

Ausgabe: 17.09.2011

Merkblatt zur Anfertigung von schriftlichen Arbeiten

Folgendes Merkblatt ist für Studenten des Fachbereichs Maschinenbau und Energietechnik der Technischen Hochschule Mittelhessen verfasst und kann auch für Studenten von anderen Fachbereichen und Hochschulen nützliche Informationen enthalten.

Von Ingenieuren wird im zunehmenden Maße die Fähigkeit zur Anfertigung von schriftlichen Ausarbeitungen zum Zwecke von Präsentationen, Dokumentationen, Gutachten oder Veröffentlichungen gefordert. Der sachkundige Leser urteilt meist schnell über die Qualität dieser Arbeiten: Stellt er gravierende formale Mängel fest, bezweifelt er die Richtigkeit des Inhalts.

Studierende haben während des Studiums selten Gelegenheit, sich im Verfassen von schriftlichen Ausarbeitungen zu üben und fühlen sich beim Schreiben der Abschlussarbeit häufig überfordert.

Das vorliegende Merkblatt fasst die wesentlichen Informationen zu Form und Inhalt von schriftlichen Ausarbeitungen, insbesondere von Abschlussarbeiten, zusammen und kann bei einer Anfertigung als Checkliste benutzt werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Hinweise	3
2	Benotung.....	3
3	Allgemeine Richtlinien.....	5
3.1	Inhaltsanordnung.....	5
3.2	Textanordnung	6
3.3	Literatur.....	6
3.4	Zeichnungen und Diagramme	7
3.5	Tabellen.....	8
3.6	Größen, Größengleichungen	8
3.7	Größenverzeichnis	9
3.8	Einheitensystem	10
3.8.1	Basiseinheiten	10
3.8.2	Abgeleitete SI-Einheiten mit eigenen Namen und Zeichen	11
3.8.3	Einheiten, die gemeinsam mit dem SI benutzt werden	12
3.8.4	Vorsatzzeichen.....	13
3.8.5	Prozent, Promille	13
3.8.6	Hinweise zur Schreibweise und zum Gebrauch von Größen und Einheiten ...	13
3.9	Runden	15
3.10	Fehlerbetrachtung.....	15
4	Erläuterungen zu einigen Größen und Begriffen.....	16
	Symbol deutscher Name früher gebräuchlich.....	18
5	Weitere Tipps und Hinweise	19
6	Aufstellung der zu beachtenden Normen	22

1 Allgemeine Hinweise

Zweck von Abschlussarbeiten ist die Vertiefung und die Erweiterung der Kenntnisse durch eigene Arbeit für die Qualifizierung als Ingenieur sowie der Beitrag zur methodischen und sachlichen Durchdringung des Fachgebiets.

Die ordnungsgemäße Beantragung der Abschlussarbeit, das Beachten der Prüfungsvorschriften u.ä. ist Aufgabe des Studenten.

Der Student erhält bei Ausgabe des Themas das vorliegende Merkblatt und versichert durch die Aufnahme der Bearbeitung, dass er das Merkblatt gelesen hat und mit seinem Inhalt einverstanden ist.

Abschlussarbeiten sind in doppelter Ausführung im Format DIN A4 einseitig in Maschinenschrift und in Karton gebunden einzureichen. Texte, Diagramme, Graphiken, Zeichnungen, Auswertungen usw. sind auch auf Datenträger gespeichert abzugeben.

Ausgeliehene Geräte, Schlüssel, Literatur usw. sind zurückzugeben und der Arbeitsplatz geordnet zu übergeben.

Bei Abschlussarbeiten handelt es sich in der Regel um Ausarbeitungen, deren Thema, Inhalt und Form von einem Betreuer vorgegeben sind und deren Ergebnisse durch die aktive Mitarbeit des Betreuers zustande kommen. Daher behält sich der Betreuer sämtliche Rechte an der Ausarbeitung, d.h. die Veröffentlichung und Schutzrechtsanmeldungen vor. Abweichungen davon, z.B. wenn ein Student sich ein Thema selbst sucht oder durch eigene Ideen zu Patentanmeldungen beiträgt, werden in zu schließenden Vereinbarungen geregelt.

Der Student, der am Fachgebiet der Hochschule oder extern eine Arbeit anfertigt, darf an Dritte keine als vertraulich oder geheim eingestuft Informationen jedweder Art weitergeben. Insbesondere sind sämtliche Aktivitäten zu unterlassen, die den Namen und Ruf der Hochschule sowie deren Mitarbeiter schädigen.

2 Benotung

Bei der Benotung von schriftlichen Arbeiten gilt der Grundsatz, dass nur das, was ein neutraler Gutachter einer schriftlichen Ausarbeitung entnehmen kann, auch in die Bewertung einfließen darf.

Die Arbeit muss zur Überprüfung der dargestellten Ergebnisse alle notwendigen Angaben enthalten.

Zur Vergleichbarkeit von Arbeiten unterschiedlicher Aufgabenstellungen ist es wichtig, auch die formal gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Es sei ausdrücklich daraufhin gewiesen, dass sämtliche Angaben in der schriftlichen Ausarbeitung nach bestem Wissen der Wahrheit entsprechen müssen. Alle verwendeten Quellen und Hilfsmittel sind anzugeben. Rechen- und Messergebnisse sind unverfälscht anzugeben. Treten z.B. aus theoretischer Sicht unerwartet Abweichungen auf, dürfen diese nicht unterschlagen werden. Fehlerbetrachtungen sind in jedem Fall durchzuführen. Werden Täuschungsversuche - auch im Nachhinein - festgestellt, muss die Arbeit mit „nicht bestanden“ bewertet werden.

Vor offizieller Abgabe der Arbeit kann der Student die Arbeit vom Betreuer auf Vollständigkeit prüfen lassen. Weitergehende Hilfestellungen werden bei der Benotung

berücksichtigt. Für die Benotung wird das folgende Bewertungsschema angewendet. Dem Studenten wird Gelegenheit gegeben, die Einzelbewertungen seiner Arbeit einzusehen.

Die dem Betreuer zur Prüfung der Vollständigkeit übergebenen Texte müssen mit MS Word oder Open Office Write geschrieben sein und müssen bereits hinsichtlich Rechtschreibung sowie Grammatik korrigiert sein. Bei Nichtbeachtung erfolgt diese Prüfung nicht.

Technische Hochschule Mittelhessen, Prof. Dr.-Ing. Thomas Maurer			
Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:	
Fachbereich:	Fachgebiet:	Art der Arbeit:	
Thema:			

Ausgabedatum:		Abgabedatum:	
Bewertung			
Merkmal	Note	Gewichtung	Note x Gewichtung
Erkennen der Aufgabenstellung		5	
Aufwand für: Versuchsvorbereitung; Durchführung von Messungen; Auswertungen; Modellierung; Berechnung; Recherche; Auslegung; Planung; Konstruktion; ...		10	
Bearbeitungsmethodik		5	
Vertiefung		10	
Richtigkeit		10	
Selbständigkeit		10	
Aufbau und Gliederung		5	
Ausdruck; Definition; Qualität der Abbildungen, Diagramme, Zeichnungen		10	
sonstiges:			
Summe		A	B
Note = B/A = / =	Note (gerundet):	Datum:	Betreuer:

Anm.: anstatt Note auch Punktezahl entsprechend der gültigen Ordnung

3 Allgemeine Richtlinien

3.1 Inhaltsanordnung

Die folgende Struktur soll zur Orientierung beim Aufbau der Gliederung einer Abschlussarbeit dienen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit soll die Anzahl der Hauptkapitel 5 bis 8 betragen und sollen nicht mehr als 4 Gliederungsebenen verwendet werden.

Gliederung	Hinweise	Richtwert
Titelblatt	enthält in folgender Reihenfolge: Art der Arbeit (Studienarbeit, Bachelorarbeit, Masterarbeit), angefertigt am Fachgebiet des Fachbereichs der Technischen Hochschule Mittelhessen, Titel der Arbeit (mit Betreuer abgestimmt) und Abgabedatum zentriert in Blattmitte, Name des Betreuers unten links, Name des Verfassers unten rechts.	1 Seite
Vorwort	ist freigestellt, z.B. falls die Arbeit durch eine Firma zustande kam und eventuell finanziert wurde oder besondere Unterstützung und Hilfe von Personen und Firmen in Anspruch genommen wurden.	1 Seite
Kurzfassung	und etwa 5 Schlüsselwörter.	1 Seite
Aufgabenblatt	schreibt falls erforderlich der Betreuer.	1 bis 2 Seiten
Inhaltsangabe	mit Seitenangaben.	1 bis 2 Seiten
Größenverzeichnis	mit Definitionen, Indizes.	2 bis 4
Kap. 1	Einleitung, Einführung, Aufgabenstellung, Zielsetzung.	1 bis 3 Seiten
Kap. 2	Literaturübersicht, Übersicht zum Stand der Technik, Beschreibung bestehender Einrichtung	2 bis 10 Seiten
Kap. 3 (eventuell)	theoretische Grundlagen.	1 bis 5
Kap. 4	Modellierung, Aufbau, Konstruktion, Berechnung, Recherche, Planung, Auslegung, ...	20 bis 30
Kap. 5	Inbetriebnahme, Durchführung, Ausführung, Numerik, Programmtests, ...	1 bis 5
Kap. 6	Ergebnisse, Vergleich (Messung-Rechnung, Modell A zu Modell B, ...), Diskussion, Fehlerbetrachtung.	10 bis 20
Kap. 7	Zusammenfassung, Ausblick.	1 bis 3
Literaturverzeichnis		etwa 10 bis 20 Stellen

Erklärung	mit dem Wortlaut (soweit nicht anders lautend in der gültigen Prüfungsordnung vorgegeben): <i>Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Mittel und Quellen benutzt habe. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsstelle vorgelegen.</i> Ort, Datum und Unterschrift.	
Anhang (eventuell)	eventuell für längere Ableitungen, Messprotokolle, Firmenprospekte usw.. Umfangreiche Anhänge (Richtwert: mehr als etwa 100 Seiten) sollen gesondert zusammengestellt und als separat gebundenes Exemplar abgegeben werden.	

Eine Abschlussarbeit soll bis auf den Anhang etwa 50 Seiten aufweisen und darf 100 Seiten nicht überschreiten. Die Überschreitung hat eine Verschlechterung des Bewertungsergebnisses zur Folge.

3.2 Textanordnung

Allgemein: Blattform DIN A4, Schriftgröße 12 pt, 30 bis 40 Zeilen pro Seite, einseitig beschrieben, freier Rand 2,5 cm.

Die Seitenzählung beginnt mit dem Aufgabenblatt und wird ab dem Inhaltsverzeichnis eingetragen. Die Anordnung der Seitennummern sowie die Verwendung von Kopfzeilen sind freigestellt.

Textabschnitte: Zehnerbenummerung (siehe DIN 1421, DIN 5008). Abschnitts- bzw. Unterabschnittsbenummerungen erfolgen nur dann, wenn nach Nummer 1 auch mindestens die Nummer 2 folgen wird. Nach den Kapitelnummern werden keine Punkte geschrieben.

Gleichungen, Abbildungen, Tabellen (dafür können die Abkürzungen Gl., Abb., Tab. verwendet werden) werden entweder fortlaufend ((1), (2), ...) durch die ganze Arbeit oder fortlaufend in den Abschnitten ((1.1), (1.2), ...) und Unterabschnitten ((1.1.1), (1.1.2), ...) nummeriert.

Werden diese Formalien nicht eingehalten, hat dies auch eine Verschlechterung des Bewertungsergebnisses zur Folge.

3.3 Literatur

Im laufenden Text werden Literaturhinweise durch in eckige Klammern gesetzte Nummern gekennzeichnet (Hinweis: keine spezielle Reihenfolge erforderlich.) Im Literaturverzeichnis steht dann (siehe DIN 1505):

[Nr.] Name, abgekürzter Vorname: Titel (Buch, Aufsatz, ...). Bei Büchern: Name des Verlags und Verlagsort sowie Nummer der Auflage. Erscheinungsjahr. Bei

Zeitschriftenartikel: ungekürzte Bezeichnung der Zeitschrift, dann der Jahrgang unterstrichen, in Klammern das Erscheinungsjahr und durch Schrägstrich getrennt die erste und letzte Seitenzahl des Artikels. Beispiel:

[17] Hahmann, H.W.: Der thermische Gütegrad von Wärmetauschern. Forschung im Ingenieurwesen 19(1953) 81/87.

Grundsätzlich dürfen in einem Literaturverzeichnis nur solche Quellen angegeben werden, die jedem Leser auch zugänglich sind. Unzulässig sind z.B. Quellen der Art: [34] Maier, K: Persönliche Mitteilung. Firma XYZ, Berlin 1999.

Wörtliche Zitate sind durch Anführungszeichen hervorzuheben und durch die Literaturstelle zu belegen.

Bei Studien- und Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten handelt es sich in der Regel nicht um Veröffentlichungen. Sie dürfen daher nicht als Quellen in einem Literaturverzeichnis, sondern nur als Fußnoten im Text angegeben werden.

Werden Websites zitiert, ist ein Screenshot bzw. ein Ausdruck mit der zitierten Website mit Datum versehen im Anhang verpflichtend.

3.4 Zeichnungen und Diagramme

Zeichnungen: maßstäblich- und normgerecht. Zusammenstellungen, die alle Teile erkennen lassen, gegebenenfalls mit Teilschnitten in größerem Maßstab.

Diagramme sind in der Regel so breit wie der geschriebene Text (etwa 16 cm) darzustellen. Zwei Diagramme mit den Abmessungen von etwa 10 cm x 10 cm können auf einer Seite übereinander angeordnet werden.

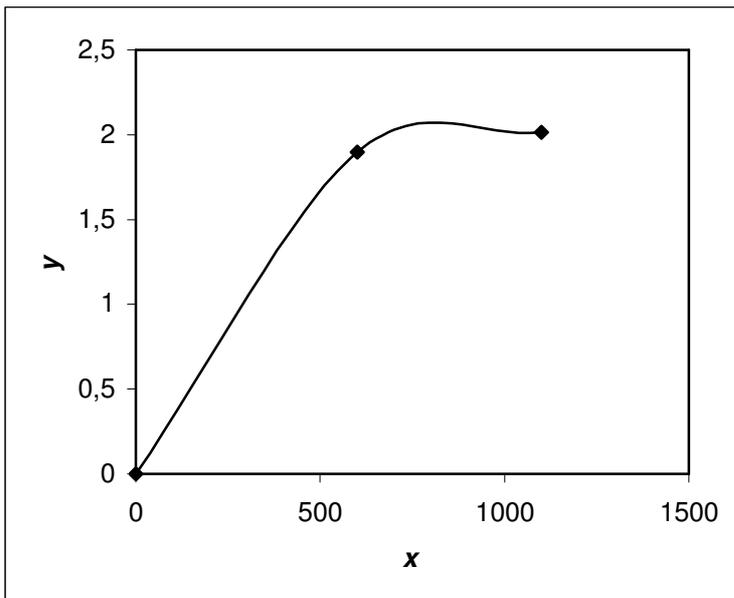
Programmablaufpläne für EDV-Programme, Fließbilder etc. sind normgerecht darzustellen.

Bei der Beschriftung von Diagrammen, Abbildungen etc. ist zu beachten (vgl. auch DIN 461):

- Beschriftung nicht zu klein (mindestens gleiche Größe wie Text, Indizes leserlich)
- Einheiten nicht in eckige Klammern setzen
- Klammern und Formelzeichen vorzugsweise kursiv mit Serifen
- für Größenangaben sollten die Größenbenennung und das Formelzeichen verwendet werden
- Koordinatenrichtungen
 - direkt an den Achsenenden mit Pfeilen versehen
 - oder den Größenangaben zuordnen, nach dem Beispiel: *Masse m*
- Das Einheitenzeichen soll zwischen den letzten Zahlen an den Koordinatenachsen stehen. Hinweis: bei den üblich benutzten Tabellenkalkulationen bereitet diese Beschriftung einen erheblichen Aufwand: daher ist auch zulässig:

Masse m in kg oder *Masse m/kg*.

Vorzugsweise sind Messwerte durch unterbrochene gerade Linien (Striche, Punkte etc.) zu verbinden. Funktionen (z.B. Ausgleichs- und Näherungsfunktionen) werden durch geschlossene Linien und Kurven dargestellt. Ein Kurvenzug darf nur dann durch Messwerte gelegt werden, wenn sicher ist, dass alle möglichen Wertepaare auch auf diesem Kurvenzug liegen. Wird eine interpolierte Funktion zur Berechnung des Kurvenzugs verwendet, trifft dies in der Regel nicht zu. Wird z.B. bei der monoton steigenden Funktion $y = x^{0,1}$ durch drei Stützstellen eine interpolierte Funktion gelegt, kann dies zu Fehlinterpretationen führen, vgl. nachstehende Abbildung.



3.5 Tabellen

Tabellen sind entsprechend dem folgenden Beispiel zu strukturieren:

Tab. Einfluss der Parameter n , t_0 und t_C auf die Kälteleistung \dot{Q}_0				
Versuchs-Nr.	Drehzahl n	Verdampfungs- temperatur t_0	Verflüssigungs- temperatur t_C	Kälteleistung \dot{Q}_0
	min^{-1}	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	kW
1	2750	- 26	47	57
2	3450	- 33	47	68

3.6 Größen, Größengleichungen

Größen G sind als Produkt aus Zahlenwert und Einheit $\{G\} \cdot [G]$ darzustellen (siehe DIN 1313), z.B.

$p = 3 \text{ bar} = \{p\} \cdot [p]$, d.h., es ist $\{p\} = 3$ und $[p] = \text{bar}$.

Die Einheit ist nicht in eckige Klammern zu setzen. Für Größen sind Einheitenangaben nicht notwendig, nur für den Zahlenwert einer Größe.

Alle Gleichungen sind generell als Größengleichungen zu schreiben, z.B.:

$$\dot{Q}_0 = \dot{m}_0 q_0, \text{ aber nicht } \dot{Q}_0 = 0,846 q_0$$

Werden mathematische Funktionen auf physikalische Größen angewendet, sind diese durch eine Bezugsgröße dimensionslos zu machen.

Eingeführte Schreibweisen, wie z.B. für das in der Kältetechnik verwendete $\lg p, h$ - Diagramm sind jedoch nicht als $\lg (p/p_0), h$ - Diagramm zu schreiben.

3.7 Größenverzeichnis

Folgende Anordnung wird empfohlen:

Symbol	Definition	Bezeichnung	Einheit
A	$\iint dx dy$	Fläche	m^2
a	(s. Gl. ...)	Koeffizient	kJ m^{-2}
m	BG	Masse	kg
φ	p_w/p_s	relative Feuchte	1

Anordnung alphabetisch (erst groß, dann klein; erst lateinisch, dann griechisch).
Bezeichnungen nach DIN wählen, für die Kältetechnik nach DIN 8941.

BG bedeutet Basisgröße (nach DIN 1301).

Quotienten aus Größen gleicher Dimension besitzen die Einheit 1 (und nicht – oder /).

3.8 Einheitensystem

3.8.1 Basiseinheiten

Die folgende Tabelle enthält die sieben von einander unabhängigen Basisgrößen, auf denen das Internationale Einheitensystem SI beruht

SI-Basiseinheit		
Größe	Name	Zeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
elektrische Stromstärke	Ampere	A
thermodynamische Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

Neben der Größe thermodynamische Temperatur wird auch die Größe Celsius-Temperatur verwendet. Sie ist definiert durch:

$$t = T - T_0,$$

wobei $T_0 = 273,15$ K ist.

Es ist zulässig, die Differenz zweier Celsius-Temperaturen auch in Grad Celsius anzugeben. Zur Vermeidung von Verwechslungen sollte darauf in schriftlichen Arbeiten verzichtet werden. (Hinweise: Es ist zu beachten, dass die thermodynamische Temperatur T_0 genau 0,01 K unterhalb des Tripelpunkts von Wasser liegt.)

3.8.2 Abgeleitete SI-Einheiten mit eigenen Namen und Zeichen

	SI-Einheit			
	Name	Zeichen	andere SI-Einheit	SI-Basiseinheiten
ebener Winkel	Radian	rad		$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} = 1$
Raumwinkel	Steradian	sr		$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} = 1$
Frequenz	Hertz	Hz		s^{-1}
Kraft	Newton	N		$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Druck, Spannung	Pascal	Pa	N/m^2	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Energie, Arbeit, Wärmemenge	Joule	J	$\text{N} \cdot \text{m}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
Leistung, Energiestrom	Watt	W	J/s	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
Elektrizitätsmenge, elektrische Ladung	Coulomb	C		$\text{s} \cdot \text{A}$
elektrisches Potential, elektrische Spannung, elektromotorische Kraft	Volt	V	W/A	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
elektrische Kapazität	Farad	F	C/V	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
elektrischer Widerstand	Ohm	Ω	V/A	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$
elektrischer Leitwert	Siemens	S	A/V	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{A}^{+2}$
magnetischer Fluss	Weber	Wb		$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
magnetische Flugdichte	Tesla	T	Wb/m^2	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
Induktivität	Henry	H	Wb/A	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-3}$
Celsius-Temperatur	Grad Celsius	$^{\circ}\text{C}$		K
Lichtstrom	Lumen	lm		$\text{cd} \cdot \text{sr}$
Beleuchtungsstärke	Lux	lx	lm/m^2	$\text{m}^{-2} \cdot \text{cd} \cdot \text{sr}$

3.8.3 Einheiten, die gemeinsam mit dem SI benutzt werden

In der folgenden Tabelle ist eine Auswahl angegeben:

Name	Zeichen	Beziehung zu den SI-Einheiten
Minute (Zeit)	min	1 min = 60 s
Stunde	h	1 h = 60 min
Tag	d	1 d = 24 h
Grad (ebener Winkel)	°	1° = (π/360) rad
Minute (ebener Winkel)	'	1' = (1/60)°
Sekunde (ebener Winkel)	''	1'' = (1/60)'
Liter	l, L, l	1 l = 10 ⁻³ m ³
Tonne	t	1 t = 1000 kg
Gramm	g	1 g = 10 ⁻³ kg
Bar	bar	1 bar = 0,1 MPa = 10 ⁵ Pa

Sonstige Einheiten außerhalb des SI sind möglichst zu vermeiden, z.B.:

Name	Zeichen	Beziehung zu den SI-Einheiten
Torr	Torr	1 Torr = (101325/760) Pa
physikalische Atmosphäre	atm	1 atm = 101325 Pa
Kilopond	kp	1 kp = 9,80665 N
Kalorie	cal	1 cal = 4,1868 J

Einheiten des CGS-Systems (Basis sind Zentimeter, Gramm, Sekunde) sollten nicht neben dem SI verwendet werden, z.B. :

Name	Zeichen	Beziehung zu den SI-Einheiten
Erg	erg	1 erg = 10 ⁻⁷ J
Dyn	dyn	1 dyn = 10 ⁻⁵ N
Poise	P	1 P = 0,1 Pa·s
Stokes	St	1 St = 1 cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s

3.8.4 Vorsatzzeichen

Dezimale Vielfache und Teile von sehr großen und sehr kleinen Zahlenwerten können mit SI-Vorsätzen geschrieben werden:

Faktor	Vorsatz	Vorsatzzeichen	Faktor	Vorsatz	Vorsatzzeichen
10^9	Giga	G	10^{-1}	Dezi	d
10^6	Mega	M	10^{-2}	Zenti	c
10^3	Kilo	k	10^{-3}	Milli	m
10^2	Hekto	h	10^{-6}	Mikro	μ
10	Deka	da	10^{-9}	Nano	n

abweichend davon ist $10^{-6} \text{ kg} = 1 \text{ mg}$ (Milligramm) und nicht 1 mkg (Mikrokilogramm)

3.8.5 Prozent, Promille

Prozent (%) und Promille (‰) können verwendet werden. Angaben können nur für Zahlen und Quotienten von Größen gleicher Dimension gemacht werden. Beispiel $6,456 (1 \pm 2 \%) \text{ kg}$ oder $6,456 (1 \pm 0,02)$ oder $6,456 \text{ kg} \pm 129 \text{ g}$. Unzulässig ist $6,456 \text{ kg} \pm 2 \%$.

Die Einheiten ppm (parts per million), ppb (parts per billion) etc. sollen nicht verwendet werden. Besonders bei ppb sind Verwechslungen möglich, da das englische Wort billion beispielsweise in den USA und Japan 10^9 bedeutet, in Europa hingegen 10^{12} .

3.8.6 Hinweise zur Schreibweise und zum Gebrauch von Größen und Einheiten

Es ist darauf zu achten, dass zwischen Dingen und ihren zugeordneten physikalischen Größen unterschieden wird. Die Aussage „das Pendel besteht aus einem Faden, an dem eine Masse von einem Kilogramm hängt“ ist falsch. Richtig ist „das Pendel besteht aus einem Faden, an dem ein Körper mit der Masse ein Kilogramm hängt.“

Innerhalb vollständiger Sätze ist der Einheitenamen auszuschreiben.

In Gleichungen, und wenn Größenwerte mit zusammengesetzten Einheiten angegeben werden, sollten die Größenwerte mit Ziffern und Einheiten Zeichen geschrieben werden. Beispiel: 50 km/h .

Die Benennung von Größenquotienten wird mit „durch“ und nicht mit „pro“ gebildet. Beispiel: Dichte gleich Masse durch Volumen.

Bei in den Text eingebundenen Formeln sowie ihren eventuellen Nummerierungen werden die auch sonst üblichen Satzzeichen verwendet. (Hinweis: Wenn ein Satz mit einer Formel endet, steht nach der Formel ein Punkt.)

Das Dezimalzeichen ist ein Komma (auch in englischsprachigen Texten, vgl. ISO 31-0). Um das Lesen zu erleichtern, können die Zahlen vom Komma ausgehend in Gruppen von je drei Ziffern durch Zwischenräume aufgeteilt werden. In keinem Fall werden die Gruppen durch Punkte abgetrennt. Zunehmend wird auch der Punkt als Dezimalzeichen verwendet. Das gewählte Trennzeichen muss in der Ausarbeitung durchgehend (auch in Diagrammen, Zeichnungen etc.) verwendet werden.

Zwischen Zahlenwert und Einheit ist ein Zwischenraum zu setzen. Ohne Zwischenraum hinter dem Zahlenwert dürfen °C (gilt als ein Einheitenzeichen) und ° (für Winkelangaben) stehen.

Das Produkt aus zwei und mehreren Einheiten ist mit Malpunkt oder Zwischenraum darzustellen, z.B.: N·m oder N m.

Quotienten werden entsprechend dem folgenden Beispiel geschrieben:

$$\text{m/s oder m s}^{-1} \text{ oder m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ oder } \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Für die Einheit kJ/(kg K) bzw. kJ kg⁻¹K⁻¹ oder $\frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$ darf nicht kJ/kg K oder kJ/kg/K geschrieben werden.

Zahlenwert und Einheit werden nicht durch Zeilenumbrüche getrennt.

Angaben, wie 39 x 56 x 3 m, sind falsch. Es muss 39 m x 56 m x 3 m geschrieben werden.

Bei Bereichsangaben soll anstatt des Bindestrichs „bis“ verwendet werden.

Als Formelzeichen für Größen sollen unabhängig von der Schriftart des Textes kursive Buchstaben benutzt werden. (Hinweis: wird hier nicht gefordert. Indizes sollten hingegen senkrecht geschrieben werden, dies wird hier auch nicht gefordert.) Eine Schriftart mit Serifen ist zu empfehlen.

Senkrechte Zeichen:

- allgemein Zahlen
- Buchstaben, die durch Zahlen festgelegt sind, z.B. e = 2,718
- Zeichen für Funktionen und Operationen, z.B. d; Δ; sin
- Einheitenzeichen
- Symbole für Chemie und Atomphysik

Kursive Zeichen:

- Buchstaben

- Vektoren, zusätzlich fett, z.B.: \mathbf{a} ; \mathbf{A}
- Zeichen für Funktionen, z.B.: $f(x)$

Einheitenzeichen dürfen keinen Hinweis auf die Größe enthalten:

falsch: $P = 1 \text{ kW}_{\text{el}}$ richtig: $P_{\text{el}} = 1 \text{ kW}$

Größenwerte sollen nicht mit weiteren Informationen versehen werden, z.B.:

falsch	richtig
die Emissionsrate beträgt $5 \cdot 10^{10}$ Neutronen/s	die Neutronenemissionsrate beträgt $5 \cdot 10^{10}/\text{s}$
die Konzentration beträgt 5 ng Alkohol/l	die Massenkonzentration von Alkohol beträgt 5 ng/l

Zahlenwertgleichungen sind grundsätzlich zu vermeiden. Bei Gleichungen dieser Art müssen Zahlenwerte mit zusätzlicher Angabe der Einheiten eingesetzt werden. Werden nur Einheiten des kohärenten SI benutzt, so werden Zahlenwertgleichungen gleichlautend wie die entsprechenden Größengleichungen.

3.9 Runden

Nach DIN 1333 wird abgerundet, wenn hinter der Rundestelle die Ziffern 0 bis 4 stehen und bei den Ziffern 5 bis 9 aufgerundet (sog. kaufmännisches Runden).

Soll eine Ergebniszahl mit einer Unsicherheit u gerundet werden, wird von links beginnend die erste von Null verschiedene Ziffer grundsätzlich aufgerundet. Ist diese Ziffer 1 oder 2 wird die rechtsstehende Ziffer aufgerundet. Ergebniszahl und Unsicherheit sind an der gleichen Stelle gerundet anzugeben.

Beispiel

Ergebniszahl	9,456783	9,456783
Unsicherheit u	0,004367	0,001463
aufgerundete Unsicherheit	0,005	0,0015
gerundete Ergebniszahl	9,457	9,4568

3.10 Fehlerbetrachtung

Grundsätzlich handelt es sich bei Ergebnissen, die auf Messungen beruhen, um fehlerbehaftete Größen. Eine Fehlerbetrachtung, Fehlerrechnung oder Fehlerabschätzung ist in jedem Fall durchzuführen.

4 Erläuterungen zu einigen Größen und Begriffen

Die Grenze eines Systems wird als **Kontrollgrenze** oder **Bilanzhülle** bezeichnet. Sie ermöglicht die Registrierung aller in das System (andere Bezeichnung Bilanzgebiet) ein- und austretender Massen-, Impuls- und Energieströme. Eine **Bilanz** kann nur für Größen durchgeführt werden, die selbst auch innerhalb des Systems enthalten sind. Bilanzen von intensiven Zustandsgrößen, wie Druck, Temperatur und Dichte, sind demnach nicht möglich. Ebenso können keine Bilanzen für Prozessgrößen wie Wärme, Arbeit und Enthalpie erstellt werden, die besondere Formen der Energieübertragung bezeichnen. Wortverknüpfungen zwischen diesen Bezeichnungen und dem Wort Bilanz sind zu vermeiden.

Beim **abgeschlossenen** oder **isolierten System** erfolgt kein Austausch (bzw. Übertragung) von Masse und Energie. Falls ein Energieaustausch möglich ist, wird das System als **geschlossen** bezeichnet und wenn ein Massen- und Energieaustausch erfolgen kann, ist das System **offen**.

Intensive Zustandsgrößen eines Systems sind unabhängig von der im System enthaltenen Stoffmenge. Beispiele: Druck, Temperatur, Dichte.

Extensive Zustandsgrößen sind mengenabhängige Größen. Beispiele: Volumen, Energie.

Spezifische Zustandsgrößen sind auf die Menge (z.B. Masse oder Molzahl) bezogene Größen. Beispiele: spezifisches Volumen $v = V/m$; spezifische Energie $e = E/m$. Die eingeführte (und daher zu verwendende) Bezeichnung „spezifische Kälteleistung“, d.h. $q_0 = \frac{\dot{Q}_0}{\dot{m}}$, ist demnach falsch, korrekt wäre die Bezeichnung „massenstrombezogene Kälteleistung“.

Die Begriffe **Austausch** und **Übertragung** werden häufig synonym verwendet (z.B. Wärmeaustauscher und Wärmeübertrager).

Auf die Unterscheidung zwischen Bezeichnungen für **thermodynamische Prozesse** und **Maschinen** ist zu achten. So gibt es einen Ottoprozess und einen Ottomotor.

Es sollen genormte **Bezeichnungen** verwendet werden. Im Zweifel sind deutsche Bezeichnungen zu wählen. (Beispiele: Verflüssiger und nicht Kondensator; Entspannung und nicht Expansion.)

Wortverbindungen mit **-anteil** bezeichnen einen Quotienten aus Größen gleicher Dimension:

Stoffmengenanteil $x_i = n_i/n$

Volumenanteil $\varphi_i = V_i/V$

Massenanteil $\mu_i = m_i/m$

Wortverbindungen mit **-zahl** (bzw. -Zahl) bezeichnen Quotienten unterschiedlicher physikalischer Größen gleicher Dimension:

Leistungszahl $\varepsilon = \dot{Q}_0/P$

Reynolds-Zahl $Re = \rho w l/\eta$

Wortverbindungen mit **-grad** bezeichnen Quotienten gleicher oder unterschiedlicher physikalischer Größen jedoch gleicher Dimension, die immer einen Zahlenwert zwischen Null und eins besitzen. Beim Wirkungsgrad, nach z.B. der Gleichung

$$\eta = W/Q ,$$

wird der sich mit Hilfe einer Bilanzierung ergebende Nutzen (dies ist eine aus dem Bilanzgebiet austretende Größe) ins Verhältnis zum Aufwand (die Summe der in das Bilanzgebiet eintretenden Größen) gesetzt.

Beim Gütegrad, nach z.B. der Gleichung

$$\xi = \eta_i/\eta_{th} ,$$

wird der indizierte Wirkungsgrad ins Verhältnis zu einem theoretischen Wirkungsgrad gesetzt.

Die beim Strahlungsaustausch verwendete Einstrahlzahl (andere Bezeichnung Winkelverhältnis) ist von ihrer Definition her betrachtet ebenfalls als Wirkungsgrad anzusehen.

Koeffizienten sind zahlenwertbehaftete Größen bzw. Faktoren, die multiplikativ mit variablen Größen verbunden sind, z.B. der Wärmeübergangskoeffizient in der Gleichung

$$\dot{Q} = \alpha \cdot A \cdot \Delta T .$$

Wortverbindungen mit **-konzentration** bezeichnen Quotienten mit dem Volumen im Nenner:

Stoffmengenkonzentration $c_i = n_i/V$

Volumenkonzentration $\sigma_i = V_i/V$

Massenkonzentration $\beta_i = m_i/V$

Wenn das Wort Konzentration allgemein verwendet wird, ist die Stoffmengenkonzentration c gemeint.

Die Volumenkonzentration ist nur dann dem Volumenanteil gleich, wenn $V = V_0$ ist, d.h. keine Volumenänderung beim Mischvorgang eintritt.

Das Wort **Gehalt** wird zur qualitativen Beschreibung der Zusammensetzung einer Mischphase angewendet, solange keine Größenwerte angegeben werden.

Zur Angabe der **Zusammensetzung von Mischphasen** für den Stoff i werden folgende Größen verwendet:

n_i	Stoffmenge	n	Gesamtstoffmenge
m_i	Masse	m	Gesamtmasse
V_i	Volumen	V	Gesamtvolumen

V_0 ist das Gesamtvolumen vor dem Mischungsvorgang

Die Bezeichnungen für die **Quotienten aus Stoffmenge, Volumen und Masse** lauten:

		Größe im Zähler		
		Stoffmenge n	Volumen V	Masse m
Größe im Nenner	Stoffmenge n	Stoffmengenanteil $x_i = n_i/n$	molares Volumen $V_m = V/n$	molare Masse $M = m/n$
	Volumen V	Konzentration $c_i = n_i/V$	Volumenkonzentration $\sigma_i = V_i/V$ Volumenanteil $\varphi_i = V_i/V_0$	Massenkonzentration $\beta_i = m_i/V$ Dichte $\rho = m/V$
	Masse m	Molalität $b_i = n_i/m$	spezifisches Volumen $v = V/m$	Massenanteil $w_i = m_i/m$

Das Wort **Gewicht** ist als Größe derselben Art wie eine Kraft definiert, wird aber im allgemeinen Sprachgebrauch im Sinne einer Masse verwendet und sollte daher in technisch-wissenschaftlichen Abhandlungen vermieden werden. Für das Produkt Masse mal Fallbeschleunigung sollte der Begriff Gewichtskraft verwendet werden.

Die deutschen Namen für **chemische Elemente und Verbindungen** wurden an die üblichen Symbole sowie englische Namen angepasst:

Symbol	deutscher Name	früher gebräuchlich
Bi	Bismut	Wismut
Cd	Cadmium	Kadmium
Cs	Caesium	Cäsium
Ca	Calcium	Kalzium
Co	Cobalt	Kobalt
I	Iod	Jod
Si	Silicium	Silizium
C ₂ H ₆	Ethan	Äthan

5 Weitere Tipps und Hinweise

Es wird vorausgesetzt, dass schriftliche Ausarbeitungen weitgehend frei von Rechtschreib- und Grammatikfehlern sind. Umgangssprachliche Ausdrücke, Floskeln etc. sind nicht zulässig. Die Nichtbeachtung hat eine Verschlechterung des Bewertungsergebnisses der Arbeit zur Folge. Auch die dem Betreuer vorab zur Prüfung der Vollständigkeit übergebenen Texte müssen den formalen Anforderungen genügen.

Begriffe sollen sinnentsprechend verwendet werden. Beispiele: Nicht die Wandstärke sondern die Wanddicke kann mit einem Längenmaß angegeben werden. Der Begriff Abmaß bezeichnet nicht eine Abmessung, sondern eine Abweichung von einem Maß.

In wissenschaftlich-technischen Ausarbeitungen ist das Personalpronomen *ich* und das Indefinitpronomen *man* zu vermeiden.

Die Verwendung wertender Begriffe, wie z.B. gut, schlecht, leider, sehr empfindlich, schwierig etc., sind grundsätzlich zu vermeiden.

Der Begriff Optimierung sollte nur bei Anwendung speziell bezeichneter Verfahren (z.B. in der Mathematik) und nicht allgemein für Verbesserungen verwendet werden.

Manche Adjektive, wie z.B. spezifisch, komplex etc. haben in Mathematik, Wissenschaft und Technik bestimmte Bedeutungen und sollen nicht anstelle der Adjektive speziell, kompliziert etc. verwendet werden.

Die Neuschöpfung von Namen und Bezeichnungen (z.B. „suboptimal“) sollte grundsätzlich vermieden werden. Begriffe, die nicht als allgemein bekannt vorausgesetzt werden können, sind z.B. durch das Adjektiv sogenannten zu kennzeichnen.

Manche Steigerungsformen, wie z.B. optimalste, richtigste, einzigste etc., gibt es nicht.

Folgend sind weitere Beispiele für Wörter bzw. Ausdrücke angegeben, die nicht in schriftlichen Ausarbeitungen verwendet werden sollen: „also“, „sinnvoll“, „ist natürlich möglich“, „ist sicherlich möglich“, „nicht mehr wegzudenken“, „am besten wäre es“, „auch wieder eine gewisse Masse mit sich bringt“, „wie in Kapitel xx erwähnt“, „erwähnenswert“, „keineswegs“, „ein wichtiger Schritt“, „vertretbar“, „im Normalfall“, „schwierig zu handhaben“, „selbstverständlich“, „besser gesagt“, „um zirka zwei herum“, „ein solides Druckverhältnis“, „wie schon eingangs beschrieben“, „überzeugt nicht“, „Wasser besticht durch“, „moderate Leistung“, „nochmals kurz zusammengefasst“, „weitestgehend“, „im täglichen Leben wird ... ganz allgemein als Gegenteil von ... verstanden“, „so gesehen“, „übrigens“, „ohne weiteres“, „in der Praxis“, „auf Dauer“, „letztendlich“, „gewöhnlich“, „mehr oder minder“, „gravierend“.

Ausarbeitungen sollten grundsätzlich so formuliert sein, dass eine in dem betreffenden Fachgebiet vorgebildete Person ohne zusätzliche Erklärungen den Inhalt erfassen, verstehen und nachprüfen kann.

Grundsätzlich gilt, dass alles zeitlich Abgeschlossene in Vergangenheitsform, hingegen alles fortdauernd bestehende in Gegenwartsform zu schreiben ist. Beispiel: *Der Aufbau des Prüfstands erfolgte an der Fachhochschule Gießen-Friedberg. Der Prüfstand besteht aus den Hauptkomponenten Antrieb und Arbeitsmaschine. Es wurden Messungen zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit der Drehzahl durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Förderstrom linear von der Drehzahl abhängig ist.*

Nach Möglichkeit sollen z.B. Ergebnisse von Literaturrecherchen, Voraussetzungen für eine Berechnung, Ergebnisse von Vergleichen, die Begründung einer Auswahl, die Ergebnisse von Untersuchungen etc. zumindest auch in tabellarischer Form dargestellt werden. Werden solche Tabellen nicht erarbeitet, kann daraus geschlossen werden, dass das für die Ausübung des Ingenieurberufs notwendige Abstraktionsvermögen fehlt.

Begriffe, z.B. Bezeichnungen für Größen, Bauteile usw., die an einer Stelle definiert sind, müssen beibehalten werden.

Definitionen sind vorzugsweise formal durch Gleichungen und nicht durch verbale Beschreibungen anzugeben.

Zwischen vektoriellen und skalaren Größen ist zu unterscheiden. Insbesondere müssen Wirkrichtungen beim Erstellen von Bilanzen klar erkennbar sein (z.B. durch Vektorschreibweise und bildliche Darstellung der Bilanzierung).

Definitionen und Gleichungen sind grundsätzlich vor ihrem Gebrauch anzugeben.

Wiederholungen sind zu vermeiden. Wird beispielsweise ein Berechnungsweg mehrfach benötigt ist er nur einmal anzugeben.

Vor jeder Beschreibung einer Vorgehensweise, messtechnischen Ausstattung, Auswertung etc. müssen die Zielsetzungen formuliert sein, damit beim Lesen geprüft werden kann, ob die Vorgehensweise den Zielsetzungen gerecht wird.

Müssen Annahmen getroffen werden, um Ergebnisse zu erhalten, sind diese als solche zu kennzeichnen und zu begründen.

Werden Behauptungen aufgestellt, die durch Literaturangaben belegt sind, müssen die Aussagen der Behauptung dennoch soweit erläutert werden, dass sie als nachvollziehbar richtig erkannt werden können.

Werden relativierende und verallgemeinernde Behauptungen aufgestellt, sind diese immer zu belegen. Zu vermeiden sind Sätze wie: *Der gemessene Wirkungsgrad ist relativ hoch. Der Aufwand für eine Entspannungsmaschine ist kaum zu rechtfertigen. Die Wirkungsgrade von Verdichterkältemaschinen liegen höher.*

Begriffe, die mit der Endung -logie enden, kennzeichnen allgemein eine Lehre, d.h. Wissenschaft von einem Gegenstand. So muss zwischen Technologie (Wissenschaft von der Technik, aber in Behörden- und Umgangssprache häufig auch zur Kennzeichnung von Technik verwendet) und Technik (Vorgehensweise) unterschieden werden.

Auf die Zeit bezogene Größen werden als –strom (z.B. Wärmestrom), auf die Zeit und Fläche bezogene Größen als –fluss oder –stromdichte (z.B. Wärmefluss, Wärmestromdichte) bezeichnet. Für die Schreibweise von Strömen und Flüssen ist in vielen Fällen - auch in der Normung - die Kennzeichnung durch einen Punkt über dem Formelzeichen gebräuchlich. Er bedeutet, dass der Strom bzw. der Fluss zeitlich konstant (stationär) ist.

Personen, auf die im Text Bezug genommen wird (z.B. bei Quellenangaben), werden ohne akademische Grade, Titel, Vornamen und Anrede genannt. Im Vorwort ist jedoch die Nennung der akademischen Grade, Titel sowie Vornamen üblich.

Keine Texte mit Farbe oder grau hinterlegen.

6 Aufstellung der zu beachtenden Normen

(vgl. auch DIN Taschenbücher Nr. 22, 153, 156)

- 461 Graphische Darstellung in Koordinatensystemen
- 1301 Einheiten, Einheitennamen, Einheitenzeichen
- 1302 Allgemeine mathematische Zeichen und Begriffe
- 1304 Allgemeine Formelzeichen
- 1313 Physikalische Größen
- 1319 Grundbegriffe der Messtechnik
- 1338 Formelschreibweise und Formelsatz
- 1343 Referenzzustand, Normzustand, Normvolumen
- 1345 Thermodynamik
- 1421 Gliederung und Benummerung in Texten
- 1505 Titelangaben in Dokumenten
- 5485 Benennungsgrundsätze
- 6601 Programmablaufpläne
- 8941 Formelzeichen, Einheiten und Indizes für die Kältetechnik
- 8972 Fließbilder kältetechnischer Anlagen
- 19227 Fließbilder für Messen, Regeln, Steuern in der Verfahrenstechnik
- 28004 Fließbilder für verfahrenstechnische Anlagen