vermischt.

dem Beobachteten nach seinem Sinn selektiert. Wie stark es dabei den Sinn der Systeme kopiert, hängt letztlich von seinen individuellen kognitiven und reflexiven Fähigkeiten ab.

Deshalb ist es auch unter Luhmanns Sichtweise erlaubt, den *„Prozess des Personwerdens“* (a.a.O., S. 29) als Möglichkeit für den Mensch zu sehen, *„sein Leben selbst in die Hand zu nehmen“* (ebd.). Die Gestaltung des „Du“ wird in der vorliegenden Arbeit als Entwicklung des Sozialen verstanden. Dazu benötigt der Mensch die *„Relationalität“* (ebd.) zu anderen Personen, die ihm über sein soziales Umfeld zur Verfügung stehen. Des Weiteren wird die Person von Wissen geprägt, das ihr Erkennen und Handeln ermöglicht. Wissen bestimmt das neutrale „Es“ (ebd.). Wie oben beschrieben trägt dies zur Objektivität bei. Das zu Verfügung stehende Wissen ist von der Person weitgehend unabhängig. Daher ist die Objektivität von den Erkenntnissen der Gesellschaft abhängig. sowie von den Organisationssystemen und Personen im häuslichen und gesellschaftlichen Umfeld, in welchen das Wissen weitergetragen wird.

Während Luhmann das Werden der Person mit Kommunikation verbindet, ist es bei Dewey stark mit der persönlichen Handlung und der daraus folgenden Erfahrung verknüpft. Aus diesen entwickelt sich Wissen, welches die Reflektionen über das nächste Handeln ermöglicht. Dewey geht es dabei vor allem um individuelle Erfahrungen durch Handeln. (a.a.O., S. 83) Nach den oben beschriebenen Überlegungen zur Objektivität ist Luhmann zu verstehen, wonach es nur wenige Handlungen gibt, die nicht gleichzeitig auch soziale Handlungen, also Kommunikation sind. Selbst der Akt der Körperpflege bereite auf eine Interaktion mit einem sozialen System vor (Luhmann 1987, 580 ff.). Auch wenn es grundlegende Unterschiede in den Konzepten für das Werden der Person gibt, so eint sie doch das *„Prinzip der Kontinuität“* (Maulbetsch 2010, S. 83).

Unter dem Verständnis von Luhmann befähigen die Prozesse des Personwerdens die Person dazu, verschiedene *»Rollen«* in verschiedenen sozialen Systemen einzunehmen. In diesen Rollen erfüllt sie verschiedene *„Rollenerwartungen“* (Luhmann 1987, S. 431). Wie im Theater sind die Personen, die eine Rolle einnehmen, austauschbar (vgl. a.a.O., S. 430). Es entsteht eine *„Differenz von Person und Rolle“* (a.a.O., S.432), die dann zu Konflikten führt, wenn Rollenerwartungen nicht eingehalten werden können (ebd.).[78]

Inwieweit sich die Hochschullehrenden bewusst sind, zur Persönlichkeitsbildung ihrer Studenten beizutragen, soll hier nicht beantwortet werden. Doch tragen sie unabhängig davon dazu bei, den Denkstil und die Paradigmata an die Studierenden weiterzugeben, um auf den Sprachgebrauch von Fleck und Kuhn zurückzukommen. Für den erfolgreichen Abschluss ihres Studiums sowie um ihrer späteren Rolle gerecht zu werden, nehmen Studierende beides auf. Während des Studiums werden sie in das „Programm“ des sozialen Systems ihrer Wissenschaft eingeführt. Luhmann versteht unter dem Programm einen *„Komplex von Bedingungen der Richtigkeit (und das heißt: der sozialen Abnehmbarkeit)*

[78] Vor allem die Erwartungshaltung an die verschiedenen Rollen, macht die Schwierigkeit der Verantwortung für Technik deutlich. Hierzu wird nochmals das Beispiel des Dieselskandals herangezogen. Hinter diesem Skandal verbirgt sich das technische Umgehen von Gesetzesvorgaben für Autoabgase durch einige Automobilhersteller. Dieser Skandal aus dem Jahre 2015 ist auch unter dem Begriff „Dieselgate“ bekannt. Vgl. dazu Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Abgasskandal (Zuletzt geprüft: 05.04.2022)
Blickt man hier auf einzelne Individuen in ihrer Rolle als Entwicklungsingenieur*in, so ist es durchaus denkbar, dass diese als Person moralische Bedenken hatten. In ihrer Rolle als Angestellte eines Unternehmens werden Bedenken aber eventuell zurückgestellt, wenn dadurch der Verlust des Arbeitsplatzes im Raum steht. Für eine Person deren Rolle keine Handlungsvollmacht zulässt, entsteht ein Rollenstress, der unter Umständen nur dadurch zu lösen ist, dass man die Rolle im Unternehmen aufgibt.

des Verhaltens“ (Luhmann 1987, S. 432). Zur Erklärung dieses Begriffs zieht er ein Beispiel aus den Ingenieurwissenschaften heran. Es bedarf nach Luhmann für die *„Neukonstruktion eines Automotors unter bestimmten Begrenzungen“* (a.a.O., S.433) eines Programmes, nachdem die einzelnen Personen entsprechend ihrer Rollen richtig handeln können. Das Programm beinhaltet somit Vorgaben von Kommunikation, die ein Richtig oder Falsch zulassen. In der Wissenschaft werden über das Programm Theorien und Methoden vorgegeben, die es erlauben, neues Wissen zu schaffen und Wissen weiter zu geben. Das Programm gibt somit Verfahren vor, die ein zielgerichtetes arbeitsteiliges Handeln ermöglicht. Für die Einführung der Studierenden in das Programm ihrer Wissenschaft gibt es in den Organisationssystemen der Hochschulen ebenfalls Programme in Form von Curricula und Lehrplänen.

Da an einer Fachhochschule vorwiegend berufsvorbereitend gelehrt wird (vgl. Kapitel 6 und 7), müssen dort Kenntnisse zu den üblichen Programmen in der Wirtschaft vorliegen. Zu den Voraussetzungen für eine Professur an einer Fachhochschule gehört der Nachweis einer mehrjährigen Berufserfahrung (Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg, § 47). Es kann deshalb ohne weiteres angenommen werden, dass Lehrende aus beruflicher Perspektive auf die Wissenschaft blicken können und die verschiedenen Anforderungen an Absolventen kennen. Das gilt aber nur, solange der Kontakt der Lehrenden zur Wirtschaft bestehen bleibt und das Wissen um die Programme und Rollen nicht veraltet.

Die grundsätzliche Frage der Bildung, ob das Ziel die Kompatibilität der Person mit der Gesellschaft ist oder ob sie darauf abzielt, durch die Bildung der Person eine Veränderung der Gesellschaft herbeizuführen, lässt sich aus dem, was bisher für die Ziele des Organisationssystems Fachhochschule beschrieben wurde, nicht beantworten. Nach Luhmann kann dieser Frage durch Disziplinbildung und ein Verständnis des Studiums als Ausbildung für einen Beruf entgangen werden (Luhmann 2017a, S. 18–19).

Auf einen weiteren wesentlichen Kern von Bildung wird durch den Erziehungswissenschaftler Wolfgang Klafki hingewiesen, der sich für eine kritisch-konstruktivistische Didaktik einsetzt. Er erkennt in Bildung den Prozess *„zu vernünftiger Selbstbestimmung, die die Emanzipation von Fremdbestimmung voraussetzt oder einschließt, als Befähigung zur Autonomie, zur Freiheit des eigenen Denkens und eigener moralischer Entscheidungen. Eben deshalb ist auch Selbsttätigkeit die zentrale Vollzugsform des Bildungsprozesses“ (Klafki 2007, S. 19).* Über derartige Bildungsprozesse könnten nach Klafki Personen dazu befähigt werden, aktiv an der Gestaltung von Gesellschaft teilzuhaben. Zu diesem Zweck fügt er den Zielen der Bildung zwei weitere Punkte hinzu. Diese sind die Förderung der persönlichen Fähigkeiten zur Mitbestimmung und zur Solidarität. Allgemein fördert das Zusammenleben und -arbeiten in friedlichen sozialen Systemen mit flachen Hierarchien in den Organisationsstrukturen diese beiden Fähigkeiten. Sie bilden die Grundlage demokratischer Gesellschaften.

An Hochschulen wird es durch Mitbestimmungsorgane wie Fachschaften und Asta ermöglicht, diese auszubauen. Beide Organisationssysteme sind nicht primär als Bildungsorte gedacht. Die Fähigkeiten der Person zur Mitbestimmung und Solidarität werden dort aber über *Learning by Doing* im Sinne Deweys ausgebaut. Da die Studierenden Mitglieder des Organisationssystems der Hochschule sind und somit ein Mitspracherecht haben (vgl. Abschnitt 2.7), können sie diese Kompetenzen auf freiwilliger Basis entwickeln. Jede dieser Fähigkeiten erfordert neben dem Wissen auch die Fähigkeit zur Reflexion und zum

kritischen Denken. Es liegt im Sinne gut funktionierender sozialer Systeme die Fähigkeit der Person zur Reflexion zu stärken. Reflexion ist nicht zu trennen von Sprache, deren Förderung nicht aber nicht zu den erklärten Zielen der Ingenieurwissenschaften gehört. Ingenieurinnen und Ingenieure schreiben sich selbst oft mangelnde Sprachkompetenz zu und reflektierendes Schreiben wird nicht geübt (vgl. Klischat 2019).

Kritisches Denken hingegen, wenn auch in spezifischer Form, wird in den Ingenieurwissenschaften wie in jeder Wissenschaft gefördert. Ingenieurinnen und Ingenieure stehen oft vor der Herausforderung, Lösungen kritisch zu hinterfragen. Ihre Hilfsmittel sind dabei Berechnungen, Normen[79] und Werte. Das Infragestellen von Lösungen ist die Basis der Wissenschaften und bestimmt ihren Selbsterhalt (vgl. z.B. Karl R. Popper 1969; Feyerabend 1997). Diese Ausprägung des kritischen Denkens betrifft meist das rein fachliche Reflektieren. Folgen die Ingenieurwissenschaften noch ihrem historischen Paradigma, dessen Entwicklung in Kapitel 1 dargestellt ist, ist im Studium kritisches Denken über das Fach hinaus in der Regel nicht vorgesehen. Nach den bisherigen Erfahrungen der Verfasserin ist das kritische (Nach-)Denken über Technik und ihre Folgen weitestgehend anderen Technikwissenschaften überlassen. [80] Ob sich diese Erfahrung mit tatsächlichen Verhältnissen decken lässt, soll über die vorliegende Arbeit gezeigt werden.

Aus diesem Abschnitt lässt sich zusammenfassen, dass die Bildung der Person von ihren persönlichen kognitiven Fähigkeiten, ihrem Umfeld und ihrem Wissen abhängt. Dabei kommt dem Sprach-, Beobachtungs- und Reflexionsvermögen eine große Bedeutung zu. Für eine demokratische Gestaltung der Gesellschaft sind nach Dewey und Klafki zudem die Fähigkeiten zur Mitbestimmung und Solidarität tragend.

3.2. Der Kompetenzbegriff in der Hochschuldidaktik

Im vorangegangenen Abschnitt wurden die Begriffe Fähigkeiten und Fertigkeiten verwendet, die in der Erziehungswissenschaft als Kompetenzen bezeichnet werden und für deren Förderung sich Klafki eingesetzt hat. Die im vorigen Abschnitt bereits erwähnte Ausbildung von Solidaritäts- und Mitbestimmungskompetenzen sieht Klafki als Teil einer Bildung, die *„eine bestimmte Art des In-der-Welt-Seins, des Sich-Bewährens, des verantwortlichen Mitmenschseins“* (Klafki 1964, S. 32) fördert. Dazu sei nach Klafki eine Didaktik von Nöten, welche vom neuhumanistischen Bildungsbegriff abrückt, den auch Luhmann kritisiert (Luhmann 2017a, S. 26). Um diese Kompetenzen zu erreichen, braucht es mehr als nur die Anhäufung von Wissen. Allein die Selektion des zur Verfügung stehenden Wissens, stellt für das Individuum eine Herausforderung dar.

---

[79]Technische Normen leiten sich an Werten ab, die im Bereich der Technik beispielsweise Qualität, Sicherheit aber auch Wirtschaftlichkeit sein können. Über Normen werden weltweit Standards definiert, die eine internationale Nutzung technischer Produkte erleichtern. In Deutschland werden Normen durch das Deutsche Institut für Normung (DIN) ausformuliert und veröffentlicht. Wie auch die Werte entstehen Normen im Konsens sozialer Systeme und werden abhängig vom Stand der Technik erarbeitet, verändert oder auch wieder zurückgezogen. Solange sie nicht durch gemeinsame Verträge festgelegt werden, sind sie nicht bindend. Normen können sich durch ihre Verbreitung zu Standards entwickeln, dieser muss sich aber nicht zwangsläufig an Normen ausrichten. Verantwortung für Mensch, Gesellschaft und Umwelt, der Wille zur Kollaboration und das Streben nach Wirtschaftlichkeit können als Hauptgründe genannt werden, die zu entsprechenden Absprachen für Standards und Normen führen. Nicht nur die DIN legt solche Standards fest. Auch Ingenieurvereine wie der VDI veröffentlichen entsprechende Richtlinien. Normen, Richtlinien und Standards können als Gesetzesvorlagen dienen und damit bindend werden. Die Institute für Normen arbeiten weltweit zusammen, sodass Normen unter dem Zeichen DIN EN ISO veröffentlicht und dadurch zu weltweiten Standards werden können.

[80] Wie beispielsweise die der Technikfolgenabschätzung, Techniksoziologie, Technikphilosophie usw.

Seit der zweiten Hälfte des 20. Jh. findet in allen Wissenschaften eine wahrhaftige *„Wissensexplosion“* statt, wie es die Hochschuldidaktikerin Brigitte Eckstein ausdrückt (Eckstein 1972: 23). Die Zunahme an Erkenntnis und Weltwissen macht es schwierig, die zu vermittelnden Inhalte festzulegen, insbesondere in technischen Fächern. Verantwortliche der Bildungspolitik erkannten diese Probleme, die vor allem auch damit verbunden sind, dass Wissen veraltet. Um diesem Problem entgegenzukommen, wurde an Schulen und Hochschulen eine kompetenzorientierte Lehre eingeführt.

Diese Veränderung stößt bei den Verfechtern einer neuen humanistischen Bildung auf wenig Gegenliebe. Für sie bedeutet kompetenzorientiertes Lehren und Lernen eine Reduktion von Bildung auf die Gewährleistung von Funktion in Gesellschaft und Beruf. Diese Reduktion führe zu einem Verständnis des Menschen als Ressource. Einer der Kritiker des kompetenzorientierten Lernens ist der Erziehungswissenschaftler Ludwig Pongratz. Er sieht im kompetenzorientierten Lernen und Lehren den Verlust einer Bildungsidee, unter welcher der *„innere Reichtum des Subjekts“* gefördert wird. Bildung führe *„unter funktionalistischer Perspektive zu einem standardisierbaren, abrufbaren Output bzw. Outcome“ (Pongratz 2010, S. 25)*. Das starke Ausrichten des Lernens an Kompetenzen führe dazu, dass *„Selbstbestimmung und Selbstausbeutung, Selbstreflexion und Selbstbewirtschaftung […] in unseren Tagen wie nie zuvor in ein unaufgelöstes Spannungsverhältnis [treten]“* (ebd.). Hier lässt sich die grundsätzliche Frage von Bildung erkennen, die Luhmann für die Erziehung formulierte. *Die „Frage nach der gesellschaftlichen Funktion“* (Luhmann 2017a, S. 21).

Der Kompetenzbegriff greift an Schulen und Hochschulen vor allem dann, wenn Bildung als Vorbereitung ins Berufsleben verstanden wird. Im Zusammenhang mit der Berufsbildung werden die Kompetenzen oft als Schlüsselqualifikationen bezeichnet. Wie auch beim Kompetenzbegriff gab es zu diesem Begriff bis zu seiner Etablierung ähnliche Diskurse. Dieter Mertens hat ihn 1974 ins Leben gerufen, mit einem Schwerpunkt auf die Berufs- und Erwachsenenbildung (Dieter Mertens 1974). Ausgehend von der dynamischen Wissensentwicklung in einer hochtechnisierten Welt, die mit einer raschen Alterung des Wissens einhergeht, definierte er, vergleichbar mit Klafki, Kompetenzen, die den Bildungshorizont erweitern. Das Konzept der Schlüsselkompetenzen hat sich im Laufe der Jahre an den Hochschulen durchgesetzt. Rund 15 Jahre später bestand in der Hochschuldidaktik jedoch immer noch Bedarf an Vorschlägen, wie man Schlüsselkompetenzen in der Ingenieurausbildung etablieren kann (Lorbeer et al. 2000). Die Autoren dieses Beitrags in der Schriftenreihe *report* der Studienkommission für Hochschuldidaktik schlagen drei Kompetenzbereiche vor, die in die Ingenieurausbildung integriert werden sollten. Diese werden als *„Kompetenz zum selbstgesteuerten lebenslangen Lernen“* die *„Teamarbeitskompetenz“* sowie die *„Präsentationskompetenz“* bezeichnet (a.a.O., S.18-19). Wie später Kapitel 6 und insbesondere Abschnitt 6.4 zu entnehmen ist, hat sich zwischenzeitlich der Kompetenzbegriff durchgesetzt und die oben formulierten Schlüsselqualifikationen werden in großen Teilen berücksichtigt. Doch gibt es neue Empfehlungen, die beispielsweise durch den VDI ausgesprochen werden, die Liste um die Bereiche *digitale Kompetenzen* sowie *Kompetenzen in Ethik und Verantwortung für Technik* zu erweitern (vgl. Abschnitt 6.4).

Durch die *Bologna-Reform* [81] kommt dem Kompetenzbegriff in der Hochschulbildung eine tragende Rolle zu. In dem durch die Kultusminister Konferenz herausgegebenen *„Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse [(HQR)]“* (Kultusminister Konferenz (Hg.) 2017) werden die Kompetenzen und Fähigkeiten beschrieben, die Absolventen deutscher Hochschulen erreicht haben sollten. Der HQR wurde für alle Hochschulen und Universitäten geltend gemacht. Er soll nicht nur Studierenden, sondern auch Arbeitgebern als Orientierungsrichtlinie dienen. Darin werden Studiengänge klar als *„Ausbildungsgänge“* (a.a.O.: 2) bezeichnet. Die Vorgaben gelten auch für Universitäten, die sich nach dem Landeshochschulgesetz nicht als Ausbildungsstätten verstehen müssen. Studierende erreichen mit Abschluss ihres Studiums verschiedene, vom Niveau des Abschlusses abhängige *„Ausbildungslevel“*. Die Vorgaben des HQR dienen der *„besseren Vergleichbarkeit der Qualifikationen im europäischen und internationalen Kontext“* (a.a.O.:2). Es geht demnach tatsächlich um den nach außen gerichteten, vergleichbaren Wert von Bildung, weniger um die innere Bildung der Person, wie es Pongratz bemängelt. Es stellt sich dabei die Frage, ob es eine vergleichbare kompetenzorientierte Bildung zulässt, Personen zur Verantwortung zu erziehen.

Die Verfasserin der vorliegenden Arbeit sieht in den Vorgaben des HQR Potential für die Bildung zur Verantwortung für Technik in der Ingenieurausbildung. Entsprechend der dort gegebenen Empfehlungen stellen die Fach- und Methodenkompetenzen nur den halben Anteil der im Studium zu vermittelnden Gesamtkompetenzen dar. Eine Bildung zur Verantwortung ließe sich beispielsweise über die Förderung gezielter Sozial- sowie Selbstkompetenzen umsetzen. Abbildung 3-3 basiert auf einer Darstellung im HQR und zeigt die Anteile der im Studium an einer Hochschule zu fördernden Kompetenzen.

Abbildung 3-3: Kompetenzmodell nach den Empfehlungen des HQR.

Das Modell lässt eine Gleichwertigkeit der vier Kompetenzbereiche erkennen. Eigene Darstellung angelehnt an (Kultusminister Konferenz 2017, S. 4).

[81] Darunter wird eine Hochschulreform verstanden, auf die sich 1999 europäische Länder geeinigt haben. Über diese Reform wird die internationale Mobilität der Studierenden gesichert. Sie führte zu einer Harmonisierung des Studiums und zu den europaweit anerkannten Abschlüssen Bachelor und Master. Die Bologna-Reform wird in den Ausführungen der Untersuchung weiter thematisiert.

Aus diesen Gründen wird der HQR wird im nachfolgenden Kapitel herangezogen und in Verbindung zur Bildung zur Verantwortung gebracht.

3.3. Bildung zur Verantwortung

Das bisher Zusammengetragene stellt die Prozesshaftigkeit der Bildung der Person dar. Als Teil verschiedener sozialer Systeme konstruiert eine Person ihr Selbst unter Einfluss ihrer Umwelt. Personen moderner Gesellschaften stehen dafür verschiedene Institutionen zur Verfügung, in denen sie für die Gesellschaft und ihre Teilsysteme erzogen werden. Aus diesen Bildungsangeboten können sie, teils frei, teils unter Zwang, schöpfen. Sind die Angebote verpflichtend, wie in der Schule oder der Berufsausbildung, gibt es „*durchaus auch Fälle, in denen ein Angebot Widerstand erregt. Gerade durch die Vorstellung »richtigen « Wissens und »angemessenen« Verhaltens kann die Frage Form finden: warum so, warum nicht anders?“* (Luhmann 2017a, S. 49)

Eine derartige Fragestellung hat die Verfasserin zur Umsetzung der vorliegenden Arbeit angeregt, wie es dem subjektiven Zugang zu entnehmen ist. Als Teil des Bildungssystems sind öffentliche Hochschulen eigenständige Systeme. Das dort über ein Studium vermittelte Wissen ist thematisch an den Wissenschaften der Fachbereiche ausgerichtet. Die Strukturen der Wissenschaftssysteme werden im Studium rekonstruiert. Luhmann weist darauf hin, dass Strukturen eines Systems nicht von Dauer sind, aber durchaus robust sein können. Durch eine strukturelle Kopplung von Systemen an ihre Umwelt könne die Aktualisierungen der Strukturen ausgelöst werden (a.a.O., S. 23 -25, 114). Sowohl eine systeminterne als auch systemexterne Infragestellung von Bildung kann zu systemeigenen Operationen führen, die für das System strukturverändernd sind. Über eine ständige Reflexion der Lehr-Lern Arrangements und deren Anpassung können sowohl Lehrende als auch Lernende der dauerhaften *„Ungewißheit“* (a.a.O., S.90) der Welt begegnen. Es ist denkbar, dass die Interpenetration der Systeme zu Änderungen im Wissenschaftssystem führen kann, wenn sich die Operationen im Bildungssystem weitreichend ändern. Nun ist es einzelnen Personen der gesellschaftlich anerkannten Bildungsinstitutionen nicht erlaubt darüber zu bestimmen, welches Wissen vermittelt werden soll. Sie können aber durchaus an entsprechenden Diskursen teilhaben, indem sie Missstände beobachten, darüber informieren und in der Gemeinschaft reflektieren. Zudem können sie sich solidarisch erklären, wenn Änderungsvorschläge durchgesetzt werden sollen. Damit übernehmen sie Verantwortung für die Entwicklung ihrer Institutionen und der entsprechenden Wissenschaften. Personen nehmen somit ihr Recht auf Mitbestimmung wahr, von welchem demokratische Gesellschaften leben. Studierende an deutschen Hochschulen habe das Recht partizipativ an der Gestaltung des Studiums mitzuwirken so regelt es das Landeshochschulgesetz. [82] An Hochschulen tragen demnach sowohl Lehrende als auch Studierende Verantwortung gegenüber sich selbst, den anderen sowie der Gesellschaft.

3.3.1. Vorliegendes Verständnis des Verantwortungsbegriffs

Bevor weiter auf die Bildung zur Verantwortung eingegangen wird, soll zunächst der Begriff *Verantwortung* näher erläutert werden. Nach dem Verständnis der Verfasserin bedeutet Verantwortung vor allem, dass eine Person für ihr eigenes Handeln gegenüber anderen verantwortlich ist. Im Falle negativer Folgen dieser Handlungen kann sie aufgefordert werden, einer Autorität gegenüber Rechenschaft abzulegen. Und zwar dann, wenn sie

[82] Im LHG ist das Mitwirken Studierender in §65 festgelegt.

„Urheber der Verfasstheit des Verantwortungsobjekts“ (Hubig und Reidel 2003, S. 21) ist. Nach den Richtlinien des VDI-Ausschusses *„Ethische Ingenieurverantwortung“*, der zwischen 1997 und 2002 die Grundsätze ethischen Handelns im Ingenieurberuf erarbeitet hat, werden vier Arten der Verantwortung im technischen Handeln unterschieden (a.a.O., S. 27-30). Diese sind in Tabelle 3.1 zusammengefasst. Die Einteilung in vier Typen von Verantwortung wird der Arbeitsteilung im Ingenieurberuf gerecht. Im Hinblick auf das Thema dieser Arbeit, die ökologischen Folgen der Technik, sind die beiden Typen Strategie und Universalmoral von besonderer Bedeutung. Beide erfordern interdisziplinäres Denken, Wissen um Werte, Regeln und Moralvorstellungen. Strategische Verantwortung zu tragen, setzt neben diesen Kenntnissen und Fähigkeiten das Bewusstsein voraus, dass Einzelpersonen gesellschaftliches Handeln mitbestimmen können. Indem sie sich freiwillig oder fremdbestimmt in Planungsprozesse einbringen, können sie zumindest Diskussionsräume über die Werte eröffnen, denen geplantes technisches Handeln unterworfen sein soll. Ingenieurinnen und Ingenieure könnten dann *„aus einer spezifischen Kompetenz heraus […] auf Fehlentwicklungen hinweisen, Alternativen aufzeigen und bisher nicht beachtete neue Suchräume vorstellen“* (a.a.O., S. 28). Über kommunikative Beiträge könnten sie Einfluss auf das gemeinschaftliche Handeln verschiedener sozialer Systeme nehmen.

Tabelle 3.1: Verantwortungstypen und ihr Bezug zum Gegenstand und Gegenstandsbereich.
Eigene Tabelle angelehnt an die Erläuterungen des Abschlussberichts des VDI-Ausschuss „Ethische Ingenieurverantwortung“ (Hubig und Reidel 2003, S. 27–30)

Verantwortungstypen	Verantwortungsgegenstand	Gegenstandsbereich der Verantwortung
Technische Verantwortung	Qualität des Produkts, Sicherheit, Einhalt Funktionsversprechen	Der/die andere Person
Instrumentelle Verantwortung	Aufklärungs- und Beratungspflicht gegenüber den Nutzern zur sachgerechten Anwendung und Entsorgung der Produkte	Der/die andere Person
Strategische Verantwortung	Mögliches Nutzerverhalten einberechnen. Gesellschaft über Zugänglichmachen komplexer Sachverhalte zu verantwortlichem Handeln befähigen. Verpflichung zur Transparenz	Gesellschaft
Universalmoralische Verantwortung	Einhalten elementarer Menschenrechte und gesellschaftlicher Moralvorstellungen	Eigene Person / Gesellschaft / Welt

Unter einem universalmoralisch verantwortlichen Handeln werden Personen dazu verpflichtet, technische Handlungen zu unterlassen, die gegen die Regeln allgemeingültiger Moralvorstellungen verstoßen (a.a.O., S. 30). Damit Personen sich ihrer Verantwortung bewusst sind und sie auch wahrnehmen können, müssen sie Gelegenheiten dazu bekommen, Verantwortung zu tragen und Werte kennenzulernen. Sie müssen zur Verantwortung erzogen werden.

Diese Arten der Verantwortung schließen die Verantwortung aus, die Ingenieure in ihrer beruflichen Zusammenarbeit haben. Es handelt sich um die Verantwortung gegenüber den Menschen innerhalb und außerhalb des Unternehmens, wie bspw. Mitarbeitende, Kunden und Lieferanten. Wie im Folgenden zu sehen ist, stellt dies die Verantwortung gegenüber dem anderen dar.

Bezogen auf die Institution Schule hat Maulbetsch Prinzipien für die Gegenstandsbereiche von Verantwortung zusammengetragen und analysiert (Maulbetsch 2010). Diesen legt

Maulbetsch vier philosophische Konzepte zugrunde, die sich auf „das Selbst“ [83], „das Andere“ [84], „die Gesellschaft“ [85] und „die Welt“ [86] beziehen. Die folgende Abbildung 3-4 wurde in Anlehnung an die Systematik *„Verantwortung der Schüler“* (Maulbetsch 2010, S. 192) entwickelt. Die Bereiche des Lernens [87] an Schulen wurden auf den Kontext Hochschule sowie das Kompetenzmodell des HQR übertragen. Die ursprünglich vier Lernformen wurden für die vorliegende Arbeit auf drei reduziert. Dabei wurden das kooperative und partizipative Lernen in das soziale Lernen integriert. Bei Maulbetsch steht im sozialen Lernen die *„‘mitlernende‘ Person“* (ebd.) im Fokus, wohingegen im kooperativen Lernen wirkliche Zusammenarbeit verstanden wird. Das partizipative Lernen wird von ihr im Zusammenhang mit dem Organisationssystem Schule betrachtet.

Im Gegensatz dazu wird in der vorliegenden Arbeit soziales Lernen als Vorbereitung des Einzelnen auf die Übernahme von Verantwortung in sozialen Systemen interpretiert. Und das unabhängig von deren Größe und Umfang. Durch entsprechende Handlungen wird die Person in die Lage versetzt, Verantwortung für andere zu zeigen und Verantwortung für die Gesellschaft zu übernehmen (ebd.). Wie im Kompetenzmodell des HQR dargestellt, erlangen Studierende durch Kommunikation und Kooperation soziale Kompetenzen, die sie auf das gemeinsame Handeln in sozialen Systemen vorbereiten.

Kooperatives Lernen an technischen Hochschulen findet in der Regel in Form von Gruppenarbeit sowie Labor- und Projektarbeit statt. Die weit verbreiteten Tutoren- und Mentorenprogramme bieten den Studierenden zusätzliche Möglichkeiten, ihr soziales Lernen zu erweitern. Die partizipativen Möglichkeiten der Studierenden als Mitglieder der Hochschule wurden bereits oben beschrieben. Soziales Lernen kann auch insofern von Vorteil sein, als es dem Einzelnen in der Gemeinschaft ermöglicht, sich für Themen zu interessieren, die zunächst nicht in seinem Interesse liegen. Im Zusammenhang zum Kontext der vorliegenden Arbeit könnten z.B. Themen zu den ökologischen Folgen von Technik reflektiert und diskutiert werden, um das Interesse für solche Inhalte zu wecken. Solche Veranstaltungsformate können dazu anregen, das eigene Handeln und das der anderen zu reflektieren.

Das personale Lernen an den Hochschulen erlaubt ein hohes Maß an Freiheit. Auf dieser Handlungsebene organisieren sich die Studierenden selbst, um ihr Studium erfolgreich zu absolvieren. Selbstbeobachtung und Selbstreflexion befähigen sie zu eigenverantwortlichem Handeln. Meist gibt es an Hochschulen freiwillige Angebote, die Studierende in diesem Vorhaben unterstützen.[88] Sie können auch in Konfliktsituationen selbst aktiv werden und entsprechende Angebote der Institutionen nutzen. Persönliches Lernen ermöglicht es den Studierenden auch, "Nein" zu sagen, wenn sie z.B. ihre Rolle nicht erfüllen können oder Inhalte nicht ihre Zustimmung finden.

---

[83] Der Philosoph Wilhelm Schmid legt seinen Schwerpunkt auf die Lebenskunstphilosophie. Er steht für den Gegenstandsbereich der eigenen Person Maulbetsch 2010, S. 195.

[84] Das Konzept der Dialogphilosophie Martin Bubers wird für den Gegenstandsbereich des oder der anderen herangezogen (ebd.).

[85] Für den Bereich der Gesellschaft, insbesondere im Zusammenhang zur Demokratie und Erziehung greift Maulbetsch auf Konzepte von John Dewey zurück. (ebd.)

[86] Hans Jonas steht mit seinem Werk „Das Prinzip Verantwortung“ für den Gegenstandsbereich der Welt.

[87] Personales Lernen, soziales Lernen, kooperatives Lernen und Partizipation sowie inhaltliches Lernen.

[88] Das von der Verfasserin betriebene Elektrotechnik Lernzentrum ist eines davon. Hier bekommen Studierende Tipps wie sie ihr Lernen organisieren können sowie Beratungen zu den Inhalten ihrer Elektrotechnik-Vorlesungen. Die Inanspruchnahme ist freiwillig und unterliegt der Eigeninitiative.

Abbildung 3-4: Verschiedene Lernbereiche zur Förderung der Bildung zur Verantwortung.
Eigene Darstellung angelehnt an (Maulbetsch 2010, S. 192) und den HQR (Kultusminister Konferenz 2017)).

Das selbstbewusste Verneinen von Handlungen, kann im Zusammenhang mit der Verantwortung für Technik wesentlich sein. Das wird auch durch den VDI so erkannt, in den *„Ethischen Grundsätzen des Ingenieurberufs“* (VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. 2021) die Möglichkeit von Wert-Konflikten im Beruf erkennt. [89] Die Förderung der Fähigkeit zur *„Selbstsorge“* (Maulbetsch 2010, S. 195) erlaubt es dem psychischen System des Menschen, auf seine seelische und organische Gesundheit zu achten. Der persönliche Wert der Gesundheit kann dabei im Konflikt mit dem Wert Wohlstand stehen. Ein Beispiel dafür ist der mögliche Verlust des Arbeitsplatzes im Falle eines Neins zu Überstunden. Es ist hier zu erkennen, dass derartige Entscheidungen „*symbolisierte Gesichtspunkte des Vorziehens von Zuständen und Ereignissen“* (Luhmann 1987, S. 433) benötigen. Darüber definiert Luhmann den Begriff „Wert“ (ebd.). Konflikte der Person mit sich selbst können dann entstehen, wenn ihr in einer ihrer Rollen Handlungen abverlangt werden, die nicht den eigenen Wertvorstellungen entsprechen. Dann existieren zwischen ihr als Individuum und dem sozialen System verschiedene *„Ebenen der Erwartungsfestlegung“* (Luhmann 1987: 433).

Während eines Studiums nimmt das inhaltliche Lernen den meisten Raum ein. Studierende eignen sich in diesem Rahmen Fach- und Methodenwissen an. Dabei sollten Studierende grundlegende Kompetenzen erreichen, die ihnen später verantwortliches Handeln ermöglichen. Maulbetsch formuliert das entsprechend für die Institution Schule. Lehrende empfiehlt sie *„ihren Unterricht nicht auf formale Wissensvermittlung zu reduzieren, sondern den Schülerinnen und Schülern Handlungsspielräume eröffnen, in denen sie*

[89] *„In moralischen Konfliktfällen im Beruf, die nicht im unmittelbaren Arbeitsverhältnis gelöst werden können, nutzen Ingenieurinnen und Ingenieure institutionelle Unterstützung. Eine Stelle zur Erstberatung, die bei der Suche nach Lösungswegen hilft, könnte Eskalationen in diesen Konfliktfällen vorbeugen. Notfalls ist als letzter Ausweg die Herstellung von Öffentlichkeit oder sogar die Verweigerung weiterer Mitarbeit in Betracht zu ziehen.“* (VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. 2021.)

Verantwortung für die Erde praktizieren und ihre Handlungen unter dem Aspekt der Verantwortung reflektieren können“ (Maulbetsch 2010, S. 197).

Überträgt man diese Empfehlung auf den Hochschulkontext und den Kontext der Ingenieurwissenschaften, so sind diese Forderungen nach einer Ausbildung, die nicht-formalen Inhalten mehr Raum gibt, nicht so zu verstehen, dass technische Inhalte in den Hintergrund treten sollen. Im Gegenteil: Verantwortung erfordert Kompetenz, gerade in technischen Bereichen. Nur so ist es möglich, technische Systeme so zu gestalten, dass negative Folgen minimiert werden (Rophol 2016, S. 114). Im Bereich der tertiären Bildungssysteme bestimmen die Funktionssysteme der Wissenschaft, was vermittelt werden soll. Wissen, Methoden und Kompetenzen werden dort in Curricula und Modulhandbüchern beschrieben. Letztlich liegt es aber in der Verantwortung der Lehrenden, zu entscheiden, welche Inhalte sie weitergeben wollen. Die Frage, welches Wissen vermittelt werden soll, ist auf allen Ebenen mit den Werten der Gesellschaft verbunden. *„»Werte« entstehen […] als Eigenfunktionen sozialer Systeme.“ (Luhmann 2017a, S. 32)* In ihrer Festlegung sind sie jedoch auf einen gesellschaftlichen Konsens angewiesen (ebd.).

Die Reflexion der Studierenden über Aspekte der Verantwortung erfordert jedoch nicht nur die Kenntnis gesellschaftlicher Werte. Gerade im technischen Handeln, zum Beispiel in Unternehmen, stehen Werte meist in Konkurrenz zueinander. Darauf wird auch in der VDI-Richtlinie 3780 hingewiesen, die durch Rapp et al. besprochen und zusammengefasst ist. Abbildung 3-5 ist dieser Zusammenfassung entnommen. Sie stellt diese Werte dar und verweist auf die gegenseitigen Abhängigkeiten und Konkurrenzen (Rapp 1999, S. 239).

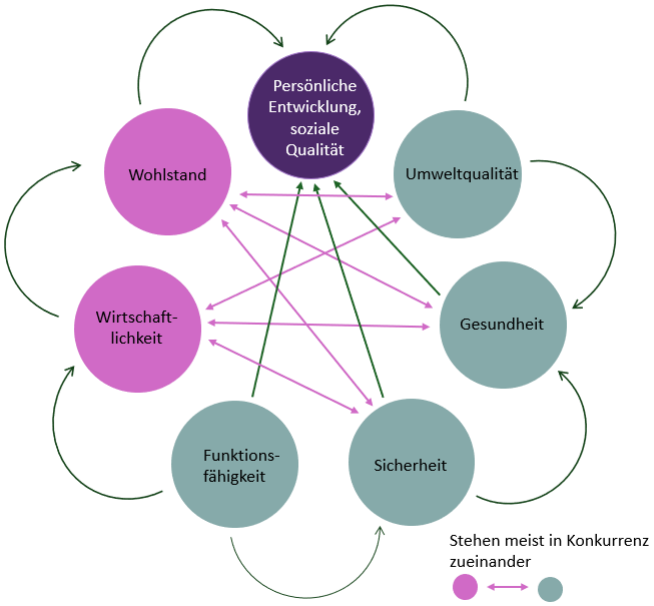


Abbildung 3-5: Beziehung zwischen den Werten des technischen Handelns.

Eigene Darstellung angelehnt an (Rapp 1999, S. 239). Für den Kontext dieser Arbeit ist vor allem die Konkurrenz des Wertes *Umweltqualität* zu den Werten *Wohlstand* und *Wirtschaftlichkeit* von Bedeutung.

Wie sich im Rahmen der Untersuchung zeigen lässt, besteht diese Konkurrenz der Werte nicht nur im beruflichen Umfeld. Sie gilt allgemein für das technische Handeln der Gesellschaft. Besonders deutlich wird dies in Kapitel 8 im Zusammenhang mit der Nutzung von Energie aus Kernkraftwerken.

3.3.2. .Moralisch verantwortliches Handeln

In jeder der dargestellten Ebenen ist die Bildung der Person mit Werten verbunden. Diese werden gesellschaftlich ausgehandelt und ermöglichen die Beurteilung von individuellen oder kollektiven Handlungen der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Sie folgen moralischen Vorstellungen der Gesellschaft und spiegeln sich in Vorschriften und Gesetzen wider.

Moral wird durch Luhmann als *„die Bedingungen, unter denen Personen einander und sich selbst achten bzw. mißachten können“* (Luhmann 1987, S. 121) bezeichnet. Im vorhergehenden Kapitel wird über eine universalmoralische Verantwortung geschrieben, die Personen gegenüber sich selbst, den anderen und der Welt insgesamt übernehmen sollen. Die Formulierung einer Universalmoral scheint in einer globalisierten Wissens- und Weltgesellschaft mit verschiedenen Religionen und Kulturen nahezu unmöglich zu sein. Die Aufgabe, allgemeingültige moralische Vorgaben aufzustellen, teilen sich die Theologie und die Philosophie in ihren Teilgebieten der Ethik.

Religiöse und philosophische Moralvorstellungen können miteinander konkurrieren, was Liessmann anhand der Schriften des dänischen Philosophen und Theologen Kirkegaard und am Beispiel der Abrahamsgeschichte verdeutlicht. (Liessmann 1993, S. 61). Aus rational-ethischer Sicht wäre die Tötung Isaaks ein Mord, aus religiöser Sicht aber ein Glaubensakt. Dieser müsse ausgeführt werden, befohlen von der höchsten Instanz, Gott. Die Gebote der Moral sind nach Liessmanns Interpretation von Kirkegaard situationsunabhängig. Der Einzelne hat sich den moralischen Geboten des Allgemeinen zu fügen (a.a.O., S.60-62). Dadurch wird das Subjekt objektiviert. Dies erschwert die Bewertung von Taten vor gesellschaftlichen Instanzen. Nun ist ein einheitlicher religiöser Konsens in der heutigen deutschen Gesellschaft nicht mehr zu finden. Deshalb braucht es nicht-religiöse moralische Werte, die grundlegend sind und das menschliche Zusammenleben sichern können. Diese sind in den Regeln[90] und Gesetzen der Gesellschaft verankert, und es besteht die Pflicht, sie einzuhalten. Persönliche Handlungen werden vor gerichtlichen Instanzen verhandelt, wenn ein Verstoß erkannt wird.

Wie auch bei den Religionen gibt es nicht „die Ethik“, sondern eine Vielzahl an Ausprägungen, die sich auf das unterschiedlichste klassifizieren lassen. Sie sind abhängig von einem philosophischen Grundverständnis sowie von den Anwendungsbereichen. So gilt die relativ junge Technikethik als eine anwendungsbezogene, normative Ethik. Diese ist ein Ausdruck für die *„normative Wende in der Technologie“* (Rophol 2016, S. 24) [91] welche in 1970er Jahre eingeläutet wurde. Vor den negativen Folgen ziviler sowie militärischer Technik konnte die Gesellschaft ihre Augen nicht mehr verschließen. Technik wird seitdem nicht nur seitens der Ingenieur- und Naturwissenschaften diskutiert. Sie ist auch Teil geistes- und sozialwissenschaftlicher sowie öffentlicher und politischer Diskurse. Aus derartigen Auseinandersetzungen entwickelte sich die Technikphilosophie und mit ihr eine normative Technikethik (vgl. z.B. Kornwachs 2013). Die verschiedenen Prägungen normativer Ethiken werten die Folgen von Handlungen, die Handlung selbst sowie die Motivation der

[90] Die universalmoralischen Werte sind auch in verbindliche Pakte der Vereinten Nationen eingezogen, die die Menschenrechte festschreiben. Gesellschaftlich wird hier nicht auf den Staat beschränkt verstanden. Dennoch gibt es in verschiedenen Kulturen unterschiedliche Auffassungen von Menschenrecht. Man denke dabei bspw. an die Rechte der Frauen in Ländern wie Afghanistan.

[91] Der Begriff Technologie wird dort von Ropohl als *Wissenschaft von der Technik* verstanden.

Handelnden anhand festgelegter Prinzipien der Moral und erarbeiten dafür Normen und Werte (Rophol 2016, S. 24–34).

Für den maximalen Erkenntnisgewinn der Menschheit wurde lange Zeit das Postulat der »Wertfreiheit« für die Wissenschaften geltend gemacht. Damit wäre eine moralische Grenzüberschreitung möglich, um über neue Erkenntnisse zu gewinnen. Ropohl beschäftigte sich mit der Frage, ob zu Gunsten des Erkenntnisfortschritts in der Wissenschaft eine Orientierung an Werten zunächst an den Rand gestellt werden sollte (Rophol 2016, S. 31–34). Ropohl plädiert für eine wohlverstandene Wertefreiheit, die einen Wertewandel zulässt. Eine Forschung abseits normativer Vorgaben gesteht er allenfalls der Grundlagenforschung zu. Für die angewandte Wissenschaften müssten aber normative Regeln gelten. Forschung unter der Vorgabe normativer Regeln, kann über die praktische Folgerung ebenfalls zu präziseren Formulierungen von Werten und Normen führen. Ropohl beschreibt einen solchen normativen Syllogismus als *„die Ableitung eines normativen Satzes aus einem anderen normativen Satz und einem deskriptiven“* (a.a.O., S.32). Gerade die Ingenieurwissenschaften hätten es, nach Ropohl, mit diesem Syllogismus zu tun. Hierzu nennt er ein Beispiel: Es wurde beobachtet, dass Fluorkohlenwasserstoffe die Erdatmosphäre schädigen. Diese Deskription wird mit der normativen Vorgabe verknüpft, die natürliche Umwelt zu schützen. Daraus ließe sich die Konklusion ziehen, diese Stoffe zu verbieten und es entstände ein neuer normativer Satz (a.a.O., S.33). Es lässt sich hier nur spekulieren, ob negative Auswirkungen vorherzusehen gewesen wären. Eine solche Vorhersage übernehmen heute Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der formellen Technikbewertung [92]. Diese hat sich in Deutschland ungefähr zeitgleich zur Technikethik durchgesetzt. Es ist aber auch in diesen Wissenschaften nicht immer möglich Folgen abzuschätzen, da beispielsweise Randbedingungen unbekannt sind oder sich ändern können. Das führt zu der Frage, ob es nicht grundlegende Werte geben sollte, an die sich die Wissenschaften halten sollten, um im Voraus Folgen zu minimieren.

Ropohl definiert zur Beantwortung dieser Frage eine *„minimale Moral“* (a.a.O., S.314) für technisches Handeln [93]. Zu diesem Zweck formuliert er sechs moralische Grundregeln, die er mit der 1948 von den Vereinten Nationen formulierten Resolution für die Menschenrechte [94] und der Moralphilosophie von Bernhard Gert [95] abgleicht. Ropohl geht davon aus, dass Menschen eine gewisse Moralität mitgegeben ist [96]. Diese zeichne sich dadurch ab, dass Menschen ein „*intuitives Vorverständnis“* (a.a.O.: 316) dafür haben, was sie selbst nicht für sich wollen. Deshalb sind diese Regeln zwar im Sinne eines Kant‘sche

---

[92] In Deutschland hat sich dafür auch die Bezeichnung Technikfolgenabschätzung durchgesetzt.

[93] Ropohl wendet sich in seinen Arbeiten stets gegen das systemtheoretische Verständnis Luhmanns. So auch im Hinblick auf Moral, die Luhmann über die Kommunikation in der Gesellschaft ausgehandelt versteht. Obwohl Ropohl sein Schaffen auf die Systemtheorie bezieht, stellt er das Individuum Mensch in den Mittelpunkt seines Moralverständnisses. Dies spricht er Luhmann ab. Diese Kontroverse wird hier erwähnt, da hier häufig auf beide Wissenschaftler zurückgegriffen wird. Nach Meinung der Autorin klammert Ropohl Überlegungen Luhmanns aus, die die Person betreffen. Luhmann spricht der Person durchaus die Fähigkeit der eigenen Beurteilung von moralischem Handeln zu.

[94] Resolution der UN Generalversammlung 217 A (III). Allgemeine Erklärung der Menschenrechte Abzurufen unter https://www.un.org/Depts/german/menschenrechte/aemr.pdf zuletzt geprüft 26.03.2021

[95] Die durch den US-amerikanischen Moralphilosophen Bernard Gert formulierten moralischen Regeln richten sich an den Grundbedürfnissen des Menschen aus, nach denen er oft unbewusst handelt. Seine 10 Regeln sind in Wikipedia unter https://de.wikipedia.org/wiki/Bernard_Gert nachzulesen. Zuletzt geprüft 26.03.2021

[96] Damit ist er nicht allein. Wie bereits in Abschnitt 3.2 beschrieben geht auch John Dewey von einer Anlage zur Moral aus.

Kategorischen Imperativ [97] zu verstehen, sind aber Formulierungen dessen, was Menschen nicht für sich wollen. Jede dieser Regeln ist mit gesellschaftlichen Werten verbunden. Hinter ihnen stehen Institutionen, die den Einhalt der Regeln gewährleisten sollen sowie gegen Verstöße vorgehen.

Für die *„(Regel 1: Leben) Niemand darf gegen seinen Willen getötet werden"* (a.a.O.:321) besteht ein weltweiter Konsens. [98] Diese Regel führt zu verschiedenen Werten, die im Ingenieurwesen eingehalten werden müssen, wie der Wert *Sicherheit* und *Gesundheit.* Nun ist davon auszugehen, dass niemand in diesem Beruf willentlich Technik entwickelt, deren Nutzung zum Tod führt. Es gibt jedoch Technologien, die zum Töten entwickelt werden oder die in dem Bewusstsein entwickelt werden, dass sie zum unbeabsichtigten Tod von Menschen führen können. Dies gilt insbesondere für den Bereich der militärischen Technikentwicklung. Die dort entwickelten technischen Sachsysteme dienen zwar in erster Linie der Friedenssicherung, sind aber dennoch aufs Töten ausgerichtet.[99]

Meistens lässt sich eine Trennung zwischen dem zivilen und militärischen Bereich der Ingenieurwissenschaften nachweisen. An Hochschulen gilt oft die „Zivilklausel" über die gesichert sein soll, dass Forschung friedlichen Zwecken dienen soll. Diese einzuhalten ist aber freiwillig und wird seit längerer Zeit auf politischer Ebene diskutiert (Bauer 2012). Ein Argument gegen die Zivilklausel ist die Dualität technischer Entwicklungen. Es finden zivile Entwicklungen im Militär Anwendung und umgekehrt. Die Vorstellung einer Welt ohne Waffen ist aus heutiger Sicht utopisch und soll hier nicht weiter diskutiert werden. Eine Darstellung und Diskussion solcher Dualität unter dem Sinn dieser ersten Regel könnte aber durchaus Teil einer Erziehung zur Verantwortung sein. An dieser Stelle ist es angebracht zu erwähnen, dass erst durch die Entwicklung hochwertiger Waffen in den beiden Weltkriegen, der Ingenieurberuf in Deutschland seine breite gesellschaftliche Anerkennung gefunden hat (Hortleder 1970, 80 ff. und 123 ff.).

Zur Kehrseite von Technik gehört es allgemein, dass auch ihre zivile Nutzung durchaus Menschenleben gefährdend sein kann. Dazu können vielerlei Beispiele aus dem Bereich der Mobilität gefunden werden. Die Kehrseiten entsprechender Technik, die den Menschen große Freiheiten und Erleichterungen im Transport einräumt, sind nachweislich eine

---

[97] Nach Kant gilt nur eine einzige Gesetzmäßigkeit, nach der der Mensch sein Handeln zu beurteilen hat: *„ich soll niemals anders verfahren, als so,* ***daß ich auch wollen könne, meine Maxime solle ein allgemeines Gesetz werden.****"*(Kant2008:655; Hervorhebung durch die Autorin im Original kursiv) Ropohl verweist darauf, dass sich dieser nur mit *„zusätzlichem Interpretationsaufwand […] bewältigen"* (Ropohl 2016: 316) ließe. Dies führte ihn zur Formulierung von Regeln, über die vermieden werden kann, was der Mensch nicht für sich will.

[98] Diese findet sich in aktiver Form und auf den einzelnen Menschen bezogen auch in Religionen wieder. Das Gebot, *Du sollst nicht töten*, ist im Alten Testament über die zehn Gebote formuliert. Auch im Koran nimmt die Unantastbarkeit des menschlichen Lebens einen hohen Stellenwert ein (vgl. z.B. Sure Isra' 17, 23-39). Dementgegen gibt es auch in den religiösen Schriften genügend Beispiele, in denen diese Regel gebrochen wird, meist aber aus höchster Instanz angeordnet: Durch Gott.

[99] Eine überaus bedrohliche Waffe, auch für Völker, die mit einer aktuellen kriegerischen Auseinandersetzung nichts zu tun haben, ist die Atombombe. Während des Schreibens der vorliegenden Arbeit führt Russland einen Angriffskrieg gegen die Ukraine. Russland nutzt seinen Atomwaffenbesitz als Drohgebärde und verhindert damit das militärische Eingreifen der NATO Länder. Obwohl es der Menschheit durch die Angriffe auf Nagasaki und Hiroshima bewusst ist, welche verheerenden Auswirkungen ein solcher Bombenangriff hat, werden weiterhin Atombomben entwickelt und effizientere Trägerraketensysteme entwickelt. Der Wunsch nach einer weltweiten Vernichtung dieser Waffen ist längst formuliert. Er steht dem Argument der Friedenssicherung entgegen, die durch diese Waffe gewährleistet sein soll.

große Anzahl an Todesfällen durch Unfälle, Luftverschmutzung und Lärm.[100] Diese Zahlen sind zwar bekannt und es wird daran gearbeitet, sie zu senken. Dennoch werden immer noch Menschen getötet, auch wenn sie kein eigenes Fahrzeug besitzen. Man nimmt bei der Entwicklung von Technik demnach bewusst oder unbewusst Nebenwirkungen in Kauf, die die Regel eins brechen. [101]

Bei der Betrachtung von Ropohls zweiter Regel, könnten dieselben Beispiele herangezogen werden, die einem moralischen Handeln entgegenstehen können. Hätte *„(Regel 2: Gesundheit) Niemand darf gegen seinen Willen verletzt, gequält oder anderweitig in seiner Gesundheit geschädigt werden“* (Rophol 2016, S. 321) absolute Priorität, so müsste alle Technik verbannt werden, die die Gesundheit des Menschen beeinträchtigen kann.

Die beiden Regeln lassen bereits erahnen, in welchem Zwiespalt Ingenieurinnen und Ingenieure in ihrem Beruf stehen können. Aus dem gesellschaftlichen Bewusstsein des hohen Wertes von Leben und Gesundheit des Menschen haben sich Regelwerke und Gesetze für technische Entwicklungen und Anwendungen ergeben, deren Umsetzung überwacht wird. In Deutschland übernehmen das Institutionen wie beispielsweise der Technische Überwachungsverein (TÜV). Die Gewährleistung und Überprüfung von Sicherheit gehören mittlerweile zu den zentralen Aufgaben des Ingenieurwesens.[102]

Die Konkurrenz unternehmerischer Werte zu diesen beiden Regeln kann zu Konflikten zwischen verschiedenen Entscheidungsebenen in Unternehmen führen. Vor allem aber auf Ebene der Person, von der ein bewusstes Handeln gegen die Gesundheit der Menschen gefordert wird. Wie das Beispiel des Dieselskandals[103] zeigt, werden solche unternehmerischen Entscheidungen oft zugunsten der Wirtschaftlichkeit getroffen. Dieser Verstoß gegen die Gesundheit der Menschen stößt von außen betrachtet auf wenig Widerstand bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die die Regelwidrigkeit erkannt haben. Nach Hortleder lässt sich ein solches Verhalten mit dem Selbstbild der Ingenieurinnen und Ingenieure erklären. Meist in einem Angestelltenverhältnis beschäftigt, *„identifizierten [sie sich] mit ihrem Tätigkeitsfeld. Sie wurden das, was sie bis heute in ihrer Mehrheit geblieben sind: Fachleute ohne den Sinn für die Folgen eigenen Handelns, Experten auf ihrem Fachgebiet, den Problemen der umgebenden Gesellschaft hilflos ausgeliefert“ (Hortleder 1970, S. 18).* Unter einem derartigen Verhalten lassen sich persönliche Werte, wie Bequemlichkeit und eigener Wohlstand vermuten. Ein Zuwiderhandeln gegen unternehmerische Werte könnte durch einen möglichen Verlust des Arbeitsplatzes den eigenen

---

[100] Laut einer Studie des International Council on Clean Transportation (ICCT) starben 2015 allein in Deutschland ca. 13000 Menschen an den Folgen von Luftverschmutzung durch Verkehr. Deutschland nimmt in der Liste der untersuchten Staaten Rang vier ein. Quelle: https://theicct.org/sites/default/files/Germany_pollution_heath_transport_factsheet_20190226.pdf Die Anzahl der Verskehrstoten lag 2015 bei 3459. Quelle: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/185/umfrage/todesfaelle-im-strassenverkehr/
Nach einer Studie der European Environment Agency (EEA) starben 2020 in Europa ca. 12000 Personen frühzeitig an den Folgen von Lärm, hauptsächlich im Straßenverkehr. Quelle: https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2020/infographics/noise-pollution/view
(Alle Quellen dieser Fußnote wurden am 12.08.2021 zuletzt geprüft.)

[101] Hier soll keine Diskussion über das Für und Wider bspw. des Autofahrens diskutiert werden. Es ist aber beachtlich, dass Wohlstand und Bequemlichkeit vor dem obersten Gebot des Rechtes auf Leben stehen.

[102] Es gibt den Beruf des Sicherheitsingenieurs. Dennoch muss sich jede Person aus dem Bereich Technik mit den entsprechenden Vorschriften auskennen.

[103] Vgl. Fußnote 85 im Kapitel zur Bildung der Person

Wohlstand gefährden. Die finanzielle Abhängigkeit von den Arbeit- oder Auftraggebern kann als Hemmnis für moralisches Handeln gedeutet werden, wenn es von Angst geleitet wird. [104]

Die moralische Verpflichtung aller die Folgen von Technik zu minimieren bleibt bestehen. Die Augen davor zu verschließen kann Personen in die Nähe von Übeltätern rücken, wie es Hannah Arendt formuliert. Sie sieht Übeltäter dadurch kennzeichnet, dass sie sich *„nicht erinnern, weil sie auf das Getane keine Gedanken verschwendet haben“* (Arendt 2019, S. 149). Arendt hat diese Worte in Bezug auf das Böse der Naziverbrechen ausgesprochen. Das ist ein gewagter Vergleich. Er ist aber dann tragbar, wenn bewusst die Gesundheit oder das Leben von Menschen aufs Spiel gesetzt wird. Ein starkes Beispiel dafür ist in der Entwicklung der Atombombe zu sehen. Mit ihr wird eine komplette Zerstörung eines Lebensraumes in Kauf genommen. Neben der Vernichtung allen Lebens wird in Kauf genommen, dass ein Teil der Erde auf lange Zeit unbewohnbar ist. Für Arendt ist es unerheblich, wie viele Menschen gegen die Moral handeln. Vielfache Verletzungen würden die Menschenrechte nicht außer Kraft setzen, was für die Beurteilung der Handlungen Einzelner von Bedeutung sei. Ihr Mangel an Reflexion über die Folgen ihres Handelns macht sie zu Tätern. Nun sind die Folgen von Technik selten auf den einzelnen Gebrauch, wie im Falle der Atombombe, zurückzuführen. Oft sind sie Auswirkungen einer massenhaften Anwendung von Technik und nur in Grenzen vorhersehbar. In seiner Arbeit *„Technik, Medizin und Ethik. Zur Praxis des Prinzips Verantwortung.“* weist Hans Jonas darauf hin, dass das Gute der Technik immer mit dem Bösen verbunden ist. Deshalb muss eine Antwort auf *„die Frage des moralischen oder unmoralischen Gebrauchs ihrer Mächte […] von ihrem Ungefähr abhängig“* (Jonas 2013, S. 43) gegeben werden.

Bei der Abwägung der Vor- und Nachteile einer technischen Maßnahme ist Angst ein schlechter Ratgeber. Die dem psychischen System eigene Emotion Angst kann das moralisch richtige Handeln aushebeln. Die amerikanische Philosophin Martha Nussbaum sieht in dieser Emotion vor allem eine Gefahr für die Demokratie. Durch das Schüren von Ängsten und die Erhöhung von Werten wie Wohlstand entstehe nach Nussbaum eine Angstkaskade, die von Autoritäten missbraucht werde und damit moralisch richtiges Handeln verhindere. Sie schlägt deshalb vor, ein gesellschaftliches Klima des Vertrauens zu schaffen, indem sich mittels Solidarität negative Emotionen überwinden lassen, zu denen sie neben Angst auch Zorn und Neid zählen (Nussbaum 2019). Angst schränkt demnach auch das Recht auf freie Meinungsäußerung und Mitbestimmung in Unternehmen ein. Damit wird dort der Demokratie die Basis entzogen, die durch das Mitbestimmungsgesetz[105] in Unternehmen eigentlich gegeben sein sollte.

Der Faktor Angst spielt auch während eines Studiums eine beträchtliche Rolle. Vor allem wenn die Regeln des auf Selektion angelegten Systems für Studierende nicht zu überschauen sind. Dies könnte Vermutungen zu Machtmissbrauch und Willkür provozieren. Es werde von Lernenden *„Gerechtigkeit erwartet, und zwar im sozialen Vergleich ebenso wie im Stabilhalten der Kriterien, und Verstöße werden als Willkür gebrandmarkt“ (Luhmann*

[104] Ein Beispiel dafür, dass die Angst vor einem Arbeitsplatzverlust durchaus berechtigt sein kann, zeigt wieder das Beispiel des Dieselskandals auf. Dem moralischen Handeln eines Boschmitarbeiters folgte dessen Entlassung, wie es in einem Interview mit ihm nachzulesen ist (brand eins Medien AG Hg., 2019, S. 64-67. 21. Jahrgang, Heft 06, Hamburg).
[105] Das Gesetz über die Mitbestimmung der Arbeitnehmer ist unter https://www.gesetze-im-internet.de/mitbestg/ einzusehen. (zuletzt geprüft: 06.06.2021)

2017a, 64 ff.). Gerechtigkeit wird von Ropohl als dritte der universalmoralischen Regeln festgelegt (Ropohl 2016: 321).

Gerechtigkeit auf anderer Ebene wird auch von Hans Jonas gefordert. In seinem Werk *„Das Prinzip Verantwortung“* (Jonas 2015), das als Verantwortungsethik zu verstehen ist, appelliert er an die Verantwortung der Gesellschaft für nachfolgende Generationen. Darunter versteht er generell ein nachhaltiges Handeln, das auf lange Zeit ein menschengerechtes Leben auf der Erde erlaubt.[106]

Gerechtigkeit wird im technischen Handeln auch für das Leben von Menschen gefordert, die heute unter widrigen Arbeitsbedingungen die Produktion und den Betrieb technischer Sachsysteme überhaupt erst ermöglichen. Die Forderung nach einer Lieferkettensorgfaltspflicht wird in Deutschland 2023 gesetzlich an die Unternehmen übertragen. [107] Diese Maßnahme soll für soziale und ökologische Mindeststandards im Verlauf der gesamten Lieferkette sorgen. Die Forderung nach einem nachhaltigen sozialen und ökologischen Handeln nimmt im 21. Jh. einen großen Raum ein. Die Verabschiedung der Rio-Agenda 2030 der Vereinten Nationen mit ihren 17 Nachhaltigkeitsziele [108] sind ein Beleg dafür.

Die durch Ropohl formulierten Regeln vier zur „*Freiheit“* und fünf zur *„Wahrheit“* (Ropohl 2016: 321) fordern ein selbstbestimmtes freies Leben im Vertrauen zu anderen. Beides bedingt eine persönliche Verantwortung gegenüber sich selbst und den anderen. Im Sinne der bisher angesprochenen ethischen Werte sollte ein Leben in Freiheit nicht auf Kosten anderer, auch nicht zukünftiger Generationen, geführt werden. Im technischen Handeln könnten sich hier die Verbraucher angesprochen fühlen. Das Mitdenken der Folgen der massenhafte Verwendung von Technik könnte das Verhalten von Verbrauchern verändern. Und zwar dann, wenn sie sich als Teil eines Kollektivs verstehen würden, das Verantwortung für die negativen Folgen von Technik trägt (vgl. Jonas 2015: 25ff). Für ein derartiges Verständnis müssen Personen Vertrauen, bspw. in den Wahrheitsgehalt wissenschaftlicher Studien zum Klimawandel, haben. Vertrauen bedingt allerdings, dass es nicht zu oft erschüttert wurde und Personen sich auf die Aussagen anderer verlassen können. Es sollte deshalb auf allen Seiten der Mut zur Wahrheit vorherrschen. Vertuschen[109] oder das Verdrehen von Wahrheiten würde dem Vertrauen entgegenwirken.

---

[106] Diese Gerechtigkeit fordern auch die Jugendlichen der *Friday for Future* Bewegung, die für den Ausstieg aus den fossilen Brennstoffen als Mittel gegen den Klimawandel auf die Straße gehen. Dabei skandieren sie den Spruch „Wir sind hier, wir sind laut, weil ihr uns die Zukunft klaut!“ Für Klimagerechtigkeit hat sich auch das Bundesverfassungsgericht ausgesprochen. Aufgrund einer Verfassungsbeschwerde wurde am 24.03.2021 ein Urteil gefällt, das ein bereits verabschiedetes Klimaschutzgesetz als unvereinbar mit den Grundrechten bezeichnet hat. Laut Verfassung haben auch nachfolgende Generationen ein Grundrecht auf eine menschenwürdige Zukunft und auf ein ökologisches Existenzminimum. In der Pressemitteilung des Bundesverfassungsgerichtes wird begründet, welche Paragraphen und Absätze zum Grundrecht auf menschenwürdige Zukunft und auf das ökologische Existenzminimum führen. Diese ist unter https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html einzusehen. (zuletzt geprüft: 06.06.2021)

[107] Das arbeitsteilige technische Handeln und der Zwang zur Wirtschaftlichkeit führen bisher dazu, dass teils unter Menschenrecht verachtenden Bedingungen Rohstoffe abgebaut und aufbereitet sowie Produkte hergestellt und entsorgt werden. Die am 27.05.2021 erfolgte Einigung auf den Entwurf eines Lieferkettengesetzes lässt darauf hoffen, dass sich diese Zustände ändern. Nachzulesen unter https://www.bmz.de/de/entwicklungspolitik/lieferkettengesetz (zuletzt geprüft:06.06.2021)

[108] Nachzulesen unter https://sdgs.un.org/2030agenda (zuletzt geprüft: 07.04.2022)

[109] Im Fall des Dieselskandals wurde über den Einsatz von Technik vertuscht, dass die Fahrzeuge nicht die Umweltstandards einhalten konnten. Der harte Wettbewerb der Automobilhersteller verursacht das Schönen von technischen Angaben. Weltweit geltende Vorgaben sind in der *Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure* (WLTP) formuliert. Diese ist in die 2017 in Kraft getretenen EU-Abgasnormen 6c und d eingeflossen. Nachzulesen unter https://www.kfztech.de/kfztechnik/motor/abgas/abgaswerte.htm (zuletzt geprüft: 06.06.2021)

In der sechsten und letzten Grundsatzregel spricht sich Ropohl für „*Solidarität“* aus. Dazu bringt er einen interessanten Aspekt ein, der weit über ein *sich solidarisch zu anderen erklären* hinausgeht. Er spricht das Postulat aus, dass *„Niemand […] seine Befähigungen den anderen vorenthalten“* darf. Ein persönlich erreichtes Können und Wissen ist demnach nicht privat, sondern sozial einzusetzen und sollte der Gesellschaft zur Verfügung gestellt werden, wenn Bedarf daran besteht. [110] Interpretiert man diese Regel im Sinne Kants, kann sie als eine Verpflichtung zum Denken verstanden werden. Eigene Gedanken zu entwickeln, erfordert vor allem Mut, wie es Foucault in einer Vorlesungen über Kant darlegt (vgl. Foucault 2012: 43).

3.4. Konklusion aus dem Beschriebenen für Handlungsempfehlungen

Aus den Ausführungen dieses Kapitels wird für die Verfasserin ersichtlich, was eine Bildung des Menschen, die sich unter das Gebot der Verantwortung gestellt hat, erfordert. Es lässt sich erkennen, dass sich die Person ihrer Verantwortung gegenüber sich selbst, anderen, der Gesellschaft und der Welt bewusst werden muss. Die Stärkung der Reflexions-, Kommunikations- und Argumentationsfähigkeit auf allen Bildungsebenen kann als ein Baustein der Verantwortungserziehung identifiziert werden.

Es zeigt sich auch, dass die Menschen neben den Kompetenzen, die eine Kooperation und Zusammenarbeit ermöglichen, auch Wissen und Richtlinien benötigen, denen sie folgen können. Im technischen Handeln wären dies neben Normen, Richtlinien und Vorschriften auch die Kenntnis über technische und moralische Werte.

Gemäß den Darlegungen dieses Kapitels bedarf es nicht zwangsläufig eines zusätzlichen Faches wie Ethik, um verantwortliches Handeln einzuüben. Es ließen sich in jedes Fach Module integrieren, die ihren Teil zur Bildung der Person zur Verantwortung beitragen. Mit dem Blick auf die Genese des Ingenieurwesens und auf die Ergebnisse von Paulitz Studie, ergeben sich für die Verfasserin Zweifel daran, dass das Paradigma der Ingenieurwissenschaften die Integration entsprechender Unterrichtseinheiten zulässt.

Ingenieurinnen und Ingenieure sind sich der Stärke ihres rationalen und strukturierten Denkens bewusst. Dieses Selbstbild *„gewinnt an Gewicht aufgrund seines Studiums eines allgemein und abstrakt gefassten Gegenstandbereichs“* (Paulitz 2012: 346) Zudem könnte die Überhöhung des eigenen fachlichen Studiums (zukünftige) Ingenieurinnen und Ingenieure davon abhalten, sich mit fachfremden Inhalten zu beschäftigen, was aber für die Verantwortung für die Welt notwendig wäre. Möglicherweise verharren sie dadurch in einer durch Kant beschriebenen *„selbstverschuldeten Unmündigkeit“* (Foucault 2012) .111 Wenn sich derartige Zweifel bewahrheiten würden, gälte es ein solches Selbstbild aufzubrechen und die Bedeutung allgemeingehaltener Reflexionen unter ethischen Vorgaben darzustellen.

Der Beantwortung der Frage, ob das Selbstbild so noch gilt, soll durch die vorliegende Studie näher gekommen werden.

---

[110] Solidarität ließe sich dann auch so verstehen, dass Eigentum generell nicht privat ist. In Deutschland kann der Gesetzgeber darauf über das Mittel der Enteignung zurückgreifen, wenn das Allgemeinwohl durch den Besitz nicht gewährleistet werden kann.

[111] Michel Foucault arbeitet in einer seiner Vorlesungen mit einem Auszug aus Kants *Schriften zur Anthropologie, Geschichtsphilosophie, Politik und Pädagogik,* die 1964*,* durch Wilhelm Weischedel, Frankfurt am Main, herausgegeben wurde.

4. Darstellung der leitende Untersuchungsfragen

Wie bereits dargelegt, hat die vorliegende Arbeit ein primär systemisches Erkenntnisinteresse. Mittels historisch-hermeneutischer Vorgehensweisen, deren Fundament auf dem Konstruktivismus steht, trägt die Untersuchung ihren Teil dazu bei, sich der Verfasstheit der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik anzunähern. Dabei wird auf die jüngere Vergangenheit zurückgeblickt, um diskursgeschichtliche Zusammenhänge zu erkennen. Untersucht wird der Zeitraum von 1970 bis 2020, wobei der Beginn des Untersuchungszeitraums dadurch begründet ist, dass das verwendete Fallbeispiel, die Fachhochschule Karlsruhe, zu Beginn der 1970er-Jahre gegründet wurde.

Um der Verfasstheit näher zu kommen, wird in der vorliegenden Arbeit ein ungewöhnlicher Ansatz gewählt. Davon ausgehend, dass die Ingenieurwissenschaften die Aufgabe haben, der Gesellschaft zu dienen (Bauernhansel et al. 2015, S. 5), stellt die Verfasserin sich die Frage, ob alltagsweltliche gesellschaftliche Diskurse, die sich dem Thema Technikverantwortung zuwenden, in den Ingenieurwissenschaften, insbesondere in der Elektrotechnik, Anschluss finden. Das gilt insbesondere für den Teildiskurs *Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik.*

Zukünftige Ingenieurinnen und Ingenieure werden während eines Studiums in das Programm der Ingenieurwissenschaften eingeführt. Ein Anschluss an einen gesellschaftlichen Diskurs könnte sich zeitversetzt im Studium abbilden. Dies könnte sich darin zeigen, dass neben den klassischen Fächergruppen der Ingenieurwissenschaften auch nichttechnische Fächer in den Studienplänen verankert wären. Dabei werden Fächer der Ökonomie und des Rechts ausgeklammert. Es sollten sich aber die Themen Verantwortung, Ökologie sowie Gesellschaft in einer hier nicht definierten Form in den Curricula zeigen. Die Aufnahme derartiger Fächer könnte ein Aufbrechen des Paradigmas der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik andeuten, welches weitgehend einem szientifischen Wissenschaftsbild folgt, wie sich aus dem bisher betrachteten zeigt.

Im Rahmen der Voruntersuchungen zum vorliegenden Forschungsinteresse ergaben sich für die Verfasserin zwei Leithypothesen:

1. *Wenn nicht-technische, allgemeinbildende Inhalte im Studium der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik, die das Thema „Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik“ aufgreifen, curricular verankert sind, ist das abhängig von der gesellschaftlichen Kommunikation über technische Katastrophen und Umweltkrisen und nicht von dauerhafter Natur.*
2. *Die dauerhafte Integration derartiger Inhalte in das Studium der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik widerspricht dem Paradigma dieser Wissenschaft.*

An diese Hypothesen schließen sich Fragen an, welche leitend für die Untersuchung sind.

- Welche Resonanz findet das Thema Technik überhaupt in der alltagsweltlichen gesellschaftlichen Kommunikation?
- Welche Resonanz finden Probleme zu den ökologischen Folgen von Technik in der alltagsweltlichen gesellschaftlichen Kommunikation?
- Welche dieser Probleme haben einen Bezug zu den Ingenieurwissenschaften?
- Wer wird über die Massenmedien dazu aufgefordert, Verantwortung zu übernehmen?

- Wie verändern sich die Probleme ökologischer Folgen von Technik in den Jahren des Untersuchungszeitraums?
- Wann lassen sich Fächer oder Inhalte in den Curricula der Elektrotechnik finden, die der Bildung zur Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik dienlich sind?
- Wie zeigen derartige Inhalte einen Anschluss an den gesellschaftlichen Diskurs?
- Welche Bedingungen sind notwendig, damit derartige Inhalte curricular ins Studium der Elektrotechnik integriert werden und unter welchen Bedingungen werden sie gegebenenfalls wieder entfernt?
- Wie finden derartige gesellschaftliche Diskurse an anderen Stellen Anschluss, die Einfluss auf das Studium der Elektrotechnik nehmen könnten?
- Welche Schlüsse lassen die Beobachtungen im Hinblick auf das Paradigma der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik zu?

5. Darstellung der wissenschaftlichen Vorgehensweise

Die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit stehen im Zusammenhang mit einem definierten alltagsweltlichen gesellschaftlichen Diskurs, der daraufhin untersucht wird, ob und in welcher Form er in der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik Anschluss findet. Untersucht wird der Wissensvorrat dieser Ingenieurwissenschaft, welcher im Studium weitergegeben wird. Unter der Annahme, dass der Diskurs auch in anderen sozialen Systemen geführt wird, die Einfluss auf ein Ingenieurstudium haben könnten, wird eine Auswahl dieser Systeme in die Untersuchungen einbezogen. Welche das sind, wird in Abschnitt 5.2 beschrieben. Die Untersuchungen finden als hermeneutisch wissenssoziologische Diskursanalyse statt, auf welche im nächsten Abschnitt 5.1 eingegangen wird. Mit einer solchen sind nach dem Soziologen Reiner Keller keine eigenständigen Methoden verbunden. Deren Festlegung sei vom Erkenntnisinteresse abhängig. Keller empfiehlt aber Stufen, welche aus „*forschungspraktischer Sicht“* (a.a.O., S.149) einzuhalten sind.

Einige dieser Stufen wurden bereits umgesetzt. Es wurde das Erkenntnisinteresse beschrieben sowie das Thema des zu analysierenden Diskurses festgelegt. Des Weiteren wurden die Fragestellungen fixiert, welche sich aus einem Literaturstudium sowie aus alltagsweltlichem Vorwissen ergaben. Ebenso wurde der aktuelle Forschungsstand beschrieben und das Verständnis grundlegender Begriffe dargestellt. Welche Textsorten in den Dokumentenkorpus aufgenommen wurden, der den Diskurs abbilden soll, wird in Abschnitt 5.2 beschrieben. Zusätzlich zur Quellenliteratur wurde Sekundärliteratur gesammelt, welche die strukturellen und funktionalen Wandlungen an Hochschulen sowie den technischen Fortschritt darlegen. Diese Sekundärquellen unterstützen bei der Rekonstruktion der Verfasstheit der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik und gegebenenfalls ihres Wandels.

An dieser Stelle ist nun weiter darzulegen, welcher Methoden sich die Analyse der Dokumente bedient und wie der zu analysierende Dokumentenkorpus zusammengestellt wurde.

5.1. Hermeneutische wissenssoziologische Untersuchung mittels einer systemtheoretischen Diskursanalyse

5.1.1. Diskursanalyse

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben sich aus unterschiedlichen Perspektiven mit dem pluralen Begriff und dem Verfahren der Diskursanalyse auseinandergesetzt. Definitionen und Beschreibungen finden sich z.B. in den Sammelbänden von Keller et al. sowie Teuber und Busse (Keller 2011a; Teubert et al. 1994).

In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff Diskurs im Sinne von Matthias Jung verwendet. Jung hält es für sinnvoll, den Diskursbegriff nicht darauf zu beschränken, ob Texte in einem Verhältnis zueinander stehen. Er verweist auf die wechselseitige Durchdringung der verschiedenen Kommunikationsbereiche, weshalb ein Diskurs auch dann vorliegen kann, wenn für einen inhaltlich abgegrenzten Teildiskurs Sprachkonstellationen in verschiedenen Kommunikationsbereichen entstehen (Jung 2011, S. 39–40). Die Übernahme von Jungs Diskursverständnis findet Anschluss an das systemtheoretische Verständnis der vorliegenden Arbeit.

Nach einem solchen Verständnis müssen die untersuchten Texte keinen semantischen Bezug zueinander aufweisen und nicht in direkter Beziehung stehen. Ein Korpus von

Dokumenten wird dann daraufhin untersucht, ob sich Zusammenhänge erkennen lassen, die als Verbindung zu einem thematisch bestimmten Diskurs interpretiert werden können.

Jung schlägt vor, sich einen Gesamtdiskurs als einen Würfel vorzustellen, der wiederum in einzelne Würfel unterteilt ist. Die einzelnen Würfel stellen den Dokumentenkorpus verschiedener Forschungsprogramme dar, die in ihrer Breite und Tiefe variieren können. Durch die Untersuchung der Teilwürfel entsteht ein Netzwerk von Aussagen, mit dem man sich dem Gesamtdiskurs nähern kann (a.a.O., S.41). Jungs Vorschlag eignet sich besonders für die Analyse von thematisch verwandten Diskursen und deren Veränderungen im Laufe der Zeit. Die Achsen des Gesamtwürfels sind in drei Parameter unterteilt. Diese Parameter sind die Teildiskurse, die Diskursebenen als Kommunikationsbereiche, in denen die Teildiskurse geführt werden, und die Textsorten, in denen die Teildiskurse erfasst werden. Die sprachlichen Realisierungen der Texte, können unterschiedlicher Art sein und sowohl schriftlich als auch mündlich vorliegen (ebd.). Ein Parameter Zeit wird im Würfelmodell Jungs nicht aufgenommen. Jung weist darauf hin, dass die Zeit immer einen Faktor in Diskursen darstellt, da der Anschluss an eine Kommunikation immer nur zeitlich versetzt sein kann.

Wenn, wie im vorliegenden Fall, Texte aus verschiedenen Zeiträumen untersucht werden, entspricht das nach Keller einer *„historisch weit ausholende[n] Zusammenhangsanalyse“* (Keller 2011b, S. 149). Über eine solche kann die Interpenetration von sozialen Systemen über einen längeren Zeitraum beobachtet werden (vgl. Abschnitt 2.4). Jung beschreibt Analysen, die eine Diskursentwicklung nachzeichnen, als diskursgeschichtliche Analysen, die einen Längsschnitt über die Zeit darstellen (Jung 2011, S. 36).

5.1.2. Wissenssoziologie

Das vorliegende Verständnis des Begriffs Wissenssoziologie stützt sich hauptsächlich auf die Theorie von Berger und Luckmann. In ihrer Arbeit „*Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit*“ (Berger et al. 1994) gehen sie zunächst auf die Geschichte der Wissenssoziologie ein, was hier für eine kleine Einführung genutzt wird. Der Begriff Wissenssoziologie wurde in den 1920er Jahren von dem deutschen Philosophen Max Scheler geprägt. Unter seinem Verständnis befasst sich die Wissenssoziologie mit der Art und Weise, wie Gesellschaft Wissen reguliert (Berger et al. 1994, S. 9). Der Soziologe Karl Mannheim erweitert dieses Verständnis. Er sieht, nach Berger und Luckmann, die Aufgabe der Wissenssoziologie darin, zu untersuchen, wie das Wissen sowie der *„Gehalt menschlicher Gedanken“* (a.a.O., S.10) durch die Gesellschaft bestimmt wird. Eines seiner Hauptanliegen, so Berger und Luckmann, war es, Wege zur Schaffung einer ideologiefreien Gesellschaft zu finden, die ein freies und demokratisches Zusammenleben ermöglicht. [112] In ihrer eigenen Theorie legen Berger und Luckmann den Schwerpunkt ihres Erkenntnisinteresses auf das Wissen der Alltagswelt. Das Wissen sei durch subjektive Gedanken und Handlungen vorhanden und habe über diese Bestand in der Gesellschaft (a.a.O., S.21-22). Ihr Anliegen ist es zu erkunden, wie *„**subjektiv gemeinter** Sinn zu objektiven Faktizität* wird*“* (a.a.O., S.20. nicht kursive Hervorhebung im Original kursiv. C.K.).

Blickt man auf das Kapitel 4 zurück und erinnert sich an Luhmanns Verständnis von Bildung der Person, so erkennt man Parallelen. Bei Luhmann nehmen soziale Systeme Einfluss auf das Werden der Person, auch wenn Individuen in ihrer Wissensaneignung frei

[112] Dieses Anliegen Mannheims teilt die vorliegende Arbeit, die eine Bildung der Person zur Verantwortung befürwortet und darin einen Beitrag von Schulen und Hochschulen zum Erhalt von Demokratie erkennt.

sind. Wie auch Luhmann gehen Berger und Luckmann von der sozialen Konstruktion von Wissen aus. Wissen ist fortlaufenden Interpretationsprozessen unterworfen, in welchen soziale Bedeutungszuweisungen entstehen. Diese werden als objektiviertes Wissen weitergegeben. Gegensätzlich zu Luhmanns Theorie, die auf Kommunikation basiert, entsteht Wissen bei Berger und Luckmann über Handlungsroutinen, deren Sinn in den allgemeinen Wissensvorrat einfließt. Eine Habitualisierung von Handlungen führe zur Reduktion von Komplexität und bewahre die Menschen vor ständigen Entscheidungsprozessen. Dann, wenn sich derartige Handlungen typisieren lassen, führt das nach Berger und Luckmann zu deren Institutionalisierung. Diese Routinen flössen in den allgemeinen Wissensvorrat ein und ermöglichten freie Kapazitäten im menschlichen Denken (a.a.O.: S. 56-57). Eine nähere Beschreibung der Theorie von Berger und Luckmann ist in der vorliegenden Arbeit nicht vorgesehen. Festzuhalten ist aber, dass sich die Systemtheorie und die Wissenssoziologie von Berger und Luckmann darin nahestehen, dass beide Theorien von der sozialen Konstruktion von Wissen ausgehen.

Für die vorliegende Untersuchung ist die Theorie von Berger und Luckmann vor allem deshalb von Interesse, weil sie sich auf das Wissen der Alltagswelt konzentriert. Wie auch in der Systemtheorie wird dieses in sozialen Systemen wie Familie, Bildungseinrichtungen, aber auch durch die Massenmedien weitergegeben (Keller 2011b, S. 130). Die Darstellung des Themas Verantwortung für ökologische Folgen von Technik in den Massenmedien stellt das Alltagswissen dar. Eine Untersuchung entsprechender Berichte bildet, wie bereits dargelegt, die Grundlage dieser Arbeit.

5.1.3. Hermeneutik

Da sich diese Arbeit als hermeneutische Wissenssoziologie versteht, steht noch eine Beschreibung des vorliegenden Verständnis der Hermeneutik aus. Nach dem Philosophen Helmut Danner ist der zentrale Begriff der Hermeneutik das Verstehen. Verstehen wird als Interpretation des Sinns menschlicher Produkte verstanden, die nicht nur in sprachlicher Form vorliegen müssen (Danner 1989, 34 ff.). Der Bezeichnung „Sinn“ ist in der Einführung in Luhmanns Systemtheorie (Kapitel 2) mehrfach zu begegnen. Dort wird das Sinnverstehen eher als das alltägliche Verstehen identifiziert. Dieses basiert auf alltäglichem Wissen und führt zu Auslegungen, die vor diesem Hintergrund (schnell) als richtig erkannt werden können. Da die Hermeneutik als wissenschaftliche Methode Verwendung findet, geht es nicht um das alltägliche, schnelle Verstehen. In der Hermeneutik ist man dazu aufgefordert, sich dem Sinn anzunähern, um höheres Verstehen zu erlangen. Eine solche Annäherung verläuft nicht linear, sondern umkreist das zu Interpretierende. Für derartige Verstehensprozesse ist es unter Umständen erforderlich, sich neues Wissen anzueignen, um sich dann wieder dem eigentlichen Thema zuzuwenden. Man bildet, so Danner, einen hermeneutischen Zirkel (a.a.O., S.61). Wie in allen Bereichen der Wissenschaft stellt sich auch in der Hermeneutik die Frage der Objektivität. Das Ziel der Wissenschaft ist es, aus subjektiven Beobachtungen eine objektive Aussage zu treffen. Da Beobachtungen immer das Problem haben, das durch Luhmann als blinder Fleck bezeichnet wird (vgl. Abschnitt 2.2.2), können die Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen nicht den Anspruch auf Allgemeingültigkeit haben. Das gilt vor allem bei der Auslegung historischer Dokumente, da die Sinnzuweisungen aus dem Hier und Jetzt des Beobachters gemacht werden.

Untersucht man, wie in der vorliegenden Arbeit, Dokumente einer zurückliegenden Zeit, kann nur gedeutet werden, unter welchem Sinn die Kommunikation geführt wurde und in welchem Kontext sie gestanden haben könnte. Es entstehen dabei verschiedene

Möglichkeiten der Zuweisung von Sinn und Kontext. Diese unterliegen den Erfahrungen des Beobachters. Die Festlegung auf eine Interpretation kann dann als objektiv betrachtet werden, wenn die verschiedenen *„Situationstypen“* (a.a.O., S.183) dargelegt werden, unter welchen die interpretierten Textstellen erwartungsgemäß hätten kommuniziert werden können. Diese Interpretationen sind aber nicht mit Spekulationen darüber verbunden, welchen subjektiven Sinn ein empirischer Sprecher dem Text gegeben haben könnte. Jede Deutung sollte im Gegenteil dazu charakteristisch für das soziale System sein, indem die Kommunikation stattfand (a.a.O., S.183). Sinn wird demnach rekonstruiert, wie das unter einem systemtheoretischen Verständnis ebenso der Fall ist. Durch das Sinnverstehen als zentrales Anliegen der Hermeneutik lässt sich diese mit der Systemtheorie Luhmanns zusammenbringen (vgl. z.B.Schneider 2004, S. 143–193).

Bisher wurde angekündigt, dass die vorliegende Arbeit auf der Untersuchung von Dokumenten der Massenmedien basiert. Diese bilden keinen wissenschaftlichen Diskurs ab. An dieser Stelle soll nochmals Bezug auf Berger und Luckmann genommen werden. Die Beschreibung des Stellenwerts sozialer Teilsysteme in der Konstruktion von Wissen ist bei ihnen nicht zu finden. Dies erkennt der Soziologe Reiner Keller als Defizit in ihrer Theorie. Keller befürwortet prinzipiell deren Auslegung der Wissenssoziologie, bemängelt aber, dass sie sich zu stark auf die allgemeinen Sinnwelten der Gesellschaft konzentrierten. Dabei würden die *„Sondersinnwelten und Expertenwissensstände“* (a.a.O., S. 132) vernachlässigt. In diesen Teilsystemen entstände spezifisches Wissen, welches dann in die Gesellschaft weitertransportiert würde. Damit dieses Expertenwissen objektiviert werden kann, benötige es der Kontroversen kollektiver Akteure. Dieses würde sich in Diskursen darstellen. Keller klammert damit wieder ein, was durch Berger und Luckmann ausgeschlossen wurde. Kollektive Akteure der Wissenschaft, Politik, Wirtschaft usw. würden ihr Wirklichkeitsverständnis weitergeben, und damit einen wesentlichen zum *„Wissensgefüge“* a.a.O., S. 139) beitragen. Um derartige Aushandlungsprozesse beurteilen zu können, betrachtet es Keller als sinnvoll, die hermeneutischen Wissenssoziologie mit der Diskursanalyse zu verbinden, was in der vorliegenden Arbeit aufgenommen und auf Dokumente weiterer Teilsysteme angewandt wurde. Deren Festlegung und die Auswahl der Dokumente werden im nachfolgenden Abschnitt beschrieben.

5.2. Festlegung des Dokumentenkorpus

In der vorliegenden Arbeit bestimmt der Faktor Zeit sowie das breit angelegte Erkenntnisinteresse der Verfasserin maßgeblich die Größe des Dokumentenkorpus. Der Längsschnitt über den Teildiskurs *Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik* wird über einen Zeitraum von fünfzig Jahren dargestellt. Ziel ist es, systemische Zusammenhänge zu verdeutlichen und prozessbedingte Veränderungen aufzuzeigen. Die Auseinandersetzung mit dem Thema der *Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik* ist Teil des Gesamtdiskurses der Technikverantwortung, der aus unterschiedlicher Perspektive beobachtet wird.

Betrachtet man den Gesamtdiskurs als Würfel, wie es Jung vorschlägt (vgl. Abschnitt 5.1.1), so ist es nicht ein Teilwürfel, der sehr genau analysiert wird, sondern drei Einzelwürfel. Diese sind durch die unterschiedlichen Diskursebenen sowie durch Textsorten bestimmt. Sich den Fragestellungen dieser Arbeit mittels einer Diskursanalyse zu nähern, erfordert Zurückhaltung und Einschränkung bei der Auswahl der Dokumente. Daher wurden verschiedene Entscheidungen zur Definition des Dokumentenkorpus getroffen und dieser auf das im Rahmen einer Dissertation Machbare minimiert. Julia Kurig nennt

entsprechende Vorarbeiten *„kompositorische Maßnahmen“* (Kurig 2015: 72), was dieses zugleich kreative und wissenschaftliche Vorgehen zum Ausdruck bringt. Die dafür notwendigen Entscheidungen sollen hier skizziert werden.

Abbildung 5-1 zeigt das Würfelmodell für den untersuchten Diskurs. Es gibt zwei Bereiche der Kommunikation, die untersucht werden und hier in den Diskursebenen dargestellt sind. Diese beiden Ebenen wurden für die nähere Betrachtung weiter spezifiziert. Auf der Ebene des Organisationssystems der Hochschule soll der Diskurs anhand des Fallbeispiels eines Studiengangs der Ingenieurwissenschaften der Elektrotechnik an der Hochschule Karlsruhe untersucht werden. Aus dieser Perspektive lässt sich zudem das soziale System der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik aus wissenssoziologischer Sicht betrachten. Dafür werden Archiv-Dokumente herangezogen, deren Auswahl in Abschnitt 5.2.1 näher erläutert wird. Wie sich der Diskurs in der alltagsweltlichen Kommunikation in der Gesellschaft darstellt, soll über die Massenmedien untersucht werden. Deren Selektion wird nachfolgend in Abschnitt 5.2.2 dargestellt. Verwendet werden Filmdokumente des Fernsehens sowie gedruckte Dokumente eines Nachrichtenmagazins.

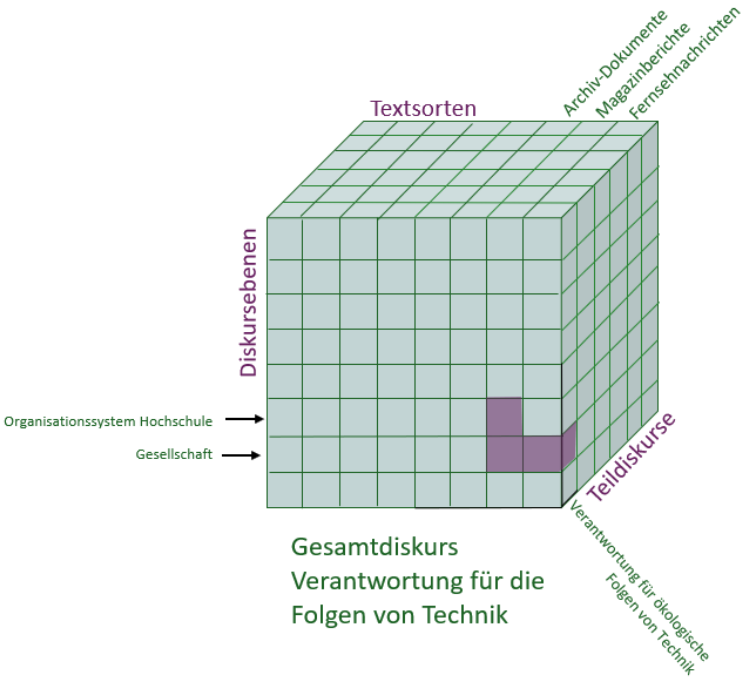


Abbildung 5-1: Anwendung des Würfelmodells nach Jung zur Darstellung des Anwendungsfalls.

Spezifizierung der Kommunikationsbereiche und Textsorten für die Untersuchung des Teildiskurses *Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik*. Eigene Darstellung angelehnt an (Jung 2011, S. 40).

5.2.1. Bestimmung der Dokumente für den Diskurs an der Hochschule Karlsruhe

Die Abbildung des gesellschaftlichen Diskurses über die ökologischen Folgen von Technik in einem Studiengang des Organisationssystems Hochschule wird von der Autorin als Anschluss und seine Fortführung verstanden.

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, ob und wenn ja, wann es im Untersuchungszeitraum curriculare Fächer oder Inhalte im Studium der Elektrotechnik gab, die die Verantwortung für die ökologischen Folgen der Technik thematisieren. Analysiert werden ausgewählte Stundentafeln und Modulhandbücher, Dokumente in Hochschulschriften und Schriftverkehr. Diese sind im Quellenverzeichnis zur Übersicht zusammengebracht.

Diesen Beobachtungen soll eine Analyse folgen, ob die Einführung solcher Fächer und Inhalte mit einer Intensivierung des gesellschaftlichen Diskurses in Verbindung gebracht werden kann. Bei der Analyse ist zu beachten, dass Veränderungen im Studium nicht gleichzeitig mit dem gesellschaftlichen Diskurs erfolgen können, da die Neugestaltung eines Curriculums oder der Lehrinhalte eine gewisse Vorlaufzeit benötigt. Über diese Untersuchung werden also Veränderungen in den Studienplänen sichtbar, wodurch man der Verfasstheit der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik ebenfalls näherkommt.

Um die Größe des Dokumentenkorpus zu reduzieren, wurde die Untersuchung des Fallbeispiels weiter präzisiert und auf den Studiengang *Elektrische Energietechnik* eingeschränkt. Ausschlaggebend für diese Einschränkung war, dass sich der Teilbereich Elektrische Energietechnik an der Fachhochschule Karlsruhe lückenlos untersuchen lässt. Das entsprechende Studienfach gehört in Karlsruhe bis heute zu den beständigen Angeboten der Elektrotechnik. Zudem findet ein erheblicher Teil des Diskurses zu den ökologischen Folgen von Technik im Themenbereich Energietechnik statt.

Durch die Einschränkung auf die Energietechnik verliert die vorliegende Arbeit nicht zwangsläufig den Anspruch der Allgemeingültigkeit für das Ingenieurfach Elektrotechnik. Wie dem historischen Rückblick zu entnehmen ist, lässt sich die Elektrotechnik in die Stark- und Schwachstromtechnik zweiteilen. Die Elektrische Energietechnik ist der Starkstromtechnik zuzuordnen und gehört deshalb zu den Grundpfeilern der Elektrotechnik. Zu den Aufgaben der Energietechnik gehören die Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie. Entwicklungen dieses Fachbereichs bilden die notwendige technische Infrastruktur, die eine sichere Stromversorgung der Gesellschaft gewährleisten. Durch die Komplexität der modernen Stromübertragungsnetze und Strommärkte sind diese Aufgaben nur mit weiteren Teilgebieten der Elektrotechnik, wie Mess- und Regelungstechnik, Automatisierungstechnik aber auch Informationstechnik zu lösen. Da die Prinzipien der elektrischen Energieerzeugung mit Hilfe elektrischer Generatoren auch für elektrische Motoren genutzt werden können, gehören der elektrische Antrieb von Maschinen ebenfalls zum Aufgabengebiet der Energietechnik. Die Inhalte der Energietechnik decken demnach einen weiten Teil der Elektrotechnik, auch der Schwachstromtechnik, ab.

Die Abhängigkeit der Gesellschaft von elektrischer Energie und der ständig wachsende Bedarf zieht ökologische Folgen nach sich. Im Laufe der letzten fünfzig Jahre waren die großen ökologischen Krisen häufig mit dem Themenfeld Energieerzeugung verbunden. Luftverschmutzung durch Kohlekraftwerke sowie Unfälle in Kernkraftwerken und die mit der Kernkraft verbundenen Probleme der Entsorgung des Atommülls sind Beispiele dafür. Gleichzeitig werden moderne emissionsfreie Verfahren zur Erzeugung elektrischer Energie als eine der Lösungen für den Einhalt des Klimawandels betrachtet. Aus diesen Gründen ist es zu erwarten, dass sich gesellschaftliche Diskurse im Studium dieses Faches abzeichnen.

Wie sich in Abschnitt 6.3 näher zeigen wird, ist das System Hochschule strukturell an weitere Organisationssysteme gekoppelt. Einige der Entwicklungen in Studiengängen sind nicht losgelöst von diesen Kopplungen zu verstehen. Daher wurden auch Dokumente verwendet, die diese Zusammenhänge nachweisen. Die Auswahl erfolgte aber immer in Hinblick darauf, was einer Verankerung nichttechnischer Fächer in den Curricula entgegenkommen oder verhindern könnte. Dafür wurden beispielsweise Schriften zu einem Akkreditierungsverfahren des Studiengangs Energietechnik, sowie ein archivarisches Dokument aus einem Schriftverkehr des Rektorats verwendet. Da nicht alle Fächer im Studiengang

Elektrotechnik aus dem eigenen Fachbereich organisiert und veranstaltet werden, wurden zudem Dokumente weitere Einrichtungen der Hochschule Karlsruhe näher betrachtet. Dazu gehören Schriften des Fachbereichs Sozialwissenschaften, des Studium Generale sowie der Geschäftsstelle der Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg (GHD). Ebenso wurde auf Dokumente des Referat für Technik- und Wissenschaftsethik an den Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg (rtwe) [113] zurückgegriffen. Beide Einrichtungen sind an der Hochschule Karlsruhe angesiedelt, jedoch für alle Fachhochschulen in Baden-Württemberg zuständig. Da die Studie auch als Beitrag zur Forschung über die Strukturen an Fachhochschulen gedacht ist, wird bei Bedarf begleitende Literatur herangezogen, die in die Liste des Dokumentenkorpus aufgenommen wurde.

Um den bezeichneten Diskurs in den Ingenieurwissenschaften abseits der Hochschule beobachten und interpretieren zu können, wurden als Begleitliteratur Veröffentlichungen des Verein Deutscher Ingenieure (VDI) herangezogen. Der VDI nimmt zwar nur eine Nebenrolle in den Ingenieurwissenschaften ein, ist aber, wie im historischen Rückblick dargestellt, ein Traditionsverein des Ingenieurwesens und gehört zu den dominierenden Berufsverbänden. Die Publikationen des VDI sind besonders geeignet, Aussagen über die Verfassung der Ingenieurwissenschaften zu treffen, wie z.B. die Arbeiten von Paulitz und Hortleder zeigen (Paulitz 2012; Hortleder 1970). Mitglieder des VDI nahmen und nehmen sich immer wieder Themen an, die ein mehrperspektivisches Technikverständnis nachweisen. Wie sich in den Voruntersuchungen gezeigt hat, macht auch der VDI immer wieder Vorschläge für eine Reform der Ingenieurausbildung. Dokumente des VDI dienen der Verfasserin als Referenzrahmen dafür, was aus den Reihen der Ingenieurinnen und Ingenieure an Veränderungen für das Studium gefordert wird.

5.2.2. Selektionen auf der Diskursebene Gesellschaft

Gesellschaft kann nach Luhmann durch die Kommunikation in den Massenmedien beobachtet werden. Diese legen dar, was wiederum in der Gesellschaft kommuniziert wird (vgl. Abschnitt 2.3.1). Die Beobachtung und Analyse der Kommunikation in den Massenmedien haben ihren Schwerpunkt darin, aufzuzeigen, ob und welche menschengemachten ökologischen Probleme dargestellt werden und wem die Verantwortung dafür zugeschrieben wird. Ein Vergleich mit anderen Themen der gesellschaftlichen Kommunikation ermöglicht es zudem abzuschätzen, welchen Raum das Thema im Laufe der fünfzig untersuchten Jahre überhaupt eingenommen hat. Ist dieser durchwegs sehr klein, ist davon auszugehen, dass der Diskurs nicht stattfindet. Nehmen die Themen über die Jahre unterschiedlichen Raum ein, wird sich die Relevanz des Diskurses ebenso abzeichnen. Die Beobachtung der diesbezüglichen Kommunikation ist grundlegend für die Prüfung der Hypothesen.

In der aktuellen Diskursforschung weisen Fraas und Klemm darauf hin, dass *„Diskurse […] immer auch Mediendiskurse“* (Fraas und Klemm 2005, S. 5) sind. Das betrifft natürlich nicht nur die Massenmedien, denn das Festhalten von sprachlichen Äußerungen benötigt immer ein Medium. Die Massenmedien hingegen schaffen unsere gesellschaftliche

[113] Mehr Informationen zum rtwe finden sich im Kapitel Untersuchung. Hier sei aber der Link auf die Website des Referats genannt: https://www.rtwe.de/ (zuletzt geprüft: 29.05.2022)

Realität (Luhmann 2017b). Dabei werden sie gerne unter Manipulationsverdacht[114] gestellt (a.a.O., S.9). Diese kann allein durch die Selektion der Themen, die den Massenmedien als relevant erscheinen, stattfinden. Über deren Darstellungen der Geschehnisse wird die gesellschaftliche Wirklichkeit konstruiert[115]. Den Wahrheitsgehalt der hier untersuchten Dokumente zu prüfen, gehört nicht zu den Aufgaben der vorliegenden Arbeit. Es soll entsprechend der Fragestellungen zunächst untersucht werden, ob Themen des ausgewählten Teildiskurses die alltagsweltliche Kommunikation bestimmen und welche das sind. Zur Beurteilung der Frage, welchen Stellenwert durch Technik verursachte Probleme der Ökologie generell im alltagsweltlichen gesellschaftlichen Diskurs haben, soll zudem ein Überblick über die Gesamtthemen geschaffen werden.

5.2.2.1. Leitmedium Fernsehen

Nachrichten und Berichte des Leitmediums Fernsehen hält die Verfasserin der vorliegenden Arbeit für besonders geeignet, die Kommunikation der Alltagswelt abzubilden. Für die Entscheidung, Dokumente des Leitmediums Fernsehen zu verwenden, gibt es zwei wesentliche Gründe. Zum einen kann durch die Darstellung der Inhalte in filmischer Form den Fernsehdokumenten eine relativ hohe Glaubwürdigkeit zugesprochen werden. Luhmann spricht noch 1997 dem Filmmaterial im Fernsehen einen Glaubwürdigkeitsbonus zu, da eine manipulierende Überarbeitung sehr zeitintensiv wäre (Luhmann 1997, S. 306). Dieses Argument ist allerdings im Zeitalter der Digitalisierung und den Möglichkeiten der modernen Informatik nicht mehr so schlagkräftig. In einem freien demokratischen Land ist aber nicht davon auszugehen, dass die Fernsehredaktionen Interesse daran haben, Inhalte nachträglich zu manipulieren. Manipulation findet, wie oben erwähnt, eher durch die Selektion der Themen statt. Ein weiteres Argument für das Medium Fernsehen ist die große Anzahl von Menschen, die über die Sender erreicht werden können. Es ist davon auszugehen, dass bereits zu Beginn des Untersuchungszeitraums in den 1970er Jahren ein Großteil der Haushalte mit einem Fernsehgerät ausgestattet war. Zu Beginn dieser Dekade wurden in westdeutschen Haushalten bereits ca. 14 Millionen Fernsehgeräte gezählt. 1990 ist eine *„flächendeckende Versorgung“* (Schildt 2001: 38) mit Radio- und Fernsehgeräten erreicht. Die große Menge an Zuschauern lässt die Verbreitung relevanter Themen in der Gesellschaft wahrscheinlich werden, die dann auch in den Wissenschaften Anschluss finden können.

Die filmischen Dokumente stellen eine Symbiose aus Sprache, Bild und Ton dar. Dies eröffnet vor allem der Beobachtung dritter Ordnung weitere Interpretationsebenen. Die gesprochenen Texte bekommen durch Intonation, Stimmlage, begleitende Geräusche und Musik eine Erweiterung des narrativen Raums. Informationen werden zudem durch Bildmaterial belegt oder erweitert.

Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine Längsschnittanalyse handelt, die sich über einen relativ langen Zeitraum erstreckt, war eine dauerhafte Archivierung der Dokumente eine Voraussetzung für die Untersuchung. Um eine Entwicklung des Diskurses beobachten zu können, ist es sinnvoll Dokumente desselben Massenmediums zu nutzen, um sie dann zu vergleichen. Ein Anliegen der Verfasserin ist es, dass die untersuchten

---

[114] Der Verdacht der Manipulation durch die Massenmedien wird während des Zusammenschreibens der vorliegenden Arbeit besonders häufig formuliert. Dies vor allem im Zusammenhang mit der Covid19- Pandemie und dem Krieg Russlands gegen die Ukraine.

[115] Eine Einführung in den Begriff Massenmedium findet sich in Abschnitt 2.3.1.

Dokumente möglichst barrierefrei zugänglich sind. Dadurch erhöht sich die Transparenz der Untersuchung und erleichtert die Nachprüfbarkeit.

Einige Anbieter seriöser Massenmedien haben die Möglichkeiten der Digitalisierung genutzt und ihre Archive im Internet zur Verfügung gestellt. Unter dem Kriterium der Seriosität, des Informationsgehalts sowie der Anschlussfähigkeit fiel die Wahl der Verfasserin auf das Sendungsarchiv der *Tagesschau.* Diese Nachrichtensendung wird durch die Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD) veröffentlicht. Auf der diesbezüglichen Internetseite ist das Archiv des ARD-Jahresrückblicks zu finden.[116] Im ARD Jahresrückblick stellt die Tagesschau-Redaktion Berichte und Reportagen eines Jahres zusammen, die für sie am Jahresende noch Relevanz haben. Diese sind der *Tagesschau* und seit 1978 auch den *Tagesthemen* entnommen. Die Untersuchung dieser Dokumente ist somit eine Beobachtung höherer Ordnung, unter dem Bewusstsein, dass die Dokumente bereits mehrere Selektionsprozesse durchlaufen haben. Im Verlauf des Untersuchungsprozesses wurde das Archiv digital überarbeitet und nochmals redaktionellen Änderungen unterzogen. Die Sinndimension dieser Berichte entspricht mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht mehr den Originalberichten. Um die wichtigen Themen und Probleme dazustellen, sind sie aber dennoch geeignet.

Die *Tagesschau* ist die älteste Nachrichtensendung im deutschen Fernsehen und führt bis heute die Ranglisten der Fernsehsendungen an.[117] Die hohen Zuschauerzahlen können als Beleg für die Glaubwürdigkeit des Senders gesehen werden, da die öffentlich-rechtlichen Programme durch die Privatisierung des Fernsehens[118] und die sozialen Medien erhebliche Konkurrenz bekommen haben. In ihrem Jahresrückblick fasst die ARD seit 1952, immer zum Jahresende, die wichtigsten Meldungen ihrer Nachrichtensendungen zusammen. Die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten haben den Auftrag, über ihre Sendungen *„zum Prozess freier individueller und öffentlicher Meinungsbildung“* beizutragen *„und dadurch die demokratischen, sozialen und kulturellen Bedürfnisse der Gesellschaft zu erfüllen“* Dabei soll ein *„umfassende[r] Überblick […] [über das] Geschehen in allen wesentlichen Lebensbereichen“* (Bundesrepublik Deutschland 8. bis 12. 12. / 2016) gegeben werden. Dieser Auftrag ist seit 1991 so im Staatsvertrag für Rundfunk und Telemedien formuliert, der seit November 2020 durch den Medienstaatvertrag abgelöst ist, in welchem diese Formulierungen gleichlautend übernommen wurden. Es ist davon auszugehen, dass die ARD bereits in den Jahren zuvor ihre Nachrichten unter dieser Prämisse gesendet hat.

5.2.2.2. Printmedium Nachrichtenmagazin

Ein Bericht des ARD Jahresrückblicks erforderte mehr Informationen über den angeregten Diskurs. Für ein besseres Verständnis wurde dafür auf einen Titelbericht des wöchentlich erscheinenden Nachrichtenmagazins DER SPIEGEL zurückgegriffen. Die dort verbreiten Nachrichten sind größtenteils in Berichtsform verfasst und besitzen einen höheren

---

[116] Die diesbezügliche Website ist unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/jahresrueckblicke2.html zu erreichen. (zuletzt geprüft: 29.01.2021) Die verwendeten Dokumente finden sich als Internetdokument im Literaturverzeichnis.

[117] Erfasst und erforscht wird das Zuschauerverhalten des deutschen Fernsehens durch die AGF Videoforschung GmbH. Die Zuschauerforschung hat eine lange Tradition und wurde gleichzeitig mit dem Zweiten Deutschen Fernsehen (ZDF) eingeführt. Mehr über die Geschichte und Forschung der AGF ist unter https://www.agf.de/ Nachzulesen. (zuletzt geprüft: 29.01.2021)

[118] Die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten bekamen Anfang 1984 durch die privaten Anbieter Konkurrenz. Große Medienkonzerne wie Bertelsmann und Springer fanden im Fernsehen ein weiteres Standbein. vgl. dazu Schildt 2001c: 38

Informationsgehalt als Tagesnachrichten, da sie auch über den Kontext informieren. Mit einer großen Auflage erreicht DER SPIEGEL noch heute mehr als vier Millionen Leser. [119] Von einem Magazin erwarten die Leserinnen und Leser gut recherchierte Berichte, die nicht direkt von den Tagesnachrichten abhängen. Das Magazin DER SPIEGEL wendet sich zwar auch an eine breite Öffentlichkeit, dennoch dürfte seine Leserschaft aus verschiedenen Gründen nicht annähernd so heterogen sein wie das Publikum des ARD Jahresrückblicks. Zum einen seien hier die Länge der Berichte sowie eine gehobenere Sprache genannt. Das Zielpublikum des Magazins ist an gesellschaftlich relevanten Entwicklungen der Zeit interessiert und möchte sich näher darüber informieren. DER SPIEGEL ist nicht auf bestimmte Themengebiete festgelegt. Er „spiegelt" wider, was aktuell in der Gesellschaft von Interesse ist. Das Repertoire reicht von Reiseberichten bis hin zu Neuigkeiten aus der Wissenschaft. Oft wird über politische Themen berichtet.

Die Journalisten des Magazins, das heute über das Medienhaus SPIEGEL-Gruppe herausgegeben wird, sehen sich einem *„unabhängigen, investigativen Journalismus"* [120] verpflichtet. Auch wenn es hin und wieder zu Skandalen kam, kann von einer hohen Qualität der Berichte ausgegangen werden. DER SPIEGEL wurde 1947 von Rudolf Augstein gegründet und wöchentlich veröffentlicht. Seitdem werden die Ausgaben archiviert und stehen als eines der umfassendsten Archive Nachkriegsdeutschlands zur Verfügung. Seit 1994 existiert das Nachrichtenportal des Spiegels, auf welchem das Archiv der Allgemeinheit kostenlos zur Verfügung steht. [121]

[119] Die Printmedien stehen mit fortschreitender Digitalisierung in Konkurrenz mit den Internet-Medien. Zahlen zum Magazin Der Spiegel sind der Wikipedia-Seite https://de.wikipedia.org/wiki/Der_Spiegel zu entnehmen. (zuletzt geprüft 04.07.2021)

[120] Vgl. https://www.spiegelgruppe.de/unternehmen/verantwortung (zuletzt geprüft 24.09.2022)

[121] https://www.spiegel.de/spiegel/print/index-1947.html (zuletzt geprüft 24.09.2022)

III. Untersuchung

6. Einflüsse des Organisationssystems Hochschule auf ein ingenieurwissenschaftliches Studium dargelegt am Fallbeispiel

Wie eingangs erwähnt ist diese Forschungsarbeit in erster Linie als Teil einer wissenssoziologischen Untersuchung der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik gedacht. In zweiter Linie will sie aber auch einen Beitrag zur Theoriebildung der Bildungseinrichtung Fachhochschule leisten. Für beides wird das Fallbeispiel des Fachbereichs Elektrotechnik an der Fachhochschule Karlsruhe herangezogen. Darüber hinausgehend soll plausibel gemacht werden, dass dieses Fallbeispiel als exemplarisch für das Paradigma der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik angesehen werden kann.

In Abschnitt 2.7 wird allgemein eingeführt, dass Hochschulen als Organisationssysteme zu verstehen sind. Für deren Selbsterhalt gehören nach Luhmann Veränderungen zu den relevanten Voraussetzungen (vgl. Abschnitt 2.3). Um gezielte Veränderungen für die Zukunft anregen zu können, wie es ebenfalls das Ziel dieser Arbeit ist, ist es sinnvoll, Veränderungsprozesse der Vergangenheit und Gegenwart zu untersuchen. Dieses Kapitel konkretisiert die theoretische Auseinandersetzung mit dem Organisationssystem Hochschule und verbindet sie mit Beobachtungen aus Untersuchungen des Fachbereichs Elektrotechnik über den Studiengang Energietechnik. Trotz des hohen Anteils an theoretischen Inhalten ist dieses Kapitel als Teil der Untersuchung zu betrachten. Ohne eine Darstellung der systemischen, aber auch spezifischen Zusammenhänge sind die Untersuchungsergebnisse zur Verankerung nicht-technischer Fächer im Hinblick auf die Technikverantwortung kaum zu interpretieren.

Um sich dem Organisationssystem des Fachbereichs Elektrotechnik anzunähern, wird es hier weiter systematisiert und seine Gestaltungselemente vorgestellt, auf die sich die Abschnitte dieses Kapitels stützen. Das Schema der folgenden Abbildung 6-1 gilt generell für Organisationssysteme und lässt sich auch auf den Fachbereich Elektrotechnik übertragen.

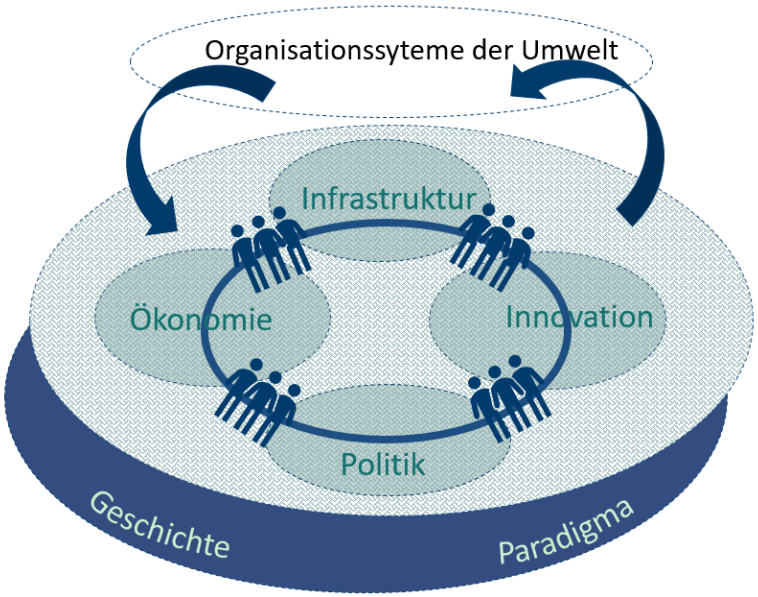


Abbildung 6-1: Die Gestaltungselemente eines Organisationssystems.

Neben den vier Gestaltungselementen, sind die Mitglieder des Organisationssystems dargestellt sowie die strukturelle Kopplung des Systems zu weiteren Organisationssystemen seiner Umwelt. Die Darstellung ist angelehnt an (Ihsen 1999, S. 55).

Das abgebildete Schema basiert auf einer Grafik der Soziologin Susanne Ihsen (Ihsen 1999, S. 55). Abweichend von deren Darstellung werden hier auch die Mitglieder des Organisationssystems gezeigt. Mitglieder sind Teil des sozialen Systems und im Gegensatz zu den Elementen reale Personen. Nach Luhmann sind die Mitglieder diejenigen, welche die Entscheidungen treffen und zugleich über diese Entscheidungen kommunizieren (Luhmann 2017a, S. 160).Wie in Abschnitt 6.4 angedeutet und in Kapitel 7 weiter bestätigt, ist insbesondere das Element Innovation von der individuellen Gestaltung abhängig. Gleichzeitig repräsentieren unter einem soziologischen Verständnis die Mitglieder Werte und Kultur des Organisationssystems (a.a.O., S.158). Diejenigen Mitglieder, die institutionelle Aufgaben in Forschung und Lehre übernehmen, sind zugleich Träger des Denkstils ihrer Wissenschaft und handeln nach deren Paradigma (vgl. Abschnitt 2.1). Weiter abweichend von Ihsens Darstellung wird der von ihr verwendete Begriff *„Unterwelt“* (Ihsen 1999, S. 54–55) durch den des Paradigma im Sinne Kuhns ersetzt. Darunter wird hier nicht nur das Paradigma der Wissenschaft, sondern auch das des Organisationssystems der Hochschule und ihrer Fachbereiche verstanden. Über deren Paradigmata wird neben gemeinsamer Kultur- und Wertvorstellungen die Einhaltung ungeschriebener Gesetze bestimmt, die, wie bei Ihsen beschrieben, als *„„heimliche Lehrpläne““* (ebd. Anführungszeichen im Original vorhanden. C.K.) bspw. in Studiengangsplanungen einfließen.

Die in Abbildung 6-1 dargestellten Pfeile in die Organisationssysteme der Umwelt stellen die strukturelle Kopplung des Fachbereichs mit seiner Umwelt dar, welche sowohl hochschulintern als auch extern sein kann. Dies wird in Abschnitt 6.3 verdeutlicht. Dort zeigt sich zudem die Bedeutung des Elements **Infrastruktur** für die Überarbeitung eines bestehenden Studiengangs. Zur **Infrastruktur** des Fachbereichs gehören neben der Verwaltung die verschiedenen Gremien wie bspw. Studienkommission, Fakultätsrat, Fakultätsvorstand sowie die Fachschaft. Ebenso zählen Forschungsinstitute zur Infrastruktur der Fachbereiche (vgl. Ihsen 1999, S. 53). Neben der **Politik** des Fachbereichs und der Hochschule, die durch die Politik des Landes beeinflusst wird, zeigt sich die strukturelle Kopplung an externe Organisationssysteme in der Planung von Studiengängen, wie es in der Abbildung dargestellt wird.

Die Durchdringung von Gegenwart und Zukunft durch die Vergangenheit kommt in der Grafik über die Webstruktur der Systemebene zum Ausdruck. Die Zukunft ist hier nicht konkret dargestellt, sondern wird mitgedacht. Wie in Kapitel 2 beschrieben, weisen alle Beobachtungen von Systemen in die Zukunft, wenn sich aus den Beobachtungen eine erfolgreiche Kommunikation ergibt, die zum Handeln führt. Ein erster Blick in die Geschichte beginnt nicht mit einem Rückblick auf die Entwicklung des Fachbereichs, sondern auf die der Fachhochschulen in Baden-Württemberg. Diese ist in Abschnitt 6.1 zusammengefasst. Im anschließenden Abschnitt wird die Bedeutung des Elements Ökonomie für Lehre und Forschung am Beispiel der Realisierung des Gebäudekomplexes der Fachhochschule Karlsruhe in den 1960er Jahren dargestellt. Hier werden die Probleme verdeutlicht, die durch die dynamische Technikentwicklung und den gesellschaftlichen Wandel verursacht werden.

Das Element **Innovation** ist Ausdruck der Beobachtung von der Gesellschaft durch die Mitglieder des Organisationssystems. Innovationen sind nach Ihsen nicht nur im Zusammenhang mit Forschung, sondern auch mit Lehre zu denken (ebd.). In Abschnitt 6.4 wird erneut ein Blick in die Geschichte geworfen, um zu erläutern, auf welcher Grundlage

Innovationen in der Lehre aufgebaut werden können und welche Hindernisse sich einer guten Lehre in den Weg stellen.

6.1. Kontext zu zur Gründung der Fachhochschule Karlsruhe

Für die Beschreibung der Entwicklung der Fachhochschulen in Baden-Württemberg und der Fachhochschule Karlsruhe wurde auf die Zusammentragungen von Förster zurückgegriffen. Der Historiker wurde anlässlich des 125-jährigen Bestehens der Fachhochschule Karlsruhe (2002) damit beauftragt, die Geschichte der Hochschule nachzuzeichnen sowie deren historisches Umfeld zu beschreiben (Förster 2003b).

Nach Förster war es für die technischen Fachhochschulen wegweisend, dass sich während der zweiten Hälfte des 19.Jh. in den Wirtschaftsunternehmen eine Lücke auftat, welche sich weder durch die Absolventen der technischen Universitäten noch durch die Absolventen der Gewerbeschulen schließen ließ (Förster 2003b, S. 36). Für die *„stellenweise schon sehr komplexen Planungs- und Organisationsaufgaben“* zwischen Forschung, Entwicklung und der Produktion fehlten entsprechend ausgebildete Personen (a.a.O., S.37). Diese Arbeitskräfte sollten sowohl in der Theorie als auch in der Praxis von Technik bewandert sein. Diese Lücke konnte durch die Ingenieurschulen zunächst geschlossen werden. [122]

Förster stellt zudem dar (Förster 2003b, 249 ff.), dass sich in den Nachkriegsjahren des zweiten Weltkriegs die Dynamik in der Technikentwicklung enorm steigerte. Entsprechend der Vorgänge zu Beginn der Industrialisierung stieg der Bedarf der Gesellschaft an Bildung, insbesondere an technischer Bildung (vgl. zudem Abschnitt 1.1). Daneben ließ die ebenfalls zunehmende Komplexität von Technik die Ansprüche an die Lehre in den Ingenieurschulen wachsen, wodurch ihre Hochstufung in den tertiären Bildungsbereich notwendig wurde (ebd.). Nach einem 1968 beschlossenen Abkommen zwischen den Ländern und der Bundesrepublik Deutschland *„zur Vereinheitlichung auf dem Gebiet des Fachhochschulwesens“* (Sekretariat der Kultusministerkonferenz 1998) kam es dann bundesweit zur Gründung der Fachhochschulen, welche in großen Teilen aus den staatlichen Ingenieurschulen hervorgingen. In Karlsruhe wurde das Abkommen im Wintersemester 1971/72 umgesetzt und die staatliche Ingenieurschule Karlsruhe zur Fachhochschule Karlsruhe aufgewertet (Förster 2003b, S. 321).

Förster sieht im Weg von der Gründung der Ingenieurschulen bis zur Etablierung der Fachhochschulen eine *„historische Parallele zwischen der einstigen Akademisierung der Polytechniken Ende des 19. Jahrhunderts“* (a.a.O., S.255), die in Kapitel 1 dargestellt ist. Der Weg der Akademisierung der Ingenieurschulen lässt sich am Beispiel in Karlsruhe allein schon über die Namensgebungen aufzeigen, die sich Abbildung 6-2 entnehmen lassen.

[122] Die Geschichte der höheren Ingenieurschule in Karlsruhe soll an dieser Stelle nicht beschrieben werden. Sie ist in den Sonderausgaben zum 100 und 125-jährigen Bestehen der Fachhochschule Karlsruhe umfangreich beschrieben (Förster 2003b; Fachhochschule Karlsruhe 1975).

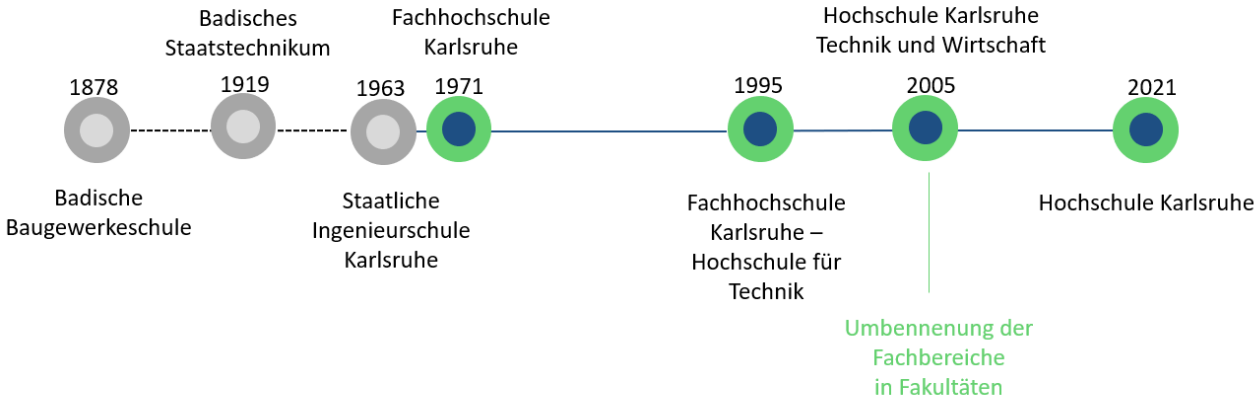


Abbildung 6-2: Entwicklung der Namensgebung der Hochschule Karlsruhe seit ihrer Gründung. Eigene Darstellung. Der Untersuchungszeitraum ist farbig dargestellt.

Laut Förster begann die Verwissenschaftlichung der Ingenieurschulen jedoch schon vor ihrer Aufwertung mit dem Recht, ihre Absolventen zu graduieren. Bereits 1964 wurde diesen nach erfolgreichem Abschluss der akademische Titel „Ing. (grad)“ verliehen. Dennoch gingen die Ingenieurschüler während der Studentenproteste von 1968 bis 1970 auf die Straße. Sie forderten die Aufwertung der Ingenieurschulen, da sie ihren Berufsstatus in Gefahr sahen. Denn trotz Graduierung wurden ihre Abschlüsse in den Ländern der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft EWG nicht anerkannt (a.a.O.: 253).

Zu den geschilderten Problemen gesellte sich ein weiteres, welches die Gründung der Fachhochschulen forcierte. Die Umstrukturierung der Ingenieurschulen fiel in eine Zeit, welche als das *„entscheidende Jahrzehnt der Bildungsexpansion in der Bundesrepublik“* im 20. Jh. (Schildt 2001b, S. 37) bezeichnet werden kann. Eine höhere Bildung wurde nach den Jahren des Wiederaufbaus immer wertvoller. Dies führte dazu, dass die damals geburtenstarken Jahrgänge vermehrt an Mittelschulen und Gymnasien drängten. Nach ihrem Schulabschluss sollte ihnen, unabhängig vom sozialen Herkommen, ein Studium ermöglicht werden. Mit dem Inkrafttreten des Bundesausbildungsförderungsgesetzes (BAföG) 1971 wird das bis heute finanziell ermöglicht (vgl. Schildt 2001a, S. 3). Die Einführung des BAföGs förderte den Trend zum Studium, auch nachdem die Schülerzahlen in der letzten Hälfte der 1970er Jahre wieder abnahmen. Die zunehmenden Studierendenzahlen erforderten den räumlichen Ausbau der Hochschulen, der bereits ab 1956 durch einen *„materielle[n] Ausbau der Ingenieurschulen [systematisch] betrieben“* (Sekretariat der Kultusministerkonferenz 1998) wurde, womit auch dem Mangel an Ingenieuren [123] , begegnet werden sollte (Förster 2003b, S. 253). So kam es auch in Karlsruhe zu einem Bauvorhaben des damaligen Badischen Staatstechnikums. Die Realisierung dieses Vorhabens führte zum Campus der Fachhochschule Karlsruhe. Über diesen Rückblick soll das Gestaltungselement Ökonomie beschrieben und gleichzeitig auf allgemeine Probleme technischer Bildung hingewiesen werden.

[123] Nicht nur der Wirtschaftsaufschwung, auch die Folgen des Zweiten Weltkriegs auf die demographische Verteilung der Bevölkerung bewirkten einen Ingenieurmangel.

6.2. Das Element Ökonomie

Viele der Gebäude des heutigen Campus der Hochschule Karlsruhe wurden bereits im letzten Drittel der 1950er Jahre für das Badische Staatstechnikum beantragt [124]. Landesregierung und Landtag genehmigten die Gebäude, welche für insgesamt 2100 Schüler ausgelegt waren (Schillinger 1975, S. 75). Dieses Bauprojekt veranschaulicht nicht nur die grundsätzlichen Probleme einer langfristigen Planung und Umsetzung von Bauprojekten. Es verdeutlicht generell ein großes Problem praxisnaher technischer Bildung. Diese Darlegungen haben bis heute nichts von ihrer damaligen Aktualität verloren.

Die Probleme, die durch Unwägbarkeiten verschiedener Art entstehen können, lassen sich am Beispiel der *Elektrotechnischen Abteilung* veranschaulichen. Die Abteilung konnte im September 1966, gut 10 Jahre nach Planungsbeginn, auf dem Campus in der Moltkestraße ihre Räume beziehen. Erst 1972 erfolgte die offizielle Einweihung des gesamten Gebäudekomplexes (Schillinger 1975, S. 101), in dem sich seither die Fachhochschule Karlsruhe befindet.

Der oben angedeutete Trend zum Studium, vor allem auf technische Fächer, führte schnell dazu, dass man in den damals großzügig geplanten Räumlichkeiten zusammenrutschen musste. Während des Untersuchungszeitraums der vorliegenden Arbeit vervierfachte sich zeitweise die Anzahl der Studierenden [125]. Die bis 2016 ständig zunehmenden Studierendenzahlen erforderten weitere Räumlichkeiten. Dies führte zur Anmietung verschiedener Gebäude im Stadtgebiet sowie zu einem Neubau auf dem Campus in der Moltkestraße. Raumplanungen ändern sich nicht nur durch einen zusätzlichen Raumbedarf. Auch die Trennung von Abteilungen oder neue Fachbereiche machen Umstrukturierungen notwendig.

Aufgrund der *„stürmischen Entwicklungen der Elektrotechnik und der damit verbundene immer stärker werdende Andrang der Studenten zu diesem Wissenschaftszweig“* (Fachbereich Elektrische Energietechnik, S. 149) wurde in der Bauphase beschlossen, die Elektrotechnische Abteilung aufzutrennen. Dies führte 1965 zur Gründung der beiden eigenständigen Abteilungen *Nachrichtentechnik* und *Starkstromtechnik*. Elektrotechnische Entwicklungen wie der Mikroprozessor und die fortschreitende Digitalisierung führten vor allem in der Nachrichtentechnik zu großen Veränderungen in der Erzeugung, Übertragung, Sicherung und Speicherung von Daten. Hier lässt sich die Nähe zur noch jungen Wissenschaft Informatik erkennen. In der Abteilung Nachrichtentechnik wurde die Zukunft der Informatik richtig eingeschätzt und aus ihr heraus 1971 der Fachbereich Informatik gegründet (Fachhochschule Karlsruhe 1975, S. 177). Vergleichbar mit der Emanzipation der Elektrotechnik von den Naturwissenschaften und dem Maschinenbau während ihrer Institutionalisierung (vgl. Abschnitt 1.3) erforderte die zunehmende Komplexität des Wissens im Bereich der Informatik eine Emanzipation von der Elektrotechnik. Der Fachbereich *Informatik* [126] war in

---

[124] Anlässlich des 100-jährigen Jubiläums der Fachhochschule Karlsruhe wird in einer weiteren Festschrift die Planung und Umsetzung dieses Bauvorhabens ausführlich beschrieben(Schillinger 1975).

[125] Im WS 16/17 waren an der Hochschule Karlsruhe 8403 Studierende eingeschrieben. Nachzulesen im Internetdokument Bildung und Kultur des Statistischen Bundesamtes, Fachserie 11 Reihe 4.1.(Studierende an Hochschulen – Fachserie 11 Reihe 4.1 - Wintersemester 2016/2017 (statistischebibliothek.de) (zuletzt geprüft: 09.08.2022)

[126] Der Fachbereich wurde noch vor der Gründung der ersten Informatikfakultät Deutschlands,1972 an der Universität Karlsruhe, eröffnet. Die Geschichte der universitären Informatik ist einer Festschrift des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) zu entnehmen. 50 Jahre Informatik in Deutschland (kit.edu) (zuletzt geprüft: 08.08.2022) An den Universitäten steht die Informatik vor allem der Mathematik nahe, für welche es an der Fachhochschule Karlsruhe aber keinen eigenen Fachbereich gab und noch immer nicht gibt.

den Planungen des Staatstechnikums nicht vorgesehen (Gmeiner und Fensch 2003, S. 142). Das Studieninteresse an dieser jungen wissenschaftlichen Disziplin war aber gegeben, weshalb es galt, die notwendige Infrastruktur mit Hilfe möglichst vieler Mitglieder, darunter auch Studierende, aufzubauen (a.a.O., S.143). Die Fortschritte in der Informatik veränderten allgemein die Inhalte der anderen Fachbereiche. Dies erforderte neue technische Einrichtungen, wie Labore und Rechner-Pool-Räumen, sowie ein zentrales Rechenzentrum (Kammerer und Herbstreith 2003, S. 305–306).

Ebenso gravierend wirkt sich der technische Fortschritt auf die Einrichtung der Laboratorien aus, die für einen adäquaten Lehrbetrieb am Stand der Technik ausgerichtet sein sollten. Die Beschreibung der Räumlichkeiten, die den elektrotechnischen Abteilungen nach der Fertigstellung zur Verfügung standen (Schillinger 1975, S. 87), lässt im Nachhinein vermuten, dass es relativ schnell zu Veränderungen kommen würde. Neben den Vorlesungsräumen standen der Elektrotechnik sieben Konstruktionssäle und zwei Modellräume zur Verfügung. Räume für die zeichnerische Konstruktion am Brett wurden später durch die Computer gestützte Konstruktion CAD nahezu überflüssig. Zudem entfernte sich die Energietechnik immer weiter vom Maschinenbau, wie es in Kapitel 7 zu erkennen sein wird. Aus diesem Grunde wurde ab dem WS 1999/2000 keine Konstruktionslehre mehr in den Regelveranstaltungen angeboten (vgl. Tabellen Stundentafeln Energietechnik im Anhang).

Auch die technischen didaktischen Hilfsmittel verändern sich dynamisch, insbesondere durch die Digitalisierung. Ist während der ersten Fachhochschuljahre ein *„Experimentiervortragssaal […] mit Bildwerferraum“* (a.a.O., S.93) [127] noch erwähnenswert, gehören heute Beamer und Computer zur Grundausstattung jedes Lehrraumes. Die Fortschritte in der Digitalisierung verändern bis heute die Lehrinhalte der Studiengänge sowie die Form zu lehren und zu lernen. Dafür sind moderne technische Ausstattungen sowie Personal zur Entwicklung und Wartung notwendig.

Dieser kurze Ausflug in die Geschichte der Fachhochschule Karlsruhe stellt das Element Ökonomie gut dar. Daraus wird auch erkenntlich, wie sehr eine zeitgerechte, praxisnahe Hochschullehre von einer stabilen Finanzierung abhängig ist. Die räumliche, personale und technische Ausstattung der Hochschulen ist allein durch die Förderung der Länder und des Bundes nicht zu leisten. Zeitgemäße Forschung und Lehre an Fachhochschulen erfordert auch Kooperationen mit Industrieunternehmen. Über gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte können die finanziellen Mittel der Hochschule aufgestockt werden (Niederdrenk 2013, S. 23).

Dieser Rückblick lässt erkennen, dass die Mitglieder des Organisationssystems Hochschule mit permanenten Veränderung konfrontiert werden. Insbesondere Lehrende aus dem Bereich Technik haben, neben der Aufgabe, ihr technisches Wissen auf dem Stand zu halten, auch die Aufgabe zu bewältigen, den Standard ihrer Labore zu erhalten. Da es zum Profil der Fachhochschulen gehört, Studierende praxisnah auszubilden, sind die Lehrenden dazu aufgefordert, dies auch zu tun. Doch jede Umgestaltung, jedes neue Labor, jeder Umzug in andere Räumlichkeiten bedeutet einen hohen Zeitaufwand für alle Mitglieder des Systems. Für die Interpretation der Untersuchungsergebnisse sollte deshalb das

[127] Der „Bildwerferraum“ wird heute nur noch für offizielle Veranstaltungen als Regieraum genutzt. Laptop und Beamer machen Lehrende unabhängig von einer Assistenz, welche damals die Bildwerfer, Dia- und Filmprojektor, bedienten.

Element Ökonomie beachtet werden, weil es vor allem auch zeitliche Ressourcen der Mitglieder des Organisationssystems in Anspruch nimmt.

6.3. Strukturelle Kopplungen des Organisationssystems Hochschule

Bei der Darstellung der strukturellen Kopplung des Organisationssystems an andere soziale Systeme wird ein großer Zeitsprung im Vergleich zum vorherigen Kapitel gemacht. Die folgenden Beschreibungen gelten für die Zeit nach 2005. In der Zwischenzeit haben sich die Fachhochschulen etabliert. Der Weg zu ihrer *„institutionellen Identität“* (Förster 2003b, S. 313), auf welchem die Verwaltungsstrukturen verändert, die Lehrbeauftragten zu Professoren aufgewertet und die Lehrinhalte einem höheren Niveau angepasst wurden, ist längst abgeschlossen. Die Verwissenschaftlichung der Fachhochschulen hat sich fortgesetzt und die Fachhochschule Karlsruhe wurde in *Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft* umbenannt. Die Diskussion um die akademischen Grade hat mit der Umsetzung der Bologna-Reform ihren Abschluss gefunden, da nun sowohl an Universitäten als auch an Fachhochschulen Bachelor- und Masterabschlüsse vergeben werden.

Die vorhergehend geschilderten Probleme bei der Planung technischer Bildung sprechen noch nicht den Spagat an, den moderne Hochschulen in Selbstverwaltung zu leisten haben. Grundsätzlich sind sie dazu verpflichtet, den gesellschaftlichen Auftrag zur Lehre und Forschung zu erfüllen. Zu diesem Zweck schaffen die Hochschulen den organisatorischen Rahmen, wie in Abschnitt 2.7 beschrieben. Die Rolle der Professorinnen und Professoren an Hochschulen hat sich während des Beobachtungszeitraums stark gewandelt. Sie sind nun dazu angehalten, sich an den Prozessen der Selbstorganisation zu beteiligen. In Entscheidungsprozessen agieren sie grundsätzlich autonom. Sind Entscheidungen zu treffen, welche außerhalb des Bereichs der eigenen Lehre und Wissenschaft liegen, werden diese demokratisch abgestimmt, beispielsweise im Fakultätsrat (vgl. §9 LHG). Im Laufe der Zeit entwickelte sich eine Bürokratisierung der Demokratie, indem immer mehr informelle Abstimmungsprozesse formalisiert wurden (Kühl 2007, S. 6). Es wurden und werden neue Hochschulgremien und Kommissionen eingerichtet, und die Mitglieder der Organisation werden ermutigt, in diesen mitzuarbeiten.

In Erfüllung dieser Pflichten sind die Mitglieder angehalten, wirtschaftlich zu handeln. Dies kann die wissenschaftliche Tätigkeit unter Umständen einschränken. Insbesondere dann, wenn materielle und personelle Ressourcen eingeschränkt werden müssen oder wissenschaftliche Themen als nicht förderungswürdig erachtet werden. Pahl sieht deshalb die Aufgabe von Hochschulen vor allem auch darin, das *„Konzept der Freiheit von Lehre und Forschung […] [nicht] durch eine möglicherweise unangemessene Anwendung betriebswirtschaftlicher Organisationsvorstellungen“* (Pahl 2018, S. 87) zu gefährden.

Auf Fragen der Finanzierung und der Betriebsführung soll hier nicht eingegangen werden, sondern es wird lediglich auf die fortschreitende Ökonomisierung der Hochschulen verwiesen (vgl. dazu Wilkesmann und Schmid 2012). Es wird zudem darauf aufmerksam gemacht, dass die Finanzierung der Fakultäten und damit der Studiengänge unter anderem von der Zahl der Studienanfänger und Absolventen abhängt. [128] Diese ist wiederum abhängig von der Qualität der Studiengänge, welche seit den Umsetzungen der Bologna-Reform an Bedeutung gewonnen hat. Die Vorgaben bezüglich der Qualitätssicherung an Hochschulen sind im Staatsvertrag zur Studienakkreditierung festgeschrieben. Den

[128] Informationen zur Hochschulfinanzierung lassen sich auf der Website der Hochschulrektorenkonferenz finden. https://www.hrk.de/themen/hochschulsystem/hochschulfinanzierung/ (zuletzt geprüft: 13.08.2022)

Staatsvertrag einzuhalten hat sich Baden-Württemberg verpflichtet und damit auch ihre staatlichen Hochschulen.[129] Zur Qualitätssicherung neuer sowie weiterentwickelter Studiengänge werden Programmakkreditierungen durchgeführt. Dabei sieht Artikel 3 des Staatsvertrags vor, dass die Qualität mit externer Beteiligung geprüft wird.

Wie anschließend in der Beschreibung einer Akkreditierung ersichtlich ist, treten im Organisationssystem der Hochschulen im Laufe ihrer Entwicklung zunehmend externe Beteiligte auf. Sie sind in hochschulinterne Prozesse einbezogen, begutachten das System aber von außen. Ihre Mitwirkung an der Gestaltung neuer sowie an der Umstrukturierung bestehender Studiengänge sei anhand der Abbildung 6-3 beschrieben. Die Grafik zeigt die üblichen Phasen bei der Planung und Durchführung eines Studiengangs an der Hochschule Karlsruhe, die stellvertretend für die Hochschulen in Baden-Württemberg stehen. Die dargestellte Vorgehensweise kann sowohl auf neue oder neu auszurichtende Studiengänge bezogen werden. Im vorliegenden Fall ist sie auf die Umgestaltung des Studiengangs *Energie- und Automatisationstechnik* zur *Energietechnik und Erneuerbare Energien* an der Hochschule Karlsruhe bezogen, was sich in der Grafik nur durch einige Sprechblasen zeigt.

Da im Organisationssystem zwischen Mitgliedern kommuniziert wird und diese als Verantwortliche für ihren Arbeitsbereich agieren, zeigt das Diagramm im Gegensatz zu den bisherigen Darstellungen sozialer Systeme einen Personenbezug.

Nach systemtheoretischem Verständnis erfolgt die Entwicklung eines neuen oder veränderten Studiengangs aus sinnorientierten Beobachtungen von Organisationsmitgliedern über Systemgrenzen hinweg. Die in Abbildung 6-3 als „gestaltende Personen“ bezeichneten Mitglieder beobachten in doppelter Funktion, zum einen als Wissenschaftler, zum anderen als mitgestaltendes Mitglied des Organisationssystems [130]. Durch das Selbstmanagement der Hochschulen werden diese Beobachtungen unter betriebswirtschaftliche Aspekte gestellt. Die Ziele neu geplanter oder weiterentwickelter Studiengänge sollten zu den Struktur- und Entwicklungsplänen der Hochschule passen. Ebenso zum Profil der Fakultät, welches aus Gründen des Wettbewerbs der Fakultäten und Hochschulen um finanzielle Ressourcen im Idealfall geschärft werden sollte. Unter diesem wirtschaftlichen Gesichtspunkt werden die hier beobachteten Personen auch als Manager bezeichnet.

[129] Der Staatsvertrag über die Organisation eines gemeinsamen Akkreditierungssystems zur Qualitätssicherung in Studium und Lehre an deutschen Hochschulen (Studienakkreditierungsstaatsvertrag) wurde von 16 Bundesländern unterzeichnet. Dieser besteht seit 2017 und ist einzusehen unter https://www.akkreditierungsrat.de/sites/default/files/downloads/2019/Studienakkreditierungsstaatsvertrag.pdf (zuletzt geprüft: 15.08.2022)

[130] In diesem Abschnitt wird aufgrund der Lesbarkeit ausschließlich eine männliche Sprachform genutzt. Das entspricht auch ungefähr der beschriebenen Situation, da an der Fakultät Elektro- und Informationstechnik seit den 1990er Jahren nur zwei Professorinnen beschäftigt sind. Die Bezeichnung Manager wurde gewählt, da die beobachteten Mitglieder meist verantwortliche Amtsträger sind.

Abbildung 6-3: Zyklus der Planung, Umsetzung und Durchführung eines Studiengangskonzeptes.
Die Grafik erklärt sich anhand der Beschreibung der Umgestaltung des Studiengangs *Energie- und Automatisierungstechnik* in den Studiengang *Energietechnik und Erneuerbare Energien* an der Hochschule Karlsruhe. Eigene Darstellung angelehnt an (Köszegi 2020, S. 71) und (Balkow und Eckard 2019, S. 3).

Als Wissenschaftler beobachten sie den Bereich ihrer eigenen Wissenschaft sowie der Wirtschaft und erfassen so den Stand der Technik. In ihrer Rolle als Lehrende einer berufsqualifizierenden Einrichtung beobachten sie die Wirtschaft aus einer anderen Sicht. Dabei wird der Arbeitsmarkt ins Visier genommen, damit die Hochschule ihren Ausbildungsauftrag nach dem LHG erfüllen kann. Neben diesen Beobachtungen bestehen zu einigen Unternehmen Kooperationen in Forschung und Lehre. Diese sind auch deshalb notwendig, weil Praktika und Abschlussarbeiten vor allem in Unternehmen der Industrie durchgeführt werden. Aus Sicht der Studierenden sind die Studieninhalte vor allem mit den Angeboten der regionalen Wirtschaft abzugleichen, da sie in der Regel nicht mit großen Anfahrtswegen belastet werden möchten. Ein regionaler Technologie-Transfer, welcher durch neue oder überarbeitete Studiengänge möglich wird, stärkt zudem die Innovationen in Unternehmen und Hochschulen und damit die Wirtschaft des Landes, über das die Hochschule finanziert wird (vgl. z.B.Bauernhansel et al. 2015, S. 94–95).

Nachfolgende Abbildung 6-4 verdeutlicht die doppelte Beobachterfunktion der gestaltenden Personen in der Konzeptionsphase I.

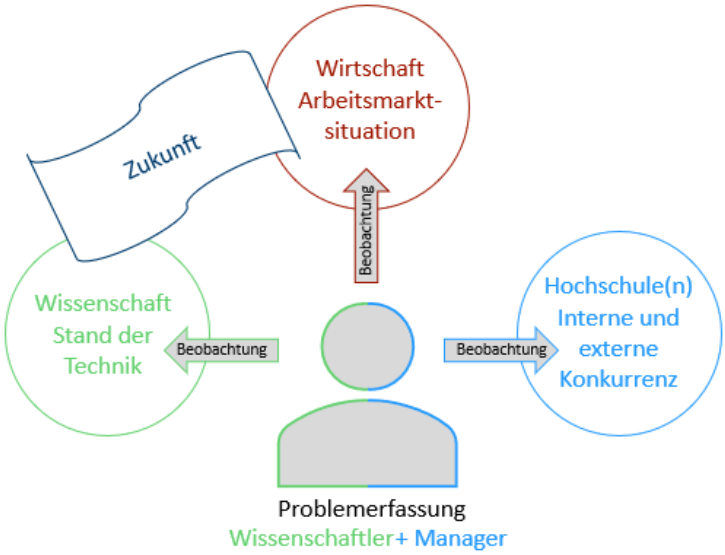


Abbildung 6-4: Problemerfassung der gestaltenden Personen in der Konzeptionsphase I.

Eigene Darstellung. Aus der Perspektive des Organisationssystems beobachtet das Mitglied Konkurrenz und Arbeitsmarkt. Zusätzlich beobachtet das Mitglied aus dem Blickwinkel der Wissenschaft.

Bei der Darstellung der Gestaltungselemente des Organisationssystems in Abbildung 6-1 wurde die zeitliche Dimension Zukunft ausgeklammert. Der Blick in die Zukunft ist für die Ingenieurwissenschaften unerlässlich, wie auch aus den Ergebnissen der Untersuchung in Abschnitt 8.2.2 hervorgeht. Die Zukunft wird in der Gegenwart durch Forschung und Entwicklung in Wissenschaft und Industrie sowie durch gesellschaftliche Probleme beeinflusst (Ihsen 2012, S. 54). Um Studiengänge gut planen zu können, sind Prognosen daher unerlässlich, weshalb dieses Element hier aufgenommen wurde. Wie das Beispiel der Informatik in Abschnitt 6.2 zeigt, lässt sich der technische Fortschritt jedoch nicht über lange Zeiträume hinweg zuverlässig vorhersagen. Allenfalls lassen sich Trends vorhersagen.

Als Umwelt aller sozialen Systeme ist in Abbildung 6-4 die Gesellschaft nur mitgedacht, aber nicht dargestellt. Dargestellt sind die wesentlichen Funktions- und Organisationssysteme in welche beobachtet wird. Wesentlich ist auch der Blick auf andere Hochschulen des Bundes aber vor allem des Landes. Diese stehen trotz vielfältiger Kooperationen und Allianzen wie der HAWtech [131] in Konkurrenz zueinander um Fördermittel und Studierende.

In diesem zugrundeliegenden Fall wurde ein bereits vorhandener Studiengang neu aufgestellt. Der Entscheidung zur Umstrukturierung ging eine Empfehlung der Akkreditierungsagentur ASIIN [132] voraus, welche dem Abschlussbericht für eine Erstakkreditierung der Studiengänge in der Fakultät Elektro- und Informationstechnik zu entnehmen ist *(ASIIN e. V. 14.12.2007, S. 5)*. Die externen Gutachter kritisierten damals die Bezeichnung des Studiengangs *Energie- und Automatisierungstechnik*. Sie waren der Ansicht, dass der mit der

[131] In der HAWtech haben sich deutschlandweit sechs technische Hochschulen mit dem Ziel zusammengeschlossen, Innovation in klein- und mittelständischen Unternehmen zu fördern. Dabei wollen die Allianzmitglieder auch die eigene praxisorientierte Lehre fördern. Mehr dazu unter: https://www.hawtech.de/ (zuletzt geprüft: 29.08.2022)

[132] Die ASIIN ist ein eingetragener Verein zur Akkreditierung von Studiengänge der Ingenieurwissenschaften, der Informatik, der Naturwissenschaften und der Mathematik.

Bezeichnung gewählte technisch-inhaltliche Rahmen sehr weit gefasst war, und sie betrachteten eine Profilschärfung als sinnvoll. Die Fakultät argumentierte damals, dass sich der zunehmende Trend zur Automatisierung auch in der Energietechnik abbilde, was zur Benennung und Gestaltung dieses Studiengangs führte. Zudem wurde damit argumentiert, dass eine breit angelegte Ausbildung die Chancen der Absolventen auf dem Arbeitsmarkt erhöhen würde. Auch die Möglichkeit von weiteren Kooperationen sei dadurch erhöht. Die Gutachter konnten damals die Überlegungen der Verantwortlichen nachvollziehen, sodass die Akkreditierung erfolgen konnte. Die Automatisierung hatte damals Vorrang vor den Erneuerbaren Energien.

Vier Jahre später, wurde der Studiengang dann in die Studiengänge *Energietechnik und Erneuerbare Energien* sowie *Automatisierungstechnik* geteilt. Ausschlaggebend dafür waren die damaligen Empfehlungen der ASIIN, die gesellschaftlichen Anforderungen im Bereich der erneuerbaren Energien sowie die gute finanzielle Ausstattung der Fakultät. Die Finanzlage ermöglichte es, mehr Studienplätze anzubieten und zusätzliche Professuren einzurichten (Fakultät Elektro- und Informationstechnik Juli 2013, S. 18). Ausschlaggebend könnte auch der Mangel an Fachkräften in den Wirtschaftsunternehmen gewesen sein.

Das Thema der nachhaltigen Energieerzeugung hat im gesamten Untersuchungszeitraum gesellschaftliche Relevanz gehabt. Neben der Berichterstattung in den Massenmedien kommt dies vor allem in der Formulierung der Agenda 21 auf der Rio-Konferenz (1992) zum Ausdruck. Die unterzeichnenden Länder, zu denen auch Deutschland gehört, waren[133] weltweit dazu aufgerufen, die Leitlinien zur Nachhaltigen Entwicklung einzuhalten. In Deutschland kommt jedoch eine Energiewende noch nicht so schnell zustande. Einem Bericht des Magazins DER SPIEGEL zufolge, stehen dieser die *„Interessen der Stromwirtschaft und der Kleinmut der Politik entgegen“ (Sonnenenergie 1995)*. Erst ab der Jahrtausendwende fand in nennenswertem Umfang eine Förderung der erneuerbaren Energien durch die Bundesregierung statt. Der steigende Handlungsdruck durch die negativen Auswirkungen fossiler Brennstoffe auf das Klima und die technischen und gesellschaftlichen Probleme mit der Kernenergie führten im Jahr 2000 zum *Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien*[134] und im Jahr 2014 zum *Gesetz zum Ausbau erneuerbarer Energien*[135]. Seitdem nimmt die Bruttostromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland beträchtlich zu[136]. Damit verbunden sind darüber auch spezifische Probleme der Energieverteilung und Speicherung, wofür Experten benötigt werden. Eine gute Berufsaussicht für Absolventen eines entsprechenden Studiengangs ist somit gesichert.

Wie Abbildung 6-4 zu entnehmen ist, werden die Beobachtungen in Ideen zur Gestaltung des Studiengangs umgewandelt und als Konzept ausgearbeitet. Die folgenden Beschreibungen beruhen auf Dokumenten des Qualitätsmanagements an der Hochschule

---

[133] Die Formulierung in Vergangenheitsform bezieht sich auf die Agenda 21. Die Probleme bestehen weiterhin, weshalb die Nachfolgeagenda (Agenda 2030) formuliert wurde, zu deren Einhaltung sich auch Deutschland wieder verpflichtet hat.

[134] Veröffentlicht im *Bundesgesetzblatt* Jahrgang *2000* Teil I Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 31. März *2000*

[135] Einzusehen unter der Website des Bundesministeriums für Justiz: https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/index.html (zuletzt geprüft: 13.08.2022)

[136] Nach einer Studie von Statista verzehnfachte sich die Bruttostromversorgung aus Erneuerbaren Energien zwischen 1990 und 2020 https://de.statista.com/statistik/studie/id/6334/dokument/erneuerbare-energien-in-deutschland/ (zuletzt geprüft: 14.08.2022)

Karlsruhe (Qualitätsmanagement Hochschule Karlsruhe 15.12.2021). Die Prozesse sollten sich aber jenen anderer Hochschulen vergleichen lassen.

In neuen Studiengängen beginnt nach der Ausarbeitung des Konzeptes ein komplexer Genehmigungsprozess, der hier kurz beschrieben wird, in dieser Komplexität bei einer Umgestaltung aber nicht durchgeführt wird. Der Konzeptentwurf wird dem Fakultätsrat sowie dem Rektorat zur ersten Prüfung vorgelegt. Nach deren Zustimmung folgt eine Gremienbefassung, die auch bei einer Umgestaltung notwendig ist. Zu den Gremien zählt der Hochschulrat[137], der in Karlsruhe durch externe Vertreter der Wirtschaft und Wissenschaft besetzt ist. Über seine Stellungnahme zu den Erfolgsaussichten der Planungen wird wiederum die Kopplung der beiden Organisationssysteme verdeutlicht. Während der Neukonzeption hat das Rektorat der Hochschule eine beratende Funktion. Es vertritt dabei die Ziele der Hochschule. Nach Abschluss der Prozesse, die weitere interne Gremien durchlaufen und vom Qualitätsmanagement begleitet werden, erfolgt eine Beschlussfassung im Senat. Der Senat ist das zentrale Organ der Hochschule, welcher Entscheidungen im Zusammenhang mit der *„Einrichtung, Änderung und Aufhebung von Studiengängen“* (Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg, §19) trifft. [138] Aus fachwissenschaftlicher Sicht wird die Konzeptionsphase I durch ein Abstimmungsverfahren des Fakultätsrats [139] abgeschlossen. Dieses komplexe Verfahren soll nicht weiter ausgeführt werden. Es soll aber festgehalten werden, dass es keineswegs in der alleinigen Verantwortung der Fakultät liegt, neue Studiengänge zu entwickeln und zu implementieren oder bestehende Studiengänge zu ändern.

In der Konzeptionsphase II wird der Studiengang detailliert ausgestaltet. Bei der Festlegung der Studieninhalte werden vorhandene Ressourcen der Infrastruktur und der Mitglieder berücksichtigt. Nach dieser Abstimmung wird das Modulhandbuch zusammengestellt und weitere Studiendokumente wie Studienprüfungsordnung (SPO) aktualisiert oder neu aufgesetzt. Wie in Abschnitt 6.2 ersichtlich, ist die Umsetzung von Lehre und Forschung an Hochschulen und Universitäten maßgeblich von deren Finanzierung abhängig. Diese korrespondiert mit den Studierendenzahlen der Fakultäten. Da in der Konzeptions- und Konstruktionsphase eines Studiengangs noch keine regulären Finanzmittel vorhanden sein können, müssen Anschubfinanzierungen gemacht werden. Ohne diese wäre die notwendige Ausstattung nicht zu gewährleisten. Im vorliegenden Fall lagen die Finanzen für neue Labore und eine Professur laut Bericht der Reakkreditierung des Studiengangs vor (Fakultät Elektro- und Informationstechnik Juli 2013). Aus Gründen der Finanzierung und der personellen Ausstattung wird bei der Festlegung des Curriculums neben neuen Angeboten auf bestehende Lehrveranstaltungen zurückgegriffen. Das gilt oft auch für neu angelegte Studiengänge. Der finanzielle Rahmen bestimmt somit maßgeblich die Gestalt eines Studiengangs. Dies ist bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse der vorliegenden Arbeit zu beachten.

In den Entscheidungsprozessen, welche Fächer in den Kanon aufgenommen werden, stehen Grundlagenfächer aus der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik meist nicht

---

[137] Die aktuelle Besetzung des Hochschulrats ist auf der Website der Hochschule einzusehen. https://www.h-ka.de/die-hochschule-karlsruhe/organisation-personen/hochschulleitung-gremien/hochschulrat.

[138] Der Senat setzt sich aus dem Rektorat, den Dekanen der Fakultäten sowie dem/der Gleichstellungsbeauftragten zusammen. Des Weiteren zählen gewählte Personen aus der Professoren- und Studierendenschaft, des akademischen Personals sowie aus der Verwaltung und Technik zu den Mitgliedern des Senats.

[139] Im vorliegenden Fall an zwei Fakultäten.

zur Diskussion. Andere Fächer stehen in Konkurrenz zu den neuen Angeboten. Die Semesterwochenzahlen für Studierende sind begrenzt, wenn Studierbarkeit ermöglicht werden soll. Daher müssen, vor allem bei der Umgestaltung von Studiengängen, vorhandene Angebote gestrichen oder angedachte Inhalte wieder verworfen werden. Konkurrenz aufgrund des Faktors Zeit könnte dann auch die Implementierung überfachlicher, nichttechnischer Angebote verhindern. [140] Der Zeitfaktor muss bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse ebenfalls berücksichtigt werden.

Sind alle Dokumente erstellt, werden diese internen und externen Akkreditierungsaudits unterzogen und ein zweiter Gremiendurchlauf gestartet. Wenn alles zufriedenstellend bewertet wurde, muss ein neuer Studiengang beim Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst beantragt werden. Dieser Schritt entfällt für überarbeitete Studiengänge.

Nun kann die Einführungsphase beginnen, die wiederum einer ständigen Überprüfung in Bezug auf Qualität, Finanzen und Zufriedenheit der Studierenden unterzogen wird. Die Qualität wird auch durch Rankings verschiedener externer Organisationen, wie dem gemeinnützigen Centrum für Hochschulentwicklung CHE, überprüft. Rankings wiederum sind ausschlaggebend für das Studieninteresse und spiegeln gleichzeitig die Qualität der Studiengänge im Urteil von Studierenden, Absolventen, aber auch Arbeitgebern wider.

Diese Beschreibung gibt nur einen Teil der komplexen Verflechtungen der Systeme wieder. Eine Untersuchung in diesem Konstrukt kann nur einen minimalen Teil davon sichtbar machen und nur interpretiert werden, ohne den Anspruch auf absolute Wahrheit zu haben (Luhmann 2018, S. 167–270).

Das komplexe Organisationssystem Hochschule ist seit Mitte der 1970er Jahre immer wieder ein Thema verschiedener Diskurse. Der Wandel der Hochschulen von staatlich geführten Einrichtungen, die in erster Linie für Forschung und Lehre zuständig waren, zu selbstverwalteten Organisationen, die nun zusätzliche Aufgaben in den Bereichen Verwaltung, Marketing und Qualitätssicherung haben, regt die Diskussion an. Wichtige Positionen zur Organisation von Hochschulen haben Wilkesmann und Schmid zusammengetragen und herausgegeben (Wilkesmann und Schmid 2012).

Die zusammenfassende Darstellung der Planung von Studiengängen in diesem Abschnitt lässt erkennen, welche zusätzlichen Belastungen die Mitglieder der Hochschulen zu tragen haben. Dies dürfte der Grund sein, weshalb sich nicht jeder Lehrende in Gremienarbeit einbinden lässt. Dies hängt vom persönlichen Engagement der Personen ab. Möchten Mitglieder nicht nur über Abstimmungen an den Prozessen beteiligt sein, sondern gestaltend tätig werden, gelingt dies nur mit Abstrichen in Lehre und Forschung (vgl. z.B. Kühl 2007).

Es ist also zu erkennen, dass Hochschulen keine reinen Interessenorganisationen sind, in welchen sich die Mitglieder freiwillig zusammengeschlossen haben, um das gemeinsame Ziel der freien Wissenschaft zu verfolgen. Die Mitglieder haben sich in ihrer Aufgabe der Lehre und Forschung am Organisationssystem auszurichten. Das in der Lehre

[140] In diesem neu gestalteten Studiengang wurde darauf geachtet, dass auch fachübergreifende Fächer einen gewissen Raum einnehmen. Das Themenfeld Künstliche Intelligenz kann ohne ethische und gesellschaftliche Aspekte nicht mehr gedacht werden. Zahlreiche Veröffentlichungen und Empfehlungen, auch an die Regierungen der Länder und des Bundes, wie beispielsweise durch den Rat für *Forschung und Technologieentwicklung* (Hengstschläger 2020) gelten als Beleg dafür.

transportierte Wissen wird deshalb nicht nur über das Paradigma der Wissenschaften bestimmt, sondern ist vor allem auch von wirtschaftlichen Faktoren abhängig.

Doch wurde die Struktur in Abbildung 6-3 mit Bedacht ausgewählt. Sie lehnt sich an eine Darstellung aus dem Themenbereich Digitale Ethik von Balkow und Eckard an. Deren Ansinnen ist es, über die Grafik sichtbar zu machen, an welchen Stellen im Entwurf eines Algorithmus *„Bias“* entstehen kann, d.h. wo es zur *„Vernachlässigung bestimmter gesellschaftlicher Gruppen“* ((Balkow und Eckard 2019, S. 1)) kommen kann. Der Grafik liegt die Vorstellung zugrunde, dass sich durch Routinen unbewusst diskriminierende Handlungen ergeben.

Bias kann trotz der vielen Abstimmungsabläufe bei der Konzeption und Umsetzung eines neuen oder umgestalteten Studiengangs entstehen. Wie in Abschnitt 2.4 dargelegt, bestimmt die Selektion des Beobachters, was beobachtet wird. Hierbei rückt nun doch wieder das Paradigma einer Wissenschaft in den Vordergrund. Auch wenn die Gremien und letztlich das Land darüber abstimmen, ob das Konzept zu den verschiedenen Zielen der Organisationssysteme passt, handelt es sich doch um einen Entwurf, der unter dem Denkstil der Wissenschaft erstellt wurde. Da an Fachhochschulen die Berufsperspektiven der Studierenden im Vordergrund der Lehre stehen, könnten die Belange gesellschaftlicher Gruppen jenseits des Funktionssystems Wirtschaft an den Hochschulen unbeachtet bleiben.

6.4. Didaktische Innovation im Organisationssystem der Ingenieurwissenschaften an Fachhochschulen

In den bisherigen Darstellungen wurde noch nicht auf die strukturelle Kopplung der Hochschulen an das Erziehungssystem eingegangen. Dies soll hier anhand der Beschreibung des Elementes Innovation nachgeholt werden.

Geplante Versuche, welche die Praxis auf gewünschte Ziele hin verändern, werden nach Kahlert als Innovation bezeichnet (Kahlert 1973, S. 8). Kahlert bezeichnet Innovation *„als Organisationsziel der Fachhochschule“* (a.a.O., S.11). Nach Kahlert würden Fachhochschulen *„feinfühlig und ohne lange Verzögerungen auf Bedarfswandlungen reagieren“* (ebd.). Diese Feststellung ist relativ. Auf die Problematik der Dynamik der technischen Entwicklung wurde bereits in Kapitel 6.2 hingewiesen. In Abschnitt 6.3 wurde zudem der komplexe Vorgang bei der Einführung neuer Studiengänge eingeführt, welcher an der Hochschule Karlsruhe ca. 24 Monate dauert (Qualitätsmanagement Hochschule Karlsruhe 07.09.2021). Wie in Abschnitt 3.2 beschrieben, erleichtern didaktische Innovationen es, auf Bedarfsänderungen flexibel zu reagieren.

Fachhochschulen erfüllen seit ihrer Gründung den Auftrag der Berufsbildung. Der Lehre wird dabei eine zentrale Rolle zugewiesen. Dies spiegelt sich nicht unbedingt in den Anforderungen für eine Professur wider. Der Nachweis einer pädagogischen Eignung erfolgt *„in der Regel durch Erfahrung in der Lehre oder Ausbildung oder durch Teilnahme an Fort- und Weiterbildungen in Hochschuldidaktik“* (LHG §47 Abschnitt 1). Diese relativ offenen Anforderungen sind in Bezug auf die Professur an einer HAW überraschend, da dort Professorinnen und Professoren ein Lehr-Deputat von 18 SWS [141] zu erfüllen haben. Da der

[141] Die Lehrverpflichtung wird in Baden-Württemberg über die Lehrverpflichtungsverordnung LVVO geregelt. Dort sind die Stunden in §8 festgelegt. Das Gesetz ist online einzusehen: https://www.landesrecht-bw.de/jportal/?quelle=jlink&docid=jlr-LVerpflVBW2016pG1&psml=bsbawueprod.psml&max=true

Berufung auf eine Professur von einer Kommission begutachtete Vorträge vorausgehen, können die didaktischen Fähigkeiten der Bewerberinnen und Bewerber beurteilt werden. Aber auch hier kann es zu einem Bias kommen, da die Vertretung von Hochschuldidaktikern in der Kommission nicht verpflichtend ist. Wie es im LHG formuliert ist, sind Lehrende aber dazu angehalten, didaktischen Grundlagen nachzuarbeiten, falls Bedarf besteht. Unterstützt werden sie dabei durch die *Studienkommission für Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen Baden-Württemberg,* welche entsprechende Kurse und Lehrgänge anbietet. Die Studienkommission wurde bereits in den Entstehungsjahren der Fachhochschulen gegründet und wird durch das Land finanziell gefördert. Im Jahr 1973 wurde die Studienkommission *„offiziell institutionalisiert und ihre Geschäftsstelle[142] an der Universität Karlsruhe“* (Studienkommission für Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen Baden-Württembergs 1973, S. 3) eingerichtet.

Wie es sich aus Kapitel 3 erschließen lässt, ist die Integration einer Bildung zur Verantwortung in Lehrveranstaltungen mit didaktischen Methoden verbunden. Es stellt sich deshalb die Frage, welchen Beachtung die Hochschuldidaktik in Ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen bekommt. Daran schließt sich die Frage an, ob sich Hemmnisse identifizieren lassen, die der Umsetzung von didaktischen Innovationen im Wege stehen könnten. Daraufhin wurde eine Auswahl von Publikationen der Studienkommission für Hochschuldidaktik sowie des VDI gesichtet. Darüber hinaus wurde zur Klärung dieser Frage Literatur aus dem Umfeld der Hochschulentwicklung herangezogen. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass es über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg zwei Hauptprobleme gibt, die die Umsetzung didaktischer Innovationen behindern.

1. Die Anerkennung der Didaktik als den Ingenieurwissenschaften gleichgestellte Wissenschaft

Es ist verständlich, wenn in einer der ersten Veröffentlichungen der *Studienkommission für Hochschuldidaktik* 1973 formuliert wird, dass die Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen in Baden-Württemberg *„kein allgemein anerkanntes Wissenschafts-Prestige“ (Böhme 1973)* besitzt.

So ist die Geschichte der Hochschuldidaktik in Deutschland zu dieser Zeit noch relativ jung und nahm erst in den 1960er Jahren Fahrt auf. Darüber hinaus mussten die Fachhochschulen ihren Platz in ihrer neuen Funktion im tertiären Bildungssektor finden. Die Studienfächer der Fachhochschulen Baden-Württembergs waren derzeit größtenteils ingenieurwissenschaftlich ausgerichtet. Wie der Sozialwissenschaftler Helmut Kahlert in einem weiteren Bericht dieser Publikation schreibt, fehlten den lehrenden Ingenieurwissenschaftlern *„erfahrungswissenschaftlich abgesicherte Ergebnisse, die konkret in Planungen von Studiengängen eingehen könnten“.* Ebenso fehle es an einem *„Instrumentarium[...][,] das didaktische Hypothesen nicht nur bestätigen, sondern auch falsifizieren kann“* (Kahlert 1973, S. 58–59). Aus diesen Gründen fordert Kahlert wissenschaftliche Begleitstudien für didaktisch umgestaltete Studiengänge, für die allerdings zum Zeitpunkt dieser Stellungnahme die personellen und materiellen Ressourcen fehlen würden (ebd.).

In diese Skepsis der Ingenieurwissenschaften gegenüber der Didaktik lässt sich zweierlei hineininterpretieren. Einerseits das von Snow zum Ausdruck gebrachte Gegenüber der

[142] Die Geschäftsstelle (GHD) hat seit 1990 ihren Sitz an der Fachhochschule Karlsruhe. Das landesweite Gremium sieht seine Aufgabe darin, die Qualität des Lehrens und Lernens zu weiter zu entwickeln.

zwei Kulturen, das sich darin äußert, dass das Bedürfnis der Lehrenden nach harten Fakten zum Ausdruck gebracht wird. Diese zu liefern wird allein dadurch erschwert, dass didaktisches Handeln *„mit einem gewissen Verständnis von Pädagogik, Psychologie und Philosophie verbunden [ist], da viele Fragestellungen nicht ohne Ergebnisse dieser Wissenschaften zu behandeln sind.“ (Böhme 1973, S. 48)*

Dementsprechend ist es als sinnvoll zu betrachten, die psychischen Systeme der auszubildenden Personen zu berücksichtigen, die keine einfachen Schlussfolgerungen und Verallgemeinerungen der Form „‚wenn - dann“ zulassen. Solche induktiven Schlussfolgerungen sind im Ingenieurwesen üblich, wenn man ausschließlich an die Entwicklung von technischen Sachsystemen denkt. Ingenieurarbeit ist aber mehr als technische Entwicklung. In Unternehmen werden Ingenieurinnen und Ingenieure mit Aufgaben betraut, die eine Interaktion mit Menschen erfordern. Da Professorinnen und Professoren an Fachhochschulen Berufserfahrung nachweisen müssen, sollten sie den Bedarf an verschiedenen Schlüsselkompetenzen kennen. Deren Förderung wäre in den Fachveranstaltungen möglich und ist mit didaktischen Methoden verbunden. Dennoch lässt sich aus den hier angeführten Zitaten eine gewisse Skepsis gegenüber einer Wissenschaft herauslesen, die ihre Erkenntnisse vornehmlich mit Methoden der qualitativ-rekonstruktiven Forschung gewinnt.

Die zweite mögliche Deutung wird ebenfalls von Kahlert formuliert. Er sieht die Skepsis gegenüber der Didaktik auch darin, dass sich die Lehrenden als *„fachlich-wissenschaftliche Experten mit Lehraufgaben [verstehen]“ (Kahlert 1973, S. 15).* Sie gingen mit der Einstellung ans Werk, *„daß ein Fach sich selbst lehre, daß also in der Begegnung mit der Wissenschaft sich Lernprozesse gewissermaßen von selbst einstellen, sofern sich der betreffende Dozent nur als Kenner und Könner innerhalb seiner Disziplin ausweist“* (ebd.).

Eine solche Selbsteinschätzung kann ebenfalls als Zeichen dafür gesehen werden, dass Lehrende die Wissenschaftlichkeit der Didaktik nicht anerkennen und sich deshalb auf ihre Intuition verlassen.

Rund 30 Jahre nach dieser Veröffentlichung hat sich mit der Umsetzung der Bologna-Reform der Kompetenzbegriff in der tertiären Bildung etabliert. Die Anforderungsprofile in allen Berufen haben sich in dieser Zeit deutlich verändert, insbesondere durch die fortschreitende Digitalisierung und die Internationalisierung der Arbeit. Auch die Hochschulen können mit dem dynamischen Wissenszuwachs kaum Schritt halten. Aus diesen Gründen ist neben der Ausbildung von Fach- und Methodenkompetenz auch die Ausbildung von überfachlichen Schlüsselkompetenzen erforderlich, die es den Absolventen ermöglichen, langfristig im Berufsleben zu bestehen (vgl. dazu Kapitel 3.1.1.). Für die Förderung von Schlüsselkompetenzen liegen zwei Ansätze vor. Zum einen können diese aus dem Fachstudium herausgelöst und in das Studium Generale überführt werden. Dort können entsprechende Kurse als Wahlfächer oder als freiwillige Zusatzfächer belegt werden. Sollen die Angebote als Wahlpflichtfächer belegt werden, müssen stattdessen fachliche Studienfächer weichen.

Abweichend davon könnte die Förderung von Schlüsselkompetenzen entweder als Pflichtfach curricular verankert oder in die Studienfächer integriert werden, was einer Reform der Studiengänge gleichkäme. Zur Integration der Förderung von Schlüsselkompetenzen ist im Jahr 2000 eine Publikation der Studienkommission erschienen. Dort ist verzeichnet, dass an Hochschulen eine *„Reihe von Abwehrstrategien“* die Implementation von Reformvorschlägen, welche bereits vielfach ausgearbeitet wurden, verhindern würden (Lorbeer et

al. 2000, S. 21). In diesem Zusammenhang wird Neef zitiert, der 1997 *„verständnislos und scharf“* (ebd.) formuliert hat, dass

„es […] schon immer einen Anflug von Komik [hatte], daß gerade die Berufsgruppe, die in permanenter und ständig sich beschleunigender Innovation den Kern ihres professionellen Selbstverständnisses sieht, in der Ausbildung geradezu krampfhaft an ihren inzwischen knapp 100 Jahre alten Strukturen und Lernformen festhält“ (Neef 1997, S. 7).

Diese Aussage steht stellvertretend für Kritik aus den *„eigenen Reihen als auch von Seiten der Industrie“* (Lorbeer et al. 2000, S. 22). Daraus lässt sich folgern, dass die Wirksamkeit der Hochschuldidaktik von der Mehrheit der Lehrenden in den Ingenieurwissenschaften zu Beginn des neuen Jahrtausends nach wie vor angezweifelt wird und keine weitreichende Resonanz gefunden hat.

Aktuellere Studien des VDI, also aus den eigenen Reihen, können als Bestätigung dafür gesehen werden und sind ein Zeichen dafür, dass es keine tiefgreifenden Fortschritte gegeben hat. So zeigt eine Studie des VDI, der Stiftung Mercator und des VDMA zur Umsetzung der Bologna-Reform, dass die Ausbildung von überfachlichen Kompetenzen an Hochschulen aus den Reihen der Fach- und Führungskräfte in Unternehmen bemängelt wird. Diese sehen *„einen deutlichen Mangel an der Fähigkeit [der Absolventen] zu fächerübergreifendem Denken sowie an Organisationsfähigkeit.“* (VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. et al. 2016, S. 61). Zudem wird festgestellt, dass der *„Erwerb sozialer Kompetenz […] im Studium eine geringe Rolle [spielt], im Berufsleben […] hingegen ein hoher Bedarf an sozialer Kompetenz [besteht].“* (a.a.O., S.62) Die Studie zeigt ebenfalls, dass die überhöhte Einschätzung der eigenen Lehrqualität auch heute noch vorliegen dürfte. Das zeigt sich ausgerechnet in der Vermittlung der Methodenkompetenzen des eigenen Fachbereichs. So sehen Hochschullehrende den Erwerb von Methodenkompetenz als vorrangig an, während Unternehmen beim Berufseinstieg der Absolventen einen deutlichen Mangel an genau diesen Kompetenzen feststellen (ebd.). Vermittelt wird Methodenkompetenz in regulären Veranstaltungen des Studiengangs.

Zwei Jahre später veröffentlicht der VDI eine Studie zur *„Ingenieurausbildung für die Digitale Transformation“ (Gottburgsen et al. 2019)*, welche im Zusammenhang mit Big Data, Data Analytics sowie Smarten Systemen und Künstlicher Intelligenz erforderlich erschien. Den Ergebnissen der durchgeführten Befragungen ist zu entnehmen, dass die digitale Transformation auch einer Transformation der Lehre bedarf. Es seien dafür die *„didaktischen und digitalen Handlungskompetenzen von Lehrkräften auszuweiten und ein Rollenverständnis von Lehrenden im Sinne des **„Shift from Teaching to Learning“** zu etablieren“* (Gottburgsen et al. 2019, S. 5). Der VDI spricht zudem Empfehlungen dazu aus, die zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieure zu *„ethisch verantwortlichem Handeln [zu] befähigen“ (ebd.)*. Dafür seien *„Studienformate in alle Ingenieurstudiengänge aufzunehmen, die die Aspekte Technikfolgenbewertung und technologieinduzierte gesellschaftliche Transformationsprozesse explizit adressieren, sowie im Studium für die **Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung zu sensibilisieren** und zudem zu ethisch verantwortlichem Handeln befähigen“* (ebd. Hervorhebung im Original vorhanden).

Diese VDI-Empfehlungen sind ebenfalls ein Zeichen dafür, dass sich das Ansehen der Hochschuldidaktik in den Ingenieurwissenschaften im Untersuchungszeitraum nicht so stark verändert hat, wie von verschiedenen Seiten erwartet wurde. Insbesondere nach der Umsetzung der Bologna-Reformen und einer Vielzahl von durch Bund und Länder geförderten Didaktik-Projekten (vgl. Abschnitt 3.2 sowie persönlicher Zugang) sowie der

Förderung von Qualitätssicherungsmaßnahmen an Hochschulen, wie sie im obigen Abschnitt beschrieben wurden. Die Anforderungen des VDI entsprechen den Vorgaben des Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse. Dort ist vorgesehen, dass die Ausbildung eines verantwortungsvollen ethischen Handelns im Hinblick auf gesellschaftliche Erwartungen und Handlungsfolgen bereits im Bachelorstudium angeregt werden soll (Kultusminister Konferenz 2017, S. 7).

Befeuert durch die Förderungen von Drittmittelprojekten in der Lehre hat in den letzten zehn Jahren die Wertschätzung für gute Lehre an den Hochschulen zugenommen. Es wurden zudem Anreizsysteme geschaffen, wie beispielsweise die Erteilung von Hochschul- und Landeslehrpreisen. Dennoch lassen sich die didaktischen Erfahrungen der dort ausgezeichneten Lehrenden nicht so einfach auf andere Lehrveranstaltungen übertragen. Dazu trägt vor allem das zweite Problem bei, das nun angerissen wird.

Zeit für gute Lehre

Einer der wesentlichen Förderer guter Lehre in Deutschland ist der *Stifterverband der deutschen Wissenschaft*. Über diesen wurde 2013 eine *„Charta guter Lehre“* (Jorzik und Höfer 2013) veröffentlicht. In dieser Publikation wird der gemeinsamen Gestaltung des Curriculums eines Studiengangs große Bedeutung beigemessen. Hierfür sei eine *„sorgfältige kollegiale Reflexion“* (a.a.O., S.13) entscheidend, über die eine *„gemeinschaftlich getragene Lernzieldefinition“* (ebd.) festgelegt wird. Die Prozesse bei der Gestaltung eines neuen Studiengangs wurden bereits in Abschnitt 6.3 beschrieben. Dies allein deutet darauf hin, dass von der Konzeption bzw. Umgestaltung bis zur Durchführung eines Studiengangs ein enormer Zeitaufwand erforderlich ist. Angesichts der oben beschriebenen Distanz der Lehrenden zur Didaktik dürfte die Definition von didaktisch ausgearbeiteten und gemeinsam getragenen Lernzielen diesen Zeitaufwand noch erhöhen. Es ist anzunehmen, dass sich der konservative Denkstil der Wissenschaft bei einer solchen Abstimmung durchsetzen wird, wenn das System nicht von außen stark gestört wird. Solche Störungen können, wie in Abschnitt 6.3 gezeigt, durch die Akkreditierung, aber auch durch Vorgaben von Ministerien verursacht werden. Betrachtet man die Aufgaben der Lehrenden in der Selbstorganisation der Hochschule, den an Fachhochschulen hohen Lehraufwand sowie die Beteiligung an Forschungsprojekten, wird ein Faktor deutlich, der eine grundlegende Revision der Lehre verhindern könnte: die Zeit.

Die bisher dargelegte Problemstellung betrifft die Ausarbeitung didaktischer Gesamtkonzepte. Für die Gestaltung der Lehre eines Studienfaches sind die Lehrkräfte eigenverantwortlich zuständig. Die Zusammenstellung der Inhalte und die Abstimmung auf andere Veranstaltungen sowie das Erstellen von Lehrkonzepten und Lehrunterlagen ist ebenfalls zeitaufwändig. Der Hochschuldidaktiker Jörg Jörissen beschreibt die *„Einflussfaktoren auf die Lehrentwicklung neuberufener Professor*innen an Fachhochschulen“* (Jörissen 2021). Aus seiner Veröffentlichung lässt sich ein Faktor erkennen, der für das Festhalten an bestehenden Paradigmen förderlich ist. Da Neuberufene in ihrer Einstiegsphase nur wenig Deputaterlass bekommen, sind sie nach den Befragungen von Jörissen mit einer erheblichen Zeitbelastung konfrontiert. Das begünstigt ein Vererben von Lehrmaterialien der Vorgänger, falls sie diese zur Verfügung stellen (a.a.O., S. 101). Dieses Vorgehen führt dazu, dass ein Status quo erhalten bleibt, von dem später nur selten abgewichen wird. Abbildung 6-5 basiert auf einer Grafik von Jörissen, die ursprünglich das *„Bedingungsgefüge“* (a.a.O., S.100) für die Entwicklung der Lehre neu berufener Professoren darstellte. Die Grafik wurde hier auf die Umstrukturierung der bestehenden Lehre angepasst. Die roten

Pfeile markieren Hindernisse für die Weiterentwicklung der Lehre. So ist nach Jörissens Studie nicht nur der Umfang der Lehrverpflichtungen, sondern auch deren Ausprägung ein Hindernis für die Gestaltung einer guten Lehre.

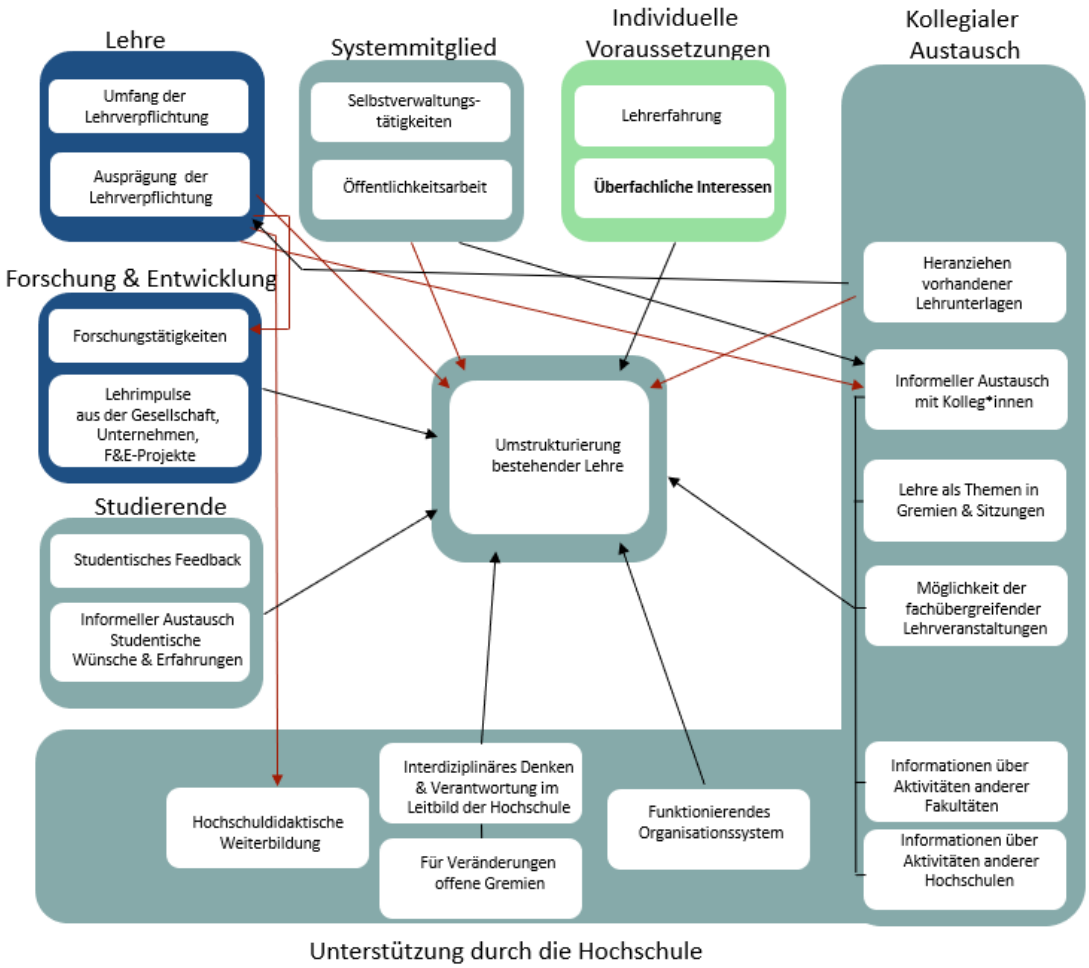


Abbildung 6-5: Positive und negative Einflüsse auf die Umstrukturierung bestehender Lehre.

Eigene Darstellung angelehnt an (Jörissen 2021, S. 100). Schwarz dargestellt sind die positiven, rot die negativen Einflüsse. Die Beziehungen lassen sich grundsätzlich für die Einflüsse auf Lehre an Hochschulen beziehen.

Der Begriff Ausprägung bezieht sich auf den Fachinhalt selbst, der für die Lehrkräfte fremd sein kann. Dies ist insbesondere bei der Umstrukturierung von Studiengängen der Fall, die durch den technischen Fortschritt notwendig wird. Da es nicht möglich ist, für jede Umstrukturierung eine Anzahl neuer Professuren auszuschreiben, muss sich das bestehende Lehrpersonal in neue Inhalte einarbeiten. Soll ethisch verantwortliches Handeln in bestehenden Studiengängen gefördert werden, wie es der VDI empfiehlt, muss sich der Lehrende möglicherweise auf ungewohntes Terrain begeben. Wenn die Idee, fachfremde Inhalte in die Ingenieurlehre zu integrieren, noch nicht im Wissenschaftsparadigma verankert ist, kann vor allem das persönliche Interesse Veränderungen ermöglichen. Es sind demnach verschiedene Faktoren, welche sich auf die Gestaltung von Lehre auswirken. Hier sind sie entsprechend Abbildung 6-5 nur kurz als individuelle Einstellung zur Lehre und Forschung, Möglichkeit und Inanspruchnahme des internen und externen Austausches und Kultur der Hochschule zusammengefasst. Die Hochschulkultur umfasst auch den lebendigen Austausch mit möglichst vielen Studierenden als Mitglieder des Organisationssystems.

Das bisher Dargestellte gilt insbesondere für Fachhochschulen. Diese unterscheiden sich neben den Forschungsschwerpunkten und dem Lehrdeputat derzeit vor allem auch darin, dass kein ausgeprägter Mittelbau vorhanden ist, welcher Unterstützung in der Weiterentwicklung von Lehre geben kann. Doch wurde es durch die Förderungen von Drittmittelprojekten in der Lehre durch Bund und Länder ermöglicht Veränderungen voranzutreiben. Dies ist bereits im Abschnitt *Persönlicher Zugang* in der Einleitung der vorliegenden Arbeit beschrieben. Die Einflüsse dieser Projekte auf die Lehre darzustellen, sprengt den Rahmen dieser Arbeit. Doch steht die dauerhafte Implementierung der Projektziele und -ideen denselben Hindernissen gegenüber, wie sie oben dargestellt sind.

6.5. Fazit zu den dargelegten Entwicklungen und Strukturen

Ein Überblick über die verschiedenen Elemente des Organisationssystems der Fachhochschulen anhand der Fallstudie verdeutlicht die Probleme der technischen Ausbildung. Mit diesen sind alle Hochschultypen gleichermaßen konfrontiert. Es ist notwendig, mit dem technischen Fortschritt Schritt zu halten und gleichzeitig den Anforderungen der Gesellschaft gerecht zu werden. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, müssen zum Teil hohe finanzielle Investitionen für die technische Ausstattung von Laboren und Lehrmitteln getätigt werden. Deren Planung im Vorfeld wird von der Dynamik des gesellschaftlichen und technologischen Wandels erschwert, sodass oft nur Trends vorhergesagt werden können.

Daneben erfordert der technische Fortschritt auch die Neuplanung oder Überarbeitung von Studiengängen. Hier zeigt sich die strukturelle Kopplung des Organisationssystems Hochschule besonders deutlich, da Anforderungen aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft aufgenommen werden müssen. Verschiedene Prüfverfahren, wie die Akkreditierung, sichern dabei die Qualität von Forschung und Lehre. Dabei lässt sich das generelle Problem erkennen, dass die Interessen gesellschaftlicher Teilgruppen in diesen Prozessen nicht berücksichtigt werden, da die Beobachtungen in die Gesellschaft nach dem Sinn der Wissenschaft selektiert werden.

Auf der Seite der Lehre kann die Hochschuldidaktik dazu beitragen, den gesellschaftlichen Aufgabestellungen gerecht zu werden. Diese findet aber in den Ingenieurwissenschaften noch schwer Zugang. Es lassen sich dafür verschiedene Hindernisse identifizieren. Zum einen der Faktor Zeit, der aufgrund der vielfältigen Aufgaben der Lehrenden an einer selbstorganisierten Hochschule eine tiefgreifende Reform der Lehrinhalte behindert. Zum anderen das Verhältnis der Ingenieurwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler zur Didaktik, verbunden mit ihrer Einstellung, dass sich die Wissenschaft im Grunde selbst lehrt.

Seit der Umsetzung der Bologna-Reformen wird der Ausbildung von Schlüsselkompetenzen ein höherer Stellenwert zugeschrieben. Zu diesen wird die Bildung der Studierenden zu ethischer Verantwortung gerechnet, welche auch aus den Reihen der Berufsverbände gefordert wird.

7. Untersuchung der Studienpläne des Studiengangs Energietechnik an der Fachhochschule Karlsruhe

Wie in Kapitel 3 vorgestellt, werden die Studierenden während ihres Studiums mit dem Programm ihrer Wissenschaft vertraut gemacht und in den Denkstil eingeführt. Auch wenn es verschiedene Einflüsse anderer Organisationssysteme auf die Gestaltung eines Studiengangs gibt, wie in Abschnitt 6.3 gezeigt wird, sollten sich nach Fleck und Kuhn die Studieninhalte hauptsächlich am Paradigma der Wissenschaft ausrichten. Ausgehend von einer kollektiven Abstimmung der Studienpläne im Fachbereich bzw. in der Fakultät erlaubt deren Analyse eine Aussage darüber, auf welche inhaltlichen Schwerpunkte sich die Gemeinschaft der Lehrenden als Vertreter der Wissenschaft verständigen konnte. Für die Untersuchung der Studienpläne wurden hauptsächlich Studienführer, Vorlesungsverzeichnisse und Modulhandbücher aus den Archiven der Hochschule Karlsruhe herangezogen. Studienführer und Vorlesungsverzeichnisse sind auch in der Bibliothek der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) hinterlegt.

Hochschulen sind Orte des Wandels und des Fortschritts. Wie die Fachhochschule selbst haben sich auch die elektrotechnischen Fachbereiche der Hochschule Karlsruhe weiterentwickelt, was sich in unterschiedlichen Organisationsstrukturen sowie in der Namensgebung ausdrückt. Im Fokus der Untersuchung steht der Studiengang Energietechnik, der im Untersuchungszeitraum ebenfalls Namens- und Schwerpunktänderungen aufzuweisen hat. Diesen Änderungen kann über die folgende Abbildung 7-1 nachgegangen werden. Sie gibt einen Überblick über die Namensgebung des Fachbereichs Elektrische Energietechnik und des zugehörigen Studiengangs sowie die erreichbaren Abschlüsse des Erststudiums.

Von der Gründung der Fachhochschule bis zur Bologna-Reform ist rein äußerlich eine Konstanz in Fachbereich und Studiengang zu erkennen. Dies lässt darauf schließen, dass in diesem Zeitraum keine grundlegenden organisatorischen Veränderungen stattgefunden haben. Die einzige Veränderung, die ohne große Recherche erkennbar ist, ist die Aufwertung des akademischen Grades. Ab 1978 konnte Absolventen des Studiengangs Energietechnik der Titel Dipl.-Ing. (FH) verliehen werden. Knapp 30 Jahre später war es 2007 erstmals möglich, ein Bachelorstudium in der Energietechnik zu beginnen, welches mit dem akademischen Grad *Bachelor of Engineering* (B. Eng.) abgeschlossen wird. Organisatorisch war der Fachbereich Elektrische Energietechnik bis zum Jahr 2000 eigenständig organisiert. Danach wurde er zusammen mit der Nachrichtentechnik zum neuen Fachbereich Elektro- und Informationstechnik (EIT) zusammengelegt. Mit der Umwandlung der Fachhochschule in eine Hochschule für angewandte Wissenschaften im Jahr 2005 (siehe Abschnitt 6.1) wurde der Fachbereich in eine Fakultät umstrukturiert.

Die strukturelle Veränderung des Studiengangs wird während des Untersuchungszeitraums in Abschnitt 7.2.1 dargestellt. Diese sind hauptsächlich auf die Bologna-Reform zurückzuführen. Deren Umsetzung an der Fakultät EIT wirkt sich vor allem auf den praktischen Teil des Studiums aus. Wie dargelegt, lehren Fachhochschulen aus historischen Gründen praxisorientiert. In den Praxissemestern haben die Studierenden die Möglichkeit, die Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft in Unternehmen kennen zu lernen. Dies hat Einfluss auf ihre interdisziplinären Kompetenzen. Aus diesem Grund soll diese Veränderung in Bezug auf die praktische Tätigkeit noch vor der näheren Betrachtung der Studieninhalte diskutiert werden.

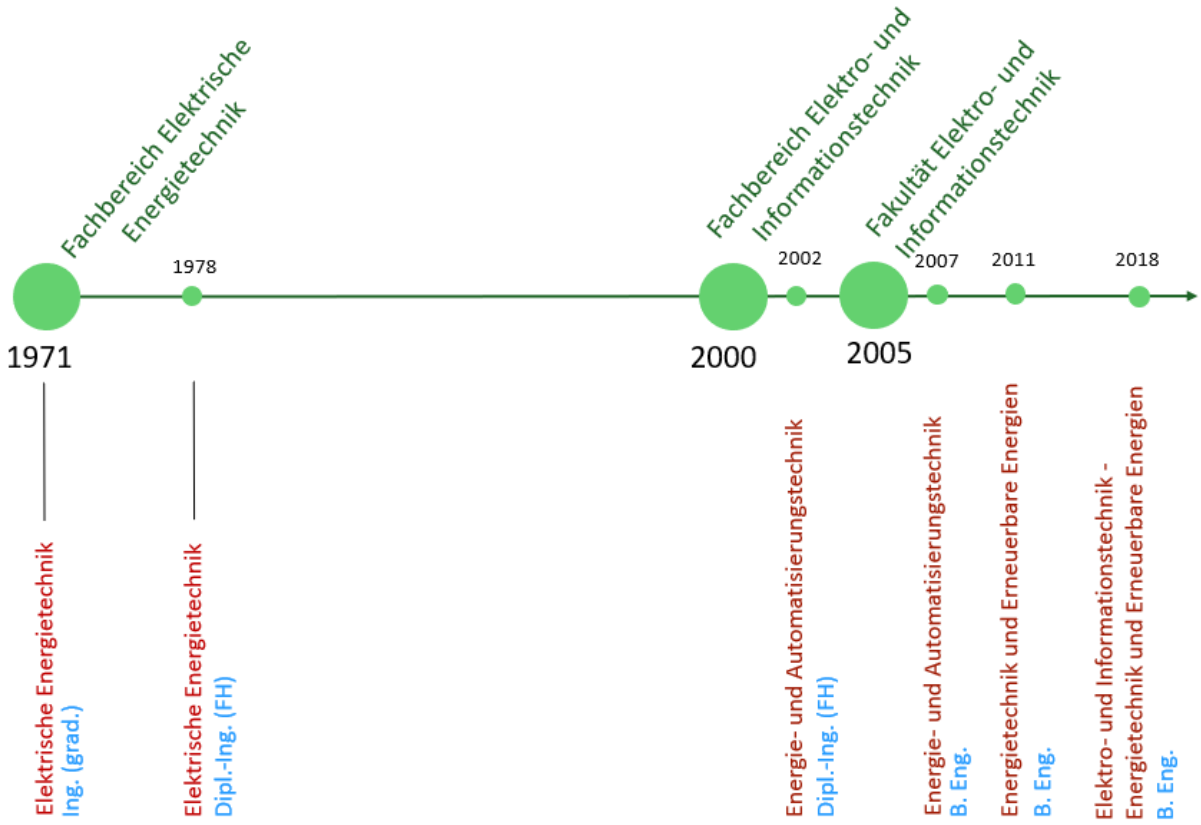


Abbildung 7-1: Zeitleiste *Elektrische Energietechnik an der Hochschule Karlsruhe*

Eigene Darstellung der Veränderungen in der Namensgebung des Fachbereichs sowie des Studiengangs während des Untersuchungszeitraums. Zudem ist die Änderung des akademischen Grades dargestellt.

Dieser Diskussion schließt sich in Abschnitt 7.2 eine Besprechung der Studieninhalte verschiedener Studienjahrgänge an. Dafür werden zunächst die Inhalte der Studienpläne quantitativ erfasst, in Fächergruppen eingeteilt und miteinander verglichen. Methodischen Anschluss findet diese Vorgehensweise an die Arbeit Wolfgang Königs (König 1995, S. 150–188), der über die Untersuchung der Studienpläne die *„konzeptionellen Vorstellungen der Professoren“* während der Institutionalisierung der Elektrotechnik darstellt. Von hauptsächlichem Interesse ist dabei die Fächergruppe *Nichttechnische Fächer*, weshalb ihre Entwicklung näher betrachtet wird.

7.1. Das Industrie- bzw. Praxissemester

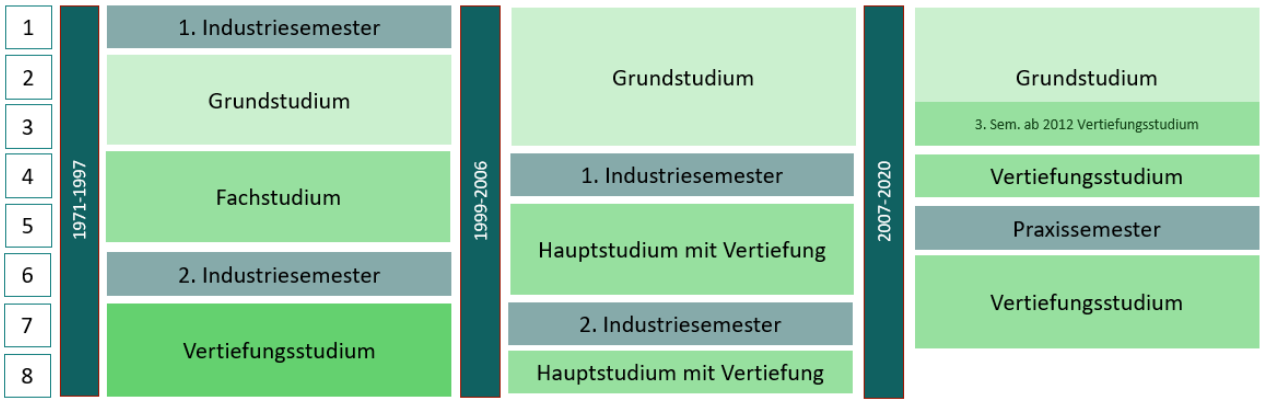
Die in Tabelle 7.1 dargestellte Veränderung der Struktur des Studiums im Studiengang Elektrische Energietechnik ergab sich aus einer Sichtung aller Vorlesungsverzeichnisse des untersuchten Zeitraums. Hierfür wurden die Bestände der Bibliothek der Hochschulrektorenkonferenz herangezogen. Es ergaben sich drei Zeitabschnitte, in denen der Studiengang jeweils die gleiche Struktur aufweisen konnten. Im Hinblick auf die Ziele und Fragestellungen der vorliegenden Arbeit wurden die Veränderungen bis einschließlich 2006 als unbedeutend eingestuft. Festgehalten sei aber, dass sich das Studium grundsätzlich in ein Grundstudium und ein Hauptstudium unterteilt. Während des Hauptstudiums wird das Grundlagenwissen vertieft, meist verbunden mit einer Wahlmöglichkeit der Vertiefungsfächer. Wie sich bei der näheren Analyse der Fächer zeigte (vgl. Abschnitt 7.2), hat die Bezeichnung der Studienabschnitte keinen weiteren Einfluss auf die Art der Studieninhalte.

Es verschiebt sich lediglich der Zeitpunkt, zu dem das Studium innerhalb eines bestimmten Rahmens nach eigener Wahl gestaltet werden kann.

Eine wirklich einschneidende Veränderung erfährt der Studiengang Energietechnik mit der Einführung des Bachelor-Abschlusses. Die Fakultät hat beschlossen, das Studium von acht auf sieben Semester zu verkürzen, was zu Lasten des Praxissemesters geht. Das Fachstudium selbst bleibt in seiner Länge gleich. Das LHG räumt den Organisationssystemen einen Spielraum für die Regelstudienzeit von Bachelor- und Masterstudiengängen ein. Es legt in §29 (4) (Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg, §29 (4)) fest, dass die Regelstudienzeit an Fachhochschulen mindestens drei, höchstens aber vier Jahre betragen soll. Mit einer Regelstudienzeit von sieben Semestern hat die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik einen Kompromiss gefunden. Abgesehen von der Reduzierung der Praxissemester haben die Studierenden in diesem Bachelor-Studiengang keine zeitlichen Nachteile gegenüber den früheren Diplomstudiengängen, was die Fachsemester betrifft. Die Länge des Bachelorstudiums hat Auswirkungen auf ein daran anschließendes Masterstudium. Insgesamt sollte nach dem LHG eine Studienzeit von 10 Semestern nicht überschritten werden (ebd.). Wäre ein achtsemestriger Studiengang mit zwei Praxissemestern beibehalten worden, hätte der Masterstudiengang auf zwei Semester reduziert werden müssen.

Tabelle 7.1: Struktur des Studiums im Studiengang Energietechnik

Eigene Tabelle. Dargestellt ist die grundlegende Aufteilung des Studiums an der Fachhochschule Karlsruhe, in verschiedenen Zeitabschnitten.



Die Entscheidung der Fakultät, die Reformen nicht auf Kosten der Zeit eines anschließenden Masterstudiums durchzuführen, ist für die Verfasserin nachvollziehbar. Die Reduzierung der Praxissemester wirft dennoch die Frage auf, ob damit nicht auch eine Verringerung der Möglichkeiten für die Studierenden verbunden ist, ihre überfachlichen Kompetenzen zu stärken.

Die in das Studium integrierten Praxissemester fördern nicht nur die fachlichen Kompetenzen, sondern auch das wissenschaftliche Verständnis und den Berufsbezug. Darüber hinaus wird fachfremdes Wissen generiert und soziale Kompetenzen werden entwickelt. Der folgende Auszug aus dem Modulhandbuch der EIT-Fakultät belegt diese Ansprüche an ein Praktikum.

„Im praktischen Studiensemester wenden und vertiefen die Studierenden ihre bisher während des Studiums der Elektro- und Informationstechnik erworbenen Kenntnisse durch eine möglichst eigenverantwortliche Bearbeitung von Projekten in einem Team an. Sie

können in typischen Aufgaben- und Einsatzfeldern von Elektroingenieuren mitarbeiten und die bei der praktischen Tätigkeit gemachten Erfahrungen reflektieren und auswerten. Die Studierenden lernen verschiedene Aspekte der betrieblichen Entscheidungsprozesse sowie deren Zusammenwirken in einem Industrie- oder Dienstleistungsunternehmen kennen. Ferner erhalten sie vertiefende Einblicke in betriebswirtschaftliche, technische, organisatorische und soziale Zusammenhänge im Unternehmen. Sie können die gewonnenen Erkenntnisse hinterfragen und analysieren." (Fakultät Elektro- und Informationstechnik 2021, S. 112)

Die Praxistätigkeit bestätigt die strukturelle Kopplung des Organisationssystems der Fachhochschulen zu Organisationssystemen der Wirtschaft, wie sie in Abschnitt 6.3 beschrieben ist. Vor allem deshalb, weil bereits hier die Inhalte des Studiums mit den Ansprüchen der Unternehmen zusammenpassen sollten. Da das Praxissemester im Bachelorstudium im fünften Semester stattfindet, bringen die Studierenden bereits ein fundiertes Fachwissen und Methodenkompetenzen mit. Durch die Praxistätigkeit wird es Studierenden erlaubt Theorie und Praxis zu verbinden. Aus didaktischer Sichtweise bieten die Praktika die Möglichkeit des „Learning by Doing" im Sinne Deweys. Die Praxistätigkeit ist nach obiger Modulbeschreibung zudem eine Gelegenheit nichttechnische Inhalte näher kennenzulernen.

Neben den Laboren und Projektarbeiten verschafft die Praxistätigkeit Absolvierenden der Fachhochschulen zudem einen Vorsprung in der beruflichen Qualifikation gegenüber Universitätsabsolventen. Bei diesen wird aus den Reihen der Unternehmen die Berufsqualifikation bemängelt (VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. et al. 2016, S. 5). Dies gilt weiterhin, trotz der Reduzierung der Praxissemester, die im Ingenieurstudium an Fachhochschulen eher die Regel ist.

Ein Blick zurück ermöglicht es, die Veränderungen der Anforderungen an die im Praxissemester entwickelten Kompetenzen genauer zu betrachten. Wie es sich zeigen wird, lässt sich daraus ein Paradigmenwandel erkennen. Im ersten Zeitabschnitt, der Tabelle 7.1 entnommen werden kann, sind die beiden Industriesemester überwiegend handwerklich orientiert. Vor allem das Erlernen von Fertigkeiten in der Metallverarbeitung steht dabei im Vordergrund. Erst in den letzten 8 von 44 Wochen sollen die Studierenden einen Einblick in die Ingenieurtätigkeiten wie Konstruktion, Entwicklung oder Fertigungsplanung bekommen. Da nicht jeder Betrieb die Möglichkeiten für eine derartige Ausbildung hat, wird es empfohlen, das Praktikum in Unternehmen mit einer Lehrabteilung zu absolvieren (Fachbereich Elektrische Energietechnik 1973, S. 76). In dieser Praxisausbildung lässt sich nur wenig Elektrotechnik erkennen. Über die Beschreibung der Tätigkeiten zeigt sich besonders die damalige Nähe der Energietechnik zum Maschinenbau. Zudem lässt sich anhand der Aktivitäten des Praktikums die Nähe der Fachhochschule zur Ingenieurschule feststellen. Daraus wird ersichtlich, dass es für die zukünftigen Absolventen noch immer vorgesehen war, die Lücke zwischen Wissenschaft und Handwerk aufzufüllen (vgl. Abschnitt 6.1) Zum Nachweis der Tätigkeiten mussten Wochenberichte geschrieben werden, wie sie noch heute im Handwerk üblich sind. Obwohl die Schreibfertigkeit in jeder Form des Schreibens gefördert wird, ist dies in dieser Ausführung wahrscheinlich nur am Rande geschehen.

Im Laufe der Jahre haben sich die Anforderungen für das Praxissemester erheblich verändert und sind seit 2007 im Bachelorstudiengang relativ offen gehalten. Dort sind Studierende dazu angehalten, ingenieurmäßige Projekte eigenständig zu bearbeiten und

geeignete Lösungsstrategien zu entwickeln. Dabei sollen bisher erworbene Kenntnisse aus dem Studium umgesetzt werden. Zugleich soll den Studierenden über das Projekt ein Einblick in „*betriebswirtschaftliche, technologische und organisatorische Zusammenhänge des Unternehmens“* (Fakultät Elektro- und Informationstechnik 2021, S. 112–113) ermöglicht werden. Seit Ende der 1990er Jahre sind an das Praxissemester begleitende Veranstaltungen zur *Praxisvorbereitung* und *Praxisnachbereitung* gekoppelt. Das Format der *Praxisvorbereitung* variiert. Konstant ist der verpflichtende Besuch von Praxissemestervorträgen, in denen Studierende des vorhergehenden Semesters Referate über ihr Praktikum halten. Diese Referate werden in der Veranstaltung *Praxisnachbereitung* präsentiert, diskutiert und bewertet. Im jüngsten Modulhandbuch (ebd.) werden die Studierenden im Rahmen der Praxisvorbereitung dazu aufgefordert, über ihre eigenen Kompetenzen im Bereich der Soft-Skills zu reflektieren und aufgrund dieser Ergebnisse ein Fach aus den Angeboten des Studium Generale zu wählen. Als Soft-Skills werden Schlüsselqualifikationen sowie Kenntnisse aus dem Bereich der Betriebswirtschaftslehre verstanden, was sich aus den Literaturempfehlungen des Moduls entnehmen lässt. Dazu müssen ein schriftlicher Praxissemesterbericht sowie ein Tätigkeitsnachweis abgegeben werden, in welchem die Praxistätigkeit beschrieben wird und der von der Praxisstelle freigegeben und bestätigt wird (Fakultät Elektro- und Informationstechnik 2021, S. 108–111).

Die Veränderungen des Praxissemesters lassen eine deutliche Verschiebung der Anforderungen in Richtung Sozial- und Selbstkompetenz erkennen. Die in den Referaten erwartete Reflexion der fachlichen und sozialen Praxiserfahrungen sowie die geforderte Selbstreflexion stärken das kritische Denken der Studierenden und ist Teil einer Bildung zur Verantwortung.

In Abbildung 7-2 sind die Kompetenzen dargestellt, die sich der Verfasserin anhand der Beschreibungen der Praxistätigkeit erschlossen haben. Diese wurden dem in Abschnitt 3.3 vorgestellten Kompetenzmodell des HQR entsprechend den Grundkompetenzen zugeordnet.

Abbildung 7-2: Erwerb von Kompetenzen während Praxistätigkeiten außerhalb der Hochschule.
Eigene Darstellung. Die Kompetenzen wurden in das Kompetenzmodell des HQR integriert (Kultusminister Konferenz 2017, S. 4).

Die Verringerung des Praxisanteils durch das fehlende Praxissemester wurde im Bachelorstudium seit 2007 durch eine semesterbegleitende Projektarbeit ausgeglichen. Seit 2012 wird die Projektarbeit als *Wissenschaftliches Arbeiten* bezeichnet. Ein deutlicher Hinweis darauf, dass es hier um die Einführung in das eigenständige wissenschaftliche Arbeiten geht, welches, wie es den Studienplänen zu entnehmen ist, im Bachelorstudium an keiner anderen Stelle erfolgt. Vorgesehen ist dieses Modul im siebten Semester, in welchem auch die Abschlussarbeit geschrieben werden soll. Daher lässt sich das Modul zudem als Vorbereitung auf die Bachelorthesis verstehen.

Während dieser Projektarbeit, die durch Professoren der Fakultät betreut wird, vertiefen die Studierenden in Kleingruppen ihre Kompetenzen im wissenschaftlichen Arbeiten, indem sie eine vorgegebene Aufgabenstellung gemeinsam erarbeiten und dabei fachwissenschaftlich vorgehen. Laut Modulhandbuch von 2013 werde dabei *„die Kompetenz entwickelt technische Fragestellungen im Team wissenschaftlich zu bearbeiten, in für Veröffentlichungen adäquater Weise darzustellen und zu präsentieren.“* (Fakultät Elektro- und Informationstechnik August 2013, S. 72). Im Vergleich zum Bericht des Praxissemesters, der vorgegebenen Formen entsprechen soll, wird im erforderten technischen Bericht Wert auf wissenschaftliches Vorgehen gelegt. Es lässt sich aus der Modulbeschreibung erkennen, dass soziale Kompetenzen durch die Arbeit im Team, die Zusammenarbeit mit der fakultätseigenen Werkstatt sowie durch regelmäßige Projektbesprechungen mit den Betreuern gefördert werden. Ebenso werden kommunikative Kompetenzen durch die Vorbereitung und Durchführung der verpflichtenden Abschlusspräsentation mit Befragung

erhöht. Die Förderung der Selbstkompetenzen in Bezug auf Professionalität findet durch die geforderte eigenverantwortliche Projektplanung statt. Die Lösung der Projektfragestellungen, welche sich aus (Forschungs-)Themen des Studiengangs ergeben, fördert zudem die Kreativität.

Aus diesem Einblick in die beiden Praxistätigkeiten des Bachelorstudiums lässt sich erkennen, dass dort die berufsrelevanten Schlüsselqualifikationen ausgebaut werden. Eine gezielte Förderung sprachlicher Kompetenzen, beispielsweise durch Pflichtveranstaltungen zu wissenschaftlichem Schreiben oder ein verpflichtender Rhetorikkurs sind im Bachelorstudium Energietechnik und Erneuerbare Energien nicht vorgesehen. Das war in den vorhergehenden Diplomstudiengängen nicht immer so. So mussten bis 1987 ein Seminar *Technik der geistigen Arbeit* und danach bis 1997 *Wissenschaftlich praktische Arbeitsmethoden* verpflichtend belegt werden (vgl. Tabelle Stundentafeln im Anhang). Die Seminare wurden als Dienstleistung aus dem Fachbereich Sozialwissenschaften angeboten. Ebenso Rhetorik, die in der Energietechnik verpflichtend von 1987 bis 1999 belegt werden musste.

Aus den Beschreibungen dieses Abschnitts zur Praxistätigkeit lässt sich erkennen, dass über das Praxissemester und die Projektarbeit berufsqualifizierende Schlüsselkompetenzen aufgebaut werden. Da sich aber die Fachhochschulen weiter verwissenschaftlichen und die Ingenieurwissenschaften im Dienste der Gesellschaft stehen, wie es die Expertenkommission Ingenieurwissenschaften formuliert (Bauernhansel et al. 2015, S. 7) ergibt sich vom Standpunkt der Verfasserin aus eine Lücke in der praktischen Ausbildung, in welcher die Bedarfe der Gesellschaft nicht berücksichtigt werden. Laut Expertenkommission sollen Ingenieurinnen und Ingenieure gesellschaftlich vertretbare Technik entwickeln (a.a.O., S.8). Dafür benötigen sie weitere soziale Kompetenzen, die sie zu verantwortlichem Handeln befähigen. Das Ansinnen der verantwortlichen Studiengangsplaner, Studierende für den Beruf vorzubereiten ist nachvollziehbar und im LHG festgeschrieben. Doch verändert sich die Rolle der Ingenieurinnen und Ingenieure. Die Expertenkommission, die ihre Empfehlungen im Auftrag des Landes Baden-Württemberg ausgearbeitet hat, formuliert es treffend, weshalb dies hier zitiert wird.

„Ingenieurinnen und Ingenieure können nicht mehr einfach machen, was möglich ist, sondern sollten das tun, was gesellschaftlich vertretbar ist und was tatsächlich einen Dienst an der Gesellschaft darstellt.“ (ebd.)

An diese Empfehlungen schließt sich die Verfasserin anschließend in ihren Handlungsempfehlungen an. Eine größere Ausrichtung der Ingenieurwissenschaften zur Gesellschaft könnte auch umgekehrt, das Verhältnis der Gesellschaft zur Technik ändern. Beides wäre einer allgemeinen technischen Bildung förderlich, wie sie die Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung (DGTB) anstrebt (DGTB Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V. 2018).

7.2. Quantitative Untersuchung der Studienpläne der Elektrischen Energietechnik

Aus dem vorhergehenden Abschnitt 7.1 breitet sich bereits die Meinung aus, dass überfachliche Kenntnisse und Kompetenzen in den regulären Studienfächern der Energietechnik, abgesehen von den Praxisanteilen, nur am Rande ausgebildet werden. Ob diese Meinung bestätigt werden kann und wenn ja, ob sie für den gesamten Untersuchungszeitraum gültig ist oder verworfen werden muss, soll anhand der Studienpläne des Fallbeispiels analysiert werden.

7.2.1. Klassifikation der Lehrveranstaltungen

Wie angekündigt werden die Studienpläne zunächst quantitativ ausgewertet, um sie dann qualitativ zu interpretieren. Wie in Abschnitt 1.3 bereits angekündigt, schließt sich die Verfasserin an Königs Vorgehen an, welches dort beschrieben ist. Die für die Zeit der Institutionalisierung geltenden Fächergruppen mussten für den Untersuchungszeitraum der vorliegenden Arbeit entsprechend angepasst werden.

Die Elektrotechnik hat sich seit ihrer Institutionalisierung vor allem durch die Erfolge in der Mikroelektronik sowie in der Computertechnik und Informatik erfolgreich weiterentwickelt, was sich auch in den Studienplänen ausdrückt. Um diesen Entwicklungen Ausdruck zu geben, wurde die Fächergruppe *Technische Informatik* eingeführt sowie die Fächergruppe *Elektrotechnik* in *Elektrotechnik und Elektronik* umbenannt. Wie es sich der Studie Königs entnehmen lässt, wird die Elektrotechnik in der Zeit ihrer Institutionalisierung hauptsächlich als Starkstromtechnik verstanden. Damit kann die Untersuchung des Studiengangs *Elektrische Energietechnik*[143] des Fallbeispiels gut mit den Ergebnissen Königs verglichen werden. Wie in den Abschnitten 5.2.1 und 6.2 dargelegt entstand dieser Studiengang an der Fachhochschule Karlsruhe aus der Starkstromtechnik. Demnach steht die Energietechnik traditionell in enger Beziehung zum Maschinenbau (vgl. Abschnitt 1.3). Seitdem gab es jedoch inhaltliche Verschiebungen, sodass die enge Verbindung zum Maschinenbau, die zu Beginn des 19. Jahrhunderts bestand, im Untersuchungszeitraum nicht mehr gegeben war. Doch gibt es Fächer wie Konstruktionslehre und Technische Mechanik, die eher dem Maschinenbau nahe stehen. Aus diesem Grund wurde die Fächergruppe *Sonstige Ingenieurwissenschaften* in *Maschinenbaunahe Fächer* umbenannt.

Die Zuordnung der Fächer in die Fächergruppen stellt eine Herausforderung dar, da sie sich häufig mehreren Fächergruppen zuordnen lassen. Als Beispiel wird hier das Fach *Modellbildung und Simulation herangezogen.* Laut Modulhandbuch der Fakultät EIT von 2021 (Fakultät Elektro- und Informationstechnik 2021, S. 43) wird dieses Fach dem Modul Technische Mathematik zugeordnet, da mathematische Inhalte modelliert und simuliert werden. Dafür wird aber Software genutzt und es werden Aufgaben in der Programmiersprache Python programmiert. Dementsprechend kommen auch Kenntnisse und Methoden aus der Informatik zum Einsatz, ohne die das Fach in dieser Form nicht angeboten werden könnte. Aus diesen Gründen kam es hier zum Entschluss, das Fach der Fächergruppe *Technische Informatik* zuzuordnen.

Ähnliches gilt für die beiden Fächer des Moduls „*Thermische Kraftwerke und Windkraftanlagen“* des Bachelorstudiengangs Energietechnik-Erneuerbare Energien (a.a.O., S.160 –

[143] Der Studiengang Elektrische Energietechnik wird im Weiteren nur als Energietechnik bezeichnet, da diese Bezeichnung trotz mehrmaliger Umbenennungen des Studiengangs bestehen bleibt.

162). Im Studienfach *Thermische Kraftwerke* werden Themen der Energiewirtschaft sowie Funktionsprinzipien verschiedener thermischer Kraftwerke besprochen. Es werden aber auch elektrotechnische Themen wie die Leistungsregelung eingeführt. Ähnlich verhält es sich mit dem Studienfach Windkraftanlagen. Dort werden Inhalte des Maschinenbaus, der Physik aber auch der Elektrotechnik vermittelt. Da es in beiden Fächern insgesamt um die Erzeugung elektrischer Energie geht und elektrotechnische Inhalte vermittelt werden, wird das Fach der Fächergruppe Elektrotechnik und Elektronik zugeordnet. Insgesamt sind die Fächer in den Bachelorstudiengängen oft interdisziplinär angelegt, sodass die Einteilung in Fächergruppen nur einen Überblick geben kann.

Tabelle 7.2: Einteilung der Fächergruppen im Studiengang Energietechnik

Fächergruppe	Spezifizierung
Mathematik und Naturwissenschaften	Hilfs- und Grundlagenwissenschaft
Elektrotechnik und Elektronik	Ingenieurwissenschaften
Maschinenbaunahe Fächer	
Technische Informatik	
Nichttechnische Fächer	Wissenschaften außerhalb MINT-Bereich

In Tabelle 7.2 sind die Fächergruppen weiter spezifiziert. Die Mathematik wird dabei als Hilfswissenschaft bezeichnet. Es ist an dieser Stelle wichtig zu betonen, dass sie dadurch in keiner Weise abgewertet wird. Die Verfasserin stimmt grundsätzlich der Bedeutung der Mathematik in der Elektrotechnik zu. Doch wie es sich in der weiteren Untersuchung zeigen wird, nimmt sie als Fach einen sehr großen Raum ein, der seit der Institutionalisierung kaum in Frage gestellt wurde. In ihren Ursprüngen ist die Elektrotechnik über die Elektrizitätslehre mit der Physik verwandt (vgl. Abschnitt 1.3), die traditionell im Zusammenhang mit der Mathematik gesehen wird. Aus diesen Ursprüngen wird der Mathematik in der Elektrotechnik eine ebenso wichtige Rolle zugeschrieben. Es gibt durchaus Wissenschaftler, die die Rolle der Mathematik in der Physik kritisch beleuchten. Der Physiker Olaf Krey nimmt sich dieses Problems in seiner Doktorarbeit an. Darin legt er die verschiedenen philosophischen Konzepte der Physik, der Mathematik und ihrer Beziehung zueinander dar (Krey 2012). Krey (Krey 2012). zitiert in seiner Studie Nicolas Goodman, welcher die Mathematik als Beschreibung der *„'Form' der physikalischen Objekte"* versteht, während sich *„die Physik mit eben diesen konkreten, materiellen Objekten und Prozessen [beschäftigt]"* (a.a.O.,S.29). Goodmans Verständnis lässt sich auf die Elektrotechnik übertragen, die, wie es Galilei für die Physik formuliert, vorwiegend in der *„„in der Sprache der Mathematik geschrieben ist."* (Galilei 1896, S. 232)" (a.a.O., 38). [144] Doch sollten die

[144] Interessant wird nicht so sehr die Frage sein, welche Rolle die Mathematik in der Elektrotechnik spielt, sondern ob sie sich durch die zunehmende Digitalisierung weiter verändern wird. Es liegt durchaus im Bereich des Möglichen, dass der Erwerb umfassender Kompetenzen in Mathematik zu einem Wahlfach in den Ingenieurwissenschaften wird. Die Entwicklung der mathematischen Werkzeuge vom Rechenschieber, der noch in den 1970er Jahren verwendet wurde, über den ersten technisch-wissenschaftlichen Taschenrechner, der dann auch grafikfähig wurde, bis hin zu den Computeralgebrasystemen, die das Rechnen mit Variablen ermöglichen, kann als ein Zeichen dafür verstanden werden.

Ingenieurwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler weit mehr als die Sprache der Mathematik beherrschen. Wie in den vorangegangenen Abschnitten gezeigt wurde, drängen vor allem Vertreter der Wirtschaft auf die Vermittlung anderer, mathematikferner Kompetenzen. Angesichts der fortschreitenden Digitalisierung fragt sich die Verfasserin dieser Arbeit, ob sich dadurch nicht auch Möglichkeiten ergeben, den Anteil der Mathematik zu kürzen, um den Raum für nichttechnische Fächer zu öffnen. Diese Frage soll hier nicht weiter verfolgt werden, sondern als Desiderat in den Raum gestellt werden. Dies mit dem Anliegen, die Erziehung zur Verantwortung für Technik im Studium der Ingenieurwissenschaften zu stärken.

Die nichttechnischen Fächer werden näher als *Wissenschaften außerhalb* (des) *MINT-Bereich*(s) spezifiziert. Die Bezeichnung MINT lässt sich oft im schulischen Zusammenhang finden, doch fasst er gut die ingenieurwissenschaftlichen Fächergruppen zusammen. Die Fächergruppe *Nichtechnische Fächer* vereint Fächer mit Inhalten, die gemeinhin als Schlüsselkompetenzen bezeichnet werden oder zu Wissenschaften außerhalb der Ingenieurwissenschaften gehören, wie z. B. den Wirtschaftswissenschaften.

7.2.2. Beobachtungen zur Entwicklung der Studienpläne in der Energietechnik

Die Untersuchung der Studienpläne dient zum einen dazu, Teile der in Kapitel 4 formulierten Forschungsfragen zu beantworten und zum anderen zur Erkundung, an welchen Stellen Handlungsempfehlungen anknüpfen können. Im Falle der praktischen Tätigkeit ist für die Handlungsempfehlungen bereits eine Stelle identifiziert.

Nun soll der Frage nachgekommen werden, wie sich während des Untersuchungszeitraums das Paradigma der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik in den Studienplänen darstellt. Wie dargelegt, wurden diese zunächst quantitativ ausgewertet. Dafür wurden die Fächer systematisch den in Abschnitt 7.2.1 beschriebenen Fächergruppen zugeordnet.

Während des Beobachtungszeitraums lassen sich neben der Veränderung in der Benennung des Studiengangs und der Verteilung der Praxissemester weitere Zäsuren beobachten. Diese spiegeln sich in den Studienfächern wider. In einer Voruntersuchung wurden die Stundentafeln aller Wintersemester des Untersuchungszeitraums verglichen. Diejenigen, die auffällige Veränderungen aufwiesen, wurden zur näheren Untersuchung herausgezogen.

Quantitativ untersucht wurden zunächst die Stundentafeln der Jahrgänge, welche jeweils in den Wintersemestern (WS) 1973/74, 1987/88, 1997/98, 1999/2000, 2007/08 sowie 2018/19 ihr Studium begonnen haben. Die untersuchten Studienpläne gelten immer für ganze Kohorten, bis es zu auffallenden Änderungen kommt. So gilt die Stundentafel des Jahrgangs 1999/2000 mit kleinen Abweichungen bis zum Wintersemester 2007/08. Die Untersuchung beginnt erst mit dem WS 1973/74, da davon auszugehen ist, dass die Zeit unmittelbar nach der Gründung der Fachhochschule im Jahr 1971 noch mit Unsicherheiten bezüglich des neuen wissenschaftlichen Status verbunden war. Deshalb wurde das WS 1971/72 von der Untersuchung ausgeschlossen. Zwei Jahre später dürfte sich der Studiengang konsolidiert haben. Die Inhalte der Stundentafeln halten sich im Großen und Ganzen bis zum WS 1987/88. Danach gab es zehn Jahre später wieder auffallende Änderungen und direkt ein Jahr später. Die Stundentafeln des Jahrgangs 1999/2000 fallen allein schon aufgrund der hohen Gesamtzahl der Semesterwochenstunden auf. Dieser zeitlich anspruchsvolle Studienplan hält sich bis zu den Bachelorstudiengängen. Aus diesen wurden das WS 2007/08 (Energie- und Automatisierungstechnik) sowie das WS 2018/19

(Elektro- und Informationstechnik - Energietechnik und Erneuerbare Energien) herangezogen, da sie sich allein durch die Studienschwerpunkte sehr voneinander unterscheiden.

Da die Anzahl der Semesterwochenstunden bereits angesprochen wurde, sind diese für die ausgewählten Semester in Tabelle 7.2 dargestellt. Hat schon König auf die Verdichtung des Studiums während der Institutionalisierung der Elektrotechnik hingewiesen (vgl. Abschnitt 1.3), so gilt dies erst recht für die ersten Jahre der Fachhochschule und dann wieder nach der Jahrtausendwende. Die Zahlen in der Tabelle enthalten nicht den Zeitaufwand für Praxissemester, Abschlussarbeit und wissenschaftliches Arbeiten sowie Tutorien, die in jüngerer Zeit angeboten werden. Der geringere Zeitaufwand für den Bachelor-Studiengang täuscht also über die Zeit hinweg, die Studierende an der Hochschule verbringen könnten. Beispielsweise wurden für das im WS 2018/19 beginnende Studium Tutorien für Mathematik sowie die Grundlagenfächer der Elektrotechnik angeboten. Die Teilnahme ist freiwillig und wird weder in den veröffentlichten Stundenplänen noch im Modulhandbuch ausgewiesen. Daher entspricht dieser Einwand dem persönlichen Wissen der Verfasserin. Dennoch soll er als Argument für die Allgemeinbildung angeführt werden. Auch wenn die Tutorien als Lernzeit angesehen werden können, blockieren sie als feste Termine Zeit, die für das Studium der allgemeinbildenden Fächer im Studium Generale genutzt werden könnte. Eine freiwillige Teilnahme an Fächern, die nicht im Curriculum verankert sind, ist nach Ansicht der Autorin für die Mehrheit der Studierenden unrealistisch.

Tabelle 7.3: Gesamtzahl der Semesterwochenstunden bis zum Abschluss des Studiums.

Studienbeginn	Gesamtzahl Semesterwochenstunden
WS 1973/74	172
WS 1987/88	159
WS 1997/98	158
WS 1999/2000	170
WS 2007/08	148
WS 2018/19	142

Die prozentuale Verteilung der Semesterwochenstunden pro Fach auf die Fächergruppen im Verlauf des Untersuchungszeitraums wird in Kreisdiagrammen dargestellt. Diese sind in Abbildungen 7-4 dargestellt. Um grundlegende Veränderungen im Vergleich zur Zeit der Institutionalisierung der Elektrotechnik erkennen zu können, sind die Zahlen aus Tabelle 1.1 in gleicher Weise in Abbildung 7-3 visualisiert.

Ein Vergleich mit den historischen Daten zeigt, dass der prozentuale Anteil von Mathematik und Naturwissenschaften heute etwas geringer ist, im Zeitraum 1987-1997 jedoch etwas höher war. Ein genauerer Blick auf die Stundentafeln zeigt, dass die Mathematik einen unangefochtenen Rang einnimmt. Die absolute Zahl der Semesterwochenstunden in Mathematik hat sich seit 1987 bei 16 Stunden einpendeln können. Wie in diesem Kapitel bereits ausführlich dargelegt, hat sich die Mathematik als wissenschaftliche Methode in der Elektrotechnik etabliert und dank informationstechnischer Weiterentwicklungen auch modernisiert. Sie findet in der Elektrotechnik hauptsächlich zur mathematischen Bestimmung wichtiger Größen elektrischer oder elektronischer Schaltungen ihren Einsatz. In

jüngster Zeit werden mathematische Modelle der Elektrotechnik in Simulationsprogrammen eingesetzt, die eine schnelle Prüfung von Schaltungsentwürfen ermöglichen. Mathematik im Studium der Elektrotechnik beschränkt sich keinesfalls nicht nur auf ihre eigenen Studienfächer *Höhere Mathematik 1 bis 3*, sondern findet in nahezu allen anderen technischen Fächern Verwendung. Ihr realer Anteil im Studium ist deshalb wesentlich höher, als es hier dargestellt wird.

Die prozentuale Abnahme der Fächergruppe Mathematik und Naturwissenschaften im Bachelorstudium ist mit einer Reduzierung der Physik verbunden. Die naturwissenschaftlichen Fächer haben sich seit Bestehen der Fachhochschule im Studiengang Energietechnik insgesamt reduziert. Bis 1987 wurde noch Chemie gelesen. Ebenso das Fach (Atom- und) Reaktortechnik, welches ebenfalls den Naturwissenschaften zugerechnet wurde. Aufgrund der Entwicklungen bezüglich der Nutzung von Kernenergie, welche in Abschnitt 8.2.3 dargelegt sind, hat die Atomtechnik an Bedeutung verloren. Diese Inhalte finden sich im letzten Modulhandbuch in der Veranstaltung Thermische Kraftwerke wieder (Fakultät Elektro- und Informationstechnik 2021, S. 160).

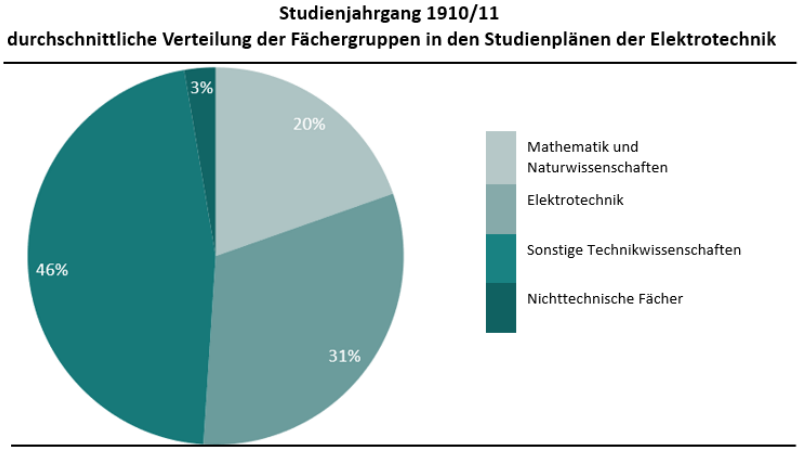


Abbildung 7-3: Fächergruppen im Studium der Elektrotechnik gegen Ende ihrer Institutionalisierung.

Eigene Darstellung aus den Ergebnissen der Untersuchung von König (König 1995, 150 ff.). Die Werte ergeben sich aus dem Durchschnitt der für die verschiedenen Hochschulen angegebenen Daten zur Verteilung der Fächergruppen.

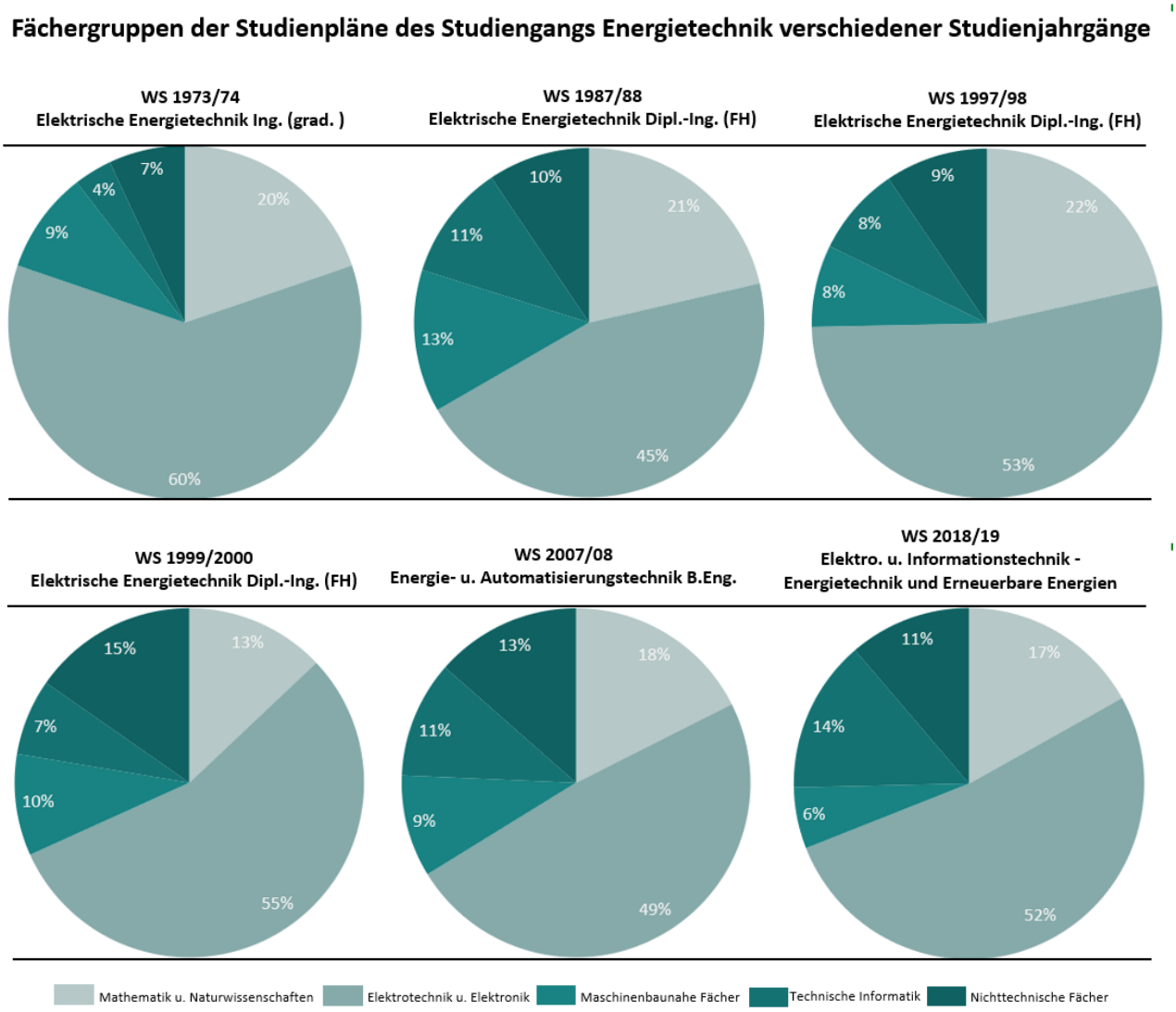


Abbildung 7-4: Verteilung der Fächergruppen in den Stundentafeln des Studiengangs Energietechnik

Eigene Darstellung der prozentualen Anteile der verschiedenen Fächergruppen. Die Werte ergeben sich aus den Semesterwochenstunden über das gesamte Studium.

Der Anteil der Fächergruppe *Maschinenbaunahe Fächer* hat im Vergleich zu Königs Studie erheblich nachgelassen. Ihr Anteil liegt im Bachelorstudium heute unter 10%. Das Studienfach Windkraftanlagen ist dabei nicht berücksichtigt, obwohl es Elemente des Maschinenbaus aufweist. Doch auch wenn diese mitgerechnet würden, läge der Anteil nicht wesentlich höher.

Die Bedeutung der Fächergruppe *Elektrotechnik* hat dagegen zugenommen und nimmt im Untersuchungszeitraum der vorliegenden Arbeit ungefähr die Hälfte der gesamten Regelveranstaltungen ein. Würde man die praktischen Anteile wie Projekt- und Abschlussarbeiten mitrechnen, in welchen eigenständig das elektrotechnische Fach- und Methodenwissen ausgebaut wird, würde sich dieser Anteil noch erhöhen. Dasselbe gilt für das Praxissemester, in welchem diese Kompetenzen vertieft werden sollen.

Die Bedeutung der neuen Fächergruppe Technische Informatik nimmt im Laufe des Untersuchungszeitraums zu. An der Fachhochschule Karlsruhe wurden bereits vor ihrer Gründung Analogrechner für große Berechnungen verwendet, für deren Verwendung die Ingenieurschüler ausgebildet wurden. Diese wurden an der Fachhochschule durch Digitalrechner abgelöst, für die es ebenfalls entsprechende Lehrveranstaltungen gab. Der Siegeszug der *Technischen Informatik* in der Energie- und Automatisationstechnik beginnt jedoch

Anfang der 1970er Jahre mit dem Einsatz von Speicherprogrammierbaren Steuerungen sowie von Mikroprozessoren. Lehrfächer wie digitale Steuerungstechnik sowie Mikrocontroller nahmen Einzug in die Studienpläne. Zudem wurden Grundlagen der Informatik sowie Programmieren gelehrt. Diese Fächer erforderten Raum in den Curricula, der von den Maschinenbauanteilen abging.

Der letzten Fächergruppe soll im nächsten Abschnitt mehr Aufmerksamkeit entgegengebracht werden. Durch sie wird erwartet, den Forschungsfragen näher zu kommen. Doch sei bereits hier festgehalten, dass ihr Anteil im Vergleich zu den Untersuchungen Königs stark angestiegen ist.

Als erstes kleines Fazit der quantitativen Untersuchung lässt sich zusammenfassen, dass die Vielfalt dieser klassischen Disziplin der Elektrotechnik nicht nur im Vergleich zu Königs Untersuchungen, sondern auch im Verlauf des Untersuchungszeitraums der vorliegenden Arbeit zugenommen hat. Dabei sind nicht nur neue Inhalte aufgetaucht, sondern die Interdisziplinarität der Fächer hat zugenommen, was die Klassifizierung der Fächer erschwert hat. Damit haben sich nicht nur die Paradigmata, hier verstanden als Wissen und Methoden, verändert, sondern auch das Verständnis des Studienfachs insgesamt verändert. Im Vergleich zu Königs Studie hat sich die Elektrische Energietechnik, vom Maschinenbau entfernt. Durch neue Technologien und die Forderungen der Politik nach einer Ausweitung der Erneuerbaren Energien (vgl. Abschnitt 6.3) hat sich im dargelegten Fall das Profil des Studiengangs in Richtung nachhaltige Energieerzeugung verschoben.

7.3. Nichttechnische Fächer außerhalb der MINT-Wissenschaften

Wie aus den Grafiken in den Abbildungen 7-3 und 7-4 ersichtlich ist, spielen die nichttechnischen Fächer in allen dargestellten Jahren eine größere Rolle als in den Jahren, in denen die Elektrotechnik institutionalisiert wurde. Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass in den Erhebungen ausschließlich Pflichtfächer oder Wahlpflichtfächer erfasst sind. Deshalb sind nichttechnische Inhalte, die in Angeboten der MINT-Fächergruppen integriert sind, hier nicht berücksichtigt. Die nichttechnischen Fächer werden von Dozenten außerhalb des Fachbereichs Energietechnik bzw. der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik angeboten. Sie gehören zu den Programmen des Fachbereichs Sozialwissenschaften und später des Studium Generale.

Für die Fächergruppe *Nichtechnische Fächer* lassen sich weitere Klassifizierungen vornehmen. Sie lässt sich in die Bereiche *Wirtschaft, Zusammenarbeit, Recht, Wissenschaft, Gesellschaft* und *Sprache* aufteilen. Die Klassifizierung der Fächergruppe ist in Anhang A- 1 beschrieben. Abbildung 7-5 stellt die Verteilung der nichttechnischen Fächer auf diese Bereiche dar. Darin sind einige Auffälligkeiten zu erkennen.

Zunächst fällt der Jahrgang 1999/2000 wieder durch die hohe Semesterstundenzahl in der gesamten Fächergruppe auf. Mit 26 SWS liegt er deutlich über dem Durchschnitt. Die Verfasserin erklärt die hohe Stundenzahl der nichttechnischen Fächer in diesem Zeitraum dadurch, dass mit der Einführung der ersten Bachelor- und Masterstudiengänge an der damaligen Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik, der Kompetenzbegriff auch in den Diplom-Studiengängen an Bedeutung gewann. Dies wird in der Beschreibung des Studiengangs WS 2005/2006 im Hochschulführer deutlich, der ebenfalls zu dieser Kohorte gehört, auch wenn sowohl der Studiengang als auch die Hochschule inzwischen umbenannt wurden. Dort wird explizit hervorgehoben, dass auf die Ausbildung von Schlüsselqualifikationen im Rahmen der Wahlpflichtfächer großer Wert gelegt wird. In diesen sollen

sowohl Kompetenzen im Bereich der Wirtschaft als auch soziale Kompetenzen und Teamfähigkeit gefördert werden (Rektorat der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft 2005, S. 131–132). In dieser Studiengangbeschreibung wird auch darauf hingewiesen, dass das zweite Praxissemester möglichst im Ausland durchgeführt werden soll und die beiden Projektstudien in Teamarbeit durchgeführt werden sollten (ebd.). Beides sind ebenfalls Zeichen dafür, dass auf die Ausbildung zusätzlicher Schlüsselqualifikationen sowie auf die Internationalisierung ein höher Wert gelegt wurde.

Im Vergleich zu den anderen Stundentafeln der untersuchten Semester ist es zudem auffallend, dass im WS 1999/2000 ein großes Wahlpflichtfach des Fachbereichs Sozialwissenschaften von 6 SWS angeboten wurde. Da hierzu keine weiteren Informationen vorliegen, wurden die Semesterwochenstunden gleichermaßen auf alle Bereiche verteilt. [145]

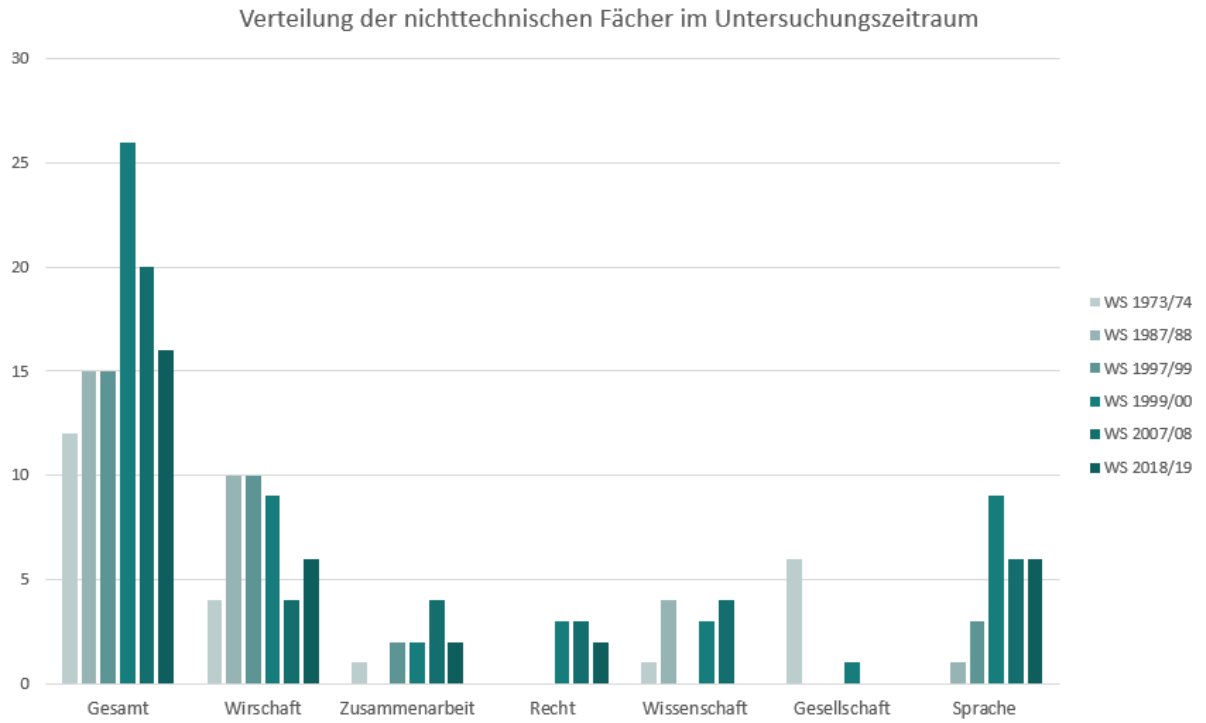


Abbildung 7-5: Semesterwochenstunden für einzelne Bereiche der Nichttechnischen Fächer.
Eigene Darstellung der Ergebnisse aus den untersuchten Jahrgängen.

In Abbildung 7-5 ist weiter auffällig, dass die meisten nichttechnischen Fächer in den Bereichen *Wirtschaft* und *Sprache* zu finden sind. Ebenso ist es bemerkenswert, dass der Bereich *Gesellschaft* nur bis zur Umstrukturierung des Studienplans 1987 im Studiengang Energietechnik als Pflichtangebot zu finden ist. [146]

Die Bereiche und die Höhe der Semesterstundenzahlen geben einen Hinweis darauf, welchen zusätzlichen Fächerbedarf die Verantwortlichen in ihrer Zeit für den des Studiengangs Energietechnik sahen. Sie geben einen Hinweis auf den Denkstil des

[145] Bis auf das Wahlpflichtfach Sozialwissenschaften und die Veranstaltung *Energiewirtschaft und Recht des Jahrgangs 2018/19* waren alle Veranstaltungen benannt, sodass sie leicht einzuteilen waren. Das Fach *Energiewirtschaft und Recht des Jahrgangs 2018/19* wurde ebenfalls zu gleichen Teilen in *Wirtschaft* und *Recht* unterteilt.
[146] Der Anteil des WS 1999/2000 im Bereich Gesellschaft ist auf die Verteilung des Wahlpflichtfachs Sozialwissenschaften zurückzuführen.

Organisationssystems und damit auch auf die Wissenschaft Elektrotechnik. Daher wird hier auf die einzelnen Auffälligkeiten eingegangen.

Mit Kenntnis der vorhergehenden Beschreibungen des Organisationssystems Fachhochschule und seiner strukturellen Kopplung an die Organisationssysteme der Wirtschaft in Kapitel 6, lässt sich ein Schwerpunkt auf Fächer des Bereichs Wirtschaft leicht nachvollziehen. Die Angebote aus dem Bereich Wirtschaft variieren in den untersuchten Jahrgängen. Die Varianz der Fächer liegt nicht nur in den Festlegungen der Studiengangverantwortlichen, sondern ist an den Kursen des Fachbereichs Sozialwissenschaften bzw. des Studium Generale ausgerichtet. [147] Deren Angebote ändern sich im Laufe des Untersuchungszeitraums häufiger. Auf die Bedeutung der Fächer aus dem Bereich Wirtschaft soll hier nicht weiter eingegangen werden. Sie liegen außerhalb des Erkenntnisinteresses der vorliegenden Arbeit. Doch werden betriebswirtschaftliche Kompetenzen oft als notwenige Schlüsselqualifikation von Ingenieurinnen und Ingenieuren genannt (vgl. z.B. Lorbeer et al. 2000, S. 15–16). Im Gesamtpaket mit den anderen Bereichen der nichttechnischen Fächer verdeutlichen sie jedoch die Ausrichtung des Studien-Programms in der Energietechnik auf die Ausbildung für den Beruf.

Als Ausbildung für den Beruf können auch die weiteren Bereiche verstanden werden. Doch sind diese universeller und könnten vor allem im Hinblick auf einen Wissenstransfer in die Gesellschaft oder eine Zusammenarbeit außerhalb des Fachgebiets hilfreich sein.

Das kann auch für den Bereich *Zusammenarbeit* geltend gemacht werden. Diesem sind die Fächer *Arbeitspsychologie* und *Mitarbeiterführung* zugeordnet. Nach einer Studie des VDI aus dem Jahr 1979 entfallen zu jener Zeit etwa 50% der Arbeitszeit auf Aufgaben der Arbeitsanleitung und Arbeitsüberwachung sowie auf leitende Tätigkeiten (Hillmer und Peters, Rolf Wolfgang, Polke, Martin 1979, S. 30–32). Nach einer jüngeren Publikation von Haacker und Becker, in welcher die Ergebnisse verschiedener Studien zusammengetragen wurden, sind die Anforderungen im Bereich der Personalführung im Beruf hoch. Dem stehe eine relativ geringe Ausbildung entsprechender Kompetenzen im Studium gegenüber, wie es dort nachzulesen ist (Haacker und Becker 2009, S. 189). In der vorliegenden Arbeit wird der Bereich nicht Personalführung, sondern Zusammenarbeit genannt. Dies ist als Hinweis zu sehen, dass Führungsqualitäten während des Studiums nicht nur in diesen Kursen ausgebaut werden können. Diese werden beispielsweise auch in Projektarbeiten gefördert, wenn diese angeleitet sind (Görts 2009, S. 9–11).

Auch das Fach Fremdsprache bzw. Englisch zeigt Nähe zum Bereich Wirtschaft. Es lässt sich curricular verankert erst ab 1997 finden. Doch gab es bis dahin die Möglichkeit über den Fachbereich Sozialwissenschaften Fremdsprachen zu erlernen. Die Etablierung des Sprachunterrichts als Pflichtfach führt die Verfasserin auf die internationale Liberalisierung der Weltmärkte zurück, die durch die Gründung der *World Trade Organization* (WTO)[148] 1995 stark forciert wurde. Da die Unternehmen in Deutschland ab dieser Zeit zunehmend international agierten, wurde es für Ingenieurinnen und Ingenieure wichtig, eine Fremdsprache, meist Englisch, zu sprechen. Dies wird ebenfalls durch die Veröffentlichung von Haacker und Becker bestätigt (ebd.). In Abbildung 7-5 sind im Bereich *Sprache* bereits vor der Einführung der Fremdsprache Daten zu erkennen. Dies lässt sich auf das Fach

[147] Ein Beispiel der Angebote des Fachbereichs Sozialwissenschaften ist Anhang A-4 zu entnehmen.

[148] Die WTO entstand aus den Verhandlungen der Uruguay-Runde, die zwischen 1986 und 1994 tagte. Der internationale Handel lässt sich durch die Tätigkeiten der WTO leichter regeln und wurde dadurch forciert. Die Aufgaben der WTO sind unter https://www.wto.org/index.htm einzusehen. (zuletzt geprüft: 04.09.2022)

Rhetorik zurückführen, welches von 1987 bis 1999 verpflichtend gelehrt wurde. Nachdem das Fach abgesetzt wurde, kann die Veranstaltung *Praxisnachbereitung* als Ersatz verstanden werden. Dort müssen durch die Studierenden Referate gehalten werden, über die ihre kommunikative Fähigkeiten gestärkt werden. Dazu gibt es laut den Modulhandbüchern keine theoretische Begleitung. Doch wie bereits in Abschnitt 7.1 beschrieben, sind die Studierenden dazu angehalten, die Vorträge des vorhergehenden Semesters zu besuchen. Die Referate werden anschließend besprochen, weshalb sie daraus entsprechende Kenntnisse mitnehmen können. Laut Absolventenbefragungen wird die Entwicklung von Präsentationskompetenzen in Bild und Sprache während des Studiums nicht ausreichend gefördert, wie auch in der Veröffentlichung von Haacker und Becker zu sehen ist (ebd.). Unabhängig davon, in welcher Form Sprachkenntnisse ausgebaut werden, tragen sie nicht nur zur Förderung beruflicher Fähigkeiten bei. Sprachkompetenz ist eine Voraussetzung dafür, die Ingenieurwissenschaften nach außen zu öffnen, um eine Kommunikation mit der Gesellschaft gewährleisten zu können (Duddeck und Mittelstraß 1999; Klischat 2019).

Der Bereich *Wissenschaft* umfasst Fächer zum wissenschaftlichen Arbeiten und Schreiben sowie zu den Lern- und Arbeitstechniken. Die Fächer könnten auch auf andere Bereiche verteilt werden, aber sie werden eher als Grundlage für eine wissenschaftliche als für eine berufliche Ausbildung verstanden. Der Erwerb von Lernkompetenz wird meist den Kompetenzen zur Selbstorganisation zugeschrieben. Diese sind aber nach Ansicht der Verfasserin auch eine Grundvoraussetzung für wissenschaftliches Arbeiten. Darüber hinaus entspricht der Erwerb dieser Kompetenz der Aufgabe von Ingenieuren, sich für den Beruf auf dem Laufenden zu halten (Haacker und Becker 2009, S. 202).

Der Themenbereich Recht ist nicht sehr ausgeprägt, was den beruflichen Anforderungen entspricht. Als zusätzliche Kenntnisse werden sie laut Haacker und Becker von Unternehmen nicht erwartet (a.a.O., S.153). Doch ist es nach Ansicht der Verfasserin sicher von Vorteil wenn man die *„regulativen Prinzipien“* kennt, wie es im Modul Energiewirtschaft und Recht formuliert ist (Fakultät Elektro- und Informationstechnik 2021, S. 200).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Inhalte der vorgestellten Bereiche auf den ersten Blick überwiegend auf das zukünftige Berufsleben von Ingenieurinnen und Ingenieuren ausgerichtet sind. Da das Studium an einer Fachhochschule berufsqualifizierend ist, kommen die nichttechnischen Fächer dem entgegen. Doch trotz der Erhöhung ihres Anteils gegenüber den historischen Ergebnissen Königs wird durch Absolventen und Unternehmen noch immer bemängelt, dass die Ausbildung nichtfachlicher Kompetenzen im Studium zu gering ist. Dies zeigen bspw. die Erhebungen in Haacker und Becker sowie des VDI (Haacker und Becker 2009; VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. et al. 2016). Da es aufgrund der Dichte des Studiums kaum möglich sein dürfte, den Anteil nichttechnischer Fächer zu erhöhen, ohne dies auf Kosten der MINT-Fächer zu tun, sei hier der Verweis auf die Hochschuldidaktik gemacht. Da jeder dieser Bereiche nicht nur im Kontext von Wirtschaft und Karriere zu sehen ist, sondern auch unter den Aspekten der sozialen Kommunikation, des Wissenstransfers sowie der Kooperation und Verantwortung, haben solche Angebote weitere Potenziale. In den Handlungsempfehlungen, die in dieser Arbeit gegeben werden, werden Teile davon aufgegriffen.

Da die nichttechnischen Fächer als Dienstleistung des Fachbereichs Sozialwissenschaften angeboten werden und später Angebote des Studium Generales sind, sollen diese beiden Organisationssysteme der Hochschule mit dem Fokus auf Gesellschaft und Umwelt im

folgenden Abschnitt 7.3.1näher betrachtet werden. Darin wird auch der Bereich *Gesellschaft* aus der nichttechnischen Fächergruppe aufgegriffen, der bisher nicht besprochen wurde.

7.3.1. Der Fachbereich Sozialwissenschaften und seine Angebote zum Themengebiet Gesellschaft, Technik und Umwelt

Über den Fachbereich Sozialwissenschaften kann ein Kulturwandel veranschaulicht werden, der generell auf die Fachhochschule Karlsruhe übertragbar ist und der in den 90er Jahren korrigiert wurde. Dazu lohnt sich wieder ein Blick in die Vergangenheit der Hochschule Karlsruhe, in die Staatlichen Ingenieurschule Karlsruhe. Dort wurde 1965 mit der Gründung einer *Allgemeinen Abteilung* zum Ausdruck gebracht, dass Technik, Wirtschaft und Gesellschaft zusammen gedacht werden sollten (Förster 2003b, S. 299). Mit dieser Denkweise schloss sich die Ingenieurschule den Forderungen der Nachkriegszeit an, die Ingenieurausbildung *„zugunsten einer gesellschaftlichen und staatsbürgerlichen Sichtweise auszuweiten“* (a.a.O., S.298). Mit der Gründung der *Allgemeinen Abteilung* bekamen vor allem die Geisteswissenschaften *„eine besondere Aufmerksamkeit“* (a.a.O., S.299). Es waren vorwiegend allgemeinbildende Fächer wie Deutsch und Geschichte, aber auch Staatskunde, die die technischen Stundentafeln bereichern sollten. Es ist aus den Beschreibungen des Historikers Försters zu erkennen, dass es nicht nur der schulische Charakter der Ingenieurschule war, der die Eröffnung der *Allgemeinen Abteilung* ermöglichte. Es waren vor allem die Nachwehen der beiden Weltkriege, die zu diesem Entschluss führten. So wurde bereits durch den damaligen Direktor des Karlsruher Staatstechnikums der Wunsch ausgesprochen, dass Technik nicht die Menschen beherrschen, sondern der Gesellschaft dienen sollte *(a.a.O.:* S.298). Mit diesem Ansinnen stand er damals nicht allein, was sich in dieser Zeit auch dem *„Bekenntnis des Ingenieurs“* ausdrückte (vgl. Problemaufriss in der Einleitung). [149] Aus der *Allgemeinen Abteilung* wurde 1971 der Fachbereich *Geistes- und Sozialwissenschaften* an der Fachhochschule Karlsruhe gegründet. Vier Jahre später, mit Abstand zu den Kriegsjahren und einer durch den technischen Fortschritt angekurbelten Wirtschaft, begann sich an der Fachhochschule ein kultureller Wandel abzuzeichnen, der auch zu einer Namensänderung der Abteilung führte. Wie Abbildung 7-6 zu entnehmen ist, wurde die Geisteswissenschaft aus der Benennung des Fachbereichs gestrichen. An dieser veränderten Namensgebung lässt sich der Einfluss der Landesregierung auf das Organisationssystem Fachhochschule erkennen. Die 1975 durchgeführte Umbenennung wurde auf Erlass des Kultusministeriums Baden-Württemberg durchgeführt (Fachhochschule Karlsruhe 1975, S. 211). Nach Ansicht der Verfasserin setzte sich danach eine pragmatischere, auf die Wirtschaft ausgerichtete Ausbildung durch, bei der Schlüsselqualifikationen einen Mehrwert gegenüber geisteswissenschaftlichen Inhalten darstellten. Wie sich in Abschnitt 7.3.2 zeigt, wird das Fehlen an geisteswissenschaftlichen Fächern an Fachhochschulen gegen Ende der 1980er Jahre durch Politiker des Landes bemängelt, was wiederum zu Korrekturen führte.

[149] Das Thema Technik und Krieg, welches zur Gründung der Allgemeinen Abteilung führte, wird im Rahmen der Untersuchung der Massenmedien nochmals kurz aufgegriffen.

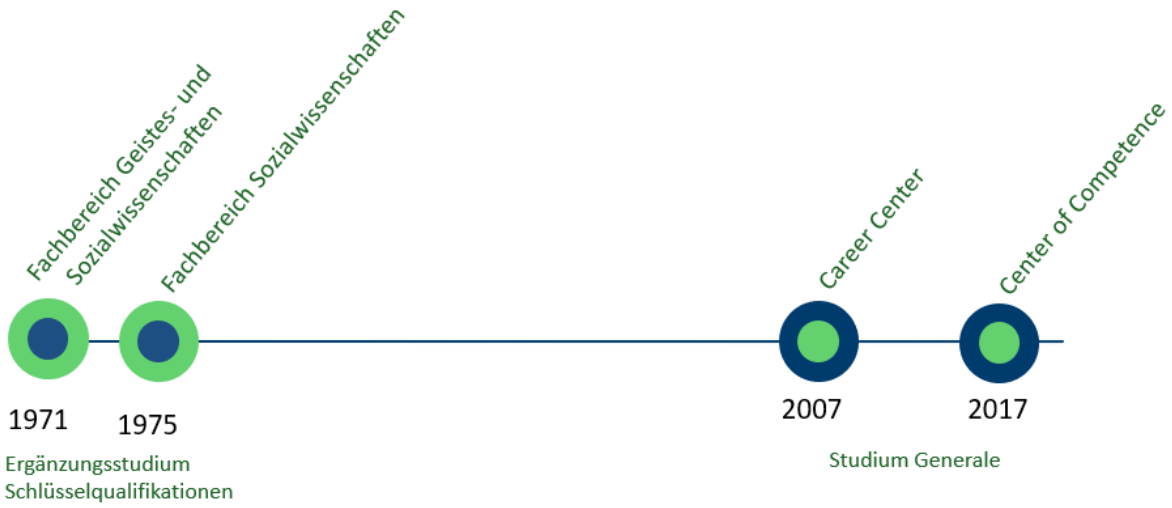


Abbildung 7-6: Einrichtungen für die allgemeine Bildung an der Fachhochschule Karlsruhe.
Eigene Darstellung der Anbieter von Inhalten aus der Fächergruppe *Nichttechnische Fächer.*

In den Studienführern findet der Begriff Schlüsselqualifikation bis in die 1990er Jahre noch keine Verbreitung. Dort beschreibt der Fachbereich Sozialwissenschaften, der bis 1996 keinen eigenen Studiengang besitzt, seine Angebote als *„Grundwissen“* für die *„wichtigen nichttechnischen Disziplinen“* (Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe 1987, S. 17). Zu den Zielen des Fachbereichs gehörte derzeit auch die Bildung zur *„Verantwortung gegenüber der Umwelt“* sowie das Anregen von *„Engagement [und] kritischer Reflexion“* (Fachhochschule Karlsruhe 1975, S. 211). Wie in Abbildung 7-5 ersichtlich ist, gibt es im Fachbereich Energietechnik nur bis 1986 verpflichtende Angebote aus dem Bereich *Gesellschaft*. Zu diesen zählte das Fach *Gesellschaft und Technik,* welches diese hier formulierten Ziele des Fachbereichs Sozialwissenschaften erfüllte. Besonders erwähnenswert ist es, dass dieses Fach auf die Bedürfnisse der Studiengänge zugeschnitten war, wie aus einem Schreiben des damaligen Rektors an das Kultusministerium zu entnehmen ist. Ein Auszug dieses Archivdokuments der Hochschule Karlsruhe findet sich in Anhang A-2.

Die Integration der Veranstaltung *Gesellschaft und Technik* in den Studienplan der Energietechnik bis 1986 ist ein Hinweis darauf, dass damals erkannt wurde, dass im Ingenieurberuf eine *„kritische Einstellung gegenüber Aufträgen“* (Fachhochschule Karlsruhe 1975, S. 211) notwendig ist, welche die Auswirkungen der Technik auf Gesellschaft und Umwelt berücksichtigt (ebd.).

Die Berücksichtigung des Umweltschutzes in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern ist nicht unbedingt nur der Kultur des Fachbereichs Sozialwissenschaften geschuldet, die noch den Geist seiner Geschichte trägt. In den 1970er Jahren ließen sich die Augen vor den ökologischen Folgen von Technik nicht mehr verschließen. Dies kann über Abschnitt 8.2.1.2 nachvollzogen werden, in welchem der Grad der Umweltverschmutzung zu Beginn der 1970er Jahre in großer Ausführlichkeit beschrieben wird. Die besprochenen Filmausschnitte aus dem ARD-Jahresrückblick von 1970 zeigen deutlich, wie groß der Handlungsdruck war, wenn man die Gesundheit von Mensch und Natur nicht weiter gefährden wollte. Auf diesen Druck reagierte 1974 dann auch die Bundesregierung mit dem Bundes-Immissionsschutzgesetz. Dieses ist nun von der Industrie zu befolgen, die, wie sich aus den Inhalten in Abschnitt 8.2.1.2 gut nachvollziehen lässt, bis dahin ohne Rücksicht auf Natur

und Umwelt handelte. [150] Der Fachbereich Sozialwissenschaften reagierte auf die *„neuen Anforderungen durch die Einführung von Lehrveranstaltungen in Umweltschutz, Umwelttechnik und Umweltrecht“* (Das Rektorat 2003, S. 201).

Das Fach *Gesellschaft und Technik* wurde Ende der 1980er Jahre zu einem Fächerverbund zweier Seminarveranstaltungen, bestehend aus *Projektstudien zum Umweltschutz* sowie *Gesellschaft, Technik und Umweltschutz.* Die beiden Fächer lassen sich aber in den Pflichtangeboten des Fachbereichs Energietechnik nicht mehr finden. In einer Pressemitteilung des Rektorats 1986 an das Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg wird über die Verankerung von Fächern zu Fragen des Umweltschutzes in den Studiengängen berichtet. Dort heißt es, dass sich insbesondere das Seminar *Gesellschaft, Technik und Umweltschutz II* für *„Studenten der Fachbereiche Energietechnik und Maschinenbau [eigne], die im Kraftwerks- bzw. Großanlagenbau tätig werden wollen“ (Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe 26.08.86)*. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass es zwar passende Veranstaltungen für den Studiengang gab, diese aber nicht mehr nur auf ihn zugeschnitten waren. Seit 1987 bleibt es den Studierenden selbst überlassen, ob sie Fächer aus dem Bereich Umweltschutz als Wahl- oder Wahlpflichtfach belegen.

Das Schreiben des Rektorats zur Verankerung von Fächern mit Umweltschutzinhalten steht im Zusammenhang mit einem politischen Entscheidungsprozess der Landesregierung zur Fachhochschulausbildung. Fragen des Umweltschutzes beschäftigten (und beschäftigen noch immer) die Politik auf verschiedenen Ebenen. Dabei ging (und geht) es nicht nur um die Verhinderung von Umweltschäden durch Gesetze, sondern auch um die Abschätzung der möglichen Folgen zukünftiger Technologien. Dies erfordert Ingenieurinnen und Ingenieure, die in der Lage sind, gesellschaftlich verantwortlich zu handeln. Ein Antrag des Landtagsabgeordneten Erwin Teufel, *Fragen der gesellschaftlichen Verantwortung zum festen Bestandteil der Ausbildung [zu machen]“* (Landtag von Baden-Württemberg, 10. Wahlperiode 27.01.91) wurde von der Landesregierung BW angenommen. Die daraus folgenden Handlungen führten an der Fachhochschule Karlsruhe zu verschiedenen Maßnahmen, sowie zur Erweiterung der Lehrangebote des Fachbereichs Sozialwissenschaften und später des Studium Generale. Auf die Geschichte der Ethik an Fachhochschulen wird im Abschnitt 7.3.2 weiter eingegangen.

Auch wenn sich, wie im Folgenden gezeigt wird, die Inhalte der Wissenschaftsethik in den nichttechnischen Fächern der Fachhochschule etabliert haben, überwiegen bei der Ausbildung von Schlüsselqualifikationen die wirtschaftsbezogenen Fächer (vgl. Anhang A-4). In den 1990er Jahren hat sich der Begriff Schlüsselqualifikation auch im Fachbereich Sozialwissenschaften etabliert. Seitdem können Fähigkeiten in den Bereichen Management, internationale Zusammenarbeit, Kommunikation und soziale Kompetenzen durch die freiwillige Belegung entsprechender Kurse erworben werden. Allerdings stehen die Studierenden heute vor zwei großen Herausforderungen. Zum einen geht es darum, in einem dicht gedrängten Studiengang Platz für die Entwicklung von Schlüsselqualifikationen zu finden. Die zweite Herausforderung besteht darin, aus dem immens gewachsenen Lehrangebot des Fachbereichs geeignete Angebote zu finden. Zur Jahrtausendwende werden 56

[150] Dieses Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) wird laufend angepasst und wurde 2020 zuletzt geändert. Es ist einzusehen unter https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/BJNR007210974.html (zuletzt geprüft: 06.09.2022)

verschiedene Seminare angeboten. Es lässt sich vorstellen, dass es ohne Empfehlungen aus dem eigenen Fachbereich schwer wird, passende Angebote zu finden.

Wie in Abbildung 7-6 zu sehen ist, hat das Studium Generale im Jahr 2007 die Ausbildung von Schlüsselkompetenzen übernommen. Diese wurden über das Career Center organisiert, eine Einrichtung der Fachhochschule Karlsruhe, die inzwischen in Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft umbenannt wurde. Seit 2017 ist aus dieser Einrichtung das Center of Competence geworden. Die letztgenannte Bezeichnung wird der Vielfalt der Aufgabenbereiche wohl eher gerecht. Das Angebot ähnelt der beigefügten Tabelle, ist aber weiter auf über 70 Lehrveranstaltungen angewachsen. Inzwischen werden auch interdisziplinäre Projekte der Fakultäten angeboten, für die über das Studium Generale Leistungspunkte und ggf. Noten vergeben werden. Schließlich ist anzumerken, dass für ausgewählte Lehrveranstaltungen des Studium Generale Zertifikate vergeben werden, wie es bereits im Fachbereich Sozialwissenschaften der Fall war. Dies kann als Anreiz verstanden werden, trotz Zeitmangels Schlüsselqualifikationen zu erwerben. Auf die Organisation und Inhalte des Studium Generale soll hier nicht näher eingegangen werden. Es wäre aber für die Hochschule Karlsruhe sicherlich gewinnbringend, diesen Themenbereich wissenschaftlich weiter zu untersuchen.

An dieser Stelle soll jedoch der Bereich der Ethik an Fachhochschulen näher beleuchtet werden. Nicht nur, weil hier die Kopplung der Politik an das Organisationssystem der Hochschule besonders deutlich wird. Eine genauere Betrachtung dient vor allem auch dazu, sich den Fragestellungen der vorliegenden Arbeit anzunähern.

7.3.2. Ethik an den Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg

Wie die Untersuchungen des Studiengangs Energietechnik zeigen, gibt es seit dem Wintersemester 1987/88 keine Pflichtveranstaltung im Themenbereich Gesellschaft, Technik und Umwelt mehr. Dieser Entwicklung steht den politischen Diskursen gegenüber, welche sich während in 1980er Jahren entwickelt haben. Die Forderungen zum Schutz der Gesundheit von Mensch und Natur vor den Folgen von Technik gehen weg von der Schadensbeseitigung hin zur Schadensvermeidung (vgl. Abschnitt 8.2.3). Auslöser sind die nach wie vor hohe Verschmutzung von Luft, Wasser und Boden. Dazu kommen zahlreiche technische Katastrophen, die ihren Höhepunkt vorerst durch die Nuklearkatastrophe in Tschernobyl erreichen [151]. Die Diskurse werden auch auf Landesebene und in Bezug auf die technischen Bildung geführt. So reichte, wie oben kurz angerissen,1988 Erwin Teufel mit weiteren Vertretern der CDU einen Antrag zum *„Thema Fachhochschulstudium und gesellschaftliche Verantwortung“* (Landtag von Baden-Württemberg, 10. Wahlperiode 14.10.1988) ein. Der damalige Minister für Wissenschaft und Kunst, Prof. Dr. Engler, nimmt zu diesem Antrag Stellung, was in der Drucksache 10/585 des Landtag Baden-Württemberg, Wahlperiode 10, veröffentlicht ist. Die einreichenden Politiker verweisen darauf, dass Technik stets im Dienste der Gesellschaft zu stehen habe und auch in Bezug auf ihre Folgen beherrschbar bleiben muss. Sie schlagen deshalb vor, *„die gesellschaftliche Verantwortung der jungen Akademiker zu stärken“* (a.a.O., S. 2). Die einreichenden Landtagsmitglieder sehen einen besonderen Bedarf an Fachhochschulen, da an den Universitäten schon lange die Möglichkeit eines allgemeinbildenden, geisteswissenschaftlichen Studiums bestände. Teufel weist darauf hin, dass es an einigen Fachhochschulen

[151] Die ökologischen Folgen von Technik dieser Zeit sollen an dieser Stelle nicht dargestellt werden, darüber folgt mehr in Kapitel 8 Abschnitt 8.2.3.

zwar verpflichtende Angebote zu diesem Themenfeld gäbe, diese aber nicht flächendeckend seien. An den meisten Hochschulen würden diesbezügliche Kurse im Studium Generale angeboten. Diese seien aber freiwillig zu belegen und ständen in Konkurrenz zu anderen Fächern. Teufel verweist darauf, dass die Fachhochschulrektorenkonferenz ebenfalls gefordert habe, dass *„Absolventen der Fachhochschulen besser auf die gesellschaftliche Verantwortung in ihrer beruflichen Tätigkeit vorbereitet werden müssen“* (ebd.). Die Stellungnahme der Landesregierung in Vertretung durch Engler fällt zustimmend aus. Die Landesregierung teilt die Auffassung der Hochschulrektorenkonferenz, dass „*Fragen der Wissenschaftsethik grundsätzlich in die Fachvorlesungen zu integrieren sind“ (a.a.O., S. 4 Abschnitt II.1).* Dies solle dadurch erreicht werden*, dass „Professoren [die] Gelegenheit gegeben wird, sich im Rahmen von Fortbildungsveranstaltungen vertieft mit gesellschaftsrelevanten Fragestellungen zu befassen*“ (ebd.). Weiterhin ist der Stellungnahme zu entnehmen, dass sich an Fachhochschulen zukünftig Beauftragte mit den Fragen der Wissenschaftsethik auseinandersetzen sollten. Als gewinnbringend werde auch eine diesbezügliche Zusammenarbeit der Fachhochschulen in Baden-Württemberg betrachtet (a.a.O., S. 5 Abschnitt II.12 und II.2). Die mögliche Kooperation sollte neben den Fachhochschulen in Konstanz und Reutlingen durch die Fachhochschule Karlsruhe geprüft werden (a.a.O., S. 5 Abschnitt II.2). Der Antrag durch Teufel et al. führte 1991 zur Gründung des *Referat für Technik und Wirtschaftsethik* (rtwe), das an der Hochschule Karlsruhe angesiedelt ist.

Die Auftaktveranstaltungen, die dieser Gründung vorausgingen, sind in der Schriftenreihe report veröffentlicht (Volkmar Liebig. Lenkungsausschuß der Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg 1991). Sie zeigen die Probleme auf, welche die Vermittlung von Wissenschaftsethik aufwerfen. Diskutiert wurden die Fragen, welche ethischen Verständnisse zugrunde gelegt werden können, was Technikverantwortung für Ingenieure bedeutet und welche Konsequenzen sich daraus für das Ingenieurstudium ergeben können. Mit Verweis auf die Aktualität dieses Diskurses, der mit Zitaten aus dem VDI untermauert wurde, wurde für ein offenes Ethikverständnis plädiert (Rafael Capurro 1991). Zudem gab es den Vorschlag, Seminare zu den *ökologischen Folgen* von Technik anzubieten (Kurz 1991, S. 98). Da nach dem Willen der Landesregierung Ethik auch in die Fächer integriert werden sollte, wurde in den Diskussionen zu diesem Thema das Hauptproblem darin gesehen, dass die Professoren nicht dafür ausgebildet wären, Ethik grundsätzlich zu unterrichten. Es ließ sich dazu der Konsens finden, dass es bei der Integration von Ethik in den regulären Fachunterricht eher darum ginge, gemeinsam mit den Studierenden *„Ethik-Erfahrungen zu ermöglichen“ (Liebig 1991, S. 84)*.

Macht man einen Sprung in die Zeit nach der Gründung des rwte, so beschäftigt sich 1992 eine weitere Seminarveranstaltung mit dem Verhältnis von Technik und Umwelt sowie mit der Frage, wie Ethik an Fachhochschulen curricular verankert werden kann. Dieses Seminar wird wieder dokumentiert und veröffentlicht (Liebig 1993b). Dem Bericht zufolge reichten die diesbezüglichen Vorschläge von der Integration in reguläre Veranstaltungen bis hin zu separaten Ethikseminaren. In Karlsruhe ist vor allem Letzteres umgesetzt worden. Die Seminare, die über den Fachbereich Sozialwissenschaften und später über das Studium Generale angeboten werden, zeigen, dass den Studierenden die Möglichkeit geboten wird, sich mit dem Thema Ethik im Allgemeinen vertraut zu machen. Kurse in angewandter Ethik und Umweltschutz runden das Angebot ab (vgl. Anhang A-4). Bestehen bleibt das Problem des zusätzlichen Zeitaufwands für Studierende, wenn diese Angebote, wie im Studiengang Energietechnik, nicht in die Studienpläne integriert sind. Das rtwe setzt deshalb auf das Zertifikat Ethikum, welches über die Belegung mehrerer Kurse erteilt wird.

Weiterhin bietet das rwte Lehrenden und der Öffentlichkeit Weiterbildungsseminare an, sodass dem Wunsch der Landesregierung nach der Fortbildung Lehrender entsprochen wird. Die Integration von Ethik stellt die Dozentinnen und Dozenten vor dasselbe Problem, welches in Abschnitt 6.4 für die Didaktik beschrieben ist. Für viele dürfte der Zeitaufwand für Fortbildungsmaßnahmen sowie die Umstellung der Lehre kaum zu leisten sein. Dazu kommt, dass in einigen Fällen der Bedarf für die eigenen Fächer nicht erkannt wird oder erkannt werden will. Dies weist auch eine kleine Erhebung auf, die Liebig obigen Seminar vorangestellt hat. Von 92 hauptamtlichen Professoren verschiedener Fachbereiche an der Fachhochschule Ulm, hatten bei einem Rücklauf seiner Fragebögen von 50%, 10% der Professoren kein Interesse am Thema Ethik (Liebig 1993a, S. 7–8).

Ermöglicht wurde und wird diese Entwicklung, Umsetzung und Durchführung der beschriebenen Aktivitäten durch die Finanzierung des Landes Baden-Württemberg.

7.3.3. Diskussion der Zusammentragungen zu den nichttechnischen Fächern

Ohne einen Blick auf die Kommunikation der Gesellschaft geworfen zu haben, ist bisher erkennbar, dass ohne die Initiative aus den Reihen der Politik geisteswissenschaftliche Fächer im Fachhochschulstudium nicht so schnell eine weitere Verbreitung gefunden hätten. Die grundlegende Änderung des Paradigma in der Ingenieurausbildung nach dem Ende des zweiten Weltkriegs an der Ingenieurschule Karlsruhe konnte sich im Studium an der Fachhochschule Karlsruhe nicht dauerhaft fortsetzen. Wie Kurig für die frühe Nachkriegszeit feststellt, wurde der Technikbegriff in dieser Zeit reflexiv verwendet, sodass man an ihm erkennen konnte, dass *„ein bestimmtes Welt- und Selbstverständnis problematisch geworden ist“* (Kurig 2015, S. 70–71). Ein Zurückkommen auf eher traditionelle Muster gibt jedoch Handlungssicherheit. Aus der Geschichte der Ingenieurwissenschaften lässt sich erkennen, dass die Ingenieurwissenschaften traditionell mit der Wirtschaft verbunden sind. Deshalb haben im Allgemeinen Kompetenzen Vorrang, welche die Beschäftigungsfähigkeit fördern. Nach Kurig seien es Krisen- und Umbruchsituationen, die traditionelle Denkmuster ins Wanken bringen. Ihre Sichtweise bestätigt sich im Prozess der Etablierung von Ethik an den Fachhochschulen. Die Bereitschaft der Politiker und auch der beauftragten Lehrenden ethische Bildung an Fachhochschulen voranzutreiben, kann als Krisenhandeln verstanden werden, wenn man die nicht abbrechende Umweltverschmutzung der 1970er und 1980er Jahre betrachtet (vgl. Kapitel 8).

Doch bildet sich diese positive Entwicklung nicht im Studiengang Energietechnik ab. Ungeachtet der negativen ökologischen Folgen der Technik, die seit den 70er Jahren zu Forderungen nach einer Ethik in den Ingenieurwissenschaften geführt haben, wie Ropohl (Ropohl 1996, S. 61-64) ausführt, haben die Verantwortlichen des Studiengangs Energietechnik nach 1986 auf eine verbindliche Einbindung von Themen rund um Gesellschaft, Verantwortung und Ethik verzichtet. Das auch noch, nachdem die Möglichkeiten über die Angebote des Fachbereichs Sozialwissenschaften bzw. im Studium Generale gegeben waren.

Wie aus der quantitativen Erfassung der Stundentafeln ersichtlich wird, verändern neue Technologien den Fächerkanon der Studiengänge. Besonders deutlich wird dies im Bereich der Digitalisierung. Es gibt kaum einen Themenbereich, in dem die Digitalisierung keine Veränderungen mit sich gebracht hat. Um diesen gerecht zu werden, muss Platz in den Stundenplänen geschaffen werden. Wie sich aus den Erhebungen interpretieren lässt, geschah dies im Studiengang Energietechnik auf Kosten von Pflichtveranstaltungen im Bereich *Gesellschaft*.

Die 2012 vollzogene Fokussierung der Energietechnik auf erneuerbare Energien ist ebenfalls Ausdruck des technischen Fortschritts. Sie ist aber auch auf politische Entscheidungen zurückzuführen. Seit dem Jahr 2000 verpflichtet das Erneuerbare-Energien-Gesetz die Energieversorger, im Interesse des Klima- und Umweltschutzes zu handeln und Technologien zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien zu fördern (EEG 2021 §1 (1)). In Anbetracht dieses Gesetzes kann davon ausgegangen werden, dass der Studiengang auf diese Anforderungen reagieren musste. Aber auch hier steht die Beschäftigungsfähigkeit der Absolventen im Vordergrund, denn ihre zukünftigen Arbeitgeber mussten ebenfalls auf dieses Gesetz reagieren.

8. Darstellung des Themengebiets Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik in den Massenmedien

Die Untersuchung der gesellschaftlichen Kommunikation über die Massenmedien schließt, wie bereits beschrieben, an die Fragen an, welche Resonanz Technik im Allgemeinen und die Problematik der ökologischen Folgen von Technik im Besonderen in der alltäglichen gesellschaftlichen Kommunikation finden. Diese Fragen werden als zentral für die vorliegende Arbeit angesehen, da sie einen Eindruck davon vermitteln können, wie geschlossen das System der Ingenieurwissenschaften von der Gesellschaft wahrgenommen wird.

Dabei wird davon ausgegangen, dass die Gesellschaft einen entscheidenden Einfluss auf ihre sozialen Teilsysteme ausüben kann. Durch sie als Umwelt aller Teilsysteme können wesentliche Faktoren entstehen, die ihre sozialen Systeme irritieren und in *„Schwingung“ (Luhmann 1986, S. 40)* bringen. Entsteht Resonanz, kann diese dann zu Veränderungen der Teilsysteme führen. In Abschnitt 7.3.2 wurde der Einfluss der Politik auf das Organisationssystem Fachhochschule dargestellt. Für diesen Prozess musste bereits Resonanz im Funktionssystem Politik entstanden sein. Es musste erkannt worden sein, dass sich die Mitteilungen der gesellschaftlichen Kommunikation an das System richteten (vgl. Abschnitt 2.5). Doch ist es Aufgabe der Politik, Angelegenheiten der Gesellschaft zu regeln. Die Offenheit für gesellschaftliche Problemstellungen dürfte somit gegeben sein. Auch wenn in der vorliegenden Arbeit oft betont wurde, dass die Ingenieurwissenschaften im Dienste der Gesellschaft stehen, muss diese Offenheit nicht unbedingt gegeben sein. Insbesondere dann nicht, wenn aus der Alltagskommunikation keine Beobachtungen gemacht werden können, die als Mitteilung an die Ingenieurwissenschaften verstanden werden könnten.

Es ist die Aufgabe der Massenmedien, *„eine gesellschaftsweit akzeptierte, auch den Individuen bekannte Gegenwart“* (Luhmann 2017b, S. 120) darzustellen. Darüber hinaus bestimmen die Berichte der Massenmedien die Zukunftserwartungen, die für das gesellschaftliche System wichtig sind (ebd.). Wenn also gesellschaftliche Erwartungen an eine Technikentwicklung bestehen, die die ökologischen Folgen der Technik berücksichtigt, sollte sich dies auch in der Berichterstattung der Massenmedien widerspiegeln. Dies ist aber nur dann der Fall, wenn der Technik überhaupt ein Platz in der gesellschaftlichen Kommunikation eingeräumt wird.

Wie in Abschnitt 6.2.2 angekündigt soll die gesellschaftliche Kommunikation über das Leitmedium Fernsehen und anhand des ARD Jahresrückblicks untersucht werden. Der Jahresrückblick stellt dar, welche der vergangenen Ereignisse am Ende des Jahres noch als gesellschaftlich relevant angesehen werden. Caren Miosga, die den Jahresrückblick 2014 einführt, bezeichnet die Inhalte dieser Sendung als das, *„was Geschichtsschreiber später alles über dieses Jahr erzählen könnten“ (Redakteure ARD Tagesschau 2014, 00:00:34-00:00:42)*

Wie die Untersuchung der Studienpläne basieren die Verstehensprozesse der vorliegenden hermeneutischen Untersuchung zunächst auf quantitativen Untersuchungen. Dabei geht es vor allem darum, den Anteil der Berichterstattungen über oder im Zusammenhang mit Technik zu erfassen. Themen, die sich mit den ökologischen Folgen der Technik befassen, werden als technikbezogen betrachtet und sind somit eingeschlossen. Wie in Abschnitt 8.1.2 gezeigt wird, ging die Kategorisierung der Videos weit über die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit hinaus. Die Verfasserin nutzte das intensive Studium der Videos des ARD-Jahresrückblicks, um mehr Hintergrundwissen über die Jahre des untersuchten Zeitraums zu gewinnen. Die Videos werden von der Verfasserin als Beleg des Zeitgeistes

der verschiedenen Jahre verstanden. Der quantitativen Untersuchung der Filmdokumente schließt sich in Abschnitt 8.2 die qualitative Untersuchung ausgewählter Berichte an. Die Auswahl der Dokumente erfolgte auf der Grundlage der Beobachtungen aus der quantitativen Untersuchung.

8.1. Quantitative Untersuchung

8.1.1. Durchsicht des Archivs

Um die Technikthemen in den jährlichen Sendungen des ARD-Jahresrückblicks zu erfassen, wurden zunächst alle Videos des zugehörigen Archivs gesichtet, ihre Überschriften und Zeiten in Listen erfasst und nach ihren inhaltlichen Schwerpunkten kategorisiert. Das Vorgehen beim Kategorisieren wird im nächsten Abschnitt 8.1.2 näher beschrieben. Die Videos im Archiv sind im Vergleich zu den Originalsendungen weiter bearbeitet worden. Auf der Website des ARD-Jahresrückblicks wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den Videos sowie den beigefügten Texten um zeitgenössische Dokumente handelt, die in Sprache und Stil nicht verändert wurden (Redakteure ARD Tagesschau 2012).

Das Archiv umfasst Sendungen aus den Jahren 1952 bis 2015. In diesem Jahr endet das bis in die 2000er Jahre gut aufbereitete Archiv, indem für jedes dieser Jahre Filmdokumente bereitgestellt sind. Ausnahmen bilden die Jahre 2002 sowie 2012, 2013 und 2014. Die Tagesschau-Redaktion begründet das Fehlen dieser Dokumente mit Änderungen im Rundfunkänderungsstaatsvertrag, die dazu führten, dass Inhalte aus dem Netz genommen werden mussten.[152] Für diese Jahre wurden durch die ARD-Tageschauredaktion aber Texte und Bilder veröffentlicht, welche den Inhalt der Jahresrückblicke zusammenfassen. Nach einer Recherche ließ sich das Filmdokument für das Jahr 2014 in voller Länge in den Videos der ARD Tagesschau finden. Für die nur bebilderten Jahre wurden ebenfalls Listen angelegt. Bei der quantitativen Untersuchung werden die zeitlichen Anteile der Videos beurteilt. Dies ist in diesen Fällen nicht möglich. Daher wurde hier die Anzahl der Berichte über die Technologiekategorie sowie deren Unterkategorien in Relation zur Gesamtzahl der Berichte in einem Jahr gesetzt.

Für die letzten Jahre des Untersuchungszeitraums ließen sich Kopien der Originalvideos im Videoportal Youtube finden. Dort sind Videos für die Jahre 2016, 2018 und 2019 in voller Länge einzusehen. Da die letzte Analyse des Studiengangs Energietechnik mit dem WS 18/19 endet, endet die Untersuchung der Videos ebenfalls 2019. Für das Jahr 2017 konnte kein Video gefunden werden, aber diese Lücke sollte für die Interpretation der Gesamtergebnisse nicht entscheidend sein.

Bei der redaktionellen Zusammenstellung der Videos aus dem Archiv war es ungünstig, dass teilweise verschiedene Themengebiete unter einer Überschrift veröffentlicht wurden. Es ist anzunehmen, dass sie in der Originalsendung auch unter dem Zusammenhang dieses Titels kommentiert wurden. Doch musste aus diesem Grund die anfängliche Entscheidung verworfen werden, die Kategorisierung auf diese Überschriften zu stützen. Um eine Klassifizierung treffen zu können, wurden deshalb alle Videos im Schnelldurchlauf durchgeschaut. Die Überschriften und Dauer der Videos wurden in Excel-Tabellen erfasst, die in den Anhängen B2-B21 einzusehen sind. Gab es verschiedene Themen unter einer

[152] Dies kann der Störungsseite des Videos „Bewegende und traurige Momente“ aus dem Archiv 2010 entnommen. Die Störungsseite wird unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick286.html angezeigt.

Überschrift, wurde der Tabelle eine Zwischenzeile mit dem Originaltitel eingefügt, das Video entsprechend der Themenschwerpunkte geteilt und die Teilvideos entsprechend der Unterkategorien benannt.[153]

8.1.2. Einteilung in Kategorien

Bei der Durchsicht der Videos wurde beurteilt, welche Themen sie repräsentieren. Daraus ergaben sich acht Themenfelder, die als Kategorien verwendet werden. Es ist nicht jede dieser Kategorien in allen fünf Jahrzehnten des Untersuchungsraums relevant. In jedem Jahrzehnt lassen sich aber Videos zu den Kategorien *Gesellschaft, Politik, Krieg und Terror, Naturkatastrophen, Technik* sowie *Wirtschaft finden.* Seit den 1980er Jahren finden sich in den Videos auch Berichte über *Wetter und Klima*, weshalb dieses Themenfeld als weitere Kategorie eingeführt wurde. Außerdem sind seit den 2000er Jahren Berichte über *Epidemien und Pandemien* zu finden, was zu einer zusätzlichen Kategorie führte. Für die Bereiche *Gesellschaft, Politik, Technik* und *Wirtschaft* wurden weitere Unterkategorien eingeführt. Zur Erleichterung der Auswertung wurden den Kategorien Farben zugeordnet. Die Unterkategorien sowie die Farbskala sind Anhang B-1 zu entnehmen.

8.1.2.1. Die Kategorie Technik

Bereits während der Schnelldurchsicht der Videos wurde deutlich, dass es keine Berichte gab, die sich ausschließlich der Darstellung neuer Technik oder neuen Technologien zuwandten. Diese Beobachtung schließt ein Interesse der Gesellschaft an Technik nicht aus. Es wäre zum einen möglich, dass es in den Tagesnachrichten Berichte über neue technische Entwicklungen gab. Falls aber technische Entwicklungen in den Tagesnachrichten thematisiert wurden, könnte daraus der Schluss gezogen werden, dass diese Inhalte von der Redaktion des ARD-Jahresrückblicks des jeweiligen Jahrs als gesellschaftlich nicht relevant betrachtet wurden. Darauf soll bei der Diskussion der Ergebnisse aus der quantitativen Untersuchung in Abschnitt eingegangen werden.

Dass es dennoch möglich war, eine Kategorie Technik einzuführen, liegt an den verschiedenen Querschnittsthemen zu den Themenfeldern Techniknutzung und Technikentsorgung, sowie Energieerzeugung und -verteilung. Fast alle Videos in der Kategorie Technik thematisieren die mit Technik verbundenen Probleme sowie die ökologischen und sozialen Folgen der Technik. Daher wurde keine separate Kategorie für Umweltprobleme aufgenommen. Entsprechende Filmdokumente sind in der Unterkategorie Technik-Umwelt-Probleme gruppiert. In diese Unterkategorie werden Videos mit Bezug auf die Probleme der Massennutzung von Technik einsortiert, nicht aber technische Unfälle und Katastrophen, für die eine zusätzliche Unterkategorie eingeführt wurde. Obwohl keines der Videos explizit auf neue technologische Entwicklungen eingeht, gibt es einige, die sich auf den technologischen Fortschritt konzentrieren, wie z. B. die Videos über die *Internationale Weltausstellung EXPO*. Vor allem in den 1970er und 1980er Jahren gab es einen weiteren technologischen Schwerpunkt, nämlich den der Raumfahrt. Auch in diesen Videos ging es nicht um die Entwicklung von Technologie, sondern um die Probleme der Raumfahrt.

[153] Für dieses Vorgehen sei ein Beispiel genannt. Das unter der Überschrift „Umweltzerstörung schreitet unvermindert fort“ veröffentlichte Video aus dem Jahr 1973 wurde aufgeteilt und die Teilvideos nach den Unterkategorien *Technik-Raumfahrt* und *Technik-Umwelt* benannt. Eine solche Teilung ist immer durch eine Leerzeile zu erkennen.

Aus diesen Beobachtungen ließen sich die Unterkategorien *Technik-Energie, Technik-Fortschritt, Technik-Gesellschaft, Technik-Katastrophen und Unfälle*, *Technik-Raumfahrt* sowie *Technik-Umweltprobleme* definieren.

Wie es Filmberichten eigen ist, decken die Inhalte oft mehrere Kategorien ab. Für den quantitativen Vergleich der Themenfelder wurden die Berichte aber nur einer Kategorie zugeordnet. Damit unterliegen die Beobachtungen einem weiteren Selektionsverfahren, welches nach den Wahrnehmungen der Verfasserin durchgeführt wurde. So wurde beispielsweise ein Video, in dem die Automatisierung von Arbeit zu sehen war, nicht der Kategorie Technik zugeordnet, wenn der Schwerpunkt des Berichts auf dem Thema der sozialen Ungleichheit liegt. Die Kriterien für die Einteilung in die Unterkategorien zur Technik sind hier kurz aufgelistet.

- *Energie*: Berichte stellen Probleme rund um die Energieerzeugung und -verteilung dar. Dazu zählen beispielsweise die Abhängigkeit von den Erdöl exportierenden Ländern, Proteste gegen Atomkraft sowie technische Katastrophen im Zusammenhang mit der Energieerzeugung.
- *Fortschritt*: das Videodokument muss vorwiegend Bezug zum technischen Fortschritt haben.
- *Gesellschaft*: Videos verdeutlichen die Auswirkungen von Technik auf die Gesellschaft.
- *Katastrophen und Unfälle*: Berichte über Katastrophen und große Unfälle, die aufgrund technischen oder menschlichen Versagens entstanden sind. Ausgenommen sind Berichte aus dem Umfeld Energieerzeugung und -verteilung.
- *Raumfahrt*: Berichte rund um dieses Thema werden hier aufgenommen. Das sind beispielsweise Erfolgsberichte, aber auch Berichte über anfallende Kosten, Unfälle oder die Sinnhaftigkeit von Raumfahrt.
- *Umweltprobleme*: Videodokument zeigt Umweltprobleme auf, die durch die Erzeugung, Nutzung und Beseitigung technischer Produkte sowie durch Massennutzung von Technik entstehen.

Eine Kategorie *Klimawandel* hätte ebenfalls als eine Unterkategorie von Technik geführt werden können. Es wurde jedoch eine übergeordnete Kategorie *Wetter und Klima* definiert. Dies lässt sich vor allem dadurch begründen, dass in den 1970er Jahren und 1980er Jahren im Wesentlichen nur über das Wetter berichtet wurde und ein menschgemachter Klimawandel mit einem Fragezeichen versehen wurde, wenn dieses Themengebiet überhaupt angesprochen wurde. Erst später wird der Klimawandel thematisiert und mit Technik in den Zusammenhang gebracht.

Auf die Bedeutung der genannten Themenfelder in der durch dieses Massenmedium dargestellten gesellschaftlichen Kommunikation wurde aus dem Verhältnis der Gesamtlänge der Videos in den Kategorien zur Gesamtlänge des Jahresrückblicks geschlossen. Leider konnte dieses Verfahren nicht für alle Berichte angewendet werden, da mit den Berichten der 2010er Jahre im Archiv der Tagesschau nicht konsistent verfahren wurde. Für die Jahre 2012 und 2013 sind dort keine Filmberichte zu finden, sondern Bilder mit Texten, die alle Themen des entsprechenden Jahresrückblicks erfassten. Diese wurden ebenfalls den Kategorien zugeordnet und die prozentualen Anteile über die Anzahl der Berichte erfasst.

Durch diese Auswertungen wurde es ermöglicht, Veränderungen der Schwerpunkte in der alltagsweltlichen gesellschaftlichen Kommunikation darzustellen. Im Rahmen dieser

Untersuchung werden jedoch nur die quantitativen Auswertungen der Kategorie Technik mit ihren Unterkategorien dargestellt.

Vor der Darlegung dieser Ergebnisse sei nachfolgend noch eine Bemerkung zur Kategorie *Krieg und Terror* gemacht.

8.1.2.2. Zur Kategorie Krieg und Terror

Die Kategorie *Krieg und Terror* hätte auch als Unterkategorie sowohl von *Politik* als auch *Technik* geführt werden können. Berichte zu diesem Themenfeld nehmen jedoch in den Jahresrückblicken einen so großen Raum ein, dass eine eigenständige Kategorie eingerichtet wurde. Würden diese Berichte der Kategorie *Technik* zugeordnet werden, bekäme diese sehr viel mehr Gewicht. Eine solche Zuordnung ist durchaus denkbar, denn ohne militärische Technik ist ein Krieg nicht möglich. Bei der Durchsicht der Videos ist aber schnell zu erkennen, dass es den Berichterstattern nicht um die Darstellung der verwendeten Waffensysteme geht. Auch die durch einen Krieg verursachten ökologischen Schäden wurden in den ARD Jahresberichten nicht explizit erwähnt. Aus diesen Gründen wurden zugehörige Berichte in der vorliegenden Arbeit nicht näher untersucht.

Dennoch seien dazu noch einige Bemerkungen gemacht. Wie bereits der Entstehungsgeschichte der Ingenieurwissenschaften (vgl. Kapitel 1) zu entnehmen ist, wird zu Beginn der Akademisierung in Deutschland auf die Trennung militärischer und ziviler Ingenieurwissenschaften geachtet. Das lässt sich nicht unbedingt auf den Untersuchungszeitraum übertragen. Die Grenzen zwischen militärischer und ziviler Technik sind fließend geworden. Seit den 1970er Jahren haben sich, meist auf Drängen der Studierenden, einige Universitäten und Hochschulen einer Zivilklausel verschrieben (Meisch et al. 2012; Utz et al. 2019). Unter einer solchen formalen Verpflichtung werden militärische Forschung und eine diesbezügliche Lehre ausgeschlossen. Der Bedarf, den einige Verantwortliche an Hochschulen in einer solchen Klausel sehen, verweist darauf, dass eine klare Trennung nicht mehr unbedingt gegeben ist. Daher ist es der Verfasserin ein Anliegen, das Thema Krieg und Terror nicht vollkommen beiseite zu legen, weshalb sie eine eigene Kategorie für die quantitativen Untersuchung eingerichtet hat. Damit macht sie sichtbar, wie sehr das Themenfeld *Krieg und Terror*, ermöglicht durch militärische Technik, die Kommunikation der Massenmedien beherrscht.[154]

Im Zusammenhang mit den ökologischen Folgen von Technik sei hier noch darauf hingewiesen, wie schwerwiegend diese in Kriegen waren oder auch sein könnten. Als Beispiel wird der Vietnamkrieg herangezogen, über den bis zu seinem Ende im Jahr 1975 viel in den Massenmedien berichtet wird. Er ist durch die chemische Kriegsführung der USA und den flächendeckenden Einsatz von Napalm Zeugnis einer Kriegsführung, die ökologischen Folgen nach sich zieht (Berendt 2009). Bereits nachgewiesen und dennoch hypothetisch sind die Folgen eines Atomkrieges, unter dessen Androhung die Weltbevölkerung seit der

[154] Diese Darstellungen werden im Text vereinzelt gezeigt. Die Darstellung aller untersuchten Jahre ist den Grafiken im Anhang zu entnehmen.

Entwicklung von Atomwaffen immer wieder steht. Diese Gefahr wird während des Verfassens dieser Arbeit besonders deutlich. [155]

Die Komplexität und Größe des Themenfeldes Krieg und Technik überschreitet bei weitem den Umfang dieser Arbeit und wird nicht weiter thematisiert. Es ist mehr als jedes andere Gebiet der Technik mit philosophischen Fragen wie beispielsweise zu Werten wie Macht, Moral, Freiheit und Frieden verbunden.

8.1.3. Auswertung der quantitativen Untersuchung

Die hier quantitativ erhobenen Daten dienen aber zunächst dazu, festzustellen, ob sich aus den untersuchten Dokumenten ablesen lässt, ob die Gesellschaft generell an Technik interessiert ist. Das ließe sich beispielsweise darin erkennen, dass über einige der zahlreichen technischen Neuerungen der letzten fünfzig Jahre im ARD-Jahresrückblick berichtet wurde.[156] Und dies noch vor der Durchsetzung der Technologien und dem Auftreten von Auswirkungen auf die Gesellschaft. Nach Ansicht der Verfasserin ist ein gewisses Technikinteresse notwendig, um beurteilen zu können, inwieweit ökologische Veränderungen im Zusammenhang mit Technik zu sehen sind. Die ausgewählten Dokumente des Massenmediums Fernsehen eignen sich dazu, den Anteil von Technik in der alltagsweltlichen Kommunikation darzulegen. Die Redakteure des verwendeten Archivs weisen darauf hin, dass die Berichte des Jahresrückblicks die Höhepunkte eines Jahres aufzeigen. Diese seien daraufhin ausgewählt, was merkens- und bemerkenswert und was politisch entscheidend war. Zudem würden die Berichte darlegen, wie sich die Epochen in ihrer Sicht auf das Wesentliche aber auch in ihrer Sprache verändert hätten (Redakteure ARD Tagesschau 2012).[157]

Massenmedien beobachten die Gesellschaft von innen und tragen diese Beobachtungen nach außen. Auch unter dem Wissen, dass die Berichte der Massenmedien verschiedenen Selektionsprozessen unterliegen, sind ihre Darlegungen aus gesellschaftlicher Sicht objektiviert und spiegeln eine Realität wieder, auch wenn diese konstruiert ist, wie es Luhmann darlegt (Luhmann 2017b). Wenn also eine von Politik und Wirtschaft abweichende Zielsetzung bezüglich technischer Entwicklung in der alltagsweltlichen Kommunikation geäußert werden würde, so könnte sich dies in den Massenmedien widerspiegeln. Insbesondere die Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik betreffend.

Das Vorgehen bezüglich der Datenerhebung wurde im vorhergehenden Abschnitt 0 ausreichend beschrieben. Für die nachfolgenden fünf Grafiken (Abbildung 8-1 bis 8-5) wurden die zeitlichen Anteile der Unterkategorien der Kategorie Technik in Bezug auf die Gesamtlänge aller dargestellten Videos eines Jahres gesetzt.

---

[155] Direkt an diesen Untersuchungsraum anschließend kam es im Februar 2022 mit der Invasion Russlands in die Ukraine zum Russland-Ukraine-Krieg, der die gesamte Weltpolitik ins Wanken bringt. In Deutschland führte der Krieg bisher zur massiven Erhöhung der Militärausgaben und zur Unterstützung der Ukraine mit Waffen. Diese Handlungen führen fortlaufend zu heftig geführten Diskursen auf vielen Ebenen. Es ist vorauszusehen, dass dieser Krieg auch die Haltung vieler Universitäten und Hochschulen zu militärischer Forschung ändern dürfte. Das Ende des *kalten Krieges* wurde dadurch aufgehoben und die Gefahr eines erneuten Weltkriegs ist nun Realität. Ebenso die eines Atomkrieges, der ebenso im Raum steht.

[156] Die Markteinführung des Smartphones Ende der 1990er Jahre wäre beispielsweise eine Gelegenheit dafür, Aufmerksamkeit auf eine neue Technologie zu lenken. Dies wäre aus technischer Sichtweise sicher merkenswert.

[157] Für schnelles Nachschlagen sei hier der Link auf die Startseite des Archivs genannt, die unter https://www.tagesschau.de/archiv/ardjahresrueckblicke/ zu erreichen ist. (zuletzt geprüft:11.09.2022)

8.1.3.1. Anteil der Berichte der Kategorie Technik an der Gesamtlänge der Videos eines Jahres

Ein erster Blick auf die Säulen der Diagramme in den Abbildungen 8-1 bis 8-5 zeigt, dass der Anteil der Berichte, die zur Kategorie Technik gehören, an der Gesamtlänge der Videos eines Jahresrückblicks über den gesamten Beobachtungszeitraum relativ gering ist. Bildet man den Durchschnitt aller Anteile über ein Jahrzehnt, weisen die 1980er und 2010er Jahre mit knapp 10% den höchsten Anteil auf. Die relativ hohen Durchschnittswerte im Vergleich zu den anderen Jahrzehnten lassen sich vor allem durch große Katastrophen erklären, die sich in diesen Zeiträumen ereigneten. So wurde beispielsweise über die beiden Nuklearunfälle im Kernkraftwerk Tschernobyl in der Ukraine 1986 und im Kernkraftwerk Fukushima in Japan 2011 ausführlicher berichtet. Gasexplosionen in einer Chemiefabrik in Bhopal, Indien und in Mexiko-Stadt erregten 1984 ebenfalls die Aufmerksamkeit der Massenmedien. In den 2010er Jahren trug auch die Berichterstattung über den VW-Dieselgate-Skandal zu dem höheren Prozentsatz bei. Da bei diesem Betrugsskandal Versprechen zur Senkung der Stickoxidwerte bei Dieselfahrzeugen nicht eingehalten werden konnten, wurde eine tatsächliche Senkung dieser Werte durch Betrug umgangen. Da Stickoxide schädlich für Mensch und Natur sind, wurde der Bericht in die Unterkategorie der Umweltprobleme eingeordnet. Insgesamt lässt sich aus diesen Auffälligkeiten schließen, dass es vor allem negative Auswirkungen der Technik sind, die das gesellschaftliche Interesse an ihr wecken. Dies gilt, wenn man davon ausgeht, dass die Massenmedien die Gesellschaft beobachten und ihr Interesse kennen. In den vier genannten Fällen wurden die negativen Auswirkungen nicht durch den dauerhaften oder massenhaften Einsatz von Technik ausgelöst, sondern waren auf menschliches oder technisches Versagen oder auf Naturgewalten zurückzuführen.

Der niedrigste durchschnittliche Anteil der Kategorie Technik an der Gesamtlänge der Videos über das gesamte Jahrzehnt hinweg ist mit weniger als 4% in den 1990er Jahren zu finden. In den Jahren von 1990 bis 1993 wird überhaupt nicht im Zusammenhang mit der Technik berichtet.

Im folgenden Abschnitt 8.1.4 werden die Grafiken näher erläutert.

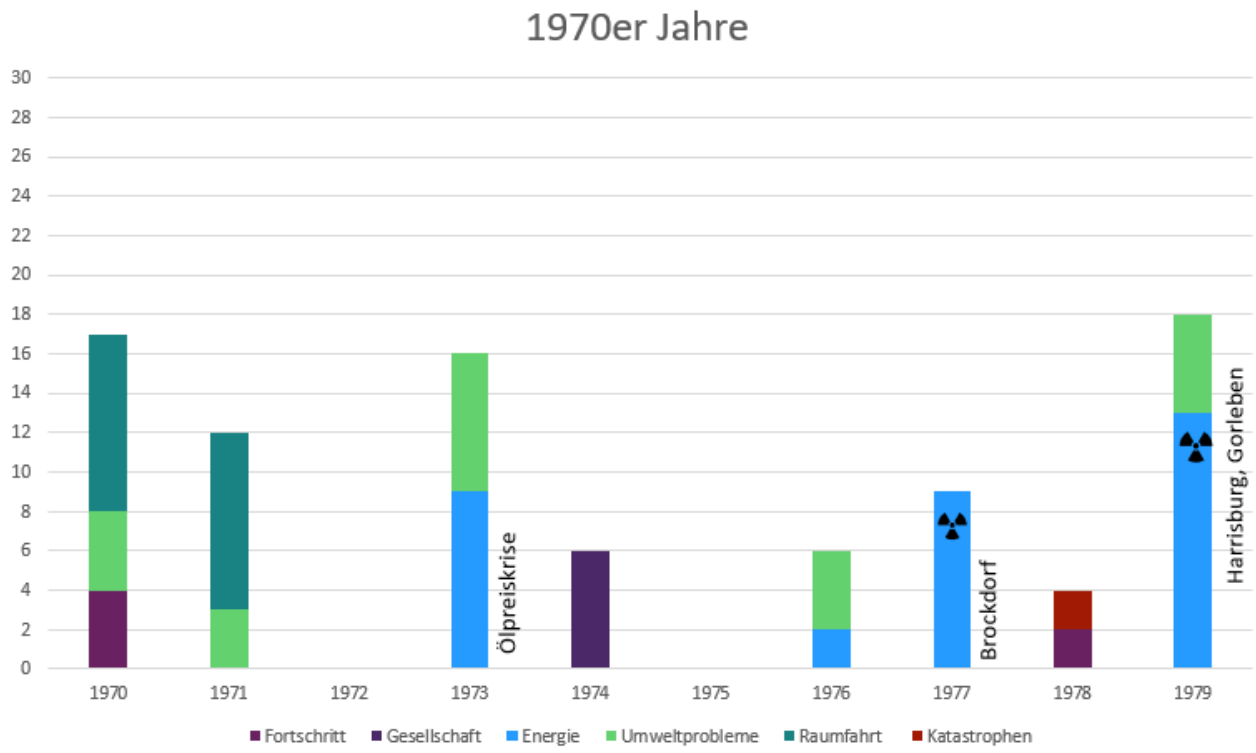


Abbildung 8-1: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 1970er Jahre. Eigene Grafik der Anteile der Technik-Unterkategorien in Prozent. Jeweils bezogen auf die Gesamtlänge des Fernsehdokuments des entsprechenden Jahres.

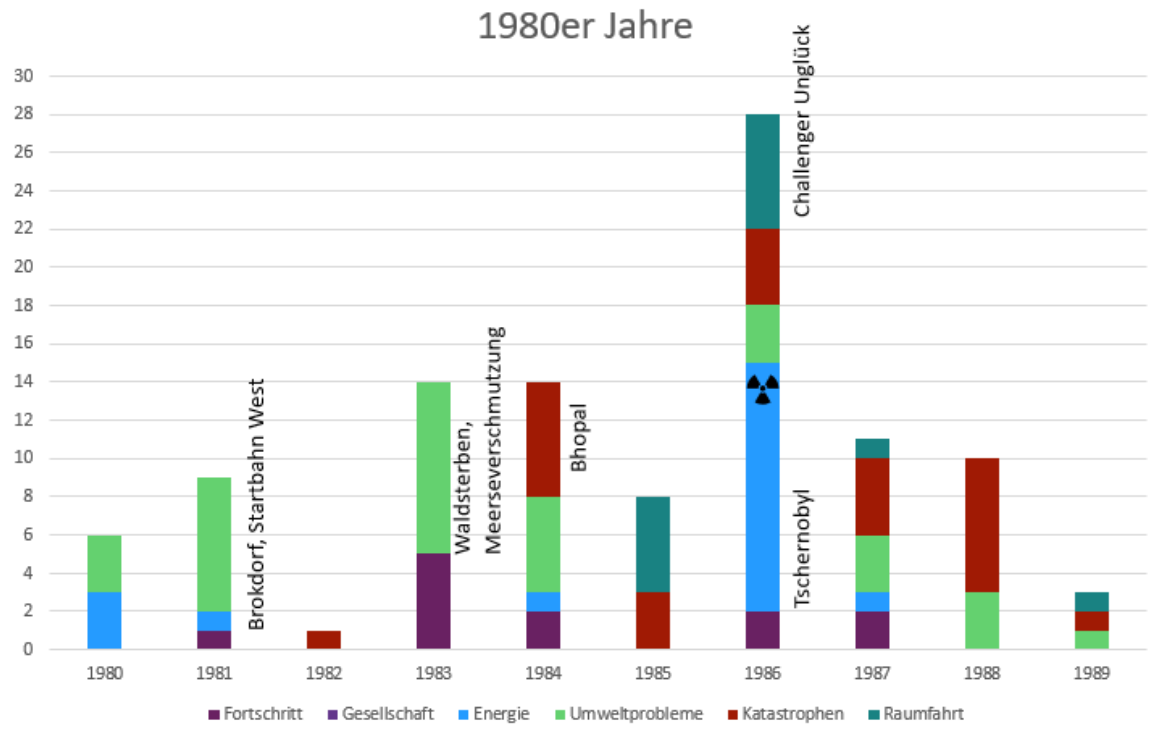


Abbildung 8-2: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 1980er Jahre. Eigene Grafik der Anteile der Technik-Unterkategorien in Prozent. Jeweils bezogen auf die Gesamtlänge des Fernsehdokuments des entsprechenden Jahres.

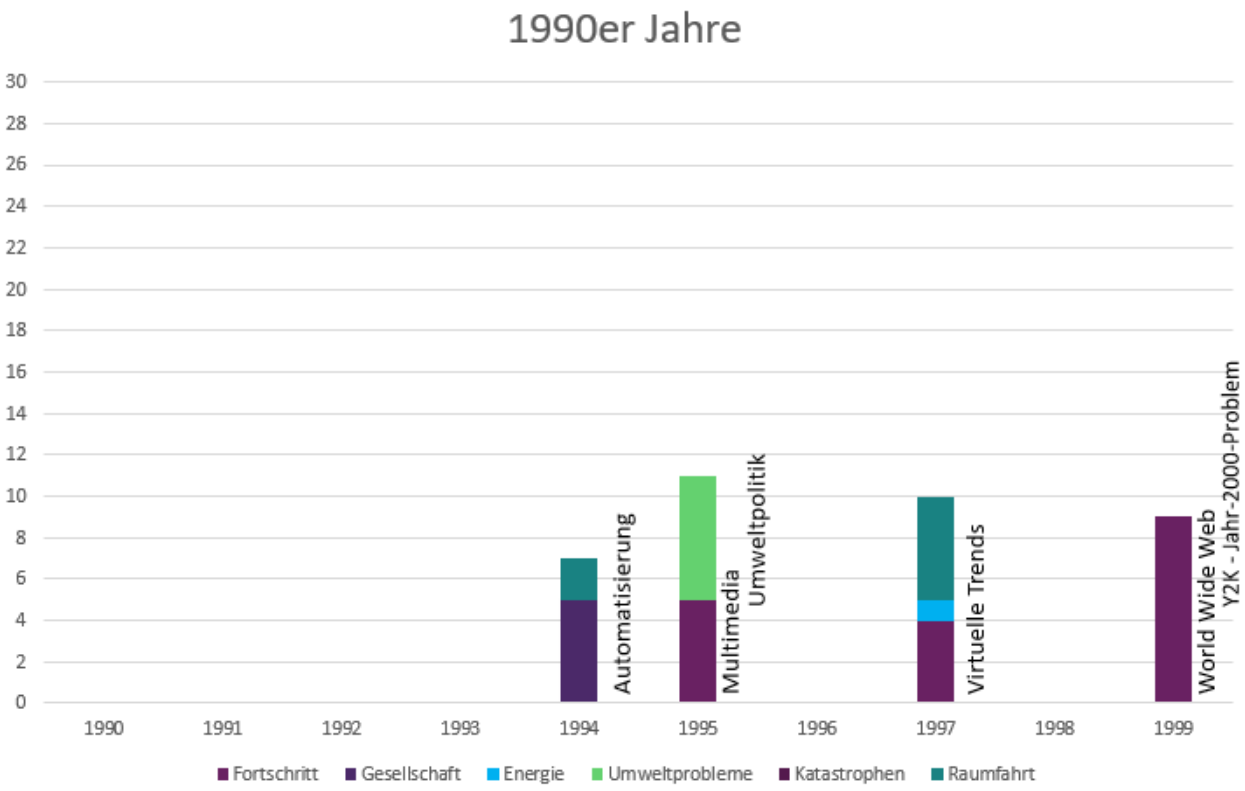


Abbildung 8-3: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 1990er Jahre

Eigene Grafik der Anteile der Technik-Unterkategorien in Prozent. Jeweils bezogen auf die Gesamtlänge des Fernsehdokuments des entsprechenden Jahres.

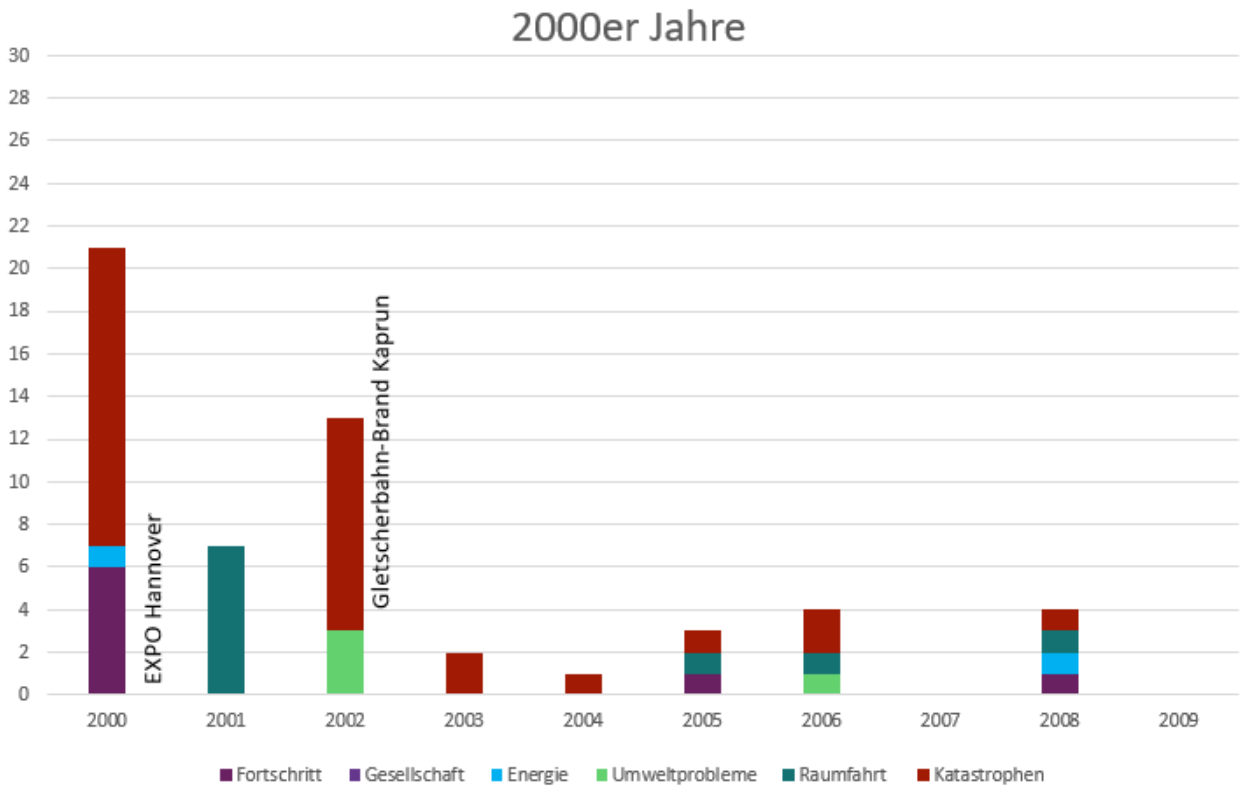


Abbildung 8-4: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 2000er Jahre.

Eigene Grafik. Anteile der Technik-Unterkategorien in Prozent. Mit Ausnahme des Jahres 2002 sind die Anteile bezogen auf die Gesamtlänge des Fernsehdokuments des entsprechenden Jahres.

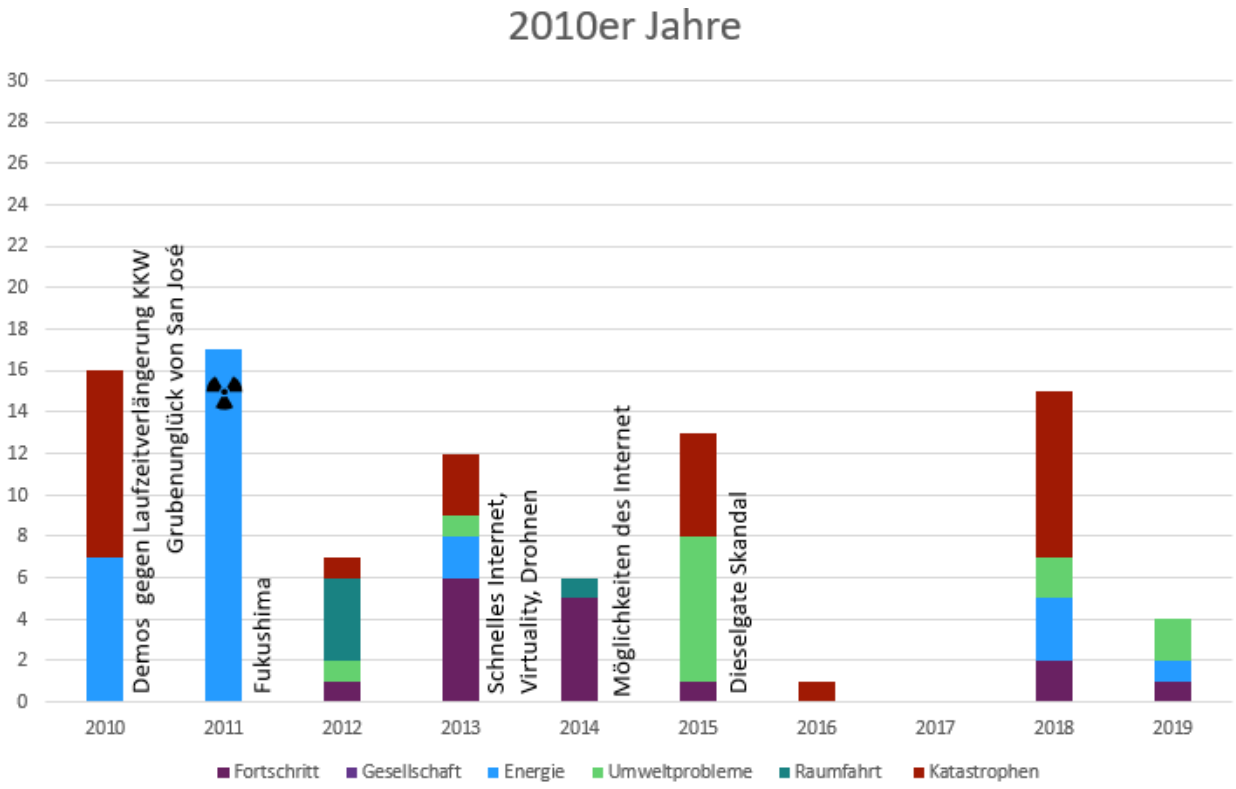


Abbildung 8-5: Anteil der Technik-Unterkategorien in den ARD-Jahresrückblicken der 2000er Jahre. Eigene Grafik der Anteile der Technik-Unterkategorien in Prozent. Jeweils bezogen auf die Gesamtlänge des Fernsehdokuments des entsprechenden Jahres. Für 2017 lagen keine Dokumente vor.

8.1.4. Überblick über die Themen der Unterkategorien im Untersuchungszeitraum

Aus den Abbildungen 8-1 bis 8-5 sowie aus den Titeln der Videos, die in den Anhängen B-2 bis B-21 zu finden sind, lassen sich erste Aussagen über den Zeitgeist der verschiedenen Jahrzehnte treffen. In der vorliegenden Untersuchung wird dieser vorwiegend über die Berichte der Kategorien *Technik*, Wetter und Klima sowie *Kunst und Kultur* erschlossen.

Die **1970er Jahre** verdeutlichen die Abhängigkeit einer technologisierten Gesellschaft von der Energieversorgung. Dies führt zu Problemen verschiedener Art. Da ist zum einen die Abhängigkeit von Ressourcen, die in Deutschland nicht in ausreichender Menge vorhanden sind. Dies zeigt sich insbesondere in der Ölpreiskrise von 1973[158]. Andererseits müssen Energieträger gefunden werden, die den hohen Energiebedarf der Gesellschaft decken können, ohne die Umwelt zu schädigen. Dies führt zur Problematik der Kohlekraftwerke, die in den 1970er und noch später in den 1980er Jahren unabhängig von ihrem CO_2-Ausstoß zu einer hohen Luftverschmutzung beitrugen. Der hohe Energiebedarf führt in den 1970er Jahren zum Ausbau der Atomstromversorgung, was zu gewalttätigen Protesten wie in Brokdorf 1976 und Gorleben 1979 führt.

Neben der Energieproblematik stellen Luft-, Wasser- und Bodenverschmutzung durch Industrieabfälle, aber auch durch den massenhaften Einsatz von Technik ein Problem dar. Die Berichte zu diesen Themen wurden unter der Rubrik Umweltprobleme aufgeführt.

Neben dem Themengebiet der Energieversorgung wird in den 1970er Jahren das Thema Raumfahrt diskutiert. Die Weltmächte USA und Russland standen in den 1960er- und

[158] In den beiden Ölpreiskrisen 1973 und 1979 ist der extreme Ölpreisanstieg politisch und ökonomisch begründet.

1970er Jahren in einem Wettbewerb um die führende Macht im All, welcher auf den kalten Krieg zurückzuführen ist. Unter diesem Aspekt hätte die Raumfahrt gut auch in die Kategorie Krieg und Terror einsortiert werden können. Doch die Raumfahrt wird mit technologischem Fortschritt verbunden, weshalb sie in die Kategorie Technik einsortiert wurde.

Wie Abbildung 8-2 zu entnehmen ist, standen die **1980er** Jahre neben den oben angedeuteten Katastrophen und Unfällen im Zeichen weiterer großer Umweltprobleme, wie Waldsterben und Meeresverschmutzung, die, wie man es aus den nachfolgenden Jahrzehnten deuten könnte, bewältigt wurden oder in Vergessenheit geraten sind.

In den **1990er Jahren** ebenso wie in den **2000er Jahren** entsteht durch den Blick auf die Abbildungen 8-3 und 8-4 der Eindruck, alle Probleme im Umfeld der Umweltverschmutzung und Energieversorgung seien gelöst. Einzig diverse technische Unfälle lassen den Anteil der Kategorie Technik in den 2000er Jahren nicht als vernachlässigbar bezeichnen. Die zweite Hälfte der 1990er stand im Zeichen der Entwicklungen des Internets, die hier unter der Kategorie Fortschritt verzeichnet sind. Dieses Thema setzt sich auch in den 2000er Jahren fort. Wie sich den Überschriften der Listen der 1990er Jahre (Anhang B-9 bis B-11)entnehmen lässt, stehen diese Jahre nach der Wiedervereinigung Deutschlands besonders im Zeichen von sozialer Ungleichheit, Rassenhass und Wirtschaftskrise, also Themen abseits von Technik.

In den **2010er Jahren** trägt das Reaktorunglück in Fukushima 2011 zur Erhöhung des Anteils der Unterkategorie *Energie* bei. Bis auf den Dieselgate-Skandal werden in diesen Jahren nur wenige Umweltprobleme thematisiert. Das ist keinesfalls ein Zeichen dafür, dass es keine Umweltprobleme mehr gibt. Diese sind nun nicht mehr so deutlich sichtbar wie in den 1970er und 1980er Jahren. Doch sie lassen sich in Themen wiederfinden, die in der Kategorie *Wetter und Klima* zu verzeichnen sind.

Wie bereits in Abschnitt 8.1.2 erwähnt, zeichnet sich das Themengebiet Klimawandel erst Ende der 1980er Jahre in der Kommunikation dieses Massenmediums ab. Zuvor lag das Interesse daran, ob es im vergangenen Jahr ein schöner oder verregneter Sommer war. Es danach vor allem Extremwetterlagen, Stürme, Überflutungen aber auch Dürre und Hitzekatastrophen, die die Aufmerksamkeit der Gesellschaft auf den Klimawandel lenkten. Da die Untersuchung der Massenmedien mit den 2019 endet, ist gerade noch der aufflammende Diskurs zum Klimawandel zu erkennen, der mit den durch die Friday for Future Bewegung organisierten Schulstreiks wieder in Gang kam.

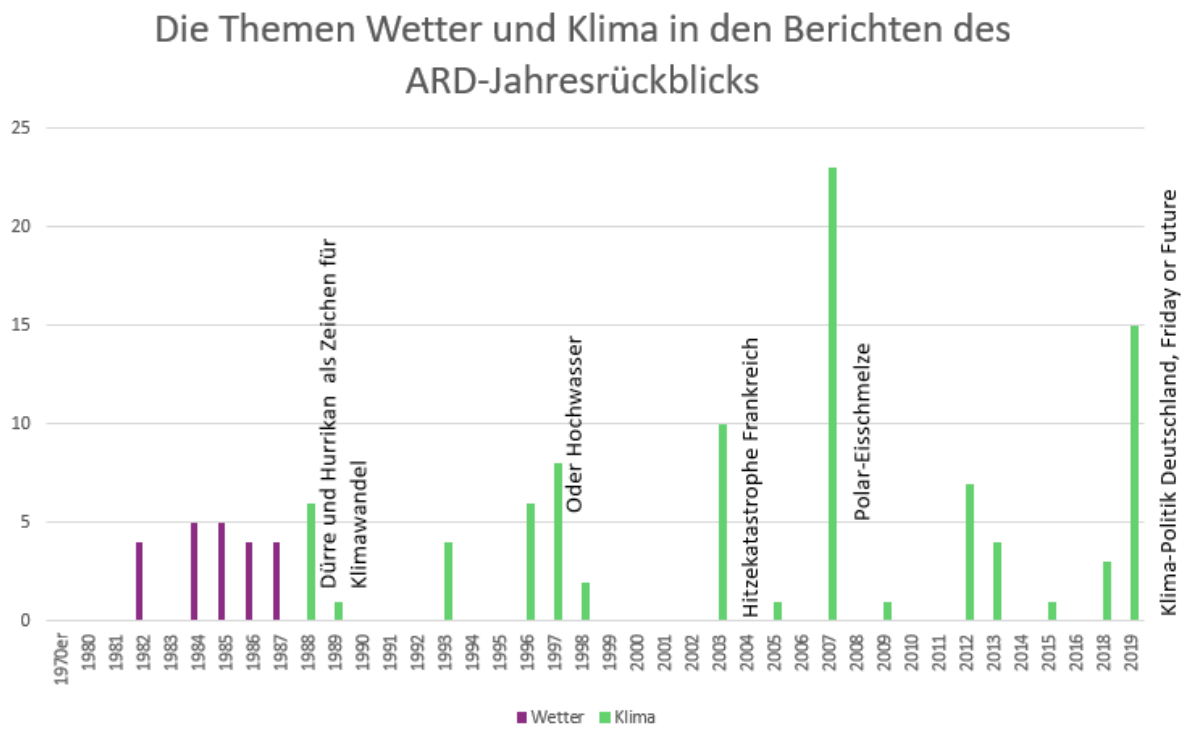


Abbildung 8-6: Anteil der Kategorie Wetter und Klima an der Gesamtlänge der Videos

Eigene Darstellung zu den einzelnen ARD-Jahresrückblicken von 1970 bis 2019. Für 2017 lagen keine Dokumente vor.

Was bisher vorgestellt wurde, spricht nur Themen an, die sich alle mit dem Thema Verantwortung für Technik verbinden lassen. Allerdings konnte die Verfasserin bei der Untersuchung eine Auffälligkeit beobachten, die sich in anderer Weise mit dem Thema Technik verknüpfen lässt. Vor den 1990er Jahren hatte das Thema Kunst und Kultur, das hier sehr weit gefasst wird, in den Berichten keinen oder einen vergleichbaren Anteil wie die Technik. In die Kategorie Kunst und Kultur fielen auch Themen rund um die Kirche, den Sport und die Verleihung des Nobelpreises. Seit den 1990er Jahren wird jedoch vermehrt über Todesfälle und Klatsch und Tratsch über Prominente berichtet. Wie in Abbildung 8-7 zu sehen ist, überwiegt diese Art der Berichterstattung seither die Berichte in der Kategorie Technik. Dies ist insofern interessant, als die Reporter die Technologie auch aus kulturanthropologischer Sicht hätten betrachten können, ohne dass die Zuschauer über ein tiefes technisches Verständnis verfügen müssten. Während des Beobachtungszeitraums sind beispielsweise 1973 das Sidney Opera Gebäude oder 2017 die Elbphilharmonie eröffnet worden. Berichte über technisches Kulturgut ließen sich bis auf die Berichte rund ums Internet nicht finden.

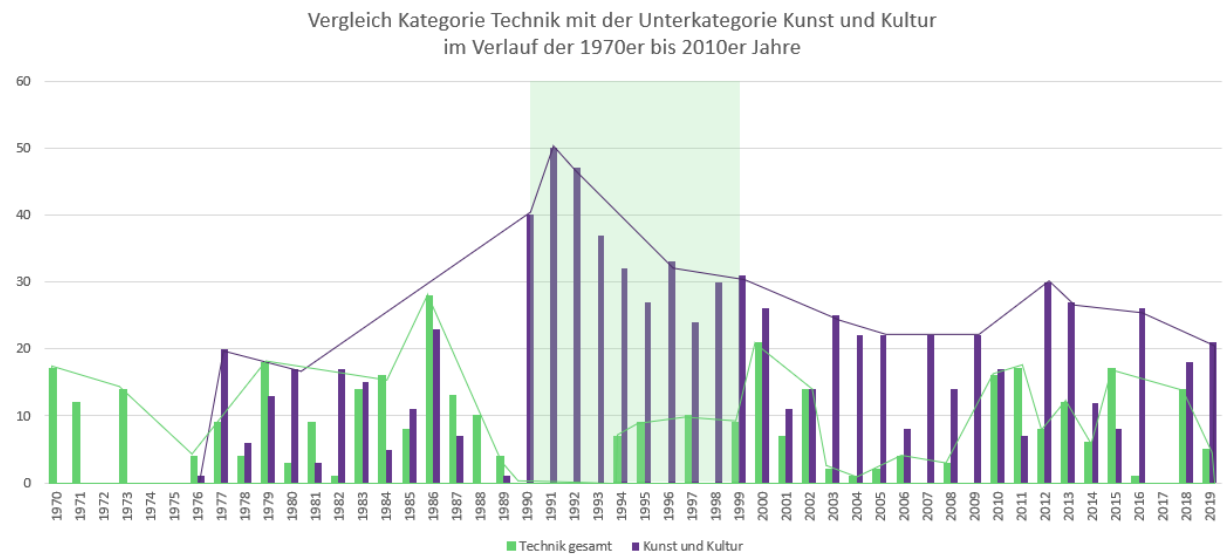


Abbildung 8-7: Vergleich der Unterkategorie Kunst und Kultur mit der Kategorie Technik.

Eigene Darstellung. Verglichen werden die jeweiligen Anteile an der Gesamtlänge der Videos in einem Jahr. Zur besseren Übersicht sind die Einzelwerte eingehüllt.

Diese Feststellung schließt die Darstellung der Beobachtungen aus der quantitativen Untersuchung ab. Diese werden im Zusammenhang mit den Beobachtungen aus der qualitativen Untersuchung diskutiert. Doch bereits an dieser Stelle sei das Resümee gezogen, dass die Gesellschaft wenig Interesse an dem Thema Technik hat. Vor allem, wenn man sich auf die einleitenden Worte von Caren Miosga zum Jahresrückblick 2014 bezieht, die in der Einleitung zu diesem Kapitel 8 zitiert werden. Sie schreibt den Themen des ARD-Jahresrückblicks eine Bedeutung für die Geschichte zu. Technische und technologische Entwicklungen, so lässt sich aus der Themenwahl der Berichte schließen, scheinen die Historiker der Gesellschaft nicht zu interessieren.

8.2. Qualitative Untersuchung ausgewählter Videos des Untersuchungszeitraums

Wie der quantitativen Untersuchung zu entnehmen ist, lassen sich die Berichte zur Kategorie Technik im ARD-Jahresrückblick überwiegend auf Technikfolgen, vor allem auf ökologische Folgen, beziehen. In dieser qualitativen Studie soll nun hauptsächlich untersucht werden, wie das Thema ökologische Folgen von Technik kommuniziert wird. Die zentrale Aufgabe besteht darin, zu prüfen, ob das Filmdokument Antworten auf die Fragen gibt.

- Was war der Grund für die Berichterstattung?
- Welche Probleme der Ökologie werden angesprochen?
- Wem wird die Verantwortung für die Probleme zugesprochen?
- Durch welche sprachlichen Äußerungen könnten sich Ingenieurinnen und Ingenieure in Verantwortung sehen?

Bei der Frage nach der Verantwortung soll nicht nach konkreten Personen gesucht werden, sondern nach sozialen Systemen.

Die Auswahl der Filmdokumente basiert auf den Vorrecherchen, die im Rahmen der quantitativen Studie durchgeführt wurden. Videos der Unterkategorien Technologie-Umwelt-probleme und Technologie-Energie wurden qualitativ untersucht. Ebenso wurde ein Video der Kategorie Wetter und Klima näher betrachtet.

Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt eindeutig auf den 1970er- und 1980er Jahren. Dafür gibt es Gründe verschiedener Art.

Wie sich aus der Auswertung der Stundentafeln in Abschnitt 7.3 zeigt, gibt es bis 1986 verpflichtende Angebote, die in das Themenfeld Gesellschaft, Umwelt und Technik eingeordnet werden können. Es ist daher von Interesse, ob sich die Ingenieurwissenschaften in diesem Zeitraum von der gesellschaftlichen Kommunikation besonders angesprochen fühlen konnten. Und das unabhängig von den politischen Vorgaben.

Ein weiterer Grund liegt darin, dass die Videos dieser Epochen trotz ihrer Kürze eindrucksvoll darlegen, warum Technik überhaupt zu Umweltproblemen führen kann. Dieses Wissen ist zwar generell vorhanden. Doch kommt es bis heute immer wieder zu ähnlichen Problemen. Eine erneute Beobachtung aus einer anderen Perspektive scheint deshalb sinnvoll zu sein.

In den 1980er Jahren wuchs in Teilen der Gesellschaft auch der Wunsch, bei der Planung von technischen Großanlagen und Infrastrukturen mitreden zu können. In diesen Jahren fanden die ersten Schritte zur Demokratisierung der Technik statt, die auch in den Videos zu sehen sind. Dieser Weg wird vor allem im Zusammenhang mit dem Thema Energieerzeugung beschritten. Dieses Themenfeld wird in der vorliegenden Arbeit vertieft, weshalb diesbezügliche Filmberichte näher untersucht werden.

Neben den genannten Gründen gibt es ein weiteres simples Argument, auf diese beiden Jahre zurückzugreifen. In den 1990er- und 2000er Jahren liegen zu diesen beiden Themengebieten einfach keine Filmdokumente vor. Wie bereits vorhergehend in der quantitativen Erhebung festgestellt wurde, ist die Gesellschaft in diesen beiden Jahrzehnten offensichtlich nicht an diesen Themen interessiert.

Probleme im Zusammenhang mit der Energieerzeugung werden dann in den 2010er Jahren über die Filmberichte zum Klimawandel wieder sichtbar. Aus diesem Grund wird abschließend ein Dokument der Kategorie Wetter und Technik untersucht.

Für jedes Jahrzehnt, zu dem die untersuchten Videos gehören, wird ein kleiner zeitlicher Kontext angegeben, den die Verfasserin für die Interpretation des Beobachteten für sinnvoll hält.

8.2.1. Die Kommunikation über Umweltprobleme und technischen Fortschritt in den beginnenden 1970er Jahren

Für die Beobachtung der gesellschaftlichen Kommunikation in den 1970er Jahren wird zunächst ein Filmdokument des ARD-Jahresrückblicks aus dem Jahr 1970 untersucht. Dieses bringt zwei Unterkategorien zusammen. Diese sind die Unterkategorien *Umweltprobleme* sowie *Fortschritt*. Man könnte das Video leicht aufteilen und nur den Abschnitt über die Umweltprobleme besprechen. Aber die beiden Berichte haben durch die Art und Weise, wie sie berichtet werden, einen inhaltlichen Zusammenhang, der es ermöglicht, sich den formulierten Fragen zu nähern. Aus den Inhalten des Videos ergaben sich interessante Aspekte, die dem Erkenntnisinteresse der vorliegenden Arbeit entgegenkommen. Um diese weiter zu verfolgen, wurden neben den Filmdokumenten zwei weitere Dokumente aus den Printmedien untersucht. Wie bereits in Abschnitt 5.2.2.2 erläutert, ist dies im Rahmen der vorliegenden Studie eine Ausnahme. Es zeigte sich, dass der Zeitaufwand den Rahmen einer Promotionsarbeit sprengen würde, weshalb auf eine weitere Recherche nach Quellendokumenten in den Printmedien verzichtet wurde.

Das Video und die zusätzlich untersuchten Quellen werden zudem sehr detailliert vorgestellt. Der Grund dafür ist, dass das Video grundlegende ökologische Probleme offenlegt, die mit der Produktion, dem Betrieb und der Entsorgung von Technik verbunden sind. Aus diesem Grund wird an verschiedenen Stellen Bezug auf weitere Videos des Archivs genommen, die über die 1970er hinausgehen.

Die ausführliche Beschreibung des Videos wird zudem als nützlich erachtet, weil die ökologischen Probleme der 1970er Jahre nicht allen Leserinnen und Lesern der vorliegenden Arbeit bekannt sein dürften. Aus heutiger Sicht veranschaulicht dieses Video die Fortschritte im Umweltschutz, die durch verschiedene Gesetze aber auch durch den technologischen Fortschritt seither ermöglicht wurden. Aufgrund der aktuellen großen Probleme[159], die noch nicht in den Griff zu bekommen sind, geraten diese Fortschritte in Vergessenheit.

Über all diese Gründe hinaus verdeutlicht der Inhalt der besprochenen Videos den Zwiespalt, in dem sich die Gesellschaft in Bezug auf die Technik befindet.

8.2.1.1. Kontext zur ersten Hälfte der 1970er Jahre

Die quantitative Untersuchung beginnt in den 1970er Jahren. Trotz der massiven Umweltprobleme der damaligen Zeit, die sich anschließend aus der Besprechung des ersten Filmdokuments in Abschnitt 8.2.1.2 ableiten lassen, haben sich anfangs der 1970er Jahre in der Gesellschaft noch keine größeren Initiativen gebildet, die sich für den Erhalt der Umwelt einsetzen. Erst über die Reform-Politik Willy Brandts wird das Umweltbewusstsein der deutschen Bevölkerung angeregt. 1971 legt die SPD Regierung ein Umweltschutzprogramm vor und richtet 1974 das Umweltbundesamt ein. In diesem Jahr tritt auch das bereits in Abschnitt 7.3.1 erwähnte Bundesimmissionsschutzgesetz in Kraft (Hins-Wessels 2003).

Wirtschaftlich schließen die 1970er Jahre an die Zeiten des *Wirtschaftswunders*[160] an, das durch den *Marshallplan*[161] angestoßen wurde. Trotz einiger Wirtschaftskrisen, mit denen das westliche Deutschland auch in den 1970er Jahren zu kämpfen hatte, wächst seitdem das Volkseinkommen der deutschen Bevölkerung[162] und damit das Pro-Kopf-Einkommen der Bevölkerung (vgl. Schildt 2001: 35). Die finanzielle Ausstattung ermöglicht bis heute wachsenden Konsum, der mit der Erschöpfung natürlicher Ressourcen und Umweltkrisen verbunden ist. Schwerwiegende Umweltschäden und Giftskandale führten nicht nur auf politischer Ebene zu einem neuen ökologischen Bewusstsein. Die bis heute zitierten Mahnungen des Club of Romes[163] (Meadows 1972) sowie des Philosophen

---

[159] Die großen ökologischen Probleme während der Niederschrift dieser Arbeit 2021 sind vor allem im menschgemachten Klimawandel, in der Bewältigung großer Abfallmengen und im Artensterben zu sehen.

[160] Die Bezeichnung *Wirtschaftswunder* wird als Synonym für das rasante Wirtschaftswachstum nach dem zweiten Weltkrieg genutzt.

[161] Dieses Wirtschaftsförderungsprogramm der Vereinigten Staaten von Amerika ermöglichte den europäischen Ländern Finanz- und Sachmittel für den Wiederaufbau. Auch Deutschland, als Verursacher des zweiten Weltkriegs wurde mit erheblichen Förderungen bedacht. Zahlen der Zuteilungen an die Bundesrepublik Deutschland sind dem Online-Portal für Statistik *Statista* zu entnehmen. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/249526/umfrage/die-zahlungen-an-deutschland-ueber-den-marshallplan/ (zuletzt geprüft: 17.09.2021)

[162] Die Zunahme des Volkseinkommens in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1950 und 1990 ist ebenfalls Statista zu entnehmen. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1064718/umfrage/entwicklung-des-volkseinkommens-bundesrepublik/ (zuletzt geprüft: 17.09.2021) Die Statistik zum Volkseinkommen des wiedervereinigten Deutschlands von 1991 bis 2020 findet sich hier https://de.statista.com/statistik/daten/studie/161332/umfrage/entwicklung-des-volkseinkommens-in-deutschland/

[163] Der Club of Rome ist ein bis heute bestehender Zusammenschluss von Vertreterinnen und Vertretern verschiedener Disziplinen. Die internationalen Mitglieder wenden sich verschiedenen großen Menschheitsproblemen zu und

Hans Jonas (Jonas 2015) schärften den Blick auf die Probleme. Dem Ende der Regierungszeit Brandts folgte eine *„Phase der umweltpolitischen Stagnation“* (Hins-Wessels 2003). Diese führte in der Bevölkerung zu eigenem Engagement. Es gründeten sich Bürgerinitiativen zu ökologischen Fragestellungen, die zur Demokratisierung von Entscheidungsprozessen führten. Dieser ökologische Demokratisierungsprozess fand seinen organisatorischen Ausdruck in der Gründung der Partei *Die Grünen* (Schildt 2001: 6).

Um darzulegen, welche Themen die Gesellschaft im Jahr 1970 beschäftigt haben, wird vor der näheren Untersuchung des Videos nochmals auf die Zahlen der quantitativen Untersuchung zurückgegriffen. Abbildung 8-8 gibt diesbezüglich einen Überblick. Berichte aus der Kategorie Krieg und Terror dominieren mit 27% den Gesamtbericht. Den größten Beitrag dazu liefert ein Bericht über den Vietnamkrieg. Das Interesse an der Weltpolitik belegt einen Anteil von 24%. Hier sind es verschiedene Themen, welche zusammengestellt wurden. Aus den Überschriften in Anhang B-2 sind die Themen der Berichte zu erkennen. Aus der Kategorie Technik wurde im ARD-Jahresrückblick von 1970 noch ein Video zur Raumfahrt gezeigt. Dieses Video, auf das hier nicht näher eingegangen wird, zeigt, dass dieses Thema in der Gesellschaft sowohl auf Bewunderung als auch auf Ablehnung stößt. Letzteres liegt vor allem an den immensen Kosten, die dafür getragen werden müssen.

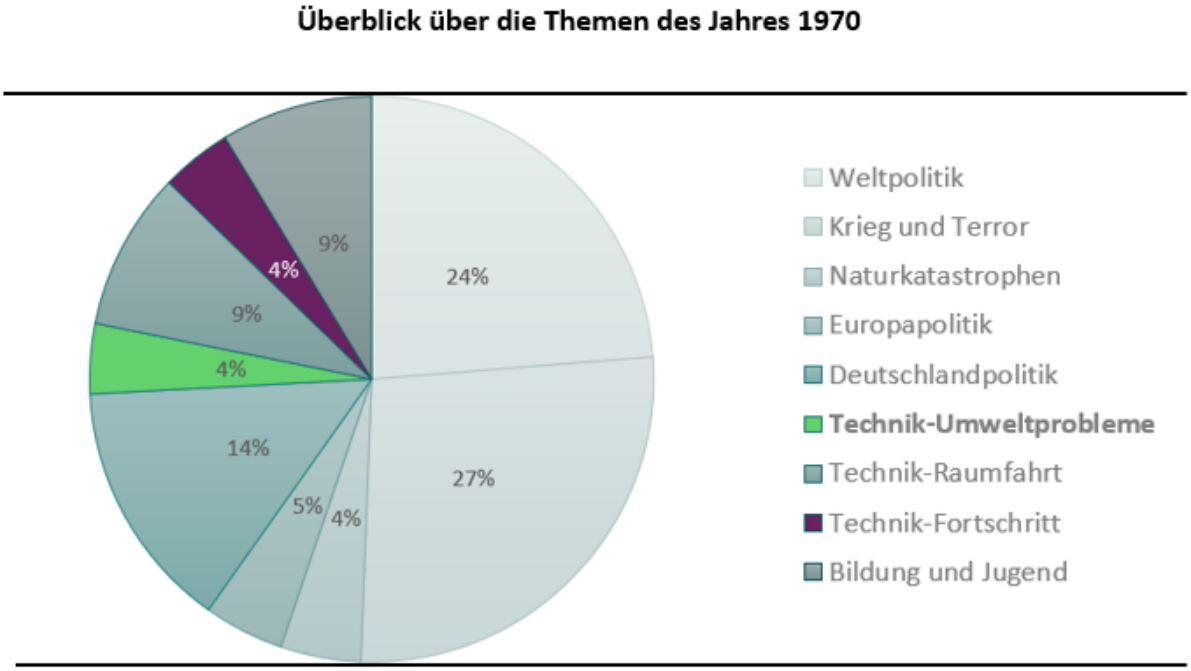


Abbildung 8-8: Prozentuale Anteile verschiedener Kategorien und Unterkategorien im Jahr 1970.

Eigene Darstellung. Die Anteile beziehen sich auf die Gesamtlänge des im Archiv hinterlegten ARD-Jahresrückblicks von 1970. Farbig hervorgehoben sind die Technik-Unterkategorien Fortschritt und Umweltprobleme.

8.2.1.2. Der Jahresrückblick 1970 *„Katastrophale Umweltbilanz - EXPO in Japan“*

Die Bevölkerung der 1970er Jahre benötigte die Kommunikation in den Massenmedien nicht, um die negativen Veränderungen der Umwelt zu erkennen. Die Verschmutzung von Luft, Wasser und Boden war für jeden erkennbar. Dies dokumentiert das Video

---

versuchen dafür Lösungen zu entwickeln. Der Club of Rome entstand bereits Ende der 1960er Jahre als Zusammenschluss einiger Denker dieser Zeit, die 1970 durch ihre erste Veröffentlichung *„Grenzen des Wachstums“* Aufsehen erregten. Dieses Buch hat bis heute seine Relevanz nicht verloren. (Meadows 1972) Mehr über den Club of Rome ist der offiziellen Internetseite zu entnehmen: https://clubofrome.org/ (zuletzt geprüft: 29.112020)

„Katastrophale Umweltbilanz – Expo in Japan“ (Redakteure ARD Tagesschau 1970) des ARD-Jahresrückblicks.

Sowohl die Bilder des Videos als auch die Tonlage des Sprechers spiegeln den schlechten Zustand der natürlichen Umwelt in den frühen 1970er Jahren wider. Die Bilder vermitteln eine Art Weltuntergangsstimmung, die für den heutigen Betrachter durch die schlechte Filmqualität sicher verstärkt wird. In einer Metaphern reichen Sprache wird bis zur Stelle 00:01:26 dargestellt, welche Umweltprobleme zu Beginn des Jahrzehnts dominieren. Das Video wird mit folgenden Worten eingeleitet:

„Schrott und Schmutz. Vor uns die Sintflut, signalisieren Schlagzeilen dieses Jahres“ (a.a.O., 00:00:00 bis 00:00:10).

Die einleitenden Worte *Schrott und Schmutz* erzeugen bereits ohne Bilder Vorstellungen von übervollen Schrottplätzen und einer vor allem durch Abfall verschmutzten Umwelt. Aus heutiger Sicht kommen weniger die Bilder von Autohalden[164] auf, sondern vor allem von Elektroschrott und Plastikmüll. Der Bericht wird 15 Sekunden lang durch das Verschrotten von Autos eingeleitet (vgl. Videostill in Abbildung 8-9) und spricht mit diesen Bildern die Zuschauerinnen und Zuschauer des ARD Jahresrückblicks persönlich an.

Abbildung 8-9: Schmutz und Schrott.

Videostill aus dem Bericht *Katastrophale Umweltbilanz – Expo in Japan* (Redakteure ARD Tagesschau 1970, 00:00:09). Das Bild zeigt den Vorgang des Ablagerns von Autos auf einer Autohalde.

Das Auto wurde in den Nachkriegsjahren zum Symbol persönlicher Freiheit zum Statussymbol der Deutschen. 1969 besaßen bereits 44% aller Haushalte ein Auto und 1970 belief sich die Gesamtzahl der PKWs auf 13,9 Millionen Fahrzeuge (Schildt 2001: 35). Auf dem Schrottplatz landen Autos nicht unbedingt, weil sie nicht mehr fahrtauglich sind. Gerade das technische System Auto zeigt, dass es durch sorgsame Behandlung und Reparatur sehr lange zu erhalten und nutzbar ist. Die Zahlen der fahrtüchtigen Oldtimer lassen

[164] Die Entsorgung von Altfahrzeugen regelt die Altfahrzeug-Verordnung, die 1998 in Kraft getreten und über die Gesetze im Internet einzusehen ist: https://www.gesetze-im-internet.de/altautov/. Diese Verordnung ist im Zusammenhang mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz zu sehen, welches 1996 in Kraft getreten ist.

dies erkennen.[165] Die Kaufgründe für ein neues Auto sind divers. Ausschlaggebend sind oft neue Bedarfe, die durch technische Weiterentwicklungen im Hinblick auf Sicherheit, Leistung und Verbrauch geweckt werden. Die Einführung oder Änderung gesetzlicher Richtlinien und Normen forcieren zudem die technische Weiterentwicklung und liefern der Wirtschaft neue Verkaufsargumente. Wie oben dargelegt, wird in Bezug auf den Umweltschutz in den 1970er Jahren gesetzlich immer mehr geregelt (vgl. Schildt 2001: 13). So wurde 1970 beispielsweise eine erste europaweite Richtlinie zur Schadstoffreduzierung veröffentlicht[166].

Das Plural des Begriffs *Schlagzeile* deutet darauf hin, dass 1970 das Thema Umweltverschmutzung häufig in den Massenmedien behandelt wurde. Die Metapher *Sintflut* vermittelt Endzeitstimmung und gibt zugleich eine moralische Bewertung dessen, was im Video dargestellt wird. Die Umweltsituation des Jahres 1970 wird mit einer von Gott gesandten Flutkatastrophe gleichgesetzt, die den Zweck hatte, die glaubensuntreue Menschheit auszulöschen.[167] Durch diese Metapher werden keine einzelnen Personen oder sozialen Systeme angesprochen. Sie erzeugt im Gegenteil das Bild einer sündigen Menschheit, die sich durch die Schädigung der natürlichen Umwelt schuldig macht.

Das Auto trägt auch zum nächsten Thema des Videos bei. Die *„Luftverpestung“ (Redakteure ARD Tagesschau 1970, 00:00:23)* ist nicht allein dem Straßenverkehr, sondern generell den fossilen Brennstoffen als auch der industriellen Fertigung geschuldet. An dieser Stelle des Videos wird verdeutlicht, dass die Umweltprobleme nicht auf Deutschland begrenzt sind. Die Video-Sequenz zeigt Bilder von New York, das in den Nebelschwaden aus Smog nur noch schlecht zu erkennen ist, wie es in Abbildung 8-9 ersichtlich ist. Um nicht wie in New York *" mit der Wetterprognose zugleich der Grad der Luftverpestung"* (a.a.O., 00:00:22 -00:00:28) melden zu müssen, wurde in den 70er Jahren das bereits mehrfach erwähnte Bundesimmissionsschutzgesetz erlassen. Wie in Abschnitt 7.3.1 nachzulesen ist, brachte dieses Gesetz auch Änderungen in den Angeboten des Fachbereichs Sozialwissenschaften an der Fachhochschule Karlsruhe.

Doch wie es aus einem weiteren Filmdokument des Jahresrückblicks zu entnehmen ist, ist die Luftverschmutzung in Deutschland auch 1984, zehn Jahre nach Inkrafttreten des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, noch sehr hoch. Oft weil Vorschriften umgangen werden. Im Video *„Umweltkatastrophen“* wird dargelegt, dass die Betreiber des damals neu gebauten Kohlekraftwerks Buschhaus in Helmstedt es erreichten konnten, dass das Kraftwerk ohne die durch den Bundestag vorgeschriebene Entschwefelungsanlage ans Netz gehen konnte. Es wurde beschlossen, das Kraftwerk nachzurüsten. (Redakteure ARD Tagesschau 1984, 00:00:20 - 00:00:42) Dass diese Umgehung des Gesetzes überhaupt notwendig wurde, ist hier auf die gleichen Gründe zurückzuführen, die auch bei der Realisierung

---

[165] Laut Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes war am 01.01.2013 jeder 100.PKW ein Oldtimer.

[166] Der Rat der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht am 20. März 1970 die Richtlinie 70/220/EWG in der die „Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Abgase von Kraftfahrzeugmotoren mit Fremdzündung“ geregelt wird. Die Regelungen betreffen den Gehalt von Kohlenmonoxid und der Kohlenwasserstoffe. Die Richtlinie steht zum Download zur Verfügung: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:31970L0220&from=de%20 (zuletzt geprüft: 13.09.2022) Die Richtlinie wurde weiterentwickelt und führte zur heute gültigen EU Abgasnorm.

[167] Geschichten über große Fluten als Bestrafung waren und sind in vielen Kulturen verbreitet. Nach einer biblischen Erzählung im Alten Testament bestraft Gott die Menschheit für Ihre Sündhaftigkeit durch eine riesige Flut, mit dem Ziel sie zu vernichten. Einzig Noah wird es erlaubt, in seiner Arche Angehörige und Tiere aufnehmen, um sie vor der Ausrottung zu bewahren. Dieses Gleichnis des Alten Testament wird im 1. Buch Moses, der Genesis, dargestellt.

des Bauvorhabens der Fachhochschule Karlsruhe aufgetreten sind. Aufgrund der langen Zeitspanne bis zur Fertigstellung von Großbauprojekten sind technische und rechtliche Neuerungen in den Gebäuden nicht vorgesehen (vgl. Abschnitt 6.2). Es muss daher nachgerüstet werden. In diesem Video kritisiert der Sprecher und damit die Gesellschaft jedoch, dass der Bundestag zunächst ein Verbot für den Betrieb des Kraftwerks ohne Entschwefelung erlassen hatte, diese Entscheidung aber auf Druck des Betreibers wieder rückgängig gemacht wurde.

Abbildung 8-10: Luftverpestung.

Videostill aus dem Bericht *Katastrophale Umweltbilanz – Expo in Japan* (Redakteure ARD Tagesschau 1970, 00:00:23). Das Bild zeigt den vernebelten Blick auf den Hafen in New York.

Nun wieder zurück im Video aus 1970. Das folgende daraus entnommene Zitat verbalisiert den Zwiespalt bezüglich der Wissenschaften, insbesondere der technischen Wissenschaften.

„Die Schatten des technischen Fortschrittes werden immer schwärzer. Wissenschaft gerät in Widerstreit“ (Redakteure ARD Tagesschau 1970, 00:00:28).

Wie diese beiden Sätze andeuten, entsteht für die Ingenieurwissenschaften in den 1970er Jahren eine Kontroverse, der sie sich ungewollt gegenüber sehen. Das Licht der Technik, das in den Nachkriegsjahren hell erleuchtete, droht neben den negativen Folgen zu verblassen. Ein schwarzer Kernschatten entsteht bei der Beleuchtung adiaphaner Körper. Daraus lässt sich schließen, dass die Komplexität des technischen Fortschritts sich für die Gesellschaft als undurchdringbar darstellt. Hier wird der schwarze Schatten als Symbol für das Ungewisse interpretiert und als das Verblassen des Erfolgs des technischen Fortschritts gegenüber den Folgen von Technik. Der Schatten legt sich damit symbolisch über einen Teil der menschlichen Kultur, der auch als Ur-Humanum bezeichnet wird (Wiesmüller 2017; Hubig et al. 2013, S. 17). Mit wem die Wissenschaft in Widerstreit gerät, ob mit sich selbst oder der Gesellschaft, bleibt offen.

In der nachfolgenden Sequenz wird die Verschmutzung der Gewässer thematisiert. Sie wird mit den Worten *„Flüsse werden zu Kloaken“* (Redakteure ARD Tagesschau 1970,

00:00:31-00:00:35) eingeleitet. Wie beim Thema Schrott werden hier die Verursacher nicht direkt genannt. Jedoch lassen die Bilder erkennen, wie die Gewässer verschmutzt werden. Sie zeigen Industrieanlagen, die offensichtlich Abwasser in einen Fluss einleiten, wie es dem Videostill in Abbildung 8-10 zu entnehmen ist. Das Einleiten von Industrie-Abwässern in Gewässer ist 1970 ohne Strafe und noch gebührenfrei möglich.[168] Eine umweltfreundliche Abwasserentsorgung ist mit hohen Kosten verbunden, die von Unternehmen offensichtlich nicht freiwillig getragen werden.

Abbildung 8-11: *Flüsse werden zu Kloaken*

Videostill aus dem Bericht *Katastrophale Umweltbilanz – Expo in Japan* (Redakteure ARD Tagesschau 1970, 00:00:34). Das Bild zeigt die Einleitung von industriellen Abwässern in einen Fluss.

Das Darstellen dieser Bilder weist das Unbehagen der Gesellschaft bezüglich eines solchen Vorgehens nach. Es bleibt unklar, ob dies als Aufforderung an die Unternehmen zu verstehen ist, sich freiwillig zur Abwasserreinigung zu verpflichten, oder ob dies an die Politik gerichtet ist, entsprechende Gesetze zu erlassen.

Entsprechende Anforderungen an die Politik folgen in der letzten Sequenz des ersten Teils des Videos.

„Die Welt als Müllplatz. Hat es je eine Provokation wie diese gegeben? Eine Herausforderung an Botaniker und Zoologen, an Physiker und Chemiker und eine Forderung an die Politiker, die Welt zu erhalten“ (a.a.O., 00:01:09 - 00:01:26).

Untermauert werden diese Sätze mit Bildern einer Mülldeponie, auf der riesige Mengen an Zivilisationsmüll in eine Grube geschoben und dort offenbar verbrannt werden. Insgesamt zeigt der Bericht die hässliche Seite von Konsum und Technik, ohne diese Begriffe direkt zu benennen. Interessant erscheint, dass die Aufgaben zur Verbesserung der Lebensumwelt und zu ihrer Erhaltung nicht auf die direkten Verursacher verteilt werden, wenn man Industrie und Verbraucher als solche betrachten will. Die Hoffnung, einen Ausweg aus dieser Umweltkrise zu finden, wird in die Naturwissenschaften gelegt.

---

[168] Das Gesetz über Abgaben für das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserabgabengesetz - AbwAG) wurde erst am 13.09.1976 ausgefertigt. Die geänderte Neufassung ist auf der Website des Bundesamts für Justiz veröffentlicht. https://www.gesetze-im-internet.de/abwag/BJNR027210976.html
Auch heute können Abwässer in Gewässer eingeleitet werden. Allerdings ist der Verschmutzungsgrad geregelt und die Einleitung gebührenpflichtig.

Es erscheint fast so, als ob diese mit dem Wunsch nach Heilung der Natur und Umwelt verbunden ist. Es soll der *„Apokalypse“* (a.a.O., 00:00:53) Einhalt geboten werden, die sich im Verdorren der Blätter an den Bäumen, dem Fischsterben und der Luftverschmutzung durch Blei und Schwefel (vgl. 00:00:53 – 00:01:05) zeigt. Diese Andeutung eines Weltuntergangs lässt erkennen, wie schwerwiegend die Verantwortlichen dieses Berichts die menschgemachten Zerstörungen von Natur und Umwelt betrachten.

Der zweite Teil des Videos widmet sich der Weltausstellung in Osaka (EXPO)[169]. Ein Bericht über eine technische Leistungsschau weckt die Erwartung, dass über dort gezeigte neue Technik oder Technologien berichtet wird. In Anbetracht der Tatsache, dass es sich bei der ARD um einen deutschen Sender handelt, könnte man auch eine Beschreibung des deutschen Pavillons erwarten. Dieses Bauwerk wäre ein Aufhänger dafür gewesen, positiv über Technik zu berichten, denn er gilt als Paradebeispiel transdisziplinärer Zusammenarbeit. [170]

Abbildung 8-12: Ausschnitt Gebäudepavillon auf der EXPO in Osaka.

Videostill aus dem Bericht *Katastrophale Umweltbilanz – Expo in Japan* (Redakteure ARD Tagesschau 1970, 00:01:58).

Stattdessen wird die Weltausstellung in einen Dualismus gestellt, der sich durch die im ersten Teil dargestellten negativen Folgen von Technik erklären lässt. Die Weltausstellung wird einerseits als *„Festival vom Fortschritt“* und anderseits als *„Selbsttäuschung“* (a.a.O., 00:01:27 – 00:01:30) bezeichnet. Eventuell stellt dies auch keinen Dualismus dar, geht

[169] Die EXPO (Exposition Universelle Internationale) in Osaka (Japan) fand vom 15. März bis zum 13. September 1970 statt und war die erste Weltausstellung im asiatischen Raum. Diese als technische Leistungsschau konzipierten Ausstellungen finden bereits seit 1851 (erstmals in London) statt. Für die Ausstellungen entstehen oftmals beeindruckende Bauwerke, die die Ästhetik von Ingenieurskunst verkörpern. Zu den bekanntesten zählt wohl der Eiffelturm in Paris, der als Aussichtsturm konzipiert wurde und damals das höchste Gebäude der Welt war. Auf dem Gelände der Weltausstellungen werden die neuesten technischen Entwicklungen präsentiert, oft auch zum ersten Mal.

[170] Der kugelförmige Pavillon barg einen Konzertsaal, der nach den Konzepten des deutschen Komponisten Karlheinz Stockhausen in Zusammenarbeit mit dem Elektronischen Studio der TU Berlin konzipiert wurde. Auch aus Sicht der Elektrotechnik ist dieses Projekt erwähnenswert, da hierfür verschiedene elektroakustische Systeme sowie Beleuchtungs- und Sensorsysteme entwickelt und eingesetzt wurden. Ein Kurzbericht über diesen Pavillon ist der Website des Medienkunstnetzes zu entnehmen. http://www.medienkunstnetz.de/werke/stockhausen-im-kugelauditorium/bilder/2/
(zuletzt geprüft: 10.01.2020)

man von einer dystopischen Weltbetrachtung aus. Neben Bildern, die einen Überblick über das Ausstellungsgelände und Szenen von der Eröffnungsfeier geben, werden Detailaufnahmen von einzelnen Pavillons gezeigt, die keinen wirklichen Eindruck von den technischen Innovationen vermitteln. Bilder von futuristisch anmutenden Gebäudeteilen, wie in Abbildung 8-11 beispielhaft dargestellt, untermauern die Worte des Sprechers, durch die sich erstmals auch die Ingenieurwissenschaften angesprochen fühlen können. Aus der alltagsweltlichen Perspektive der Massenmedien zeichnet die Weltausstellung ein Bild davon *“wie eine Welt aussehen kann, in der die Technik allein den Technikern überlassen wird“ (a.a.O. 00:01:56 - 00:02:01).*

Die Selektivität der Bilder und die Art der Berichterstattung schaffen eine überwiegend distanzierte Haltung zu den wenigen technischen Innovationen, die in der Berichterstattung vorgestellt werden. Was der ARD-Redaktion bei dieser Weltausstellung offensichtlich fehlte, ist eine Lösung für die anstehenden Zukunftsprobleme, wie sie im ersten Teil des Videos zu sehen sind. Die Art der Berichterstattung stellt den Vorwurf der Verspieltheit und der Verharmlosung von Technik in den Raum, der sich an die Techniker richtet. Es wurden Bilder von technischen Artefakten ausgewählt, die offensichtlich nicht dazu geeignet sind, Umweltprobleme zu lösen (vgl. Abbildung 8-12).

Das anschließende Zitat brachte die Verfasserin dazu, nach weiterer Quellenliteratur zu suchen.

„Den Besuchern von Osaka zeigte sich die Zukunft anders als die Futurologen sie ankünden. Während sie das Damoklesschwert heraufbeschwören, befindet sich die Expo im harmlosen Spiel rollender Bürgersteige und elektronischer Automaten“ (00:02:08 – 00:02:25).

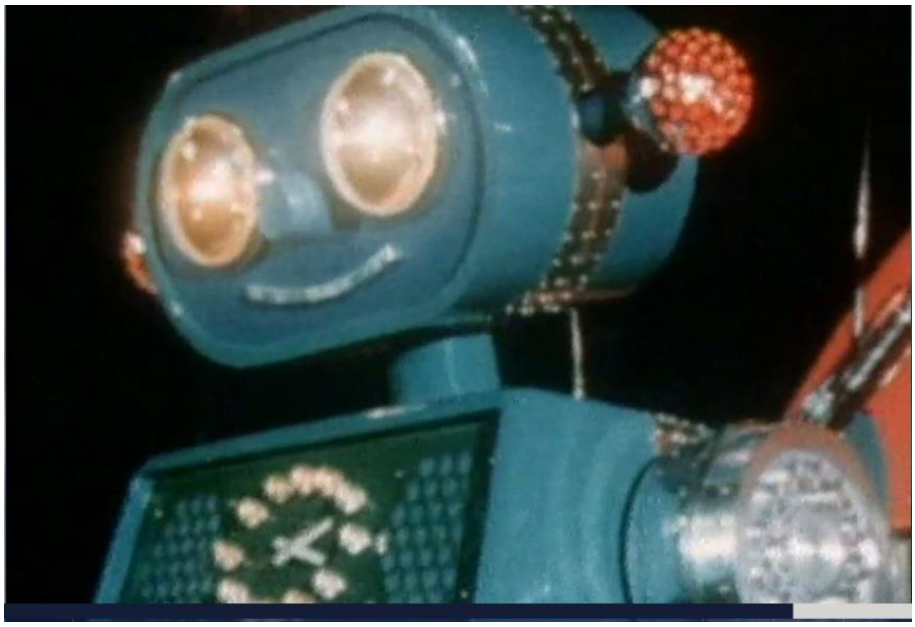


Abbildung 8-13 Vorbote des humanoiden Roboters

Videostill aus dem Bericht *Katastrophale Umweltbilanz – Expo in Japan* (Redakteure ARD Tagesschau 1970, 00:02:34).

Diese Worte können als Vorwurf an die Techniker interpretiert werden, mit einer gewissen Weltfremdheit vorzugehen. Dies könnte aber auch als Ignoranz gegenüber den wahren Aufgaben gesehen werden, die durch die Bedrohung der Lebenswelt gegeben sind. Das Zitat weist darauf hin, dass es auch in dieser Zeit durchaus auch Wissenschaftler gab, die

der Technik weniger spielerisch begegneten. Diesem Hinweis wurde weiter nachgegangen, wie es in Abschnitt 8.2.2 dargelegt ist.

Die 1970er Jahre werden oft als dritte industrielle Revolution bezeichnet, in der durch die fortschreitende Digitalisierung umfassende Automatisierungen der Herstellungs- und Verwaltungsprozesse möglich werden. Die Weltausstellung in Osaka kündigte das Fortschreiten diesbezüglicher Technologien an. Daher dürfte die Weltausstellung nicht nur eine spielerische Verharmlosung von Technik gewesen sein, sondern eine Vorausschau auf die Veränderungen des gesellschaftlichen Zusammenlebens.

Der Bericht findet mit nachfolgendem Satz sein Ende, der auch diesen Abschnitt beenden soll:

„*Die Technik macht die Welt immer schöner, sagte man in Osaka. Dort war die Welt noch in Ordnung*“ (a.a.O. 00:02:36 – 00:02:45).

8.2.1.3. Erstes Fazit

Die Videos des ARD Jahresrückblicks geben einen Einblick in die Themen der Zeit. Das besprochene Video lenkt den Blick des Publikums auf die ökologischen Probleme zu Beginn der 1970er Jahre. Wie im Abschnitt 8.2.1.1 kurz eingeführt, lösten die Umweltverschmutzungen dieser Zeit einen gesellschaftlichen Diskurs aus, welcher zunächst zu politischen Handlungen führte. Die Stimmung der beiden Berichte verdeutlicht das Dilemma der Gesellschaft in einer durch und durch technisierten Welt. Diese steht im Zwiespalt zwischen Wohlstand und dem Bewusstsein der Folgen ihres Konsums. Gleichzeitig ist ihr bewusst, dass kein Ausstieg möglich ist, solange sich nicht die gesamte Gesellschaft mit ihren Wirtschafts- und Verwaltungssystemen ändert.

Wie es der Bericht andeutet, ist die zunehmende Komplexität von Technik auch für Techniker nur noch schwer zu durchschauen. Und ein Ende ist nicht in Sicht. Die Weltausstellung in Osaka kündigt der Gesellschaft der 1970er Jahre eine Zukunft an, in der der Alltag weiter technisiert und die Menschen ihrer Autonomie beraubt werden. Es ist der zunehmende Systemcharakter der Technik, der die Menschen nicht nur dazu bringt, technische Systeme zu nutzen, sondern sie auch von deren Leistung abhängig macht. Es werden in Osaka damit Techniksysteme angekündigt, denen die Menschen sich nach Umsetzung nicht mehr entziehen können, wie Hubig es ausdrückt (Hubig 1995, S. 56–57). Das ist nicht erst mit zunehmender Automatisierung der Fall. Auch zu Beginn der 1970er Jahre ist die Bevölkerung von Systemen der Energiegewinnung, des Verkehrs, der Müllentsorgung usw. abhängig (a.a.O., S.21). Die Abhängigkeit der Menschen von Technik wird in dem besprochenen Bericht deutlich und drückt sich in einer gewissen Resignation aus. Denn selbst als Gegner technischer Systeme ist man gezwungen, auf deren Leistungen zurückzugreifen, wie es Hubig vermittelt (a.a.O., S.57). [171]

Obwohl, wie es Hortleder ausdrückt, *„Symbole des Wohlstands […] zugleich Symbole des technischen Fortschritts“* (Hortleder 1970: 142) sind, ist es auffallend, dass im gesamten Rückblick auf das Jahr 1970 nur am Rande über technische Neuerungen oder

[171] Im Zusammenhang mit der fortschreitenden Digitalisierung von Dienstleistungen wird die Abhängigkeit von technischen Systemen und Infrastruktur besonders deutlich. Das Smartphone verdrängt mehr und mehr Vorgänge, die bisher ohne weitere Infrastruktur möglich waren. Als Beispiel sei hier der Kauf einer Bahn-Fahrkarte genannt. Ursprünglich konnte sie an einem Schalter in Papierform gekauft werden. Ab diesem Moment war der Besitzer unabhängig. Es war keine elektrische Energie dafür notwendig, die Karte vorzuzeigen. Heute stellen die öffentlichen Verkehrssysteme auf elektronische Zahlmittel um. Menschen ohne Smartphone werden zunehmend ausgeschlossen. Zudem treten (lösbare) Probleme auf, wenn der Akku leer ist.

Innovationen berichtet wird. Versteht man die Massenmedien als das Kommunikationsmittel der Gesellschaft, lässt sich daraus ein geringes gesellschaftliches Interesse am technischen Fortschritt vermuten. Das bestätigt den ersten Eindruck der quantitativen Untersuchung.

Dieser Beobachtung steht die massenhafte Nutzung von Technik durch die Bevölkerung gegenüber, welche im Video durch den Fahrzeugschrott erkenntlich wird. Es besteht demnach eine Ambivalenz zwischen Technikinteresse und Techniknutzung. Der Techniksoziologe Werner Rammert beschreibt dieses Phänomen. Die Nutzung von Technik werde nicht als technisches Handeln wahrgenommen, sondern aufgrund ihrer Permanenz und Alltäglichkeit dem sozialen Handeln zugeordnet. Deshalb werde die Funktion technischer Systeme nebensächlich. Erst dann, wenn Störungen an technischen Artefakten oder Systemen auftreten, werde die Funktion dem Nutzer bewusst (Rammert 2016, S. 8). Das Interesse der Gesellschaft liegt demnach nicht in der Funktion von Technik, sondern in deren Funktionieren.

Dementsprechend gering ist auch das gesellschaftliche Interesse bezüglich der Aufgaben von Ingenieurinnen und Ingenieuren. Die Ingenieurwissenschaften sowie die Berufsbezeichnung Ingenieur werden im Verlauf des gesamten Videos nicht genannt. Verwendet wird jedoch der Begriff *Techniker*. Diese werden als diejenigen ausgemacht, die Technik an den Bedarfen der Gesellschaft vorbei entwickeln. Der Begriff *Techniker* ruft das Bild eines Praktikers hervor und nicht das einer Person, die in ihrem Handeln wissenschaftlich vorgeht. In diesem Video wird Wissenschaft vor allem als Naturwissenschaft verstanden. In die Naturwissenschaften, aber auch in die Politik, werden Hoffnungen auf die Lösung ökologischer Probleme gesetzt. Bei der Interpretation dieser Beobachtung wird berücksichtigt, dass die Massenmedien Realität konstruieren (Luhmann 2017b) und das soziale System der Redakteure einer Kultur nahesteht, die vor allem die »Schönen Künste« wertschätzt [172]. Das gesamtgesellschaftliche Interesse an den Aufgaben des Ingenieurs ist zu Beginn der 1970er Jahre noch nicht ausgeprägt. Dies spiegelt sich nach der Ansicht des Soziologen Gerd Hortleder auch in der *„Abstinenz der Soziologie gegenüber dem Ingenieur“* (Hortleder 1970, S. 7) wider. Dennoch muss die Wertschätzung dieses Berufs nicht in allen Teilen der Gesellschaft gleich sein. Hortleder erkennt Unterschiede und bezieht sich dabei auf eine durch den VDI angeregte fünfjährige Studie aus den 1960er Jahren (a.a.O., S.146) Ein Ergebnis dieser Studie zeigt, dass eine *„negative Wertschätzung von Naturwissenschaft und Technik unter dem Einfluß der Wertziele der kulturellen Dimension erfolgt“* (a.a.O., S.148). Dies zeige sich bei Redakteuren besonders ausgeprägt. Die kulturelle Dimension hänge einem neuhumanistischen Bildungsideal nach. Diesem komme die Bildung der Ingenieure nicht nach, die der zivilisatorischen Dimension zugehöre, deren Werte sich an Objekten ausrichten (a.a.O.: 147-149). Eine solche negative Wertschätzung drückt sich im Begriff *Techniker* aus. Dieser verdeutlicht gleichzeitig, dass der Beruf des Ingenieurs bis zu Beginn der 1970er Jahre nicht geschützt war, wie es bereits im Abschnitt 1.2 erwähnt wurde. Durch die verschiedenen Berufszugänge dürfte auch die Anerkennung der Wissenschaftlichkeit bis dahin nicht ausgeprägt sein.

Es ist daher anzunehmen, dass sich Ingenieure aufgrund der Art der Berichtserstattung nicht persönlich angesprochen fühlten. Durch die direkte Aufforderung der Politik, ist aber

---

[172] Als »Schöne Künste« werden hier Literatur, bildende und darstellende Kunst sowie Musik verstanden.
Zu Beginn der 1970er Jahre wird aufgrund des Bildungssystems in der Ingenieurausbildung noch stark zwischen Ingenieur und Diplom-Ingenieuren unterschieden.

zu erwarten, dass die beschriebenen Folgen zu einer Reihe von Vorschriften und Gesetzen führten, die Entwicklungen neuer Technik nach sich ziehen. Dies nachzuvollziehen ist nicht Teil der Untersuchung. Es ist aber von Interesse, ob Anforderungen der Politik an die Hochschulen gerichtet wurden, die dieser dramatischen ökologischen Lage eingangs der 1970er Jahre gerecht wurden.

Dennoch dürften die Bilder und Inhalte solcher Berichte die Person des Ingenieurs betroffen gemacht haben, unabhängig von seiner Rolle als Ingenieur im Beruf. Diese Betroffenheit könnte auch an die Hochschulen getragen werden. Dies bestätigt sich in den Stundentafeln der 1970er Jahre im Studiengang Elektrische Energietechnik an der Fachhochschule Karlsruhe, wie es in Abschnitt 7.3 dargelegt ist.

Im Video wurde angedeutet, dass den Technikentwicklungen der notwendige Ernst fehle und die großen Aufgaben der Zeit erst durch die *„Futorologen“* gesehen werden. Welche Aufgaben die Zukunftsforschung sieht, könnte ebenfalls Einfluss auf die Hochschulbildung nehmen. Aus diesen Gründen wird dieser Hinweis aufgenommen und weiter verfolgt. Über die Zukunftsforschung wird auch im Magazin DER SPIEGEL berichtet, das seine erste Ausgabe im Jahr 1970 mit der Frage *„Planlos in die Zukunft“ (DER SPIEGEL 1970a)* betitelt ist.

8.2.2. Die Bedeutung von Prognosen

Ebenso wie der Mensch *„ohne Technik im Grunde nicht denkbar“* (Wiesmüller 2017:169) ist, verbindet sich mit dem Menschsein die Intention, einen Ideenentwurf der Zukunft zu machen.[173] Mit zunehmender Technisierung der Lebenswelt wird aus dieser Intention eine Notwendigkeit. Vorhergesagt werden die nahe und ferne Zukunft. Kurzfristige Vorhersagen, z. B. für das Wetter, sorgen für mehr Planbarkeit und Sicherheit in vielen Bereichen des menschlichen Lebens. In anderen Gebieten wie bspw. in der Politik, Wirtschaft, Medizin[174] und Technik sind eher langfristige Vorhersagen von Bedeutung. Prognosen bezüglich der Wirkung von Technik auf Natur und Gesellschaft sind mit hohen Unsicherheiten verbunden. Zu schnell schreitet der technische Fortschritt voran, der in alle Lebensräume eingreift und mit einem immensen Bedarf an Rohstoffen und Energie sowie mit einem hohen Aufwand für die Entsorgung verbunden ist. Aus den vorhergehenden Abschnitten lässt sich erkennen, dass vor allem das Nutzerverhalten großen Einfluss auf die Folgen von Technik hat und deshalb in technischen Planungen mitgedacht werden sollte. Damit sind Prognosen zum Nutzerverhalten keinesfalls nur von Bedeutung, wenn es um die Eroberung neuer Märkte geht.

Wie in Abschnitt 6.2 erläutert, sind Prognosen über die Zahl der Schüler und Studenten für die Organisation des Bildungssystems besonders wichtig, da sie den Bedarf an Lehrkräften und an Infrastruktur widerspiegeln. Ein solcher Blick in die Zukunft, bspw. auf Berufsaussichten, bestimmt an den Hochschulen auch die Inhalte der Lehre. Dieser Blick ist

---

[173] Science-Fiction, Utopien und Dystopien als Entwürfe möglicher Lebensformen der Zukunft gehören zu den kulturellen Äußerungen der Menschen. Oft werden diese in eine Kunstform gebracht und veröffentlicht. Stehen die Gesellschaftsentwürfe im engen Zusammenhang mit Technik, wird oft eine düstere Zukunft prognostiziert, wie es beispielsweise bei George Orwells Roman *„1984“* und Aldous Huxleys *„Schöne Neue Welt“* der Fall ist. Auch Philosophen wie Theodor W. Adorno und Ernst Bloch fühlten sich dem Entwurf von Zukunftsbildern verpflichtet. Ernst Bloch ist durch sein Werk „Das Prinzip Hoffnung“ bekannt. Darin zeichnet er auch technische Utopien nach und hofft auf die Allianz der Menschen sowie das Anerkennen der Schöpfung.

[174] In der Zeit der Niederschrift dieser Arbeit verbreitete sich ein Corona-Virus, dessen Ausbreitung zu einer weltweiten Pandemie führte. Es ist eine hohe Zahl an Todesopfern zu beklagen. Doch konnten diese Verluste durch Gesetze und Vorschriften minimiert werden, die auf Prognosen aus der Medizin folgten.

interessengeleitet und oft wirtschaftlicher sowie politischer Natur, wie in Abschnitt 6.3 dargelegt. Nicht nur die Lehre, sondern vor allem die Forschung orientiert sich an erwarteten gesellschaftlichen Interessen, deren Finanzierung vom prognostizierten Erfolg abhängt. Im Zusammenhang mit den großen ökologischen Problemen, wie sie im Video dargestellt wurden, ist es von Interesse, ob und wie diese Themen von den damaligen "Futorologen" aufgegriffen wurden.

Die Zukunftsforschung ist wie die Technikfolgenabschätzung in Deutschland bis Anfang der 1970er Jahre wissenschaftlich noch nicht verankert (vgl. z.B. Rophol 2016, 159 ff.) Beide Gebiete sind miteinander verknüpft, wobei die Zukunftsforschung oft unabhängig von konkreten technischen Vorhaben Vorhersagen trifft. Die fortschreitende Digitalisierung, die Erhöhung der Rechnerleistung und eine flächendeckende Datenerfassung forcierten die Etablierung beider Forschungsgebiete.

8.2.2.1. Ein Bericht über die Aufgaben der Zukunft in den frühen 1970er Jahren

Die Kommentare aus dem ARD-Bericht über die EXPO legen nahe, dass es Wissenschaftler gab, die andere Aufgaben für eine lebenswerte Zukunft sahen, als sie in der Weltausstellung präsentiert wurden. Welche diese sind, wird nachfolgend aus einem Bericht des Nachrichtenmagazins DER SPIEGEL erschlossen. Dabei sind wieder die Fragestellungen des Abschnitts 8.2.1 leitend. Sie wurden jedoch um die Frage erweitert, ob der Bericht neben Problemen zur Vermeidung und Bewältigung ökologischer Folgen von Technik sowie der Automatisierung von Technik auch andere Probleme der Zukunft anspricht.

Das Nachrichtenmagazin DER SPIEGEL lässt seine Leserinnen und Leser zu Beginn des neuen Jahrzehnts einen Blick in die Zukunft werfen. In der Ausgabe 01 des Jahrgangs 1970 ist dieses Thema prominent auf der Titelseite vertreten.

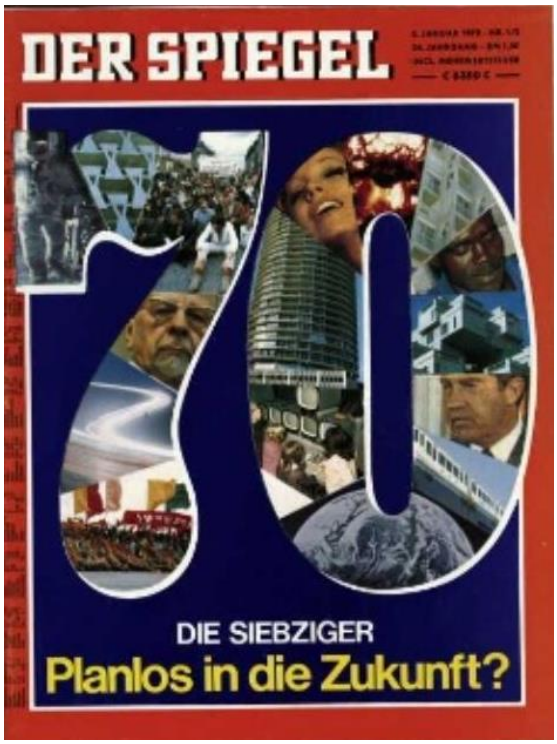


Abbildung 8-13: Planlos in die Zukunft.

Titelbild der Ausgabe 1 des Jahres 1970 (DER SPIEGEL 1970a). Das Titelbild vermittelt die Unsicherheit der Gesellschaft bezüglich des kommenden Jahrzehnts.

Das als Collage aufgebaute Titelbild bringt die Themen der Zeit zusammen. In Bezug auf die Technik sind Ausschnitte aus den Bereichen Raumfahrt, Städtebau, Computer sowie Mobilität erkennbar. Die Fragestellung des SPIEGEL-Covers *„Planlos in die Zukunft?“* lässt die Unsicherheit vermuten, mit der die Gesellschaft ins neue Jahrzehnt blickt (vgl. Abbildung 8-13) Worin diese Unsicherheit begründet ist, kann dem Titelbericht *„Der Ritt auf dem Tiger“* (DER SPIEGEL 1970b, S. 34–47) entnommen werden, der unter der Rubrik Gesellschaft, Zukunftsplanung geführt wird. Der Begriff *Tiger* kann als Metapher für die Gefahren gesehen werden, die technische Errungenschaften begleiten. Als wildes Tier lässt sich der Tiger nicht bändigen, auch wenn Dressuren den Eindruck erwecken lassen. Der Frage nach der Beherrschbarkeit von Technik sollte auf dem internationalen Symposium SYSTEMS 69[175] nachgegangen werden, dem sich dieser Bericht zuwendet. Eine vage Antwort wird durch das folgende Zitat aus dem Bericht gegeben, das ebenso ambivalent ist, wie ein Besuch im Zirkus. Dort ist das Publikum fasziniert von der Raubtierdressur. Auch deshalb, weil es sich der Gefahren bewusst ist.

„Daß, wer auf dem Tiger reitet, nicht mehr herunter kann, diese alte Chinesen-Weisheit setzten die Experten als gültig voraus; daß die wildgewordene Bestie Technik wenigstens zu lenken sei, ließen sie als eher verzweifelte Hoffnung gelten; daß die Reiter ihr aber auch zugleich die Sporen geben müssen, schien den […] Zukunftsforschern sicher“ (a.a.O., S.36).

Der Bericht wendet sich den Gefahren und der Beherrschbarkeit von Technik zu, wohl wissend, dass Wohlstand, Sicherheit und Gesundheit der Menschen von ihr abhängen. Wie aus der Schlussfolgerung des letzten Abschnitts hervorgeht, ist es gerade das Bewusstsein dieser Abhängigkeiten, das in der Bevölkerung Unbehagen auslöst. Problemlösungen können, wie es das obige Zitat erkennen lässt, nur noch mit weiterer Technik gefunden werden. Diese Abhängigkeit werde durch das Wirtschaftssystem weiter vorangetrieben und unter dem Anreiz des Wohlstands forciert. Die Gesellschaft gäbe diesem Vorwärtsstreben aufgrund von Wohlstandsversprechen und der Versicherung stabiler Arbeitsplätze nach (a.a.O., S.39). Nach einer im Bericht formulierten Negativliste würden den Individuen der Gesellschaft ihre Mündigkeit und Freiheit abgesprochen. Die Bürger seien durch das Marketing kontrolliert. Es sei zudem zu beobachten, dass die Gesellschaft im Gegenzug zu dem durch die Automatisierung ermöglichten Freiheitsgewinn zunehmend ihrer Entscheidungsfreiheit beraubt wäre. Diesen Konflikt zu lösen gehöre zu den Aufgaben der Zukunft (a.a.O., S.43).

Das Problem der Fremdsteuerung lässt sich auf den massenhaften Gebrauch technischer Konsumgüter überragen. So thematisiert der Bericht über das Symposium auch die gesundheitlichen und ökonomischen Probleme eines stetig wachsenden Straßenverkehrs (a.a.O., S.42). An der Veranstaltung nahmen auch Vertreter der Fahrzeug-Industrie teil, die diese Probleme dadurch kleinredeten, dass es eben der Wunsch der Bevölkerung sei, ein Auto zu besitzen. Dieser würde keinesfalls durch Marketing forciert (ebd.). An dieser gegenpoligen Meinung lässt sich erkennen, dass das Symposium durchaus heterogen besetzt war. Es lässt sich aus dem Bericht keine Tendenz ausmachen, wohin die Reise

[175] Das Symposium fand bereits Ende 1969 in München statt und wurde in dieser ersten SPIEGEL-Ausgabe besprochen. Es trafen sich dort fünfzig Experten um ihre Einsichten zu Fragen der Zukunft einem großen, öffentlichen Publikum weiterzugeben. Initiiert und geleitet wurde das Symposium durch Karl Steinbuch, einem Physiker, der lange Zeit Direktor des Instituts für Nachrichtenverarbeitung und Nachrichtenübertragung an der Universität Karlsruhe war. Er gilt als einer der ersten Zukunftsforscher Deutschlands.

gehen wird und wie Probleme zu lösen sind. So schlug beispielsweise ein britischer Wissenschaftler im Zusammenhang mit den durch den Straßenverkehr verursachten Umweltproblemen vor, die Luftverschmutzung durch ein Verbot des privaten Autoverkehrs zu verringern (ebd.).

Beim Lesen des Berichts wird eine Art Galgenhumor vermittelt, der durch einen teils ironischen teils pessimistischen Tonfall entsteht. Der Eindruck der Unbeherrschbarkeit von Technik wird durch Zitate internationaler Wissenschaftler[176] verstärkt. Der Bericht lässt die Frage aufkommen, ob der technische Fortschritt zugleich auch Menschheitsfortschritt bedeutet (a.a.O., S.35).

Die Teilnehmer[177] des Symposiums verwiesen vor allem auf den Mangel an Risiko-Analysen in der Technikentwicklung. Es wurden dort kritische Stimmen laut, die der Wissenschaft ein Versagen *„bei der Aufgabe, den von ihr selbst verursachten Fortschritt in eine soziale und moralische Wertordnung zu stellen*“ (a.a.O., S.36) vorwarfen.

Größer als die Probleme, welche durch Massenkonsum und Automatisierung hervorgerufen werden, seien jedoch die Gefahren, die durch eine weltweite militärische Aufrüstung hervorgerufen werden. Trotz des Bewusstseins über die verheerende Wirkung von atomaren Waffen würden diese weiter hergestellt und als Drohwaffe genutzt. Diese *„Ökonomie des Todes“* bedeute für die Weltgesellschaft nicht nur Todesgefahr, sondern entziehe ihr ein *„gigantisches Potential an Forschergeist und –geld […] [für die] Lösung von Menschheitsproblemen*“(a.a.O., S.43).

Aber auch in zivilen Bereichen, die eher mit dem Einhalten moralischer und ethischer Werte verbunden werden, wie die Medizintechnik, entstände ein großes Potential für Gefahren. Die Ermöglichung immer massiverer Eingriffe in die menschliche Natur, wie sie durch Entwicklungen im Bereich der Bio- und Medizintechnik möglich wurden und werden, wie Organverpflanzungen, Gentechnik und künstliche Befruchtung, beschreiben die Redakteure als beunruhigend (a.a.O., S.35-36).

Die Art der Darstellung all dieser Themen lässt eine Skepsis des Berichterstatters gegenüber einem esoterischen[178] Kreis der Wissenschaften erkennen, dem es nicht gelänge, Außenstehende abzuholen und eine gemeinsame Sprache zu finden (a.a.O., S.34-36).

Seit Beginn der Industrialisierung fände eine Verschiebung der Kräfteverhältnisse statt, die dazu führe, dass Wirtschaft, Wissenschaft und Technik immer mehr Macht bekämen. Die einstigen Werte der Aufklärung seien verloren und politische Macht stehe weitgehend unter der Prämisse technischer Innovationen und damit wirtschaftlichem Erfolg. Im Zusammenhang mit einer solchen Kräfteverschiebung wirkt das im Bericht dargestellte Defizit an Kommunikationswillen der Wissenschaftler wie ein Symbol der Macht. Die Abgeschlossenheit der Wissenschaftssysteme und ihre rasanten Entwicklungen würden zu einem kulturellen Rückstand führen. Die Gefahr des technischen Fortschritts läge vor allem darin, dass die Gesellschaft ihm nicht mehr folgen kann. Dazu käme, dass Auswirkungen von Technik, wenn sie bei Ihrer Entwicklung nicht mitbedacht werden, kaum noch durch Normen oder Gesetze einzuschränken sind, da diese Jahre zu spät kommen (a.a.O., S.38).

---

[176] Robert Heilbroner, US-amerikanischer Volkswirt und Wirtschaftshistoriker; Wassily Leontief, US-amerikanischer Wirtschaftswissenschaftler mit russischen Wurzeln, Träger des Alfred-Nobel-Gedächtnispreises für Wirtschaftswissenschaften; Bertrand de Jouvenel, französischer Ökonom und Zukunftsforscher

[177] Hier wurden keine Frauen genannt.

[178] Esoterisch im Sinne eines inneren Kreises von Eingeweihten, in diesem Fall Wissenschaftlern.

Für den Gastgeber des Symposiums Karl Steinbuch seien es aber vor allem die Organisationssysteme, die einen kulturellen Rückstand antreiben. Steinbuch sehe in der Technik durchaus die Lösung der Menschheitsprobleme, aber, so Steinbuch, *„zwischen die Einsicht in das Notwendige und das tatsächlich Geschehende schieben sich unkontrollierbare Instanzen, vor allem die Trägheit des Denkens und die Eigengesetzlichkeit der politischen Strukturen“* (a.a.O.: 39). Zu einem solchen Defizit führe auch das deutsche Bildungssystem, das für das Fortschreiten der Verwissenschaftlichung und Technisierung unzulänglich sei. Der durch Georg Picht Mitte der 1960er Jahre geprägte Begriff der »Bildungskatastrophe« wird auch in diesem Bericht verwendet (a.a.O., S.40).

Den Wissenschaften werden durch den Berichterstatter ein kritisches Hinterfragen sowie ein Blick über den Tellerrand eher abgesprochen. Es wird die Isoliertheit der Wissenschaften bemängelt, was sich auch auf der *„Systems 69“* durch ein Nebeneinander von Vorträgen mit gleichem Ziel aber unterschiedlicher Disziplin bemerkbar mache. Es fehle den Wissenschaftlern der Überblick über die wechselseitigen Abhängigkeiten der verschiedenen Bereiche, der es erlauben würde Probleme mit gemeinsamen Kräften zu lösen (a.a.O., S.35). Die Antworten auf Fragen der sozialen Auswirkung von Technik wurden auf ein späteres Treffen verschoben (a.a.O., S.47).

8.2.2.2. Weiteres Fazit

Aus dem Bericht geht vor allem eines hervor: Es reicht nicht aus, nur über den technischen Fortschritt zu diskutieren. Negative Folgen für die Gesellschaft und die Umwelt können nur durch grundlegende Veränderungen im Zusammenleben der Gesellschaft erreicht werden. Der Lösung dieser Aufgabe ist die Gesellschaft als Ganzes bisher nicht gerecht geworden. Der Bericht zeigt jedoch Aufgaben auf, die inzwischen in Angriff genommen wurden. So ist beispielsweise die Technikfolgenabschätzung in Deutschland inzwischen institutionalisiert worden. Auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Wissenschaften wird von der Europäischen Gemeinschaft, dem Bund und den Ländern sowie von Stiftungen und Verbänden angeregt und gefördert.[179].

Doch sind einige grundsätzliche Probleme nach wie vor aktuell, die hier aufgelistet sind.

- Das fehlende Einbeziehen der Gesellschaft in die Wissenschaften sowie die mangelnde technische Bildung verursachen eine Unmündigkeit der Menschen in Bezug auf die Nutzung von Technik.
- Die Assoziation von technischem Fortschritt mit Wohlstand und Bequemlichkeit, die eine Abkehr von ökologisch schädlichen Technologien verhindert.
- Unzureichende soziale und ethische Regeln für die Entwicklung von Technik.
- Die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts, der die Organisationssysteme nicht folgen können.
- Unsicherheiten bei der Abschätzung von Technikfolgen.

Jedes der aufgeworfenen Probleme steht direkt oder indirekt im Zusammenhang mit den ökologischen Folgen von Technik. Als grundlegendes Problem identifiziert die Verfasserin dieser Arbeit einen Mangel an technischer Bildung in der Gesellschaft, wie es auch dem Bericht zu entnehmen ist. Damit meint sie nicht unbedingt Inhalte über die Funktionsweise

---

[179] So spricht beispielsweise der Europäische Forschungsbeirat (EURAB) in seinem Bildungs- und Wissenschaftsbericht Empfehlungen zur interdisziplinären Zusammenarbeit aus, um nur ein Beispiel zu nennen: https://www.innovations-report.de/sonderthemen/bildung-wissenschaft/bericht-28916/

technischer Artefakte. Vielmehr sollte nach ihrem Verständnis mehr auf den Systemcharakter von Technik verwiesen werden, wie er beispielsweise Ropohl (Rophol 2009a) und Hubig (Hubig 1995, 56ff.) vorschlagen. Erst die Kenntnis der Zusammenhänge erlaubt den Menschen die grundlegende Reflexion technischen Handelns. Diese kann mit Unterstützung der Ingenieurwissenschaften gelingen. Vor allem dann, wenn die Mitglieder ihres Organisationssystems zu einer allgemeinverständlichen Kommunikation befähigt sind und sie ihrer Sprachlosigkeit entrissen werden (Duddeck und Mittelstraß 1999; Klischat 2019).

Ein besserer Systemüberblick könnte auch die Entscheidungsprozesse in Behörden und politischen Ämtern verkürzen. Wie in Abschnitt 8.2.1.2 am Beispiel des Kohlekraftwerks Buschhaus dargestellt ist, macht es die Dauer von Genehmigungsverfahren notwendig, Nachbesserungen durchzuführen.

Aus den besprochenen Berichten lässt sich insgesamt erkennen, dass zu Beginn der 1970er Jahre die Frage nach der Sinnhaftigkeit des technischen Fortschritts den gesellschaftlichen Diskurs beherrscht. Technik wird von den Massenmedien nicht als Lösung für die großen Probleme der Menschheit anerkannt. Vielmehr wird sie als Ursache negativer ökologischer und sozialer Folgen identifiziert, die von den Wachstumszielen einer liberalen Marktwirtschaft angetrieben werden. Ob sich die Einstellungen zur Technik im Laufe des Untersuchungszeitraums ändern, wird im Folgenden untersucht. Insbesondere durch den SPIEGEL-Bericht könnten sich die Ingenieurwissenschaften jedoch angesprochen fühlen und in ihren Organisationssystemen der Aufforderung zur Kommunikation und Reflexion nachkommen. Wie aus der Betrachtung der Stundenpläne der 1970er Jahre im Studiengang Elektrische Energietechnik der Fachhochschule Karlsruhe hervorgeht, gibt es entsprechende Pflichtveranstaltungen (vgl. Abschnitt 7.3). Es liegt also im Bereich des Möglichen, dass entsprechenden Aufforderungen nachgekommen wurde.

8.2.3. Ökologische Probleme verursacht durch die elektrische Energieversorgung

Die nachfolgend untersuchten Videos der 1970er und 1980er Jahre sind alle der Unterkategorie Energie zuzuordnen. Wie in Abschnitt 8.1.2 beschrieben, umfasst diese Unterkategorie auch die Themen Umweltprobleme und Bürgerproteste. Die Darstellung der Dokumente ist deutlich kürzer gehalten, als in vorangegangenen Abschnitten, da sich die Grundproblematik des Themenfelds Gesellschaft, Technik und Umwelt nicht wesentlich verändert hat.

8.2.3.1. Weiterer Kontext zu den 1970er und 1980er Jahren

Nach dem umweltpolitischen Engagement der Regierung Brandt entwickelte sich in den 1970er Jahre das ökologische Bewusstsein in großen Teilen der Bevölkerung. Diese stand bis weit in die 1980er Jahre Umweltverschmutzungen gegenüber. Die Umweltprobleme entstanden in großen Teilen durch Schwefeldioxid-Immissionen durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe in Kraftfahrzeugen und Kraftwerken. Schwefeldioxid, schlägt sich als Feinstaub nieder und schädigt das Ökosystem sowie die menschliche Gesundheit. In Niederschlägen setzten sich die Schadstoffe als „Saurer Regen“ in die Böden ab und verursachten ein großes Waldsterben, welches die Bevölkerung verängstigte und große wirtschaftliche Schäden mit sich brachte. Dies wird im ARD-Jahresrückblick von 1983 festgehalten (Redakteure ARD Tagesschau 1983, 00:00:21-00:01:07) Mit Hilfe von Filteranlagen

konnte dieses Problem in den 1990er Jahren in den Griff bekommen werden[180]. Neben der Immission wurde in den 1970er Jahren die Abhängigkeit von Öl liefernden Ländern ebenfalls zu einem wirtschaftlichen Problem, welches als Ölpreiskrise bekannt ist und zu autofreien Sonntagen führte (Redakteure ARD Tagesschau 1973). Aus diesen Gründen wurde Kernkraft zunächst als emissionsfreie, umweltfreundliche Lösung für die Versorgung mit elektrischer Energie gesehen. Die Planung der Bundesregierung 40 Atomkraftwerke zu bauen, ließ sich nicht umsetzen (Grau 2003). Dazu trugen die Bürgerproteste ihren Teil bei. Diese entstanden, nachdem sich die Bevölkerung der Gefahren von Kernkraft bewusst war. Die Ängste vor den Auswirkungen von Atomkraft wurden durch Befürchtungen eines Nuklearkriegs geschürt, wie sie auch im besprochenen SPIEGEL-Bericht formuliert wird (DER SPIEGEL 1970b). Zu den wohl bekanntesten Protesten der Atomkraftgegner gehören die Demonstrationen gegen den Bau eines Atommeilers in Brokdorf, die sich teilweise radikalisierten. Auf diese soll anschließend in Abschnitt 8.2.3.2 eingegangen werden. Nicht dagegen auf die Nuklearkatastrophe von Tschernobyl 1986. Mit diesem atomaren Unfall wurden die schlimmsten Befürchtungen der Atomkraftgegner bestätigt. Menschliche Fehleinschätzungen und technische Probleme lösten diesen Unfall aus, der auch in Deutschland weitreichende Folgen für Mensch und Umwelt hatte. Durch atomare Niederschläge wurden Luft, Boden und Wasser verseucht, wodurch vor allem die Nahrungsketten betroffen waren. Dies führte in der deutschen Bevölkerung zu großen Unsicherheiten, wie es dem Filmdokument des ARD-Jahresrückblicks zu entnehmen ist (Redakteure ARD Tagesschau 1986)

Zu einem Ausstieg aus der Atomenergie führte dieser GAU[181] nicht, doch gingen danach nur noch wenige Atommeiler ans Netz. Der Bau oder die Planungen von mehr als 20 Kernkraftwerken wurden gestoppt, wodurch große finanzielle Schäden entstanden.[182]

Die großen Probleme dieser beiden Jahrzehnte führten dazu, dass Teile der Bevölkerung einen Ausstieg aus dem System suchten und alternative Projekte entwickelten. Auch in neuen Formen des sozialen Zusammenlebens. Sie versuchten eine Utopie zu leben, die dem Massenkonsum eine Absage erteilte. Aber vor allem auch politisch aktive Gruppen, oft mit Schwerpunkt auf den Umweltschutz, wurden gegründet (Sosna 1984 in Schildt 2001b, S. 39).

Diesem Engagement stand eine Gesellschaft gegenüber, deren Werte sich eher am Konsum ausrichteten. Die Unterhaltungsmedien sowie die kommerzielle Werbung gewannen an Bedeutung und das Streben nach individueller Selbstentfaltung wurde zum gesellschaftlichen Konsens (Schildt 2001b, S. 42). Somit bestätigte sich die Tendenz der Orientierung der Gesellschaft am Konsum, welche von kritischen Zukunftsforschern vorhergesehen wurde. Diese gesellschaftliche Entwicklung brachte ein Mehr an umwelttechnischen Problemen wie Immissionen und Abfall mit sich sowie einen steigenden Energiebedarf. Und sie benötigte vor allem eines, um den Konsum bezahlen zu können: Wohlstand.

---

[180] Mehr Informationen über die Wirkungen von Schwefeldioxid sind der Seite des Bundesumweltamtes zu entnehmen: https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick/schwefeldioxid (zuletzt geprüft: 17.09.2022)

[181] Größter anzunehmender Unfall (GAU)

[182] Listen der in Betrieb gegangenen und gestoppten Kernkraftwerke in Deutschland sind Wikipedia zu entnehmen. https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Kernreaktoren_in_Deutschland (zuletzt geprüft: 17.09.2022)

8.2.3.2. Die Verflechtung der sozialen Systeme am Beispiel Kernkraft

Das erste dazu herangezogene Filmdokument ist das Video *Proteste in Brokdorf 1977* (Redakteure ARD Tagesschau 1977). Es erlaubt einen guten Einblick in die Abhängigkeiten technischer Großprojekte zu verschiedenen sozialen Systemen und die damit verbundenen Problemstellungen. Zugleich ist es ein Paradebeispiel für das Aufeinandertreffen verschiedener Interessensgruppen.

Brokdorf, eine Gemeinde in Schleswig-Holstein, bekam in den 1970er und 1980er Jahren besonders viel Aufmerksamkeit durch die Massenmedien. Diese stand im Zusammenhang mit dem Bau eines Kernkraftwerkes, welches durch Demonstrationen, die teilweise eskalierten, verhindert werden sollte. Im Jahr des hier untersuchten Berichts war der Bau bereits begonnen worden, obwohl erst 1977 eine atomrechtliche Teilgenehmigung ausgesprochen wurde. In der Hoffnung den Bau des Kernkraftwerkes verhindern zu können, richtete sich „*organisierter Bürgerunmut“* (a.a.O.; 00:00:06), gegen diese Genehmigung mit dem Ziel der Rücknahme dieses Gesetzes. In der vorliegenden Die zunächst friedlichen Demonstrationen über mehrere Tage skalierten, was hier übergangen wird.

Von Interesse ist es aber, dass sich in dieser Zeit allgemein Klagen gegen Kernkraftwerke häuften, die zumindest befristet Erfolg hatten. *„Ausbaustopp wegen mangelnder Entsorgungseinrichtung, Hinweise auf nicht einzuschätzende Sicherheitsrisiken führen zur Aufhebung von Baugenehmigungen“ (a.a.O., 00:02:02 -00:02:10)* und verzögern die Bauvorhaben. Der Hinweis auf die Einschätzung von Sicherheitsrisiken verweist auf das Problem solcher Großprojekte. Für Sachverständige ergibt sich häufig ein berufsethischer Konflikt aus der Konkurrenz zwischen den beiden Werten Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. Dies erklärt nach Ansicht der Verfasserin, warum sich bei der juristischen Überprüfung von Gutachten Lücken auftun können. So wie damals bei den Baugenehmigungen für Kernkraftwerke. Wie es dem Video zu entnehmen ist, führten die Klagen derzeit zu einer Ministerpräsidentenrunde unter der Leitung des damaligen Bundeskanzlers Schmidt. Dort sollten allgemeine Lösungen gefunden werden, um *„trickreiche Einzelaktionen“ (a.a.O., 00:02:48)* zu beenden. Welche Tricks angewandt wurden bleibt offen, jedoch weist der vorzeitige Baubeginn in Brokdorf ohne vorliegende atomrechtliche Genehmigung darauf hin, dass darauf gehofft wurde, ein bestehendes Bauprojekt nicht mehr abzusagen. Auch in Brokdorf musste *„vor allem in der Entsorgungsfrage […] eine Lösung gefunden werden“ (a.a.O., 00:02:50 -00:02:52).* Obwohl diese Frage bis heute noch nicht zufriedenstellend gelöst ist, konnten mehrere Kernkraftwerke gebaut werden, wenn auch lange nicht so viele wie geplant. Als Lösung für die Entsorgung wurde der Vorschlag des niedersächsischen Ministerpräsidenten Albrecht angenommen, eine Wiederaufbereitungsanlage und ein Endlager in Gorleben zu bauen *(a.a.O., 00:03:00 -00:03:10).* Auch wenn sich Ende der 1970er Jahre die Mehrheit der deutschen Bevölkerung gegen den Neubau von Atommeilern aussprach *(Schildt 2001b, S. 39) ,* konnten sich doch politische und wirtschaftliche Interessen durchsetzen. Dies belegt dieser Filmbericht über eine Großveranstaltung des Deutschen Gewerkschaftsbundes DGB im Dortmunder Fußballstadion. Der Bau von Kernkraftwerken sei wichtig für Arbeitsplätze, wurde dort durch die Gewerkschafter betont. Ein Argument, das sich die Gesellschaft wohl nicht leisten kann zu überhören *(a.a.O., 00:04:02 - 00:04:07).*

8.2.3.3. Diskussion dieser Beobachtungen

Die Inhalte dieser Filmdokumente zeigen Interessen verschiedener sozialer Systeme auf, die durchaus in Konkurrenz zueinander stehen. Politiker sahen in der Atomkraft einen Ausweg aus der Abhängigkeit der Öl importierenden Länder und versprachen sich eine deutliche Verbesserung der Luftqualität. Teile der Gesellschaft schätzten die Risiken der Atomkraft für Mensch und Umwelt als zu hoch ein, sodass sie von ihnen nicht als Lösung für diese Probleme gesehen wurden. Ein anderer Teil sah die Atomkraftwerke mit Arbeitsplätzen verbunden und damit mit Wohlstand. Bis es tatsächlich zu größeren Atomunfällen kam, hatten die Atomkraftbefürworter einen längeren Arm.

In der Nennung der sozialen Systeme fehlen aber die Hauptakteure, die auch im Video nicht genannt werden. Die Ingenieurinnen und Ingenieure, die das Kernkraftwerk planten, die Sicherheitsprüfungen durchführten und später für Bau, Inbetriebnahme und Betreiben der Kraftwerke zuständig sind. Vor allem diejenigen, die für die Sicherheitsprüfungen zuständig sind, haben gerade in Bezug auf Atomkraft mit einem besonderen Problem zu kämpfen. Sicherheit kann nur abgeschätzt werden und ist an Erfahrungswerten ausgerichtet. Es sind aus heutiger Sicht eher zufällige Szenarien wie menschliches Versagen, Naturgewalten oder Krieg[183], welche die Sicherheit eines Kernkraftwerkes beeinträchtigen können. Eher abzuschätzen und auch dauerhaft zu überprüfen ist das Verhalten der technischen Funktionssysteme und der Baumaterialien.

Bei einer Sicherheitsprüfung kann für Ingenieurinnen und Ingenieure ein Dilemma entstehen. Es sind Unternehmensinteressen oder auch politische Interessen gegen die Sicherheit der Bevölkerung abzuwägen. Diese Entscheidungen können durchaus auch mit einem Arbeitsplatzverlust verbunden sein, wie es in einem Fallbeispiel von Ropohl aus dem Bereich der Kernkraftwerke in den Ethikmaterialien für Lehrende dargelegt wird (Wörz 1997). Nicht nur Ingenieurinnen und Ingenieure aus dem Bereich der Sicherheitsprüfung können unter diesem Dilemma stehen. Ropohl weist an anderer Stelle darauf hin, dass für Ingenieurinnen und Ingenieure auch unter Einhaltung aller Regeln, Normen und Gesetze, deren Kenntnis voraussetzend für Ingenieurstätigkeiten ist, derartige Situationen entstehen können. Dann sind sie zu berufsethischem Handeln aufgefordert, welches aber die Unterstützung von außerhalb benötigt. Wenn diese nicht gegeben sind, könne man *„sich Appelle an die Ingenieurethik sparen“* (Rophol 2009b, S. 52). Dies setze aber ein *„sozialphilosophisches Problembewusstsein“* (ebd.) voraus, das nicht gegeben sei. Die Verfasserin ist sehr geneigt, dem zuzustimmen. Sie sieht deshalb die Aufgabe der Erziehungswissenschaften darin, Grundlagen zu entwickeln, die ein solches Problembewusstsein in den verschiedenen Bildungsabschnitten der Bevölkerung stärken kann.

8.2.4. Änderungen in der Energiepolitik in den 2010er Jahren

Zwischen den Darstellungen der 1970er und 1980er Jahre und den 2010er Jahren klafft eine Lücke von ca. 20 Jahren. Wie die Ergebnisse der quantitativen Untersuchung zeigen, werden in dieser Zeit wenige Inhalte in Bezug auf Technik in den ARD-Jahresrückblicken angeboten. Die Darlegung der Untersuchung der Filmdokumente wird auch mit diesem Abschnitt abgeschlossen, da die Verfasserin aus weiteren Untersuchungen keine

[183] Auch hier kann der Krieg in der Ukraine, welcher im Februar 2022 nach lang anhaltenden Konflikten ausgebrochen ist. Hier werden Kernkraftwerke gezielt zur Bedrohung der ukrainischen Bevölkerung und als Drohmittel gegen Unterstützer eingesetzt. Da die Auswirkungen einer gewollten Zerstörung nicht lokal sein werden, ist dies ein wirkungsvolles Mittel.

weiterführenden Ergebnisse mehr erkennen konnte. Doch sollen noch zwei Auffälligkeiten der 2010er Jahre in Bezug auf die Energieversorgung und Klimapolitik angerissen werden.

Nachdem Tschernobyl keinen Ausstieg aus der Kernkraft nach sich zog, fand die Geschichte der Kernkraft in Deutschland ihr vorläufiges Ende 2011. Ein weiterer GAU in einem Atomkraftwerk in Fukushima, Japan löste dieses aus. Der GAU wurde durch einen Tsunami ausgelöst, dem die Technik nicht standhalten konnte. Dieser Katastrophe erfolgte im Mai 2011 die Ankündigung des Bundeskanzleramtes, dass Deutschland aus der Atomkraftversorgung aussteigen möchte (Redakteure ARD Tagesschau 2011, 00:12:32). Wie Caren Miosga in der Einleitung zum Bericht über die Auswirkungen der Katastrophe ausdrückte, *„trauten viele ihren Ohren nicht“* (a.a.O.: 00:12:35), als sie von diesem Ausstieg erfuhren. Insbesondere die Betreiber und Mitarbeiter der Kraftwerke.

Einige auch deshalb, weil sie im Gegensatz zu den Atomkraftgegnern in der Atomkraft eine umweltfreundliche Möglichkeit sehen, den immensen Strombedarf der Industrieländer zu decken. Denn der Ausstieg aus der Atomkraft verläuft parallel mit der Abkehr der Nutzung fossiler Brennstoffe. Diese Abkehr fordern seit Herbst 2019 vor allem auch Jugendliche der Friday for Future Bewegung, die durch Greta Thunberg in Gang gesetzt wurde. Es ist zu großen Teilen diesen Jugendlichen zu verdanken, dass das Thema Klimaschutz in der Bevölkerung Aufmerksamkeit bekam. Die bekannte Ansprache Thunbergs vor der Generalversammlung der Vereinten Nationen wird in Teilen im Video des ARD Jahresrückblicks verzeichnet (Redakteure ARD Tagesschau 2019, 00:26:30-00:27:12).

8.2.4.1. Fazit aus den Beobachtungen der dargelegten Fälle

Wertet man diesen Rückblick auf die Geschichte der nuklearen Energieversorgung nach Ropohls Regeln einer Minimalmoral aus, wie sie in Abschnitt 3.3.2 vorgestellt wurden, so stellt man spätestens nach dem Unfall von Tschernobyl fest, dass auch diese Regeln schnell übergangen werden. Und zwar dann, wenn die Interessen einer Gesellschaft, deren Wohlstand auf einer auf Wachstum angelegten Wirtschaft beruht, gestört werden. Nach diesem Unfall, der noch immer Nachwirkungen auf die Gesundheit der Betroffenen hat, hätte nach diesen moralischen Regeln weltweit aus der Kernenergie ausgestiegen werden müssen. Es werden jedoch weiterhin Risiken in Kauf genommen, deren Auswirkungen im Falle eines technischen Versagens nicht nur in der unmittelbaren Umgebung, sondern weit über die Landesgrenzen hinaus zu spüren sind. Der Schutz des menschlichen Lebens und der Gesundheit wird zweitrangig. Das soziale System der Gesellschaft nimmt diese Risiken bewusst in Kauf, wie Beck es im Jahr der Atomkatastrophe beschreibt (Beck 1986). Die Kritikpunkte, die sich aus dem SPIEGEL Artikel der 1970er Jahre erkennen lassen, gelten deshalb auch in den nachfolgenden Jahren und sie ist aktueller denn je.

Die vorliegende Arbeit betrachtet systemische Zusammenhänge. Doch verlässt man die Systemebene, so wie es Greta Thunberg in ihrer Ansprache vor der Generalversammlung der Vereinten Nationen macht, steht einem individuelles Leid vor Augen. Mit dem Wissen um die Auswirkungen von Tschernobyl steht die Gesellschaft spätestens seit Fukushima in der Schuld des Nichthandelns, betrachtet man es unter den philosophischen Regeln Hannah Arendts (vgl. Abschnitt 3.3.2). Nun hat sich in Deutschland nach der Katastrophe in Fukushima eine bemerkenswerte Wende vollzogen, und das *„atomare Experiment [wurde] im breiten gesellschaftlichen Konsens“ (Uekötter 2022, S. 21)* vorerst beendet. Im Gegensatz zur Katastrophe in Tschernobyl fand diese in einem hochtechnisierten Land statt, sodass eher Parallelen zu Deutschland gezogen werden können. Der Schock saß so

tief, dass es möglich war, trotz des immensen Energiebedarfs einen Ausstieg einzuleiten. Es gelang, was Atomkraftgegner, ihre Befürworter und auf politischer Ebene die Grünen in zwei Jahrzehnten nicht erreichen konnten (a.a.O., S.25). Die Problematik kritischer Technologien zeigt sich deutlich im Fall der Kernkraft: Sind sie erst einmal eingeführt, sind sie nur schwer wieder rückgängig zu machen.

Für Ingenieurinnen und Ingenieure könnten diese Überlegungen zu der moralischen Fragestellung führen, ob sie an einer solchen risikobehafteten Technologie mitarbeiten wollen, wenn sie sich der Gefahren für die Bevölkerung bewusst sind. Bei Technik besteht immer die Möglichkeit eines unvorhergesehenen Versagens, das Gefahren für die Nutzer mit sich bringt. Diesen könnte man sich durch Nichtnutzen entziehen. Im Gegensatz dazu sind *„Risiken immer an menschliche Entscheidungen gebunden“* (Raupp 2022, S. 13) und betreffen im Falle des Eintretens viele Menschen.

Diese Fragen zu beantworten bedarf es einer Kenntnis ethischer Grundsätze, der Fähigkeit zur Reflexion und Freiheit in der Entscheidungsfindung, wie es in Kapitel 3 dargelegt ist. Doch wie es die Untersuchung der Studienpläne des Fallbeispiels in Kapitel 7 zeigt, werden diese Fähigkeiten zumindest im Studium der Energietechnik an der Fachhochschule Karlsruhe nach 1987 nur wenig gefördert. Denkt man an die ebenso dargelegten andauernden Forderungen nach Ethik in den Ingenieurwissenschaften, dürfte das nicht nur in der Energietechnik und nicht nur in Karlsruhe so sein.

Nicht nur Ingenieurinnen und Ingenieure sollten Risiken richtig einschätzen können, um entsprechend ihrer Reflexionen zu handeln. Auch die Gesellschaft sollte in höherem Maß dazu befähigt werden. Deshalb sollte vor allem im Hinblick auf den Bereich der Risiken mehr Aufklärung betrieben werden, wie es auch bei Raupp als ein Ansatz zur Risikokommunikation dargestellt wird (Raupp 2022). In Abschnitt 2.6.1 wird auf die Veränderungen der gesellschaftlichen Kommunikation eingegangen. Die Bewertung von Risiken findet immer mehr auch in den sozialen Medien statt. Daher ist die Gesellschaft nicht nur auf zuverlässige Informationen angewiesen. Sie muss diese auch richtig interpretieren können. Im Falle technischer Risiken setzt das eine gute technische Bildung der Bevölkerung voraus. Ingenieurinnen und Ingenieure können dazu beitragen, indem sie ihr Wissen an die Gesellschaft weitergeben und so die Demokratisierung der Technik fördern.

9. Zusammenfassung und Konklusion

Aus den Ergebnissen der Studie lassen sich die beiden in Kapitel 4 formulierten Hypothesen nur in Teilen bestätigen. Die Verflechtungen der sozialen Systeme auf der Handlungsebene ist zu groß, um über die Gestaltung der Studienpläne eindeutige Aussagen zum Paradigma der Ingenieurwissenschaften zu treffen. Die Hochschullehre kann nicht losgelöst vom Organisationssystem der Hochschule und von den politischen Rahmenbedingungen beurteilt werden. Wie in Kapitel 6 erläutert, sind es in hohem Maße die Gestaltungselemente der Organisationssysteme, die den Inhalt der Studiengänge beeinflussen. Die Vielzahl der Aufgaben der Mitglieder einer selbstverwalteten Hochschule wirkt vor allem auf das Gestaltungselement Innovation in der Lehre ein.

In den klassischen ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, in deren Vertretung die Elektrotechnik hier steht, erfolgt Innovation in der Lehre vor allem durch die Anpassung der Inhalte an den Stand der Technik. Eine grundlegende Reform der Lehre, die auch von den Fachverbänden immer wieder gefordert wird, findet jedoch nicht statt. Wie in Abschnitt 6.4 erläutert, ist es vor allem der Zeitfaktor, der alle Mitglieder des Organisationssystems daran hindert, sich gemeinsam intensiv mit didaktischen Innovationen zu beschäftigen, die der Bildung zur Verantwortung förderlich wären.

In den Ingenieurwissenschaften können didaktische Innovationen aber doch durch den vorherrschenden Denkstil verhindert werden. Die geringe Wertschätzung gegenüber dieser Wissenschaft wird in ebenfalls in Abschnitt 6.4 dargelegt.

Wie es in Abschnitt 6.3 dargelegt werden die Inhalte eines neu geplanten oder überarbeiteten Studiengangs nicht allein durch die Fachwissenschaften festgelegt. Das Verständnis des Studiums als Berufsausbildung stellt automatisch die Nähe zur Wirtschaft her. Zu Beginn des Untersuchungszeitraums ist es nur der Blick auf die regionalen Unternehmen, in welchen Praktikumsplätze und Abschlussarbeiten für die Studierenden gefunden werden müssen, wie in Abschnitt 7.1 dargestellt. Mit der Einführung eines Qualitätsmanagements sind Mitglieder aus den Organisationssystemen der Wirtschaft Teil der personellen Infrastruktur und stimmen sich in Gremien mit den Fakultäten über die Inhalte des Studiums ab. Mit dem Fokus auf die Wirtschaft entsteht Bias, die Vernachlässigung der Bedarfe weiterer Teile der Gesellschaft. Diese Vernachlässigung wird auch in den Berichten der Massenmedien thematisiert, wie es in den Abschnitten 8.2.1.2 und 8.2.3.2 dargelegt wird. Dort werden die unterschiedlichen Ziele von Politik und Wirtschaft im Vergleich zur Gesellschaft bemängelt. Doch zeigt es sich auch in Abschnitt 8.2.3.2, dass diese Aussage durchaus nicht für die Gesamtbevölkerung zu treffen ist. In der Konkurrenz der unterschiedlichen Werte siegt meist der Bedarf nach Wohlstand gegenüber dem der Gesundheit von Mensch und Umwelt.

Aus den Untersuchungen der alltagsweltlichen Kommunikation in den Massenmedien lässt nur ein geringes Interesse der Gesellschaft an technischen Themen erkennen. Hier wurde zwar nur ein minimaler Ausschnitt des immensen Angebots der Fernseh- und Printmedien untersucht. Das untersuchte Nachrichtenformat ARD-Jahresrückblick hat jedoch den Anspruch, darzustellen, welche Themen im Laufe des Jahres für die Gesellschaft von Bedeutung waren. Vor allem den quantitativen Untersuchungen in Abschnitt 8.1 ist es ist zu entnehmen, dass über Technik ohne Zusammenhang zu kritischen Themen nicht berichtet wird. Auch wurde, bis auf die Ausnahme des in Abschnitt 8.2.1.2 Filmdokuments, in keinem Video auf diejenigen Bezug genommen, welche das System Technik grundlegend

gestalten: die Ingenieurinnen und Ingenieure. Aber auch in diesem Video wurde ihnen nicht die Verantwortung für die Folgen von Technik zugesprochen.

Aus diesen Beobachtungen lässt sich schließen, dass es nicht die alltagsweltliche Kommunikation ist, die Änderungen in den Curricula der Ingenieurwissenschaften verursachen. Dies wird auch durch die Untersuchung der Dokumente der Hochschule Karlsruhe verdeutlicht. Die Etablierung nichttechnischer Inhalte in den Studienplänen des Fallbeispiels bis Mitte der 1980er Jahre war vor allem historisch begründet. Die Integration des Pflichtfaches *Gesellschaft und Technik*, welche durch den Fachbereich Sozialwissenschaften angeboten wurde, hatte eher historische Gründe, wie es in Abschnitt 7.3 dargelegt ist. Da in den 1970er und 1980er Jahren die Umweltverschmutzung deutlich sichtbar war, dürfte darin der Grund liegen, dass sich dieses Fach halten ließ. In dieser Zeit gab es insgesamt mehr verpflichtende Angebote von Fächern außerhalb des MINT-Bereichs, wie den Abschnitt 7.2.2. und 7.3 zu entnehmen ist. Im Laufe der 1990er und 2000 Jahre veränderte sich Lehre insofern, dass der Kompetenzbegriff Einzug hielt, wie es ebenfalls in Abschnitt 7.3 dargestellt ist. Der Fachbereich Sozialwissenschaften löste sich auf und wurde durch das Studium Generale abgelöst. Studierende stehen nun einem übermäßig großen Angebot an Fächern gegenüber, die sie Wahl- oder als Wahlpflichtfach belegen können. Das große Angebot stellt für die Studierenden eine gute Möglichkeit dar, ihre Allgemeinbildung zu fördern. Doch geben die vollen Stundenpläne sowie das anspruchsvolle Studium der Ingenieurwissenschaften nur wenig Freiraum diese Angebote zu nutzen, wie es in Abschnitt 7.2.2. dargelegt ist. Die Semesterwochenzahl hat sich zwar mit Einführung des Bachelorstudiengangs deutlich gesenkt, doch sind dabei Tutorien nicht erfasst, die seitdem angeboten werden. Der Verweis auf das Studium Generale kann keinesfalls eine Bildung zur Verantwortung ersetzen.

Diese wurde aber Ende der 1980er Jahre, nach den Eindrücken der großen Umweltkatastrophen der vergangenen Jahre (vgl. 8.2.3.1), politisch gefordert. In Baden-Württemberg führte dies zur Gründung des Referats für Technik- und Wissenschaftsethik (rtwe), welches an der Fachhochschule Karlsruhe angesiedelt ist. Es bietet für Studierende und Lehrende freiwillige Angebote zur Ethik. Diesbezügliche Fortbildungen für Lehrender gehörte zu den damaligen Forderungen der Politik, die bisher nicht aufgehoben wurden. Die Angebote des rtwe hätten leicht auch als Pflichtfach in die Curricula Einzug nehmen können. Dass dies im Fallbeispiel trotz großer Umweltkatastrophen seit den 1990er nicht der Fall war, kann einerseits dem Denkstil der Wissenschaft zugeschrieben werden. Doch blickt man auf die Veränderungen in der Gesellschaft, deren Werte sich deutlich verschoben haben, wie es aus den Inhalten der Untersuchung der Massenmedien zu entnehmen ist, könnte man dies auch als Zeitgeist interpretieren. Dadurch nähme die Kommunikation der Gesellschaft dann doch Einfluss auf die Ingenieurwissenschaften nimmt. Die Aussicht auf einen gesicherten Arbeitsplatz steht auch im Studium der Ingenieurwissenschaften an oberster Stelle (vgl. Abschnitt 6.3).

IV. Handlungsempfehlungen

10. Anstoß von Reformen durch Interventionsmaßnahmen

10.1. Basis

Durch die vorangegangene Studie sowie die vorgestellten Theorien konnte gezeigt werden, wie vielfältig die Probleme der technischen Bildung sind. Die untersuchten Stundentafeln der Fallstudie weisen auf eine verengte Sicht der Ingenieurwissenschaft Elektrotechnik auf die Technik hin, die der Vielfalt der gesellschaftlichen und beruflichen Aufgaben nicht gerecht wird. Es wurde weiter dargelegt, dass die Gestalt eines Studiengangs nicht allein auf das Paradigma der vertretenen Wissenschaft zurückzuführen ist. Es sind vor allem die Eigenheiten der Hochschulorganisation, die eine grundlegende Reform der inhaltlichen und didaktischen Ausrichtung der Studiengänge verhindern. Hier wurde die Ressource Zeit als ein grundlegendes Problem für alle Mitglieder des Organisationssystems genannt.

Das Fehlen dieser Ressource fördert das Festhalten an historischen Gegebenheiten und am Denkstil der Mitglieder des Fachbereichs. Dies führt zu einem konzeptionellen Konservatismus, der zusätzlich zu den systemischen Problemen der Organisation einem weitreichenden Wandel im Wege steht. Die in diesem Kapitel formulierten Handlungsempfehlungen verzichten auf hochschulpolitische Empfehlungen und konzentrieren sich auf Maßnahmen, die Lehrinhalte und Lehrmethoden betreffen. Aus dieser Perspektive sind zwei Hauptaufgaben zu lösen, um eine Erziehung zur Technikverantwortung in der Elektrotechnik zu initiieren. So vorzugehen, dass die Ressource Zeit der verantwortlichen Lehrenden möglichst geschont wird und gleichzeitig den Wandel durch einen systemübergreifenden Ansatz zu fördern.

Ein solcher systemübergreifender Ansatz wird von Susanne Ihsen (Ihsen 1999) vorgestellt. Er basiert auf einem Interventionskonzept, bei dem das zu verändernde System, in diesem Fall ein Fachbereich einer Universität, so gestört wird, dass ein autopoietischer Systemwechsel stattfindet. Der Ansatz von Ihsen basiert auf der Einführung einer Interventionspartei als weiteres Gestaltungselement des Fachbereichs. Die Interventionspartei spiegelt eingeschränkte Sicht des Organisationsystem wider. Damit sie dadurch Störung verursachen kann, muss die Interventionspartei die Umgebung aus einer anderen Perspektive betrachten als das System selbst. Deshalb sei es nach Ihsen wichtig, dass die Interventionspartei zwar an der Hochschule verortet ist, aber nicht dem Fachbereich selbst angehört. Ihsen sieht die Aufgabe der Interventionspartei darin (Ihsen 1999, S. 78-97):

- Eigene Beobachtungen in den Fachbereich zu spiegeln.
- Veränderungsprozesse prozessbegleitend zu evaluieren.
- *„“Pforten“ [zu] finden [indem] […] hemmende und fördernde Kräfte identifizier[t]“ (a.a.O., S. 79)* werden.
- Konflikte wahrzunehmen und auszuräumen.
- Systemische Reflexionsprozesse anzuregen.
- Bei der Konsolidierung der Maßnahmen zu unterstützen.
- Reformen als Transferleistung in die Gesellschaft zurück zu spiegeln.

Die von ihr vorgestellten Projekte wurden fortlaufend evaluiert und prozessbegleitend die durch die Intervention ausgelösten Konflikte ausgeräumt.

Die folgende Abbildung 10-1 legt das Interventionskonzept dar, welches für die Handlungsempfehlungen genutzt wird. Darin wurde Abbildung 6-1 um die Interventionspartei erweitert, welche die Gesellschaft auf einen Reformbedarf in den Ingenieurwissenschaften beobachtet. Wie die vorliegende Studie zeigt, ist die Beobachtung der Alltagskommunikation nicht sinnvoll. Wohl aber die Beobachtung anderer Organisations- und Funktionssysteme, die sich mit Reformanforderungen der Gesellschaft auseinandersetzen. Diese Beobachtungen können mit der Beobachtung der Lehre an anderen Hochschulen einhergehen. So können die Ergebnisse von Leuchtturmprojekten sowie externe Lehrmaterialien und didaktische Konzepte in das System, in dem die Intervention stattfindet, gespiegelt werden. Ebenso können nach erfolgreichen Interventionsmaßnahmen das generierte Material und Wissen in die Gesellschaft gespiegelt werden. Haben Absolventen an den Interventionsmaßnahmen teilgenommen, sind sie Träger eines veränderten Paradigmas nach dem Verständnis der Verfasserin ebenfalls als Output zu verstehen.

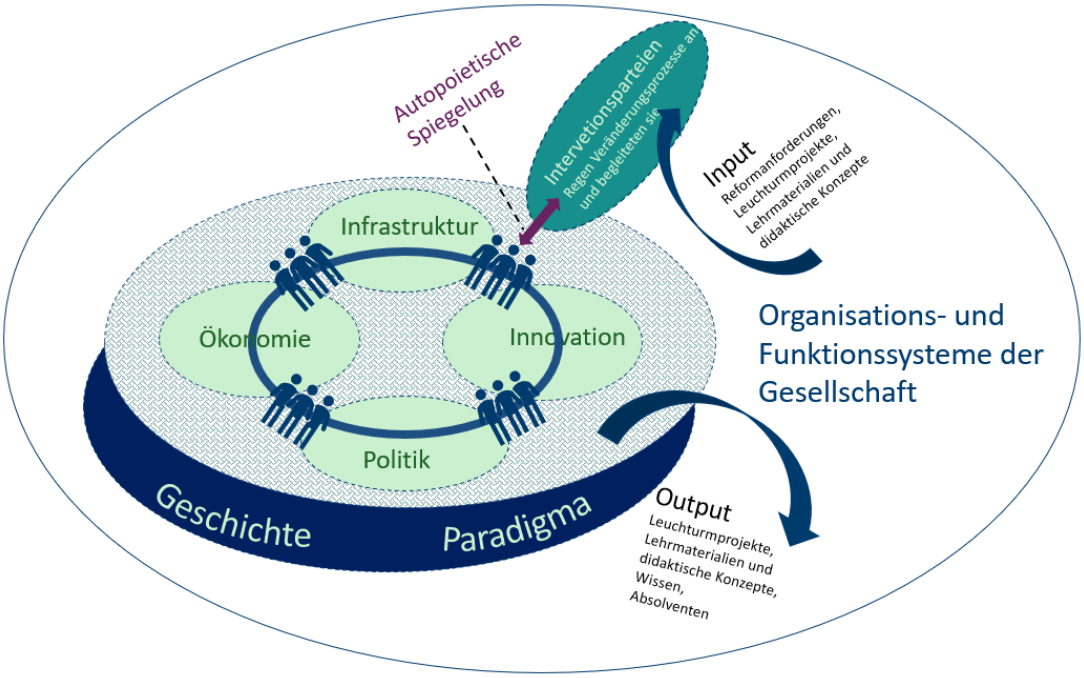


Abbildung 10-1: Anregung eines Reformprozesses durch Intervention.

Eigene Darstellung angelehnt an (Ihsen 1999, S.55 und 81). Über eine Interventionspartei werden Anforderungen der Gesellschaft in das Organisationssystem hineingespiegelt. Die Umsetzung von Interventionsprozessen soll zu einer autopoietischen Systemveränderung führen.

Die folgenden Handlungsempfehlungen gehen von einem solchen Interventionskonzept aus. Aufgrund des Mangels an personellen Ressourcen ist er jedoch im Vergleich zu dem von Ihsen beschriebenen Ansatz sehr begrenzt. Dies macht es jedoch möglicherweise leichter auf andere Organisationssysteme übertragbar. Der vorgeschlagene Interventionsprozess hat seinen Schwerpunkt nicht auf der Evaluierung und Prozessbegleitung, sondern auf der Erprobung von Lehrkonzepten. Um dies überhaupt möglich zu machen, ist eine der beiden anschließend vorgestellten Interventionsparteien nur in Teilen vom Organisationssystems des Fachbereichs losgelöst, was von der durch Ihsen formulierten Bedingung abweicht.

Die Erarbeitung und Erprobung des Konzepts wurde durch Fördermittel des Bundes und der Länder, insbesondere durch das Land Baden-Württemberg ermöglicht. Über diese Drittmittel konnten zwei Interventionsparteien eingerichtet werden, die Hand in Hand arbeiten und hier kurz vorgestellt werden.

Mittel aus dem Bund-Länder Programm *Qualitätspakt Lehre* ermöglichten das Projekt SKATING (Studienreformprozess Karlsruhe zur Transformation des Ingenieurstudiums), welches heute als *Zentrum für Lehrinnovation* an der Hochschule Karlsruhe verstetigt ist. Die Aufgaben des Zentrums decken sich mit denen einer Innovationspartei ab. Es werden in Zusammenarbeit mit weiteren Einrichtungen und Hochschulmitgliedern *„Prozesse zur Qualitätsentwicklung in Studium und Lehre sowie zum Wandel der Lehr-/Lernkultur angebahnt, begleitet und verstetigt“*, wie es der Beschreibung ihrer Website zu entnehmen ist. [184] In der Beschreibung der nachfolgenden Handlungsempfehlungen wird das Zentrum für Lehrinnovation nicht mehr genannt. Doch ist es die Stelle, welche hauptsächlich die Beobachtungen in die Gesellschaft mit dem Fokus auf Didaktik und Lehre macht. Über einen engen Austausch können diese Beobachtungen über die Interventionspartei H.ErT.Z in das Organisationssystem der Fakultät Elektro- und Informationstechnik (EIT) gespiegelt werden.

Über die Beratung durch ehemalige SKATING Mitarbeiter wurde es der Fakultät EIT zudem ermöglicht, Fördermittel des Landes Baden-Württemberg aus den Förderlinien *Wissenschaft Lehren und Lernen* (WILLE) sowie *Lehr-Lern-Labore* zu bekommen. Darüber konnte das Hochschuloffene Elektrotechnik-Zentrum H.ErT.Z eingerichtet werden. Dieses ist organisatorisch an der Fakultät verortet, verkörpert aber eine zentrale Einrichtung der Hochschule. Das H.ErT.Z-Zentrum ist aufgrund seiner Nähe zum Fachbereich kein idealer Interventionspartner, da der Spielraum dort nicht beliebig sein kann.

Ein Argument, das für eine Verortung spricht, sollte jedoch nicht ignoriert werden. Die Autorin ist als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik berechtigt, sich in den Fakultätsrat wählen zu lassen. Dies ist ihr auch gelungen. Die Fakultätsratssitzungen bieten eine gute Gelegenheit, auf Probleme aufmerksam zu machen und dadurch Störungen zu verursachen. Ebenso können dadurch autopoietische Veränderungen im System erfasst werden.

Die Ziele des H.ErT.Z-Zentrums sind ebenfalls auf die Transformation von Lernen und Lehren ausgerichtet und stehen damit dem Zentrum für Lehrinnovation nahe. Die vorliegende Dissertation wurde der Autorin im Rahmen der Projektaktivitäten ermöglicht. Die Handlungsempfehlungen dokumentieren einen kleinen Ausschnitt aus dem Projekt H.ErT.Z, das inzwischen durch die Weiterfinanzierung durch das Land mit einer vollen Stelle an der Hochschule verankert ist. Aus diesen Gründen können die Interventionsprojekte in Zukunft weiter ausgebaut sowie Möglichkeiten zur Evaluation und Dokumentation gesucht werden. Alle aus den Interventionsmaßnahmen entwickelten Lehrkonzepte- und unterlagen werden zukünftig als Open Educational Ressource der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Das Projekt H.ErT.Z basiert auf der Grundidee, Studierenden die Möglichkeit zu geben, sich der Elektrotechnik auf verschiedenen Wegen zu nähern. Darüber hinaus zielt es darauf ab, Lehrkräften didaktisch gut aufbereitete Materialien und Konzepte zur Verfügung

[184] Diese ist unter https://www.h-ka.de/zentrum-fuer-lehrinnovation/projekte/projekt-skating zu erreichen. (zuletzt geprüft:18.09.2022)

zu stellen. Das Projekt ist bereits auf der zugehörigen Internetplattform H.ErT.Z-online [185] sowie in einigen Veröffentlichungen beschrieben. Eine Liste über die Präsentationen und Veröffentlichungen zum Projekt ist dem Anhang zu entnehmen.

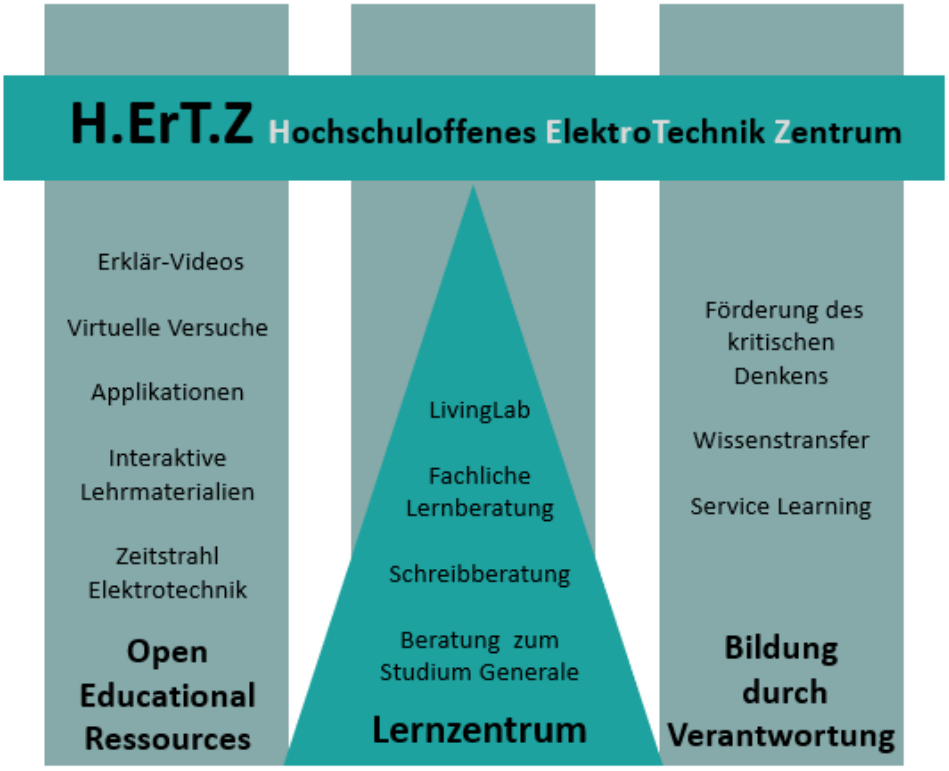


Abbildung 10-2: Die drei Säulen des Hochschuloffenen Elektrotechnikzentrum H.ErT.Z.
Eigene Darstellung der Angebote dieser Einrichtung an der Hochschule Karlsruhe.

Das H.ErT.Z Zentrum steht auf drei Säulen, die in obiger Abbildung 10-2 dargestellt sind. Das zentrale Angebot *Lernzentrum* richtet sich in erster Linie an Studierende. Sie finden dort Beratung für ihr selbstorganisiertes Lernen nach dem Prinzip der minimalen Hilfe (Aebli 1976). Das Lernzentrum orientiert sich in erster Linie an den Bedürfnissen der Studierenden im Grundstudium und steht allen Studierenden der Hochschule Karlsruhe zur Verfügung. Zu den Angeboten gehören neben Beratungen zu elektrotechnischen Inhalten eine Schreibberatung sowie Beratungen zum Studium Generale. Ein wichtiger Bestandteil des Lernzentrums ist das Experimentierlabor *LivingLab*, in dem Elektrotechnik-Studierende aller Semester frei experimentieren oder ihre Projektarbeiten vorbereiten können. Es dient aber vor allem dazu, in der Beratung erkannte Fehlkonzepte auszuräumen. Das Labor wird zudem für Schulprojekte genutzt.

Die im Rahmen des Projekts erstellten Lehrmaterialien zu den Grundlagen der Elektrotechnik sind als Open Educational Resources (OER) auf der Plattform *Hertz-online* öffentlich zugänglich. Die Unterrichtsmaterialien werden bundesweit sowohl von Studierenden als auch von Lehrkräften genutzt, wie die hohen Downloadzahlen belegen. Zum Angebot gehören neben interaktiven Skripten und Übungsmaterialien auch Lehrvideos sowie Applikationen zu elektrischen und magnetischen Feldern. Außerdem gibt es eine Zeitleiste der Elektrotechnik, in der historische Entwicklungen der Elektrotechnik in den Kontext der

[185] Diese ist unter u https://www.eit.hs-karlsruhe.de/hertz/quicklink/startseite.html zu erreichen. (zuletzt geprüft:18.09.2022)

modernen Technik gestellt werden. Mit den OER-Lehrangeboten erfüllt die HKA das Nachhaltigkeitsziel 4, das eine hochwertige Bildung für alle fordert (Klischat 2022 in Veröffentlichung).

Wie es sich während der Untersuchung gezeigt hat, bieten die Projekt- und Praxisarbeiten gute Ansatzmöglichkeiten, einen mehrperspektivischen Blick auf die Elektrotechnik zu richten. Daher wird bei den Handlungsempfehlungen der dritten Säule besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Diese basiert seit Bestehen des H.ErT.Z Zentrums auf dem Anspruch, Bildung zur Verantwortung zu stärken.

Durch die Etablierung der geplanten sowie der bereits umgesetzten Maßnahmen wird erwartet, dass sich dauerhaft ein Paradigmenwandel im Studium der Elektrotechnik erreichen lässt. Da alle Ergebnisse und Lehrmaterialien veröffentlicht werden, wird entsprechend Abbildung 9-1 die Übertragung der Maßnahmen auf Studiengänge anderer Hochschulen erwartet.

An dieser Stelle soll nicht verschwiegen werden, dass die Interventionen erst durch den Anspruch einiger Lehrender der Fakultät, neue Impulse in der Lehre zu setzen, möglich wurden. Neben den Interventionsparteien war es vor allem der derzeitige Dekan der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Manfred Strohrmann, der die Beantragung und Einrichtung des Projektes vorantrieb. Die Erstellung der bis zum heutigen Zeitpunkt auf H.ErT.Z online eingestellten Lehrmittel erfolgte in einem Team aus Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern, zu welchem auch Strohrmann gehörte. Die Gesamtprojektleitung lag vor der Verstetigung in seinen Händen. Didaktisch steht das H.ErT.Z Zentrum unter der Leitung der Verfasserin.

Wie es sich aus diesen Beschreibungen erkennen lässt, benötigen Interventionen *„fördernde Kräfte“ (Ihsen 1999, S. 79)*, wie es durch Ihsen bereits betont wird. Diese zu finden wird hier als primäre Handlungsempfehlung für Interventionsprojekte verstanden, solange keine hochschulpolitischen Anweisungen für Reformen vorliegen.

Bei den folgenden Handlungsempfehlungen ist zudem zu beachten, dass eine Reform nur dann erfolgreich sein kann, wenn die Interventionsprojekte über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden können und die Interventionspartei personell gut ausgestattet ist. Ist dies nicht der Fall, sollte verstärkt auf Angebote bestehender Hochschuleinrichtungen zurückgegriffen werden. Wie in Abschnitt 7.3 erläutert, gibt es an der Fachhochschule Karlsruhe einige Angebote, die der Verantwortungsbildung förderlich sind. Die Handlungsempfehlungen orientieren sich daher an der Nutzung möglichst vieler Hochschulangebote und achten gleichzeitig auf die Nachhaltigkeit. Dennoch: Reformen und die Entwicklung einer guten Lehre benötigen vor allem eines - Zeit und Personal!

10.2. Handlungsempfehlungen

Aus den Einführungen sowie den Untersuchungen lassen sich im Wesentlichen drei Handlungsfelder erkennen, die einer Bildung zur Verantwortung im Kontext der ökologischen Folgen von Technik förderlich wären.

Handlungsfeld 1: Integration einer Bildung zur Verantwortung in die Studienpläne unter Berücksichtigung der gegebenen Ressourcen.

Handlungsfeld 2: Bildung zur Demokratie im Sinne Klafkis und Deweys.

Handlungsfeld 3: Eine von wirtschaftlichen Interessen losgelöste Öffnung der Organisationssysteme in die Gesellschaft.

Jede der anschließend vorgestellten Interventionsmaßnahmen hat ihren Schwerpunkt im Projektlernen. Die Maßnahmen lassen sich nicht nur auf größere Projekte und Abschlussarbeiten anwenden. Sie können auch für die Begleitung des Praxissemesters genutzt werden, sowie für kleine Erstsemester-Projekte. Bevor näher auf die Empfehlungen für die jeweiligen Handlungsfelder eingegangen wird, soll noch ein genereller Blick auf das Projektlernen geworfen werden.

10.2.1. Projektlernen als Förderung beruflicher Handlungskompetenzen

Wie die Untersuchung der Stundentafeln zeigt, findet das Projektlernen im Studiengang Energietechnik an der Fachhochschule Karlsruhe erst ab der Jahrtausendwende statt. Mittlerweile hat es sich dort, wie an vielen Hochschulen, neben den Laboren und der Praxistätigkeit etabliert. Wie in den Ingenieurwissenschaften üblich, wird das Projektstudium vor allem als *„Beitrag zur Steigerung der beruflichen Handlungskompetenz“ (Junge 2009)* sowie als Vorbereitung auf wissenschaftliches Arbeiten betrachtet. Dementsprechend sind die Formulierungen im aktuellen Modulhandbuch 2021 (Fakultät Elektro- und Informationstechnik 2021) der Fakultät EIT, die darauf hinweisen, dass während der Projektarbeit neben der Vertiefung der Fach- und Methodenkompetenz auch soziale Kompetenzen in Kooperation und Kommunikation sowie das wissenschaftliche Selbstverständnis entwickelt werden.

Junge fasst in seiner Dissertationsschrift die wichtigen Merkmale für projektorientiertes Lernen zusammen, wie sie durch verschiedene Autoren verstanden werden. Es lässt sich eine Grundstruktur erkennen, die sich in allen Vorstellungen von Projektlernen gleicht. Diese sind „*Themenfindung, Projektplanung, Projektdurchführung und Projektabschluss“* (Junge 2009, S. 13).

Nach Ansicht der Autorin lassen sich die vier Phasen auf drei reduzieren, da sie die Projektplanung und die Projektdurchführung als zusammengehörende kreative Handlungen versteht. Diese drei Phasen sind in Abbildung 10-3 zusammengefasst.

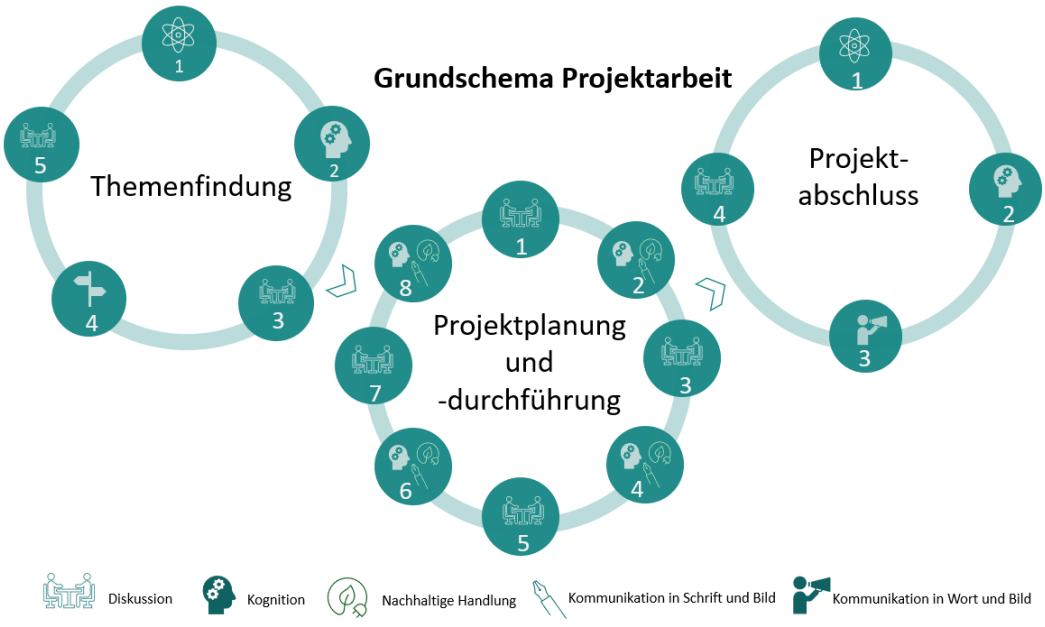


Abbildung 10-3: Die drei Phasen einer Projektarbeit

Eigene Darstellung des Grundschemas einer Projektarbeit mit dem Anspruch „Bildung zur Verantwortung“.

Die Projektarbeit hat jedoch ein weitaus größeres Potenzial als nur die Förderung berufsrelevanter Fähigkeiten. Dies zeigt sich beispielsweise in einer Spielart, dem Service Learning, welches später im Handlungsfeld 3 vorgestellt wird. Doch es gibt auch in üblichen Projektarbeiten die Möglichkeit, diese unter dem Kontext Bildung zur Verantwortung durchzuführen. In den Handlungsfeldern 1 und 2 werden nachfolgend diesbezügliche Interventionsmaßnahmen vorgestellt, welche bereits entwickelt aber noch nicht veröffentlicht wurden oder sich in Planung befinden.

10.2.2. Handlungsfeld 1

Unter Bezugnahme auf die Ergebnisse der Studie von Jörissen (Jörissen 2021), wird in Abschnitt 6.4 auf die positiven und negativen Einflüsse auf die Lehre im Organisationssystem der Hochschulen hingewiesen. Die Entwicklung einer didaktisch gut vorbereiteten Lehre, die eine Voraussetzung für eine Bildung zur Verantwortung ist, wird durch die hohe zeitliche Belastung in Lehre, Forschung und Verwaltung gehemmt. Dies verursache nach Jörissen ein Zurückgreifen auf vorhandenes Lehrmaterial, wenn ein Fach übernommen wird. Dies wirkt nach Ansicht der Verfasserin dann Veränderungen entgegen, wenn die Lehrunterlagen traditionellen Paradigmen anhängen.

Auf einer solchen Bereitschaft der Lehrkräfte, auf vorhandenes Unterrichtsmaterial zurückzugreifen, basiert die erste Handlungsempfehlung. Es stellt ein Konzept vor, das Lehrpersonen ohne weitere didaktische Fortbildungen anwenden können und das dazu dienen kann, die enge Sichtweise auf die Technik zu verändern. Es gilt dafür, eine Sammlung von Lehrmaterialien, eine Art "Interventions-Toolbox“, aufzubauen, die relativ einfach in vorhandene Lehrkonzepte übernommen werden können. Diese Toolbox befindet sich im Aufbau, aber das Konzept kann hier anhand verschiedener "Werkzeuge" erklärt werden. Es ist zu erwarten, dass die Impulse, die von diesen Werkzeugen ausgehen, über einen längeren Zeitraum in die Lehrpläne einfließen werden. Wie alle im Projekt entwickelten Lehrmittel ist es geplant auch diese Tools auf der H.ErT.Z-Plattform zu veröffentlicht.

Die zweite Phase, die Projektplanung und -durchführung, steht dem Handlungsfeld 1 am nächsten, da dort die an den Hochschulen vermittelten Fach- und Methodenkompetenzen Verwendung finden. Daher werden zunächst für diese Projektphase Vorschläge vorgestellt, welche der Bildung zur Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik dienen. Grundlage hierfür bilden die siebzehn Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen, zu deren Einhaltung sich auch die Bundesrepublik Deutschland verpflichtet hat[186].

An der Fakultät Elektro- und Informationstechnik in Karlsruhe hat sich für die Durchführung von Projekten eine Vorgehensweise etabliert, die sich an die Methode Design for Sigma des Qualitätsmanagements in Unternehmen anlehnt. Die Projektarbeit gliedert sich daher in vier Arbeitsphasen. Zunächst werden die Aufgaben, die sich aus dem gewählten Thema ergeben, identifiziert (Identify). Dazu werden entsprechende Lösungen entworfen (Design), die nach einer Phase der Reflexion ausgewählt werden. Im weiteren Verlauf des Projekts wird die technische Umsetzung durch Berechnungen, Simulationen und Messungen optimiert (Optimize). Diese Arbeit führt dann zur endgültigen Lösung der Aufgabe (Verify). Diese Phasen sind in Abbildung 10-4 entsprechend dem obigen Schema (Abbildung 10- 3) dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass in jeder dieser Phasen eine Besprechung der

[186] Informationen darüber finden sich auf der Seite des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz: https://www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltigkeit/17-nachhaltigkeitsziele-sdgs (zuletzt geprüft 21.09.2022)

Ergebnisse mit dem Betreuer stattfindet. Dieses Vorgehen sollte sich nicht grundlegend von der üblichen Vorgehensweise bei technischen Projektarbeiten unterscheiden. Die geistigen Väter dieses Verfahrens an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik sind Manfred Strohrmann und Klaus Wolfrum.

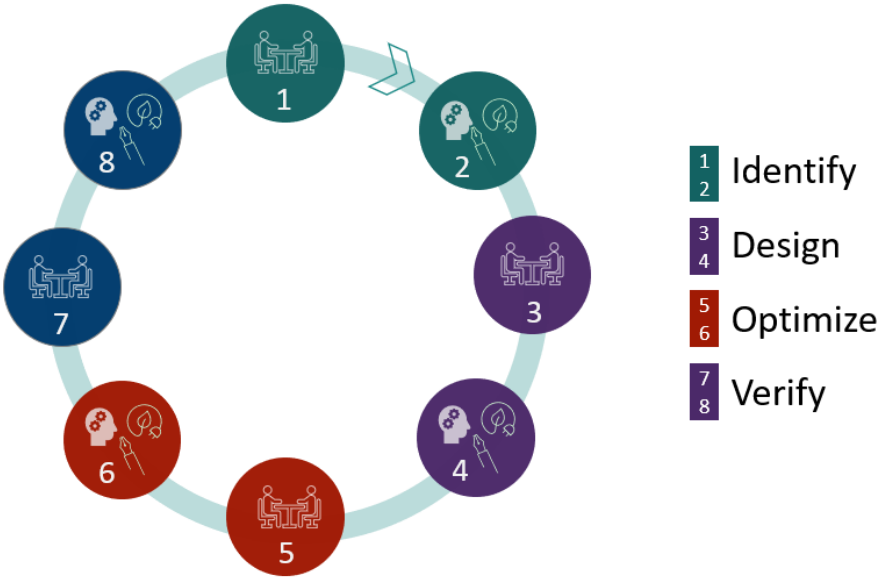


Abbildung 10-4: Die Phasen während der Projektplanung und -durchführung.

Eigene Darstellung der Veränderungen in der Projektdurchführung als Interventionsmaßnahme.

Als Interventionsmaßnahme wurde ein Handout überarbeitet, das den Studierenden als Leitfaden für ihre Projektarbeit dienen sollte. Da das übliche Vorgehen bereits mit Reflexionen und Schreibaufgaben verbunden war, konnte an dieser Stelle angesetzt werden. Für jede der als Meilensteine bezeichneten Phasen sind Leitfragen vorgesehen, anhand derer die Studierenden ihr fachliches Handeln reflektieren können. Die Ergebnisse sollen schriftlich festgehalten werden.

Die im ersten Meilenstein formulierte Frage nach dem „Warum“ wurde um die Frage nach dem gesellschaftlichen Mehrwert erweitert. Ursprünglich wurde ausschließlich nach der persönlichen Sichtweise sowie nach der vermuteten Erwartung der Auftraggeber gefragt. Bei der bereits vorgesehenen Diskussion der Antworten ist zu erwarten, dass die Studierenden ein stärkeres Bewusstsein für gesellschaftliche Bedürfnisse entwickeln. Da die angehenden Ingenieure das ingenieurwissenschaftliche Paradigma noch nicht so stark verinnerlicht haben dürften wie die betreuenden Personen, dürfte diese Diskussion für beide Seiten gewinnbringend sein.

Die Nachhaltigkeitsziele 8, 12 und 13 sind bei der Umsetzung von technischen Projekten in der Entwurfsphase (Meilensteinplanung) zu beachten. Damit soll der verantwortungsvolle und ressourcenschonende Einsatz von Materialien gefördert werden. Darüber hinaus soll eine Sensibilität für den Energieverbrauch technischer Lösungen geschaffen werden.

Für den Meilenstein Optimize wird zum Nachdenken über die ethischen Problemstellungen der Arbeit angeregt. Hinweise auf die normative Technikbewertung der VDI Richtlinie 3780 (Rapp 1999) sowie die „Ethischen Grundsätze des Ingenieurberufs“ (VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. 2021) sind in der Handreichung verzeichnet. Entspechend der zugehörigen Leitfragen sind die möglichen Folgen der technischen Entwicklung abzuschätzen und später im Beratungsgespräch zu diskutieren. Im Verlauf

dieser Projektphasen werden alle technischen Verantwortungstypen (vgl. Tabelle 3.1) angesprochen.

Tabelle 10.1: Tabelle zur Nachhaltigkeit aus der Handreichung für Projektarbeiten.
Eigene Tabelle aus der Handreichung (Strohrmann et al. 2022).187Formuliert werden die Nachhaltigkeitskriterien für technische Projektarbeiten. Ikons der Nachhaltigkeitsziele sind dem Downloadbereich der 17 Ziele entnommen.[188]

Primäre Nachhaltigkeitsziele in der Entwicklung technischer Projekte. Kriterien für Bewertung und Umsetzung von Entwürfen	
	• Keine Materialbestellung auf Verdacht. • Klären welche Materialien bereits vorhanden sind. • Versuchsaufbauten zurückbauen. • Fachgerechte Entsorgung defekter Bauteile. • Auf kurze Transportwege achten. • Lokale Hersteller bevorzugen
	• Lieferketten Sorgfaltspflichten beachten. Wenn auch bisher nur in geringem Umfang, gibt es zertifizierte Quellen, die Nachhaltigkeit ausweisen.
	• Energieeffizienz ihrer Entwürfe beurteilen. • Vor der Bestellung Energieeffizienz einzelner Baugruppen vergleichen.

Durch die zusätzlichen Elemente werden vor allem die strategische sowie die universelle moralische Verantwortung angesprochen. Wie im Handlungsfeld 2 gezeigt wird, werden den Studierenden Kurse aus dem Studium Generale vorgeschlagen, die für die Beantwortung nicht-technischer Fragen nützlich sind.

Wenn sich dieser Ansatz in der Fakultät durchsetzen kann, ist mit kleinen Maßnahmen ein großer Schritt auf dem langen Weg zur Reform getan. Der nächste Schritt wäre, diese Maßnahme nach den Vorgaben von Ihsen zu evaluieren. Dies würde die Verankerung dieses Ansatzes im Studienplan erleichtern.

Der hier kurz vorgestellte Leitfaden wird als ein Werkzeug der Toolbox verstanden werden. Da eine solche Projektumsetzung sehr schreibintensiv ist, kann sie bei den zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieuren auf Widerstand stoßen. Die Schreibaufgaben fördern zwar die Reflexionsfähigkeit, doch es ist nicht zu erwarten, dass Studierende dieses Ziel in ihrer Projektarbeit vor Augen haben. Viele Studierende eines Ingenieurfachs haben oft ein ambivalentes Verhältnis zur Sprache. Dies wird durch das Denken in Zahlen und Formeln, welches im Studium angeregt wird, oft verstärkt (Klischat 2019).

Aus diesem Grund stellen auch der Projektbericht und das anschließende Kolloquium in der Abschlussphase eine große Herausforderung für die Studierenden dar. Allerdings werden von den beiden Interventionsparteien für die Projekt- und Abschlussarbeiten Schreibseminare, Schreibberatungen und zusätzliche Veranstaltungen angeboten, sodass die

187 In der Handreichung sind Tabellen und Bilder keinen Autoren zugeordnet. Diese Tabelle wurde dem Skript durch Klischat beigefügt.
188 https://17ziele.de/downloads.html (zuletzt geprüft:20.09.2022)

Schreibprojekte unterstützt werden können. Zusätzlich wurden diesbezügliche Lehrunterlagen sowie Templates entwickelt.

Um das Schreiben im Ingenieurstudium generell zu fördern, wird an dieser Stelle eine Integration von Schreibaufgaben in Fachveranstaltungen empfohlen (Klischat 2019; Lahm 2016), welcher hier aber nicht weiter nachgegangen wird.

10.2.3. Handlungsfeld 2

In der zuvor besprochenen Projektphase gehen die Studierenden zwar selbstorganisiert, aber doch geleitet vor. Dabei sind sie durch ein per se hierarisch angelegtes Studium, welches durch den Leistungsbezug und die Selektion dazu wird, nicht völlig frei in ihren Entscheidungen. Luhmann beschreibt die Selektion als *„Qualitätszeugnisse“* (Luhmann 2017a, S. 63). Entscheidend für den Berufszugang und die Erlangung eines adäquaten Arbeitsplatzes sind der erfolgreiche Abschluss eines Studiums sowie die Zeugnisnoten. Eine *„Emanzipation von Fremdbestimmung“ (Klafki 2007, S. 19)* wie von Klafki angeregt, ist während eines Studiums nicht leicht zu erreichen. Ebenso wenig bleibt Raum für die Umsetzung der eigenen Ideen. Dazu kommt, dass *„Methoden und Bedingungen des Debattierens, Diskutierens und Überzeugens“* (Dewey 1996, S. 173) nur wenig gefördert werden. Ein solcher Mangel sei nach Dewey aber das hervorzuhebende Problem der Gesellschaft. Es sei, so Dewey, nicht das Wissen sondern „*die Fähigkeit, die Auswirkungen des von anderen zur Verfügung gestellten Wissens auf die gemeinsamen Angelegenheiten zu beurteilen“* (a.a.O., S.174). Um derartige Kompetenzen ausbilden zu können, bietet also ein Ingenieurstudium nur wenige Möglichkeiten. Dabei sind es gerade diese, die beispielsweise in Unternehmen nicht nur zur Verbesserung einer interdisziplinären Zusammenarbeit beitragen können, sondern auch förderlich für eine verantwortliche Technikentwicklung sind.

Eine Möglichkeit, diese Kompetenzen auszubauen bietet die erste Phase des Projektlernens, die Themenfindung. Wie es im EIT-Modulhandbuch formuliert ist, lehnen sich Themen und Inhalte der Projektarbeiten an die aktuelle Forschung der Fachdisziplin an und ergeben sich aus dem jeweiligen Studiengang (Fakultät Elektro- und Informationstechnik 2021, S. 213). Meist treten die Lehrenden mit einem Thema auf die Studierenden zu oder umgekehrt die Studierenden fragen nach einer Projektarbeit. Die Auswahl der Themen für die Projektarbeit muss sich aber nicht unbedingt direkt aus dem Umfeld des Studiengangs ergeben. Es wird an dieser Stelle vorgeschlagen, im Laufe der Semester einen studiengangübergreifenden Think Tank einzurichten, in dem Themen für Projektarbeiten entwickelt und gesammelt werden. Diese Handlungsempfehlung könnte wie entsprechend Abbildung 10-5 organisiert werden.

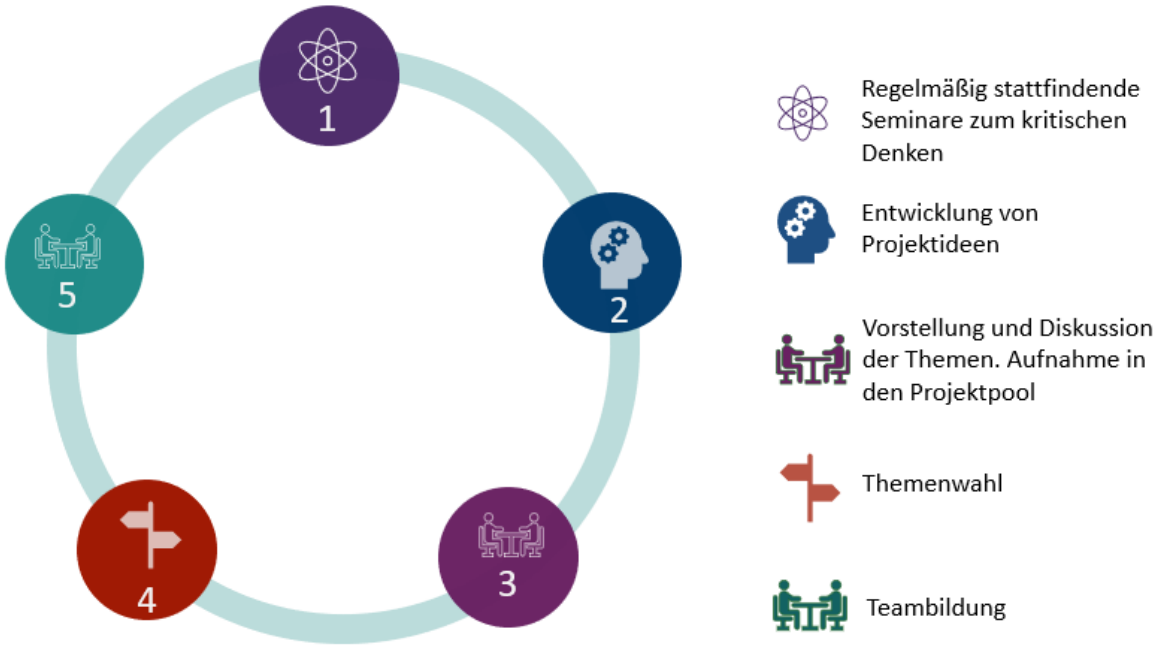


Abbildung 10-5: Themenfindung als Interventionsmaßnahme.
Eigene Darstellung**.** Vorschlag zur Einrichtung eines studiengangübergreifenden Think Tanks.

Zur Ideenfindung könnten Seminare zum kritischen oder kreativen Denken als Wahlpflichtveranstaltungen belegt werden, wie sie im Studium Generale üblich sind. In Blockseminaren, die z.B. regelmäßig in der vorlesungsfreien Zeit angeboten werden könnten, werden individuelle Projektideen gesammelt und weiter entwickelt. Die Teilnahme von Lehrenden aus dem Fachbereich wäre wünschenswert, ist aber keine Voraussetzung. Eine Moderation könnte jedoch z.B. durch ein Mitglied des Alumni-Netzwerks der Hochschule oder der Innovationspartei erfolgen. In diesen Blockseminaren werden die Ideen vorgestellt und verteidigt. Wenn die Studierenden ein Projekt bearbeiten sollen, können die Themen aus diesem Pool ausgewählt werden. Es sollte ein Matching der Teams, einschließlich der betreuenden Person, erfolgen. Jedes Mitglied des Organisationssystems kann einen Beitrag zum Themenpool leisten. Ein Anreiz für die Teilnahme an dieser Ideenschmiede könnte zum Beispiel ein Wettbewerb sein.

Durch diese Art der Themenfindung werden mehr als in Projektarbeiten sonst üblich Hierarchien durchbrochen. Da die Themen nicht zwangsläufig Kernkompetenzen der betreuenden Personen sein müssen, werden diese eher als Coaches gleichen Ranges verstanden, die durch ihren Erfahrungsschatz Kompetenzvorsprung besitzen (Junge 2009, S. 15). Wie das Projekt durchgeführt wird und welche Ziele es hat, wird demokratisch ausgehandelt. Vorausgesetzt die betreuende Person hat die *„politische Wurzel des Projektgedankens“ (ebd.)* begriffen und sein Hierarchiebewusstsein abgelegt.

Diese Handlungsempfehlung ist nicht wie der Leitfaden ein Werkzeug, welches direkt in die Hand genommen werden kann. Es ist vielmehr die Empfehlung zur Vernetzung mit hochschuleigenen Einrichtungen sowie zur Nutzung der Potentiale, die bei den Studierenden liegen. Die insbesondere dadurch gegeben sind, dass Fachhochschulen eine besondere Heterogenität ihrer Studierenden aufweisen.

10.2.4. Handlungsfeld 3

Die letzte hier formulierte Handlungsempfehlung wendet sich dem dritten Handlungsfeld zu. Die von wirtschaftlichen Interessen losgelöste Öffnung der Organisationssysteme in die Gesellschaft ist eine seit 2017 erprobte Interventionsmaßnahme. Sie wendet sich dem Service Learning zu, welches sich an deutschen Hochschulen bereits etabliert hat, wie es der Website des *„Hochschulnetzwerk Bildung durch Verantwortung“* [189] zu entnehmen ist. Doch nur wenige technische Studiengänge haben das Service Learning in ihren Studienplänen fest verankert. Explizit ausgewiesen ist es in den Modulhandbüchern der Fakultät EIT in Karlsruhe auch noch nicht, doch besteht ein Einvernehmen, dass diese Projekte den rein technischen Projekten gleichgestellt sind. Das Interesse an der Umsetzung dieses Lehrformats an einer ingenieurwissenschaftlichen Fakultät besteht auch an anderen Hochschulen, wie es beispielsweise Einladungen zu Vorträgen an die Fachhochschule Konstanz und Darmstadt[190] nachweisen. Im Service Learning wenden Studierende ihr fachliches Wissen in Projekten an, die gemeinsam mit nichtkommerziellen Einrichtungen der Gesellschaft durchgeführt werden. Die Besonderheiten von Service Learning sind ausreichend beschrieben und sollen hier nicht ausgeführt werden (Reinders 2010, 2016; Staiger-Engel 2019). Hier soll lediglich auf die Besonderheiten der H.ErT.Z Projekte eingegangen werden und auf den Mehrwert, welche derartige Projekte sowohl für die Studierenden als auch für die Gesellschaft haben.

Die Grundstruktur des technischen Anteils der Service Learning Projekte entspricht der von herkömmlichen Projekten. Davon abweichend ist aber, dass die Phase der Themenfindung gemeinsam mit den Projektpartnern durchgeführt wird und mindestens 30 Zeitstunden der Kooperation und Implementierung vor Ort gewidmet sind.

Neben den üblichen Projektbesprechungen wird das Projekt zusätzlich durch Reflexionsseminare begleitet, die sich im besonderen Maße gesellschaftlichen Themenfeldern sowie der nachhaltigen Technikentwicklung zuwenden. Zusätzlich kommt die Hochschule Karlsruhe über diese Projekte ihrer dritten Mission nach, da über die Service Learning Projekte aktuelles technisches Wissen in die Bevölkerung getragen wird. Die Projekte stellen zudem eine Win-Win-Chance dar, da umgekehrt auch gesellschaftliche Bedürfnisse an die Hochschule herangetragen werden.

Die Themengebiete hängen jeweils von den Aufgabengebieten der Projektpartner ab. Im H.ErT.Z Service Learning besteht beispielsweise eine langjährige Kooperation mit dem Stadtjugendausschuss Karlsruhe.

Im Rahmen dieser Zusammenarbeit führen die Studierenden Projekte für und mit Kindern durch. Die im Laufe des Semesters realisierten anspruchsvollen Technikprojekte werden auf die Ebene der Kinder heruntergebrochen. In dafür geplanten Unterrichtseinheiten animieren die Studierenden die Kinder zum Mitmachen. Die Projekte zeichnen sich durch eine besondere Nachhaltigkeit aus und werden immer weiter entwickelt. Zudem werden sie in anderen Projekten der Fakultät genutzt. Beispielsweise wird ein Service Learning

---

[189] Die HKA ist dem Netzwerk bisher noch nicht beigetreten. Dies steht noch zur Diskussion. Die Website ist unter https://www.bildung-durch-verantwortung.de/ zu erreichen (zuletzt geprüft: 20.09.2022).

[190] Die internationale Konferenz in Darmstadt hatte einen Schwerpunkt auf Nachhaltigkeit. Der Vortrag zum Service Learning wurde nach einem Call for Papers angenommen du fand als Paper Session statt. https://h-da.de/fileadmin/h_da/Forschung/GPEA_Summit_2022/Programme_PS_2022_final.pdf (zuletzt geprüft: 20.09.2022)

Produkt, der Solartruck, für Schulprojekte eingesetzt. Zu seiner Ausstattung gehören eine Solaranlage, Fahrradgeneratoren sowie eine Brennstoffzelle. Die von diesen Quellen erzeugte Energie kann in einem Batteriesystem gespeichert werden, sodass elektrische Geräte auf nachhaltige Weise betrieben werden können.

Die Liste der Service Learning Projekte ist bereits lang und soll hier nicht weiter ausgeführt werden. Allein die Begeisterung der Studierenden, sinnvolle Projekte für die Gesellschaft durchzuführen, ist Grund genug, diese Handlungsempfehlung weiterzugeben.

Eine hier abschließende Handlungsempfehlung ist die Anregung von Kooperationen der Pädagogischen Hochschulen mit den Fachhochschulen. Diese fand im Service Learning bereits zwischen der PH Karlsruhe und der Hochschule Karlsruhe statt. Über derartige Kooperationen könnte die technische Bildung an Schulen vorangetrieben werden und das Interesse der zukünftigen Generationen an Technik gesteigert werden. Durch diesen transdisziplinären Austausch können neue Impulse in beide Richtungen gegeben werden.

11. Resümee und Ausblick

Möchte man alle Erkenntnisse dieser Studie zusammenfassen, könnte man es mit den Worten von Luhmann ausdrücken: Die Welt ist (zu) komplex! Angesichts der vielen Probleme, die durch die Folgen der Technik ausgelöst werden, stellt sich die Frage, ob das Denken in Systemen noch angebracht ist. Diese Frage stellt sich auch oder gerade deshalb, weil diese Arbeit auf der Luhmannschen Systemtheorie beruht. Durch technische Innovationen wächst die Weltbevölkerung zusammen, Massenmedien werden in ihrer von Luhmann definierten Form verdrängt, Disziplinen überschneiden sich und tragen als neue Disziplin zur Unüberschaubarkeit bei. Daher kann aus dieser Beobachtungsstudie nur eine Schlussfolgerung gezogen werden. Die Ingenieurwissenschaften sollten sich von ihrer Geschlossenheit und der vorherrschenden Orientierung an der Wirtschaft verabschieden. Sie sollten sich für einen engen Dialog mit der Gesellschaft öffnen und möglichst viel Lehre und Forschung in Kooperation mit gesellschaftlichen Akteuren betreiben. Die Bildungseinrichtungen sind darüber hinaus aufgefordert, die technische Allgemeinbildung in die Gesellschaft zu tragen, um die Demokratisierung der Technik voranzutreiben. Ebenso ist zu resümieren, dass die Bildung zur Verantwortung und Demokratie in technischen Fächern vorangetrieben werden sollte. Blickt man auf die ständigen Apelle nach Ethik und Lehrreformen, so könnte man laut einen Weckruf ausrufen. Das ist keine Aufgabe einer Dissertation, weshalb hier Handlungsempfehlungen ausgesprochen wurden, die zaghaft erscheinen. Jedoch können sie ein Umdenken bewirken, wenn sie in die Curricula Eingang finden.

Angesichts der bestehenden Geschlossenheit des ingenieurwissenschaftlichen Systems stellt sich auch die Frage, ob Studien aus anderen Disziplinen, etwa den Sozial- oder Geisteswissenschaften, zu einem Paradigmenwechsel beitragen können. Dazu müssten die Studien in den Ingenieurwissenschaften Aufmerksamkeit erregen. Die Ingenieurinnen und Ingenieure müssten merken, dass die Kommunikation an sie gerichtet ist. In einer solchen Studie erkennt die Verfasserin ein Desiderat.

Da hierzu kein Wissen vorliegt, sind Interventionen nach Ansicht der Verfasserin ein geeignetes Mittel, einen Wandel anzuregen. Vor allem deshalb, weil sich die Interventionen an nachfolgende Generationen des Denkkollektivs richten. Es ist jedoch nicht zu erwarten, dass Interventionsparteien mit spärlichem Personal grundlegende Veränderungen bewirken können. Hochschulpolitische Entscheidungen könnten diese Situation ändern. Bis

dahin ist es wichtig, die an anderen Hochschulen ergriffenen Maßnahmen zu beobachten und sie in die Organisationssysteme zu übertragen. In diesem Zusammenhang ist die Bereitstellung von Lehrmaterialien und Ideen als OER gewinnbringend und wünschenswert. In Bezug auf den Kontext dieser Arbeit zur *Verantwortung für die ökologischen Folgen von Technik* war zu beobachten, dass die Gesellschaft sich entweder durch die Wissenschaften ausgeschlossen fühlte oder kein allgemeines Interesse für Technik zu verzeichnen war. Da die Bevölkerung aber durch die massenhafte Nutzung von Technik zu den großen ökologischen Problemen beiträgt, ist deren Interesse zu wecken. Dabei geht es nach Ansicht der Verfasserin weniger um die Vermittlung eines spezifischen Fachwissen, sondern um das Erkennen systemischer Zusammenhänge. Daher unterstützt dieser Schlusssatz vor allem das Anliegen der DGTB, die technische Bildung zu einer Allgemeinbildung in den Schulen zu machen (DGTB Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V. 2018).

Literaturverzeichnis

Arendt, Hannah (2019): Über das Böse. Eine Vorlesung zu Fragen der Ethik. 13. Aufl. München, Zürich: Piper.

ASIIN e. V. (14.12.2007): ASIIN Akkreditierungsbericht Bachelorstudiengänge Energie- und Automatisierungstechnik Kommunikations- und Informationstechnik Sensorik Masterstudiengänge Elektrotechnik Sensorsystemtechnik an der Hochschule Karlsruhe. Fakultät Elektro- und Informationstechnik Hochschule Karlsruhe. Abschlussbericht eines Audit zum Akkreditierungsantrag die Bachelorstudiengänge Energie- und Automatisierungstechnik Kommunikations- und Informationstechnik Sensorik sowie die Masterstudiengänge Elektrotechnik Sensorsystemtechnik an der Hochschule Karlsruhe im Rahmen des Akkreditierungsverfahrens der ASIIN am 14.12.2007.

Baden-Württemberg Stiftung gGmbH (Hg.) (2013): Gleichartig - aber anderswertig? Zur künftigen Rolle der (Fach-) Hochschulen im deutschen Hochschulsystem. Baden-Württemberg Stiftung; Konferenz "Gleichartig - aber anderswertig?". Bielefeld: wbv (Schriftenreihe der Baden-Württemberg Stiftung, Nr. 72).

Balkow, Corinna; Eckard, Irina (2019): DENKIMPULS DIGITALE ETHIK: Bias in algorithmischen Systemen - Erläuterungen, Beispiele und Thesen. Hg. v. Initiative D21. Unterarbeitsgruppe Algorithmen-Monitoring. Online verfügbar unter https://initiatived21.de/app/uploads/2019/03/algomon_denkimpuls_bias_190318.pdf, zuletzt geprüft am 19.07.2022.

Bauer, Theresia (2012): Verantwortung der Wissenschaft statt gesetzlicher Zivilklauseln. Hg. v. Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg. Stuttgart. Online verfügbar unter https://mwk.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mwk/intern/dateien/pdf/Forschung/Positionspapier_.pdf.

Bauernhansel, Thomas; Nestler, Britta; Kärcher, Susann; Deparade, Judith (2015): Expertenkommission Ingenieurwissenschaften@BW2025. Hg. v. IngW@BW2015. Stuttgart. Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg. Stuttgart. Online verfügbar unter https://mwk.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mwk/intern/dateien/Anlagen_PM/2015/132_PM_Anlage_Abschlussbericht_Expertenkommission_Ingenieurwissenschaften@BW2025_.pdf, zuletzt geprüft am 09.06.2019.

Beck, Ulrich (1986): Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. 23. Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Edition Suhrkamp, 1365 = n.F., Bd. 365).

Berendt, Isabell Franziska (2009): Der Einsatz von Agent Orange während des Vietnamkriegs in den 1960er Jahren. Die Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Hamburg: Diplomica Verl.

Berger, Peter L.; Luckmann, Thomas; Plessner, Helmuth (Hg.) (1994): Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Eine Theorie der Wissenssoziologie. Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch (Fischer Taschenbuch).

Berghaus, Margot (2011): Luhmann leicht gemacht. Eine Einführung in die Systemtheorie. 3., überarb. und erg. Aufl. Köln, Weimar, Wien: Böhlau (UTB Soziologie, Medien- und Kommunikationswissenschaft, Geisteswissenschaft, 2360).

Bienhaus, Wolf; Wiesmüller, Christian (Hg.) (2016): Technik: Wirklichkeitsbereich und Bildungsgegenstand. 17. Tagung der DGTB in Ingolstadt vom 18. - 19. September 2015. 1. Auflage. Karlsruhe: Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V (… Tagung der DGTB, 17).

Bloch, Ernst (2016): Kapitel 43 - 55. 10. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, 554).

Böhme, Gert (1973): ASPEKTE EINER MATHEMATIK-DIDAKTIK AN FACHHOCHSCHULEN. In: Studienkommission für Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen Baden-Württembergs (Hg.): Report 2. Beiträge zur Hochschuldidaktik der Ingenieurausbildung (Report, 2), S. 40–57.

Buchheim, Gisela; Sonnemann, Rolf (Hg.) (1990): Geschichte der Technikwissenschaften. Basel: Birkhäuser Basel.

Bundesrepublik Deutschland (8. bis 12. 12. / 2016): Staatsvertrag für Rundfunk und Telemedien. Rundfunkstaatsvertrag, vom Zwanzigster Rundfunkänderungsstaatsvertrag. Fundstelle: Internet ARD Download. Online verfügbar unter https://www.ard.de/download/538848/Staatsvertrag_fuer_Rundfunk_und_Telemedien_in_der_Fassung_des_20__Aenderungsstaatsvertrags__vom_8__bis_16__12__2016.pdf/.

Danner, Helmut (1989): Methoden geisteswissenschaftlicher Pädagogik. Einführung in Hermeneutik, Phänomenologie und Dialektik ; mit ausführlichen Textbeispielen. Überarb. und erg. 2. Aufl. München: E. Reinhardt (UTB für Wissenschaft Uni-Taschenbücher, 947).

Das Rektorat (Hg.) (2003): Historische Entwicklung // 125 Jahre Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik, 1878-2003. Fachhochschule Karlsruhe. Karlsruhe: Verl. der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik; Verl. der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik (Ingenium, 4 // 5).

Der Rektor (1997): Hochschulführer. Hochschulführer. Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik, Karlsruhe.

Der Rektor (Hg.) (2002): Hochschulführer der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik. Vorlesungsverzeichnis. Karlsruhe.

Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe (26.08.86): Pressemitteilung über Umweltschutz im Lehrangebot der baden-württembergischen Fachhochschulen. Fachhochschule Karlsruhe, KA 462 + 421. Pressemittelung als Antwort auf ein Schreiben vom 20.08.1986 Signatur IV-867.04/3.

Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe (01.06.1976): Fachbereich Sozialwissenschaften-Wiederbesetzung der Stelle von Herrn Prof. Haberer ab 01.10.1976. Archiv der Hochschule Karlsruhe. Kopie eines Briefes.

Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe (1987): Fachhochschulführer. Hochschulführer. Fachhochschule Karlsruhe, Karlsruhe.

Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe (1999): Hochschulführer. Hochschulführer. Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik, Karlsruhe.

DER SPIEGEL (1970a): DIE SIEBZIGER. Planlos in die Zukunft? Hamburg (01). Online verfügbar unter https://www.spiegel.de/spiegel/print/index-1970-1.html, zuletzt geprüft am 13.09.2022.

DER SPIEGEL (1970b): Ritt auf dem Tiger. Gesellschaft Zukunftsplanung. In: *DER SPIEGEL* (1), S. 34–47. Online verfügbar unter https://www.spiegel.de/politik/ritt-auf-dem-tiger-a-d9f98b80-0002-0001-0000-000045226162?context=issue, zuletzt geprüft am 13.09.2022.

Dewey, John (1996): Die Öffentlichkeit und ihre Probleme. Bodenheim: Philo.

DGTB Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V. (Hg.) (2018): Anliegen und Grundzüge allgemeiner technischer Bildung. Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung. Ansbach: DGTB (Grundsatzpapier, Nr. 1).

Dieter Mertens (1974): Schlüsselqualifikationen. 7. Jg. Hg. v. Jutta Allmendinger. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 1), zuletzt geprüft am 16.06.2019.

Duddeck, Heinz; Mittelstraß, Jürgen (Hg.) (1999): Die Sprachlosigkeit der Ingenieure. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften; Imprint (Ladenburger Diskurs).

Dudeck, Anne; Jansen-Schulz, Bettina (Hg.) (2007): Zukunft Bologna!? Gender und Nachhaltigkeit als Leitideen für eine neue Hochschulkultur. Hochschulpolitische Fachtagung zum Bolognaprozess. Frankfurt am Main: Lang.

Fachbereich Elektrische Energietechnik (1973): Studiengang Elektrische Energietechnik. Studienführer 1973. Fachhochschule Karlsruhe.

Fachbereich Elektrische Energietechnik (1975): Elektrische Energietechnik. In: Fachhochschule Karlsruhe (Hg.): 100 Jahre Fachhochschule Karlsruhe. Archivgut der Hochschule Karlsruhe. Karlsruhe, S. 149–153.

Fachhochschule Karlsruhe (Hg.) (1975): 100 Jahre Fachhochschule Karlsruhe. Archivgut der Hochschule Karlsruhe. Karlsruhe.

Fakultät Elektro- und Informationstechnik (Juli 2013): Selbstbericht Reakkreditierung der Studiengänge Elektrotechnik – Automatisierungstechnik (B. Eng.) Elektrotechnik – Energietechnik und Erneuerbare Energien (B. Eng.) Elektrotechnik - Informationstechnik (B. Eng.) Elektrotechnik – Sensorik (B. Eng.) Elektro- und Informationstechnik (M. Sc.). Fakultät Elektro- und Informationstechnik.

Fakultät Elektro- und Informationstechnik (August 2013): Modulhandbuch Bachelor-Studiengang Elektrotechnik - Energietechnik und Erneuerbare Energien Abschluss: Bachelor of Engineering. Fakultät Elektro- und Informationstechnik. digitale Form Modulhandbuch.

Fakultät Elektro- und Informationstechnik (Hg.) (2021): Modulhandbuch für den Studiengang Elektro- und Informationstechnik. Abschluss: Bachelor of Engineering (B.Eng.). Hochschule Karlsruhe. Online verfügbar unter https://www.h-ka.de/fileadmin/Hochschule_Karlsruhe_HKA/Satzungen_Ordnungen/HKA_FK-EIT_EITB_MHB_v6002_2021-09-01.pdf, zuletzt aktualisiert am 31.01.2021, zuletzt geprüft am 26.08.2022.

Feyerabend, Paul (1997): Wider den Methodenzwang. 6. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 597).

Fleck, Ludwik (2015): Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. 10. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 312).

Föllinger, Otto (1985): Regelungstechnik. Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 5. Aufl. Heidelberg: Hüthig.

Förster, Wolfram (2003a): 125 Jahre Fachhochschule Karlsruhe. Hochschule für Technik 1878-2003. Teil I. Historische Entwicklung. In: Das Rektorat (Hg.): Historische Entwicklung // 125 Jahre

Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik, 1878-2003. Karlsruhe: Verl. der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik; Verl. der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik (Ingenium, 4 // 5), S. 295–357.

Förster, Wolfram (2003b): Historische Entwicklung. In: Das Rektorat (Hg.): Historische Entwicklung // 125 Jahre Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik, 1878-2003, Bd. 4. Karlsruhe: Verl. der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik; Verl. der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik (Ingenium, 4 // 5), S. 35–400.

Foucault, Michel (2012): Die Regierung des Selbst und der anderen. Vorlesung am Collège de France 1982/83. Unter Mitarbeit von Schröder, Jürgen (übersetzung). 1. Aufl. Berlin: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 2019).

Fraas, Claudia; Klemm, Michael (2005): Diskurse – Medien – Mediendiskurse. Begriffsklärungen und Ausgangsfragen. In: Claudia Fraas (Hg.): Mediendiskurse. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Wien: Lang (Bonner Beiträge zur Medienwissenschaft, 4), S. 1–7.

Galilei, Galileo (1896): II Saggiatore. 6 Bände: Edition Nazionale.

Gmeiner, Lothar; Fensch, Wolfgang (2003): Informatik. In: Das Rektorat (Hg.): Historische Entwicklung // 125 Jahre Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik, 1878-2003, Bd. 5. Karlsruhe: Verl. der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik; Verl. der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik (Ingenium, 4 // 5), S. 141–149.

Görts, Wim (2009): Projektveranstaltungen - und wie man sie richtig macht. Bielefeld: UVW Univ. Verl. Webler (Motivierendes Lehren und Lernen in Hochschulen, 9).

Gottburgsen, Anja; Wannemacher, Klaus; Wernz, Jonas; Willige, Janka (2019): Ingenieurausbildung für die digitale Transformation. Zukunft durch Veränderung. VDI Studie April 2019. Hg. v. Jonas Wernz. VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. Online verfügbar unter https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/vdi-studie-ingenieurausbildung-fuer-die-digitale-transformation, zuletzt geprüft am 22.08.2022.

Grau, Andreas (2003): Anti-Atomkraft-Bewegung. Stiftung Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland (Lebendiges Museum onlin). Online verfügbar unter https://www.hdg.de/lemo/kapitel/geteiltes-deutschland-krisenmanagement/bundesrepublik-im-umbruch/anti-atomkraft-bewegung.html, zuletzt aktualisiert am 05.05.2003, zuletzt geprüft am 14.09.2022.

Greif, Moniko (1990): (Militär)Technik, Macht und Männlichkeit. oder: Der Krieg ist der Vater aller Dinge. In: Doris Janshen (Hg.): Hat die Technik ein Geschlecht? Denkschrift für eine andere technische Zivilisation. 1. Aufl. Berlin: Orlanda-Frauenverl., S. 54.

Greif, Moniko (2001): Männliche Monokultur in der Technik - neue Impulse zur Reform der Ingenieurwissenschaften. In: Claudia Batisweiler, Elisabeth Lembeck und Mechthild Jansen (Hg.): Geschlechterpolitik an Hochschulen: Perspektivenwechsel. Zwischen Frauenförderung und Gender Mainstreaming. Opladen: Leske + Budrich.

Grunwald, Armin; Saretzki, Thomas (2020): Demokratie und Technikfolgenabschätzung. Praktische Herausforderungen und konzeptionelle Konsequenzen. In: *TATuP* (29/3), S. 10–17. DOI: 10.14512/tatup.29.3.11.

Gruschka, Andreas (2021): Technik und Bildung: ein schwieriges Verhältnis und das Verstehen als mögliche Lösung. Technoseum Mannheim. Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung. Mannheim, 24.09.2021. Online verfügbar unter https://dgtb.de/2021/09/21/jahrestagung-in-praesenz/, zuletzt geprüft am 27.03.2022.

Haacker, Frank; Becker, Frank Stefan (2009): Was heute von Ingenieuren verlangt wird. Unterschiedliche Werte und Normenkompetenzen von Mitarbeitern und ihre Relevanz für den Einsatz in der unternehmerischen Praxis. Unter Mitarbeit von DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation. In: Toni Hansel (Hg.): Werterziehung im Fokus schulischer Bildung. Bildung. Kenzingen: Centaurus-Verl. (Schulpädagogik, 48 // 8), S. 177–205, zuletzt geprüft am 04.09.2022.

Habermas, Jürgen; Luhmann, Niklas (Hg.) (1971): Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie - was leistet die Systemforschung? Frankfurt a. Main: Suhrkamp.

Hengstschläger, Markus (Hg.) (2020): Digitaler Wandel und Ethik. Rat für Forschung und Technologieentwicklung. 1. Auflage. Salzburg, München: Ecowin.

Heublein, Ulrich; Richter, Johanna; Schmelzer, Robert (2020): Die Entwicklung der Studienabbruchquoten in Deutschland, zuletzt aktualisiert am 2020.

Hillmer, Holger; Peters, Rolf Wolfgang, Polke, Martin (Hg.) (1979): Studium, Beruf und Qualifikation der Ingenieure. Verein Deutscher Ingenieure. 3. Aufl. Düsseldorf: VDI-Verl. (Reihe der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft).

Hins-Wessels, Anette (2003): Umwelt. Hg. v. Stiftung Deutsches Historisches Museum, Stiftung Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland und Bundesarchiv. Lebendiges Museum online. Online verfügbar unter http://www.hdg.de/lemo/kapitel/geteiltes-deutschland-krisenmanagement/bundesrepublik-im-umbruch/umwelt.html, zuletzt aktualisiert am 05.05.2003, zuletzt geprüft am 13.09.2022.

Hochschulrektorenkonferenz (Hg.) (1994): Profilbildung der Hochschulen II. Werkstattbericht über ein Pilotprojekt der Hochschulrektorenkonferenz. Bonn (DOKUMENTE ZUR HOCHSCHULREFORM, 89).

Horstmann, Hachmeister, Thiemann (2016): Welche Fähigkeiten und Voraussetzungen sollten Studierende je nach Studienfach mitbringen? Ergebnisse einer Befragung von Professoren im Rahmen des CHE Hochschulrankings. Hg. v. Centrum für Hochschuleentwicklung CHE. Gütersloh (Im Blickpunkt). Online verfügbar unter http://www.che.de/downloads/Im_Blickpunkt_Voraussetzungen_nach_Studienfach.pdf, zuletzt geprüft am 09.07.2017.

Hortleder, Gerd (1970): Das Gesellschaftsbild des Ingenieurs. Zum politischen Verhalten der Technischen Intelligenz in Deutschland. 2. Aufl. Frankfurt a. Main: edition suhrkamp.

Hubig, Christoph (1995): Technik- und Wissenschaftsethik. Ein Leitfaden. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.

Hubig, Christoph; Huning, Alois; Ropohl, Günter (Hg.) (2013): Nachdenken über Technik. Die Klassiker der Technikphilosophie und neuere Entwicklungen. 3., neu bearb. und erw. Aufl., Darmstädter Ausg. Berlin: Edition Sigma.

Hubig, Christoph; Reidel, Johannes (Hg.) (2003): Ethische Ingenieurverantwortung. Handlungsspielräume und Perspektiven der Kodifizierung. Berlin: Ed. Sigma (Technik - Gesellschaft - Natur, 5).

Huning, Alois (1987): Das Schaffen des Ingenieurs. Beiträge zu einer Philosophie der Technik. 3., neubearbeitete Aufl. Düsseldorf: VDI Verlag (Reihe, Der Ingenieur in Beruf und Gesellschaft).

Ihsen, Susanne (1999): Zur Entwicklung einer neuen Qualitätskultur in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen. Ein prozeßbegleitendes Interventionskonzept. Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 1999. Als Ms. gedr. Düsseldorf: VDI-Verl. (Fortschritt-Berichte VDI Reihe 16, Technik und Wirtschaft, 112).

Ihsen, Susanne (2007): "Technik ist doch neutral" - Gederorientierte Veränderungsansätze in den Ingenieurwissenschaften. In: Anne Dudeck und Bettina Jansen-Schulz (Hg.): Zukunft Bologna!? Gender und Nachhaltigkeit als Leitideen für eine neue Hochschulkultur. Frankfurt am Main: Lang.

Ihsen, Susanne (2012): Geschlechterorientierte Didaktik in den Ingenieurwissenschaften. In: Marita Kampshoff und Claudia Wiepcke (Hg.): Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik. Wiesbaden: Springer VS, S. 345–356.

Jeretin-Kopf, Maja; Haas, Rüdiger; Wiesmüller, Christian (Hg.) (2017): Technik, kulturelle Entwicklung und Technische Bildung. Stuttgart: Steinbeis-Edition (Technik und Technische Bildung).

Jonas, Hans (2013): Technik, Medizin und Ethik. Zur Praxis d. Prinzips Verantwortung. 8. Aufl. Frankfurt/M.: Suhrkamp.

Jonas, Hans (2015): Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. 5. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch, 3492).

Jörissen, Jörg (2021): Einflussfaktoren auf die Lehrentwicklung neuberufener Professorinnen und Professoren an Fachhochschulen – Ergebnisse einer Interviewstudie. In: Carla Bohndick, Margret Bülow-Schramm, Daria Paul und Gabi Reinmann (Hg.): Hochschullehre im Spannungsfeld zwischen individueller und institutioneller Verantwortung. Tagungsband der 15. Jahrestagung der Gesellschaft für Hochschulforschung. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer VS (Springer eBook Collection), S. 95–109.

Jorzik, Bettina; Höfer, Simone (Hg.) (2013): Charta guter Lehre. Grundsätze und Leitlinien für eine bessere Lehrkultur. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft. Essen: Edition Stifterverband (Positionen / Stifterverbnd für die Deutsche Wissenschaft, 2013).

Jung, Matthias (2011): Dsikurshistorische Analyse - eine linguistische Perspektive. In: Reiner Keller (Hg.): Handbuch sozialwissenschaftliche Diskursanalyse. 3., erweiterte Auflage. Wiesbaden: VS Verlag, S. 35–59.

Junge, Hartwig (2009): Projektstudium als Beitrag zur Steigerung der beruflichen Handlungskompetenz in der wissenschaftlichen Ausbildung von Ingenieuren. Unter Mitarbeit von Technische Universität Dortmund, zuletzt aktualisiert am 2009.

Kahlert, Helmut (1973): KONFLIKTSITUATIONEN BEI DER PLANUNG VON STUDIENPROGRAMMEN. DARGESTELLT AM STUDIENGANG WIRTSCHAFTSINFORMATIK DER FACHHOCHSCHULE FURTWANGEN. In: Studienkommission für Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen Baden-Württembergs (Hg.): Report 2. Beiträge zur Hochschuldidaktik der Ingenieurausbildung (Report, 2), S. 58–69.

Kammerer, Helmuth; Herbstreith, Heinrich (2003): Rechenzentrum. In: Das Rektorat (Hg.): Historische Entwicklung // 125 Jahre Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik, 1878-2003. Karlsruhe: Verl. der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik; Verl. der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik (Ingenium, 4 // 5), S. 305–306.

Karl R. Popper (1969): Logik der Forschung. dritte Auflage. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck).

Kehm, Barbara M. (2012): Hochschulen als besondere und unvollständige Organisationen? - Neue Theorien zur ‚Organisation Hochschule. In: Uwe Wilkesmann und Christian J. Schmid (Hg.): Hochschule als Organisation. Wiesbaden: Springer VS (Organisationssoziologie), S. 17–25.

Keller, Reiner (Hg.) (2011a): Handbuch sozialwissenschaftliche Diskursanalyse. 3., erweiterte Auflage. Wiesbaden: VS Verlag.

Keller, Reiner (2011b): Wissenssoziologische Diskursanalyse. In: Reiner Keller (Hg.): Handbuch sozialwissenschaftliche Diskursanalyse. 3., erweiterte Auflage. Wiesbaden: VS Verlag, S. 125–158.

Kind, Dieter; Mühe, Walter (Hg.) (op. 2006): Naturforscher und Gestalter der Technik. Die Träger des Werner-von-Siemens-Ringes und ihre Leistungen für Naturwissenschaft und Technik. 2. und erweitete Auflage. Berlin: VDE-Verlag.

Klafki, Wolfgang (1964): Das Problem der Didaktik.

Klafki, Wolfgang (2007): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. 6., neu ausgestattete Aufl. Weinheim: Beltz (Beltz-Bibliothek).

Klischat, Cosima (2019): Förderung der Sprachkompetenz im Studium der Ingenieurwissenschaften. In: Stefanie Regier, Katrin Regier und Meike Zellner (Hg.): Förderung der Sprachkompetenz in der Hochschullehre. Theoretische Konzepte und praktische Erfahrungen. Wiesbaden: Springer VS, S. 77–105.

Klischat, Cosima (2022 in Veröffentlichung): Practice-oriented learning combined with social responsibility and environmental sustainability in the study of electrical engineering. In: Hochschule Darmsatdt (Hg.): Polytechnic Summit 2022. Darmstadt.

Kocka, Jürgen (1991): Realität und Ideologie der Interdisziplinarität:Erfahrungen am Zentrum für interdisziplinäre Forschung Bielefeld. In: Akademie derWissenschaften zu Berlin (Hg.): Einheit der Wissenschaften. Internationales Kolloquium der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Bonn, 25.-27. Juni 1990. Berlin, New York: De Gruyter (Forschungsbericht / Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 4), S. 127–144. Online verfügbar unter http://hdl.handle.net/10419/112614, zuletzt geprüft am 02.02.2022.

König, Wolfgang (1995): Technikwissenschaften. Die Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaft zwischen 1880 und 1914. Chur: G + B Fakultas (Technik interdisziplinär, 1).

König, Wolfgang (2012): Technik, Wirtschaft und Gesellschaft. In: Uwe Fraunholz und Sylvia Wölfel (Hg.): Ingenieure in der technokratischen Hochmoderne. Thomas Hänseroth zum 60. Geburtstag. Unter Mitarbeit von Thomas Hänseroth. Münster, München, Berlin: Waxmann (Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, 40), S. 83–102.

Kornwachs, Klaus (2013): Philosophie der Technik. Eine Einführung. München: C.H.Beck oHG.

Kosack, Walter (1999): Bildung, Technik und Rationalität. Elemente zur Bildung angesichts der Probleme im technischen Zeitalter. Hamburg: Kovac (Studien zur Schulpädagogik, 16).

Köszegi, Sabine Theresia (2020): Der autonome Mensch im Zeitalter des Digitalen Wandels. In: Markus Hengstschläger (Hg.): Digitaler Wandel und Ethik. 1. Auflage. Salzburg, München: Ecowin, S. 62–90.

Krey, Olaf (2012): Zur Rolle der Mathematik in der Physik. Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender. Berlin: Logos (Studien zum Physik- und Chemielernen, 130).

Kuark, Julia K. (1997): Ingenieurinnen: Frauen in der männlichen Tradition des Ingenieurwesens. In: Corina Hartmann (Hg.): Ingenieurinnen: ein unverzichtbares Potential für die Gesellschaft. 1. Aufl. Kirchlinteln: HoHo-Verl. Hoffmann (Wissenschaftlerinnen-Forum, 3), S. 47–59.

Kühl, Stefan (2007): Von der Hochschulreform zum Veränderungsmanagement von Universitäten – Luhmann-Nacherzählung unter dem Gesichtspunkt der Reformierbarkeit von Universitäten. In: HIS-Hochschul-Informations-System GmbH (Hg.): Organisationsentwicklung in Hochschulen. Dokumentation. Hannover (Forum Hochschule, 14), S. 1–10.

Kuhn, Thomas S. (2014): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. 2., rev. und um das Postskriptum von 1969 erg. Aufl., 24. Aufl. Frankfurt a. Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 25).

Kultusminister Konferenz (Hg.) (2017): Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse. Im Zusammenwirken von Hochschulrektorenkonferenz und Kultusministerkonferenz und in Abstimmung mit Bundesministerium für Bildung und Forschung erarbeitet und von der Kultusministerkonferenz am 16.02.2017 beschlossen. Online verfügbar unter https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-03-Studium/02-03-02-Qualifikationsrahmen/2017_Qualifikationsrahmen_HQR.pdf.

Kurig, Julia (2015): Bildung für die technische Moderne. Pädagogische Technikdiskurse zwischen den 1920er und den 1950er Jahren in Deutschland. Würzburg: Königshausen u. Neumann.

Kurz, Wolf-Dieter (1991): Vorschlag zur Ethik in der Ausbildung von Ingenieuren. In: Volkmar Liebig. Lenkungsausschuß der Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg (Hg.): Ethik 1. Report 31 (Report), S. 97–98.

Lahm, Svantje (2016): Schreiben in der Lehre. Handwerkszeug für Lehrende. 1. Aufl. Leverkusen, Leverkusen: UTB; Budrich, Barbara (UTB S (Small-Format), 4573).

Landtag von Baden-Württemberg, 10. Wahlperiode (27.01.91): Bericht der Landesregierung zu einem Beschluß des Landtags; hier: Fachhochschulstudium und gesellschaftliche Verantwortun. Referat für Technik- und Wissenschaftsethik. Kopie einer Mitteilung der Landesregierung.

Landtag von Baden-Württemberg, 10. Wahlperiode (14.10.1988): Antrag der Abg. Erwin Teufel u. a. CDU und Stellungnahme des Ministeriums für Wissenschaft und Kunst Fachhochschulstudium und gesellschaftliche Verantwortung. Referat für Technik- und Wissenschaftsethik. Drucksache.

Liebig, Volkmar (1991): Statements als Zusammenfassung der Diskussionen während des Seminars. In: Volkmar Liebig. Lenkungsausschuß der Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg (Hg.): Ethik 1. Report 31 (Report), S. 83–84.

Liebig, Volkmar (1993a): Einführung in das Thema. Befragung des Lehrkörpers der fachhochschule Ulm zur Durchführung von Ethikveranstaltungen. In: Volkmar Liebig (Hg.): Technik, Umwelt, Ethik. Zur ethischen Verantwortung des Ingenieurs für die ökologischen Auswirkungen der Technik. ETHIK 2. Alsbach/Bergstrasse: Leuchtturm-Verlag (Schriftenreihe REPORT, 33), 3-10.

Liebig, Volkmar (Hg.) (1993b): Technik, Umwelt, Ethik. Zur ethischen Verantwortung des Ingenieurs für die ökologischen Auswirkungen der Technik. ETHIK 2. Alsbach/Bergstrasse: Leuchtturm-Verlag (Schriftenreihe REPORT, 33).

Liessmann, Konrad Paul (1993): Sören Kierkegaard zur Einführung. 1. Aufl. Hamburg: Junius-Verl.; Junius (Zur Einführung, 81).

Loenhoff, Jens (2015): Die Objektivität des Sozialen. In: Bernhard Pörksen (Hg.): Schlüsselwerke des Konstruktivismus. Unter Mitarbeit von Siegfried J. Schmidt. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Online-Ausgabe. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (Springer eBook Collection).

Lorbeer, Bärbel; Fleischmann, Patrick; Tröster, Fritz (2000): Integrierte Förderung von Schlüsselqualifikationen. Methoden und Erfahrungen aus einem hochschuldidaktischen Projekt. Hg. v. Lenkungsausschuß der Studienkommission für Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen Baden-Württembergs (Report, 39).

Luhmann, Niklas (1971): Moderne Systemtheorien als Form gesamtgesellschaftlicher Analyse. In: Jürgen Habermas und Niklas Luhmann (Hg.): Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie - was leistet die Systemforschung? Frankfurt a. Main: Suhrkamp, S. 7–24.

Luhmann, Niklas (1986): Ökologische Kommunikation. Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen? Opladen: Westdeutscher Verlag.

Luhmann, Niklas (Hg.) (1987): Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie. 17. Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 666).

Luhmann, Niklas (1997): Die Gesellschaft der Gesellschaft. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Die Gesellschaft der Gesellschaft / Niklas Luhmann, Bd.2).

Luhmann, Niklas (2008): Die Wirtschaft der Gesellschaft. 1. Aufl., [Nachdr.]. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 1152).

Luhmann, Niklas (2017a): Das Erziehungssystem der Gesellschaft. 6. Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 1593).

Luhmann, Niklas (2017b): Die Realität der Massenmedien. 5. Auflage. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS (Neue Bibliothek der Sozialwissenschaften).

Luhmann, Niklas (2018): Die Wissenschaft der Gesellschaft. 8. Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 1001).

Manegold, Karl-Heinz (1981): Der VDI in der Phase der Hochindustrialisierung 1880 bis 1900. In: Karl-Heinz Ludwig, Lothar Burchardt und Wolfgang König (Hg.): Technik, Ingenieure und Gesellschaft. Geschichte des Vereins Deutscher Ingenieure 1856 - 1981. Düsseldorf: VDI-Verl., S. 133–165.

Maulbetsch, Corinna (2010): Person und Verantwortung. Zur Grundlegung einer pädagogischen Handlungstheorie unter dem Aspekt der Erziehung zur Verantwortung im Kontext Schule. Zugl.:

Karlsruhe, Pädag. Hochsch., Diss., 2010. Münster, München, Berlin: Waxmann (Bildungswissenschaftliche Studien, 3).

Meadows, Dennis L. (Hg.) (1972): The limits to growth. New York: Universe Books.

Meisch, Simon; Nielebock, Thomas; Harms, Volker (2012): Zivilklauseln für Forschung, Lehre und Studium. Online verfügbar unter https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34002024/Meisch_Einleitung-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1656686992&Signature=KRJQA6QZ2S8ivl0Ee3GKdLeMApyBdBcSk8GGmaVFk~31gAPIrdKor7g~21Hey3f-pNlALiH8Y3zda5NI~TiG9ZJPbrx9-q1LGql-kj7aZ0sZ-elj6VufFU6p0zYrtlI-loMHd~Ic7JZPNg5bZaPRaX1QKdnaJtD6oShCz1T4BErsFMRIOkHN6lFIjiPCz2xMZuu5Ffu7uF-BTjBk2cB3Nf~uMhE2AW3e6V-QpV7Nzm50hCqiWqvzjStbksLR3tKnOkJPdDQGRWB-Blahyf5MUF9cToMVx4JJZOtHVfAu9m7cp13KlR~87RIwuk-wLmUXdm57Jgh3R2wnWip6Yrr0l4kuw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA, zuletzt geprüft am 01.07.2022.

Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg: Gesetz über die Hochschulen in Baden-Württemberg(Landeshochschulgesetz - LHG) Vom 1. Januar 20051), vom 17.12.2020. Online verfügbar unter https://www.landesrecht-bw.de/jportal/portal/t/did/page/bsbawue-prod.psml?doc.hl=1&doc.id=jlr-HSchulGBWV28IVZ&documentnumber=2&numberofresults=121&doctyp=Norm&showdoccase=1&doc.part=S&paramfromHL=true#focuspoint.

Möllers, Nina; Schwägerl, Christian; Trischler, Helmuth (Hg.) (2015): Willkommen im Anthropozän. Unsere Verantwortung für die Zukunft der Erde. München: Dt. Museum.

Mooraj, Margrit (2002): Frauen, Männer und Technik. Ingenieurinnen in einem männlichen besetzten Berufsfeld. Frankfurt am Main: Lang (Europäische Hochschulschriften : Reihe 22, Soziologie, Bd. 374).

Neef, Wolfgang (1997): Vorwort. In: Wolfgang Neef (Hg.): Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft. Aktuelle Entwicklungen von Ingenieurarbeit und Ingenieurausbildung. Berlin: TU, Univ.-Bibliothek, Abt. Publ, S. 7–9.

Niederdrenk, Klaus (2013): Zur Rolle der Fachhochschulen im deutschen Hochschulsystem. In: Baden-Württemberg Stiftung gGmbH (Hg.): Gleichartig - aber anderswertig? Zur künftigen Rolle der (Fach-) Hochschulen im deutschen Hochschulsystem. Bielefeld: wbv (Schriftenreihe der Baden-Württemberg Stiftung, Nr. 72), S. 11–31.

Nussbaum, Martha Craven (2019): Königreich der Angst. Gedanken zur aktuellen politischen Krise. Darmstadt: wbg Theiss.

Osterhammel, Jürgen (2012): 1800 bis 1850. Hg. v. Bundeszentrale für politische Bildung. Online verfügbar unter https://www.bpb.de/izpb/142105/1800-bis-1850.

Pahl, Jörg-Peter (2018): Fachhochschule. Von der Fachschule zur Hochschule für angewandte Wissenschaften. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.

Paulitz, Tanja (2012): Mann und Maschine. Eine genealogische Wissenssoziologie des Ingenieurs und der modernen Technikwissenschaften, 1850-1930. 1., Aufl. Bielefeld: transcript (Science Studies).

Perrow, Charles (1992): Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik. 2. Aufl. Frankfurt/Main, New York: Campus-Verl. (Reihe Campus, Bd. 1028 // 1028).

Pongratz, Ludwig A. (2010): Kritische Erwachsenenbildung. Analysen und Anstöße. 1. Aufl. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss.

Pörksen, Bernhard (2015): Schüsselwerke des Konstruktivismus. Eine Einführung. In: Bernhard Pörksen (Hg.): Schlüsselwerke des Konstruktivismus. Unter Mitarbeit von Siegfried J. Schmidt. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Online-Ausgabe. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (Springer eBook Collection), S. 3–18.

Prahl, Hans-Werner (1978): Sozialgeschichte des Hochschulwesens. [1.-3. Tsd.]. München: Kösel.

Preiser, Siegfried (2006): Kreativität. In: Karl Schweizer (Hg.): Leistung und Leistungsdiagnostik. Heidelberg: Springer Medizin, S. 51–67.

Qualitätsmanagement Hochschule Karlsruhe (07.09.2021): Leitfaden zur Einrichtung neuer Studiengänge. Qualitätsmanagement Hochschule Karlsruhe. internes Interdokument, zuletzt geprüft am 29.08.2022.

Qualitätsmanagement Hochschule Karlsruhe (15.12.2021): Einführung und Akkreditierung neuer Studiengänge. Hochschulinternes Internetdokument. In: Intranet Hochschule Karlsruhe, zuletzt geprüft am 29.08.2022.

Rachel, Thomas (2008): Ingenieurmangel und Handlungsfelder: Maßnahmen der Bundesregierung. In: Manfred Nagl, Hans-Joachim Bargstädt, Michael Hoffmann und Norbert Müller (Hg.): Zukunft Ingenieurwissenschaften - Zukunft Deutschland. Beiträge einer 4ING-Fachkonferenz und der ersten Gemeinsamen Plenarversammlung der 4ING-Fakultätentage am 14. und 15.07.2008 an der RWTH Aachen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 5–14.

Rafael Capurro (1991): Grundbegriffe der Ethik und grundlegende Ethikverständnisse. In: Volkmar Liebig. Lenkungsausschuß der Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg (Hg.): Ethik 1. Report 31 (Report), S. 9–20.

Rammert, Werner (1993): Technik aus soziologischer Perspektive: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Rammert, Werner (2016): Technik - Handeln - Wissen. Zu einer pragmatistischen Technik- und Sozialtheorie. 2., aktualisierte Auflage 2016. Wiesbaden: Springer VS.

Rapp, Friedrich (Hg.) (1999): Normative Technikbewertung. Wertprobleme der Technik und die Erfahrungen mit der VDI-Richtlinie 3780. Berlin: Edition Sigma (Technik-Gesellschaft-Natur, 1).

Raupp, Juliana (2022): Reden über Risiken. Risikokommunikation in krisenhaften Zeiten. In: *Zeitschrift der Bundeszentrale für politische Bildung* 72 (23-25), S. 12–17.

Redakteure ARD Tagesschau (1970): Katastrophale Umweltbilanz - EXPO in Japan. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung221526.html, zuletzt aktualisiert am 10.12.2010, zuletzt geprüft am 13.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (1973): Zugedrehter Ölhahn lähmt die Welt. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung220546.html, zuletzt aktualisiert am 13.12.2010, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (1977): Proteste in Brokdorf. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung220112.html, zuletzt geprüft am 14.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (1983): Umwelt - Planung und Zerstörung. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung376000.html, zuletzt aktualisiert am 11.11.2010, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (1984): Umweltkatastrophen. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg. Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung375996.html, zuletzt aktualisiert am 16.12.2010, zuletzt geprüft am 13.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (2011): ARD-Jahresrückblick 2011. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg. Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/multimedia/video/video1035700.html, zuletzt aktualisiert am 29.12.2011, zuletzt geprüft am 15.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (2012): ARD-Jahresrückblicke seit 1952. Blick zurück. Unter Mitarbeit von Redakteure der ARD Tagesschau. Hg. v. ARD Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland. Internet. Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/archiv/ardjahresrueckblicke/, zuletzt aktualisiert am 2012, zuletzt geprüft am 09.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (2014): ARD-Jahresrückblick 2014 in voller Länge. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/multimedia/video/video-48025.html, zuletzt aktualisiert am 15.12.2014, zuletzt geprüft am 22.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (2019): ARD Jahresrückblick 2019. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. youtube.com (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.youtube.com/watch?v=JWzGCTRy3MQ, zuletzt aktualisiert am 30.12.2019, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (1986): GAU in Tschernobyl. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung185986.html, zuletzt aktualisiert am 17.12.2010, zuletzt geprüft am 15.09.2022.

Reinders, Heinz (2010): Lernprozesse durch Service Learning an Universitäten (56), S. 531–547. DOI: 10.25656/01:7158.

Reinders, Heinz (2016): Service Learning - theoretische Überlegungen und empirische Studien zu Lernen durch Engagement. [1. Auflage]. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.

Rektorat der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft (Hg.) (2005): Wintersemester 2005/06. Hochschulführer Vorlesungsverzeichnis. Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft. Karlsruhe.

Rektorat der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft (2007): Wintersemester 2007/08. Hochschulführer Vorlesungsverzeichnis. Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft, Karlsruhe.

Rektorat der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft (2018): Näher dran. Alles drin. Vorlesungs und Personenverzeicnnis für das Wintersemester 2018/19. Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft, Karlsruhe.

Rophol, Günter (2009a): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik: KIT Scientific Publishing.

Rophol, Günter (2009b): Verantwortung in der Ingenieurarbeit. In: Matthias Maring (Hg.): Verantwortung in Technik und Ökonomie. Karlsruhe: Universitätsverlag (Schriftenreihe des Zentrums für Technik- und Wirtschaftsethik an der Universität Karlsruhe (TH), 1), S. 37–54.

Rophol, Günter (2016): Ethik und Technikbewertung. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft, 1241).

Schildt, Axel (2001a): Bundesrepublik Deutschland 1969 bis 1973. In: *Informationen zur politischen Bildung* (270), S. 3–4.

Schildt, Axel (2001b): Gesellschaft, Alltag und Kultur in der Bundesrepublik. In: *Informationen zur politischen Bildung* (270), S. 34–43.

Schildt, Axel (2001c): Gesellschaft, Alltag und Kultur in der Bundesrepublik. In: Bundeszentrale für politische Bildung (Hg.): Informationen zur politischen Bildung. Deutschland in den 70er/80er Jahren. Bonn: Bundeszentr. f. polit. Bildung (270), S. 34–43.

Schillinger, Franz (1975): Die bauliche Entwicklung von der Großherzoglichen Badischen Baugewerkeschule bis zur Fachhochschule. In: Fachhochschule Karlsruhe (Hg.): 100 Jahre Fachhochschule Karlsruhe. Archivgut der Hochschule Karlsruhe. Karlsruhe, S. 57–102.

Schmayl, Winfried (2013): Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts. 2., durchges. Aufl. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.

Schneider, Wolfgang Ludwig (2004): Grundlagen der soziologischen Theorie. Wiesbaden: Westdt. Verl.

Scholl, Lars U. (1981): Der Ingenieur in Ausbildung, Beruf und Gesellschaft 1865 bis 1881. Bildung und Industrialisierung. In: Karl-Heinz Ludwig, Lothar Burchardt und Wolfgang König (Hg.): Technik, Ingenieure und Gesellschaft. Geschichte des Vereins Deutscher Ingenieure 1856 - 1981. Düsseldorf: VDI-Verl., S. 1–66.

Schütz, Alfred (2004): Common-Sense und wissenschaftliche Interpretation menschlichen Handelns. In: Jörg Strübing und Bernt Schnettler (Hg.): Methodologie interpretativer Sozialforschung. Klassische Grundlagentexte. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH (UTB Sozialwissenschaften, 2513), S. 155–197.

Schützeichel, Rainer (2003): Sinn als Grundbegriff bei Niklas Luhmann. Zugl.: Hagen, Fernuniv., Diss., 2001. Frankfurt/Main: Campus-Verl. (Campus Forschung, 852).

Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hg.) (1998): Zur Geschichte der Kultusministerkonferenz 1948 - 1998. Auszug aus: Einheit in der Vielfalt. 50 Jahre Kultusministerkonferenz 1948 - 1998. Neuwied u.a.: Luchterhand 1998 (S. 177 - 227). Kultusminister Konferenz. Online verfügbar unter https://www.kmk.org/kmk/aufgaben/geschichte-der-kmk.html, zuletzt geprüft am 05.08.2022.

Snow, Carles Percy (1987): Die zwei Kulturen. Literar. u. naturwiss. Intelligenz ; C.P. Snows These in der Diskussion. Stuttgart: Klett-Cotta (The Rede lecture, 1959).

Sonnenenergie. Starten oder einpacken. (1995). In: *DER SPIEGEL*, 17.12.1995 (51), 126 ff.

Staiger-Engel, Julia (2019): Service Learning in der Kindheitspädagogik. Dissertation (Pädagogische Rahmung, Band 5).

Strohrmann, Manfred (2016): Systemtheorie Online. Teil A: Zeitkontinuierliche Signale und Systeme. Hg. v. Manfred Strohrmann. Hochschule Karlsruhe. Online verfügbar unter https://www.eit.hs-karlsruhe.de/mesysto/teil-a-zeitkontinuierliche-signale-und-systeme/teil-a-zeitkontinuierliche-signale-und-systeme/einfuehrung.html, zuletzt aktualisiert am 2016, zuletzt geprüft am 23.09.2022.

Strohrmann, Manfred; Wolfrum, Klaus; Klischat, Cosima (2022): Leitfaden zur Planung und Durchführung von Projekt- und Abschlussarbeiten. Handreichung. Hochschule Karlsruhe, Karlsruhe. Fakultät für Elektro- und Informationstechnik.

Studienkommission für Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen Baden-Württembergs (Hg.) (1973): Report 2. Beiträge zur Hochschuldidaktik der Ingenieurausbildung (Report, 2).

Teubert, Wolfgang; Busse, Dietrich; Hermanns, Fritz (Hg.) (1994): Begriffsgeschichte und Diskursgeschichte. Methodenfragen und Forschungsergebnisse der historischen Semantik. Opladen: Westdt. Verl.

Uekötter, Frank (2022): Handeln und Verhandeln. Eine kurze Demokratiegeschichte der Atomkraft. In: *Zeitschrift der Bundeszentrale für politische Bildung* 72 (21-22), S. 21–27.

Utz, Laura; Schickert, Nicolas; Dutschka, Sascha (2019): Die Zivilklausel der TU Darmstadt im Vergleich. TU Darmstadt. Online verfügbar unter https://tix.cast.d120.de/files/2019/paper_utz.pdf, zuletzt geprüft am 01.07.2022.

VDI; IW (2021): Der regionale Arbeitsmarkt in den Ingenieurberufen. Sonderteil: Ein Blick auf die Beschäftigung von Frauen. Hg. v. VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. und Institut der deutschen Wirtschaft e.V (Ingenieurmonitor, 2021/III). Online verfügbar unter https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/vdi-iw-ingenieurmonitor-3-quartal-2021, zuletzt geprüft am 23.09.2022.

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (Hg.) (2021): Ethische Grundsätze des Ingenieurberufs. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.vdi.de/themen/ethische-grundsaetze, zuletzt geprüft am 30.03.2022.

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.; Stiftung Mercator GmbH; VDMA Verband Deutscher Maschinen- und (Hg.) (2016): 15 JAHRE BOLOGNA-REFORM Quo vadis Ingenieurausbildung? Essen, Frankfurt a. M., Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.vdma.org/documents/34570/17004499/15%20Jahre%20Bologna-Reform.pdf/0a026cd5-7fe5-45e6-ecc5-c854334f2041, zuletzt geprüft am 22.08.2022.

Volker Gerhardt (2011): Was treibt den Menschen? Die Sicht der Philosophie. In: *Forschung & Lehre* (12), S. 924–927.

Volkmar Liebig. Lenkungsausschuß der Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg (Hg.) (1991): Ethik 1. Report 31. Fachhochschule Karlsruhe (Report).

Wajcman, Judy (1994): Technik und Geschlecht. Die feministische Technikdebatte. Frankfurt am Main: Campus-Verl.

Wiesmüller, Christian (2006): Schule und Technik. Die Technik im schultheoretischen Denken. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.

Wiesmüller, Christian (2010): Zur ästhetischen Komponente technischer Bildung. Hg. v. DGTB. Online verfügbar unter http://www.dgtb.de/fileadmin/user_upload/Materialien/Tagung/Potsdam/Beitraege/Wiesmueller.pdf, zuletzt geprüft am 18.04.2016.

Wiesmüller, Christian (2012): Bildung unter der Bedingung der Technosphäre. In: Uwe Pfenning (Hg.): Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand. Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung und -Berufe im europäischen Vergleich. Baden-Baden: Nomos (Forschungsberichte / Interdisziplinäre Arbeitsgruppen, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Bd. 28), S. 29–46.

Wiesmüller, Christian (2017): Technik und Schule im geschichtlichen Zusammenhang. In: Maja Jeretin-Kopf, Rüdiger Haas und Christian Wiesmüller (Hg.): Technik, kulturelle Entwicklung und Technische Bildung. Stuttgart: Steinbeis-Edition (Technik und Technische Bildung), S. 169–220.

Wilkesmann, Uwe; Schmid, Christian J. (Hg.) (2012): Hochschule als Organisation. Wiesbaden: Springer VS (Organisationssoziologie).

Wörz, Michael (1997): Beispiel KKW-Sicherheitsbehäter. Günter Ropohl. Hg. v. Referat für Technik- und Wissenschaftsethik. Karlsruhe (Ethikmaterialien für Lehrende, 3). Online verfügbar unter https://www.rtwe.de/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&file=fileadmin/doc/03-Materialien/EthikMaterialien/03tech.pdf&t=1663323044&hash=da753aa24b68fa7e755f5e3c7a6e293a4cb7ed20, zuletzt geprüft am 15.09.2022.

Zalasiewicz, Jan (2015): Die menschliche Dimension in geologischer Zeit. In: Nina Möllers, Christian Schwägerl und Helmuth Trischler (Hg.): Willkommen im Anthropozän. Unsere Verantwortung für die Zukunft der Erde. München: Dt. Museum, S. 13–18.

Dokumentenkorpus

Der Dokumentenkorpus listet die in dieser Studie verwendeten Dokumente auf. Die meisten Dokumente wurden veröffentlicht und sind in Bibliotheken, wie z. B. der Bibliothek der Hochschulrektorenkonferenz, oder online zu finden. Zwei unveröffentlichte Dokumente eines Briefwechsels wurden in die Anhänge A2 und A3 aufgenommen. Die filmischen Dokumente sind im Verzeichnis der filmischen Dokumente aufgeführt.

ASIIN e. V. (14.12.2007): ASIIN Akkreditierungsbericht Bachelorstudiengänge Energie- und Automatisierungstechnik Kommunikations- und Informationstechnik Sensorik Masterstudiengänge Elektrotechnik Sensorsystemtechnik an der Hochschule Karlsruhe. Fakultät Elektro- und Informationstechnik Hochschule Karlsruhe. Abschlussbericht eines Audit zum Akkreditierungsantrag die Bachelorstudiengänge Energie- und Automatisierungstechnik Kommunikations- und Informationstechnik Sensorik sowie die Masterstudiengänge Elektrotechnik Sensorsystemtechnik an der Hochschule Karlsruhe im Rahmen des Akkreditierungsverfahrens der ASIIN am 14.12.2007.

Böhme, Gert (1973): ASPEKTE EINER MATHEMATIK-DIDAKTIK AN FACHHOCHSCHULEN. In: Studienkommission für Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen Baden-Württembergs (Hg.): Report 2. Beiträge zur Hochschuldidaktik der Ingenieurausbildung (Report, 2), S. 40–57.

Das Rektorat (Hg.) (2003): Historische Entwicklung // 125 Jahre Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik, 1878-2003. Fachhochschule Karlsruhe. Karlsruhe: Verl. der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik; Verl. der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik (Ingenium, 4 // 5).

Der Rektor (1997): Hochschulführer. Hochschulführer. Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik, Karlsruhe. Archiv Hochschule Karlsruhe.

Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe (26.08.86): Pressemitteilung über Umweltschutz im Lehrangebot der baden-württembergischen Fachhochschulen. Fachhochschule Karlsruhe, KA 462 + 421. Pressemittelung als Antwort auf ein Schreiben vom 20.08.1986 Signatur IV-867.04/3. Archiv Hochschule Karlsruhe.

Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe (1987): Fachhochschulführer. Fachhochschule Karlsruhe, Karlsruhe. Archiv Hochschule Karlsruhe.

Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe (1999): Hochschulführer. Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik, Karlsruhe. Archiv Hochschule Karlsruhe.

Fachbereich Elektrische Energietechnik (1973): Studiengang Elektrische Energietechnik. Studienführer 1973. Fachhochschule Karlsruhe. Archiv Hochschule Karlsruhe.

Fachbereich Elektrische Energietechnik (1975): Elektrische Energietechnik. In: Fachhochschule Karlsruhe (Hg.): 100 Jahre Fachhochschule Karlsruhe. Archivgut der Hochschule Karlsruhe. Karlsruhe, S. 149–153. Archiv Hochschule Karlsruhe.

Fachhochschule Karlsruhe (Hg.) (1975): 100 Jahre Fachhochschule Karlsruhe. Archiv Hochschule Karlsruhe.

Fakultät Elektro- und Informationstechnik (Juli 2013): Selbstbericht Reakkreditierung der Studiengänge Elektrotechnik – Automatisierungstechnik (B. Eng.) Elektrotechnik – Energietechnik und Erneuerbare Energien (B. Eng.) Elektrotechnik - Informationstechnik (B. Eng.) Elektrotechnik – Sensorik (B. Eng.) Elektro- und Informationstechnik (M. Sc.). Archiv Fakultät Elektro- und Informationstechnik, Hochschule Karlsruhe.

Fakultät Elektro- und Informationstechnik. Fakultät Elektro- und Informationstechnik (August 2013): Modulhandbuch Bachelor-Studiengang Elektrotechnik - Energietechnik und Erneuerbare Energien Abschluss: Bachelor of Engineering. Fakultät Elektro- und Informationstechnik. digitale Form Modulhandbuch. Archiv Fakultät Elektro- und Informationstechnik, Hochschule Karlsruhe.

Rektorat der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft (2018): Näher dran. Alles drin. Vorlesungs- und Personenverzeichnis für das Wintersemester 2018/19. Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft. Archiv Hochschule Karlsruhe.

Fakultät Elektro- und Informationstechnik (Hg.) (2021): Modulhandbuch für den Studiengang Elektro- und Informationstechnik. Abschluss: Bachelor of Engineering (B.Eng.). Hochschule Karlsruhe. Online verfügbar unter: https://www.h-ka.de/fileadmin/Hochschule_Karlsruhe_HKA/Satzungen_Ordnungen/HKA_FK-EIT_EITB_MHB_v6002_2021-09-01.pdf, zuletzt aktualisiert am 31.01.2021, zuletzt geprüft am 26.08.2022.

Förster, Wolfram (2003): Historische Entwicklung. In: Das Rektorat (Hg.): Historische Entwicklung // 125 Jahre Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik, 1878-2003, Bd. 4. Karlsruhe: Verl. der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik; Verl. der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik (Ingenium, 4 // 5), S. 35–400.

Gmeiner, Lothar; Fensch, Wolfgang (2003): Informatik. In: Das Rektorat (Hg.): Historische Entwicklung // 125 Jahre Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik, 1878-2003, Bd. 5. Karlsruhe: Verl. der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik; Verl. der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik (Ingenium, 4 // 5), S. 141–149.

Gottburgsen, Anja; Wannemacher, Klaus; Wernz, Jonas; Willige, Janka (2019): Ingenieurausbildung für die digitale Transformation. Zukunft durch Veränderung. VDI Studie April 2019. Hg. v. Jonas Wernz. VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. Online verfügbar unter https://www.vdi.de/ueberuns/presse/publikationen/details/vdi-studie-ingenieurausbildung-fuer-die-digitale-transformation, zuletzt geprüft am 22.08.2022.

Jörissen, Jörg (2021): Einflussfaktoren auf die Lehrentwicklung neuberufener Professorinnen und Professoren an Fachhochschulen – Ergebnisse einer Interviewstudie. In: Carla Bohndick, Margret Bülow-Schramm, Daria Paul und Gabi Reinmann (Hg.): Hochschullehre im Spannungsfeld zwischen individueller und institutioneller Verantwortung. Tagungsband der 15. Jahrestagung der Gesellschaft für Hochschulforschung. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer VS (Springer eBook Collection), S. 95–109.

Jorzik, Bettina; Höfer, Simone (Hg.) (2013): Charta guter Lehre. Grundsätze und Leitlinien für eine bessere Lehrkultur. Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft. Essen: Edition Stifterverband (Positionen / Stifterverbnd für die Deutsche Wissenschaft, 2013).

Kahlert, Helmut (1973): KONFLIKTSITUATIONEN BEI DER PLANUNG VON STUDIENPROGRAMMEN. DARGESTELLT AM STUDIENGANG WIRTSCHAFTSINFORMATIK DER FACHHOCHSCHULE FURTWANGEN. In: Studienkommission für Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen Baden-Württembergs (Hg.): Report 2. Beiträge zur Hochschuldidaktik der Ingenieurausbildung (Report, 2), S. 58–69.

Kammerer, Helmuth; Herbstreith, Heinrich (2003): Rechenzentrum. In: Das Rektorat (Hg.): Historische Entwicklung // 125 Jahre Fachhochschule Karlsruhe - Hochschule für Technik, 1878-2003. Karlsruhe: Verl. der Fachhochschule Karlsruhe, Hochschule für Technik; Verl. der Fachhochschule Karlsruhe Hochschule für Technik (Ingenium, 4 // 5), S. 305–306.

Kultusminister Konferenz (Hg.) (2017): Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse. Im Zusammenwirken von Hochschulrektorenkonferenz und Kultusministerkonferenz und in Abstimmung mit Bundesministerium für Bildung und Forschung erarbeitet und von der Kultusministerkonferenz am 16.02.2017 beschlossen. Online verfügbar unter https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-03-Studium/02-03-02- Qualifikationsrahmen/2017_Qualifikationsrahmen_HQR.pdf.

Landtag von Baden-Württemberg, 10. Wahlperiode (27.01.91): Bericht der Landesregierung zu einem Beschluß des Landtags; hier: Fachhochschulstudium und gesellschaftliche Verantwortung. Archiv des Referat für Technik- und Wissenschaftsethik. Kopie einer Mitteilung der Landesregierung. **Landtag von Baden-Württemberg, 10. Wahlperiode (14.10.1988):** Antrag der Abg. Erwin Teufel u. a. CDU und Stellungnahme des Ministeriums für Wissenschaft und Kunst Fachhochschulstudium und gesellschaftliche Verantwortung. Archiv des Referat für Technik- und Wissenschaftsethik. Drucksache.

Liebig, Volkmar. Lenkungsausschuß der Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg (Hg.) (1991): Ethik 1. Report 31. Fachhochschule Karlsruhe (Report)

Liebig, Volkmar (1991): Statements als Zusammenfassung der Diskussionen während des Seminars. In: Volkmar Liebig. Lenkungsausschuß der Studienkommission für Hochschuldidaktik an Fachhochschulen in Baden-Württemberg (Hg.): Ethik 1. Report 31 (Report), S. 83–84.

Liebig, Volkmar (1993a): Einführung in das Thema. Befragung des Lehrkörpers der fachhochschule Ulm zur Durchführung von Ethikveranstaltungen. In: Volkmar Liebig (Hg.): Technik, Umwelt, Ethik. Zur ethischen Verantwortung des Ingenieurs für die ökologischen Auswirkungen der Technik. ETHIK 2. Alsbach/Bergstrasse: Leuchtturm-Verlag (Schriftenreihe REPORT, 33), 3-10.

Liebig, Volkmar (Hg.) (1993b): Technik, Umwelt, Ethik. Zur ethischen Verantwortung des Ingenieurs für die ökologischen Auswirkungen der Technik. ETHIK 2. Alsbach/Bergstrasse: Leuchtturm-Verlag (Schriftenreihe REPORT, 33).

Lorbeer, Bärbel; Fleischmann, Patrick; Tröster, Fritz (2000): Integrierte Förderung von Schlüsselqualifikationen. Methoden und Erfahrungen aus einem hochschuldidaktischen Projekt. Hg. v. Lenkungsausschuß der Studienkommission für Hochschuldidaktik an den Fachhochschulen Baden-Württembergs (Report, 39).

Neef, Wolfgang (1997): Vorwort. In: Wolfgang Neef (Hg.): Ingenieurinnen und Ingenieure für die Zukunft. Aktuelle Entwicklungen von Ingenieurarbeit und Ingenieurausbildung. Berlin: TU, Univ.- Bibliothek, Abt. Publ, S. 7–9.

Qualitätsmanagement Hochschule Karlsruhe (15.12.2021): Einführung und Akkreditierung neuer Studiengänge. Hochschulinternes Internetdokument. In: Intranet Hochschule Karlsruhe, zuletzt geprüft am 29.08.2022.

Rektorat der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft (2007): Wintersemester 2007/08. Hochschulführer Vorlesungsverzeichnis. Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft, Karlsruhe.

Schillinger, Franz (1975): Die bauliche Entwicklung von der Großherzoglichen Badischen Baugewerkeschule bis zur Fachhochschule. In: Fachhochschule Karlsruhe (Hg.): 100 Jahre Fachhochschule Karlsruhe. Archivgut der Hochschule Karlsruhe. Karlsruhe, S. 57–102.

DER SPIEGEL (1970a): DIE SIEBZIGER. Planlos in die Zukunft? Hamburg (01). Online verfügbar unter https://www.spiegel.de/spiegel/print/index-1970-1.html, zuletzt geprüft am 13.09.2022.

DER SPIEGEL (1970b): Ritt auf dem Tiger. Gesellschaft Zukunftsplanung. In: DER SPIEGEL (1), S. 34–47. Online verfügbar unter https://www.spiegel.de/politik/ritt-auf-dem-tiger-a-d9f98b80-0002-0001- 0000-000045226162?context=issue, zuletzt geprüft am 13.09.2022

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.; Stiftung Mercator GmbH; VDMA Verband Deutscher Maschinen- und (Hg.) (2016): 15 JAHRE BOLOGNA-REFORM Quo vadis Ingenieurausbildung? Essen, Frankfurt a. M., Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.vdma.org/documents/34570/17004499/15%20Jahre%20Bologna-Reform.pdf/0a026cd5-7fe5-45e6-ecc5-c854334f2041, zuletzt geprüft am 22.08.2022.

Verzeichnis der filmischen Dokumente

Dieses Verzeichnis gibt einen Überblick auf die näher untersuchten oder für das Verständnis des Kontextes erwähnten Filmdokumente. Das Verzeichnis der filmischen Dokumente ist ein Auszug des beigelegten Literaturverzeichnisses. Die Filmdokumente sind dem Internet-Archiv „ARD-Jahresrückblicke seit 1952“ entnommen. Die Zugänge zu allen gesichteten Videos sind in den Listen des Anhang A verzeichnet.

Das ARD-Archiv ist unter folgendem Link zu erreichen:

https://www.tagesschau.de/archiv/ardjahresrueckblicke/ (zuletzt geprüft: 26.09.2022)

Redakteure ARD Tagesschau (1970): **Katastrophale Umweltbilanz - EXPO in Japan.** Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung221526.html, zuletzt aktualisiert am 10.12.2010, zuletzt geprüft am 13.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (1973): **Zugedrehter Ölhahn lähmt die Welt.** Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung220546.html, zuletzt aktualisiert am 13.12.2010, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (1977): **Proteste in Brokdorf.** Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung220112.html, zuletzt geprüft am 14.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (1983): **Umwelt - Planung und Zerstörung.** Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung376000.html, zuletzt aktualisiert am 11.11.2010, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (1986): **GAU in Tschernobyl**. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/jahresrueckblick/meldung185986.html, zuletzt aktualisiert am 17.12.2010, zuletzt geprüft am 15.09.2022

Redakteure ARD Tagesschau (2011b): **Fukushima - radioaktives Niemandsland.** Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. Hamburg. Online verfügbar unter https://www.tagesschau.de/inland/jahresrueckblick354.html, zuletzt aktualisiert am 29.12.2011, zuletzt geprüft am 15.09.2022.

Redakteure ARD Tagesschau (2019): **ARD Jahresrückblick 2019**. Hg. v. Norddeutscher Rundfunk. youtube.com (ARD Jahresrückblick). Online verfügbar unter https://www.youtube.com/watch?v=JWzGCTRy3MQ, zuletzt aktualisiert am 30.12.2019, zuletzt geprüft am 17.09.2022.

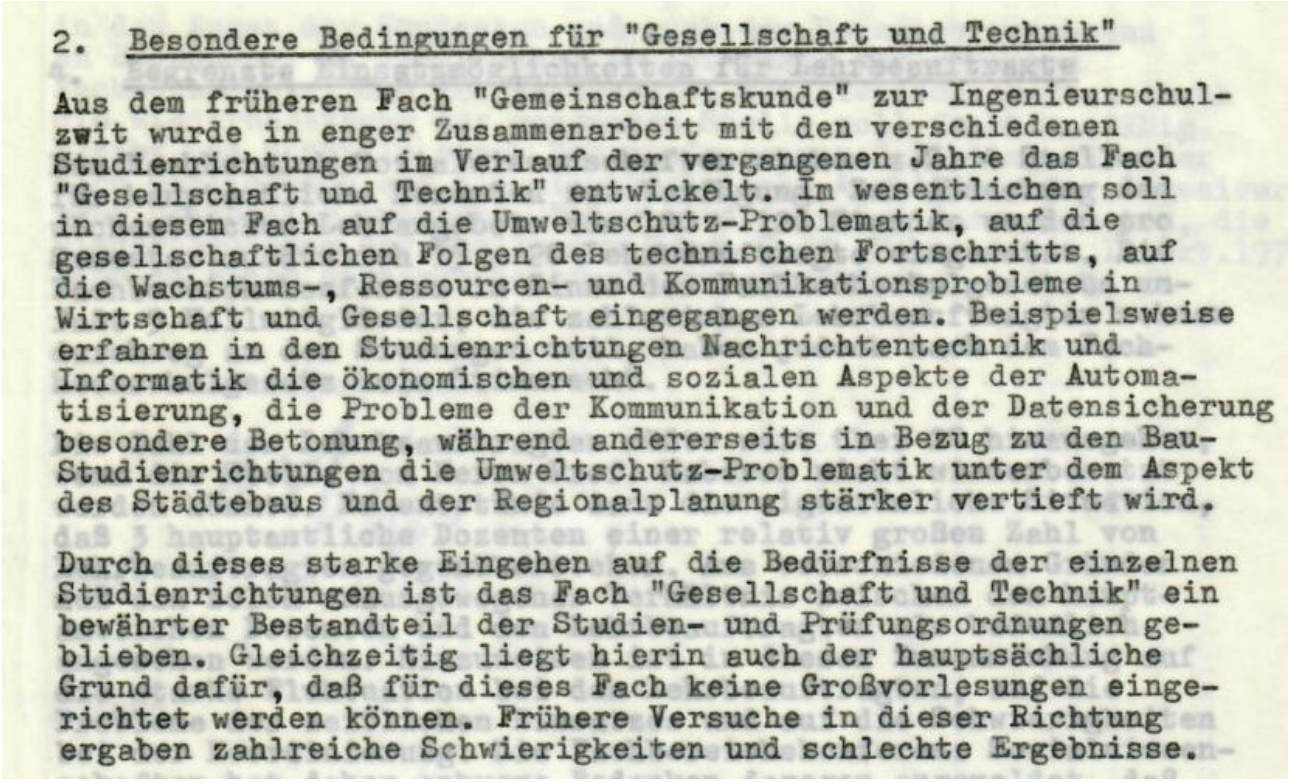
V. Anhang

Anhang A: Lehrangebote des Fachbereichs Sozialwissenschaften

Anhang A-1: Systematik Nichttechnische Fächer

Wirtschaft	Volkswirtschaftslehre Wirtschaftspolitik und Energiewirtschaft Kalkulation Energiewirtschaft Projektierung und Vertrieb Projektmanagement Betriebswirtschaftslehre Volkswirtschaftslehre Praxisvorbereitung Energiewirtschaft und Recht Seminar Energiewirtschaft
Personal	Betriebspsychologie Mitarbeiterführung
Recht	Recht
Wissenschaft	Technik der geistigen Arbeit Wissenschaftlich praktische Arbeitsmethoden Lern- und Arbeitstechnik Vorbereitung Bachelorthesis
Gesellschaft	Gesellschaft und Technik Wahlfach Geisteswissenschaft
Sprache	Rhetorik Praxisnachbereitung Fremdsprache Englisch

Anhang A-2: Besondere Bedingungen für das Fach Gesellschaft und Technik



2. Besondere Bedingungen für "Gesellschaft und Technik"

Aus dem früheren Fach "Gemeinschaftskunde" zur Ingenieurschulzwit wurde in enger Zusammenarbeit mit den verschiedenen Studienrichtungen im Verlauf der vergangenen Jahre das Fach "Gesellschaft und Technik" entwickelt. Im wesentlichen soll in diesem Fach auf die Umweltschutz-Problematik, auf die gesellschaftlichen Folgen des technischen Fortschritts, auf die Wachstums-, Ressourcen- und Kommunikationsprobleme in Wirtschaft und Gesellschaft eingegangen werden. Beispielsweise erfahren in den Studienrichtungen Nachrichtentechnik und Informatik die ökonomischen und sozialen Aspekte der Automatisierung, die Probleme der Kommunikation und der Datensicherung besondere Betonung, während andererseits in Bezug zu den Bau-Studienrichtungen die Umweltschutz-Problematik unter dem Aspekt des Städtebaus und der Regionalplanung stärker vertieft wird.

Durch dieses starke Eingehen auf die Bedürfnisse der einzelnen Studienrichtungen ist das Fach "Gesellschaft und Technik" ein bewährter Bestandteil der Studien- und Prüfungsordnungen geblieben. Gleichzeitig liegt hierin auch der hauptsächliche Grund dafür, daß für dieses Fach keine Großvorlesungen eingerichtet werden können. Frühere Versuche in dieser Richtung ergaben zahlreiche Schwierigkeiten und schlechte Ergebnisse.

Auszug eines Schreibens von Prof. Dr. Glatz, dem damaligen Rektors der Fachhochschule Karlsruhe an Ministerialrat Dr. v. Alberti, des Kultusministeriums. Archivgut der Hochschule Karlsruhe (Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe 01.06.1976)

Anhang A-3: Beschreibung der Seminare Gesellschaft, Technik, Umweltschutz I und II

Gesellschaft, Technik, Umweltschutz II

Ziel der Lehrveranstaltung ist der Erwerb des Fachkundenachweises für Immissionsschutzbeauftragte. Die Veranstaltung ist daher von besonderem Interesse für Studenten der Fachbereiche Energietechnik und Maschinenbau, die im Kraftwerks- bzw. Großanlagenbereich tätig werden wollen. Im Teil II der Veranstaltung liegt der Schwerpunkt bei der Behandlung der Ausbreitung von Luftschadstoffen, der Wirkung der Schadstoffe auf den Menschen und die natürliche Umwelt sowie der meßtechnischen Erfassung von Luftschadstoffen. Die Veranstaltung wird gemeinsam mit der Landesanstalt für Umweltschutz durchgeführt; dort erfolgen auch die experimentellen Einweisungen, z.B. in die Meßtechnik von Schadstoffen. Es ist möglich, das Gesamt-Seminar auch mit dem zweiten Teil zu beginnen.

Beginn: 2. Oktober 1986

(S 412)

Gesellschaft, Technik, Umweltschutz

Dieses Seminar ist für die Studenten der Studiengänge A und B gedacht.-
Unsere Wirtschafts- und Gesellschaftsstrukturen haben sich besonders in der Zeit nach dem 2. Weltkrieg so rasch verändert, daß eine Raumordnung im eigentlich notwendigen Umfang nicht hat durchgeführt werden können. Heute sehen wir infolge unbeachteter Nebenwirkungen unseres Handelns unsere Umwelt bedroht und versuchen, durch Sanierungen im weitesten Sinne ein ausgeglichenes Verhältnis von Aktivitätsfaktoren und Planungselementen zu erreichen.
Der Stoff wird u.a. anhand von Fällen und in Lerngruppen erarbeitet.

Beginn: 7. Oktober 1986

(S 413)

Gesellschaft, Technik, Umweltschutz

Dieses Seminar ist für die Studenten der Studiengänge K und V gedacht.

Beginn: 7. Oktober 1986

Auszug einer Pressemitteilung des Rektorats der Fachhochschule Karlsruhe an das Ministerium für Wissenschaft und Kunst Baden-Württemberg (Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe 26.08.86, S. 2)

Anhang A-4: Beispiel für das breite Fächerangebot des Fachbereichs Sozialwissenschaften gegen Ende seines Bestehens

Tabelle A.1: Fächerangebot des Fachbereichs Sozialwissenschaften im Sommersemester 2002

Wirtschaft und Globalisierung	Grundlagen der globalen Wirtschaft
	Internationale Unternehmensführung
	Internationales Marketing
	Internationales Wirtschaftsrecht
	Projektmanagement für Ingenieure
	Interkulturelle Kommunikation
Technische Dokumentation	Optische Textgestaltung
	Erstellung wissenschaftliche Publikationen mit LA-TEX
	Technisches Texte erstellen und bearbeiten
	Standardisierungstechniken MS_Word
	DTP-Workshop
Informationsmanagement für den internationalen Markt	Terminologie-Management
	Interkulturelle Kommunikation
	Technische Dokumentation für den internationalen Markt
Ethik für Ingenieure	Allgemeine Ethik
	Ethik und Kommunikationstheorie
	Wirtschafts- und Unternehmensethik
	Einführung in die Politikwissenschaft
	Angewandte Ethik-Nachhaltige Entwicklung
	Wissensmanagement und Verantwortung
	Umweltschutz, -technik, -recht I und II
Personalführung	Personalauswahl und Mitarbeiterbeurteilung
	Sozialpsychologie und Mitarbeiterführung
	Arbeitswissenschaft
	Personal- und Organisationsentwicklung
Der Ingenieur als Unternehmer	Existenz- und Unternehmensgründung
	Gründung einer Studentischen Übungsfirma
	Marketing für Ingenieure
	Start-up Planspiel
	Unternehmensplanung für Ingenieure
	Arbeitsrecht
	Moderationstraining
	Von der Innovation zum Patent
	Steuerlehre
	Einführung ins Qualitätsmanagement
	Sozialpsychologie und Mitarbeiterführung
	Rhetorik und Präsentation
Sicherheitstechnik im Baubetrieb	Sicherheitstechnik im Baubetrieb I und II

Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz	Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz I und II
Arbeitsmethoden	Informationsrecherche in Bibliotheken, Datenbanken u. Internet
	Bewerbertraining
Rhetorik und Präsentation	Vortragsrhetorik
	Gesprächsrhetorik
	Rhetorik und Präsentation
Europäische Wirtschaftsintegration	Unternehmensstrategische Implikationen EU
	Standort Europa im Zeitalter der Globalisierung
Englische Fachseminare	International Economics
	International Marketing
	Intercultural Management Communication
	Management Game
	Management of International Projects
	International Lax-Systems and Contracts
Französische Fachseminare	Relation Economiques Internationales
	Techniques de Communication Interculturelle
	Gestion des Projets Internationaux
	Droit Européen

Bereiche mit Anteilen zum Themengebiet Umweltschutz sind grün hinterlegt.Quelle aus dem Archiv der Hochschule Karlsruhe: (Der Rektor 2002)

Anhang B: Tabellen zur Auswertung der Videos des ARD-Jahresrückblicks

Anhang B-1: Farbcode für die Einsortierung der Videotitel in Kategorien

In den anschließend abgebildeten Tabellen unterscheiden sich die Füllungen der Zellen, mit den Titeln der Video-Berichte farbig. Dadurch lassen sich die Kategorien erkennen, welchen die Titel zugeordnet sind. Besondere Farbcodes für die Unterkategorien wurden für alle Themen der Technik sowie für die Unterkategorie *Kunst und Kultur* gegeben. Durch den Farbcode Kunst und Kultur lässt sich der Vergleich dieser Unterkategorie mit der Kategorie Technik in Abschnitt 8.1.4 nachvollziehen.

Epidemie -Pandemie	
Gesellschaft	Bildung und Jugend
	Demokratie
	Kriminalität
	Kunst und Kultur
	Soziale Ungleichheit
Politik	Deutschlandpolitik Europapolitik Weltpolitik
Krieg und Terror	
Naturkatstrophen	
Technik	Fortschritt
	Gesellschaft
	Energie
	Umweltprobleme
	Raumfahrt
	Katastrophen und Unfälle
Wetter und Klima	
Wirtschaft	Deutschlandwirtschaft Europawirtschaft Weltwirtschaft

Anhang B-2: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1970 bis 1973

1970	
Umstrittene Ostpolitik Willy Brandts	00:02:02
Gipfeltreffen der beiden deutschen Staaten	00:01:58
Diskussionen um Zukunft der Bundeswehr	00:01:08
Vietnamkrieg zieht immer weitere Kreise	00:04:26
Amerikaner fordern mehr Sicherheit	00:02:55
Geburtstag der Vereinten Nationen	00:00:46
Konflikte in Nordirland dauern an	00:01:24
Frankreich verliert ein Idol	00:01:13
Ägypten trauert um Staatspräsident Nasser	00:02:01
Portugals Ministerpräsident gestorben	00:00:26
Anschläge in Südamerika	00:02:48
Erdbeben in Peru	00:01:01
Allende wird Präsident in Chile	00:01:15
Unabhängigkeit für British-Guyana	00:00:41
Naturkatastrophe in Pakistan	00:00:38
Tote bei Unruhen in Polen	00:00:59
Jahrestag der Revolution in Peking	00:00:52
Houston, wir haben ein Problem	00:03:15
Mangel an Perspektiven für Jugendliche	00:03:07
Katastrophale Umweltbilanz	00:01:26
EXPO in Japan	00:01:27
Summe der Zeiten	**00:35:48**

1971	
Friedensnobelpreis für Willy Brandt	00:00:59
Deutsch-deutscher Dialog beginnt	00:00:23
Kanzler besucht Sowjetunion	00:00:55
Botschafter unterzeichnen Berlin-Vertrag	00:04:09
Währungskrise	00:00:38
Regierung auf dem Prüfstand	00:05:20
Arbeitsmarkt und Wirtschaftspolitik	00:07:09
Der Weg der DDR	00:05:50
Die sozialistischen Staaten	00:04:38
Straßenschlachten in Nordirland	00:00:49
Rezession in den USA	00:01:27
Vier neue Mitglieder für die EWG	00:01:40
USA entdeckt China	00:01:28
USA: Verlierer in Vietnam	00:03:22
Revolte von Attica	00:01:07
Putsch in Bolivien	00:03:54
Krisenherde der Welt	00:11:11
Probleme und Aufschwung in Asien	00:02:49
Der Schah von Persien lädt ein	00:01:02
Raumfahrt und	00:04:43
Umwelt	00:01:53
Summe der Zeiten	**00:54:15**

1972	
Ostverträge verabschiedet	00:07:26
Innenpolitische Probleme	00:04:14
Klarer Wahlsieg der sozial-liberalen Koalition	00:08:19
Grundlagenvertrag zwischen BRD und DDR	00:06:42
Interview mit Egon Bahr	00:03:24
Chinas Weg in die Weltpolitik	00:03:24
Vietnamkrieg nimmt kein Ende	00:03:04
Präsidentschaftswahlen in den USA	00:03:40
Erweiterung der EWG	00:04:11
Terror in Nordirland	00:00:40
Attentat überschattet Olympische Spiele	00:04:20
Unruhen in Afrika und Asien	00:01:38
Arm und Reich	00:02:22
Weizsäcker über die Zukunft der Zivilisation	00:04:04
Summe der Zeiten	**00:57:28**

1973	
Der Jom-Kippur-Krieg	00:06:50
Portugal führt Kriege in Afrika	00:01:59
Kämpfe in Vietnam trotz Waffenstillstands	00:03:11
Bürgerkrieg in Kambodscha - Unruhen in Thailand	00:02:38
Proteste gegen griechische Militärdiktatur	00:00:57
Straßenkämpfe in Nordirland	00:00:45
Militärputsch in Chile	00:04:33
Breschnew besucht Washington	00:01:41
Kissinger in Peking	00:01:29
Zugedrehter Ölhahn lähmt die Welt	00:05:45
Nixon gerät zunehmend unter Druck	00:06:35
Annäherungen zwischen Ost und West	00:05:54
Bundesparteitage von SPD, FDP und CDU	00:04:35
Innenpolitische Konflikte in der BRD	00:05:31
Erfolgreiches Jahr für die DDR	00:04:38
Umweltzerstörung schreitet unvermindert fort:	
Technik-Raumfahrt	00:00:58
Technik-Umweltschäden	00:02:02
Wetter und Klima	00:01:25
Summe der Zeiten	**01:01:26**

Anhang B-3: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1974 bis 1977

1974	
Willy Brandt tritt zurück	00:04:15
‚Watergate"-Affäre bringt Nixon zu Fall	00:05:20
Entwicklung in der Weltwirtschaft	00:09:04
Die europäische Wirtschaft	00:03:40
Politische Ereignisse in Europa	00:13:23
25 Jahre DDR und BRD	00:04:10
Das Jahr 1974: Wandel der Systeme	00:10:37
Kämpfe im Nahen Osten	00:05:12
Gegensätze	00:03:27
Summe der Zeiten	**00:59:08**

1975	
General Franco tot	00:01:35
Suez-Kanal wieder befahrbar	00:00:22
Sinai-Abkommen unterzeichnet	00:01:18
Gewaltsame Auseinandersetzungen im Libanon	00:00:42
KSZE-Abkommen von Helsinki	00:01:09
Staatsmänner besuchen Peking	00:00:51
Terrororganisationen halten Europa in Atem	00:02:20
Prozess gegen Mitglieder der RAF	00:00:36
Anschläge auf US-Präsident Ford	00:00:34
Deutschland ein Jahr vor der Bundestagswahl	00:02:20
Helmut Schmidt und die Wirtschaftskrise	00:01:58
Das Jahr aus der Sicht von Helmut Kohl	00:08:00
Katharina Focke kommentiert das „Jahr der Frau"	00:07:34
Jürgen Ponto kommentiert die Wirtschaftslage	00:07:19
Arm und Reich	00:08:35
Summe der Zeiten	**01:46:39**

1976	
Schmidt bleibt Bundeskanzler	00:08:27
Streit zwischen CDU und CSU	00:01:15
Löcher in Kranken- und Rentenkassen	00:02:25
Proteste in Brokdorf	00:00:57
Polen-Verträge unterzeichnet	00:03:15
Wolf Biermann ausgebürgert	00:04.22
Jimmy Carter wird US-Präsident	00:04:38
Europäisches Parlament beschlossen	00:01:08
Euro-Kommunisten auf Distanz zu Moskau	00:03:10
Demokratisierung in Spanien und Portugal	00:02:54
Afrika kommt nicht zur Ruhe	00:05:34
Konferenz in Colombo	00:01:36
Bürgerkrieg im Libanon	00:02:22
Wirtschaftskrise in Großbritannien	00:01:33
Bildungsreform gescheitert	00:04:42
Tod von Ulrike Meinhof	00:01:03
Bilder des Jahres	
Naturkatstrophen	00:00:12
Marsbilder	00:00:12
Dürre Afrika	00:00:11
Seveso	00:00:14
Flugzeugunglück, Unfall Nikki Lauda	00:00:27
Königliche Hochzeit	00:00:13
Einsatz in Entebbe, Flucht, Terror	00:00:39
Summe der Zeiten	**00:47:07**

1977	
GSG 9 beendet Entführung in Mogadischu	00:01:31
Kommentar von Klaus Simon	00:01:32
Die Opfer des Terrorismus 1977	00:03:42
Trauerfeier für Hanns-Martin Schleyer	00:01:15
Demokratie auf dem Prüfstand	00:05:46
Kommentar von Friedrich Nowottny	00:01:55
Proteste in Brokdorf	00:04:31
Parteitage von SPD, FDP und CDU	00:03:52
Wirtschaftspolitik ohne Einfluss	00:03:25
Autoindustrie floriert	00:01:24
Helmut Schmidt besucht Polen	00:01:04
Friedensverhandlungen: Sadat besucht Israel	00:02:24
Trauer um Elvis Presley	00:01:38
Einsatz für Menschenrechte	00:05:13
Machtkämpfe und Stellvertreter-Kriege	00:06:21
Ökologische und soziale Probleme	
Technik-Energie (Katastrophen, Erdölförderung)	00:00:37
Soziale Ungleichheit	00:00:37
Kultur	00:09:24
Summe der Zeiten	**00:56:11**

Anhang B-4: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1978 bis 1979

1978	
Erstes Retortenbaby geboren	00:00:54
Kritik am „Radikalenerlass“	00:07:27
Rüstungskontrolle gefordert	00:02:14
Karol Wojtyla wird neuer Papst	00:01:42
Verträge von Camp David	00:02:02
Volksaufstand im Iran	00:01:31
Kämpfe in Afrika	00:03:40
Aufstand in Nicaragua	00:01:23
China sucht Verbündete	00:01:34
Argentinische Militärs nutzen WM zur Selbstdarstellung	00:01:21
Aldo Moro tot aufgefunden	00:01:35
Außenpolitik	00:03:05
Innenpolitik	00:02:17
FDP scheitert an Fünf-Prozent-Hürde	00:02:45
Das Jahr der Arbeitskämpfe	00:01:17
Bahro zu Freiheitsstrafe verurteilt	00:01:33
Verkehrsvereinbarungen unterzeichnet	00:00:44
Schlagzeilen	
Naturkatastrophen	00:00:15
Jugend	00:00:10
Kunst und Kultur	00:00:25
Kriminalität	00:00:21
Soziale Ungleichheiten	00:00:17
Technik-Katastrophen	00:00:45
Summe der Zeiten	**00:39:17**

1979	
Schiiten übernehmen Teheran	00:01:41
Papst Johannes Paul II. auf Reisen	00:01:58
Der Holocaust im Fernsehen	00:01:58
Schlagzeilen des Jahres	
Kunst und Kultur (Beuys)	00:00:47
Deutschlandpolitik (Carstens und Grüne Liste Bremen)	00:01:59
Demokratie (Arbeitskampf)	00:00:20
Technik-Energie (Kohle, Stromausfall, Atommüll Gorleben)	00:01:55
Kanzlerkandidat Strauß	00:02:10
NATO-Doppelbeschluss verabschiedet	00:03:08
Umweltskandale	
Ölkatastrophe Golf von Mexiko	00:01:39
Unfall Atomkraftwerk Harrisburg	00:01:40
Umweltgiftskandal Chemiefirma Stoltzenberg	00:01:16
Carter kämpft um Wählergunst	00:01:45
Friedensvertrag aber kein Frieden	00:03:57
Machtkämpfe in Afrika	00:02:57
Sandinistischer Sieg in Nicaragua	00:02:32
Flüchtlingselend in Indochina	00:04:49
Summe der Zeiten	**00:36:31**

Anhang B-5: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1980 bis 1983

1980	
Streik auf der Lenin-Werft	00:05:39
Bundestagswahl u. deutsch-deutsche Eiszeit	00:04:13
Japaner schrecken die Wirtschaft	00:01:46
Handlungsbedarf in der Umweltpolitik	00:01:46
Bundeswehr in der Kritik	00:03:01
Terror von Rechts	00:02:52
Ende für Muhammad Ali	00:01:13
Die USA und die Golf-Krise	00:03:26
Sowjetischer Einmarsch in Afghanistan	00:05:08
Olympische Spiele in Moskau	00:03:23
Militärputsch in der Türkei	00:01:24
Staatsstreich in Bolivien	00:00:00
Bürgerkrieg in El Salvador	00:01:18
Studentenunruhen in Südkorea	00:02:07
Prozess gegen Maos Witwe	00:01:47
Hunger in Uganda	00:01:46
Naturkatastrophen	
Naturkatastrophen	00:04:00
Technik-Energie Unglück Bohrinsel	00:01:35
Rekordjagd mit Dominosteinen	00:01:30
Papst-Besuch	00:02:31
Behinderten-Proteste	00:01:13
Zeit gesamt	**00:51:38**

1981	
Aufrüstung und Friedensdemonstrationen	00:06:18
Kriegsrecht in Polen	00:03:15
Guernica darf nach Spanien	00:01:35
Amtseinführung im Weißen Haus	00:01:13
Die Bundesrepublik in der Wirtschaftskrise	00:03:32
Proteste gegen Umweltrisiken	
Technik-Energie	00:00:38
Technik-Umweltschäden	00:03:45
Technik-Fortschritt	00:00:40
West trifft Ost	00:03:50
Rücktritt in Berlin	00:01:47
Demonstrationen und ein Justizskandal	00:02:59
Krisenherd Naher Osten	00:06:30
Attentate auf Reagan und den Papst	00:00:39
Ereignisse in Europa	00:05:31
Kampf gegen Hunger und Armut	00:09:36
Zeit gesamt	**00:51:48**

1982	
Regierungswechsel in Bonn	00:10:42
Massenarbeitslosigkeit in Deutschland	00:06:24
Krieg um die Falklandinseln	00:06:32
Supersommer	00:02:18
Kein Frieden im Nahen Osten	00:06:13
Fußball-Weltmeisterschaft in Spanien	00:03:21
Entwicklungen im europäischen Ausland	00:09:53
Abschied von Prominenten	00:04:20
Betrug und Spuk	00:03:22
Was passiert sonst noch?	
Kunst und Kultur	00:01:36
Technik- Unfälle	00:00:46
Zeit gesamt	**00:55:27**

1983	
Aufrüstung und Massenentlassungen	
Friedensdemos	00:00:24
Genfer (Rüstungs-)Verhandlungen	00:04:08
Grüne, Flickaffaire usw.	00:03:28
Werftschließung, Stahlkrise	00:01:41
Weltwirtschaft auf dem Prüfstand	00:01:14
Aufstrebende Automobilindustrie	00:02:06
Umwelt - Planung und Zerstörung	
IGA in München	00:00:20
Waldsterben und Meeresverschmutzung	00:02:20
Die Fässer von Seveso	00:01:20
Naturkatastrophen 1983	00:00:51
Hüben und drüben	00:05:51
Friedensnobelpreis für Lech Walesa	00:00:35
Jumbo-Abschuss	00:01:39
Invasion auf Grenada	00:02:58
Weiter Kämpfe im Libanon	00:02:46
Ausweisungswelle in Nigeria	00:00:49
Opfer und Täter 1983	
Opfer Kemal Altun	00:00:45
Täter Klaus Barbie	00:00:37
Gefälschte Hitler-Tagebücher	00:01:38
Benigno Aquino tot	00:00:37
Was 1983 noch passierte	00:03:45
Volkszählung gescheitert	00:01:50
Zeit gesamt	**00:41:42**

Anhang B-6: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1984 bis 1985

1984	
Affären Kießling und Flick	00:09:48
Arbeitskämpfe in der Industrie	00:02:34
Deutsch-deutsches Verhältnis	00:08:47
Wörter des Jahres	00:00:42
Regensommer	00:02:24
Ereignisse im Ausland	00:14:31
Katastrophen	00:02:37
Umweltprobleme	00:02:33
Probleme Kohlekraftwerke	00:00:43
Katalysatorauto und Dioxin-Verbrennung	00:01:09
Frachterunglück	00:00:30
Humor	00:01:35
Zeit gesamt	**00:47:53**

1985	
Generationswechsel im Kreml	00:03:33
Reagan an Krebs erkrankt	00:01:30
Gipfeltreffen in Genf	00:03:22
Spitzentreffen zu Raketenabwehrsystem	00:00:58
Das Technologieprogramm EUREKA	00:01:44
Deutsch-deutsche Befindlichkeiten	00:06:58
Reagan in Bitburg	00:04:49
Wirtschaft geht aufwärts	00:01:11
Namen und Nachrichten	00:05:46
Gewalt und Gegengewalt im Nahen Osten	00:09:27
1985 - Jahr der Flugzeugunglücke	00:01:33
Fußball-Katastrophen	00:01:44
Naturkatastrophen 1985	00:02:58
Abschied von Prominenten	00:04:04
AIDS-Panik und Aufklärung	00:01:25
Glykol im Wein	00:03:55
Zeit gesamt	**00:54:57**

Anhang B-7: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1986 bis 1987

1986	
Ein kalter Winter	00:00:30
Neujahrsansprachen	00:00:32
Explosion der US-Raumfähre „Challenger“	00:01:50
Umsturz auf den Philippinen	00:01:00
Ende des Golfkriegs nicht absehbar	00:00:32
Diskussion um Asylrecht	00:00:22
Attentat auf Olof Palme	00:00:33
Beziehungen zwischen Ost und West	00:02:15
Einigung über Kanaltunnel	00:00:29
Erstes Unterwasser-Interview	00:00:34
100. Geburtstag des Autos	00:00:48
GAU in Tschernobyl	00:04:38
Bombenattentat auf Diskothek „La Belle“	00:01:24
Auseinandersetzungen zwischen ETA und Staatsmacht	00:00:36
DGB verkauft die „Neue Heimat“	00:00:50
‚Abschreibungsparadies“ Berlin	00:00:50
„Weltläufe“ für die Hungerhilfe	00:00:59
Peter Maffay gibt Konzert in Rostock	00:00:52
Heisig porträtiert Helmut Schmidt	00:01:05
Bilderbuchsommer 1986	00:00:49
Ballonfahrten 1: Unfall	00:00:36
Ballonfahrten 2: Rekordfahrt	00:00:28
Japan: Fortschritt: Satellit	00:00:32
Japan Tradition: Kaiser Feiert Geburtstag	00:00:34
100. Geburtstag der Freiheitsstatue	00:00:37
Berliner Mauer steht seit 25 Jahren	00:01:00
Bundestag zieht ins Wasserwerk	00:00:44
Argentinien gewinnt Fußball-WM	00:01:00
Boris Becker gewinnt Wimbledon	00:02:00
Unfallrate steigt an	00:00:46
Gipfeltreffen in Reykjavik	00:03:00
RAF erschießt Gerold von Braunmühl	00:01:00
Gift verseucht Wasser des Rheins	00:00:59
Neuer B 52-Bomber der USA	00:00:20
Demonstrationen in China	00:00:20
Sacharov freigelassen	00:00:30
Gebete für den Weltfrieden	00:01:00
Summe der Zeiten	00:36:54

1987	
Wirtschaft in Deutschland	00:01:03
Überschwemmungen und Frost	00:00:42
Fährunglücke	00:00:41
Radioaktiv verseuchtes Molkepulver	00:00:15
Wahlen und Rücktritte	00:01:06
Konferenz in Genf	00:00:29
Offiziere der Bundeswehr beim NVA-Manöver	00:00:20
Gorbatschow setzt Reformen fort	00:00:52
Reagan gesteht Fehler in der Iran-Affäre ein	00:00:42
Kriegsbegeisterung im Iran	00:00:22
Freispruch für Frank Förster	00:00:31
Geldstrafen im Flick-Spendenprozess	00:00:30
Deutsches Reinheitsgebot wird verwässert	00:00:42
Sprengungen in den USA	00:00:50
Neue Personalausweise	00:00:36
Protest gegen die Volkszählung	00:00:37
Wahl in Hessen	00:00:26
Barschel überlebt Flugzeugabsturz	00:00:16
Maßnahmen gegen AIDS	00:00:29
Diskussion um Atomkraftwerke	00:00:44
Proteste der Landwirte und Bergarbeiter	00:00:54
Gewalts. Auseinandersetzungen in Berlin-K.	00:00:31
750-Jahr-Feier in Berlin	00:00:25
Geburtstage	00:00:35
Jugendprotest in der DDR	00:00:43
Mathias Rust landet auf dem Roten Platz	00:00:41
Gespräche zw. den USA und der Sowjetunion	00:01:10
Irakischer Angriff auf amerikanische Fregatte	00:00:28
Verfassungsreform in Südkorea	00:00:39
Bombenanschläge der hinduistischen Tamilen	00:00:26
Papst Johannes Paul II. besucht Chile	00:00:35
„Aida“ in den Tempelruinen von Luxor	00:00:44
Bernhard Grzimek gestorben	00:00:29
Verregneter Sommer	00:01:01
Rundwürmer im Fisch	00:00:53
Weizäcker besucht Sowjetunion	00:00:50
Mathias Rust in Moskau verurteilt	00:00:31
Honecker kommt nach Bonn	00:03:42
Diskussion um Asyl für 14 Chilenen	00:01:20
Streik in Südafrika	00:00:32
Golfkrieg eskaliert weiter	00:00:44
Überschwemmungen in den Alpen	00:00:19
Tanklaster-Katastrophe in Herborn	00:00:44
Barschel-Affaire	00:02:09
Selbstmord von Rudolf Heß	00:00:47
Rekordeinbrüche am Aktienmarkt	00:01:08

Proteste der Stahlarbeiter	00:00:34
Zwei Polizisten getötet	00:01:20
Pachtvertrag für Bewohner der Hafenstraße	00:01:16
Barschel wird tot aufgefunden	00:01:39
Proteste in der DDR	00:02:22
Panne bei der „Ariane“ Mission	00:00:28
Umweltverschmutzung	00:01:44
Brandkatastrophe in London	00:00:48
Situation in Rumänien	00:00:32
Friedensnobelpreis für Sanchez	00:00:36
Abrüstungsvertrag unterzeichnet	00:03:14
Summe der Zeiten	**00:49:46**

Anhang B-8: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1988 bis 1989

1988	
Atomare Abrüstung der Supermächte	00:01:01
Eskalation und Ende des Golfkriegs	00:00:45
Internationale Ereignisse	00:01:24
Günstige Wirtschaftslage	00:00:29
Franz Josef Strauß gestorben	00:01:37
Landespolitik	00:04:08
Gladbecker Geiseldrama	00:02:34
Themen der Bundespolitik	00:02:08
Entspannung zwischen Bonn und Moskau	00:02:47
Das deutsch-deutsche Verhältnis	00:02:43
50. Jahrestag der Reichsprogromnacht	00:01:18
Personalien aus der Bundesrepublik	00:00:49
Sozialistische Staaten in der Krise	00:05:13
Bewegung im Nahost-Konflikt	00:01:33
Umweltprobleme und Katastrophen	
Technik-Katastrophen	00:02:28
Technik-Umweltprobleme	00:01:14
Kriminalität	00:02:00
Wetter und Klima	00:02:05
Naturkatastrophen	00:00:38
Summe der Zeiten	**0:36:54**

1989	
Proteste in der DDR	00:02:12
Ausreisewelle aus der DDR	00:02:10
DDR-Jubiläum von Protesten begleitet	00:02:11
Krenz löst Honecker ab	00:03:10
Die Grenzöffnung	00:03:00
Verhandlungen am Runden Tisch	00:02:32
Weg der Vereinigung	00:03:55
Sturz Ceaucéescus in Rumänien	00:01:47
Prager Regierung weicht Protesten	00:02:40
Ungarn keine Volksrepublik mehr	00:01:03
Comeback für Polens „Solidarität“	00:03:18
Schwieriger Umbau der Sowjetunion	00:03:34
Kein Frieden in Afghanistan	00:00:57
Gipfeltreffen im Mittelmeer	00:00:52
Massaker in Peking	00:03:40
Innenpolitische Ereignisse (West)	00:04:00
Aus der Wirtschaft	00:02:10
Deutsche Giftgas-Fabrik für Libyen	00:00:52
Internationale Ereignisse	00:06:50
Umweltschäden und Katastrophen	
Technik-Umweltschäden	00:00:31
Wetter und Kima	00:00:28
Technik-Katastrophen	00:00:35
Naturkatstrophen	00:00:33
Voyager erkundet das All	00:00:51
Abschied von Prominenten	00:00:57
Öffnung des Brandenburger Tors	00:01:05
Summe der Zeiten	**00:55:53**

Anhang B-9: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1990 und 1991

1990	
Niedergang des Sozialismus in Osteuropa	00:04:05
Vaclav Havels persönliches Jahr	00:01:02
Kinderheime in Rumänien	00:02:14
Satz des Jahres	00:02:16
Bilder des Jahres	00:02:55
Herbert Grönemeyer zu Gast im Studio	00:06:17
Das Lied des Jahres	00:02:28
Deutschland wird Fußball-Weltmeister	00:03:44
Witz des Jahres	00:01:20
Wolfgang Schäubles persönliches Jahr	00:00:50
Auflösung der DDR und Wiedervereinigung	00:03:32
Bilder der deutschen Wiedervereinigung	00:02:27
Kurt Biedenkopf zu Gast im Studio	00:05:01
Kosten der Einheit	00:02:32
Klaus von Dohnanyi zu Gast im Studio	00:06:04
Mann und Frau des Jahres	00:02:11
Helmut Kohls persönliches Jahr	00:01:00
Kriegsgefahr am Golf	00:03:08
Summe der Zeiten	**00:53:06**

1991	
‚Ötzi' beschäftigt die Wissenschaft	00:00:40
Golfkrieg gegen den Irak	00:04:24
Satz des Jahres	00:01:49
Das persönliche Jahr der Scorpions	00:02:53
Lew Kopelews persönliches Jahr	00:01:53
Der Zusammenbruch der Sowjetunion	00:04:44
Anatoli Sobtschaks persönliches Jahr	00:01:13
Highlights aus Fernsehen und Kino	00:02:26
Krieg und Terror	00:03:51
Gestorben	00:04:16
Der Stand der inneren Einheit	00:03:32
Birgit Breuels persönliches Jahr	00:00:39
Markus Wolfs persönliches Jahr	00:01:09
Mann des Jahres	00:01:17
Frau des Jahres	00:00:54
Hans-Dietrich Genschers persönliches Jahr	00:01:06
Angela Merkels persönliches Jahr	00:01:19
Björn Engholms persönliches Jahr	00:00:58
Lied des Jahres	00:02:21
Deutsche Volksmusik	00:03:41
Rassistische Gewalt in Deutschland	00:03:09
Noch kein Trend für die Neunziger	00:03:40
Summe der Zeiten	**0:51:54**

1992	
Die Belagerung Sarajevos	00:03:50
Klaus Kinkels persönliches Jahr	00:00:54
Der Satz des Jahres	00:01:54
Schlechte Wirtschaftslage	00:04:22
Erfolgreiche Frauen ziehen Bilanz	00:02:46
Jubiläen 1992	00:03:41
Politiker erzählen ihren Witz des Jahres	00:01:15
Deutsche Olympia-Highlights	00:02:49
Thema Sex	00:01:13
Mann des Jahres	00:01:47
Frau des Jahres	00:01:31
Ostdeutsche Politiker ziehen Bilanz	00:02:30
Die Bilder des Jahres	00:02:50
Clinton gewinnt Präsidentsschaftswahl	00:03:07
Lied des Jahres	00:02:22
UNO-Mission in Somalia	00:01:43
Die „Prinzen" über ihr 1992	00:01:39
Angst vor Deutschland	00:05:10
Drei Ausländer ziehen Bilanz	00:03:08
Ignatz Bubis' persönliches Jahr	00:00:43
Gestorben	00:04:03
Summe der Zeiten	**0:53:17**

1993	
Die Absteiger des Jahres	00:02:05
Autoindustrie in der Krise	00:03:42
Existenzkampf der Kali-Kumpel	00:00:59
Geburtstage und Jubiläen	00:01:56
Brandanschlag in Solingen	00:03:33
„Nachts geh' ich nicht mehr raus"	00:01:05
Höchstleistungen in der Leichtathletik	00:02:05
Trends	00:02:32
Palästinensische Selbstverwaltung	00:02:26
Bundeswehr-Einsatz in Somalia	00:00:59
Wer war die Frau des Jahres?	00:02:40
Das Lied des Jahres	00:01:55
Hochwasser an Rhein und Mosel	00:01:32
in diesem unsinnigen Krieg nicht kämpfen	00:01:55
Unruhen in Russland	00:02:40
Programmvielfalt im Fernsehen	00:02:14
Gestorben	00:03:03
Summe der Zeiten	**00:37:21**

Anhang B-10: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1994 bis 1997

1994	
Persönliche Höhepunkte	00:00:53
Das Geschehen im All	00:01:17
Das Superwahljahr	00:03:28
Richard von Weizäcker gibt Amt ab	00:06:10
Krieg	00:03:45
Frieden	00:03:58
Geburtstage und Jubiläen	00:02:19
Das Sportjahr	00:08:19
Gewinner und Verlierer	00:03:52
Die Talk-Show von morgen	00:01:37
Frauen ,94	00:05:24
Deutsches Selbstverständnis	00:03:03
Studiogespräch	00:07:36
Kultur ,94	00:02:30
Cyberspace: Die schöne neue Welt	00:03:13
Gestorben	00:03:29
Summe der Zeiten	**1:00:53**

1995	
50 Jahre Kriegsende	00:02:36
Deutsche Soldaten auf dem Balkan	00:02:35
Flügelkämpfe in der SPD	00:02:56
Prominente Geburtstagskinder	00:02:16
Das Sportjahr 1995	00:06:13
Ist Verpackung Kunst?	00:00:48
Dayton-Abkommen unterzeichnet	00:02:26
Attentat auf Yitzhak Rabin	00:05:08
Tschetschenien Krise	00:06:45
Castortransport Gorleben	00:00:41
Brent Spa	00:00:36
Ozon Fahrverbot	00:00:48
Atomtest Frankreich	00:00:50
Freispruch für O.J. Simpson	00:05:22
Klatsch und Tratsch	00:01:46
Musik für Generationen	00:02:36
100 Jahre Kino	00:00:59
Schöne Neue Multimedia-Welt	00:02:57
Was will die Frau?	00:08:09
Gestorben	00:01:08
Summe der Zeiten	**0:57:35**

1996	
Sparzwang in Europa	00:03:37
Wer spart woran?	00:00:42
Bündnis für Arbeit gescheitert	00:07:07
Telekom an der Börse	00:01:39
Kinderschänder-Skandal erschüttert Belgien	00:03:00
Clinton wieder gewählt	00:03:43
Machtvakuum im Kreml	00:05:41
Keine Chance für den Frieden	00:03:36
Die Lage im ehemaligen Jugoslawien	00:04:04
Jubiläen	00:01:48
Geburtstagskinder ,96	00:02:08
Klatsch und Tratsch ,96	00:05:20
Streit um die Rechtschreibreform	00:01:32
Das Sportjahr	00:06:38
Geiseldrama in Lima	00:01:53
Gestorben	00:01:24
Macarena!	00:01:00
Summe der Zeiten	**0:54:52**

1997	
Musikalische Geburtstagskinder	00:01:44
Innenpolitischer Reformstau	00:08:58
Krisenstimmung auf dem Arbeitsmarkt	00:06:55
Elch-Test	00:00:59
Geburtstagskinder ,97	00:02:30
Brand auf der MIR	00:03:00
Teure Atom-Transporte	00:00:30
Verrücktes Wetter	00:01:51
Oder-Hochwasser	00:03:15
Mauerschützen-Prozess	00:06:15
Dokumenta X	00:01:40
Der deutsche Film	00:02:31
Bürgerkrieg in Zaire	00:06:15
Hong Kong wird chinesisch	00:05:07
Islamistischer Terror	00:02:52
Jubiläen	00:01:30
Virtuelle Trends	00:01:38
Das Sportjahr	00:02:40
Gestorben	00:01:06
Die Hits des Jahres	00:01:38
Summe der Zeiten	**1:02:54**

Anhang B-11: Überschriften und Länge der Videos der Jahre1998 bis 1999

1998	
Der neue Bonner Stil	00:01:26
16 Jahre Bundeskanzler Kohl	00:02:55
Der Machtwechsel	00:09:40
Mein persönlicher Höhepunkt 1998	00:00:42
Amtsenthebungsverfahren Lewinsky-Affaire	00:03:22
Boris Jelzin immer wieder krank	00:03:28
Der Kosovo-Konflikt	00:05:51
„Runde Geburtstage“	00:02:23
50 Jahre D-Mark	00:01:32
Berg- und Talfahrt des DAX	00:03:07
Der freie Wettbewerb	00:03:40
Telefontarife ganz neu	00:01:37
Jubiläen 1998	00:02:00
Auftauchen - Abtauchen	00:02:30
Das Sportjahr 1998	00:06:05
Wetter und Klima	00:00:56
Abschied	00:01:34
Guildo hat Euch lieb	00:01:00
Summe der Zeiten	**0:53:48**

1999	
50 Jahre Bundesrepublik Deutschland	00:02:10
Der Kosovo-Krieg	00:02:54
Ausgewählte Bilder aus dem Kosovo-Krieg	00:02:16
Die KFOR-Mission	00:02:04
Interview mit Roman Herzog	00:05:05
Die Vorsätze für 2000	00:00:45
Millionen surfen im WWW	00:02:29
Y2K - die Angst vor dem Computer-Gau	00:02:11
Sparpaket und Steuerreform	00:03:37
Skandal um die EU- Kommission	00:03:33
Regierungspolitik 1999	00:03:16
Arbeitsplätze durch Dienstleistung	00:02:24
Zehn Jahre nach dem Mauerfall	00:03:08
Interview mit Leander Haußmann	00:03:37
Goethes 250. Geburtstag	00:01:29
Die totale Sonnenfinsternis	00:01:44
Die runden Geburtstage	00:01:59
Die Welt des Sports	00:02:35
Gestorben	00:02:34
Musikhits des Jahres	00:01:12
Summe der Zeiten	**0:51:02**

Anhang B-12: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2000 bis 2001

2000	
Die besten Spiele aller Zeiten	00:07:00
Die Feuerkatastophe von Kaprun	00:02:00
Die Welt zu Gast in Hannover	00:03:50
Steuerreform und Börsentalfahrt	00:00:21
Angela Merkel - erste Frau an der Spitze der CDU	00:12:35
2000 - ein verrücktes Fußballjahr	00:08:10
Untergang der Kursk	00:06:04
Bundesfinanzminister Hans Eichel	00:06:13
Engagement gegen Rechts	00:09:16
Ereignisse des Jahres 1	
US-Wahl	00:00:40
Rinderseuche BSE auch in Deutschland	00:00:20
Wieder Konflikte im Nahen Osten	00:00:18
Babs und Boris + Pokemon	00:00:22
Ereignisse des Jahres 2	
Streit um Elian	00:00:24
Kampfhunde beißen Kind tot	00:00:25
Fabrikexplosion in Enschede	00:00:22
Euroschwäche	00:00:17
Ereignisse des Jahres 3	
Geiseldrama auf Jolo	00:00:26
Benzinpreiserhöhung	00:00:26
Quenn Mum wird 100 Jahre	00:00:14
Ereignisse des Jahres 4	
Entschädigung für NS-Zwangsarbeiter	00:00:27
Neuer Präsident in Russland	00:00:22
Flutkatastrophe in Mosambik	00:00:20
Harry-Potter-Fieber	00:00:18
Summe der Zeiten	**1:01:10**

2001	
Der 11. September verändert die Welt	00:05:00
Krieg gegen Taliban	00:01:50
Gesetze gegen den Terror - Schilys Sicherheitspaket	00:02:00
Vertrauensfrage für den Bündnisfall	00:02:00
Kein Frieden im Nahen Osten	00:01:50
Menschen und Schlagzeilen	00:01:00
Die prominente Mütterlichkeit	00:01:00
Hochzeit unterm Regenbogen	00:01:22
Sport 2001	00:02:00
Abschiede	00:01:00
Kinder als Opfer	00:01:37
Tourist im Weltraum	00:01:40
Summe der Zeiten	00:22:19

Anhang B-13: Überschriften und Länge/Anteile der Videos/Berichte der Jahre 2002 und 2003

2003	
Der Krieg im Irak	00:02:56
Das alte Europa	00:02:45
Von Saddam zu Al-Kaida	00:02:45
Die Katastrophen des Jahres	
Flugzeugabsturz Spanien	00:00:05
Coloumbia Katastrophe	00:00:05
Fluzeug Frankfurt	00:00:05
U-Bahnunglück Südkorea	00:00:05
Bus Geisel Drama	00:00:05
Bus Unglücke	00:00:15
Schiffsunfall Ärmelkanal	00:00:05
Bombenanschläge Indien	00:00:03
Brand Ölraffinerie New York	00:00:03
Brand Nachtclub New York	00:00:03
Blackout	00:00:18
Brand Queen Mary	00:00:04
Brand Moskauer Studentenheim	00:00:04
Das Reformjahr	0:03:22
Dosen und Maut	00:02:07
Das Wetter-Jahr	00:02:10
Hitzekatastrophe in Frankreich	00:02:00
Naturkatastrophen	00:00:51
Urlaubsjahr	00:02:13
Nahost	00:02:10
Russland	00:02:02
Außenpolitik	00:01:20
Das Europa-Jahr	00:02:43
Buntes und Superstars	00:02:16
Schwarzenegger wird Gouvernator	00:01:55
Ein Überblick über das Kulturjahr	00:01:26
Sport	00:03:37
Abschiede	00:01:21
Hochzeit in Spanien	00:02:15
Summe der Zeiten	**0:43:34**

2002	
Krieg gegen den Irak	1
Schröders Irak-Falle	1
Grimma hat überlebt	1
Das Wunder von Mühlberg	1
Die Jahrhundertflut	1
Fehlstart der Koalition	1
Das Jahr der Tabubrüche	1
Politische Duelle, Spitzel und Skandale 2002	1
Flugmeilen-Affäre	1
Rücktritte des Jahres	1
Die Scharping-Story	1
Hoher Besuch	1
Anschläge	1
Anti-Terror-Kampf	1
Nahost - Das Jahr der Gewalt	1
Gipfel schüren große Erwartungen	1
Das Jahr aus europäischer Sicht	1
Hochzeiten und Todesfälle bei den Royals	1
Wirtschaftskrise	1
Euro oder Teuro	1
Kein Genuss ohne Reue?	1
Wütende Feuer, Vulkane und schwere Unfälle	
Technische Katastrophen und Unfälle	1
Naturkatastrophen	2
Amoklauf im Erfurter Gymnasium	1
Absturz Bodensee	1
Abschiede für immer	1
Washington Sniper	1
Festspiele, Preise, Ausstellungen	1
Sportliche Höhenflüge	1
Summe der Anteile	**30**

Anhang B-14: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2004 und 2005

2004	
Regierung im Wechselbad	00:09:54
Die Bilder der Monate Januar bis März	
Die Affäre Gerster	00:00:10
Helmut Newton gestorben	00:00:04
Vogelgrippe	00:00:07
„Kannibale von Rotenburg“	00:00:09
O.W. Fischer gestorben	00:00:06
Freispruch für Abdelghani Mzoudi	00:00:08
Dacheinsturz in Moskau	00:00:07
Maut	00:00:08
MoMA in Berlin	00:00:09
Terroranschläge in Madrid	00:00:43
Sir Peter Ustinov gestorben	00:00:07
Frauenpower in der Union	00:09:58
Die Bilder der Monate April bis Juni	
Rücktritt des Bundesbankpräsidenten Welteke	00:00:08
Zugunglück in Nordkorea	00:00:10
EU-Osterweiterung	00:00:32
Marika Rökk gestorben	00:00:09
Köhler neuer Bundespräsident	00:00:09
Einsturz eines Terminals am Pariser Flughafen	00:00:08
Völkermord in Darfur	00:00:46
Prozessbeginn in Hildesheim	00:00:08
Ronald Reagan gestorben	00:00:08
60 Jahre D-Day	00:00:13
Ray Charles gestorben	00:00:07
Urteil im Dutroux-Prozess	00:00:08
Dresdner Frauenkirche wieder aufgebaut	00:00:10
Bush und seine Welt	00:04:13
Interimsregierung übernimmt - Anschläge dauern an	00:04:06
Geiselnahme in einer Schule in Beslan	00:03:40
Die Bilder der Monate Juli bis September	
Marlon Brando gestorben	00:00:08
Zerschlagung des Ölkonzerns Yukos	00:00:08
Inge Meysel gestorben	00:00:08
„Cap Anamur“	00:00:06
“Queen Mary II” in Hamburg	00:00:08
Heuschreckenplage in Westafrika	00:00:08
Gasexplosion in Belgien	00:00:07
Günther Rexrodt gestorben	00:00:06
Brand in der Anna-Amalia-Bibliothek	00:00:31
Drei Hurrikane verwüsten Florida	00:00:08
Flick-Ausstellung	00:00:08
Ölpreis	00:00:08
Die sportlichen Ereignisse des Jahres	00:08:24
Die Bilder der Monate Oktober bis Dezember	

2005	
Das Jahr der Naturkatastrophen	00:00:40
Die Ereignisse von Januar bis März	
Arafat-Nachfolger vereidigt	00:00:20
Jahrestag der Ausschwitz Befreiung	00:00:14
Parlamentswahlen im Irak	00:00:13
Hariri-Mord	00:00:14
Kyoto-Protokoll in Kraft	00:00:16
Bush in Deutschland	00:00:13
Rekordarbeitslosigkeit	00:00:13
Abzug aus dem Libanon	00:00:10
Streit über Sterbehilfe	00:00:14
Neuwahlen und Regierungswechsel	00:09:14
Die Ereignisse von April bis Juni	
Hochzeit auf Schloss Windsor	00:00:20
Hotelbrand in Paris	00:00:14
Fischer vor Visa-Ausschuss	00:00:10
Holocaust-Mahnmal eingeweiht	00:00:14
Straflager für Chodorkowski	00:00:15
Die Welt der Kinder	00:06:55
Hedgefonds, Hartz und Heuschrecken	00:03:35
Die Ereignisse von Juli bis September	
Discovery-Flug erfolgreich	00:00:23
Lafontaine Spitzenmann der Linken	00:00:15
Queen Mary zu Besuch	00:00:16
Frère Roger ermordet	00:00:12
Gaza-Streifen geräumt	00:00:06
Gondel-Absturz in Tirol	00:00:15
Afghanistan-Wahl	00:00:12
WM 2006 - Das Jahr davor	00:03:33
Terroranschläge	00:07:24
Sturm auf spanische Exklaven: Flucht nach Europa	00:02:42
Die Ereignisse von Oktober bis Dezember	
Literaturnobelpreis für Harold Pinter	00:00:22
Beginn des Saddam-Prozesses	00:00:17
Bundeswehr-Jubiläum	00:00:20
Neuer SPD-Vorsitzender	00:00:13
Vogelgrippe-Infektion	00:00:14
Entführung im Irak	00:00:15
„Habemus Papam“ - Ein Deutscher wird Papst	00:03:24
Abschiede	00:02:02
Summe der Zeiten	**0:46:09**

Literaturnobelpreis	00:00:08
Christopher Reeve gestorben	00:00:08
Der Fall Kaplan	00:00:04
Ermordung des Filmemachers van Gogh	00:00:09
Jassir Arafat gestorben	00:00:27
Bambi-Verleihung	00:00:08
Misshandlungsvorwürfe bei der Bundeswehr	00:00:07
Unwetter auf den Philippinen	00:00:07
Wahlkampf in der Ukraine	00:00:36
EU-Beitritt der Türkei	00:00:12
Hochzeiten, Trauerfälle und Staatsbesuche der Königshäuser	00:00:04
Summe der Zeiten	**0:49:13**

Anhang B-15: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2006 und 2007

2006	
Die Ereignisse von Januar bis April	
Einsturz der Reichenhaller Eissporthalle	00:00:25
Scharon im Koma	00:00:22
Deutsche Ingenieure im Irak entführt	00:00:15
Fährunglück im Roten Meer	00:00:14
Vogelgrippe auf Rügen	00:00:18
Die Ereignisse von Mai bis August	
Erdbeben auf Java	00:00:22
Tarifeinigung Klinikärzte	00:00:14
Ein Deutscher im All	00:00:15
Castro übergibt seine Amtsgeschäfte	00:00:12
Grass-Geständnis	00:00:12
Ein Mädchen taucht auf	00:00:19
Die Ereignisse von September bis Dezember	
Gammelfleisch-Skandal	00:00:21
Giftmüll-Skandal in Elfenbeinküste	00:00:19
Transrapid-Unfall	00:00:14
Todesstrafe für Saddam Hussein	00:00:14
Synagoge in München eröffnet	00:00:18
Russischer Ex-Spion vergiftet	00:00:22
Patriotismus - stolz auf Deutschland?	00:07:56
Kampf der Kulturen - Karikaturen und Zitate	00:03:26
Große Koalition - kleinster gemeinsamer Nenner	00:09:50
Unterschicht: Alter Begriff - neues Phänomen	00:03:06
„Schatzkammer der Nation“ wieder eröffnet	00:02:47
Irak - Problem ohne Lösung?	00:03:39
Der Krieg im Kopf	00:03:55
Summe der Zeiten	**00:39:35**

2007	
Die Ereignisse von Januar bis April	
Die EU-Erweiterung	00:00:20
Orkan Kyrill	00:00:14
Handball-Weltmeister	00:00:17
Geiselnahme im Irak	00:00:18
Oscargewinn	00:00:12
Mohnhaupt frei	00:00:11
Die Ereignisse von Mai bis August	
Präsidentenwahl in Frankreich	00:00:19
Anschläge Afghanistan	00:00:16
Doping im Radsport	00:00:23
Die Linke	00:00:16
Neuer Premierminister	00:00:21
Ingenieure entführt	00:00:17
Die Ereignisse von September bis Dezember	
Proteste Birma	00:00:18
Neue CSU-Spitze	00:00:14
EU-Reformvertrag	00:00:15
Tarifstreit bei der Bahn	00:00:20
Nobelpreise	00:00:11
Fall Marco	00:00:13
Klima-Schmelzende Argumente	00:04:33
Eisbären in Not	00:03:29
Aufschwung - Suche im Verborgenen	00:05:33
Koalition - groß aber klein	00:03:08
Koalition Interview mit der Bundeskanzlerin	00:04:32
Wahlsieger mit Schönheitsfehlern	00:02:52
Multikulti Leitkultur/Streitkultur	00:03:20
Toleranzdebatte Interview Fathi Akin	00:02:10
WM Titel, Tore, Temperamente	00:02:04
Summe der Zeiten	**0:36:36**

Anhang B-16: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2008 und 2009

2008	
Finanzkrise Große Verluste für kleine Leute	00:05:05
Interview Josef Ackermann	00:04:21
US-Wahl: Yes we can	00:03:29
SPD Die Partei, die es nach unten zog	00:03:45
Interview Franz Müntefering	00:03:08
Georgien Multinationales Säbelrasseln Krieg im Kausasus	00:02:47
Thomas Roth über die Ursachen des Konflikts	00:02:25
Mozart Musik aus Mansarde	00:02:44
Das erste Jahresdrittel	
Lehman tritt zurück	00:00:20
Wohnhausbrand Ludwigshafen	00:00:17
Steuerhinterziehung	00:00:16
Wahlen in Simbabwe	00:00:20
Nahrungsmittelkrise	00:00:16
Familiendrama Amstetten	00:00:18
Das zweite Jahresdrittel	
Tropensturm in Birma	00:00:18
Raumsonde auf dem Mars	00:00:13
Nein zum EU Reformvertrag	00:00:14
Betancourt frei	00:00:14
Karadzic gefasst	00:00:19
Flugzeugunglück Madrid	00:00:13
Das dritte Jahresdrittel	
Landtagswahlen in Bayern	00:00:22
Medizinnobelpreis	00:00:12
Anschlag in Afghanistan	00:00:17
Atommüll-Transport	00:00:18
Terrorserie Bombay	00:00:17
verstorben	00:01:38
Summe der Zeiten	**0:34:06**

2009	
„Fest der Freiheit“ am Brandenburger Tor	00:03:17
Zwischen Abwrackprämie und Arbeitslosigkeit	00:03:30
Neue Farbenspiele in den Parlamenten	00:04:08
Bundeskanzlerin Angela Merkel zum Profil der Koalition	00:02:07
„Militärisch nicht angemessen“	00:01:29
Bundeskanzlerin Angela Merkel zur Debatte um den Luftangriff in Kundus	00:02:11
Es bleibt Fassungslosigkeit	00:03:50
Interviews zur Jugendgewalt	00:05:38
Der schnellste Mann der Welt in Berlin	00:01:36
„Fußball ist nichts alles“	00:01:51
Die Welt trauert um den „King of Pop“	00:02:40
Trauer um Wissenschaftler, Politiker, Bühnenlegenden	00:01:36
Nachrichtenüberblick Januar bis März	
Skiunfall Althaus	00:00:35
Gaza Krieg	00:00:25
Obama vereidigt	00:00:24
Nachrichtenüberblick April bis September	
Erdbeben L‘Aquila	00:00:16
Schweinegrippe	00:00:30
Präsidentsschaftswahl im Iran	00:00:24
Weltrekord	00:00:20
Nachrichtenüberblick Oktober bis Dezember	
Lissabon-Vertrag angenommen	00:00:27
Literaturnobelpreis	00:00:25
UN-Klimakonferenz	00:00:26
Summe der Zeiten	**0:38:05**

Anhang B-17: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2010 und 2011

2010	
Erdbeben in Haiti	00:00:27
Chilenische Bergleute gerettet	00:00:18
wütender Stier	00:00:14
Vulkanausbruch Island	00:00:16
Fussball WM	00:00:16
Loveparade	00:00:18
Tod Loki Schmidt	00:00:10
Lena Mayer Landhut Eurovision	00:00:15
Der neue Zorn des Bürgers	
Stuttgart 21	00:01:46
Rücktritt Köhler - neuer Präsident	00:01:50
Demos gegen Laufzeitverlängerung KKW	00:01:35
Geißler zu direkter Demokratie	00:04:33
Deutschlandbild im Wandel	
Nationaler Star-Lena	00:01:20
nationale Fußballbegeisterung	00:01:10
Sarrazin Integrationsdebatte	00:04:20
Deutschland glänzt - der Euro trudelt	00:03:35
Haiti liegt in Trümmern	
Erdbeben Haiti	00:03:10
Interview zu Erdbeben Haiti	00:02:26
Ein Phönix nach 70 Tagen Dunkelheit	00:02:57
Missbrauchsskandal	00:01:00
Massenpanik Loveparade	00:00:58
Untergang der „Deepwater Horizon“	00:00:57
Flutkatastrophe in Pakistan	00:00:56
Trauer um Politiker, Patriarchen und Hollywood-Stars	00:01:35
Summe der Zeiten	**0:36:22**

2011	
Die Momente des Jahres 2011	
Erdbeben und Tsunami Japan	00:00:26
Formel 1 Weltmeisterschaft	00:00:06
Hungersnot Ostafrika	00:00:11
Arabischer Frühling	00:00:22
Tod Steve Jobs	00:00:11
Tod Osama Bin Laden	00:00:07
Massenmord Norwegen	00:00:10
politischer Skandal Frankreich	00:00:11
Euro Krise	00:04:25
Fukushima - radioaktives Niemandsland	00:04:13
Kein gutes Jahr für Angela Merkel	00:05:59
Was kommt nach dem Arabischen Frühling?	00:04:03
EHEC Epidemie	00:01:04
Persönliche Anschläge Norwegen	00:01:07
Kretschmann Stuttgart 21	00:01:10
Trauer um Sänger, Unternehmer und Regierungschefs	00:01:30
Summe der Zeiten	**00:25:15**

Anhang B-18: Überschriften der Jahre 2012 und 2013

2012	2013
Parlamentswahl in Ägypten	Smogalarmstufe rot in Peking
Aung San Suu Kyi zieht in Parlament ein	Platzeck Aufsichtsrat Berlier Flughafen
Günter Grass Einreiseverbort Israel	Pep Guardiola wird Bayern Trainer
Tsunami Schrott Japan	Doping Lance Armstrong
Abschiedsflüge Raumfahrt	Ftankreich schickt Soldaten nach Mali
Deutsche Fußballmeisterschaft	Vereidingung Obama
Erfolge für Piraten-Partei	Königin Beatrix dankt ab
Parlamentswahlen Griechenland	Europol deckt Fussball-Wettbetrug auf
Wahlen in Schleswig-Holstein	Demonstration Indien Sicherheit Frauen
Neuer Flughafen Berlin	Plagiat Schavan
Ämtertausch Russland	Grammy Verleihung
Tod Günter Kaufmann	Papst Benedikt dankt ab
Wahlen in Nordrhein-Westfalen	Pferdefleisch-Skandal
Röttgen tritt zurück	Oscar Pistorius Mordverdacht
Hollande gewinnt Wahl in Franckreich	Meteorit auf Gebiet im Ural
Spanien wird Europameister	Tod Ottfried Preußler
Tod Margot Werner	Google Glas Markteinführung
Kosovo souverain	Oskar Verleihung
Verfassungsschützer gibt Amt auf	Nachrichtenagentur dapd insolvent
Lasershow London	Tod Schauspieler Dieter Pfaff
Überschwemmungen Russland	Tod Präsident Venezuela Chavez
50jähriges Bühnenjubiläum Stones	Erpressung Bahlsen
Cindy und Bert Sänger stirbt	Papst Franziskus tritt an
Eisschmelze Grönland	Neuer Staatspräsident China
Tod John Lord	Tod Margret Thatcher
Waldbrände durch Trockenheit	Suche Atomares Endlager
Wetter Deutschland	NSU Prozess Pressefreiheit
Neuer Entwurf Wahlrecht Deutschland	Terroranschlag Marathon Boston
Tod Schauspielerin Susanne Lothar	CSU Betrug Veruntreuung Gelder
Olympische Sommerspiele England	Steueroasen
Dürre USA	Schnelligkeit Internet
Sonde Curiosity auf Mars	Französisches Parlament billigt gleichgeschlechtliche Ehe
Erste Bilder vom Mars	Textil-Fabrikgebäude Bangladesh stürzt ein
Erdbeben Iran	Vergabe deutscher Filmpreis
Anschläge Damaskus Syrien	Beginn NSU Prozess
Pussy Riot Russland	Drohnen Projekt Euro Hawk gestoppt
Tod Neil Armstrong	Bremen entlässt Schaaf
Obama Präsidentschaftskandidat	Eurovision Song Contest
weltweite Gewalt wegen Mahammad Schmähfilm	Goldene Palme Cannes
Wahl in Ägypten	neuer Intendant WDR
Jamaika Koalition Saarland geplatzt	Gewaltsame Ausschreitungen bei Protesten Türkei
Kreuzfahrtschiff kentert	Zensus Umfrage
Unwort des Jahres Döner Morde	DFB Pokal Bayern München
Martin Schulz Präsident EU Parlament	Steuerbetrug Hoeneß
Bewerbung EU Beitritt Kroatien	Hochwasser Deutschland
Weltumsegelung Laura Dekker	Asyl Edward Snowden

Tod Schauspieler Vadim Glowna
Weltweites Handelsabkommen zur Abwehr von Fälschungen
Tod Schauspieler Edgar Bessen
Amtsaufgabe Duisburger Bürgermeister
Tod Withney Houston
Rücktritt Christian Wulff
Oskar Preisträger
Rassismus-Mord Orlando
ungewöhnlich kalter Winter Südeuropa
Putin wieder Präsident
Zapfenstreich Wulff
Kofi Annan in Syrien
Massaker Afghanistan
Gauck Präsident
Militärputsch Mali
Herrschaft Touaregrebellen
Asylpolitik Deutschland
Tod Schauspieler Dirk Bach
Präsidentschaftswahl Venezuela
Euro-Rettungsschirm
Griechenland Wirtschaftskrise
EU Wirtschaft
Tod Harry Valerien
Stratosphärensprung
Tod Wolfgang Menge
Grüner Bürgermeister Stuttgart
Doping Radsport

Ende für Lexikon Brockhaus
Verbot Propaganda Homosexualität Russland
Grundsteinlegung Stadtschloss Berlin
Präsidentenwahl Iran
Obama In Berlin
Demonstrationen Brasilien
Doping Radsport Ullrich
Überflutung durch Monsun Indien
Kroatien wird EU Mitglied
Mursi in Ägypten entmachtet
Unfall durch führerlose Lok
Sieg in Wimbledon
Regierungsbündnis Luxemburg platzt
Baumarkt Praktiker Insolvenz
Städteinsovenz in USA z.B. Detroit
Ausspähsoftware bei Verfassungsschutz
Prinz William wird Vater
Bahnunglück Spanien
Frauenfußball deutsche EU Meisterschaft
Wikileaks Informant schuldig gesprochen
Kita Anspruch für Eltern
Personalmangel Bahn
Bezos kauft Washington Post
Mollath Prozess neu aufgerollt
Suhrkamp Verlag meldet Insolvenz an
Tod Lothar Binsky
Einwände um Bauwerksbeleuchtung
TV Duell Bundestagswahl
Wahl Olympisches Komitee
Markttransparenzstelle für Kraftstoff gestartet
Chemiewaffeneinsatz Syrien
Luxus Skandal katholische Kirche
Schauspieler Otto Sander tot
Aufrichtung Kreuzfahrtschiff Costa Concordia
Reich-Ranicki tot
Proteste gegen Ölbohrungen
Bundestagswahl Merkel erneut Kanzlerin
Paul Kuhn tot
Flüchtlingsdrama Europa
Bundeswehr beendet Einsatz im Kundus
Schockbilder auf Zigarettenschachteln verordnet
Literaturnobelpreis Munro
Gefahr Staatsbankrott USA
Wahl Parteivorsitzende Die Grünen
Silvio Berlusconi verurteilt
Koalitionsverhandlungen
NSA Skandal Deutschland
Herbststürme
Vettel Weltmeister

Lou Reed tot
Bahntunnel Europa Asien eröffnet
Gurlitt Kunstsammler-Affäre
Börsenstart Twitter
Supertaifun Philippinen
Kunstwerk Bacon zum Rekordpreis versteigert
Prozess gegen Christian Wulff
Koalitionsverhandlungen 2
Vorstandwechsel Arbeitgeberverband
Dieter Hildebrandt tot
Dacheinbruch Einkaufszentrum Riga
Schachweltmeisterschaft
UN Klimakonferenz Warschau
Atomprogramm Iran
Koalitionsverhandlungen 3
Bitcoin Geschäfte
Assoziierungsabkommen EU Georgien und Moldau
Massenproteste Ukraine wegen Rückzug aus Assoziierungs-abkommen EU
Demonstrationen in Thailand
Nelson Mandela tot
Große Koalition Deutschland
Peter O'Toole tot
Koalitionsvertrag unterzeichnet
Merkel als Kanzlerin gewählt
Begnadigung Kreml Ktitiker
Amnestie auch für Pussy Riot

Anhang B-19: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2014 und 2015

2014	
Alexander Gerst Raumfahrer IS Raumstation	00:00:28
Friedensnobelpreis an Malala Yousafzai	00:00:10
Bomben in Gaza	00:00:13
Höhlenforscher gerettet	00:00:12
Höneß entlassen	00:00:05
Deutschland Fussball Weltmeister	00:03:44
Internet als Möglichkeit berühmt zu werden	00:02:20
Ebola Epidemie	00:07:25
Konflikt Ukraine Russland	00:08:08
IS Staat	00:03:07
Interview Steinmeier Friedenssicherung	00:04:02
Interview Junker Friedenssicherung Ukraine	00:03:00
Interview Steinmeier Ukraine	00:01:50
Verstorbene Berühmtheiten	00:01:30
Erinnerung 25 Jahre Mauerfall	00:08:22
Summe der Zeiten	**0:44:36**

2015	
Pegida mobilisiert	00:00:36
Tod Richard von Weizecker	00:00:34
Attentat Charlie Hebdod	00:03:33
Friedensgipfel Minsk	00:00:28
Opposstionspolitiker Moskau ermordet	00:00:31
Afrikanische Flüchtlinge Mittelmeer	00:00:26
Gewaltsame Proteste gegen EZB	00:00:26
Münchner Gschichten	00:00:23
Absturz German Wings	00:03:57
Anschlag auf Asyl-Wohnheim	00:00:54
Tod Günter Grass	00:00:29
Flüchtlinge Syrien	00:02:50
NSA Spähaffaire	00:00:30
Bahnstreik	00:00:23
70 Jahre Kriegsende	00:00:27
G7 Gipfel	00:00:29
Hackerangriff auf Abgeordnete	00:00:20
The Queen	00:00:20
Atomabkommen Iran	00:00:24
Späte Gerechtigkeit	00:00:20
Griechenland Krise	00:04:17
Kuba und die USA	00:00:18
Landesverrat-Affäre	00:00:14
Tod Egon Bahr	00:00:15
Waffenruhe Ukraine	00:00:19
Tarifverhandlungen ErzieherInnen	00:00:20
Flucht über die Balkanroute	00:03:32
Russische Bomben Syrien	00:00:25
Kurdenkonflikt Türkei	00:00:30
Tod Henning Mankel	00:00:17
Diesel Gate VW	00:03:09
Flüchtlingspolitik Deutschland	00:03:55
Tod Helmut Schmidt	00:00:42
Ausnahmezustand Frankreich	00:05:04
Tod Kurt Masur	00:00:30
FIFA Skandal	00:00:30
Klimaabkommen Paris	00:00:36
Summe der Zeiten	**00:43:13**

Anhang B-20: Überschriften und Länge der Videos der Jahre 2016 und 2018

2016	
Silvesternacht Köln	00:00:38
Tod David Bowie	00:00:36
Haftentlassung Höneß	00:00:23
Strafe Zugunglück Bad Aibling	00:00:32
Zika Epidemie	00:00:25
Herausforderung Flüchtlinge	00:04:15
Tod Roger Willemsen	00:00:24
Tod Guido Westerwelle	00:00:24
Obama in Kuba	00:00:24
Terror in Europa Anschlag Brüssel	00:00:32
Tod Hans Dietrich Genscher	00:00:40
Satire Streit Böhmermann	00:00:19
Tod Prinz	00:00:11
Krieg in Syrien	00:03:48
Tod Margot Honecker	00:00:26
Rassismus Deutschland Boateng	00:00:15
Süddeutschland unter Wasser	00:00:24
Tod Mohammad Ali	00:00:43
Anschlag Nachtclub Orlando	00:00:28
Brexit	00:03:53
Tod Götz George	00:00:23
Portugal Europameister	00:00:19
Terror Frankreich	00:03:27
Terror Deutschland	00:02:05
Putsch Türkei	00:04:02
Olympische Spiele Rio	00:03:00
Erdbeben Armatrice	00:00:30
Tod Walter Scheel	00:00:40
Duma Wahl Russland	00:00:25
Kerber gewinnt US Open	00:00:10
Tod Shimon Peres	00:00:35
Frieden Kolumbien Friedensnobelpreis Santos	00:00:33
Literaturnobelpreis Dylan	00:00:30
Freihandelsabkommen CETA	00:00:35
Donald Trump wird gewählt	00:04:05
Tod Fidel Castro	00:01:30
Bundespräsidentenwahl Österreich	00:00:40
Tod Hamm-Brücher	00:00:35
Europäischer Filmpreis	00:00:33
Summe der Zeiten	**0:44:17**

2018	
Brückeneinsturz Genua	00:03:05
Diesel Debatte Fahrverbote in Städten	00:00:45
Dürre Sommer und die Folgen	00:01:03
Hambacher Forst	00:01:20
Tabu Bruch Genforschung	00:00:47
Sturm Friederike	00:00:37
Unter Schmerzen SPD ringt mit sich	00:00:48
Olympische Spiele	00:00:50
Entspannung in Korea	00:03:40
Deniz Yücel kommt frei	00:00:37
Proteste in USA	00:00:50
Vergiftete Agenten	00:00:34
Große Koalition und Migration	00:04:12
Stephen Hawking gestorben	00:00:40
Datenraub	00:00:30
Kämpfe in Syrien	00:00:34
Königliche Hochzeit	00:00:32
Trump verprellt die Welt	00:04:37
Mittelmeer-Flüchtlinge	00:00:28
Fußball Debakel	00:00:40
Höhlendrama Thailand	00:04:44
NSU Prozess beendet	00:00:38
Der Brexit kommt	00:04:37
Tod Aretha Franklin	00:01:37
Krieg in Jemen	00:00:42
Tsunami trifft Inonesien	00:00:35
Moorbrand durch Beschuss	00:00:35
Rechte Gewalt Chemnitz	00:04:43
Monserrat Caballé gestorben	00:00:23
Flucht aus Mittelamerika	00:00:39
Entscheidung der CDU	00:00:42
Friedensnobelpreis	00:00:36
Summe der Zeiten	**00:47:40**

Anhang B-21: Überschriften und Länge der Videos aus dem Jahr 2019

2019	
Ausstieg aus der Kohle	00:00:40
Brand Notre Dame	00:03:25
Sommer mit Rekordtemperaturen	00:00:50
Urwald Brasiliens brennt durch Brandrodung	00:00:45
Das Jahr der Greta Thunberg	00:03:05
Klimaziele Deutschland	00:00:37
Autoindustrie im Umbruch	00:00:38
Polarstern Beobachtung Klimawandel	00:00:30
Gefangen im Schnee	00:00:36
Machtkampf Trump	00:00:59
Angekommen CSU Politik	00:00:27
Sexueller Missbrauch Kirche	00:00:57
Tod Karl Lagerfeld	00:00:41
Attentat Moschee Neuseeland	00:01:35
Tod Hannelore Elsner	00:00:39
Unendlich Modern 100 Jahre Bauhaus	00:01:09
Rezo verschafft sich Gehör	00:00:38
Wählerauftrag	00:00:58
Ibizza-Affaire	00:00:56
Tod Niki Lauda	00:00:44
Mord Lübcke	00:01:00
Nahles gibt auf	00:00:46
Seawatch Flüchtlingsdrama	00:01:08
Mit Leidenschaft für Europa van der Leyen	00:03:51
Unbeugsam Hong Kong	00:00:54
Landtagswahl Ostdeutschland	00:00:59
Streit ums Klimapaket Deutschland	00:00:38
Pleite Thomas Cook	00:00:34
Anschlag auf Synagoge	00:01:03
Hauptsache Brexit	00:02:53
Türkei-Offensive Syrien	00:00:39
Leichtathletik WM + Iron Man	00:00:34
Israel Wahl	00:01:05
Krisenmodus Koalition	00:03:22
Friedensnobelpreis Ahmed	00:01:09
Tod Mariss Jansons	00:01:40
Summe der Zeiten	**00:43:04**

Anhang C: Stundentafeln des Studiengangs Energietechnik

Anhang C-1: Elektrische Energietechnik WS 1973/74

Elektrische Energietechnik WS 1973/74			
Sem.		**Fächer**	**SWS**
1.		**Industriesemester**	
2.	Grundstudium	Mathematik I	10
		Physik	3
		Physik-Praktikum	1
		Chemie	2
		Grundlagen Elektrotechnik I	2
		Grundlagen Elektrotechnik II	4
		Technische Mechanik I	4
		Technik d. geist. Arbeit	1
			27
3.		Mathematik II	10
		Physik	3
		Physik-Praktikum	1
		Grundlagen Elektrotechnik III	6
		Elektr. Meßtechnik	3
		Meßlabor	1
		Technische Mechanik II	4
			28
4.	Fachstudium	Grundlagen Elektrotechnik IV	6
		Elektr. Meßtechnik	2
		Meßlabor	1
		Wirkweise Trafo u. Gl.Masch.	4
		Maschinenlabor I	2
		Elektr. Anlagen I	2
		Industr. Steuerungstechnik I	4
		Maschinenelemente	3
		Grundlagen d. Nachrichtent.	5
		Nachrichtenlabor	1
			30
5.		Elektr. Meßtechnik	2
		Meßlabor	1
		Betriebspsychologie	1
		Wirkweise ASM u. Synchm.	4
		Maschinenlabor II	2
		Elektr. Anlagen II	4
		Regelungstechnik	6

		Regelungst. Praktikum I	1
		Industr. Steuerungstechnik I Praktikum	1
		Konstruieren	1
		Grundlagen d. Nachrichtent.	1
		Nachrichtenlabor	1
		Digit. Rechentechnik	4
		Digit. Rechentechnik /Übung	2
			31
6.		**Industriesemester**	
7.	Vertiefungsstudium Studiengang el. Anlagen	Gesellschaft u. Technik	2
		Elektrische Antriebe I	4
		Elektr. Anlagen II	4
		Leistungselektronik	4
		Hochspannungstechnik	4
		Atomphysik u. Reaktortechnik	4
		Wahlfächer / Technik	6
			28
8.		Gesellschaft u. Technik	2
		VWL,Wirtschaftspolitik, Energiew.	2
		Kalkulation	2
		Elektrische Antriebe II	4
		Elektr. Anlagen III	4
		Leistungselektr.Praktikum	2
		Hochspannungst. Praktikum	2
		Wahlfächer / Technik	8
		Wahlfach Geisteswissenschaft	2
		Ingenieurarbeit	
			28
		Gesamt SWS	172

Abkürzung und Schreibweise in der Tabelle entspricht dem Original.

Quelle: Personen- und Vorlesungsverzeichnis (Fachbereich Elektrische Energietechnik 1973)

Anhang C-2: Elektrische Energietechnik WS 1987/88

Elektrische Energietechnik WS 1987/88			
Sem.		**Fächer**	**SWS**
1.		**Praxissemester**	
2.	Grundstudium	Mathematik I	8
		el. Netzwerke	2
		el. magn. Felder	4
		Programmieren	2
		Technische Mechanik I	6
		Wiss. Prakt. Arbeitsmethoden	4
		Rhetorik	1
			27
3.		Mathematik II	8
		Physik mit Praktikum	7
		Wechselstromtechnik	4
		Technische Mechanik II	2
		Programmieren	3
		Prakt. Elektrotechnik	2
		Meßtechnik mit Praktikum	2
			28
4.	Fachstudium	Meßtechnik mit Praktikum	4
		Digitale Steuerungstechnik m. Prakt.	5
		Maschinenkonstruktion m. Übung	2
		el. Maschinen m. Praktikum	4
		Energiewirtschaft	2
		Energiesysteme I	2
		Theoret. Elektrotechnik	4
		Elektronik I mit Praktikum	4
			27
5.		Maschinenkonstruktion m. Übung	1
		el. Maschinen m. Praktikum	5
		Energiesysteme II	2
		Elektronik II mit Praktikum	4
		Regelungstechnik I mit Praktikum	7
		Thermodynamik	2
		Strömungsmechanik	2
		Installationstechnik	2
		Chemie	2

			27
6.		**Praxissemester**	
7.	Vertiefungsstudium Studienschwerpunkt el. Anlagen	El. Maschinen m. Praktikum	1
		Energiesysteme	4
		Hochspannungstechnik m. Praktikum	2
		Leistungselektr. mit Praktikum	4
		Antriebe I	4
		Mikrocomputer m. Prakt.	5
		Prozeßdatenverarbeitung m. Übung	2
		Entwicklungs- und Entwurfsarbeiten	1
		Seminar Energietechnik	1
		Reaktortechnik m. Praktikum	3
			27
8.		Energiesysteme II	2
		Elektronik II mit Praktikum	2
		Leistungselektr. mit Praktikum	1
		Hochspannungst. mit Praktikum	2
		Antriebe II	2
		Seminar Energietechnik	1
		Prakt. Netztechnik	1
		Projektierung u. Vertrieb	2
		Projektmanagement	2
		Betriebswirtschaftslehre	2
		Volkswirtschaftslehre	2
		el. Wärmetechnik	2
		Techn. Akustik	2
		Ingenieurarbeit	
			23
		Gesamt SWS	159

Abkürzung und Schreibweise in der Tabelle entspricht dem Original.

Quelle: Fachhochschulführer (Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe 1987)

Anhang C-3: Elektrische Energietechnik WS 1997/98

Elektrische Energietechnik WS 1997/98			
Sem.		**Fächer**	**SWS**
1.	Grundstudium	Mathematik I	8
		Programmieren	2
		Physik mit Praktikum	4
		Technische Mechanik I	4
		Elektrische Netzwerke	2
		Elektrische und magnetische Felder	4
		Fremdsprache	2
			26
2.		Mathematik II	8
		Programmieren	2
		Physik mit Praktikum	4
		Technische Mechanik II	4
		Wechselstromtechnik	4
		Praktikum Elektrotechnik	2
		Meßtechnik mit Praktikum	4
			28
3.		Seminar Prakt. Studiensemester 1	2
		Praktisches Studiensemester	
		CAEE	2
			4
4.	Hauptstudium	Mathematik	2
		Meßtechnik mit Praktikum	2
		Maschinenkonstruktion	2
		Modellbildung und Simulation	2
		Theoret. Elektrotechnik	4
		Energiesysteme I	4
		el. Maschinen I m. Praktikum	4
		Elektronik I mit Praktikum	4
		Digitale Steuerungstechnikm. Prakt.	4
			28
5.		el. Maschinen II m. Praktikum	5
		Elektronik mit Praktikum	3
		Digitale Steuerungstechnikm. Prakt.	1
		Regelungstechnik mit Praktikum	8
		Projektstudie I	2
		Rhetorik	1
		Wahlpflichtfächer	4
			24

6.		Mitarbeiterführung	2
		Seminar Prakt. Studiensemester 2	2
		Praktisches Studiensemester	
			4
7.	Vertiefungsstudium	Energiesysteme II	2
		El. Maschinen II m. Praktikum	1
		Projektstudie II	4
		Leistungselektronik mit Praktikum	4
		Seminar Energietechnik	1
		Wahlpflichtfächer	12
			24
8.		Leistungselektronik mit Praktikum	1
		Betriebsw. / Volkswirtschaftslehre	4
		Projektierung und Vertrieb	2
		Seminar Energietechnik	1
		Wahlpflichtfächer	12
		Diplomarbeit	
			20
		Gesamt SWS	158

Abkürzung und Schreibweise in der Tabelle entspricht dem Original.

Quelle: Hochschulführer (Der Rektor 1997)

Anhang C-4: Elektrische Energietechnik WS 1999/2000

Elektrische Energietechnik WS 1999/2000			
Semester		Fächer	SWS
1.	Grundstudium	Mathematik I	6
		Gleichstromtechnik	2
		Elektromagnetische Felder	4
		Grundlagen der Informatik	6
		Technische Mechanik	6
		Fremdsprache	4
		Lern- und Arbeitstechnik	2
			30
2.		Mathematik II	6
		Wechselstromtechnik	4
		Praktikum Wechselstromtechnik	2
		Physik mit Praktikum	6
		Mikrocontroller mit Praktikum	6
		Sozialwissenschaften	6
			30
3.		Mathematik III	4
		Messtechnik	4
		Praktikum Messtechnik	2
		Elektronik	4
		Praktikum Elektronik	2
		elektrische Maschinen I	4
		Volkswirtschaftslehre	2
		Betriebswirtschaftslehre	2
		Recht	2
		Projektarbeit 1	4
			30
4.		Praxisvorbereitung	2
		Praktisches Studiensemester	
		Praxisnachbereitung	2
			4
5.	Hauptstudium	el. Maschinen II	4
		Steuerungstechnik	4
		Praktikum Steuerungstechnik	2
		Theoretische Elektrotechnik	6
		Elektrische Energieversorgung	4
		Schutzmaßnahmen in elektr. Anlagen	2
		Regelungstechnik	6
		Praktikum Regelungstechnik	2

			30
6.	Vertiefungsstudium	Projektarbeit 2	4
		Praktikum elektrische Maschinen	2
		Leistungselektronik	4
		Planung u. Betrieb elektrischer Netze	4
		Prakt. Planung u.Betrieb elektr. Netze	2
		Wahlpflichtfächer	14
			30
7.		Praxisvorbereitung	2
		Praktisches Studiensemester	
		Praxisnachbereitung	2
			4
8.		Praktikum Leistungselektronik	2
		Wahlpflichtfächer	10
		Diplomarbeit	
			12
		Gesamt SWS	170

Quelle: Hochschulführer (Der Rektor der Fachhochschule Karlsruhe 1999)

Anhang C-5: Energie- und Automatisierungstechnik WS 2007/08

Energie- und Automatisierungstechnik WS 2007/08			
Semester		Fächer	SWS
1.	Grundstudium	Höhere Mathematik 1	6
		Gleichstromtechnik	3
		Felder	3
		Grundlagen der Informatik 1	4
		Technische Mechanik	4
		Werkstoffe der Elektrotechnik	2
		Physik	4
			26
2.		Höhere Mathematik 2	6
		Wechselstromtechnik	4
		Labor Grundlagen der Elektrotechnik	2
		Mikrocontroller-Systeme	4
		Labor Mikrocontroller-Systeme	2
		Grundlagen der Informatik 2	4
		Englisch	4
			26
3.		Höhere Mathematik3	4
		Messtechnik	4
		Labor Messtechnik	2
		Elektronik	4
		Labor Elektronik	2
		Systemtheorie	4
		Elektrische Maschinen 1	4
			24
4.	Hauptstudium	Theoretische Elektrotechnik	2
		Theorie digitaler Systeme	2
		Modellbildung und Simulation	2
		Elektrische Energieversorgung	4
		Hochspannungstechnik	2
		Elektrische Maschinen 2	4
		Regelungstechnik	4
		Labor Regelungstechnik	2
		Steuerungstechnik	4
		Labor Steuerungstechnik	2
			28

5.		Praxisvorbereitung	2
		Praxistätigkeit	
		Praxisnachbereitung	2
			4
6.		Leistungselektronik	4
		Labor Leistungselektronik	2
		Thermodynamik	2
		Labor Elektrische Maschinen	2
		Elektromagnetische Verträglichkeit	2
		Labor Elektromagn.Verträglichkeit	2
		Labor Hochspannungstechnik	2
		Automatisierungstechnik	4
		Labor Automatisierungstechnik	2
		Recht	2
		Projektarbeit 8 CP	
			24
7.		Planung und Betrieb el. Netze	2
		Labor el. Netze	2
		Schutzmaßnahmen in el. Netzen	2
		Mitarbeiterführung	4
		Betriebswirtschaftslehre	2
		Vorbereitung Bachelorthesis	4
		Bachelor-Thesis	
		Abschlusskolloquium	
			16
		Gesamt SWS	148

Quelle: Hochschulführer Vorlesungsverzeichnis (Rektorat der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft 2007)

Anhang C-6: Elektro- und Informationstechnik – Energietechnik und Erneuerbare Energien WS 2018/19

Elektro- und Informationstechnik - Energietechnik und Erneuerbare Energien WS 2018/19			
Semester		**Fächer**	SWS
1.	Grundstudium	Höhere Mathematik 1	6
		Gleichstromtechnik mit Labor	4
		Physik mit Labor	6
		Grundlagen Informatik + Labor	6
		Digitaltechnik mit Labor	5
			27
2.		Höhere Mathematik 2	6
		Wechselstromtechnik	4
		Labor Grundlagen Elektrotechnik	2
		Felder	4
		Objektorientiertes Programmieren	2
		Mikrocontroller-Systeme mit Labor	5
		Systemtheorie	4
			27
3.	Vertiefungsstudium	Höhere Mathematik 3	4
		Modellbildung und Simulation	2
		Elektronik + Labor	6
		Messtechnik mit Labor	6
		Elektrische Maschinen 1	4
		Fremdsprache	4
			26
4.		Elektrische Energieversorgung	4
		Regelungstechnik mit Labor	6
		Leistungselektronik	4
		Theoretische Elektrotechnik	2
		Hochspannungstechnik	2
		Photovoltaik und Solarthermie	4
		Elektrische Maschinen 2	4
			26
5.		Praxisvorbereitung	2
		Praxistätigkeit	
		Praxisnachbereitung	2
			4
6.		Energie aus Biomasse, Wind- und Wasserkraft	4
		Thermodynamik und Energieeffizienz	4

		Netzplanung und Netzschutz	2
		Smart-Grids und HGÜ Systeme	2
		Techniken zur Energiespeicherung	2
		Labor Regenerative Energien	2
		Labore Energietechnik	4
		Wahlpflichtmodul	4
			24
7.		Energiewirtschaft und Recht	2
		Seminar Energiewirtschaft	2
		Sozialkompetenz	4
		Wissenschaftliches Arbeiten	
		Bachelor Thesis	
		Abschlusskolloquium	
			8
		Gesamt SWS	142

Quelle: Vorlesung- und Personenverzeichnis WS 2018/19 (Rektorat der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft 2018)

Energie- und Automatisierungstechnik WS 2007/08			
Semester		Fächer	SWS
1.	Grundstudium	Höhere Mathematik 1	6
		Gleichstromtechnik	3
		Felder	3
		Grundlagen der Informatik 1	4
		Technische Mechanik	4
		Werkstoffe der Elektrotechnik	2
		Physik	4
			26
2.		Höhere Mathematik 2	6
		Wechselstromtechnik	4
		Labor Grundlagen der Elektrotechnik	2
		Mikrocontroller-Systeme	4
		Labor Mikrocontroller-Systeme	2
		Grundlagen der Informatik 2	4
		Englisch	4
			26
3.		Höhere Mathematik3	4
		Messtechnik	4
		Labor Messtechnik	2
		Elektronik	4
		Labor Elektronik	2
		Systemtheorie	4
		Elektrische Maschinen 1	4
			24
4.	Hauptstudium	Theoretische Elektrotechnik	2
		Theorie digitaler Systeme	2
		Modellbildung und Simulation	2
		Elektrische Energieversorgung	4
		Hochspannungstechnik	2
		Elektrische Maschinen 2	4
		Regelungstechnik	4
		Labor Regelungstechnik	2
		Steuerungstechnik	4
		Labor Steuerungstechnik	2
			28
5.		Praxisvorbereitung	2
		Praxistätigkeit	
		Praxisnachbereitung	2

			4
6.		Leistungselektronik	4
		Labor Leistungselektronik	2
		Thermodynamik	2
		Labor Elektrische Maschinen	2
		Elektromagnetische Verträglichkeit	2
		Labor Elektromagn.Verträglichkeit	2
		Labor Hochspannungstechnik	2
		Automatisierungstechnik	4
		Labor Automatisierungstechnik	2
		Recht	2
		Projektarbeit 8 CP	
			24
7.		Planung und Betrieb el. Netze	2
		Labor el. Netze	2
		Schutzmaßnahmen in el. Netzen	2
		Mitarbeiterführung	4
		Betriebswirtschaftslehre	2
		Vorbereitung Bachelorthesis	4
		Bachelor-Thesis	
		Abschlusskolloquium	
			16
		Gesamt SWS	148

Anhang D: Publikationsliste Cosima Klischat

Klischat, C. (2017). Zwischen Marketing und Technikvermittlung: Außerschulische Lernorte. Karlopolis als öffentlich wirksamer Ort der technischen Bildung. Vortrag im Rahmen der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung (DGTB) im Nachwuchsforum am 22.09.2017 in Frankfurt am Main.

Klischat, C. Zwischen Marketing und Technikvermittlung. (2018). In W. Bienhaus & C. Wiesmüller (Hrsg.): Berichtsband der 17. Tagung der DGTB in Frankfurt am Main 2017

Klischat C. (2018): Die Eröffnung einer Veränderung der Lehre in den klassischen Technikwissenschaften durch den Qualifikationsrahmen für deutsche Hochschulabschlüsse. Vortrag im Rahmen des Nachwuchsforum auf der Jahrestagung der DGTB. 22.09.2018 in Magdeburg.

Klischat, C., Becker, P., Vasko, M. (2018). STACK kann mehr als Mathe – Entwicklung von Online-Aufgaben für Mechanik und Elektrotechnik. Vortrag im Rahmen der ersten internationalen STACK-Konferenz 2018 am 16.11.2018 in Fürth.

Klischat, C., Becker, P., Vasko, M. (2019). STACK is more than Maths – Development of Online-Problems for Mechanics and Electrotechnics. In Computer Aided Assessment and Feedback in Mathematics: Contributions to the 1st International STACK conference 2018 in Fürth, Germany. Online erreichbar unter: https://zenodo.org/communities/stack?page=1&size=20 zuletzt geprüft: 28.06.2019

Klischat, C., (2019). H.ErT.Z Online – OER Materialien zum Selbststudium in den Grundlagen der Elektrotechnik. Vortrag im Rahmen der internationalen OER Konferenz OPENLEARNING-DAYS.CH 2019 am 28.01.2019 in Luzern, Schweiz

Klischat, C., (2019). H.ErT.Z Online – OER Materialien zum Selbststudium in den Grundlagen der Elektrotechnik. Dokumentation des Vortrags auf den OPENLEARNINGDAYS.CH Luzern. Online erreichbar unter: https://docs.google.com/document/d/1Dn4yqWsFcD11xNCSpB5soncY7XoIPjA-BjpaXF7Cjwy0/edit#heading=h.yijj8hc4hgo7 zuletzt geprüft: 28.06.2019

Klischat, C. (2019). Förderung der Sprachkompetenz im Studium der Ingenieurwissenschaften. In S. Regier & M. Zellner (Hrsg.). Förderung der Sprachkompetenz in der Hochschullehre, Berlin: Springer Verlag, 77-105.

Klischat, C., Strohrmann, M. (2019). H.ErT.Z Online – OER Materialien zum Selbststudium in den Grundlagen der Elektrotechnik. Vortrag im Rahmen des Tag der Lehre an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mosbach. Am 28.03.2019 in Karlsruhe.

Klischat C., (2019). Paradigmenwechsel – jetzt! Förderung verantwortungsbewusster und begeisterter Problemlöser. Vortrag im Rahmen des „Tag des Lernens“ an der Hochschule Konstanz. 05.11.2019

Klischat, C., (2021). Critical Thinking und Lösungsfindung. Workshop im Rahmen der „Woche des Lernens“ an der Hochschule Konstanz. 03.11.2021

Klischat C., (2022). Practice-oriented learning combined with social responsibility and environmental sustainability in the study of electrical engineering. Presentation at the Polytechnic Summit 2022 at Darmstadt University of Applied Sciences. 28.06.2022. (conference proceedings in publication)