

Diese Arbeit wurde vorgelegt am Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik
The present work was submitted to Chair of Chemical Process Engineering

Titel der Arbeit
Title of thesis

Projektarbeit
Project-Thesis

von / presented by
Nachname, Vorname (Matr.Nr.)

Betreuer*in / Supervisor
Name Betreuer*in

Prof. Dr.-Ing. Matthias Wessling

Abstract

Aufgabenstellung

Artificial Intelligence (AI) Statement

This thesis has been partially rewritten using an artificial intelligence (AI) model to improve readability. All ideas, considerations, and content are original and created by the author. Therefore, AI systems are not concerned with intellectual property. The AI usage rules stipulated by the Faculty of Mechanical Engineering of RWTH Aachen University on July 29, 2025, have been fully satisfied.

Contents

| | |
|---|-----------|
| 1 Wegweiser zu den wichtigsten Latexstrukturen | 1 |
| 1.1 Tabellen | 1 |
| 1.2 Mathematische Formeln | 3 |
| 1.3 Chemische Formeln | 4 |
| 1.3.1 Trifluoroessigsäure (TFA) | 4 |
| 1.3.2 Dichlormethan (DCM) | 5 |
| 1.4 Bilder | 5 |
| 1.5 Fußnoten | 6 |
| 1.6 Graphen und Zeichnungen | 7 |
| 1.7 Internetadressen | 7 |
| 1.8 Listen | 8 |
| 1.9 Gliederung | 9 |
| 1.9.1 Abschnitte | 9 |
| 1.10 Umgebungen | 9 |
| 1.10.1 Referenzen | 10 |
| 1.11 Hinweise zum Literaturverzeichnis | 10 |
| 2 Wissenschaftliches Schreiben | 12 |
| 2.1 Schreibstil | 12 |
| 2.2 Struktur von Text und Graphen | 12 |
| 2.3 Gliederung | 14 |
| 3 Einleitung | 20 |
| 4 Theoretischer Hintergrund | 21 |
| 5 Hypothese | 22 |
| 6 Material und Methoden | 23 |
| 7 Ergebnisse und Diskussion | 24 |
| 8 Zusammenfassung und Ausblick | 25 |
| Bibliography | 26 |
| List of Figures | 27 |

| | |
|-----------------------|-----------|
| Contents | VI |
| List of Tables | 28 |
| A Anhang | 29 |

1 Wegweiser zu den wichtigsten Latexstrukturen

1.1 Tabellen

Damit man sich die Einbettung der Tabelle im Text besser vorstellen kann, steht hier ein wenig Text. Eine Tabelle könnte folgendermaßen aussehen:

Table 1.1: So könnte eine Beispieltabelle aussehen

| Fahrzeugtyp | Hersteller | Modell |
|---------------|------------|---------|
| Sportwagen | Porsche | 911 GT2 |
| | Ferrari | Enzo |
| Kleinwagen | Volkswagen | Polo |
| | | Lupo |
| Familienwagen | Ford | Mondeo |
| | BMW | 525d |

Unter der Tabelle geht es dann weiter mit dem Text. Es gibt auch noch andere Möglichkeiten für Tabellen. Zum Beispiel kann man Zellen zusammenfassen:

Komplexere Beispieltabelle unter Benutzung des array-Packages:

Eine Tabelle mit dem booktabs-style (Die zwei folgenden Beispiele stammen aus dem Internet (http://www.unix-ag.uni-kl.de/~fischer/blog/20070411_Tabellen_in_LaTeX/), ich hatte keine Lust mir einen neuen Text auszudenken und die Lösung für das Multirow-Problem wollte ich auch nicht neu erfinden)

Dann sieht die Tabelle wie folgt aus:

Table 1.2: Das ist eine schöne Tabelle. Damit die Tabelle, wie allgemein üblich eine Überschrift und keine Unterschrift bekommt, muss der *caption*-Befehl oberhalb der Tabellenbefehle, aber innerhalb der *table*-Umgebung stehen. Schreibt man den *caption*-Befehl unterhalb der *tabular*-Umgebung, so erscheint auch einen Unterschrift (wie bei Abbildungen üblich)

| Author | Title | Year |
|-----------------|--------------------------------------|------|
| Philip K. Dick | Minority Report | 1956 |
| | Do Androids Dream of Electric Sheep? | 1968 |
| | A Scanner Darkly | 1977 |
| Neal Stephenson | Snow Crash | 1992 |
| | The Diamond Age | 1995 |
| | Cryptonomicon | 1999 |

Tabellen bei denen sich in einigen Spalten Text und in anderen Spalten Matheformeln befinden, definiert man am besten unter Benutzung des array-Paketes. Hier lässt sich am Anfang bzw. Ende einer Zelle ein beliebiger Text einfügen. das funktioniert mit „\{Text\}“ bzw. „\{Text\}\“. Statt einem Text kann man nun einfach jeweils ein \$ einfügen und hat so eine Mathe-Spalte. Wenn man immer zwischen zwei Spalten einen bestimmten Text wie z.B. ein „=“ haben will, kann man das durch „\{=\}“ erhalten. Verschönerungen wie zusätzliche Abstände etc. kann man ebenfalls einplanen.

Hier noch ein einfaches Beispiel:

| | |
|----------|--|
| Formel 1 | $\alpha = 7 \cdot \beta$ |
| Formel 2 | $\begin{aligned} x^2 &= \alpha + \beta \\ &= 8 \cdot \alpha \end{aligned}$ |

HINWEIS: Ein sehr hilfreiches Tool zum Erstellen von Exceltabellen ist das Excel-Plugin „Excel2Latex“. Damit lassen sich Tabellen sehr einfach von Excel in den Latex-Code transferieren.

1.2 Mathematische Formeln

Einzelne Formeln werden über eine *Equationumgebung* eingebunden

$$\alpha = \beta \cdot \gamma + \delta \quad (1.1)$$

Mehrere Formeln können mit der *align-Umgebung* ausgerichtet werden:

$$\begin{aligned} \delta &= \alpha - \beta \cdot \gamma & d &= f + q \\ \gamma &= \frac{\alpha - \delta}{\beta} \end{aligned} \quad (1.2)$$

Die Nummerierung in den *equation-* und *align-Umgebungen* kann durch *equation** bzw. *align** unterdrückt werden.

In Gleichung 1.2 kann man sehen, wie man mit der *align-Umgebung* Formeln anordnen kann. Grundsätzlich werden, wie bei Abbildungen und Tabellen auch Formeln durchnummiert. Wenn das nicht gewünscht ist, also z.B. im obigen Gleichungsarray, die zweite Gleichung nur eine Umformung der ersten ist, reicht ein *\nonumber* vor dem Umbruch *\backslash\backslash* um eine Nummerierung zu unterdrücken. Wenn man die gesamte Nummerierung unterdrücken möchte, fügt man dem Befehl einfach ein * hinzu, man verwendet also z.B. *\begin{align*}*. Abgesetzte Formeln ohne Nummerierung können auch mit den Befehlen *\[* und *\]* erzeugt werden.

Selbstverständlich können auch im laufenden Text Formeln wie $\cos^2 x + \sin^2 x = 1$ eingebunden werden.

Einheiten werden in Mathematikumgebungen mit *\mathrm{mathrm}* im Gegensatz zur restlichen Formel und Formelzeichen **nicht** kursiv dargestellt:

$$l * b = A \quad (1.3)$$

$$5\mathrm{m} \cdot 2\mathrm{m} = 10\mathrm{m}^2 \quad (1.4)$$

1.3 Chemische Formeln

Um chemische Formeln sinnvoll zu setzen gibt es das Paket *mhchem*. Dieses Paket stellt die für chemische Reaktionen nötigen Reaktionspfeile zur Verfügung und setzt chemische Formeln in nicht kursiven Buchstaben.

Das mhchem-Paket kann chemische Formeln wie dieses hier $|\nu_A| A + |\nu_B| B \xrightleftharpoons[\text{unten}]{\text{oben}} |\nu_P| P + |\nu_Q| Q$ in den Text einbinden. Die Gleichungen werden am Zeilenende umgebrochen, das ist nicht immer schön.

Außerdem kann man die Befehle auch im Mathemodus einbinden und so die Gleichungen mit durchnummerieren.

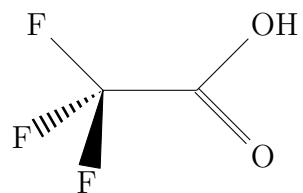
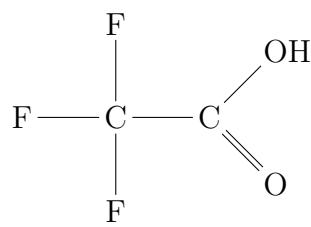
$$|\nu_A| A + |\nu_B| B \xrightleftharpoons[\text{unten}]{\text{oben}} |\nu_P| P + |\nu_Q| Q \quad (1.5)$$

Weitere Möglichkeiten zu dem Package findet man in der ausführlichen Dokumentation.

Wenn man organische Moleküle in ihrer Struktur zeichnen will, bietet sich das Package *chemfig* an. Die etwas komplizierte Benennung der Winkel entnimmt man am besten wieder der Dokumentation. Im Folgenden zwei Beispiele:

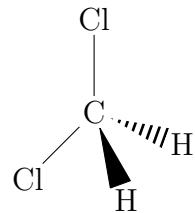
1.3.1 Trifluoroessigsäure (TFA)

Formel: $C_2HF_3O_2$



1.3.2 Dichlormethan (DCM)

Formel: CH_2Cl_2

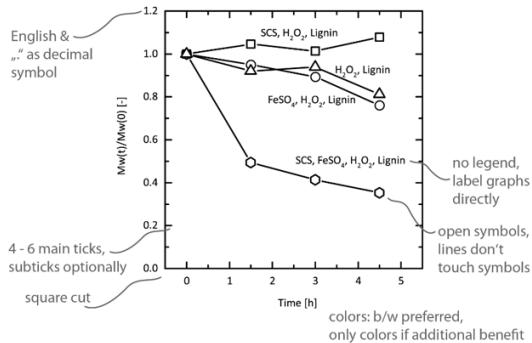


1.4 Bilder

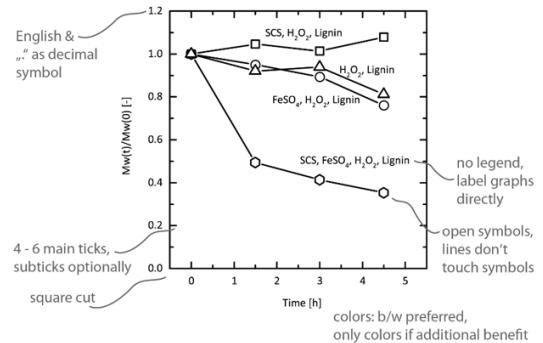
Bilder werden mit Hilfe der "figure"-Umgebung eingebunden. Dabei kann die Breite festgelegt werden. Es empfiehlt sich, hier keine absoluten Werte in Zentimetern anzugeben, sondern Bezug auf die Textbreite zu nehmen. Das folgende Bild wurde mit 30 Prozent der Textbreite eingebunden, 0.3\textwidth . Alternativ kann man die Größenangabe weglassen und das Bild in Originalgröße einbinden, die Texthöhe (textheight) oder cm-Angaben verwenden.



Figure 1.1: Testbild



(a)



(b)

Figure 1.2: Graphen für Ergebnisse werden mit Origin erstellt. Ein Tutorial kann unter https://cvtwiki.avt.rwth-aachen.de/wiki/doku.php?id=sop:data_management:origin gefunden werden. Achtung, der Link lässt sich nur aus der pdf öffnen, wegen des ...

Mögliche Bildformate sind *.jpg, *.png, *.gif, *.pdf.

Das Einbinden von Bildern erfolgt mit der `\begin{figure}... \end{figure}`-Umgebung als sogenanntes Float-Element, mit dem die Position von Latex selber angepasst werden kann. Die Option [H] zwingt das Float-Element genau an die stelle im Text an der das Element im Quelltext eingebunden wurde.

1.5 Fußnoten

Ein kurzer Beispieltext mit Fußnoten:

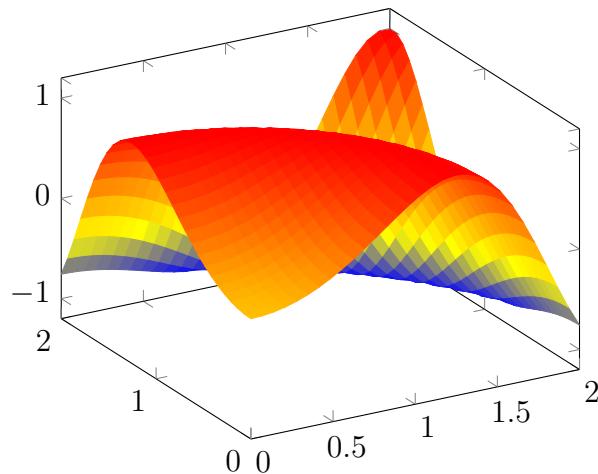
Grundsätzlich gilt: Ein Blick in die Literatur spart viel mehr Zeit als sie kostet! Und damit sie noch weniger Zeit kostet, sind die wichtigsten Wege zur Recherche und Beschaffung von Literatur an der RWTH im AVT-Wiki¹ zusammengestellt. Die angegeben Informationsquellen stellen nur eine Übersicht über die Möglichkeiten dar und haben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, können aber mit Hilfe aller Nutzer diesen Zustand anstreben. Zu finden ist der Wegweiser zur Literaturbeschaffung auf <https://wiki.avt.rwth-aachen.de> zu finden.²

¹Wikis haben den Vorteil das sie kontinuierlich verbessert werden können, während dieses Dokument doch eher statischer Natur ist

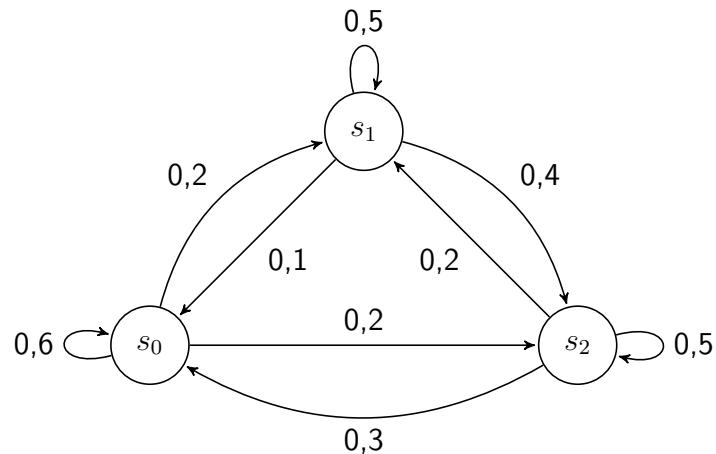
²Diese URL ist nur an Institutsrechnern oder über den entsprechenden Login erreichbar

1.6 Graphen und Zeichnungen

Graphen können ohne viel Aufwand mit PGFplots erstellt werden. Beispiele gibt es unter <http://pgfplots.sourceforge.net/gallery.html>.



Zeichnungen können unkompliziert mit Tikz angefertigt werden. Siehe <http://www.texample.net/tikz/examples/>.



1.7 Internetadressen

Abhilfe bei (fast) allen Problemen bietet der Befehl *url*:

<https://avt.rwth-aachen.de>

Dann sollte ein Zeilenumbruch erfolgen. Achtung, auch hier gibt es ein Sonderzeichen, das Probleme machen kann und das ist das %, da man damit in L^AT_EX den Rest der Zeile auskommentiert. Hier muss man wieder \% schreiben.

1.8 Listen

Hier sei zunächst auf einige nützliche Zusammenstellungen von Stoffdaten verwiesen, um das Einfügen einer unnummerierten Liste zu demonstrieren:

- Eine sehr gute Übersicht findet man auf den Seiten des **National Institute of Standards and Technology** (www.nist.gov) unter Information for Researchers.
- **Perry's Chemical Engineers' Handbook**, Kapitel 2 (IVT-Bibliothek)
- **CRC Handbook of Chemistry and Physics** (IVT-Bibliothek)
- **Handbook of Electrolyte Solutions** (zweibändig, unter Signatur E7146 im Großen Lesesaal der HSB)
- **Gmehling-Onken**, Sammlung Thermochemischer Stoffdaten, vor allem Gas-Flüssig Gleichgewichte (mehrbandig, unter Signatur E0218 im Großen Lesesaal der HSB sowie in der Bibliothek der AVT.TVT)
- In der Chemiebibliothek in der Prof.-Pirlet-Str. finden sich weitere Material- und Datensammlungen. Das Stöbern lohnt sich.
- Im Programmpaket **ASPEN Plus** ist eine umfangreiche Stoffdatenbank integriert, die auch unabhängig von einer Prozesssimulation abgefragt werden kann.
- 1. **Selbstverständlich können Listen auch geschachtelt werden**
 2. Nummerierte Listen sind auch möglich, nur heißt dann die Umgebung nicht "itemize" sondern "enumerate"

1.9 Gliederung

Wichtig ist nicht nur die technisch richtige Gliederung in Tex, sondern auch das richtige bezeichnen in der Arbeit. So heißt dieses Kapitel "Wegweiser zu den wichtigsten Latexstrukturen" und sollte auch so benannt werden.

Ist das Unterkapitel "Gliederung" gemeint, sollte es bei Verweisen auch so genannt werden. Gleiches gilt für

1.9.1 Abschnitte

Abschnitte

Unterabschnitte

Unterabschnitte und

Absätze Absätze

Diese Gliederungseinheiten können übrigens auch im Code mit einem * hinter dem Namen versehen werden. Dann wird eine Nummerierung unterdrückt und die Überschrift nicht im Inhaltsverzeichnis gelistet. Sinn macht das aber nur bei Kapiteln, Unterkapiteln und Abschnitten, da nur diese nummeriert werden.

1.10 Umgebungen

Tabellen, Bilder und Gleichungen werden in Latex in der Regel in Umgebungen geschrieben. Bei Tabellen und Bildern enthalten diese oft den \caption[x]{y}-Befehl. y steht in diesem Fall für die Bild-/Tabellen Unter- bzw. Überschrift, abhängig davon, ob der Befehl in der Umgebung vor oder nach dem Objekt steht.

x ist optional und steht für eine Kurzbeschreibung, falls y zu lang für das Abbildungs- oder Tabellenverzeichnis ist.

1.10.1 Referenzen

Um auf bestimmte Textstellen oder Objekte zu verweisen, bedient man sich in Latex sogenannter Labels und Referenzen. Ein Label wird mit dem Befehl `\label{name}` gesetzt. Der Name sollte hier möglichst intuitiv gesetzt werden. Es ist sinnvoll hier auch den Typ des verwiesenen Objektes einzubeziehen, z.B. ist es empfehlenswert den Namen bei Gleichungen mit "eqn:" zu beginnen, bei Bildern mit "fig:" und bei Tabellen mit "tab:".

Sehr wichtig ist, dass bei Bildern und Tabellen die `\label`-Anweisung unmittelbar auf die `\caption`-Anweisung und bei Gleichungen noch in derselben Zeile steht, da sonst auf die Textstelle statt auf das Objekt verwiesen wird.

Neben den nummerierten Referenzen mit `\ref{name}`, wie z.B. auf Gleichung 1.2, ist mit `\pageref{name}` der Hinweis möglich, dass besagte Gleichung auf Seite 3 zu finden ist. Besonders interessant ist der Befehl `\eqref{name}` für mathematische Gleichungen, da hier automatisch die Klammern um die Referenznummer mitgesetzt werden.

1.11 Hinweise zum Literaturverzeichnis

Die für das Literaturverzeichnis verwendeten Daten, werden in einem externen file mit der Endung .bib gespeichert. Diese Datei kann theoretisch in jedem Texteditor erstellt und bearbeitet werden, solange man sich an die vorgegebene Syntax hält. Einfacher ist die Verwendung des Open Source Tool *JabRef*, das eine Maske mit Feldern bereitstellt, bei denen auch vorgegeben ist, welche Angaben benötigt werden und welche nicht unbedingt. Außerdem kann man in JabRef auch Zusatzinformationen wie den Abstract der Paper speichern und die Literatur verwalten.

Das zitieren erfolgt über den sogenannten Bibtex-Key mit dem Befehl `\cite{BibtexKey}`. Das Literaturverzeichnis wird automatisch nach **zweimaligem** kompilieren aktuell erstellt (Beim ersten Kompilieren werden die Daten der .bib-Datei ausgelesen und beim zweiten Kompilieren wirklich verknüpft).

Und so sieht das dann praktisch aus: Das hier ist eine sehr interessante Quelle [1], man sollte aber auch dieses Paper unbedingt gelesen haben [2]. Dabei ist die auto vervollständigen Funktion vom TeXnicCenter durchaus hilfreich. Wenn man einen der Befehle `\cite` oder `\ref`

verwendet, bekommt man nach dem Tippen der ersten Zeichen des Keys Vorschläge, die man mit Strg + Leertaste annehmen kann.

2 Wissenschaftliches Schreiben

2.1 Schreibstil

Ein wissenschaftlicher Text sollte in der Lage sein, komplexe Themen verständlich zu vermitteln. Sätze und Formulierungen sind hierfür möglichst kurz und klar zu gestalten. Vermeiden Sie unnötige Informationen und Wörter. Alle Wörter, die ausgelassen werden können, ohne den Sinn zu verändern, sollten ausgelassen werden. Der Sprachstil ist sachlich zu halten; ein Spannungsaufbau sollte nicht stattfinden. Verwenden Sie nach Möglichkeit Aktiv anstatt Passiv. Speziell im Englischen macht es den Text lebendiger:

- Passiv: "Der Katalysator ist auf der Nickelelektrode aufgebracht."
- Aktiv: "Die Elektrode besteht aus einer mit Katalysator beschichteten Nickelplatte."

Verwenden Sie das Präsens für allgemeine Informationen, Bezug auf Graphen oder Abbildungen, sowie bei der Interpretation von Ergebnissen und das Präteritum für das Zitieren von Forschungsergebnissen und bei Bezug auf eigene Messungen und Ergebnisse (z.B. "...wurde gemessen."). Achten Sie zudem auf eine einheitliche Wortwahl. Sprechen Sie beispielsweise nicht abwechselnd von "Mikrogelen", "Hydrogelen" oder "Partikeln", sondern beschränken Sie sich auf einen dieser Begriff.

2.2 Struktur von Text und Graphen

Bevor mit dem Schreiben begonnen wird, sollte ein roter Faden erstellt werden. Zunächst sollten die Kapitel und Unterkapitel grob festgelegt werden, um einen Überblick über die Struktur der Arbeit zu erhalten. Falls Sie Unterkapitel verwenden, müssen es jeweils mindestens zwei Unterkapitel sein (z.B. 1.3.1. und 1.3.2.). Meist bietet es sich an, vor mehreren Unterkapiteln

eine kurze Einleitung des Oberkapitels zu setzen. In der Regel sollten Unter-Unter-Kapitel (1.3.1.) ausreichend sein, um die Übersichtlichkeit der Arbeit zu gewährleisten.

Bevor Sie zu schreiben anfangen, bietet es sich an, die Abbildungen und Graphen, die sie verwenden wollen, einzufügen und als Ausgangspunkt für Ihren Text zu nehmen. Sollten diese noch nicht fertig sein, kann es helfen, die erwarteten Ergebnisse als Skizze/Handzeichnung einzufügen und am Ende durch die fertigen Abbildungen zu ersetzen. Wichtig ist, dass jede verwendete Abbildung im Text referenziert wird. Ergebnisse, die Sie für wichtig erachten, jedoch nicht direkt ansprechen oder interpretieren, gehören in den Appendix. Alle relevanten Informationen sollten im Graphen oder der Bildunterschrift, welche bei Papern über mehrere Zeilen gehen darf, enthalten sein. Der Leser sollte ohne den Fließtext zu lesen, erkennen, was er auf der Abbildung sieht und was diese ausmacht, wie etwa relevante Versuchsbedingungen.

Bei der Erstellung von Abbildungen und Graphen ist es empfehlenswert, Farbe nur falls unbedingt nötig zu verwenden. Es sollten keine Informationen verloren gehen, falls die Arbeit in schwarz-weiß gedruckt wird. Abbildungen sollten möglichst kontrastreich gestaltet werden. Falls farbige Abbildungen unvermeidbar sind, sollten Rot und Grün möglichst vermieden werden, da diese für farbenblinde Menschen problematisch sein können. Für Beschriftungen innerhalb von Abbildungen verwenden Sie bitte kurvige Linien (siehe Abbildung 2.1). Graphen sollten mit der Software Origin erstellt werden. Für Origin gibt es Vorlagen und eine **Origin-Anleitung** im CVTwiki. Bilder und Schemata sollten immer einen Maßstabsbalken enthalten.

Um eine logische, nachvollziehbare Textstruktur zu erhalten, bietet sich die Verwendung von Absätzen an. Hierbei sollte jeder Absatz jeweils eine Idee behandeln und diese ausführen. In der Regel hat ein Absatz eine Länge von 5 - 10 Zeilen, so dass 3 - 5 Absätze auf eine Seite passen. Jeder Absatz sollte daher grob wie folgt strukturiert sein:

- Topic Sentence: Einleitender Satz, der die Grundaussage des Absatzes darlegt. Er beinhaltet sowohl das Thema (z.B. Mikrogele) als auch die Leitidee (z.B. anisometrisches Schwellen).
- Supporting Sentences: Erklärung oder Unterstützung der Hauptidee durch Details in mehreren Sätzen.
- Concluding Sentence: Fasst die wichtigsten Punkte zusammen und signalisiert das Ende des Absatzes. Er ist ähnlich strukturiert wie der Topic Sentence, beinhaltet aber mehr Informationen.

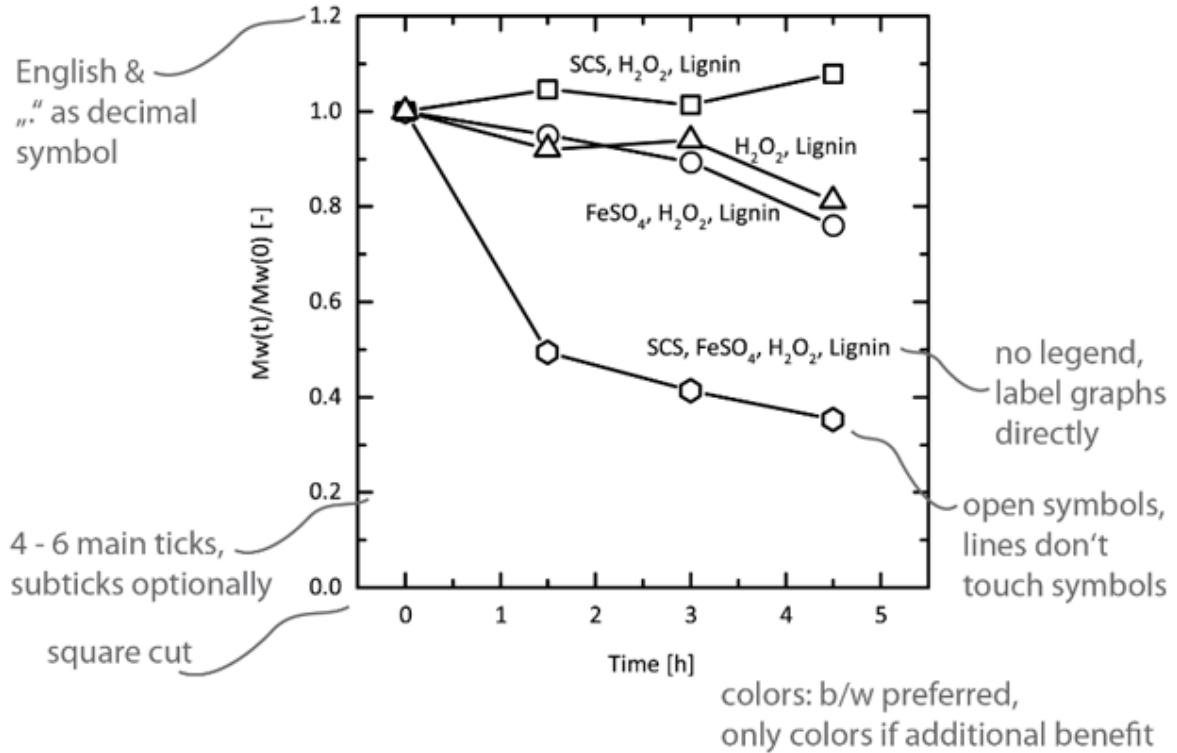


Figure 2.1: Ein Beispielgraph mit Gestaltungshinweisen, die in Origin einfach und direkt angepasst werden können. Das Origin-tutorial kann im CVT Wiki unter <https://cvtwiki.avt.rwth-aachen.de/wiki/doku.php?id=sop:datamanagement:origin> gefunden werden. Achtung, dieser Link funktioniert nicht im Code Editor wegen ...

2.3 Gliederung

Wissenschaftliche Arbeiten gliedern sich in der Regel in folgende Abschnitte:

Abstract

- Sehr kurze Zusammenfassung der Thesis; Überblick für potenzielle Leser
- Inhalt:
 - Warum untersucht die Arbeit das Thema? (Motivation)
 - Wie wurde das Thema behandelt? (Methoden)
 - Was sind die Ergebnisse? (Ein bis zwei der wichtigsten Erkenntnisse, die am Ende herauskommen)
- Struktur:

- Maximal 200 Wörter.
- Gegenwart, unpersönlicher Stil (vermeiden Sie *ich* oder *wir*).

1. Introduction / Motivation

- Inhalt:
 - Warum wird das Thema untersucht? Was ist der Hintergrund der Arbeit? (Keine langen Ausschweifungen; kurz und prägnant Motivation erklären)
 - Wer sind die Interessensgruppen? (z.B. für welche Anwendungen ist es interessant? Gibt es Produkte, die mithilfe der Ergebnisse entwickelt werden könnten? etc.)
 - Um welche Problemstellung geht es genau und wie wird diese angegangen?
 - Was ist die Struktur der Arbeit?
- Struktur:
 - Ca. eine Seite, höchstens zwei.
 - Keine Unterkapitel.

2. Theoretical Background and State of the Art

- Liefert Grundlage für die spätere Diskussion und Interpretation der Ergebnisse
- Inhalt:
 - Was sind die Grundlagen und Hintergründe des behandelten Themas?
 - Wie ist der bisherige Stand der Forschung?
 - Was wurde im behandelten Thema bereits am Institut getan?
 - Was sind Schnittmengen zu anderen Forschungsfeldern? Wie werden die Methoden sonst angewendet?
- Struktur:
 - Unterkapitel ergeben Sinn.
 - Es sollte eine visuelle Darstellung des State-of-the-art erstellt werden (z.B. chronologisch wie in Abbildung ??).

3. Concept / Hypothesis

- Inhalt:
 - Im Gegensatz zur Einleitung sollen hier aufbauend auf der wissenschaftlichen Lücke des State of the Arts die der Arbeit zugrundeliegenden Hypothesen detailliert dargestellt werden. Hier einige Beispiele für Hypothesen:
 - Amin-imprägnierte GDEs erhöhen die lokale Konzentration von CO₂ in der Umgebung des Katalysators und ermöglichen höhere partielle Stromdichten.

Es existiert ein Optimum der Amin-Beladung, da bei zu hoher Beladung der Katalysator nicht mehr zugänglich ist.

- The mass transfer in a membrane contactor is dependent on the wetting behavior of the membrane surface and the concentration polarization towards the membrane in the liquid phase. Thus, the mass transfer can be optimized further by tailor-made surface properties of the membrane and turbulence promoters in the liquid phase
- Darauf aufbauend werden dann die spezifischen angewandten Methoden und die erwarteten Ergebnisse aufgelistet. Was? Warum?
- Struktur:
 - Circa eine Seite.

4. Materials and Methods

- Genaue Beschreibung des verwendeten Versuchsaufbaus und -durchführung, damit die Versuche *reproduzierbar* sind.
- Inhalt:
 - Kapitel sollte enthalten: Materialien (inkl. Hersteller), Verwendete Software, Mengen / Konzentrationen, Versuchsaufbau, Versuchsvorbereitung, Kalibrierung, Versuchsprotokolle
 - Der Versuch sollte auf Basis dieses Kapitels replizierbar sein
 - Gehen Sie auf eventuell vorgenommene Veränderungen am Versuchsaufbau ein, die stattgefunden haben, und nennen Sie Probleme, die aufgetreten sind.
 - Beachte: Keine Ergebnisse und keine Bewertung in diesem Kapitel.
- Struktur:
 - Unterkapitel sind möglich.
 - Tabellen können hilfreich sein.
 - Versuchsaufbau als beschriftetes Foto / Skizze / Verfahrensfließbild.
 - Kurz und prägnant.

5. Results and Discussion

- Inhalt:
 - Alle relevanten Ergebnisse sollten aufgeführt werden und in den Kontext der Arbeit gebracht werden. Nicht für das Ergebnis der Arbeit relevante Ergebnisse sollten im Anhang untergebracht werden.
 - Verwendung von Graphen und Schemata.
 - Ergebnisse werden zunächst beschrieben (Results) und anschließend im wis-

senschaftlichen Kontext (Bezug zu State-of-the-art) analysiert und interpretiert (Discussion).

- Struktur:
 - Die Ergebnisse sollen nicht chronologisch, sondern aufeinander aufbauend dargestellt werden, wie man auch eine Geschichte erzählen würde.
 - Der rote Faden sollte anhand von Abbildungen (Graphen) erkennbar sein.
 - Results und Discussion können als getrennte Kapitel behandelt oder zusammengefasst werden.

6. Conclusion and Outlook

- Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse für jemanden, der die Arbeit nicht komplett gelesen hat.
- Inhalt:
 - Ergebnisse werden erneut aufgeführt und die in "Results and Discussion" erreichten Schlüsse werden wiederholt.
 - Es werden keine neuen Diskussionen / Punkte erörtert.
 - Outlook: Mögliche Ansätze für weiterführende Forschung. Vorschläge und Ideen, wie es weitergehen kann.
- Struktur:
 - 1-2 Seiten; je maximal eine Seite für Conclusion und Outlook.
 - Kann je nach Bedarf in einzelne Kapitel für Conclusion und Outlook aufgeteilt werden.

„“

3 Einleitung

aa

4 Theoretischer Hintergrund

5 Hypothese

6 Material und Methoden

7 Ergebnisse und Diskussion

8 Zusammenfassung und Ausblick

Bibliography

- [1] O. Abel, A. Helbig, W. Marquardt, H. Zwick, and T. Daszkowski. "Productivity optimization of an industrial semi-batch polymerization reactor under safety constraints". *Journal of Process Control* 10.4 (2000) 351–362. DOI: 10.1016/S0959-1524(99)00049-9 (cit. on p. 10).
- [2] W. Marquardt and M. Mönnigmann. "Constructive nonlinear dynamics in process systems engineering". *Computers and Chemical Engineering* 29.6 (2005) 1265–1275. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2005.02.009 (cit. on p. 10).

List of Figures

| | | |
|-----|--|----|
| 1.1 | Testbild | 5 |
| 1.2 | Graphen für Ergebnisse werden mit Origin erstellt. Ein Tutorial kann unter https://cvtwiki.avt.rwth-aachen.de/wiki/doku.php?id=sop:data_management:origin gefunden werden. Achtung, der Link lässt sich nur aus der pdf öffnen, wegen des | 6 |
| 2.1 | Beispielgraph | 14 |

List of Tables

| | | |
|-----|-------------------------------------|---|
| 1.1 | Kurzfassung f. Inhaltsverz. | 1 |
| 1.2 | Schöne Tabelle | 2 |

A Anhang