



**Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences

---

# Bootstrapping

## Term Paper

from

**Hagen Wey**

Matriculation number: s0575947

Faculty 4 – Informatik, Kommunikation und Wirtschaft –  
of the Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Term paper in the course "Aktuelle Themen der Informatik"  
in the degree programme  
**Angewandte Informatik**

Day of delivery: 16.07.2024

Lecturer: Prof. Dr. Tatiana Ermakova

---



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Background and motivation . . . . .	1
1.2	Objectives of the paper . . . . .	1
1.3	Classification in the course . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Mathematical/statistical foundations of bootstrapping</b>	<b>3</b>
2.1	Definition of terms . . . . .	3
2.1.1	Standard error . . . . .	3
2.1.2	Confidence intervalls . . . . .	3
2.2	Statistical properties and advateges . . . . .	3
2.3	Types of bootstrapping . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Implementation of bootstrapping</b>	<b>5</b>
3.1	Algorithm and pseudocode . . . . .	5
3.2	Implementation in Python . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Example</b>	<b>7</b>
4.1	Description of the problem . . . . .	7
4.1.1	Data set and preparation . . . . .	7
4.1.2	Execution of the bootstrapping . . . . .	7
4.2	Analysing and interpreting the results . . . . .	7
<b>5</b>	<b>Appendix</b>	<b>9</b>
5.1	Analysis of the results . . . . .	9
<b>A</b>	<b>Der Blindtext</b>	<b>11</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>13</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>15</b>
	<b>Quelltextverzeichnis</b>	<b>17</b>
	<b>Eigenständigkeitserklärung</b>	<b>19</b>

## **Abstract**

The objective of this term paper is to provide readers with an introduction to the concepts associated with the bootstrapping process. The following sections aim to provide an overview of the process, as well as an analysis of the advantages and disadvantages of the procedure discussed in this paper. While some basic knowledge of statistics is undoubtedly beneficial for those wishing to gain familiarity with the subject matter, this paper is intended to serve as an introductory guide for any interested reader. Consequently, the fundamental concepts and underlying logic of bootstrapping should be accessible and comprehensible even to those with no prior experience or knowledge in this field. The use of practical examples and illustrative implementations will facilitate a deeper understanding of the subject matter.

# Kapitel 1: Introduction

## 1.1 Background and motivation

In statistical analysis, bootstrapping is a method used for the derivation of robust estimates of standard errors and confidence intervals. This is applied to estimates such as mean, median, proportion, odds ratio, correlation coefficient or regression coefficient. Developed by Bradley Efron towards the end of the 1970s in "Bootstrap methods: another look at the jackknife"(1979), inspired by the jackknife technique, the bootstrap remains one of the most significant approaches in contemporary statistics, particularly as an alternative to parametric estimates. The flexibility of this method in addressing uncertainty in estimates, particularly in the context of smaller or non-normally distributed samples, has made it a valuable tool in a range of business domains, including biostatistics, financial analysis and machine learning. This particular area is of outstanding importance for our course. In this context, the topic of bootstrapping exemplifies the relationship between theoretical concepts and their practical application. This will be demonstrated later in the course through the implementation of clear, yet uninterpretable, results.

## 1.2 Objectives of the paper

The objective of this paper is to provide the reader with an insight into the concept of bootstrapping. To this end, we will first elucidate some pivotal terminology and fundamental mathematical principles, with a view to fostering a more nuanced comprehension. Thereafter, we will examine the structural underpinnings of bootstrapping and identify the key elements that warrant consideration prior to reinvigorating the process through the use of a theoretical exemplar. Finally, we will explore a potential implementation and utilize this to elucidate the individual steps in what we term "plots."

## 1.3 Classification in the course



# Kapitel 2: Mathematical/statistical foundations of bootstrapping

## 2.1 Definition of terms

### 2.1.1 Standard error

### 2.1.2 Confidence intervalls

## 2.2 Statistical properties and advateges

...

## 2.3 Types of bootstrapping

...





# Kapitel 3: Implementation of bootstrapping

## 3.1 Algorithm and pseudocode

## 3.2 Implementation in Python



# Kapitel 4: Example

## 4.1 Description of the problem

Herleitung der Testmethodik.

### 4.1.1 Data set and preparation

...

### 4.1.2 Execution of the bootstrapping

...

## 4.2 Analysing and interpreting the results

...



# Kapitel 5: Appendix

## 5.1 Analysis of the results



# Anhang A: Der Blindtext

Weit hinten, hinter den Wortbergen, fern der Laender Vokalien und Konsonantien leben die Blindtexte. Abgeschieden wohnen Sie in Buchstabhausen an der Kueste des Semantik, eines grossen Sprachozeans. Ein kleines Baechlein namens Duden fliesst durch ihren Ort und versorgt sie mit den noetigen Regelialien. Es ist ein paradiesmatisches Land, in dem einem gebratene Satzteile in den Mund fliegen. Nicht einmal von der allmaechtigen Interpunktion werden die Blindtexte beherrscht - ein geradezu unorthographisches Leben.

Eines Tages aber beschloss eine kleine Zeile Blindtext, ihr Name war Lorem Ipsum, hinaus zu gehen in die weite Grammatik. Der grosse Oxmox riet ihr davon ab, da es dort wimmele von boesen Kommata, wilden Fragezeichen und hinterhaeltigen Semikoli, doch das Blindtextchen liess sich nicht beirren. Es packte seine sieben Versalien, schob sich sein Initial in den Guertel und machte sich auf den Weg. Als es die ersten Huegel des Kursivgebirges erklommen hatte, warf es einen letzten Blick zurueck auf die Skyline seiner Heimatstadt Buchstabhausen, die Headline von Alphabetdorf und die Subline seiner eigenen Strasse, der Zeilengasse. Wehmuetig lief ihm eine rethorische Frage ueber die Wange, dann setzte es seinen Weg fort. Unterwegs traf es eine Copy. Die Copy warnte das Blindtextchen, da, wo sie herkaeme waere sie zigmal umgeschrieben worden und alles, was von ihrem Ursprung noch uebrig waere, sei das Wort und und das Blindtextchen solle umkehren und wieder in sein eigenes, sicheres Land zurueckkehren. Doch alles Gutzureden konnte es nicht ueberzeugen und so dauerte es nicht lange, bis ihm ein paar heimtueckische Werbetexter auflauerten, es mit Longe und Parole betrunken machten und es dann in ihre Agentur schleppten, wo sie es fuer ihre Projekte wieder und wieder missbrauchten. Und wenn es nicht umgeschrieben wurde, dann benutzen Sie es immernoch.





# Abbildungsverzeichnis



# Tabellenverzeichnis



# Quelltextverzeichnis



# Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Term Paper selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Berlin, den 16.07.2024

Hagen Wey