

Leitfaden zu den Laborübungen

Studiengänge

BIOTECHNOLOGIE
LEBENSMITTEL- UND ROHSTOFFTECHNOLOGIE
MECHATRONIK
Medical & Health Technologies
UMWELT-, VERFAHRENS- UND ENERGIETECHNIK
WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN

MCI Team

office-tech@mci.edu

ver. 3.14



MCI MANAGEMENT CENTER INNSBRUCK
6020 Innsbruck / Austria, Universitätsstraße 15
+43 512 2070-0, office@mci.edu, www.mci.edu

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1 Gültigkeit und Anwendung	2
2 Verhaltensvorschriften & Sicherheitshinweise	3
2.1 Verhaltensvorschriften	3
2.2 Sicherheitshinweise	6
2.2.1 Individuelle Sicherheitshinweise	6
2.2.2 Erste Hilfe	6
2.2.3 Kontakt mit Chemikalien	7
2.2.4 Umgang mit Mikroorganismen	7
2.2.5 Verätzungen der Haut	7
2.2.6 Verätzungen der Augen	7
2.2.7 Verbrennungen	8
2.2.8 Vergiftungen	8
2.2.9 Stromunfälle	8
2.2.10 Bei Bewusstlosigkeit	8
2.2.11 Verhalten im Brandfall	9
2.2.12 Bedienung eines Feuerlöschers	9
2.2.13 Wichtige Telefonnummern	9
3 Ablauf von Laborübungen	11
3.1 Vorbereitung	11
3.2 Organisation	12
3.3 Bewertung	12
3.4 Einsichtnahme in Laborberichte	15
4 Das Verfassen von Laborberichten	16
4.1 Formalkriterien	16

4.1.1	Abgabemodus	16
4.1.2	Äußere Form	16
4.1.3	Schriftsatz und Orthographie	18
4.1.4	Größen und Einheiten	19
4.1.5	Logarithmierte Größenverhältnisse [MM]	21
4.1.6	Angabe von Größenwerten in Tabellen und Diagrammen	22
4.1.7	Signifikanz physikalischer Größen	24
4.1.8	Formeln	25
4.1.9	Tabellen	27
4.1.10	Abbildungen und Diagramme	28
4.1.11	Quellenangaben	31
4.2	Inhalt & Aufbau	34
4.2.1	Abschnitt „Einleitung & Aufgabenstellung“	35
4.2.2	Abschnitt „Versuchsaufbau & Materialien“	35
4.2.3	Abschnitt „Versuchsdurchführung & Methoden“	39
4.2.4	Abschnitt „Ergebnis & Interpretation“	39
4.2.5	Abschnitt „Verzeichnisse“	40
4.2.6	Abschnitt „Anhänge“	40
4.2.7	Rechenweg	40
4.3	Plagiate und Autorschaft	42
	Symbolverzeichnis	iii
	Abbildungsverzeichnis	iv
	Tabellenverzeichnis	v
	Literaturverzeichnis	vi

Einleitende Worte

Sehr geehrte Studierende,

das Absolvieren von Praktika und Laborübungen ist ein integraler Bestandteil eines jeden qualitativ hochwertigen naturwissenschaftlich-technischen Studiums. Es gilt hier in besonderem Maße, dass hohe Standards der Dokumentation und Protokollierung einzuhalten sind, um später eine bruchlose Übertragung des Erlernten in den Berufs- oder Forschungsalltag zu gewährleisten. Da der Anwendungsbezug ein besonderes Anliegen unserer Ausbildung ist, genießen Praktika und Laborübungen bei uns eine sehr hohe Priorität. Dieses Dokument versteht sich als um Beispiele ergänzter Katalog von Regeln, welche im Themenkomplex „*Labor*“ unbedingt einzuhalten sind. Des Weiteren werden einige Empfehlungen ausgesprochen, welche dabei helfen können, sich in der Anfangs komplexen Topologie der Labore zurecht zu finden. Lesen Sie dieses Dokument daher sorgfältig durch, da es Sie die nächsten Semester stets begleiten wird. Sie werden auch feststellen, dass eine saubere und regelkonforme Verfassung eines Laborberichtes ein sehr hochwertiges Produkt zum Ergebnis hat, an welchem Sie selber auch viel Freude empfinden können. Die Segnungen eines guten Satzes, astrein formatierter Formeln und Grafiken und einer stringenten Formulierung, dem Laienauge noch nicht *per se* aufgetan, können den Unterschied zwischen einer guten und einer exzellenten Arbeit ausmachen – und es gilt, immer nach letzterem zu streben.

Wir wünschen Ihnen, dass Sie in Ihren Laboren viele lehrreiche Erfahrungen machen und auch Spaß und Freude am praktischen Arbeiten empfinden. Mit freundlichen Grüßen,

— **Ihr MCI-Team**

Autoren:

Tobias Kofler, Benjamin Massow, Martin Pillei, Martin Spruck und Werner Stadlmayr

Kapitel 1

Gültigkeit und Anwendung

Zur Anwendung kommt dieses Dokument für Sie mit Beginn Ihres Studiums – von Ihrem ersten Laborbericht bis zum Verfassen Ihrer Abschlussarbeit. Machen Sie sich mit den Inhalten dieses Dokumentes vertraut und nutzen Sie jeden Laborbericht als Möglichkeit der kontinuierlichen Verbesserung und Optimierung auf dem Weg zu Ihrer Abschlussarbeit. Ein Beherrschen der Inhalte und ein selbständiges Anwenden in all Ihren wissenschaftlichen Arbeiten wird nach Erhalt dieses Dokumentes vorausgesetzt.

So weit nicht anders kenntlich gemacht, hat dieses Dokument Gültigkeit für alle technischen Studiengänge am MCI. Unterscheiden sich Vorgaben und Regelungen zwischen den Studiengängen, ist dies deutlich gekennzeichnet. Hier gelten die Abkürzungen **[MM]** für den Studiengang Mechatronik und **[BT/LRT/UVET/WI]** für die Studiengänge Biotechnologie, Lebensmittel- und Rohstofftechnologie, Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik sowie Wirtschaftsingenieurwesen.

Zur einfachen Zuordnung von Mängeln in korrigierten Laborberichten steht eine *dreistellige Codenummer* (z. B. M001) zur Verfügung. Die entsprechende Nummer kann jeweils rechts der jeweiligen Vorgabe bzw. Regelung entnommen werden.

Empfehlung: Nutzen Sie die im ersten Semester angebotenen freiwilligen Seminare zu Inhalten bzw. zur Umsetzung der Inhalte dieses Dokuments, etwa „Wissenschaftliches Arbeiten im naturwissenschaftlich-technischen Bereich“, „Einführung in L^AT_EX“ oder „Einführung in MATLAB“.

Kapitel 2

Verhaltensvorschriften & Sicherheitshinweise

Es können in jedem Praktikum spezielle Verhaltensvorschriften und Sicherheitshinweise von Lektorinnen und Lektoren sowie von Tutorinnen und Tutoren ausgegeben werden oder in den Laboren aushängen. Diese haben mit der selben Priorität behandelt zu werden, wie die in diesem Leitfaden aufgeführten.

Dieser Abschnitt wurde in Teilen aus dem Lehrveranstaltungsskript des Jahres 2012 für das allgemeine und anorganische Praktikum von Christof Strabler [1] entnommen.

2.1 Verhaltensvorschriften

- Die Benützung der Laboreinrichtungen durch Studierende und andere Personen, die keine Angestellten des MCI sind, ist nach Art und Dauer nur in dem Umfang gestattet, der vom jeweiligen Laborleiter, einer verantwortlichen MCI-Mitarbeiterin oder einem verantwortlichen MCI-Mitarbeiter, angewiesen wurde. Dessen Anweisungen sind jederzeit unbedingt Folge zu leisten.
- Jeder Studierende muss sich zuvor den Sicherheitsunterweisungen unterzogen haben, die sich auf den Laborraum und die zu benutzenden Laboreinrichtungen beziehen.
- Das Arbeiten im Labor ist nur im Vollbesitz der geistigen und körperlichen Kräfte gestattet. Es ist eine der Art des Labors und seiner Einrichtungen entsprechende Schutzkleidung zu tragen.

- Die Mitnahme von Speisen und Getränken in das Labor sowie das Rauchen sind strengstens untersagt.
- Gespräche, Geräusche und Bewegungen sind auf das für die Laborarbeit unvermeidliche Maß zu beschränken. Die gesamte Aufmerksamkeit der Studierenden hat der Sicherheit und Laborarbeit zu gelten. Telefongespräche ohne Bezug zur Laborarbeit sind außerhalb des Laborraumes zu führen.
- Die Laborleitung sorgt für den sicheren und ordnungsgemäßen Betrieb des Labors. Der Aufenthalt im Labor ist nur in Gegenwart von wenigstens einer zweiten, sicherheitsunterwiesenen Person, in der Regel der Laborleiterin oder des Laborleiters, erlaubt. Die Laborleitung kann sich vorübergehend und unter Hinweis auf die dadurch entstehenden Rechte und Pflichten durch einen Studierenden vertreten lassen.
- Bei Unfällen oder Verletzungen ist sofort die Laborleitung zu informieren und Erste Hilfe zu leisten.
- Die vorhandenen Laboreinrichtungen sind mit größter Sorgfalt zu behandeln. Schäden sind unverzüglich der Laborleitung zur Kenntnis zu bringen.
- Vor dem Verlassen des Laborraumes sind die benutzten Laborgeräte zu reinigen, entstandene Verschmutzungen zu entfernen und der Raum in einen ordentlichen Zustand zu versetzen. Abfälle sind ordnungsgemäß zu entsorgen. Die Laborleiterin oder der Laborleiter verlassen das Labor als letzte.
- An jedem Laborübungsplatz befindet sich ein Not-Aus-Schalter, welcher bei erkenntlicher Gefährdung von Personen oder Infrastruktur sofort zu betätigen ist.
- Alle im Labor tätigen Personen sind verpflichtet, sich und andere vor Schaden zu schützen. Schutzvorrichtungen dürfen weder entfernt noch unwirksam gemacht werden. Manipulationen an spannungsführenden Einrichtungen sind untersagt. Fluchtwege dürfen nicht verstellt werden.
- Elektrische Verbraucher dürfen nur an den Labortischen angesteckt werden (Not-Aus-Schalter). Die Steckdosenleisten der Racks finden in den Laborübungen keinerlei zusätzliche Verwendung.
- Die Laborkabel sind nach erfolgter Verwendung wieder der dafür vorgesehenen Halterung zuzuführen, und zwar nach Farbe und Länge sortiert.
- Das Installieren von Software auf Laborcomputern und die Veränderung ihrer Einstellungen erfolgt grundsätzlich nur unter Aufsicht der Laborleitung. EDV-Geräte sind am Ende

der Laborübung kontrolliert herunterzufahren. Um die vorhandenen Lizenzen nicht über Gebühr zu strapazieren, sind nicht zur unmittelbaren Arbeit notwendige Softwarepakete zu schließen.

- In allen Laboren ist, wenn nicht von der Laborleitung anderweitig vorgegeben, die geforderte persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu tragen (z. B. Schutzbrille, Labormantel, ...).
- Beim Hantieren mit unbekannten Substanzen sind generell Schutzhandschuhe zu tragen.
- Unbekannte Substanzen sind wie sehr giftige, ätzende Chemikalien zu behandeln.
- In Laboren ist für Ordnung und Sauberkeit zu sorgen, sowohl am eigenen Arbeitsplatz als auch in gemeinsam genutzten Bereichen wie Abzügen, Wägestationen, etc.
- Arbeitsanleitungen müssen sorgfältig *vor* Absolvierung des Labores gelesen und stets befolgt werden.
- Alle Geräte und Glaswaren sind vor Gebrauch auf Vollständigkeit und Beschädigungen zu überprüfen.
- Der Aufenthalt in Laboren ist nur während der Praktikumszeiten und in Anwesenheit einer Betreuerin oder eines Betreuers erlaubt.
- Schwermetallhaltige und andere feste Abfälle sind in den dafür vorgesehenen Sammelbehältern zu entsorgen.
- Bei Unfällen muss eine Vertrauensperson des MCIs mit der oder dem Verunfallten gemeinsam die Notaufnahme der Klinik aufsuchen, es sei denn, ein Krankenwagen wird bestellt.
- Eventuell durch Laborchemikalien verursachtes Unwohlsein oder Symptome, die eine Vergiftung befürchten lassen, sind sofort einer Betreuerin oder einem Betreuer zu melden.
- Anweisungen von Lektorinnen und Lektoren sowie Tutorinnen und Tutoren ist Folge zu leisten.
- Bearbeitungsmaschinen und Werkzeuge dürfen nur unter Aufsicht der Laborleiterin oder des Laborleiters und nach entsprechender Unterweisung in Betrieb genommen werden. Diese sind nach Gebrauch zu säubern und ordnungsgemäß abzuschalten.
- Bei Benützung von Bearbeitungsmaschinen und Werkzeugen ist eine Schutzbrille zu tragen. An der Fräs-, Dreh-, und Bohrmaschine ist von Personen mit längeren Haaren ein Haarnetz zu tragen. Armbänder, Halsketten und sonstiger Schmuck sind vor Beginn der Arbeiten

abzulegen. Lockere, weite Oberbekleidung ist untersagt. Auf festes Schuhwerk ist zu achten. Sandalen, Flip Flops und dergleichen sind verboten.

- Wenn ein Roboter manuell gesteuert wird, liegt die volle Verantwortung immer bei der Person, die das Teach Pendant berührt. Im Automatikbetrieb liegt die Verantwortung bei der Person, die die Steuerung in Gang gesetzt hat. Die Erlaubnis hierzu ist gesondert bei der Laborleitung einzuholen.
- Vor dem Starten des Roboters darf sich niemand außer dem Programmierer (Teacher) im Arbeitsbereich aufhalten. Es darf nie mit dem Rücken zu Hindernissen, z. B. Wänden oder Werkobjekten, programmiert werden.
- Fluchtwege müssen frei gehalten werden und der Arbeitsbereich und die Arbeitsumgebung des Roboters müssen während des Roboterbetriebes stets frei von Fremdgegenständen gehalten werden – einschließlich Werkzeuge, Einstelleinrichtungen, Schmiermittel, Reinigungsmaterial, elektronische Testgeräte usw.
- Zum Roboter sollen nur Werkstücke mit getesteten (bekannten) Eigenschaften gelangen. Ändern sich die Arbeitsgegenstände, so muss der Programmablauf zuerst im Handbetrieb getestet werden bevor auf Automatikmodus umgeschaltet werden darf.
- Eine in Ruhe verharrende Roboteranlage bedeutet nicht, dass diese abgeschaltet ist. Vielmehr kann sich diese im Automatikbetrieb befinden und auf Signale warten.
- Bei jeder Änderung im Steuerprogramm eines Roboters muss dieses zuerst manuell, dann mit hoher Geschwindigkeit und zuletzt erst im Automatikbetrieb abgefahren werden.

2.2 Sicherheitshinweise

2.2.1 Individuelle Sicherheitshinweise

2.2.2 Erste Hilfe

1. Ruhe bewahren und überlegt handeln.
2. Auf die eigene Sicherheit achten.
3. Die Rettung von Personen ist wichtiger als die Bergung von Sachgütern.
4. Betreuerin oder Betreuer informieren.
5. Gegebenenfalls ist eine Schockbekämpfung durchzuführen.

2.2.3 Kontakt mit Chemikalien

1. Mit Gefahrstoffen in Berührung gekommene Körperstellen sind sofort gründlich abzuwaschen.
2. Mit Gefahrstoffen auch innenseitig verunreinigte Kleidungsstücke sind auszuziehen, wenn eine Gesundheitsgefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.

2.2.4 Umgang mit Mikroorganismen

1. Sämtliche Materialien, die mit lebenden Mikroorganismen in Kontakt gekommen sind, müssen autoklaviert werden.
2. Bei einer Verletzung mit infektiösem Material ist sofort Sterilium zu applizieren, eine Meldung bei einer Lektorin oder einem Lektor beziehungsweise einer Tutorin oder einem Tutor zu machen und gegebenenfalls eine Ärztin oder ein Arzt aufzusuchen.
3. Es ist darauf zu achten, dass offene Wunden (auch kleine) vor Praktikumsbeginn abgedeckt werden, da sie ein Infektionsrisiko darstellen.

2.2.5 Verätzungen der Haut

1. Sofort die mit ätzender Substanz kontaminierte Kleidung entfernen.
2. Haut mit reinem Wasser längere Zeit intensiv abspülen. Das Wasser soll dabei auf kürzestem Weg abfließen.
3. Keimfreien Verband anlegen.

2.2.6 Verätzungen der Augen

1. Auge mit lauwarmem Wasser 10-15 Minuten intensiv ausspülen. Dabei sollen die Augenlider mit zwei Fingern geöffnet werden.
2. Auge keimfrei bedecken, beide Augen verbinden.

2.2.7 Verbrennungen

1. Kleiderbrände sofort löschen (beispielsweise mit Notdusche).
2. Verbrannte Stelle möglichst rasch für 10-15 Minuten unter reines, kühlendes, fließendes Wasser halten.
3. Verbrannte Kleidung vorsichtig so gut wie möglich entfernen, eingebrannte Kleidungsreste jedoch keinesfalls losreißen.
4. Brandwunde keimfrei mit metallbeschichtetem Verbandstuch bedecken, keine Salbe auftragen.

2.2.8 Vergiftungen

1. Gift identifizieren.
2. Vergiftungsinformationszentrale anrufen (Tel. 01 406 43 43) und Anordnungen befolgen.

2.2.9 Stromunfälle

1. In allen Laboren gibt es Not-Aus-Schalter, diese sind in Notfällen zu betätigen.
2. Ist eine Person im Stromkreis oder besteht die Gefahr, dass eine Person im Stromkreis sein könnte, ist darauf zu achten, diese Person nicht zu berühren, sondern mittels nichtleitender Hilfsmittel aus dem Stromkreis zu befördern (Decke, Besen, etc.).
3. Wird ein Not-Aus-Schalter betätigt, ist dies unbedingt und unverzüglich einer Lektorin oder einem Lektor beziehungsweise einer Tutorin oder einem Tutor zu melden. Auf keinen Fall darf der Not-Aus-Schalter selbst wieder entschert werden.

2.2.10 Bei Bewusstlosigkeit

1. Lebensrettende Sofortmaßnahmen: Bergung, stabile Seitenlagerung, Beatmung, Herzmassage.
2. Notruf.
3. Giftreste, Giftbehälter, eventuell auch Erbrochenes sicherstellen und ins Krankenhaus mitgeben.

2.2.11 Verhalten im Brandfall

1. Brand melden: Betreuer; Tel. 122; Feuermelder betätigen
2. Bei vertretbarem Risiko und Aussicht auf Erfolg einen Löschversuch unternehmen (bei Entstehungs- und Kleinbränden).
3. Gefährdete Personen warnen.
4. Wenn es die Situation erlaubt, Gashähne schließen und elektrische Geräte ausschalten.
5. Sich selbst und Hilflöse in Sicherheit bringen.
6. Türen und Fenster schließen, Türen aber nicht absperren.
7. Das Gebäude über eine der Treppen verlassen.

2.2.12 Bedienung eines Feuerlöschers

1. Bei Antritt des Labores oder Praktikums müssen sich die Studierenden selbstständig darüber informieren, wo der nächste Feuerlöscher zu finden ist.
2. Je nach Feuerlöscher-Type sind die exakten Anweisungen leicht unterschiedlich, die folgenden stellen nur eine Art Minimalkonsens dar:
 - (a) Sicherungstift herausziehen
 - (b) Ventilhebel niederdrücken
 - (c) Feuer von unten bekämpfen
3. Nach einem unternommenen Löschversuch muss auf jeden Fall eine Lektorin oder ein Lektor beziehungsweise eine Tutorin oder ein Tutor informiert werden, da der Feuerlöscher wiederbefüllt werden muss.

2.2.13 Wichtige Telefonnummern

- Feuerwehr: 122
- Rettung: 144
- Euro-Notruf: 112
- Vergiftungsinformationszentrale: 01 406 43 43

Bei einem Notruf sind folgende Informationen durchgeben:

1. *Wo* ist es passiert?
2. *Was* ist passiert?
3. *Wie* viele Personen sind betroffen?
4. *Wer* ruft an?

Kapitel 3

Ablauf von Laborübungen

3.1 Vorbereitung

Laborzeit ist wertvoll und knapp. Um die Zeit in den Laboren effektiv nutzen zu können, müssen die Labore sehr gut vorbereitet werden. Fragen wie etwa

- Was ist die Aufgabenstellung?
- Welche Messungen und Versuche müssen durchgeführt werden?
- Wie sind diese effektiv durchzuführen?
- Welche Softwarepakete müssen für das Labor beherrscht werden?
- Wie werden die Ergebnisse während des Labors festgehalten?

sind in der Vorbereitung zu klären.

Labore beginnen am ersten Tag des Semesters. Die in Ihren Kalendern genannten Labortermine sind lediglich die Präsenztermine zum Durchführen der Versuche. Die ausreichende Vorbereitung auf ein Labor sollte direkt mit Semesterstart beginnen und kann gegebenenfalls vor Beginn – etwa durch eine Eingangsklausur – oder zu Beginn eines Labortermins – etwa durch ein mündliches Eingangsgespräch – abgeprüft werden und in die Bewertung mit einfließen. Eine nicht ausreichende Vorbereitung führt zum Ausschluss vom Labortermin.

3.2 Organisation

- In Laboren gibt es zahlreiche Gefahrenquellen. Daher sind die Verhaltensvorschriften (Seite 3) *in jedem Fall* einzuhalten. Eine Nichteinhaltung kann einen sofortigen Ausschluss aus dem Labor aus Sicherheitsgründen nach sich ziehen.
- Studierenden haben *vor* Antritt zum Labor die Sicherheitshinweise (Seite 6) zu lesen und im Eintrittsfall nach diesen zu handeln.
- [BT/LRT/UVET/WI] Bei Laboren ist in der Regel eine Einführungsveranstaltung vorgesehen, bei welcher die zuständigen Lektorinnen und Lektoren eine Einleitung zur praktischen Arbeit geben.
- Die Laborübungen finden unter Aufsicht der zuständigen Lektorinnen und Lektoren und Tutorinnen und Tutoren statt. Hierbei ist eine 100%-ige Anwesenheit erforderlich.
- Die zur Durchführung des Labores notwendigen Unterlagen werden jeweils von den verantwortlichen Lektorinnen und Lektoren zur Verfügung gestellt. Diese Unterlagen haben von den Studierenden *vor* Antritt des Labores gelesen zu werden, (siehe Kapitel 3.1).
- Nach Durchführung der praktischen Arbeit verfassen die Studierenden einen Laborbericht (siehe hierzu den ganzen Abschnitt 4), welcher abgegeben und benotet wird.
- Der Laborbericht kann – mit Zustimmung der verantwortlichen Lektorin oder des verantwortlichen Lektors – auch von einer Gruppe verfasst werden. Hier gilt die Einschränkung, dass alle Autorinnen und Autoren den Versuch gemeinsam durchgeführt haben müssen, gemeinsames Verfassen von Berichten über Laborgruppen hinweg ist nicht gestattet. Jedoch ist es *immer* möglich, einen eigenen Einzelbericht zu verfassen, wenn dies der Wunsch des Studierenden ist. Alle Autorinnen und Autoren müssen auf dem Deckblatt ausgewiesen sein, ansonsten besteht die Gefahr eines Plagiates, siehe hierzu Abschnitt 4.3. Die Übernahme von nicht selbst erbrachten Messwerten oder Ergebnissen darf nur in besonderen Fällen, jedenfalls nur nach Rücksprache mit der verantwortlichen Laborleiterin oder dem verantwortlichen Laborleiter, geschehen und stellt sonst ein Plagiat dar.

3.3 Bewertung

- Die hier vorgestellte Bewertung und der hier vorgestellte Bewertungsmodus gilt, sofern von der Lehrveranstaltungsleitung nichts anderes vorgegeben wird. Die Einhaltung der Formalkriterien ist aber immer und in jedem Fall bindend.

- Die Gesamtbewertung der Laborübung setzt sich aus der Bewertung der Überprüfung der Vorbereitung und der Bewertung der Laborberichte zusammen.
- [MM] Gegebenenfalls kann auch die Mitarbeit bzw. die Durchführung während des Labores mit in die Gesamtwertung einfließen.
- Es ist jeweils eine Bewertung von 0 % bis 100 % für die Überprüfung der Vorbereitung, jeden einzelnen Laborbericht und gegebenenfalls die Mitarbeit bzw. die Durchführung während des Labores vorgesehen. Die einzelnen Bewertungspunkte und deren Gewichtung werden jeweils im Vorhinein bekannt gegeben.
- Die Endnote errechnet sich durch Summation der gewichteten Prozentergebnisse der Klausur und der Berichte. Es gilt der am MCI übliche Schlüssel von 60 %-70 %-80 %-90 %, siehe Tabelle 3.1.

Tab. 3.1: MCI Notenschlüssel

Prozent	Note
90 % bis 100 %	Sehr gut (1)
80 % bis < 90 %	Gut (2)
70 % bis < 80 %	Befriedigend (3)
60 % bis < 70 %	Genügend (4)
weniger als 60 %	Nicht genügend (5)

- Bei Unterlaufung von folgenden Formalkriterien wird ein Bericht automatisch mit 0 % gewertet:
 - Fristgerechte Abgabe
 - Abgabe in Papierform & geklammert (außer explizit anders besprochen)
 - Blätter nur einseitig bedruckt
 - Deckblatt muss Formalkriterien genügen (siehe Seite 17)
 - Keine krassen orthographischen oder grammatikalischen Fehler
- Die Bewertung des Laborberichtes unterliegt einem genau definiertem Schema. Die insgesamt erreichbaren 100 % entfallen auf vier Unterkategorien:

- **Äußere Form** (20 %):

Hierunter fallen die Kriterien, die unter den Abschnitten „Äußere Form“ (Seite 16), „Physikalische Größen“ (Seite 19), „Formeln“ (Seite 25), „Tabellen“ (Seite 27) und „Diagramme“ (Seite 28) aufgelistet sind. Auch die Qualität der *Anhänge* (Abschnitt 4.2.6 auf Seite 40) und des *Schriftsatzes* (Abschnitt „Schriftsatz und Orthographie“ auf Seite 18) werden hier bewertet.

- **Stil (20 %):**

M003

Es wird ein insgesamt wissenschaftlicher Schreibstil verlangt. Dies bedeutet unaufgeregte, sachliche Schilderungen, klares Herausstreichen von Gedankengängen und kritisches Reflektieren von Ergebnissen und Schlüssen. Die Kapitel „*Schriftsatz und Orthographie*“ (Seite 18) und „*Quellenangaben*“ (Seite 31) fallen in Teilen in diese Kategorie. Falls verschiedene Teile der Arbeit von verschiedenen Personen verfasst werden, ist darauf zu achten, dass eine bruchlose Konsistenz, etwa des Stils und der Form, gewahrt bleibt.

- **Dokumentation der Durchführung (20 %):**

M004

Die Dokumentation wird von den Abschnitten „*Einleitung & Aufgabenstellung*“ (Seite 35), „*Versuchsaufbau & Materialien*“ (Seite 35) und „*Versuchsdurchführung & Methoden*“ (Seite 39) bestimmt.

- **Ergebnis & Interpretation (40 %):**

M005

Dieser letzte und gewichtigste Punkt ist im Kapitel „*Ergebnis & Interpretation*“ auf Seite 39 abgehandelt. Da diesem Punkt die größte Prozentzahl zukommt, ist er auch mit besonderer Vorsicht und Akribie auszuarbeiten.

- Werden bei der Ermittlung der Endnote weniger als insgesamt 60 % erreicht, gilt das Labor als nicht bestanden. Es wird eine einmalige Möglichkeit eines wiederholten Antrittes angeboten:

- [BT/LRT/UVET/WI] Zu einem Sammeltermin wird eine schriftliche Prüfung über den Stoff der gesamten Lehrveranstaltung angeboten. **Achtung:** Diese Prüfung umfasst den *gesamten* Stoff der Laborübung, nicht bloß jenen der Eingangsklausur. So ist es etwa explizit erlaubt und möglich, Experimentaldaten zur Auswertung vorzulegen.

- [MM] Am Anfang eines jeden akademischen Jahres wird ein offener Labortermin angeboten. Im Vorhinein wird seitens des Lehrveranstaltungsverantwortlichen kommuniziert, ob hier (a) Aufgabenstellungen aus nicht bestandenen bzw. verpassten Teil-laboren wiederholt bzw. nachgeholt werden müssen oder (b) neue Aufgabenstellungen zu bearbeiten sind. Zur Beurteilung kommt hier jeweils nur der schriftliche Laborbericht. **Achtung:** An diesem Labortermin findet nur eine Beaufsichtigung, jedoch keine Betreuung statt.

Sollte dieser Antritt ebenfalls negativ gewertet werden, ist das Labor im Rahmen einer mündlichen kommissionellen Prüfung abzulegen, welche ebenfalls den kompletten Inhalt des Labors umfasst.

3.4 Einsichtnahme in Laborberichte

- Die Laborberichte werden von den Korrektorinnen und Korrektoren korrigiert und auch kommentiert. Dies kann im Laborbericht selbst oder auf einem separaten Beurteilungsbogen statt finden. Im Zuge einer kontinuierlichen Verbesserung ist es daher oft sinnvoll, sich die korrigierte Version des Laborberichts bzw. den Beurteilungsbogen anzuschauen.
- Es ist möglich, zu den ausgewiesenen Zeiten – gegebenenfalls nach Anmeldung – im Office Einsicht in den jeweils eigenen, korrigierten Laborbericht bzw. den Beurteilungsbogen zu nehmen. Dazu ist die Vorlage eines Studierendenausweises notwendig.
- Der Bericht *darf nicht* mitgenommen werden, sondern muss, zu Dokumentationszwecken, im Office verbleiben.
- Jeder Studierende hat die Möglichkeit, seinen Bericht bzw. Beurteilungsbogen selbst zu kopieren (z. B. in der Bibliothek direkt vor dem Office), muss ihn aber im Anschluss wieder retournieren.
- Die Möglichkeit der Einsichtnahme in andere Berichte bzw. Beurteilungsbögen als jene, an welchen man selbst aktiv als Autorin oder Autor mitgewirkt hat, ist nicht vorgesehen.

Kapitel 4

Das Verfassen von Laborberichten

4.1 Formalkriterien

Formalkriterien dienen der Normierung und Vergleichbarmachung von Berichten, aber auch der besseren Bearbeitbarkeit durch Korrektorinnen und Korrektoren. Wie im späteren Betrieb (zum Beispiel beim Einreichen von Veröffentlichungen oder Beantragen von Fördergeldern) kann ein Ignorieren der Formalkriterien massive Konsequenzen bis zur negativen Benotung der Arbeit nach sich ziehen. Angegebene Kriterien sind als verbindlich anzusehen, außer sie sind explizit als *Empfehlung* gekennzeichnet.

4.1.1 Abgabemodus

- Die Abgabe von Laborberichten muss fristgerecht erfolgen, die Fristen sind in der jeweiligen Terminaufstellung einsehbar. Eine unterbliebene termingerechte Abgabe hat eine negative Benotung des Laborberichtes (0 %) zur Folge. M006
- Die Abgabe von Laborberichten hat prinzipiell in Papierform, geklammert (ohne Mappe, Spiralbindung, o. ä.) am Infodesk zu erfolgen, mit Einverständnis der zuständigen Lektorin oder des zuständigen Lektors kann die Abgabe in Ausnahmefällen auch digital über SAKAI erfolgen. M007

4.1.2 Äußere Form

- Für die Erstellung des Deckblattes ist die Vorlage zu verwenden, welche auf SAKAI zur Verfügung gestellt wird. M008

- Die Seiten dürfen nur einseitig bedruckt werden. M009
- Die Nummerierung der Seiten erfolgt nach folgendem Schema: M010
 - Die dem Hauptteil vorausgehenden Seiten wie Inhaltsverzeichnis sowie gegebenenfalls Abstract und Kurzfassung werden mit römischen Zahlen nummeriert (I, II, III, ...).
 - Der Hauptteil wird durchgehend mit arabischen Zahlen nummeriert (1, 2, 3, ...).
 - Die Seiten mit Abbildungs-, Tabellen-, Abkürzungs- (optional) und Listingverzeichnis (optional) sowie Anhang (optional) werden mit römischen Zahlen nummeriert, fortlaufend nach Inhaltsverzeichnis und gegebenenfalls Kurzzusammenfassung (Abstract).
- Abstract, Inhaltsverzeichnis, Kurzfassung sind als „Titel“ zu behandeln und werden nicht in die Gliederung (Inhaltsverzeichnis) integriert. M011
- Der gesamte Bericht muss so gestaltet sein, dass er ohne Farbdruck bzw. nach einem Kopieren zu verstehen ist; dies gilt insbesondere bei Abbildungen und Diagrammen; hierfür muss etwa in Diagrammen mit unterschiedlichen Linienarten (Volllinie, Strichlinie, Strichpunkt- und Strich-Zweipunktlinie, etc.) gearbeitet werden, welche in einer Legende oder der Bildunterschrift erklärt werden. Kann – in seltenen Fällen – nicht auf Farbe verzichtet werden, etwa bei der Ergebnisdarstellung einer Finite-Elemente-Methode-Berechnung, ist dies mit der Betreuerin oder dem Betreuer abzuklären. M012
- Das Deckblatt muss folgende Informationen enthalten: M013
 - Bezeichnung der Laborübung oder des Labores
 - Name Laborleitung
 - Bezeichnung des Versuches
 - Datum der Versuchsdurchführung
 - Jahrgangsbezeichnung
 - Namen aller Autorinnen und Autoren (mit jeweils individueller Angabe des Studiengangs)

Hier ist dringend darauf zu achten, dass klar zwischen Gruppenmitgliedern und Autorinnen und Autoren zu trennen ist. Auf dem Deckblatt haben die Autorinnen und Autoren aufzuschreiben, *nicht* die Mitglieder der Gruppe. Unklare Spezifikation der Autorinnen und Autoren kann dazu führen, dass ein Bericht als *Plagiat* zu werten ist (siehe Seite 42).

4.1.3 Schriftsatz und Orthographie

- Die Sprache der Laborberichte – außer in englischsprachigen Studiengängen oder im Rahmen des internationalen Semesters – ist in erster Linie Deutsch. Das Gros aller wissenschaftlichen Arbeiten, Literatur und Veröffentlichungen im naturwissenschaftlich-technischem Bereich ist jedoch auf Englisch verfasst. Daher ist nach Absprache mit dem jeweiligen Lektor bzw. der Lektorin ein Verfassen der Laborberichte auf Englisch meist möglich – oft sogar gewünscht. Auf jeden Fall zu vermeiden sind „*Mischsprachen*“, also Berichte, die teils in Englisch, teils in Deutsch verfasst sind. Dies gilt auch für Beschriftungen von Diagrammen und ähnlichem. M014
- Gehäufte Fehler sind ein Grund, die Arbeit negativ zu bewerten. M015
- Alle Berichte sind *immer* im Blocksatz zu halten. Berichte mit anaxialem Satz („*Flutter-satz*“) werden nicht akzeptiert. M016
- Ein Wechsel der Schriftgröße oder Schriftart im laufenden Text ist nicht zulässig. Besonders zu vermeiden ist ein Mischen von Serifenschriften mit Serifenlosen im Fließtext. M017
- Prinzipiell ist beim Satz auf Lesbarkeit und Konsistenz zu achten. So sollen bei Aufzählungen stets die gleichen Aufzählungszeichen verwendet werden und auch das Ausmaß und die Größe von Einrückungen, Leerzeilen und ähnlichen Elementen des Satzes und der Formatierung über die ganze Arbeit hinweg durchgehalten werden. M018
- *Empfehlung*: Versuchen Sie auch mit anderen Mitteln ein optisch ansprechendes Layout zu generieren. Wählen Sie etwa einen Zeilendurchschuss von circa 20%, achten Sie darauf, den Weißwert einer Seite nicht zu stark zu reduzieren und vermeiden Sie Waisenkinder und Witwen (alleinstehende, einzelne Zeilen am Seitenende oder -anfang).
- Berichte sind im unpersönlichen Passiv und im Präsens zu verfassen (Also „*Das Experiment wird durchgeführt*“ anstatt von „*Ich habe das Experiment durchgeführt*“). M019
- Berichte sind nach den Richtlinien geschlechtergerechten Formulierens zu erstellen. M020
- Richtlinien und Hinweise zur Formatierung von mathematischen und physikalischen Formeln sind unter Punkt 4.1.8 zu finden. M021
- Hervorhebung durch Fettdruck ist nur sporadisch zu verwenden. Unterstreichungen sind generell zu vermeiden. M022

4.1.4 Größen und Einheiten

Der korrekte Umgang mit Größen und Einheiten ist im Le Système international d'unités (SI) [2] geregelt. Eine deutsche Übersetzung mit Anmerkungen und Beispielen liegt mit [3] vor. Außerdem ist der Satz von Größen in der Norm DIN 1338 [4] noch genauer geregelt. Dieses Kapitel ist eine Zusammenfassung der wesentlichsten Punkte dieser Dokumente.

- Der Wert einer Größe ist als Produkt von Zahlenwert (Maßzahl) und Einheit (Maßeinheit) auszudrücken; hierbei sind die im SI [2, 3] definierten *Basiseinheiten*, siehe Tabelle 4.1, und daraus kohärente *abgeleitete Einheiten* zu verwenden. Auf erlaubte Ausnahmen wird in den Laboranleitungen explizit hingewiesen.

M023

Beispiel: 50 m

Tab. 4.1: SI-Basiseinheiten [2, 3]

Basisgröße		SI-Basiseinheit	
Name	Zeichen	Name	Zeichen
Länge	$l, x, r, \text{etc.}$	Meter	m
Masse	m	Kilogramm	kg
Zeit, Dauer	t	Sekunde	s
elektrische Stromstärke	I, i	Ampere	A
thermodynamische Temperatur	T	Kelvin	K
Stoffmenge	n	Mol	mol
Lichtstärke	I_v	Candela	cd

- Als Größenzeichen sind griechische oder lateinische *kursiv* gesetzte [4] Buchstaben zu verwenden.

M024

Beispiel: Länge x , Zeit t

- Einheitenzeichen werden – unabhängig vom restlichen Text – nicht kursiv sondern in aufrechter Grundschrift geschrieben. Einheitenzeichen werden kleingeschrieben; Ausnahmen bilden hier von Eigennamen abgeleitete Einheiten sowie das Einheitenzeichen für Liter – um eine Verwechslung zwischen der Zahl 1 (eins) und dem Buchstaben l zu vermeiden ist der Gebrauch des Buchstaben L (großgeschrieben) oder l (kleingeschrieben) zulässig.

M025

Beispiel: s für Sekunde, A für Ampere

- Produkte und Quotienten der Einheitenzeichen werden nach den üblichen Regeln der Algebra gebildet. Die Multiplikation muss durch ein Leerzeichen oder einen zentrierten Punkt

M026

(\cdot), die Division muss durch negative Exponenten oder durch einen schrägen (/) Strich (Solidus) gekennzeichnet werden.

Beispiel für ein Gramm pro Kubikmeter: 1 g m^{-3}

- Einheitenennamen werden in aufrechter, nicht kursiver, Grundschrift geschrieben und wie gewöhnliche Substantive behandelt. Auf Englisch werden die Einheitenennamen – außer am Anfang eines Satzes – kleingeschrieben.
- Tabelle 4.2 zeigt alle gültigen Vorsatznamen und Vorsatzzeichen.

M027

Tab. 4.2: SI-Vorsätze [2, 3]

Faktor	Name	Zeichen	Faktor	Name	Zeichen
10^1	Deka	da	10^{-1}	Dezi	d
10^2	Hekto	h	10^{-2}	Zenti	c
10^3	Kilo	k	10^{-3}	Milli	m
10^6	Mega	M	10^{-6}	Mikro	μ
10^9	Giga	G	10^{-9}	Nano	n
10^{12}	Tera	T	10^{-12}	Piko	p
10^{15}	Peta	P	10^{-15}	Femto	f
10^{18}	Exa	E	10^{-18}	Atto	a
10^{21}	Zetta	Z	10^{-21}	Zepto	z
10^{24}	Yotta	Y	10^{-24}	Yokto	y

- Vorsatzzeichen werden – unabhängig vom restlichen Text – nicht kursiv (in aufrechter Grundschrift) geschrieben. Ein Vorsatzzeichen ist Bestandteil der Einheit und steht vor dem Einheitenzeichen, ohne Leerzeichen zwischen dem Zeichen des Vorsatzes und dem Zeichen der Einheit. Ein Vorsatz wird nie ohne Einheit verwendet, und es werden niemals zusammengesetzte Vorsätze (Komposita) gebildet. Alle Vorsatzzeichen für das Vielfache einer Einheit, außer da (Deka), h (Hekto) und k (Kilo), werden groß- und die für Teile einer Einheit kleingeschrieben; im Englischen werden die Namen der SI-Vorsätze nur am Anfang eines Satzes groß- und sonst immer kleingeschrieben.
- Bei der Angabe eines Zahlenwertes und Einheit ist *immer* zwischen beiden ein Leerzeichen zu setzen. Einzige Ausnahme sind Winkelangaben im Gradmaß, zum Beispiel $12,37^\circ$ – auch in der sexagesimalen Angabe mit Minuten und Sekunden, zum Beispiel $12^\circ 22' 12''$.
- *Empfehlung*: Idealerweise wird ein sogenanntes „schmales“ Leerzeichen verwendet, welches weniger breit ist und nicht umgebrochen werden darf (damit Zahlenwert und Einheit nicht von einem Zeilenumbruch getrennt werden können). Dies hat den Unicode U+2009.

M028

M029

Beispiel für einen Millimeter durch Sekunde:

- Richtig: 1 mm s^{-1}
 - Erlaubt: 1 mm s^{-1}
 - Falsch: 1mms^{-1}
 - Falsch: 1m m s^{-1}
- *Empfehlung:* Softwarepakete wie etwa das L^AT_EX Paket „siunitx“ helfen bei der richtigen und konsistenten Darstellung von physikalischen Größen in SI-Einheiten.
 - Zur Anzeichnung des Dezimalpunktes kann ein Punkt (10.00) oder ein Komma (10,00) verwendet werden, wobei ersteres im amerikanischen, zweiteres im zentraleuropäischen Raum gebräuchlicher ist. Die Festlegung ist über die gesamte Arbeit durchzuhalten. M030
 - Oftmals werden Werte mit ihren Fehlern angegeben. Dann ist die Darstellung mittels eines \pm -Zeichen (Unicode U+00B1) gebräuchlich ($100,0 \pm 1,2 \text{ g}$). Der Gebrauch von $+/-$ oder anderen „selbstgebastelten“ Zeichen ist nicht zulässig. M031
 - Mindestens einmal für jeden Rechenschritt muss die Rechnung unter Berücksichtigung aller Einheiten erfolgen, siehe hierzu Abschnitt 4.2.7 auf Seite 40 M032

4.1.5 Logarithmierte Größenverhältnisse [MM]

Eine detaillierte Übersicht über die Verwendung und korrekte Darstellung von logarithmierten Verhältnissen zweier Größen ist in [5, 6] gegeben. Die wesentlichen Punkte sind hier kurz wiedergegeben.

Ein Dämpfungs- oder Übertragungsmaß bezeichnet ein logarithmiertes Verhältnis zweier Größen – etwa zur Kennzeichnung der Eigenschaften eines Vierpols, einer Übertragungsstrecke oder eines anderen dynamischen Systems.

- Da das Argument des Logarithmus ein Größenverhältnis der Dimension 1 (Zahlenwert) ist, hat die Einheit Dezibel (dB) ebenfalls die Dimension 1 und wird deshalb auch als „Pseudoeinheit“ bezeichnet. Sie ist keine SI-Einheit, sollte jedoch – ebenso wie die SI-Einheiten – nicht durch Zusätze verändert werden. Mit der Funktion „lg“ wird der Logarithmus zur Basis 10 bezeichnet; mit „ln“ der Logarithmus mit der eulerschen Zahl e zur Basis; „log“ steht für die allgemeine Logarithmusfunktion – hier muss immer die jeweilige Basis angegeben werden. M033
- Ein Beispiel für die *Definition für Leistungsgrößen* ist das logarithmierte Verhältnis von Wirkleistungen, so ist das Leistungsdämpfungsmaß eines Vierpols mit

$$A_P = \left(10 \lg \frac{P_1}{P_2} \right) \text{dB} \quad (4.1)$$

gegeben. Ein Beispiel für die *Definition für Größen, deren Quadrat einer Leistungsgröße proportional ist*, ist das logarithmierte Verhältnis von Effektivwerten von Wechselspannungen, so ist das Spannungsdämpfungsmaß eines Vierpols

$$A_U = \left(20 \lg \frac{U_{1\text{eff}}}{U_{2\text{eff}}} \right) \text{dB}. \quad (4.2)$$

- Ein Pegel bezeichnet das logarithmierte Verhältnis zweier elektrischer Größen, wenn die Nennergröße der festgelegte Wert einer Bezugsgröße gleicher Dimension wie die Zählergröße ist. Hierbei muss der Wert der Bezugsgröße bei der Nennung des Zahlenwertes des Pegels mit angegeben werden. Als Kurzform dieser Angabe ist die Bezugsgröße in Klammern hinter das dB-Zeichen zu setzen. Hier wird zwischen dem Einheitenzeichen dB und dem Klammerausdruck ein Zwischenraum eingefügt – so wird gekennzeichnet, dass es sich nicht um eine besondere Einheit, sondern nur um die Angabe des Bezugswertes handelt. Wenn der Zahlenwert der Bezugsgröße gleich 1 ist, dann kann diese 1 in der Klammer weggelassen werden. Tabelle 4.3 gibt Beispiele von Pegeldefinitionen mit verschiedenen Bezugsgrößen.

M034

Tab. 4.3: Beispiele von Pegeldefinitionen mit verschiedenen Bezugsgrößen [5, 6].

Größe Bezugswert	Formelzeichen		Pegel, Definition	Einheit, Kurzform	
	ausführlich	kurz		IEC	ITU
Elektrische Leistung Bezugswert 1 mW	L_P (re 1 mW)	$L_{P/\text{mW}}$	$10 \lg \left(\frac{P}{1 \text{ mW}} \right) \text{dB}$	dB (mW)	dBm
Elektrische Spannung Bezugswert 1 V	L_U (re 1 V)	$L_{U/\text{V}}$	$20 \lg \left(\frac{U_{\text{eff}}}{1 \text{ V}} \right) \text{dB}$	dB (V)	dBV
Elektrische Spannung Bezugswert 1 μV	L_U (re 1 μV)	$L_{U/\mu\text{V}}$	$20 \lg \left(\frac{U_{\text{eff}}}{1 \mu\text{V}} \right) \text{dB}$	dB (μV)	dB μV

4.1.6 Angabe von Größenwerten in Tabellen und Diagrammen

- Einheitenzeichen werden wie mathematische Objekte behandelt. Unter *Rechnen mit Größen* versteht man, dass der Wert einer Größe – ausgedrückt als Produkt von Zahlenwert und Einheit – nach den üblichen algebraischen Regeln behandelt wird. Beispielsweise kann die Gleichung $T = 293 \text{ K}$ auch $T/\text{K} = 293$ geschrieben werden.

M035

- Um nur einfache Zahlenwerte in eine Tabellen eintragen zu müssen, kann somit der Quotient einer Größe und einer Einheit an den Spaltenanfang einer Tabelle gesetzt werden. Tabelle 4.4 zeigt als Beispiel den Dampfdruck als Funktion der Temperatur und den natürlichen Logarithmus des Zahlenwerts des in Megapascal ausgedrückten Dampfdrucks als Funktion der reziproken Temperatur. Dieselbe Vorgehensweise gilt für die Koordinatenachsen eines Diagramms – damit sind die Achsenwerte nur Zahlen.

M036

Tab. 4.4: Beispiel für die richtige Beschriftung von Tabellenköpfen [2, 3].

T/K	$10^3 \text{ K}/T$	p/MPa	$\ln(p/\text{MPa})$
216,55	4,6179	0,5180	-0,6578
273,15	3,6610	3,4853	1,2486
304,19	3,2874	7,3815	1,9990

- Bei komplexeren Einheiten ist eine runde Klammer zu benutzen. Die Angabe mittels eckiger Klammern ist explizit *falsch*. Eine Übersicht über richtige Beschriftungen von Tabellenköpfen und Koordinatenachsen ist in Tabelle 4.5, über falsche in Tabelle 4.6 gegeben.

M037

Tab. 4.5: Richtige Beschriftung von Tabellenköpfen und Koordinatenachsen [5, 6].

U	U/V	$U \text{ in V}$	$E/(\text{V}/\text{m})$	$E \text{ in V}/\text{m}$
0,1 V	0,1	0,1	0,1	0,1
0,2 V	0,2	0,2	0,2	0,2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots

Tab. 4.6: Falsche Beschriftung von Tabellenköpfen und Koordinatenachsen [5, 6].

$U \text{ [V]}$	U	$U \text{ in [V]}$
	[V]	
0,1	0,1	0,1
0,2	0,2	0,2
\vdots	\vdots	\vdots

Weitere Beispiele für die richtige und falsche Beschriftung von Tabellenköpfen sind in Tabellen 4.7 bis 4.11 gegeben.

Tab. 4.7: Ungekürzte Form

Zeit	Volumenstrom
10 s	$1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
20 s	$8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
30 s	$27 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
40 s	$64 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
50 s	$125 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

Tab. 4.8: Richtig I

Zeit/s	Volumenstrom/ $(\text{m}^3 \text{ s}^{-1})$
10	1
20	8
30	27
40	64
50	125

Tab. 4.9: Richtig II

Zeit in s	Volumen in $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$
10	1
20	8
30	27
40	64
50	125

Tab. 4.10: Falsch I

Zeit/s	Volumenstrom/ $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$
10	1
20	8
30	27
40	64
50	125

Tab. 4.11: Falsch II

Zeit [s]	Volumenstrom [$\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$]
10	1
20	8
30	27
40	64
50	125

4.1.7 Signifikanz physikalischer Größen

Physikalische Größen haben eine „*Signifikanz*“ – damit ist gemeint, dass sie nicht beliebig genau feststellbar sind. So liefert eine übliche Küchenwaage ein Ergebnis von 100,0 g, aber nicht von 100,00000 g. Die Anzahl an Stellen drückt die Genauigkeit aus, die letzte gilt als nicht mehr sicher. So kann eine so gewogene Masse durchaus auch 99,8 g oder 100,4 g wiegen. Dies ist vor allem bei Berechnungen wichtig: Man stelle sich vor, man hat ein Gewicht gewogen, welches danach in drei gleiche Teile zerteilt wird. Die Wägung mit einer Waage ergab 1000 g. Eine Angabe des Gewichtes eines Drittels mit 333,333333 g ist nun nicht zulässig, auch wenn ein Taschenrechner diese Antwort ausspucken kann. Die Zahl der signifikanten Stellen darf nicht *mehr* werden, daher ist das Gewicht 333,3 g schwer. Es ist darauf zu achten, dass auch in Zwischenergebnissen

M038

und Tabellen die Angabe von unsinnigen signifikanten Stellen unterbleibt, weil diese eine nicht vorhandene Genauigkeit vortäuschen. Unter Umständen führt dies zu wenig intuitiven Ergebnissen: Fügt man etwa dem oben gewogenen Gewicht von 1000 g noch 0,01 g (gemessen mit einer genaueren Waage) hinzu, so *bleibt* das Gewicht 1000 g – keinesfalls darf die Angabe 1000,01 g lauten. Eine ausführliche Diskussion der Signifikanz findet in diesem Leitfaden keinen Platz, hierzu muss auf die einschlägige Literatur verwiesen werden. [7]

4.1.8 Formeln

- Formeln sind zentriert zu setzen. M039
- Sämtliche Formeln haben mit einer rechtsbündigen in runden Klammern gesetzten Zahl nummeriert zu sein. Es bleibt der Verfasserin oder dem Verfasser überlassen, die Formeln durchgehend zu nummerieren, als (1), (2), (3), usw. oder nach Abschnitten sortiert, als (1.1), (1.2), (1.3), usw. Allerdings ist der Stil über die ganze Arbeit durchgängig zu halten. Das Referenzieren im Text erfolgt mit einem konsistenten Zusatz, etwa „Gleichung“ oder „Gl.“. M040
- Alle verwendeten Formelzeichen müssen erläutert werden, etwa im Fließtext. M041
- Zentrale Formeln (Formeln, welche Grundlagen und nicht bloß Äquivalenzumformungen von anderen Formeln sind) müssen von einer Legende begleitet werden, in welcher alle Größen samt Einheiten aufgeführt sind. M042
- Für die Erstellung von Formeln ist immer ein adäquates Hilfsmittel zu verwenden (Formel-editor in Microsoft Programmen, \LaTeX , ...). Darstellung von Brüchen durch Bindestriche zwischen Zeilen, Hochstellung mittels Zirkumflex (10^6 statt 10^6) oder ähnliches sind nicht zulässig. M043
- Bei Formeln sind keine Bildschirmabzüge („*Screenshots*“) zu verwenden, alle Formeln sind selbst zu erzeugen. M044
- *Empfehlung:* Zum Setzen von Formeln bieten sich Softwarepakete wie „MathType“ oder \LaTeX an.
- Formelzeichen für Variablen, z. B. x , und Funktions- und Operatorzeichen mit frei wählbarer Bedeutung, z. B. $f(x)$, sind in Kursivschrift zu setzen; Zahlen, z. B. 1,5; 56; $1/2$, Funktions- und Operatorzeichen mit feststehender Bedeutung, z. B. \sin , \lg , π , und chemische Verbindungen sind in Steilschrift zu setzen. M045
- Durch eine konsistente Darstellung müssen Skalare, Vektoren und Matrizen unterschieden werden können, z. B. ein Skalar b , ein Vektor \boldsymbol{v} und eine Matrix \mathbb{A} . M046

- Es ist auf die Positionierung von Sub- und Superskripten zu achten, ebenso auf Groß- und Kleinschreibung. Dies gilt in besonderem Maße für chemische Formeln, wo diese Differenzen zu massiven Bedeutungsunterschieden führen können. M047

Beispiel:

- Richtig: CO₂, H₂O, pH-Wert, HOAc, HCl
- Falsch: C_o2, H2O, PH-Wert, HOAC, HCL

- Formelzeichen müssen stets durchgängig verwendet werden, auch im Fließtext. Auch Kursivstellung und ähnliches gehört zum Zeichen. M048

Beispiel:

- Richtig: Die Zeit t wird dazu herangezogen ...
- Falsch: Die Zeit t wird dazu herangezogen ...

- Alle verwendeten Formelzeichen sind mit Einheiten noch einmal in einer zentralen Formelzeichenübersicht am Ende der Arbeit anzuführen. Bei Konstanten ist auch der Wert der selben anzugeben. Sub- und Superskripte sind nicht einzeln anzuführen (also nicht T_A und T_E eigens als Anfangs- und Endtemperatur, sondern nur T), ebenso wenig wie mathematische Zeichen wie Δ , \sum , ... oder mathematische Konstanten wie π , e , ... M049

- Als Multiplikationszeichen werden eine implizite Multiplikation ($y = 3x$) oder zentrierte Punkte ($y = 3 \cdot x$) empfohlen. Nicht empfohlen wird die Verwendung von anderen Zeichen, wie zum Beispiel einem kleinen x, da die Gefahr der Verwechslung mit dem Kreuzprodukt (\times) gegeben ist. Auf keinen Fall zulässig ist ein Asterisk (*). Wichtig ist Konsistenz, es soll also stets das selbe Zeichen für die selbe mathematische Operation stehen. M050

- *Empfehlung:* Es wird empfohlen, Variablen in Kursivschrift zu setzen, während Konstanten nicht in kursiver Schrift gesetzt werden sollten. So wäre der Radius (wenn mehrere Radii im Spiel sind, wird der größere oft mit einem Großbuchstaben bezeichnet) R , während die ideale Gaskonstante R wäre.

Beispiel:

- Richtig:

$$\Delta W_{\text{isotherm}} = -nRT \ln \frac{V_E}{V_A} \quad (4.3)$$

- Richtig:

$$\Delta W_{\text{isotherm}} = -n \cdot R \cdot T \cdot \ln \frac{V_E}{V_A} \quad (4.4)$$

- Falsch:

$$\Delta W_{\text{isotherm}} = -n * R * T * \ln(V_E/V_A)$$

4.1.9 Tabellen

- Alle Tabellen sind mit einer Tabellenüberschrift und einer Tabellennummer zu versehen (im Gegensatz zu Abbildungen, die mit einer *Unterschrift* versehen werden). Die Tabellenüberschrift beginnt mit einem konsistenten Zusatz, etwa „Tabelle“ oder „Tab.“. M051
- *Empfehlung:* Für die Tabellenüberschrift sollte eine etwas kleinere Schriftgröße als für den Fließtext gewählt werden.
- Die Beschriftung der Tabelle erlaubt idealerweise ein Verstehen der Tabelle ohne Rückgriff auf Informationen im Fließtext (dies ist aber nicht immer möglich). Es sind daher sinnvolle Bezeichnungen zu wählen („*Vergleich von Werten für Wasser und Benzol*“) und nichtssagende Bezeichnungen zu vermeiden („*Tabelle 3*“, „*Versuch 7*“, ...). M052
- Auf jede Tabelle muss im Fließtext verwiesen werden. Ist dies nicht der Fall, muss diese weggelassen werden. Das Referenzieren im Text erfolgt mit einem konsistenten Zusatz, etwa „Tabelle“ oder „Tab.“. M053
- Alle Tabellen sind in einem Tabellenverzeichnis aufzuführen, welches am Ende der Arbeit angelegt ist. Für das Tabellenverzeichnis ist eine Kurzbezeichnung zu wählen, die eine Zeile nicht überschreitet. Verweise und Quellen gehören nicht in das Tabellenverzeichnis und damit nicht in die Kurzbezeichnung. M054
- In Tabellen sind immer die Einheiten der angeführten Größen anzugeben. M055
- Tabellen dienen der übersichtlichen Darstellung – daher sind Zahlen nur bis zu einer sinnvollen Genauigkeit (siehe Diskussion der Signifikanz, Seite 24) anzugeben. M056
- Tabellen sind zentriert zu setzen, falls sie alleine stehen. Stehen mehrere Tabellen nebeneinander, so ist auf eine ausgewogene Spationierung (z.B. jede Tabelle nimmt 40% der Seitenbreite ein, der Rest ist Weißraum) zu achten. M057
- *Empfehlung:* Bei sehr großen und umfangreichen Tabellen kann es hilfreich sein, jede zweite Zeile grau zu hinterlegen, um das Auge besser zu führen.

- *Empfehlung*: Es wird empfohlen, in Tabellen mit Trennstrichen sparsam umzugehen und zu stark überfüllte Tabellen zu teilen; Größtenteils kann und sollte auf vertikale Trennstriche komplett verzichtet werden.
- Tabelle 4.12 zeigt ein Beispiel für eine gute Tabelle. Ein Negativbeispiel ist in Tabelle 4.13 gegeben.

Tab. 4.12: Eine gute Tabelle, die aufgeräumt und übersichtlich wirkt, gleichzeitig aber alle relevanten Informationen beinhaltet.

Schritt	ΔU in J	ΔS in JK^{-1}
A \rightarrow B	0,00	-0,0135
B \rightarrow C	+1,83	0,0000
C \rightarrow D	0,00	+0,0135
D \rightarrow A	-1,83	0,0000
Summe	0,00	0,0000

Tab. 4.13: Eine schlechte Tabelle, die durch zu viele Trennstriche, Angabe der Größen auf unsinnig viele Stellen, schlechte Zentrierung der Zahlen untereinander und Weglassen der Einheiten viel an Qualität verloren hat.

Schritt	ΔU	ΔS
A \rightarrow B	0	-0,0134999865
B \rightarrow C	+1,82999817	0
C \rightarrow D	0	+0,0134999865
D \rightarrow A	-1,82999817	0
Summe	0	0

4.1.10 Abbildungen und Diagramme

- Alle Abbildungen (hierzu zählen auch selbst erstellte Diagramme) sind mit einer Bildunterschrift und einer Abbildungsnummer zu versehen. Die Bildunterschrift beginnt mit einem konsistenten Zusatz, etwa „Abbildung“ oder „Abb.“. M058
- Empfehlung: Für die Bildunterschrift sollte eine etwas kleinere Schriftgröße als für den Fließtext gewählt werden.
- Wie bei Tabellen gilt: Die Beschriftung der Abbildung erlaubt idealerweise ein Verstehen der Abbildung ohne Rückgriff auf Informationen im Fließtext (dies ist aber nicht immer möglich). Es sind daher sinnvolle Bezeichnungen zu wählen („*Druck als Funktion der Temperatur*“) und nichtssagende Bezeichnungen zu vermeiden („*Daten für Versuch 2*“, „*Diagramm 4*“, ...). M059
- Auf jede Abbildung muss im Fließtext verwiesen werden. Ist dies nicht der Fall, muss diese weggelassen werden. Das Referenzieren im Text erfolgt mit einem konsistenten Zusatz, etwa „Abbildung“ oder „Abb.“. M060

- Abbildungen – auch Diagramme – haben zusätzlich zur Abbildungsunterschrift typischerweise *keinen* eigenen Titel – auch wenn Microsoft Programme (z. B. EXCEL) beim Erstellen von Abbildungen oft einen Titel vorschlagen wollen. M061

- Abbildungen sind zentriert einzufügen. M062

- In Diagrammen ist das Einzeichnen einer Regressionsgerade nur sinnvoll, wenn sie einem physikalischen Zusammenhang gehorcht. Mit Excel etwa einfach ein Polynom höherer Ordnung durch die Datenpunkte zu legen, ist schlecht, weil es keine physikalische oder chemische Grundlage für genau diese Form der Regression gibt; siehe hierzu Abbildung 4.1. Das Einzeichnen einzelner Datenpunkte darf auch bei Benutzung einer angemessenen Regressionsfunktion nicht unterbleiben, weil es integrale Aussagen über die Qualität der Messung enthält (z. B. die Anzahl der Messpunkte). M063

- Für das Abbildungsverzeichnis ist eine Kurzbezeichnung zu wählen, die eine Zeile nicht überschreitet. Verweise und Quellen gehören nicht in das Abbildungsverzeichnis und damit nicht in die Kurzbezeichnung. M064

- In Diagrammen sind immer die Art und die Einheit der aufgetragenen Größen an der Achse anzugeben. M065

- Wenn in einem Diagramm mehr als eine Sorte Datenpunkte aufgetragen ist, ist unbedingt eine Legende anzufertigen. M066

- Die Wahl des Achsenabschnitts hat so zu erfolgen, dass ein möglichst großer Teil des Diagrammes ausgenutzt wird und relevante Informationen ideal dargestellt werden. Für einen Vergleich siehe die Abbildungen 4.1(a) und 4.2(b). M067

- Sollte es sich bei den aufgetragenen Größen um fehlerbehaftete Größen handeln, sind Fehlerbalken einzuzeichnen (siehe Abbildung 4.3). M068

- *Empfehlung:* Auch bei Diagrammen kann durch Formatierung ein ansprechenderes Ergebnis erzielt werden. So hat sich beispielsweise der „*Goldene Schnitt*“ als Verhältnis von Breite zu Höhe bewährt (i. e. Breite : Höhe = 1.618 : 1).
- *Empfehlung:* Für möglichst viele Abbildungen sollte eine konsistente Breite über die gesamte Arbeit gewählt werden, z. B. 60% der Textbreite.
- *Empfehlung:* In möglichst vielen Abbildungen sollte eine konsistente Schriftart und -größe über die gesamte Arbeit gewählt werden.
- *Empfehlung:* Zur verlustfreien Skalierung sollten möglichst nur Vektorgrafiken und keine Rastergrafiken verwendet werden.

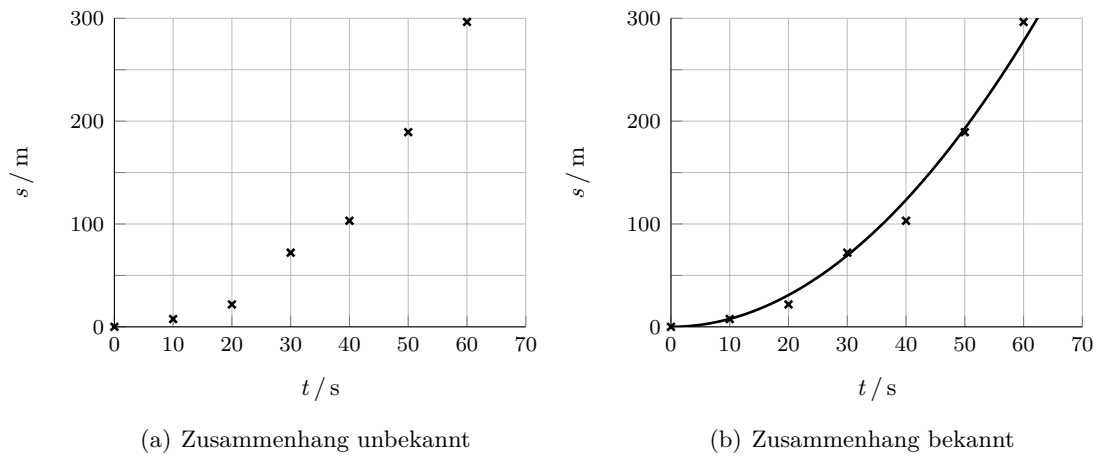


Abb. 4.1: Gute Diagramme; (a) Zusammenhang $s = t^2$ nicht bekannt, daher darf auch keine Regressionsfunktion eingezeichnet werden; (b) wird ein Zusammenhang vermutet (und schlüssig argumentiert) oder ist bekannt, darf eine Regressionsfunktion – hier eine quadratische – eingezeichnet werden.

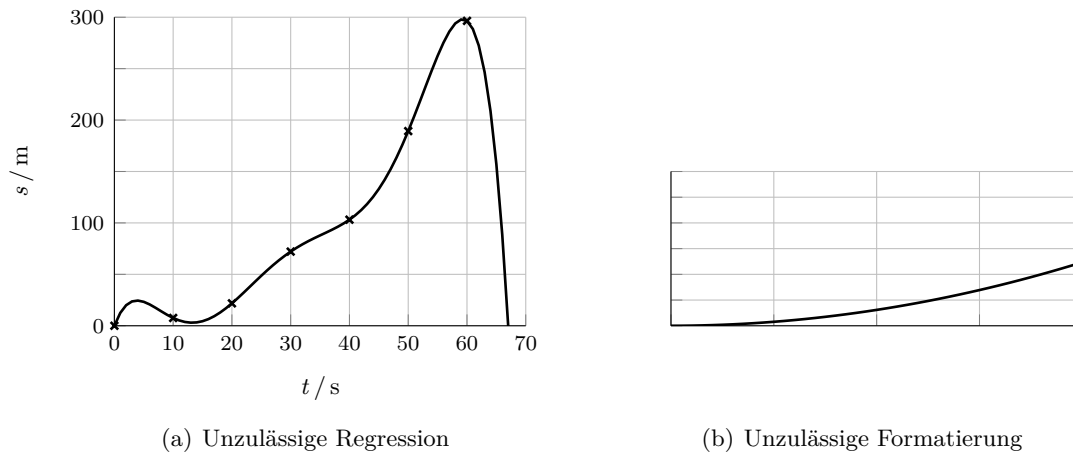


Abb. 4.2: Schlechte Diagramme; (a) stellt eine unzulässige Polynom-Regression sechsten Grades dar, solange es keinen physikalischen Grund gibt, dass der Zusammenhang $s = k_0 + k_1t + k_2t^2 + k_3t^3 + k_4t^4 + k_5t^5 + k_6t^6$ lauten sollte; (b) eine sinnlose Wahl des Darstellungsbereiches, die Datenpunkte sind unterdrückt, die Achsen weder beschriftet, noch skaliert und das Seitenverhältnis ist mehr als suboptimal; so ein Diagramm hat keinen Wert.

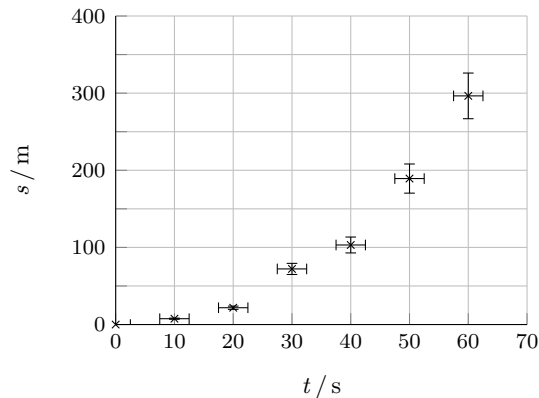


Abb. 4.3: Diagramm mit Fehlerbalken; die gemessene Zeit weist einen absoluten Messfehler von 2,5 s, der Weg einen relativen Messfehler von 10 % auf.

4.1.11 Quellenangaben

- Sinngemäße (indirekte) Zitate geben fremden Gedanken, Ausführungen, Inhalte und Argumentationsstrukturen wieder. Wenn Gedanken, Ausführungen, Inhalte, Argumentationsstrukturen, Abbildungen, Tabellen etc. aus Fremdliteratur übernommen wird, ist eine Quellenangabe zwingend notwendig. So werden eigene Gedanken und Leistungen deutlich von fremden abgegrenzt, Behauptungen gestützt und dem Leser die Möglichkeit geben, diese in der Originalquelle nachzulesen. Hier muss sich immer – wenn zugänglich bzw. wenn der Beschaffungsaufwand nicht unverhältnismäßig groß würde – auf die Originalquelle, und nicht auf Literatur in der diese zitiert wird, bezogen werden. M069
- Quellenangaben haben stets nahe zum zitierten Objekt (Satz, Bild, Tabelle, ...) zu erfolgen. M070
- **[BT/LRT/UVET/WI]** Die Zitation kann auf mehrerlei Weisen erfolgen, die gebräuchlichsten sind: M071
 - durch Angabe einer arabischen Hochzahl: Dieser Gedanke stammt nicht von mir.¹²
 - durch Angabe einer arabischen Hochzahl in eckigen Klammern: Dieser Gedanke stammt nicht von mir.^[12]
 - durch Angabe von arabischen Zahlen im Text: Dieser Gedanke stammt nicht von mir.^[12]
 - durch Angabe im Text: Dieser Gedanke stammt nicht von mir, sondern von Kurt Gödel.

Welche Art der Kennzeichnung gewählt wird, ist nicht vorgeschrieben, jedoch muss sie über die ganze Arbeit durchgehalten werden.

- [MM] Die Zitation hat nach IEEE [8–10] zu erfolgen. Sie erfolgt durch eine in eckige Klammern ([]) gesetzte arabische Zahl im Text – in der Interpunktion. Grammatisch sind diese (a) wie Fußnotenziffern, z. B. M072

as shown by Brown [4], [5]; as mentioned earlier [2], [4]–[7], [9]; Smith [4] and Brown and Jones [5]; Wood et al. [7],

oder (b) wie Substantive, z. B.

as demonstrated in [3]; according to [4] and [6]–[9],

zu behandeln. Werden bei (a) sechs oder mehr Autoren genannt, ist „et al.“ – lateinisch für „und andere“ – zu verwenden.

- Wörtliche (direkte) Zitate sind in naturwissenschaftlich-technischen Arbeiten nicht üblich und sollten nur sehr selten verwendet werden. Es ist sinnvoller, die fremden Gedanken und Ausführungen sinngemäß – als sinngemäßes (indirektes) Zitat – wiederzugeben. M073

- Kurze wörtliche (direkte) Zitate werden in den laufenden Text integriert, durch doppelte („ “) oder französische (» «)Anführungszeichen *deutlich* mit Anfang und Ende gekennzeichnet und kursiv gesetzt. M074

- Längere wörtliche (direkte) Zitate werden durch einen eigenen Absatz optisch deutlich vom laufenden Text abgehoben. Dieser wird links, und bei Blocksatz auch rechts, deutlich eingezogen und der Zeilenabstand wird verringert. M075

- Bei wörtlichen (direkten) Zitaten wird der Ausschnitt eines Textes Wort für Wort zeichengetreu wieder gegeben. Veränderungen und Auslassungen sind dabei genau zu kennzeichnen. M076

- Die Originalschreibweise – etwa alte Rechtschreibungen und anderssprachige Deimalschreibweisen – dürfen nicht verändert werden.

- Auslassungen werden durch geklammerte Auslassungspunkte – etwa [...] – gekennzeichnet.

- Eigene Ergänzungen – aus inhaltlichen oder grammatikalischen Gründen – werden [in eckige Klammern] gesetzt.

- Hinweise auf – inhaltliche oder grammatikalische – Besonderheiten werden durch [sic] – lateinisch für „so“ oder „wirklich so“ – hinter dem jeweilige Wort gekennzeichnet.

- Direkte Rede im Zitat wird durch einfache Anführungszeichen (, ‘) gekennzeichnet.

- Die Nennung der Quelle erfolgt in naturwissenschaftlich-technischen Kontexten praktisch stets in Form von Endnoten – also einer Aufzählung aller Quellen im Anhang der Arbeit. M077
- Die Reihung der Quellen folgt der, in welcher sie im Text auftauchen. M078
- Eine Quellenangabe muss mindestens folgende Informationen enthalten: M079
 - Urheber z. B. Verfasser, Herausgeber, ...
 - Titel des Werkes
 - Verlag (für Buchveröffentlichungen)
 - Journal (für wissenschaftliche Veröffentlichungen, „*Journals*“)
 - Erscheinungsjahr
 - Erscheinungsort (für Buchveröffentlichungen)
 - Auflage (Buchveröffentlichung) beziehungsweise Ausgabe (Journals)
 - Seitenzahl (für Journals)
 - Institution (betreffende Hochschule für Bachelor-, Master-, PhD-, Magister- oder Doktorarbeiten, Lehrveranstaltungsskripten, betreffende Firma bei Firmenunterlagen, betreffende Organisation bei Regierungseinheiten, NGOs oder ähnlichem)
 - Link (für elektronische Quellen)
 - Datum der Einsichtnahme (für elektronische Quellen)
 - *Empfohlen*: Digital-Object-Identifer (doi) bei elektronischen Quellen

Weitere Felder wie Untertitel und ISBN-Nummer können kontextabhängig dazukommen. Anders als in geisteswissenschaftlichen Arbeiten ist eine Zitation der genauen Seitenzahl beim Zitieren von Wissen aus Büchern nicht notwendig. Die Reihenfolge der Felder und die Form (kursiv, Kapitälchen, etc.) hat nach den Richtlinien des verwendeten Zitierstils zu erfolgen.

- **[BT/LRT/UVET/WI]** Die genaue Zitierweise ist nicht vorgeschrieben, muss aber über die gesamte Arbeit durchgehalten werden. Es gibt zahlreiche Empfehlungen von VDI, Harvard, DIN, ... M080
- **[MM]** Die genaue Zitierweise ist vorgeschrieben und hat nach IEEE [8, 10] zu erfolgen.
- *Empfehlung*: Für Benutzer der, am MCI verfügbaren, Literaturverwaltungssoftware CITAVI stehen auf SAKAI die für Abschlussarbeiten, Labor- und Projektberichte empfohlenen Zitierstile zum Download bereit.

- Internetquellen sind bzgl. ihres Inhaltes und ihrer Verfügbarkeit unbeständig. Des Weiteren lässt sich die Richtigkeit und Qualität ihres Inhaltes selten sicherstellen. Daher sind diese nur in Ausnahmefällen – etwa wenn Inhalte nur online verfügbar sind – zu verwenden und es sollte möglichst immer auf gedruckte Quellen zurückgegriffen werden. Wikipedia und ähnliche Seiten sind in keinsten Weise als Internetquelle zu nutzen und dienen bestenfalls als Ausgangspunkt einer Recherche.
- [BT/LRT/UVET/WI] Beispiele:
 - Richtig (Buch):
STREITWIESER, A. ; HEATHCOCK, C. ; KOSOWER, E. : *Organische Chemie*, 2. Auflage. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 1994
 - Falsch (Buch):
STREITWIESER: *Organische Chemie*, VCH
 - Richtig (Journal):
TORDJEMAN, Ph. ; ROBERT, C. ; MARIN, G. ; GERARD, P.: The effect of α,β crystalline structure on the mechanical properties of polypropylene. In: *The European Physical Journal E* 4 (2001), S. 459–465
 - Falsch (Journal):
Tordjeman, Ph.: Effect of α,β crystalline structure on the mechanical properties of polypropylene. EPJ 2001
 - Richtig (Lektorinnen- oder Lektoren- oder Studentinnen- oder Studentenskript):
WÜTHRICH, K.: Skriptum zur Lehrveranstaltung Nuklear-Magnet-Resonanz. ETH Zürich, 2002
 - Falsch (Lektorinnen- oder Lektoren- oder Studentinnen- oder Studentenskript):
Wüthrich: Skriptum
- [MM] Beispiele sind in [8–10] gegeben.

M081

4.2 Inhalt & Aufbau

Der Aufbau eines Laborberichtes soll gewissen Grundansprüchen genügen. Daher hat ein Laborbericht mindestens folgende Kapitel aufzuweisen, auf welche im Folgenden einzeln eingegangen wird:

M082

1. Einleitung & Aufgabenstellung

2. Versuchsaufbau & Materialien
3. Versuchsdurchführung & Methoden
4. Ergebnis & Interpretation
5. Anhänge, Verzeichnisse (Tabellen-, Abbildungs-, Symbol- und Literaturverzeichnis), Quellenangaben, etc.

4.2.1 Abschnitt „Einleitung & Aufgabenstellung“

- Dieser Abschnitt der Arbeit soll einen schnellen und groben Überblick geben: Worum geht es? Was wird bestimmt? Welcher Disziplin ist der Versuch prinzipiell zuzuordnen (Optik, Mechanik, Chemie, ...)? Solche und ähnliche Fragen sollen hier in eigenen Worten prägnant beantwortet werden. Die Leserin oder der Leser soll ein Gefühl dafür entwickeln, was sie oder ihn nun erwartet. M083
- Im Abschnitt „Einleitung & Aufgabenstellung“ sind noch keine Ergebnisse oder Resultate anzuführen. M084

4.2.2 Abschnitt „Versuchsaufbau & Materialien“

- In diesem Abschnitt soll der Leserin oder dem Leser vermittelt werden, in welcher experimentellen Umgebung der Versuch stattgefunden hat. Mit den Informationen aus den Kapiteln „Versuchsaufbau & Materialien“ und „Versuchsdurchführung & Methoden“ müsste es einer einschlägig geschulten Person möglich sein, das Experiment oder den Versuch zu wiederholen. M085
- Von großer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang eine *Versuchsskizze*. Diese soll sauber beschriftet sein und sonst den Anforderungen an Abbildungen und Diagramme (Seite 28) genügen. Beispiele stellen die Abbildungen 4.4(a) und 4.4(b) dar. M086
- Verwendete Materialien (Lösungsmittel, Säuren, etc.) müssen hier deklariert werden. Dabei ist eine Angabe der Konzentration unerlässlich, eine Angabe einer Summenformel sehr hilfreich. Trivialnamen sind, wenn schon nicht zu vermeiden, doch wenigstens von einem systematischen Namen zu begleiten, außer es handelt sich um breitest akzeptierte Bezeichnungen (z. B. ist Essigsäure anstelle von Ethansäure zulässig). M087

- Auch hier ist davon auszugehen, dass die Angaben eine möglichst effiziente und genaue Nachstellung des Versuches erlauben sollen. Daher sind die Angaben idealerweise so genau als möglich zu machen (Größe von Gefäßen, Reinheit von Substanzen, Präzision von Geräten, etc.).
- *Empfehlung*: Idealerweise wird zwischen Reagenzien, „gewöhnlichen“ Arbeitsgeräten wie Bechern, Spritzen oder ähnlichem und „Großgeräten“ oder „Messgeräten“ unterschieden.

M088

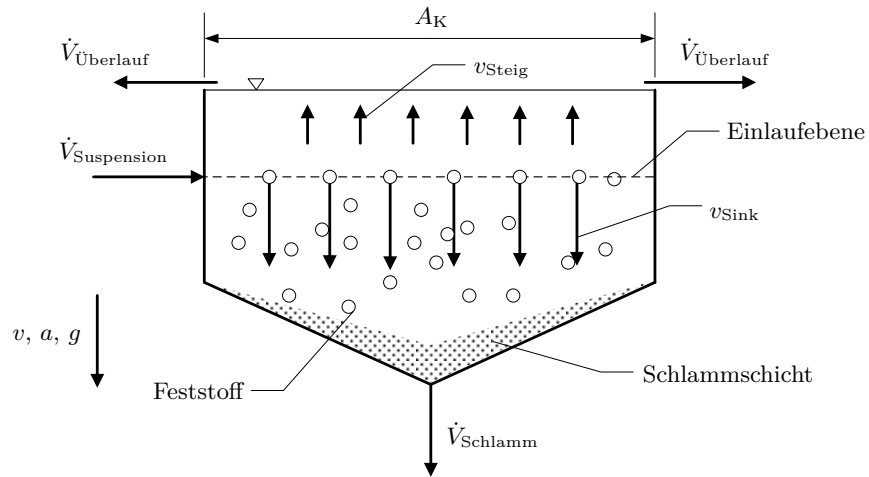
- Beispiele:

- Richtig:

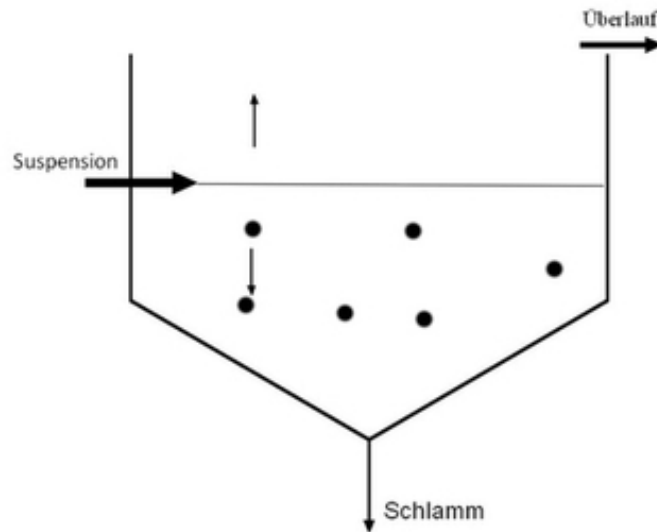
Arbeitsutensilien		
1	Bürette	50 ml
5	Bechergläser	500 ml
1	Vollpipette	5 ml
1	Vollpipette	50 ml
1	Wasserstrahlpumpe	
Reagenzien		
100 ml	Na ₂ S ₂ O ₃ -Lsg.	0,1 mol/l
200 ml	H ₂ SO ₄ -Lsg.	3,0 mol/l
5 g	KI (fest)	(Reinheit: 99,99%)
	H ₂ O	(deionisiert)
Geräte		
1	Drehschieberpumpe	(UL+, Pfeiffer)
1	Federwaage	(Präz.: ± 0,1 g)
1	Tokamakreaktor	(ITER)

- Falsch:

Bürette
Fixiersalzlösung
Bechergläser
Wasser
Pumpen
Waagen
Schwefelsäure
Vollpipette
Reaktor
Kaliumiodid



(a) Schematische Darstellung eines Sedimenters zum Klären einer Suspension. Dabei ist \dot{V} der Volumenstrom, v ist jeweils die Geschwindigkeit des Fluides oder der Partikel, A_K ist die Größe des Sedimenters, a ist die Beschleunigung der Partikel und g die Erdbeschleunigung ($9,81 \text{ m s}^{-2}$).



(b) Skizze Laborversuch.

Abb. 4.4: Vergleich zwischen einer guten und einer schlechten Versuchsskizze. Während in Abbildung (b) die wenigsten Elemente beschriftet sind, sind in Abbildung (a) alle Elemente bezeichnet. Es ist zum Beispiel nicht ersichtlich, was der Pfeil nach oben in Abbildung (b) bedeuten soll. Außerdem wird in Abbildung (b) die Schriftart gewechselt, es werden verschiedene Pfeilgrößen verwendet, die Bildunterschrift ist nichtssagend und, da keine Vektorgrafik verwendet wurde, ist die Auflösung schlecht.

4.2.3 Abschnitt „Versuchsdurchführung & Methoden“

- Es ist von überragender Wichtigkeit, hier zu protokollieren, was *tatsächlich* gemacht wurde und nicht, was in der Laboranleitung *vorgesehen* gewesen wäre. Kommt es hier zu Abweichungen, sind diese genau zu erfassen. Ebenso sind alle besonderen Vorkommnisse (Bedienungsfehler, etc.), von welchen man annehmen kann, dass sie Einfluss auf die Messergebnisse haben könnten, hier zu notieren. M089
- Trivialitäten sollen nicht erwähnt werden, beziehungsweise müssen weggelassen werden. Beispiele hierfür sind: M090
 - „Bei der Messung muss darauf geachtet werden, keinen Fehler zu machen.“ (Gilt allgemein)
 - „Die Waage wurde mittels der Taste ‚Tara‘ auf Null gestellt.“ (Der Wägeprozess darf als bekannt vorausgesetzt werden)
 - „Die Daten wurden von einer Person des Teams notiert.“ (Trivial)
- Diese Sektion der Arbeit soll kurz erklären, *wie* die Messung vor sich gegangen ist, aber auch, *warum* (aufgrund welcher Gesetze, Regeln, etc.) sie funktioniert hat. Zentrale Formeln sollen hier erwähnt und in ihrer Bedeutung für die Messung diskutiert werden. M091
- Herleitungen von Formeln (außer von Formeln, die zum Zwecke der Messung aus bekannten abgeleitet wurden), Historisches zur Entwicklung von Methoden oder Geräten („Das erste Rastertunnelmikroskop wurde 1981 von Binning und Rohrer in Betrieb genommen.“), Hintergrundwissen („Mit dieser Methode kann auch die Reinheit von menschlichem Blut bestimmt werden.“) oder ähnliches haben *nicht* angeführt zu werden. M092
- In diesem Abschnitt muss klar und deutlich dargelegt werden, wie sich das Ergebnis aus den Messdaten berechnet. Dazu ist eine Beispielrechnung mit vollständigem Rechenweg darzustellen (siehe Abschnitt 4.2.7). M093

4.2.4 Abschnitt „Ergebnis & Interpretation“

- Unter diesem Abschnitt werden alle relevanten Messdaten und abgeleitete Daten in Form von Tabellen, Diagrammen oder ähnlichem dargestellt. M094
- Es ist wichtig, dass *alle* Ergebnisse dargestellt sind – wenn ein Versuch drei mal wiederholt wurde, sind alle Durchläufe darzustellen und auszuwerten. Würde das Kapitel dadurch zu stark aufgeblasen, beziehungsweise ist der erklärende Nutzen gering, können Tabellen in den Appendix oder Anhang ausgelagert, dürfen jedoch *niemals* unterschlagen werden. M095

- Es soll nicht nur eine Angabe des Ergebnisses erfolgen, sondern auch eine reflektierte Diskussion und Interpretation desselben. Es gilt also, Fragen wie die folgenden zu stellen: M096
 - Was bedeutet dieses Ergebnis für das Verhalten des Systems?
 - Ist das Messergebnis konsistent mit dem, was man aus der Theorie erwartet?
 - Falls nein, woher könnten Abweichungen zur Theorie stammen?
 - Welche Einflüsse könnten das Messergebnis verfälschen und lässt sich die ungefähre Größe dieser Störungen abschätzen? (Wenn also als Erklärung für eine Abweichung zum Beispiel „*Ablesefehler beim Titrieren*“ herangezogen werden, lässt sich abschätzen, wie groß diese ungefähr sein könnten und sich damit überschlagen, ob sie tatsächlich als Grund in Frage kommen, etwa in dem man die Rechnung unter Mitnahme eines großzügigen Fehlers wiederholt und feststellt, wie stark das Ergebnis sich ändert.)
 - ...

4.2.5 Abschnitt „Verzeichnisse“

- Die Verzeichnisse sind nach den in diesem Dokument verschriftlichten Regeln zu erstellen. M097

4.2.6 Abschnitt „Anhänge“

- Die Anhänge sind nach den in diesem Dokument verschriftlichten Regeln zu erstellen. M098
- Typischerweise sind etwa komplexe Nebenrechnungen oder sehr umfangreiche tabellari-sche Aufzählungen von Experimentaldaten in Anhänge „auszulagern“. Auf alle solcherart „ausgelagerte“ Informationen ist im betreffenden Hauptkapitel zu verweisen.

4.2.7 Rechenweg

- Bei jedem Berechnungsschritt ist *immer und unter allen Umständen* anhand eines Beispiels zu zeigen, wie die Berechnung erfolgt ist. Das hat den doppelten Sinn, einerseits eine saubere Protokollierung der Berechnung zu gewährleisten, andererseits auch die nachträgliche Auffindung von Fehlern bei der Korrektur zu erleichtern. M099
- Die Beispielberechnung kann im Kapitel „Versuchsdurchführung & Methoden“, „Ergebnis & Interpretation“, in einem eigenen Kapitel oder im Anhang erfolgen. M100
- Die Berechnung hat unter Berücksichtigung aller Einheiten zu geschehen. M101

- Beispiel:

- Richtig:

Berechnung der Gleichgewichtskonstanten:

Ansatz mit Daten aus Messung # 1 in Tabelle 4.14:

$$K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}}{[\text{Fe}^{3+}][\text{SCN}^-]} \quad (4.5)$$

$$= \frac{\overbrace{[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}}}{\left([\text{Fe}(\text{SCN})]_{\text{Start}}^{2+} + x\right) \left([\text{Fe}^{3+}]_{\text{Start}} - x\right) \left([\text{SCN}^-]_{\text{Start}} - x\right)}$$

$$x = \left[\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}\right]_{\text{Start}} - \left[\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}\right] \quad (4.6)$$

$$= 5,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} - 0,000 \text{ mol/l}$$

$$x = 5,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$K = \frac{0,000 \text{ mol/l} + 5,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}}{(0,0064 \text{ mol/l} - 5,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l})(0,001 \text{ mol/l} - 5,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l})} \quad (4.7)$$

$$= \frac{5,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}}{(5,885 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l})(4,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l})}$$

$$K \approx 1801/\text{mol}$$

- Falsch:

Berechnung der Gleichgewichtskonstanten:

Die Gleichgewichtskonstante wurde berechnet: $K = 0,81$.

- Der Rechenweg muss jeweils nur *einmal* ausführlich vorexerziert werden. Die restlichen Berechnungen können ohne weitere Protokollierung des Weges durchgeführt werden, sofern sie analog erfolgen.

Tab. 4.14: Messergebnisse der Konzentrationsbestimmung von $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ mittels Photometrie.

Startkonzentrationen				Endkonzentration
#	Fe^{3+} mol/l	SCN^- mol/l	$[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ mol/l	$[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ mol/l
1	0,00640	0,0010	0,0000	$5,15 \cdot 10^{-4}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots

4.3 Plagiate und Autorschaft

Bei der Erstellung einer jeden wissenschaftlichen Arbeit ist *lege artis* vorzugehen und wissenschaftliches Fehlverhalten zu vermeiden. Es kommt leider immer wieder vor, dass Studierende – wissentlich und unwissentlich – *Plagiate* als Arbeiten einreichen. Dies kann *weitreichende* Konsequenzen haben – ein Plagiat ist laut Bildungsvertrag ein sofortiger Ausschlussgrund aus dem Studium. Plagiate werden auch im wissenschaftlichen Betrieb nicht als Bagatelle oder Kavaliersdelikt gesehen, sondern als krasser Verstoß gegen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis. Es sind dabei mehrere Arten von Plagiaten zu unterscheiden, die alle gleichermaßen harte Vergehen darstellen und als solche geahndet werden:

- **Vollplagiat:** Übernahme kompletter Abschnitte (es reichen Absätze, es muss nicht die ganze Arbeit betroffen sein) aus der Originalquelle ohne entsprechenden Hinweis. M102
- **Verschleierung:** Umformulierung oder Paraphrasierung, um eine übernommene Textstelle unkenntlich zu machen. M103
- **Strukturplagiat:** Übernahme der Struktur einer Arbeit, zum Beispiel Aufzählungen, Tabellen, usw. M104
- **Übersetzungsplagiat:** Übersetzung ganzer Textstellen oder Sätze ohne Hinweis auf die Originalquelle. M105
- **Teilplagiat:** Übernahme einzelner Sätze oder Formulierungen aus der Originalquelle ohne entsprechenden Hinweis. M106
- **Selbstplagiat:** Übernahme von selbstverfassten Teilen aus anderen Arbeiten, ohne darauf hin zu weisen. M107

Um erst gar nicht in die Gefahr eines Plagiates zu kommen, ist es empfehlenswert, immer zeitnahe die entsprechenden Zitate einzuführen. Dabei müssen *alle* Quellen genannt werden, darunter M108

Bücher, Paper, Skripten von Lektorinnen und Lektoren, Skripten von Studentinnen und Studenten, Laborberichte von Kommilitoninnen und Kommilitonen, etc. Auch muss klar ersichtlich sein, worauf sich eine Quellenangabe bezieht. Wurde ein ganzer Absatz sinngemäß aus einem Werk übernommen, so genügt es *nicht* nach dem letzten Satz eine Zitation durchzuführen, da sich diese ja auch nur auf den letzten Satz beziehen könnte. Hier ist es sinnvoll diese explizit im Text durchzuführen („Folgender Absatz nach Quelle [7]“, „Die folgende Darstellung lehnt sich an das Buch *Atom- und Quantenphysik* von Haken und Wolf (Quelle 16) an.“, ...).

Bei Laborberichten gibt es oft mehrere Autorinnen und Autoren. Es muss eindeutig aus dem Deckblatt hervor gehen, wer als Autorin oder Autor der Arbeit gilt. Bei Unklarheit über diese Tatsache muss die Bearbeitung und Korrektur der Arbeit unterbleiben, bis die Studierenden die Sachlage geklärt haben. Wurde eine Arbeit von mehreren Personen verfasst, so sind *alle* für die *gesamte Arbeit* verantwortlich – ist etwa ein Kapitel der Arbeit plagiiert, so gilt die ganze Arbeit als Plagiat und *alle* Personen müssen die Konsequenzen tragen.

M109

Symbolverzeichnis

Symbole

R	Ideale Gaskonstante (8.314...)	$\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
K	Gleichgewichtskonstante	variabel
n	Stoffmenge	mol
s	Weg	m
T	Temperatur	K
t	Zeit	s
V	Volumen	m^3
W	Arbeit	J

Abbildungsverzeichnis

4.1	Vergleich: Gute Diagramme	30
4.2	Vergleich: Schlechte Diagramme	30
4.3	Diagramm mit Fehlerbalken	31
4.4	Vergleich: Gute und schlechte Versuchsskizze	38

Tabellenverzeichnis

3.1	MCI Notenschlüssel	13
4.1	SI-Basiseinheiten	19
4.2	SI-Vorsätze	20
4.3	Beispiele von Pegeldefinitionen mit verschiedenen Bezugsgrößen	22
4.4	Beispiel für die richtige Beschriftung von Tabellenköpfen	23
4.5	Richtige Beschriftung von Tabellenköpfen und Koordinatenachsen	23
4.6	Falsche Beschriftung von Tabellenköpfen und Koordinatenachsen	23
4.7	Vergleiche von Tabellen: Ungekürzte Form	24
4.8	Vergleiche von Tabellen: Richtig I	24
4.9	Vergleiche von Tabellen: Richtig II	24
4.10	Vergleiche von Tabellen: Falsch I	24
4.11	Vergleiche von Tabellen: Falsch II	24
4.12	Vergleiche von Tabellen: Eine gute Tabelle	28
4.13	Vergleiche von Tabellen: Eine schlechte Tabelle	28
4.14	Messergebnisse der Konzentrationsbestimmung von $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ mittels Photometrie.	42

Literaturverzeichnis

- [1] C. Strabler, *Lehrveranstaltungsskript „Allgemeines und anorganisches Praktikum“*. Management Center Innsbruck, Std., 2012.
- [2] Bureau international des poids et mesures, *Le Système international d’unités – The International System of Units*, Std., 8. Ausgabe, 2006.
- [3] Amts- und Mitteilungsblatt der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig und Berlin, *Themenschwerpunkt: Das Internationale Einheitensystem (SI)*, Std., 117. Jahrgang, Heft 2, Juni 2007.
- [4] DIN 1338:2011-03, *Formelschreibweise und Formelsatz*, Std., International Organization for Standardization, Genf, Schweiz, 2011.
- [5] Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG, *Der korrekte Umgang mit Größen, Einheiten und Gleichungen*, Std., Version 3.0, 2011.
- [6] —, *Correct usage of quantities, units and equations*, Std., Version 3.0, 2012.
- [7] S. Brandt, *Datenanalyse für Naturwissenschaftler und Ingenieure: Mit statistischen Methoden und Java-Programmen*, 5th ed., ser. Lehrbuch. Berlin: Springer Spektrum, 2013.
- [8] IEEE, *IEEE Citation Reference*, Std., 2009.
- [9] —, *IEEE Citation Style Guide*, Std., 2014.
- [10] —, *IEEE Editorial Style Manual*, Std., 2008.