Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelor-Thesis

Shari Wintjes

Leitfaden für eine erfolgreiche mechanische Auslegung in Entwicklungsprojekten mit Schwerpunkt auf die dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien

Fakultät Technik und Informatik
Department Maschinenbau und Produktion

Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Mechanical Engineering and Production Management

Shari Wintjes

Leitfaden für eine erfolgreiche mechanische Auslegung in Entwicklungsprojekten mit Schwerpunkt auf dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien

Bachelor-Thesis eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Produktionsmanagement
am Department Maschinenbau und Produktion
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Erstprüfer: Prof. Dr. Benjamin Kloss-Grote
Zweitprüfer: Prof. Dr. Udo Pulm

Abgabedatum: 14.08.2025

Zusammenfassung

Name des Studierenden

Shari Wintjes

Thema der Bachelorthesis

Leitfaden für eine erfolgreiche mechanische Auslegung in Entwicklungsprojekten mit Schwerpunkt auf dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien

Stichworte

Sorgfaltsprinzipien, Verantwortung, Projektmanagement, Produkt-, Qualitäts-, Dokumenten-, Wissensmanagement, Normen, Richtlinien, Entwicklungsprojekt und viele weitere interessante Stichworte

Kurzzusammenfassung

In dieser Arbeit wird ein Leitfaden für Studierende im zweiten und dritten Semester der Ingenieurswissenschaften über die dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien bei der mechanischen Auslegung erarbeitet. Einen solchen expliziten Leitfaden gibt es in der aktuellen Literatur nicht. Die Sorgfaltsprinzipien sind sowohl wichtig für das Studium, als auch im späteren Berufsleben. Es wird auf die allgemeinen Grundlagen, die mathematisch/physikalische Grundlagen, das Entwicklungsmanagement und auf das Qualitätsmanagement/ -sicherung eingegangen. Ferner werden die Sorgfaltsprinzipien verknüpft mit der Gestaltung, als auch Vortragstechniken für Präsentation.

Name of Student

Shari Wintjes

Title of the paper

Guidelines for successful mechanical design in development projects with a focus on documentary due diligence principles

Keywords

Due diligence principles, responsibility, project management, product, quality, document, knowledge management, standards, guidelines, development project and other interesting words describing the whole process.

Abstract

In this thesis, a guide is developed for second and third semester engineering students on the documentary principles of due diligence in mechanical design. There is no such explicit guideline in the current literature. The principles of due diligence are important both for the course of study as well as in later professional life. The general principles, the mathematical/physical principles, development management and quality management/assurance are discussed. Furthermore, the diligence are linked to design and presentation techniques.

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences
Department Maschinenbau und Produktion

Aufgabenstellung

für die Bachelorthesis

von Frau Shari Wintjes

Matrikel-Nummer: [redacted]

Thema:

Leitfaden für eine erfolgreiche mechanische Auslegung in Entwicklungsprojekten mit Schwerpunkt auf dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien

Schwerpunkte:

1. Einführung
2. Stand der Technik zu Sorgfaltsprinzipien
3. Begriffsdefinition
   - Verantwortung
   - Produktmanagement
   - Projektmanagement
   - Qualitätsmanagement
   - Wissensmanagement
   - Dokumentationsmanagement
4. Entwicklung des Leitfadens
   - Vorhandene Sorgfaltsprinzipien
   - Erweiterte Sorgfaltsprinzipien
5. Zusammenfassung des Leitfadens
6. Kritische Reflexion der Arbeit
7. Ausblick

02.06.2025
Datum

[redacted]
Erstprüfer/in

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis IX
Symbolverzeichnis X
Formelverzeichnis X
Abbildungsverzeichnis XI
Tabellenverzeichnis XII
1 Einführung 1
2 Literaturrecherche 3
3 Einführung in das Wissensgebiet 7
3.1 Einordung in den Kontext 7
3.2 Allgemeine Begriffsdefinitionen 8
3.3 Verantwortung 12
3.3.1 Einleitung 12
3.3.2 Etymologisch 12
3.3.3 Duden 12
3.3.4 Pyramide der unternehmerischen Verantwortung 13
3.3.5 Gesetzliche Verantwortung - Produkthaftungsgesetz 14
3.3.6 Lasten und Pflichtenheft 14
3.3.7 Philosophisch 16
3.3.8 Wissenschaftlich 16
3.4 Bedeutung von Verantwortung in Projekten 17
3.4.1 Konstruktion/Entwicklung 17
3.4.2 Fallbeispiel Cangoo 17
3.5 Mechanische Auslegung 19
3.6 Produktlebenszyklus 19
3.7 Entwicklungsprojekt 20
3.8 Produktentwicklung 20
3.9 Projektmanagement 21
3.10 Qualität 21
3.10.1 Einleitung 21
3.10.2 Qualitätsmanagement 22
3.10.3 Qualitätssicherung 22
3.11 Wissensmanagement 23
3.12 Dokumentenmanagement 24
3.13 Sorgfaltsprinzipien 26
3.13.1 In der Entwicklung 26

3.13.2 In anderen Gebieten 26
4 Entwicklung des Leitfadens 29
4.1 Vorhandene Sorgfaltsprinzipien 29
4.1.1 Grundlagen (1) 31
4.1.2 Mathematisch/physikalische Grundlagen (2) 33
4.1.3 Dokumentenmanagement (3) 37
4.2 Erweiterung der Sorgfaltsprinzipien 39
4.2.1 Mathematisch/physikalische Grundlagen (1) 41
4.2.2 Entwicklungsprojektmanagement (2) 44
4.2.3 Inhaltliches Vorgehen (3) 47
4.2.4 Qualitätssicherung (4) 48
4.2.5 Vortrag (5) 53
5 Zusammenfassung des Leitfadens 57
5.1 Leitfaden nach Kategorien 57
5.2 Leitfaden nach fehlersensibler Arbeitsweise 61
5.3 Fallbeispiel für die Anwendung des Leitfadens 63
6 Kritische Auswertung der Arbeit 65
7 Fazit 67
Quellenverzeichnis 69
Anhang ..... A
Dienstliche Erklärung XV
Erklärung zur Einsichtnahme XV

Abkürzungsverzeichnis

CAD	computer-aided design
DIN	Deutsches Institut für Normung
DGUV	Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
DMA	*Document Management Activity*
DRD	*Document/Data Requirement Description*
EinhZeitG	Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung
EN	Europäische Norm
ISO	*International Organization for Standardization*
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
PDS	*Product Design Specification*
PM	Projektmanagement
ProdHaftG	Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz)
ProdSG	Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz)
PRS	*Product Requirement Specification*
QMS	Qualitätsmanagementsystem
SI	*Système international d'unités*
SIPOC	*Supplier Input Process Output Customer*
SWOT	*Strength, Weakness, Opportunities, Threats*
TPM	Technisches Produktmanagement
TQM	*Total Quality Management*
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WM	Wissensmanagement

Symbolverzeichnis

a	m	Hebelarm
$A_{Mantel,\ außen}$	m²	Zu streichende Fläche
d_2	mm	Außendurchmesser
F	N	Kraft
l	m	Rohrlänge
M	Nm	Moment
R_1	Ω	Verlustwiderstand
R_r	Ω	Strahlungswiderstand
S_B		(statische) Sicherheit gegen Gewaltbruch
V_{Farbe}	m³	Volumen der Farbe
η_t		Strahlungswirkungsgrad

Formelverzeichnis

Formel 4-1 Moment 34
Formel 4-2 Strahlungswirkungsgrad 41
Formel 5-1 Farbverbrauch 63
Formel 5-2 Mantelfläche 64

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Sorgfaltsprinzipien bei der Berechnung (Kloss-Grote, Festigkeit/ Belastung Rev A, 2024) 1
Abbildung 3-1 Zusammenspiel Quality, Management und Total (Fritz, Helmold, Hummel, & Treu, 2024) 7
Abbildung 3-2 unternehmerische Verantwortung (Fritz, Helmold, Hummel, & Treu, 2024) 13
Abbildung 3-3 Lasten- und Pflichtenheft (Madauss, 2020) 15
Abbildung 3-4 Cangoo Buckle Up (E-BIKE ONLY, 2025) 18
Abbildung 3-5 Wirtschaftlicher Produktlebenszyklus (Pulm, 2020/21) 19
Abbildung 3-6 PDCA (Dombrowski & Krenkel, 2021) 22
Abbildung 3-7 Wissensmanagement (VDI 5610, 2009) 23
Abbildung 3-8 Dokumentenentstehung während eines Projekts (DIN EN ISO 11442, 2006) 24
Abbildung 3-9 Dokumentationsbaum (Madauss, 2020) 25
Abbildung 3-10 Atemschutzgeräteträgertrupp 28
Abbildung 4-1 Kunde (Niemann, Reich, & Stöhr, 2021) 31
Abbildung 4-2 Ausschnitt aus dem allgemeinen Modell zur Produktentwicklung (VDI 2221 Blatt 1, 2019) 31
Abbildung 4-3 Vereinfachte Problemlösestrategie (Kloss-Grote, 2 - Einleitung Rev B, 2022/2023) 32
Abbildung 4-4 Problem abstrahieren (Hohn, 2012) 33
Abbildung 4-5 Einheiten (DIN EN ISO 80000-4 , 2020) 34
Abbildung 4-6 Formeln zitieren (Kümmerer, 2016) 36
Abbildung 4-7 Plausibilitätsprüfung (Abiturvorgaben NRW, 2025) 36
Abbildung 4-8 Interpretieren (Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW, 2025) 36
Abbildung 4-9 Verwendung der Zeichen (DIN 1338, 2011) 42
Abbildung 4-10 SMART (Koeppen, 2021) 45
Abbildung 4-11 Allgemeines Modell der Produktentwicklung (VDI 2221 Blatt 1, 2019) 46
Abbildung 4-12 SWOT-Analyse (Bundesverwaltungsamt, 2025) 48
Abbildung 4-13 PDCA & Kaizen (Fritz, Helmold, Hummel, & Treu, 2024) 50
Abbildung 4-14 SIPOC 51
Abbildung 4-15 Ishikawa Diagramm (Reis, 2025) 52
Abbildung 4-16 10er Regel (Kloss-Grote, 2022/2023) 53
Abbildung 5-1 Beispielaufgabe Farbvolumen (Kloss-Grote, Arbeitsblatt 1, 2025) 63
Abbildung 5-2 Skizze Fallbeispiel Quelle: Aufgabenstellung A01 Rev A 63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1 Gesetze, Normen und Richtlinien Teil 1 4
Tabelle 2-2 Gesetze, Normen und Richtlinien Teil 2 5
Tabelle 2-3 Fachbücher 5
Tabelle 2-4 Weitere Literatur 6
Tabelle 4-1 Sorgfaltsprinzipien, chronologisch sortiert 29
Tabelle 4-2 Vorhandene Sorgfaltsprinzipien mit Quelle 30
Tabelle 4-3 Sicherheitsfaktoren nach TB 3-14 a) (Jannasch, Spura, Voßiek, & Wittel, 2019) 35
Tabelle 4-4 Erweiterte Sorgfaltsprinzipien Teil 1 39
Tabelle 4-5 Erweiterte Sorgfaltsprinzipien Teil 2 40
Tabelle 5-1 Leitfaden Teil 1 57
Tabelle 5-2 Leitfaden Teil 2 58
Tabelle 5-3 Leitfaden Teil 3 59
Tabelle 5-4 Fehlervermeidung 61
Tabelle 5-5 Fehlererkennung 62
Tabelle 5-6 KVP-Fehler 62

Danksagung

Ich bedanke mich herzlich für die außergewöhnlich gute Zusammenarbeit mit Herrn Professor Dr. Kloss-Grote. Von Beginn an hat er mich offen und fair begleitet. Gemeinsam konnten wir ein Thema entwickeln, das unsere jeweiligen Vorstellungen und Interessen in idealer Weise miteinander vereinen.

Besonders hervorheben möchte ich die engmaschige und engagierte Betreuung während der gesamten Arbeitsphase. Sie ermöglichte es, die inhaltliche Ausrichtung kontinuierlich zu schärfen und die Arbeit gezielt weiterzuentwickeln. Für dieses Maß an Unterstützung, das in meinen Augen keineswegs selbstverständlich ist, möchte ich Herrn Professor Dr. Kloss-Grote meinen besonderen Dank aussprechen.

Ferner bedanke ich mich bei meinen Eltern und meiner Schwester für die unermüdliche Unterstützung während des Studiums. Von Anbeginn bei der Bewerbung bei der Hochschule, als auch bei der Ausbildung zur Werkzeugmechanikerin, was für eine junge Frau immer noch ungewöhnlich ist, stand meine Familie hinter mir. Auch durch die schwere Corona Pandemie konnte ich stets im vollen Umfang auf meine Eltern und meine Schwester bauen.

Besonders möchte ich mich dabei bei meiner älteren Schwester bedanken, da sie durch ihr eigens Studium weiß, wie viel Schweiß, Blut und Tränen in einem Studium stecken können. Sie hat mich stets motiviert nicht aufzugeben und trotz einiger Rückschläge weiterzumachen. Auch wenn sie nicht immer weiß, dass sie es getan hat, war sie mein Antrieb.

1 Einführung

Eine Produktentwicklung kann nur dann erfolgreich sein, wenn am Ende ein fehlerfreies Produkt entwickelt worden ist. Im Spannungsfeld dazu liegt es in der Natur des Menschen (d.h. der handelnden Ingenieur:innen), nicht immer 100%ig fehlerfrei arbeiten zu können. In Kombination mit der Vielzahl von komplexen mechanischen Auslegungsschritten in Entwicklungsprojekten ist dadurch die Wahrscheinlichkeit für Fehler im fertigen Produkt relativ hoch, wenn man bei der Entwicklung nicht eine Arbeitsweise verfolgt, die

1. besonderes Augenmerk darauf legt, diese Fehler von vornherein zu vermeiden, und mit der
2. entstandene Fehler *umgehend* festgestellt werden, so dass diese korrigiert werden können, und
3. im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses Lehren aus entdeckten Fehlern gezogen werden, um diese in der Zukunft zu vermeiden.

(Kloss-Grote, Interne Kommunikation HAW, 2025)

In der Literatur finden sich zu solch einer *fehlersensiblen Arbeitsweise* in der mechanischen Auslegung trotz ihrer großen Bedeutung für das Gelingen einer Entwicklung nur rudimentäre Beiträge. Als Ergebnis seiner Erfahrungen aus der industriellen Entwicklungspraxis hat (Kloss-Grote, Festigkeit/ Belastung Rev A, 2024) die in Abbildung 1-1 dargestellten Sorgfaltsprinzipien zusammengestellt, die Bausteine für eine solche fehlersensible Arbeitsweise sind. Schwerpunktsanwendung ist die mechanische Auslegung als eine Teilmenge der Produktentwicklung.

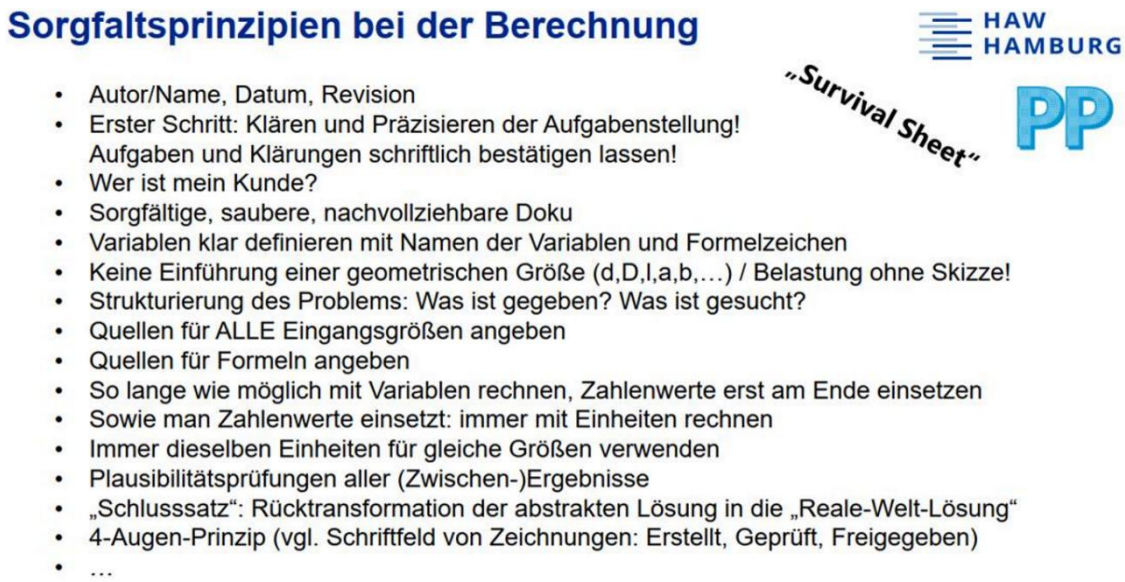


Abbildung 1-1 Sorgfaltsprinzipien bei der Berechnung (Kloss-Grote, Festigkeit/ Belastung Rev A, 2024)

Die dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien richteten sich im Hochschulkontext in erster Linie an Studierende des Maschinenbaus, welche sich im zweiten und dritten Semester des Ingenieursstudium befinden. Es sollen damit grundlegende dokumentarische Prinzipien bei dem Erstellen einer mechanischen Auslegung vermittelt werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, aus der Sammlung Abbildung 1-1 von Sorgfaltsprinzipien einen wissenschaftlich fundierten *Leitfaden für eine erfolgreiche mechanische Auslegung in Entwicklungsprojekten* zu entwickeln.

Die Arbeit ist eine reine Literaturarbeit. Hierzu wurden verschiedene Fachbücher, Fachquellen, sowie Normen und Richtlinien herangezogen (siehe Kapitel 2). Wie kurz beschrieben, zeigt sich bei der Literaturrecherche, dass es aktuell keine eigenständige Abhandlung, Vorschrift oder Norm gibt, welche die Sorgfaltsprinzipien oder gar einen entsprechenden Leitfaden explizit behandelt. Prinzipien werden nur implizit genannt und unzusammenhängend in Quellen dargestellt.

Der zu entwickelnde Leitfaden soll für Ingenieursstudierende eine zentrale Unterstützung im Studium und im späteren Berufsleben hinaus darstellen. Er soll dabei helfen, ein fundiertes Verständnis für die methodische, fehlersensible Herangehensweise zu entwickeln und gleichzeitig die Bedeutung einer sorgfältigen, nachvollziehbaren Dokumentation bei der Entwicklung technischer Bauteile zu verinnerlichen. Gerade im Ingenieurwesen ist es essenziell, dass alle Entwurfs- und Berechnungsschritte logisch und transparent festgehalten werden. Sei es zur Qualitätssicherung, zur Zusammenarbeit im Team oder zur späteren Nachvollziehbarkeit durch Dritte. Ein solcher Leitfaden vermittelt grundlegende Prinzipien wie Vollständigkeit, Nachprüfbarkeit und Klarheit technischer Unterlagen und zeigt, wie diese konkret angewendet werden können.

Neben der Förderung technischer Genauigkeit schult der Leitfaden auch das Verantwortungsbewusstsein (siehe Abschnitt 3.3), da Ingenieur:innen eine hohe ethische und rechtliche Verantwortung für die Sicherheit und Funktionalität ihrer Entwicklungen tragen. Eine saubere Dokumentation ist hier nicht nur ein Arbeitsmittel, sondern auch ein Beleg für professionelles, gewissenhaftes Handeln. Darüber hinaus bereitet der Leitfaden Studierende gezielt auf die Anforderungen im Berufsalltag vor, in dem Dokumentation, Normen, Nachweise und technische Kommunikation mit anderen Abteilungen zum Standard gehören. Er dient zudem als praktische Unterstützung bei Projekt- oder Abschlussarbeiten, indem er zeigt, wie technische Inhalte verständlich, vollständig und prüfbar dargestellt werden.

Insgesamt trägt der Leitfaden dazu bei, das ingenieurmäßige Denken (systematisch, verantwortungsvoll, fehlersensibel und transparent) zu stärken. Er verbindet fachliche Kompetenz mit methodischer Sorgfalt und fördert damit eine Arbeitsweise, die heutigen beruflichen und gesellschaftlichen Anforderungen im Ingenieurwesen zu erfüllen.

Die Anwendung Ahrefs (Ahrefs Pte. Ltd., 2025) und Perplexity (Perplexity AI Inc., 2025) wurde zur Verbesserung der Grammatik und der Sätze benutzt.

2 Literaturrecherche

Die Literarturrecherche wurde nach dem Schneeballsystem0[1] durchgeführt. Den Tabellen in diesem Kapitel zu entnehmen ist, sind drei große Kategorien für die Erstellung der Abschlussarbeit von Bedeutung. Die erste Kategorie sind Gesetze, Normen und Richtlinien (Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2). Sie geben den Rahmen, sowie die rechtlichen Vorgaben, der Arbeit vor. Die zweite Kategorie sind Fachbücher (Tabelle 2-3). Diese sind maßgeblich für die Wissensübersicht wichtig. In der dritten Kategorie ist weitere Literatur zusammengefasst (Tabelle 2-4). Hier befinden sich schulische Materialien, Vorlesungen, eine Dissertation und Webquellen. Diese Art der Literatur ist für unterschiedliche Abschnitte der Abschlussarbeit wichtig.

Die Recherche wies verschiedene Phasen auf. Zunächst lag der Fokus auf jene Literatur, die einen ersten Einblick zum Titel gibt. Dieser Schritt ist wichtig für die Einführung in das Wissensgebiet. Beim genaueren Durchsehen erwies sich ein Teil der Literatur als ungeeignet. Dadurch stellten sich Kriterien für einen zweiten Teil der Recherche heraus. Dieser Teil der Recherche befasste sich damit, Literatur für die Sorgfaltsprinzipien auszuwählen. Wobei zunächst das Hauptaugenmerk darauf lag, die vorhanden Sorgfaltsprinzipien mit Quellen zu belegen. Im Anschluss wurde die Literatur nach weiteren Sorgfaltsprinzipien durchgearbeitet. Ferner wurde für die weiteren Sorgfaltsprinzipien vorangegangene Vorlesungen untersucht.

Bei der Auswahl der Literatur für die Sorgfaltsprinzipien wurden hauptsächlich Normen und Richtlinien verwendet. Diese Quellen sind besonders aussagekräftig und unterstreichen die Wichtigkeit der einzelnen Sorgfaltsprinzipien.

In der gesamten Literatur gibt es keinen expliziten Leitfaden für Sorgfaltsprinzipien. Diese werden, wenn überhaupt, nur implizit und vereinzelt genannt. In der Literatur sind nur einzelne Stichpunkte zu finden.

Mit der Bachelorarbeit soll es einen ersten expliziten Leitfaden für Sorgfaltsprinzipien geben. Dieser baut auf den Sorgfaltsprinzipien in Abbildung 1-1 von Prof. Dr. Kloss-Grote auf. Es werden die in der Abbildung angeführten Punkte sortiert und mit Literatur belegt. Darüber hinaus wurde in der recherchierten Literatur weitere wichtigen Punkten ausgearbeitet. Es wurden Vorlesungen, die dort oft erwähnten Normen und Literatur, sowie persönliche Erfahrungen während des Studiums der Verfasserin genutzt, um weitere Punkte zu akquirieren.

[1] Das Schneeballsystem ist eine unsystematische Recherchemethode. Den Einstieg bildet ein konkretes Werk aus der Literaturliste. Von diesem Ausgangspunkt lässt sich der Themenbereich weiter erschließen, indem das Literaturverzeichnis sowie die enthaltenen Zitationen genutzt werden. Auf diese Weise entsteht ein schneller Überblick der grundlegenden und relevanten Veröffentlichungen zu dem Thema. (Universität Hamburg, 2016)

Quelle			Verweis
Gesetz	Einh ZeitG	Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung	(Einheiten- und Zeitgesetz, 1969)
Gesetz	Prod HaftG	Gesetz über die Haftung fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz)	(Produkthaftungsgesetz, 1990)
Gesetz	ProdSG	Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt Produktsicherheitsgesetz	(Produktsicherheitsgesetz , 2021)
Gesetz	SGB VII	Siebtes Buch Sozialgesetzbuch	(SGB VII, 1996)
Vorschrift	DGUV 1	Unfallverhütungsvorschrift Grundsätze und Prävention	(DGUV Vorschrift 1, 2013)
DIN	1313	Größen	(DIN 1313, 1978)
DIN	1338	Formelschreibweisen und Formelsatz	(DIN 1338, 2011)
DIN	69901-1	Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 1: Grundlagen	(DIN 69901-1 , 2009)
DIN	69901-3	Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 3: Methoden	(DIN 69901-3, 2009)
DIN	69901-5	Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 5: Begriffe	(DIN 69901-5, 2009)
DIN EN	60812	Fehlerzustandsart- und Fehlerauswirkungsanalyse (FMEA)	(DIN EN 60812, 2015)
DIN EN	82045-1	Dokumentenmanagement Tei 1: Prinzipien und Methoden	(DIN EN 82045-1, 2001)
DIN EN	82045-2	Dokumentenmanagement Teil 2: Metadaten und Informationsreferenzmodelle	(DIN EN 82045-2, 2005)
DIN EN ISO	9000	Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Anforderungen	(DIN EN ISO 9000, 2015)
DIN EN ISO	9001	Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen	(DIN EN ISO 9001, 2015)
DIN EN ISO	11442	Technische Produktdokumentation - Dokumentenmanagement	(DIN EN ISO 11442, 2006)
DIN EN ISO	80000-4	Größen und Einheiten – Teil 4: Mechanik	(DIN EN ISO 80000-4 , 2020)
DIN ISO	10007	Qualitätsmanagement - Leitfaden für Konfigurationsmanagement (ISO 10007:2017)	(DIN ISO 10007, 2020)
ISO	13053-2	Quantitative Verfahren zur Verbesserung. Six Sigma. Werkzeug und Techniken	(ISO 13053-2, 2011)
VDI	2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)
VDI	2223	Methodisches Entwerfen technischer Produkte	(VDI 2223, 2004)

Tabelle 2-1 Gesetze, Normen und Richtlinien Teil 1

Quelle			Verweis
VDI	2243	Recyclingorientierte Produktentwicklung	(VDI 2243, 2002)
VDI	2519	Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheft	(VDI 2519, 2001)
VDI	2806	Wertanalyse - Kreativitätspotenziale und Ideenfindung	(VDI 2806, 2015)
VDI	2808	Bewerten in der Werteanalyse	(VDI 2808, 2018)
VDI	4520	Produktmanagement	(VDI 4520, 2017)
VDI	5610	Wissensmanagement im Ingenieurswesen	(VDI 5610, 2009)

Tabelle 2-2 Gesetze, Normen und Richtlinien Teil 2

Fachliteratur	Verlag	Verweis
DUBBEL Taschenbuch für den Maschinenbau	Springer Vieweg	(Bender & Göhlich, 2020)
Engineering Design	Springer	(Beitz, Feldhausen, Grote, & Pahl, 2007)
ESG, CSR, SDG und Nachhaltigkeit als Teilgebiet und Schlüsselfaktor im Qualitätsmanagement	Springer Gabler	(Fritz, Helmold, Hummel, & Treu, 2024)
Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache	De Gruyter	(Kluge, 2011)
Ganzheitliches Produktionsmanagement	Springer Vieweg	(Dombrowski & Krenkel, 2021)
Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation	Springer Vieweg	(Gebhardt, 2022)
Handbuch – Kant	J.B. Metzer	(Irrlitz, 2015)
Integrierte Produktentwicklung	Hanser	(Ehrlenspiel & Meerkamm, 2018)
Lean Six Sigma	Springer Vieweg	(Niemann, Reich, & Stöhr, 2021)
Mathematische Formelsammlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler	Springer Vieweg	(Papula, 2024)
Pahl/Beitz Konstruktionslehre	Springer Vieweg	(Bender & Gericke, 2021)
Projektmanagement	Springer Vieweg	(Madauss, 2020)
Projektmanagement für technische Projekte.	Springer Vieweg	(Beiderwieden & Felkai, 2015)
Roloff/Matek Maschinenelemente	Springer Vieweg	(Fleischer, Jannasch, Spura, & Wittel, 2025)
Roloff/Matek Maschinenelemente Formelsammlung	Springer Vieweg	(Jannasch, Supra, & Wittel, 2019)
Roloff/Matek Maschinenelemente Tabellenbuch	Springer Vieweg	(Jannasch, Spura, Voßiek, & Wittel, 2019)
Tabellenbuch Metall	Europa-Lehrmittel	(Gomeringer, et al., 2025)
Wie man mathematisch schreibt	Springer Spektrum	(Kümmerer, 2016)

Tabelle 2-3 Fachbücher

Titel	Verweis
Arbeitsblatt 1 KNPA 01 Konstruktion A Sommersemester 2025	(Kloss-Grote, Arbeitsblatt 1, 2025)
Cangoo ruft Lastenräder aufgrund von Sicherheitsbedenken zurück	(Pedelecs & E-BIKS, 2025)
Die 7 häufigsten Fehler in der mechanischen Konstruktion	(Ing. Büro Fischer GmbH)
Duden	(Duden, 2025)
FOCUS	(Ohl, 2022)
Gegeben, gesucht, Lösung? Selbstintegrierte Repräsentationen bei der Bearbeitung Problemhaltiger Textaufgaben	(Hohn, 2012)
How to measure the effectiveness of risk management in engineering design projects?	(Kloss-Grote & Moss, RMPASS, 2008)
Interne Kommunikation HAW Hamburg	(Kloss-Grote, Interne Kommunikation HAW, 2025)
Kaizen	(REFA, 2025)
Karl R. Popper: Freiheit und intellektuelle Verantwortung	(Koch, 2016)
Karl Raimund Popper 1902-1994	(Dittrich, 2014)
Korrekter Umgang mit Größen	(Mallas, 2021)
Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis	(Deutsche Forschungsgemeinschaft, 2024)
Morphologie	(Bundesministerium des Inneren, 2025)
Musterlösung zum Arbeitsblatt 1	(Kloss-Grote, Musterlösung, 2025)
Plausibilitätsprüfung	(Herfurtner, 2025)
Recherchetipps	(Universität Hamburg, 2016)
Rückruf von Fahrrädern und E-Bikes	(Stiftung Warentest, 2025)
Seemannschaft	(Veith, 2025)
Seemannschaft	(o.A., 2025)
Skript Konstruktion B HAW Hamburg 2 – Einleitung Rev B	(Kloss-Grote, 2 - Einleitung Rev B, 2022/2023)
Skript HAW Hamburg MPE 2 – Prozesse und Vorgehensmodelle	(Pulm, 2020/21)
Skript Konstruktion A HAW Hamburg, Festigkeit/ Belastung Rev A	(Kloss-Grote, Festigkeit/ Belastung Rev A, 2024)
Skript Projektmanagement 2	(Koeppen, 2021)
SWOT-Analyse	(Bundesverwaltungsamt, 2025)
Vorgaben für die Abiturprüfung	(Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW, 2025)

Tabelle 2-4 Weitere Literatur

3 Einführung in das Wissensgebiet

3.1 Einordung in den Kontext

Das Thema der Thesis ist die Erstellung eines Leitfadens für eine erfolgreiche mechanische Auslegung in Entwicklungsprojekten mit Schwerpunkt auf dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien. Hinter diesem Titel verbergen sich verschiedene Themengebiete. Sie reichen von Konstruktion und Entwicklung über Qualität bis zu Managementthemen. Die einzelnen Themen sind Begriffsdefinition, Verantwortung, mechanische Auslegung, Produktlebenszyklus, Entwicklungsprojekt, Produktentwicklung, Projektmanagement, Qualität, Wissensmanagement, Dokumentenmanagement und Sorgfaltsprinzipien. Sie werden in den nachfolgenden Abschnitten behandelt.

In Abbildung 3-1 ist zur Veranschaulichung aus dem Bereich Qualitätsmanagement: *Total Quality Management* (TQM) abgebildet, als Sinnbild für das Zusammenspiel verschiedener Wissensgebiete. Die einzelnen Teilgebiete, Qualität, Management und Prozessablauf („Total“), bilden einen Kreislauf. Es wird deutlich, dass die Gebiete sich gegenseitig beeinflussen und nicht einzeln betrachtet werden können. Es ist ein dynamisches Konstrukt, ähnlich wie bei einem Projekt. Auch hier ist die Lage dynamisch, da beispielsweise Maschinen ausfallen können, oder Lieferanten die bestellte Ware nicht liefern.

Abbildung 3-1 Zusammenspiel Quality, Management und Total (Fritz, Helmold, Hummel, & Treu, 2024)

3.2 Allgemeine Begriffsdefinitionen

Dokument

> *„Ein Dokument ist eine festgelegte und strukturierte Menge von Informationen, die als Einheit verwaltet und zwischen Anwendern und Systemen ausgetauscht werden kann.*“ (DIN EN 82045-1, 2001)

Einheit

> *„Einheit; Maßeinheit*
>
> *Vereinbarter positiver Größenwert“* (DIN 1313, 1978)

Entwicklung

> Das Wort „Entwicklung hat im Deutschen mehrere Bedeutungen, je nach Kontext. In der Technik oder Forschung nutzt man „entwickeln“ transitiv, wenn aktiv etwas Neues geschaffen wird – etwa *„Sie entwickeln eine neue Maschine“*. (Duden, Entwickeln, 2025)

Fehler

Im Risikomanagement von technischen Designprojekten in zwei zentrale Kategorien unterteilt: u-Fehler und v-Fehler. u-Fehler sind unvorhersehbare Ereignisse, die selbst mit dem aktuellen Stand des Wissens nicht antizipiert werden konnten. Sie gelten als unvermeidlich und bringen neues Wissen hervor. Im Gegensatz dazu sind v-Fehlern (vorhersehbare Fehler), jene die bereits in früheren Projekten aufgetreten sind und durch effektives Wissensmanagement hätten vermieden werden können. Ihre Wiederholung deutet auf Defizite in der unternehmensweiten Wissensweitergabe hin. Ergänzt wird diese Einteilung durch weitere Fehlerarten, etwa Risiken, die zwar identifiziert, aber unzureichend behandelt wurden, sowie sogenannte „nasty surprises“ – also nicht identifizierte, aber eingetretene Risiken. (Kloss-Grote & Moss, 2008)

Größe

> *„Merkmal, für das zu je zwei Merkmalswerten ein Verhältnis gebildet werden kann, das eine reelle Zahl ist.*
>
> *BEISPIELE: Länge, Kurvenlänge, Wellenlänge, Durchmesser, Umfang, Volumen, Volumenkonzentration, Dauer, Halbwertszeit, Geschwindigkeit, Masse, Massendefekt, Einwohnerzahl, Anzahl.“* (DIN 1313, 1978)

Größenwert[2]

> *„Ein der Erscheinungsform der Größe zugeordneter Wert.*
>
> *BEISPIELE: 15 m, -3,7 V, Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, Ruhemasse des Elektrons.“* (DIN 1313, 1978)

Leitfaden

> *„Ein Leitfaden ist eine knapp und übersichtlich formulierte Handlungsanweisung. Er bietet Ihnen eine Orientierung, wenn es darum geht, sich in einer Situation zurechtzufinden oder bestimmte Handlungen richtig und effektiv auszuführen.*
>
> *Leitfäden können die Form von Richtlinien haben oder aber eine Anleitung enthalten, die Ihnen bei der Erledigung von bestimmten Aufgaben hilft. Er gibt Ihnen eine Struktur vor, nach der Sie sich richten können.“* (Ohl, 2022)

Management

> Management bedeutet *„aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Führen und Steuern einer Organisation“* (DIN EN ISO 9000, 2015)

Mechanische Auslegung

Mechanische Auslegung bezeichnet den technischen Prozess, bei dem ein Bauteil, eine Baugruppe oder ein gesamtes System so dimensioniert und gestaltet wird, dass es die mechanischen Anforderungen im späteren Einsatz sicher erfüllt. Dazu gehören insbesondere Belastungen durch Kräfte, Momente, Drücke, Beschleunigungen, Temperaturen oder Schwingungen. Die Belastungen sind vorangegangenen Berechnungen zu entnehmen. Ziel der mechanischen Auslegung ist es, eine funktionale, sichere und wirtschaftliche Lösung zu entwickeln, die den geltenden Normen, Werkstoffgrenzen und Sicherheitsfaktoren entspricht. (Bender & Göhlich, 2020)

Norm

> *„(in Wirtschaft, Industrie, Technik, Wissenschaft) Vorschrift, Regel, Richtlinien o.Ä. für die Herstellung von Produkten, die Durchführung von Verfahren, die Anwendung von Fachtermini o.Ä.“* (Duden, Norm, 2025)

Konstruktion

Konstruktion ist ein Teilprozess der Produktentwicklung, bei dem Lösungen konkretisiert und detailliert beschrieben werden – einschließlich Geometrie, Werkstoffe,

---

[2] Jeder Größenwert x kann als das Produkt von Zahlenwert und Einheit dargestellt werden. Es gilt
X = (x/e) • 6 = {x}e • e = {x} • [x] .
BEISPIELE:

Größenwert:	150 cm	Zahlenwert:	150	Einheit:	Zentimeter
Größenwert:	1,5 m	Zahlenwert:	1,5	Einheit:	Meter
Größenwert;	3,7 V	Zahlenwert;	3,7	Einheit:	Volt

(DIN 1338, 2011)

Fertigungsverfahren und Montage (VDI 2221 Blatt 1, 2019). Die (Teil-) Lösungen werden mittels CAD (**c**omputer-**a**ided **d**esign) erstellt.

Produktentwicklung

Produktentwicklung ist die Gesamtheit aller Tätigkeiten zur zielgerichteten Entwicklung technischer Produkte – von der Klärung der Aufgabenstellung bis zur vollständigen Beschreibung der Lösung. (VDI 2221 Blatt 1, 2019)

Die Produktentwicklung durchläuft mehrere wichtige Phasen. Zunächst findet die Ideenfindung statt, bei der verschiedene Produktideen gesammelt und bewertet werden. Anschließend folgt die Konzeptentwicklung, in der die vielversprechendsten Ideen zu konkreten Konzepten ausgearbeitet werden. Daraufhin beginnt die Phase des Designs und der technischen Entwicklung, in der das Produkt gestaltet und technisch umgesetzt wird. Danach werden Prototypen erstellt und in der Phase des Prototypings und Testens auf Funktionalität und Qualität geprüft. Nach erfolgreichen Tests erfolgt die Markteinführung, bei der das Produkt für den Verkauf vorbereitet und auf den Markt gebracht wird. Schließlich wird in der Phase der Marktbeobachtung und Optimierung die Produktperformance überwacht, um das Produkt bei Bedarf weiter zu verbessern. So stellt der gesamte Prozess sicher, dass das Produkt den Anforderungen der Kunden entspricht und erfolgreich am Markt besteht. (DIN EN ISO 9001, 2015)

Produktlebenszyklus

Der Produktlebenszyklus ist die Gesamtheit aller Lebensphasen eines Produkts, von der Idee bis zur stofflichen Verwertung bzw. Entsorgung. Er dient als Grundlage für eine lebenszyklusorientierte Gestaltung und Bewertung (VDI 2243, 2002). Eine ausführliche Beschreibung ist dem Abschnitt 3.6 zu entnehmen.

Projekt

> Ein Projekt ist ein „*Vorhaben, das im Wesentlichen durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist*“ (DIN 69901-5, 2009).

Die Einmaligkeit bezieht sich auf verschiedene Punkte. Im Fachbuch Projektmanagement (Madauss, 2020) findet sich eine Zusammenfassung der Charakteristiken des Projekts in elf Punkten:

- Zeitliche Befristung/klar definierter Anfangs- und Endzeitpunkt
- Eindeutige Zielsetzung/Aufgabenstellung
- Eindeutige Zuordnung der Verantwortungsbereiche
- Einmaliger /azyklischer) Ablauf/Einmaligkeit
- Vorgegebener finanzieller Rahmen und begrenzte Ressourcen
- Komplexität
- Interdisziplinärer Charakter der Aufgabenstellung
- Relative Neuartigkeit
- Projektspezifische Organisation
- Arbeitsteilung
- Unsicherheit und Risiko

Ein Beispiel für Projekte können Entwicklungsprojekte sein. (DIN 69901-5, 2009)

Qualität

Im technischen Kontext bezeichnet Qualität den Grad, in dem ein Produkt, ein Prozess oder ein System festgelegte Anforderungen erfüllt und die erwarteten Funktionen zuverlässig erbringt. Sie wird häufig anhand messbarer Kriterien wie Maßhaltigkeit, Funktionsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Haltbarkeit bewertet und ist damit ein zentrales Merkmal zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit und Kundenzufriedenheit. (DIN EN ISO 9000, 2015)

Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement bezeichnet die systematische Planung, Steuerung, Sicherung und kontinuierliche Verbesserung aller qualitätsrelevanten Prozesse in einem Unternehmen oder Projekt, um festgelegte Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen zuverlässig zu erfüllen. Es umfasst organisatorische Strukturen, Verantwortlichkeiten, Methoden und Ressourcen und orientiert sich häufig an anerkannten Normen wie der DIN EN ISO 9001 (DIN EN ISO 9001, 2015), um die Prozess- und Ergebnisqualität langfristig zu gewährleisten.

Qualitätssicherung

Qualitätssicherung im technischen Kontext bezeichnet den systematischen Prozess, durch geplante und dokumentierte Maßnahmen sicherzustellen, dass Produkte, Dienstleistungen oder technische Verfahren festgelegte Qualitätsanforderungen erfüllen. Sie umfasst alle präventiven und prüfenden Aktivitäten entlang des Entwicklungs- und Produktionsprozesses, einschließlich Normen- und Standardkonformität, Prozesskontrolle, Prüfverfahren sowie kontinuierlicher Verbesserung, um Fehler zu vermeiden und die Zuverlässigkeit, Sicherheit und Funktionalität technischer Systeme zu gewährleisten.

Richtlinie

> *„von einer höheren Instanz ausgehende Anweisung für jemandes Verhalten in einem bestimmten Einzelfall, in einer Situation, bei einer Tätigkeit o.Ä.“* (Duden, Richtlinie, 2025)

Sorgfalt

Sorgfältiges Arbeiten beutet eine Aufgabe genau, gewissenhaft und mit großer Behutsamkeit zu erledigen. (Duden, Sorgfalt, 2025)

Verantwortung

> Verantwortung bedeutet *„[mit einer bestimmten Aufgabe, einer bestimmten Stellung verbundene] Verpflichtung, dafür zu sorgen, dass (innerhalb eines bestimmten Rahmens) alles einen möglichst guten Verlauf nimmt, dass jeweils Notwendige und Richtige getan wird und möglichst kein Schaden entsteht“*. (Duden, Verantwortung, 2025)

Zahlenwert

> *„Nach Wahl einer Einheit e für jeden Größenwert a; sein Verhältnis x/e zur Einheit. Der zur Einheit e gehörige Zahlenwert*

eines Größenwertes x wird auch mit {x} bezeichnet. Wenn die Einheit aus dem Zusammenhang ersichtlich ist, so

wird auch kurz {x} für den Zahlenwert und dann [a;] für die Einheit geschrieben." (DIN 1313, 1978)

3.3 Verantwortung

3.3.1 Einleitung

In Entwicklungsprojekten spielt Verantwortung eine zentrale Rolle. Mechanische Systeme sind häufig sicherheitsrelevant – etwa in Maschinen, Fahrzeugen oder medizinischen Geräten – und unterliegen daher hohen Anforderungen an Funktionalität, Zuverlässigkeit und Nachvollziehbarkeit. Eine fehlerhafte Auslegung kann schwerwiegende Folgen haben, angefangen bei Funktionsstörungen bis hin zu Personen- oder Umweltschäden. In diesem Kontext bedeutet Verantwortung, sich der Tragweite technischer Entscheidungen bewusst zu sein und diese mit der gebotenen Sorgfalt zu treffen.

3.3.2 Etymologisch

Das Wort „Verantwortung" hat eine tiefgehende etymologische Herkunft, die sowohl sprachlich als auch inhaltlich viel über sein ursprüngliches Verständnis verrät. Es stammt aus dem Mittelhochdeutschen „verantwürten" und bedeutete ursprünglich „Rede und Antwort stehen". Zusammengesetzt ist es aus der Vorsilbe „ver-", dem Wort „Antwort" sowie der Substantivendung „-ung", die auf eine Handlung oder einen Zustand hinweist. Die Wurzel „Antwort" wiederum geht auf das althochdeutsche „antwurt(i)a" zurück, dass wörtlich „Entgegensprechen" bedeutete – zusammengesetzt aus „anti-" (gegen) und „-wort" (Wort). Ursprünglich meint „Verantwortung" also die Pflicht oder Fähigkeit, auf eine Frage oder ein Handeln hin eine Antwort zu geben, sich zu erklären – kurz: für etwas einzustehen. (Duden, Verantwortung, 2025) (Kluge, 2011)

Im Kern bedeutet es, dass Verantwortung das Vermögen oder die moralische Pflicht bezeichnet, sich für eigenes Handeln oder Unterlassen zu rechtfertigen. Wer Verantwortung trägt, muss gegenüber anderen – oder sich selbst – Rede und Antwort stehen können. Das Prinzip Verantwortung fordert ein ethisches Bewusstsein für die Folgen menschlichen Handelns – besonders im Hinblick auf Technik und Umwelt. So zeigt sich: Der Begriff „Verantwortung" trägt bereits in seiner sprachlichen Herkunft ein tiefes ethisches Nachdenken über Freiheit, Rechenschaft und moralische Verpflichtung in sich. (Irrlitz, 2015)

3.3.3 Duden

Die Definition aus dem Duden ist Abschnitt 3.2 zu entnehmen.

Hinter der Definition steckt der Begriff der Verantwortung, insbesondere im beruflichen oder funktionalen Kontext, wie er zum Beispiel im Ingenieurwesen eine zentrale Rolle spielt. Es beschreibt die Verpflichtung, die mit einer bestimmten Aufgabe oder Position einhergeht – also die Pflicht, innerhalb eines bestimmten Rahmens dafür zu sorgen, dass Abläufe möglichst gut verlaufen, die richtigen Entscheidungen getroffen werden und Schaden vermieden wird. Verantwortung ist dabei nicht abstrakt, sondern stets an eine konkrete Rolle gebunden: Wer eine bestimmte Aufgabe übernimmt, trägt automatisch auch die Verantwortung für deren sachgemäße, gewissenhafte und

vorausschauende Ausführung. Dies umfasst sowohl fachlich notwendige Handlungen als auch moralisch und rechtlich gebotene Überlegungen. Gerade im technischen Bereich, wo Fehlentscheidungen weitreichende Folgen haben können, bedeutet Verantwortung mehr als nur die Einhaltung von Vorgaben – sie verlangt ein bewusstes, reflektiertes Handeln im Sinne der Sicherheit, Qualität und Nachhaltigkeit. Letztlich zielt das Zitat darauf ab, dass verantwortliches Handeln stets darauf ausgerichtet ist, das Richtige zu tun, Risiken zu erkennen und Schaden zu verhindern – eine Grundhaltung, die für angehende Ingenieur:innen unverzichtbar ist.

3.3.4 Pyramide der unternehmerischen Verantwortung

Der Begriff Verantwortung begegnet uns auf unterschiedlichen Ebenen. Sowohl grundlegend in Gesetzen, als auch der Ethik (vgl. Abbildung 3-2).

Die abgebildete Pyramide stellt das Konzept der unternehmerischen Gesamtverantwortung in vier aufeinander aufbauenden Ebenen dar. Jede Ebene beschreibt eine bestimmte Form der Verantwortung, die Unternehmen gegenüber der Gesellschaft tragen – beginnend bei den grundlegenden Anforderungen bis hin zu freiwilligen Leistungen. Sie zeigt gleichzeitig, in welchem Maß diese Verantwortungen von der Gesellschaft gefordert oder erwartet werden.

Abbildung 3-2 unternehmerische Verantwortung (Fritz, Helmold, Hummel, & Treu, 2024)

An der Basis der Pyramide steht die ökonomische Verantwortung. Sie bildet das Fundament unternehmerischer Tätigkeit: Unternehmen sollen wirtschaftlich erfolgreich arbeiten, Gewinne erzielen, Arbeitsplätze sichern und zur wirtschaftlichen Stabilität beitragen. Diese Verantwortung ist gesellschaftlich gefordert, da sie die Existenz des Unternehmens und seine Leistungsfähigkeit überhaupt erst ermöglicht.

Darüber folgt die gesetzliche Verantwortung. Unternehmen sind verpflichtet, sich an bestehende Gesetze und rechtliche Rahmenbedingungen zu halten – etwa im Arbeitsrecht, Umweltrecht oder Produktsicherheitsrecht. Auch diese Ebene ist gesellschaftlich

gefordert, denn die Einhaltung von Gesetzen ist eine Selbstverständlichkeit für verantwortliches unternehmerisches Handeln.

Die nächste Stufe bildet die ethische Verantwortung. Hier geht es über das gesetzlich Vorgeschriebene hinaus: Unternehmen sollen moralisch vertretbar handeln, faire Geschäftspraktiken anwenden, Menschenrechte achten und ökologische sowie soziale Belange ernst nehmen. Diese Ebene ist gesellschaftlich erwartet, auch wenn sie nicht rechtlich einklagbar ist. Sie zeigt, dass Unternehmen sich an übergeordneten ethischen Prinzipien orientieren sollen.

An der Spitze der Pyramide steht die philanthropische Verantwortung. Hierunter fallen freiwillige Leistungen wie Spenden, Sponsoring, soziales Engagement oder die Förderung von Bildung, Kultur und Umweltprojekten. Diese Aktivitäten sind gesellschaftlich erwünscht, aber nicht zwingend erforderlich. Sie zeigen jedoch ein hohes Maß an Gemeinwohlorientierung und stärken das gesellschaftliche Ansehen des Unternehmens. Die philanthropische Verantwortung ist für Ingenieur:innen in Entwicklungsabteilungen nur schwer umzusetzen.

Insgesamt verdeutlicht die Pyramide, dass verantwortungsvolles unternehmerisches Handeln weit über reine Gewinnorientierung hinausgeht. Unternehmen, die alle Ebenen berücksichtigen – von der ökonomischen Basis bis zur freiwilligen Philanthropie – tragen umfassend zur nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft bei.

3.3.5 Gesetzliche Verantwortung - Produkthaftungsgesetz

Nur wenn der Hersteller eine systematische Entwicklung und Fertigung durchgeführt hat, die dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik entspricht, und dies nachvollziehbar dokumentiert ist, kann er von der Haftung entbunden werden, falls durch ein fehlerhaftes Produkt ein Schaden entsteht (§1 Absatz 2 Punkt 5 (Produkthaftungsgesetz, 1990)). Die nachvollziehbare Dokumentation ist besonders wichtig, weil der Hersteller unter bestimmten Bedingungen (§1 Absatz 4 (Produkthaftungsgesetz, 1990)) die Beweislast für den Nachweis eines fehlerfreien Produkts trägt. Der Gesetzgeber hat hier, im Unterschied zur sonst üblichen Unschuldsvermutung, eine Beweislastumkehr zu Ungunsten des Herstellers und zugunsten des (privaten) Anwenders festgelegt.

Das heißt, das Entwicklungsteam muss ein großes Augenmerk auf eine systematische, wissenschaftlich und technisch aktuelle, sowie fehlerfreie Entwicklung legen und sicherstellen, dass diese nachvollziehbar dokumentiert wird. (Produkthaftungsgesetz, 1990)

3.3.6 Lasten und Pflichtenheft

Eine Möglichkeit, Entwicklungsprojekte zu steuern, ist die Nutzung eine Lasten- und eines Pflichtenheftes. Die Abbildung 3-3 zeigt eine strukturierte Gegenüberstellung von Lastenheft und Pflichtenheft nach DIN 69901-5 (DIN 69901-5, 2009). Dabei wird deutlich, dass beide Dokumente zentrale Rollen im Projektmanagement spielen, jedoch von unterschiedlichen Parteien erstellt und mit verschiedenen Zielsetzungen verfasst werden.

Lastenheft (nach DIN 69901-5)	**Pflichtenheft** (nach DIN 69901-5)
Auftraggeber des Projekts	**Projektmanager und Projektteam**
Vom **Projekt-Auftraggeber** erstelltes Dokument, das die "Gesamtheit der Forderungen an die Lieferungen und Leistungen eines Auftragnehmers" enthält. („Wünsch-Dir-Was")	Vom **Projekt-Auftragnehmer** erstelltes Dokument, das die vom "Auftragnehmer erarbeiteten Realisierungsvorgaben" beinhaltet. Es beschreibt die "Umsetzung des vom Auftraggeber vorgegebenen Lastenhefts".
Beinhaltet technische und inhaltliche Vorgaben, die das Projekt erfüllen soll: WAS will der Auftraggeber? WIESO will das der Auftraggeber?	Basis für die vertraglich festgehaltenen Leistungen des Auftragnehmers. WAS wird geliefert?
wichtige Inhalte, die häufig im LH vorkommen: • allgemeine Projektangaben, • Beschreibung der Ausgangslage (IST-Zustand), • Ziele (SOLL-Zustand), • Voraussetzungen und Rahmenbedingungen, • Schätzung des Aufwands →Ressourcen, • Beschreibung der Anforderungen, • Wechselwirkungen zu anderen Projekten, • Vergleich mit bestehenden Lösungen, • Risiken, • Freigabevermerk.	wichtige Inhalte, die häufig im PH vorkommen: • allgemeine Projektangaben, • formulierte Aufgabenstellung, Ziele: Muss- und Kannkriterien, • Ergebnis der Problemanalyse, • Einschätzung der Machbarkeit, • Beschreibung der einzelnen Funktionen, • Projektorganisation, • Phasenplan (Meilensteine), • Ablaufkontrolle, • weitere Vereinbarungen, • Freigabevermerk.
Generelle Anforderungen: aktuell, übersichtlich, vollständig, kurz, präzise, eindeutig (frei von Widersprüchen), realisierbar, überprüfbar.	

Abbildung 3-3 Lasten- und Pflichtenheft (Madauss, 2020)

Das Lastenheft (auch PRS (*Product Requiement Specification*)) wird vom Projekt-Auftraggeber erstellt und beschreibt die Gesamtheit der Anforderungen an die Leistungen und Lieferungen des Auftragnehmers. Es beantwortet die Frage, was umgesetzt werden soll. Ziel ist es, technische und inhaltliche Vorgaben festzuhalten, die das Projekt erfüllen muss. Inhalt des Lastenhefts sind unter anderem die Beschreibung der aktuellen Ausgangslage (IST-Zustand), die Definition der Projektziele (SOLL-Zustand), sowie eine detaillierte Beschreibung der Anforderungen. Weitere Punkte wie Rahmenbedingungen, Risiken und Freigabekriterien können ergänzt im Lastenheft festgehalten werden. (Beitz, Feldhausen, Grote, & Pahl, 2007)

Das Pflichtenheft (auch PDS (*Product Design Specification*)) hingegen wird vom Projekt-Auftragnehmer erstellt. Es basiert auf dem Lastenheft und beschreibt, wie die Anforderungen des Auftraggebers konkret umgesetzt werden sollen. Es dient als Grundlage für die vertraglich vereinbarten Leistungen des Auftragnehmers. Im Mittelpunkt stehen hierbei die formulierte Aufgabenstellung mit Muss- und Kann-Kriterien, die Beschreibung der einzelnen Funktionen sowie die Organisation des Projekts inklusive eines Phasenplans (z. B. Meilensteine). Zusätzlich enthält es eine Machbarkeitsabschätzung, Ergebnisse der Problemanalyse und weitere Vereinbarungen. (Beitz, Feldhausen, Grote, & Pahl, 2007)

Zusammenfassend lassen sich für das Lastenheft drei zentrale Punkte hervorheben: die Beschreibung der Ausgangslage, die Zieldefinition sowie die detaillierte Anforderungsbeschreibung. Im Pflichtenheft stehen hingegen die präzise formulierte Aufgabenstellung, die funktionale Ausgestaltung und der Projektstrukturplan im Vordergrund. Beide Dokumente sollten stets aktuell, vollständig, eindeutig, widerspruchsfrei und realisierbar sein.

Eine genauere Erläuterung des Lasten- und Pflichtenhefts ist in der VDI 2519 (VDI 2519, 2001) nachzulesen.

3.3.7 Philosophisch

Joachim Koch fasst in einem Internetartikel das Buch von Sir Karl Raimund Popper[3] „Freiheit und intellektuelle Verantwortung. Gesammelte Werke in deutscher Sprache Band 14“ (Koch, 2016) zusammen. Nach Popper gibt es vier Bereich der Verantwortung, die Intellektuelle[4], die wissenschaftliche, die politische und die Verantwortung gegenüber der Geschichte und der Zukunft. In dieser Arbeit wird nur auf die wissenschaftliche Verantwortung eingegangen. Popper betont die moralische Verantwortung von Wissenschaftler:innen. Sie müssen sich der Auswirkung ihrer Erkenntnisse bewusst sein. Wie beispielsweise die Forschung an Kernfusion, die zu dem Bau der Atombombe führte. Die Forschenden können nicht von der Hand weisen, dass sie von der militärischen Nutzung keine Kenntnisse hatten. Es wird deutlich, dass Forschende eine Mitverantwortung an unzweckmäßiger Nutzung von Technologien haben. (Koch, 2016)

3.3.8 Wissenschaftlich

Wissenschaftliche Verantwortung umfasst die Pflicht von Forschenden, ihre Arbeit mit größter Sorgfalt, Ehrlichkeit und Transparenz durchzuführen. Dabei gehört die korrekte Erhebung, Auswertung und Darstellung von Daten zu den Grundprinzipien, um Fälschungen, Manipulationen oder Fehlinterpretationen zu vermeiden. Forschende müssen ihre Methoden nachvollziehbar dokumentieren und Ergebnisse objektiv kommunizieren, um eine belastbare und überprüfbare Wissensbasis zu schaffen. Darüber hinaus beinhaltet wissenschaftliche Verantwortung die Beachtung ethischer Standards, wie den

---

[3] Sir Karl Raimund Popper, geboren am 18. Juli 1902 in Wien, war ein bedeutender österreichisch-britischer Philosoph, der insbesondere auf den Gebieten der Sozial- und Geschichtsphilosophie wirkte. Im Jahr 1918 verließ er die Mittelschule vorzeitig und besuchte als Gasthörer Vorlesungen an der Universität Wien in Fächern wie Mathematik, Psychologie, Geschichte und Philosophie.

Zwischen 1920 und 1928 absolvierte Karl Popper eine vielseitige Ausbildung: Er studierte Kirchenmusik, machte eine Tischlerlehre, schloss eine Lehrerausbildung in Mathematik, Physik und Chemie ab und wurde 1928 bei Karl Bühler in Denkpsychologie promoviert. Bis 1937 arbeitete er als Lehrer für Mathematik und Physik in Wien. 1934 veröffentlichte er sein Hauptwerk Logik der Forschung, in dem er das Prinzip der Falsifikation formulierte und damit den Grundstein für seinen kritischen Rationalismus legte. Auf Reisen nach England traf er bedeutende Intellektuelle wie Bertrand Russell und Erwin Schrödinger. Aufgrund der politischen Lage in Österreich nahm er 1937 eine Dozentur in Neuseeland an.

1944 veröffentlichte er in drei Artikeln das sozialphilosophische Werk The Poverty of Historicism, in dem er den Historizismus als Vorstellung eines gesetzmäßig verlaufenden historischen Determinismus kritisierte und stattdessen die Unvorhersehbarkeit historischer Entwicklungen betonte. Im Jahr darauf verlor Popper 16 Angehörige durch den nationalsozialistischen Völkermord. 1946 kehrte er nach Europa zurück und übernahm eine Lehrtätigkeit an der London School of Economics.

1961 kam es auf dem Soziologentag in Tübingen zu einer wissenschaftshistorisch bedeutsamen Auseinandersetzung mit Theodor W. Adorno, die als „Positivismusstreit“ bekannt wurde. Nach seiner Emeritierung im Jahr 1969 setzte er seine wissenschaftliche Arbeit fort. Für seine Leistungen erhielt Popper zahlreiche Ehrungen. Karl Raimund Popper starb am 17. September 1994 in London. (Dittrich, 2014)

[4] Für Popper ist intellektuelle Verantwortung eine gesellschaftlich-politische Forderung: Sie verlangt Bescheidenheit, kritische Streitkultur, demokratische Kontrolle und den offenen Umgang mit Unwissen. Freiheit ist bedeutungslos ohne demütiges Denken und rational verantwortliches Handeln.

Schutz von Versuchspersonen, den verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen, sowie die Reflexion möglicher gesellschaftlicher und ökologischer Auswirkungen der Forschung. Nur durch diese Prinzipien kann das Vertrauen der Öffentlichkeit in die Wissenschaft gestärkt und der Fortschritt nachhaltig gefördert werden. Wissenschaftliche Integrität sichert nicht nur die Glaubwürdigkeit einzelner Forschender, sondern auch den Ruf und die Wirkung der gesamten wissenschaftlichen Gemeinschaft. (Deutsche Forschungsgemeinschaft, 2024)

3.4 Bedeutung von Verantwortung in Projekten

3.4.1 Konstruktion/Entwicklung

Arbeitet ein Konstrukteur:in nicht verantwortungsvoll, hat dies unmittelbare Auswirkungen auf die Effizienz des gesamten Projekts. Unverantwortliches und/oder fehlerhaftes Konstruieren/Entwickeln führt nicht nur zu Zeitverlust und höheren Kosten, sondern mindert auch die Qualität der technischen Lösung. Um solche negativen Auswirkungen zu vermeiden, bedarf es gezielter Maßnahmen innerhalb des Entwicklungsprozesses.

Ein zentraler Ansatzpunkt ist die Standardisierung von Entwicklungsprozessen, die eine einheitliche und nachvollziehbare Arbeitsweise sicherstellt. Ebenso entscheidend ist die frühe Fehlererkennung, um Korrekturen rechtzeitig vorzunehmen und kostspielige Nacharbeiten zu vermeiden (siehe Abschnitt 4.2.4 – 10er-Regel). Eine klare und kontinuierliche Kommunikation zwischen Entwicklung und Produktion bildet dabei die Grundlage für eine reibungslose Umsetzung, insbesondere bei komplexen Vorhaben.

Darüber hinaus hilft eine vorausschauende Planung, Kapazitätsengpässen und Verzögerungen in komplexen Projekten vorzubeugen. Die Nutzung moderner CAD-Technologien sowie automatisierter Prozesse ermöglicht nicht nur eine präzisere, sondern auch effizientere Konstruktion, sowie die Optimierung von Stücklisten, als auch die technische Dokumentation trägt maßgeblich dazu bei, die Qualität und Nachvollziehbarkeit der Konstruktion zu sichern.

Schließlich ist ein klar definierter Prozess für Änderungsmanagement und Anpassungen unerlässlich, um auf neue Anforderungen flexibel und strukturiert reagieren zu können – ein Aspekt, den beispielsweise die Ing. Büro Fischer GmbH gezielt betont. (Ing. Büro Fischer GmbH)

3.4.2 Fallbeispiel Cangoo

Die niederländische Firma Cangoo ruft derzeit zwei Modelle ihrer E-Lastenräder – den Cangoo Buckle (Abbildung 3-4) und den Cangoo Noon – zurück, die zwischen 2021 und 2023 produziert und verkauft wurden. Hintergrund ist ein sicherheitsrelevantes Konstruktionsproblem: Bei intensiver Nutzung können sich Haarrisse an der Schweißnaht am Gelenk zwischen Vorder- und Hinterrahmen bilden. Diese Materialschwäche kann im schlimmsten Fall zu einem Rahmenbruch führen, was eine erhebliche Gefahr für Fahrer und Mitfahrende darstellt.

Abbildung 3-4 Cangoo Buckle Up (E-BIKE ONLY, 2025)

Betroffen sind die Modelle mit den SKUs E26701 (Buckle) und E26702 (Noon). Cangoo hat als Hersteller die Verantwortung übernommen und empfiehlt dringend, die Nutzung dieser Räder sofort einzustellen, bis eine technische Überprüfung erfolgt ist. Für die Fahrt zum Händler darf das Rad nur unbeladen und mit maximal 15 km/h genutzt werden. (Stiftung Warentest, 2025)

Im Rahmen der Rückrufaktion wird der Rahmen durch eine speziell entwickelte Edelstahlklemme verstärkt, die dauerhaft für strukturelle Stabilität sorgt und nach der aktuellen Sicherheitsnorm DIN-EN 17860-3 zertifiziert ist. Diese Maßnahme ist kostenfrei für Verbraucher und wird häufig mit einem kleinen Wartungsservice kombiniert. Nach der Verstärkung erhalten die Kundinnen und Kunden ein Sicherheitszertifikat, das die technische Freigabe für die weitere Nutzung dokumentiert. (Pedelecs & E-BIKS, 2025)

Diese Rückrufaktion verdeutlicht einmal mehr die konstruktive Verantwortung von Ingenieurinnen und Ingenieuren in der Produktentwicklung. Sicherheitskritische Komponenten wie Rahmenverbindungen bei Lastenrädern müssen nicht nur für den Normalbetrieb, sondern auch für Dauerbelastung, wechselnde Lastverteilung und Alterungsprozesse ausgelegt sein. Die Tragfähigkeit, die Schweißnahtqualität sowie mögliche Materialermüdung müssen bereits in der Entwurfs- und Prüfphase berücksichtigt werden – nicht nur, um Normen zu erfüllen, sondern auch, um eine realitätsnahe und langlebige Konstruktion sicherzustellen. Der Rückruf zeigt, dass sich technische Verantwortung nicht mit der Auslieferung eines Produkts erledigt, sondern auch nach Inbetriebnahme eine ethische und ingenieurtechnische Pflicht zur Nachbesserung besteht, wenn sicherheitsrelevante Mängel erkannt werden.

3.5 Mechanische Auslegung

Die mechanische Auslegung ist ein zentraler Bestandteil des Konstruktionsprozesses in der Produktentwicklung und umfasst die dimensionale und werkstoffgerechte Gestaltung von Bauteilen und Baugruppen. Ziel ist es, Produkte so auszulegen, dass sie den im Betrieb auftretenden mechanischen Belastungen wie Kräften, Momenten, Schwingungen oder thermischen Einflüssen dauerhaft standhalten. Dabei werden Aspekte wie Festigkeit, Steifigkeit, Stabilität und Lebensdauer berücksichtigt, damit beispielweise keine Produktrückrufe wie bei dem Lastenrad im Abschnitt 3.4.2 geschehen. Wichtige Methoden der mechanischen Auslegung sind analytische Berechnungen, rechnergestützte Simulationen und experimentelle Prüfungen. Die mechanische Auslegung erfolgt dabei unter Einhaltung von Sicherheitsfaktoren, Normen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Sie ist entscheidend für die Funktionssicherheit, Zuverlässigkeit und Herstellbarkeit technischer Produkte. Der Prozess setzt ein tiefes Verständnis der Werkstoffeigenschaften, Lastkollektive und Beanspruchungsarten voraus. (VDI 2221 Blatt 1, 2019) (Fleischer, Jannasch, Spura, & Wittel, 2025)

3.6 Produktlebenszyklus

Der wirtschaftliche Produktlebenszyklus (Abbildung 3-5) beschreibt die Gesamtheit aller Phasen, die ein Produkt von der Idee über die Entwicklung und Nutzung bis hin zur Entsorgung oder Wiederverwertung durchläuft. Dieser Lebenszyklus beginnt typischerweise mit der Planung und Konzeption, gefolgt von der Konstruktion, Fertigung und Markteinführung. Es schließen sich die Nutzungsphase, ggf. inklusive Wartung und Instandhaltung, sowie die Degenerations-Phase an, in der das Produkt recycelt, weiterverwendet oder entsorgt wird. Ziel einer lebenszyklusorientierten Betrachtung ist es, ökologische, wirtschaftliche und technische Aspekte in jeder Phase systematisch zu bewerten und zu optimieren. Dies ist besonders relevant im Hinblick auf Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und Kosteneffizienz über die gesamte Lebensdauer hinweg. In der Produktentwicklung dient der Lebenszyklus als Grundlage für Entscheidungen, z. B. zur Werkstoffwahl, zur Fertigungstechnik oder zur Rücknahmeverpflichtung. Unternehmen nutzen ihn auch zur Marktstrategie, da sich viele Produkte im Zeitverlauf durch typische Phasen wie Einführung, Wachstum, Reife und Rückgang bewegen. Eine durchdachte Gestaltung über alle Lebensphasen hinweg trägt somit wesentlich zur Wettbewerbsfähigkeit und Umweltverträglichkeit technischer Produkte bei.

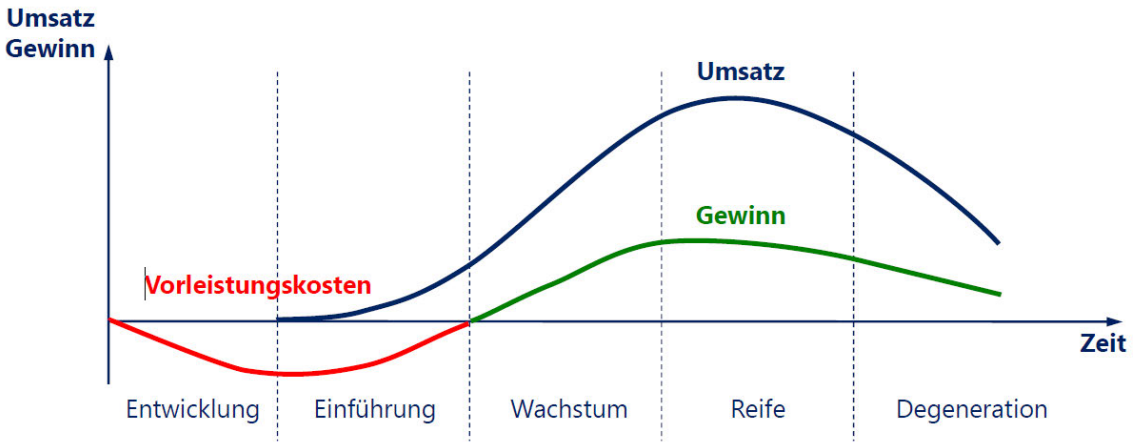


Abbildung 3-5 Wirtschaftlicher Produktlebenszyklus (Pulm, 2020/21)

3.7 Entwicklungsprojekt

Eine Definition von den Begriffen Entwicklung und Projekt ist dem Abschnitt 3.2 zu entnehmen. Hier werden beide Begriffe zusammengeführt.

Entwicklungsprojekte sind darauf ausgerichtet, neuartige Produkte oder Dienstleistungen zu schaffen, die bisher in dieser Form noch nicht existieren. Es handelt sich dabei um innovative, kreative und häufig einmalige Vorhaben, bei denen bestehende Lösungen nicht einfach übernommen, sondern neu konzipiert und realisiert werden müssen.

Am Beispiel des Werkzeugmaschinenbauers wird verdeutlicht: Wenn ein Unternehmen für einen Kunden eine individuell neu entwickelte Werkzeugmaschine anfertigt – also nicht ein Standardprodukt verkauft, sondern gezielt eine neue Lösung entwickelt –, liegt ein typisches Entwicklungsprojekt vor. Dieses Projekt ist dadurch gekennzeichnet, dass es mit hohem Planungs- und Entwicklungsaufwand, technischem Risiko und oft auch mit Forschungselementen verbunden ist.

Solche Projekte sind typisch für Branchen wie den Maschinenbau, wo maßgeschneiderte, komplexe Lösungen gefragt sind.

3.8 Produktentwicklung

Die Produktentwicklung mechanischer und technischer Produkte beschreibt den strukturierten und systematischen Prozess, in dem aus einer ersten Idee ein marktfähiges und funktionsfähiges Endprodukt entsteht. Dieser Prozess beginnt mit der Ermittlung und Analyse der Anforderungen, die aus Kundenwünschen, Marktanalysen sowie normativen und gesetzlichen Vorgaben resultieren. Ziel ist es, technische Lösungen zu definieren, die sowohl funktional als auch wirtschaftlich umsetzbar sind (Bender & Gericke, 2021).

In der anschließenden Konzeptphase werden verschiedene Lösungsansätze erarbeitet, bewertet und unter Berücksichtigung von Fertigungstechnologien, Materialien und Kosten verglichen. Darauf folgt die Entwurfsphase, in der die gewählte Lösung durch CAD-Modelle, technische Zeichnungen und konstruktive Detailplanungen konkretisiert wird. Hierbei spielen rechnergestützte Simulationen wie Festigkeitsanalysen oder Strömungssimulationen eine zentrale Rolle, um die Funktionsfähigkeit und Sicherheit frühzeitig zu überprüfen (Ehrlenspiel & Meerkamm, 2018).

Der Prototypenbau stellt einen entscheidenden Schritt dar, um das entwickelte Konzept unter realen Bedingungen zu testen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse fließen in Optimierungen ein, bevor die Detailkonstruktion abgeschlossen und die Produktionsvorbereitung beginnt. In dieser Phase werden Fertigungsunterlagen erstellt, Zulieferer ausgewählt und Qualitätssicherungsmaßnahmen definiert. Schließlich erfolgt die Markteinführung, die den Übergang in die Serienfertigung und die Implementierung von Service- und Ersatzteilstrategien umfasst.

Die Entwicklung mechanischer und technischer Produkte erfordert daher ein iteratives Vorgehen, bei dem Konstruktion, Berechnung, Prototyping und Tests eng verzahnt sind. Neben technischer Funktionalität müssen Aspekte wie Zuverlässigkeit, Montagefreundlichkeit, Nachhaltigkeit und Recyclingfähigkeit berücksichtigt werden, um sowohl den

ökonomischen als auch den ökologischen Anforderungen gerecht zu werden (Bender & Gericke, 2021) (Ehrlenspiel & Meerkamm, 2018).

3.9 Projektmanagement

Projektmanagement ist für eine verantwortungsvolle Entwicklung von zentraler Bedeutung, da es die strukturellen Voraussetzungen schafft, unter denen technische Entscheidungen effizient, zielgerichtet und qualitätsbewusst getroffen werden können. Es sorgt für klare Zieldefinitionen, realistische Zeit- und Ressourcenplanung sowie eine reibungslose Koordination zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten – insbesondere zwischen Konstruktion, Produktion und weiteren Schnittstellen. Durch frühzeitiges Risikomanagement, eine systematische Fehlervermeidung und ein professionelles Änderungsmanagement unterstützt Projektmanagement die Einhaltung technischer Standards und fördert eine transparente, nachvollziehbare Arbeitsweise. Damit bildet es das organisatorische Fundament für verantwortliches Handeln im Entwicklungsprozess und trägt maßgeblich dazu bei, Qualität, Effizienz und Termintreue sicherzustellen.

Das Projektmanagement im Allgemeinen wird in DIN 69901-1 beschrieben (DIN 69901-1 , 2009). In dem Fachbuch „Projektmanagement für technische Projekte“ (Beiderwieden & Felkai, 2015) werden die Projektphasen wie folgt beschreiben:

Zu Beginn wird die Projektinfrastruktur eingerichtet und die Projektziele werden analysiert sowie formuliert. Es folgt die Prüfung der Durchführbarkeit und die Bildung geeigneter Teams. Parallel dazu erfolgt die Erstellung des Angebots. Für das technische Lösungskonzept werden verschiedene Ansätze recherchiert, Alternativen entwickelt, Anforderungen ergänzt, präzisiert und modifiziert, Fremdbezüge geklärt und eine passende Lösung ausgewählt. Anschließend entsteht anhand der festgelegten Anforderungen ein Entwicklungskonzept, dass Konstruktions-, Herstellungs-, Verifikations-, sowie Logistikaspekte umfasst. Ergänzend wird ein Verifikationskonzept erstellt, das Tests, Berechnungen, Inspektionen und Identitätsprüfungen beinhaltet. Die Projektplanung erfolgt auf Basis eines Projektstrukturplans mit klar definierten Arbeitspaketen sowie einem Zeit-, Ressourcen- und Kostenplan. In der Realisierungsphase werden Pläne detailliert ausgearbeitet, die Produktqualität gesichert, Konfigurations- und Änderungsmanagement durchgeführt sowie die Umsetzung koordiniert und überwacht. Der Projektplan wird bei Bedarf angepasst. Den Abschluss bilden die Endabnahme und die Sicherung der gesammelten Erfahrungen. (Beiderwieden & Felkai, 2015)

3.10 Qualität

3.10.1 Einleitung

> *„Die Qualität von Produkten und Dienstleistungen umfasst nicht nur deren vorgesehene Funktion und Leistung, sondern auch ihren wahrgenommenen Wert und Nutzen für den Kunden.“* (DIN EN ISO 9000, 2015)

Dieses Zitat zeigt, dass in der industrialisierten Welt nicht nur allein die Qualität von Produkten mehr zählt, sondern auch den Wert und Nutzen für den Kunden. Sprich, das Qualitätsmanagement und die Qualitätssicherung hat im Vergleich zu früher an Bedeutung gewonnen und ist nicht mehr wegzudenken.

3.10.2 Qualitätsmanagement

Die DIN EN ISO 9000 (DIN EN ISO 9000, 2015) beschäftigt sich mit dem Qualitätsmanagement in Unternehmen beschäftigt. Sie definiert die grundlegenden Begriffe und Prinzipien des Qualitätsmanagements (QMS) und dient als Grundlage für die Entwicklung eines Qualitätsmanagementsystems. Die Qualitätssicherung nach DIN EN ISO 9000 bedeutet, dass Unternehmen systematisch und geplant Maßnahmen ergreifen, um sicherzustellen, dass Produkte und Dienstleistungen den festgelegten Anforderungen entsprechen. Im Zentrum steht dabei die Kundenorientierung, das heißt, die Bedürfnisse und Erwartungen der Kunden sollen erfüllt werden. Ein wichtiger Ansatz ist die Prozessorientierung, bei der alle Abläufe im Unternehmen als zusammenhängende Prozesse betrachtet und optimiert werden, um Fehler zu vermeiden und die Qualität dauerhaft zu sichern. Das Qualitätsmanagement wird als ein ganzheitliches System verstanden, in dem alle Prozesse und Aktivitäten aufeinander abgestimmt sind. Zudem wird besonderer Wert auf die kontinuierliche Verbesserung gelegt, sodass das System ständig weiterentwickelt wird. Die Einbindung der Mitarbeiter spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, denn nur durch qualifizierte und engagierte Beteiligte kann die Qualität gewährleistet werden. Zur Umsetzung der Qualitätssicherung nach ISO 9000 wird ein dokumentiertes Qualitätsmanagementsystem eingeführt, das Verantwortlichkeiten und Abläufe genau festlegt. Regelmäßige interne Audits prüfen die Einhaltung der Vorgaben, und bei Abweichungen werden Korrekturmaßnahmen eingeleitet. Das Management bewertet das System kontinuierlich, um Steuerungs- und Verbesserungsmaßnahmen zu treffen. Während die ISO 9000 die Grundlagen und Begriffe beschreibt, enthält die ISO 9001 (DIN EN ISO 9001, 2015) die konkreten Anforderungen, die ein Qualitätsmanagementsystem erfüllen muss, um zertifiziert zu werden. Insgesamt unterstützt die Qualitätssicherung nach DIN EN ISO 9000 Unternehmen dabei, die Kundenzufriedenheit zu erhöhen und dauerhaft qualitativ hochwertige Produkte und Dienstleistungen anzubieten.

3.10.3 Qualitätssicherung

Der PDCA-Zyklus (*Plan-Do-Check-Act*) (Abbildung 3-6) ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP), der aus den vier Schritten Plan, Do, Check und Act besteht. Damit die Erkenntnisse aus einem Zyklus nicht verloren geht wird eine Standartsicherung durchgeführt. Diese wird auch als Kaizen bezeichnet.

In Kapitel 4.2.4 wird genauer auf den PDCA-Zyklus eingegangen.

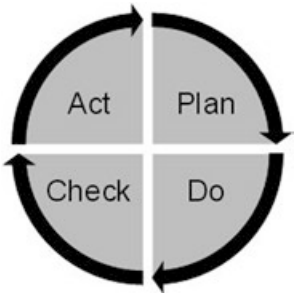


Abbildung 3-6 PDCA (Dombrowski & Krenkel, 2021)

3.11 Wissensmanagement

Für den Leitfaden ist Wissensmanagement (WM) von zentraler Bedeutung, da es sicherstellt, dass das im Unternehmen vorhandene technische Wissen systematisch erfasst, strukturiert und für alle Projektbeteiligten zugänglich gemacht wird. Entwicklungsprojekte sind oft komplex und langwierig, wodurch viele wichtige Erkenntnisse, Entscheidungen und Berechnungen entstehen, die ohne ein effektives Wissensmanagement leicht verloren gehen können. Eine nachvollziehbare und transparente Dokumentation aller Arbeitsschritte, ist Teil guten Wissensmanagement. Es wird sichergestellt, dass sowohl erfahrene Ingenieur:innen als auch neue Teammitglieder jederzeit auf bewährtes Wissen zurückgreifen können, was die Qualität, Effizienz und Nachvollziehbarkeit der mechanischen Auslegung deutlich verbessert und somit den Erfolg der Entwicklungsprojekte maßgeblich unterstützt.

Die Abbildung 3-7 zeigt das Wissensmanagement in Form eines Hauses, das durch verschiedene Aktivitäten rund um Wissen getragen wird. Das Dach des Hauses symbolisiert die strategische Ebene, auf der Wissen geplant, identifiziert und bewertet wird. Dabei wird festgelegt, welches Wissen im Unternehmen benötigt wird, welches bereits vorhanden ist und wie dessen Bedeutung eingeschätzt wird. Diese Planung bildet die Grundlage für alle weiteren Schritte im Wissensmanagement.

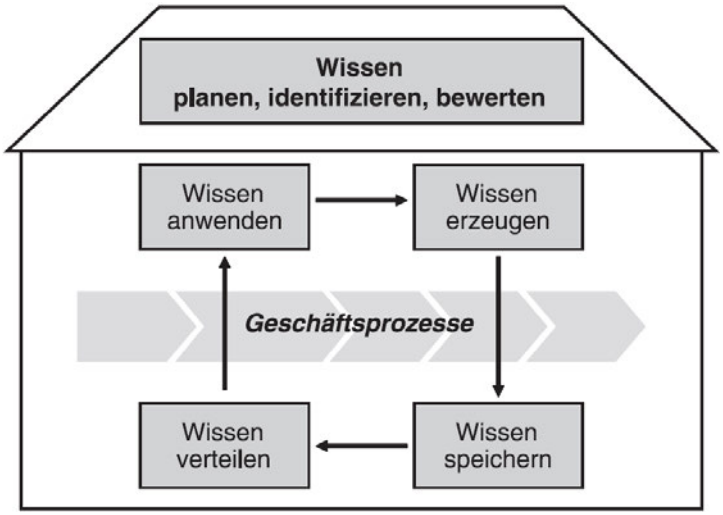


Abbildung 3-7 Wissensmanagement (VDI 5610, 2009)

Im Inneren des Hauses befinden sich vier zentrale Aktivitäten, die in einem Kreislauf miteinander verbunden sind und die Geschäftsprozesse unterstützen. Die erste Aktivität ist das Anwenden von Wissen, bei dem vorhandenes Wissen genutzt wird, um Aufgaben zu erfüllen und Probleme zu lösen. Dadurch fließt das Wissen direkt in die Geschäftsprozesse ein und sorgt für effizientes sowie qualitätsbewusstes Handeln. Die zweite Aktivität umfasst das Erzeugen von Wissen, das entweder während der Arbeit oder durch gezielte Forschung entsteht. Dieses neue Wissen entsteht durch Innovation, Erfahrung oder Lernen und trägt zur Weiterentwicklung des Unternehmens bei.

Die dritte Aktivität ist das Speichern von Wissen, bei dem das erzeugte Wissen systematisch dokumentiert und abgelegt wird, beispielsweise in Datenbanken, Handbüchern oder digitalen Wissensplattformen, sodass es verfügbar bleibt und nicht verloren geht. Die vierte Aktivität betrifft das Verteilen von Wissen, bei dem das gespeicherte Wissen

im Unternehmen weitergegeben wird, damit es allen Mitarbeitenden zugänglich ist, die es benötigen. Dies fördert den Wissensaustausch und vermeidet Doppelarbeit.

Diese vier Aktivitäten stehen in ständigem Austausch und sind durch Pfeile miteinander verbunden, die den Kreislauf des Wissensmanagements symbolisieren. Das Ziel ist, Wissen kontinuierlich zu planen, zu nutzen, zu erweitern, zu speichern und zu teilen, um die Geschäftsprozesse bestmöglich zu unterstützen und den Unternehmenserfolg zu sichern.

3.12 Dokumentenmanagement

Eine weitere Schnittstellenthematik ist das Dokumentenmanagement (DM). Bei der Abwicklung von Technologieprojekten hat sich die DRD-Methode (*Document/Data Requirement Description*) als Standard etabliert. Eine Dokument-/Datenanforderungsbeschreibung beinhaltet die für ein Projekt oder System benötigten Daten, einschließlich Umfang und Verwendungszweck. Dieses Dokument trägt dazu bei, sicherzustellen, dass die gesammelten, gespeicherten und analysierten Daten dem Projektziel entsprechen. Besonders in der Luft- und Raumfahrtindustrie hat sich die DRD-Methode durchgesetzt. (Beiderwieden & Felkai, 2015)

Das Dokumentenmanagement hat einige Vorteile, die es mit sich bringt. Beispielweise kann durch das DM eine generelle Kostensenkung erzielt werden. Es wird keine Doppelarbeit bei Dokumenten geleistet. Dokumente sind leichter zu finden und Dokumente sind bei den richtigen Personen verfügbar. (Beiderwieden & Felkai, 2015)

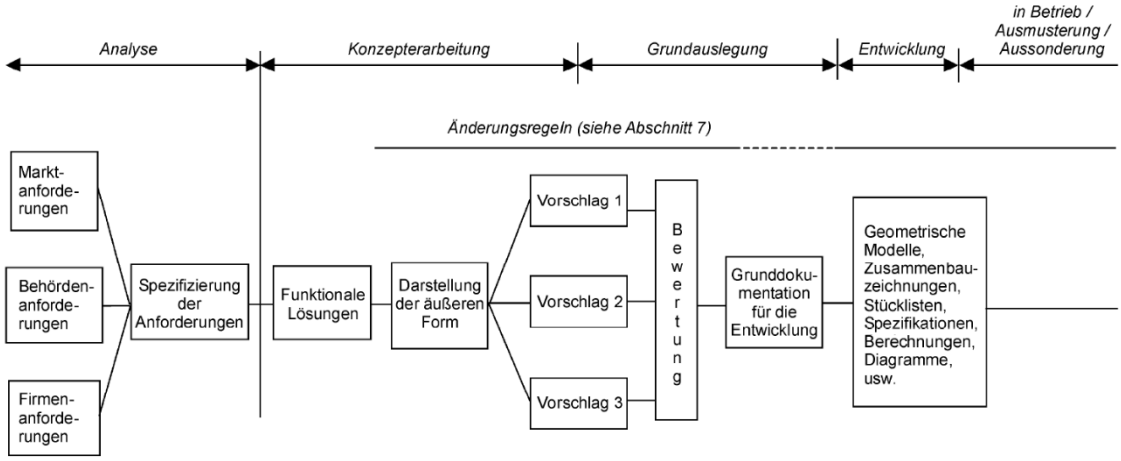


Abbildung 3-8 Dokumentenentstehung während eines Projekts (DIN EN ISO 11442, 2006)

Die Abbildung 3-8 stellt den Phasenverlauf eines technischen Entwicklungsprozesses dar. Daraus kann abgelesen werden, wo wesentliche Dokumente im Prozess entstehen. Der Ablauf ist in mehrere aufeinanderfolgende Hauptphasen gegliedert: Analyse, Konzepterarbeitung, Grundauslegung, Entwicklung und schließlich Betrieb, Ausmusterung bzw. Aussonderung.

In der Analysephase werden zunächst verschiedene Anforderungen gesammelt, die sich aus dem Markt, von Behörden oder aus dem Unternehmen selbst ergeben. Diese Anforderungen werden anschließend in einem gemeinsamen Schritt spezifiziert, um eine klare und eindeutige Grundlage für die nachfolgenden Entwicklungsphasen zu schaffen.

Darauf folgt die Konzepterarbeitung, bei der auf Basis der spezifizierten Anforderungen funktionale Lösungen entwickelt und deren äußere Form dargestellt wird. In dieser Phase werden mehrere Konzeptvorschläge ausgearbeitet, um unterschiedliche Lösungswege zu ermöglichen.

Diese Vorschläge werden anschließend in einem strukturierten Prozess bewertet, um die geeignetste Lösung auszuwählen. Die gewählte Lösung dient dann als Basis für die Grunddokumentation der Entwicklung, welche alle wesentlichen Informationen für die Ausarbeitung enthält.

In der Grundauslegungs- und Entwicklungsphase wird das Produkt im Detail ausgearbeitet. Dabei entstehen u. a. geometrische Modelle, Zusammenbauzeichnungen, Stücklisten, Spezifikationen, Berechnungen und Diagramme. Diese Dokumente bilden die Grundlage für die Fertigung, Montage und spätere Nutzung des Produkts.

Der Prozess endet mit dem Übergang des Produkts in den Betrieb und schließlich dessen Ausmusterung oder Aussonderung. Damit wird der vollständige Lebenszyklus eines technischen Produkts abgedeckt – von der Idee bis zum Rückbau.

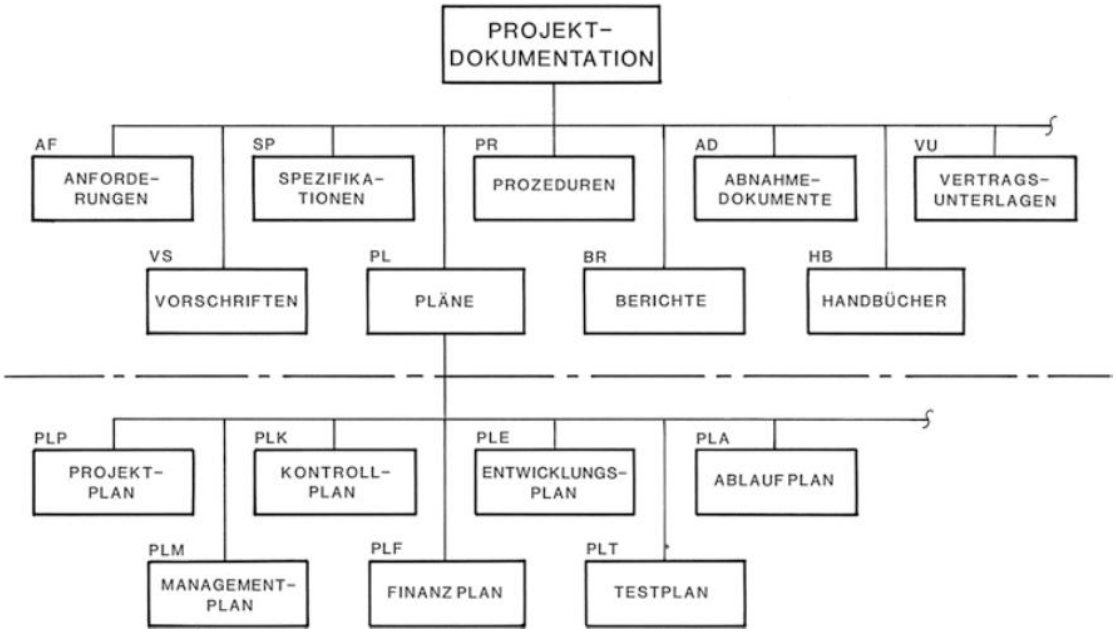


Abbildung 3-9 Dokumentationsbaum (Madauss, 2020)

Die Abbildung 3-9 zeigt exemplarisch die strukturierte Gliederung einer Projektdokumentation. Sie unterteilt sich in zwei Hauptbereiche: die inhaltliche Dokumentation sowie die planerischen Unterlagen. Im oberen Bereich der Darstellung finden sich zentrale Kategorien wie Anforderungen, Spezifikationen, Prozeduren, Abnahmedokumente und Vertragsunterlagen. Diese bilden die Basis der inhaltlichen Dokumentation eines Projekts. Ergänzt werden sie durch spezifische Dokumenttypen wie Vorschriften, Pläne, Berichte und Handbücher, die der weiterführenden Ausarbeitung und Dokumentation von Projektinhalten dienen.

Der untere Teil der Darstellung umfasst alle relevanten Planungsdokumente, die zur Steuerung und Organisation eines Projekts erforderlich sind. Dazu gehören der Projektplan, der Kontrollplan, der Entwicklungsplan, der Ablaufplan, der Managementplan, der Finanzplan, sowie der Testplan. Diese Pläne dienen dazu, den Projektverlauf strukturiert

zu gestalten, Verantwortlichkeiten zu klären, finanzielle und organisatorische Aspekte zu regeln sowie die Qualitätssicherung sicherzustellen. Weitere Punkte und Ebenen können eingefügt werden.

Insgesamt zeigt das Diagramm, wie eine umfassende und übersichtliche Projektdokumentation aufgebaut ist. Sie sorgt dafür, dass alle relevanten Informationen, Anforderungen und Abläufe nachvollziehbar dokumentiert und zentral verfügbar sind – ein wesentlicher Faktor für den Projekterfolg.

3.13 Sorgfaltsprinzipien

3.13.1 In der Entwicklung

Der Gestaltungsprozess technischer Systeme erfordert ein hohes Maß an Sorgfalt, die sich in einer klaren Systematik widerspiegelt. Zentrale Grundlage ist die Festlegung und lückenlose Dokumentation technischer Eigenschaften, wobei sämtliche Anforderungen und Rahmenbedingungen umfassend berücksichtigt werden. Der Entwicklungsprozess ist dabei durch interdisziplinäre Teamarbeit geprägt, die unterschiedliche Fachkompetenzen sinnvoll vereint. Alle Tätigkeiten innerhalb des Gestaltungsprozesses orientieren sich an etablierten Regeln und Prinzipien, um Effizienz, Qualität und Nachvollziehbarkeit sicherzustellen. (VDI 2223, 2004)

Die VDI 2223 (VDI 2223, 2004) operationalisiert das ingenieurmäßige Sorgfaltsprinzip durch:

- strukturierte Methodik,
- umfassende Berücksichtigung von Anforderungen und Randbedingungen,
- transparente Dokumentation und
- interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Ein verantwortungsvoller Konstrukteur kann sich auf die Richtlinien VDI 2221 (VDI 2221 Blatt 1, 2019) und VDI 2223 stützen, um seiner gesetzlichen und ethischen Sorgfaltspflicht im Sinne des Stands der Technik gerecht zu werden. (VDI 2223, 2004)

3.13.2 In anderen Gebieten

Das Sorgfaltsprinzip in der Entwicklung findet seine Entsprechung auch in anderen Bereichen wie der Unfallverhütung, der Seemannschaft oder der Feuerwehr. So wie Entwickler verantwortungsbewusst und gewissenhaft handeln müssen, um Fehler zu vermeiden und sichere Produkte zu schaffen.

In der Unfallverhütung sind klare Regeln und Maßnahmen festgelegt, die Unfälle verhindern und die Sicherheit am Arbeitsplatz gewährleisten sollen. In der Seemannschaft steht das Prinzip der Sorgfalt im Umgang mit Schiff und Ladung im Mittelpunkt, um Gefahren auf See zu minimieren und die Mannschaft zu schützen. Ebenso verlangt die Feuerwehr ein hohes Maß an Sorgfalt und Verantwortungsbewusstsein bei Einsätzen, um Menschenleben zu retten und Schäden zu begrenzen. In all diesen Bereichen verbindet sich das Sorgfaltsprinzip mit der Pflicht, Risiken zu erkennen, vorzubeugen und durch umsichtiges Handeln Sicherheit und Schutz zu gewährleisten.

UVV

Die Unfallverhütungsvorschriften (UVV) sind verbindliche Regelwerke der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) (DGUV Vorschrift 1, 2013), die dem Schutz von Beschäftigten vor Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren dienen. Sie konkretisieren die Vorgaben des Sozialgesetzbuchs (SGB VII, 1996) und anderer Gesetze und Verordnungen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz. UVVen gelten in allen Betrieben, die Mitglied einer Berufsgenossenschaft oder Unfallkasse sind. Sie regeln unter anderem die sichere Benutzung von Maschinen, technischen Anlagen, persönlicher Schutzausrüstung sowie das Verhalten in Gefahrensituationen. Arbeitgeber sind verpflichtet, diese Vorschriften umzusetzen und deren Einhaltung durch Schulungen, Betriebsanweisungen und Kontrollen sicherzustellen. Für Beschäftigte wiederum besteht die Pflicht, sich an die UVVen zu halten und etwaige Gefährdungen zu melden. Verstöße können zu Bußgeldern, Haftung oder Regressforderungen führen. UVVen werden regelmäßig an den Stand der Technik und geltende Normen angepasst und können durch DGUV Regeln und Informationen ergänzt werden.

Seemannschafft

Ähnlich wie in der Konstruktion gelten auch in der Schifffahrt bestimmte Sorgfaltsprinzipien. Einige dieser Prinzipien werden im Folgenden erläutert.

> *„Unter Seemannschaft versteht man die Fertigkeiten, die ein Seemann zur praktischen Handhabung eines Wasserfahrzeuges beherrschen muss. […] „Regeln guter Seemannschaft“ ist ein juristischer Begriff und wird in Gerichtsverfahren verwendet zur Beurteilung einer verantwortungsvollen Handlungsweise unter Berücksichtigung üblicher Praxis zur Vermeidung von Schäden und Gefahren.“* (o.A., 2025)

Der ordnungsgemäße Zustand des Schiffs sowie aller sicherheitsrelevanten Materialien – wie beispielsweise Leinen – muss in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Dabei ist nicht nur auf den äußeren Zustand zu achten, sondern auch auf die uneingeschränkte Funktionstüchtigkeit aller technischen Einrichtungen. Ein anschauliches Beispiel: Kommt es zu einem Schiffsunglück und der Mechanismus zum Absenken der Rettungsboote versagt, kann dies im Ernstfall Menschenleben kosten. (Veith, 2025)

Feuerwehr

Am Beispiel für den Atemschutzgeräteträgertrupp (Abbildung 3-10) in der Feuerwehr wird ein weiteres Beispiel für Sorgfaltsprinzipien angeführt. Ein Trupp besteht aus zwei Personen. Es geht (hier) nur um das korrekte Anlegen der Pressluftflasche und der Atemschutzmaske.

Zunächst rüstet sich der Trupp die Pressluftflasche aus. Diese wird mit einem Hüft- und Schultergurten angelegt. Die Gurte müssen fest, aber nicht abschnürend sitzen. Passt eine Hand nach dem Festziehen noch zwischen den Gurt, so sitzt er korrekt. Im zweiten Schritt wird die Atemschutzmaske angelegt und an den Bändern festgezogen. Durch zuhalten des Atemanschluss wird festgestellt, ob die Maske dicht abschließt. Falls nicht, wird die Maske an den Bändern fester gezogen. Dann werden die Haare und der Hals mit einer Flammschutzhaube bedeckt. Hier kontrolliert die Mannschaft, ob alle Bereiche

abgedeckt sind. Ist das nicht der Fall, so verbessert die Mannschaft den Sitz der Flammschutzhaube.

Ist ein Atemschutztrupp fertig ausgerüstet, muss die Verbindung von der Atemschutzmaske zur Pressluftflasche über die Mitteldruckleitung hergestellt werden. Die Trupppartner schließen sich gegenseitig an. So wird sichergestellt, dass keine Gerätschaften zwischen Körper und Luftleitung sind. Gerätschaften, die zwischen Körper und Luftleitung wären, können im Einsatz nicht genutzt werden. Für das Benutzen müsste die Verbindung zwischen Maske und Flasche getrennt werden. Das ist im Einsatzfall nicht möglich.

Abbildung 3-10 Atemschutzgeräteträgertrupp

An diesen, Beispielen wird sorgfältiges Arbeiten deutlich gemacht. Wird die Arbeiten nicht gewissenhaft durchgeführt, so kann es kosten.

4 Entwicklung des Leitfadens

4.1 Vorhandene Sorgfaltsprinzipien

In Abbildung 1-1 sind die Sorgfaltsprinzipien von Herrn Kloss-Grote abgebildet. Für den ersten Schritt bei der Entwicklung des Leitfadens gilt es, diese zu sortieren (siehe Tabelle 4-1). Die Sortierung der einzelnen Punkte erfolgt nach der chronologischen Reihenfolge wie sie in einem Entwicklungsprojekt anzuwenden sind.

Erste Schritte: Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung
Wer ist mein Kunde?
Strukturierung des Problems, Was ist gegeben/ gesucht?
Einführung geometrischer Größen/ Belastung nur mit Skizze
Variablen klar definieren mit Namen der Variablen und Formelzeichen
Sowie man Zahlenwerte einsetzt: immer mit -Einheiten rechnen
So lange wie möglich mit Variablen rechnen, Zahlenwerte erst am Ende einsetzen
Immer dieselbe Einheit für gleiche Größen verwenden
Quellen für alle Eingangsgrößen angeben
Quelle für Formeln angeben
Plausibilitätsprüfung aller (Zwischen-) Ergebnisse
Autor/ Name, Datum, Revision
Sorgfältige, saubere, nachvollziehbare Dokumentation
4-Augen-Prinziep (vgl. Schriftfeld von Zeichnungen: Erstellt, Geprüft, Freigegeben)
Rücktransformation der abstrakten Lösung in die „Reale Welt Lösung“

Tabelle 4-1 Sorgfaltsprinzipien, chronologisch sortiert

Der zweite Schritt bei der Entwicklung des Leitfadens zielt darauf ab, die sortierten Sorgfaltsprinzipien mit Quellen zu belegen. Diese Ausarbeitung ist in Tabelle 4-2 konzipiert.

Abschnitt 1 beschreibt fehlersensible Arbeitsweisen, die in drei Kategorien unterteilt werden: (1) Fehlervermeidung, (2) Fehlererkennung und (3) KVP-Fehler. Die Sorgfaltsprinzipien werden in diesem Zusammenhang mit den jeweiligen fehlersensiblen Arbeitsweisen in Beziehung gesetzt. Zur Gewährleistung einer höheren Lesbarkeit erfolgt die systematische Eingruppierung erst in Abschnitt 5.2.

Tabelle 4-2 Vorhandene Sorgfaltsprinzipien mit Quelle

1	**Grundlagen**	**Quelle**	
1.1	Kunden definieren	Fachliteratur	Lean Six Sigma
1.2	Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung	VDI 2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung
1.3	Strukturierung des Problems, Was ist gegeben/gesucht?	Fachliteratur	Gegeben, Gesucht, Lösung? Selbstgenerierte Repräsentationen bei der Bearbeitung Problemhaltiger Textaufgaben
2	**Mathematisch/physikalische Grundlagen**		
2.1	Einführung geometrischer Größen/ Belastung nur mit Skizze	Keine Quelle	
2.2	Variablen klar definieren mit Namen der Variablen und Formelzeichen	DIN 1313	Größen
2.3	Sowie man Zahlenwerte einsetzt: immer mit Einheiten rechnen	Fachliteratur	Korrekter Umgang mit Größen im Unterricht
2.4	So lange wie möglich mit Variablen rechnen, Zahlenwerte erst am Ende einsetzen	Fachliteratur	Korrekter Umgang mit Größen im Unterricht
2.5	Immer dieselbe Einheit für gleiche Größen verwenden	DIN EN ISO 80000	Größen und Einheiten
2.6	Quellen für alle Eingangsgrößen angeben	Fachliteratur	Lean Six Sigma
2.7	Quelle für Formeln angeben	Fachliteratur	Wie man mathematisch schreibt
2.8	Plausibilitätsprüfung aller (Zwischen-) Ergebnisse	Fachliteratur	Abiturvorgaben 2025
2.9	Rücktransformation der abstrakten Lösung in die „Reale Welt Lösung“	Fachliteratur	Abiturvorgaben 2025
3	**Dokumentenmanagement**		
3.1	Autor/Name, Datum, Revision auf Dokumenten angeben	DIN EN 82045-2	Dokumentenmanagement – Teil 2: Metadaten und Informationsreferenzmodelle
3.2	Sorgfältige, saubere, nachvollziehbare Dokumentation	DIN EN 82045-1	Dokumentenmanagement Teil 1: Prinzipien und Methoden
3.3	4-Augen-Prinziep	DIN EN ISO 11442	Technische Produktdokumentation - Dokumentenmanagement

4.1.1 Grundlagen (1)

Kunden definieren (1.1)

Das Wissen darüber, wer der Kunde ist, spielt eine zentrale Rolle für eine zielgerichtete Aufgabenerfüllung. Denn nur wenn der Kunde klar identifiziert ist, lassen sich dessen Bedürfnisse, Erwartungen und Anforderungen ableiten. Dadurch kann die Lösung gezielt auf den jeweiligen Kunden zugeschnitten werden. Abbildung 4-1 zeigt exemplarisch verschiedene Kundengruppen und verdeutlicht, dass unterschiedliche Kunden auch unterschiedliche Anforderungen mit sich bringen – was bei der Bearbeitung einer Aufgabe unbedingt berücksichtigt werden muss.

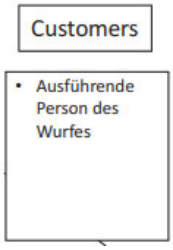


Abbildung 4-1 Kunde (Niemann, Reich, & Stöhr, 2021)

Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung (1.2)

In erster Instanz ist es entscheidend, die Aufgabenstellung klar zu klären und präzise zu formulieren. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Aufgabe korrekt verstanden und zielgerichtet bearbeitet wird. Das Ergebnis einer präzisierten Aufgabenstellung ist die Anforderungsliste. Eine unscharf definierte Aufgabenstellung birgt die Gefahr von Fehlinterpretationen, Mehraufwand und ineffizienter Lösungsfindung. Ein entsprechender Verweis aus der Fachliteratur dazu findet sich in Abbildung 4-2, die diesen Schritt im Rahmen des Entwicklungsprozesses methodisch einordnet.

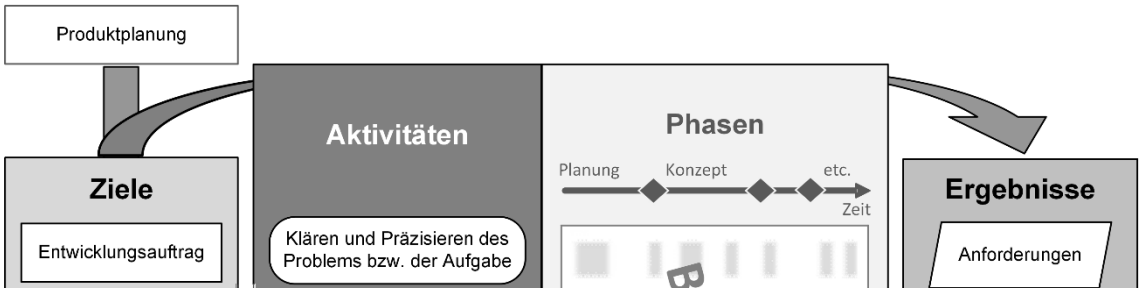


Abbildung 4-2 Ausschnitt aus dem allgemeinen Modell zur Produktentwicklung (VDI 2221 Blatt 1, 2019)

Bei der Klärung und Präzisierung der Aufgabenstellung ist zentral, dass jede unbekannte Größe oder jeder unklare Zusammenhang sofort aufgeklärt wird. Ob durch gezieltes Nachfragen, sorgfältiges Nachschlagen oder Rücksprache mit Beteiligten – Verständnislücken dürfen nicht bestehen bleiben. Erfahrung zeigt, dass genau an diesen Stellen Projekte scheitern: Unklare Parameter oder Annahmen führen oft zu Fehlentscheidungen, die erst spät erkannt werden.

So entsteht aus einer vagen Aufgabenbeschreibung eine präzise, abgesicherte Arbeitsgrundlage, die die Erfolgsaussichten des Projekts entscheidend erhöht. (Kloss-Grote, Interne Kommunikation HAW, 2025)

Strukturierung des Problems, Was ist gegeben/ gesucht? (1.3)

Wird ein Problem strukturiert angegangen – also klar zwischen Gegebenem und Gesuchtem unterschieden und abstrahiert –, entstehen im Gehirn freie Kapazitäten. Diese können genutzt werden, um sich intensiver und konzentrierter mit der Aufgabe zu befassen. (Hohn, 2012)). In Abbildung 4-3 ist der vereinfachter schematische Ablauf einer Problemlösestrategie dargestellt (Kloss-Grote, 2 - Einleitung Rev B, 2022/2023)

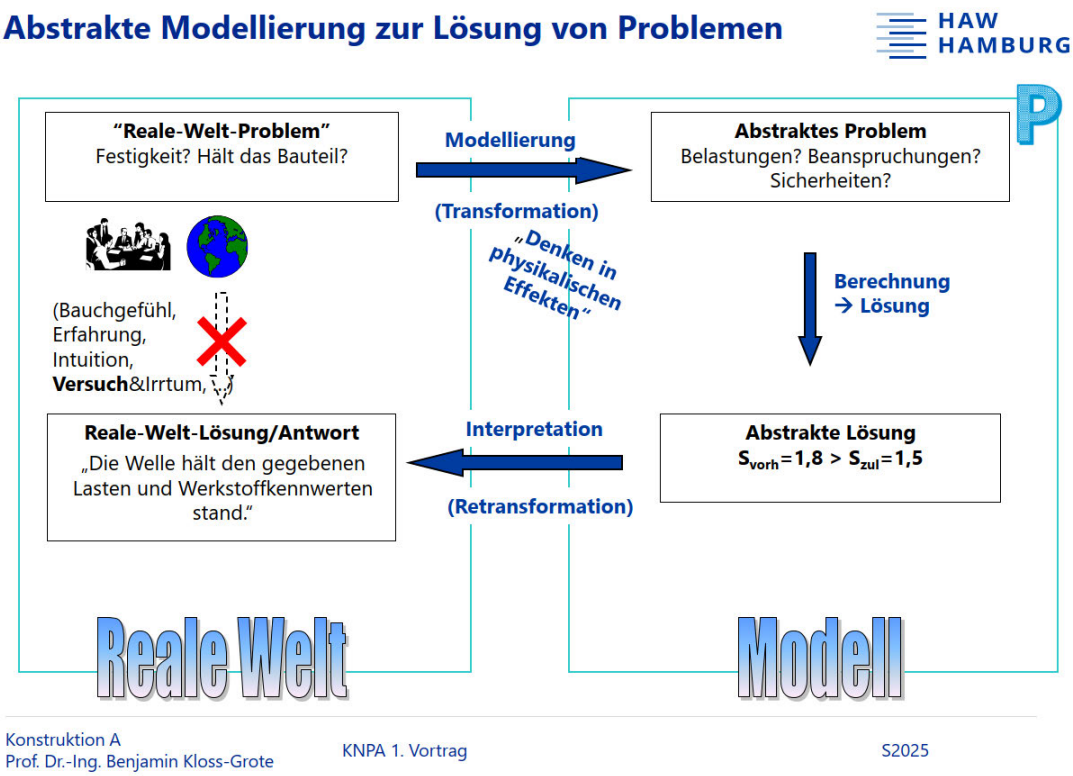


Abbildung 4-3 Vereinfachte Problemlösestrategie (Kloss-Grote, 2 - Einleitung Rev B, 2022/2023)

In Abbildung 4-4 findet sich eine verfeinerte Darstellung der Zusammenhänge aus Abbildung 4-3. Im ersten Schritt wird aus einer realen Situation ein Situationsmodell erstellt. Dann wird die reale Situation vereinfacht und anschließend in ein mathematisches Modell konvertiert. Aus diesem Modell werden mathematische Ergebnisse erzielt und in reale Resultate übertragen und interpretiert. Die Ergebnisse werden dann auf das zuvor erstellte Situationsmodell übertragen und validiert. Zum Schluss werden die validierten Ergebnisse in das Reale Modell rücktransformiert.

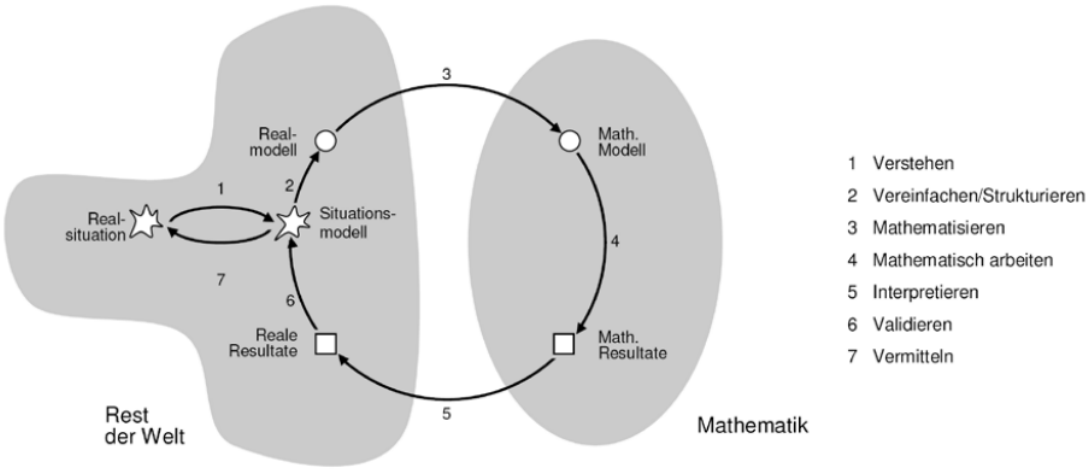


Abbildung 4-4 Problem abstrahieren (Hohn, 2012)

4.1.2 Mathematisch/physikalische Grundlagen (2)

Einführung geometrischer Größen/ Belastung nur mit Skizze (2.1)

Das Einführen von geometrischen Größen und Belastung mit Skizze ist ein essenzielles Thema in den Ingenieurswissenschaften. Es wird in den Literaturen stets so gehandhabt, jedoch gibt es keinen expliziten Verweis, dass Größen und Belastungen mit einer Skizze eingeführt werden müssen. Durch die Literatur hinweg zeigt sich, dass es unabdingbar ist und schriftlich festgehalten werden muss. So werden Fehler vermieden.

Variablen klar definieren mit Namen der Variablen und Formelzeichen (2.2)

Variablen stellen Merkmale dar, die klar und objektiv beschrieben sein müssen, um einem Objekt eindeutig zugeordnet zu werden. Wie in der DIN 1313 (DIN 1313, 1978) definiert, gehört zu jedem Merkmal ein einzelner Wert, der seine Ausprägung am Objekt genau beschreibt. Deshalb ist es wichtig, Variablen mit einem eindeutigen Namen und Formelzeichen klar zu definieren. Nur so lassen sich die Werte präzise zuordnen, Missverständnisse vermeiden und die korrekte Anwendung von Formeln gewährleisten.

Beispiel:

Zu streichende Fläche:= $A_{Mantel,\ außen}$ m²

Volumen der Farbe:= V_{Farbe} l

Sowie man Zahlenwerte einsetzt: immer mit -Einheiten rechnen (2.3)

Schon in der Schule wird gelehrt, dass

> *„so bald anstelle eines Formelzeichens Maßzahlen eingesetzt werden, müssen auch Maßeinheiten erscheinen. Diese Einheiten müssen konsequent „mitgeschleppt“ werden“* (Mallas, 2021).

Ohne Einheiten kann eine Aussage ihren Sinn verlieren oder sogar falsch wirken – wie im Beispiel:

Schreibt man nur 1 = 1000, erscheint dies als mathematischer Unsinn. Mit Einheiten dagegen wird klar, dass 1 m = 1000 mm eine korrekte Umrechnung ist. Die Einheit macht also deutlich, was die Zahl beschreibt, und verhindert Missverständnisse. (Mallas, 2021)

So lange wie möglich mit Variablen rechnen, Zahlenwerte erst am Ende einsetzen (2.4)

Ferner wird in der Schule gelehrt, dass so lange wie möglich in Variablen gerechnet wird

> *„[…] und erst zum Schluss Maßzahlen mit Einheit [eingesetzt werden]“.* (Mallas, 2021)

Das Rechnen mit Variablen anstelle von konkreten Zahlenwerten bis zum Ende eines Lösungswegs ist aus didaktischer und fachlicher Sicht äußerst sinnvoll – wie auch im Dokument „Korrekter Umgang mit Größen, Einheiten und Gleichungen“ betont wird. Einer der wichtigsten Gründe dafür ist die Transparenz: Solange man mit symbolischen Variablen arbeitet, bleiben die strukturellen Zusammenhänge innerhalb einer Gleichung sichtbar. Man erkennt auf einen Blick, welche Einflussfaktoren auf eine bestimmte Zielgröße wirken. Das ist insbesondere in technischen Anwendungen von großem Vorteil, da sich so gezielt Konstruktionsentscheidungen ableiten lassen.

Beispielweise zeigt die Gleichung (Formel 4-1) deutlich, dass das Moment direkt proportional zur Kraft und zum Hebelarm ist. Wird hingegen sofort mit Zahlenwerten gerechnet, verschwinden diese Zusammenhänge in einzelnen Zwischenschritten, und die zugrundeliegende Struktur der Gleichung wird weniger greifbar.

$$M = Fa$$

Formel 4-1 Moment

Darüber hinaus wird bei komplexen Gleichungen durch das lange Beibehalten von Variablen die Fehlerrate reduziert. Zahlenwerte und Einheiten werden erst am Ende eingesetzt, wodurch Rechenfehler durch ungenaue Umrechnungen oder falsche Einheitenkombinationen vermieden werden können.

Diese Methode unterstützt die Mustererkennung: Wer regelmäßig mit denselben Gleichungen in symbolischer Form arbeitet, verinnerlicht typische Strukturen und kann bei der Anwendung schneller Unstimmigkeiten oder ungewöhnliche Ergebnisse erkennen. Das schafft Sicherheit – sowohl im schulischen Kontext als auch in der technischen Praxis – und bildet die Grundlage für durchdachte, nachvollziehbare Entscheidungen in der Konstruktion und Entwicklung.

Immer dieselbe Einheit für gleiche Größen verwenden (2.5)

Es ist unabdingbar immer für die gleiche Größe dieselbe Einheit zu verwenden, da so Werte miteinander verglichen werden können. Es wird so auf einem Blick klar, wenn Unstimmigkeiten in der Berechnung entstehen. In der DIN EN ISO 8000 wird diese Zuordnung von Einheiten zu Größen erläutert, exemplarisch in Abbildung 4-5 aus der DIN EN ISO 8000-4 (DIN EN ISO 80000-4 , 2020) die Masse. Sie wird in Kilogramm angegeben.

Nr.	Größe			Einheit	Bemerkungen
	Name	Formelzeichen	Definition		
4-1	Masse	m	Eigenschaft eines Körpers, die sich als Trägheit in Bezug auf Veränderungen seines Bewegungszustandes sowie seiner Gravitation auf andere Körper äußert	kg	Das Kilogramm (kg) ist eine der sieben Basiseinheiten (siehe ISO 80000-1) des Internationalen Einheitensystems (SI). Siehe auch IEC 60050-113.

Abbildung 4-5 Einheiten (DIN EN ISO 80000-4 , 2020)

Die konsequente Verwendung derselben Einheit für eine bestimmte physikalische Größe ist aus mehreren Gründen von zentraler Bedeutung. Wie im Dokument „Korrekter Umgang mit Größen, Einheiten und Gleichungen“ betont wird, sorgt die einheitliche Benennung und Darstellung von Größen gemäß DIN 1313 für Klarheit, Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit in technischen und mathematischen Zusammenhängen. Insbesondere in der Praxis – etwa bei der Arbeit mit physikalischen Größen wie Kräften, Momenten oder Leistungen – ist es entscheidend, stets dieselbe Einheit zu verwenden, beispielsweise Nm für Drehmomente.

Nur so können sich erfahrungsbasierte Muster im Kopf festsetzen: Wer über längere Zeit hinweg mit denselben Einheiten arbeitet, entwickelt ein Gefühl für typische Wertebereiche und kann dadurch Unstimmigkeiten oder Rechenfehler schneller erkennen. Diese Form der mentalen Mustererkennung spielt eine wichtige Rolle bei der Plausibilitätsprüfung – sie funktioniert jedoch nur, wenn die Einheit konstant bleibt. Wird etwa zwischen Nm, Nmm und kNm gewechselt, muss jedes Mal umgedacht oder umgerechnet werden, was nicht nur fehleranfällig ist, sondern auch das intuitive Erfassen von Zusammenhängen erschwert.

Darüber hinaus fördert eine einheitliche Einheitendarstellung auch die didaktische Klarheit und verringert die Komplexität bei der Anwendung von Gleichungen. Werden unterschiedliche Einheiten gemischt, entstehen zusätzliche Umrechnungsfaktoren, die die Darstellung unübersichtlich machen und das Verständnis beeinträchtigen. Einheitlichkeit schafft somit nicht nur formale Konsistenz, sondern unterstützt auch den sicheren, effizienten und fehlerarmen Umgang mit Größen in Bildung, Technik und Praxis.

Quellen für alle Eingangsgrößen angeben (2.6)

Das angegebene Beispiel in Tabelle 4-3 zur Auswahl eines Sicherheitsfaktors (S_B) zur Sicherheit gegen statischen Gewaltbruch zeigt deutlich, warum es essenziell ist, Quellen für alle Eingangsgrößen anzugeben. Je nach Materialart und Prüfzustand variieren die empfohlenen Sicherheitsfaktoren erheblich: Für Walz- und Schmiedestähle beträgt der Wert 2,0, für duktile nicht geprüfte Eisengusswerkstoffe 2,8 und bei zerstörungsfrei geprüften Bauteilen 2,5. Diese Unterschiede haben direkten Einfluss auf die Auslegung und Sicherheit eines Bauteils. (Jannasch, Supra, & Wittel, Roloff/Matek Maschinenelemente Formelsammlung), 2019)

Ohne die Angabe der Quelle dieser Werte ist nicht nachvollziehbar, woher sie stammen, ob sie normgerecht sind oder ob sie auf Erfahrungswerten basieren. Im technischen Kontext ist jedoch Nachvollziehbarkeit und Verlässlichkeit zentral – insbesondere bei sicherheitsrelevanten Berechnungen. Durch die Angabe der Quelle (z. B. aus Tabellenwerken, Normen oder Werkstoffdatenblättern) kann die Gültigkeit der Eingangsgrößen überprüft, verglichen und bei Bedarf angepasst werden.

Sicherheitsfaktor	Walz- und Schmiedestähle	Duktile Eisengusswerkstoffe	
		Nicht geprüft	Zerstörungsfrei geprüft
S_B	2,0	2,8	2,5

Tabelle 4-3 Sicherheitsfaktoren nach TB 3-14 a) (Jannasch, Spura, Voßiek, & Wittel, 2019)

Quelle für Formeln angeben (2.7)

Aus Abbildung 4-6 geht hervor, dass Formeln, die nicht allgemein bekannt sind, zitiert werden müssen. Das heißt im Kontext von Auslegungen müssen die Quellen der Formel angegeben werden.

Nicht zitiert wird,

- worauf nicht verwiesen wird,
- was allgemein bekannt ist.

Abbildung 4-6 Formeln zitieren (Kümmerer, 2016)

Plausibilitätsprüfung aller (Zwischen-) Ergebnisse (2.8)

Das Land NRW steht stellvertreten für alle Bundesländer, da es sich um das zentrale Abitur handelt. Jedes Land hat eine eigene Operatoren-Übersicht mit unterschiedlichen Formulierungen. Nichtsdestotrotz sagen die Übersichten das gleiche aus. Diese Übersicht ist aus dem Fachbereich Mathematik. Für den Bereich Physik gibt es ebenfalls eine solche Operatoren Übersicht, jedoch sind die Formulierungen im Fachbereich Mathematik leichter verständlich Abbildung 4-7.

> *„Die Plausibilitätsprüfung ist eine Prüfung, die auf die Ermittlung von Unstimmigkeiten, Unregelmäßigkeiten oder Widersprüchen in vorliegenden Informationen, Dokumenten oder Sachverhalten abzielt. Dabei geht es in erster Linie darum, die Glaubwürdigkeit, Stimmigkeit und Nachvollziehbarkeit von Daten, Fakten und Behauptungen zu überprüfen und gegebenenfalls entsprechende Rückschlüsse und Maßnahmen herzuleiten."* (Herfurtner, 2025)

Besonders in technischen und naturwissenschaftlichen Kontexten hilft die Plausibilitätsprüfung, grobe Fehler wie falsche Einheiten, unrealistische Werte oder Rechenfehler frühzeitig zu erkennen. Sie fördert das Verständnis für Zusammenhänge, stärkt die Modellbildungskompetenz und trägt maßgeblich zur Qualitätssicherung bei.

beurteilen, Stellung nehmen	II, III	zu einem Sachverhalt ein eigenständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen

Abbildung 4-7 Plausibilitätsprüfung (Abiturvorgaben NRW, 2025)

Rücktransformation der abstrakten Lösung in die „Reale Welt Lösung" (2.9)

Nachdem ein Problem mit einer mathematischen Methode gelöst ist, zum Beispiel eine Funktion analysiert oder eine Gleichung, liegt das Ergebnis in einer abstrakten Form vor (z. B. als Zahl, Formel oder Graph). Die Rücktransformation bedeutet, diese Ergebnisse zu „übersetzen" und in den ursprünglichen, realen Kontext einzusetzen. Aus Abbildung 4-8 geht diese Kompetenz hervor.

interpretieren	II, III	Zusammenhänge bzw. Ergebnisse begründet auf gegebene Fragestellungen beziehen

Abbildung 4-8 Interpretieren (Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW, 2025)

Die Dokumentation der Rücktransformation in die „Reale-Welt-Lösung“ besteht üblicherweise in einem *Schlusssatz*, der die Fragestellung aus dem „Real-Welt-Problem“ beantwortet (vgl.: Abbildung 4-4).

4.1.3 Dokumentenmanagement (3)

Autor/Name, Datum, Revision auf Dokumentation angeben (3.1)

Um die Nachverfolgbarkeit von Dokumenten sicherzustellen ist es unabdingbar sie mit Autor, Namen und Revision zu versehen (vgl. Abschnitt 4.2.4 Punkt 4.1). (DIN EN 82045-2, 2005) So wird deutlich, auf welches Dokument sich bezogen wird und wann es erschienen ist. Beispielweise bei (Fach-) Büchern muss die Auflage mit angegeben werden, da älteren Versionen nicht zwangsläufig den aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik abbilden.

Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Kennzeichnung von Entwicklungsständen durch Versionen oder Revisionsnummern. Gerade in iterativen Entwicklungsprozessen, bei denen ein Produkt schrittweise angepasst, erweitert oder verbessert wird, ist es entscheidend, jederzeit den gültigen Stand der Entwicklung erkennen zu können. Fehlt diese Kennzeichnung, kann es leicht zu Verwechslungen, falschen Entscheidungen, fehlerhafter Fertigung oder gar Sicherheitsrisiken kommen. Deshalb muss jede Iteration der Entwicklung – ob Konzeptanpassung, Testkorrektur oder Serienfreigabe – dokumentiert und versioniert werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass alle Projektbeteiligten mit identischen, freigegebenen Informationen arbeiten und spätere Nachweise gegenüber Kunden, Auditoren oder im Haftungsfall geführt werden können.

Sorgfältige, saubere, nachvollziehbare Dokumentation (3.2)

Der Begriff „Dokument“ umfasst nicht nur die klassischen papierbasierten Unterlagen, sondern auch digitale Informationen, die als eine geschlossene Einheit betrachtet werden können. Diese Einheit wird eindeutig identifiziert, strukturiert, bearbeitet, geprüft, ausgetauscht und weitergegeben (DIN EN 82045-1, 2001). Daraus wird deutlich, dass eine sorgfältige, klare und nachvollziehbare Dokumentation unerlässlich ist. So wird verhindert, dass wichtige Berechnungen und Informationen verloren gehen oder unübersichtlich in einer Sammlung untergebracht werden.

Eine sorgfältige, saubere und nachvollziehbare Dokumentation ist sowohl nach der DIN EN ISO 9001 (DIN EN ISO 9001, 2015) als auch nach dem Produkthaftungsgesetz (Produkthaftungsgesetz, 1990) von zentraler Bedeutung. Die ISO 9001 fordert im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems eine lenkbare Dokumentation aller qualitätsrelevanten Prozesse, um die Rückverfolgbarkeit, Wirksamkeit und Nachweisführung sicherzustellen. Sie dient nicht nur der internen Qualitätssicherung, sondern auch der Auditierbarkeit und kontinuierlichen Verbesserung.

Im Produkthaftungsgesetz (§ 1 Abs. 1 ProdHaftG) wiederum spielt die Dokumentation eine wesentliche Rolle als Beweismittel, um im Schadensfall nachweisen zu können, dass ein Produkt nach dem Stand der Technik gefertigt und geprüft wurde. Lückenhafte oder unklare Aufzeichnungen können hier zu einer Beweislastumkehr zulasten des Herstellers führen. Daher ist es rechtlich wie normativ erforderlich, dass alle produkt- und prozessbezogenen Informationen vollständig, nachvollziehbar und dauerhaft dokumentiert werden.

4-Augen-Prinzip anwenden (3.3)

Das 4-Augen-Prinzip ist in DIN EN ISO 11442 (DIN EN ISO 11442, 2006) festgelegt und findet unter anderem im Schriftfeld von technischen Zeichnungen Anwendung, wo die Schritte „Erstellt“, „Geprüft“ und „Freigegeben“ dokumentiert werden. Dieses Prinzip sorgt dafür, dass jede Arbeit oder Entscheidung von mindestens zwei Personen überprüft wird. Durch diese doppelte Kontrolle können Fehler frühzeitig erkannt und korrigiert werden, was die Qualität der Ergebnisse deutlich erhöht und Risiken minimiert. Dadurch trägt das 4-Augen-Prinzip maßgeblich dazu bei, die Zuverlässigkeit und Genauigkeit von Prozessen und Dokumenten sicherzustellen.

4.2 Erweiterung der Sorgfaltsprinzipien

1	**Mathematisch/physikalische Grundlagen**	**Quelle**	
1.1	SI-Einheiten benutzen	EinhZeitG	Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung
1.2	Formeln normkonform schreiben	DIN 1338	Formelschreibweise und Formelsatz
1.3	Richtige Rechtschreibung der Größen-wert beachten	Fachliteratur	Korrekter Umgang mit Größen im Unterricht
1.4	Taschenrechner richtig einstellen	-	
1.5	Grundlegendes Rechnen beachten	Fachliteratur	Mathematische Formelsammlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler
1.6	Brüche richtig verrechnen	Fachliteratur	Mathematische Formelsammlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler
1.7	Einheiten richtig umrechnen	Fachliteratur	Tabellenbuch Metall
1.8	Strukturierte Rechenweise beachten	Fachliteratut	Interne Kommunikation HAW Hamburg
2	**Entwicklungsprojektmanagement**	**Quelle**	
2.1	Interdisziplinäres Zusammenarbeiten	VDI 2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung
2.2	Anforderungen belegen	VDI 2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung
2.3	Aufgaben richtig lesen	Fachliteratur	Gegeben, Gesucht, Lösung? Selbstgenerierte Repräsentationen bei der Bearbeitung Problemhaltiger Textaufgaben
2.4	Ziele/Nicht Ziele formulieren	VDI 2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung
2.5	SMARTe Formulierung der Ziele	Fachliteratur	Vorlesung Projektmanagement 2
2.6	Strukturiert Vorgehen	VDI 2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung
2.7	In Systemen denken	VDI 2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung
2.8	Varianten bilden und bewerten	VDI 2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung
2.9	Iterativ arbeiten	VDI 2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung

Tabelle 4-4 Erweiterte Sorgfaltsprinzipien Teil 1

3	**Inhaltliches Vorgehen**	**Quelle**	
3.1	Kreativität (beim Konstruieren)	VDI 2221 Blatt 1	Entwicklung technischer Produkte und Systeme Modell der Produktentwicklung
3.2	Risiko bewerten (z.B. FMEA)	DIN EN 60812	Fehlzustandsart- und Fehlerauswirkungsanalyse (FMEA)
3.3	Bewertungsmethoden anwenden (z.B. SWOT)	Fachliteratur	SWOT Analyse
4	**Qualitätssicherung**	**Quelle**	
4.1	Dokumente richtig beschriften	DIN EN 82045-2	Dokumentenmanagement – Teil 2: Metadaten und Informationsreferenz-modelle
4.2	5 W-Methode anwenden	ISO 13053-2	Quantitative Verfahren zur Prozessverbesserung. Six Sigma. Werkzeuge und Techniken
4.3	PDCA anwenden	DIN EN ISO 9001	Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (ISO 9001:2015)
4.4	Ishikawa-Diagramm anwenden	ISO 13053-2	Quantitative Verfahren zur Prozessverbesserung. Six Sigma. Werkzeuge und Techniken
4.5	SIPOC anwenden	ISO 13053-2	Quantitative Verfahren zur Prozessverbesserung. Six Sigma. Werkzeuge und Techniken
4.6	10er Regel beachten	ISO 13053-2	Quantitative Verfahren zur Prozessverbesserung. Six Sigma. Werkzeuge und Techniken
5	**Vortrag**	**Quelle**	
5.1	Roter Faden beachten	Fachliteratur	Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation
5.2	Inhalt, Sprache und Ziel an das Publikum anpassen	Fachliteratur	Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation
5.3	Einheitliches Design benutzen	Fachliteratur	Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation
5.4	Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte	Fachliteratur	Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation
5.5	Bilder links vom Text setzen	Fachliteratur	Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation
5.6	Gut lesbar max. 7 Stichpunkte	Fachliteratur	Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation
5.7	Kurze Teilsätze bilden	Fachliteratur	Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation
5.8	Wenig Animationen und Übergänge benutzen	Fachliteratur	Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation

Tabelle 4-5 Erweiterte Sorgfaltsprinzipien Teil 2

4.2.1 Mathematisch/physikalische Grundlagen (1)

SI-Einheiten benutzen (1.1)

Das Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) verpflichtet in Deutschland die Verwendung von SI-Einheiten in amtlichen und gesetzlichen Bereichen, wie z. B. im Handel, in der Verwaltung und im Bildungswesen. Dies dient der Rechtssicherheit, Einheitlichkeit und internationalen Vergleichbarkeit von Messgrößen. (Einheiten- und Zeitgesetz, 1969)

Formeln normkonforme schreiben (1.2)

Die DIN 1338 (DIN 1338, 2011) sorgt für eine einheitliche, klare und verständliche Darstellung von Formeln, sodass sie eindeutig lesbar, fehlerfrei interpretierbar und normgerecht kommunizierbar sind – besonders in technischen, wissenschaftlichen und schulischen Kontexten**.** Ziel ist ein klar lesbares, übersichtliches und typografisch sauberes Erscheinungsbild von Formeln, das auch die eindeutige Interpretation gewährleistet.

Zentrale Elemente sind die Verwendung unterschiedlicher Schriftarten und -lagen (Abbildung 4-9). Formelzeichen für physikalische Größen oder Variablen werden kursiv bzw. geneigt gesetzt (z. B. *F* für Kraft oder *m* für Masse), während Einheiten, mathematische Konstanten und Operatoren wie sin, Δ, $\int$ oder e in geradestehender Schrift dargestellt werden. Besonders wichtig ist die Unterscheidung ähnlicher Zeichen, etwa zwischen dem „lateinisch[en] υ und dem griechisch[en] ν; daher ist das υ in der kursiven Form υ […] zu setzen“ (DIN 1338, 2011)**.**

Indizes dienen der weiteren Differenzierung von Zeichen. Sie können sowohl geradestehend als auch kursiv sein – je nach Bedeutung. Beispielsweise steht in der Formel C_p der Index *p* kursiv für Druck, während C_g mit geradestehendem g für gasförmig steht. Auch mehrstufige Indizes (z. B. $V_{p_1 \upsilon t_1}$ für das Volumen bei Druck p_1 und Temperatur t_1) sind möglich, sollten aber zur besseren Lesbarkeit unterschiedlich große Schriftgrößen verwenden.

Beim Formelaufbau ist der sogenannte Ausschluss wichtig – also der Abstand zwischen den Zeichen. So werden Zahlen zur besseren Lesbarkeit in Dreiergruppen getrennt, z. B. 9 086,653 5. Zwischen Einheiten und ihren Vorsätzen darf kein Abstand stehen (mN für Millinewton), jedoch zwischen Zahlenwert und Einheit (10 m, 5 %).

Für Multiplikationen empfiehlt die Norm, den Multiplikationspunkt „·“ nur zu verwenden, wenn er zur Klarheit beiträgt, etwa bei m · g, ansonsten sollten Faktoren nebeneinandergestellt werden (abc statt a · b · c). Für Vektorprodukte wird ein liegendes Kreuz (×) verwendet, z. B. in $E = S \times H$. Klammern sind entscheidend, um Rechenreihenfolgen korrekt darzustellen – etwa muss $(\mathrm{a}+\mathrm{b})/\mathrm{c}$ eindeutig geklammert werden, um Missverständnisse wie $\mathrm{a}+\mathrm{b}/\mathrm{c}$ zu vermeiden.

Integrale und Summenzeichen sollten optisch hervorgehoben sein, mit Grenzen ober- und unterhalb des Symbols (z. B. $\int_0^3 f(x)dx$). Formeln im Fließtext werden nur bei kurzen Ausdrücken integriert, längere oder wichtige Formeln sollten freistehend und ggf. nummeriert sein, z. B. Formel 4-2:

$$\eta_t = \frac{R_r}{R_r + R_1}$$

Formel 4-2 Strahlungswirkungsgrad

Wird ein Formelzeichen mit einem Wort verbunden, erfolgt dies per Bindestrich (x-y-Ebene, 10-Ω-Widerstand). Schließlich gelten diese typografischen Regeln auch für

Beschriftungen in technischen Zeichnungen und Diagrammen, um Einheitlichkeit zu wahren. Insgesamt dient DIN 1338 als umfassende Orientierung für die normkonforme Formelschreibweise.

Nr	Gegenstand	Schriftlage	Beispiele	Hinweise
1	Zahlen			
1.1	in Ziffern geschrieben	geradestehend	$1{,}32 \cdot 10^6$; $\frac{2}{3}$; 3/4; $6\,r^2$; k_0; a_{23}; 625-fach	Die Festlegungen gelten auch für römische Zahlzeichen. Ziffern zum Bezeichnen von Bildeinzelheiten werden nach DIN 461 kursiv/geneigt gesetzt, Beispiel: *1* Ölsonde B 6 *2* Ölpumpe *3* 500 m^2 große Ölschlammfläche
1.2	durch Buchstaben dargestellt (allgemein)	kursiv/geneigt	$\sqrt[n]{3}$; a_{ik}; n-fach; 2^n; $\sum_{i=1}^{m} k_{ih}$ für $h = 1, 2, \ldots, n$	
1.3	mathematische Konstanten	geradestehend	$\pi = 3{,}141\,59\ldots$ $\mathrm{e} = 2{,}718\,28\ldots$ $\mathrm{i} = \mathrm{j}$ mit $\mathrm{i}^2 = \mathrm{j}^2 = -1$	
2	Formelzeichen für physikalische Größen	kursiv/geneigt	M (Kraftmoment) m (Masse) C (Kapazität) F (Kraft) μ (Permeabilität) } Siehe jedoch die Zeichen in Nr 3 und 5.	Siehe DIN 1304-1. Zu Vektoren und Tensoren siehe 3.1. Komplexe Größen und Zeigergrößen dürfen nach DIN 5483-3 unterstrichen werden.
3	Zeichen für Einheiten	geradestehend	Einheiten ohne Vorsätze: m (Meter) C (Coulomb) F (Farad) } Siehe jedoch die Zeichen in Nr 2. Einheiten mit Vorsätzen: mm (Millimeter) µF (Mikrofarad) MHz (Megahertz)	Siehe DIN 1301-1.
4	Zeichen für Funktionen und Operatoren			
4.1	Zeichen, deren Bedeutung frei gewählt werden kann	kursiv/geneigt	$f(x)$; $g(x)$; $\varphi(x)$; $u(x)$; $L(y) = y'' + f_1(y') + f_2(y)$	
4.2	Zeichen mit konventioneller Bedeutung	geradestehend	d; ∂; Δ; $\int$; $\sum$; $\prod$; div; lim; Re (Realteil); sin; lg; Γ (Gammafunktion); exp; ln; δ (Delta-Distribution)	Die Operatoren grad, rot und nabla (∇), die formal Vektoren sind, werden bei Bedarf fett gesetzt.
5	Formelzeichen für Dimensionen	geradestehend, serifenlos	L (Länge) M (Masse) T (Zeit) I (Stromstärke) Θ thermodynamische Temperatur N (Stoffmenge) J (Lichtstärke)	$\mathrm{L} = \dim l$ $\mathrm{M} = \dim m$ $\mathrm{T} = \dim t$ $\mathrm{I} = \dim I$ $\Theta = \dim T$ $\mathrm{N} = \dim n$ $\mathrm{J} = \dim I_v$
6	Symbole für Chemie und Atomphysik	geradestehend	Fe (Eisen) H_2SO_4 (Schwefelsäure) e^- (Elektron) p (Proton) α (Alphateilchen)	Chemische und atomphysikalische Angaben an den Symbolen siehe 3.5.

Abbildung 4-9 Verwendung der Zeichen (DIN 1338, 2011)

Richtige Rechtschreibung der Größenwert beachten (1.3)

Eine Beschreibung des Größenwerts ist dem Abschnitt 3.2 zu entnehmen.

In der DIN 1338 (DIN 1338, 2011) wird festgelegt, wann im Formelsatz[5] kein bzw. ein Leerzeichen gesetzt wird. Ein Leerzeichen dient im Formelsatz vor allem dazu, die Gliederung der Formel sichtbar zu machen, Missverständnisse zu vermeiden und die Lesbarkeit zu erhöhen. Die Größe des Abstands ist nicht starr festgelegt, sondern richtet sich nach dem optischen Eindruck, der Länge der Terme und der Breite des Satzspiegels.

Ausschluss[6] setzten:

- Innerhalb von Formeln, um logisch zusammengehörige Teile voneinander zu trennen.
- Bei langen Zahlen: Nach dem Dezimalkomma links und rechts in Dreiergruppen (z. B. 9 086,653 5), aber nicht mit Punkten oder weiteren Kommas.
- Zwischen Funktions-/Operatorzeichen und ihrem Argument, z. B. sin α oder ln x – Ausnahme: kein Leerzeichen bei d, ∂ und Δ in dx, ∂y, ΔE.
- Zwischen Zahlenwert und Einheit (inkl. %): 10 m, 35 %.
- Zwischen Faktoren bei Produkteinheiten, wenn kein Multiplikationszeichen verwendet wird: N m (aber nicht Nm, um Verwechslung mit „Newtonmeter“ zu vermeiden).
- Vor und nach Satzzeichen, wenn die Formel Teil eines Satzes ist.
- Zwischen Formelzeichen und gekoppeltem Wort, wobei Bindestriche gesetzt werden: x-y-Ebene, 10-Ω-Widerstand.

Kein Ausschluss setzten:

- Zwischen Einheitenvorsatz und Einheit: mm, kV (nicht m m, k V).
- Zwischen Zahlenwert und den Einheitenzeichen für Grad, Minute, Sekunde bei ebenen Winkeln: 30°15′20″.
- Zwischen Differential-/Differenzsymbolen und Argumenten: dx, ∂y, ΔE.
- Zwischen Buchstaben, die ein einziges Formelzeichen bilden (auch bei chemischen Symbolen): Fe, NaCl.
- Innerhalb zusammengesetzter Symbole, Indizes oder hochgestellter Potenzen (außer bei mehreren Indizes, die durch Komma, Zwischenraum oder Klammern getrennt werden müssen, um Verwechslung zu vermeiden).

Taschenrechner richtig einstellen (1.4)

Damit mathematische Berechnungen – insbesondere bei Winkelfunktionen – korrekt sind, muss der Taschenrechner im richtigen Modus eingestellt sein (z. B. DEG für Grad oder RAD für Bogenmaß). Falsche Einstellungen führen zu falschen Ergebnissen.

---

[5] Ein Formelsatz ist die typografisch korrekte und normgerechte Darstellung mathematischer, physikalischer oder chemischer Formeln im Text oder als freistehende Gleichung.
[6] Abstand zwischen zwei Zeichen in der Zeile

Grundlegendes Rechnen beachten & Brüche richtig verrechnen (1.5 & 1.6)

Das Beachten des grundlegenden Rechnens – wie Rechenregeln, Einheitenumrechnung, Klammer- und Vorzeichenregeln – ist entscheidend für korrekte, nachvollziehbare und reproduzierbare Ergebnisse in technischen und naturwissenschaftlichen Anwendungen. (Papula, 2024)

Einheiten richtig umrechnen (1.7)

Das Tabellenbuch Metall (Gomeringer, et al., 2025) stellt beispielsweise normgerechte Umrechnungsfaktoren bereit, um physikalische Größen korrekt und einheitlich in andere Einheiten zu überführen – eine Grundlage für präzises Arbeiten im technischen Bereich.

Strukturierte Rechenweise beachten (1.8)

Strukturiertes Rechnen ist wichtig, weil es Fehlerquellen minimiert, den Überblick über komplexe Zusammenhänge bewahrt und eine klare Nachvollziehbarkeit der einzelnen Rechenschritte ermöglicht (siehe unten). Durch systematisches Vorgehen werden Zwischenergebnisse überprüfbar, Plausibilitätsfehler schneller erkannt und falsche Annahmen rechtzeitig korrigiert. So steigt nicht nur die Genauigkeit der Ergebnisse, sondern auch die Effizienz und Sicherheit im gesamten Arbeitsprozess.

1. Ansatz in Variablen
2. Umformung in Variablen
3. Quellenangaben
4. Markierung der verwendeten/abgelesenen Werte in Diagrammen und Tabellen
5. Einsetzen der Zahlenwerte mit Einheiten
6. Berechnung der Endergebnis mit Einheit
7. Schlusssatz (Kloss-Grote, Interne Kommunikation HAW, 2025)

4.2.2 Entwicklungsprojektmanagement (2)

Interdisziplinäres Zusammenarbeiten (2.1)

Schwierige Probleme bei der Produktentwicklung können i.d.R. nicht von einer einzigen Person gelöst werden. Stattdessen arbeiten oft mehrere Personen – manchmal gleichzeitig, manchmal nacheinander – zusammen. Diese kommen oft aus unterschiedlichen Fachbereichen und bilden so ein Team, das gemeinsam das Problem löst. (VDI 2221 Blatt 1, 2019)

Anforderungen belegen (2.2)

Anforderungen sind nicht nur die Ziele, die erreicht werden sollen, sondern entstehen auch durch verschiedene Methoden, die helfen, den Auftrag oder das Problem besser zu abstrahieren. Dazu gehört zum Beispiel, die Anforderungen zu prüfen und zu ergänzen, eigene Anforderungen hinzuzufügen und das Problem aus der Sicht der Entwickler klar zu beschreiben. Außerdem gehört dazu, dass weitere Vorgehen zu planen und die Aufgaben zu strukturieren. (VDI 2221 Blatt 1, 2019) Darüber hinaus sollten Anforderung quantifiziert werden, um das erreichen qualitativ zu bewerten.

Aufgaben richtig lesen (2.3)

Das richtige Lesen von Aufgaben ist entscheidend, um die Fragestellung genau zu verstehen, alle gegebenen Informationen korrekt zu erfassen und die passende Lösungsstrategie wählen zu können. (Hohn, 2012)

Ziele/Nicht Ziele formulieren (2.4)

Nach VDI 2221 Blatt 1 (VDI 2221 Blatt 1, 2019) beschreiben Ziele, was ein Produkt leisten soll. Sie sind klar, messbar und dienen als Orientierung für die Entwicklung. Nicht-Ziele legen fest, was bewusst nicht umgesetzt wird, um den Fokus zu wahren und Missverständnisse zu vermeiden.

SMARTe Formulierung der Ziele (2.5)

Eine SMARTe Zielformulierung sorgt dafür, dass Ziele klar und präzise definiert werden (siehe Abbildung 4-10). Sie müssen **s**pezifisch sein, damit genau feststeht, was erreicht werden soll. Gleichzeitig müssen sie **m**essbar sein, damit der Fortschritt und die Erreichung des Ziels überprüfbar sind. Das Ziel sollte von allen Beteiligten mitgetragen und **a**kzeptiert werden, insbesondere wenn mehrere Personen oder Teams an der Umsetzung beteiligt sind. Die Erreichbarkeit stellt sicher, dass die Ziele **r**ealistisch und umsetzbar bleiben, was die Motivation erhöht. Schließlich sorgt die **T**erminierung dafür, dass eine klare zeitliche Grenze gesetzt wird, was den Handlungsdruck und die Planungssicherheit verbessert. Insgesamt führt die SMART-Methode dazu, dass Ziele besser verstanden, effizienter verfolgt und erfolgreicher umgesetzt werden können.

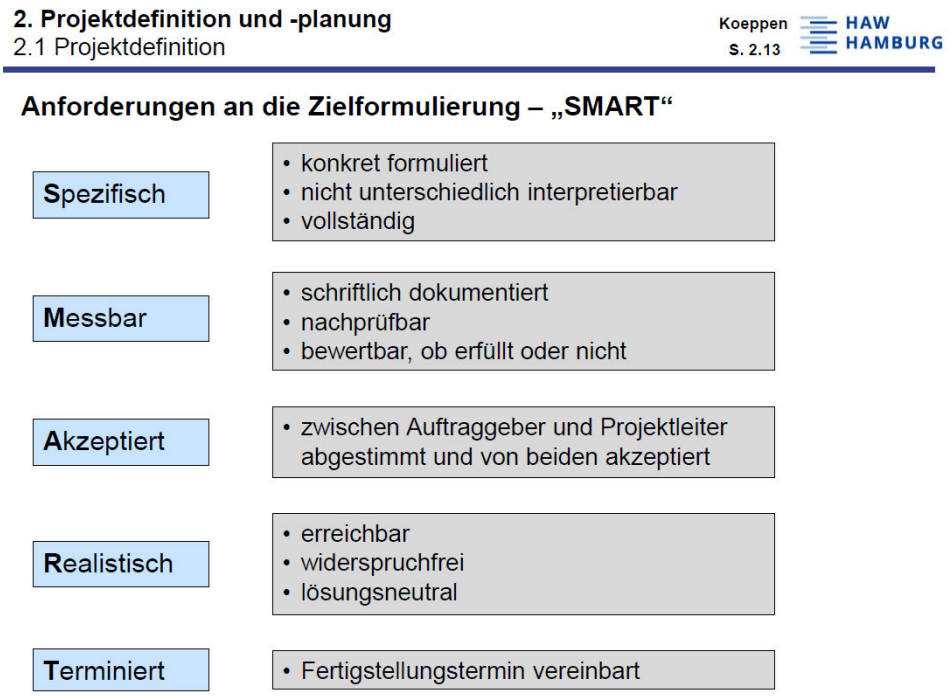


Abbildung 4-10 SMART (Koeppen, 2021)

Strukturiert vorgehen (2.6)

Das strukturierte Vorgehen nach VDI 2223 (VDI 2223, 2004) beschreibt einen systematischen Prozess zur Entwicklung technischer Produkte und ist in Abbildung 4-11 dargestellt. Es gliedert sich in mehreren aufeinander aufbauenden Phasen. Zunächst wird die Aufgabenstellung geklärt und präzisiert. Dabei werden alle Anforderungen, Randbedingungen und Zielvorgaben erfasst und dokumentiert, etwa in Form eines Lasten- oder Pflichtenhefts. Im nächsten Schritt werden Lösungsprinzipien und Strukturen erarbeitet. Dazu analysiert man die Funktionen des Produkts, entwickelt unterschiedliche Lösungsansätze und bewertet diese nach festgelegten Kriterien wie Funktionserfüllung, Wirtschaftlichkeit oder Fertigbarkeit.

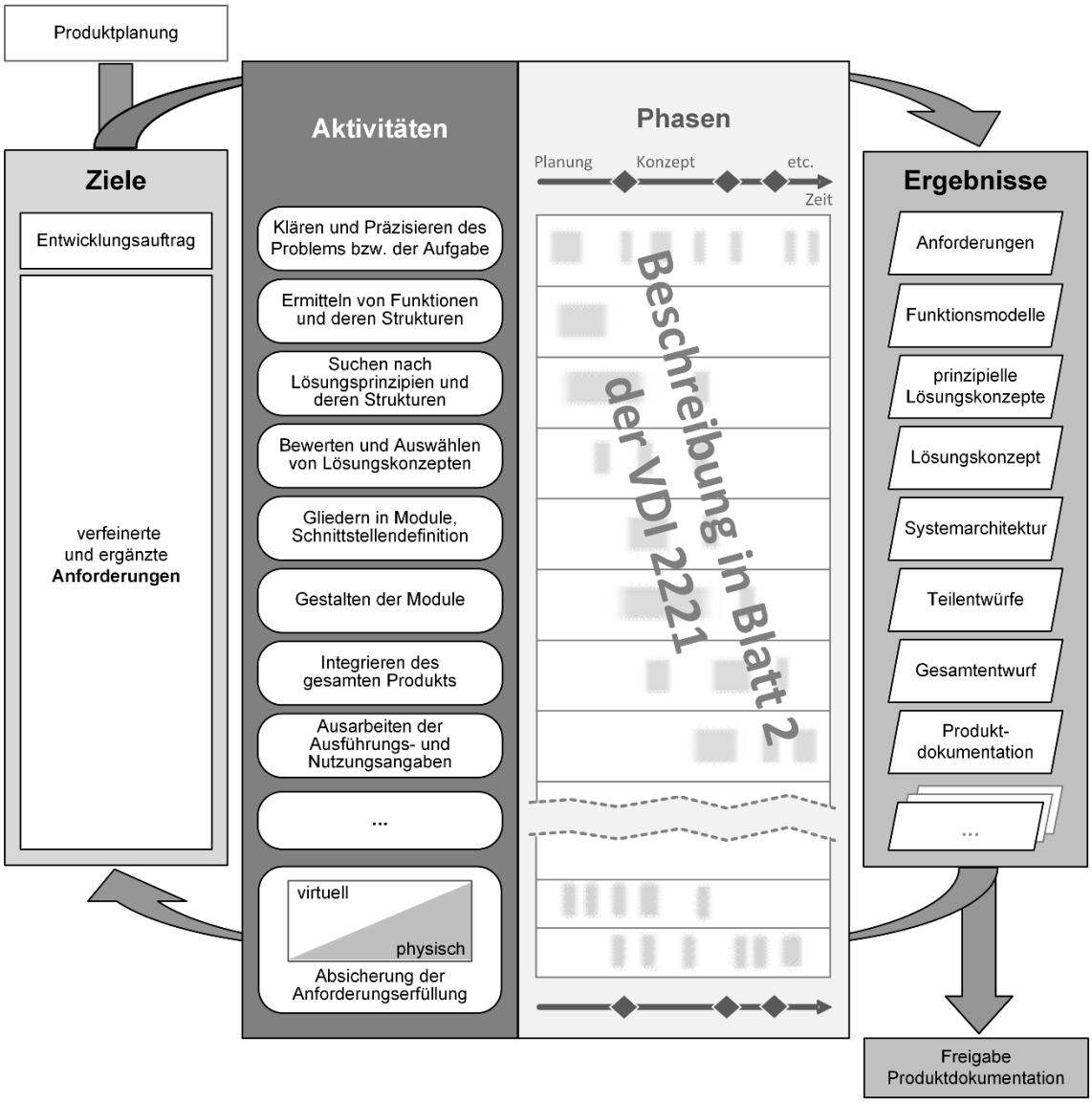


Abbildung 4-11 Allgemeines Modell der Produktentwicklung (VDI 2221 Blatt 1, 2019)

Nach Auswahl eines geeigneten Lösungsansatzes folgt die Ausarbeitung einer funktionsfähigen Gesamtlösung. In dieser Phase werden konkrete Bauteile und Baugruppen konstruiert, dimensioniert und hinsichtlich ihrer Fertigung und Montage optimiert. Abschließend werden alle für die Herstellung notwendigen Unterlagen erstellt. Dazu gehören detaillierte Fertigungs- und Montagezeichnungen, Stücklisten, Maß- und Toleranzangaben sowie gegebenenfalls Montageanleitungen und technische Dokumentationen.

Wichtig ist, dass der Prozess nicht strikt linear verläuft. Erkenntnisse aus späteren Phasen können dazu führen, dass frühere Schritte überarbeitet werden müssen. Die VDI 2223 legt somit Wert auf ein methodisches, nachvollziehbares und iteratives Vorgehen in der Produktentwicklung.

In Systemen denken (2.7)

Ein weiterer zentraler Aspekt der Richtlinie ist das Systemdenken. Technische Produkte werden nicht als bloße Anordnung von Bauteilen betrachtet, sondern als ganzheitliche Systeme mit klar definierten Funktionen und komplexen Wechselwirkungen. Dabei steht bei der Entwicklung nicht die sofortige technische Umsetzung im Fokus, sondern

zunächst die Frage, welche Aufgaben das Produkt erfüllen soll. Diese funktionale Betrachtung bildet die Grundlage für eine strukturierte Entwicklung. Komplexe Produkte werden in Teilsysteme und Baugruppen gegliedert, was Transparenz schafft, und die Zusammenarbeit verschiedener Fachbereiche erleichtert. Auch Schnittstellen zu angrenzenden Systemen – etwa in der Elektronik oder Software – werden bewusst in den Entwicklungsprozess integriert, um ein robustes und abgestimmtes Gesamtsystem zu entwickeln. (VDI 2221 Blatt 1, 2019)

Variantenbildung und Bewertung (2.8)

Ein besonders wichtiger Baustein ist zudem die systematische Variantenbildung und Bewertung. Die VDI 2221 fordert ausdrücklich, nicht vorschnell eine einzige Lösung zu verfolgen, sondern gezielt mehrere Alternativen zu entwickeln. Mithilfe kreativer Methoden werden vielfältige Lösungsansätze erzeugt. Diese werden dann anhand definierter technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Kriterien systematisch bewertet. Ziel ist es, die objektiv beste Lösung zu identifizieren, anstatt sich frühzeitig auf eine möglicherweise ungeeignete Variante festzulegen. So wird die Qualität und Nachhaltigkeit der finalen Konstruktion erhöht. (VDI 2221 Blatt 1, 2019)

Iterative Arbeiten (2.9)

Ein weiterer wesentlicher Grundsatz der Richtlinie ist das iterative Arbeiten. Obwohl der Entwicklungsprozess phasenweise aufgebaut ist, verläuft er keineswegs strikt linear. Vielmehr erlaubt – und fordert – die VDI 2221 (VDI 2221 Blatt 1, 2019), bei neuen Erkenntnissen flexibel in vorherige Phasen zurückzuspringen. Beispielsweise kann eine technische Bewertung oder ein Prototyp zeigen, dass Anforderungen neu formuliert oder Konzepte überarbeitet werden müssen. Diese Rückkopplungen sind ausdrücklich erwünscht und gelten nicht als Rückschritt, sondern als Zeichen eines qualitativ hochwertigen, lernenden Entwicklungsprozesses. Iteratives Vorgehen ermöglicht eine kontinuierliche Verbesserung und trägt dazu bei, spätere Konstruktionsfehler zu vermeiden. Im Kapitel 4.2.4 unter dem Punkt 10er Regel ist mehr zum Thema Kosten durch Konstruktionsfehler.

4.2.3 Inhaltliches Vorgehen (3)

Kreativität (beim konstruieren) (3.1)

Die VDI-Richtlinie 2221 betont, dass Kreativität ein zentraler Bestandteil des Konstruktionsprozesses ist. Besonders in den frühen Phasen, wie der Analyse und der Konzeptfindung, spielt kreatives Denken eine entscheidende Rolle. Ziel ist es, innovative, funktionale und wirtschaftliche Lösungen zu entwickeln. Dabei werden verschiedene kreative Methoden eingesetzt, um möglichst viele unterschiedliche Lösungsansätze zu generieren. Durch gezielte Förderung von Kreativität können neuartige Konzepte entstehen, die über konventionelle Denkansätze hinausgehen und somit zur Verbesserung technischer Produkte beitragen. (VDI 2221 Blatt 1, 2019)

Risiko bewerten (z.B. FMEA) (3.2)

Die FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) nach DIN EN 60812 ist eine systematische Methode zur Identifikation und Bewertung potenzieller Fehlerarten, ihrer Ursachen und Auswirkungen in Produkten oder Prozessen. Ziel ist es, Risiken frühzeitig zu

erkennen, zu bewerten und durch geeignete Maßnahmen zu minimieren. Die Norm legt dabei strukturierte Schritte fest, darunter das Erfassen möglicher Fehler, deren Analyse hinsichtlich Bedeutung, Auftretenswahrscheinlichkeit und Entdeckbarkeit sowie das Priorisieren von Risiken. (DIN EN 60812, 2015)

Bewertungsmethoden (z.B. SWOT) anwenden (3.3)

Die SWOT-Analyse (*Strength, Weakness, Opportunity, Threads*) ist in der Produktentwicklung ein zentrales Werkzeug, um die Ausgangslage eines Projekts systematisch zu erfassen und strategische Entscheidungen abzusichern. Sie betrachtet sowohl interne als auch externe Faktoren und gliedert sich in vier Bereiche: Stärken (S), Schwächen (W), Chancen (O) und Risiken (T).

Unter den Stärken werden alle internen Vorteile erfasst, die dem Produkt einen Wettbewerbsvorsprung verschaffen können, etwa eine innovative Technologie, ein erfahrenes Entwicklungsteam oder besonders hochwertige Materialien. Schwächen hingegen sind interne Punkte, die den Erfolg behindern könnten, wie fehlende Produktionskapazitäten, hohe Kosten oder eine unklare Zielgruppe. Chancen beziehen sich auf externe Entwicklungen, die das Produkt begünstigen, beispielsweise neue Marktsegmente, technologische Trends oder Förderprogramme, während Risiken externe Gefahren darstellen, die den Markterfolg gefährden können, etwa neue Wettbewerber, regulatorische Änderungen oder Rohstoffknappheit.

Durch diese strukturierte Analyse lassen sich die eigenen Stärken gezielt ausspielen, Schwächen frühzeitig bearbeiten, Chancen nutzen und Risiken absichern. In der Produktentwicklung wird die SWOT-Analyse idealerweise zu Beginn eingesetzt, um die Ausrichtung festzulegen, und später wiederholt, um auf Veränderungen im Markt oder im Projektumfeld reagieren zu können. So entsteht eine fundierte Basis für faktenbasierte Entscheidungen, eine klare Priorisierung von Maßnahmen und eine effiziente Ressourcennutzung. (Bundesverwaltungsamt, 2025)

Stärken (intern) Welche Stärken haben wir?	**Schwächen (intern)** Welche Schwächen haben wir?
Chancen (extern) Welche Chancen bietet das Umfeld?	**Risiken (extern)** Welche Risiken birgt das Umfeld?

Abbildung 4-12 SWOT-Analyse (Bundesverwaltungsamt, 2025)

4.2.4 Qualitätssicherung (4)

Dokumente richtig beschriften (4.1)

Eine korrekte Beschriftung von Dokumenten ist entscheidend, um Inhalte eindeutig, verständlich und nachvollziehbar darzustellen. Sie erleichtert die Orientierung, verhindert Missverständnisse und stellt sicher, dass Informationen konsistent und normgerecht kommuniziert werden – besonders in wissenschaftlichen, technischen und rechtlichen Kontexten. So trägt sie maßgeblich zur Qualität und Zuverlässigkeit eines Dokuments bei. Die nachfolgenden Aufzählung ist eine Fortsetzung von Punkt 3.1 aus Kapitel 4.1.3.

„Diese Nummern dienen zur einfacheren Übersicht innerhalb der Tabelle 4. Die DMA-Nummern sind entsprechend der folgenden Liste festgelegt, entsprechend den Aktivitäten (und unterstützenden Funktionen für Aktivitäten). Querverweise zur IEC 82045-1 sind in Klammern angegeben.

a) Identifikation (6.2.2);
b) Beschreibung (6.2.3);
c) Klassifikation (6.2.3);
d) Aktivitäten und Status (6.2.2);
e) Arbeitsvorbereitung (6.3 und 6.6);
f) Review (6.4.2 und 6.6.1);
g) Genehmigungen (6.4.2 und 6.6.1);
h) Freigabe und Gültigkeit (6.4.3 und 6.6.2);
i) Sicherheit und Zugriffsberechtigungen (6.2.3);
j) Beziehungen eines Dokuments zu anderen Objekten (6.2.3);
k) Dokumentversionsverlauf (6.2.3 und 6.6.1);
l) Beziehungen eines Dokuments zu anderen Dokumenten (6.2.3);
m) Organisation, Personen und deren Rollen (6.2.2);
n) Festlegungen zu Dateien (6.5.2);
o) Subskription (6.5.1);
p) Verteilung (6.5.1);
q) Archivierung (6.7).“ (DIN EN 82045-2, 2005)

Nach DIN EN 82045-2 (DIN EN 82045-2, 2005) soll ein Dokument richtig beschriftet werden, indem wichtige Metadaten wie Titel, Erstellungsdatum, Version, Autor und Dokumenttyp klar angegeben werden. Dies gewährleistet eine eindeutige Identifikation, Nachverfolgbarkeit und einfache Auffindbarkeit der Dokumente im Informationsmanagement. Die standardisierte Beschriftung unterstützt eine strukturierte und effiziente Dokumentenverwaltung.

Ein Dokument durchläuft im Rahmen seines Lebenszyklus verschiedene Aspekte, die strukturiert betrachtet werden. Dazu gehört zunächst die Identifikation, also die eindeutige Kennzeichnung des Dokuments. Es folgt die Beschreibung, die den Inhalt und Zweck des Dokuments näher erläutert. Die Klassifikation ordnet das Dokument bestimmten Kategorien oder Typen zu. Informationen zu Aktivitäten und dem aktuellen Status zeigen, in welchem Bearbeitungsstadium sich das Dokument befindet. Die Arbeitsvorbereitung umfasst Maßnahmen zur Erstellung oder Bearbeitung des Dokuments. Im Anschluss erfolgt ein Review, also eine inhaltliche Überprüfung durch entsprechende Personen oder Gruppen. Danach sind Genehmigungen erforderlich, bevor das Dokument freigegeben wird und eine verbindliche Gültigkeit erhält.

Zudem sind Aspekte der Sicherheit und Zugriffsberechtigungen wichtig, um festzulegen, wer das Dokument einsehen oder bearbeiten darf. Die Beziehungen eines Dokuments zu anderen Objekten und der Dokumentversionsverlauf geben Auskunft über Abhängigkeiten und Änderungen im Zeitverlauf. Ebenso werden Beziehungen zu anderen Dokumenten gepflegt, um Zusammenhänge transparent zu machen. Auch die Organisation, die beteiligten Personen sowie deren Rollen werden dokumentiert. Festlegungen zu Dateien klären Formate, Speicherorte und weitere technische Details. Durch eine Subskription können Nutzer über Änderungen informiert werden. Die Verteilung regelt, wer das

Dokument erhält, während die Archivierung sicherstellt, dass es langfristig aufbewahrt und zugänglich bleibt.

5 W-Methode anwenden (4.2)

Die 5-W-Methode nach ISO 13053-2 (ISO 13053-2, 2011) ist ein einfaches, aber effektives Werkzeug zur Ursachenanalyse in der Prozessverbesserung. Durch das wiederholte Fragen nach dem „Warum?“ (mindestens fünfmal) wird die Wurzelursache eines Problems ermittelt – nicht nur die Symptome. Sie hilft, Prozesse gezielt und nachhaltig zu verbessern, indem sie tiefere Einsichten in Fehlerquellen liefert.

PDCA-Zyklus anwenden (4.3)

Der PDCA-Zyklus nach DIN EN ISO 9000 (DIN EN ISO 9000, 2015) ist ein zentrales Modell für kontinuierliche Verbesserung in Qualitätsmanagementsystemen. Dieser Zyklus ist in Abbildung 4-13 dargestellt.

In der Plan-Phase werden Ziele festgelegt und Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele geplant. Die anschließende Do-Phase umfasst die Umsetzung der geplanten Maßnahmen im kleinen Rahmen. In der Check-Phase werden die Ergebnisse überprüft und mit den gesetzten Zielen verglichen. Die Act-Phase dient schließlich dazu, erfolgreiche Maßnahmen zu standardisieren oder bei Abweichungen Anpassungen vorzunehmen. In diesem Zusammenhang beschreibt die DIN EN ISO 9000 ein Qualitätsmanagementsystem als eine Gesamtheit von Tätigkeiten,

> *„mit denen die Organisation ihre Ziele ermittelt und die Prozesse und Ressourcen bestimmt, die zum Erreichen der gewünschten Ergebnisse erforderlich sind“.* (DIN EN ISO 9000, 2015)

Der PDCA-Zyklus bildet somit das methodische Grundgerüst, um diese Tätigkeiten systematisch und zielgerichtet umzusetzen.

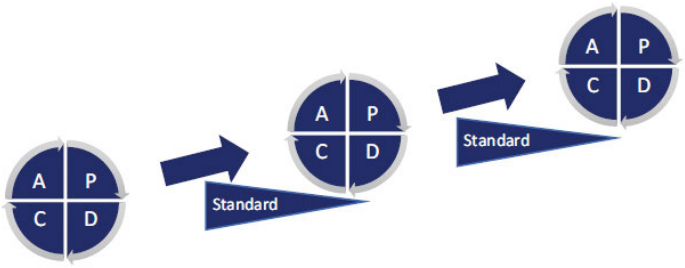


Abbildung 4-13 PDCA & Kaizen (Fritz, Helmold, Hummel, & Treu, 2024)

In Abbildung 4-13 bildet über den PDCA-Zyklus, die Standartsicherung ab. Die Sicherung wird auch als Kaizen bezeichnet. Kaizen kommt aus dem Japanischen und bedeutet so viel wie der „Wandel zum Besseren“. Es ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP), bei dem durch kleine, stetige Veränderungen Arbeitsabläufe effizienter und qualitativ hochwertiger gestaltet werden.

Bei Kaizen werden alle Mitarbeitenden einbezogen, um durch kleine, fortlaufende Veränderungen langfristig nachhaltige Fortschritte zu erzielen. Kaizen fördert eine Kultur des Lernens und der Zusammenarbeit, bei der Fehler als Chancen zur Verbesserung

gesehen werden. So trägt Kaizen dazu bei, Verschwendung zu reduzieren, die Produktivität zu steigern und die Zufriedenheit im Unternehmen zu erhöhen. (REFA, 2025)

SIPOC anwenden (4.4)

SIPOC ist ein Werkzeug aus dem Qualitäts- und Prozessmanagement, das hilft, einen Prozess in seinem Gesamtkontext übersichtlich darzustellen (Abbildung 4-14). Die Abkürzung steht für ***S**upplier*, ***I**nput*, ***P**rocess*, ***O**utput* und ***C**ustomer*. Mit SIPOC werden die wichtigsten Elemente eines Prozesses auf einer hohen Abstraktionsebene beschrieben, um ein gemeinsames Verständnis zwischen allen Beteiligten zu schaffen. Dabei wird zunächst festgehalten, wer die Lieferanten des Prozesses sind und welche Eingaben (Inputs) sie bereitstellen. Anschließend wird der eigentliche Prozess in wenigen Schritten beschrieben, gefolgt von den Ergebnissen (Outputs), die der Prozess erzeugt. Zuletzt werden die Empfänger dieser Ergebnisse, also die Kunden, identifiziert. SIPOC eignet sich besonders gut als Einstieg in die Prozessanalyse, beispielsweise im Rahmen von Lean Management oder Six Sigma, da es die relevanten Schnittstellen und Verantwortlichkeiten frühzeitig sichtbar macht. Durch seine einfache Struktur fördert das Modell die Kommunikation im Team, verhindert Missverständnisse und dient als Grundlage für weitere Optimierungsmaßnahmen.

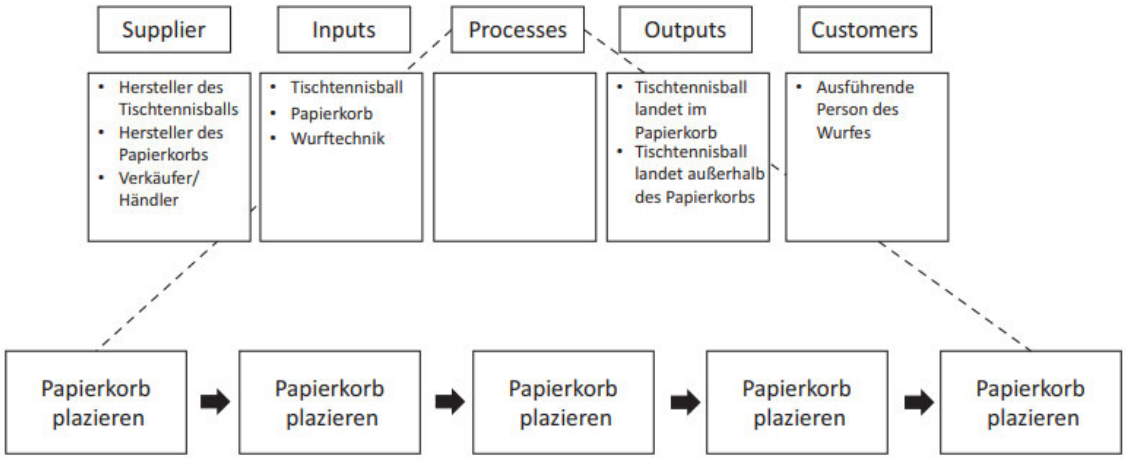


Abbildung 4-14 SIPOC

Ishikawa-Diagramm anwenden (4.5)

Das Ishikawa-Diagramm, ist ein zentrales Werkzeug in der Analysephase des PDCA-Zyklus nach ISO 13053-2 (ISO 13053-2, 2011) und dient der systematischen Identifikation möglicher Ursachen eines Problems. Es wird typischerweise mit Brainstorming kombiniert, um zunächst eine umfassende Sammlung potenzieller Einflussfaktoren anzulegen.

Der Aufbau folgt einem klaren Schema: Zunächst wird das zu analysierendes Problem präzise formuliert und als Kopf des Fischs dargestellt. Eine horizontale Hauptlinie führt zu diesem Kopf, von der schräg verschiedene Hauptkategorien abzweigen – Maschine, Methode, Material, Mensch, Messung, Milieu/Umwelt (siehe Abbildung 4-15). Unter diesen Hauptzweigen werden detaillierte Unterursachen als weitere Äste hinzugefügt, wodurch sich der Fischgrätenbaum verzweigt, und das Ursachengefüge visualisiert.

Die ISO 13053-2 (ISO 13053-2, 2011) empfiehlt nach Fertigstellung des Diagramms, die erfassten Ursachen zu bewerten und diejenigen herauszuarbeiten, deren Einfluss auf

das Problem besonders groß ist. Im Anschluss folgt die Verifizierung dieser Hauptursachen, beispielsweise durch Kennzahlen.

Insgesamt ermöglicht das Ishikawa-Diagramm einen strukturierten und visuellen Blick auf ein Problem sowie dessen Ursachen – es fördert Transparenz, Vollständigkeit und zielgerichtete Analyse, bevor konkrete Maßnahmen zur Problemlösung abgeleitet werden.

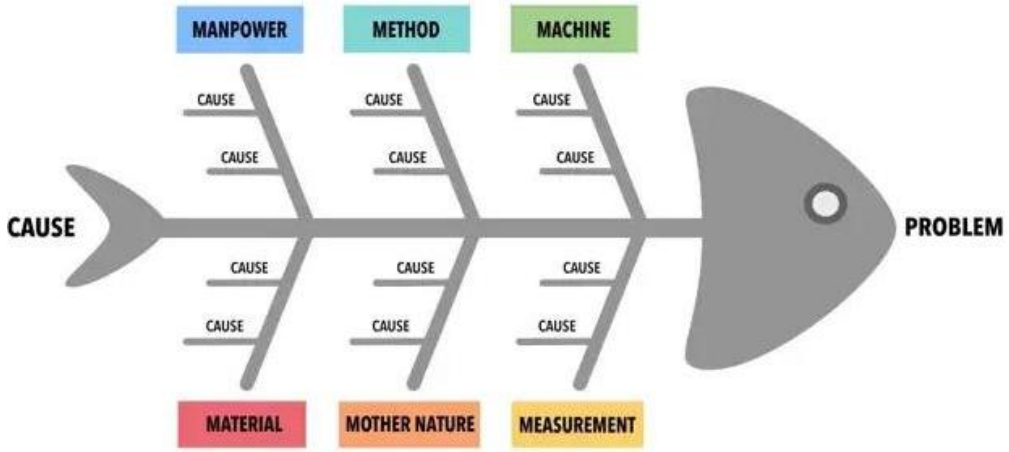


Abbildung 4-15 Ishikawa Diagramm (Reis, 2025)

10er Regel anwenden (4.6)

Die 10er-Kosten-Regel (auch Kostenregel der Fehlerbehebung genannt) beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Fehlerentdeckung in einem Produktentwicklungsprozess und den damit verbundenen Kosten (Abbildung 4-16). Sie besagt, dass sich die Kosten zur Behebung eines Fehlers in jeder nachfolgenden Entwicklungsphase ungefähr verzehnfachen. Wird ein Fehler beispielsweise bereits in der Planungsphase erkannt, verursacht er nur geringe Korrekturkosten. Bleibt er jedoch unentdeckt und tritt erst in der Fertigung, im Betrieb oder gar beim Kunden auf, steigen die Kosten für Nachbesserung, Rückruf, Reparatur oder Imageschäden exponentiell. Die Regel verdeutlicht somit die wirtschaftliche Bedeutung einer frühzeitigen Fehlervermeidung, etwa durch sorgfältige Anforderungsanalyse, Simulationen, Reviews oder Prototypentests. Sie ist ein starkes Argument für präventive Qualitätssicherung und methodisches Vorgehen in der Produktentwicklung, wie es auch in Normen wie der DIN EN ISO 9001 (DIN EN ISO 9001, 2015) gefordert wird. Die 10er-Regel ist keine exakte mathematische Gesetzmäßigkeit, sondern ein praxisorientiertes Modell zur Sensibilisierung für Fehlerfolgekosten und zur Förderung einer „Fehler-vermeiden-statt-fehler-beheben“-Kultur.

Diese Regel verdeutlicht, wie wichtig es ist, Fehler frühzeitig im Entwicklungsprozess zu erkennen und zu beheben, um Kosten und Aufwand drastisch zu reduzieren. (ISO 13053-2, 2011)

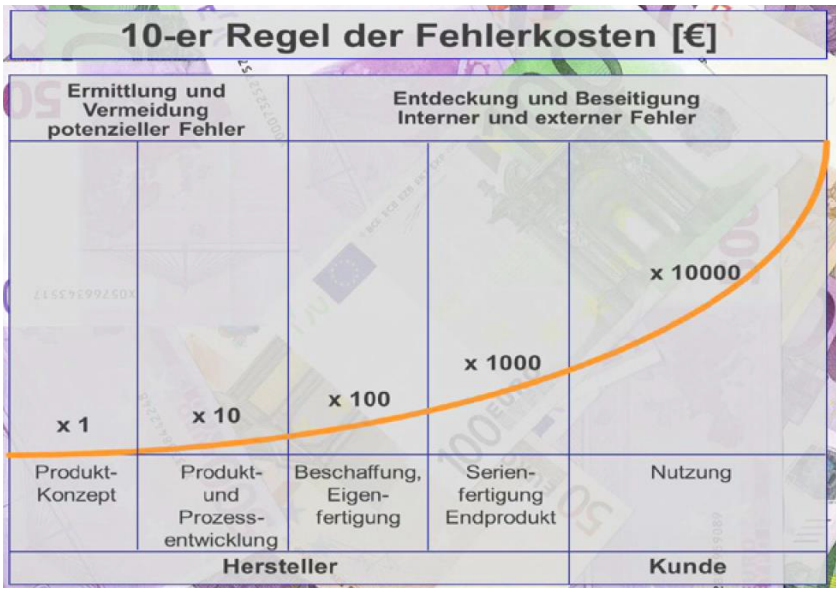


Abbildung 4-16 10er Regel (Kloss-Grote, 2022/2023)

4.2.5 Vortrag (5)

Einige Sorgfaltsprinzipien, die vorher genannt sind, wie beispielsweise Datum, Autor, Klärung Publikum, Zielklärung gelten bei einem Vortrag ebenso wie bei einem anderen Dokument.

Für Ingenieur:innen ist es von großer Bedeutung, einen Vortrag gestalten und halten zu können. In der täglichen Praxis müssen technische Sachverhalte nicht nur analysiert und gelöst, sondern auch verständlich kommuniziert werden – sei es gegenüber Kolleg:innen , Führungskräften, Kund:innen oder interdisziplinären Projektteams. Ein gut strukturierter Vortrag hilft dabei, komplexe Inhalte klar zu vermitteln und fachlich fundierte Entscheidungen vorzubereiten. Gleichzeitig zeigt er die Fähigkeit, technische Lösungen nicht nur zu entwickeln, sondern auch nachvollziehbar darzustellen und zu vertreten. Die Gestaltung eines Vortrags zwingt dazu, die eigenen Ergebnisse kritisch zu durchdenken und logisch aufzubereiten – ein Prozess, der die Qualität der Arbeit oft verbessert. Darüber hinaus sind Präsentationsfähigkeiten in vielen beruflichen Situationen entscheidend, etwa bei Projektvorstellungen, Kundenterminen, Bewerbungsgesprächen oder Fachkonferenzen. Sie tragen zur persönlichen Sichtbarkeit und zum beruflichen Erfolg bei. Insgesamt ist die Fähigkeit, technische Inhalte wirksam zu präsentieren, ein zentraler Bestandteil der ingenieurwissenschaftlichen Berufskompetenz.

Roter Faden beachten (5.1)

Der rote Faden ist ein zentrales Prinzip für erfolgreiche Geschäftsvorträge. Er sorgt dafür, dass die Präsentation klar strukturiert und für das Publikum nachvollziehbar bleibt. Laut Geberhardt bedeutet ein Roter Faden, dass sich die Zuhörer jederzeit orientieren können und die einzelnen Abschnitte logisch und sinnvoll aufeinander aufbauen. So entsteht ein klarer Zusammenhang zwischen den Themen, der vom Einstieg über die Hauptpunkte bis zum Schluss führt.

Ein gut geplanter roter Faden umfasst typischerweise: Eine klare Einleitung, die das Thema vorstellt und die Ziele des Vortrags definiert. Einen verständlichen Hauptteil, der die Kernaussagen in einer sinnvollen Reihenfolge präsentiert. Einen prägnanten

Schluss, der die wichtigsten Punkte zusammenfasst und ggf. einen Ausblick oder eine Handlungsaufforderung gibt.

Gebhardt empfiehlt, den Roten Faden schon in der Vorbereitungsphase zu entwickeln und ihn konsequent beizubehalten. Hilfreich ist dabei eine übersichtliche Gliederung, die als Leitlinie für die gesamte Präsentation dient. Der rote Faden hilft nicht nur dem Publikum, sondern auch dem Vortragenden, sich selbst sicher und fokussiert durch den Vortrag zu bewegen. (Gebhardt, 2022)

Inhalt, Sprache und Ziel an das Publikum anpassen (5.2)

Ein zentraler Erfolgsfaktor für Vorträge ist, Inhalt, Sprache und Ziel genau auf das Publikum abzustimmen. Wiederum betont Geberhardt, dass ein Vortrag nur dann überzeugt, wenn die Zuhörer ihn verstehen und als relevant für sich erleben.

Die Auswahl der Inhalte sollte sich nach den Interessen, dem Vorwissen und den Bedürfnissen der Zielgruppe richten. Fachjargon oder komplexe Details sind nur dann angemessen, wenn das Publikum entsprechend spezialisiert ist. Ansonsten ist es angemessen, die Inhalte einfach und verständlich zu halten und nur die wirklich wichtigen Punkte zu vermitteln.

Die Sprache sollte klar, präzise und an das Publikum angepasst sein. Ein zu technischer oder abstrakter Sprachstil kann Zuhörer schnell überfordern oder langweilen. Gebhardt empfiehlt, aktiv und bildhaft zu sprechen, um Aufmerksamkeit zu erzeugen. Ein lockerer Ton mit lebendigen Beispielen erleichtert das Verständnis.

Jeder Vortrag sollte ein klares Ziel verfolgen – sei es informieren, überzeugen, motivieren oder zu einer Handlung auffordern. Dieses Ziel muss dem Publikum vermittelt werden, damit es weiß, was es aus dem Vortrag mitnehmen soll. Ein zielgerichteter Vortrag schafft Mehrwert und hält die Aufmerksamkeit hoch. (Gebhardt, 2022)

Einheitliches Design verwenden (5.3)

Ein einheitliches Design ist ein wichtiger Bestandteil einer professionellen Präsentation. Es sorgt dafür, dass die Folien optisch zusammenpassen, das Publikum nicht abgelenkt wird und der Fokus auf den Inhalten bleibt. Gebhardt erklärt, dass ein konsistentes Erscheinungsbild – zum Beispiel durch gleichbleibende Farben, Schriftarten, Layouts und Grafiken – für einen klaren Wiedererkennungswert sorgt und die Seriosität des Vortrags stärkt.

Dabei sollte das Design schlicht und übersichtlich sein, um die Lesbarkeit zu gewährleisten. Überladene Folien oder zu viele verschiedene Gestaltungselemente verwirren und lenken ab. Wichtig ist, dass das Design den Inhalt unterstützt und nicht überlagert.

Einheitliches Design erleichtert auch dem Vortragenden die Vorbereitung und den Ablauf, weil klare Vorlagen Orientierung geben und ein stimmiges Gesamtbild schaffen. (Gebhardt, 2022)

Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte (5.4)

Der Satz „Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte“ bringt eine zentrale Erkenntnis für Geschäftsvorträge auf den Punkt: Visuelle Elemente wie Bilder, Grafiken oder Diagramme können komplexe Informationen oft schneller und verständlicher vermitteln als rein

verbaler Text. Boris Gebhardt betont, dass gut gewählte Visualisierungen helfen, Aufmerksamkeit zu gewinnen, Inhalte einprägsamer zu machen und die Botschaft klarer zu transportieren.

Dabei geht es nicht nur um ansprechende Bilder, sondern um solche, die einen klaren Bezug zum Vortragsthema haben und das Gesagte sinnvoll ergänzen oder verdeutlichen. Zu viele oder unnötige Bilder können jedoch ablenken und die Wirkung abschwächen.

Wichtig ist auch, dass die Visualisierung einfach und übersichtlich bleibt, damit sie schnell erfasst werden kann. Beispielsweise erleichtern Diagramme das Verständnis von Zahlen oder Zusammenhängen, während Fotos oder Icons Emotionen und Stimmungen transportieren können. (Gebhardt, 2022)

Bilder links vom Text setzen (5.5)

Geberhardt empfiehlt, Bilder im Vortrag idealerweise links vom Text zu platzieren. Das hat einen guten Grund: Da die meisten Menschen in westlichen Kulturen von links nach rechts lesen, fällt der Blick zunächst auf das Bild. Dieses weckt Interesse und macht neugierig auf den anschließenden Text. So unterstützt das Bild die Aufmerksamkeit und hilft, die Botschaft besser zu verankern.

Zudem schafft die linke Position des Bildes eine natürliche und angenehme Leserichtung. Der Text daneben erklärt oder vertieft das Bild, ohne dass der Zuhörer den Blick zu sehr zwischen Text und Visual wechseln muss. Das sorgt für einen flüssigen und klaren Informationsfluss.

Wichtig ist, dass das Bild relevant ist und den Text sinnvoll ergänzt – nur dann wirkt die Kombination wirklich überzeugend. (Gebhardt, 2022)

Gut lesbar max. 7 Stichpunkte schreiben (5.6)

Für eine gute Lesbarkeit und Verständlichkeit empfiehlt Gebhardt, Folien nicht mit zu vielen Stichpunkten zu überladen. Maximal 7 Stichpunkte pro Folie sind ideal, um das Publikum nicht zu überfordern und den Fokus auf die wesentlichen Inhalte zu lenken.

Zu viele Punkte auf einer Folie führen schnell dazu, dass Zuhörer abschalten oder nur noch lesen, statt dem Vortrag zu folgen. Außerdem fällt es dem Vortragenden schwer, alle Punkte verständlich und mit der nötigen Betonung zu erläutern. Deshalb gilt: Klare, übersichtliche Folien mit maximal 7 Stichpunkten schaffen Struktur und erhöhen die Aufmerksamkeit. (Gebhardt, 2022)

Kurze Teilsätze bilden (5.7)

Gebhardt empfiehlt, in Geschäftsvorträgen kurze und prägnante Teilsätze zu verwenden. Das sorgt für Klarheit und erleichtert dem Publikum das Verstehen und Folgen. Kurze Sätze sind leichter zu erfassen als lange, verschachtelte. Diese verwirren oder ermüden den Zuhörer unnötig.

Kurze Teilsätze wirken außerdem dynamischer und unterstützen den Redefluss. Sie helfen, wichtige Aussagen hervorzuheben und das Wesentliche auf den Punkt zu bringen. Dabei sollten sie grammatikalisch korrekt, aber möglichst einfach gehalten sein.

Insgesamt tragen kurze Teilsätze dazu bei, die Aufmerksamkeit der Zuhörer zu halten und die Botschaft klar und überzeugend zu vermitteln. (Gebhardt, 2022)

Wenig Animationen und Übergänge benutzen (5.8)

Gebhardt rät dazu, Animationen und Folienübergänge sparsam und gezielt einzusetzen. Zu viele Effekte lenken vom Inhalt ab und wirken schnell unprofessionell oder sogar störend. Sie können den Redefluss unterbrechen und das Publikum irritieren.

Stattdessen sollten Animationen nur dann genutzt werden, wenn sie einen klaren Mehrwert bieten, etwa um schrittweise komplexe Inhalte aufzubauen oder wichtige Punkte hervorzuheben. Dezente, einheitliche Übergänge zwischen Folien sorgen für einen flüssigen Vortrag ohne Ablenkung.

Das Ziel ist, den Fokus auf die Botschaft zu legen und die Aufmerksamkeit der Zuhörer nicht durch übermäßige visuelle Effekte zu verlieren. (Gebhardt, 2022)

5 Zusammenfassung des Leitfadens

5.1 Leitfaden nach Kategorien

Punkt 3.1 aus Kapitel 4.1.3 und Punkt 4.1 aus Kapitel 4.2.4 sind in der Zusammenfassung des Leitfadens zu einem Punkt (Dokumente richtig beschriften) fusioniert.

	Sorgfaltsprinzip	**Quelle**	
1	**Allgemeine Grundlagen**		
1.1	Kunden definieren	(Niemann, Reich, & Stöhr, 2021)	Lean Six Sigma
1.2	Aufgaben richtig lesen		
1.3	Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)	Entwicklung technischer Produkte und Systeme
1.4	Strukturierung des Problems, Was ist gegeben/ gesucht?	(Hohn, 2012)	Gegeben, Gesucht
1.5	Ziele/Nicht Ziele formulieren	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)	Entwicklung technischer Produkte und Systeme
1.6	SMARTe Formulierung der Ziele	(Koeppen, 2021)	Skript Projektmanagement 2
1.7	Dokumente richtig beschriften	(DIN EN 82045-2, 2005)	Dokumentenmanagement Teil 2
2	**Mathematisch/physikalische Grundlagen**		
2.1	SI-Einheiten benutzen		
2.2	Einheiten richtig umrechnen	(Gomeringer, et al., 2025)	Tabellenbuch Metall
2.3	Richtige Rechtschreibung der Größenwert beachten	(Mallas, 2021)	Korrekter Umgang mit Größen
2.4	Taschenrechner richtig einstellen		
2.5	Grundlegendes Rechnen beachten	(Papula, 2024)	Mathematische Formelsammlung
2.6	Brüche richtig verrechnen	(Papula, 2024)	Mathematische Formelsammlung
2.7	Normkonforme Formelschreibweise beachten	(DIN 1338, 2011)	Formelschreibweise und Formelsatz
2.8	Variablen klar definieren mit Namen der Variablen und Formelzeichen	(DIN 1313, 1978)	Größen
2.9	Sowie man Zahlenwerte einsetzt: immer mit -Einheiten rechnen	(Mallas, 2021)	Korrekter Umgang mit Größen
2.10	So lange wie möglich mit Variablen rechnen, Zahlenwerte erst am Ende einsetzen	(Mallas, 2021)	Korrekter Umgang mit Größen
2.11	Immer dieselbe Einheit für gleiche Größen verwenden	(DIN EN ISO 80000-4 , 2020)	Größen und Einheiten
2.12	Quellen für alle Eingangsgrößen angeben	(Niemann, Reich, & Stöhr, 2021)	Lean Six Sigma
2.13	Quellen für Formeln angeben	(Niemann, Reich, & Stöhr, 2021)	Lean Six Sigma
2.14	Einführung geometrischer Größen/ Belastung nur mit Skizze		
2.15	Plausibilitätsprüfung aller (Zwischen-) Ergebnisse	(Abiturvorgaben NRW, 2025)	Vorgaben für die Abiturprüfungen
2.16	Rücktransformation der abstrakten Lösung in die „Reale Welt Lösung“	(Hohn, 2012)	Gegeben, Gesucht, Lösung?
2.17	Strukturierte rechenweise beachten	(Kloss-Grote, Interne Kommunikation HAW, 2025)	

Tabelle 5-1 Leitfaden Teil 1

	Sorgfaltsprinzip	Quelle	
3	**Dokumentenmanagement**		
3.1	Dokumente richtig Beschriften	(DIN EN 82045-2, 2005)	Dokumentenmanagement Teil 2
3.2	Sorgfältige, saubere, nachvollziehbare Dokumentation	(DIN EN 82045-1, 2001)	Dokumentenmanagement Teil 1
3.3	4-Augen-Prinziep (vgl. Schriftfeld von Zeichnungen: Erstellt, Geprüft, Freigegeben) anwenden	(DIN EN ISO 11442, 2006)	Technische Produktdokumentation
4	**Entwicklungsprojektmanagement**		
4.1	Anforderungen belegen	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)	Entwicklung technischer Produkte und Systeme
4.2	Interdisziplinäres zusammenarbeiten	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)	Entwicklung technischer Produkte und Systeme
4.3	Strukturiert vorgehen	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)	Entwicklung technischer Produkte und Systeme
4.4	In Systemen denken	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)	Entwicklung technischer Produkte und Systeme
4.5	Varianten bilden und bewerten	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)	Entwicklung technischer Produkte und Systeme
4.6	Iterativ arbeiten	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)	Entwicklung technischer Produkte und Systeme
5	**Inhaltliches Vorgehen**		
5.1	Kreativität (beim konstruieren)	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)	Entwicklung technischer Produkte und Systeme
5.2	Risiko bewerten (z.B. FMEA)	(DIN EN 60812, 2015)	Fehlerzustandsart- und auswirkungsanalyse
5.3	Bewertungsmethoden (z.B. SWOT) anwenden	(Organisationshandbuch, 2025)	Bundesverwaltungsamt

Tabelle 5-2 Leitfaden Teil 2

	Sorgfaltsprinzip	Quelle	
6	**Qualitätssicherung**		
6.1	10er Regel beachten	(ISO 13053-2, 2011)	Quantitative Verfahren zur Prozessverbesserung
6.2	PDCA anwenden	(DIN EN ISO 9001, 2015)	Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen
6.3	Ishikawa-Diagramm anwenden	(ISO 13053-2, 2011)	Quantitative Verfahren zur Prozessverbesserung
6.4	5 W-Methode anwenden	(ISO 13053-2, 2011)	Quantitative Verfahren zur Prozessverbesserung
6.5	SIPOC anwenden	(ISO 13053-2, 2011)	Quantitative Verfahren zur Prozessverbesserung
7	**Vortrag**		
7.1	Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte	(Gebhardt, 2022)	Geschäftsvorträge
7.2	Kurze Teilsätze bilden	(Gebhardt, 2022)	Geschäftsvorträge
7.3	Gut lesbare (max. 7) Stichpunkte bilden	(Gebhardt, 2022)	Geschäftsvorträge
7.4	Roter Faden beachten	(Gebhardt, 2022)	Geschäftsvorträge
7.5	Einheitliches Design benutzen	(Gebhardt, 2022)	Geschäftsvorträge
7.6	Bilder links vom Text setzen	(Gebhardt, 2022)	Geschäftsvorträge
7.7	Inhalt, Sprache und Ziel an das Publikum anpassen	(Gebhardt, 2022)	Geschäftsvorträge
7.8	Wenig Animationen und Übergänge benutzen	(Gebhardt, 2022)	Geschäftsvorträge

Tabelle 5-3 Leitfaden Teil 3

Der Leitfaden umfasst die Tabelle 5-1, Tabelle 5-2 und Tabelle 5-3. Er dient der Anwendung des Sorgfaltsprinzips in Entwicklungsprojekten. Ziel ist es, eine strukturierte, nachvollziehbare und normgerechte Herangehensweise zu fördern, wie sie insbesondere in praxisorientierten Projekten erwartet wird. Die Übersicht zeigt systematisch, welche Aspekte bei der Bearbeitung technischer Problemstellungen beachtet werden müssen – von der Aufgabenanalyse über mathematisch-physikalische Grundlagen bis hin zur Dokumentation und Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse.

Dabei werden relevante Normen (z. B. (DIN 1338, 2011), (DIN 1313, 1978), (VDI 2221 Blatt 1, 2019)), gesetzliche Vorgaben (z. B. (Einheiten- und Zeitgesetz, 1969)) sowie fachlich anerkannte Literaturquellen (z. B. Lean Six Sigma, Mallas, Tabellenbuch Metall) herangezogen. Die Auswahl der Quellen stellt sicher, dass die Anforderungen an Genauigkeit, Einheitlichkeit, Nachvollziehbarkeit und professionelle Darstellung erfüllt werden. Zusätzlich fördern Methoden wie die SMART-Formulierung oder der strukturierte Umgang mit Variablen und Einheiten die Qualität der Lösung sowie die Transparenz für Dritte.

Im Dokumentenmanagement dienen Normen wie (DIN EN 82045-1, 2001) und (DIN EN 82045-2, 2005) sowie (DIN EN ISO 11442, 2006) als Grundlage. Sie fordern eine strukturierte und saubere Dokumentation technischer Unterlagen – inklusive Angaben zu Autor, Datum und Revisionsstand – und setzen auf das 4-Augen-Prinzip zur Qualitätssicherung. Diese Anforderungen sichern die Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit technischer Entscheidungen und Ergebnisse.

Im Bereich Entwicklungsprojektmanagement bildet die (VDI 2221 Blatt 1, 2019) das Fundament. Sie beschreibt die Entwicklung technischer Systeme als phasenorientiertes, iteratives und systematisches Vorgehen, das in Teams erfolgt. Kreativität, Variantenbildung, Bewertung und Systemdenken sind dabei zentrale Bestandteile. Ergänzt wird dies durch strukturierte Methoden zur Risikoabschätzung (z. B. FMEA nach (DIN EN 60812, 2015)).

Im Bereich der Qualitätssicherung liegen der Übersicht zentrale Verfahren zugrunde, wie sie in der Norm (ISO 13053-2, 2011) zur Prozessverbesserung beschrieben werden. Werkzeuge wie das Ishikawa-Diagramm, die 5-W-Methode und Six Sigma unterstützen die systematische Analyse und Vermeidung von Fehlerquellen entlang des gesamten Entwicklungs- und Produktionsprozesses. Ergänzt wird dies durch den PDCA-Zyklus, der als grundlegendes Modell der kontinuierlichen Verbesserung im Qualitätsmanagement (nach (DIN EN ISO 9001, 2015)) etabliert ist. Auch die korrekte Dokumentation – z. B. die normgerechte Beschriftung von Unterlagen (DIN EN 82045-2, 2005) – ist dabei essenziell, um Ergebnisse nachvollziehbar und wiederverwendbar zu machen.

Der Bereich Vortrag konzentriert sich auf die erfolgreiche Kommunikation von Arbeitsergebnissen, insbesondere in geschäftlichen und technischen Kontexten. Basierend auf Fachliteratur zu Präsentationstechnik – wie z. B. (Gebhardt, 2022)umfasst die Zusammenstellung zentrale Empfehlungen: klare Gliederung (roter Faden), kurze Teilsätze, eine begrenzte Anzahl an Stichpunkten, verständliches Bild-Text-Verhältnis (z. B. Bilder links vom Text) und zurückhaltender Einsatz von Animationen. Ein einheitliches Design und die zielgruppengerechte Ansprache fördern dabei die Verständlichkeit und Professionalität des Vortrags. (Gebhardt, 2022)

Im Anhang befindet sich der ausgearbeitete Leitfaden als Poster (Anhang 1).

5.2 Leitfaden nach fehlersensibler Arbeitsweise

Die Gruppierung des Vortrags wurden bei dieser Einteilung nach Fehlerarten aus Abschnitt 1 nicht berücksichtigt. Ferner sind einzelne Punkte nicht mit aufgeführt, da es sich z.T. um Methoden handelt und diese sich nicht eingruppieren lassen.

1 - Fehlervermeidung: Aktivitäten/Handlungen/Schritte, die darauf ausgelegt sind, Fehler in der mechanischen Auslegung möglichst zu vermeiden	
Kunden definieren	(Niemann, Reich, & Stöhr, 2021)
Strukturierung des Problems, Was ist gegeben/ gesucht?	(Hohn, 2012)
Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)
Aufgaben richtig lesen	
Ziele/Nicht Ziele formulieren	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)
SMARTe Formulierung der Ziele	(Koeppen, 2021)
SI-Einheiten benutzen	(Einheiten- und Zeitgesetz, 1969)
Einheiten richtig umrechnen	(Gomeringer, et al., 2025)
Taschenrechner richtig einstellen	
Grundlegendes Rechnen beachten (z.B. Brüche richtig verrechnen)	(Papula, 2024)
Normkonforme Formelschreibweise	(DIN 1338, 2011)
Variablen klar definieren mit Namen der Variablen und Formelzeichen	(DIN 1313, 1978)
So lange wie möglich mit Variablen rechnen, Zahlenwerte erst am Ende einsetzen	(Mallas, 2021)
Quellen für alle Eingangsgrößen angeben	(Niemann, Reich, & Stöhr, 2021)
Quelle für Formeln angeben	(Niemann, Reich, & Stöhr, 2021)
Einführung geometrischer Größen/ Belastung nur mit Skizze	
Dokumente richtig beschriften	(DIN EN 82045-2, 2005)
Sorgfältige, saubere, nachvollziehbare Dokumentation	(DIN EN 82045-1, 2001)
Strukturiertes Vorgehen	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)
Kreativität (beim konstruieren)	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)
Risikobewertung - FMEA	(DIN EN 60812, 2015)
Bewertungsmethoden z.B. SWOT	(Bundesverwaltungsamt, 2025)
SIPOC	(ISO 13053-2, 2011)

Tabelle 5-4 Fehlervermeidung

Fehlervermeidung umfasst präventive Strategien und systematische Vorgehensweisen, die darauf abzielen, potenzielle Fehlerquellen frühzeitig zu identifizieren und durch klare Strukturen, Standards und methodisches Arbeiten zu eliminieren.

2 - Fehlererkennung: Aktivitäten, die darauf ausgelegt sind, entstandene Fehler möglichst frühzeitig zu erkennen	
Sowie man Zahlenwerte einsetzt: immer mit -Einheiten rechnen	(Mallas, 2021)
Immer dieselbe Einheit für gleiche Größen verwenden	(DIN EN ISO 80000-4 , 2020)
Plausibilitätsprüfung aller (Zwischen-) Ergebnisse	(Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW, 2025)
Rücktransformation der abstrakten Lösung in die „Reale Welt Lösung“	(Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW, 2025)
4-Augen-Prinzip (vgl. Schriftfeld von Zeichnungen: Erstellt, Geprüft, Freigegeben)	(DIN EN ISO 11442, 2006)
Interdisziplinäres zusammenarbeiten	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)
Systemdenken	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)
Ishikawa-Diagramm	(ISO 13053-2, 2011)

Tabelle 5-5 Fehlererkennung

Fehlererkennung beinhaltet systematische Prüf- und Analyseprozesse, die darauf abzielen, Abweichungen oder Mängel frühzeitig zu identifizieren und ihre Auswirkungen zu begrenzen.

3 – KVP-Fehler: Aktivitäten, die darauf ausgelegt sind, Lehren aus entstandenen Fehlern zu ziehen, um diese in Zukunft zu vermeiden	
Variantenbildung und Bewertung	(VDI 2221 Blatt 1, 2019)
PDCA	(DIN EN ISO 9001, 2015)
5 W-Methode	(ISO 13053-2, 2011)

Tabelle 5-6 KVP-Fehler

KVP-Fehler beziehen sich auf systematische Lern- und Verbesserungsprozesse, bei denen Fehler als Informationsquelle zur Optimierung von Strukturen, Abläufen und Entscheidungen genutzt werden.

5.3 Fallbeispiel für die Anwendung des Leitfadens

Am nachfolgen Fallbeispiel von Herrn Kloss-Grote (Kloss-Grote, Arbeitsblatt 1, 2025) mit Musterlösung (Kloss-Grote, Musterlösung, 2025) ist die Anwendung des Leitfadens erläutert. Aufgrund der Einfachheit des Beispiels finden nur die Punkte eins (Grundlagen) und zwei (Mathematische(physikalische Grundlagen) Anwendung.

Mathematik (1) (einfache Fragen zur Schulmathematik vor dem Mittlerem Schulabschluss)
Bitte denken Sie an die Punkte 00…05 der Checkliste.

10 Mit wieviel Liter Farbe muss ein Rohr eingestrichen werden, welches 30 m lang ist, d1 = 200 mm, d2 = 220mm, wenn 1 Liter Farbe für ca. 0,5 m² Oberfläche reicht?

Abbildung 5-1 Beispielaufgabe Farbvolumen (Kloss-Grote, Arbeitsblatt 1, 2025)

Die beschriebene Checkliste ist im Anhang (Anhang 13) zu finden.

Aufgabe 10

Kunden definieren (1.1)
Professor → ich muss zeigen, dass ich das gelernte Anwenden kann
Aufgabe richtig lesen (1.2)
Klärung der Aufgabenstellung (1.3)

Außendurchmesser:= d_2
Zu streichende Fläche:= $A_{Mantel,\ außen}$

Strukturierung des Problems (1.4)
Einführung geometrischer Größen mit Skizze (2.13)

Gegeben:

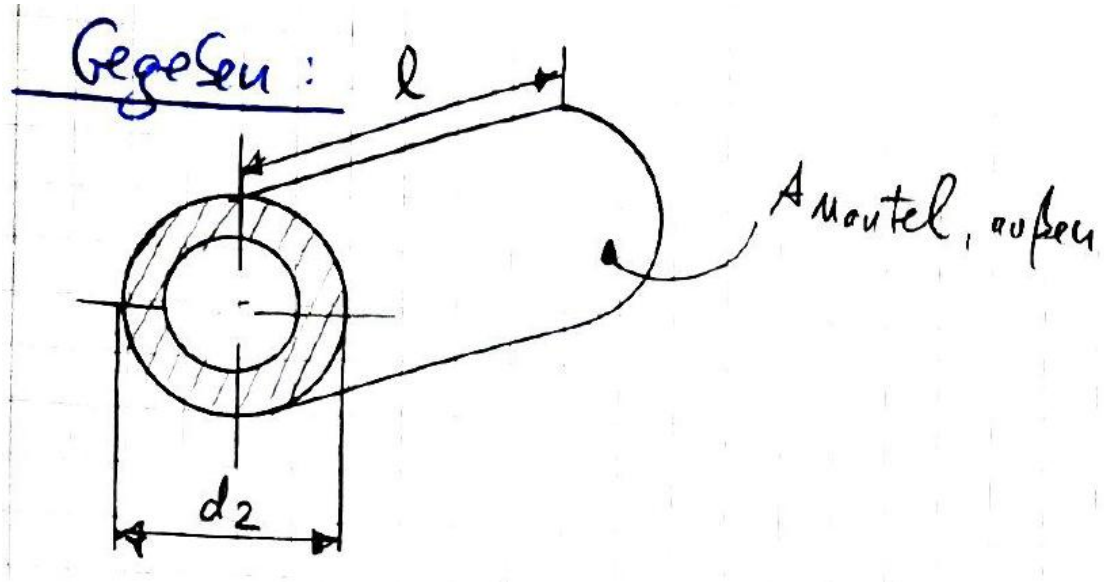


Abbildung 5-2 Skizze Fallbeispiel Quelle: Aufgabenstellung A01 Rev A

Variablen klar definieren (2.7)
Quellen für Eingangsgrößen angeben (2.11)

Außendurchmesser:	d_2 = 220 mm	Quelle: Aufgabenstellung A01 Rev A
Rohrlänge:	l = 30 m	Quelle: Aufgabenstellung A01 Rev A
Farbverbrauch:	$\frac{1\ l\ Farbe}{0{,}5\ m^2}$	Quelle: Aufgabenstellung A01 Rev A

Formel 5-1 Farbverbrauch

Ziele/Nicht Ziele formulieren (1.5)

Gesucht:

Volumen der Farbe:= V_{Farbe}

(Bei diesem Beispiel muss kein nicht Ziel formuliert werden, da es ein eindeutiges Ziel gibt.)

Lösung:

SI-Einheiten benutzen (2.1)
Taschenrechner richtig einstellen (2.3)
Grundlegendes rechnen beachten (2.4)
In Variablen Rechnen (2.9)
Normkonforme Formelschreibweise (2.6)

$$\frac{1\ l}{0{,}5\ m^2} = \frac{V_{Farbe}}{A_{Mantel,außen}}$$

$$\text{(I)}:\ V_{Farbe} = 1\ l \frac{A_{Mantel,außen}}{0{,}5\ m^2}$$

$$A_{Mantel,außen} = U_{d_2} l = 2\pi r_2 l$$

Formel 5-2 Mantelfläche

Brüche richtig verrechnen (2.5)

$$= 2\pi \frac{d_2}{2} l = \pi d_2 l$$

Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen (2.8)

$$A_{Mantel,außen} = \pi \cdot 220\ mm \cdot 30\ m$$

Dieselbe Einheit für Größen verwenden (2.10)

Einheiten richtig umrechnen (2.2)

$$= \pi \cdot 0{,}22\ m \cdot 30\ m$$

$$\text{(II)}: A_{Mantel,außen} = 20{,}73\ m^2$$

Plausibilitätsprüfung aller (Zwischen-) Ergebnisse

II in I:

$$V_{Farbe} = 1l \frac{20{,}73\ m^2}{0{,}5\ m^2}$$

$$V_{Farbe} = 41{,}46\ l$$

Rücktransformation(2.15)

Schlusssatz:
Zum Anstreichen der äußeren Mantelfläche des Rohres benötigt man ca. 42 l.

6 Kritische Auswertung der Arbeit

Die Bachelorarbeit stellt einen Beitrag zur systematischen Vermittlung von Sorgfaltsprinzipien im technischen Entwicklungsprozess dar. Die Arbeit richtet sich an Studierende in den ersten Semestern des Ingenieurstudiums und versucht, ihnen eine methodisch saubere und dokumentarisch nachvollziehbare Herangehensweise an mechanische Auslegungen zu vermitteln. Entsprechende Inhalte werden in der Hochschullehre bislang oft nur implizit behandelt.

Zu Beginn dieser Arbeit lag der inhaltliche Fokus ausschließlich auf den Themenbereichen Projektmanagement und Qualität. Erst im weiteren Verlauf rückten die dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien in den Mittelpunkt, wodurch sich eine klare Schwerpunktverschiebung ergab. Dieser inhaltliche Wandel führte dazu, dass einiges der ausgewählten Literatur nicht mehr für die Arbeit verwendet worden konnte. Es bedeutet, aber auch, dass keine ganzen Bücher durchgearbeitet werden mussten, sondern Literatur systematische durchgearbeitet werden kannten. So wurde eine deutliche Arbeitserleichterung bewirkt. Nichtsdestotrotz war das Heraussuchen der Sorgfaltsprinzipien anspruchsvoll.

Zentrale Zitate und wichtige Abschnitte hätten im Vorfeld gezielt markiert und dokumentiert werden müssen, um die relevanten Aussagen und theoretischen Grundlagen präzise herauszuarbeiten und für die spätere Auswertung verfügbar zu machen. So wäre Doppelarbeit vermieden worden können.

Die inhaltliche Struktur der Arbeit entstand nicht in einem einzigen Schritt, sondern wurde mehrfach überarbeitet. Bereits zu Beginn wurden erste inhaltliche Vorüberlegungen angestellt, deren Umsetzung jedoch im Laufe des Prozesses immer wieder angepasst wurde, um eine konsistente und nachvollziehbare Argumentationsführung zu gewährleisten. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf der Suche nach einer geeigneten Clusterung der Themen, die eine logische Eingruppierung der Inhalte erlaubt. Diese Eingruppierung erfolgte erst in einer späten Phase der Ausarbeitung, da sich der endgültige Schwerpunkt der Arbeit und die inhaltlichen Zusammenhänge erst im Arbeitsprozess klar herauskristallisierten.

Wesentlich für die Fertigstellung war zudem die bewusste Entscheidung, sich nicht in Detailfragen zu verlieren, sondern klare Grenzen zu setzen. Durch diese inhaltliche Fokussierung konnte die Arbeit ihren roten Faden bewahren und die Kernthemen in der erforderlichen Tiefe, aber ohne übermäßige Abschweifungen, darstellen.

7 Fazit

Die Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichen, dass dokumentarische Sorgfaltsprinzipien einen wichtigen Beitrag für eine erfolgreiche mechanische Auslegung liefern. Durch die systematische Auswertung und Bündelung relevanter Normen, Richtlinien und Fachliteratur konnte ein Leitfaden entwickelt werden, der insbesondere für Studierende im zweiten und dritten Semester sowie für Berufseinsteigende eine praxisversierte Orientierungshilfe darstellt. Damit wird eine bestehende Lücke geschlossen, da bislang keine eigenständige Zusammenstellung dieser Prinzipien in der Literatur vorliegt. Der Leitfaden trägt dazu bei, methodisches und verantwortungsbewusstes Arbeiten im ingenieurwissenschaftlichen Kontext zu fördern und langfristig die Qualität und Sicherheit technischer Entwicklungen zu erhöhen.

Im Forschungskontext reiht sich diese Arbeit in die Bestrebungen ein, Entwicklungsprozesse durch klar definierte, dokumentierte und nachvollziehbare Vorgehensweisen effizienter und sicherer zu gestalten. Die Verknüpfung der Sorgfaltsprinzipien mit Aspekten des Projekt-, Qualitäts- und Dokumentenmanagements schafft eine interdisziplinäre Grundlage, die sowohl für die Hochschullehre als auch für industrielle Anwendungen von Bedeutung ist. Sie ergänzt bestehende Ansätze, indem sie theoretische Grundlagen mit einer praxisnahen Struktur verbindet und so einen Beitrag zu einer konsistenten ingenieurmäßigen Arbeitsweise leistet.

Gleichwohl ergeben sich aus den Ergebnissen dieser Arbeit verschiedene offene Fragen und Entwicklungsfelder. Eine zukünftige Aufgabe besteht darin, den Leitfaden in realen Entwicklungsprojekten zu erproben und anhand praktischer Erfahrungen zu validieren.

Die praktische Relevanz des Leitfadens liegt insbesondere in seiner unmittelbaren Einsatzfähigkeit. Er kann in der Hochschullehre, bei Projekt- und Abschlussarbeiten sowie in industriellen Entwicklungsprozessen eingesetzt werden, um Fehler zu vermeiden, die Qualität zu sichern und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fachbereichen zu verbessern. Durch die Integration in Schulungs- und Weiterbildungskonzepte, etwa in Form von Lehrmodulen, Workshops oder digitalen Lernformaten, ließe sich die Verankerung der Sorgfaltsprinzipien in Ausbildung und Praxis weiter festigen.

Aus persönlicher Sicht stellt die konsequente Umsetzung dokumentarischer Sorgfaltsprinzipien eine wesentliche Grundlage für verantwortungsbewusste, nachhaltige und zukunftsfähige Ingenieurarbeit dar. Es ist zu wünschen, dass der hier entwickelte Leitfaden nicht nur als theoretische Grundlage, sondern auch als Impulsgeber für eine kontinuierliche Weiterentwicklung dieses Themenbereichs dient.

Quellenverzeichnis

Ahrefs Pte. Ltd. (2025). *ahrefs*. Abgerufen am 24. Juli 2025 von https://ahrefs.com/de/writing-tools/grammar-checker

Beiderwieden, A., & Felkai, R. (2015). *Projektmanagement für technische Projekte.* Bremen: Springer Vieweg.

Beitz, W., Feldhausen, J., Grote, K. H., & Pahl, G. (2007). *Engineering Design.* Berlin: Springer.

Bender, B., & Gericke, K. (2021). *Pahl/Beitz Konstruktionslehre* (Bd. 9). Berlin: Springer Vieweg.

Bender, B., & Göhlich, D. (2020). *DUBBEL Taschenbuch für den Maschinenbau* (Bd. 26). Berlin: Springer Vieweg.

Bundesministerium des Inneren. (2025). *Bundesverwaltungsamt*. Abgerufen am 20. Juli 2025 von https://www.orghandbuch.de/Webs/OHB/DE/Organisationshandbuch/6_MethodenTechniken/64_Kreativtechniken/644_Morphologie/morphologie_inhalt.html

Bundesverwaltungsamt. (2025). *Organisationshandbuch*. Abgerufen am 07. Juli 2025 von https://www.orghandbuch.de/Webs/OHB/DE/OrganisationshandbuchNEU/4_MethodenUndTechniken/Methoden_A_bis_Z/SWOT_Analyse/swot_analyse_node.html

Deutsche Forschungsgemeinschaft. (2024). *Leitlinien zur Sicherung.* Bonn.

Deutsche Gesetzliche Unfgallversicherung. (2013). *DGUV Vorschrift 1 Unfallverhütungsvorschrift Grundsätze der Prävention.* Berlin.

DIN 1313 Größen. (1978). Berlin: Beuth Verlag.

DIN 1338 Formelschreibweise und Formelsatz. (2011). Berlin: Beuth Verlag.

DIN 69901-1 Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 1: Grundlagen. (2009). Berlin: Beuth Verlag.

DIN 69901-3 Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 3: Methoden. (2009). Berlin: Beuth Verlag.

DIN 69901-5 Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 5: Begriffe. (2009). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN 60812 Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA) (IEC 56/1579/CD:2014). (2015). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN 82045-1 Dokumentenmanagement Teil1: Prinzipien und Methoden. (2001). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN 82045-2 Dokumentenmanagement Teil 2: Metadaten und Informationsreferenzmodelle. (2005). Berlin: Beuth Verlag GmbH.

DIN EN ISO 11442 Technische Produktdokumentation - Dokumentenmanagement (ISO 11442:2006); Deutsche Fassung EN ISO 11442:2006. (2006). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN ISO 80000-4 Größen und Einheiten- Teil 4: Mechanik (ISO 80000-4:2019); Deutsche Fassung EN ISO 80000-4:2019. (2020). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN ISO 9000 Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 9000:2015. (2015). Berlin: Beuth Verlag.

DIN EN ISO 9001 Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen (ISO 9001:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 9001:2015. (2015). Berlin: Beuth Verlag.

DIN ISO 10007 Qualitätsmanagement - Leitfaden für Konfigurationsmanagement (ISO 10007:2017). (2020). Berlin: Beuth Verlag.

Dittrich, V. (14. September 2014). *Karl Raimund Popper 1902-1994*. Abgerufen am 30. Juni 2025 von https://www.dhm.de/lemo/biografie/karl-raimund-popper

Dombrowski, U., & Krenkel, P. (2021). *Ganzheitliches Produktionsmanagement.* Berlin: Springer Vieweg.

Duden. (2025). *Entwickeln*. Abgerufen am 05. August 2025 von https://www.duden.de/rechtschreibung/entwickeln#Bedeutung-1

Duden. (2025). *Norm*. (Cornelsen Verlag) Abgerufen am 01. Juli 2025 von https://www.duden.de/rechtschreibung/Norm

Duden. (2025). *Richtlinie*. (Cornelsen Verlag) Abgerufen am 01. Juni 2025 von https://www.duden.de/rechtschreibung/Richtlinie

Duden. (2025). *Sorgfalt*. (Cornelsen Verlag) Abgerufen am 26. Juni 2025 von https://www.duden.de/rechtschreibung/Sorgfalt

Duden. (2025). *Verantwortung*. (Cornelsen Verlag) Abgerufen am 30. Juni 2025 von https://www.duden.de/rechtschreibung/Verantwortung

E-BIKE ONLY. (2025). *E-BIKE ONLY*. Abgerufen am 23. Juli 2025 von https://e-bike-only.de/products/cangoo-e-bike-cargo-fuer-die-familie-buckle-up-damen-und-herren-80889?variant=53976184979724

Ehrlenspiel, K., & Meerkamm, H. (2018). *Integrierte Produktentwicklung* (Bd. 6). München: Hanser.

Fleischer, B., Jannasch, D., Spura, C., & Wittel, H. (2025). *Roloff/Matek Maschinenelemente* (Bd. 27). Berlin: Springer Vieweg.

Fritz, J., Helmold, M., Hummel, F., & Treu, J. (2024). *ESG, CSR, SDG und Nachhaltigkeit als Teilgebiet und Schlüsselfaktor im Qualitätsmanagement.* Wiesbaden: Springer Gabler.

Gebhardt, B. (2022). *Geschäftsvorträge - Der Weg zu einer überzeugenden Präsentation.* Berlin: Springer Vieweg.

Gesetz Siebtes Buch Sozialgesetzbuch - Gesetzliche Unfallversicherung. (1996). Berlin.

Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz - ProdSG). (2021). Berlin.

Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (Einheiten- und Zeitgesetz - EinhZeitG). (1969). Berlin.

Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz - ProdHaftG). (1990). Berlin.

Gomeringer, R., Menges, V., Oesterle, S., Rapp, T., Scholer, C., Stenzel, A., . . . Ziebart, J. (2025). *Tabellenbuch Metall* (Bd. 50). Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel.

Herfurtner, W. (2025). *Plausibilitätsprüfung: Rechtliche Grundlagen und Anwendungen*. Abgerufen am 05. August 2025 von https://kanzlei-herfurtner.de/plausibilitaetspruefung/

Hohn, K. (2012). *Gegeben, gesucht, Lösung? Selbstintegrierte repräsentationen bei der Bearbeitung Problemhaltiger Textaufgaben.* Landau in der Pfalz.

Ing. Büro Fischer GmbH. (kein Datum). Die 7 häufigsten Fehler in der mechanischen Konstruktion. Abgerufen am 28. Juni 2025

Irrlitz, G. (2015). *Handbuch - Kant.* Berlin: J.B. Metzler Verlag.

ISO 13053-2 Quantitative Verfahren zur Prozessverbesserung. Six Sigma. Werkzeuge und Techniken. (2011). Berlin: Beuth Verlag.

Jannasch, D., Spura, C., Voßiek, J., & Wittel, H. (2019). *Roloff/Matek Maschinenelemente Tabellenbuch* (Bd. 24.). Wiesbaden: Springer Vieweg.

Jannasch, D., Supra, C., & Wittel, H. (2019). *Roloff/Matek Maschinenelemente Formelsammlung)* (Bd. 15). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

Kloss-Grote, B. (2022/2023). *2 - Einleitung Rev B.* Hamburg.

Kloss-Grote, B. (2024). *Festigkeit/ Belastung Rev A.* Hamburg.

Kloss-Grote, B. (2025). *Arbeitsblatt 1 KNPA 01 Konstruktion A Sommersemester 2025.* Hamburg.

Kloss-Grote, B. (2025). *Interne Kommunikation HAW Hamburg, TI M+P Fachgebiet Maschinenelemente und Maschinensysteme.* Hamburg.

Kloss-Grote, B. (2025). *Musterlösung zum Arbeitsblatt 1 KNPA 01 Konstruktion A Sommersemester 2025.* Hamburg.

Kloss-Grote, B., & Moss, M. A. (08. Oktober 2008). *How to measure the effectiveness of risk management in engineering design projects? Presentation of RMPASS: a new method for assessing risk management performance and the impact of knowledge management—including a few results.* Springer-Verlag London Limited.

Kluge, F. (2011). *Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache.* Berlin: De Gruyter.

Koch, J. (09. Dezember 2016). *Karl R. Popper: Freiheit und intellektuelle Verantwortung*. Abgerufen am 08. Juli 2025 von https://fromm-gesellschaft.eu/karl-r-popper-freiheit-und-intellektuelle-verantwortung/

Koeppen, B. (2021). *Vorlesung Projektmanagement 2.* Hamburg.

Kümmerer, B. (2016). *Wie man mathematish schreibt.* Wiesbaden: Springer Spektrum.

Madauss, B. J. (2020). *Projektmanagement.* Springer Vieweg.

Mallas, H. (03 2021). *Korrekter Umgang mit Größen.* Abgerufen am 23. Juni 2025 von https://fachportal.lernnetz.de/files/Inhalte%20der%20Unterrichtsf%C3%A4cher/Mathematik/oberste%20Ebene/Informationen/Fachliches%20und%20Didaktisches/Korrekter%20Umgang%20mit%20Gr%C3%B6%C3%9Fen.pdf

Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW. (2025). *Vorgaben für die Abiturprüfung 2025.* Abgerufen am 26. Juni 2025 von https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-berufliches-gymnasium/faecher/getfile.php?file=2833

Niemann, J., Reich, B., & Stöhr, C. (2021). *Lean Six Sigman.* Berlin: Springer Vieweg.

o.A. (03. August 2025). *Seemannschaft*. Abgerufen am 05. August 2025 von https://de.wikipedia.org/wiki/Seemannschaft

Ohl, L. (18. Juni 2022). *FOCUS*. Abgerufen am 05. Juli 2025 von https://praxistipps.focus.de/was-ist-ein-leitfaden-einfach-erklaert_147300

Papula, L. (2024). *Mathematische Formelsammlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler* (Bd. 12). Wiesbaden: Springer Vieweg.

Pedelecs & E-BIKS. (2025). *pedelec elektro Fahrrad*. Abgerufen am 23. Juli 2025 von https://pedelec-elektro-fahrrad.de/news/cangoo-ruft-lastenraeder-aufgrund-von-sicherheitsbedenken-zurueck/643904/?utm_source=chatgpt.com

Perplexity AI Inc. (2025). *Perplexity*. Abgerufen am 04. August 2025 von https://www.perplexity.ai/

Pulm, U. (2020/21). *2 - Prozesse und Vorgehensmodelle.* Hamburg.

REFA. (2025). *refa.de*. Abgerufen am 08. Juli 2025 von https://refa.de/service/refa-lexikon/kaizen

Reis, A. (2025). *firstaudit*. Abgerufen am 20. 06 2025 von https://www.firstaudit.de/blog/allgemein/ishikawa-diagramm/#sec2

Stiftung Warentest. (2025). *Rückruf von Fahrrädern und E-Biks*. Abgerufen am 23. Juli 2025 von https://www.test.de/Rueckrufe-von-E-Bikes-und-Fahrraedern-im-Ueberblick-diese-Modell-sind-betroffen-4821372-0/

Universität Hamburg. (22. Dezember 2016). Abgerufen am 04. August 2025 von https://www.wiso.uni-hamburg.de/bibliothek/ueber-die-bibliothek/neues-aus-der-bibliothek/recherchetipps/nachricht16-081-recherchetipp19.html

VDI 2221 Blatt 1 Entwicklung technischer Produkte und Systeme - Modell der Produktentwicklung. (2019). Berlin: Beuth Verlag GmbH.

VDI 2223 Methdisches Entwerfen technischer Produkte. (2004). Berlin: Beuth Verlag.

VDI 2243 Recyclingorientierte Produktentwicklung. (2002). Berlin: Beuth Verlag.

VDI 2519 Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheft. (2001). Berlin: Beuth Verlag.

VDI 2806 Wertanalyse - Kreativitätspotenziale und Ideenfindung. (2015). Berlin: Beth Verlag.

VDI 2808 Bewerten in der Wertanalyse. (2018). Berlin: Beuth Verlag.

VDI 4520 Produktmanagement. (2017). Berlin: Beuth Verlag.

VDI 5610 Wissensmanagement im Ingenieurswesen. (2009). Berlin: Beuth Verlag.

Veith, J. (2025). *boot & recht*. Abgerufen am 27. Juni 2025 von https://boot-und-recht.de/verschiedenes/regeln-guter-seemannschaft/

Anhang

Anhangsverzeichnis

Anhang 1 Poster ..... B
Anhang 2 Bundesministerium des Inneren – Morphologischer Kasten C
Anhang 3 Bundesverwaltungsamt – SWOT-Analyse ..... E
Anhang 4 Dittrich - Popper Biographie ..... H
Anhang 5 Duden – Entwickeln ..... J
Anhang 6 Duden – Norm ..... M
Anhang 7 Duden – Richtlinie ..... O
Anhang 8 Duden – Sorgfalt ..... P
Anhang 9 Duden – Verantwortung ..... R
Anhang 10 E-Bike Only ..... S
Anhang 11 Herfurtner - Plausibilitätsprüfung ..... T
Anhang 12 Ing. Büro Fischer - 7 häufigsten Fehler in der mechanischen Konstruktion V
Anhang 13 Kloss-Grote – Konstruktion A KNPA 01-01 S2025 Rev A ..... BB
Anhang 14 Koch - Verantwortung nach Popper CC
Anhang 15 Mallas - Korrekter Umgang mit Größen ..... FF
Anhang 16 NRW Abiturvorgaben Mathematik II
Anhang 17 Ohl L. FOCUS – Leitfaden ..... OO
Anhang 18 o.A. - Seemannschaft ..... PP
Anhang 19 Pedelec E-Biks ..... SS
Anhang 20 REFA - Kaizen ..... UU
Anhang 21 Reis - Ishikawa ..... WW
Anhang 22 Stiftung Warentest ..... BBB
Anhang 23 Universität Hamburg - Recherchetipps CCC
Anhang 24 Veith – Seemannschaft ..... EEE

Anhang 1 Poster

FAKULTÄT TECHNIK UND INFORMATIK
Department
Maschinenbau und Produktion

HAW HAMBURG

Sorgfalt und Struktur in der mechanischen Auslegung

Leitfaden für eine erfolgreiche mechanische Auslegung in Entwicklungsprojekten mit Schwerpunkt auf dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien

Ziel der Arbeit ist es, Studierende im Maschinenbau eine klare Orientierung zu geben, wie sie technische Dokumentation sorgfältig und normgerecht durchgeführt wird. Die Arbeit schaft damit das Bewusstsein für sauberes, professionelles Arbeiten. Eine praxisnahe Herangehensweise wird somit bereits in den frühen Studiensemestern vermittelt und gefördert. Die Sorgfaltsprinzipien bereitet direkt die Studierenden auf das Berufsleben vor.

EINLEITUNG

Ein Leitfaden zu der ingenieursmäßigen Dokumentation unterstützt die mechanische Auslegung systematisch und nachvollziehbar festzuhalten. Der PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act) beschreibt einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess bei dem Planung, Umsetzung, Überprüfung und Anpassung systematisch aufeinander folgen, um Prozesse nachhaltig zu optimieren. Dieses werden festgehalten, sodass ein neuer Standard etabliert werden kann (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: PDCA & Standardsicherung

METHODIK

Die Arbeit ist eine reine Literaturarbeit, die auf Fachbüchern, Normen und Richtlinien basiert. Der Fokus lag auf der Belegung dokumentarischer Sorgfaltsprinzipien nach Professor Dr. Kloss-Grote. Im weiteren wurde nach weiteren Sorgfaltsprinzipien recherchiert. Die Sorgfaltsprinzipien sind in einem Leitfaden zusammengefasst.

EINFÜHRUNG IN DAS WISSENSGEBIET

Verantwortung
Verantwortung ist die Verpflichtung innerhalb eines bestimmten Rahmens für einen guten Verlauf zu sorgen und Schaden zu vermeiden.

Qualität
Qualität bezeichnet das Maß, in dem ein Produkte oder Dienstleistung festgelegten Anforderungen und Erwartungen erfüllt.

Projektmanagement
Projektmanagement ist die Planung, Steuerung und Überwachung von Projekten, um definierte Ziele innerhalb vorgegebener Zeit, Kosten und Qualität zu erreichen.

Wissensmanagement
Wissensmanagement ist die systematische Erfassung, Nutzung und Weitergabe von Wissen innerhalb einer Organisation, um deren Leistungsfähigkeit zu steigern.

Entwicklungsprojekt
Entwicklungen schaffen neue Produkte oder Dienstleistungen, z. B. in Form eines Projekts für eine neue Maschine.

Dokumentations-management
Dokumentationsmanagement ist die strukturierte Erstellung Pflege, Speicherung und Bereitstellung von Informationen und Dokumenten über den gesamten Lebenszyklus hinweg.

Technisches Produktionsmanagement
Produktmanagement ist die Planung, Steuerung und Kontrolle eines Produkts über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg.

LEITFADEN

Allgemeine Grundlagen
- Kunden definieren
- Aufgaben richtig lesen
- Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung
- Strukturierung des Problems, Was ist gegeben/gesucht?
- Nicht-/Ziele formulieren
- SMARTe Zielformulierung

Mathematische/ physikalische Grundlagen
- SI-Einheiten benutzen
- Einheiten richtig umrechnen
- Taschenrechner richtig einstellen
- Grundlegendes Rechnen beachten
- Brüche richtig verrechnen
- Normkonforme Formelschreibweise beachten
- Größenwerte in der richtigen Rechtschreibung
- Variablen klar definieren mit Namen der Variablen und Formelzeichen
- Sowie man Zahlenwerte einsetzt: immer mit Einheiten rechnen
- So lange wie möglich mit Variablen rechnen, Zahlenwerte erst am Ende einsetzen
- Immer dieselbe Einheit für gleiche Größen verwenden
- Quellen für alle Eingangsgrößen angeben
- Quellen für Formeln angeben
- Einführung geometrischer Größen/Belastung nur mit Skizze
- Plausibilitätsprüfung aller (Zwischen-) Ergebnisse
- Rücktransformation der abstrakten Lösung in die „Reale-Welt-Lösung"
- Strukturierte Rechenweise beachten

Dokumentations-management
- Dokumente richtig beschriften
- Sorgfältige, saubere, nachvollziehbare Dokumentation
- 4-Augen-Prinziep (vgl. Schriftfeld von Zeichnungen: Erstellt, Geprüft, Freigegeben)

Entwicklungsprojekt-management
- Interdisziplinäres Zusammenarbeiten
- Strukturiertes Vorgehen
- Systemdenken
- Phasenorientiertes vorgehen
- Variantenbildung und Bewertung
- Iteratives Arbeiten

Inhaltliche Vorgehensweise
- Kreativität (beim Konstruieren)
- Risikobewertung FMEA
- Bewertungsmethoden z.B. SWOT-Analyse

Qualitätssicherung
- 10er Regel beachten
- PDCA-Zyklus anwenden
- Ishikawa-Diagramm anwenden (Abb. 2)
- 5 W-Methode anwenden
- SIPOC anwenden

Vortrag[1)]
- Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte
- Kurze Teilsätze
- Gut lesbare Stichpunkte (max. 7)
- Roter Faden beachten
- Einheitliches Design
- Bilder links vom Text
- Inhalt, Sprache und Ziel an das Publikum anpassen
- Wenig Animationen und Übergänge

[1)] Für Ingenieurinnen ist es entscheidend, technische Inhalte klar und überzeugend präsentieren zu können. Gut strukturierte Vorträge erleichtern das Verständnis komplexer Sachverhalte, fördern fundierte Entscheidungen und stärken die eigene Position. Die Vorbereitung schärft zudem den Blick für die eigenen Ergebnisse und steigert oft deren Qualität. Präsentationskompetenz ist in vielen beruflichen Situationen gefragt und trägt wesentlich zu Sichtbarkeit und Erfolg bei.

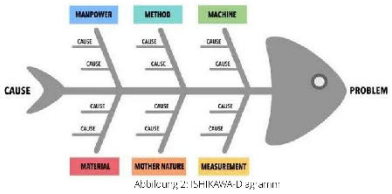


Abbildung 2: ISHIKAWA-Diagramm

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Die Thesis beleuchtet interdisziplinär weiterführende Normen, Gesetze und Richtlinien, die für Projektmanagement, Produktentwicklung und Qualitätsmanagement relevant sind. Zentrale Grundlagen bilden dabei unter anderem die DIN EN ISO 9001 für Qualitätsmanagement, das Produktsicherheitsgesetz sowie technische Normen wie DIN EN ISO 8015, DIN 69900 und DIN EN ISO 10007. Ergänzend werden kreative Methoden (VDI 2806), Teamarbeit (VDI 2807) und systematische Entwicklungsansätze (VDI 2221, VDI 2223) behandelt, um eine strukturierte und normgerechte Projektarbeit zu fördern.

BACHELORAND: Shari Wintjes
STUDIENGANG: Produktionsmanagement

BETREUENDER PROFESSOR:
Prof. Dr. Benjamin Kloss-Grote

ABGABEDATUM: 14.08.2025

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN HAMBURG
Hamburg University of Applied Sciences

Anhang 2 Bundesministerium des Inneren – Morphologischer Kasten

Bundesministerium des Innern · Bundesverwaltungsamt

ARTIKEL · METHODEN UND TECHNIKEN

6.4.4 Morphologie (morphologische Matrix)

Inhaltsverzeichnis

- 6.4.4.1 Einsatzbereiche
- 6.4.4.2 Verfahrensbeschreibung
- 6.4.4.3 Bewertung
- 6.4.4.4 Hinweise und Tipps aus der Praxis

Der morphologische (Morphologie = Lehre des geordneten Denkens) Kasten oder die morphologische Matrix sind kreativ-analytische Techniken. Das betrachtete Problem wird dabei in möglichst viele Teilaspekte (Einflussparameter) zerlegt und mehrdimensional klassifiziert. Jeder Teilaspekt des Gesamtproblems kann verschiedene Ausprägungen (Gestaltungsmöglichkeiten) besitzen. Daher werden für jeden Teilaspekt alle denkbaren Lösungen gesucht. Diese werden in einer Matrix dargestellt und zur Ableitung einer Gesamtlösung systematisch miteinander kombiniert. Aus der Kombination der Einzellösungen entsteht eine Vielzahl von Lösungsvarianten.

Beispiel: Durchführung einer Personalbedarfsermittlung

Dimension/ Merkmal	Ausprägung			
Vorgehen	• Vollerhebung	• Stichprobe		
Erhebung der Tätigkeiten	• Einzelinterviews	• Workshops	• Fragebogen	
Erhebung der Zeiten	• Selbstaufschreibung mit begleitender Multimomentaufnahme	• Analytisches Schätzen	• Zeitaufnahme	• Laufzettel
Ausführende	• interne Beschäftigte	• externe Berater	• gemischtes Team	

Beispiel morphologische Matrix

6.4.4.1 Einsatzbereiche

Morphologische Techniken sind dazu geeignet über die Problemanalyse alle relevanten Aspekte eines Problems vollständig zu betrachten und verschiedene Lösungsalternativen auch für komplexe Probleme zu erarbeiten.

6.4.4.2 Verfahrensbeschreibung

1. Problemdefinition und -analyse

Das Problem wird definiert, analysiert und in wesentliche Dimensionen beziehungsweise Teilaspekte zerlegt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Dimensionen unabhängig voneinander und operationalisierbar sein müssen.

2. Bestimmung der Merkmale

Den Dimensionen wird ein Schlüsselwort/Merkmal zugeordnet, welches anschließend in die erste Spalte einer Matrix übertragen wird. Die aus Komplexitätsgründen maximal zehn ausgewählten Merkmale sollen auf alle möglichen Lösungsvarianten zutreffen und für das Gesamtproblem relevant sein. Dieser Schritt ist der kritischste und kann durch den Einsatz weiterer Kreativitätstechniken wie Mind Mapping unterstützt werden.

3. Bestimmung möglicher Merkmalsausprägungen

Für jedes Merkmal werden nun die möglichen Ausprägungsformen bestimmt und in die Matrixfelder rechts neben dem zugehörigen Merkmal eingetragen. Ergeben sich in diesem Schritt zu viele Merkmalsausprägungen, die sich nicht mehr einfach überblicken lassen, kann durch die Zerlegung in Teilmatrizen die zu hohe Komplexität reduziert werden.

4. Festlegung der möglichen Lösungswege durch Kombination

Jede mögliche Kombination einzelner Merkmalsausprägungen wird in der Matrix durch Pfeile miteinander verbunden. Dabei entstehen verschiedene Lösungswege für das Gesamtproblem, die anschließend geprüft und bewertet (**Bewertungsverfahren**) werden können.

6.4.4.3 Bewertung

Vorteile:

Die systematische Zerlegung von Problemen fördert die Fähigkeit Problemstrukturen zu erkennen.
Durch analytisches Vorgehen können auch komplexe Probleme erfasst und Lösungswege gefunden werden.
Alle Aspekte des Problems werden in die Lösungssuche einbezogen.
Eventuelle Schwächen einer vorhandenen Lösungsalternative werden bei der Problemanalyse erkannt.
Durch die systematische Herangehensweise können auch Lösungsalternativen ermittelt werden, die nicht offensichtlich sind.

Nachteile:

Der Ideenfluss kann durch das systematisch, logische Vorgehen begrenzt werden.
Eine möglicherweise hohe Zahl von Kombinationsmöglichkeiten wirkt verwirrend und erhöht den Aufwand für die Bewertung der Alternativen.

6.4.4.4 Hinweise und Tipps aus der Praxis

Bei komplexen Problemen ist es zweckmäßig, in einer Gruppe mit maximal zehn Personen zu arbeiten, um die Vielseitigkeit der Lösungen zu fördern (**Workshop**).

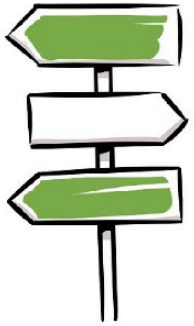
Bei der Suche nach Ausprägungen zu den erarbeiteten Merkmalen kann der Einsatz von unbeteiligten Personen vorteilhaft sein, welche die ursprüngliche Aufgabenstellung noch nicht kennen und entsprechend unvoreingenommen sind.

© Bundesministerium des Innern, 2025

Anhang 3 Bundesverwaltungsamt – SWOT-Analyse

Bundesministerium des Innern | Bundesverwaltungsamt

Quelle: BM.



ARTIKEL · METHODEN UND TECHNIKEN

SWOT Analyse

Inhaltsverzeichnis

- Einführung / Definition
- Anwendungsbereiche der Methode
- Verfahrensbeschreibung
  - Schritt 1: SWOT-Matrix erstellen
  - Schritt 2: Kombinationen entwickeln und Handlungsempfehlungen formulieren
- Bewertung
- Quellen- und Literaturverzeichnis

Methodensteckbrief

Bezeichnung der Methode bzw. (beziehungsweise) Technik	**SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse**
Kategorie (Zweck)	Planen, Strukturieren, Entscheiden; Ideen und Lösungen finden
Anwendungsbereiche	Positionsbestimmung, Strategieentwicklung, Entwicklung von Handlungsempfehlungen, Zielentwicklung
Kurzbeschreibung	Die SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse ist ein Instrument zur Erfassung, Strukturierung und Aufdeckung der eigenen Stärken und Schwächen sowie der externen Chancen und Risiken einer Organisationseinheit. Sie ermöglicht die Beantwortung der Frage "Wo stehen wir?". ableitend davon können Strategien, Handlungsempfehlungen und Ziele für die Organisation generiert werden.
Voraussetzungen / Rahmenbedingungen / Grundlagen	Vor Beginn der SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse muss die Zielsetzung klar definiert sein.
Grobe Einschätzung des Zeit- und Personalaufwandes	Zeitrahmen / Dauer: 1 Workshop-Tag plus Vor- und Nachbereitung Aufwand personell und zeitlich: Moderation (1 Tag, 1 Person), Gruppe (1 Tag, ca. (circa) 10-15 Personen), Vor- und Nachbereitung (2-5 Tage, 1-2 Personen)
Vorteile / Stärken der Methode	Für jede Art und Größe von Organisationseinheit anwendbar, Betrachtung des Ist-Zustands aus allen Perspektiven, Aufdecken von "blinden Flecken", Kombinationen der Kategorien führen zu neuen Denkansätzen.
Stolperfallen „Darauf sollten Sie achten“	Möglichst hohe Heterogenität der Gruppe, geschulte Moderation, korrekte Zuordnung der Antworten zu den Kategorien, keine Wertung/Gewichtung der Antworten, unklares Ziel
Arbeitshilfen	/
Weiterführende Medien und Quellen	/

Einführung / Definition

Die SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse (Strengths=Stärken, Weaknesses=Schwächen, Opportunities=Chancen, Threats= Risiken) ist ein Instrument des strategischen Managements und dient im behördlichen Kontext dazu, die Ist-Situation einer Organisation aus der inneren (Stärken / Schwächen) sowie der äußeren (Chancen / Risiken) Perspektive zu erfassen und einzuordnen. Diese Positionsbestimmung kann als Grundlage zur Strategieentwicklung, aber auch unmittelbar zur Ableitung von Zielen und von Handlungsempfehlungen zur Erreichung eines Soll-Zustandes verwendet werden. Der Erfolg der SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse hängt dabei maßgeblich von dem Zeitpunkt ihres Einsatzes, der Konkretisierung ihrer Zielsetzung und der korrekten Durchführung ab.

In einem ersten Schritt werden dazu eigenen Stärken und Schwächen der Organisation aus der Innensicht in einer Matrix erfasst. Ergänzend dazu erfolgt eine Analyse der Außensicht, indem die Chancen und Risiken (vgl. (vergleiche) Risikomanagement), die sich aus der Umwelt, dem Markt, der Konkurrenz[1] und externen Faktoren ergeben, in die Matrix aufgenommen werden. In einem zweiten Schritt erfolgt ein paarweiser Abgleich zwischen der inneren und der externen Perspektive, wodurch konkrete Handlungsfelder unter Berücksichtigung der individuellen Stärken und Schwächen der Organisation sowie externer Chancen und Risiken identifiziert werden können.

Anwendungsbereiche der Methode

zusammengefasst werden können.

Sollten die Rückmeldungen aus dem Teilnehmerkreis stocken, können die folgenden Fragen zur Anregung genutzt werden:

Stärken: *Was läuft in der Organisation gut? Was macht die Organisation besser als vergleichbare Organisationen? Was ist die größte Stärke der Organisation? Welche Stärken gibt es bspw. (beispielsweise) in den Themen Wissensmanagement, Digitalisierung, Prozesse, Personal, Budget?*

Schwächen: *Was läuft in der Organisation nicht gut? Welche Dienstleistung ist besonders schwach? Worin liegt das größte Problem der Organisation? Welche Schwächen gibt es bspw. (beispielsweise) in den Themen Wissensmanagement, Digitalisierung, Prozesse, Personal, Budget?*

Chancen: *Welche günstigen Bedingungen liegen in der Umwelt/Gesellschaft vor? Welche Chancen bietet die Technik und Digitalisierung? Welche Chancen liegen im demografischen Wandel? Welche Möglichkeiten stehen offen? Welche Trends gilt es zu verfolgen? Sind die Kunden auf die Organisation (bspw. (beispielsweise) Dienstleistungen der Ausländerbehörde) angewiesen oder gibt es Konkurrenten (Auswahlmöglichkeit des Standesamtes bei der Heirat)?*

Risiken: *Welche ungünstigen Bedingungen liegen in der Umwelt vor? Welche Schwierigkeiten hinsichtlich der gesamtgesellschaftlichen Situation liegen vor? Sind die Kunden auf die Organisation angewiesen oder gibt es Konkurrenten? Gibt es Änderungen von Vorschriften für die Arbeit, Produkte oder Dienstleistungen? Gibt es einen Technologie- oder Politikwechsel?*

Eine ausgefüllte SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Matrix mit der Zielsetzung „Steigerung der Bewerberzahlen in der Personalgewinnung" könnte beispielsweise wie folgt aussehen.

Stärken (intern) Welche Stärken haben wir?	**Schwächen (intern)** Welche Schwächen haben wir?
- Hohe Mitarbeiterzufriedenheit - Moderne IT (Informationstechnologie)-Ausstattung - Flexible Arbeitszeiten - Mobiles Arbeiten - Abwechslungsreiche Arbeitsbereiche	- Unbesetzte Stellen - Hohe Arbeitsauslastung - Schlechte Verkehrsanbindung - Starre Gehalts-/Besoldungsvorschriften
Chancen (extern) Welche Chancen bietet das Umfeld?	**Risiken (extern)** Welche Risiken birgt das Umfeld?
- Fortschreitende Digitalisierung - Attraktivität des öffentlichen Dienstes als sicherer Arbeitgeber	- Demografischer Wandel, wenig Nachwuchskräfte - Konkurrenz zu anderen Behörden - Konkurrenz zu privaten Unternehmen

Abbildung 2: SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Matrix zur Steigerung der Bewerberzahlen in der Personalgewinnung

Alternativ zur Durchführung eines moderierten Workshops kann bei der Erstellung einer SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Matrix auch auf eine bereits erfolgte Umwelt- und Unternehmensanalyse zurückgegriffen werden.

Schritt 2: Kombinationen entwickeln und Handlungsempfehlungen formulieren

Ableitend aus der paarweisen Kreuzung der ermittelten Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken entstehen vier Kombinationsmöglichkeiten:

Die SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse ermöglicht der Organisation eine umfassende Rundumschau aus verschiedenen Perspektiven, wobei sie aufgrund ihrer thematischen Flexibilität vielseitig einsetzbar ist. Sie findet Anwendung bei der Strategieentwicklung der gesamten Organisation, aber auch in einzelnen Organisationseinheiten (bspw. (beispielsweise) Abteilungen oder Teams). SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analysen können darüber hinaus auch in der Produktentwicklung, der Prozessentwicklung, zu Evaluationszwecken oder zur Lösungsfindung konkreter Fragestellungen u.v.m. angewandt werden.

In der Privatwirtschaft werden SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analysen vor allem dazu genutzt, die Strategie des Unternehmens unter Berücksichtigung der Stärken und Schwächen (Innensicht) optimal auf den Markt und die Konkurrenz (Außensicht) auszurichten. Im behördlichen Kontext können je nach Zielsetzung ähnliche Faktoren wie in der Privatwirtschaft relevant sein (z. B. (zum Beispiel) Vermeidung von Konkurrenz[2] , Personalmanagement im demografischen Wandel, Schaffung von flexiblen Arbeitsbedingungen) oder spezielle, ausschließlich für den öffentlichen Dienst relevante Ziele (z. B. (zum Beispiel) Bürgernähe, Bürgerzufriedenheit, Rechtmäßigkeit, Einschätzung zur Begegnung von Risiken (Pandemien und Naturkatastrophen)) angestrebt werden. Die Relevanz der SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse als sinnvolles Instrument zur Strategieentwicklung besteht gleichermaßen.

Verfahrensbeschreibung

Schritt 1: SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Matrix erstellen

Die SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse sollte als moderierter Workshop mit einer ausgewählten Gruppe[3] erfolgen, um eine Gruppendynamik entstehen zu lassen. Dabei ist auf eine offene Gesprächsatmosphäre zu achten, damit alle Ideen und Anmerkungen der Teilnehmenden ausgesprochen und erfasst werden können.

Wichtig ist, dass die **Zielsetzung** der SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse vorab kommuniziert wird (bspw. (beispielsweise) Steigerung der Bewerberzahlen in der Personalgewinnung, Strategie zur Steigerung der Mitarbeiterzufriedenheit entwickeln). Die Moderation des Workshops sollte betonen, dass es sich bei den Stärken und Schwächen um eine Situationsanalyse handelt, es wird also zunächst ein Ist-Zustand beschrieben. Die Chancen und Risiken hingegen können auch perspektivisch mit Blick in die Zukunft erfasst werden.

Die häufigste Darstellungsform ist die einer **SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Matrix**, in die die Teilnehmenden des Workshops alle Ideen (z. B. (zum Beispiel) mit Moderationskarten) in die verschiedenen Felder einbringen können. Um die Antworten der Gruppe möglichst offen zu gestalten, sollte die Beschreibung der vier zu befüllenden Felder zunächst nur grob erfolgen, wie im folgenden Beispiel dargestellt.

Stärken (intern) Welche Stärken haben wir?	**Schwächen (intern)** Welche Schwächen haben wir?
Chancen (extern) Welche Chancen bietet das Umfeld?	**Risiken (extern)** Welche Risiken birgt das Umfeld?

Abbildung 1: beispielhaftes Muster SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Matrix

Wichtig ist, dass jede Antwort lediglich **einer Kategorie** zugeordnet werden darf. Ein häufiger Fehler ist die Vermischung von internen Schwächen (z. B. (zum Beispiel) unbesetzte Stellen) und externen Risiken (z. B. (zum Beispiel) fehlende Nachwuchskräfte auf dem Markt).

Zudem sind alle Antworten **wertfrei** und **ohne Gewichtung** aufzunehmen, wobei gleiche und ähnliche Antworten

intern / extern	Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
Chancen (Opportunities)	S-O-Strategie (Matching): **Stärken nutzen, um Chancen zu ergreifen** *Beispiel:* Die vorhandene moderne IT (Informationstechnologie)-Ausstattung sowie das flexible, mobile Arbeiten sollte ausgebaut und auf Ausbildungsmessen betont werden, um die ohnehin hohe Attraktivität des öD weiter zu steigern.	W-O-Strategie (Umwandlung): **Schwächen ausbessern, um Chancen zu nutzen** *Beispiel:* Die hohe Arbeitsauslastung sollte durch schlankere und IT (Informationstechnologie)-unterstützte Prozesse reduziert werden.
Risiken (Threats)	S-T-Strategie (Neutralisierung): **Stärken nutzen, um Risiken zu neutralisieren** *Beispiel:* Die schlechte Verkehrsanbindung der Behörde kann durch die fortschreitende Digitalisierung und die damit verbundene Ausweitung von Homeoffice-Angeboten neutralisiert werden.	W-T-Strategien (Verteidigung): **Schwächen reduzieren, um Risiken zu entgehen** *Beispiel:* Über flexible Bonuszahlungen für gute Leistungen, kann die Konkurrenz zur Privatwirtschaft reduziert werden.

Abbildung 3: Paarweise Kreuzung von Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken. Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Bewertung

Die SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse stellt ein sinnvolles Instrument zur Erfassung, Strukturierung und Aufdeckung der eigenen Stärken und Schwächen sowie der externen Chancen und Risiken einer Organisationseinheit dar. Kurzum: Sie ermöglicht die Formulierung von Antworten auf die Frage „Wo stehen wir?". Durch die übersichtliche Matrix-Darstellung wird der Blick auf die wesentlichen Punkte reduziert und fokussiert, wodurch blinde Flecken aufgedeckt und schlummernde Potenziale zutage gefördert werden können.
Durch den Abgleich von Innen- und Außenperspektive können die Handlungsfelder der Organisation anschaulich dargestellt und offengelegt werden. Die SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse kann so eine Grundlage zur Entwicklung einer Strategie schaffen, in derer die Stärken der Organisationseinheit zur Nutzung der Chancen eingesetzt werden und in der die eigenen Schwächen bekannt sind, um bestehende und zukünftige Risiken zu minimieren.

Quellen- und Literaturverzeichnis

Kaufmann T. (2021) SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats). In: Strategiewerkzeuge aus der Praxis. Springer Gabler, Berlin, Heidelberg.
Schawel C., Billing F. (2018) SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse. In: Top 100 Management Tools. Springer Gabler, Wiesbaden.
Tegtmeier A. (2021) Aufgaben und Instrumente des Beteiligungsmanagements. In: Praxisleitfaden Kommunales Beteiligungsmanagement. Springer Gabler, Wiesbaden.
Umbach G. (2019) SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse und Portfolio-Bewertung. In: Erfolgreich als Medical Advisor und Medical Science Liaison Manager. Springer Gabler, Wiesbaden.

Fußnote

[1] Markt und Konkurrenz gibt es in der öffentlichen Verwaltung nur bedingt, z. B. (zum Beispiel) im Bereich Shared Services, im Bereich der Standesämter oder Bürgerämter auf kommunaler Ebene etc. (et cetera (und so weiter))
[2]bspw. (beispielsweise) Inhouse-Beratungen, IT (Informationstechnologie)-Dienstleister, Bürgerämter, Standesämter etc. (et cetera (und so weiter))
[3] Je größer die Heterogenität der Gruppe, desto vielseitiger werden die Ergebnisse der SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threats)-Analyse. Es bietet sich also an, die Gruppe aus Personen verschiedener Hierarchie- und Funktionsebenen, Organisationseinheiten und Geschlechter sowie aus Beamten & Tarifbeschäftigten zusammenzustellen. Alternativ zu einer manuellen Gruppenzusammenstellung kann diese auch stichprobenartig erfolgen. Siehe hierzu Kapitel **2.4.3.5.5 Vollerhebung** unter Ressourcen.

© Bundesministerium des Innern, 2025

Lemo Lebendiges Museum Online

Karl Raimund Popper 1902-1994

Philosoph, Soziologe und Wissenschaftstheoretiker

1902

28. Juli: Karl Raimund Popper wird als Sohn des jüdischen Rechtsanwalts Dr. Simon Siegmund Carl Popper und dessen Frau Jenny (geb. Schiff) in Wien geboren.

1918

Popper verlässt vorzeitig die Schule und belegt an der Universität Wien als Gasthörer Vorlesungen in den Fächern Mathematik, Psychologie, Geschichte und Philosophie.

1919

Er tritt einer sozialistischen Studentenvereinigung bei und nimmt an einer Demonstration zur Befreiung inhaftierter Kommunisten teil, in deren Verlauf mehrere Demonstranten von der Polizei erschossen werden.

1920-1922

Schüler am Wiener Konservatorium, Abteilung Kirchenmusik.

1924

Abschluss einer Lehrerausbildung in den Fächern Mathematik, Physik und Chemie. Gleichzeitig erfolgreicher Abschluss einer Tischlerlehre, die er 1922 begonnen hatte. Popper arbeitet fortan als Erzieher.

1925

Aufnahme eines Studiums am Pädagogischen Institut in Wien.

1928

Promotion bei dem Psychologen und Sprachtheoretiker Karl Bühler (1879-1963) an der Universität Wien mit dem Thema "Zur Methodenfrage der Denkpsychologie". Im folgenden Jahr tritt Popper in regen Austausch mit dem "Wiener Kreis" um Moritz Schlick (1882-1936), Rudolf Carnap (1891-1970) und Otto Neurath (1882-1945), in deren Zirkel vor allem erkenntnistheoretische und logische Probleme diskutiert werden.

1930

Eheschließung mit Josefine Anna Henninger.

1930-1937

Lehrtätigkeit an einer Wiener Schule in den Fächern Mathematik und Physik.

1934

Poppers wissenschaftstheoretisches Hauptwerk "Logik der Forschung" erscheint. Darin setzt er sich kritisch mit der Tradition des logischen Empirismus auseinander, demzufolge in den Wissenschaften nur empirische Beobachtungen Grundlage für bedeutungsvolle Aussagen seien. Um sich schrittweise der Wahrheit zu nähern, müsse eine Theorie widerlegt ("falsifiziert") werden, anstatt sie beweisen ("verifizieren") zu wollen.

1935/36

Mehrmonatiger Aufenthalt in England, Begegnungen mit dem Philosophen Bertrand Russel (1872-1970), dem Kunsthistoriker Ernst Gombrich (1909-2001) und dem Physiker Erwin Schrödinger (1887-1961).

1937

Angesichts der politischen Lage in Europa und des drohenden "Anschlusses" Österreichs an NS-Deutschland nimmt Popper eine Dozentenstelle für Philosophie am Canterbury University College im neuseeländischen Christchurch an. Vor Ort gründet er mit Freunden ein "jüdisches Flüchtlingskomitee", das jüdischen Familien die Ausreise nach Neuseeland zu erleichtern versucht.

1944

Sein sozialphilosophisches Werk "The Poverty of Historicism" (dt. 1965 "Das Elend des Historizismus") erscheint in drei Artikeln in der Zeitschrift "Economica". Desillusioniert vom doktrinären Charakter der kommunistischen Lehre setzt er sich hier mit der marxistischen Weltanschauung auseinander. Er kritisiert den Historizismus als historischen Determinismus, demzufolge Geschichte als Ganzes strikt nach Naturgesetzen verlaufe und eine "Logik der Geschichte" zu erkennen sei. Er postuliert demgegenüber, dass Geschichte nur als Verlauf einzelner Ereignisse studiert werden könne und im Gesamtverlauf immer unbestimmt bleibe.

1945

Bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs fallen 16 Familienangehörige Poppers dem nationalsozialistischen Völkermord zum Opfer.

1946

Rückkehr nach London und Annahme eines Lehrauftrages für Philosophie an der London School of Economics.

1949

Professur für Logik und wissenschaftliche Methodenlehre an der University of London, reger intellektueller Austausch mit Ernst Gombrich und dem Ökonomen Friedrich August von Hayek (1899-1992).

1961

Auf dem Soziologentag in Tübingen kommt es zwischen Popper und Theodor W. Adorno zu einer Auseinandersetzung über sozialwissenschaftliche Theoriebildung, die als "Positivismusstreit" in die Wissenschaftsgeschichte eingeht. Popper entwirft eine an den Naturwissenschaften orientierte Methodologie der Sozialwissenschaften.

1965

Erhebung in den Adelsstand durch Queen Elizabeth II.

1969

Emeritierung Poppers.

1977

Die zusammen mit dem Neurophysiologen John Carew Eccles (1903-1997) verfasste Schrift "The Brain and its Self" erscheint. Im Rahmen der "Theorie der drei Welten" wird neben der physischen und der psychischen Welt eine dritte Welt der von Menschen gestalteten Kulturdinge postuliert, der unter anderem Sprache, Theorien und Kunstwerke zugehörig seien.

1978
Verleihung der Ehrendoktorwürde Dr. rer. nat. h. c. durch die Fakultät für Formal- und Naturwissenschaften in Wien.

1980
Verleihung des Österreichischen Ehrenzeichens für Wissenschaft und Kunst und des Ordens Pour le Mérite der Bundesrepublik Deutschland.

1982
Aufnahme als Ehrenmitglied in die Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

1983
Verleihung des Großen Verdienstkreuzes der Bundesrepublik Deutschland.

1985
Rückkehr nach Wien mit seiner schwerkranken Frau Josefine, die noch im selben Jahr verstirbt.

1986
Gastprofessur an der Universität Wien. Ernennung zum Honorarprofessor am Institut für Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsordnung.

1992
Ernennung zum Ehrenbürger der Stadt Wien.

1994
17. September: Sir Karl Raimund Popper stirbt in London.

Viviane Dittrich
© Deutsches Historisches Museum, Berlin
Stand: 14. September 2014
Text: CC BY NC SA 4.0

Startseite > Wörterbuch > entwickeln

entwickeln

Wortart: **schwaches Verb**

Häufigkeit:

Aussprache: **Betonung**

entwickeln

Anzeige

Duden Pur Werbefreiheit aktivieren

Rechtschreibung

Worttrennung **ent|wi|ckeln**

Beispiel **ich entwick[e]le mich**

Bedeutungen (7)

1. allmählich entstehen, sich stufenweise herausbilden

Grammatik **sich entwickeln**

BEISPIELE

- aus der Raupe entwickelt sich der Schmetterling
- es entwickelte sich [daraus] eine Diskussion

2. a) (von Lebewesen, Pflanzen) ein Stadium erreichen, in dem vorhandene Anlagen zur [vollen] Entfaltung kommen

Grammatik **sich entwickeln**

BEISPIELE

- das Mädchen ist körperlich voll entwickelt
- die Pflanze hat sich gut entwickelt

b) in einem Prozess fortlaufend in eine neue [bessere] Phase treten

oder in Erscheinung treten lassen

BEISPIELE

- bei einer Arbeit Talent, Fantasie entwickeln
- die neuen Züge entwickeln *(erreichen)* eine große Geschwindigkeit

c) in einem Arbeitsprozess etwas Neues, Fortschrittlicheres erfinden, konstruieren

BEISPIEL

- ein neues Verfahren, eine Software, ein Heilmittel entwickeln

5. in allen Einzelheiten darlegen, jemandem auseinandersetzen

BEISPIELE

- jemandem eine Theorie, seine Gedanken zu einem Thema entwickeln
- eine mathematische Formel entwickeln *(ableiten)*

6. durch die Behandlung mit Chemikalien ein Bild auf einem Film sichtbar werden lassen

Gebrauch **Fotografie**

BEISPIEL

- einen Film, eine Aufnahme entwickeln

7. a) zur Gefechtsaufstellung auseinanderziehen

Grammatik **sich entwickeln**

BEISPIEL

- die Verhandlungen entwickeln sich erwartungsgemäß

3. a) durch seine Einwirkung auf ein höheres Niveau heben

BEISPIELE

- einen Betrieb zur Fabrik entwickeln
- sie hat ihn zu einem bühnenreifen Schauspieler entwickelt *(herangebildet)*

b) allmählich unter bestimmten Bedingungen zu etwas anderem, Neuem werden

Grammatik **sich entwickeln**

BEISPIEL

- Japan hat sich zu einer Industriemacht entwickelt

4. a) bei einem Prozess, Vorgang durch sich oder an sich entstehen lassen

BEISPIEL

- das Feuer entwickelte große Hitze

b) bei etwas wirksam werden lassen, als Fähigkeit aus sich hervorbringen oder in Erscheinung treten lassen

Gebrauch **Militär**

BEISPIEL

- eine Truppe entwickeln

b) sich zur Gefechtsaufstellung auseinanderbewegen

Gebrauch **Militär**

Grammatik **sich entwickeln**

BEISPIEL

- das Regiment entwickelte sich zwischen den beiden Gehölzen

Anzeige

Anhang 6 Duden – Norm

Duden Pur Werbefreiheit aktivieren

Rechtschreibung

Worttrennung **Norm**

Bedeutungen (5)

1. a) allgemein anerkannte, als verbindlich geltende Regel für das Zusammenleben der Menschen

Grammatik **meist im Plural**

BEISPIELE

- ethische Normen
- sprachliche Normen *(Sprachnormen)*

b) Rechtsnorm

Grammatik **meist im Plural**

c) (in Wirtschaft, Industrie, Technik, Wissenschaft) Vorschrift, Regel, Richtlinien o. Ä. für die Herstellung von Produkten, die Durchführung von Verfahren, die Anwendung von Fachtermini o. Ä.

Grammatik **meist im Plural**

BEISPIELE

- technische Normen

Startseite > Wörterbuch > Norm

Norm, die

Wortart: **Substantiv, feminin**

Häufigkeit:

Aussprache: **Betonung**

Norm

Anzeige

N

Duden Pur Werbefreiheit aktivieren

Synonyme zu *Norm*

- Gesetz, [Grund]prinzip, Grundsatz, Leitfaden

Zur Übersicht der Synonyme zu *Norm*

Herkunft

mittelhochdeutsch norme < lateinisch norma = Winkelmaß; Regel, wahrscheinlich über das Etruskische < griechisch gnṓmōn = Kenner; Maßstab

Grammatik

die Norm; Genitiv: der Norm, Plural: die Normen

Zur Deklinationstabelle des Substantivs *Norm*

- europäische Normen *(Normen, die in der EU gelten)*

2. übliche, den Erwartungen entsprechende Beschaffenheit, Größe, Qualität o. Ä.; Durchschnitt

3. festgesetzte, von der Arbeitskraft (2) geforderte Arbeitsleistung

4. (von einem Sportverband) als Voraussetzung zur Teilnahme an einem Wettkampf vorgeschriebene Mindestleistung

   Gebrauch **Sport**

5. klein auf den unteren Rand der ersten Seite eines Druckbogens gedruckter Titel [und Verfassername] eines Buches [in verkürzter oder verschlüsselter Form]

   Gebrauch **Verlagswesen**

Anzeige

Anhang 7 Duden – Richtlinie

Startseite > Wörterbuch > Richtlinie

Richtlinie, die

Wortart: Substantiv, femININ

Häufigkeit:

Aussprache: Betonung

Richtlinie

Lautschrift

[ˈrɪçtliːniə]

Rechtschreibung

Worttrennung Richt|li|nie

Bedeutung

von einer höheren Instanz ausgehende Anweisung für jemandes Verhalten in einem bestimmten Einzelfall, in einer Situation, bei einer Tätigkeit o. Ä.

BEISPIELE

- allgemeine Richtlinien
- Richtlinien erlassen, beachten, einhalten, außer Acht lassen
- die Richtlinien der Wirtschaftspolitik entwickeln, festlegen

Anhang 8 Duden – Sorgfalt

Duden Pur Werbefreiheit aktivieren

Rechtschreibung

Wortfrennung **Sorg|falt**

Bedeutung

Genauigkeit, Gewissenhaftigkeit, große Behutsamkeit [beim Arbeiten, Hantieren]

BEISPIELE

- hier fehlt es an der nötigen Sorgfalt
- ihr solltet eure Schulaufgaben mit mehr Sorgfalt erledigen

Anzeige

Startseite > Wörterbuch > Sorgfalt

Sorgfalt, die

Wortart: **Substantiv, feminin**

Häufigkeit:

Aussprache: **Betonung**

Sorgfalt

Anzeige

Duden Pur Werbefreiheit aktivieren

Synonyme zu *Sorgfalt*

- Akkuratesse, Detailtreue, Exaktheit, Genauigkeit

Zur Übersicht der Synonyme zu *Sorgfalt*

Herkunft

rückgebildet aus sorgfältig

Grammatik

die Sorgfalt; Genitiv: der Sorgfalt

Zur Deklinationstabelle des Substantivs *Sorgfalt*

Blättern

Im Alphabet davor

Im Alphabet danach

R

Duden Pur Werbefreiheit aktivieren

Rechtschreibung

Worttrennung **Ver|ant|wor|tung**

Bedeutungen (3)

1. a) [mit einer bestimmten Aufgabe, einer bestimmten Stellung verbundene] Verpflichtung, dafür zu sorgen, dass (innerhalb eines bestimmten Rahmens) alles einen möglichst guten Verlauf nimmt, das jeweils Notwendige und Richtige getan wird und möglichst kein Schaden entsteht

BEISPIELE

- eine schwere, große Verantwortung
- die Eltern haben, tragen die Verantwortung für ihre Kinder
- für jemanden, etwas die Verantwortung übernehmen
- diese Verantwortung kann dir niemand abnehmen
- aus dieser Verantwortung kann dich niemand entlassen
- sich seiner Verantwortung [für etwas] bewusst sein
- ich tue es auf deine Verantwortung *(du trägst dabei die Verantwortung)*
- in der Verantwortung stehen *(Verantwortung tragen)*
- etwas in eigener Verantwortung *(selbstständig, auf eigenes Risiko)* durchführen

b) Verpflichtung, für etwas Geschehenes einzustehen [und sich zu

BEISPIELE

- er trägt die volle, die alleinige Verantwortung für den Unfall, für die Folgen
- sie lehnte jede Verantwortung für den Schaden ab
- eine rechtsextremistische Gruppe hat die Verantwortung für den Anschlag übernommen *(hat sich zu ihm bekannt)*
- seiner Verantwortung vor Gott, vor der Geschichte gerecht werden
- sie müssen sich ihrer Verantwortung vor Gericht stellen
- jemanden [für etwas] zur Verantwortung ziehen *(jemanden als Schuldige[n] [für etwas] zur Rechenschaft ziehen)*

2. Verantwortungsbewusstsein, -gefühl

Grammatik **ohne Plural**

BEISPIEL

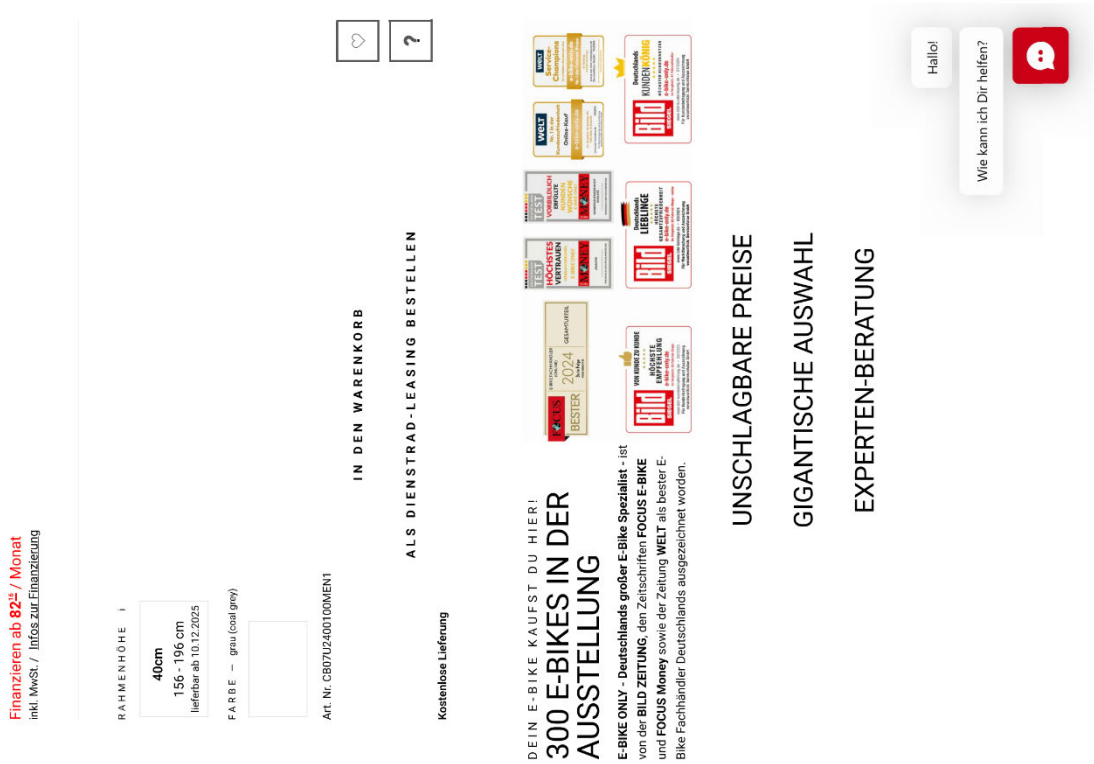
- ein Mensch ohne jede Verantwortung

3. Rechtfertigung

Gebrauch **veraltet, noch landschaftlich**

Anzeige

Anhang 10 E-Bike Only



- Anwendungsbeispiele der Plausibilitätsprüfung
- Praktische Tipps und Strategien
- FAQs zum Thema

Definition und rechtliche Grundlagen der Plausibilitätsprüfung

Die Plausibilitätsprüfung ist eine Prüfung, die auf die Ermittlung von Unstimmigkeiten, Unregelmäßigkeiten oder Widersprüchen in vorliegenden Informationen, Dokumenten oder Sachverhalten abzielt. Dabei geht es in erster Linie darum, die Glaubwürdigkeit, Stimmigkeit und Nachvollziehbarkeit von Daten, Fakten und Behauptungen zu überprüfen und gegebenenfalls entsprechende Rückschlüsse und Maßnahmen herzuleiten.

Die Plausibilitätsprüfung findet in den verschiedensten Rechtsgebieten Anwendung. Auch aufgrund des sich immer rasanter entwickelnden Technologie- und Digitalisierungsumfeldes gewinnt die Plausibilitätsprüfung insbesondere in den Bereichen des Datenschutzes, der Informationssicherheit und Compliance immer mehr an Bedeutung.

Bedeutung der Plausibilitätsprüfung im Zivilrecht

Im Zivilrecht spielt die Plausibilitätsprüfung in mehreren Bereichen eine Rolle. Zum einen fließt sie in die Beweiswürdigung ein, bei der das Gericht die Glaubwürdigkeit von Zeugenaussagen oder schriftlichen Beweismitteln zu beurteilen hat. Dabei ist die Plausibilitätsprüfung ein Aspekt, der im Rahmen der freien

zukunftsweisende Kombination aus Innovation und juristischer Exzellenz."

Wolfgang Herfurtner | Rechtsanwalt | Geschäftsführer | Gesellschafter

Folgen Sie Rechtsanwalt Wolfgang Herfurtner

Kategorien

- Anwalt (135)
- Arbeitsrecht (264)
- Bank- und Kapitalmarktrecht (263)
- Betrug (153)
- Erbrecht (509)

HERFURTNER

HERFURTNER

Plausibilitätsprüfung: Rechtliche Grundlagen und Anwendungen

In diesem Blog-Beitrag werden wir uns eingehend mit der Plausibilitätsprüfung im Recht beschäftigen. Dieser Begriff, der auf den ersten Blick eher technisch anmutet, spielt in vielen Bereichen des Rechts eine bedeutende Rolle und darf nicht unterschätzt werden. Auch in der täglichen Praxis einer Anwaltskanzlei treffen wir immer wieder auf Fälle, in denen die Plausibilitätsprüfung entscheidend ist. Daher haben wir uns dazu entschlossen, Ihnen in diesem umfangreichen Beitrag die rechtlichen Grundlagen und Anwendungen der Plausibilitätsprüfung näherzubringen, sodass Sie zum einen die Bedeutung dieser Prüfung besser verstehen und zum anderen erfahren, welche Schritte im Einzelnen bei einer solchen Prüfung ergriffen werden und wie sie konkret abläuft.

Inhaltsverzeichnis

JETZT KOSTENFREI ANFRAGEN ▶

„Unsere Kanzlei setzt auf **Künstliche Intelligenz**, um Ihnen **hochwertige Rechtsberatung** zu deutlich reduzierten Kosten anzubieten.

Mandanten profitieren in Einzelfällen von **Kosteneinsparungen bis zu 90%** – ohne Abstriche bei Qualität und

Steuererklärungen durch das Finanzamt gemäß § 155 Abs. 2 AO. Hier muss das Finanzamt bei offensichtlichen Unrichtigkeiten oder Unplausibilitäten in den angegebenen Daten und Fakten aktiv werden und kann ggf. eine förmliche Schätzung der Besteuerungsgrundlagen vornehmen.

Im Arbeitsrecht spielt die Plausibilität von Zeugenaussagen und Beweismitteln eine wichtige Rolle. Hier findet beispielsweise das „Augenscheinsprinzip" Anwendung, nach dem das Gericht die Glaubhaftigkeit von Zeugenaussagen und Beweismitteln selbst beurteilt. Auch bei Streitigkeiten über die Anwendung von Arbeitsverträgen können Plausibilitätsprüfungen zum Einsatz kommen, um festzustellen, ob die einzelnen Vertragsbestandteile tatsächlich eingehalten wurden.

Plausibilitätsprüfung im Strafrecht

Auch im Strafrecht findet die Plausibilitätsprüfung Anwendung, insbesondere im Rahmen der Beweiswürdigung. Hier ist es Aufgabe des Gerichts, die Glaubwürdigkeit von Zeugenaussagen und Beweismitteln zu beurteilen und auf dieser Basis über Schuld oder Unschuld des Angeklagten zu entscheiden. Dabei ist die Plausibilitätsprüfung ein wichtiger Gesichtspunkt, den das Gericht bei seiner Entscheidungsfindung zu berücksichtigen hat.

Außerdem spielt die Plausibilitätsprüfung eine Rolle bei der Beurteilung von Geständnissen, insbesondere wenn ein Angeklagter bereits in der Hauptverhandlung ein Geständnis abgelegt hat und später wieder zurückzieht. In solchen Fällen muss das Gericht die Plausibilität des

beachten?

Erfahren Sie, welche "Baurecht Vorbehalte Vertrag" essentiell sind, um Ihre Interessen im Bauvertragsrecht effektiv zu schützen.

Was passiert, wenn der Grenzabstand verletzt wird?

Erfahren Sie, welche rechtlichen Konsequenzen eine Grenzabstand Verletzung mit sich bringt, von Bußgeldern bis zu Schadensersatzforderungen.

Wie gelingt der Eigentumserwerb von Teilflächen?

Erfahren Sie, wie der Eigentumserwerb von

Startseite Rechtsanwälte Team Rech

Zum anderen findet die Plausibilitätsprüfung Anwendung bei der Zug-um-Zug-Verurteilung. Hier müssen die Parteien eine plausible Behauptungslast erbringen, um glaubhaft zu machen, dass sie zur Erfüllung ihrer Leistung verpflichtet sind bzw. ihre Gegenleistung entsprechend erbracht haben. Auch in diesem Bereich basiert die Prüfung auf § 286 ZPO sowie auf weiteren ergänzenden Vorschriften wie §§ 320, 322 BGB.

Im Bereich der Miet- und Pachtrecht kann es ebenfalls zur Anwendung von Plausibilitätsprüfungen kommen. Beispielsweise, wenn es um die Berechnung von Mietminderungsansprüchen oder die Prüfung von Betriebskostenabrechnungen geht.

Relevante Gesetze und Vorschriften im Wirtschaftsrecht

Im Wirtschaftsrecht kommt der Plausibilitätsprüfung eine besondere Bedeutung zu, insbesondere bei Fragen rund um die Bilanzierung, Steuererklärungen und Geschäftsberichte. Hier gelten verschiedene gesetzliche Vorschriften und Normen, die Unternehmen verpflichten, ihre wirtschaftlichen Verhältnisse plausibel darzustellen und für Transparenz und Glaubwürdigkeit zu sorgen.

So verlangt beispielsweise das Handelsrecht in § 243 Abs. 1 HGB, dass die Buchführung und die Bilanzierung so zu erfolgen hat, dass ein sachverständiger Dritter binnen angemessener Zeit einen klaren Überblick über die Geschäftsvorfälle und die Lage des Unternehmens erlangen kann. Die Plausibilitätsprüfung ist hier ein wichtiges Instrument, um diesem Anspruch gerecht zu werden.

- Gewerblicher Rechtsschutz (191)
- Immobilienrecht (905)
- IT-Recht (334)
- Künstliche Intelligenz (69)
- Meldungen für Investoren (571)
- Mietrecht (224)
- Steuern (196)
- Zivilrecht (1.812)

Aktuelle Beiträge aus dem Rechtsgebiet Zivilrecht

Welche Vorbehalte

Anhang 12 Ing. Büro Fischer - 7 häufigsten Fehler in der mechanischen Konstruktion

Fehlende Standardisierung von Konstruktionsprozessen

Fehler:

Jede Konstruktionsabteilung hat ihre eigenen Methoden – doch ohne klare Richtlinien arbeitet jeder Ingenieur anders. Dies führt dazu, dass es keine einheitlichen Standards gibt, wodurch Fehler und Nacharbeiten entstehen. Oft werden Konstruktionsdaten unvollständig oder inkonsistent abgespeichert, sodass Kollegen Schwierigkeiten haben, bereits erstellte Komponenten wiederzuverwenden. Dies führt zu ineffizienten Prozessen und vermeidbaren Mehrkosten.

Folgen:

- Unterschiedliche Herangehensweisen führen zu Qualitätsproblemen
- Keine Wiederverwendung von bestehenden Konstruktionen → Mehrarbeit
- Höherer Koordinationsaufwand innerhalb des Teams

Lösung:

Eine unternehmensweit einheitliche Standardisierung reduziert Fehlerquoten und spart Zeit. Dazu gehören **definierte Konstruktionsrichtlinien**, eine zentrale **Datenbank für Konstruktionsvorlagen** sowie automatisierte **Makros für wiederkehrende Arbeiten**. Standardisierung hilft zudem bei der Schulung neuer Mitarbeiter und sorgt für konsistente, nachvollziehbare Prozesse.

- Einführung von **Konstruktionsrichtlinien** für alle Prozesse
- Nutzung von **Vorlagen & Makros,** um wiederkehrende Aufgaben zu automatisieren
- **Regelmäßige Schulungen** für Konstrukteure, um Standards einheitlich zu halten

Praxis-Tipp:
Setzen Sie auf eine interaktive Wissensdatenbank, in der Konstruktionsstandards und bewährte Methoden jederzeit abrufbar sind.

7 Fehler, die Konstrukteure täglich machen – und wie Sie Ihre Projekte effizienter gestalten

Wie viele dieser Fehler passieren in Ihrer Konstruktion?

In der mechanischen Konstruktion entscheidet jede kleine Optimierung darüber, ob ein Projekt schnell, effizient und fehlerfrei abgeschlossen wird – oder ob es zu Verzögerungen, Nacharbeit und unnötigen Kosten kommt. Doch trotz modernster Technologien treten in vielen Unternehmen immer wieder die gleichen Probleme auf.

- ✕ Ihr Konstruktionsteam kämpft mit Engpässen und verpassten Deadlines?
- ✕ Manuelle Prozesse und unklare Strukturen führen zu Fehlern?
- ✕ Fehlende Standardisierung und schlechte Dokumentation kosten wertvolle Zeit?

Viele dieser Herausforderungen lassen sich mit klaren Prozessen, den richtigen Technologien und erfahrenen Experten vermeiden. Genau darum geht es in diesem Leitfaden.

Was Sie in diesem Lead Magneten lernen:

- ✓ Die 7 häufigsten Fehler in der mechanischen Konstruktion – und wie Sie diese vermeiden
- ✓ Wie Sie Ihre Konstruktionsteams effizienter, produktiver und fehlerfrei machen
- ✓ Konkrete Lösungen, mit denen Sie Zeit sparen, Kosten senken und Qualität steiger

Egal, ob Sie selbst Konstrukteur sind oder als Verantwortlicher Ihre Konstruktionsprozesse optimieren möchten – dieser Leitfaden gibt Ihnen praxisnahe Lösungen, die Sie sofort umsetzen können.

Am Ende zeigen wir Ihnen, wie Sie mit unserem Expertenteam Ihre Konstruktion ohne Engpässe, Verzögerungen und Nacharbeiten auf das nächste Level heben können.

Lassen Sie uns direkt starten
– denn jeder Tag Verzögerung kostet Geld!

Unklare Kommunikation zwischen Konstruktion & Produktion

Problem

In vielen Unternehmen arbeiten Konstruktion und Produktion isoliert voneinander. Häufige Folge: Konstrukteure erstellen theoretisch perfekte Modelle, die sich jedoch in der Praxis nur schwer oder mit hohem Aufwand fertigen lassen. Dadurch entstehen Missverständnisse, Nacharbeiten und Verzögerungen.

Folgen:

- Produktionsprobleme durch schlecht umsetzbare Konstruktionen
- Hoher Korrekturaufwand durch nachträgliche Anpassungen
- Erhöhter Materialverbrauch und unnötige Kostensteigerung

Lösung:

Die Einführung **klarer Kommunikationsprozesse** zwischen Konstruktion und Fertigung reduziert Missverständnisse. Regelmäßige **Abstimmungstreffen mit der Produktion** sorgen dafür, dass praktische Anforderungen bereits im Konstruktionsprozess berücksichtigt werden. Auch der Einsatz **digitaler Workflows mit 3D-Modellen** hilft, Unklarheiten zu vermeiden.

- Einführung von **klaren Abstimmungsprozessen & festen Ansprechpartnern** zwischen Konstruktion & Produktion
- Nutzung von **3D-Modellen & digitalen Workflows**, um Missverständnisse zu vermeiden
- **Schulungen für Produktionsmitarbeiter**, um CAD-Daten besser zu verstehen

Praxis-Tipp:
Implementieren Sie ein **Feedback-System**, in dem Produktionsmitarbeiter Probleme direkt an die Konstruktion melden können.

Zu späte Fehlererkennung im Konstruktionsprozess

Problem

Viele Fehler in der Konstruktion werden erst erkannt, wenn das Bauteil bereits produziert wurde. Dies führt dazu, dass Änderungen nachträglich erfolgen müssen – ein aufwendiger und teurer Prozess. Die Hauptursachen sind mangelnde Abstimmung zwischen Konstruktion und Fertigung sowie das Fehlen klarer Prüfmechanismen.

Folgen:

- Verzögerte Projektabwicklung durch späte Korrekturen
- Erhöhte Kosten für Nachbesserungen und Neufertigungen
- Produktmängel, die erst in der Endmontage erkannt werden

Lösung:

Frühe und regelmäßige **Design-Reviews** mit Simulationen oder FEM-Analysen helfen, Fehler bereits im Entwicklungsprozess zu identifizieren. Zudem sollte eine strukturierte **Fehlermanagement-Strategie** implementiert werden, um Abweichungen zu dokumentieren und Ursachen systematisch zu beheben.

- Einführung von **regelmäßigen Design-Reviews** bereits in frühen Konstruktionsphasen
- Nutzung von **Simulations- & FEM-Tools**, um potenzielle Schwachstellen frühzeitig zu identifizieren
- Automatisierte **Prüfmechanismen in CAD-Software** zur Fehlervermeidung

Praxis-Tipp:
Nutzen Sie **automatisierte CAD-Prüfmechanismen**, um geometrische Konflikte oder Fertigungsfehler direkt im Design zu erkennen.

Mangelnde Nutzung moderner CAD-Technologien & Automatisierung

Problem

Obwohl moderne CAD-Software leistungsfähige Funktionen zur Automatisierung und Optimierung bietet, nutzen viele Unternehmen diese Tools nur unzureichend. Dadurch gehen wertvolle Effizienzpotenziale verloren.

Folgen:

- Zeitverschwendung durch manuelle Tätigkeiten
- Erhöhte Fehleranfälligkeit durch nicht optimierte Prozesse
- Wettbewerbsnachteil gegenüber innovativen Unternehmen

Lösung:

Der Einsatz von **Automatisierungsfunktionen in CAD-Systemen** kann Konstruktionen beschleunigen und optimieren. Zudem bieten **KI-gestützte Designoptimierungen** neue Möglichkeiten, um Bauteile effizienter zu konstruieren.

- **Automatisierung wiederkehrender Prozesse** in CAD-Systemen
- Nutzung von **KI-gestützten Optimierungen** für Konstruktionen
- Implementierung von **PDM/PLM-Systemen** zur verbesserten Datenverwaltung

Praxis-Tipp:
Testen Sie **regelbasierte CAD-Designs**, um Konstruktionen zu automatisieren und effizienter zu gestalten.

Kapazitäts-engpässe & Verzögerungen bei komplexen Projekten

Problem

In Konstruktionsabteilungen gibt es oft Engpässe, wenn mehrere Projekte parallel laufen oder kurzfristig neue Aufträge hinzukommen. Ohne ausreichende Ressourcen verzögern sich Projekte, was zu Kundenunzufriedenheit und finanziellen Verlusten führt.

Folgen:

- Terminverzug und unzufriedene Kunden
- Überlastete Konstruktionsteams mit hoher Fehlerquote
- Unproduktive Wartezeiten bei Folgeprozessen

Lösung:

Die **Flexibilisierung der Konstruktionskapazitäten** ist entscheidend. Unternehmen sollten auf externe **Konstruktionspartner** zurückgreifen, um kurzfristige Engpässe zu überbrücken. Eine **effiziente Kapazitätsplanung** sorgt zudem dafür, dass Engpässe frühzeitig erkannt und umgangen werden können.

- Einsatz externer **Konstruktionsdienstleister** zur flexiblen Unterstützung
- Nutzung **modularer Entwicklungsprozesse**, um Engpässe zu umgehen
- **Kapazitätsplanung optimieren**, um kritische Phasen frühzeitig zu erkennen

Praxis-Tipp:
Nutzen Sie externe **CAD-Dienstleister**, um sich schnell zusätzliche Konstruktionsressourcen zu sichern.

Kein klarer Prozess für Änderungsmanagement & Anpassungen

Problem

Konstruktionsänderungen sind unvermeidlich, doch wenn sie nicht strukturiert dokumentiert werden, kann es zu Chaos und Fehlern kommen.

Folgen:

- Unklare Versionsstände und fehlerhafte Konstruktionen
- Zeitverlust durch unstrukturierte Änderungen
- Fehlende Nachvollziehbarkeit für zukünftige Projekte

Lösung:

Ein klares **Änderungsmanagement** mit **automatisierter Dokumentation** stellt sicher, dass Änderungen kontrolliert erfolgen. **Digitale Änderungsprotokolle** helfen, den Überblick zu behalten.

- Einführung eines **klaren Change-Management-Prozesses** mit definierten Freigabeschritten
- Nutzung einer **zentralen Plattform für Änderungsanträge**
- Automatisierte **Versionskontrolle**, um alte & neue Daten zu trennen

Praxis-Tipp:
Setzen Sie auf ein **zentrales Änderungsmanagement-System**, um alle Änderungen nachvollziehbar zu dokumentieren.

Fehlende Optimierung von Stücklisten & Dokumentationen

Problem

Eine unstrukturierte oder fehlerhafte Stücklistenverwaltung erschwert die Materialbeschaffung und führt zu Verzögerungen in der Produktion.

Folgen:

- Höhere Materialkosten durch Fehlbestellungen
- Unklare Dokumentation führt zu Missverständnissen
- Verzögerungen in der Fertigung

Lösung:

Die Einführung einer **automatisierten Stücklistenverwaltung** kann viele dieser Probleme lösen. **Moderne PDM- oder PLM-Systeme** sorgen dafür, dass alle Daten zentral verwaltet und aktuell gehalten werden.

- **Automatisierte Generierung von Stücklisten** in CAD-Systemen
- Nutzung eines **zentralen PDM-Systems**, um alle Dokumente aktuell zu halten
- Einführung einer **strukturierte Versionskontrolle**, um Fehler zu vermeiden

Praxis-Tipp:
Nutzen Sie eine **automatische Generierung von Stücklisten** direkt aus dem CAD-System.

Warum Sie unser Beratungsgespräch nutzen sollten:

- **Direkte Lösungen für Ihre Konstruktionsprobleme**
  Wir analysieren gemeinsam, wo Engpässe, Ineffizienzen oder Qualitätsprobleme bestehen – und wie Sie diese schnell beheben können.
- **Express-Onboarding – sofortige Unterstützung**
  Unser Team ist bereit, sofort in Ihr Projekt einzusteigen. Keine langen Wartezeiten, keine umständlichen Prozesse – wir liefern direkt Ergebnisse.
- **Über 1.500 erfolgreich abgeschlossene Projekte**
  Unsere Erfahrung spricht für sich: Unternehmen aus dem Maschinenbau, der Automatisierung und vielen anderen Branchen vertrauen auf uns, wenn es um präzise, effiziente und termingerechte Konstruktion geht.
- **Maximale Flexibilität ohne Fixkosten**
  Sie benötigen kurzfristig Unterstützung? Oder möchten Ihre Konstruktion teilweise auslagern? Unsere skalierbaren Modelle passen sich genau Ihren Anforderungen an.
- **Volle Kostenkontrolle & transparente Abrechnung**
  Sie wissen immer genau, was Sie bekommen – keine versteckten Kosten, keine langfristigen Verpflichtungen. Unsere transparente Preisstruktur sorgt für Planungssicherheit.

So einfach funktioniert es:

Termin buchen – Wählen Sie einen passenden Zeitpunkt für Ihr Gespräch.
Bedarf analysieren – Unsere Experten besprechen mit Ihnen Ihre Herausforderungen und Ziele.
Individuelle Lösung erhalten – Sie erhalten einen klaren Plan, wie Sie Ihre Konstruktion effizienter gestalten können.

Nutzen Sie die Gelegenheit, Ihre Konstruktion auf das nächste Level zu heben
– buchen Sie jetzt Ihr unverbindliches Beratungsgespräch!

Jetzt Kontakt aufnehmen: info@fischer-ing.de

Nutzen Sie unsere Erfahrung für Ihre Konstruktion – Lassen Sie sich unverbindlich beraten!

Problem

Fehlende Kapazitäten, hohe Fehlerquoten oder ineffiziente Prozesse – diese Probleme kosten Zeit, Geld und Nerven. Doch das muss nicht sein. Bei Ing. Büro Fischer profitieren Sie von 52 Jahren Erfahrung in der mechanischen Konstruktion und einem Team aus hochqualifizierten Experten, das Sie flexibel und effizient unterstützt.

Mit unserem Beratungsgespräch erhalten Sie eine maßgeschneiderte Lösung für Ihre individuellen Konstruktionsherausforderungen – schnell, unverbindlich und mit maximalem Mehrwert!

Anhang 13 Kloss-Grote – Konstruktion A KNPA 01-01 S2025 Rev A

Konstruktion A	**1. Übungsaufgabe – Teil 1** (als Einzelarbeit)	Kurzwiederholung zu:	• **M**athematik • **M**echanik • **M**aschinenzeichnen • Vorpraktikum • Technisches Allgemeinwissen
S2025			

© Prof. Meyer-Eschenbach ab S. 4

Name: ……..... Vorname: ……... Gruppe: ……..

Matr. Nr.: ……. Datum: ……..

1. Lösen Sie die folgenden Aufgaben. DER SCHWERPUNKT BEI DIESEN EINFACHEN AUFGABEN LIEGT IN DER BEACHTUNG DER SORGFALTSPRINZIPIEN!
2. Laden Sie Ihre Lösung als EIN pdf bis zum Datum rechts nach Moodle hoch. Dateinamenskonvention: KonA_S25_KNPA01-01_<NAME>.pdf
3. Anschließend korrigieren Sie Ihre Lösung SELBST mit Hilfe der Musterlösung mit einer anderen Farbe.
4. Laden Sie Ihre Korrektur als EIN pdf bis zum Datum rechts nach Moodle hoch. Dateinamenskonvention: KonA_S25_KNPA01-01_<NAME>_Korr.pdf
5. Anschließend prüft Prof. Kloss-Grote Ihre Korrekturen.

Gruppe	Upload Lösung	Upload Selbstkorrektur
2aAB	23.04.2025 12:15 Uhr	30.04.2025 12:15 Uhr
2aCD	24.04.2025 12:15 Uhr	01.05.2025 12:15 Uhr

Checkliste zu Berechnungsaufgaben:

00 Dokumentation Was ist gegeben/gesucht? + Geben Sie zu JEDER verwendeten Eingangsgröße/Antwort die Quelle an!

01 Variablen Rechnen Sie bei den Aufgaben **möglichst lange in Variablen** mit den gegebenen Variablenbezeichnungen.

02 Runden **Runden** Sie Zwischenergebnisse und Endergebnisse sinnvoll.

03 Plausibilität Prüfen Sie kurz die **Plausibilität** der Ergebnisse, z.B. durch Schätzen oder durch Erfahrungswerte (dadurch sollten insbesondere Dimensionsfehler auffallen, wie z.B. Faktor 10 oder sogar 1000).

04 Einheiten Prüfen Sie die korrekten **Einheiten** (also Drehmoment in Nm und nicht N oder N/mm oder …) und verwenden Sie eine übliche und sinnvolle Angabe der Einheiten (also Nm statt kNmm),

05 Haupteinfluss Reflektieren Sie kurz die **Haupteinflussgrößen** (welche Variable hat einen besonders starken Einfluss?)

Anhang 14 Koch - Verantwortung nach Popper

Karl R. Popper: Freiheit und intellektuelle Verantwortung

Cookie-Präferenzen

Dezember 9, 2016

Karl Popper:

Freiheit und intellektuelle Verantwortung

(Rezension von Joachim Koch)

Cookie-Präferenzen

geht auf einige Besonderheiten ein, die seiner Meinung nach in den vergangenen Jahrzehnten deutlich mehr Beachtung sowie politische Umsetzung verdient hätten als sie tatsächlich bekamen.
Popper hat immer wieder betont, dass er der Auffassung ist, dass wir im Westen in der besten aller Welten, von denen wir historisch wissen, leben. Diese Auffassung hat ihn in den Augen der politisch Progressiven für immer zum Erzkonservativen und Ewig-Gestrigen abgestempelt, völlig zu Unrecht, wie der Herausgeber beteuert, denn diese triviale Behauptung, wenn man sie ihm nur abnehmen könnte, hätte viele positive Konsequenzen. Popper wollte damit nicht zur Selbstzufriedenheit auffordern, sondern zur Aktivität anregen, um die heutige Welt von Übeln zu befreien. Jede neue Generation sieht natürlich eher die Probleme ihrer eigenen Zeit und empfindet sie als drängender als die längst entschärften Probleme der Vergangenheit.
Mit westlicher Gesellschaft meinte Popper eine offene, reformfreudige und kritische Gesellschaft, was, wenn er dies so deutlich zum Ausdruck gebracht hätte, zu einer Entschärfung des Konflikts geführt hätte. „Wir dürfen die politische Freiheit nicht wählen, weil wir uns ein bequemeres Leben versprechen, sondern weil sie selbst einen letzten Wert darstellt“, schreibt Karl Popper in seinem Aufsatz mit dem Titel „Zum Thema Freiheit“ aus dem Jahr 1958. Popper war in diesem Sinne kein Konservativer, weil er nicht den Wandel in der Welt aufhalten wollte und wie Konservative sich auf bestehende Problemlösungen beschränken. Gegen die Resignation hat er immer wieder betont, dass die Zukunft offen ist und dass Probleme grundsätzlich lösbar sind. So hat er sich als einen Optimisten bezeichnet und seinen Optimismus mit der Gegenwart verbunden, denn die Zukunft hat er als nicht vorhersagbar gesehen und damit jede Form von Prophetie abgelehnt.
Aus Ablehnung von jeder Form von Dogma hat er sich für den Pluralismus, den faktisch gelebten Meinungs- und Religionspluralismus eingesetzt. Denn das war Poppers Perspektive, dass Ideologien, Religionen oder irgendwelche Gruppierungen darauf beharren, dass sie die Wahrheit besitzen. Er dagegen hatte die Grundüberzeugung, dass es immer wieder so sein könnte, dass der andere recht und man selber unrecht haben könnte. Für Popper ist dieser Satz der Inbegriff seines kritischen Rationalismus als Lebensweise. Dieser Praxis liegt die wissenschaftstheoretische Erkenntnis zugrunde, dass wir die Wahrheit besitzen und aussprechen können, uns aber niemals sicher sein können, dass es tatsächlich die Wahrheit ist. Kinder werden zu Pluralismus und Toleranz erzogen und zur Verabscheuung von Grausamkeit und sie können gelehrt werden, dass man die Wahrheit nicht fühlen kann, sondern dass sie vom Nachdenken abhängt und von Argumenten: In kritischen Diskussionen kann man ihr gemeinsam näher kommen.
In den im Buch versammelten Aufsätzen geht es auch immer wieder um das Thema Freiheit. Für Popper sind Freiheit wie auch Frieden Werte, die auf jeden Fall verteidigt werden müssen. Weitere Aufsätze befassen sich mit der Kritik des Kommunismus, der Geschichtsschreibung allgemein und dem Sinn von Geschichte, der furchtbaren Irrlehre des Nationalismus und der moralischen Verantwortung des Wissenschaftlers.
Popper hat die gegenwärtige Demokratie verteidigt, aber davor gewarnt. sie als Volksherrschaft zu sehen, denn jede einzelne Person aus dem

Cookie-Präferenzen

Viele Ideen des berühmten Wissenschafts- und Demokratietheoretikers Sir Karl R. Popper (1902-1994) sind auch heute noch bedenkenswert. Das ganz besondere dieses Buches mit 24 Aufsätzen aus sechs Jahrzehnten ist das Nachwort des Herausgebers, der die Aufsätze Poppers nicht kommentiert, weil er der Meinung ist, dass sie alle für sich sprechen.

Aber er weist auf ausgewählte biografische Details aus Poppers Le

Cookie-Präferenzen

dass er oder sie nicht herrscht und könnte damit die Demokratie als einen Schwindel bewerten. Popper sah die Demokratie als Volksgericht, am Tag der Wahl muss eine Absetzung der Regierenden möglich sein. Aber er hat Demokratie nicht nur als Abwahldemokratie konzipiert sondern auch als Kontrolle der Macht. Höchste (unrealistische) Ansprüche an demokratische Beteiligungsprozesse hat er nie gestellt.

Karl R. Popper: Freiheit und intellektuelle Verantwortung. Gesammelte Werke in deutscher Sprache Band 14. Herausgegeben und teilweise neu übersetzt von Hans-Joachim Niemann. Tübingen (Mohr Siebeck) 2016, 467 Seiten, 104 Euro; ISBN: 978 316 152744 9.

Copyright © 2017 by Joachim Koch, Aalstr. 18a, 32549 Bad Oeynhausen; E-Mail: Joanja10{at-symbol}aol.com

Cookie-Präferenzen

Helmut Mallas,
Landesfachberater für Mathematik im IQSH

IQ.SH
Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen Schleswig-Holstein

Korrekter Umgang mit Größen im Unterricht

1. Größen

Eine **Größe** ist das Produkt aus einer **Maßzahl** und einer **Maßeinheit**:

$$\textit{Größe} = \underbrace{\text{Maßzahl} \cdot \text{Maßeinheit}}_{\text{Produkt}}.$$ So bedeutet die Angabe 7 m genaugenommen 7·1 m.

Regeln für die Schreibweise nach DIN und Duden:

$l = 7$ m	***Formelzeichen*** wie l	in *kursiver Schrift*
$t = 13{,}5$ s	**Einheiten** wie s	in Steilschrift
$m = 14{,}25$ kg	**Vorsilben** wie k	in Steilschrift.

$s = 7$ km — Zwischen Maßzahl und Einheit ein Leerzeichen einfügen. Also nicht ~~7km~~, sondern 7 km. Beim Schreiben mit Word ein geschütztes Leerzeichen, damit Maßzahl und Maßeinheit trotz Umbruch stets in der gleichen Zeile stehen.

Bei Zusammensetzungen wie 7 km-Strecke ein Leerzeichen, kein Bindestrich zwischen Maßzahl und Maßeinheit. Die Größe „7 km" ist also *ein* Wort, das mit dem Wort „Strecke" zusammengesetzt wird.

$b = 2{,}54$ mm

Vorsilbe und Einheitenzeichen bilden zusammen eine neue Einheit.

Das **Gesetz über Einheiten im Messwesen** schreibt seit 1969 die Benutzung des SI-Systems (internationales Einheitensystem) und seiner formal korrekten Schreibweise verbindlich vor.

- **Einheiten** werden mit einem Buchstaben abgekürzt;
  Beispiele: m für Meter, s für Sekunde, V für Volt, A für Ampere, Ω für Ohm;

Ausnahmen u.a.	Pa	Pascal für den Druck	mit zwei Buchstaben abgekürzt
	min	Minute	mit drei Buchstaben abgekürzt
	Hz	Hertz für die Frequenz mit zwei Buchstaben abgekürzt (englisch c/s)	

- **Vorsilben** bestehen aus einem Buchstaben, Vergrößerungen groß, Verkleinerungen klein geschrieben; Beispiele: M für Mega, G für Giga, c für Centi, d für Dezi

Ausnahmen nur	k	kilo klein geschrieben, obwohl Vergrößerung
	da	Deka zwei Buchstaben und klein geschrieben, obwohl Vergrößerung

- Auch **Formelzeichen** sollen mit nur einem Buchstaben abgekürzt werden, anderenfalls besteht Verwechslungsgefahr mit einem Produkt. Zur Unterscheidung sind **Indices** zu verwenden. Diese dürfen nur an dem Formelzeichen stehen, nicht an der Einheit.

  nicht ~~RM~~ = 2,54 mm (Rastermaß von Elektronik-Platinen)
  sondern $b_{RM} = 2{,}54$ mm

  nicht $U = 230$ ~~V~~$_{eff}$ (Effektivwert der Netzspannung)
  sondern $U_{eff} = 230$ V

Vorteile des SI-Systems sind
- **nur glatte Zehnerpotenzen als Umrechnungszahlen** im Gegensatz zu den veralteten Einheiten wie Kalorie oder den englischen Einheiten wie Gallone.
- eine **einheitliche**, mathematisch konsistente **Schreibweise** ohne jede Verwechslungsgefahr.

- **unzulässige Schreib- und Sprechweise**:

unzulässig	Grund	korrekt
ccm	Einheitenprodukt!	cm^3
qm	Einheitenprodukt!	m^2
cbm	Einheitenprodukt!	m^3
sec	*ein* Buchstabe	s
Kilo	nur Vorsilbe	Kilogramm
µ	nur Vorsilbe	µm
mµ	nur eine Vorsilbe	nm
µµF	nur eine Vorsilbe	pF

- **veraltete Einheiten**, die nicht zum SI-System gehören, ergeben **„krumme" Umrechnungszahlen**, sind also beim Rechnen von Nachteil. Zudem besteht häufig **Verwechslungsgefahr**.

veraltet	Umrechnung
cal	1 cal ≈ 4,18 J
PS	1 PS = 0,736 kW

!

– So ist mit cal (oder manchmal auch Cal, verschämt, aber nicht genormt als „große Kalorie" bezeichnet) häufig gar nicht 1 cal, sondern 1 kcal gemeint, also das Tausendfache!
– Bei der Leistungsmessung von Motoren gibt es SAE-PS und andere Messverfahren, die größere Zahlenwerte für den gleichen Motor ergeben, z.B. wenn der Motor ohne Luftfilter oder ohne Lichtmaschine betrieben wird.
– Es gibt englische und amerikanische Gallonen, die unterschiedlich groß sind.

Lehrkräfte haben eine Vorbildfunktion und sollten veraltete Einheiten konsequent vermeiden. Veraltete Einheiten sind Hindernisse im Geschäftsverkehr, im wissenschaftlichen Gedankenaustausch und in der Dokumentation von Technik. Das metrische System, das letztlich auf die französische Revolution zurückgeht, wollte Relikte des Feudalsystems und der Kleinstaaterei beseitigen und ein vernünftiges, einfaches und einheitliches Einheitensystem für alle Menschen etablieren. Mehr als 200 Jahre danach sollte auch der Mathematikunterricht konsequent moderne Größen verwenden, zumal es seit 1969 per Gesetz vorgeschrieben ist.

- Beispiele für **gesetzlich zulässige Einheiten neben dem SI-System**; **Übergangsregelungen**
– Neben der Sekunde sind selbstverständlich die Minute und die Stunde zulässig, womit sich aber „krumme" Umrechnungszahlen ergeben.
– Zulässig ist neben der Einheit 1 Joule auch die Kilowattstunde, wobei 1 kWh = 1000 W · 1 h = 3,6 MJ.
- Die Pflicht, bei lose verkauften Waren und bei manchen verpackten Waren den Preis für 100 g oder für 1 kg anzugeben, ist als Fortschritt anzusehen, weil dadurch Preisvergleiche erleichtert werden. Der Preis für ein Pfund oder einen Zentner darf (für ältere Menschen) zusätzlich angegeben werden, muss aber an zweiter Stelle stehen.
- Das Pfund (1/2 kg) darf im Unterricht nebenbei erwähnt werden, die Lehrkräfte sollten aber auf keinen Fall Werbung für diese Einheit machen, weil das Rechnen mit Pfund, halben oder Viertelpfund (125 g) unpraktisch ist und in eine Sackgasse führt (62,5 g!?).
- Der Zentner (50 kg) ist nicht mehr zulässig und aus der Umgangssprache praktisch vollkommen verschwunden. Insbesondere in der Landwirtschaft ist dies durch einen Trick unterstützt worden: Der Doppelzentner wurde durch die Einheit Dezitonne 1 dt = 100 kg ersetzt, was im SI-System formal völlig korrekt ist und elegant an eine Tradition anknüpft.
- Der gleiche Trick wie bei der Dezitonne: Die SI-Einheit für den Druck ist Pascal. Wird der Luftdruck in hPa (Hektopascal) angegeben, entsprechen die Maßzahlen der Luftdruckangaben nahezu unverändert den Erfahrungswerten älterer Menschen, die noch in mbar (Millibar) denken.

2. Korrekte Schreibweise

- Das Produkt aus Maßzahl und Maßeinheit ist invariant gegenüber einem Wechsel der Einheit.

  richtig $0{,}75\ \text{m} = 75\ \text{cm}$ Die Maßzahl wird mit 100 multipliziert, die Einheit entsprechend verkleinert.

  falsch $\cancel{0{,}75 = 75}$ Ohne Einheiten ist die Gleichung selbstverständlich nicht erfüllt.

- Einheiten müssen entweder in der Rechnung von Anfang an erscheinen oder man rechnet bei vorab definierter Bedeutung ausschließlich mit Maßzahlen (zugeschnittene Größengleichung).

2.1 konsequentes Rechnen mit Einheiten

- Sobald anstelle eines Formelzeichens Maßzahlen eingesetzt werden, müssen auch Maßeinheiten erscheinen. Diese Einheiten müssen konsequent „mitgeschleppt" werden. Das spricht dafür, Gleichungen so lange wie möglich mit Buchstaben umzustellen und erst zum Schluss Maßzahlen mit Einheit einzusetzen.

  Beispiel: 4000 Kubikmeter Wasser fallen auf einen Hektar. Wie hoch steht das Wasser? Im Beispiel wird erst zum Schluss eingesetzt.

  $V = a \cdot b \cdot c = A \cdot c \quad \Rightarrow \quad c = \frac{V}{A}$

  $c = \frac{4000\ \text{m}^3}{10000\ \text{m}^2} = 0{,}4\ \text{m}$

  falsch: $c = \frac{V}{A} = \frac{4000}{10000} = \cancel{0{,}4\ \text{m}}$

  falsch: $V = a \cdot b \cdot c = 70 \cdot 35 \cdot 0{,}2 = \cancel{490\ l}$ (siehe Beispiel weiter unten)

  In beiden Beispielen „fallen die Einheiten vom Himmel". Die Gleichungen können nicht erfüllt sein, da links reine Zahlen stehen, rechts aber Größen.

- Konsequent Gleiches für Gleiches einsetzen, Einheiten „mitschleppen"

  Beispiel Benzinpreis: $38\ l \cdot 1{,}54\ \frac{€}{l} = 58{,}52\ €$ Liter werden gekürzt

- Das Umrechnen von Volumenmaßen lässt sich meistens vermeiden, wenn vor dem Ausrechnen auf gleiche Längeneinheiten geachtet wird, siehe Beispiel rechts.

$$\begin{aligned} V &= a \cdot b \cdot c \\ &= 7\ \text{m} \cdot 35\ \text{dm} \cdot 2\ \text{cm} \\ &= 70\ \text{dm} \cdot 35\ \text{dm} \cdot 0{,}2\ \text{dm} \\ &= 490\ \text{dm}^3 \\ &= 490\ l \end{aligned}$$

2.1 konsequentes Rechnen ohne Einheiten

Vorbemerkung: Verwendet man für die Beschriftung von Koordinatenachsen beispielsweise die Festlegungen „Zeit t in s" und „Strecke s in m", erscheinen an den Achsen nur noch die entsprechenden Maßzahlen ohne Einheiten. Noch kürzer könnten die Achsenbeschriftungen sogar $\frac{t}{1\ \text{s}}$ bzw. $\frac{s}{1\ \text{m}}$ lauten.

Dividiert man die Zeitangabe t durch eine Sekunde, kürzt sich die Einheit, und es bleibt die Maßzahl übrig. Diese Bezeichnungsweise ist jedoch nicht selbsterklärend.

Das gleiche Prinzip wird bei der Zahlenwertgleichung („zugeschnittene Größengleichung") angewendet, die für das Rechnen mit Größen nach DIN ebenfalls zulässig ist. Damit wird das oben erwähnte „Mitschleppen von Einheiten" konsequent vermieden und zugleich formal völlig korrekt gearbeitet. Deshalb ist diese Schreibweise bei Ingenieuren sehr beliebt.

- **zugeschnittene Größengleichung nach DIN** Dabei wird das Formelzeichen der Größe durch die Einheit der jeweiligen Größe dividiert. Die Meta-Schreibweise mit G als Größe, $\{G\}$ als Maßzahl dieser Größe und $[G]$ als Einheit der Größe wird in diesem Papier nicht verwendet.

  Beispiel 1 Benzinpreis: $\frac{V}{1\ l} \cdot \frac{B}{1\ \frac{€}{l}} = \frac{P}{1\ €}$ bewirkt, dass mit der Maßzahl des Volumen in Litern und des Benzinpreises in €/Liter das Ergebnis P der Rechnung 38·1,54 die Einheit € hat.

  Beispiel 2 Volumen eines Quaders: Die linke Gleichung ist so zugeschnitten, dass die Maßzahlen von a in Metern, von b in Dezimetern und von c in Zentimetern eingesetzt werden müssen, damit das Ergebnis in Litern erscheint. Die Umrechnungszahlen 10 und 0,1 haben das Produkt 1 und „heben sich auf". Die rechte Gleichung ist so zugeschnitten, dass beim Einsetzen der selben Maßzahlen das Volumen in m³ erscheint.

$\frac{V}{1\ \text{dm}^3} = \frac{a}{1\ \text{m}} \cdot \frac{b}{1\ \text{dm}} \cdot \frac{c}{1\ \text{cm}}$ $= 7 \cdot 35 \cdot 2$ $= 490$	$\frac{V}{1\ \text{m}^3} = 0{,}001 \cdot \frac{a}{1\ \text{m}} \cdot \frac{b}{1\ \text{dm}} \cdot \frac{c}{1\ \text{cm}}$, *da* $\frac{V}{1\ \text{m}^3} = \frac{a}{1\ \text{m}} \cdot \frac{b}{1\ \text{m}} \cdot \frac{c}{1\ \text{m}}$ $= 0{,}001 \cdot 7 \cdot 35 \cdot 2$ $= \frac{a}{1\ \text{m}} \cdot \frac{b}{10\ \text{dm}} \cdot \frac{c}{100\ \text{cm}}$ $= 0{,}49$ $= 1 \cdot \frac{a}{\text{m}} \cdot 0{,}1 \cdot \frac{b}{\text{dm}} \cdot 0{,}01 \cdot \frac{c}{\text{cm}}$

Beispiel 2 soll lediglich das Prinzip zeigen. Wird die Größe mit Maßzahl und Maßeinheit eingesetzt, kürzt sich die Einheit heraus, so dass nur noch Maßzahlen ohne Einheit geschrieben werden müssen. Die rechte Gleichung zeigt jedoch, dass die zugeschnittene Größengleichung gegenüber einem Wechsel der Einheiten nur dadurch invariant ist, dass zusätzliche Umrechnungszahlen erscheinen, die völlig korrekt sind, aber scheinbar „vom Himmel fallen". Die Einheit des Ergebnisses lässt sich nur aus der ersten Zeile ablesen, nicht an den eingesetzten Zahlen, die ja keine Einheit mehr haben. Damit ist die zugeschnittene Größengleichung in dieser Form zu undurchsichtig für die Schulmathematik und lädt zu Fehlern förmlich ein. Aber die zugrundeliegende Idee lässt sich didaktisch nutzen:

2.3 didaktisch angepasstes, formal korrektes Rechnen ohne Einheiten

In der Schulmathematik sollte man nicht formal mit $\frac{a}{1\ \text{cm}}$, $\frac{c}{1\ \text{cm}}$ und $\frac{h}{1\ \text{cm}}$ rechnen, sondern die Bedeutung der Variablen in einem Text definieren, zum Beispiel

Bei einem Trapez ist $a = 20$, $c = 4$ und $h = 5$. Dabei werden alle Längen in cm angegeben.

Die Rechnung $A = \frac{1}{2} \cdot (20 + 4) \cdot 5 = 12 \cdot 5 = 60$ erfolgt dann ohne Einheiten. Das Ergebnis der Rechnung wird erst im Antwortsatz als Flächeninhaltsangabe in cm² interpretiert.

Das Trapez hat einen Flächeninhalt von 60 cm².

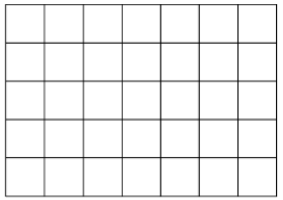
Entsprechend lautet das Benzinpreis-Beispiel

V ist die getankte Benzinmenge in Litern, B ist der Benzinpreis in Euro pro Liter.
Rechnung: $P = V \cdot B = 38 \cdot 1{,}54 = 58{,}52$
Die Tankfüllung kostet 58,52 €.

Definiert man die Bedeutung der Größen in Textform, steht dies voll in Einklang mit DIN, und es gestattet übersichtliche Rechnungen ohne Einheiten. Die Einheit des Ergebnisses wird nachvollziehbar im Antwortsatz genannt. Dagegen ist es fachlich falsch, am Ende einer Rechnung ohne Einheiten die Maßeinheit in eckigen Klammern hinzufügen, im Beispiel [cm²], denn laut DIN 1313 dürfen „eckige Klammern […] nicht um Einheitenzeichen gesetzt werden".

3. Korrekter Umgang mit Einheiten – didaktisch angepasst

Flächeninhalt eines Rechtecks



$A = a \cdot b$ – was ist die Bedeutung von a und von b?

formale Schreibweise

a und b sind die Seitenlängen des Rechtecks

$$\begin{aligned} A &= a \cdot b \\ &= 5\,\text{cm} \cdot 7\,\text{cm} \\ &= 35\,\text{cm}^2 \end{aligned}$$

Die formale Schreibweise geht davon aus, dass im SI-System der Flächeninhalt eine abgeleitete Größe ist. Aus didaktischen Gründen wird bei der Einführung der Flächenmaße in Klasse 5 und 6 der Flächeninhalt wie eine Grundgröße behandelt. Für das Verständnis der neuen Größe ist das Auslegen von Flächen mit Messquadraten oder Messrechtecken (*wie viele Schulhefte passen auf die Tischfläche*?) wichtig. Den Term $A = a \cdot b$ für den Flächeninhalt eines Rechtecks gewinnt man aus dem Abzählschema für Messquadrate:

b ist die *Anzahl der Messquadrate in einem Streifen*, a ist die *Anzahl der Streifen*

didaktisch angepasste Schreibweise – formal völlig korrekt

$$\begin{aligned} A &= a \cdot b \\ &= 5 \cdot 7 \cdot 1\,\text{cm}^2 \\ &= 35\,\text{cm}^2 \end{aligned}$$

oder kürzer: b ist der *Flächeninhalt eines Streifens*, a ist die *Anzahl der Streifen*

$$\begin{aligned} A &= a \cdot b \\ &= 5 \cdot 7\,\text{cm}^2 \\ &= 35\,\text{cm}^2 \end{aligned}$$

Diese Schreibweise entspricht dem Vorgehen „*Anzahl der Streifen mal Anzahl der Messquadrate in einem Streifen*“. Jüngere Schüler/innen verstehen häufig nicht, warum $\text{cm} \cdot \text{cm}$ Quadratzentimeter ergibt oder schreiben, obwohl sie „*Länge mal Breite*“ sagen, lediglich die Einheiten formal falsch, weil ihre Aufmerksamkeit dem Zahlenwert gilt. Die hier vorgeschlagene Schreibweise ist mathematisch äquivalent zum Produkt $\text{cm} \cdot \text{cm}$, sie ist also formal völlig korrekt. Durch die bereits ausgerechnete Maßeinheit cm^2 wird jedoch der formale Fehler $\text{cm} \cdot \text{cm} = \text{cm}$ vermieden und die Aufmerksamkeit auf das Abzählschema und den Zahlenwert konzentriert. Nach dem Festigen des Abzählschemas kann später die Einheit des Produkts „*Länge mal Breite*“ auch mit dem Einheitenprodukt berechnet werden, beispielsweise ab Klasse 7.

Quellen:

Das **Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung** (EinhZeitG) ermächtigt das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, die gesetzlichen Einheiten festzulegen, und definiert einige Aufgaben der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt. Das alleinige Recht des Bundes, Gesetze über Maße und Gewichte zu erlassen, begründet sich aus Art. 73 Abs. 1 Nr. 4 GG,

siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Internationales_Einheitensystem

Die Norm **DIN 1302** legt allgemeine mathematische Zeichen und Begriffe fest,

siehe https://de.wikipedia.org/wiki/DIN_1302

Die Norm **DIN 1304** ("Formelzeichen") legt Formelzeichen für physikalische Größen fest,

siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Formelzeichen

Die Norm **DIN 1313** ("Größen") legt die Bezeichnung und die mathematische Beschreibung physikalischer Größen fest,

siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Physikalische_Größe

In der Norm DIN 1313 werden unter anderem die Größengleichung, die Zahlenwertgleichung und zugeschnittene Größengleichung formal definiert. Die Norm geht explizit auf den formalen Fehler ein, am Ende einer Rechnung ohne Einheiten dem Ergebnis ein Einheitenzeichen in eckigen Klammern hinzuzufügen: Laut DIN 1313 dürfen "eckige Klammern […] nicht um Einheitenzeichen gesetzt werden". Diese Schreibweise stammt aus der Zeit vor dem Gesetz über die Einheiten im Messwesen, ist also seit 50 Jahren veraltet und zudem formal falsch, da in einer Gleichung nicht auf der linken Seite eine Zahl stehen darf und rechts eine Größe. Die Angabe ist [m²] keine Maßeinheit. Richtig wäre $[A] = 1\,\text{m}^2$ als formale Übersetzung der Aussage "Die Maßeinheit dieses Flächeninhalts ist Quadratmeter."

siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Zahlenwertgleichung

Die Norm **DIN 1338** legt Regeln für den typografischen Satz von mathematischen Formeln fest. Dort findet man unter anderem

– die Vorschrift, im Druck die Grundzeichen kursiv zu setzen,

– die Empfehlung, im Druck eine Schriftart mit Serifen zu verwenden (eine solche Schrift hilft beispielsweise der Verwechslung des Großbuchstaben I (wie Indien) mit dem kleinen Buchstaben l (wie links) vorzubeugen),

– Regeln für Satzzeichen nach mathematischen Formeln,

– Regeln für den Zeilenumbruch, wenn Rechnungen zu lang für eine Druckzeile sind,

siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Formelsatz

abitur.nrw
BERUFSKOLLEG
Berufliches Gymnasium

Vorgaben für die Abiturprüfung 2025

in den Bildungsgängen des Beruflichen Gymnasiums
Anlagen D 1 – D 28
Weiteres Leistungskursfach

Mathematik

Fachbereich Wirtschaft und Verwaltung

1 Gültigkeitsbereich

Die Vorgaben für die Abiturprüfung im Fach Mathematik gelten für folgende Bildungsgänge:

Kaufmännische Assistentin/AHR Kaufmännischer Assistent/AHR	APO-BK Anlage D 12
Technische Assistentin für Betriebsinformatik/AHR Technischer Assistent für Betriebsinformatik/AHR	APO-BK Anlage D 13
Allgemeine Hochschulreife (Betriebswirtschaftslehre)	APO-BK Anlage D 27

Die Bildungsgänge sind dem Fachbereich Wirtschaft und Verwaltung zugeordnet.

2 Vorgaben für die schriftliche Abiturprüfung

Grundlage für die Vorgaben der zentral gestellten schriftlichen Aufgaben der Abiturprüfung der (mindestens) dreijährigen AHR-Bildungsgänge des Beruflichen Gymnasiums (APO-BK, Anlagen D 1 – D 28) sind die verbindlichen Vorgaben der Bildungspläne zur Erprobung (RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen vom 18.06.2007):

Teil I: Pädagogische Leitideen,

Teil II: Didaktische Organisation der Bildungsgänge im Fachbereich Wirtschaft und Verwaltung,

Teil III: Fachlehrplan Mathematik

sowie die Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012).

Durch die Vorgaben für die schriftliche Abiturprüfung werden inhaltliche Schwerpunkte festgelegt. Diese inhaltlichen Schwerpunkte sind Konkretisierungen der in dem Fachlehrplan beschriebenen Fachinhalte, deren Behandlung im Unterricht als Vorbereitung auf die schriftliche Abiturprüfung vorausgesetzt wird. Durch diese Schwerpunktsetzungen soll sichergestellt werden, dass alle Schülerinnen und Schüler, die im Jahr 2025 das Abitur in den o. a. Bildungsgängen des Beruflichen Gymnasiums ablegen, über die Voraussetzungen zur Bearbeitung der zentral gestellten Aufgaben verfügen.

Für die schriftliche Abiturprüfung werden zwei unterschiedliche Aufgabensätze zur Verfügung gestellt, die sich durch die Art der verwendeten Rechnertechnologie unterscheiden.

- Aufgabensatz 1 (GTR): graphikfähiger Taschenrechner
- Aufgabensatz 2 (CAS): Computeralgebrasystem

Die folgenden fachspezifischen Schwerpunktsetzungen gelten für das Jahr 2025. Sie stellen keine dauerhaften Festlegungen dar.

- ökonomische Anwendungen
  - Analyse von Produktionsfehlern
  - Kostenabwägung, Gewinnanalyse, Preiskalkulation

Lineare Algebra/Analytische Geometrie

- Matrizen / Lineare Gleichungssysteme
  - Matrizenverknüpfungen und Matrizengleichungen
  - inverse Matrizen
  - LGS und Kriterien für deren Lösbarkeit
  - stochastische Matrizen
- Lineare Optimierungsprobleme
  - Lineares Standard-Maximierungsproblem
  - graphisches Lösungsverfahren ökonomischer Maximierungsprobleme
- Ökonomische Anwendungen
  - mehrstufige Produktionsprozesse
  - stochastische Prozesse: Kundenwanderung, Mobilität etc.

3.2 Medien/Materialien

Siehe Hilfsmittel, Punkt 5

3.3 Formale Hinweise

Die mathematische Notation in den Abituraufgaben erfolgt gemäß der Formelsammlung, ISBN 978-3-507-73019-9 bzw. ISBN 978-3-507-73018-2, Schroedel-Verlag.

3.4 Hinweise zu den Aufgabenstellungen

Die Aufgaben in den zentral gestellten Prüfungen werden mithilfe von Operatoren formuliert.

In der folgenden Tabelle werden die Operatoren definiert, durch Beispiele dokumentiert und den Anforderungsbereichen (AFB I, II und III) zugeordnet. Die konkrete Zuordnung erfolgt immer im Kontext der Aufgabenstellung, wobei eine eindeutige Trennung der Anforderungsbereiche nicht immer möglich ist.

Spätestens in der Qualifikationsphase sollen die Operatoren in den Klausuren und schriftlichen Übungen verwendet werden, um die Schülerinnen und Schüler auf die Abiturprüfung vorzubereiten.

3 Verbindliche Unterrichtsinhalte im Fach Mathematik im Fachbereich Wirtschaft und Verwaltung für das Abitur 2025

3.1 Inhaltliche Schwerpunkte

Die inhaltlichen Schwerpunkte gelten für die beiden Aufgabensätze (GTR bzw. CAS, s. Punkt 2 und Punkt 5). Sind Themen nur für einen der beiden Aufgabensätze vorgesehen, so wird dies explizit ausgewiesen.

Im Folgenden werden die inhaltlichen Schwerpunkte stichpunktartig aufgeführt. Detaillierte Darstellungen und Beispiele finden sich im o. g. Bildungsplan zur Erprobung.

Analysis

- ganzrationale Funktionen
  - Aufstellung von Funktionsgleichungen aus vorgegebenen Bedingungen, auch durch Regression mithilfe des GTR/CAS
  - Untersuchungen von Funktionen mit Hilfe der Differenzialrechnung
  - Integralrechnung
- Exponentialfunktionen
  - Aufstellung von Funktionsgleichungen vom Typ $f(x) = a \cdot b^x$, bzw. $f(x) = e^{b \cdot x}$ aus vorgegebenen Bedingungen, auch durch Regression mithilfe des GTR/CAS
  - Funktionen vom Typ $f(x) = p(x) \cdot e^{q(x)}$ mit p, q ganzrationale Funktionen
  - Untersuchung von Funktionen mit Hilfe der Differenzialrechnung
  - Integralrechnung (mit GTR/CAS)
- ökonomische Anwendungen
  - Kosten- und Gewinnanalyse
  - Modelle der vollständigen Konkurrenz und des Monopols
  - Absatz- und Umsatzentwicklung
  - Markt-Preis-Theorie, u.a. Produzenten- und Konsumentenrente

Stochastik

- bedingte Wahrscheinlichkeit und stochastische Unabhängigkeit
- Erwartungswert von Zufallsvariablen
- Binomialverteilung
  - Bernoulli-Versuch
  - Erwartungswert, Varianz und Standardabweichung
  - Summenfunktion der Binomialverteilung
  - Einseitiger Hypothesentest (inklusive Fehler 2. Art)

Operator	AFB	Definition	Beispiel
angeben, nennen	I, II	Objekte, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen, Begründungen und ohne Darstellung von Lösungsansätzen oder Lösungswegen aufzählen	Nennen Sie die verwendete Ableitungsregel.
anwenden	I, II	einen bekannten Sachverhalt, eine bekannte Methode auf eine neue Problem-stellung beziehen	Wenden Sie das Newtonverfahren zur Bestimmung der Gewinnschwelle an.
aufstellen, bilden	I, II	Daten nutzen, um sie in einem mathematischen Modell darzustellen	Stellen Sie aus den gegebenen Daten eine Matrix auf.
berechnen	I, II	Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend durch Rechenoperationen gewinnen	Berechnen Sie die Produktionsmenge, bei der der maximale Gewinn erzielt wird.
beschreiben	I, II	Strukturen, Sachverhalte, Verfahren unter Verwendung der Fachsprache angemessen wiedergeben	Beschreiben Sie das Verfahren des Gauß-Algorithmus.
bestätigen	I, II	Aussagen oder Sachverhalte mathematisch verifizieren	Bestätigen Sie, dass das Marktgleichgewicht bei 4 ME erreicht ist.
bewerten, deuten	I, II	die Ergebnisse einer mathematischen Überlegung rückübersetzen auf das ursprüngliche Problem; umdeuten in eine andere Sichtweise	Bewerten Sie die Ergebnisse aus Sicht des Unternehmens und der Kunden. Deuten Sie das Ergebnis ökonomisch.

Ministerium für
Schule und Bildung
des Landes Nordrhein-Westfalen

Abiturvorgaben 2025
WLK Mathematik-WuV

Operator	AFB	Definition	Beispiel
dokumentieren, darstellen	I, II	Gedankengang bzw. Herleitung der Problemlösung darlegen	Dokumentieren Sie Ihren Lösungsweg.
ergänzen	I, II	eine vorgegebene Rechnung, Grafik oder Tabelle vervollständigen	Ergänzen Sie die fehlenden Werte in der Tabelle.
erklären	I, II	Sachverhalte mithilfe eigener Kenntnisse verständlich und nachvollziehbar machen und in Zusammenhänge einordnen	Erklären Sie den Unterschied zwischen notwendiger und hinreichender Bedingung.
erläutern	I, II	Strukturen und Zusammenhänge erfassen, in Einzelheiten verdeutlichen und durch zusätzliche Informationen verständlich machen	Erläutern Sie die Bedeutung des Cournot'schen Punktes.
erstellen	I, II	einen Sachverhalt in übersichtlicher, fachlich angemessener Form ausdrücken	Erstellen Sie eine Wertetabelle für die Funktion f.
skizzieren, graphisch darstellen	I, II	wesentliche Eigenschaften von Sachverhalten oder Objekten graphisch darstellen – auch Freihandskizzen möglich	Skizzieren Sie auf der Basis Ihrer Ergebnisse den Verlauf der Gewinnfunktion.
untersuchen	I, II	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen nach bestimmten, fachlich üblichen bzw. sinnvollen Kriterien bearbeiten	Untersuchen Sie das Verhalten des Funktionsgraphen an den Definitionslücken.

Operator	AFB	Definition	Beispiel
beurteilen, Stellung nehmen	II, III	zu einem Sachverhalt ein eigenständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen	Beurteilen Sie die Qualität des vorgeschlagenen Testverfahrens.
beweisen, widerlegen, nachweisen	II, III	Beweise im mathematischen Sinne unter Verwendung von bekannten mathematischen Sätzen, logischen Schlüssen und Äquivalenzumformungen, ggf. unter Verwendung von Gegenbeispielen und Analogien, führen	Beweisen Sie, dass im Betriebsminimum x_0 gilt: $K'(x_0) = k_v(x_0)$. Beweisen oder widerlegen Sie: wenn $f'(x_0) = 0$, dann folgt: x_0 ist eine Extremstelle.
definieren	II, III	kontextabhängige, eigenständige Begriffe bzw. Darstellungen festlegen	Definieren Sie zum Sachverhalt eine geeignete Treppenfunktion.
entscheiden	II, III	sich bei Alternativen eindeutig und begründet auf eine Möglichkeit festlegen	Entscheiden Sie, ob das Unternehmen mit einem Gewinn von mehr als x Euro rechnen kann.
entwickeln, entwerfen	II, III	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet in einen Zusammenhang bringen, also eine Hypothese, eine Skizze oder ein Modell weiterführen und ausbauen	Entwickeln Sie einen Test zur Überprüfung der folgenden Hypothese.

Ministerium für
Schule und Bildung
des Landes Nordrhein-Westfalen

Abiturvorgaben 2025
WLK Mathematik-WuV

Operator	AFB	Definition	Beispiel
veranschaulichen, verdeutlichen	I, II	einen Sachverhalt mit verbalen oder graphischen Erläuterungen versehen	Veranschaulichen Sie das Betriebsoptimum graphisch.
vereinfachen, umformen	I, II	Terme, Aussagen, Formeln mittels geeigneter Strategien an den jeweiligen Sachverhalt anpassen	Vereinfachen Sie den Ausdruck so weit wie möglich.
vergleichen	I, II	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln	Vergleichen Sie die unterschiedlichen Lösungsansätze zur Bestimmung des Betriebsminimums.
zeichnen	I, II	hinreichend exakte graphische Darstellungen von Objekten oder Daten anfertigen	Zeichnen Sie den zugehörigen Gozintographen.
analysieren	II, III	Sachverhalte, Probleme, Fragestellungen genauer untersuchen und strukturieren	Analysieren Sie für $a = 0{,}5$ die folgende Entscheidung der Unternehmensleitung.
begründen	II, III	Sachverhalte auf Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen – hierbei sind Regeln und mathematische Beziehungen zu nutzen	Begründen Sie, dass die zweite Ableitung als Maß für die Krümmung eines Graphen nicht ausreichend ist.
bestimmen, ermitteln	II, III	Zusammenhänge bzw. Lösungswege finden und die Ergebnisse formulieren	Bestimmen Sie die Koordinaten des Marktgleichgewichts. Ermitteln Sie die Nachfrage- und Angebotselastizität im Marktgleichgewicht.

Operator	AFB	Definition	Beispiel
herleiten, formulieren	II, III	eine Formel oder einen Zusammenhang aus bekannten Sachverhalten nachvollziehbar entwickeln	Leiten Sie die Gleichung der Kostenfunktion her. Formulieren Sie für den Kunden auf der Basis eines Hypothesentests eine Entscheidungsregel.
interpretieren	II, III	Zusammenhänge bzw. Ergebnisse begründet auf gegebene Fragestellungen beziehen	Interpretieren Sie das Integral aus ökonomischer Sicht.
klassifizieren	II, III	eine Menge von Objekten nach vorgegebenen oder sinnvoll selbstständig zu wählenden Kriterien in Klassen einteilen	Klassifizieren Sie die Graphen der Funktionenschar nach der Anzahl der Nullstellen.
prüfen, überprüfen	II, III	die Gültigkeit einer Aussage, z. B. einer Hypothese oder einer Modellvorstellung, verifizieren, falsifizieren	Prüfen Sie die Aussage des Produktionsleiters.
übertragen	II, III	einen untersuchten Sachverhalt bzw. allgemeingültige Aussagen auf ähnliche Sachverhalte anwenden	Übertragen Sie den Lösungsansatz auf …
zeigen	II, III	Aussagen oder Sachverhalte unter Nutzung von gültigen Schlussregeln, Berechnungen bestätigen	Zeigen Sie, dass für eine Maschinenzeit der Maschine A von 20 Stunden der Erlös optimiert wird.

4 Bearbeitungszeit für die schriftliche Abiturprüfung

Es gelten die Vorgaben der APO-BK, § 17 (2) Anlage D.

Die Arbeitszeit einschließlich Auswahlzeit beträgt 300 Minuten.

Zu Beginn der Bearbeitungszeit erhält der Prüfling die beiden zu bearbeitenden Aufgabenteile A und B. Die zugelassenen Hilfsmittel gemäß Punkt 5 werden noch **nicht** ausgegeben.

Der Prüfling gibt individuell nach Bearbeitung den Aufgabenteil A und seine Ausarbeitungen zum Aufgabenteil A ab und erhält im Gegenzug Zugang zu den gemäß Punkt 5 zugelassenen Hilfsmitteln.

5 Hilfsmittel

Für die schriftliche Abiturprüfung werden zwei unterschiedliche Aufgabensätze zur Verfügung gestellt, die sich durch die Art der verwendeten Rechnertechnologie unterscheiden.

- Aufgabensatz 1 (GTR): graphikfähiger Taschenrechner
- Aufgabensatz 2 (CAS): Computeralgebrasystem

Zur Bearbeitung des Aufgabenteils A sind keine Hilfsmittel zugelassen, auch z. B. keine Formelsammlungen.

Für die Bearbeitung des Aufgabenteils B sind in der Abiturprüfung 2025 zugelassen:

- Formelsammlungen der Schulbuchverlage, die keine Beispielaufgaben enthalten. Die Formelsammlungen sind vor Ausgabe an die Prüflinge zu überprüfen.
- Graphikfähiger Taschenrechner (GTR) – nur für Aufgabensatz 1 (GTR)
- Computeralgebrasysteme (CAS) – nur für Aufgabensatz 2 (CAS)

In der Abiturprüfung 2025 sind nicht zugelassen:

- Schulinterne eigene Druckwerke, mathematische Fachbücher und mathematische Lexika.
- Computeralgebrasysteme (CAS) – bei Verwendung von Aufgabensatz 1 (GTR)
- Graphikfähiger Taschenrechner (GTR) – bei Verwendung von Aufgabensatz 2 (CAS)

Hinweis:
Die Mindestanforderungen an die Funktionalität eines GTR sind unter www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de zu finden.

Hinsichtlich der Verwendung der Technologien sind folgende Hinweise zu beachten:

- Bei Verwendung schuleigener Geräte ist eine ausreichende Anzahl von Ersatzsystemen vorzuhalten.
- Alle Systeme sind vor der Prüfung in den Zustand zu versetzen, der einen Zugriff auf andere Programme/Apps, eigene Dateien, Internet oder Netzwerke aller Art nicht ermöglicht.
- Der Lösungsweg ist von den Prüflingen in der Reinschrift textlich so zu dokumentieren, dass der Gedankengang der Problemlösung unabhängig von der verwendeten Technologie vollständig nachvollziehbar ist. Die Dokumentation ist integraler Bestandteil der Problemlösung und geht in die Bewertung der Prüfungsleistung ein.
- Wird der Computer zum Editieren von Aufgabenlösungen benutzt, müssen die Prüflinge zum Abschluss einen Computerausdruck ihres Lösungstextes durch Unterschrift autorisieren. Die Erstellung des Computerausdrucks ist von der Schule so zu organisieren, dass beim Abgeben der Prüfungsarbeit der unterschriebene Ausdruck vorliegt. Nur der autorisierte Ausdruck ist Bestandteil der Prüfungsarbeit; die elektronische Version (Datei) kann nicht zur Korrektur oder Bewertung herangezogen werden (nur CAS).
- Die verwendete Technologie muss in den Prüfungsakten mit Angabe des verwendeten CAS/GTR einschließlich der verwendeten Version vermerkt werden.

6 Hinweise zur Aufgabenauswahl durch die Lehrkraft/ den Prüfling

In der Abiturprüfung sollen die Prüflinge die ihnen bekannte und vom Unterricht vertraute Rechnertechnologie einsetzen. Sie sollen in der Prüfung u. a. den sinnvollen Gebrauch der ihnen vertrauten Rechnertechnologie nachweisen. Die Schule muss zu Beginn der Qualifikationsphase festlegen, welche der in Punkt 2 bzw. Punkt 5 beschriebenen zwei Technologiekategorien in der Abiturprüfung in den jeweiligen Prüfungsgruppen angewendet werden soll. Durch diese Entscheidung wird ein Aufgabensatz für die Prüfungsgruppe festgelegt.

Die schriftliche Abiturprüfung umfasst den Aufgabenteil A (Bearbeitung ohne Hilfsmittel) und den Aufgabenteil B (Bearbeitung mit Hilfsmitteln).

Der Aufgabenteil A besteht aus vier Pflichtaufgaben und vier Wahlaufgaben, aus denen zwei von den Prüflingen ausgewählt werden. Es findet keine Aufgabenauswahl durch die Fachlehrerin oder den Fachlehrer statt.

Bei mindestens zwei der Aufgaben des Aufgabenteils A sind Anwendungsbezüge aus Wirtschaft und Verwaltung vorgesehen.

Beispielaufgaben zum Aufgabenteil A wurden über eine Handreichung bereitgestellt. Weitere formale Hinweise sind den für die Abiturprüfung im Jahr 2025 gültigen Konstruktionsvorgaben zu entnehmen.

Der Aufgabenteil B besteht aus drei Pflichtaufgaben.

Bei mindestens zwei der Aufgaben des Aufgabenteils B sind Anwendungsbezüge aus Wirtschaft und Verwaltung vorgesehen.

Die Gewichtung (in BE) der Aufgaben aus den jeweiligen Teilgebieten ist in der folgenden Übersicht dargestellt:

Aufgabenteil A Bearbeitung ohne Hilfsmittel				**Aufgabenteil B Bearbeitung mit Hilfsmittel**	
Pflichtaufgaben		Wahlaufgaben (zwei aus vier, beliebig)		Pflichtaufgaben	
Analysis	5	Analysis	5	Analysis	30
Analysis	5	Analysis	5	Stochastik	30
Stochastik	5	Stochastik	5	Analytische Geometrie/ Lineare Algebra	30
Analytische Geometrie/ Lineare Algebra	5	Analytische Geometrie/ Lineare Algebra	5		
Summe	20	Summe	10	Summe	90
Gesamtsumme: 120 BE + 5 BE (Darstellungsleistung) = **125 BE**					

FOCUS

Suche

Freizeit Haushalt Küche Bad Familie Garten Garage Ernährung & Gesundheit Technik Finanzen

Garten Garage Ernährung & Gesundheit Technik Finar

Garage
Ernährung & Gesundheit
Technik
Finanzen

Was ist ein Leitfaden: Es handelt sich dabei um Richtlinien, die Ihnen bei Aufgaben oder in bestimmten Situationen die Ori

Anwendungsbereiche und Beispiele von Leitfäden

Ein klassisches Beispiel für einen Leitfaden sind die Richtlinien zum Schreiben von Hausarbe
oder universitären Kontext: Der Text beginnt mit einer Einleitung, dann folgt der Hauptteil u

- Ähnlich verhält es sich mit Leitfäden für die Ertsellung von Jahresbilanzen in Unternehm
  Vorstellungsgesprächen oder zur Gestaltung bestimmter Arbeitsvorgänge. Aber auch die
  Corona-Pandemie stellen einen Leitfaden dar.
- Ein weiterer Anwendungsbereich von Leitfäden sind psychologische Interviews im Rahm
  Interventionen. Ein solcher Leitfaden enthält einen Katalog an Fragen, die einem Proban

Weitere Empfehlungen für Sie:

FOCUS

Suche

Freizeit Haushalt Küche Bad Familie Garten Garage Ernährung & Gesundheit Technik Finanzen

Garten Garage Ernährung & Gesundheit Technik Finar

Garage
Ernährung & Gesundheit
Technik
Finanzen

PRAXISTIPPS > FREIZEIT & HOBBY

Was ist ein Leitfaden? Einfach erklärt

18.06.2022 10:21 | von Lisa Ohl

**Auch wenn Sie nicht genau wissen, was ein Leitfaden ist, haben Sie bestimmt schon d
solchen zurückgegriffen. Im Grund genommen handelt es sich bei einem Leitfaden un
Handlungsvorschrift.**

Unabhängig und kostenlos dank Ihres Klicks

Die mit einem Symbol gekennzeichneten Links sind Affiliate-Links. Erfolgt darüber ein
ohne Mehrkosten für Sie. Die redaktionelle Auswahl und Bewertung der Produkte bleibt
bei der Finanzierung unseres kostenfreien Angebots.

Was ein Leitfaden ist: Definition und Bedeutung des Begriffs

Ein Leitfaden ist eine knapp und übersichtlich formulierte Handlungsanweisung. Er bietet Ih
darum geht, sich in einer Situation zurechtzufinden oder bestimmte Handlungen richtig unc

- Leitfäden können die Form von Richtlinien haben oder aber eine Anleitung enthalten, di
  bestimmten Aufgaben hilft. Er gibt Ihnen eine Struktur vor, nach der Sie sich richten kön
- Ein Leitfaden, der bestimmte Vorgänge regeln oder Handlungen anleiten sollen, hat den
  einmal erstellt werden muss, um dann immer wieder angewendet und wie eine Folie aul
  kann.
- Das spart nicht nur Zeit, sondern sorgt auch dafür, dass Vorgänge zuverlässig auf dieselb
  Besonders bei komplexen Aufgaben und Themen garantiert ein Leitfaden somit eine gev

WIKIPEDIA
Die freie Enzyklopädie

Inhaltsverzeichnis

1 Das Schiff und seine Ausrüstung
2 Manöverkunde
3 Nautisches Wissen und Können
4 Medizin
5 Wetterkunde
6 Nautische Etikette
7 Weitere Kenntnisse
8 Regeln guter Seemannschaft
9 Siehe auch
10 Literatur
11 Weblinks

Seemannschaft

Unter **Seemannschaft** versteht man die Fertigkeiten, die ein Seemann zur praktischen Handhabung eines Wasserfahrzeuges beherrschen muss. Die Anforderungen an einen Seemann, und insbesondere an den verantwortlichen Schiffsführer, sind sehr vielseitig. Sie variieren dabei je nach der Art des Schiffes, dem Fahrtgebiet, dem Wetter und Seegang, Fähigkeiten und Anzahl der Besatzung sowie zwischen Berufsschifffahrt und Sportschifffahrt.

Kadetten lernen das Knüpfen von Knoten

Die Aufgaben für den Skipper einer Freizeityacht sind dabei nicht unbedingt einfacher als die eines Kapitäns eines Ozeandampfers. Ersterer hat zwar das viel kleinere Schiff, kann dafür aber oft nicht auf eine eingespielte und kompetente Besatzung zählen, die ihn bei Problemen hilfreich unterstützt. Der Schiffsführer muss physisch und psychisch den Anforderungen gewachsen sein, denn er trägt die Verantwortung für Schiff, Besatzung und Passagiere.

Für die Erlangung von Schiffsführerausweisen werden – je nach zu erlangendem Fahrtgebiet (Binnenseen, Küstengewässer, Hochsee) – Kenntnisse in verschiedenen der hier aufgeführten Fähigkeiten verlangt.

Das Schiff und seine Ausrüstung

Am Anfang guter Seemannschaft steht die Kenntnis des eigenen Schiffes, der Fachbegriffe für seine Teile und für die Ausrüstung. Effizientes Führen eines Schiffes erfordert, dass jedes Mannschaftsmitglied mit diesen Begriffen vertraut ist, um mit knappen Anweisungen die richtigen Aktionen kommandieren zu können und keine Missverständnisse aufkommen zu lassen. Kenntnis der Bestandteile und der Ausrüstung ist auch deshalb wichtig, weil ein Schiff weite Strecken allein zurücklegt und bei technischen Defekten nicht ohne weiteres Hilfe herbeigerufen werden kann. So müssen auch Notfall-Reparaturen wie das Abdichten eines Lecks oder das Instandsetzen der Maschine von der Besatzung ausgeführt werden können.

Die Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang, Handhabung und Reparatur von Trossen, Festmachern und anderen Leinen wird in Anlehnung an das wichtigste Werkzeug des Taklers „Marlspieker-Seemannschaft“ genannt.

Zur Kenntnis des Schiffes gehören die Eigenschaften des Rumpfes. Diese werden durch seine Form, seine Dimensionen und seine Baumaterialien bestimmt. Wichtig sind dabei besonders die Eigenschaften, die die Manövrierbarkeit beeinflussen: Länge und Breite des Schiffes bestimmen die möglichen Anlegestellen und seine maximale Geschwindigkeit, der Tiefgang ist für die sichere Navigation in Küstennähe bedeutsam. Ein Segelschiff hat einen Kiel oder ein Schwert, das die Kursstabilität beeinflusst und zudem der Krängung entgegenwirkt.

Bedeutsam ist sodann die Ruderanlage und die Decksausrüstung sowie bei Segelschiffen das Rigg. Auf Berufsschiffen finden sich hier Installationen, mit denen die zu befördernde Ladung an Bord genommen, für die Fahrt gesichert und wieder gelöscht werden kann. Im Steuerstand – bei Yachten auch Cockpit oder Plicht genannt – findet sich Rad oder Pinne für die Steuerung des Schiffes.

Der Staat, unter dessen Flagge ein Schiff fährt, bestimmt die Sicherheitsausrüstung, die ein Schiff einer bestimmten Größe mitführen und einsatzbereit halten muss. Der Schiffsführer ist dafür verantwortlich, dass Rettungsinseln, Lifebelts, Signalraketen, Feuerlöscher und Ähnliches einsatzbereit sind. Entsprechend den *Regeln guter Seemannschaft* (siehe unten) muss der Schiffsführer darauf bestehen, dass bei gewissen Wetterbedingungen Rettungswesten oder Lifebelts auch getragen werden.

Manöverkunde

Zu guter Seemannschaft gehört es, das Schiff sicher und präzise manövrieren zu können. Zu den wichtigen Manövern zählen das Ablegen, das Anlegen und das Ankern. Bei Segelschiffen müssen diese Manöver sicher unter Motor und unter Segeln durchgeführt werden können, dazu kommen die verschiedenen reinen Segelmanöver wie Reffen, Wenden und Halsen. Schließlich gehören zur Manöverkunde auch Seenotmanöver, darunter besonders die verschiedenen Mann-über-Bord-Manöver, die sich ebenfalls wieder in verschiedene Kategorien einteilen lassen, je nach Größe des Schiffes, aktueller Antriebsart und Kurs zum Wind. Selbstverständlich muss der Schiffsführer die Kollisionsverhütungsregeln kennen. Diese sind

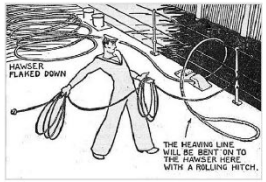


Illustration zum Werfen der Leinen beim Anlegen (*Seaman's Pocket-Book*, 1943)

rechtzeitig einer Gefahr vorgebeugt werden, etwa indem ein Hafen angelaufen wird, eine Alternativroute gesucht oder das Schiff für Schwerwetter vorbereitet wird (Ladung besonders gut sichern, kleinere Segel setzen etc.).

Nautische Etikette

→ *Hauptartikel: Seemannskultur*

Auf See und in Häfen gibt es einige Verhaltensregeln, die von vielen Wassersportlern traditionell eingehalten werden. Zu diesen Gebräuchen gehört es etwa, die Nationalflagge des Bootes/Schiffes tagsüber am Heck gehisst zu haben und die Flagge des Gastlandes, also des Landes, in dem man sich gerade aufhält, unter der Steuerbordsaling oder am Aufbau eines Motorschiffes zu zeigen (siehe Flaggenführung). Fender während der Fahrt außenbords hängen zu haben, gilt vor allem bei vielen Seglern als verpönt.

Die *Finnmarken* führt die Flagge als norwegisches Postschiff am Heck

Weitere Kenntnisse

Neben den oben erwähnten Kenntnissen kommen einige weitere hinzu, die an Bord eines Schiffes benötigt werden. So muss der Kapitän oder Skipper seine Mannschaft führen und ihre Stärken und Schwächen kennen. Seine Persönlichkeit ist auf dem Schiff entscheidend für die Stimmung und das Befinden der Besatzung. Bei der Berufsschifffahrt ist er zudem für die Einhaltung des Arbeitsrechtes verantwortlich.

Zum Wohlbefinden der Besatzung trägt auch eine richtige und ausreichende Ernährung bei. Die Zeiten von Skorbut sind zwar vorbei, dennoch ist es auch heute noch keine einfache Aufgabe, eine Yacht für eine längere Seereise mit Proviant zu beschicken. Eine Atlantiküberquerung in einem Segelboot dauert drei bis vier Wochen, auf dem Pazifik kann die nächste Einkaufsmöglichkeit auch hundert Tage weg sein, wenn man sich im Südsee-Traumrevier Zeit lässt.

Berufsseeleute werden im Ladungsdienst geschult, Nautiker müssen zudem die Stabilitätsrechnung für die verschiedenen Beladungs- und Ballastzustände des Schiffes beherrschen.

Regeln guter Seemannschaft

„Regeln guter Seemannschaft“ ist ein juristischer Begriff und wird in Gerichtsverfahren verwendet zur Beurteilung einer verantwortungsvollen Handlungsweise unter Berücksichtigung üblicher Praxis zur Vermeidung von Schäden und Gefahren. Er bezieht sich meistens auf die Kollisionsverhütungsregeln. Dort ist die Rede von „Vorsichtsmaßnahmen, welche allgemeine seemännische Praxis oder besondere Umstände des Falles erfordern.“ Gemeint sind damit Vorsichtsmaßnahmen, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Regeln hinausgehen, wie die zentralen Verkehrsregeln auf See und enthalten beispielsweise auch die verschiedenen Seenot-Zeichen, die ein havariertes Schiff geben kann.

Notfallübung an Bord der USS *Blue Ridge*

Nautisches Wissen und Können

Zentrale Aufgabe des Schiffsführers ist die Navigation, das heißt das sichere Führen des Schiffes zum gewünschten Zielort. Durch Satellitennavigation und elektronische Seekarten wurde diese Aufgabe zwar in den letzten Jahren deutlich vereinfacht, dennoch muss ein Schiffsführer mit der herkömmlichen Papierkarte umgehen können und in der Lage sein, eine Ortsbestimmung ohne elektronische Hilfsmittel vorzunehmen. Zur Erlangung von Ausweisen für Schiffsführer gehört die Navigation mit Papierkarte als wesentlicher Bestandteil zur Ausbildung, besonders für jene Ausweise, die für die Fahrt zur See berechtigen. Die astronomische Navigation mittels Sextant hat heute an Bedeutung verloren, wird aber teilweise noch geprüft. Neben der Positionsbestimmung ist auch die Planung der Reise Aufgabe des Navigators, damit Untiefen oder andere Gefahren sicher gemieden werden.

Navigationsübung am Simulator

Zum sicheren Festmachen von Booten und bei Segelschiffen auch zum Betrieb ist die Kenntnis einiger Knoten unerlässlich. Hilfreich kann es sein, auch das Spleißen von Leinen zu beherrschen.

Zur Bedienung einer Seefunkanlage (nicht auf allen Schiffen vorgeschrieben) muss ein entsprechendes Funkbetriebszeugnis erworben werden.

Medizin

Ein Schiff kann Tage oder gar Wochen allein auf See unterwegs sein. Falls ein Unglück passiert und sich jemand verletzt oder jemand an Bord krank wird, kann es sehr lange dauern, bis Hilfe eintrifft oder ein Hafen angelaufen werden kann. Es ist deshalb unerlässlich, dass sich jemand an Bord mit Erster Hilfe auskennt und geeignete Verbände und Medikamente an Bord sind.

Wetterkunde

Das Wetter spielt bei der Seefahrt eine entscheidende Rolle. Stürme stellen auch für große Schiffe nach wie vor eine nicht zu unterschätzende Gefahr für Mannschaft und Ladung dar. Andererseits ist für eine Reise mit einem Segelschiff Wind Voraussetzung. Deshalb obliegt es der Schiffsführung, permanent Wettervorhersagen einzuholen sowie eigene Wetterbeobachtungen anzustellen und damit die Wetterentwicklung einzuschätzen. So kann

beispielsweise das Tragen von Rettungsweste und Lifebelt bei schwerer See oder eine vorausschauende Reiseplanung (in der Sportschifffahrt auch Törnplanung genannt), die mögliche Wetteränderungen mit einplant. Obwohl diese Begriffe nur durch Fallbeispiele aus der Praxis definiert sind, haben sie bei Entscheidungen von Seeämtern fast Gesetzescharakter. Eine Rolle bei der Beurteilung von „Regeln guter Seemannschaft“ spielen neben dem gesunden Menschenverstand vor allem Sicherheitsempfehlungen wie die Broschüre „Sicherheit im See- und Küstenbereich“ des Bundesamtes für Seeschiffahrt und Hydrographie (mittlerweile ersetzt durch die Broschüre „Sicherheit auf dem Wasser - Wichtige Regeln und Tipps für Wassersportler“ herausgegeben 2023 vom damaligen Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur). Auch klassische Verhaltenskodizes in Notlagen, wie „Frauen und Kinder zuerst!“ und „Der Kapitän geht als Letzter von Bord“, werden hierzu gezählt.

Siehe auch

Literatur

- *Seemannschaft. Handbuch für den Yachtsport.* 32. Auflage, Delius Klasing Verlag, Bielefeld 2019, ISBN 978-3-667-11658-1.
- Rolf Dreyer: *Skippertraining. Planen, Führen und Entscheiden.* Delius Klasing, Bielefeld 2012, ISBN 978-3-7688-1388-4.
- Kai Zähle: *Die Regeln guter Seemannschaft*, Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht (NZV) 2015, 476 (beschreibt vor allem die juristischen Aspekte des Themas)

Weblinks

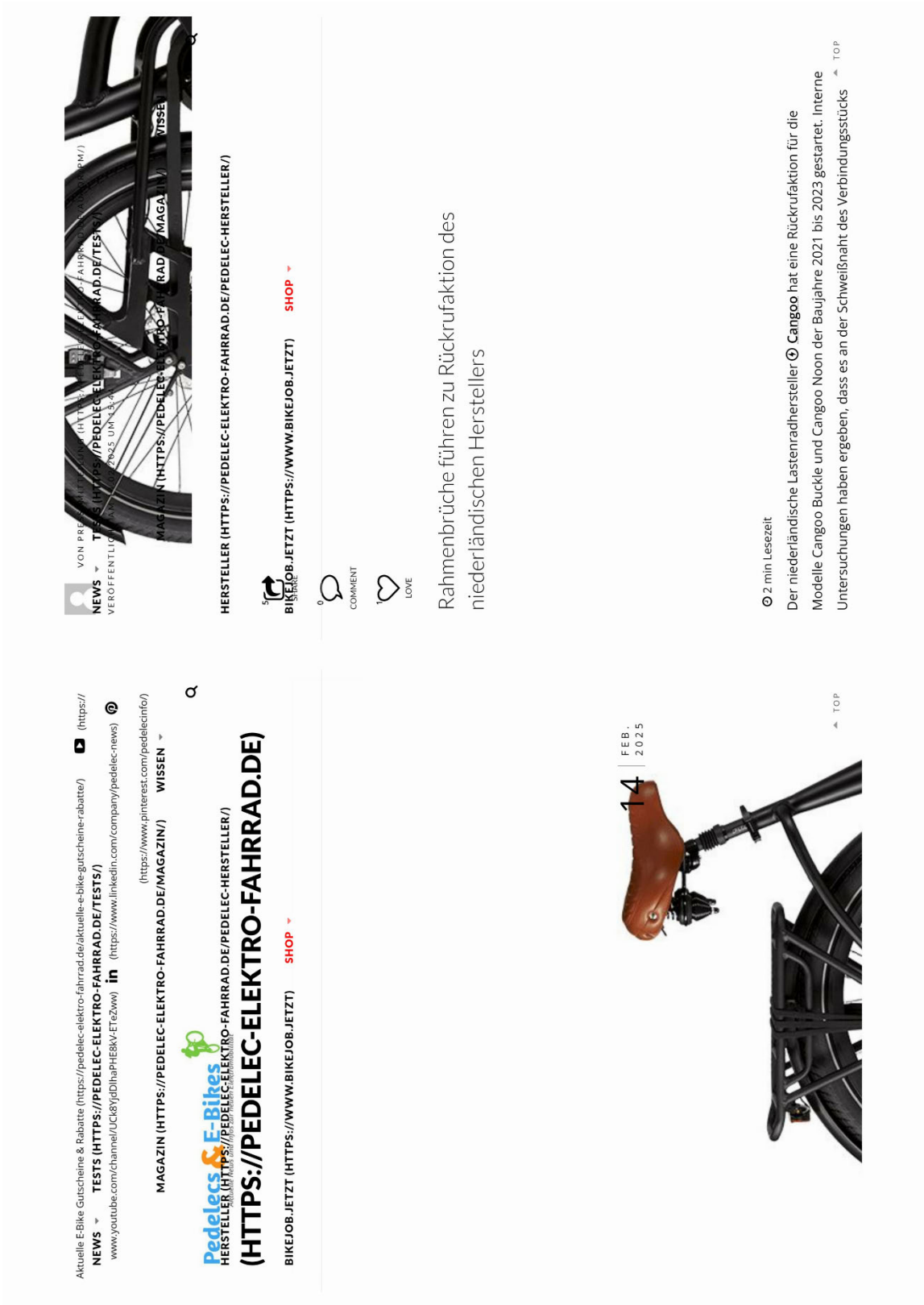
Wiktionary: Seemannschaft – Bedeutungserklärungen, Wortherkunft, Synonyme, Übersetzungen

- Broschüre Sicherheit auf dem Wasser (https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Publikationen/WS/sicherheit-auf-dem-wasser.html) (PDF; 7,5 MB) Ausgabe 2023
- Artikel zum Thema Seemannschaft auf SkipperGuide (https://www.skipperguide.de/wiki/Portal:Seemannschaft)

Normdaten (Sachbegriff): GND: 4054164-2

Abgerufen von „https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Seemannschaft&oldid=258545953“

Anhang 19 Pedelec E-Biks



zwischen Vorder- und Hinterrahmen in seltenen Fällen zu Haarrissen kommen kann, die langfristig zu einem Bruch des Rahmens führen könnten. Obwohl bisher nur wenige Fälle bekannt sind, nimmt Cangoo die Sicherheit seiner Kunden sehr ernst und hat daher beschlossen, alle betroffenen Lastenräder proaktiv zu inspizieren und mit einer zusätzlichen Rahmenklemme zu verstärken.

Besitzern der genannten Modelle wird dringend empfohlen, ihre Lastenräder vorerst nicht zu nutzen und einen Termin bei ihrem Händler zu vereinbaren. Für die sichere Überführung zur Werkstatt sollte das Rad unbeladen und mit einer maximalen Geschwindigkeit von 15 km/h gefahren werden.

Im Rahmen der Inspektion wird eine hochwertige Edelstahl-Rahmenklemme angebracht, die die Konstruktion dauerhaft unterstützt und sicherstellt, dass das Fahrrad den aktuellen Sicherheitsnormen entspricht. Zusätzlich bietet Cangoo als Zeichen der Wertschätzung eine kostenlose Wartung an, die gleichzeitig mit der Inspektion durchgeführt wird.

Diese Maßnahme betrifft die folgenden Modelle:

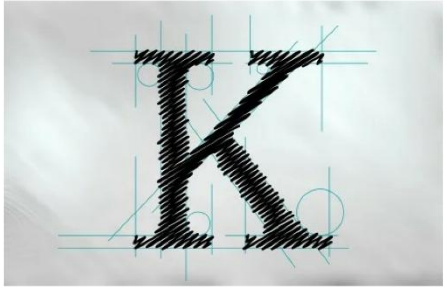
- Cangoo Buckle (Generation 2021-2023) – SKU: E26701
- Cangoo Noon (Generation 2021-2023) – SKU: E26702

(https://pedelec-elektro-fahrrad.de/wp-content/uploads/2025/02/cangoo-

(https://pedelec-elektro-fahrrad.de/wp-content/uploads/2025/02/Buckle.png)

refa.de

Kaizen



Definition

Der Begriff **Kaizen** kommt aus dem Japanischen. Er setzt sich zusammen aus Kai = Veränderung, Wandel; Zen = zum Besseren. Damit ist die permanente Verbesserung von Tätigkeiten, Abläufen, Verfahren oder Produkten durch alle Mitarbeiter eines Unternehmens gemeint. Dabei kommt es nicht auf große Innovationen oder grundlegende Veränderungen an, sondern vielmehr darauf, dass jeder Mitarbeiter seine Tätigkeiten und seinen Arbeitsplatz permanent kritisch hinterfragen und seine Arbeitsweise kontinuierlich verbessern soll.

Die Kaizen-Philosophie steht für **Verbesserungen von jedem, immer und überall.** Auf das Konzept der **kontinuierlichen Verbesserung** machte 1986 Masaaki Imai erstmals im Westen durch sein Buch "Kaizen: Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb" aufmerksam.

Heute gilt **Kaizen** in der Wirtschaft weltweit als ein wichtiger Pfeiler in der langfristigen Wettbewerbsstrategie eines Unternehmens. Aus vielen kleinen Veränderungen, die sich mit der Zeit angesammelt haben, werden für das Unternehmen große Erfolge erzielt. Am Anfang wurde diese Aussage fehlinterpretiert. Schließlich sind die meisten Veränderungen klein. Umwandlungsprojekte von funktionsübergreifenden Teams - wie Kaizen-Veranstaltungen, auf denen sich Mitarbeiter aus allen Organisationsebenen treffen und Veränderungen besprechen - können allerdings große Auswirkungen in der Unternehmensführung haben.

Um die Denkweise des Kaizens besser verständlich zu machen, werden Prinzipien und Regeln damit verknüpft, die das Denken und Handeln der Mitarbeiter leiten sollen. Diese Prinzipien sind:

- tägliche Verbesserungen in allen Bereichen eines Unternehmens
- jede Verschwendung von Material, Zeit und Geld vermeiden
- nachgelagerte Prozessschritte aus Kundensicht betrachten und Leistungen verbessern
- keine Beschränkungen in Bezug auf den Anwendungsbereich
- entscheidend ist die Wirkung, nicht die Vorgehensweise
- Arbeitsplätze, Arbeitsbereiche und die Situation werden live vor Ort betrachtet und analysiert (**Gemba**-Kaizen)

Anwendungsmöglichkeiten von Kaizen

Verbesserungen sind laut Kaizen immer möglich. Ob Produkte, Services, Prozesse, Tätigkeiten, Arbeitsplatz – alles kann verbessert werden.

Auch wenn Kaizen ursprünglich im Rahmen der Autoindustrie (Toyota Produktionssystem) mit ihren Fertigungs- und Montageprozessen entwickelt und eingesetzt wurde, so gibt es keine Organisation und kein Unternehmen, das seine Leistungen und seine Qualität in Bezug auf Kunden, Produkte, Dienstleistungen oder Prozesse nicht verbessern kann. Damit ist **Kaizen** zu einer universellen Denkweise in allen Unternehmen und allen Branchen geworden.

Die Kaizen-Denkweise besagt, dass jeder Mitarbeiter jeden Tag darüber nachdenken soll, was an seiner Arbeit oder in seinem Bereich verbessert, vereinfacht oder optimiert werden kann und dahingehend entsprechende Vorschläge machen. Das gilt für jeden einzelnen Arbeitsplatz und lässt sich in jedem Unternehmen oder anderen Institutionen anwenden.

Fünf zentrale Grundlagen des Kaizens

Standardisierung

Sollte einer der vorgeschlagenen Verbesserungsvorschläge für das Unternehmen geeignet sein, wird dieser als Standard festgelegt und in die laufenden Prozesse integriert. Der **PDCA-Zyklus** wandelt sich so zu SDCA (Standardize, Do, Check, Act). Sobald dieser Prozess endgültig abgeschlossen ist, wird eine weitere Verbesserung aufgegriffen.

Kritikorientierung

Kritik wird als Möglichkeit zur ständigen Verbesserung angesehen. Daher sollte jeder Mitarbeiter dazu angehalten sein, Vorschläge zur Verbesserung einzubringen. Das Unternehmen hingegen sollte diese Verbesserungen konstruktiv aufnehmen und versuchen, bestmöglich umzusetzen. So ergibt sich ein kontinuierlicher Zyklus aus Planung, Tätigkeit, Kontrolle und Verbesserung (kurz: **PDCA-Zyklus**: Plan, Do, Check, Act).

(Gemba), in der Produktion, an der Maschine, auf der Baustelle, am Schreibtisch gelebt werden. Nur so lassen sich wertschöpfende Aktivitäten und Verschwendungen unmittelbar beobachten. Kaizen erfordert also einen kooperativen Führungsstil. So arbeiten Führungskraft und Mitarbeiter sowohl in der Ideenentwicklung als auch in der Projektumsetzung eng zusammen und ergänzen sich in ihren Kompetenzen. Bei der Führungskraft muss die Bereitschaft vorhanden sein, den Mitarbeitern Verantwortung zu übertragen. Kaizen besitzt noch weitere Aspekte: intensive Informationsübermittlung von oben nach unten sowie umgekehrt. Hinzu kommt eine gemeinsame, klare Zielformulierung und ein verständlicher Konsens anstatt Einzelentscheidungen durch Vorgesetzte.

Idealvorstellung

Die Idealvorstellung für **Kaizen** ist, qualifizierte, aktive, eigenverantwortliche und kreative Mitarbeiter im Unternehmen einzustellen. Diese erhalten für ihren Einsatz eine differenzierte und individuelle Anerkennung und finanzielle Entlohnung. **Kaizen** bietet damit die Möglichkeit, die Prozessstrukturen innerhalb eines Unternehmens zu verbessern. Dank der kontinuierlichen Optimierung wird sich dies in der Qualität, in der Mitarbeitermotivation und im Erfolg widerspiegeln.

LIVE & INTERAKTIV
Online-Seminare
LIVE & INTERAKTIV

Seminarempfehlungen zum Thema **Kaizen**

- Betriebliches Vorschlagswesen
- Büro und Kaizen
- KVP-Team-Moderator
- Lean Leadership / KATA
- Lean Six Sigma Yellow-Belt
- Lean Six Sigma Green-Belt
- Lean Six Sigma Black-Belt
- Optimierung der Produktionsabläufe

DIE REFA-Grundausbildung – auch als Online-Variante buchbar!

Qualitätsorientierung

Jedes Unternehmen legt für sich seinen eigenen Qualitätsstandard fest. Dieser wird dann auf die Qualitätsanforderungen von Tätigkeiten und Prozessen übertragen. Diese Qualität bezieht sich nicht nur auf die Produkte, sondern auch auf die Prozesse, mit denen diese hergestellt werden.

Kundenorientierung

Bei dem Kaizen-Verfahren wird das Unternehmen auf die Kunden sowie deren Bedürfnisse und Erwartungen ausgerichtet. Im Kaizen gibt es zwei Arten von Kunden, die externen und die internen. Externe Kunden agieren außerhalb des eigenen Unternehmens. Sie sind dort nicht angestellt oder stehen in einem anderen Dienstverhältnis. Interne Kunden hingegen sind in einem Unternehmen z.B. die eigenen Kollegen, die die Leistung abnehmen. Jede Aktivität im Unternehmen wird demnach als Kunden-Lieferanten-Service angesehen, somit ist das Unternehmen sehr kundenorientiert. Dabei sieht die Unternehmenskultur so aus, dass jeder Mitarbeiter seine eigene Leistung kritisch selbst betrachtet, analysiert und verbessert. Für den Wettbewerbserfolg ist die Ausrichtung auf den Kunden äußerst wichtig.

Prozessorientierung

Die **Prozessorientierung** sorgt durch stetige Verbesserung dafür, dass Prozesse beherrschbar und kontrollierbar sind. Ein verbesserter Prozess führt automatisch zu verbesserten Ergebnissen. Schlechte Ergebnisse können daher durch Änderungen im Prozess behoben werden. Die Prozessoptimierung muss dabei regelmäßig erfolgen, um flexibel und schnell reagieren zu können. Der gesamte Ablauf wird am Kunden ausgerichtet, sodass die Kundenzufriedenheit durch kontinuierliche Optimierung wachsen soll. Innerhalb dieser Prozessorientierung erhöht sich dadurch die Wertschöpfung und verringert gleichzeitig Verschwendungen und Fehlleistungen.

Zielsetzung

Zielsetzungen von **Kaizen** bestehen darin,

- **Qualität von Anfang an** zu gewährleisten,
- **Standardisierung** der Arbeitsvorgänge durch Identifikation mit den Aufgaben und korrektes Befolgen der selbst gesetzten Standards zu schaffen,
- **Ressourcenverschwendung** (Zeit, Material) zu **vermeiden** und
- **Schwachstellen eigenständig** zu **erkennen** und zu **beseitigen**.

Voraussetzungen

Damit **Kaizen** im Unternehmen gelebt werden kann, reicht es nicht, spezielle Methoden vorzugeben oder Vorträge darüber anzuhören. Vielmehr muss Kaizen am Ort des Geschehens

first audit by flowdit

Anwendung Preise Unternehmen Kontakt

JETZT DEMO ANFRAGEN

Pfeile ergänzt werden. Diese Pfeile verknüpfen die Nebenursachen mit den jeweiligen Hauptkategorien.

3. Prüfung auf Vollständigkeit

Nun wird das Diagramm auf mögliche Lücken überprüft. Zusätzliche Verzweigungen können hinzugefügt werden, um Ursachen noch detaillierter darzustellen. Jeder Verzweigungspunkt bietet die Möglichkeit, Ursachen tiefergehend zu analysieren.

4. Bewertung und Auswahl von Ursachen

In dieser Phase diskutiert das Team die Ergebnisse und überprüft die Relevanz der identifizierten Faktoren. Dabei werden alle Perspektiven einbezogen, um sicherzustellen, dass keine potenziellen Ursachen übersehen wurden.

5. Ableitung von Maßnahmen

Im letzten Schritt wird das fertige Ishikawa-Diagramm dokumentiert und konkrete Maßnahmen zur Problemlösung abgeleitet. Die Analyse zeigt nicht nur die Ursachen, sondern auch, welche Hebel zur Problemlösung am wirkungsvollsten sind. Die Ergebnisse dienen als Basis für Prozessoptimierungen oder gezielte Maßnahmen. Ein begleitendes Monitoring fördert langfristige Verbesserungen.

first audit by flowdit

Anwendung Preise Unternehmen Kontakt

JETZT DEMO ANFRAGEN

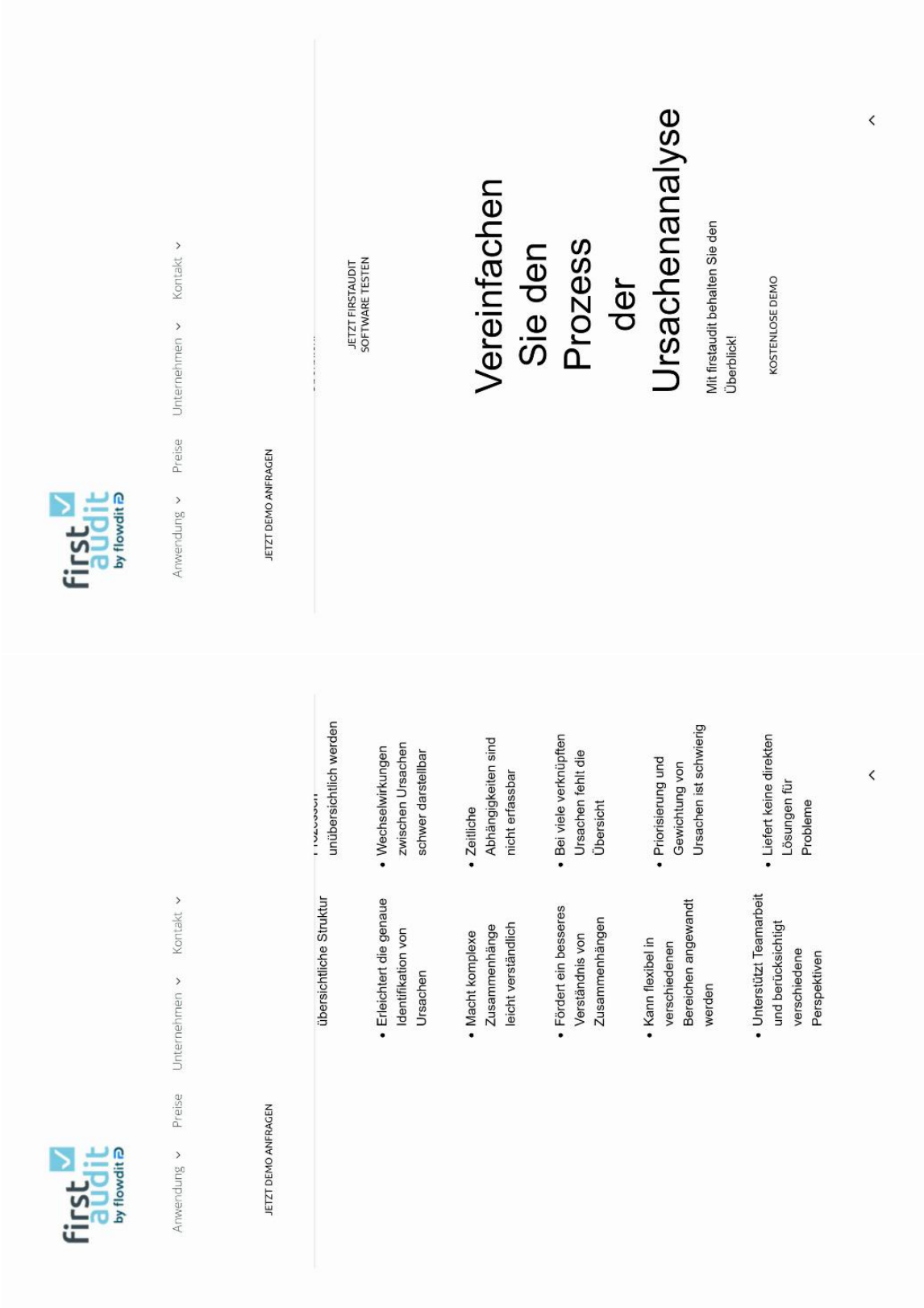
bei den 8 Ms zusätzlich Money (finanzielle Ressourcen) einbezogen wird. Die genaue Gestaltung des Diagramms hängt vom jeweiligen Anwendungsbereich und der Zielsetzung ab.

Wie wird ein Ishikawa-Diagramm erstellt?

Das Ishikawa-Diagramm lässt sich hervorragend mit der 5-Why-Methode oder mit einer Pareto-Analyse kombinieren. Der strukturierte Prozess der Erstellung eines Ishikawa-Diagramms, meist in Gruppenarbeit durchgeführt, nutzt Kreativtechniken wie Brainstorming, um sämtliche relevanten Ursachen systematisch zu identifizieren. Das Fischgräten-Diagramm sollte dabei für alle Teammitglieder sichtbar erstellt werden – beispielsweise auf Flipcharts oder Wandtafeln.

1. Vorbereitung des Diagramms

Zu Beginn wird ein horizontaler Pfeil gezeichnet, der nach rechts zeigt. Am Ende dieses Pfeils steht das klar definierte Ziel oder Problem. Dieses muss eindeutig und messbar formuliert werden, etwa: „Hohe Ausschussrate bei Bauteil XY in Produktionslinie Z.“ Von diesem zentralen Pfeil ausgehend, werden diagonale Pfeile für die Hauptkategorien der Einflussfaktoren hinzugefügt. Diese


first audit by flowdit
Anwendung
Preise
Unternehmen
Kontakt
JETZT DEMO ANFRAGEN
übersichtliche Struktur
unübersichtlich werden
• Erleichtert die genaue Identifikation von Ursachen
• Wechselwirkungen zwischen Ursachen schwer darstellbar
• Macht komplexe Zusammenhänge leicht verständlich
• Zeitliche Abhängigkeiten sind nicht erfassbar
• Fördert ein besseres Verständnis von Zusammenhängen
• Bei viele verknüpften Ursachen fehlt die Übersicht
• Kann flexibel in verschiedenen Bereichen angewandt werden
• Priorisierung und Gewichtung von Ursachen ist schwierig
• Unterstützt Teamarbeit und berücksichtigt verschiedene Perspektiven
• Liefert keine direkten Lösungen für Probleme
first audit by flowdit
Anwendung
Preise
Unternehmen
Kontakt
JETZT DEMO ANFRAGEN
JETZT FIRSTAUDIT SOFTWARE TESTEN
Vereinfachen Sie den Prozess der Ursachenanalyse
Mit firstaudit behalten Sie den Überblick!
KOSTENLOSE DEMO

first audit by flowdit

Anwendung Preise Unternehmen Kontakt

JETZT DEMO ANFRAGEN

auszuschöpfen und eine effektive Ursachenanalyse durchzuführen, ist es entscheidend, bestimmte Prinzipien zu beachten.

1. Vielseitige Perspektiven einbeziehen

Die Einbindung von Fachleuten aus verschiedenen Bereichen ermöglicht eine umfassende Betrachtung des Problems. Unterschiedliche Perspektiven tragen dazu bei, Ursachen ganzheitlich zu betrachten und innovative Lösungsansätze zu entwickeln.

2. Konzentration auf die wichtigsten Ursachen

Die Konzentration auf die wichtigsten Ursachen gewährleistet eine zielgerichtete Analyse. Zu viele Details oder überflüssige Verzweigungen führen zu Unübersichtlichkeit und sollten vermieden werden. Jeder Zweig sollte nur die wichtigsten Faktoren enthalten.

3. Klare Visualisierung

Eine klare und gut strukturierte Darstellung der Beziehungen zwischen den Ursachen erleichtert die Interpretation. Das Diagramm sollte nicht übermäßig komplex gestaltet werden.

4. Regelmäßige Überarbeitung

Das Ishikawa-Diagramm ist ein dynamisches Werkzeug, das aktualisiert werden sollte. Neue Erkenntnisse und Veränderungen im Prozess sollten zeitnah integriert

first audit by flowdit

Anwendung Preise Unternehmen Kontakt

JETZT DEMO ANFRAGEN

1. Qualitätsmanagement

Systematische Analyse von Qualitätsproblemen, um deren Ursachen zu identifizieren, und Lösungen zur Prozessoptimierung zu entwickeln.

2. Produktion

Analyse von Ursachen für Qualitätsdefizite, Prozessfehler und Effizienzverluste (Engpässe und ineffiziente Abläufe in der Fertigung)

3. Logistik

Identifikation von Schwachstellen in logistischen Prozessen (z.B. Lieferengpässe oder Lagerfehlbestände) mit dem Ziel, die Lieferkette effizienter zu gestalten.

4. Entscheidungsfindung

Darstellung von Einflussfaktoren, die Entscheidungen prägen, sowie ihrer Auswirkungen, um fundierte und zielgerichtete Entscheidungen zu ermöglichen.

5. Prozessanalyse

Systematische Untersuchung und Optimierung von Arbeitsabläufen und betrieblichen Prozessen, um Engpässe, Ineffizienzen oder Schwachstellen zu identifizieren.

first audit by flowdit

Anwendung Preise Unternehmen Kontakt

JETZT DEMO ANFRAGEN

► Die 7 Ms des Ursache-Wirkungs-Diagramms
► Wie wird ein Ishikawa-Diagramm erstellt?
► Vor-und Nachteile des Ishikawa-Diagramms
► Anwendungsbereiche des Ishikawa-Diagramms
► Tipps zur effektiven Nutzung eines Ishikawa-Diagramms

Zusammenfassung: Um qualitativ hochwertige Produkte und fehlerfreie Prozesse in der Fertigung sicherzustellen, ist die Analyse von Problemursachen unverzichtbar. Eine bewährte Methode zur systematischen Ursachenanalyse (Root Cause Analysis) ist das Ishikawa-Diagramm, das auch als Fischgrät- oder Ursache-Wirkungs-Diagramm bekannt ist. Entwickelt wurde es von Kaoru Ishikawa, einem Experten für Qualitätskontrolle aus Japan. Das Ishikawa-Diagramm stellt die möglichen Ursachen, die zu einem bestimmten Ereignis oder Problem führen, visuell dar.

Ishikawa Diagramm im Detail: Was ist das?

Das Ishikawa-Diagramm wurde in den 1940er-Jahren von Kaoru Ishikawa, einem japanischen Pionier der Qualitätsmanagementmethoden, entwickelt. Es zählt zu den sieben Qualitätswerkzeugen, die als „Seven Tools of Quality" (Q7) bezeichnet werden. Das Diagramm dient der Analyse von Einflussfaktoren und deren Wechselwirkungen mit einem bestimmten Problem. Ziel ist es, die zugrunde liegende Hauptursache eines Fehlers zu identifizieren. Aufgrund seines charakteristischen Designs, das an das Skelett eines Fisches erinnert, wird es auch Fischgräten-Diagramm genannt. Jede „Gräte" repräsentiert eine zentrale Einflussgröße, die zu Problem

first audit by flowdit

Anwendung Preise Unternehmen Kontakt

JETZT DEMO ANFRAGEN

7. Dezember 2024 | Allgemein

first audit by flowdit

Anwendung Preise Unternehmen Kontakt

JETZT DEMO ANFRAGEN

1. Mensch

Fähigkeiten, Kenntnisse und Handlungen der beteiligten Personen. Mögliche Ursachen können unzureichende Schulungen oder menschliche Fehler sein.

2. Maschine

Funktionalität und Zuverlässigkeit der eingesetzten Anlagen und Maschinen, die für das Problem relevant sein könnten.

3. Methode

Eingesetzte Arbeitsmethoden, Verfahren und deren Effizienz sowie mögliche Fehler in der Prozessgestaltung

4. Material

Qualität und Eignung der eingesetzten Materialien, die mögliche Defizite oder Schwächen aufweisen könnten

5. Milieu (Umwelt)

Betrachtung äußerer Einflussfaktoren wie gesetzliche Vorgaben, Kunden oder allgemeine Marktbedingungen, die den Prozess beeinflußen könnten

6. Management

Bewertung der Organisation und Entscheidungen der Führungsebene, die Prozessabläufe steuert

nachweisen kann, dass Unfallopfer den Rückruf kannten und trotzdem weitergefahren sind, entfällt die Haftung. Einzelheiten dazu in unserem Artikel Produkthaftung: Wann Hersteller für mangelhafte Produkte haften.

Rückrufe von E-Bikes und E-Bike-Komponenten

Rückruf (veröffentlicht bei test.de)	Problem sowie betroffene Modelle oder Teile	Was ist zu tun?
E-Lastenräder Cangoo Buckle und **Cangoo Noon** (20.5.2025)	Cangoo ruft die **E-Lastenrad-Modelle Buckle** (SKU: E26701) und **Noon** (SKU: E26702) der **Baujahre 2021 bis 2023** zurück. Betroffen sind alle Räder, die ab August 2021 verkauft wurden. Grund für den Rückruf: Bei starker Nutzung können sich feine Risse in der Schweißnaht am Hinterrahmen bilden – im schlimmsten Fall kann der **Rahmen brechen**. Das erhöht das Risiko für Unfälle und Verletzungen erheblich.	Cangoo bittet Käuferinnen und Käufer das Rad beim Händler zur kostenlosen Inspektion und Verstärkung des Rahmens zu bringen – unbeladen und mit maximal 15 km/h. Danach lässt sich das Rad wieder sicher nutzen. Sollte der ursprüngliche Verkäufer nicht mehr erreichbar sein, hilft Cangoo weiter: Per E-Mail an service@pmobility.com oder telefonisch unter 0416 205 205 melden, um Kontakt zu einem lokalen Cangoo-Händler herzustellen.
Cowboy C4 ST Edition MR (20.5.2025)	**Cowboy** ruft bestimmte Exemplare des E-Bike-Modells **C4 ST (Edition MR)** zurück. Bei betroffenen Rädern, die von einem externen Fertigungspartner geschweißt wurden, können Ermüdungsrisse an der Verbindung zwischen Steuer- und Unterrohr auftreten – nach aktuellem Stand möglicherweise ab einer Laufleistung von etwa 2 500 Kilometern.	Ob ein Rad unter den Rückruf fällt, lässt sich per Seriennummer und Rahmenhersteller feststellen: In der Cowboy-App unter „Einstellungen", dann „Erweitert" nachsehen – nur Rahmen vom Typ Edition MR sind betroffen. Alternativ lässt sich die Seriennummer online prüfen. Bei den entsprechenden Rädern tauscht Cowboy den Rahmen kostenlos aus. Betroffene melden sich per Mail an recall-team@cowboy.com oder nutzen die

Stiftung Warentest

Rückrufe von Fahrrädern und E-Bikes

Bei diesen Modellen radelt das Risiko mit

20.05.2025 37 330

Ein Fahrrad ist mehr als die Summe seiner Teile – doch manchmal machen einzelne Komponenten Probleme.
© mauritius images

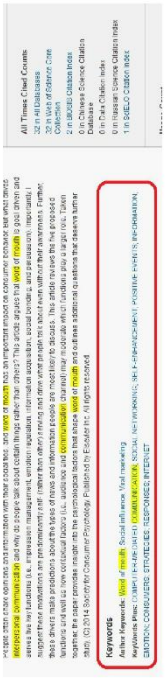
Nicht selten werden Fahrräder und Zubehör wegen Sicherheitsrisiken zurückgerufen – zuletzt etwa Lastenräder von Cangoo. Wir fassen einige der Warnungen zusammen.

So sicher wie viele Pedelecs in unseren jüngsten E-Bike-Tests sind längst nicht alle Fahrräder. Da ein Fahrrad aus unzähligen Teilen verschiedener Zulieferer besteht, kommt es regelmäßig zu Qualitäts- oder Sicherheitsproblemen. So sind Anbieter gezwungen, Modelle zurückzurufen.

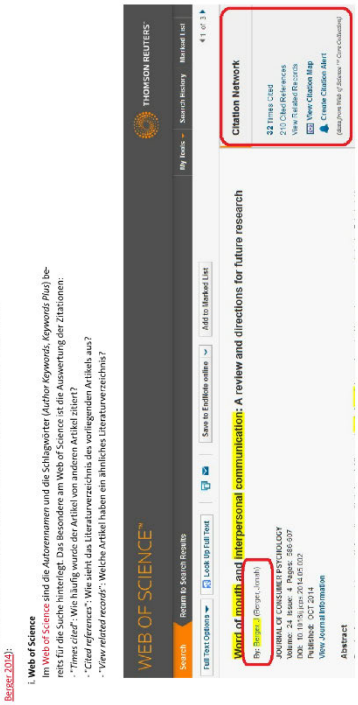
In der Vergangenheit berichtete die Stiftung Warentest über solche Rückrufe. Nachfolgend bieten wir einen Überblick über die von uns veröffentlichten Warnungen vor Fahrrad-, Lastenrad- und E-Bike-Modellen, Komponenten sowie unsicheren Zubehörteilen für Zweiräder.

Wichtig: Kommt es wegen eines Produktfehlers zu einem Unfall, muss der Hersteller trotz Rückruf Schadenersatz und Schmerzensgeld zahlen. Nur wenn er

Anhang 23 Universität Hamburg - Recherchetipps



i. **Business Source Complete**
Auch in Business Source Complete sind manchmal die Zitationen aufgearbeitet (*Times cited, References*). Immer für die Suche hinterlegt sind die *Autorennamen*, der *Zeitschriftentitel* sowie die angebotenen Schlagwörter (*Subject terms, Author-supplied keywords*). Mit "*Find similar results*" im Menü auf der linken Seite können Sie eine Suche durchführen, die auf den für den vorliegenden Artikel verwendeten Begriffen im Abstract, im Titel und in den Schlagwörtern basiert.



ii. **Web of Science**
Im Web of Science sind die *Autorennamen* und die Schlagwörter (*Author Keywords, Keywords Plus*) bereits für die Suche hinterlegt. Das Besondere am Web of Science ist die Auswertung der Zitationen:
- "*Times cited*": Wie häufig wurde der Artikel von anderen Artikel zitiert?
- "*Cited references*": Wie sieht das Literaturverzeichnis des vorliegenden Artikels aus?
- "*View related records*": Welche Artikel haben ein ähnliches Literaturverzeichnis?

iii. **wiso wirtschaftswissenschaften/sozialwissenschaften**
In wiso wirtschaftswissenschaften bzw. wiso sozialwissenschaften können *Autorennamen* und *Schlagwörter* neu gesucht werden.

DDD

iv. **Econbiz**

Econbiz bietet die *Verfassernamen*, den *Zeitschriftentitel* und die *Schlagwörter* für eine neue Suche an. Auf der rechten Seite werden Artikel vorgeschlagen, die ein *ähnliches Themenspektrum* oder ein *ähnliches Autorenspektrum* haben.

Stand: 22.12.2016

teilen teilen teilen teilen

WEITERE MELDUNGEN

Foto: Google Fonts

13.11.2024 | FACHINFORMATION

Recherchetipp: Wie finde ich Artikel aus meiner Literaturliste?

Sie haben in Ihrem Seminar eine Literaturliste erhalten? Folgende Tipps helfen Ihnen, die Texte schnell zu finden.

Foto: Google

06.11.2024 | FACHINFORMATION

Freie Plätze im Workshop „Literaturrecherche für Promovierende“ am 14./15.11.2024

In Kooperation mit der WiSo-Graduate School bietet die Bibliothek WISO/BWL auch in diesem Wintersemester einen Workshop für Promovierende an. Im Workshop wird der komplexe Prozess der Literaturrecherche und -beschaffung für die Praxis im Universitätsalltag strukturiert.

Die Regeln guter Seemannschaft

Schiffsführer in der Berufs- und Sportschifffahrt haben neben den gesetzlichen Bestimmungen auch die Regeln guter Seemannschaft zu beachten. Was man unter der Begrifflichkeit der Regeln guter Seemannschaft genau versteht und welche rechtliche Bedeutung den Regeln guter Seemannschaft zukommt, soll nachfolgend erläutert werden.

Was sind Regeln der guten Seemannschaft?

Die Regeln guter Seemannschaft definieren diejenigen Verhaltensweisen und Sorgfaltspflichten, die ein Schiffsführer bei der praktischen Handhabung des Wasserfahrzeugs an den Tag legen muss. Sie sind vielseitig und gehen als ungeschriebene, allgemein anerkannte Verhaltensregeln über die gesetzlich geschriebenen Regelungen hinaus.

Die Regeln guter Seemannschaft beschreiben also die ungeschriebenen, seemännischen Sorgfaltspflichten in Bezug auf das Verkehrsverhalten, die Schiffsführung und die Schiffssicherheit, die vom Schiffsführer zu

boot & recht
alles rund um die rechtliche Seite des Bootssports
Über mich Kontakt

beachten sind. Ihnen kommt dabei weder Gesetzescharakter zu noch tung erhalten sie im se des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie zur Sicherheit im See- und Küstenbereich, des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur oder aus Verlautbarungen der Verbände (vgl. Kammergericht, Urteil vom 18.07.2006 – 6 U 43/05). So griff das Oberlandesgericht Hamm in einer Entscheidung aus dem Jahr 1995 auf die Richtlinien der Kreuzerabteilung des Deutschen Seglerverbandes e.V. als internationale und nationale Richtlinien für die Mindest-Sicherheitsausrüstung und -einrichtung zurück, da die dortigen Bestimmungen als Selbstverständlichkeit Allgemeingültigkeit auch außerhalb des Verbandsrechts beanspruchen könnten (OLG Hamm, Urteil vom 14.03.1996 – 27 U 192/95). Herangezogen werden kann ferner die zur Seemannschaft ergangene Fachliteratur.

Welche Gebote statuieren die Regeln der guten Seemannschaft?

Die Anforderungen an den Schiffsführer variieren je nach Schiffstyp, dem Fahrtgebiet und den äußeren Rahmenbedingungen, weshalb eine abschließende Aufzählung der Regeln der guten Seemannschaft unmöglich ist. Die nachfolgenden Darstellungen sind daher nur beispielhafter Natur.

- Nach den Regeln der guten Seemannschaft muss sich ein Bootseigner in regelmäßigen Abständen vom ordnungsgemäßen Zustand des gesamten Bootes und aller im Boot eingebauten Aggregate, Tanks und Versorgungsleitungen überzeugen (AG Mannheim, Urteil vom 16. 7. 2009 – 31 C 1/08).
- Vor Fahrtantritt hat der Schiffsführer die Besatzungsmitglieder und Gäste über die Sicherheitsvorkehrungen an Bord zu unterrichten, in

boot & recht
alles rund um die rechtliche Seite des Bootssports

Regelungsbauwerke sowie von Anlagen jeder Art in der Wasserstraße oder verhindern. Werden die Regeln guter Seemannschaft nicht beachtet und gegen § 1.04 Nummer 1, 2 oder 3 verstoßen und hierdurch das Leben eines anderen gefährdet, ein Fahrzeug, ein Schwimmkörper, das Ufer, ein Regelungsbauwerk oder eine dort genannte Anlage beschädigt oder die Schifffahrt behindert, wird nach §§ 5 Abs. 2 Nr. Nr. 3 BinSchStrEV, 7 Abs. 1 BinSchAufgG eine Ordnungswidrigkeit begangen. Verstöße gegen die Regeln guter Seemannschaft können also strafbewehrt sein.

Auch für das Zivil- und Versicherungsrecht sind die Regeln guter Seemannschaft bedeutsam. Sie konkretisieren die allgemeinen Sorgfaltspflichten (Kammergericht, Urteil vom 18.07.2006 – 6 U 43/05) und sind daher für Haftungsfragen von Relevanz. In der Sportboot-Kaskoversicherung prüft die Versicherung regelmäßig, ob gegen die Regeln guter Seemannschaft vorwerfbar und grob fahrlässig verstoßen wurde. Trifft dies zu, kann sie die Versicherungsleistung kürzen (mehr zu diesem Thema finden Sie hier).

Fazit

Die Regeln guter Seemannschaft definieren als ungeschriebene, allgemein anerkannte Regeln die Verhaltensweisen und Sorgfaltspflichten, die ein Schiffsführer bei der praktischen Handhabung des Wasserfahrzeugs beachten muss. Wird gegen die Regeln guter Seemannschaft verstoßen, kann dies verkehrs(straf)rechtliche, zivilrechtliche oder versicherungsrechtliche Konsequenzen haben.

boot & recht
alles rund um die rechtliche Seite des Bootssports

die Handhabung der Rettungs- und Feuerlöschmittel einzuweisen

- Überbordfallen
- twortenkatalogs für die amtlichen Sportbootführerscheine Binnen und See).
- Er hat vor Fahrtantritt die Seetüchtigkeit des Schiffs eigenständig zu prüfen, insbesondere auch sicherzustellen, dass Bullaugen, Luken (OLG Hamm, Urteil vom 14.03.1996 – 27 U 192/95) und Seeventile (vgl. Schleswig-Holsteinisches OLG, Urteil vom 11.02.2011 – 1 U 99/09 für Bootswerft) geschlossen sind.
- In schwierigen Lagen sind alle zur Verfügung stehenden technischen Hilfsmittel zu nutzen (OLG Hamburg, Urteil vom 15.06.1978 – 6 U 24/78).
- Der Schiffsführer ist zudem verpflichtet, solche Vorkehrungen zu treffen, die es ihm ermöglichen, trotz Dunkelheit sowohl Schifffahrtszeichen als auch Gefahrenstellen so rechtzeitig zu erkennen, dass er noch rechtzeitig angemessen reagieren kann (Kammergericht, Urteil vom 06.01.2005 – 12 U 244/03).

Welche rechtlichen Folgen hat ein Verstoß gegen die Regeln guter Seemannschaft?

Ein Verstoß gegen die Regeln guter Seemannschaft kann in verschiedenen Rechtsgebieten Bedeutung zukommen.

Die Regeln guter Seemannschaft sind im Schiffsverkehr zu beachten und erlangen daher im Verkehrsrecht Relevanz. So heißt es beispielsweise in § 1.04 der BinSchStrO: *„Über die Anforderungen nach dieser Verordnung hinaus hat jeder Verkehrsteilnehmer auf Binnenschifffahrtsstraßen alle Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, welche die allgemeine Sorgfaltspflicht und die Übung der Schifffahrt gebieten, um insbesondere 1. die Gefährdung von Menschenleben zu vermeiden, 2. die Beschädigung anderer Fahrzeuge oder Schwimmkörper, der Ufer, der*

HHH

Bachelorthesis
Leitfaden für eine erfolgreiche mechanische Auslegung in Entwicklungsprojekten mit Schwerpunkt auf die dokumentarischen Sorgfaltsprinzipien

Dienstliche Erklärung

„Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Ausarbeitung selbstständig und ausschließlich unter Benutzung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht."

Hamburg, den 14.08.2025, Shari Wintjes
Ort, Datum, Unterschrift

Erklärung zur Einsichtnahme

„Weiterhin erkläre ich hiermit, dass in Fällen berechtigten Interesses, insbesondere zur Fortführung der Arbeit durch andere Studierende, Einsichtnahme in meine korrigierte Ausarbeitung genommen werden kann."

Hamburg, den 14.08.2025, Shari Wintjes
Ort, Datum, Unterschrift