



WESTFÄLISCHE  
WILHELMS-UNIVERSITÄT  
MÜNSTER

# Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten

## 3. Tipps zur Erstellung der Bachelorarbeit

# Tipps zur Erstellung der Bachelorarbeit

## Layout und Aufbau der Arbeit

Aufbau der Arbeit

Zitieren

Layout

## Praktische Tipps

Korrekturen und Korrekturlesen

Drucken und Binden

Probleme mit dem Betreuer

Zeitmanagement

## Einige $\text{\LaTeX}$ -Tricks

Weiteres zum Einbinden von Bildern

Weitere Tipps zum Formelmodus

Diagramme mit  $\text{\LaTeX}$



## Layout und Aufbau der Arbeit

Aufbau der Arbeit

Zitieren

Layout

## Praktische Tipps

Korrekturen und Korrekturlesen

Drucken und Binden

Probleme mit dem Betreuer

Zeitmanagement

## Einige $\LaTeX$ -Tricks

Weiteres zum Einbinden von Bildern

Weitere Tipps zum Formelmodus

Diagramme mit  $\LaTeX$

## Aufbau der Arbeit

Der allgemeine Aufbau einer Bachelorarbeit sieht etwa so aus:

1. Titelblatt
2. Abstract
3. Eidesstattliche Erklärung
4. Inhaltsverzeichnis
5. Einleitung
6. Einführende Kapitel / Vorraussetzungen
7. Hauptteil
8. Zusammenfassung, Ausblick
9. Tabellenverzeichnis, Abbildungsverzeichnis,  
Literaturverzeichnis

## Das Titelblatt

Auf die Titelseite gehören folgende Rahmendaten der Arbeit:

- ▶ Titel der Arbeit
- ▶ Vollständiger Name des Verfassers
- ▶ Institution
- ▶ Ort
- ▶ Name des Betreuers
- ▶ Abgabetermin

Wähle einen ansprechenden, aussagekräftigen  
Titel für die Arbeit! So etwas wie



Beweis zweier Sätze über  
Differentialgleichungen

weckt tendenziell eher geringes Interesse ;-)

## Der Abstract

### DIN 1426

Als Inhaltsangabe im Sinne dieser Norm gilt jede verkürzte Darstellung des Inhalts eines Dokuments.

Die DIN 1426 unterscheidet neun Formen von Inhaltsangaben, darunter auch:

Kurzreferat (Abstract):

Stellt ohne Wertung die inhaltlichen Bestandteile des Dokuments dar, die für den Benutzerkreis des Kurzreferates relevant sind.

## Der Abstract

### Forderungen an den Abstract:

**Vollständigkeit:** Text muss für jeden Fachkundigen ohne Rückgriff auf das Originaldokument verstehbar ein.

**Genauigkeit:** Inhalte des Originaldokumentes dürfen nicht verändert werden.

**Objektivität:** Wertungen sind nicht zulässig.

**Kürze:** Der Text sollte so kurz wie möglich sein.

## Das Inhaltsverzeichnis



Für den Leser sollte bereits anhand des Inhaltsverzeichnisses der **rote Faden** der Arbeit erkennbar sein! Bemühen Sie sich daher um **treffende Kapitelüberschriften!**

Das Inhaltsverzeichnis wird erzeugt durch

```
\tableofcontents
```

Manchmal empfiehlt es sich, im Inhaltsverzeichnis Kurzformen der Kapitelüberschriften zu verwenden:

```
\section [Kurzer Titel]{Langer Titel}
```



## Die Einleitung

Eine gelungene Einleitung begeistert den Leser für ein Thema und motiviert ihn die Arbeit zu lesen. Die Einleitung sollte daher **kompakt** und **informativ**, aber auch **interessant** und **gut lesbar** sein.

- ▶ Wichtige Elemente sind:
  - Vorstellung des Themas
  - Erläuterung der konkreten Aufgabe
  - Überblick über die Gliederung der Arbeit
- ▶ Gehe vom Allgemeinen über zum Speziellen.
- ▶ Faustregel: Umfang etwa 10% des Gesamtumfangs
- ▶ Arbeite die Einleitung zuletzt (oder zumindest nach der Fertigstellung des Hauptteils) aus!

## Einführende Kapitel

Zwei wichtige Funktionen:

- ▶ Möglichkeit zu beweisen, dass man die **Grundlagen** nicht nur verstanden hat, sondern diese auch **geordnet wiedergeben** kann  
~> *Hier kann man bei seinem Betreuer punkten!*
- ▶ Einführende Kapitel **erleichtern** dem Leser **das Verständnis** der Arbeit

Oft schwer einzuschätzen, was als „mathematische Allgemeinbildung“ angesehen werden kann und was nicht.

~> *Direkt mit dem Betreuer abklären, was genau erwartet wird!*

Ggf. zusätzlich einen erfahrenen Kommilitonen um Rat zu fragen.



## Der Hauptteil

Der Hauptteil stellt den Kern der Arbeit dar. Hier sollte man...

- ▶ ... zentrale Sätze beweisen,
- ▶ ... Details zu numerischen Verfahren erläutern,
- ▶ ... ggf. Simulationsergebnisse präsentieren,
- ▶ ...etc.



Hier ist Kreativität gefragt, denn Patentrezepte für mathematische Forschung gibt es nicht!

## Zusammenfassung und Ausblick

### Zentrale Textpassage:



eigene Leistung herausstellen

Vergleiche mit anderen Arbeiten

eigene Ideen für weiterführende Überlegungen

### Tipps:

- ▶ Umfang: ca. 15 % des Gesamttextes
- ▶ Ruhig mal auf den Putz hauen! Was genau hat man getan, warum war das besonders toll?
- ▶ Weitere Ideen zeigen, dass man das Thema auch übergreifend verstanden hat. ~→ *Hier kann man Punkte sammeln!*
- ▶ Auch Grenzen der genutzten Methode(n) können (und sollen) hier aufgezeigt werden.

## Warum zitieren?



Nutzt man **Ergebnisse anderer Wissenschaftler**, so muss man dies **deutlich machen**.

Das gilt für wörtlich übernommene Textstellen ebenso wie für relevante Aussagen der Arbeit.

Nicht zitieren muss man mathematische Standardsätze wie etwa den *Satz von Gauß* und ähnliches.

Zitate werden durch **Literaturnachweise** oder **Quellenangabe** belegt.

## Literaturverzeichnis und Literaturangaben

```
\begin{thebibliography}{99}
  \bibtitem[Applebaum 2008]{Applebaum}David
  Applebaum. Probability and Information.
  Cambridge University Press, Cambridge, 2008
\end{thebibliography}
```

Zitiert wird das Werk dann durch

```
\cite{Applebaum}
```

Alternativ kann man auch Fußnoten nutzen<sup>1</sup>:

```
\footnote{David Applebaum. Probability and
Information. Cambridge University Press,
Cambridge, 2008}
```

---

<sup>1</sup>David Applebaum. Probability and Information. Cambridge University Press, Cambridge, 2008

## Allgemeines zum Layout der Arbeit

Durch das  $\text{\LaTeX}$ -Textsatzsystem ist das Layout im Wesentlichen festgelegt.

Einige Dinge sollte man zusätzlich noch beachten:

- ▶ DIN A4, Schriftgröße 11pt
- ▶ Verwendung der KOMA Klassen (z.B. scrbook)
- ▶ Definition geeigneter Umgebungen für Sätze, Definitionen etc.
- ▶ Es empfiehlt sich, häufig gebrauchte Befehle umzudefinieren.  
z.B. spart

```
\newcommand {\R} {\mathbb{R}}
```

eine Menge Zeit.

## Verzeichnisse

LaTeX erstellt Verzeichnisse automatisch. Inhalts-, Abbildungs- und Tabellenverzeichnis bindet man z.B. so ein:

### Inhaltsverzeichnis:

```
\tableofcontents
```

### Abbildungsverzeichnis:

```
\listoffigures
```

### Tabellenverzeichnis:

```
\listoftables
```

Abb.- und Tab.- Verzeichnis gehören in den Anhang der Arbeit. Dieser wird mit

```
\backmatter
```

eingeleitet.



## Nummerierungen

Die Nummerierungstiefe der Definitionen, Sätze und Lemmata sollten zum Text passen. Sie können manuell in der Präambel bei der Definition festgelegt werden.

### Beispiel:

```
\newtheorem {lem } {Lemma}  
\numberwithin {lem } {chapter }
```

Definiert die neue Umgebung mit dem Namen *Lemma*, und fixiert die Nummerierungstiefe bei *Chapter*.

Wird nichts über die Nummerierung gesagt, führt  $\LaTeX$  diese laufend fort.

(Die Sätze werden im Text von 1 –  $n$  durchnummeriert, was den Leser durchaus in den Wahnsinn treiben kann!).

## Einen Index erstellen

$\LaTeX$  kann automatisch einen Index generieren mit dem Package

```
\usepackage {makeidx}
```

Soll ein Begriff oder eine Wortgruppe in den Index, so kennzeichnet man dies an der betreffenden Stelle:

Es zeigt sich daher, dass das Verständnis von Supermannigfaltigkeiten `\index{Supermannigfaltigkeiten}` und Virasoroalgebren `\index{Virasoroalgebren}` zentral für die moderne Physik ist.

Ausgegeben wird der Index am Dokumentenende durch

```
\printindex
```



## Layout und Aufbau der Arbeit

Aufbau der Arbeit

Zitieren

Layout

## Praktische Tipps

Korrekturen und Korrekturlesen

Drucken und Binden

Probleme mit dem Betreuer

Zeitmanagement

## Einige $\text{\LaTeX}$ -Tricks

Weiteres zum Einbinden von Bildern

Weitere Tipps zum Formelmodus

Diagramme mit  $\text{\LaTeX}$

## Korrekturen



Der **Korrekturprozess** für die Arbeit ist nicht nur **wichtig**, sondern auch **langwierig**. Planen Sie daher **genug Zeit** hierfür ein.

- ▶ Lassen Sie die Arbeit von einem Kommilitonen **kritisch** Korrektur lesen
- ▶ **Fachfremde Korrekturleser** haben einen anderen Fokus bei der Lektüre Ihres Textes.  
Eine andere Sicht kann sehr ergiebig sein!
- ▶ Korrekturen sollten **nacheinander** in die Arbeit eingearbeitet werden, sonst kommt man schnell durcheinander

## Drucken und Binden der Arbeit

Das Drucken und Binden der Arbeit kann eine recht teure Angelegenheit werden. Hier einige Tipps, die die Kosten reduzieren:

- ▶ Im Copyshop nicht die gesamte Arbeit auf einem **Farbdrucker** drucken lassen! Dies genügt für **farbige Seiten**, den **Rest** kann man günstiger **schwarz-weiß** drucken.
- ▶ Betreuer **fragen**, ob man die Arbeit ggf. auf dem **Abteilungsdrucker** drucken darf.
- ▶ Im **Internet** kann man häufig Druckaufträge sehr günstig ausführen lassen. Allerdings sollte man hierfür etwas mehr Zeit einplanen.
- ▶ Auch allgemein gilt: **Kosten vergleichen!** Die Preise pro Druckseite variieren erheblich unter den Copyshops.

## Probleme mit dem Betreuer - Was tun?

Menschen sind Menschen - daher kann es passieren, dass es zu Störungen im Verhältnis zwischen Betreuer und Betreutem kommt. Was ist also zu tun, wenn es brennt?

**Ruhe bewahren:** Nichts wird so heiß gegessen, wie es zubereitet wird.

**Offenes Gespräch:** Viele Probleme entstehen aus „falscher“ Kommunikation.

↪ offenes Gespräch suchen, höflich und sachlich bleiben

**Präzise sein:** „*Alles ist blöd*“ ist kein besonders stichhaltiges Argument

↪ vorher überlegen, was man ändern möchte

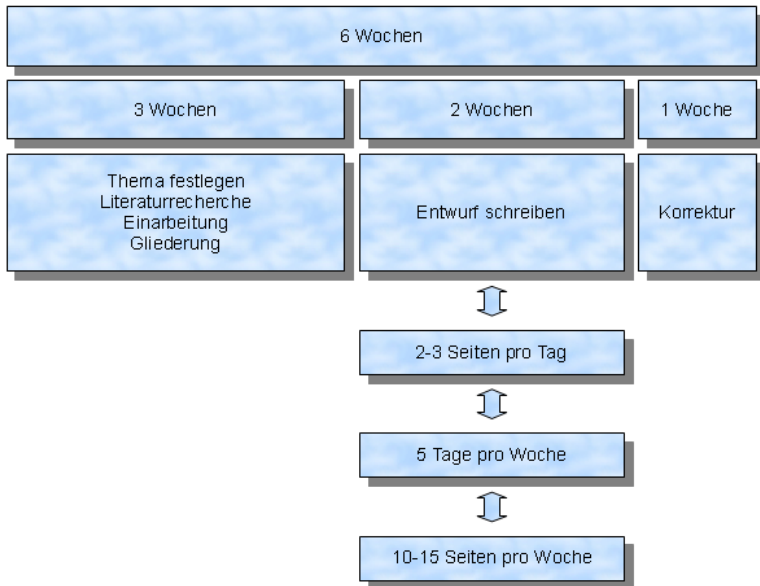
**Respekt:** „*Wie man in den Wald hineinruft...*“. Respekt sollte von beiden Parteien ausgehen

↪ überlegen, ob man selbst durch falsches Verhalten zur Situation beiträgt und wie man dies ggf. ändern kann

## Einige Tipps zum Zeitmanagement

- ▶ Erstellen eines (realistischen) Zeitplans:
  1. Einarbeitung in das Thema
  2. Bearbeitung der Aufgabenstellung
  3. Ggf. Programmiereteil einplanen
  4. TeXen der Arbeit
  5. Erstellen von Grafiken etc.
  6. Korrekturlesen, Korrekturen einarbeiten
  7. Drucken und Binden
- ▶ Wichtig sind **regelmäßige, verbindliche** Arbeitszeiten!
- ▶ Führen eines „**Erfolgstagebuchs**“: Was habe ich heute erreicht?
- ▶ Abends kleinen Arbeitsplan für den kommenden Tag erstellen
- ▶ Ausreichende **Erholungspausen** einplanen!

# Vorschlag für einen 6 Wochen Zeitplan







## Layout und Aufbau der Arbeit

Aufbau der Arbeit

Zitieren

Layout

## Praktische Tipps

Korrekturen und Korrekturlesen

Drucken und Binden

Probleme mit dem Betreuer

Zeitmanagement

## Einige $\text{\LaTeX}$ -Tricks

Weiteres zum Einbinden von Bildern

Weitere Tipps zum Formelmodus

Diagramme mit  $\text{\LaTeX}$

## Die Umgebung wrapfig

Die wrapfig-Umgebung gestattet es, Textumflossene Grafiken darzustellen. Durch

```
\usepackage{wrapfig}
```

wird das Package eingebunden.

### Befehlsyntax:

```
\begin{wrapfigure}{r}{6cm}
\includegraphics[] {Filename}
\caption{Unterschrift}
\label{Referenzierung}
\end{wrapfigure}
```

2

1.1. Einführung aus biologischer Sicht

organisation) vollfertigen Organismen (einfachster Bauart) Leistungen, welche das menschliche Schöpfungspotential im direkten Vergleich gering ansehen lassen. Der Schöpfungskraft der Natur sind hier offenbar keine Grenzen gesetzt: vom schier unendlichen Aggregationsphänomen des Schleimpilzes *Dictyostelium discoideum* [Hölen 2006, Casanotte et al. 2003], (siehe Abb. 1.1<sup>1</sup> sowie Glossar: *D. discoideum*, Turing Muster) über die Pilzgerben von Blattläuseinfressern [JRHöfer, Wilson 2010] bis hin zur kollektiven Thermoregulation des Nestes bei der Honigbiene *Vespa crabs* emergieren (siehe Glossar: Emergenz) in Systemen mit Elementen minimaler Funktionalität (Muster und Eigenchaften, die uns inhalten und stützen lassen. Die moderne biologische Systemtheorie stellt einen umfangreichen Begriffsapparat zur Erklärung derartiger Phänomene zur Verfügung. Schlagworte wie Emergenz, Selbstorganisation, Autopoiesis und viele weitere haben schon lange ihren Eingang in die wissenschaftlichen Publikationen be-



Abbildung 1.1: *D. discoideum*

kommen [Casanotte et al. 2003, Erdi 2008, Mihalik, Calabrese 2002]. Ebenfalls zentral für zahlreiche aktuelle Diskussionen in der biologischen Systemtheorie sind verschiedene Konzepte von biologischer Information und Kommunikation [Koppers 1996, Szecsenyi 2010]. Zahlreiche Arbeiten setzen sich mit der Anwendung des Shannon'schen Kommunikations- und Informationsbegriffs auf biologische Problemstellungen auseinander [Quastler 1953, Lysy 2002]. Ein grundlegendes Problem bei derartigen Ansätzen besteht in der statisch-syntaktischen Natur des Shannon'schen Begriffsapparats [Jochenberg 2003]. Als Mitarbeiter der AT&T Bell Labs (American Telephone & Telegraph Corporation Laboratories) veröffentlichte Shannon seine vielzitierte Arbeit *A Mathematical Theory of Communication* [Shannon 1948], in der er sich der Frage zumachte, wie eine verlustfreie Übertragung von Daten über elektronische Kanäle möglich sei. Das Shannon'sche Kommunikationsmodell (siehe Kap. 4.2) löst jedoch sowohl die *Bedeutung* einer übermittelten Nachricht als auch deren *Wirkung auf den Empfänger* außer Acht. Was eine Anwendung dieser Konzepte auf die Biologie stark erschwert. Die vorliegende Arbeit versucht, an diesem Punkt anzusetzen und eine mathematische Theorie elementarer biologischer Kommunikation zu entwickeln, welche die Wirkung einer Botschaft auf den Empfänger berücksichtigt und sich so um einen Diskursdialog zwischen Syntax und Semantik einer Nachricht bemüht. Zentral für die Umsetzung dieser Idee ist die Unterscheidung zwischen einer *Botschaft* und ihrer *Bedeutung*, bzw. zwischen *externen Signalprüfungen* und *internen Kontrollprüfungen*.

<sup>1</sup><http://genome-axlar.mcgill.ca/axlar/resources/dicty-development.jpg>

2

## Die Umgebung subfig

Die subfig- Umgebung gestattet es, Grafiken als Palette einzubinden. Durch

```
\usepackage{subfig}
```

wird das Package eingebunden.

### Befehlssyntax:

```
\begin{figure}
\subfigure[]{\includegraphics[]{} }
\subfigure[]{\includegraphics[]{} }
\caption[unterschrift Kurz]{Lang}
\label{Referenzierung}
\end{figure}
```

7.0 7.3. Abschließende Bemerkungen

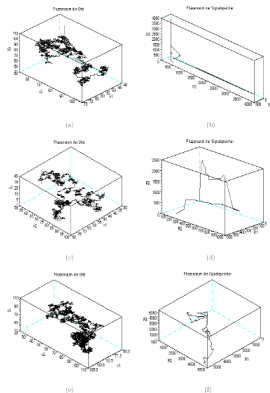


Abbildung 7.4: (a), (c), (e): Die Phasorräume der Orte, (b), (d), (f): Phasorräume der Signalvektoren der drei Simulationen.

## Operatoren

Falls verfügbar, sollte man für Standardausdrücke  $\LaTeX$  Operatoren nutzen. **Beispiel:**

```
\lim_{x \to \infty} 1/x = 0
```

erzeugt  $\lim_{x \rightarrow \infty} 1/x = 0$ ,

```
\lim_{x \to \infty} 1/x = 0
```

hingegen  $\lim_{x \rightarrow \infty} 1/x = 0$ . Eigene Operatoren kann man durch

```
\DeclareMathOperator{\Name}{Name}
```

in der Präambel definieren und durch

```
\operatorname{Name}
```

aufrufen.

## Die Umgebung `multline`

Der einfache Zeilenumbruch durch `\\` funktioniert in Gleichungsumgebungen nicht. Hierzu verwendet man die Umgebung `multline`.

### Beispiel:

```
\begin{multline*}
X = 1+2+3+4+5+6+7+8+9+10 \\
+11+12+13+14+15+16+\Pi
\end{multline*}
```

erzeugt

$$X = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 \\ + 11 + 12 + 13 + 14 + 15 + 16 + \Pi$$

## Diagramme mit $\text{\LaTeX}$

Mit  $\text{\LaTeX}$  kann man wunderbar Diagramme erstellen. Das genutzte Package wird eingebunden durch

```
\usepackage[arrow, matrix, curve]{xy}
```

Die Syntax für die zugehörige Umgebung sieht so aus:

```
$$  
\begin{xy}  
  \xymatrix{  
    ...  
  }  
\end{xy}  
$$
```

## Diagramme mit $\text{\LaTeX}$

Die Pfeile werden mit Hilfe von

`\ar`

erzeugt. Pfeilrichtungen werden relativ zur aktuellen Zelle angegeben. Dies geschieht durch die Richtungsangaben `r`, `l`, `u`, `d` welche anzeigen, zu welcher Zelle der Pfeil zeigen soll:

`\ar[r]`

zeichnet z.B. einen Pfeil zu dem Objekt in der benachbarten rechten Zelle, bei

`\ar[ddl]`

geht der Pfeil zwei Zellen nach unten und eine nach links, usw.

## Diagramme mit $\text{\LaTeX}$

Die Beschriftungen der Pfeile werden wie folgt angehängt:

- ▶ „ $\wedge$ “ setzt die Beschriftung in Pfeilrichtung links vom Pfeil
- ▶ „ $\backslash$ “ setzt die Beschriftung in Pfeilrichtung auf der rechten Seite
- ▶ „ $|$ “ setzt die Beschriftung auf den Pfeil

$\backslash ar [ rrd ] ^ a _ { b }$

Setzt demnach einen Pfeil, der von der aktuellen Zelle zwei Zellen nach rechts sowie eine nach unten geht, mit einem a über dem Pfeil und einem b darunter.

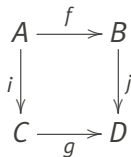


# Diagramme: Das klassische Quadrat

```
\begin{xy}
\xymatrix{
A \ar[r]^f \ar[d]_i & B \ar[d]^j \\
C \ar[r]_g & D
}
\end{xy}
```

Matrixschema:

$A$	$B$
$C$	$D$

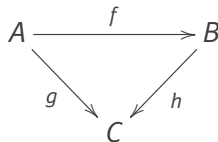


# Diagramme: Das Dreieck

```
\begin{xy}
\xymatrix{
A \ar[rr]^f \ar[rd]_g
& & B \ar[dl]^h \\
& C &
}
\end{xy}
```

Matrixschema:

$A$		$B$
	$C$	

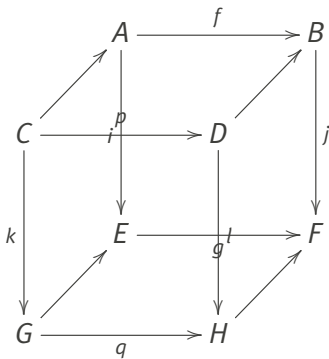


# Diagramme: Der Würfel

Matrixschema:

	$A$		$B$
$C$		$D$	
	$E$		$F$
$G$		$H$	

```
\begin{xy}
\xymatrix{
& A & & B \\
C \arrr^p \ar[dd]_k & & D & \\
& E & & F \\
G \arrr^q \ar[dd]_k & & H & 
}
\end{xy}
```



## Literatur und Quellen zur Vertiefung

Quellen zur weiteren Information:

1. Das ist o.B.d.A trivial! Albrecht Beutelspacher
2. <http://www.anne-fries.de/pdf/Stil-Leitfaden.pdf>
3. <http://www.math.washington.edu/lee/Courses/441-2004/writing.pdf>
4. <http://ems.calumet.purdue.edu/mcss/kevinlee/mathwriting/writingman.pdf>
5. [http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Writing\\_better\\_articles](http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Writing_better_articles)
6. [http://www.informatik.uni-rostock.de/schumann/papers/2004+/Sommerschule\\_schumann.pdf](http://www.informatik.uni-rostock.de/schumann/papers/2004+/Sommerschule_schumann.pdf)
7. [http://www.sciencesurvivalblog.com/wp-content/uploads/2009/01/all\\_aup\\_links.pdf](http://www.sciencesurvivalblog.com/wp-content/uploads/2009/01/all_aup_links.pdf)

# Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit!

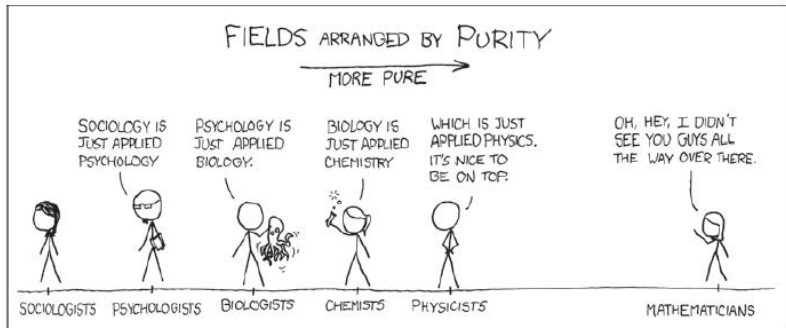


Abbildung: <http://xkcd.com/435/>