

# 14 Experimentalplanung

Tom Fritzsche, Heiner Drenhaus, Isabell Wartenburger

---

---

## VI.

### Ueber die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke.

Vom Professor Dr. H. Helmholtz.

Gelesen in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg,  
am 13. Dezember 1850.

---

Ich beabsichtige heute die Aufmerksamkeit der geehrten Versammlung für eine Reihe von Versuchen in Anspruch zu nehmen, mit denen ich mich in letzter Zeit beschäftigt habe, Versuchen, deren Zweck es ist, die Dauer verschiedener schnell vorübergehender Vorgänge des lebenden Körpers mittelst der verbesserten Zeitmessungsmethoden der neueren Physik kennen zu lernen. Zuvörderst sei es mir erlaubt, so weit es das Verständnis des Folgenden erfordert, und so weit es ohne Demonstration an den Apparaten selbst geschehen kann, das Wesen der Methoden auseinander zu setzen, durch welche es möglich geworden ist, ebenso kleine Theile einer Zeitsecunde nicht bloß bemerkbar zu machen, sondern sogar zu messen, als die sind, in welche wir nur durch die mächtigsten Mikroskope unser kleinstes Längengmaß, die Linie, zerlegen können.

Abbildung 31: Hermann von Helmholtz: Ueber die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke (1850)

*In seinem Artikel „Ueber die Methoden, kleinste Zeittheile zu messen, und ihre Anwendung für physiologische Zwecke“ beschreibt Hermann von Helmholtz im Jahr 1850 verschiedene Methoden zur Messung der Reaktionsgeschwindigkeit bzw. der Nervenleitfähigkeit. Er endet mit der Feststellung*

*„... Glücklicher Weise sind die Strecken kurz, welche unsere Sinneswahrnehmungen zu durchlaufen haben, ehe sie zum Gehirn kommen, sonst würden wir mit unserm Selbstbewußtsein weit hinter der Gegenwart und selbst hinter den Schallwahrnehmungen herhinken; glücklicher Weise also sind sie so kurz, daß wir es nicht bemerken und in unserm practischen Interesse nicht dadurch berührt werden. Für einen ordentlichen Wallfisch ist es vielleicht schlimmer; denn aller Wahrscheinlichkeit nach erfährt er vielleicht erst nach einer Secunde die Verletzung seines Schwanzes, und braucht eine zweite Secunde um dem Schwanz zu befehlen, er solle sich wehren.“ (Helmholtz 1850, S. 188–189)*

Heutzutage helfen Computer und trickreiche experimentelle Designs dabei, Reaktionszeiten von Versuchsteilnehmern im Millisekundenbereich zu erheben, um beispielsweise den Einfluss verschiedener linguistischer Variablen auf die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung zu bestimmen. Im Folgenden wird anhand der ganz konkreten exemplarischen Planung eines psycholinguistischen Experiments gezeigt, welche Schritte beim Design einer empirischen Studie wichtig sind. Verschiedene Software hilft bei der Umsetzung eines Experimentes, etwa bei der phonetischen und phonologischen Analyse und Modifikation von gesprochener Sprache. Für eine Reaktionszeitstudie benötigt man außerdem ein Computerprogramm, um die Items zu präsentieren und die Reaktionen der Versuchsperson aufzuzeichnen. Um verschiedene psycholinguistische Variablen, etwa die Wortfrequenz, zu kontrollieren, wird auf eine lexikalische Datenbank zugegriffen. Das so entwickelte Beispiel versteht sich als Startpunkt für die Planung oder die gezielte Suche nach Lösungsmöglichkeiten für die eigene empirische Arbeit.

#### **14.1 Literaturrecherche und Herleitung der Fragestellung**

#### **14.2 Entwicklung und Zusammenstellung des Materials**

#### **14.3 Programmierung des Experimentablaufs**

#### **14.4 Datenerhebung und Datenanalyse**

## 14.1 Literaturrecherche und Herleitung der Fragestellung

Im Folgenden wird als Beispielerperiment eine cross-modale Priming-Studie (→ KAPITEL 2.1) vorgestellt, die Aufschluss über den Aufbau des semantischen Systems geben soll. Im Experiment sollen Bilder als Primes für auditiv präsentierte Wörter genutzt werden. Ziel der Studie ist es, den Einfluss der semantischen Kategorie der Primes (visuelle Modalität) auf die semantische Verarbeitung der Zielitems (auditive Modalität) zu charakterisieren. Die Versuchspersonen sehen die Primes für 850 ms. Nach einem festen Inter-Stimulus-Intervall von 1500 ms wird das Zielitem präsentiert. Die Versuchspersonen sollen entscheiden, ob es sich um ein belebtes oder unbelebtes Wort handelt, und eine entsprechende Reaktionstaste drücken. Die Antworten und Reaktionszeiten der Versuchspersonen werden aufgezeichnet.

Beispiel cross-modales Priming

Zur Vorbereitung des Experiments sollte in verschiedenen Literaturdatenbanken recherchiert werden, was es zu diesem Thema schon für Studien gibt. Beispielsweise können die Internet-Datenbanken Pubmed und Web of Science (→ KAPITEL 15.1) genutzt werden, um Artikel zu Themen wie „cross-modal priming“ und „semantic system“ zu suchen. Zusätzlich kann in den zentralen Bibliothekskatalogen oder direkt bei den Zeitschriften (→ KAPITEL 15.1) nach passenden Artikeln oder Büchern gesucht werden. In der Datenbank Web of Science kann man beispielsweise gezielt ältere einschlägige Studien finden und dann über den Link „Times Cited“ suchen, welche neueren Studien sich auf diese älteren Artikel bezogen haben (diese Funktion steht auch bei Pubmed und Google Scholar zur Verfügung). Meist kann anhand der Zusammenfassung der Artikel (Abstracts) die Liste der relevanten Studien weiter eingeschränkt werden. Wenn keine eigenen Vorerfahrungen mit der zu verwendenden Methode vorliegen, empfiehlt es sich, die experimentellen Parameter bisheriger ähnlicher Studien in einer Tabelle festzuhalten. Wichtige Parameter sind beispielsweise:

Literaturrecherche

- Versuchsteilnehmer (Anzahl, Alter, Händigkeit, sprachlicher Hintergrund)
- Material (Anzahl und Art der Stimuli, kontrollierte Parameter wie z. B. Frequenz, Silbenanzahl etc.)
- Darbietungsmodalität (Instruktionen, zeitlicher Ablauf, technische Umsetzung)
- Analyseverfahren

Anhand dieser Angaben kann der Aufbau des eigenen Experiments geplant werden.

## 14.2 Entwicklung und Zusammenstellung des Materials

### Zusammenstellung der Trials

Insgesamt sollen 20 kongruente Trials (ein Trial umfasst in diesem Fall den Prime und das dazugehörige Zielitem) präsentiert werden, in welchen sowohl Prime als auch Zielitem aus jeweils derselben semantischen Kategorie (belebt oder unbelebt) stammen. Weitere 20 Trials sind inkongruente Trials, in denen sich Prime und Zielitem in der Belebtheit unterscheiden. Insgesamt werden also 80 Konzepte gesucht (40 belebte, 40 unbelebte), die jeweils als Bild und gesprochenes Wort vorliegen. Es soll zwei Experimentalsets geben, damit jedes Konzept einmal als Prime (Bild) und einmal als Zielitem (Wort) präsentiert wird. Die Versuchspersonen werden zufällig zu Experimentalset 1 oder 2 zugewiesen. Keiner Versuchsperson soll ein Konzept wiederholt präsentiert werden. Um einen Einfluss der Wortfrequenz zu vermeiden, sollen nur Wörter mit ähnlicher Auftretenshäufigkeit verwendet werden, zudem sollte es keinen signifikanten Unterschied der Wortfrequenzen zwischen den belebten und unbelebten Konzepten geben. Um Verarbeitungsunterschiede aufgrund der Länge der Wörter zu vermeiden, sollen alle Wörter die gleiche Länge haben, in unserem Fall sollen daher alle Wörter zweisilbig sein.

### Planung der Materialsuche

Im Allgemeinen ist es einfacher, Wörter mit vergleichbarer Frequenz und Länge zu finden, als eindeutige Abbildungen für die Referenten dieser Wörter. Daher ist es ratsam, zunächst möglichst viele Wörter zu generieren und dann die entsprechenden Bilder zu suchen. Umgekehrt kann man auch mit der Suche der Bilder beginnen und auf Grundlage der Ergebnisse die Frequenzen und Längen der Wörter bestimmen. Bei der Wortsuche muss beachtet werden, dass keine doppeldeutigen Wörter verwendet werden, wie z. B. Sprosse (Leitersprosse, unbelebt oder Nahrungsmittel/Keimling, belebt).

### Bilddatenbank

Für die Suche geeigneter Bilder stehen einige frei zugängliche Bilddatenbanken mit standardisierten Abbildungen zur Verfügung. Eine sehr bekannte Sammlung von Bildern sind die Abbildungen von Joan Snodgrass und Mary Vanderwart (Snodgrass/Vanderwart 1980). Ei-

### Snodgrass und Vanderwart Bilder

ne farbige Version dieser Bilder (Rossion/Pourtois 2004) steht im Internet zur Verfügung (Web-Adresse: <http://tarrlab.cnbc.cmu.edu/stimuli.html>) (→ KAPITEL 15.1).

Wird ein eigenes Bilderset zusammengestellt, sollte eine Reihe von Variablen kontrolliert und ggf. in einem Vorexperiment empirisch bestimmt werden. Zu diesen Variablen gehören die folgenden:

- Visuelle Komplexität: ist die visuelle Komplexität der dargestellten Objekte vergleichbar?
- Farbigkeit: sind alle Bilder farbig oder alle schwarz-weiß?
- Bildart: sind alle Bilder entweder Fotografien oder Zeichnungen?
- Größe und Qualität der Abbildung: sind die Bilder in Qualität und Größe vergleichbar?
- Bekanntheit/Familiarität: sind die abgebildeten Objekte gleich bekannt?
- Benennübereinstimmung: sind die Abbildungen in ihrer Benennung eindeutig?

**Wichtige Variablen  
für Bildmaterial**

Falls während der Literaturrecherche eine Publikation gefunden wurde, in der gut standardisierte belebte und unbelebte Bilder verwendet wurden, lohnt es sich zu recherchieren, ob dieses Bildmaterial auch für die eigene Studie genutzt werden kann.

## Lexikalische Datenbank DLEX

Um die Wortfrequenzen zu bestimmen, kann auf die lexikalische Datenbank DLEX (Web-Adresse: <http://dlexdb.de>) zurückgegriffen werden (→ KAPITEL 15.2). DLEX zielt darauf ab, eine Vielzahl linguistischer Variablen für Studien im Bereich der experimentellen Psychologie, der Psycholinguistik und der Linguistik zur Verfügung zu stellen (Heister u. a. 2010). DLEX stellt eine Alternative zur älteren, weit verbreiteten deutschsprachigen Version der CELEX Datenbank dar (Web-Adresse: <http://celex.mpi.nl>). Die Datengrundlage für DLEX bildet das Kernkorpus des Digitalen Wörterbuchs der deutschen Sprache (DWDS, Web-Adresse: [www.dwds.de/textbasis/kerncorpus](http://www.dwds.de/textbasis/kerncorpus)), einem zeitlich und nach Textsorten (Belletristik 26 %, Zeitungsartikel 27 %, Prosa 22 %, Gebrauchstexte 20 % und gesprochene Sprache 5 %) ausgewogenen und umfassenden Korpus des gesamten 20. Jahrhunderts (Geyken 2007). Über die Frequenzen einzelner Wörter hinaus gibt es auch Informationen zur Häufigkeit von Wortkombinationen.

**Datengrundlage**

Mit DLEX lässt sich online eine Vielzahl an Wortstatistiken zusammenstellen und exportieren. Es bestehen dabei grundsätzlich zwei

**Wort- und  
Listensuche**

unterschiedliche Suchen, um entweder für ein konkretes experimentelles Design Informationen über ein einzelnes Wort abzurufen (Wortsuche) oder für einen bestehenden Text schnell und einfach die Wortstatistiken zu berechnen (Listensuche). Für das hier geplante Experiment wird die Listensuche verwendet.

**Type-, Lemma-,  
Type-POS-Lemma-  
Suche**

DLEX unterscheidet drei Suchen auf der Einzelwortebene: Type-, Lemma- und Type-POS-Lemma-Suche. Die Type-POS-Lemma-Suche unterscheidet die Frequenzen für ein Wort je nach syntaktischer Kategorie (z. B. *Mann* als Nomen (NN) und *Mann* als Eigennamen (NE) wie bei *Thomas Mann*). Die Frequenz für *Mann* in der Type-Suche summiert die beiden Einzelfrequenzen, während die Frequenz in der Lemma-Suche der Summe der Frequenzen aller Wortformen von *Mann* (*Mannes*, *Männer*, usw.) entspricht.

**Suchbedingungen**

Die Suche nach Wörtern für ein zukünftiges Experiment lässt sich für jede in DLEX vorhandene Variable eingrenzen, um zum Beispiel nur in einem bestimmten Wortlängen- oder Frequenzbereich zu suchen. Neben der orthografischen Repräsentation können die Suchbedingungen auch auf die phonologische Repräsentation, die Silbenstruktur und die morphologische Zerlegung eines Wortes gesetzt werden. Beispielsweise können auch Wörter mit bestimmten Präfixen, Infixen oder Suffixen gesucht werden.

Neben der Einzelwortsuche können mit der Listensuche für bereits vorhandene Wortlisten Wortstatistiken ausgegeben werden (wenn beispielsweise schon eine Liste mit zweisilbigen belebten und unbelebten Nomen erstellt wurde, die jetzt auf ihre Frequenz hin geprüft werden sollen) (→ **ABBILDUNG 32**).

**Verschiedene  
Variablen**

Neben klassischen Angaben zu Frequenzen auf lexikalischer, sublexikalischer (Morphem- und Silbenabfolge) und superlexikalischer (N-Gramme, die die Wahrscheinlichkeit bestimmter Buchstabenreihenfolgen beschreiben) Ebene enthält DLEX spezielle Variablen, deren Einbeziehung sich an aktuellen Forschungsbefunden orientiert. In linguistischen Studien haben sich zum Beispiel Variablen wie orthografische Nachbarschaften oder die Häufigkeit von Wortanfängen als bedeutsam erwiesen und sind daher in die DLEX-Datenbank aufgenommen worden.

Für alle Suchen in DLEX besteht die Option, die Groß-Kleinschreibung zu ignorieren. Die gewünschten Such- und Ausgabevariablen können vom Benutzer selbst zusammengestellt werden, wobei mehrere Normierungsvarianten (logarithmierte oder unlogarithmierte, absolute und normalisierte Normen) zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse können online betrachtet und heruntergeladen werden. Suchabfragen

Anmelden
English Deutsch

D

L

E

X

[Startseite](#)
[Universität Potsdam](#)
[BBAW](#)
[Impressum](#)

dlexDB-Abfrage
Dokumentation
Projekt
Kontakt

**LISTENABFRAGE**

Listenabfrage auf Tabelle *Annotierte Types*

Katze  
Ente  
Tasche  
Hose  
Esel

Liste von Annotierte Types ☐ Groß-/Kleinschreibung ignorieren

Datei hochladen... ☐

**LISTENABFRAGE**

|                  |           |                  |                  |
|------------------|-----------|------------------|------------------|
| Annotierte Types | Bigramme  | Zeichen          | Annotierte Types |
| Types            | Trigramme | Zeichenbigramme  | Types            |
| Lemmata          | Silben    | Zeichentrigramme | Lemmata          |

**5 Ergebnisse**

| Zeile | Wort   | Type   | PoS-Tag | Lemma  | Type-PoS-Lemma-Frequenz normalisiert |
|-------|--------|--------|---------|--------|--------------------------------------|
| 1     | Katze  | Katze  | nn      | Katze  | 12.238                               |
| 2     | Ente   | Ente   | nn      | Ente   | 2.158                                |
| 3     | Tasche | Tasche | nn      | Tasche | 27.55                                |
| 4     | Hose   | Hose   | nn      | Hose   | 10.75                                |
| 5     | Esel   | Esel   | nn      | Esel   | 7.758                                |

zurück Ergebnis 1 bis 5 vor

Bitte melden Sie sich an, um das Suchergebnis zu exportieren.

**dlexDB** dlexDB-Abfrage

**Dokumentation** Überblick / dlexDB-Abfrage / Variablen / Korpusgrundlage / Referenzen

**Projekt** Beschreibung / Veröffentlichungen / Mitarbeiter

**Partner** Universität Potsdam / BBAW / DFG

berlin-brandenburgische  
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Inhalte dieser Seite sind © Copyright 2008-2010 dlex Projekt, DWDS Projekt, Universität Potsdam.

Abbildung 32: DLEX Suchergebnisse für die Listensuche

können als xml-Datei abgespeichert werden, um sie beispielsweise in einer Publikation zu zitieren und so anderen Benutzern zur Verfügung zu stellen. Die Website enthält neben den Suchfunktionen weitere Informations- und Dokumentationsseiten, die Hilfestellungen zu Such- und Ausgabemöglichkeiten bieten. Außerdem finden sich dort die Beschreibung der verschiedenen Variablen und des zugrunde liegenden Korpus sowie ein allgemeiner Überblick über das Projekt. Um die Ergebnisse exportieren zu können, muss man sich bei der Datenbank anmelden. Die Anmeldung und Nutzung ist kostenfrei.

**Datenausgabe**

## Aufnahme der auditiven Stimuli

Aufnahme im  
phonetischen/  
akustischen Labor

Nachdem eine Liste von möglichen Konzepten erstellt wurde, die den verschiedenen Kriterien entspricht, müssen diese für die Herstellung der auditiven Stimuli (Zielitems) eingesprochen werden. Dies kann am besten durch eine trainierte Person geschehen, welche die Sprechgeschwindigkeit, Artikulationsdeutlichkeit, Betonung und die Lautstärke der Äußerung kontrollieren und stabil halten kann. Jedes Wort sollte mehrere Male aufgenommen werden, um die beste Version im Sinne von Länge, Lautstärke und Verständlichkeit herausfinden zu können. Eine optimale Aufnahme erreicht man in einem phonetischen oder akustischen Labor, das mit einer schalldichten Kabine ausgestattet ist, in der die Sprecherin oder der Sprecher während der Aufnahme sitzt. Als Aufnahmesoftware eignen sich beispielsweise die Programme Audacity (Web-Adresse: <http://audacity.sourceforge.net>) oder Praat (s. u., → KAPITEL 15.3). Wenn kein phonetisches/akustisches Labor zur Verfügung steht, muss darauf geachtet werden, dass keinerlei Hintergrundgeräusche die Aufnahme stören. Gegebenenfalls kann mit einem Rating-Experiment die Verständlichkeit der aufgenommenen Items überprüft werden.

## Analyse und Bearbeitung der auditiven Stimuli mit Praat

Phonetische und  
phonologische  
Analyse  
gesprochener  
Sprache

Zur weiteren Bearbeitung der aufgenommenen Wörter kann Praat verwendet werden, ein Programm zur phonetischen und phonologischen Analyse von gesprochener Sprache und zur Modifikation und Generierung künstlicher Sprache. Es wurde von Paul Boersma und David Weenink (Universität Amsterdam) entwickelt und kann kostenlos von der Praat-Internetseite in der jeweils aktuellsten Version heruntergeladen werden (Web-Adresse: [www.fon.hum.uva.nl/praat](http://www.fon.hum.uva.nl/praat), → KAPITEL 15.3).

Praat unterstützt die phonologische Analyse von Sprache, in dem es die Möglichkeit bietet, gesprochene Sprache zu segmentieren und zu labeln (d. h. zu beschriften). Phonetische bzw. akustische Variablen, die problemlos von Praat aus einer Äußerung extrahiert werden können, sind u. a. die Intensität bzw. Lautstärke einer Äußerung und die  $f_0$ -Frequenzwerte (auch Pitch genannt), welche den Tonhöhenverlauf bzw. die Sprachmelodie beschreiben (→ ABBILDUNG 33). Die gesprochenen Wörter oder Sätze können entweder in Praat direkt über ein Mikrofon aufgenommen oder als einfache Sounddateien geöffnet werden.



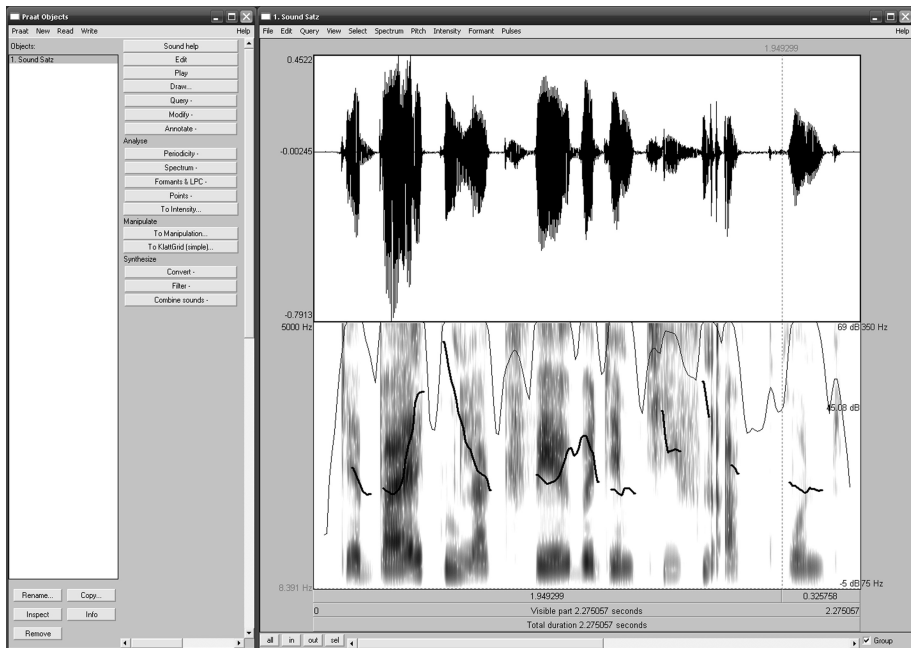


Abbildung 33: Wellenform und Spektrogramm mit Verlauf von Tonhöhe (dicke Linie) und Intensität (dünne Linie) eines Satzes, dargestellt in Praat

Neben der Möglichkeit, auch künstliche Sprache mithilfe phonetischer Variablen zu erzeugen bzw. vorhandene Äußerungen zu verändern, bietet Praat auch die Möglichkeit, einfache Diskriminationsexperimente durchzuführen.

**Diskriminationsexperimente**

Ein besonderer Vorteil des Systems ist die Bereitstellung von Skripten. Skripte sind Aneinanderreihungen von Befehlen, die das System ausführt. Einfache Befehle können durch Klicks auf Buttons in der Benutzeroberfläche ausgeführt werden. Hat man mehrere Befehle auszuführen oder möchte man die gleichen Befehle mit verschiedenen Dateien (zum Beispiel mit allen aufgenommenen Wörtern) ausführen, bietet es sich an, ein Skript zu schreiben oder bestehende Skripte, die häufig von anderen Forschern bereitgestellt werden, entsprechend der eigenen Wünsche zu ändern. Ein Skript kann dann automatisch bestimmte phonetische Analysen in verschiedenen Dateien ausführen, die man ansonsten per Mausklick für jede einzelne Datei separat vornehmen müsste.

**Arbeitserleichterung durch Skripte**

## Datenspeicherung

Anhand der Ergebnisse der phonetischen Analyse werden die Wörter herausgesucht, die für das Experiment genutzt werden sollen. Die einzelnen Wörter können mit Praat aus der Aufnahmedatei herausgeschnitten und als separate Dateien gespeichert werden. Es ist ratsam, die Dateinamen systematisch zu nummerieren und zu labeln (z.B. mithilfe einer Exeltabelle; der Dateiname kann z.B. lauten „001\_1.wav“ für Item 1 unbelebt Wort oder „041\_2.bmp“ für Item 41 belebt Bild), um sie später schnell identifizieren zu können. Dateinamen sollten grundsätzlich keine Leerzeichen oder Sonderzeichen enthalten, da einige Programme diese nicht lesen können.

### 14.3 Programmierung des Experimentablaufs

Windows-basiertes  
Experimental-  
programm DMDX

Für die Steuerung des Ablaufs des Experiments ist das Darbietungsprogramm DMDX geeignet (→ KAPITEL 15.3). Es dient der Präsentation einer Abfolge von Reizen (Items) und dem Aufzeichnen der Reaktionen der Versuchspersonen. DMDX wurde von Jonathan Foster an der University of Arizona (USA) entwickelt. Das Programm läuft unter Windows und kann kostenlos aus dem Netz geladen werden (Web-Adresse: [www.u.arizona.edu/~jforster/dmdx.htm](http://www.u.arizona.edu/~jforster/dmdx.htm)). Voraussetzung ist eine Installation von Microsoft DirectX, das aber in neueren Windowsversionen bereits vorinstalliert sein sollte. Mit dem zu DMDX gehörenden Konfigurationsprogramm TimeDX müssen verschiedene Parameter eingestellt (z.B. „Select Video Mode“) und gespeichert werden. Danach ist das eigentliche DMDX Programm bereit, ein Itemfile (Experiment) auszuführen.

Experimentalcode  
als rtf-Datei

Die Steuerungsdatei für ein Experiment (Itemfile) ist eine einfache rtf-Datei, die z.B. mit dem Programm WordPad erstellt wird (Microsoft Word wird nicht empfohlen, da es mit dem von Word generierten rtf-Format zu Problemen kommen kann). → ABBILDUNG 34 zeigt den Programmcode für das cross-modale Priming-Experiment.

## DMDX-Parameter

Die verschiedenen Zeilen des Codes bedeuten:

- <ep> und <eop>: klammern die einzelnen Parameter des Programms ein, wie z.B. Darstellungs- sowie Ein- und Ausgabe-Optionen und die Antwortmöglichkeiten.
- <fd 50>: Frame Duration, gibt an wie lange etwas auf dem Bildschirm gezeigt wird (fd=1 sind – abhängig vom Monitor – 17 ms).
- <t 3000>: Die maximale Antwortzeit in Millisekunden.
- <id "Tastatur">: Die Versuchsperson soll ihre Reaktionen über die Tastatur eingeben.

```
<ep> <azk> <fd 50> <cr> <t 3000> <nfb> <id "Tastatur"> <mr +Leertaste> <mnr +Alt rechts> <mpr
+Alt links> <vm Desktop> <eop>

0 <ln 0> "Willkommen zum Experiment! ",
<ln 3> "Alt-links: belebt und Alt-rechts: nicht belebt",
<ln 5> "Drücke die Leertaste, um das Experiment zu starten.";

+10011 <ln 0> ""/ <bmp> "Tasse"/ <ms% 1500>/ <wav 2> "001_1"/<ms% 500>/"<ln 5> "belebt
nicht belebt"c;
-20412 <ln 0> ""/ <bmp> "Tasse"/ <ms% 1500>/ <wav 2> "041_2"/<ms% 500>/"<ln 5> "belebt
nicht belebt"c;

0 <ln 0> "Das war's. Danke Schön.", <ln -2>"Bitte die Escapetaste drücken!";
```

```
Subjects incorporated to date: 002
Data file started on machine LINGLAB-007

*****
VP01, 04/09/2010 13:32:58 on LINGLAB-007, refresh 16.66ms
Item RT
10011 -1869.46
20412 -1666.74

*****
VP02, 04/09/2010 13:34:54 on LINGLAB-007, refresh 16.66ms
Item RT
10011 -3000.00
```

Abbildung 34: DMDX Code (oben) und Ergebnisdatei (unten)

- <mr +Leertaste>, <mnr +Alt rechts> und <mpr +Alt links>: Kodiert die Tasten für den Experimentstart, eine negative bzw. positive Reaktion.
- <vm Desktop>: Hier wird die Bildschirmauflösung, Anzahl der Farben etc. angegeben. Zur Vereinfachung wurde hier die Auflösung des Desktops ausgewählt.

Hieran schließt sich das eigentliche Experiment an.

- <ln 0> gibt an, dass der Satz „Willkommen zum ...“ in der Mitte des Bildschirms präsentiert wird. Der Begrüßungsbildschirm wird mit einem Semikolon abgeschlossen. <ln 3> bedeutet, dass der nächste Satz drei Zeile tiefer präsentiert wird.
- Die Items ab Zeile 5 (→ **ABBILDUNG 34**) werden mit einem „+“ für ein unbelehtes Zielitem und einem „-“ für ein belehtes Zielitem eingeleitet. Die nachfolgende Nummer kodiert Informationen über die experimentellen Bedingungen (z.B. die Itemnummer o. ä.). Danach wird zunächst ein Sternchen in der Mitte des Bildschirms präsentiert (eingeschlossen in Anführungszeichen und getrennt durch einen Schrägstrich). Hiernach wird eine Bilddatei im

**DMDX-Befehle**

Bitmapformat (<bmp> "Tasse") aufgerufen und für 850 ms (Frame Duration: 50\*17ms) auf dem Bildschirm gezeigt. Nach einer Pause von 1500 ms (<ms% 1500>) wird eine wav-Datei (<wav 2> "001\_1") geladen und abgespielt. Nach einer weiteren Pause von 500 ms (<ms% 500>) erscheint der Antwortbildschirm ("belebt nicht belebt") auf Zeile 5 (<ln5>). Sobald der Antwortbildschirm erscheint, beginnt die Messung der Reaktionszeit. Insgesamt hat die Versuchsperson 3000 ms Zeit (Kopfzeile: <t 3000>), eine der beiden Antworttasten zu drücken („Alt rechts“ oder „Alt links“ wie in der Kopfzeile definiert). Das „c“ am Ende der Zeile steht für „continuous run“ – das Programm läuft weiter, unabhängig davon, ob eine Antwort abgegeben wurde oder nicht.

Speicherung der  
Ergebnisdatei

Diese rtf-Datei wird nach dem Starten des DMDX Programms geladen und ausgeführt. Dabei ist zu beachten, dass die bmp-Files und die wav-Files in demselben Ordner gespeichert sein müssen wie die rtf-Datei, da die Files sonst nicht gefunden werden. Die Ergebnisdatei, in der die Verhaltensdaten gespeichert werden, ist eine Textdatei mit der Endung \*.azk. Sie wird automatisch in denselben Ordner geschrieben, in dem sich auch die Experimentdatei befindet. Es gibt verschiedene Tools und Skripte (z. B. Getdat.awk), mit denen man die Ergebnisdateien beispielsweise in eine Exceltabelle einlesen und übertragen kann. Sie sind auf der Webseite <http://web.arizona.edu/~cnl/dmdx.htm> zu finden, die auch weitere Links für Hilfestellung und Beispiele anbietet.

## 14.4 Datenerhebung und Datenanalyse

Schon während der experimentellen Planung sollte man sich mit der Frage beschäftigen, wie viele Versuchspersonen an dem Experiment teilnehmen, wie sie rekrutiert werden, ob und welche Aufwandsentschädigung sie bekommen und wo die Untersuchung stattfinden soll. Ratsam ist es auch, mit einem Fragebogen anonymisiert alle Variablen zu erheben, die auf das Ergebnis der Studie einen Einfluss haben könnten. Auf dem Fragebogen sollte die Versuchspersonennummer vermerkt sein, ein anonymisiertes Kürzel, um die Fragebögen den erhobenen Reaktionsdaten zuordnen zu können.

Typischerweise werden folgende Variablen erhoben:

- Alter
- Geschlecht

Charakterisierung  
der Versuchs-  
personen

- Bildungsstatus
- Händigkeit (Links- oder Rechtshänder)
- ggf. Art des Studiums (nehmen Linguisten am Experiment teil?)
- Sprachhintergrund (welche Sprachen wurden wann gelernt und wie oft werden sie verwendet, → KAPITEL 11)

Wenn es keine bestimmte Fragestellung zum Einfluss dieser Variablen gibt, sollte die Stichprobe hinsichtlich dieser Variablen möglichst homogen sein bzw. sollte das Geschlecht gleich verteilt sein.

Die Datenerhebung muss ungestört in einem ruhigen Raum stattfinden. Die Instruktion sollte kurz und prägnant sein und von den Versuchspersonen gut verstanden werden. Um die Instruktion zwischen den Versuchspersonen konstant zu halten, sollte diese schriftlich vorgegeben oder vorgelesen werden. Eine typische Formulierung bei der Messung von Reaktionszeiten ist, dass die Versuchsperson „so schnell aber auch so genau wie möglich“ die Reaktionstasten drücken soll. Es empfiehlt sich das Vorschalten einer kurzen Übungsphase, in der das Verhalten der Versuchsperson ggf. noch korrigiert werden kann, falls sie die Instruktion nicht richtig verstanden hat oder nicht befolgt. In der Übungsphase sollten andere Items als im eigentlichen Experiment genutzt werden. Systematische Effekte der Antworthand sollten vermieden werden: Die linke Hand ist bei Rechtshändern in der Regel etwas langsamer als die rechte. Wenn also immer mit der linken Hand auf „Unbelebt“ reagiert werden soll, werden die unbelebten Items immer etwas langsamer als die belebten beantwortet. Die Antworthand sollte also über die Versuchspersonen hinweg randomisiert werden. Alternativ kann auch mit dem Zeigefinger der rechten Hand auf zwei verschiedene Tasten gedrückt werden (der Zeigefinger sollte zwischen den Trials dann mittig zwischen oder unter den beiden Tasten liegen). Es ist wichtig sicherzustellen, dass die Reaktionstaste (Keyboard, Maus) die erwünschte Zeitauflösung hat, die Reaktionszeiten also nicht durch ein zu langsames Auslesen der Tastatur beeinflusst werden; ggf. ist auf spezielle, kommerzielle Reaktionstasten und Schnittstellen zurückzugreifen.

Instruktion

Vor dem Start muss sichergestellt werden, dass das Experimentalprogramm läuft, die Lautstärke richtig eingestellt ist und die Verhaltensdaten wie geplant gespeichert werden. Jegliche Art von Störung während der Untersuchung ist zu vermeiden (Handy, Telefon, Bildschirmeschoner, Virenschutz-Programme und Updater, Krach im Nebenraum, un erhoffter Besuch etc.). Die Untersuchung von Freunden oder Verwandten ist nicht unproblematisch, da sich diese Personen

Vor dem Start

anders als unbekannte Versuchspersonen verhalten könnten und ggf. unter einem besonderen ‚Erfolgsdruck‘ stehen, welcher das Ergebnis beeinflussen könnte.

Die erhobenen Daten sollten mithilfe der Versuchspersonennummer eindeutig und anonymisiert gekennzeichnet und doppelt archiviert werden. Es ist ratsam, das Datenformat für die Datenanalyse bereits während der Experimententwicklung zu planen und anhand von Probedaten zu testen. Auch das statistische Analyseverfahren ist unbedingt vor der Datenerhebung festzulegen, um das Experiment optimal an die Bedingungen für die gewählte Analyse anpassen zu können. Für die statistische Analyse können Programme wie SPSS, Statistika oder R (R Project) genutzt werden, die kommerziell oder frei zur Verfügung stehen. Für das hier vorgeschlagene Experiment eignet sich eine Varianzanalyse (ANOVA, Analysis of Variance) mit dem Faktor Zielitem-Kategorie (belebt/unbelebt) und dem Faktor Priming (kongruent/inkongruent). Das Geschlecht der Versuchspersonen oder die Antworthand (rechts/links) könnten als mögliche Kovariate getestet werden.

Mit solchen und ähnlichen Experimenten lassen sich die in der Psycholinguistik gelernten Fakten selbst nachvollziehen, neue Fragestellungen und Hypothesen überprüfen, sowie psycholinguistische Modelle weiterentwickeln. Viele behaviorale Untersuchungsmethoden (→ KAPITEL 2.1) können mit den vorgestellten Programmen realisiert werden und dabei helfen, die zugrunde liegenden Mechanismen der Sprachwahrnehmung, Wort- oder Satzverarbeitung bei gesunden und sprachgestörten Menschen, in der Erst- oder Zweitsprache und im Verlauf der Entwicklung über die Lebensspanne besser zu verstehen.

### Fragen und Anregungen

- Planen Sie folgendes Experiment und führen Sie es durch:
- Versuchen Sie, eine Liste von je 40 belebten und unbelebten zweisilbigen Nomen zu erstellen, die einem bestimmten Frequenzbereich entsprechen.
- Finden Sie dazu passende Abbildungen.
- Versuchen Sie, einen Ablauf zur lexikalischen Entscheidung mit diesen Wörtern zu programmieren und werten Sie die Ergebnisse von fünf Versuchsteilnehmern aus.

## Lektüreempfehlungen

*Hinweise zur Nutzung der hier vorgestellten Programme und Korpora finden sich in Handbüchern, Anleitungen oder Foren auf den jeweiligen Homepages. Die hier angegebenen Empfehlungen beziehen sich auf die Experimentalplanung und Methodenlehre im Allgemeinen.*

- **David Barlow / Matthew Nock / Michel Hersen: Single Case Experimental Designs. Strategies for Studying Behavior Change,** Boston 3. Auflage 2009. *Eine englischsprachige Einführung in das Design von Einzelfallstudien.*
- **Jürgen Bortz / Nicola Döring: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler,** Heidelberg 4. überarbeitete Auflage 2006. *Ein sehr umfassendes, gut verständliches Lehrbuch zu empirischen Forschungsmethoden (inkl. Statistik).*
- **Larry B. Christensen: Experimental Methodology,** Boston 10. überarbeitete Auflage 2006. *Eine englischsprachige Einführung in die experimentelle Methodenlehre.*
- **Henri Julius / Ralf W. Schlosser / Herbert Goetze: Kontrollierte Einzelfallstudien. Eine Alternative für die sonderpädagogische und klinische Forschung,** Göttingen 2000. *Eine sehr gute Einführung in die Vorgehensweisen und Designs von Einzelfallstudien, die mithilfe von praktischen Versuchsplänen veranschaulicht werden.*
- **Horst J. Kern: Einzelfallforschung. Eine Einführung für Studierende und Praktiker,** Weinheim 1997. *In diesem Buch werden zahlreiche Beispiele zu Einzelfallstudien und den entsprechenden Designs gegeben.*
- **Rainer Leonhart: Psychologische Methodenlehre / Statistik,** München 2008. *Eine kurze Einführung in die experimentelle Methodenlehre und Statistik.*