

REECYPRO

Diplomarbeit

Schulautonomer Schwerpunkt
Bionik

ausgeführt im Schuljahr 2023/2024 von:

Tobias Daxecker, 5CHELS

Mathias Standhartinger, 5CHELS

Betreuer:

Benjamin Seeburger, MSc.

November 26, 2023

Eidesstattliche Erklärung

Ich/Wir erkläre/n an Eides statt, dass ich/wir die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als angegebene Quellen und Hilfsmittel nicht direkt benutzt und die benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe/n.

Braunau/Inn, 26.11.2023
Ort, Datum

Tobias Daxecker
Verfasser

Unterschrift

Braunau/Inn, 26.11.2023
Ort, Datum

Mathias Standhartinger
Verfasser

Unterschrift

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean viverra eget sapien in fringilla. Proin ac neque non lectus vehicula laoreet in cursus enim. Donec et erat ut erat commodo viverra vitae sed risus. Etiam tortor justo, placerat in turpis sit amet, egestas tristique libero. Phasellus metus arcu, viverra at interdum ac, convallis non urna. Sed nunc libero, elementum quis ultricies at, vestibulum in arcu. Nam ultrices felis ut sagittis hendrerit. Vivamus massa sapien, interdum nec dui ac, consectetur venenatis dolor. Integer enim felis, finibus at efficitur eget, viverra vitae purus. Curabitur at libero pretium, vestibulum lacus at, eleifend nisl.

Nullam ut magna quis ante gravida aliquet. Integer ultricies libero vitae quam mollis, non tincidunt justo posuere. Mauris ultricies varius orci non tempus. Sed at ex maximus, tempor libero id, convallis ligula. Donec posuere massa sit amet porttitor vehicula. Donec porttitor luctus dui sed blandit. Ut egestas, enim id egestas auctor, est ligula accumsan diam, nec lacinia massa elit vitae purus.

Ut consectetur ipsum id nisl sodales varius. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aliquam venenatis varius maximus. Aenean aliquet mi a magna tempor, et sagittis ligula tincidunt. Maecenas ornare non leo et dignissim. Nunc ac feugiat magna. Nulla at sollicitudin massa, nec sollicitudin libero. Nunc posuere dolor mauris, non congue neque lobortis eget. Vestibulum ex leo, ullamcorper quis malesuada in, maximus quis nisl. Morbi neque diam, dignissim non suscipit ac, molestie at sem. In hac habitasse platea dictumst. Curabitur dictum eros non ipsum luctus, a malesuada sapien iaculis. Nam mauris nisi, sodales et consectetur quis, varius eu lacus.

Introduction

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean viverra eget sapien in fringilla. Proin ac neque non lectus vehicula laoreet in cursus enim. Donec et erat ut erat commodo viverra vitae sed risus. Etiam tortor justo, placerat in turpis sit amet, egestas tristique libero. Phasellus metus arcu, viverra at interdum ac, convallis non urna. Sed nunc libero, elementum quis ultricies at, vestibulum in arcu. Nam ultrices felis ut sagittis hendrerit. Vivamus massa sapien, interdum nec dui ac, consectetur venenatis dolor. Integer enim felis, finibus at efficitur eget, viverra vitae purus. Curabitur at libero pretium, vestibulum lacus at, eleifend nisl.

Nullam ut magna quis ante gravida aliquet. Integer ultricies libero vitae quam mollis, non tincidunt justo posuere. Mauris ultricies varius orci non tempus. Sed at ex maximus, tempor libero id, convallis ligula. Donec posuere massa sit amet porttitor vehicula. Donec porttitor luctus dui sed blandit. Ut egestas, enim id egestas auctor, est ligula accumsan diam, nec lacinia massa elit vitae purus.

Ut consectetur ipsum id nisl sodales varius. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aliquam venenatis varius maximus. Aenean aliquet mi a magna tempor, et sagittis ligula tincidunt. Maecenas ornare non leo et dignissim. Nunc ac feugiat magna. Nulla at sollicitudin massa, nec sollicitudin libero. Nunc posuere dolor mauris, non congue neque lobortis eget. Vestibulum ex leo, ullamcorper quis malesuada in, maximus quis nisl. Morbi neque diam, dignissim non suscipit ac, molestie at sem. In hac habitasse platea dictumst. Curabitur dictum eros non ipsum luctus, a malesuada sapien iaculis. Nam mauris nisi, sodales et consectetur quis, varius eu lacus.

Contents

Abstract	iii
Introduction	iv
1 Introduction	2
1.1 Problem Setting ^{TD}	2
1.2 Inventions OR Solutions OR Contributions	2
1.3 Structure of this Thesis	3
2 System Overview	4
2.1 Detection of REEs ^{TD}	4
2.2 Bacteria	5
2.2.1 Methylobacterium extorquens	5
2.2.2 Cultivation	5
2.3 Lanmodulin ^{TD}	5
2.4 Protein Extraction	6
2.4.1 Cell Lysis	6
2.4.2 SDS-PAGE	6
2.5 IR-Spectrometry	6
3 Content A	7
3.1 Detail in A	7
3.1.1 Sub-Detail 1 in A	7
3.1.2 Sub-Detail 2 in A	7
3.2 Detail in A	8
4 Zitieren, Abbildungen, Quelltext	9
4.1 Abbildungen	9
4.2 Zitate, Quellen, Fußnoten	10
4.3 Listings, Code	10
4.3.1 Beispiele	11
5 LaTeX Einführung	13
5.1 Die Vorlage	13
5.2 Programme	13
5.3 Bitmap Fonts	13
5.4 LaTeX Quelltext	14
5.5 Gerüst	14
5.6 Formatierungen	15
5.7 Überschriften	15
5.8 Autoren ^{MS}	15
5.9 Bilder einfügen	16

5.10 Querverweise	17
5.11 Aufzählungen	17
5.12 Mathematische Formeln	17
5.13 Programm Quelltext	18
5.14 Code im Text	18
5.15 Seitenümbrüche	18
5.16 Quellen und Literatur	19
5.17 Links	20
5.18 Fußnoten	20
5.19 Tabellen	20
5.20 Mehrspaltiger Text	20
6 Case Study	22
7 Evaluation	23
8 Project Management	24
8.1 Planning	24
8.2 Evaluation	24
8.3 Timesheet	24
8.3.1 Student A	24
8.3.2 Student B	24
9 Future Work	25
10 Related Work	26
11 Conclusion	27
Acknowledgements	28
Listings	28
List of Figures	29
Bibliography	30
CV	32

1 Introduction

Rare Earth Elements (REEs) play a critical role in modern-day life. They are used in nearly every device that uses electrical power to operate. A few examples where REEs are essential are: lasers, computer monitors, electric motors, electric generators, high-power magnets, liquid crystal displays (LCDs), solar panels and many more [6].

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
138.91	140.12	140.91	144.24	(145)	150.36	151.96	157.25	158.93	162.50	164.93	167.26	168.93	173.04	174.97
LREE								HREE						

Figure 1.1: List of all rare earth elements. Those 16 elements can be further categorized into the light rare earth elements (LREEs) and the heavy rare earth elements (HREEs). Picture from lynasrareearth.com.

1.1 Problem Setting^{TD}

Given the importance of REEs in the modern world, it is evident that the demand for them is increasing quickly. In the coming years, as the use of electronic devices increases, many of them will become electronic waste. It is vital for the world's future supply of rare earth elements to recycle them from this waste.

Currently used recycling methods for REEs are mostly damaging to the environment and very costly [4]. Therefore, only around one percent of the global REE usage is from recycled sources [5]. The rest comes from mining, which brings its own challenges. Rare earth ores (REOs) often contain radioactive elements which adds more complexity to the processing of the ores. Also, the extraction of REEs is done by using a process called flotation which produces large amounts of waste water. This waste water is highly problematic, as it often contains radioactive minerals, acids and toxic agents [7].

There are already thousands of tonnes of electronic waste that contain significant amounts of REEs. Recycling them would reduce the need of mining new REOs and therefore reduce the environmental impact of new electronic devices. Sadly, there is no easy and environmentally friendly process to recycle REEs on an industrial scale.

1.2 Inventions OR Solutions OR Contributions

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean viverra eget sapien in fringilla. Proin ac neque non lectus vehicula laoreet in cursus enim. Donec et erat ut erat

commodo viverra vitae sed risus. Etiam tortor justo, placerat in turpis sit amet, egestas tristique libero. Phasellus metus arcu, viverra at interdum ac, convallis non urna. Sed nunc libero, elementum quis ultricies at, vestibulum in arcu. Nam ultrices felis ut sagittis hendrerit. Vivamus massa sapien, interdum nec dui ac, consectetur venenatis dolor. Integer enim felis, finibus at efficitur eget, viverra vitae purus. Curabitur at libero pretium, vestibulum lacus at, eleifend nisl.

Nullam ut magna quis ante gravida aliquet. Integer ultricies libero vitae quam mollis, non tincidunt justo posuere. Mauris ultricies varius orci non tempus. Sed at ex maximus, tempor libero id, convallis ligula. Donec posuere massa sit amet porttitor vehicula. Donec porttitor luctus dui sed blandit. Ut egestas, enim id egestas auctor, est ligula accumsan diam, nec lacinia massa elit vitae purus.

Ut consectetur ipsum id nisl sodales varius. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aliquam venenatis varius maximus. Aenean aliquet mi a magna tempor, et sagittis ligula tincidunt. Maecenas ornare non leo et dignissim. Nunc ac feugiat magna. Nulla at sollicitudin massa, nec sollicitudin libero. Nunc posuere dolor mauris, non congue neque lobortis eget. Vestibulum ex leo, ullamcorper quis malesuada in, maximus quis nisl. Morbi neque diam, dignissim non suscipit ac, molestie at sem. In hac habitasse platea dictumst. Curabitur dictum eros non ipsum luctus, a malesuada sapien iaculis. Nam mauris nisi, sodales et consectetur quis, varius eu lacus.

1.3 Structure of this Thesis

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean viverra eget sapien in fringilla. Proin ac neque non lectus vehicula laoreet in cursus enim. Donec et erat ut erat commodo viverra vitae sed risus. Etiam tortor justo, placerat in turpis sit amet, egestas tristique libero. Phasellus metus arcu, viverra at interdum ac, convallis non urna. Sed nunc libero, elementum quis ultricies at, vestibulum in arcu. Nam ultrices felis ut sagittis hendrerit. Vivamus massa sapien, interdum nec dui ac, consectetur venenatis dolor. Integer enim felis, finibus at efficitur eget, viverra vitae purus. Curabitur at libero pretium, vestibulum lacus at, eleifend nisl.

Nullam ut magna quis ante gravida aliquet. Integer ultricies libero vitae quam mollis, non tincidunt justo posuere. Mauris ultricies varius orci non tempus. Sed at ex maximus, tempor libero id, convallis ligula. Donec posuere massa sit amet porttitor vehicula. Donec porttitor luctus dui sed blandit. Ut egestas, enim id egestas auctor, est ligula accumsan diam, nec lacinia massa elit vitae purus.

Ut consectetur ipsum id nisl sodales varius. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Aliquam venenatis varius maximus. Aenean aliquet mi a magna tempor, et sagittis ligula tincidunt. Maecenas ornare non leo et dignissim. Nunc ac feugiat magna. Nulla at sollicitudin massa, nec sollicitudin libero. Nunc posuere dolor mauris, non congue neque lobortis eget. Vestibulum ex leo, ullamcorper quis malesuada in, maximus quis nisl. Morbi neque diam, dignissim non suscipit ac, molestie at sem. In hac habitasse platea dictumst. Curabitur dictum eros non ipsum luctus, a malesuada sapien iaculis. Nam mauris nisi, sodales et consectetur quis, varius eu lacus.

2 System Overview

In order to understand the process of the recovery of rare earth elements from electronic waste with biosorption, the key procedures and techniques are described briefly in the following section.

2.1 Detection of REEs^{TD}

A relatively simple proof if a probe contains REEs is a precipitation reaction. It works by utilizing the +III and the +IV oxidization states of the REEs. These are used to form complexes with other molecules which express themselves as a coloured precipitation in the probe solution ¹. As an example, a Ce precipitation reaction is shown in 2.1 with an orange-red precipitate.

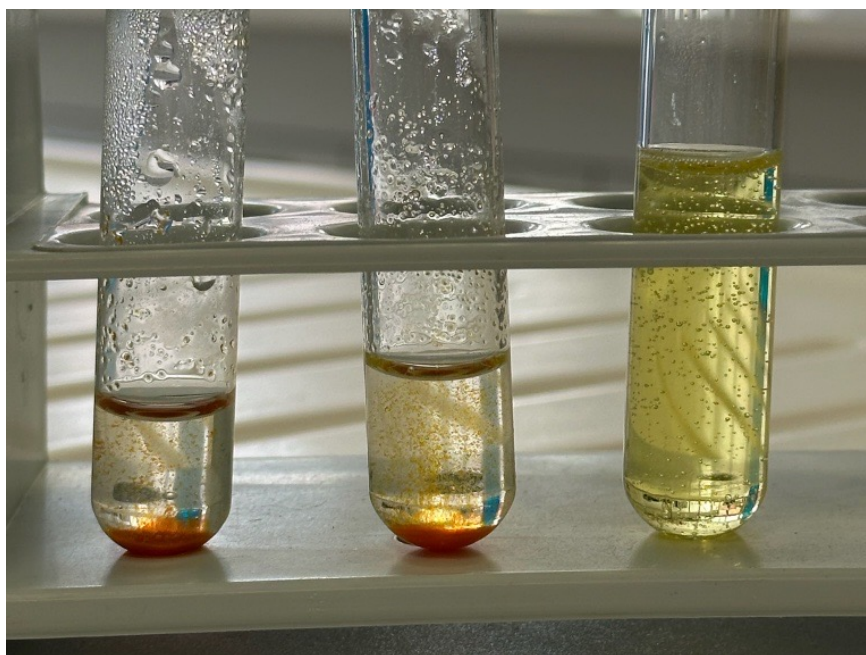


Figure 2.1: Precipitations of a successful REE detection reaction. The test tube on the righthandside does not show any precipitation because the probe was deionized water.

However, you must be careful, because of the REEs chemical similarity, the detection of a specific REE is not always possible with these precipitation methods.

¹Jander/Blasius: "Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie", Chapter 4.3.3.10

2.2 Bacteria

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean viverra eget sapien in fringilla. Proin ac neque non lectus vehicula laoreet in cursus enim. Donec et erat ut erat commodo viverra vitae sed risus. Etiam tortor justo, placerat in turpis sit amet, egestas tristique libero. Phasellus metus arcu, viverra at interdum ac, convallis non urna. Sed nunc libero, elementum quis ultricies at, vestibulum in arcu. Nam ultrices felis ut sagittis hendrerit. Vivamus massa sapien, interdum nec dui ac, consectetur venenatis dolor. Integer enim felis, finibus at efficitur eget, viverra vitae purus. Curabitur at libero pretium, vestibulum lacus at, eleifend nisl.

2.2.1 Methylobacterium extorquens

2.2.2 Cultivation

2.3 Lanmodulin^{TD}

Lanmodulin (LanM) is a protein that is produced by *M. extorquens*, a lanthanide-utilizing bacteria [2]. LanM is not essential for the growth or survival of *M. extorquens*, and it is only produced when the bacteria are in a medium with presence of Ln^{III} or Ce^{III} ions [3]. However, the mechanisms that include LanM are not understood as a whole to this day.

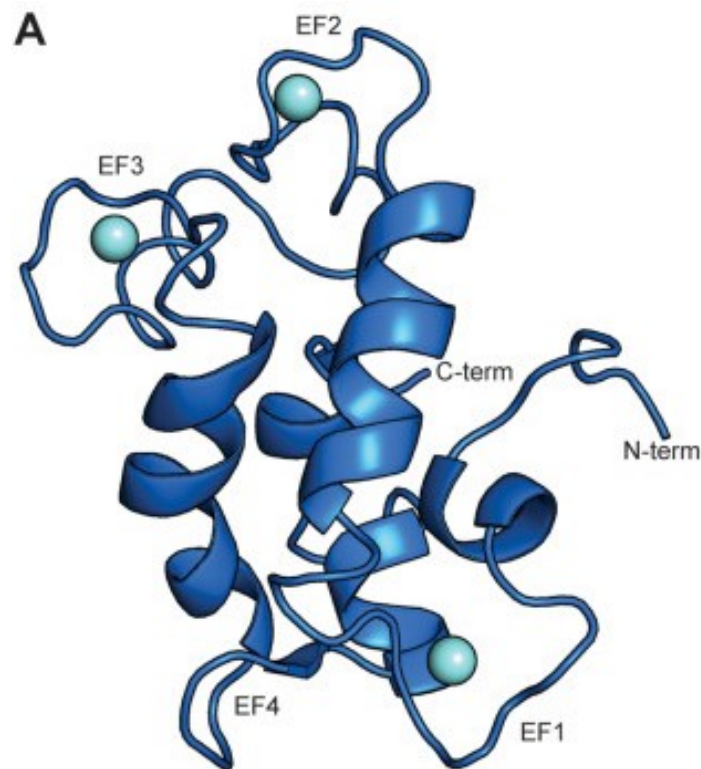


Figure 2.2: Graphical visualisation of the structure of lanmodulin. The EF-hands are indicated by EF, this is where the REEs can bind to the protein. In this visualisation the turquoise coloured spheres are Y^{III} ions which are bound to the EF-hands. Picture from "The biochemistry of lanthanide acquisition, trafficking and utilization", Emily R. Featherston and Joseph A. Cotruvo [3].

The most important characteristic of LanM is, that the molecule is able to bind lanthanide ions, primarily light REEs (LREEs). When LanM does this, it undergoes a transformation from a disordered state to a compact form of itself. The REEs are hereby bound to the so-called EF-hands which favour to bind to Ln^{III} and other lanthanoids over Ca^{II} which is usually associated with these EF-hands [1].

2.4 Protein Extraction

2.4.1 Cell Lysis

2.4.2 SDS-PAGE

2.5 IR-Spectrometry

3 Content A

Rare Earth Elements (for short: REEs) play a critical role in modern-day life. They are used in nearly every device that uses electrical power to operate. A few example where REEs are essential are: lasers, computer monitors, electric motors, high-power magnets, liquid crystal displays (LCDs), solar panels [6]. In this context, it is clear that the demand for REEs is rising rapidly. In the following years, with more and more electronic devices produced, most of them will eventually end as electronic waste. Recycling REEs from this waste is crucial for the worlds REE supply. Current recycling methods are mostly harmful to the environment and very costly [4]. But new recycling methods have emerged in the last years and one of them, using the technique of biosorption, is the subject of this thesis. To understand how this process works, it is important to know the following techniques.

3.1 Detail in A

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean viverra eget sapien in fringilla. Proin ac neque non lectus vehicula laoreet in cursus enim. Donec et erat ut erat commodo viverra vitae sed risus. Etiam tortor justo, placerat in turpis sit amet, egestas tristique libero. Phasellus metus arcu, viverra at interdum ac, convallis non urna. Sed nunc libero, elementum quis ultricies at, vestibulum in arcu. Nam ultrices felis ut sagittis hendrerit. Vivamus massa sapien, interdum nec dui ac, consectetur venenatis dolor. Integer enim felis, finibus at efficitur eget, viverra vitae purus. Curabitur at libero pretium, vestibulum lacus at, eleifend nisl.

3.1.1 Sub-Detail 1 in A

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean viverra eget sapien in fringilla. Proin ac neque non lectus vehicula laoreet in cursus enim. Donec et erat ut erat commodo viverra vitae sed risus. Etiam tortor justo, placerat in turpis sit amet, egestas tristique libero. Phasellus metus arcu, viverra at interdum ac, convallis non urna. Sed nunc libero, elementum quis ultricies at, vestibulum in arcu. Nam ultrices felis ut sagittis hendrerit. Vivamus massa sapien, interdum nec dui ac, consectetur venenatis dolor. Integer enim felis, finibus at efficitur eget, viverra vitae purus. Curabitur at libero pretium, vestibulum lacus at, eleifend nisl.

3.1.2 Sub-Detail 2 in A

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean viverra eget sapien in fringilla. Proin ac neque non lectus vehicula laoreet in cursus enim. Donec et erat ut erat commodo viverra vitae sed risus. Etiam tortor justo, placerat in turpis sit amet, egestas tristique libero. Phasellus metus arcu, viverra at interdum ac, convallis non urna. Sed nunc

libero, elementum quis ultricies at, vestibulum in arcu. Nam ultrices felis ut sagittis hendrerit. Vivamus massa sapien, interdum nec dui ac, consectetur venenatis dolor. Integer enim felis, finibus at efficitur eget, viverra vitae purus. Curabitur at libero pretium, vestibulum lacus at, eleifend nisl.

3.2 Detail in A

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aenean viverra eget sapien in fringilla. Proin ac neque non lectus vehicula laoreet in cursus enim. Donec et erat ut erat commodo viverra vitae sed risus. Etiam tortor justo, placerat in turpis sit amet, egestas tristique libero. Phasellus metus arcu, viverra at interdum ac, convallis non urna. Sed nunc libero, elementum quis ultricies at, vestibulum in arcu. Nam ultrices felis ut sagittis hendrerit. Vivamus massa sapien, interdum nec dui ac, consectetur venenatis dolor. Integer enim felis, finibus at efficitur eget, viverra vitae purus. Curabitur at libero pretium, vestibulum lacus at, eleifend nisl.

4 Zitieren, Abbildungen, Quelltext

In diesem Kapitel sind Beispiele angeführt, wie Abbildungen, Zitate und Quelltext zu verwenden sind.

Die Zitate, Abbildungen und Listings werden automatisch in das Quellen- und Abbildungsverzeichnis übernommen. Das Literatur-, Abbildungs- und Listingsverzeichnis sind am Ende der Arbeit zu finden.

4.1 Abbildungen

Abbildung sind mit einer Abbildungsnummer und einer Unterschrift zu versehen die kurz die Abbildung beschreibt. Abbildungen gehören zum umgebenden Text und müssen dort erwähnt werden.

Beispiel: In Abbildung 4.1 wird das Logo der HTL Braunau dargestellt.

Wird auf eine Abbildung referenziert die sich weiter von der aktuellen Textstelle entfernt befindet so kann auch die Seitennummer hinzugefügt werden.

Beispiel: Siehe Abbildung 4.1 auf Seite 9.



Figure 4.1: Logo der HTL Braunau.

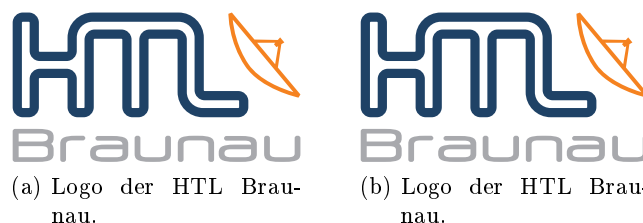


Figure 4.2: Zwei Logos der HTL Braunau in einer Abbildung zusammengefasst.



Figure 4.3: Dreimal das Logo der HTL Braunau.

4.2 Zitate, Quellen, Fußnoten

Es muss dem Leser möglich sein alle dargestellten Informationen selbst zu überprüfen. Daher gilt der wissenschaftliche Grundsatz: Wer Informationen/Erkenntnisse verwendet die nicht von einem selbst stammen muss dies eindeutig kennzeichnen. Das gilt für Bücher, Zeitschriftenartikel aber auch für alle Internetquellen.

Dem Leser Hinweise darüber zu geben wo genauere/weitere Informationen zu einem Thema zu finden sind ist ein weiterer Grund für Zitieren.

Es ist erlaubt fremde Quellen zu zitieren solange dies eindeutig erkennbar ist und sich die zitierten Stellen auf einen kurzen Absatz mit wenigen Zeilen beschränken. Auch wenn nicht wortwörtlich zitiert wird ist die Quelle der Information anzugeben.

Wörtliche Zitate werden durch Anführungszeichen begonnen und beendet sowie kursiv geschrieben: „*Wissenschaftliches Plagiat: Man kann sich zwar mit fremden Federn schmücken, aber man kann nicht mit ihnen fliegen.*“ [?]

Längere Zitate werden durch Einrücken vom normalen Text abgesetzt:

„We tend to think of navigating a website as clicking from page-to-page via some kind of global navigation that’s always visible. When it comes to a single page, we often think scrolling is the one and only way to move from one end to the next.“ [?]

Die eckigen Klammer mit Nummer kennzeichnet die Quelle. Am Ende des Dokuments werden alle Quellen im Literaturverzeichnis aufgelistet. [?].

Das Verwenden fremden Gedankenguts ohne die Quelle anzugeben ist ein Plagiat (geistiger Diebstahl, [?]) und unter Umständen sogar eine Urheberrechtsverletzung.

Verweise in das Literaturverzeichnis sind nicht auf Zitate beschränkt sondern können auch eingesetzt werden um darauf hinzuweisen wo zu einem Thema mehr Informationen erhältlich sind.

Es ist zunehmend eine Kurzzitierweise in Fußnoten üblich: Nachname des Verfassers, Kurztitel, Seitenangabe.¹

4.3 Listings, Code

Quelltext ist ein wesentlicher Bestandteil einer Informatik Diplomarbeit. Listings werden wie Abbildungen nummeriert und mit einer Unterschrift versehen. Ebenfalls müssen sie im

¹ John Doe, „Verwendung von Fußnoten“, Seite 12.

Text referenziert werden.

4.3.1 Beispiele

Listing 4.1 auf Seite 11 zeigt ein Hallo Welt Programm.

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <conio.h>
3 #include <stdlib.h>
4
5 void main()
6 {
7     printf ( "Hallo!");
8     getch ();
9
10    system ("cls"); // Kommentar
11
12    printf ("Hello World!");
13    getch ();
14 }
```

Listing 4.1: Mein erstes C-Programm.

Das PHP Programm 4.2 dient zum ermitteln aller Dateien eines Unterverzeichnisses.

```

1 <?php
2 if ($handle = opendir(realpath(__DIR__ . '/../userimages')) ) {
3
4     while (false !== ($file = readdir($handle))) {
5         echo "$file//";
6     }
7
8     closedir($handle);
9 }
10 ?>
```

Listing 4.2: Alle Dateinamen ausgeben.

```

1 // Calculates the mouse position.
2 function getMousePos(canvas, evt) {
3     var rect = canvas.getBoundingClientRect();
4     return {
5         x: evt.clientX - rect.left,
6         y: evt.clientY - rect.top
7     };
8 }
```

Listing 4.3: Mausposition ermitteln.

```

1 /* Zugriff auf ein HTML Tag */
2 body {
3     background-color: blue;
4 }
5
6 /* Zugriff auf eine Klasse */
7 .class {
8     font-weight: bold;
9 }
10
```



```
11 /* Zugriff auf eine ID */
12 #id {
13     color: red;
14 }
15
16 /* Zugriff auf eine Pseudoklasse */
17 #id:nth-child(@number*3-2) {
18     color: blue;
19 }
```

Listing 4.4: Kurzer CSS-Quelltext.

```
1 <html>
2   <head>
3     <title>Test HTML Einbindung</title>
4     <style type="text/css">
5       #content {
6         width: 500px;
7         margin: 0 auto;
8       }
9     </style>
10  </head>
11  <body>
12    <div id="content">
13      <!-- Content goes here -->
14    </content>
15  </body>
16 </html>
```

Listing 4.5: HTML-Quelltext

```
1 var gIntervalId = window.setInterval ( "checkPos();", 5000 );
2
3 function success(position)
4 {
5   var s = document.querySelector('#status');
6
7   if (s.className == 'success')
8   {
9     // Kommentar
10    return;
11  }
12 }
```

Listing 4.6: JavaScript-Quelltext

5 LaTeX Einführung

Das vorliegende Dokument wurde in \LaTeX erstellt. \LaTeX (gesprochen Latech) ist ein Textsatzsystem das speziell für umfangreiche und komplexe wissenschaftliche, technische und mathematische Dokumente entwickelt wurde. Man schreibt Quelltext wie bei einem Programm und übersetzt diesen Quelltext in ein PDF Dokument. Siehe [?].

5.1 Die Vorlage

Die \LaTeX Quelltexte dieses Dokuments sind gedacht um als Vorlage für die eigenen Diplomarbeit verwendet zu werden. Dazu muss der Inhalt durch die eigene Arbeit ersetzt werden. `Vorlage_DA.tex` ist das zentrale Haupt-Dokument, in dieses werden die einzelnen Kapitel inkludiert. Die Dateien für die eingefügten Kapitel finden sich im Unterordner `chapters`.

Die Vorlage kann von GitHub geladen werden: <https://github.com/matejkaf/latex-da-vorlage>

5.2 Programme

Programme (Editor + PDF Compiler) für \LaTeX :

Für Mac: MacTeX <https://tug.org/mactex/>

Für Windows: MiKTeX <http://miktex.org>

Zusätzlich auch die neueste Adobe Reader Version installieren!

Online: Mit dem Service "Overleaf" (<https://www.overleaf.com/>) gab es positive Erfahrungen. Damit können die Dokument online erstellt und gemeinsam verwendet werden.

5.3 Bitmap Fonts

Bei MiKTeX unter Windows kann es ein Font Problem geben. Falls die Schrift nicht scharf ist — PDF so vergrößern dass ein Buchstabe gut 10 cm groß ist — dann sieht man die Pixel, siehe Abbildung 5.1. In diesem Fall wird ein sogenannter Bitmap-Font verwendet. Besser ist ein Vektor-Font, dieser lässt sich beliebig ohne Qualitätsverlust vergrößern.

Lösung: Mit "MiKTeX Package Manager" das Package `cm-super` installieren.



Figure 5.1: Oben Bitmap-, unten Vektor-Font

5.4 LaTeX Quelltext

Bei LaTeX wird der Text, dessen Gliederung in die Formatierung in puren Textfiles mit der Endung `.tex` beschrieben. Die Zeichenkodierung der Files muss UTF-8 sein.

Der "LaTeX Compiler" (Programm mit dem Namen `pdflatex`) übersetzt diese Files in ein PDF Dokument.

5.5 Gerüst

Die Grundstruktur eines LaTeX Dokuments:

```
\documentclass[a4paper,10pt,final,oneside]{scrartcl}

\usepackage{anyfontsize}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[ngerman]{babel}
\usepackage[pdftex]{hyperref}
\usepackage{url}

\begin{document}

Ab hier kommt der Inhalt

\end{document}
```

Hinweis: Durch die Vorlage ist diese Grund-Struktur bereits vorgegeben.

5.6 Formatierungen

Mehrere Leerzeichen werden ignoriert
ein einfacher Zeilenumbruch gilt als Leerzeichen.

Eine leere Zeile kennzeichnet einen neuen Absatz.

Mehrere Leerzeichen werden ignoriert
ein einfacher Zeilenumbruch gilt als Leerzeichen.

Eine leere Zeile kennzeichnet einen neuen Absatz.

Diverse Formatierungen:

Typewriter	<code>\texttt{...}</code> o. <code>{\ttfamily ...}</code>
Fett	<code>\textbf{...}</code> o. <code>{\bfseries ...}</code>
<i>Italic</i>	<code>\textit{...}</code> o. <code>{\itshape ...}</code>
<i>Slanted</i>	<code>\textsl{...}</code> o. <code>{\slshape ...}</code>
KAPITÄLCHEN	<code>\textsc{...}</code> o. <code>{\scshape ...}</code>
Normal	<code>\textmd{...}</code> o. <code>{\mdseries ...}</code>
<i>Emph</i>	<code>\emph{...}</code> o. <code>{\em ...}</code>
Sans Serif	<code>\textsf{...}</code> o. <code>{\sffamily ...}</code>
<u>Unterstrichen</u>	<code>\underline{...}</code>
Größen	<code>\tiny \scriptsize \footnotesize \small \normalsize \large \Large \LARGE \huge \Huge</code>
Zentriert	<code>\begin{center}...\end{center}</code>
Gesch. Leerz.	<code>~</code>
Zeilenumbruch	<code>\\</code> oder <code>\newline</code>
Absatzumbruch	<code>\par</code> oder leere Zeile.

5.7 Überschriften

```
\chapter{Hauptkapitel}
\section{Kapitel}
\subsection{Unterkapitel}
\subsubsection{Unterunterkapitel}
```

Die Kapitelnummerierung und das Inhaltsverzeichnis werden automatisch erstellt.

5.8 Autoren^{MS}

Für eine Diplomarbeit mit mehreren Autoren muss nachvollziehbar sein wer für welchen Teil der Urheber ist. Dies ist durch **Namenskürzel** (2-stellig) in den Überschriften darzustellen (siehe in diesem Dokument).

Eine Person soll immer für ein komplettes Hauptkapitel (`chapter`) oder Kapitel (`section`) verantwortlich sein. Eine Aufteilung auf Ebene der Unterkapitel (`subsection`) oder Unterunterkapitel (`subsubsection`) sollte vermieden werden.

Die Namenskürzel werden in `Vorlage_DA.tex` definiert:

```
% Initialen der Autoren
\def\authorInitialsA{MM} % Max Mustermann
\def\authorInitialsB{FF} % Frieda Fröhlich
\def\authorInitialsC{FE} % Fritz Einstein
\def\authorInitialsD{WA} % Weiterer Autor
```

Für das Einfügen der Namenskürzel ins Dokument dienen in weiterer Folge die Befehle `\authorA`, `\authorB`, `\authorC`, `\authorD`.

Beispiel — erzeugt die Überschrift dieses Kapitels:

```
\section{Autoren\authorB}
```

5.9 Bilder einfügen

Formate: pdf, jpg und png. Dateien im Verzeichnis `media/images` ablegen.

```
In Abbildung \ref{fig:htl01} sieht man das Logo der HTL Braunau.
\begin{figure}[H]
  \centering
  \includegraphics[width=0.3\textwidth]{./media/images/htl_c_cmyk_rein.pdf}
  \caption{Logo der HTL Braunau.}
  \label{fig:htl01}
\end{figure}
```

In Abbildung 5.2 sieht man das Logo der HTL Braunau.



Figure 5.2: Logo der HTL Braunau.

Hinweis: Dateipfade mit `"/` bilden!

Siehe http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Importing_Graphics

Der Befehl `\label` gibt der Abbildung einen eindeutigen Namen. Durch `\ref` wird dieser Name referenziert, d.h. es wird die automatisch generierte Abbildungsnummer eingefügt (dazu muss das L^AT_EX Dokument 2-mal erstellt werden!)

Siehe 4.1, Seite 9 für Abbildungen die mehrere Bilder enthalten.

5.10 Querverweise

Mit Hilfe von Querverweisen verweist man auf andere Stellen im Dokument. Z.B. in der Form: "Siehe 4.1" — es wird die Kapitelnummer bzw. Abbildungsnummer angegeben.

Es kann auf Abbildungen und auf Überschriften verwiesen werden. Diese erhalten zuerst mit `\label` einen Namen.

```
\section{Kapitelname} \label{ref:meinebezeichnung}
```

Möchte man auf diese Elemente verweisen gibt man den Namen im `\ref` Befehl an.

```
Eine genaue Beschreibung dieses Themas ist  
in Kapitel \ref{ref:meinebezeichnung} zu finden.
```

Ein Doppelpunkt als Teil des Namens ist erlaubt. Auf diese Weise können zum Beispiel Namen von Abbildungen, Überschriften und Listings unterschieden werden (`fig:/ref:/code:`).

LaTeX macht aus Querverweisen automatisch PDF Links.

5.11 Aufzählungen

```
\begin{itemize}  
\item Eins  
\item Zwei  
\item Drei  
\end{itemize}
```

- Eins
- Zwei
- Drei

```
\begin{enumerate}  
\item Eins  
\item Zwei  
\item Drei  
\end{enumerate}
```

1. Eins
2. Zwei
3. Drei

5.12 Mathematische Formeln

Abgesetzte Formel:

```
\begin{equation*}  
\frac{1+x}{1-x} \cdot \sqrt[3]{2} \cdot \binom{n}{k}  
\end{equation*}
```

Abgesetzte Formel:

$$\frac{1+x}{1-x} \cdot \sqrt[3]{2} \cdot \binom{n}{k}$$

Formel im Textfluss:

```
\frac{1+x}{1-x}, \sqrt[3]{2}, \binom{n}{k}
```

Formel im Textfluß: $\frac{1+x}{1-x}$, $\sqrt[3]{2}$, $\binom{n}{k}$

5.13 Programm Quelltext

Die Umgebung `lstlisting` übernimmt das Formatieren von Programmquelltext.

```
Listing \ref{code:complex} zeigt die Implementierung eines
besonders komplexen Algorithmus.
\begin{lstlisting}[
  language=java,
  caption={Komplizierter Quelltext.},
  label=code:complex
]
while(x>0) {
    x--;
    // bla bla
}
\end{lstlisting}
```

Listing 5.1 zeigt die Implementierung eines besonders komplexen Algorithmus.

```
1 while(x>0) {
2     x--;
3     // bla bla
4 }
```

Listing 5.1: Komplizierter Quelltext.

Siehe auch https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Source_Code_Listings

5.14 Code im Text

Mit dem Befehl `lstinline` können kurze Programmfragmente direkt in den Textfluss integriert werden. Das sieht dann so aus:
`\lstinline[language=java]{labels.add("" + i)}.`
 Allzu lange sollten diese Programmausschnitte aber nicht sein.

Mit dem Befehl `lstinline` können kurze Programmfragmente direkt in den Textfluß integriert werden. Das sieht dann so aus: `labels.add("" + i)`. Allzu lange sollten diese Programmausschnitte aber nicht sein.

5.15 Seitenübrüche

Ein Seitenumbruch kann mit `\pagebreak` erzwungen werden.

Soll etwas als ganzes auf der Seite stehen und nicht umgebrochen werden, so kann dieser Teil in eine `minipage` Umgebung eingeschlossen werden.

```
\begin{minipage}{\linewidth}
In diesem Teil findet kein Seitenumbruch statt.
\end{minipage}
```

Häufig wird dies bei Programmlistings nötig sein:

Das Listing `\ref{code:codenopagebreak}` ist in eine `minipage` eingebunden. Dies wirkt sich so aus, dass dieses Listing nur als ganzes auf der Seite steht, sollte es nicht mehr Platz haben wird es komplett auf die folgende Seite gesetzt und es entsteht ein Leerraum auf der vorhergehenden Seite.

```
\begin{minipage}{\linewidth}
\begin{lstlisting}[
    language=java,
    caption={Java Quelltext.},
    label=code:codeexample1
]
public void prepend(Node n) {
    n.next=start;
    start=n;
}
\end{lstlisting}
\end{minipage}
```

Das Listing 5.2 ist in eine `minipage` eingebunden. Dies wirkt sich so aus, dass dieses Listing nur als ganzes auf der Seite steht, sollte es nicht mehr Platz haben wird es komplett auf die folgende Seite gesetzt und es entsteht ein Leerraum auf der vorhergehenden Seite.

```
1 public void prepend(Node n) {
2     n.next=start;
3     start=n;
4 }
```

Listing 5.2: Java Quelltext.

5.16 Quellen und Literatur

Alle Quellen befinden sich im Dokument `chapters/Post-01-literatur.tex`. Eine Quelle erhält mit `\bibitem{bib:name}` einen Namen.

Im Text wird durch den Befehl `\cite` zitiert. Bsp.:

Siehe `\cite{bib:latexintro}`.

Siehe [?].

5.17 Links

Links können in der Form einer URL eingefügt werden. Dies kann (in kleinerem Umfang) statt Einträgen im Literaturverzeichnis verwendet werden.

```
\url{http://www.orf.at}
```

```
http://www.orf.at
```

Lange URL's sehen nicht besonders gut aus. Etwa `https://www.youtube.com/watch?v=_vQaOvPsLko&list=PL6gx4Cwl9DGBsvRxJJ0zG4r4k_zLKrnxl&index=49`.

In diesem Fall bietet es sich an solche URL's mit einem Kurz-URL-Dienst (z.B. `tinyurl.com`) zu verkürzen. Obige URL in verkürzter Form: `http://tinyurl.com/hqtzqan`

5.18 Fußnoten

```
Eine Fußnote kann man einfach%
\footnote{Hier zum Beispiel}
irgendwo in den Text einfuegen.
```

Eine Fußnote kann man einfach¹ irgendwo in den Text einfügen, diese wird an das untere Ende der Seite gesetzt.

5.19 Tabellen

Mit der Umgebung `tabular` bzw. erweitert: `tabularx`.

Siehe <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Tables>

5.20 Mehrspaltiger Text

Um einen zweispaltigen Text zu erzeugen kann die `multicols` Umgebung verwendet werden

bildung platzsparend neben dem Text zu platzieren. Siehe Logo der HTL Braunau in Abbildung 5.3.

```
\begin{multicols}{2}
Text in 2 Spalten
\end{multicols}
```

Hier wurde `multicols` verwendet um die Ab-

¹Hier zum Beispiel



Figure 5.3: Logo auf der rechten Seite.

Um einen Spaltenumbruch an einer bestimmten Stelle zu erzwingen:

```
\columnbreak
```

6 Case Study

7 Evaluation

8 Project Management

8.1 Planning

8.2 Evaluation

8.3 Timesheet

8.3.1 Student A

Braunau/Inn, 26.11.2023
Ort, Datum

Max Mustermann

Unterschrift

8.3.2 Student B

Braunau/Inn, 26.11.2023
Ort, Datum

Max Mustermann

Unterschrift

9 Future Work

10 Related Work

11 Conclusion

Acknowledgements

Listings

4.1	Mein erstes C-Programm.	11
4.2	Alle Dateinamen ausgeben.	11
4.3	Mausposition ermitteln.	11
4.4	Kurzer CSS-Quelltext.	11
4.5	HTML-Quelltext	12
4.6	JavaScript-Quelltext	12
5.1	Komplizierter Quelltext.	18
5.2	Java Quelltext.	19

List of Figures

1.1	List of all rare earth elements. Those 16 elements can be further categorized into the light rare earth elements (LREEs) and the heavy rare earth elements (HREEs). Picture from lynasrareeaths.com.	2
2.1	Precipitations of a successful REE detection reaction. The test tube on the righthandside does not show any precipitation because the probe was deionized water.	4
2.2	Graphical visualisation of the structure of lanmodulin. The EF-hands are indicated by EF, this is where the REEs can bind to the protein. In this visualisation the turquoise coloured spheres are Y^{III} ions which are bound to the EF-hands. Picture from "The biochemistry of lanthanide acquisition, trafficking and utilization", Emily R. Featherston and Joseph A. Cotruvo [3].	6
4.1	Logo der HTL Braunau.	9
4.2	Zwei Logos der HTL Braunau	9
4.3	Drei Logos der HTL Braunau	10
5.1	Oben Bitmap-, unten Vektor-Font	14
5.2	Logo der HTL Braunau.	16
5.3	Logo auf der rechten Seite.	21

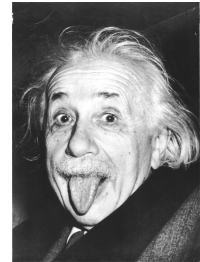
Bibliography

- [1] Erik C. Cook, Emily R. Featherston, Scott A. Showalter, and Joseph A. Jr. Cotruvo. Structural basis for rare earth element recognition by methylobacterium extorquens lanmodulin. *Biochemistry*, 58(2):120–125, 2019. PMID: 30352145.
- [2] Joseph A. Jr. Cotruvo, Emily R. Featherston, Joseph A. Mattocks, Jackson V. Ho, and Tatiana N. Laremore. Lanmodulin: A highly selective lanthanide-binding protein from a lanthanide-utilizing bacterium. *Journal of the American Chemical Society*, 140(44):15056–15061, 2018.
- [3] Emily R. Featherston and Joseph A. Cotruvo. The biochemistry of lanthanide acquisition, trafficking, and utilization. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*, 1868(1):118864, 2021.
- [4] Yoshiko Fujita, Scott K. McCall, and Daniel Ginosar. Recycling rare earths: Perspectives and recent advances. *MRS Bulletin*, 47(3):283–288, Mar 2022.
- [5] Simon M. Jowitt, Timothy T. Werner, Zhehan Weng, and Gavin M. Mudd. Recycling of the rare earth elements. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 13:1–7, 2018. Reuse and Recycling / UN SGDs: How can Sustainable Chemistry Contribute? / Green Chemistry in Education.
- [6] Daniele Paderni, Luca Giorgi, Vieri Fusi, Mauro Formica, Gianluca Ambrosi, and Mauro Micheloni. Chemical sensors for rare earth metal ions. *Coordination Chemistry Reviews*, 429:213639, 2021.
- [7] Doris Schöler, Matthias Buchert, Ran Liu, Ste-fanie Dittrich, and Cornelia Merz. *Study on rare earths and their recycling*. Darmstadt, Germany, Öko-Institut e.V., 2011.

CV

Tobias Daxecker

Geburtstag, Geburtsort: 25.11.2004, Braunau am Inn
Schulbildung: Volksschule
Neue Mittelschule
HTL
Praktika: Firmenname, Zeit, Tätigkeit
Anschrift: Adenberg 19
5144, Handenberg
Österreich
E-Mail: tobias.daxecker@htl-braunau.at



Mathias Standhartinger

Geburtstag, Geburtsort: 28.12.2004, Braunau am Inn
Schulbildung: Volksschule
Neue Mittelschule
HTL
Praktika: Firmenname, Zeit, Tätigkeit
Anschrift: Strasse Nummer
PLZ, Ort
Österreich
E-Mail: max@mustermann.com

