



hochschule mannheim

# **Computer simulations on the evolution of tRNA-amino-acid binding recognition as a model for the genetic code**

Hanna Schumacher

Master Thesis

for the acquisition of the academic degree Master of Science (M.Sc.)

Course of Studies: Computer Science

Department of Computer Science

University of Applied Sciences Mannheim

28.02.2019

Tutors

Prof. Markus Gumbel, Hochschule Mannheim

Prof. Lutz Strüngmann, Hochschule Mannheim

**Schumacher, Hanna:**

Computer simulations on the evolution of tRNA-amino-acid binding recognition as a model for the genetic code / Hanna Schumacher. –

Master Thesis, Mannheim: University of Applied Sciences Mannheim, 2019. 10 pages.

**Schumacher, Hanna:**

Computersimulationen zur Evolution der tRNA-Aminosäure-Bindungserkennung als Modell für den genetischen Code / Hanna Schumacher. –

Master-Thesis, Mannheim: Hochschule Mannheim, 2019. 10 Seiten.

## **Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Arbeit veröffentlicht wird, d. h. dass die Arbeit elektronisch gespeichert, in andere Formate konvertiert, auf den Servern der Hochschule Mannheim öffentlich zugänglich gemacht und über das Internet verbreitet werden darf.

Mannheim, 28.02.2019

Hanna Schumacher



# Abstract

## ***Computersimulationen zur Evolution der tRNA-Aminosäure-Bindungserkennung als Modell für den genetischen Code***

Jemand musste Josef K. verleumdet haben, denn ohne dass er etwas Böses getan hätte, wurde er eines Morgens verhaftet. Wie ein Hund! sagte er, es war, als sollte die Scham ihn überleben. Als Gregor Samsa eines Morgens aus unruhigen Träumen erwachte, fand er sich in seinem Bett zu einem ungeheueren Ungeziefer verwandelt. Und es war ihnen wie eine Bestätigung ihrer neuen Träume und guten Absichten, als am Ziele ihrer Fahrt die Tochter als erste sich erhob und ihren jungen Körper dehnte. Es ist ein eigentümlicher Apparat, sagte der Offizier zu dem Forschungsreisenden und überblickte mit einem gewissermaßen bewundernden Blick den ihm doch wohl bekannten Apparat. Sie hätten noch ins Boot springen können, aber der Reisende hob ein schweres, geknotetes Tau vom Boden, drohte ihnen damit und hielt sie dadurch von dem Sprunge ab. In den letzten Jahrzehnten ist das Interesse an Hungerkünstlern sehr zurückgegangen. Aber sie überwandten sich, umdrängten den Käfig und wollten sich gar nicht fortrühren.

## ***Computer simulations on the evolution of tRNA-amino-acid binding recognition as a model for the genetic code***

The European languages are members of the same family. Their separate existence is a myth. For science, music, sport, etc, Europe uses the same vocabulary. The languages only differ in their grammar, their pronunciation and their most common words. Everyone realizes why a new common language would be desirable: one could refuse to pay expensive translators. To achieve this, it would be necessary to have uniform grammar, pronunciation and more common words. If several languages coalesce, the grammar of the resulting language is more simple and regular than that of the individual languages. The new common language will be more simple and regular than the existing European languages. It will be as simple as Occidental; in fact, it will be Occidental. To an English person, it will seem like simplified English, as a skeptical Cambridge friend of mine told me what Occidental is.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Erster Abschnitt . . . . .	1
1.1.1	Textauszeichnungen . . . . .	1
1.1.2	Anführungszeichen . . . . .	1
1.1.3	Abkürzungen . . . . .	1
1.1.4	Literaturarbeit . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Zweites Kapitel</b>	<b>3</b>
2.1	Abbildungen . . . . .	3
2.2	Tabellen . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Drittes Kapitel</b>	<b>6</b>
3.1	Formelsatz . . . . .	6
3.2	Sourcecode . . . . .	6
3.2.1	Aus einer Datei . . . . .	6
3.2.2	Inline . . . . .	7

# Kapitel 1

## Einleitung

### 1.1 Erster Abschnitt

Einleitung zur Arbeit.

Möglicherweise noch einmal unterteilt in Unterabschnitte.

#### 1.1.1 Textauszeichnungen

Man kann Text auch *kursiv* oder **fett** setzen. Es gibt Bindestriche -, Gedankenstriche – und lange Striche —.

#### 1.1.2 Anführungszeichen

Deutsche Anführungszeichen gehen so: „dieser Text steht in ,Anführungszeichen“; alles klar?“.

#### 1.1.3 Abkürzungen

Eine Abkürzung (ABK) wird bei der ersten Verwendung ausgeschreiben<sup>1</sup>. Danach nicht mehr: ABK. Man kann allerdings die Langform<sup>2</sup> explizit anfordern: Abkür-

---

<sup>1</sup>Ausschreiben bedeutet, dass man nicht die Abkürzung sondern die lange Form verwendet.

<sup>2</sup>Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

zungen oder die Kurzform ABK oder auch noch einmal die Definition: Abkürzung (ABK).

Mehr dazu findet sich im Kapitel 1.1.1.

### ***Noch ein Unterabschnitt***

**Eine Absatzüberschrift** Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

#### **1.1.4 Literaturarbeit**

Wichtig ist das korrekte Zitieren von Quellen, wie es auch von [1] dargelegt wird. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der Artikel von [2]. Häufig werden die Zitate auch in Klammern gesetzt, wie bei [[3]].

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

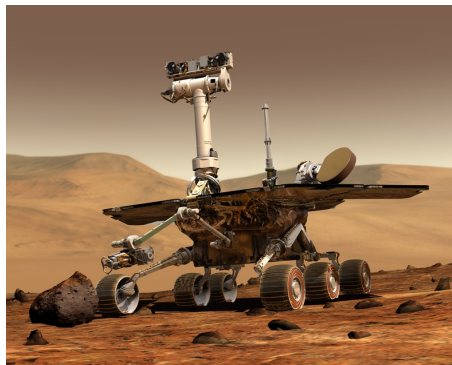


## Kapitel 2

# Zweites Kapitel

### 2.1 Abbildungen

Natürlich können auch Grafiken und Bilder eingebunden werden, siehe z. B. Abbildung 2.1.

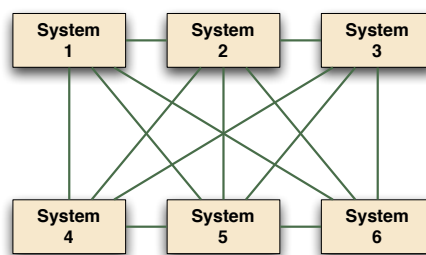


**Abbildung 2.1:** Ein Nasa-Rover

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert

der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

Und hier ist noch ein weiteres Bild (siehe Abb. 2.2).



**Abbildung 2.2:** Point to Point

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

## 2.2 Tabellen

Tabellen werden normalerweise ohne vertikale Striche gesetzt, sondern die Spalten werden durch einen entsprechenden Abstand voneinander getrennt.<sup>1</sup> Zum Einsatz kommen ausschließlich horizontale Linien (siehe Tabelle 2.1).

---

<sup>1</sup> Siehe [?, S. 89].

Form der Kopplung	enge Kopplung	lose Kopplung
Physikalische Verbindung Kommunikationsstil Datenmodell Bindung	Punkt-zu-Punkt synchron komplexe gemeinsame Typen statisch	über Vermittler asynchron nur einfache gemeinsame Typen dynamisch

Tabelle 2.1: Kopplungsformen

Eine Tabelle fließt genauso, wie auch Bilder durch den Text. Siehe Tabelle 2.1. Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

## Kapitel 3

# Drittes Kapitel

### 3.1 Formelsatz

Eine Formel gefällig? Mitten im Text  $a_2 = \sqrt{x^3}$  oder als eigener Absatz (siehe Formel 3.1):

$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 4 & 0 & -3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -2 & 3 & 5 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -7 & 15 & 28 \\ 4 & 1 & -12 \end{pmatrix} \quad (3.1)$$

### 3.2 Sourcecode

Man kann mit Latex auch ganz toll Sourcecode in den Text aufnehmen.

#### 3.2.1 Aus einer Datei

```
package de.smits_net.tpe.ue3.crypto;

/**
 * Grundlegendes Interface, um Verschlüsselung durchzuführen. Mit
 * Hilfe dieses Interfaces kann man Nachrichten verschlüsseln
 * (über die {@link #verschluesseln(Key, String)} Methode) und
 * wieder entschlüsseln (über die {@link #entschluesseln(Key,
 * String)} Methode).
 * @author Thomas Smits
 */
public interface Crypter {

    /**
```

```

    * Verschlüsselt den gegebenen Text mit dem angegebenen Schlüssel.
    *
    * @param key Schlüssel, der verwendet werden soll.
    * @param message Nachricht, die Verschlüsselt werden soll.
    *
    * @return verschlüsselter Text.
    * @throws CrypterException Probleme mit der
    *         Verschlüsselung aufgetreten.
    */
    public String verschluesseln(Key key, String message) throws CrypterException;
}

```

### 3.2.2 Inline

Dies hier ist ein Blindtext zum Testen von Textausgaben. Wer diesen Text liest, ist selbst schuld. Der Text gibt lediglich den Grauwert der Schrift an. Ist das wirklich so? Ist es gleichgültig, ob ich schreibe: „Dies ist ein Blindtext“ oder „Huardest gefburn“? Kjift – mitnichten! Ein Blindtext bietet mir wichtige Informationen. An ihm messe ich die Lesbarkeit einer Schrift, ihre Anmutung, wie harmonisch die Figuren zueinander stehen und prüfe, wie breit oder schmal sie läuft. Ein Blindtext sollte möglichst viele verschiedene Buchstaben enthalten und in der Originalsprache gesetzt sein. Er muss keinen Sinn ergeben, sollte aber lesbar sein. Fremdsprachige Texte wie „Lorem ipsum“ dienen nicht dem eigentlichen Zweck, da sie eine falsche Anmutung vermitteln.

```

/**
 * Testet den Schlüssel auf Korrektheit: Er muss mindestens die Länge 1
 * haben und darf nur Zeichen von A-Z enthalten.
 *
 * @param key zu testender Schlüssel
 * @throws CrypterException wenn der Schlüssel nicht OK ist.
 */
protected void checkKey(Key key) throws CrypterException {

    // Passt die Länge?
    if (key.getKey().length == 0) {
        throw new CrypterException("Der Schlüssel muss mindestens " +
            "ein Zeichen lang sein");
    }
    checkCharacters(key.getKey(), ALPHABET);
}

```

**Listing 3.1:** Methode checkKey()

# Literaturverzeichnis

- [1] Friedrich Forstman and Ralf de Jong. *Detailtypografie*. Verlag Hermann Schmidt, 2002.
- [2] Hans Peter Williberg and Friedrich Forstmann. *Erste Hilfe in Typographie*. Verlag Hermann Schmidt, 1999.
- [3] Marin Kornmeier. *Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht*. UTB, 4 edition, 2011.
- [4] Stefan Weber. Wissenschaft als web-sampling. *Telepolis*, 2006.
- [5] Walter Krämer. *Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit?* Campus Verlag, 3. auflage edition, 2009.

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Ein Nasa-Rover . . . . .	3
2.2	Point to Point . . . . .	4

# Index

## A

Abkürzungen, 1