

Jürgen H. Franz

# Nachhaltige Entwicklung technischer Produkte und Systeme

Der Ingenieurberuf im Wandel

 Springer Vieweg

# Nachhaltige Entwicklung technischer Produkte und Systeme

Jürgen H. Franz

# **Nachhaltige Entwicklung technischer Produkte und Systeme**

Der Ingenieurberuf im Wandel

Jürgen H. Franz  
APHIN e.V. Enkirch, Deutschland

ISBN 978-3-658-36098-6      ISBN 978-3-658-36099-3 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-36099-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über ► <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Speicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Daniel Fröhlich

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

# Vorwort

---

Der Begriff der Nachhaltigkeit ist heute in aller Munde. Er begegnen uns sowohl im Alltag als auch im beruflichen Umfeld: in den Werbeprospekten großer Supermarktketten, auf Litfaßsäulen, in Tages- und Wochenzeitungen, in den Online-Medien und auf wissenschaftlichen Tagungen und Kongressen. Gerne und häufig wird er auch in den Wahlprogrammen großer Parteien verwendet. Denn Nachhaltigkeit war noch nie so weit und tief in der Politik und der Gesellschaft verankert wie heute. Und das ist kein Zufall. Denn Nachhaltigkeit ist eine Grundbedingung dafür, dass der Möglichkeitsspielraum der heute lebenden und der kommenden Generationen nicht begrenzt wird. Mit dieser Begründung forderte der erste Senat des Bundesverfassungsgerichtes in seinem Urteil vom 24. März 2021 den Gesetzgeber auf, das bestehende Klimaschutzgesetz dahin gehend zu ändern, dass es nicht nur kurzfristige Maßnahmen bis 2030 vorsieht, sondern auch Maßnahmen und Ziele weit über 2030 hinaus (BverfG 2021). Dabei argumentiert das Gericht vor allem mit der grundrechtlich gesicherten Freiheit. Dieses Recht auf Freiheit darf künftigen Generationen nicht durch ein unzulässiges Klimaschutzgesetz genommen werden. Es besteht also Handlungsbedarf. Es besteht die Notwendigkeit zum nachhaltigen Handeln. »Was wir bisher getan haben, ist schlichtweg nicht genug. Wir müssen die 20er Jahre zum Jahrzehnt der Nachhaltigkeit machen«, sagte Bundeskanzlerin Angela Merkel am 8. Juni 2021 in ihrer Rede auf der 20. Jahreskonferenz des Rats für Nachhaltige Entwicklung (RNE2021), ein Aufruf, der seitens der Bundesregierung durchaus auch viele Jahre früher hätte erfolgen und befolgt werden können.

Nachhaltiges Handeln gewährleistet, dass alle Menschen ein menschenwürdiges Leben in einer sozial, ökologisch und ökonomisch intakten Umwelt führen können, heute und in Zukunft. Es ist in allen Bereichen und fachübergreifend gefordert. Auch der Bereich der Technik und damit der Ingenieurwissenschaften steht hier in einer besonderen Verantwortung. Diese haben zwar ebenso wie die Ökonomie viele der derzeitigen Klima- und Umweltprobleme mit verursacht, haben aber zugleich das Potential maßgeblich zur Lösung dieser Probleme beizutragen, angefangen von nachhaltigen Produkten des Alltags bis hin zu Windkraft- und Photovoltaikanlagen, Wasserstoffspeichern und grüner Informationstechnik (green IT).

Ingenieure und Ingenieurinnen werden künftig ihre Produkte nicht mehr nur in puncto Funktion optimieren, sondern vor allem auch bezüglich Nachhaltigkeit. Und dies bedeutet, sie müssen funktionale, humane, soziale, ökologische und ökonomische Aspekte gleichzeitig und gleichrangig beachten. Und zwar nicht nur in der Phase der Nutzung des Produktes, sondern in allen seinen Lebensphasen, angefangen von der Ressourcengewinnung und der Produktion über die Nutzung bis hin zur Entsorgung. Zudem werden sie verbesserte Möglichkeiten des Recyclings und der Rückführung der Materialien der entsorgten Produkte in den Kreislauf seiner Lebensphasen schaffen müssen, die heute unter den Stichworten der Kreislaufwirtschaft und des Cradle-to-Cradle bereits bekannt sind. Der Ingenieurberuf steht damit vor neuen Herausforderungen. Er wird damit noch spannender und erstrebenswerter, als er ohnehin bereits ist.

Das vorliegende Buch möchte zum Nachdenken, Weiterdenken und Umdenken anregen und dazu motivieren, an der nachhaltigen Gestaltung unserer Gegenwart

und Zukunft mit Freude und eigenen Ideen mitzuwirken. Die einzelnen Kapitel sind derart verfasst, dass sie nicht notwendig fortlaufend, sondern weitestgehend eigenständig gelesen und verstanden werden können. Aus diesem Grund wurde, bezogen auf das gesamte Buch, die eine oder andere Wiederholung bewusst beibehalten.

Das Buch gründet zum einen auf meiner Lehrveranstaltung *Nachhaltige technische Systeme*, die ich über viele Jahre an der Hochschule Düsseldorf angeboten habe und von den Studierenden mit großem Interesse angenommen wurde. Den Studierenden war offensichtlich bewusst, dass dieses Arbeitsfeld in ihrem Berufsleben einmal eine wichtige Rolle spielen wird. Zum anderen gründet das vorliegende Buch auf meinem Sachbuch *Nachhaltigkeit, Menschlichkeit, Scheinheiligkeit*, das 2014 beim Verlag oekom publiziert wurde. Diesem Buch, das einen breiten, allgemeinen und philosophischen Blick auf das Thema Nachhaltigkeit richtet, wurden diejenigen besonderen Inhalte entnommen, überarbeitet und aktualisiert, die für den Bereich der Technik- und Ingenieurwissenschaften und damit für das vorliegende Buch von spezieller Bedeutung sind. Ich danke dem Verlag oekom für die Erlaubnis, diese Passagen für das vorliegende Buch verwenden zu dürfen.

Mein Dank gilt schließlich dem Springer-Verlag, der dieses Buchprojekt ermöglichte und unterstützte. Meinen Studierenden danke ich für die vielen gemeinsamen, nachhaltigen Projekte und die diese stets begleitenden, kontroversen und zugleich konstruktiven Diskussionen.

**Jürgen H. Franz**  
Herbst 2021

# Inhaltsverzeichnis

---

1	<b>Einleitung</b> .....	1
2	<b>Was ist Nachhaltigkeit?</b> .....	7
2.1	Einführung .....	8
2.2	Nachhaltigkeit als Gestaltung der Zukunft .....	8
2.3	Nachhaltigkeit als moralische Pflicht .....	12
2.4	Fazit .....	13
	Literatur .....	14
3	<b>Modelle der Nachhaltigkeit – Wo ist die Technik?</b> .....	15
3.1	Einführung .....	16
3.2	Die drei Säulen der Nachhaltigkeit .....	17
3.3	Nachhaltigkeit – Mittel oder Zweck? .....	25
3.4	Das humanistische Modell .....	26
3.5	Fazit .....	30
	Literatur .....	31
4	<b>Technik und Nachhaltigkeit</b> .....	33
4.1	Einführung .....	34
4.2	Was ist Technik? .....	37
4.3	Ganzheitliche Technik .....	40
4.4	Ökologische Technik .....	41
4.5	Moralische und soziale Technik .....	44
4.6	Bewertende Technik .....	47
4.7	Kritische, selbstkritische, aufklärerische Technik .....	48
4.8	Fazit .....	51
	Literatur .....	52
5	<b>Lebensphasen eines Produktes</b> .....	53
5.1	Einführung .....	54
5.2	Die vier Lebensphasen .....	54
5.3	Fazit .....	58
	Literatur .....	58
6	<b>Technik und Wissenschaft im 21. Jahrhundert</b> .....	59
6.1	Einführung .....	60
6.2	Artefakte und Biofakte .....	60
6.3	Realität und Virtualität .....	62
6.4	Digitalisierung, künstliche Intelligenz, autonome Fahrzeuge .....	63
6.5	Konvergierende Wissenschaften .....	72
6.6	Nachhaltiger Fortschritt und Humanisierung der Technik .....	73
6.7	Fazit .....	74
	Literatur .....	75

7	<b>Kontranachhaltige Irrtümer</b> .....	77
7.1	Einführung .....	78
7.2	Irrtümer .....	79
7.3	Technik, Kritik und Philosophie .....	84
7.4	Fazit .....	86
	Literatur .....	87
8	<b>Ethik, Kodizes und Werte</b> .....	89
8.1	Einführung .....	90
8.2	Ethiktheorien .....	94
8.3	Ethikkodizes .....	98
8.4	Werte .....	104
8.5	Nachhaltige Tugenden .....	105
8.6	Fazit .....	107
	Literatur .....	108
9	<b>Bildung zur Nachhaltigkeit</b> .....	109
9.1	Einführung .....	110
9.2	Fach- und Allgemeinbildung .....	110
9.3	Philosophische Grundbildung .....	112
9.4	Technikfolgenabschätzung und Technikfolgenbewertung .....	118
9.5	Fazit .....	121
	Literatur .....	122



# Einleitung

*Schöpferische Phantasie, Ideenreichtum und Erfindungsgabe sind Markenzeichen von Ingenieurinnen und Ingenieuren (jhf).*

Wer sich für den Beruf des Ingenieurs oder der Ingenieurin entscheidet, hat zumeist bereits eine Vorstellung von dem, was diesen Beruf auszeichnet. Ingenieurinnen und Ingenieure haben Ideen, die sie in Konzepte und Pläne überführen und die sie schließlich nach einer sorgfältigen Prüfung und Entwicklung in Form technischer Produkte und Systeme verwirklichen. Ingenieure und Ingenieurinnen verfügen über eine schöpferische Phantasie, einen Reichtum an Einfällen und über das notwendige technische Fachwissen, um zu beurteilen, welche ihrer vielen Ideen realisiert werden können und welche nicht. Ihre schöpferische Phantasie, ihre Erfindungsgabe, ihr Ideenreichtum und ihr Fachwissen sind ihr Markenzeichen. Das weltweit anerkannte Qualitätszeichen *Made in Germany* gründet entscheidend auf der erfolgreichen Arbeit von Ingenieurinnen und Ingenieuren. Der Beruf des Ingenieurs und der Ingenieurin ist und bleibt erstrebenswert.

Die in den Ingenieurwissenschaften entwickelten Produkte und Systeme haben das Leben des Menschen in nahezu allen Bereichen verändert, im Alltag und im Beruf, im privaten und öffentlichen Leben. Und in kaum einer anderen Fachwissenschaft schreitet die Entwicklung so rasch voran wie in den Technik- und Ingenieurwissenschaften. Und dies sogar mit wachsender Geschwindigkeit. Vor hundertdreißig Jahren gab es noch kein Motorflugzeug, vor hundert Jahren noch kein Fernsehgerät, vor siebzig Jahren noch keinen Transistor und keinen Computer, vor vierzig Jahren noch kein Internet und vor dreißig Jahren noch kein Smartphone. Die sozialen Medien, das Internet der Dinge, die mobilen Betriebssysteme, der E-Book-Reader und vieles weitere mehr sind Erfindungen des 21. Jahrhunderts.

Bei allen diesen Erfindungen, die zweifelsfrei das Leben des Menschen bereichern, darf man nicht verkennen, dass Technik stets ambivalent ist. Denn jede Technik hat neben den erwünschten Folgen auch unerwünschte Nebenfolgen, die in vielen Fällen gravierend sind. So sind die Klimaveränderung und die Umweltbelastung zum großen Teil durch die Technik und den Umgang mit der Technik verursacht. Technik ist auch für einen hohen Verbrauch an Ressourcen und Rohstoffen verantwortlich, vor allem auch an nicht erneuerbaren. Hier ist ein Umdenken in den Technik- und Ingenieurwissenschaften erforderlich. Ein neuer Weg ist einzuschlagen und dieser Weg trägt den Namen *Nachhaltigkeit*. Es ist ein Weg, der an die Ingenieurwissenschaften neue Herausforderungen stellt und der sowohl die Ausbildung in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen als auch das Berufsleben von Ingenieuren und Ingenieurinnen verändern wird. War in der Vergangenheit das primäre Ziel, Produkte und Systeme zu realisieren, die zuverlässig funktionieren, so kommt in Zukunft das gleichrangige Ziel hinzu, technische Produkte und Systeme nachhaltig zu gestalten. Hierzu gehört, ihren Ressourcen- und Energiebedarf zu reduzieren. Aber das reicht nicht hin. Bei der Entwicklung nachhaltiger technischer Produkte und Systeme sind neben ökologischer Aspekte auch soziale zu beachten. Während früher technische Produkte und Systeme vor allem in puncto Funktion optimiert wurden, so sind diese in Zukunft auch bezüglich der unterschiedlichen Anforderungen und Ziele der Nachhaltigkeit zu optimieren. Die durch Ingenieurinnen und Ingenieure zu leistenden Aufgaben werden damit umfangreicher und komplexer. Ihr Beruf wird damit noch vielseitiger und spannender, als er bisher bereits war. Ingenieure und Ingenieurinnen werden zu technischen Exper-

ten und Expertinnen der Nachhaltigkeit bzw. der nachhaltigen Entwicklung. Bei Fragen der Technikfolgenabschätzung, der Technikfolgenbewertung und der Beurteilung der Nachhaltigkeit technischer Produkte und Systeme gehören sie als gleichwertige Partner mit an den runden Tisch.

Da nachhaltige Entwicklung in aller Regel fachbereichsübergreifend ist, bedarf es einer Änderung der Curricula ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge. So ist neben einer soliden Fachbildung auch eine breite Allgemeinbildung nötig, die beispielsweise in einem *studium generale* vermittelt wird. Zu einem solchen *studium generale* gehören eine Einführung in die Grundlagen nachhaltiger Entwicklung ebenso, wie die Vermittlung von Grundkenntnissen der Ethik im Allgemeinen und der Technikethik im Besonderen. Das vorliegende Buch möchte hierzu einen Beitrag leisten.

Es möchte auch dazu beitragen, den Ingenieurwissenschaften einen Weg aufzuzeigen, der ihnen ihre Eigenständigkeit und Selbstbestimmung zurückgibt, die sie in den letzten Jahrzehnten zum Teil an die Ökonomie abgetreten haben und sie zu einer Unterdisziplin der Ökonomie werden ließen. Zum Zwecke der Gewinnmaximierung wurden die Ingenieurwissenschaften in der Vergangenheit zunehmend instrumentalisiert und damit sukzessive ihrer Autonomie, ihrer besonderen Stärke und ihrer ureigenen Substanz beraubt. Der nachhaltigen Entwicklung technischer Produkte und Systeme wurde damit kein Dienst erwiesen. Die nachhaltige Gestaltung unserer Gegenwart und Zukunft erfordert eine Umkehr, eine an Nachhaltigkeit orientierte Ökonomie *und* ebenso eine an Nachhaltigkeit ausgerichtete Ingenieurwissenschaft, die beide gemeinsam *und* gleichrangig diese Zukunftsaufgabe aufrichtig angehen.

Im ► Kap. 2 *Was ist Nachhaltigkeit?* werden der Begriff der Nachhaltigkeit und derjenige der nachhaltigen Entwicklung entfaltet, eine Begriffsbestimmung entwickelt und die Notwendigkeit nachhaltiger Entwicklung aufgezeigt. Es wird gezeigt, dass Nachhaltigkeit im Kern darauf zielt, allen heute lebenden und allen künftig lebenden Menschen ein menschenwürdiges Leben in einer sozial, ökologisch und ökonomisch intakten Umwelt zu ermöglichen. Nachhaltiges Handeln erweist sich damit zugleich als ein Handeln im Dienste der Menschenwürde. Nachhaltigkeit und Menschenwürde gehen Hand in Hand. Und damit wird nachhaltiges Handeln zu einer moralischen Pflicht.

Im ► Kap. 3 *Modelle der Nachhaltigkeit – Wo ist die Technik?* werden bekannte Modelle der Nachhaltigkeit erörtert. Dabei wird deutlich, dass in ihnen zwar das Soziale, die Ökologie und die Ökonomie vorkommen, die Technik aber zumeist fehlt. Das ist verwunderlich. Denn zwar hat die Technik, ebenso wie die Ökonomie, viele der aktuellen Probleme mit verursacht, aber sie kann zu ihrer Lösung, ebenfalls wiederum wie die Ökonomie, einen wichtigen Beitrag leisten. Die bestehenden Modelle suggerieren, dass Technik keine eigenständige Disziplin ist, sondern eine Subdisziplin der Ökonomie. Dies ist aber nicht korrekt. Technikwissenschaften und Ökonomie arbeiten zwar vielfach Hand in Hand, aber dennoch sind die Technikwissenschaften ebenso frei und autonom wie alle anderen Wissenschaften. Dies ist in den Modellen zu berücksichtigen. Zudem stellen die Modelle die Nachhaltigkeit meist als Zweck und nicht als Mittel dar. Auch dies ist zu korrigieren. Es wird daher im ► Kap. 3 ein alternatives Modell vorgestellt, das die Mängel der bestehenden behebt.

► Kap. 4 *Technik und Nachhaltigkeit* führt die Technik und die nachhaltige Entwicklung zusammen. Es zeigt, dass eine nachhaltige Technikentwicklung nicht nur auf die Optimierung der Funktion achtet, sondern gleichzeitig und gleichwertig humane, soziale, ökologische und ökonomische Aspekte berücksichtigt. Eine der Nachhaltigkeit verpflichtete Technikentwicklung wird zudem eine Abschätzung und Bewertung möglicher Technikfolgen durchführen und über diese aufklären. Eine derartige Technik ist stets auch kritisch und selbstkritisch, wobei unter Kritik hier eine systematische, sachliche und konstruktive verstanden wird, also eine Kritik, wie sie in Wissenschaft und Forschung üblich ist. Eine solche Kritik fördert den technischen Fortschritt hin zur Entwicklung nachhaltiger Produkte und Systeme und damit letztendlich auch zu einer an Nachhaltigkeit orientierten Ökonomie. Ein nachhaltiger Fortschritt unterscheidet sich vom zügellosen Fortschritt, der sich weder in humaner, sozialer und ökologischer Hinsicht Grenzen setzt und daher in jeder Beziehung kontranachhaltig ist.

In ► Kap. 5 *Lebensphasen eines Produktes* wird gezeigt, dass ein technisches Produkt vier Lebensphasen durchläuft – Materialbeschaffung, Produktion, Nutzung und Entsorgung – und in allen diesen Phasen die Ziele der Nachhaltigkeit gleichrangig zu berücksichtigen und umzusetzen sind. Letztendlich werden diese Ziele aber nur dann erreicht, wenn die Materialien der entsorgten Produkte wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden, was heute unter dem Begriff der Kreislaufwirtschaft und dem des Cradle-to-Cradle (C2C) bekannt ist. Es wird gezeigt, welche Konsequenzen die Missachtung der Nachhaltigkeit in den einzelnen Lebensphasen eines Produktes haben und welche Anforderung sich daraus an die nachhaltige Entwicklung technischer Produkte in diesen Phasen ergeben.

► Kap. 6 *Technik und Wissenschaft im 21. Jahrhundert* wirft einen Blick auf die Technik und Wissenschaft des 21. Jahrhunderts und damit auf Themen wie virtuelle Realität, human enhancement, Biofakte, Digitalisierung, künstliche Intelligenz und autonomes Fahren. Die damit verknüpften Entwicklungen werden das Leben des Menschen in allen Bereichen verändern, im Beruf sowie im Privaten. Daher ist gerade bei diesen Entwicklungen auf die Einhaltung der zentralen Ziele der Nachhaltigkeit zu achten. Es wird dabei besonders auf Ingenieurinnen und Ingenieure ankommen, die in der Nachhaltigkeit geschult sind, sich der Notwendigkeit nachhaltiger Entwicklung bewusst sind und verantwortlich daran mitwirken, dass diese Entwicklungen zum Nutzen und nicht zum Schaden des Menschen verlaufen.

► Kap. 7 *Kontranachhaltige Irrtümer* richtet einen konstruktiv-kritischen Blick auf die Ingenieurwissenschaften und deckt einige Mängel auf, die auch heute noch zum Teil nicht behoben sind, wie zum Beispiel die These der Wertfreiheit der Wissenschaften im Allgemeinen und derjenigen der Ingenieurwissenschaften im Besonderen. Es sind Mängel, die der nachhaltigen Entwicklung technischer Produkte und Systeme zum Teil entgegenstehen. Es wird gezeigt, wie die Ingenieurwissenschaften im Zuge einer Transformation zu einer nachhaltigen Wissenschaft werden können, in der die humane, gesellschaftliche und ökologische Dimension technischer Produkte und Systeme gleichrangig mit ihrer technischen und ökonomischen Funktion betrachtet wird.

Im ► Kap. 8 *Ethik, Kodizes und Werte* wird der ethische Aspekt der Technik und ihren zugehörigen Wissenschaften beleuchtet. Es werden die Grundbegriffe der Ethik erläutert, darunter die Begriffe Moral, Autonomie und Freiheit, und ein Blick

auf die etablierten ethischen Theorien gerichtet. Dies führt unmittelbar zu der für die Ingenieur- und Technikwissenschaften besonders relevanten Technikethik und zu den Ethikkodizes für Techniker und Ingenieurinnen. Das Kapitel schließt mit dem überraschenden Ergebnis, dass sich die scheinbar antiquierten vier Kardinaltugenden gerade für die nachhaltige Entwicklung als außerordentlich modern erweisen.

Im letzten ► Kap. 9 *Bildung zur Nachhaltigkeit* wird die Bedeutung einer an Nachhaltigkeit orientierten Bildung aufgezeigt. Eine derartige Bildung ist das Fundament jeder nachhaltigen Entwicklung. Und da Nachhaltigkeit eine globale und bereichsübergreifende Aufgabe ist, erfordert eine derartige Bildung neben einer soliden Fachbildung auch eine breite Allgemeinbildung. Letztere kann beispielsweise in einem für alle Fachbereiche verbindlichen und einheitlichen *studium generale* vermittelt werden. Das Curriculum eines solchen *studium generale* sollte die sozialen, ökologischen, ökonomischen und technischen Grundlagen nachhaltiger Entwicklung ebenso beinhalten wie eine Einführung in die Ethik und das philosophische Denken, welches sich als Band erweist, das die einzelnen an der nachhaltigen Entwicklung beteiligten Bereiche verknüpft und eint.

Editorischer Hinweis: Das vorliegende Buch verfolgt aus editorischer Sicht das Ziel einer geschlechtergerechten Sprache. Zu diesem Zweck werden, wie bereits in dieser Einleitung zum Teil vollzogen, die weibliche und männliche Form zusammen aufgeführt (z. B. Ingenieurinnen und Ingenieure), wobei im späteren Verlauf entweder die Reihenfolge zyklisch verändert wird (z. B. Ingenieure und Ingenieurinnen) oder im Laufe eines Kapitels abwechselnd die männliche oder weibliche Form verwendet wird (z. B. Ingenieurin zum Beginn des Kapitels, in Folge dann Ingenieur usw.). Sollte dabei die männliche oder weibliche Form überwiegen, so ist dies keine Absicht.