



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

FAKULTÄT
FÜR MATHEMATIK, INFORMATIK
UND NATURWISSENSCHAFTEN

Titel der Abschlussarbeit

vorgelegt von

Mandy Mustermann

geboren am 31. Januar 1970

Bachelorarbeit / Masterarbeit im Studiengang
Biologie
der Universität Hamburg

eingereicht am 1. April 2000

Gutachter*in: Prof. A. Ersthelfer

Gutachter*in: Prof. Z. Eswirdschonwerden

Inhaltsverzeichnis

Abstract	ii
Zusammenfassung	iii
Abkürzungsverzeichnis	iv
Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vi
1 Einleitung	1
1.1 Hinweise zur Literatur	1
2 Material und Methodik	2
2.1 Untersuchungsgebiet	2
2.2 Querverweise	2
2.3 Mathematische Gleichungen	2
2.4 Chemische Formeln	3
2.5 Software	3
3 Ergebnisse	4
3.1 Tabellen	4
3.1.1 R Markdown Tabellen	4
3.1.2 Mit R erzeugte Tabellen	4
3.1.2.1 Die Pakete <code>knitr</code> und <code>kableExtra</code>	5
3.1.2.2 Das <code>flextable</code> Paket	5
3.2 Abbildungen	6
4 Diskussion	7
4.1 Schlussfolgerung	7
5 Literaturverzeichnis	9
A Danksagung	10
B Anhang	11
B.1 Abbildungen	11
B.2 Tabellen	11
C Eidesstattliche Versicherung	13

Abstract

Auf etwa einer halben, maximal einer Seite sollten die wichtigsten Inhalte, Erkenntnisse, Neuerungen bzw. Ergebnisse der Arbeit beschrieben werden. Durch eine solche Zusammenfassung, im Engl. auch *Abstract* genannt, am Anfang der Arbeit wird die Arbeit deutlich aufgewertet. Hier sollte vermittelt werden, warum der Leser die Arbeit lesen sollte.

Die englische Zusammenfassung erfolgt zuerst.

Zusammenfassung

Die deutsche Zusammenfassung sollte eine direkte Übersetzung des englischen *Abstract* sein und sich inhaltlich nicht unterscheiden.

Abkürzungsverzeichnis

Zur Auflistung von Abkürzungen kann eine Tabelle mittels R Markdown oder \LaTeX Syntax erstellt werden. Bei der \LaTeX Variante ist allerdings der Vorteil, dass die Tabelle keine automatische Nummer erhält und daher nicht im Tabellenverzeichnis erscheint. Auch startet die nächste Tabelle im Haupttext mit der Nummer 2!

ATP	Adenosintriphosphat
CoA	Coenzym A
DNA	Desoxyribonukleinsäure
mtDNA	Mitochondriale DNA

Abbildungsverzeichnis

1	Lage des Untersuchungsstandort....	2
2	Beziehung zwischen Gesamtpferdestaerke und der Reichweite verschiedener Autotypen.	6
3	Unterschiede der Reichweite zwischen den beiden Getriebearten (0 = automatisch, 1 = manuell).	6
4	Reichweite in der Stadt, gruppiert nach der Anzahl der Zylinder.	11

Tabellenverzeichnis

1	Dies ist eine Tabelle, die direkt in Markdown geschrieben wurde.	4
2	Dies ist eine mit <code>knitr::kable()</code> erzeugte und mit <code>kableextra</code> modifizierte Tabelle.	5
3	Dies ist eine mit <code>flextable</code> erzeugte Tabelle.	5
4	Deskriptive Statistik von	12

1 Einleitung

Die Einleitung sollte vom Allgemeinen ins Spezifische gehen. Beantworte dabei die folgenden Fragen:

- Was ist das allgemeine Thema und warum ist es relevant?
- Was ist der aktuelle Stand der Forschung? Welche Lücken oder Widersprüche gibt es?
- Was ist die spezifische Fragestellung dieser Arbeit?
- Welche Hypothesen werden getestet?
- Wie ist die Arbeit gegliedert? (Argumentationskette, Teilprobleme)

1.1 Hinweise zur Literatur

Nutze [Google Scholar](#) oder [Web of Science](#) (erreichbar über [UHH VPN](#)) zur Literaturrecherche. Weitere nützliche Datenbanken für die Biologie sind die [Elektronische Zeitschriftenbibliothek](#) der UHH und [ScienceDirect](#).

Ein Literaturverwaltungsprogramm wie [Zotero](#) (mit dem Plugin [Better BibTeX](#)) hilft beim Organisieren der Quellen und beim automatischen Export von `.bib`-Dateien. Für die Zitationssyntax und die Einrichtung des Literaturverzeichnisses siehe das Tutorial.

2 Material und Methodik

Was genau in diesem Kapitel aufgeführt wird, hängt sehr von der Art der Abschlussarbeit ab, ob es sich um ein Laborexperiment, eine Feldstudie oder eine theoretische bzw. Modellierungsarbeit handelt. Bei Feldstudien ergeben sich typischerweise folgende Abschnitte:

- Untersuchungsgebiet
- Experimentelles Design
- Datenerhebung
- Statistische Analyse mit Angabe der entsprechenden Computerprogramme ¹

2.1 Untersuchungsgebiet

Externe Grafiken (z.B. Karten) werden mit `knitr::include_graphics()` eingebettet. Die Bildunterschrift wird über `fig.cap` festgelegt, die Breite über `out.width`:

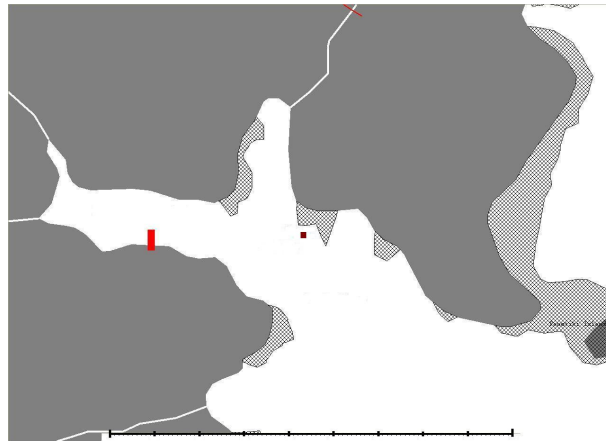


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsstandort...

2.2 Querverweise

Abbildungen werden mit `\@ref(fig:<chunk-label>)` referenziert, Tabellen mit `\@ref(tab:<chunk-label>)`. Chunk-Labels dürfen **keine Unterstriche** enthalten — verwende stattdessen Bindestriche. Kapitel lassen sich über `[Kapitelname]` verlinken, z.B. [Diskussion](#). Eine vollständige Übersicht findest du im Tutorial.

2.3 Mathematische Gleichungen

Inline-Gleichungen nutzen einfache Dollarzeichen: $E = mc^2$. Abgesetzte Gleichungen nutzen doppelte Dollarzeichen:

$$E = mc^2$$

¹ wie **R** - so macht man übrigens eine Fußnote

Für nummerierte Gleichungen mit Querverweisen wird die \LaTeX -Gleichungsumgebung verwendet (siehe Gl. (1)):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1)$$

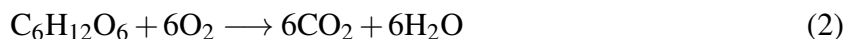
Formeln sind immer in Sätze zu integrieren und enden mit Komma oder Punkt.

2.4 Chemische Formeln

Mit $\mathrm{\{ . . . \}}$ wird die automatische Kursivierung im Mathematikmodus vermieden:

- Tiefgestellt: CH_4
- Hochgestellt: O^-
- Kombiniert: $\text{Fe}_2^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$ über $\mathrm{\{Fe_2^{2+}Cr_2O_4\}}$
- Hydrat: $\text{CuCl} \bullet 7\text{H}_2\text{O}$
- Pfeile: \longrightarrow (Reaktion), \rightleftharpoons (Gleichgewicht), \leftrightarrow (Resonanz)
- Delta: Δ

Nummerierte Reaktionsgleichungen nutzen die Gleichungsumgebung:



Querverweis über (2). Unnummerierte Reaktionen im Fließtext nutzen Dollarzeichen:
 $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{NH}_3_{(g)} + \text{HCl}_{(g)}$

2.5 Software

Dieser Abschnitt sollte standardmäßig immer zum Schluss kommen. Hier wird aufgelistet welche R Version und welche Pakete mit Versionsnummer genutzt wurden. Es dürfen hier auch nicht die Referenzen für die jeweiligen Pakete fehlen. Der folgende Text erstellt alles nötige automatisch. Hier müssen einfach nur die verwendeten Pakete aktualisiert werden:

Die Analysen wurden mit der Statistiksoftware R (Version 4.5.2) (R Core Team, 2025) durchgeführt. Die Abschlussarbeit selbst, einschliesslich der Tabellen, wurde mit den Paketen ‘bookdown’ (Version 0.46) (Xie, 2025a), ‘rmarkdown’ (Version 2.30) (Allaire et al., 2025), ‘knitr’ (Version 1.51) (Xie, 2025b), ‘kableExtra’ (Version 1.4.0) (Zhu, 2024), und ‘flextable’ (Version 0.9.10) (Gohel and Skintzos, 2025) erstellt.

3 Ergebnisse

Der Ergebnisteil ist für den Aufbau einer empirischen Arbeit extrem wichtig und sollte eine gute Mischung aus Text, Tabellen und Abbildungen sein. Um dem Leser eine Struktur zu geben und den roten Faden nicht zu verlieren, sollten die Forschungsfragen und Hypothesen für die Einteilung und Darstellung der Ergebnisse genutzt werden.

Abbildungen und Tabellen gehören grundsätzlich zum Text, solange sie in den Fließtext eingebunden sind. Sie werden fortlaufend nummeriert, beschriftet und ggf. mit der entsprechenden Quelle versehen. Außerdem wird jede Abbildung und Tabelle im Text referiert, d.h. es wird auf irgendeine Weise Bezug darauf genommen. \LaTeX setzt Tabellen und Abbildungen in der Regel selbstständig so, wie es am besten passt. Es ist kein Problem, wenn das entsprechende Objekt dadurch auf einer anderen Seite als der Verweis platziert wird.

Tabellen erhalten in der Regel eine Überschrift, während Abbildungen eine Bildunterschrift erhalten. Dies muss bei einigen R Funktionen berücksichtigt werden (siehe nachfolgende Beispiele).

3.1 Tabellen

3.1.1 R Markdown Tabellen

Bei einer R Markdown Tabelle, wie hier in Tabelle 1, erfolgt die Tabellenbeschriftung mit **Table: ...**, welche über oder unter die Tabelle geschrieben werden kann, denn \LaTeX setzt die Beschriftung automatisch über die Tabelle. Achtung: Für die Beschriftung braucht man hier keine Anführungszeichen!

Der Name bzw. das Label der Tabelle kommt **direkt** im Anschluss an den Beschriftungstext mit `\label{tab:name}`. **Wichtig**: das Label wird hier in der \LaTeX Notation gesetzt, wo die Klammern geschweift statt rund sind. Auch der Querverweis hat daher in der \LaTeX Notation zu erfolgen, also mit `\ref{tab:name}` (ohne @ und auch mit geschweiften Klammern).

Tabelle 1: Dies ist eine Tabelle, die direkt in Markdown geschrieben wurde.

A	New	Table
left-aligned	centre-aligned	right-aligned
\$123	\$456	\$789
<i>italics</i>	normal	boldface

3.1.2 Mit R erzeugte Tabellen

Tabellen mit R und einzelnen Paketen zu erstellen ist viel einfacher (und schützt vor Tippfehlern!) als die manuelle Eingabe von Werten in eine Tabelle durch Kopieren und Einfügen von Werten

in Excel oder LaTeX. Dies zeigt wieder einmal, wie schön reproduzierbare Dokumente sein können!

3.1.2.1 Die Pakete `knitr` und `kableExtra`

Tabelle 2 ist ein Beispiel für eine mit `knitr::kable()` erzeugte Tabelle, die mit Funktionen aus `kableExtra` dann weiter modifiziert wird. Eines der Argumente von `knitr::kable()` ist `caption` - hier wird die Beschriftung der Tabelle festgelegt:

Tabelle 2: Dies ist eine mit `knitr::kable()` erzeugte und mit `kableextra` modifizierte Tabelle.

	Gruppe 5				Gruppe 6	
	Gruppe 1		Gruppe 2		Gruppe 3	Gruppe 4
	mpg	cyl	disp	hp	drat	wt
Mazda RX4	21.0	6	160	110	3.90	2.620
Mazda RX4 Wag	21.0	6	160	110	3.90	2.875
Datsun 710	22.8	4	108	93	3.85	2.320
Hornet 4 Drive	21.4	6	258	110	3.08	3.215
Hornet Sportabout	18.7	8	360	175	3.15	3.440

Note:

Hier kommen Deine Kommentare rein.

3.1.2.2 Das `flextable` Paket

`flextable` erstellt Tabellen, die sowohl in PDF als auch in Word funktionieren. Tabelle 3 zeigt ein Beispiel. Beachte, dass `flextable` die Funktion `set_caption()` fuer die Beschriftung nutzt:

Tabelle 3: Dies ist eine mit `flextable` erzeugte Tabelle.

mpg	cyl	disp	hp	drat	wt
21.0	6	160	110	3.90	2.620
21.0	6	160	110	3.90	2.875
22.8	4	108	93	3.85	2.320
21.4	6	258	110	3.08	3.215
18.7	8	360	175	3.15	3.440

Tipp: Ein weiteres empfehlenswertes Paket ist `gt`, das eine tidyverse-kompatible Syntax bietet. Da die PDF-Unterstützung noch nicht vollständig ausgereift ist, bleiben `kableExtra` (PDF) und `flextable` (PDF + Word) die zuverlässigsten Optionen.

3.2 Abbildungen

Abbildungen können direkt mit R erstellt und hier angezeigt werden. Wie bei externen Abbildungen wird die Abbildungsbeschriftung und der Name für Querverweise direkt in den Codeschipsel Optionen festgelegt (siehe Abb. 2). Da die meisten Studierenden *ggplot2* verwenden, nutzen die folgenden Beispiele dieses Paket.

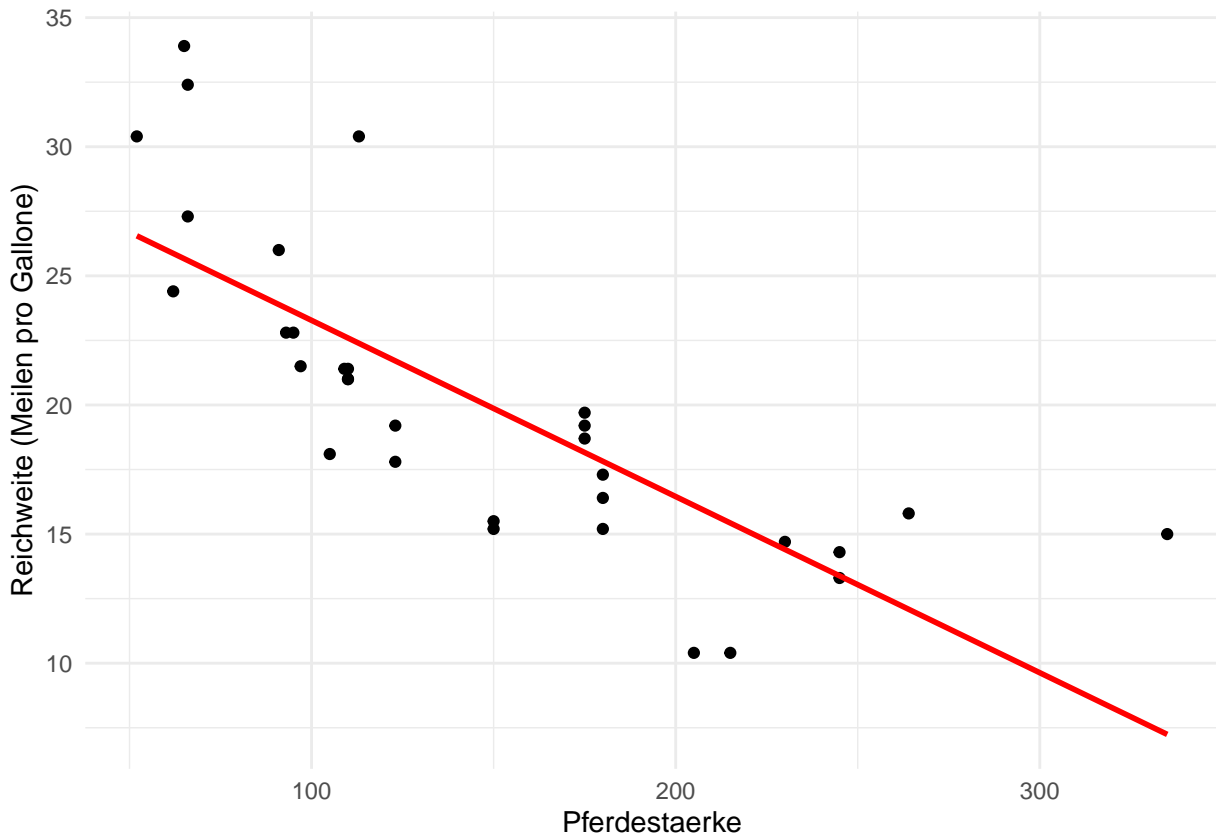


Abbildung 2: Beziehung zwischen Gesamtpferdestaerke und der Reichweite verschiedener Autotypen.

Hier zum Vergleich in Abb. 3 ein Boxplot mit einer anderen Abbildungsgröße.

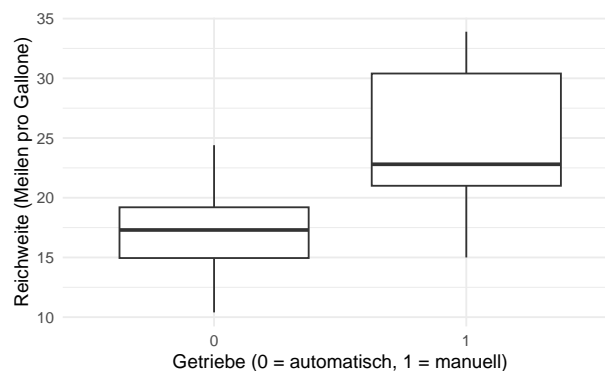


Abbildung 3: Unterschiede der Reichweite zwischen den beiden Getriebearten (0 = automatisch, 1 = manuell).

4 Diskussion

Absolute Richtlinien oder Regeln für eine gute Diskussion zu geben ist schwierig. Folgende Empfehlungen helfen aber hoffentlich weiter:

- In der Diskussion erfolgt die Gegenbewegung zur Einleitung: vom Spezifischen zum Allgemeinen.
- Zusammenfassung/Rekapitulation: Zu Beginn der Diskussion werden die Hauptergebnisse der Untersuchung kurz zusammen gefasst, und ob diese die Hypothesen bestätigen oder nicht. Ein Rückgriff auf die Sprache der Statistik aus dem Ergebniskapitel ist nicht mehr angebracht. In diesem Schritt sollten auch die Grundzüge der Argumente nochmals skizziert werden. Es ist sinnvoll, in der Diskussion möglichst bald und deutlich die Hauptaussage(n) dieser empirischen oder theoretischen Studie oder des Literatur-Reviews herauszustreichen: Was sind die neuen Erkenntnisse, die aus diesen Resultaten hervorgehen?
- Erörterung der Ergebnisse: Nun wird ausführlich auf die Erkenntnisse eingegangen bzw. werden diese kritisch bewertet. Mögliche Fragen, die dabei beantwortet werden sollten:
 - Ist die Befundlage überzeugend?
 - In empirischen Studien: Was kann aus den Resultaten dieser Untersuchung gefolgert werden? Wie lassen sie sich in den Forschungsbereich eingliedern, was bedeuten sie für den Forschungsbereich? Welchen früheren Studien und Theorien widersprechen die Ergebnisse, welche werden dadurch bestätigt?
 - In Literatur-Reviews: Konnten viele qualitativ hochwertige, aktuelle Publikationen zum Thema gefunden werden? Waren viele Quellen veraltet oder methodisch problematisch angelegt? Gibt es einen Konsens der meisten Studien? Oder gibt es Studiengruppen, die unterschiedliche Ergebnisse fanden (z.B. Studien, welche die Theorie bestätigen vs. Studien, die dies nicht tun)?
 - Welche Fragen bleiben weiterhin unbeantwortet? Welche tauchen aufgrund der vorliegenden Resultate vielleicht neu auf?
- Die eigene Arbeit kritisch bewerten: Werden im Nachhinein Einschränkungen oder Stärken des Ansatzes erkennbar? Gibt es hypothesenkonträre Ergebnisse, und wie können diese erklärt werden? Belegen die beobachteten Effektstärken überhaupt eine Bedeutsamkeit der Resultate? Es sollten die Generalisierbarkeit und die externe Validität der Resultate diskutiert werden.

4.1 Schlussfolgerung

- Welche *take home messages* soll dem Leser, der Leserin auf den Weg geben werden? Was ist die Relevanz für weitere Forschung und praktische Anwendung? Was muss zukünftige Forschung leisten? Wie könnte die perfekte Studie aussehen, die diese Forschungsfrage besser beantworten kann?

- Fazit, *final sentence*, der den Text abrundet.

5 Literaturverzeichnis

Allaire J, Xie Y, Dervieux C, et al. (2025) *Rmarkdown: Dynamic Documents for r*. Available at: <https://github.com/rstudio/rmarkdown>.

Gohel D and Skintzos P (2025) *Flextable: Functions for Tabular Reporting*. Available at: <https://ardata-fr.github.io/flextable-book/>.

R Core Team (2025) *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available at: <https://www.R-project.org/>.

Xie Y (2025a) *Bookdown: Authoring Books and Technical Documents with r Markdown*. Available at: <https://github.com/rstudio/bookdown>.

Xie Y (2025b) *Knitr: A General-Purpose Package for Dynamic Report Generation in r*. Available at: <https://yihui.org/knitr/>.

Zhu H (2024) *kableExtra: Construct Complex Table with Kable and Pipe Syntax*. Available at: <http://haozhu233.github.io/kableExtra/>.

A Danksagung

Ich möchte folgenden Personen danken...

B Anhang

Generell gehört alles relevante in den Text. Irrelevantes wird weggelassen. Inhalte, die mit dem Thema in engem Zusammenhang stehen, aber nicht zwingend erforderlich sind, können in einen Anhang ausgelagert werden. Üblicherweise gilt dies zum Beispiel für Herleitungen von Formeln oder umfangreiche Analysebeschreibungen, Quelltexte von Computerprogrammen oder umfangreiches (Daten-)Material, welches den Text überfrachten würde.

Anhänge müssen ähnlich wie Tabellen oder Abbildungen im Haupttext angesprochen werden und dürfen nicht losgelöst von diesem stehen. Und auch Tabellen und Abbildungen im Anhang brauchen eine Legende.

B.1 Abbildungen

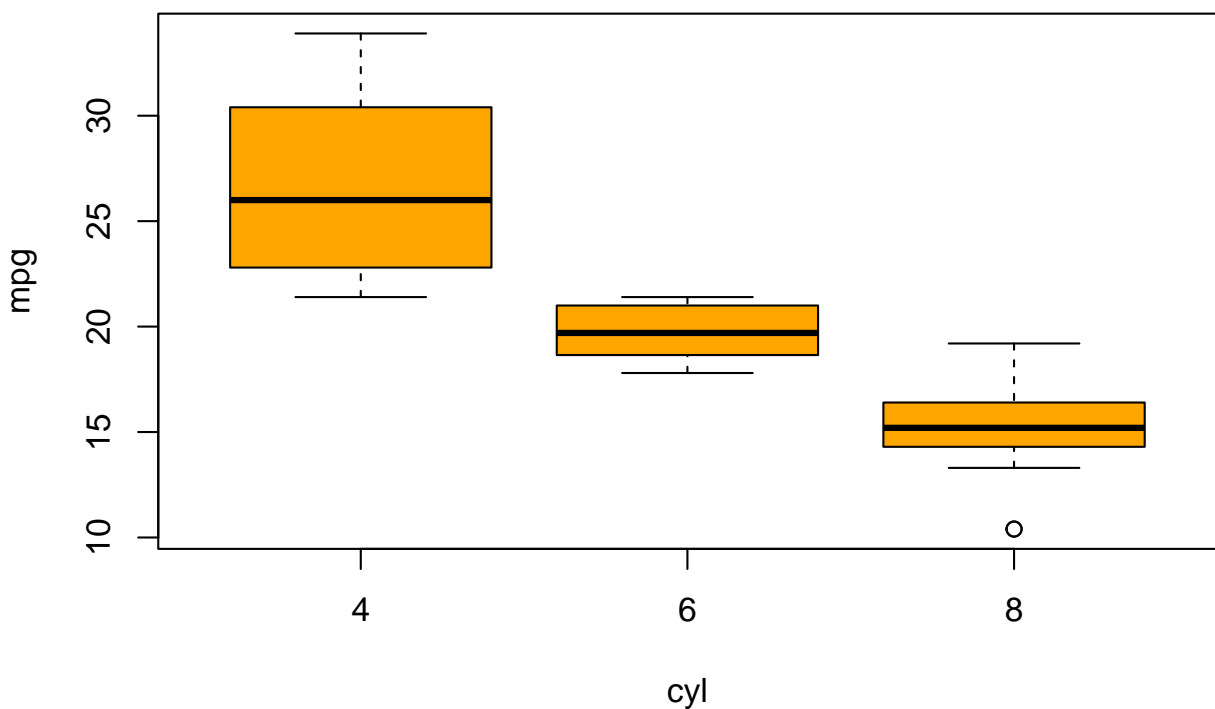


Abbildung 4: Reichweite in der Stadt, gruppiert nach der Anzahl der Zylinder.

B.2 Tabellen

Hier ist eine weitere Variante, eine Tabelle mit \LaTeX Syntax zu programmieren, dargestellt.

Tabelle 4: Deskriptive Statistik von

	3m	6m	1yr	2yr	3yr	5yr	7yr	10yr	12yr	15yr
Mittelwert	3.138	3.191	3.307	3.544	3.756	4.093	4.354	4.621	4.741	4.878
Median	3.013	3.109	3.228	3.490	3.680	3.906	4.117	4.420	4.575	4.759
Min	1.984	1.950	1.956	2.010	2.240	2.615	2.850	3.120	3.250	3.395
Max	5.211	5.274	5.415	5.583	5.698	5.805	5.900	6.031	6.150	6.295
Stabw	0.915	0.919	0.935	0.910	0.876	0.825	0.803	0.776	0.768	0.762

C Eidesstattliche Versicherung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass die vorliegende Bachelorarbeit / Masterarbeit von mir selbständig verfasst wurde und ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel – insbesondere keine im Quellenverzeichnis nicht benannten Internet-Quellen – benutzt habe und die Arbeit von mir vorher nicht einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht wurde. Die eingereichte schriftliche Fassung entspricht der auf dem elektronischen Speichermedium. Ich bin damit einverstanden, dass die Bachelorarbeit / Masterarbeit veröffentlicht wird.

Hamburg, den

.....

Mandy Mustermann