

# BACHELORARBEIT

*im Fachbereich 4*

der Universität Koblenz-Landau

---

## Okulographisch basierte Untersuchung mit dem E- Lern-System Compass

---

*Eingereicht von*

**Kashif Arshad**

*bei*

**Prof. Dr. Karin Harbusch**

|                  |   |
|------------------|---|
| Matrikelnummer:  | 212201920   |
| E-Mail:          | mkash@uni-koblenz.de                                  |
| Erstgutachterin: | Prof. Dr. Karin Harbusch                              |
| Zweitgutachter:  | Denis Krusko (Magister in<br>Technik und Technologie) |

## Erklärung

„Hiermit bestätige ich, dass die vorliegende Arbeit 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 in einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht wurde. Die eingereichte schriftliche Fassung entspricht der auf dem elektronischen Speichermedium (CD-ROM).

|   | Ja                                  | Nein                     |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| Mit der Einstellung der Arbeit in die Bibliothek bin ich einverstanden. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Der Veröffentlichung dieser Arbeit im Internet stimme ich zu.           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Idarshij Arhad Koblenz, 21.03.16 (Ort, Datum)  
(Unterschrift)

## **Kurzzusammenfassung**

Die vorliegende Bachelorarbeit thematisiert eine durch die Eye-Tracking-Technologie gestützte Untersuchung mit dem E-Lern System Compass. Die Untersuchung fand in Form eines Experimentes statt, welches bei den Probanden die Fähigkeit der Erkennung der Subjekt-Verb-Kongruenz in deutschen Sätzen testen sollte. Ideengebend zu der Versuchskonstellation war eine ähnliche Studie im englisch sprachigen Raum.

Die Einbindung des E-Learning System Compass bezweckte dabei die Beobachtung des Lernverhaltens der Testpersonen. Ausgewertet und bewertet werden konnten die Versuchsreihen durch die Eye-Tracker Software, der während des Versuchs die Augenbewegungen der Testpersonen auf den gezeigten und erstellten Sätzen aufzeichnete und daraus messbare Daten erzeugte. Augenbewegungen wie Fixationen oder Regressionen auf bestimmte Stimuli wurden dabei erwartet und auch gehofft zu messen.

Das Ergebnis der Ausführungen zeigt eindeutig, dass Fehler in der Kongruenz zwischen Subjekt und Verb häufig gemacht werden und die Fehlerrate in Verbindung zur Satzlänge proportional ansteigt.

## **Abstract**

This examination broache's the issue of an investigation, that is supported by the eye-tracking technologie and uses the e-learn-system Compass. For this investigation, there was carried out an experiment to test participants if they recognize agreement errors in the subjekt-verb-congruence in german sentences. The idea for that came from an other survey, that was hold for the englisch language. The integration of the e-learn-system Compass intended the observation of the participants learning behaviour. The experiment was able to be evaluated and analysed by the software of the eye-tracker, that recorded all eye movements and created valuable data out of them. It was assumed to catch the participants eye movements such as fixations or regressions.

The result was very clear: errors in congruence between subject and verb were done often. Besides, the error-rate increases proportionally to the length of the sentence.

# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>GLOSSAR</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>1 EINFÜHRUNG</b> .....   | <b>10</b> |
| <b>2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN</b> .....  | <b>12</b> |
| 2.1 GRAMMATIKALISCHE GRUNDLAGEN.....  | 12        |
| 2.1.1 <i>Satzbau in der deutschen Sprache</i> .....   | 12        |
| 2.1.2 <i>Subjekt-Verb-Kongruenz</i> .....   | 13        |
| 2.2 DER E-LERN-SYSTEM COMPASS .....   | 13        |
| 2.2.1 <i>Definition E-Learning</i> .....  | 13        |
| 2.2.2 <i>Der E-Learning System Compass</i> .....  | 14        |
| <b>3 TECHNOLOGIE DES EYE-TRACKING</b> .....   | <b>16</b> |
| 3.1 ARTEN VON EYE-TRACKINGTECHNOLOGIEN .....  | 16        |
| 3.2 AUGENBEWEGUNGEN BEIM LESEN.....   | 17        |
| 3.3 VISUALISIERUNGSTECHNIKEN VON EYE-TRACKING-DATEN .....   | 19        |
| 3.3.1 <i>Räumliche Visualisierungstechniken</i> .....   | 19        |
| 3.3.2 <i>Zeitliche Visualisierungstechniken</i> .....   | 20        |
| 3.3.3 <i>Räumlich-zeitliche Visualisierungstechniken</i> .....  | 21        |
| 3.3.3 <i>Relationale Visualisierungstechniken</i> .....   | 22        |
| 3.4 EYE-TRACKING SYSTEME DER TOBII GROUP.....   | 23        |
| 3.4.1 <i>Allgemeines zu Tobii</i> .....   | 23        |
| 3.4.2 <i>Arbeitsweise des Tobii Eye-Trackers</i> .....  | 24        |
| 3.4.3 <i>Datenformate der Software Tobii Pro Studio</i> .....   | 26        |
| <b>4 AUFBAU EINES EXPERIMENTES ZUR ÜBERPRÜFUNG DER SUBJEKT-VERB-KONGRUENZ IN DER DEUTSCHEN SPRACHE</b> .....  | <b>29</b> |
| 4.1 LEITGEDANKE DES EXPERIMENTS .....   | 29        |
| 4.2 KONZEPTIONELLE VORGEHENSWEISE.....  | 30        |
| 4.3 UNTERSUCHUNGSOBJEKTE .....  | 33        |
| 4.3.1 <i>Klassifizierung der Testsätze</i> .....  | 33        |
| 4.3.2 <i>Einbindung der Sätze in die Software</i> .....   | 37        |
| 4.4 PARAMETER UND VORGEHENSWEISE DER AUSWERTUNG.....  | 39        |
| <b>5 INTERPRETATION UND AUSWERTUNG DER AUS DEM EXPERIMENT GEWONNENEN MESSDATEN</b> .....  | <b>42</b> |
| 5.1 ALLGEMEINE BEMERKUNGEN ZUR DURCHFÜHRUNG DER VERSUCHSDURCHLÄUFE .....  | 42        |
| 5.2 KORREKTHEITSENTSCHEIDUNG DER SÄTZE .....  | 43        |
| 5.3 BLICKDAUER AUF SUBJEKT UND VERB.....  | 52        |
| 5.4 REGRESSION ZWISCHEN VERB UND SUBJEKT .....  | 57        |
| <b>6 FAZIT</b> .....  | <b>63</b> |
| <b>ANHANGSVERZEICHNIS</b> .....   | <b>66</b> |
| ANHANG 1: TABELLARISCHE DARSTELLUNG ALLER INFORMATIONEN, DIE BEIM EYE-TRACKING DURCH DIE SOFTWARE GESCHRIEBEN WERDEN, AUFTTEILT IN DEN DATENGRUPPEN (HIER A-G) (QUELLE: TOBII AB INTERNETSEITE F: TOBII AB, OHNE JAHR)..... | 66        |
| ANHANG 2: ÜBERSICHT DER KLASSIFIKATION DER SÄTZE IN PHASE 1.....  | 71        |
| ANHANG 3: ÜBERSICHT DER KLASSIFIKATION DER SÄTZE IN PHASE 2.....  | 74        |
| ANHANG 4: AUSWERTUNGSBÖGEN FÜR DAS FESTHALTEN DER ENTSCHEIDUNGEN ALLER PHASEN .....   | 81        |
| ANHANG 5: AUSWERTUNGSBOGEN DES FEEDBACKS ZUM COMPASS-SYSTEM .....   | 82        |

|                                   |  |            |
|-----------------------------------|--|------------|
| ANHANG 6:                         | LEGENDE DER KLASSIFIZIERUNG DER SÄTZE .....  | 83         |
| ANHANG 7:                         | GESAMTÜBERSICHT ALLER KORREKTHEITSENTSCHEIDE DER EINZELNEN PROBANDEN IN PHASE 1 .... | 84         |
| ANHANG 8:                         | GESAMTÜBERSICHT ALLER KORREKTHEITSENTSCHEIDE DER EINZELNEN PROBANDEN IN PHASE 2 .... | 85         |
| ANHANG 9:                         | GESAMTÜBERSICHT ALLER KORREKTHEITSENTSCHEIDE DER EINZELNEN PROBANDEN IN PHASE 4 .... | 86         |
| ANHANG 10:                        | Blickfixations-Dauer bezüglich Subjekt und Verb in Phase 1.....                      | 87         |
| ANHANG 11:                        | Blickfixations-Dauer bezüglich Subjekt und Verb in Phase 2.....                      | 88         |
| ANHANG 12:                        | Blickfixations-Dauer bezüglich Subjekt und Verb in Phase 4.....                      | 91         |
| ANHANG 13:                        | Blickfixations-Dauer bezüglich Satzkategorie, Numerus und Satzlänge in Phase 1..     | 94         |
| ANHANG 14:                        | Blickfixations-Dauer bezüglich Satzkategorie, Numerus und Satzlänge in Phase 2..     | 96         |
| ANHANG 15:                        | Blickfixations-Dauer bezüglich Satzkategorie, Numerus und Satzlänge in Phase 4..     | 98         |
| ANHANG 16:                        | Regressionszählungen der einzelnen Probanden in Phase 1 .....                        | 100        |
| ANHANG 17:                        | Regressionszählungen der einzelnen Probanden in Phase 2 .....                        | 101        |
| ANHANG 18:                        | Regressionszählungen der einzelnen Probanden in Phase 4 .....                        | 102        |
| <b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b> |  | <b>103</b> |

## Abbildungsverzeichnis

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| ABBILDUNG 1: | BEISPIELHAFTE 3D-DARSTELLUNG EINER ATTENTION MAP (QUELLE: STROHMAIER, 2014) .....                          | 19 |
| ABBILDUNG 2: | BEISPIELHAFTE FÜR DIE DARSTELLUNG EINES PARALLEL SCAN-PATHS (QUELLE: BLASCHECK, ET. AL., 2014).....        | 20 |
| ABBILDUNG 3: | BEISPIELHAFTE DARSTELLUNG EINES SCAN PATHS (QUELLE: BLASCHECK, ET AL., 2014) .....                         | 21 |
| ABBILDUNG 4: | BEISPIELHAFTE DARSTELLUNG EINE „CIRCULAR HEAT MAP“ (QUELLE: BLASCHECK, ET AL., 2014) .....                 | 22 |
| ABBILDUNG 5: | DARSTELLUNG DER ARBEITSWEISE DES TOBII-EYE-TRACKERS (QUELLE: TOBII AB INTERNETSEITE B2: TOBII AB,<br>2015) | 25 |
| ABBILDUNG 6: | PROZESSKETTE DES VERSUCHSDURCHLAUFS .....  | 31 |
| ABBILDUNG 7: | KLASSIFIZIERUNG DER SATZSTRUKTUR .....   | 34 |
| ABBILDUNG 8: | SCHEMA ZUR BENENNUNG DER AREAS OF INTEREST FÜR SUBJEKT UND VERB IN DEN TESTSÄTZEN.....                     | 38 |

## Tabellenverzeichnis

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| TABELLE 1:  | ANZAHL DER TESTSÄTZE IN DEN EINZELNEN PHASEN .....   | 36 |
| TABELLE 2:  | SPEZIFIKATION VON AREA OF INTEREST, DAUER UND ANTWORTZEITEN DER SÄTZE IN DEN EINZELNEN PHASEN .....                                  | 37 |
| TABELLE 3:  | RICHTIG GETROFFENE ENTSCHEIDUNGEN JEDER/JEDES PROBANDIN/PROBANDEN IN ANZAHL UND PROZENT.....   | 44 |
| TABELLE 4:  | DURCHSCHNITTLICHE RICHTIGE ENTSCHEIDUNGEN IN PHASE 1 IN BEZUG AUF DIE SATZKATEGORIEN .....   | 46 |
| TABELLE 5:  | VERHÄLTNIS VON RICHTIGEN ENTSCHEIDUNGEN IN BEZUG AUF NUMERUS UND SATZKATEGORIE FÜR PHASE 1.....                                      | 47 |
| TABELLE 6:  | DURCHSCHNITTLICHE RICHTIGE ENTSCHEIDUNGEN IN PHASE 2 IN BEZUG AUF DIE SATZKATEGORIEN .....   | 48 |
| TABELLE 7:  | VERHÄLTNIS VON RICHTIGEN ENTSCHEIDUNGEN IN BEZUG AUF NUMERUS UND SATZKATEGORIE FÜR PHASE 2.....                                      | 49 |
| TABELLE 8:  | DURCHSCHNITTLICHE RICHTIGE ENTSCHEIDUNGEN IN PHASE 4 IN BEZUG AUF DIE SATZKATEGORIEN .....   | 49 |
| TABELLE 9:  | VERHÄLTNIS VON RICHTIGEN ENTSCHEIDUNGEN IN BEZUG AUF NUMERUS UND SATZKATEGORIE FÜR PHASE 4.....                                      | 50 |
| TABELLE 10: | VERHÄLTNIS ALLER RICHTIGEN ENTSCHEIDUNGEN IN BEZUG AUF NUMERUS UND SATZKATEGORIE FÜR ALLE PHASEN<br>IN ÜBERSICHT .....               | 51 |
| TABELLE 11: | GESAMT-FIXATIONS-DAUER VON SUBJEKT UND PRÄDIKAT IN DEN PHASEN .....  | 53 |
| TABELLE 12: | GESAMTE BLICKDAUER (IN SEKUNDEN) AUF PLURAL UND SINGULARFORMEN DER SATZKATEGORIEN IN PHASE 1 ...                                     | 54 |
| TABELLE 13: | GESAMTE BLICKDAUER AUF PLURAL UND SINGULARFORMEN DER SATZKATEGORIEN IN PHASE 2.....  | 55 |
| TABELLE 14: | GESAMTE BLICKDAUER AUF PLURAL UND SINGULARFORMEN DER SATZKATEGORIEN IN PHASE 4.....  | 56 |
| TABELLE 15: | GESAMTANTEILE DER BLICKDAUER AUF PLURAL UND SUBJEKT ALLER PHASEN, IN BEZUG AUF DIE SATZKATEGORIEN                                    | 57 |
| TABELLE 16: | ANZAHL DER REGRESSIONEN DER EINZELNEN PROBANDINNEN/PROBANDEN IN DEN PHASEN .....   | 58 |
| TABELLE 17: | GESAMTE UND DURCHSCHNITTLICHE RÜCKBLICKE VOM VERB AUF DAS SUBJEKT IN PHASE 1 IN BEZUG AUF DIE<br>SATZKATEGORIEN.....                 | 59 |
| TABELLE 18: | GESAMTE UND DURCHSCHNITTLICHE RÜCKBLICKE VOM VERB AUF DAS SUBJEKT IN PHASE 2 IN BEZUG AUF DIE<br>SATZKATEGORIEN.....                 | 60 |
| TABELLE 19: | GESAMTE UND DURCHSCHNITTLICHE RÜCKBLICKE VOM VERB AUF DAS SUBJEKT IN PHASE 4 IN BEZUG AUF DIE<br>SATZKATEGORIEN.....                 | 61 |
| TABELLE 20: | ÜBER DER GESAMTEN REGRESSIONSHÄUFIGKEITEN DER PROBANDINNEN/PROBANDEN IN DEN EINZELNEN PHASEN IN<br>BEZUG AUF DIE SATZKATEGORIEN..... | 62 |

## Glossar

- Nahinfrarot** Beim Infrarotlicht handelt es sich um ein für das menschliche Auge nicht sichtbares Licht. Diese Strahlen weisen eine unterschiedliche Wellenlänge vor, hierunter die Nahinfrarotstrahlung, welche eine Wellenlänge zwischen 0,78  $\mu\text{m}$  bis 1,4  $\mu\text{m}$  besitzt (vgl. BDSI, 2001). Die Nahinfrarotstrahlung wird u.a. im Bereich der Medizin für die Neurowissenschaft eingesetzt. Sie ist ein bildgebendes Verfahren zur Messung der Aktivität des Gehirns (vgl. Gauggel & Herrmann, 2008,)
- Bildfrequenz** Die Bildfrequenz gibt darüber Auskunft, wie viele Bilder in einer Zeiteinheit dargestellt werden (vgl. DATACOM Buchverlag GmbH, ohne Jahr).
- Distraktor** Hierbei handelt es sich um einen Reiz, welcher verwendet wird, um eine Ablenkung hervorzurufen. Distraktoren werden z.B. bei Tests verwendet, um den Probanden durch einen Stimuli abzulenken (vgl. Mayer K. C., ohne Jahr).
- Stimulus/Stimuli** in dieser Bachelorarbeit ist mit der Verwendung dieses Begriffes ein visueller Reiz wie etwa ein Bild gemeint, der Probandinnen/Probanden präsentiert wird bzw. werden kann (vgl. Strohmaier, 2014).
- Areas of Interest (AOI)** Besondere Bereiche eines Stimulus, mit denen für spätere Analysen Auswertungen gemacht werden können. AOI werden können manuell oder automatisiert mit Eye-Tracking Softwareprogrammen erstellt werden. Zumeist geschieht dies jedoch manuell. Die Erstellung solcher AOIs erfolgen recht simpel mit der Maus am, wobei verschiedene geometrische Formen bis hin zu Polygone in die Stimuli eingezeichnet werden können (vgl. Strohmaier, 2014).

# 1 Einführung

Die beiden Psychologinnen Kathryn Bock und Carol A. Miller untersuchten in psycholinguistischen Studien die Wahrnehmung falscher Satzgebilde hinsichtlich der Numerus-Übereinstimmung von Subjekt und Verb in der englischen Sprache. Die korrekte dazugehörige Regel in der englischen Sprache fassen beide sehr kurz wie folgt zusammen:

*„The subjects and verbs of English sentences agree in number. [...] The simple rule of subject-verb agreement (or concord) is that a singular subject takes a singular verb and a plural subject takes a plural verb.“* (Bock & Miller, 1991)

Kurz übersetzt bedeutet dies, dass korrekte englische Sätze zwischen Subjekt und Verb eine Übereinstimmung bezüglich des Numerus beider aufweisen. Überraschenderweise treten im Satzgebrauch immer wieder Verstöße gegen diese Regel auf, welche sie als „Broken Agreement“ (zu deutsch: „verletzte Kongruenz“) bezeichnen, was die Grundlage der Studie der Psychologinnen war. Hierzu führten sie drei verschiedene Experimente durch, in denen sie den Versuchsteilnehmerinnen/Versuchsteilnehmern verschiedenartig modifizierte Sätze vorlegten. Ziel dabei war es, das Empfinden der Teilnehmerinnen/Teilnehmer in Bezug auf Fehler in der Übereinstimmung im Numerus bei Subjekt und Verb in der englischen Sprache zu testen.

Die vorliegende Bachelorarbeit thematisiert eine durch die Eye-Tracking Technologie gestützte Untersuchung zur Überprüfung desselben Phänomens in der deutschen Sprache. Die soll in Form von Abfragen deutscher Sätze und unter Hilfenahme des E-Lern-System Compass geschehen. Die Ausarbeitung dazu wird im Folgenden in Kapitel zwei bis vier dargelegt.

In Kapitel zwei erfolgt zunächst eine Darlegung von theoretischen Grundlagen, in der für die weiteren Ausführungen notwendige Definitionen der deutschen Grammatik dargelegt werden. Dazu wird der Themenbereich der E-Lern-Systeme angeschnitten und der E-Lern-System-Compass, dessen Verwendung im Experiment miteingeplant ist, vorgestellt. Kapitel drei behandelt ebenfalls theoretische Komponenten, welche die

Technologie des Eye-Trackings behandeln. Begonnen wird darin mit der Vorstellung von verschiedenen Eye-Trackingtechnologien, die sich im Laufe der Jahre durchgesetzt haben. Um die spätere Analyse bestmöglich aufbauen zu können, ist es ebenfalls wichtig zu berücksichtigen, wie sich die Augen beim Lesen verhalten und wie eine Auswertung dieser Augenbewegungen durch die Eye-Trackingtechnologien geschehen kann, was als nächstes in diesem Kapitel erläutert wird. Zuletzt wird in Kapitel drei die Eye-Tracking Systeme der Tobii-Group vorgestellt, da das für den Versuch verwendete Gerät und die Software von dieser Firma produziert wurden.

In dem darauffolgenden vierten Kapitel werden das Konzept und der Plan für die Durchführung des Experimentes diskutiert und die Ziele definiert. Außerdem wird der genaue Versuchsaufbau, die Elemente die untersucht werden und deren Zusammenführung mit der verwendeten Software, die Definition von geeigneten Messgrößen zur Realisierung einer Auswertbarkeit und das Vorgehen bei der Auswertung selbst dargelegt. Die durch den Versuch erhobenen Daten werden dann im fünften Kapitel ausgewertet und analysiert, wodurch am Ende ein Gesamtergebnis festgestellt werden kann. Dieses wird dann im darauffolgenden Fazit erneut mit einer Übersicht über die komplette Bachelorarbeit in einen Gesamtkontext gebracht. Im Anschluss findet sich der Anhang und das Literaturverzeichnis.

## 2 Theoretische Grundlagen

Die Ausführungen dieser Bachelorarbeit beginnen mit einigen theoretischen Ausgangspunkten in diesem Kapitel. Dazu wird in 2.1 auf grammatikalische Grundlagen eingegangen, um ein grundlegendes Verständnis des deutschen Satzbaus zu schaffen und die dazugehörigen Zusammenhänge in Erinnerung zu rufen. In 2.2 wird dann darauf folgend kurz über E-Lern-Systeme, insbesondere dem E-Lern-System Compass berichtet.

### 2.1 Grammatikalische Grundlagen

Die Sprache, welche im Experiment und die darin verwendeten Satzgebilde verwendet werden, ist Deutsch. Deswegen folgt in 2.1.1 ein Abschnitt zum deutschen Satzbau. Danach folgt 2.1.2 mit einer weiteren Definition zur Thematik der Subjekt-Verb-Kongruenz, welche aufgrund ihrer zentralen Rolle in dieser Bachelorarbeit unabdingbar erläutert werden muss.

#### 2.1.1 Satzbau in der deutschen Sprache

Gemäß der neueren Grammatiklehre nach Glinz, besteht ein Satz aus verbalen Teilen und aus Satzgliedern (vgl. Linke, Nussbaumer & Portmann, 2004). Die finite Verbform und die übrigen Verbformen (Infinitiv, Partizip II, Vorsilben des zusammengesetzten Verbes), sind die verbalen Teile. Für die Satzglieder gilt: Wichtig ist, dass lediglich Wörter zusammen nur dann Satzglieder sind, wenn sie im Satz verschoben werden können und dabei der Sinn des Satzes nicht entstellt wird (vgl. Linke, Nussbaumer & Portmann, 2004).

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit sind insbesondere das Subjekt und das Prädikat von großer Bedeutung. Das Subjekt wird mit „Wer?“ oder „Was?“ erfragt, ist somit im Nominativ, und besitzt des Weiteren eine bestimmte Position in einem Satz. (vgl. Busch & Stenschke, 2008). So steht das Subjekt meist in der ersten, wenn nicht, dann durch Umstellung an der dritten Position eines Satzes (vgl. Paukert & Holböck, 2015).

Das Verb (Prädikat) steht in der Regel an zweiter Position eines Satzes, wobei am Anfang stehende Prädikate den Satz in eine Frage umwandeln. In einem Satz ist die konjugierte Form des Verbes abhängig von Person, Numerus, Tempus, Genus und Modus (vgl. Busch & Stenschke, 2008). Das Verb selbst ist zudem einteilig, d.h. sie bestehen nur aus einem Verb oder mehrteilig, was bedeutet, dass sie entweder zusätzlich noch aus einem Partizip oder Prädikativ bestehen.

### 2.1.2 Subjekt-Verb-Kongruenz

Subjekt und Prädikat stehen in wechselseitiger Beziehung. Sie müssen beide aneinander angepasst werden (Person und Numerus), also kongruent sein (vgl. ebd.). Für das Verb bedeutet es somit, dass seine Endungen dem Subjekt angepasst werden.

Eine andere Problematik hinsichtlich dessen, ist das mehrteilige Subjekt, welches es teilweise erschwert eindeutige Aussagen über das Anpassen des Verbes anzustellen. So stellt sich die Frage, wie gehandelt wird, wenn ein Teil des Subjekts im Plural und der Andere im Singular stehen. Grundsätzlich können zwei Regeln beachtet werden: Einerseits kann gesagt werden, da das Subjekt mehrteilig ist, die Pluralform des Verbs verwendet wird und andererseits, dass die Nähe des Subjekts, entweder in Ein- oder Mehrzahl, zum Verb die Konjugation bestimmt (vgl. Engineering AG Internetseite c: Canoo Engineering AG, ohne Jahr).

## 2.2 Der E-Lern-System Compass

Im folgenden Kapitel wird sich nun kurz in 2.2.1 auf die Thematik des E-Learnings bezogen und danach in 2.2.2 der E-Lern-System Compass vorgestellt.

### 2.2.1 Definition E-Learning

Um den Begriff des E-Learning zu definieren, musste sich aus einer Fülle von verschiedenen, teilweise auch sehr abstrakten Definitionen für eine entschieden werden. Die Wahl fiel dabei auf die Definition der Goethe Universität in Frankfurt am Main, welche den Begriff auf Ihrer Webseite wie folgt erklärt:

*„Beim E-Learning steht der Einsatz elektronischer (digitaler) Medien und Instrumente mit den inhaltlichen und didaktischen Zielen des Lernprozesses in enger Verbindung, insofern die technische Seite den didaktischen Überlegungen untergeordnet werden muss.“ (Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, 2004)*

Nach dieser Definition ist das elektronische Medium ein Instrument, welches beim Prozess des Lernens eingesetzt wird. Dadurch ergibt sich ein Unterschied zum bisherigen Lernen, da sich durch elektronischen Lernressourcen ein Vielfaches an neuen Lernmöglichkeiten ergibt, wie beispielsweise Online-Kurse. Das E-Learning kann daher als didaktisches Instrument, als Instrument der Kommunikation und als Lernverbesserndes Element eingesetzt werden (vgl. Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, 2004).

### 2.2.2 Der E-Learning System Compass

Das Akronym COMPASS bedeutet *COMbinatorial and Paraphrastic Assembly of Sentence Structure* (vgl. Hausdörfer 2016). Dieses Programm dient der Erlernung der deutschen Grammatik, mit Hilfe von Baublöcken, welche eine linguistische Visualisierung darstellen. Basierend auf dem Performance Grammar, können die Lernenden mit Hilfe von Baublöcken Sätze bilden, welche dann auf korrekte deutsche Grammatik überprüft werden.

So weist jedes Wort eine oder mehrere bestimmte Baumstrukturen auf, welche im Lexikon festgelegt sind. Sie besitzen drei Ebenen, wobei die oberste Ebene den Wurzelknoten bildet. Dies wird als der phrasale Wurzelknoten bezeichnet (vgl. ebd.). Von diesem Knoten aus führen mehrere Äste in die zweite Ebene, wo die vorbestimmten grammatischen Funktionen zu dem jeweiligen Wort zu sehen sind. Eine Besonderheit ist der „Kopf“, welcher weiterführend in die nächste Ebene, den Begriff zum jeweiligen Baum darstellt. Die dritte Ebene besteht ebenfalls aus Knoten, welche als „Andockstelle“ für weitere Bäume mit ihrem phrasalen Knoten dienen.

Die Benutzeroberfläche von COMPASS besitzt zwei Hauptkomponenten: Das Lexikon und den Arbeitsbereich (vgl. Hausdörfer 2016). Im Lexikon befindet sich eine Eingabefläche, in der das Wort eingegeben werden kann, in Folge dessen dann ein Baum zum Begriff erscheint. Dieser Baum kann nun über den Wurzelknoten bewegt und schließlich auf einen passenden kategorialen Knoten eines anderen Baumes gelegt werden. Bei diesem Prozess ist es nun entscheidend, ob beide Knoten miteinander unifiziert werden können. Falls dies der Fall ist, kommt es zu einer Erweiterung des Baumes (vgl. Hausdörfer 2016).

### 3 Technologie des Eye-Tracking

Im praktischen Teil dieser Bachelorarbeit wird ein Eye-Tracker verwendet, weswegen es notwendig ist, nun in diesem Abschnitt auf die Technologie des Eye-Trackings einzugehen. Dazu wird in 3.1 von verschiedenen Methodiken des Eye-Trackings berichtet, wonach in 3.2 Informationen darüber vermittelt werden, wie sich das menschliche Auge beim Lesen verhält. Wird der Eye-Tracker verwendet, stellt sich die Fragen nach der Datenwiedergabe, wozu Möglichkeiten in 3.3 dargelegt werden. Der Eye-Tracker, welcher verwendet werden wird, ist von der Tobii Group hergestellt worden. Informationen zu diesem Unternehmen und der Darlegung wie der Eye-Tracker funktioniert, werden im letzten Unterpunkt dieses Kapitels, Punkt 3.4, vorgestellt.

#### 3.1 Arten von Eye-Trackingtechnologien

Die Eye-Tracking Geschichte hat ihre Anfänge in den frühen Jahren des 20. Jahrhunderts. Laut Strohmaier (2014) wurde bereits damals schon versucht die Augenbewegung beim Lesen von Texten zu ermitteln, obwohl keine technischen Geräte vorhanden waren. Doch der heutige Stand der Wissenschaft und die zur Verfügung stehenden Gerätschaften, können nun exakte Ergebnisse abliefern. In dem Buch von Duchowski „Eye Tracking Methodology: Theory and Practice“ (2007), werden vier Methoden zur Eye Tracking vorgestellt:

1. Elektro-Okulographie (EOG):

Bei dieser Methode werden mehrere Elektroden um beide Augen herum befestigt. Diese sollen die Unterschiede im elektrischen Potenzial der Haut erkennen und somit etwas über die Augenbewegungen bzw. über die Blickrichtung aussagen.

## 2. Sklerale Kontaktlinsen:

Diese Kontaktlinsen sind mit Spulen versehen und sollen auf einem externen Magnetfeld sichtbar machen, wie die Augenbewegungen verlaufen – so Flothow (2009). Jedoch muss gesagt werden, dass das Tragen der Linsen sehr unangenehm für den Probanden ist.

## 3. Foto-Okulographie (POG):

Laut Chen (2011) werden hierbei durch Fotoaufnahmen der Augen die Augenbewegungen gemessen. In den Aufnahmen wird dann die Augenstellung selbst oder das Licht, welches sich in den Augen reflektiert, analysiert. Diese Methode ist jedoch nicht präzise genug, da die Aufnahmen nicht alle Bewegungen erfassen können.

## 4. Kombination von Hornhautreflexion und Pupille:

Nach Ansicht von Strohmaier (2014) ist die videobasierte Kombination von Hornhautreflexion und Pupillengeometrie die gängigste Methode, welche heutzutage verwendet wird um Augenbewegungen zu verfolgen. Nach Prof. Dr. Günter Daniel Rey (ohne Jahr) wird das schwache Infrarotlicht des Eye-Trackers auf das Auge geworfen. Die Reflektion dieser punktförmigen Lichtquelle bewegt sich abhängig von der Ausrichtung des Auges. Eine Kamera nimmt infolge dessen die Bewegungen des Auges auf und kann später anhand der Lichtreflektion auf der gewölbten Hornhaut die Bewegungen des Auges analysieren. Je nachdem, um welches Gerät es sich hierbei handelt, kann – so Strohmaier (2014) die Kamera entweder mit zwei Kameras für jeweils beide Augen auf dem Kopf in Form einer Brille befestigt werden, oder feststehend mit einer Kamera die Augenbewegungen des Probanden aufnehmen. Ersteres wird als mobile- und Letzteres als externe Systeme bezeichnet.

### 3.2 Augenbewegungen beim Lesen

Es ist äußerst wichtig als erstes zu analysieren, wie sich die Augen beim Lesen von Wörtern oder Sätzen verhalten. Dies ist selbstverständlich ganz klar mit dem Aufbau des

Auges verbunden. Vereinfacht und zusammenfassend gesagt, fällt das Licht in Form von Wellenlängen in das Auge, wo es dann gebrochen wird und schlussendlich ein Bild auf der Netzhaut entsteht, welches vom Gehirn verarbeitet wird. Für das Lesen von Wörtern ist jedoch insbesondere die Bewegung der Augen relevant. Muskelgruppen, welche sich am Augapfel befinden, sind die Grundvoraussetzung bei der Verfolgung von beweglichen Objekten. Diese werden laut Strohmaier (2014) in unterschiedliche Bewegungsformen eingeteilt. Im Folgenden werden die Bewegungsformen „Sakkade“, „Regression“, „Fixation“ und „smooth pursuit“ erläutert.

Bei der Suche eines neuen Fixationspunktes, finden sehr schnelle Bewegungen der Augen, mit einer Dauer von 10 ms bis 100 ms, statt, welche als „Sakkaden“ bezeichnet werden. Aufgrund dieser schnellen Bewegung der Augen (Sakkadensprünge), ist das Auge in dem Moment blind und kann somit keine Informationen aufnehmen. Am Beispiel des Lesens kann deutlich gemacht werden, wie diese Blicksprünge funktionieren: Es werden lediglich zwei bis drei Buchstaben fixiert, um ein Wort zu lesen, der Rest wird übersprungen, worauf eine neue Fixation des darauffolgenden Wortes erfolgt. Je nach Schwierigkeitsgrad der Wörter/des Textes, werden diese Sprünge entweder länger oder kürzer.

Bei den Sakkaden handelt es sich um Vorwärtssprünge der Augen. Die Rückwärtssprünge, die das Auge unternimmt, in dem es zurück zu den Fixationspunkten geht, werden als „Regressionen“ bezeichnet. Sie dienen der Korrektur oder Kontrolle der Wahrnehmung. Bei der „Fixation“ handelt es sich um „Stops“, die das Auge einlegt, damit eine visuelle Wahrnehmung erfolgen kann. Speziell beim Lesen können mehrere Fixationen stattfinden. Beim „Smooth Pursuit“ spricht man von einer gleichmäßigen Bewegung. Das Auge kann neben ruhenden Gegenständen auch bewegende Objekte hiermit fixieren.

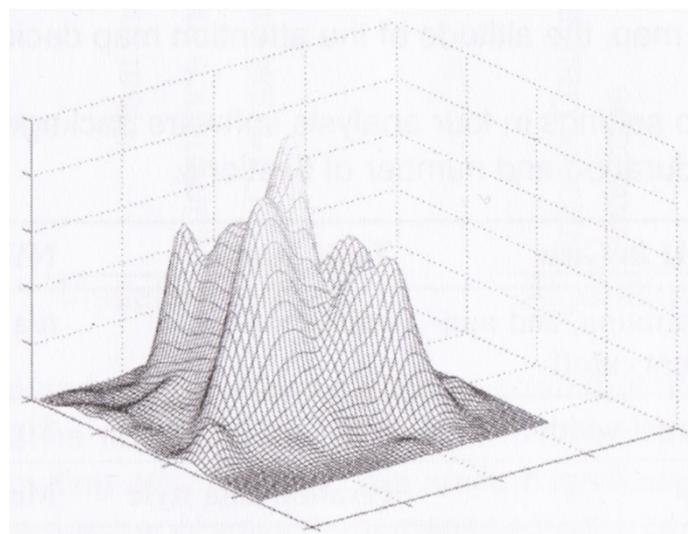
Zusammenfassend ist zu sagen, dass es sich beim Lesen von Wörtern um ein Zusammenspiel unterschiedlicher Augenbewegungen handelt. Somit sind die Sakkaden, die Regressionen und die Fixationen abhängig vom Schwierigkeitsgrad der Wörter und Texte. Je schwieriger die Texte sind, desto kürzer/geringer sind die Sakkaden und desto höher sind die Regressionen, als auch die Fixationen.

### 3.3 Visualisierungstechniken von Eye-Tracking-Daten

Im Folgenden werden nun vier verschiedene Visualisierungstechniken nach Strohmaier (2014) vorgestellt, die seiner Ansicht nach im Laufe der Jahre speziell für die Darstellung von Eye-Tracking konzipiert wurden. Hierzu wird auf räumliche-, zeitliche-, räumlich-zeitliche- und zuletzt auf relationale Visualisierungstechniken eingegangen

#### 3.3.1 Räumliche Visualisierungstechniken

Techniken, die die räumliche Visualisierung von Eye-Tracking Daten realisieren, fassen über einen zeitlichen Verlauf Daten für ein bis mehrere Probandinnen/Probanden zusammen, welche im Anschluss übersichtlich dargestellt werden. Die Daten entsprechen dabei den Blickbewegungen der Probandinnen/Probanden. Nach Wooding (2002) in Strohmaier (2014) ist die in diesem Kontext die am häufigsten verwendete Technik die sogenannte „Attention Map“. Laut Strohmaier (2014) dient diese hauptsächlich dazu die Verteilung der Aufmerksamkeit von Probandinnen/Probanden auf bestimmte Stimuli abzubilden.



---

*Abbildung 1: beispielhafte 3D-Darstellung einer Attention Map (Quelle: Strohmaier, 2014)*

---

Zur Erstellung der Grip-Heatmap wird die mathematische Gauß-Funktion verwendet. Durch die an die gemessenen Daten angepasste Anwendung dieser Funktion, entsteht bei der Darstellung eine glatte landschaftartige Struktur, die den Verlauf der Fixationen der Probandinnen/Probanden repräsentiert, wie in Abbildung 2 beispielhaft dargestellt. Die Höhen und Tiefen dieser Struktur werden entsprechend unterschiedlich gefärbt dargestellt, wobei meist die Farbe Rot für eher hohe Werte, für mittlere Werte Gelb und Blau für eher niedrige Werte genutzt wird.

### 3.3.2 Zeitliche Visualisierungstechniken

Um eine zeitliche Abfolge der gemessenen Eye-Tracking Daten genauer untersuchen zu können, bietet es sich an – so Strohmaier (2014) – die räumliche Dimension in rein abstrakter Form darzustellen. Bei einer solchen Darstellung ist Stimulation selbst nicht mehr primärer Gegenstand der Visualisierung. Ein Beispiel dafür wäre Abbildung 3:

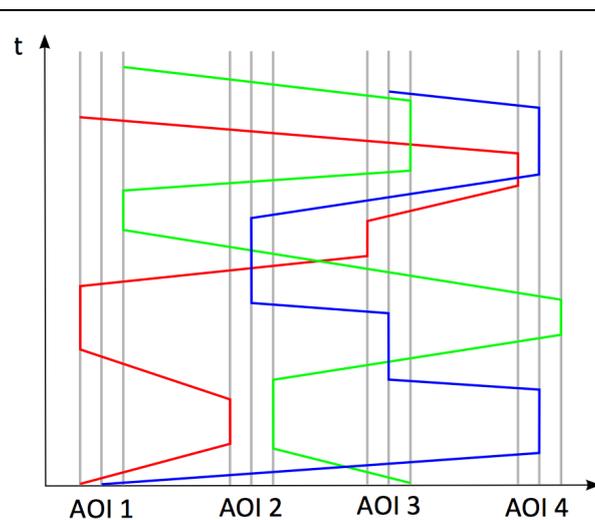


Abbildung 2: beispielhafte für die Darstellung eines Parallel Scan-Paths (Quelle: Blascheck, et. al., 2014)

Die Abbildung zeigt einen sogenannten „Parallel Scan-Path“, welcher laut Roberts (2007) erhobene Daten eines zweidimensionalen Stimulus visualisiert. Hierbei werden entlang der horizontalen Achse alle AOIs (siehe Glossar) und entlang der vertikalen Achse der

zeitliche Verlauf dargestellt. Die Bewegungen der Fixationen werden anhand paralleler Linien im Diagramm abgebildet, wodurch eine übersichtliche Darstellung ermöglicht wird.

### 3.3.3 Räumlich-zeitliche Visualisierungstechniken

Bei räumlich-zeitlichen Visualisierungen von Eye-Tracking Daten wird versucht, den direkten Bezug zu den Stimuli zu erhalten und zur gleichen Zeit die zeitliche Komponente die Blickbewegung-Abfolge ersichtlich bleiben zu lassen. Dazu werden zur Darstellung der Blickfixationen einer/eines Probandin/Probanden Kreise und Linien verwendet. Je nach Fixationsdauer wird der Kreis entsprechend groß eingezeichnet, der Blickweg selbst wird durch chronologischer Nummerierung der Kreise und der Verbindung dieser mit Linien dargestellt.

Folgendes Beispiel zeigt eine solche räumlich-zeitliche Darstellung:

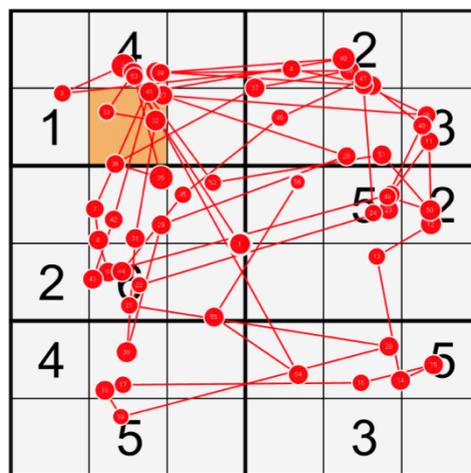
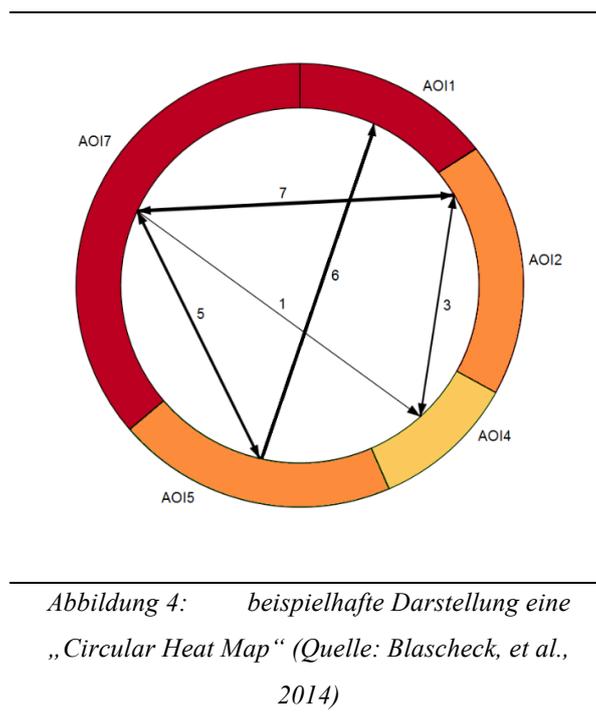


Abbildung 3: beispielhafte Darstellung eines Scan Paths (Quelle: Blascheck, et al., 2014)

Diese Art der Technik wird „Scan Path“ genannt und ist die häufigste in Auswertungssoftwares eines Eye-Trackers angewandte Technik zur Visualisierung der Daten des Trackers. Jedoch neigt diese Technik bei Darstellung aller Blickfixationen in einem Bild zu Unübersichtlichkeit und Unüberschaubarkeit.

### 3.3.3 Relationale Visualisierungstechniken

Relationale Visualisierungstechniken repräsentieren ausschließlich AOIs und setzen diese in Bezug zueinander. Folgende Darstellung, welche als „Circular Heat Map Diagramm“ bezeichnet wird, zeigt, wie eine solche relationale Repräsentation aussehen kann:



Ein solches Diagramm stellt die AOIs für jede/jeden Probandin/Proband in eine kreisförmige Gegenüberstellung dar. Ähnliche wie bei der Färbung in der Heat Map, werden die AOIs entsprechend ihrer Anzahl der Fixationen farblich gekennzeichnet. Dazu zeigen Pfeile die Übergänge der Fixationen zwischen den AOIs, wobei deren dicke entsprechend der Anzahl dessen ausfällt.

### 3.4 Eye-Tracking Systeme der Tobii Group

Zunächst soll ein kleiner Überblick über das Produkt der Firma „Tobii“ verschafft werden, in dem einige allgemeine Informationen in 3.4.1 genannt werden. Im Anschluss wird in 3.4.2 auf die Hardware des Eye-Trackers und dessen Funktionsweise eingegangen. Abschließend werden in 3.4.3 die Datenformate genannt, in denen die im späteren Experiment verwendete Software die Messdaten liefern kann.

#### 3.4.1 Allgemeines zu Tobii

Die Informationen stammen aus der aktuellen Internetseite des Unternehmens (2015), welche primär auf englischer Sprache verfügbar ist.

Die „Tobii Group“ ist – laut den Inhalten auf der Unternehmenseigenen Internetseite – ein im Jahre 2001 gegründetes Unternehmen, das im Bereich der Entwicklungen von Technologien tätig ist, welche mit Menschen interagieren können. Dazu fokussiert sich das Unternehmen auf drei Geschäftseinheiten:

- „Tobii Pro“, welche sich mit der Entwicklung okulographisch basierter Untersuchungstechnologien insbesondere für menschliches Verhalten beschäftigt (vgl. Tobii AB Internetseite b1: Tobii AB, 2015)
- „Tobii Dynavox“, welche sich mit Kommunikationstechnologien auseinandersetzt (vgl. Tobii AB Internetseite c: Tobii AB, 2015)
- „Tobii Tech“, welche die Integration der Unternehmensinternen Okulographie-Technologie in Rechnern, Spielen, virtuellen Realitäten und Autos entwickelt (vgl. Tobii AB Internetseite d: Tobii AB, 2015)

Mit über 600 Mitarbeitern gibt es neben dem Hauptsitz in Schweden noch diverse weitere Länder, in denen die Tobii Group vertreten ist, dabei unter anderem in China, Norwegen und Deutschland. Das Unternehmen erhebt – laut Aussage auf der Internetseite (2015) – den Anspruch darauf, der weltweite Führer in der Entwicklung der Technologie der Blickbewegungsregistrierung zu sein.

### 3.4.2 Arbeitsweise des Tobii Eye-Trackers

Gemäß der Tobii Group gehören folgende drei Elemente zu einem leistungsstarken Eye-Tracking-System:

1. Eine zweckdienliche Sensortechnik, deren Fokus darauf liegt, die Anforderungen an einen Hochleistungssensor zu erfüllen, auch wenn dies zu Lasten der visuellen Darstellung der Daten geht. Die Sensoren benötigen, je nach Bedarf, individuell Projektoren, Bild- und Optiksensoren sowie individuelle, in die Software des Eye-Trackers eingebettete Verarbeitungsalgorithmen.
2. Hochentwickelte Algorithmen, welche die einkommenden Bilder richtig interpretieren müssen und daher das Gehirn des Systems bilden
3. Eine breit gefächerte Anwendungsoberfläche, welche intelligent und benutzerorientiert aufgebaut ist, um den Nutzer Zugang zu allen erreichbaren Nutzungsmöglichkeiten zu erleichtern

Das Unternehmen realisiert diese Elemente in verschiedene Produkte, die es unter Patentanmeldung weltweit vertreibt. Dazu gehören unter anderem portable Eye-Tracker wie der „Tobii Pro Glasses 2“ oder der statische, an einem Bildschirm anbringbare „Tobii Pro X3-120“.

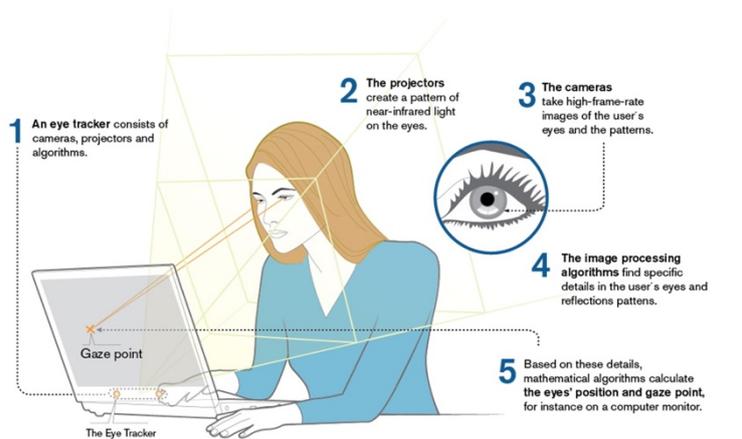


Abbildung 5: Darstellung der Arbeitsweise des Tobii-Eye-Trackers (Quelle: Tobii AB Internetseite b2: Tobii AB, 2015)

Abbildung 6 verbildlicht ein Szenario, in der ein Eye-Tracker genutzt wird und die dafür benötigten Komponenten und die Arbeitsweise des Systems in Bezug auf eine Anwendung. Als Basis benötigt man eine Art „Station“, an welcher der Eye-Tracker aufgebaut wird. Diese Station besteht aus dem Eye-Tracker und einem Visualisierungsgerät, wie bspw. einem Rechner mit Monitor, an dem der Eye-Tracker angeschlossen wird und über die Software angesteuert werden kann. Der Eye-Tracker beinhaltet hardwaretechnisch Kameras und Projektoren und softwaretechnisch intelligente Algorithmen.

Die Ermittlung der Augenposition auf dem Bildschirm erfolgt durch eine Reihe von aufeinanderfolgenden Mechanismen, wobei zunächst das Auge durch die Projektoren mit Nahinfrarot – eine besondere Form von Infrarotstrahlung – bestrahlt wird (s. Glossar). In direkter Folge darauf nehmen die Kameras hochauflösende Bilder von den Augen und dem von den Augen reflektierten Nahinfrarot in einer hohen Bildfrequenz (s. Glossar) auf. Die Algorithmen, die dem System zugrunde liegen, untersuchen die Bilder auf informationsreiche Details, sowohl in den Augen des Benutzers, als auch im reflektierten Nahinfrarot. Basierend auf den aus dieser Untersuchung gewonnenen Informationen, wird die Position der Augen und der beobachtete Punkt auf dem Monitor berechnet.

### 3.4.3 Datenformate der Software Tobii Pro Studio

Das zur okulographischen Untersuchung verwendete Gerät erzeugt während der Benutzung eine große Fülle an Daten, welche durch die verwendete Software in Bild, Video und andere Datenformaten verarbeitet werden. Im Folgenden soll nun dargelegt werden, welche Dateiformate auf welche Weise aus der verwendeten Software exportiert werden können.

Als Videoformate lässt sich zum einen das „Recording“ exportieren – eine komplette Bildschirm-Video-Aufnahme mitsamt einer Repräsentation des Blickwegs in Form eines Scan Paths. Ein Recording ist dabei eine Aufnahme eines einzigen Versuchsdurchlaufs, d.h. eines Probanden. Der visualisierte Scan Path ist daher übersichtlich auf dem Video dargestellt.

Es sind drei verschiedene Typen von Bildformaten durch die Software generierbar. Dazu gehört zum einen der „Gaze Plot“, der einen Scan Path für jeden Probanden in jeder im Versuch verwendeten Datei visualisiert. Zum anderen besteht die Möglichkeit der Darstellung der Fixationen in einer „Heat Map“. Dabei wird eine zweidimensionale räumliche Visualisierungstechnik verwendet, bei der die Farben entsprechend der gängigen Nutzung solcher Verbildlichungen und der Dauer in jedem im Versuchsdurchlauf verwendeten Objekts dargestellt werden. Der dritte Typ ist der „Cluster“, wobei ein großflächiges, ebenfalls zweidimensionales Profil erstellt wird, welches eine Art „Umriss“ aller Blickfixationen auf einen Stimulus darstellt.

Für alle drei Bildtypen ist festzulegen, wie viele Probandinnen/Probanden in der Visualisierung miteinbezogen werden sollen. Dazu muss die/der Probandin/Proband in der entsprechenden Auswahl vorher „aktiv“ markiert sein, was relativ simpel mit dem Setzen eines Hakens geschieht. Standardgemäß sind jedoch alle Probanden ausgewählt. Alle Bildtypen sind entsprechend der gängigen Bildformate ausgabbar, sogar als animiertes Bild, wobei das Datenformat in geringer Auflösung und Dateigröße dem eines Videos ähnelt.

Neben den visuellen Daten die erzeugt werden, ist auch eine Datensammlung für spezielle AOIs verfügbar. Diese müssen jedoch für jedes verwendete Objekt manuell angelegt

werden. Bestehende AOIs können in Form von Tabellen oder Balkendiagrammen direkt in der Software ausgewertet werden, sind jedoch ebenfalls exportierbar.

Zuletzt wird natürlich auch eine große Masse an Rohdaten gesammelt und archiviert, welche im groben in zehn Gruppen eingeteilt werden können, die jeweils unterschiedliche Aspekte in der Datenerzeugung festhalten. Eine vollständige Liste der erzeugten Daten ist unter dem Handbuch der verwendeten Software „tobii Studio“ einsehbar (vgl. Tobii AB Internetseite f: Tobii AB, ohne Jahr), ist jedoch ebenfalls im Anhang 1 zu finden.

Im Folgenden werden nun diese einzelnen Gruppen der Daten genannt und kurz erklärt:

1. General data

Diese Gruppe von Daten beinhaltet allgemeine Informationen über das Projekt, Tests, die Teilnehmer, die Aufnahmen und benutzte Filter in der Aufnahme.

2. Media data

Daten aus dieser Gruppe liefern Informationen über die medialen Objekte, die den Probandinnen/Probanden gezeigt wurden. Dazu gehört Name und Position des Objekts auf dem Bildschirm.

3. Segment und scene data

Die Software ermöglicht es Segmente für bestimmte Zeitpunkte der Aufnahme und Szenen für die Einteilung der Aufnahme in mehrere Bereiche zu definieren. In dieser Datengruppe werden entsprechend dazu Daten erzeugt. Im Unterschied zu den vorherigen Gruppen werden keine Daten für diese Gruppe geschrieben, sollten vorher keine Festlegung von Segmenten oder Szenen stattgefunden haben.

4. Timestamp data

In dieser Gruppe werden Daten zur Zeiterfassung gespeichert.

5. Recording event data

Die Gruppe repräsentiert die Sammlung der Daten von Probandinnen/Probanden in Bezug auf die Aufnahmen und andere Daten für die Software selbst.

6. Gaze event data and AOI activity information

Daten, die in dieser Gruppe gesichert werden, beinhalten alle Informationen über die Fixationen der Probandinnen/Probanden auf dem Bildschirm. Eventuelle Fixationen auf die AOIs werden ebenfalls in dieser Gruppe aufgenommen und

gesondert von den anderen Informationen dieser Gruppe für spezielle Fixation in den AOI gespeichert.

7. Gaze tracking Data

Diese Gruppe der Datentypen liefert unverarbeitete Eye Gaze Daten (mit der Ausnahme der Durchschnittskordinaten beider Augen, für Datentypen, in welche die Informationen für beide Augen nicht separat ermittelt werden.)

8. Eye tracking data and validity codes

Diese Gruppe der Datentypen liefert unverarbeitete Daten, welche die Charakteristik/Eigenschaften der Augen des Probanden beinhalten.

## 4 Aufbau eines Experimentes zur Überprüfung der Subjekt-Verb-Kongruenz in der deutschen Sprache

Die Erhebung wissenschaftlicher Ergebnisse, die im Rahmen dieser Bachelorarbeit vollzogen wird, erfolgt durch ein Experiment. Die detaillierteren Einzelheiten sollen nun im Folgenden erläutert werden. Dazu wird in 4.1 zunächst das Ziel erläutert, welches mit der Durchführung des Experimentes angestrebt wird. Zur Erreichung dieses Zieles, musste die Umsetzung sorgfältig durchdacht und geplant sein, was in 4.2 beschrieben wird. In 4.3 werden die Elemente dargelegt, die für den Versuch angewendet werden, wonach abschließend in 4.4 die Parameter definiert werden, anhand derer die angewendeten Elemente ausgewertet werden.

### 4.1 Leitgedanke des Experiments

Wie bereits zu Beginn dieser Bachelorarbeit vorgestellt, spielen für die Thematik dieser Auseinandersetzung die Studien der Psychologinnen Kathryn Bock und Carol A. Miller eine ausschlaggebende Rolle, in der sie die Bildung falscher Sätze in der englischen Sprache hinsichtlich der Übereinstimmung des Numerus von Subjekt und Verb untersuchten.

Das Experiment, das im Rahmen dieser Bachelorarbeit durchgeführt werden soll, verfolgt das Ziel, eben diese Studien – angepasst an die deutsche Sprache – zu simulieren und dahingehend zu überprüfen, ob die Ergebnisse, die die beiden Psychologinnen erhielten, ebenfalls in der deutschen Sprache zustanden kommen könnten. Konkret würde dies auf die deutsche Sprache bezogen heißen, dass das Ziel des Experimentes die Untersuchung der Fehlerhäufigkeit der Subjekt-Verb-Kongruenz ist. Zusätzlich zu dem Experiment von Bock und Miller wird nun bei diesem Versuch ein Eye-Tracker benutzt, wodurch es nicht nur möglich ist, die Wahrnehmung und Fehlerrate beim Satzverständnis zu überprüfen, sondern auch die Augenbewegungen in die Betrachtung dieses Sachverhaltes miteinzubeziehen.

Zur Erhebung dieser Daten werden 20 Probandinnen/Probanden gesucht, wobei bei der Auswahl dieser darauf geachtet wurde, dass es sich um deutsche Muttersprachler handelt.

Der Versuch wird im Eye-Tracking Labor der Universität Koblenz Landau stattfinden, da für die Durchführung kein mobiler Eye-Tracker zur Verfügung steht.

Neben dem Testen der Subjekt-Verb-Kongruenz wird ebenfalls das Compass-System getestet. Ziel dessen ist zum einen der Test auf die Benutzerfreundlichkeit des Systems, jedoch zum anderen, ob das System eine Verbesserung des Satzempfindens herbeiführt.

## 4.2 Konzeptionelle Vorgehensweise

Im Folgenden soll nun darauf eingegangen werden, wie die eben vorgestellten Leitideen und Ziele umgesetzt werden können. Die Realisierung der Zielvorstellungen wird aus strategischer Sicht durch nachfolgende zwei Schritte angestrebt:

- Durch einen guten und möglichst standardisierten Versuchsaufbau, in dem hinsichtlich der Messdaten eine weitestgehend homogene Durchführung der einzelnen Versuche angestrebt wird.
- Um die zu erhebenden Messdaten in einer geeigneten Form verwerten zu können, müssen sowohl Auswertungsparameter als auch vorbestimmte, hinsichtlich der Zielhypothese, interessante Ausschnitte aus den Visualisierungen definiert werden.

Im Anschluss ist dann eine Auswertung der erhobenen Messdaten durch die zuvor definierten Parameter möglich, indem die definierten Bereiche anhand der Parameter abgeglichen und beurteilt werden und dadurch ein Ergebnis liefern.

Wie schon oben beschrieben soll jeder Versuch in der Versuchsreihe möglichst identisch durchgeführt werden, damit in der späteren Versuchsauswertung eine bessere Vergleichbarkeit möglich ist. Im Folgenden werden nun die einzelnen Abläufe einer solchen Versuchsdurchführung erläutert, nach dessen Vorbild alle Versuche durchgeführt wurden.



*Abbildung 6: Prozesskette des Versuchsdurchlaufs*

---

Wie in Abbildung 6 dargestellt, besteht der Versuch im Wesentlichen aus einer im Beginn des Versuchs stattfindenden Einführungsphase, wonach vier weitere, voneinander unabhängige und individuelle Versuchsphasen anschließen, die von den Probanden in unterschiedlichen Geschwindigkeiten zu lösen angestrebt werden sollen.

Um ein aussagekräftiges Ergebnis nach Durchführung zu haben, wurde die Anzahl der Probanden auf 20 angesetzt. Damit die Identitäten der Probanden anonym bleiben, wurden keine personenbezogenen Daten aufgenommen. Jeder Proband erhielt eine eindeutige ID, die zu Beginn der Versuchsreihe festgelegt wurde. Für jede Phase wurde ein eigenes Projekt erstellt. Zu Beginn jeder Phase wurde die ID des Probanden als Name unter „Participant“ eingetragen und das „Recording“ ebenfalls gleich der ID benannt. Anschließend musste das für die okulographische Untersuchung verwendete Gerät durch den Probanden kalibriert werden, wonach der Versuch mitsamt Aufnahme begann.

Weiterhin zeigt Abbildung 7 auch, dass außer dem Start und dem Ende jeder einzelne abgebildete Prozess ein komplexer Prozess ist. Jeder dieser Prozesse hat seine eigene Intention und eine eigene Zielvorstellung:

- Einführungsphase:  
In der Einführungsphase erfolgt eine Erläuterung des Ablaufs und des Vorgehens durch die Nennung der Anzahl der Phasen, Erklärung der Unterschiede zwischen den Phasen im Hinblick auf Geschwindigkeit und Fokus und Klärung eventueller Fragen.
- Phase 1:  
In Phase 1 sollen der/dem Probandin/Probanden kurze Sätze gezeigt werden, die sie/er sich schnell durchlesen und als richtig oder falsch einordnen soll. Die/Der Probandin/Proband soll dabei nicht genug Zeit haben, über grammatikalische

oder inhaltliche Korrektheit nachdenken zu können. Vielmehr ist das Ziel bei Phase 1, dass der/dem Probandin/Probanden einerseits kürzere Sätze als eine Art Einstieg in das Experiment gezeigt werden sollen und andererseits diese Sätze rein dem Empfinden nach als richtig oder falsch deklarieren soll.

- Phase 2:

Phase 2 verläuft ähnlich wie Phase 1, jedoch sollen die Sätze hierbei länger sein und die Beurteilung auf richtig oder falsch soll nicht dem Empfinden nach sondern nach Überprüfung auf Grammatik und Inhalt erfolgen. Dazu soll es keine zeitliche Begrenzung in der Urteilsfindung geben, was heißt, dass die/der Probandin/Proband selbst entscheiden kann, wann sie/er den nächsten Satz sehen möchte.

- Phase 3:

Ab der dritten Phase des Projekts zielt das Experiment mehr auf die Untersuchung der Sätze mittels des E-Lern-System Compass aus. Als Einführung in den Compass wird der/dem Probandin/Probanden zunächst kurz der Sinn und Zweck des Compass erläutert. Im Anschluss soll die/der Probandin/Proband selbst einen kurzen Satz mit dem Compass bauen. Alle Eindrücke der/des Probandin/Probanden bezüglich des Bauvorgangs sollen während oder nach Beendigung gesammelt werden.

- Phase 4:

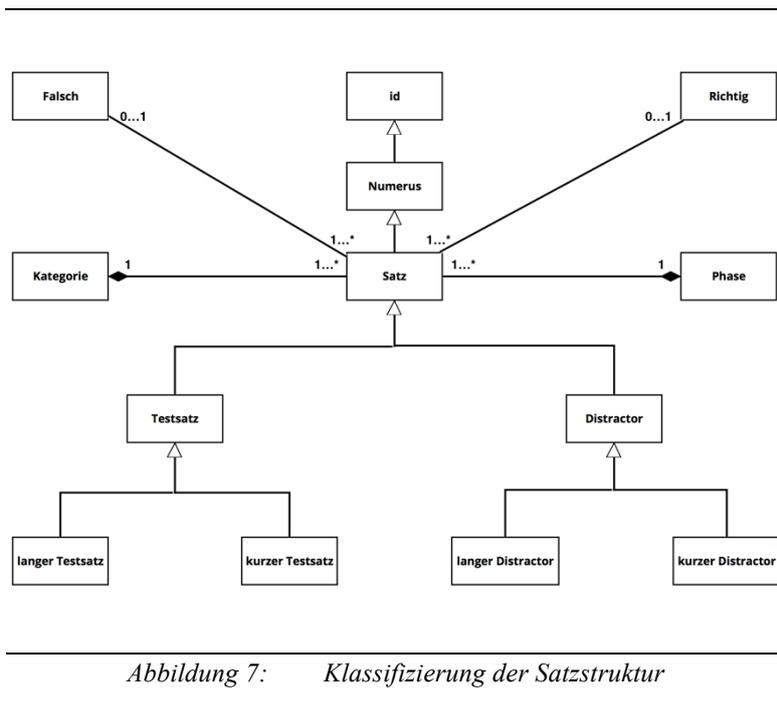
In der letzten Phase des Experimentes werden der/dem Probandin/Probanden fertige vom Compass-System generierte Bäume gezeigt. Hier soll die/der Probandin/Proband ebenfalls wieder die Sätze als richtig oder falsch deklarieren. Zusätzlich soll auch das Feedback, welches das System mittels des Tutors gibt, gezeigt werden. Die/Der Probandin/Proband soll hierbei erneut entscheiden können, wann sie/er den nächsten Satz sehen möchte. Die visuellen Hilfsmittel, welche für diese Phase benötigt und angewandt werden, werden von der Erstgutachterin gestellt.

## 4.3 Untersuchungsobjekte

Nachdem nun das Konzept der Versuchsreihe dargelegt wurde, werden nun die Objekte vorgestellt, die im Experiment verwendet werden. Dabei erfolgt im direkten Anschluss die Idee der Vorbereitung der Testsätze, welche in 4.3.1 vorgestellt wird. Darauf folgend wird in 4.3.2 erläutert, in welcher Weise die in 4.3.1 konzipierte Idee in der verwendeten Software einpflegbar ist.

### 4.3.1 Klassifizierung der Testsätze

Zunächst ist festzustellen, dass aufgrund dessen, dass die Probanden/Probandinnen deutsche Muttersprachler waren, die Testsätze nicht in Englisch sind, welche die Sprache des Ausgangspapieres für diese Bachelorarbeit und die dort aufgeführten Testsätze war, sondern in deutscher Sprache verfasst wurden. Dementsprechend mussten eigene Satztypen und Satzkategorien angelegt werden, um die Sätze in eine homogene Struktur zu bringen. Abbildung 7 verdeutlicht in einem UML-Diagramm die Struktur dieser Klassifizierung, welche im Anhang 2 und 3 noch einmal tabellarisch und ausführlicher aufgelistet sind:



Ein Satz kann entweder ein Testsatz oder ein Distraktor (s. Glossar) sein. Unterscheidungen innerhalb dieser Satzarten gibt es lediglich in der Länge, wobei diese entweder lang oder kurz sein können. Ein Satz hat automatisch immer eine eindeutige ID und unterliegt einem Numerus, wodurch jeder Satz einzigartig ist und entweder im Singular oder im Plural steht.

Des Weiteren ist jeder Satz genau einer Kategorie und jeweils einer Phase zugeordnet. Wie bereits schon erwähnt, ist das Experiment in vier Phasen aufgeteilt. Ein Satz kommt höchstens einmal vor, das heißt, dass ein Satz nur einer einzigen Phase zugeordnet wird. Im Anhang 6 sind die Kategorien, zu denen die Sätze zugehörig sein können aufgelistet, sollen hier an dieser Stelle jedoch noch einmal genannt werden:

1. A und B
2. nicht nur A, sondern auch B
3. sowohl A als/wie auch B
4. Subjekt mit Präpositionalobjekt

Bei der Wahl der Kategorien wurde sich an den Inhalten der Internetseite canoo.net (2000) orientiert. Der Buchstabe „A“ und der Buchstabe „B“ werden dabei als Platzhalter

für Subjektteile benutzt. So steht beispielsweise die Kategorie 1 „A und B“ dafür, dass in einem Satz dieser Kategorie ein mehrteiliges Subjekt auftritt, welches mit „und“ verknüpft ist. Ein Beispiel dafür wäre der Satz „**Katz und Maus** spielen fangen.“ Hierbei wäre das Subjekt „Katz“ dem Platzhalter „A“ zuzuweisen und das zweite Subjekt „Maus“ dem Platzhalter „B“. Im Beispiel sieht man auch, dass beide Subjektteile mit einem „und“ verknüpft sind.

Äquivalent ist es bei Kategorie 2 und 3, wie in folgenden Beispielen zu sehen:

- zu Kategorie 2: „**Nicht nur Arnold, sondern auch Dennis** ist erstaunt.“
- zu Kategorie 3: „**Sowohl Tisch, als auch Stühle** sind geliefert worden.“

In Sätzen, die zu Kategorie 4 zugeordnet werden können, gibt es nur ein einteiliges Subjekt. Das Besondere an diesen Sätzen ist, dass hier ein Subjekt und ein darauf bezugnehmendes Präpositionalobjekt verwendet werden. Ein Beispiel dafür wäre folgender Satz: „**Der Teller** liegt **auf dem Tisch**.“

Kategorien stehen in direkter Verbindung zum Numerus, in dem das Verb im Satz stehen soll. Für den Versuchsaufbau wurden daher für Phase 1 und 2 jeweils vier Test- und jeweils vier Distractor-Sätze für jede Kategorie gewählt, wobei zwei dieser vier Sätze mit einem Verb im Singular und die anderen zwei mit einem Verb im Plural für Test- sowie Distractor-Sätze auftritt. Entsprechend der Intention der einzelnen Phasen, variieren die Längen der Sätze. Daher sind alle Sätze in Phase 1 kurz und alle Sätze in Phase 2 lang. Es ergeben sich daraus 16 Testsätze und 16 Distractor-Sätze für Phase 1 und ebenso viele für Phase 2. Bei den Testsätzen wurde willkürlich entschieden, welche Sätze im Versuch richtig und welche Sätze falsch dargestellt werden sollen, wohingegen die Distractorsätze zum erhöhen der Chance einer erfolgreichen Ablenkung alle falsch sind. Um auch richtige Distractor-Sätze mit in den Versuch zu nehmen, wurden diese um 8 kurze Distractor-Sätze für Phase 1 und weitere 8 lange Distractor-Sätze für Phase 2 ergänzt, von denen die eine Hälfte im Singular und die andere Hälfte im Plural steht.

Die Sätze in Phase drei und vier wurden über die Oberfläche des Compass visualisiert bzw. erstellt. Zur Vereinfachung des Bauens der Sätze in Phase drei, wird hier nur ein kurzer Satz verwendet werden. Die Sätze in Phase vier sind fertig erstellte Compass-

Baumstrukturen und wurden für diese Untersuchung von der Erstbegutachterin selbst gestellt. Von daher sind die Sätze aus Phase vier nicht einheitlich den vier Kategorien zugeordnet, da sie neben der Untersuchung der Subjekt-Verb-Kongruenz auch für die Untersuchung der Strukturen des Compass-Systems gedacht sind. Die Auswertung des Letzteren ist jedoch nicht Gegenstand dieser Bachelorarbeit.

Es ergibt sich daraus folgende Übersicht über die Anzahl der Sätze entsprechender der einzelnen Phasen:

---

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| Phase 1                 | 16 Testsätze        |
|                         | 24 Distractor-Sätze |
| Phase 2                 | 16 Testsätze        |
|                         | 24 Distractor-Sätze |
| Phase 3                 | 1 Satz              |
| Phase 4                 | 18 Testsätze        |
| <b>Gesamt: 99 Sätze</b> |                     |

---

*Tabelle 1: Anzahl der Testsätze in den einzelnen Phasen*

---

Für eine detailliertere Auflistung der Sätze siehe Anhang 2 und 3.

### 4.3.2 Einbindung der Sätze in die Software

Abschließend wird nun erläutert, wie die vorgestellten Sätze in die Tobii-Software integriert werden, um das Experiment entsprechend der Kriterien korrekt aufzubauen.

Zunächst wurden die Sätze innerhalb der zugehörigen Phasen in eine zufällige Reihenfolge gebracht, damit die dem Probanden gezeigten Sätze hinsichtlich der Kategorien variieren. Die Sätze werden in der Software als Bilder im passenden Bildformat visualisiert. Das Bildformat ergibt sich aus der Größe des verwendeten Bildschirms. Welche Elemente nun in der Software in den einzelnen Bildern – welche letztendlich die Sätze zeigen – realisiert wurden, sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

---

|                | <b>Area of Interest</b>                                     | <b>Dauer</b> | <b>Antwortzeit</b> |
|----------------|---|--------------|--------------------|
| <b>Phase 1</b> | Subjekt und Verb  | 3-6 Sekunden | 3 Sekunden         |
| <b>Phase 2</b> | Subjekt und Verb  | individuell  | individuell        |
| <b>Phase 3</b> | -   | individuell  | -                  |
| <b>Phase 4</b> | verschiedene Bereiche in der Baumstruktur, Subjekt und Verb | individuell  | individuell        |

---

*Tabelle 2: Spezifikation von Area of interest, Dauer und Antwortzeiten der Sätze in den einzelnen Phasen*

---

In den ersten beiden Phasen wurden die AOIs dem Subjekt und dem Verb zugewiesen. Diese Bereiche wurden auch entsprechend des gezeigten Bildes bzw. des gezeigten Satzes auf dem Bild benannt. So war beispielsweise der siebte Satz der ersten Phase folgender: „Nicht nur der Sohn, sondern auch die Töchter sind enterbt worden.“

Dieser Satz hat zwei Subjekte und ein Verb, woraus sich drei für dieses Bild interessante Bereiche ergeben. Für die Benennung der AOI dieses Satzes sowie für die Benennung aller weiteren Sätze wurde folgendes kleines Schema verwendet:

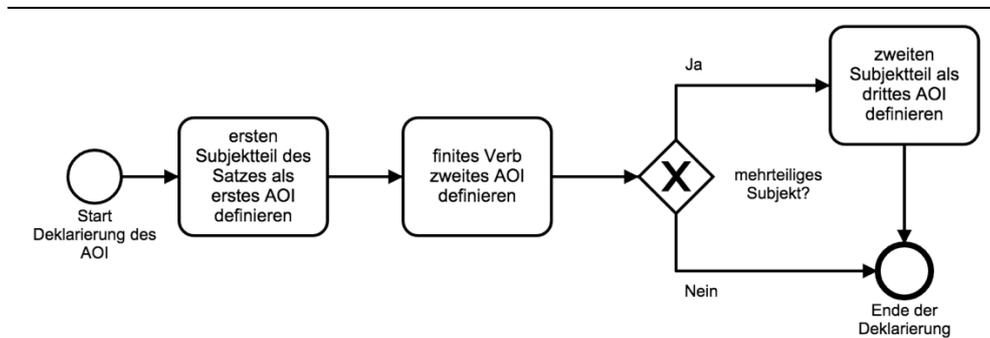


Abbildung 8: Schema zur Benennung der areas of interest für Subjekt und Verb in den Testsätzen

Am Beispiel des siebten Satzes der Phase 1 wäre die Benennung der AOI wie folgt:

- Erstes AOI für diesen Satz: „1.7 Subjekt 1“ für den Satzteil „der Sohn“
- Zweites AOI für diesen Satz: „1.7 Verb“ für den Satzteil „sind“
- Drittes AOI für diesen Satz: „1.7 Subjekt 2“ für den Satzteil „die Töchter“

Dabei steht die Zahl vor dem Punkt für die Phase (in dem Fall Phase 1) und die Zahl nach dem Punkt für die ID des Satzes (in dem Fall 7). Die korrekte Benennung der AOI ist insofern relevant, dass davon der Algorithmus des Java-Programms, welches für die Auswertung der Rohdaten aus der generierbaren Excel-Datei verwendet wird, abhängt. Die Zeit, in der die Probandinnen/Probanden in einem Test- oder Distraktor-Satz enthaltendes Bild sehen dürfen, ist bei Phase eins auf drei bis sechs Sekunden festgelegt, wobei die Sekundenzahl entsprechend der Länge abgeschätzt wurde (beispielsweise wurden für alle Sätze, deren Länge sich über eine Zeile hinaus erstreckte, die Sekundenzahl sechs festgelegt). Das Projekt zu Phase eins ist daher so aufgebaut, dass es automatisch nach Ablauf der eingestellten Sekundendauer zum nächsten Bild wechselt. Zwischen jedem Bild, welches einen Test- oder Distraktor-Satz enthält, ist ein Bild mit dem Test „Antwort?“ zu sehen, welches drei Sekunden lang erscheint. Während dieser

Zeit können die Probandinnen/Probanden ihr Urteil über den davor gezeigten Satz abgeben. Da bei Phase zwei mehr Wert auf die genauere Beurteilbarkeit der Sätze gelegt wird, gibt es dort keine zeitliche Begrenzung. Die Probandinnen/Probanden müssen daher selbst durch das Betätigen einer Taste zum nächsten Bild wechseln. Ebenfalls sollen die Probandinnen/Probanden vor dem Wechseln zum nächsten Bild ihr Urteil zum Satz abgeben.

In Phase drei sollen die Probandinnen/Probanden selbst Baumstrukturen aufbauen. In dieser Form lässt sich kein AOI definieren, da die Probandinnen/Probanden den Baum individuell und frei verschieben und positionieren können. In dieser Phase soll die

In Phase vier werden den Probandinnen/Probanden erneut Bilder gezeigt, weswegen dabei wieder AOIs definierbar sind. In dieser Phase werden nicht wie zuvor nur reine Sätze gezeigt, sondern die Sätze sind mit den fertigen Baumstrukturen zu sehen. Es werden daher ebenfalls AOIs für Teile der Baumstruktur erstellt. Diese AOIs werden als zusätzlich zu denen, die entsprechend des Schemas in Abbildung 7 errichtet wurden erstellt und entsprechen daher nicht demselben Schema.

#### 4.4 Parameter und Vorgehensweise der Auswertung

Um die Messergebnisse, die durch die Durchführung des Experimentes erzeugt werden, bewerten und auswerten zu können, müssen Parameter definiert werden. Die Parameter sollen dazu dienen, eine Analysierbarkeit und Vergleichbarkeit zwischen den Messergebnissen zu ermöglichen und auch den Rahmen festzulegen, wie die Untersuchung in dieser Bachelorarbeit ausgeführt werden wird. Mit Hilfe dieser Parameter wird letztendlich die Überprüfung der Ergebnisse der Psychologinnen Kathryn Bock und Carol A. Miller bezüglich deren Theorie über das „Broken Agreement“ erfolgen.

Folgende Parameter sollen in Bezug auf die Messdaten ausgewertet werden:

1. Korrektheitsentscheid:

Die Probandinnen/Probanden sehen die Sätze und sollen mündlich eine Entscheidung darüber abgeben, ob der Satz richtig oder falsch ist. Die Entscheidung wird dann von vom Versuchsleiter notiert. Im Anschluss sollen die

Entscheidungen für die Testsätze so ausgewertet werden, dass einsehbar ist, welcher Proband welche Entscheidung zu welchem Satz getroffen hat und welche dieser Entscheidungen richtig waren. Außerdem soll mit diesen Daten der Durchschnitt der richtigen Antworten pro Satz, Satzkategorie und Numerus erfolgen. Zum Schluss soll eine prozentuale Aussage über die Richtigkeit der Entscheidungen gemacht werden. Durch den Parameter des Korrektheitsentscheids wird letztendlich eine ähnliche Überprüfung auf den Verstoß gegen die Subjekt-Verb-Kongruenz durchgeführt wie von Kathryn Bock und Carol A. Miller.

2. Blickdauer auf Subjekt und Verb:

Bei der Beobachtung der Sätze durch die Probandinnen/Probanden zeichnet das zur Aufnahme der Blickbewegung verwendete Gerät die Blickdauer auf die einzelnen AOI's auf. Diese Aufzeichnungen der Dauer sollen in einer Weise ausgewertet werden, dass einsehbar ist, welcher Proband wie lange auf ein Subjekt oder Verb eines Satzes geschaut hat. Außerdem soll eine gleiche Gegenüberstellung der Dauer der Fixationen auf den AOI's in Bezug auf Kategorie und Numerus erfolgen. Abschließend sollen Durchschnittswerte für Sätze, Kategorien und Numerus berechnet werden und prozentuale Aussagen dazu getroffen werden.

3. Regression zwischen Verb und Subjekt:

Das zur Aufnahme der Blickbewegung verwendete Gerät zeichnet ebenfalls die Fixationen der Probandinnen/Probanden auf. Die Aufzeichnungen sind im Anschluss als Daten exportierbar und sollen dazu verwendet werden, die Anzahl der Regressionen der Probandinnen/Probanden, ausgehend vom Verb, auf das Subjekt zu zählen. Die Zählung soll bei der Auswertung so dargestellt werden, dass einsehbar ist, welcher Proband in welcher Phase und insgesamt wie oft zurückgeschaut hat. Außerdem soll ausgewertet werden, wie oft die Regression in Bezug auf die einzelnen Sätze, die Satzkategorien und dem Numerus stattfand. Die hierbei festzustellenden Daten werden verdeutlichen, wie oft die Probandinnen/Probanden bei welcher Kategorie oder Numerus zur Überprüfung der eigenen Entscheidung sicherheitshalber noch einmal zurückschauten.

#### 4. Gesamtanalyse aller Daten:

Zum Abschluss der Auswertung soll eine Gegenüberstellung der Messdaten aller drei Parameter erfolgen, bei der eine finale Aussage getroffen werden soll. Die Daten sollen gegenüberstellend in einer Gesamtgrafik veranschaulicht werden. Darüber hinaus soll eine finale Aussage zur Subjekt-Verb-Kongruenz in der deutschen Sprache gemacht werden, wobei die tabellarische Darstellung der von Kathryn Bock und Carol A. Miller ähneln soll.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit werden für jede Phase Daten erzeugt. Anhand der soeben definierten Parameter erfolgt die Auswertung jedoch lediglich für Phase eins, zwei und vier. Zu Phase drei wird ausschließlich das dabei aufgenommene Feedback präsentiert.

Die Daten, die im Zuge der Versuchsdurchführung erzeugt werden, sind Video-, Bild und Excel-Dateien. Als Video-Dateien wird das „Recording“ der kompletten Phase aus dem System exportiert, als Bild-Dateien werden die „Heat Map“ für jedes Bild jeder Phase ausgegeben und die Excel-Dateien werden die kompletten vom System und Gerät verzeichneten Daten enthalten. Alle diese Daten sind im Fachbereich vier der Universität bei der Erstgutachterin Frau Karin Harbusch archiviert.

Neben der händischen Mitschrift der Entscheidungen der Probanden auf vorgefertigten Tabellen (siehe Anhang 4 und 5) erfolgen die Auswertungen mit Hilfe von selbsterstellten Java-Programmen und MySQL. Die Programme, die Datenbank mitsamt den Strukturen, Inhalte und Befehle sind ebenfalls im Fachbereich vier der Universität bei der Erstgutachterin Frau Karin Harbusch archiviert.

## 5 Interpretation und Auswertung der aus dem Experiment gewonnenen Messdaten

In diesem Abschnitt werden nun die Ergebnisse des in Kapitel 4 beschriebenen Experimentes dargelegt und entsprechend der Zielhypothese analysiert. Dazu wird zunächst in 5.1 darauf eingegangen, wie die Durchführung des Versuchs im Allgemeinen erfolgte und darauf folgend in 5.2 bis 5.4 auf die unterschiedlichen Auswertungsparameter. Zum Schluss jedes dieser Abschnitte erfolgt eine Feststellung der gewonnenen Ergebnisse.

An dieser Stelle soll noch einmal darauf aufmerksam gemacht werden, dass im Rahmen dieser Bachelorarbeit die Auswertung von lediglich Phase eins, zwei und vier dargelegt wird. Zu Phase drei wird nur das Feedback der Probandinnen/Probanden wiedergegeben. Die statistischen und visuellen Daten von Phase drei – aber auch der restlichen Phasen – sind im Fachbereich vier der Universität Koblenz-Landau am Campus in Koblenz bei der Erstbegutachterin Frau Dr. Karin Harbusch archiviert.

### 5.1 Allgemeine Bemerkungen zur Durchführung der Versuchsdurchläufe

Allgemein konnte die geplante Vorgehensweise der Versuchsdurchführung gut und problemlos ausgeführt werden. Die Erklärungen des Sinnes und Zweckes des Experimentes und die Erläuterungen zu den einzelnen Phasen, wurde gut verstanden und konnten dementsprechend auch planungsmäßig umgesetzt werden. Die Zahl der durchgeführten Versuchsdurchläufe beträgt 20. Jedoch wurde die Durchführung an sich als zu lang wahrgenommen. Dies lag zum einen am zeitlichen Faktor, wobei jeder Versuchsdurchgang durchschnittlich eine Stunde dauerte, aber auch zu einem großen Teil daran, dass die Probandinnen/Probanden während der Durchführungen konzentriert auf den Monitor zu schauen hatten und zur Begünstigung besserer Aufnahmen möglichst regungslos auf einer Position verharren sollten. Das Resultat dessen war, dass einige Probandinnen/Probanden über leichte Augenschmerzen klagten, weswegen kurze Pausen eingelegt werden mussten. Ebenfalls verlangten einige dieser Probandinnen/Probanden nach Belüftung des Raumes, nach dem Abschluss einzelner Phasen.

Einigen Probandinnen/Probanden ist es aufgefallen, dass am Ende der gezeigten Sätze ein Punkt fehlte, was jedoch zu keinem größeren Problem führte. Entgegen der vorherigen Erwartung wurde Phase zwei und vier größtenteils besonders schnell absolviert. Ein möglicher Grund dafür ist gewesen, dass die Probandinnen/Probanden die Längen der Phasen individuell durch Betätigen einer Taste entscheiden konnten und deshalb beim Auffinden auch eines von ihnen wahrgenommenen Fehlers, die Entscheidung relativ schnell fällten und zum nächsten Satz übergingen.

Das Bauen der Bäume hat den Probandinnen/Probanden im allgemeinen Spaß gemacht, da dieser eher praktische Teil als eine Art „Rätsel lösen“ wahrgenommen wurde. Jedoch wurde es mit dem Verständnis des Baumes nicht so positiv aufgegriffen, da die meisten der Probandinnen/Probanden die Anwendung der Bäume als zu schwer einstufen.

Die Eule in Phase vier wurde eher als „Test“, statt als „Hilfe“ wahrgenommen. Viele Probandinnen/Probanden gingen davon aus, dass nach Erläuterung der Compass-Strukturen nun eine Art „Abfrage“ der vorher vermittelten Informationen erfolgen wird, wodurch den Bäumen in Phase vier nicht „getraut“ werden konnte. Dies wurde dadurch begünstigt, dass die Probanden eine Korrektheitsentscheidung mit einer Eule, die bereits sagt, dass der Satz richtig ist, als zu „einfach“ empfanden.

Zum Abschluss der allgemeinen Aspekte ist festzustellen, dass Sinn und Zweck der Distraktor-Sätze vollkommen erfüllt wurden, da keiner der Probandinnen/Probanden dahinterkam, dass es sich beim Experiment und die Untersuchung um die Subjekt-Verb-Kongruenz handelt.

## 5.2 Korrektheitsentscheidung der Sätze

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse der Korrektheitsentscheidung präsentiert. Dazu werden zunächst die Korrektheitsentscheide der einzelnen Probandinnen/Probanden für jede Phase tabellarisch dargestellt, wonach die Auswertung der Entscheidungen in Bezug auf die Satzkategorien, ebenfalls für jede Phase im Einzelnen, dargelegt werden.

|         | Phase 1  |       | Phase 2  |       | Phase 4  |       | Gesamt   |       |
|---------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
|         | Richtige | %     | Richtige | %     | Richtige | %     | Richtige | %     |
| Prob 1  | 9        | 56,25 | 11       | 68,75 | 12       | 66,67 | 32       | 64,00 |
| Prob 2  | 8        | 50,00 | 13       | 81,25 | 14       | 77,78 | 35       | 70,00 |
| Prob 3  | 9        | 56,25 | 8        | 50,00 | 7        | 38,89 | 24       | 48,00 |
| Prob 4  | 9        | 56,25 | 8        | 50,00 | 9        | 50,00 | 26       | 52,00 |
| Prob 5  | 6        | 37,50 | 6        | 37,50 | 8        | 44,44 | 20       | 40,00 |
| Prob 6  | 9        | 56,25 | 6        | 37,50 | 14       | 77,78 | 29       | 58,00 |
| Prob 7  | 10       | 62,50 | 9        | 56,25 | 12       | 66,67 | 31       | 62,00 |
| Prob 8  | 11       | 68,75 | 9        | 56,25 | 13       | 72,22 | 33       | 66,00 |
| Prob 9  | 10       | 62,50 | 12       | 75,00 | 4        | 22,22 | 26       | 52,00 |
| Prob 10 | 6        | 37,50 | 10       | 62,50 | 12       | 66,67 | 28       | 56,00 |
| Prob 11 | 7        | 43,75 | 8        | 50,00 | 7        | 38,89 | 22       | 44,00 |
| Prob 12 | 10       | 62,50 | 10       | 62,50 | 12       | 66,67 | 32       | 64,00 |
| Prob 13 | 6        | 37,50 | 8        | 50,00 | 6        | 33,33 | 20       | 40,00 |
| Prob 14 | 9        | 56,25 | 8        | 50,00 | 10       | 55,56 | 27       | 54,00 |
| Prob 15 | 10       | 62,50 | 6        | 37,50 | 14       | 77,78 | 30       | 60,00 |
| Prob 16 | 7        | 43,75 | 5        | 31,25 | 15       | 83,33 | 27       | 54,00 |
| Prob 17 | 5        | 31,25 | 7        | 43,75 | 15       | 83,33 | 27       | 54,00 |
| Prob 18 | 9        | 56,25 | 7        | 43,75 | 14       | 77,78 | 30       | 60,00 |
| Prob 19 | 10       | 62,50 | 8        | 50,00 | 15       | 83,33 | 33       | 66,00 |
| Prob 20 | 9        | 56,25 | 8        | 50,00 | 10       | 55,56 | 27       | 54,00 |
| Gesamt  | 8,45     | 52,81 | 8,35     | 52,18 | 11,15    | 61,94 | 27,95    | 55,90 |

Tabelle 3: Richtig getroffene Entscheidungen jeder/jedes Probandin/Probanden in Anzahl und Prozent

Die Tabelle zeigt die richtigen Entscheidungen der jeweiligen Probandinnen/Probanden in der Beurteilung der Sätze auf richtig oder falsch in den einzelnen Phasen und im Gesamten. Dies wird hier zum einen numerisch und zum anderen prozentual aufgeführt.

Detaillierte Ausführungen und Auswertungen der einzelnen Antworten sind im Anhang 7-9 nachzulesen.

Wie in Abschnitt vier erläutert, hatten die Phasen eins und zwei jeweils 16 und Phase vier 18 Testsätze, welche willkürlich als richtig oder falsch im Versuch dargelegt wurden. Äquivalent dazu konnte deswegen bei Phase eins und zwei jeweils höchstens 16 und bei Phase vier höchstens 18 richtige Entscheidungen getroffen werden.

Erwartungsgemäß, hat keiner der Probandinnen/Probanden die höchste Zahl der richtigen Entscheidungen in irgendeiner Phase erreicht. Vielmehr gab es folgende Spannen in Bezug auf erreichter richtige Entscheidungen in den einzelnen Phasen:

- In Phase 1 waren es zwischen fünf und 11 von 16 möglichen richtigen Entscheidungen, was eine Quote von richtigen Korrektheitsentscheidungen von 31,25 % - 68,75 % ergibt. Durchschnittlich waren in dieser Phase ca. acht Sätze korrekt eingestuft, was für eine durchschnittliche Richtigkeit in der Entscheidung von 52,81 % führt.
- In Phase 2 waren es zwischen fünf und 13 von 16 möglichen richtigen Entscheidungen, was eine Quote von richtigen Korrektheitsentscheidungen von 31,25 % - 81,25 % ergibt. Durchschnittlich waren in dieser Phase ca. acht Sätze korrekt eingestuft, was für eine durchschnittliche Richtigkeit in der Entscheidung von 52,18 % führt.
- In Phase 4 waren es zwischen vier und 15 von 18 möglichen richtigen Entscheidungen, was eine Quote von richtigen Korrektheitsentscheidungen von 22,22 % - 83,33 % ergibt. Durchschnittlich waren in dieser Phase ca. 11 Sätze korrekt eingestuft, was für eine durchschnittliche Richtigkeit in der Entscheidung von 61,94 % führt.

Insgesamt waren 50 richtige Entscheidungen möglich, wobei mindestens 20 Entscheidungen - das heißt 40 % - pro Probandin/Proband richtig waren und höchstens 35, also 70%, richtig beantwortet wurden. Somit wurden durchschnittlich in allen Phasen zusammen betrachtet ca. 28 Sätze korrekt eingestuft, was für eine durchschnittliche Richtigkeit in der Entscheidung von 55,90 % bedeutet.

Des Weiteren ist nun auch eine Feststellung der Korrektheit der Entscheidungen in Bezug auf die Satzkategorien möglich. Dafür zunächst die Ergebnisse zu Phase 1:

---

| Satz          | Kategorie                       | Typ      | Satzlaenge | Gesamt_Richtige | Durchschnitt_Richtige |
|---------------|---------------------------------|----------|------------|-----------------|-----------------------|
| Satz 1.40.jpg | A und B                         | Plural   | kurz       | 6               | 0.3                   |
| Satz 1.20.jpg | A und B                         | Plural   | kurz       | 17              | 0.85                  |
| Satz 1.39.jpg | A und B                         | Singular | kurz       | 0               | 0                     |
| Satz 1.4.jpg  | A und B                         | Singular | kurz       | 3               | 0.15                  |
| Satz 1.38.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | kurz       | 15              | 0.75                  |
| Satz 1.7.jpg  | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | kurz       | 17              | 0.85                  |
| Satz 1.1.jpg  | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | kurz       | 9               | 0.45                  |
| Satz 1.22.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | kurz       | 15              | 0.75                  |
| Satz 1.14.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | kurz       | 5               | 0.25                  |
| Satz 1.37.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | kurz       | 9               | 0.45                  |
| Satz 1.12.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz       | 2               | 0.1                   |
| Satz 1.32.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz       | 6               | 0.3                   |
| Satz 1.28.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 16              | 0.8                   |
| Satz 1.33.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 16              | 0.8                   |
| Satz 1.10.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 16              | 0.8                   |
| Satz 1.30.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 18              | 0.9                   |

---

*Tabelle 4: durchschnittliche Richtige Entscheidungen in Phase 1 in Bezug auf die Satzkategorien*

---

Die Tabelle zeigt die Anzahl und den Durchschnitt der richtigen Entscheidungen aller Probandinnen/Probanden in Bezug auf jeden einzelnen Testsatz und der entsprechenden Satzkategorie, dem Typ (Numerus) und der Satzlänge. Markant herausstechend dabei ist die Kategorie „A und B“ in der Pluralform (Satz 1.20), bei der 17 von 20 Probandinnen/Probanden richtig entschieden haben, die Kategorie „nicht nur A, sondern auch B“, ebenfalls in der Pluralform (Satz 1.7), bei der genauso 17 von 20 Probandinnen/Probanden richtig entschieden und die Singularform der Kategorie „Subjekt mit Präpositionalobjekt“, bei der mit 18 von 20 die meisten Probandinnen/Probanden in Phase eins richtig antworteten.

Ebenfalls sehr auffällig zeigt sich hierbei Satz 1.39, welcher in Singularform der Kategorie „A und B“ angehört, bei dem keiner der Probanden auch nur einmal richtig lag. Dies wird unterstrichen durch den zweiten Satz der gleichen Kategorie und des gleichen Numerus, Satz 1.4, bei dem nur drei von 20 Probandinnen/Probanden richtig lagen.

Die Ausprägungen machen sich ebenfalls in der Betrachtung der durchschnittlichen richtigen Entscheidungen für die Sätze bemerkbar, wobei Satz 1.20 und Satz 1.7 mit dem Wert 0.85 und Satz 1.30 mit dem Wert 0.9 am stärksten positiv hervorstechen. Satz 1.39

und 1.4 stechen mit den Werten 0 und 0.15 am stärksten negativ hervor. Anhand dieser Ergebnisse wird deutlich, dass die Entscheidung bei der Kategorie „Subjekt mit Präpositionalobjekt“ am häufigsten korrekt und bei der Singularform der Kategorie „A und B“ und „sowie A als/wie auch B“ am wenigsten korrekt entschieden wurde.

Wie in Kapitel 4 beschrieben, gibt es für jede Kategorie zwei Testsätze für jeden Numerus. Insgesamt kommt eine Kategorie in Phase 1, also viermal vor. Mit jeweils 20 Probandinnen/Probanden gibt es daher jeweils 40 Antworten pro Numerus für eine Kategorie. Folgende Ergebnisse haben sich für die einzelnen Kategorien ergeben:

|                                 | Numerus  | Insgesamt Richtige |
|---------------------------------|----------|--------------------|
| A und B                         | Singular | 3 von 40           |
|                                 | Plural   | 23 von 40          |
| nicht nur A, sondern auch B     | Singular | 24 von 40          |
|                                 | Plural   | 32 von 40          |
| sowohl A, als/wie auch B        | Singular | 8 von 40           |
|                                 | Plural   | 14 von 40          |
| Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | 34 von 40          |
|                                 | Plural   | 32 von 40          |

*Tabelle 5: Verhältnis von Richtigen Entscheidungen in Bezug auf Numerus und Satzkategorie für Phase 1*

Tabelle 5 zeigt abschließend zur ersten Phase, wie viele Entscheidungen im Gesamten für die Satzkategorien richtig getroffen wurden. Dominiert zeigt sich erneut die Kategorie „Subjekt mit Präpositionalobjekt“ mit 66 von 80 möglich richtigen Antworten.

In Phase 1 sollte die Entscheidung relativ schnell getroffen werden, um das Satzempfinden der jeweiligen Probanden auf die Subjekt-Verb-Kongruenz zu testen. Vergleichsweise sollen nun die Ergebnisse der Phase 2 dargelegt werden, bei der die

Probanden individuell die Dauer des Lesens des Satzes und die damit einhergehende Entscheidungsdauer bestimmen konnten.

| Satz          | Kategorie                       | Typ      | Satzlaenge | Gesamt_Richtige | Durchschnitt_Richtige |
|---------------|---------------------------------|----------|------------|-----------------|-----------------------|
| Satz 2.48.jpg | A und B                         | Plural   | lang       | 11              | 0.55                  |
| Satz 2.57.jpg | A und B                         | Plural   | lang       | 3               | 0.15                  |
| Satz 2.77.jpg | A und B                         | Singular | lang       | 5               | 0.25                  |
| Satz 2.61.jpg | A und B                         | Singular | lang       | 3               | 0.15                  |
| Satz 2.74.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | lang       | 18              | 0.9                   |
| Satz 2.65.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | lang       | 12              | 0.6                   |
| Satz 2.69.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | lang       | 1               | 0.05                  |
| Satz 2.59.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | lang       | 4               | 0.2                   |
| Satz 2.67.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | lang       | 16              | 0.8                   |
| Satz 2.71.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | lang       | 10              | 0.5                   |
| Satz 2.54.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | lang       | 6               | 0.3                   |
| Satz 2.64.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | lang       | 14              | 0.7                   |
| Satz 2.58.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | lang       | 16              | 0.8                   |
| Satz 2.62.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | lang       | 15              | 0.75                  |
| Satz 2.45.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | lang       | 18              | 0.9                   |
| Satz 2.56.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | lang       | 15              | 0.75                  |

*Tabelle 6: durchschnittliche Richtige Entscheidungen in Phase 2 in Bezug auf die Satzkategorien*

Die Ergebnistabelle der Phase 2 zeigt ähnliche Muster wie die Tabelle der ersten Phase. Wieder weist die Kategorie „Subjekt mit Präpositionalobjekt“ mit Satz 2.45 und Satz 2.58 ganze 18 von 20 und 16 von 20 möglichen richtigen Entscheidungen auf. Ebenfalls auffallend sind die Pluralformen der Kategorien „nicht nur A, sondern auch B“ und „sowohl A als/wie auch B“ mit ebenfalls 18 bzw. 16 Richtigen. Die Übersicht der Gesamtantworten zeigt dies noch deutlicher:

|                                 | Numerus  | Insgesamt Richtige |
|---------------------------------|----------|--------------------|
| A und B                         | Singular | 8 von 40           |
|                                 | Plural   | 14 von 40          |
| nicht nur A, sondern auch B     | Singular | 5 von 40           |
|                                 | Plural   | 30 von 40          |
| sowohl A, als/wie auch B        | Singular | 20 von 40          |
|                                 | Plural   | 26 von 40          |
| Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | 33 von 40          |
|                                 | Plural   | 31 von 40          |

*Tabelle 7: Verhältnis von Richtigen Entscheidungen in Bezug auf Numerus und Satzkategorie für Phase 2*

Bei Betrachtung und Analyse der Tabelle 7 folgt die gleiche Feststellung wie in Phase 1, bei der Sätze im Plural vermehrt richtig beantwortet werden und die Schwierigkeit nimmt hin zum mehrteiligen Subjekt mit einer „und-Verbindung“ zu. Zur weiteren Überprüfung dessen, sollen nun die Ergebnisse aus Phase 4 herangezogen werden. Hierbei waren die Bäume zur Unterstützung gegeben und der Fokus lag nicht nur ganz auf den Satz selbst, sondern teilweise auch auf die Baumstrukturen.

| Satz          | Kategorie                       | Typ      | Satzlaenge | Gesamt_Richtige | Durchschnitt_Richtige |
|---------------|---------------------------------|----------|------------|-----------------|-----------------------|
| Satz 4.10.jpg | A und B                         | Plural   | kurz       | 15              | 0.75                  |
| Satz 4.22.jpg | A und B                         | Plural   | kurz       | 13              | 0.65                  |
| Satz 4.9.jpg  | A und B                         | Plural   | kurz       | 10              | 0.5                   |
| Satz 4.12.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz       | 4               | 0.2                   |
| Satz 4.14.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz       | 6               | 0.3                   |
| Satz 4.23.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 12              | 0.6                   |
| Satz 4.24.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 14              | 0.7                   |
| Satz 4.25.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 17              | 0.85                  |
| Satz 4.17.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 13              | 0.65                  |
| Satz 4.18.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 17              | 0.85                  |
| Satz 4.21.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 16              | 0.8                   |
| Satz 4.11.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 11              | 0.55                  |
| Satz 4.13.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 14              | 0.7                   |
| Satz 4.8.jpg  | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 4               | 0.2                   |
| Satz 4.15.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 16              | 0.8                   |
| Satz 4.19.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 17              | 0.85                  |
| Satz 4.20.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 14              | 0.7                   |

*Tabelle 8: durchschnittliche Richtige Entscheidungen in Phase 4 in Bezug auf die Satzkategorien*

In Phase 4 sind nicht alle Kategorien, die in den Phasen zuvor auftraten, vorhanden. Jedoch sind die für die Überprüfung des Zwischenergebnisses relevanten Informationen hierbei gegeben:

Es ist zum einen deutlich erkennbar, dass die Sätze im Plural häufiger richtig beantwortet werden. Zum anderen scheint sich mit Hilfe der Baumstruktur die Entscheidung bei Sätzen mit mehrteiligem, mit „und“ verbundenen Subjekt signifikant verbessert zu haben. Diese Verbesserung ist jedoch nicht bei Sätzen mit anderen mehrteiligen Subjekten sichtbar. Zu erwähnen ist hierbei auch, dass die Sätze mit einem mit „und“ verbundenen mehrteiligen Subjekt in dieser Phase nur in Pluralform auftreten und die anderen ein mehrteiliges Subjekt enthaltenden Sätze nur in Singularform auftreten.

|                                 | Numerus  | Insgesamt<br>Richtige | Richtige in % |
|---------------------------------|----------|-----------------------|---------------|
| A und B                         | Plural   | 38 von 60             | 63,33         |
| sowohl A, als/wie auch B        | Singular | 10 von 60             | 16,66         |
| Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | 76 von 120            | 63,33         |
|                                 | Plural   | 89 von 120            | 74,16         |

*Tabelle 9: Verhältnis von Richtigen Entscheidungen in Bezug auf Numerus und Satzkategorie für Phase 4*

Da hier die Anzahl der Satzkategorien anders als bei den vorherigen Phasen waren, sind zur besseren Übersicht auch die prozentualen Anteile hinzugefügt. Auch hierbei wird nun zum dritten Male dasselbe Ergebnis sichtbar.

Abschließend folgt nun eine finale Übersicht, bei der alle Korrektheitsentscheidungen erneut gegenübergestellt werden:

|  | Numerus  | Phase 1<br>Richtige | Phase 2<br>Richtige | Phase 4<br>Richtige | Gesamt<br>Richtige | <i>Gesamt<br/>in %</i> |
|--|----------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| A und B                                | Singular | 3 von 40            | 8 von 40            | -                   | 11 von 80          | 13,75                  |
|  | Plural   | 23 von 40           | 14 von 40           | 38 von 60           | 75 von 140         | 53,57                  |
| nicht nur A,<br>sondern auch B         | Singular | 24 von 40           | 5 von 40            | -                   | 29 von 80          | 36,25                  |
|  | Plural   | 32 von 40           | 30 von 40           | -                   | 62 von 80          | 77,50                  |
| sowohl A, als/wie<br>auch B            | Singular | 8 von 40            | 20 von 40           | 10 von 60           | 38 von 140         | 27,14                  |
|  | Plural   | 14 von 40           | 26 von 40           | -                   | 40 von 80          | 50                     |
| Subjekt mit<br>Präpositionalobje<br>kt | Singular | 34 von 40           | 33 von 40           | 76 von 120          | 143 von 200        | 71,5                   |
|  | Plural   | 32 von 40           | 31 von 40           | 89 von 120          | 152 von 200        | 76                     |
| Gesamt Singular                        |          | 69 von 160          | 66 von 160          | 86 von 180          | 221 von 500        | 44,2                   |
| Gesamt Plural                          |          | 101 von 160         | 101 von 160         | 127 von 180         | 329 von 500        | 65,8                   |
| Gesamt alle                            |          | 170 von 320         | 167 von 320         | 213 von 360         | 550 von 1000       | 55                     |
| <i>Gesamt alle in %</i>                |          | 53,13               | 52,19               | 59,17               | 55                 |                        |

Tabelle 10: Verhältnis aller Richtigen Entscheidungen in Bezug auf Numerus und Satzkatgorie für alle Phasen in Übersicht

Entsprechend der Auswertung stellte sich bereits bei der ersten Phase folgendes Ergebnis heraus: Bei schnellem Lesen und schnellem Entscheiden, nimmt die Schwierigkeit der Entscheidung bei Sätzen mit mehrteiligen Subjekten in Singularform zu. Gleichzeitig sind Sätze in Pluralform einfacher als richtig oder falsch einordbar als Sätze in Singularform.

Im Zuge der Vergleichbarkeit zu den Zielen des Experimentes lassen sich somit folgende Fakten erschließen:

- Fehler in der Kongruenz zwischen Subjekt und Verb treten auf, in diesem Versuch zu 45 % (da 55 % der Antworten im Gesamten richtig)
- Bei Sätzen im Singular werden häufiger Fehler im Korrektheitsentscheid gemacht als in Sätzen im Plural
- Die Fehlerrate häuft sich bei längeren Sätzen, hier in diesem Versuch sichtbar an Sätze mit mehrteiligem Subjekt, vor allem in Phase 2
- Eine Verbesserung der Richtigkeit bei den Entscheidungen durch die Nutzung des E-Lern-System Compass ist erkennbar, da der prozentuale Fehleranteil von Phase 1 auf Phase 2 stieg (von 46,87 % auf 47,71 %), aber von Phase 2 auf Phase 4 sank (47,71 % auf 41,83 %).

### 5.3 Blickdauer auf Subjekt und Verb

Durch die Verwendung eines Eye-Trackers und der dazugehörigen Software ist eine Analyse hinsichtlich der vordefinierten AOIs möglich. Dazu berechnen die Algorithmen der Software die Dauer der Fixation der Probandinnen/Probanden auf den einzelnen AOIs. Im Folgenden sollen diese Berechnungen für das durchgeführte Experiment dargelegt werden.

|                           | Phase 1      | Phase 2      | Phase 4      |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Subjekt                   | 28,09        | 58,68        | 97,27        |
| Durchschnitt              |              |              |              |
| Subjekt                   | 561,79       | 1173,50      | 1945,39      |
| Durchschnitt Verb         | 21,78        | 51,96        | 81,5345      |
| Verb                      | 435,50       | 1039,16      | 1630,69      |
| Durchschnitt              |              |              |              |
| Gesamt                    | 49,86        | 110,63       | 178,80       |
| Gesamt                    | 997,29       | 2212,66      | 3576,08      |
| <i>davon Subjekt in %</i> | <i>56,33</i> | <i>53,04</i> | <i>54,40</i> |
| <i>davon Verb in %</i>    | <i>43,67</i> | <i>46,96</i> | <i>45,60</i> |

*Tabelle 11: Gesamt-Fixations-Dauer von Subjekt und Prädikat in den Phasen*

Da Subjekt und Verb als AOI markiert wurden, lässt sich daher die Fixationsdauer dafür berechnen, wie in Tabelle 11 dargestellt. Eine ausführlichere Übersicht über die Dauer der Fixationen der einzelnen AOIs findet sich im Anhang 10-12.

Die Zahlen zeigen, dass sich die Beobachtungsdauer der Probandinnen/Probanden auf Subjekt und Verb von Phase zu Phase verlängerte. Bezogen auf das Subjekt, fand von einer anfänglichen Gesamtdauer von Fixationen von 561,79 Sekunden in Phase 1 eine Erhöhung auf 1173,5 Sekunden in Phase 2 statt, was mit +108,89 % einer Erhöhung auf mehr als das Doppelte entspricht. Von Phase 2 auf Phase 3 findet ebenfalls eine signifikante Erhöhung auf 1945,39 Sekunden statt, also +65,78 %. Noch deutlicher wird dieser starke Anstieg der Dauer bei Betrachtung der Durchschnittszahlen, wobei die Durchschnitts-Beobachtungsdauer in Phase 1 für das Subjekt sich bis hin zu Phase 4 mehr als verdreifacht hat.

Ähnlich ist es mit dem Verb, welches in Phase 1 eine Gesamtdauer von 435,50 Sekunden aufweist und in Phase 2 um 603,66 Sekunden, also um +138,613 % angestiegen ist. Diese

Dauer vermehrt sich in Phase 4 um 591,53 Sekunden, also um +56,92 %. Die Durchschnittsdauer wird von Phase 1 auf Phase 4 sogar fast vervierfacht.

Betrachtet man die prozentuale Verteilung in Tabelle 12, so stellt man zunächst fest, dass die Zahlen für eine längere Beobachtungsdauer beim Subjekt sprechen. Dabei siedelt sich der prozentuale Gesamtwert der Subjekt-Beobachtungsdauer bei 55% an, der prozentuale Gesamtwert der Verb-Beobachtungsdauer bei 45%.

Nachdem nun die Dauer der Beobachtungen auf Subjekt und Verb dargelegt wurden, folgt als nächstes der Bezug der Fixationsdauer auf die Satzkategorien und dem Numerus. Hierzu werden die Gesamtzahlen der Dauer für jede Satzkategorie jeder Phase im Einzelnen betrachtet. Ausführlichere Daten zu den in den folgenden drei Tabellen gezeigten Werten finden sich im Anhang 13-15.

|                                    | Gesamt<br>Plural | Gesamt<br>Singular |
|------------------------------------|------------------|--------------------|
| A und B                            | 116,89           | 93,42              |
| nicht nur A, sondern auch B        | 168,62           | 195,92             |
| sowohl A als/wie auch B            | 180,57           | 112,09             |
| Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | 63,33            | 17,67              |

*Tabelle 12: Gesamte Blickdauer (in Sekunden) auf Plural und Singularformen der Satzkategorien in Phase 1*

Wie in Tabelle 12 zu sehen, ist die Summe der Blickdauer bei den ersten drei Kategorien auffällig höher als bei der letzten. Die gilt sowohl für Plural, als auch für Singular. Innerhalb der ersten drei Kategorien sind die Verteilungen der Summen jedoch für diese beiden unterschiedlich. So weist die Kategorie „sowohl A als/wie auch B“ bei Plural die höchste berechnete Fixationsdauer auf, für Singular ist dies bei „nicht nur A, sondern auch B“ der Fall. Die Werte der ersten drei Kategorien liegen fast alle über 100 Sekunden,

wohingegen die Werte für die letzte Kategorie mit 63,33 Sekunden für Plural und 17,67 Sekunden für Singular deutlich drunter liegen.

Außer bei Kategorie 2 sind alle Summen für Plural höher als bei Singular. Am besten bemerkbar macht sich auch wieder dies bei Kategorie 4.

---

|                                    | Gesamt<br>Plural | Gesamt<br>Singular |
|------------------------------------|------------------|--------------------|
| A und B                            | 302,19           | 344,01             |
| nicht nur A, sondern auch B        | 440,49           | 376,78             |
| sowohl A als/wie auch B            | 210,84           | 281,87             |
| Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | 121,87           | 134,61             |

---

*Tabelle 13: Gesamte Blickdauer auf Plural und Singularformen der Satzkatégorien in Phase 2*

---

Tabelle 13 zeigt nun die Summen für Phase 2. Hier wiederholt sich erneut die Feststellung, dass Kategorie 4 die niedrigsten Summen für beide Werte aufweist. Während dem der höchste Wert bei der vierten Kategorie 134,61 Sekunden für Singular ist, ist der niedrigste Wert der anderen drei Kategorie 210,87 Sekunde für Plural bei Kategorie 3. Dieser übergreifende Vergleich soll den großen Unterschied von 76,26 Sekunden zwischen der Blickdauer verdeutlichen, was einfach formuliert mehr als eine volle Minute entspricht.

Das Verhältnis der Blickdauer von Plural zu Singular scheint sich jedoch geändert zu haben, da hier in drei von vier Kategorien nun der umgekehrte Fall im Vergleich zu Phase 1 herrscht, wobei Singular nun mehr angeschaut wurde als Plural.

---

|                                    | Gesamt<br>Plural | Gesamt<br>Singular |
|------------------------------------|------------------|--------------------|
| A und B                            | 546,19           | 0                  |
| sowohl A als/wie auch B            | 0                | 421,12             |
| Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | 585,16           | 930,06             |

---

*Tabelle 14: Gesamte Blickdauer auf Plural und Singularformen der Satzkatgorien in Phase 4*

---

Zuletzt werden die Zahlen von Phase 4 betrachtet. Hierbei ist erneut miteinzubeziehen, dass weder alle Kategorien gegeben sind, noch eine gleichmäßige Verteilung des Numerus. Folglich ist in Kategorie kein Singular gegeben, weshalb der Wert an dieser Stelle 0 ist. Gleiches gilt für Plural bei „sowohl A als/wie auch B“. Interessanterweise kommt jedoch der Wert von „A und B“ nahe an den von „Subjekt mit Präpositionalobjekt“ heran, obwohl es nur drei Sätze zu Ersterem und 12 zu Letzterem gibt. Durchschnittlich ergibt dies eine Dauer von 182,06 Sekunden pro Satz für die erste Kategorie in Tabelle 15 und 48,76 Sekunden für die dritte Kategorie.

Im Vergleich von Kategorie 1 und Kategorie 2 für Subjekt, tritt das gleiche Verhältnis auf. Dabei sind es 421,12 Sekunde für drei Sätze der zweiten Kategorie, was durchschnittlich 140,37 Sekunden pro Satz bedeutet und 930,06 für wie üblich 12 Sätze, was einen Durchschnitt von 77,51 entspricht.

|                                    | Gesamt<br>Plural | Plural in % | Gesamt<br>Singular | Singular in<br>% |
|------------------------------------|------------------|-------------|--------------------|------------------|
| A und B                            | 965,27           | 35,28       | 437,43             | 15,04            |
| nicht nur A, sondern auch<br>B     | 609,11           | 22,26       | 572,7              | 19,70            |
| sowohl A als/wie auch B            | 391,41           | 14,31       | 815,08             | 28,03            |
| Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | 770,36           | 28,15       | 1082,34            | 37,23            |
| Gesamt                             | 2736,15          | 100,00      | 2907,55            | 100,00           |

*Tabelle 15: Gesamtanteile der Blickdauer auf Plural und Subjekt aller Phasen, in Bezug auf die Satzkatgorien*

Im Gesamten betrachtet ergibt sich, wie auch in Tabelle 15 dargestellt, die höhere Blickdauer bei Singulärsätzen, nicht zuletzt begünstigt durch die vermehrte Anzahl von Sätzen der Kategorie 4 in Phase 4.

Die Untersuchung hinsichtlich der Blickdauer auf die AOIs hat also ergeben, dass die Blickdauer bei Sätzen mit mehrteiligem Subjekt höher ist als auf die ohne. Zudem ist die Blickdauer auf Singulärsätzen höher als bei Sätzen ohne mehrteiligem Subjekt, sowie es bei Tabelle 16 mit einer Differenz im Prozentsatz von 9,08 % ersichtlich ist. Umgekehrt ist die Dauer bei Sätzen mit mehrteiligem Subjekt, bei denen Pluralsätze länger beobachtet werden.

#### 5.4 Regression zwischen Verb und Subjekt

In diesem Abschnitt wird der dritte Auswertungsparameter analysiert. Dabei werden die Verläufe der Blickfixationen der Probandinnen/Probanden zwischen dem Verb und dem Subjekt ausgewertet. Die Messungen dabei beziehen sich auf die Anzahl der Rückblicke von Verb auf Subjekt pro Satz. Die folgende Tabelle zeigt zunächst die

Gesamtrückblicke der einzelnen Probandinnen/Probanden für jede Phase im Einzelnen und aller Phasen zusammen:

|                         | Phase 1 | Phase 2 | Phase 4 | Gesamt |
|-------------------------|---------|---------|---------|--------|
| Prob 1                  | 13      | 4       | 9       | 26     |
| Prob 2                  | 25      | 15      | 1       | 41     |
| Prob 3                  | 13      | 6       | 5       | 24     |
| Prob 4                  | 21      | 15      | 0       | 36     |
| Prob 5                  | 19      | 10      | 1       | 30     |
| Prob 6                  | 12      | 6       | 6       | 24     |
| Prob 7                  | 12      | 11      | 0       | 23     |
| Prob 8                  | 14      | 6       | 0       | 20     |
| Prob 9                  | 13      | 7       | 1       | 21     |
| Prob 10                 | 5       | 2       | 1       | 8      |
| Prob 11                 | 11      | 5       | 1       | 17     |
| Prob 12                 | 21      | 10      | 1       | 32     |
| Prob 13                 | 13      | 14      | 0       | 27     |
| Prob 14                 | 12      | 6       | 0       | 18     |
| Prob 15                 | 17      | 12      | 0       | 29     |
| Prob 16                 | 21      | 4       | 2       | 27     |
| Prob 17                 | 19      | 17      | 3       | 39     |
| Prob 18                 | 15      | 6       | 1       | 22     |
| Prob 19                 | 18      | 11      | 0       | 29     |
| Prob 20                 | 11      | 12      | 0       | 23     |
| Gesamt Rückblicke       | 305     | 179     | 32      | 516    |
| Gesamt durchschnittlich | 15,25   | 8,95    | 1,6     | 25,8   |

Tabelle 16: Anzahl der Regressionen der einzelnen Probandinnen/Probanden in den Phasen

Die Tabelle stellt die Daten zusammengefasst dar. Detailliertere Messdaten sind im Anhang 16-18 einsehbar. Die Zahlen der Rückblicke fallen bei den Probandinnen/Probanden relativ unterschiedlich aus:

- In Phase 1 gab es zwischen 5 und 25 Rückblicke vom Verb auf das Subjekt, wobei insgesamt 305 Rückblicke mit durchschnittlich ca. 15 Rückblicken pro Probandin/Proband gemacht wurden.
- In Phase 2 gab es zwischen 2 und 17 Rückblicke vom Verb auf das Subjekt, wobei insgesamt 179 Rückblicke mit durchschnittlich ca. 9 Rückblicken pro Probandin/Proband gemacht wurden.
- In Phase 4 gab es zwischen 0 und 9 Rückblicke vom Verb auf das Subjekt, wobei insgesamt 32 Rückblicke mit durchschnittlich ca. 2 Rückblicken pro Probandin/Proband gemacht wurden.

Insgesamt wurde in allen Phase zusammen betrachtet 516 Mal vom Verb auf das Subjekt zurückgeschaut, wobei die Probandinnen/Probanden zwischen 8 bis 41 Mal zurückblickten. Dies ergibt einen Durchschnitt von ca. 26 Rückblicken pro Probandin/Proband in Bezug auf einen jeweiligen Versuchsdurchlauf und von durchschnittlich sechs Rückblicken pro Phase.

Da nun die gesamten Zahlen der Rückblicke präsentiert wurden, erfolgt die Auswertung dieser Rückblicke in Hinblick auf die Satzkategorien. Hierzu wird zunächst die erste Phase betrachtet:

| Satz          | Kategorie                       | Typ      | Satzlaenge | Gesamt_Rueckgeblickt | Durchschnitt_Rueckgeblickt |
|---------------|---------------------------------|----------|------------|----------------------|----------------------------|
| Satz 1.20.jpg | A und B                         | Plural   | kurz       | 19                   | 0.95                       |
| Satz 1.40.jpg | A und B                         | Plural   | kurz       | 13                   | 0.65                       |
| Satz 1.4.jpg  | A und B                         | Singular | kurz       | 19                   | 0.95                       |
| Satz 1.39.jpg | A und B                         | Singular | kurz       | 26                   | 1.3                        |
| Satz 1.7.jpg  | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | kurz       | 11                   | 0.55                       |
| Satz 1.38.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | kurz       | 21                   | 1.05                       |
| Satz 1.1.jpg  | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | kurz       | 18                   | 0.9                        |
| Satz 1.22.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | kurz       | 33                   | 1.65                       |
| Satz 1.14.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | kurz       | 17                   | 0.85                       |
| Satz 1.37.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | kurz       | 14                   | 0.7                        |
| Satz 1.12.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz       | 21                   | 1.05                       |
| Satz 1.32.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz       | 16                   | 0.8                        |
| Satz 1.28.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 14                   | 0.7                        |
| Satz 1.33.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz       | 15                   | 0.75                       |
| Satz 1.10.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 24                   | 1.2                        |
| Satz 1.30.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz       | 24                   | 1.2                        |

Tabelle 17: *gesamte und durchschnittliche Rückblicke vom Verb auf das Subjekt in Phase 1 in Bezug auf die Satzkategorien*

Die Tabelle zeigt die gesamten und durchschnittlichen Rückblicke aller Probandinnen/Probanden in Bezug auf die einzelnen Sätze und der zugehörigen Kategorie, dem Typ (Numerus) und der Satzlänge.

Anhand der Messdaten lassen sich folgende Besonderheiten feststellen:

- Satz 1.22 weist mit 33 Gesamt- und durchschnittlich 1.65 Rückblicken die höchste Rückblickrate aller Sätze in Phase 1 auf
- Daneben sind die Sätze 1.39, 1.10, 1.30, 1.38, 1.12 durchschnittlich noch über dem Wert 1, alle anderen Sätze liegen durchschnittlich darunter
- Die Verteilungen der Rückblickzahlen sind in Bezug auf die Kategorien relativ gemischt. Jedoch zeigt sich ein Rückgang der Rückblickanzahl hinsichtlich des Numerus, wobei das Gefälle von Singular- in Pluralform der Sätze liegt.

Die Messdaten aus Phase 1 sprechen also dafür, dass die Zahl der Rückblicke bei Singularsätzen höher ist, als bei Pluralsätzen. Ob das Subjekt des Satzes dabei ein mehrteiliges ist oder nicht, scheint keine Rolle zu spielen.

Dies soll mit den nun folgenden Auswertungen der zweiten Phase verglichen werden:

| Satz          | Kategorie                       | Typ      | Satzlaenge | Gesamt Rueckgeblickt | Durchschnitt Rueckgeblickt |
|---------------|---------------------------------|----------|------------|----------------------|----------------------------|
| Satz 2.48.jpg | A und B                         | Plural   | lang       | 6                    | 0.3                        |
| Satz 2.57.jpg | A und B                         | Plural   | lang       | 7                    | 0.35                       |
| Satz 2.61.jpg | A und B                         | Singular | lang       | 17                   | 0.85                       |
| Satz 2.77.jpg | A und B                         | Singular | lang       | 20                   | 1                          |
| Satz 2.65.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | lang       | 11                   | 0.55                       |
| Satz 2.74.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | lang       | 4                    | 0.2                        |
| Satz 2.59.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | lang       | 22                   | 1.1                        |
| Satz 2.69.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | lang       | 7                    | 0.35                       |
| Satz 2.67.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | lang       | 20                   | 1                          |
| Satz 2.71.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | lang       | 12                   | 0.6                        |
| Satz 2.54.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | lang       | 13                   | 0.65                       |
| Satz 2.64.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | lang       | 16                   | 0.8                        |
| Satz 2.58.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | lang       | 9                    | 0.45                       |
| Satz 2.62.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | lang       | 11                   | 0.55                       |
| Satz 2.45.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | lang       | 0                    | 0                          |
| Satz 2.56.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | lang       | 4                    | 0.2                        |

Tabelle 18: *gesamte und durchschnittliche Rückblicke vom Verb auf das Subjekt in Phase 2 in Bezug auf die Satzkatogorien*

Die Zahlen der Rückblicke haben sich zwischen Singular und Plural nun etwas geebnet. Dies sieht man zum einen daran, dass die drei höchsten Rückblickzahlen bei zwei Sätzen in Singularform und einem Satz in Pluralform auftritt. Vergleichsweise zur ersten Phase ist der erste Satz in Pluralform in der Rangliste der Gesamtückblicke erst an fünfter Stelle. Jedoch stellt man bei genauerer Betrachtung fest, dass bei Singularsätzen immer noch häufiger zurückgeblickt wird. Rechnet man alle Rückblicke in Singularsätzen der

zweiten Phase zusammen, so kommt man auf die Zahl 99, wohingegen die Zahl bei Pluralsätzen 80 beträgt.

Abschließend in der Auswertung dieses Abschnitts, sollen nun noch die Ergebnisse der vierten Phase präsentiert werden:

| Satz          | Kategorie                       | Typ      | Satzlänge | Gesamt_Rueckgeblickt | Durchschnitt_Rueckgeblickt |
|---------------|---------------------------------|----------|-----------|----------------------|----------------------------|
| Satz 4.9.jpg  | A und B                         | Plural   | kurz      | 6                    | 0.3                        |
| Satz 4.10.jpg | A und B                         | Plural   | kurz      | 4                    | 0.2                        |
| Satz 4.22.jpg | A und B                         | Plural   | kurz      | 1                    | 0.05                       |
| Satz 4.12.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz      | 2                    | 0.1                        |
| Satz 4.14.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz      | 0                    | 0                          |
| Satz 4.17.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 4                    | 0.2                        |
| Satz 4.18.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 0                    | 0                          |
| Satz 4.21.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 2                    | 0.1                        |
| Satz 4.23.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 0                    | 0                          |
| Satz 4.24.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 0                    | 0                          |
| Satz 4.25.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 0                    | 0                          |
| Satz 4.8.jpg  | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 2                    | 0.1                        |
| Satz 4.11.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 3                    | 0.15                       |
| Satz 4.13.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 2                    | 0.1                        |
| Satz 4.15.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 0                    | 0                          |
| Satz 4.19.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 1                    | 0.05                       |
| Satz 4.20.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 3                    | 0.15                       |

*Tabelle 19: gesamte und durchschnittliche Rückblicke vom Verb auf das Subjekt in Phase 4 in Bezug auf die Satzkategorien*

Die aus Phase 4 resultierenden Ergebnisse zeigen einen leichten Wechsel des Gefälles der Rückblickzahlen. Hier wurde vermehrt bei den Pluralsätzen zurückgeblickt, wobei insgesamt 17 Rückblicke bei Sätzen in Pluralform und 13 bei Sätzen in Singularform auftraten. Bemerkenswert ist in dieser Phase auch die Satzkategorie, denn obwohl es fast ausschließlich Sätze der Kategorie „Subjekt mit Präpositionalobjekt“ gibt, fanden die meisten Rückblicke bei Sätzen der Kategorie „A und B“ statt. Allgemein ist zu dieser Phase jedoch auch zu bemerken, dass im Vergleich zu den vorherigen Phasen sehr wenig vom Verb auf das Subjekt zurückgeschaut wurde (höchster Durchschnittswert liegt bei 0.3).

Da nun alle Ergebnisse der Phasen hinsichtlich der Rückblicke vom Verb auf das Subjekt präsentiert wurden, lässt sich nun folgende abschließende Schlussfolgerungen zu diesem Abschnitt machen:

Augenscheinlich lässt sich ein Rückgang der Rückblicke von Phase zu Phase feststellen. Dies spricht zum einen dafür, dass die Rückblicke bei begrenzter Zeit – sowie es in Phase 1 war – häufiger gemacht wurden, um sicherer bei der Korrektheitsentscheidung zu sein und zum anderen dafür, dass ein Lerneffekt hinsichtlich der Subjekt-Verb-Kongruenz stattgefunden hat.

Die Betrachtung der Rückblicke auf die Parameter Satz, Kategorie, Numerus, Satzlänge und Phase ergibt ein Muster, bei dem sich neben dem Rückgang der Rückblicke von Phase 1 hin zu Phase 4 primär Rückblicke in Abhängigkeit zum Numerus in den Vordergrund drängen. Die Kategorien sind in dieser Betrachtung in den Hintergrund gerückt, da sie bei Erstellung einer Rangliste der Rückblicke in den einzelnen Phasen relativ gemischte Platzierungen einnehmen. Die Gesamtzahlen der Rückblicke für die Kategorien sind folgende:

|                                    | Phase 1 | Phase 2 | Phase 4 | Gesamt |
|------------------------------------|---------|---------|---------|--------|
| A und B                            | 77      | 50      | 11      | 138    |
| nicht nur A, sondern auch B        | 83      | 44      | 0       | 127    |
| sowohl A als/wie auch B            | 68      | 61      | 4       | 131    |
| Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | 77      | 24      | 17      | 118    |
| Gesamt                             | 305     | 179     | 30      | 516    |

*Tabelle 20: Über der gesamten Regressionshäufigkeiten der Probandinnen/Probanden in den einzelnen Phasen in Bezug auf die Satzkategorien*

Hieraus lässt sich für Kategorien letztlich ableiten, dass die Zahl der Rückblicke für Sätze mit mehrteiligem Subjekt höher ist als für Sätze ohne mehrteiligem Subjekt. Dies lässt sich sogar feststellen, obwohl in der vierten Phase anteilig mehr Sätze der vierten Kategorie angehören. Ebenfalls lässt sich ein stärkerer Rückgang der Regressionshäufigkeit von Phase 2 auf Phase 4 (Differenz 149) als von Phase 1 auf Phase 2 (Differenz 126) feststellen.

## 6 Fazit

Für den Rahmen der Durchführung dieser Bachelorarbeit wurde das Konzept eines Experiments erstellt, welches darauf abzielte, eine psycho-linguistische Studie der Psychologinnen Kathryn Bock und Carol A. Miller nachzustellen. Das ursprüngliche Experiment wurde in der englischen Sprache, also auch mit englischen Satzgebilden, durchgeführt. Die Nachstellung des Experimentes erfolgte natürlich nicht auf exakt dieselbe Weise, wie es die beiden Psychologinnen bereits verrichteten. Vielmehr wurde eine Erweiterung des Experimentes beabsichtigt, die noch genauer die Ergebnisse bestätigen oder widerlegen sollte.

Es musste also bedacht werden, wie es möglich sei, die Lesbarkeit von Sätzen beurteilen oder besser gesagt messen zu können. Im Sinne dessen entstand die Idee, das Experiment über ein Eye-Trackingsystem durchzuführen. Der Eye-Tracker sollte dazu dienen, das Verhalten der Probandinnen/Probanden beim Lesen zu beurteilen und die Augenbewegungen dieser nach zu vollziehen.

Tatsächlich kam es im Zuge der Durchführung des Experimentes zu einer Bestätigung des vorherigen Ergebnisses. 20 Probandinnen/Probanden, welche allesamt Studenten der Universität Koblenz Landau sind, haben sich am Versuch beteiligt. Die Ergebnisse sind sehr eindeutig. Die Untersuchung der Entscheidungen der Probandinnen/Probanden führte entsprechend des in dieser Bachelorarbeit festgelegten Rahmens zu ähnlichen Ergebnissen, wie sie Bock und Miller verzeichneten: die Fehler wurden zu einem großzügigen Anteil der Antworten gemacht????, vermehrt jedoch – genau wie im Originalexperiment – bei Sätzen, die in der Singularform waren. Außerdem stellte sich bereits bei dieser ersten von drei unterschiedlichen Untersuchungen heraus, dass längere Sätze und auch Sätze, die ein mehrteiliges Subjekt beinhalten, zu mehr Fehlern führen.

Fehler wurden von allen Probandinnen/Probanden gemacht, wie zu erwarten war, lag keiner der Probandinnen/Probanden in allen Sätzen richtig. Dabei waren auch Lehramtsstudentinnen/Lehramtsstudenten unter den Probandinnen/Probanden, welche mit schärfster Penibilität versuchten, möglichst richtig zu liegen. Es wird dadurch deutlich, dass die Fehler im Satzempfinden, welche entgegen der grammatikalischen Definition der Sprache stehen, von jedem gemacht werden können. Die Frage nach der Begründung wurde in den zwei darauffolgenden Untersuchungen beantwortet.

Die zweite Untersuchung lieferte die Dauer, wie lange die Probandinnen/Probanden die für das Ergebnis wichtigen Satzteile, das Subjekt und das Verb, ansahen. Das längere Zögern bei der Entscheidung und das damit einhergehende längere Schauen auf Subjekt und Verb, spricht für Unsicherheit. Es ist erkennbar, welche Sätze also als „einfach“ und welche als „schwer“ empfunden wurden. Daraus erschließend gilt die simple Regel: Je einfacher es ist, desto schneller kann es beantwortet werden. Ist die Einfachheit also nicht gegeben, braucht die/der Probandin/Proband eben länger, um sich zu entscheiden. Die Auswertung dieser Untersuchung liefert das Ergebnis, dass genau die Sätze und deren Satzteile länger angeschaut wurden, bei denen sich eher falsch entschieden wird, nämlich primär diejenigen, die länger waren, deren Subjekt mehrteilig und die im Singular waren. Die Beantwortung der Frage nach der Begründung des Ergebnisses, kann somit mit dem empfundenen Schwierigkeitsgrad der Sätze in Verbindung gebracht werden.

Geht man entsprechend der Definition der Blickbewegung „Regression“ davon aus, dass eine/ein Probandin/Proband die Blickbewegung der Regression immer dann ausführt, um sicher zu gehen, ob die Entscheidung auch richtig getroffen wurde, so kann auch hier von einer erhöhten empfundenen Schwierigkeit der Sätze ausgegangen werden. Bei Auswertung der Untersuchung der Regressionshäufigkeiten der Probandinnen/Probanden stellte sich daher – völlig konform zu den Ergebnissen der ersten Untersuchung und des Originalexperimentes – heraus, dass die Regressionen zumeist bei längeren Singularsätzen auftraten, die meist auch ein mehrteiliges Subjekt besaßen.

Während der Auswertung des Experimentes kam es zu der einen oder anderen Schwierigkeit, welche in erster Linie in den großen Datenmengen lagen, die der Eye-Tracker produziert. Dank eigen erstellten Java-Programmen und der Nutzung einer MySQL Datenbank, konnte die Auswertung einfach realisiert werden. Weiterhin war die Durchführung des Experimentes selbst etwas problematisch, da ein Durchlauf ca. eine Stunde dauerte. Dies erschwerte vor allem das Motivieren und damit Finden von passenden Probandinnen/Probanden.

Zum Schluss stellt sich die Frage, ob es möglich ist, diese Fehler bei der Satzbildung verhindern beziehungsweise vermeiden zu können. Die Problematik die dem nämlich zu Grunde liegt, ist das natürlich Satzempfinden, welches jeder Mensch besitzt. Stimmt die

Kongruenz zwischen Subjekt und Verb nämlich beispielsweise bei einem Satz in einer Unterhaltung nicht überein, wird dieser Satz gewiss nicht absichtlich falsch formuliert, vielmehr deswegen, weil das Gebilde des Satzes dem Sprechenden als richtig erscheint. Selbiges gilt für das Geschriebene und eben auch für das – so wie es in dieser Bachelorarbeit untersucht wurde – gelesene Wort.

## Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Tabellarische Darstellung aller Informationen, die beim Eye-Tracking durch die Software geschrieben werden, aufteilt in den Datengruppen (hier a-g) (Quelle: Tobii AB Internetseite f: Tobii AB, ohne Jahr)

### (a) General data

| General data         | Description   | Format   |
|----------------------|---|--|
| ExportDate           | Date when the file was exported (date of export)  | YYYYMMDD   |
| StudioVersionRec     | Tobii Studio release version used to perform the recording  |  |
| StudioProjectName    | Name of the Tobii Studio project  |  |
| StudioTestName       | Name of the Tobii Studio Test   |  |
| ParticipantName      | Name of the Participant associated with the Tobii Studio recording  |  |
| [VariableName]Value  | Displays the independent variable values associated with the participant. Enabling this column generates one column per independent variable. |  |
| RecordingName        | Name of the Recording   |  |
| RecordingDate        | Date when the recording was performed   | YYYYMMDD   |
| RecordingDuration    | The duration of the recording   | Milliseconds   |
| RecordingResolution  | The resolution of the screen or of the video capture device used during the recording   | Pixels (horizontal x vertical)   |
| PresentationSequence | The name of the presentation sequence used during the recording.  |  |
| FixationFilter       | The fixation filter applied when the data was exported  | I-VT filter,<br>Raw filter,<br>Tobii fixation filter,<br>Clearview filter, |

### (b) Media data

| Media data         | Description  | Format | Reference system |
|--------------------|--|--------|------------------|
| MediaName          | Name of the media/stimuli element from the Tobii Studio test timeline. |        |                  |
| MediaPosX (ADCSpX) | Horizontal coordinate of the left edge of the eye tracked media.       | Pixels | ADCSpX           |
| MediaPosY          | Vertical coordinate of the top edge of the eye tracked media           | Pixels | ADCSpX           |
| MediaWidth         | Horizontal size of the eye tracked media                               | Pixels |                  |
| MediaHeight        | Vertical size of the eye tracked media                                 | Pixels |                  |

(c) Segment and scene data

| Segment and scene data | Description  | Format       | Reference system   |
|------------------------|--|--------------|--------------------|
| SegmentName            | Name of segment.   | Milliseconds |                    |
| SegmentStart           | Start time for segment   | Milliseconds | RecordingTimestamp |
| SegmentEnd             | End time for segment   | Milliseconds | RecordingTimestamp |
| SegmentDuration        | Duration of segment  | Milliseconds |                    |
| SceneName              | Name of the Scene selected for export in the Select Media for Export option. |              |                    |
| SceneSegmentStart      | Start time for each segment belonging to a scene.                            | Milliseconds | RecordingTimestamp |
| SceneSegmentEnd        | End time for each segment belonging to a scene.                              | Milliseconds | RecordingTimestamp |
| SceneSegmentDuration   | Duration of each segment belonging to a scene.                               | Milliseconds |                    |

(d) Timestamp data

| Timestamp data      | Description   | Format                               |
|---------------------|---|--------------------------------------|
| RecordingTimestamp  | Timestamp counted from the start of the recording (t0=0).<br><br>This timestamp is based on the internal computer clock of the computer running Tobii Studio. This clock is regularly synchronized with the eye tracker clock in order to ensure that the timestamps of the gaze data is accurate in relation to other events such as when media is shown or participant generated events such as mouse clicks. | Milliseconds                         |
| LocalTime           | Recording computer local <i>date time value</i> timestamp.<br><br>This provides the timestamp from the internal clock of the computer running Tobii Studio, in the data format  | Hour: Minutes: Seconds, Milliseconds |
| EyeTrackerTimestamp | Timestamp obtained from the eye tracker firmware (TET server) clock.<br><br>The source of this timestamp is the internal clock in the eye tracker hardware. This timestamp shows the time when a specific gaze data sample was sampled by the eye tracker. The value should be interpreted as a value counted in microseconds from some unknown point in time.  | Microseconds                         |

(e) Recording event data

| <b>Recording event data</b> | <b>Description</b>   | <b>Format</b> | <b>Reference system</b> |
|-----------------------------|--|---------------|-------------------------|
| MouseEventIndex             | Represents the order in which a mouse click event was recorded. The index is an auto-increment number starting at 1 (first mouse event detected)   | Count         |                         |
| MouseEvent                  | Mouse click type: Left button and Right button   |               |                         |
| MouseEventX (ADCSpX)        | Horizontal coordinate of the mouse event location on the screen.   | Pixels        | ADCSpX                  |
| MouseEventY (ADCSpX)        | Vertical coordinate of the mouse event location on the screen.   | Pixels        | ADCSpX                  |
| MouseEventX (MCSpX)         | Horizontal coordinate of the mouse event location on the media element   | Pixels        | MCSpX                   |
| MouseEventY (MCSpX)         | Vertical coordinate of the mouse event location on the media element.  | Pixels        | MCSpX                   |
| KeyPressEventIndex          | Represents the order in which a key press event was recorded. The index is an auto-increment number starting with 1 (first key press event detected)   | Count         |                         |
| KeyPressEvent               | Displays the information of which key was pressed on the keyboard.   |               |                         |
| StudioEventIndex            | Represents the order in which a Tobii Studio recording event was registered. The index is an auto-increment number starting with 1 (first event detected)  | Count         |                         |
| StudioEvent                 | Type of media element or manual logging event (e.g. start, end and manual logging description. For further information please read the following section)  |               |                         |
| StudioEventData             | Displays the name of the media element, webpage URL or PDF page. For Manual logging it displays the text entered in the log message. (For further information please read the following section) |               |                         |
| ExternalEventIndex          | Represents the order in which external events were logged during the recording. The index is an auto-increment number starting with 1 (first event detected)                                     | Count         |                         |
| ExternalEvent               | Type of event logged by an external device.  |               |                         |
| ExternalEventValue          | Value of external event.   |               |                         |
| EventMarkerValue            | Reports whether the signal on the TX300's sync port is off or on: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 0=off</li> <li>▪ 1=on</li> </ul>  |               |                         |

(f) StudioEvent

| <b>StudioEvent</b> | <b>StudioEventData</b>                               | <b>Description</b> |
|--------------------|--|--------------------|
| InstructionStart   | The name of the instruction element on the timeline. |                    |
| InstructionEnd     | The name of the instruction element on the timeline  |                    |
| ImageStart         | The name of the image file                           |                    |

| <b>StudioEvent</b>       | <b>StudioEventData</b>                  | <b>Description</b>   |
|--------------------------|---|--|
| ImageEnd                 | The name of the image file              |  |
| MovieStart               | The name of the movie file              |  |
| MovieEnd                 | The name of the movie file              |  |
| ScreenRecStarted         | N/A                                     | This event is created when a screen recording starts. When a web stimulus is used, there will be a ScreenRecStarted event before the web browser gets launched and a ScreenRecEnded when the web browser gets closed either manually or by stepping to the next element on the timeline. |
| ScreenRecEnded           | N/A                                     | This event is created when a screen recording starts. When a web stimulus is used, there will be a ScreenRecStarted event before the web browser gets launched and a ScreenRecEnded when the web browser gets closed either manually or by stepping to the next element on the timeline. |
| URLStart                 | The URL of the webpage shown            |  |
| URLEnd                   | The URL of the webpage shown            |  |
| QuestionEnded            | The question text                       |  |
| PDFPageStarted           | The name of the PDF file_<br>pagenumber |  |
| PDFPageEnded             | The name of the PDF file_<br>pagenumber |  |
| GlassesRecording-Started | N/A                                     | This event is created when the recording imported from the glasses recording unit starts.  |
| GlassesRecording-Ended   | N/A                                     | This event is created when the recording imported from the glasses recording unit ends.  |
| [Log name]               | [Log description]                       | This event is created by the use of the built-in coding scheme feature in Tobii Studio and generated by the action of a person creating logs manually. The name and the description of the event are determined by the Tobii Studio user creating the logs.                              |

(g) Gaze event data and AOI activity information

| <b>Gaze event data and AOI activity information</b> | <b>Description</b>  | <b>Format</b> | <b>Reference system</b> |
|---|---|---------------|-------------------------|
| FixationIndex                                       | Represents the order in which a fixation event was recorded. The index is an auto-increment number starting with 1 (first gaze event detected). | Count         |                         |
| SaccadeIndex  | Represents the order in which a saccade event was recorded. The index is an auto-increment number starting with 1 (first gaze event detected).  | Count         |                         |

| <b>Gaze event data and AOI activity information</b> | <b>Description</b>   | <b>Format</b>                          | <b>Reference system</b> |
|---|--|--|-------------------------|
| GazeEventType                                       | Type of eye movement event classified by the fixation filter settings applied during the gaze data export.   | Fixation;<br>Saccade;<br>Unclassified. |                         |
| GazeEventDuration                                   | Duration of an eye movement event  | Milliseconds                           |                         |
| FixationPointX (MCSpx)                              | Horizontal coordinate of the fixation point on the media. Column empty if: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fixation is outside media</li> <li>▪ Media is covered</li> <li>▪ No media is displayed</li> </ul> This column is affected by the settings in the Fixation Filter Tab (in Global Settings)  | Pixels                                 | MCSpx                   |
| FixationPointY (MCSpx)                              | Vertical coordinate of the fixation point on the media. Column empty if: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fixation is outside media</li> <li>▪ Media is covered</li> <li>▪ No media is displayed</li> </ul> This column is affected by the settings in the Fixation Filter Tab (in Global Settings)  | Pixels                                 | MCSpx                   |
| SaccadicAmplitude                                   | Distance in visual degrees between the previous fixation location and the current fixation location as defined by the fixation filter.   | Degrees                                |                         |
| AbsoluteSaccadicDirection                           | Offset in degrees between the horizontal axis and the current fixation location where the previous fixation location is set as the origin.   | Degrees                                |                         |
| RelativeSaccadicDirection                           | The difference between the absolute saccadic direction of the current and previous saccade where the current saccade is between the current and previous fixation.   | Degrees                                |                         |
| AOI [Name of AOI] Hit                               | Report whether the AOI is active and whether the fixation is located inside of the AOI <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Empty = the media on which the AOI is positioned is inactive</li> <li>▪ -1 = AOI Inactive</li> <li>▪ 0 = AOI active, the fixation is not located in the AOI</li> <li>▪ 1 = AOI active and the fixation point is located inside of the AOI.</li> </ul> Enabling this column generates one column per AOI. | Empty;-1;0;1                           |                         |

Anhang 2: Übersicht der Klassifikation der Sätze in Phase 1

| #id | Typ                | Kategorie   | Satz  | Richtig / Falsch |
|-----|--------------------|---|---|------------------|
| 39  | Testsatz<br>(kurz) | A und B<br>(Verb im Singular)                       | Jeder Schüler und jede Schülerin haben ein Recht auf Unterricht                     | falsch           |
| 4   |                    |   | Kein Versprechen und keine Drohung werden mich davon abhalten                       | falsch           |
| 40  |                    | A und B<br>(Verb im Plural)                         | Vollkorn und Weizenbrot wird gleich viel verkauft                                   | falsch           |
| 20  |                    |   | Gespannt folgen Dennis und seine Freundin Lena dem Schulunterricht                  | richtig          |
| 1   |                    | nicht nur A<br>sondern auch B<br>(Verb im Singular) | Da sind nicht nur Scharfsinnigkeit, sondern auch Fingerfertigkeit gefordert         | falsch           |
| 22  |                    |   | Nicht nur die Eltern, sondern auch der Rest der Familie arbeitet im Familienbetrieb | richtig          |
| 7   |                    | nicht nur A<br>sondern auch B<br>(Verb im Plural)   | Nicht nur der Sohn, sondern auch die Töchter sind enterbt worden                    | richtig          |
| 38  |                    |   | Nicht nur das Wetter, sondern auch die Stürme scheinen schlecht zu sein             | richtig          |
| 12  |                    | sowohl A als/wie<br>auch B<br>(Verb im Singular)    | Sowohl Essen als auch Trinken geraten für immer mehr Menschen in den Vordergrund    | falsch           |
| 32  |                    |   | Sowohl Positives als auch Negatives sollten berücksichtigt werden                   | falsch           |

|    |   |  |   |   |        |
|----|---|--|---|---|--------|
| 37 |   | sowohl A als/wie<br>auch B<br>(Verb im Plural)   | Sowohl seine materiellen<br>Besitztümer also auch sein Geld<br>hilft ihm weiter | falsch  |        |
| 14 |   |  | Erzählt werden muss sowohl sein<br>Heldenmut als auch sein gutes<br>Herz        | falsch  |        |
| 30 |   | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt<br>(Singular) | Die Frau wartet auf den Bus   | richtig   |        |
| 10 |   |  | Der Fußballer schießt in das Tor  | richtig   |        |
| 33 |   | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt<br>(Plural)   | Die Hähne auf dem Dach krähen   | richtig   |        |
| 28 |   |  | Die Fische im Kühlschrank<br>gefrieren  | richtig   |        |
| 26 |   | falsche<br>Distraktoren<br>(kurz)                | A und B<br>(Verb im Singular)   | Danach wird jede Spieler und<br>jeder Spielerin feiern                            | falsch |
| 8  |   |  |   | Jeder Schüler und jede Schülerin<br>soll sich mit diesen Thematik<br>beschäftigen | falsch |
| 34 |   |  | A und B<br>(Verb im Plural)   | Den Präsidentin und ihr<br>Stellvertreter leiten die Sitzung                      | falsch |
| 19 |   |  |   | Hart geschossen, fliegen ein Ball<br>und Flummi sehr Schnelligkeit                | falsch |
| 25 | nicht nur A<br>sondern auch B<br>(Verb im Singular) |  | Nicht nur der Direktor sondern<br>auch sein Sekretärin ist abwesend             | falsch  |        |
| 21 |   |  | Nicht nur Hermann, sondern auch<br>Dieter ist Krankheit                         | falsch  |        |
| 18 | nicht nur A<br>sondern auch B<br>(Verb im Plural)   |  | Nicht nur ich, sondern auch allen<br>anderen sind weg                           | falsch  |        |
| 36 |   |  | Nicht nur die Fahrrad sondern<br>auch die Auto sind schrott                     | falsch  |        |
| 13 |   |  | Sowohl Kuchen als auch Torte ist<br>sehr Köstlichkeit                           | falsch  |        |

|    |                                 |   |  |  |         |
|----|---------------------------------|---|--|--|---------|
| 3  |                                 | sowohl A als/wie auch B<br>(Verb im Singular) | Sowohl Panik als auch Angst ist in Not Unbrauchbarkeit | falsch                                       |         |
| 9  |                                 | sowohl A als/wie auch B<br>(Verb im Plural)   | Sowohl Silvester als auch Karneval sind schöne Tagen   | falsch                                       |         |
| 35 |                                 |   | Sowohl den Bayern als auch dem Dortmund spielen gut    | falsch                                       |         |
| 17 |                                 | Subjekt mit Präpositionalobjekt<br>(Singular) |  | Das Tor auf der Garage ist kaputt            | falsch  |
| 29 |                                 |   |  | Das Spiel über dem Fernseher läuft gerade    | falsch  |
| 6  |                                 | Subjekt mit Präpositionalobjekt<br>(Plural)   |  | Die Meinungen unter die Themen sind geteilt  | falsch  |
| 23 |                                 |   |  | Seid letztem Jahr sind die Räder platt       | falsch  |
| 5  | richtige Distractoren<br>(kurz) | Singular                                      | Ich denke gerade an meinen nächsten Sommerurlaub       | richtig                                      |         |
| 11 |                                 |   | Erinnerst du dich noch, wie das Hotel heißt?           | richtig                                      |         |
| 16 |                                 |   | Bitte denk daran, dass ich heute später komme          | richtig                                      |         |
| 27 |                                 |   | Ich hoffe auf einen warmen Sommer                      | richtig                                      |         |
| 15 |                                 | Plural  |  | Wir warten auf unseren Freund                | richtig |
| 31 |                                 |   |  | Ida's Eltern passen auf Mia's Schwester auf  | richtig |
| 24 |                                 |   |  | Udo's Augen bringen Tränen hervor            | richtig |
| 2  |                                 |   |  | Alle fragen nach dem Befinden des Verletzten | richtig |

Anhang 3: Übersicht der Klassifikation der Sätze in Phase 2

| #id | Typ                | Kategorie   | Satz   | Richtig/Falsch |
|-----|--------------------|---|--|----------------|
| 61  | Testsatz<br>(lang) | A und B<br>(Verb im Singular)                       | So manche kreative Ader<br>zum Schreiben und<br>manche farbenfrohe und<br>grenzenlose Phantasie<br>lassen diesen Roman<br>entstehen      | falsch         |
| 77  |                    |   | Es lachen an einem eisig<br>kalten Sonnabend bei<br>starkem Schneefall jeder<br>Mann und jede Frau im<br>Garten                          | falsch         |
| 48  |                    | A und B<br>(Verb im Plural)                         | Die neue<br>Fußballmannschaft des<br>Heimteams und der<br>Volleyballverein der<br>gleichen Heimat hat gleich<br>viele Spieler im Kader   | falsch         |
| 57  |                    |   | Die nette Kundeberaterin<br>aus der AOK von nebenan<br>und ihre Chefin, die<br>ziemlich unfreundliche<br>ist, sitzen auf der<br>Parkbank | richtig        |
| 69  |                    | nicht nur A<br>sondern auch B<br>(Verb im Singular) | Man muss aber auch<br>sagen, dass nicht nur ihr<br>Einsatz, sondern auch ihre<br>Opferbereitschaft erwähnt<br>werden müssen              | falsch         |

|    |  |   |   |        |
|----|--|---|---|--------|
| 59 |  |   | Nicht nur der gutaussehende Chefkoch, sondern auch der faule Angestellte arbeiten in einem Restaurant in Stuttgart  | falsch |
| 65 |  | nicht nur A sondern auch B (Verb im Plural) | Nicht nur ein Großteil der Faktoren, die Ursachen für Krankheiten sind, sondern auch die Krankheitserreger selbst, die unentdeckt sind, ist, laut Pressebericht, noch nicht bekannt | falsch |
| 74 |  |   | Nicht nur die Idee, die für die Entdeckung eine große spielte, sondern auch die Vorgehensweisen, die unabdingbar sind, kann nachvollzogen werden                                    | falsch |
| 64 |  | sowohl A als/wie auch B (Verb im Singular)  | Voller freude gehen an einem angenehmen Mittwoch sowohl ein Lehrmeister als auch sein Lehrling aus der Werkstatt um zu bowlen   | falsch |
| 54 |  |   | Sowohl der Umweltminister wie auch Greenpeace haben sich stark für dieses Projekt engagiert   | falsch |
| 71 |  |   | Sowohl Vätern, als auch deren Frauen, die   | falsch |

|    |                                |   |   |  |
|----|--------------------------------|---|---|--|
|    |                                |   | übereifrig ihre Kinder erziehen, steht ein Kindergeldanspruch zu  |  |
| 67 |                                | sowohl A als/wie auch B<br>(Verb im Plural)   | Sowohl Trainer als auch Kapitän wurden nach dem gewonnenen Finale mächtig gefeiert  | richtig                                |
| 56 |                                | Subjekt mit Präpositionalobjekt<br>(Singular) | Das Comicbuch, das in den Läden um die Ecke zu kaufen ist, ist eines der besten Mangahefte, die ich jemals in meinem Leben gelesen habe | richtig                                |
| 45 |                                |   | Die Leute lachen heute noch darüber, dass dein Witz auf der Party damals so schlecht war  | richtig                                |
| 62 |                                | Subjekt mit Präpositionalobjekt<br>(Plural)   | Die Kinder der Angestellten Monika sind glücklich seit der guten Theateraufführung  | richtig                                |
| 58 |                                |   | Diese Annahmen, welche klar erkennbar und unwiderlegbar auf einem Irrtum basiert, ist klar  | falsch                                 |
| 78 | falsche Distractoren<br>(lang) | A und B<br>(Verb im Singular)                 | Ein auf das Baum sitzendes Vögelchen und ein auf das gleichen Baum herabhängendes Äffchen sitzt auf einem Baum                          | falsch                                 |
| 55 |                                |   |   | Schon manche Sachbearbeiterin, mancher |

|    |  |   |  |        |
|----|--|---|--|--------|
|    |  |   | Sachbearbeiter und<br>mancher Abteilungsleiter<br>hat sich diese Frage<br>gestellt   |        |
| 79 |  |   | Ein älterer Dame aus<br>Bayern und sein jüngster<br>Sohn aus dem schönen<br>Baden-Württemberg<br>gehen spazieren   | falsch |
| 76 |  | A und B<br>(Verb im Plural)                         | Motiviert durch<br>Tatendrang läuft der neue<br>Schreinerin Richardt und<br>der frisch eingestellte<br>Azubi Dennis aus<br>Niederbayern in ihre<br>Schreinerei | falsch |
| 49 |  | nicht nur A<br>sondern auch B<br>(Verb im Singular) | Nicht nur Buch sondern<br>auch Magazin, welcher<br>beide heutzutage in<br>Massen produziert<br>werden, ist literarisch<br>wertvoll                             | falsch |
| 50 |  |   | Nicht nur die Chemiker<br>sondern auch der Lehrer<br>speist heute hinten im<br>Chemielabor, über den die<br>Experimente stattfinden                            | falsch |
| 80 |  | nicht nur A<br>sondern auch B<br>(Verb im Plural)   | Wenn du jetzt bestätigst<br>können danach nicht nur<br>die Skalierung sondern<br>auch die Farbtöne jemals  | falsch |

|    |  |  |  |        |
|----|--|--|--|--------|
|    |  |  | wieder veränderbar<br>werden   |        |
| 47 |  |  | Nicht nur die gesetzlichen<br>Regelungen, die einen<br>legalen Rahmen in Bezug<br>auf Verbandsgründung<br>bieten, sondern auch die<br>äußerlichen Umstände,<br>sollen Beachtung erwidert<br>werden | falsch |
| 75 |  | sowohl A als/wie<br>auch B<br>(Verb im Singular) | Sowohl ein sehr bekannten<br>als auch ein in<br>Vergangenheit sehr gut<br>besuchten Stück wird<br>heute Abend im Theater<br>aufgeführt   | falsch |
| 73 |  |  | Sowohl den eine als auch<br>den andere Gericht, was es<br>im Restaurant zu essen<br>gibt, schmeckt super<br>lecker   | falsch |
| 63 |  | sowohl A als/wie<br>auch B<br>(Verb im Plural)   | Sowohl der Rasenmäher<br>als auch die<br>Geschirrspülmaschine<br>haben gestern den Geister<br>aufgegeben   | falsch |
| 51 |  |  | Sowohl die Künstler als<br>auch die Manager sind<br>hinten in der Lobbyisten<br>und spielen Dart   | falsch |
| 44 |  |  | Schon den ganzen lieben<br>langen Tag warte ich um   | falsch |

|    |                              |  |   |         |
|----|------------------------------|--|---|---------|
|    |                              |  | meinen Kumpel, der immer zu spät kommt  |         |
| 43 |                              | Subjekt mit Präpositionalobjekt (Singular) | Mein Notebook ist um das Hardcover, welches ist letzten im Internet billig ersteigert habe  | falsch  |
| 60 |                              | Subjekt mit Präpositionalobjekt (Plural)   | Die Arbeiter warten über die Gelder, welche ihnen von Ihrem unzuverlässigen Arbeitgeber noch zustehen                             | falsch  |
| 52 |                              |  | Meistens warten die Lehrer, um die notbangenden Schüler zum Schluss jeder Klausur   | falsch  |
| 66 | richtige Distractoren (lang) | Singular                                   | Trotz guter Leistung rechnet er mit seiner baldigen Kündigung, die er nun wirklich als letzter verdient hätte                     | richtig |
| 46 |                              |  | Marcel will nicht mit in den neue, aufregendes Freizeitpark, der die größten Attraktionen europas bietet                          | richtig |
| 41 |                              |  | In das neue Kino, welches erst letztern Sonntag mit einer großen Filmpremiere geöffnet hat, geht Daniel am Sonntag aus Langeweile | richtig |
| 68 |                              |  | Er wurde zwei Jahre später aufgrund seiner guten  | richtig |

|    |  |        |   |         |
|----|--|--------|---|---------|
|    |  |        | Arbeit der neue<br>Abteilungsleiter   |         |
| 53 |  | Plural | Viele Menschen halten es<br>nicht lange aus, nichts zu<br>tun, da sie sich sonst<br>unnützt und wertlos<br>vorkommen                            | richtig |
| 70 |  |        | Andere, deren Namen jetzt<br>hier aber nicht aufgeführt<br>werden, sind daran<br>gewöhnnt, im Stress zu sein                                    | richtig |
| 42 |  |        | Manchmal bedauern es die<br>anderen, dass die<br>allgemeine Arbeitsmoral<br>nachlässt   | richtig |
| 72 |  |        | Viele Arbeitgeber sind<br>dazu bereit, Überstunden<br>zu machen, auch wenn<br>dies bedeutet, dass sie fern<br>von ihren Familien sein<br>werden | richtig |

Anhang 4: Auswertungsbögen für das Festhalten der Entscheidungen aller Phasen

**Antworten einer Versuchsdurchführung**

Proband Nr.: \_\_\_\_\_

Phase 1

|         | R | F | n/a |         | R | F | n/a |         | R | F | n/a |         |  |  |  |
|---------|---|---|-----|---------|---|---|-----|---------|---|---|-----|---------|--|--|--|
| Satz 1  |   |   |     | Satz 11 |   |   |     | Satz 21 |   |   |     | Satz 31 |  |  |  |
| Satz 2  |   |   |     | Satz 12 |   |   |     | Satz 22 |   |   |     | Satz 32 |  |  |  |
| Satz 3  |   |   |     | Satz 13 |   |   |     | Satz 23 |   |   |     | Satz 33 |  |  |  |
| Satz 4  |   |   |     | Satz 14 |   |   |     | Satz 24 |   |   |     | Satz 34 |  |  |  |
| Satz 5  |   |   |     | Satz 15 |   |   |     | Satz 25 |   |   |     | Satz 35 |  |  |  |
| Satz 6  |   |   |     | Satz 16 |   |   |     | Satz 26 |   |   |     | Satz 36 |  |  |  |
| Satz 7  |   |   |     | Satz 17 |   |   |     | Satz 27 |   |   |     | Satz 37 |  |  |  |
| Satz 8  |   |   |     | Satz 18 |   |   |     | Satz 28 |   |   |     | Satz 38 |  |  |  |
| Satz 9  |   |   |     | Satz 19 |   |   |     | Satz 29 |   |   |     | Satz 39 |  |  |  |
| Satz 10 |   |   |     | Satz 20 |   |   |     | Satz 30 |   |   |     | Satz 40 |  |  |  |

Phase 2

|         | R | F | n/a |         | R | F | n/a |         | R | F | n/a |         |  |  |  |
|---------|---|---|-----|---------|---|---|-----|---------|---|---|-----|---------|--|--|--|
| Satz 41 |   |   |     | Satz 51 |   |   |     | Satz 61 |   |   |     | Satz 71 |  |  |  |
| Satz 42 |   |   |     | Satz 52 |   |   |     | Satz 62 |   |   |     | Satz 72 |  |  |  |
| Satz 43 |   |   |     | Satz 53 |   |   |     | Satz 63 |   |   |     | Satz 73 |  |  |  |
| Satz 44 |   |   |     | Satz 54 |   |   |     | Satz 64 |   |   |     | Satz 74 |  |  |  |
| Satz 45 |   |   |     | Satz 55 |   |   |     | Satz 65 |   |   |     | Satz 75 |  |  |  |
| Satz 46 |   |   |     | Satz 56 |   |   |     | Satz 66 |   |   |     | Satz 76 |  |  |  |
| Satz 47 |   |   |     | Satz 57 |   |   |     | Satz 67 |   |   |     | Satz 77 |  |  |  |
| Satz 48 |   |   |     | Satz 58 |   |   |     | Satz 68 |   |   |     | Satz 78 |  |  |  |
| Satz 49 |   |   |     | Satz 59 |   |   |     | Satz 69 |   |   |     | Satz 79 |  |  |  |
| Satz 50 |   |   |     | Satz 60 |   |   |     | Satz 70 |   |   |     | Satz 80 |  |  |  |

Phase 3

---

---

---

---

---

---

---

---

Phase 4

|         | R | F | n/a |         | R | F | n/a |
|---------|---|---|-----|---------|---|---|-----|
| Satz 81 |   |   |     | Satz 90 |   |   |     |
| Satz 82 |   |   |     | Satz 91 |   |   |     |
| Satz 83 |   |   |     | Satz 92 |   |   |     |
| Satz 84 |   |   |     | Satz 93 |   |   |     |
| Satz 85 |   |   |     | Satz 94 |   |   |     |
| Satz 86 |   |   |     | Satz 95 |   |   |     |
| Satz 87 |   |   |     | Satz 96 |   |   |     |
| Satz 88 |   |   |     | Satz 97 |   |   |     |
| Satz 89 |   |   |     | Satz 98 |   |   |     |

Anhang 5: Auswertungsbogen des Feedbacks zum Compass-System

**Proband Nr.:** \_\_\_\_\_

*Wie wurden die Baumstrukturen des Compass-Systems wahrgenommen?  
Allgemein wahrgenommen wurde...*

*positiv aufgefallen:*

*negativ aufgefallen:*

*Wie hätte die/der Probandin/Proband die linguistischen Informationen vermittelt?*

Anhang 6: Legende der Klassifizierung der Sätze

|                     |  |
|---------------------|--|
| Phase               | 1  |
|                     | 2  |
|                     | 3  |
|                     | 4  |
| #id                 | einzigartig                                      |
| Typ                 | Testsatz (lang)                                  |
|                     | Testsatz (kurz)                                  |
|                     | Distractor (lang)                                |
|                     | Distractor (kurz)                                |
| Richtig /<br>Falsch | Testsatz (lang)                                  |
|                     | Testsatz (kurz)                                  |
|                     | Distractor (lang)                                |
|                     | Distractor (kurz)                                |
| Kategorie           | A und B<br>(Verb im Singular)                    |
|                     | A und B<br>(Verb im Plural)                      |
|                     | nicht nur A sondern auch B<br>(Verb im Singular) |
|                     | nicht nur A sondern auch B<br>(Verb im Plural)   |
|                     | sowohl A als/wie auch B<br>(Verb im Singular)    |
|                     | sowohl A als/wie auch B<br>(Verb im Plural)      |
|                     | Subjekt mit Präpositionalobjekt (Singular)       |
|                     | Subjekt mit Präpositionalobjekt (Plural)         |

Anhang 7: Gesamtübersicht aller Korrektheitsentscheide der einzelnen Probanden in Phase 1

(a) Probandinnen/Probanden 1-10

| Satznummer    | Prob1 | Prob2 | Prob3 | Prob4 | Prob5 | Prob6 | Prob7 | Prob8 | Prob9 | Prob10 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Satz 1.1.jpg  | f     | r     | r     | f     | r     | r     | r     | r     | f     | f      |
| Satz 1.10.jpg | f     | f     | r     | r     | f     | r     | r     | r     | r     | r      |
| Satz 1.12.jpg | r     | f     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | f     | r      |
| Satz 1.14.jpg | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | f     | r     | r      |
| Satz 1.20.jpg | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | f      |
| Satz 1.22.jpg | r     | r     | f     | r     | f     | r     | r     | r     | f     | r      |
| Satz 1.28.jpg | r     | f     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r      |
| Satz 1.30.jpg | f     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r      |
| Satz 1.32.jpg | r     | f     | f     | r     | r     | r     | f     | r     | r     | r      |
| Satz 1.33.jpg | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | f     | r      |
| Satz 1.37.jpg | f     | f     | f     | r     | r     | r     | r     | f     | f     | r      |
| Satz 1.38.jpg | r     | r     | f     | r     | r     | r     | r     | f     | r     | f      |
| Satz 1.39.jpg | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r      |
| Satz 1.4.jpg  | r     | r     | r     | r     | r     | r     | f     | f     | r     | r      |
| Satz 1.40.jpg | f     | r     | f     | r     | r     | f     | r     | f     | f     | r      |
| Satz 1.7.jpg  | r     | f     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | f      |

(b) Probandinnen/Probanden 11-20

| Satznummer    | Prob11 | Prob12 | Prob13 | Prob14 | Prob15 | Prob16 | Prob17 | Prob18 | Prob19 | Prob20 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Satz 1.1.jpg  | r      | r      | f      | f      | f      | r      | f      | f      | r      | r      |
| Satz 1.10.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | r      | f      | r      | r      | r      |
| Satz 1.12.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 1.14.jpg | f      | f      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | f      | r      |
| Satz 1.20.jpg | r      | f      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 1.22.jpg | f      | r      | r      | r      | r      | r      | f      | r      | r      | r      |
| Satz 1.28.jpg | r      | r      | f      | r      | r      | f      | f      | r      | r      | r      |
| Satz 1.30.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | f      | r      | r      |
| Satz 1.32.jpg | r      | f      | r      | r      | f      | r      | r      | f      | r      | r      |
| Satz 1.33.jpg | r      | r      | r      | f      | r      | r      | f      | r      | r      | f      |
| Satz 1.37.jpg | na     | f      | r      | r      | r      | r      | f      | r      | f      | f      |
| Satz 1.38.jpg | r      | f      | r      | r      | r      | r      | f      | r      | r      | r      |
| Satz 1.39.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 1.4.jpg  | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | f      |
| Satz 1.40.jpg | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 1.7.jpg  | r      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |

Anhang 8: Gesamtübersicht aller Korrektheitsentscheide der einzelnen Probanden in Phase 2

(a) Probandinnen/Probanden 1-10

| Satznummer    | Prob1 | Prob2 | Prob3 | Prob4 | Prob5 | Prob6 | Prob7 | Prob8 | Prob9 | Prob10 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Satz 2.45.jpg | r     | r     | r     | r     | f     | r     | r     | r     | r     | f      |
| Satz 2.48.jpg | f     | f     | f     | r     | f     | r     | f     | r     | f     | f      |
| Satz 2.54.jpg | f     | f     | r     | r     | r     | r     | r     | f     | r     | f      |
| Satz 2.56.jpg | f     | r     | r     | r     | f     | f     | r     | r     | r     | f      |
| Satz 2.57.jpg | f     | f     | f     | f     | f     | f     | f     | f     | r     | f      |
| Satz 2.58.jpg | f     | f     | f     | f     | f     | f     | f     | r     | f     | r      |
| Satz 2.59.jpg | r     | f     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | f     | f      |
| Satz 2.61.jpg | f     | r     | f     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r      |
| Satz 2.62.jpg | f     | r     | r     | r     | f     | r     | r     | f     | r     | r      |
| Satz 2.64.jpg | f     | f     | r     | f     | f     | f     | f     | f     | f     | f      |
| Satz 2.65.jpg | f     | f     | na    | f     | r     | r     | f     | f     | f     | f      |
| Satz 2.67.jpg | r     | f     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r      |
| Satz 2.69.jpg | r     | f     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r      |
| Satz 2.71.jpg | f     | f     | r     | r     | f     | r     | r     | f     | f     | f      |
| Satz 2.74.jpg | f     | f     | f     | f     | f     | f     | f     | f     | f     | f      |
| Satz 2.77.jpg | f     | f     | r     | r     | r     | r     | r     | f     | r     | f      |

(b) Probandinnen/Probanden 11-20

| Satznummer    | Prob11 | Prob12 | Prob13 | Prob14 | Prob15 | Prob16 | Prob17 | Prob18 | Prob19 | Prob20 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Satz 2.45.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 2.48.jpg | f      | f      | f      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 2.54.jpg | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | f      | r      |
| Satz 2.56.jpg | r      | r      | r      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 2.57.jpg | r      | f      | r      | f      | f      | f      | f      | f      | f      | f      |
| Satz 2.58.jpg | na     | f      | f      | f      | f      | r      | f      | f      | f      | f      |
| Satz 2.59.jpg | r      | r      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 2.61.jpg | r      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 2.62.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | f      | f      |
| Satz 2.64.jpg | r      | f      | r      | f      | r      | r      | f      | f      | r      | f      |
| Satz 2.65.jpg | f      | f      | na     | r      | r      | r      | f      | r      | f      | f      |
| Satz 2.67.jpg | f      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 2.69.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 2.71.jpg | f      | f      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | f      | r      |
| Satz 2.74.jpg | f      | f      | r      | r      | f      | f      | f      | f      | f      | f      |
| Satz 2.77.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | f      |

Anhang 9: Gesamtübersicht aller Korrektheitsentscheide der einzelnen Probanden in Phase 4

(a) Probandinnen/Probanden 1-10

| Satznummer    | Prob1 | Prob2 | Prob3 | Prob4 | Prob5 | Prob6 | Prob7 | Prob8 | Prob9 | Prob10 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Satz 4.10.jpg | r     | r     | r     | r     | r     | r     | r     | f     | f     | r      |
| Satz 4.11.jpg | f     | f     | r     | f     | r     | r     | r     | r     | f     | f      |
| Satz 4.12.jpg | r     | r     | f     | r     | r     | r     | r     | f     | f     | r      |
| Satz 4.13.jpg | f     | r     | f     | r     | f     | r     | r     | f     | r     | f      |
| Satz 4.14.jpg | f     | f     | f     | r     | f     | f     | f     | r     | f     | f      |
| Satz 4.15.jpg | f     | f     | f     | r     | r     | f     | f     | f     | r     | f      |
| Satz 4.16.jpg | f     | r     | f     | r     | f     | f     | f     | r     | f     | r      |
| Satz 4.17.jpg | r     | r     | f     | f     | r     | r     | f     | r     | f     | r      |
| Satz 4.18.jpg | r     | r     | r     | r     | f     | r     | r     | r     | f     | r      |
| Satz 4.19.jpg | r     | r     | r     | f     | r     | r     | f     | r     | r     | r      |
| Satz 4.20.jpg | f     | f     | r     | r     | f     | f     | f     | f     | r     | f      |
| Satz 4.21.jpg | r     | r     | f     | r     | f     | r     | r     | r     | f     | r      |
| Satz 4.22.jpg | f     | f     | r     | f     | r     | f     | f     | f     | r     | f      |
| Satz 4.23.jpg | f     | f     | f     | r     | f     | f     | f     | f     | r     | r      |
| Satz 4.24.jpg | r     | r     | f     | f     | r     | r     | r     | f     | f     | r      |
| Satz 4.25.jpg | f     | f     | r     | f     | f     | f     | f     | f     | f     | f      |
| Satz 4.8.jpg  | r     | r     | r     | f     | r     | r     | f     | r     | r     | f      |
| Satz 4.9.jpg  | f     | f     | r     | r     | r     | f     | r     | na    | r     | r      |

(b) Probandinnen/Probanden 11-20

| Satznummer    | Prob11 | Prob12 | Prob13 | Prob14 | Prob15 | Prob16 | Prob17 | Prob18 | Prob19 | Prob20 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Satz 4.10.jpg | f      | na     | r      | na     | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 4.11.jpg | f      | r      | r      | f      | f      | r      | r      | r      | r      | f      |
| Satz 4.12.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | f      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 4.13.jpg | r      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 4.14.jpg | r      | f      | r      | r      | f      | f      | f      | f      | f      | r      |
| Satz 4.15.jpg | f      | f      | na     | f      | f      | f      | f      | f      | f      | f      |
| Satz 4.16.jpg | f      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | f      | r      | f      |
| Satz 4.17.jpg | f      | r      | r      | f      | r      | f      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 4.18.jpg | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | f      |
| Satz 4.19.jpg | r      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 4.20.jpg | f      | r      | r      | f      | f      | f      | f      | f      | f      | r      |
| Satz 4.21.jpg | r      | r      | na     | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 4.22.jpg | r      | f      | na     | r      | f      | f      | f      | f      | f      | r      |
| Satz 4.23.jpg | r      | r      | na     | r      | f      | f      | f      | f      | f      | r      |
| Satz 4.24.jpg | f      | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 4.25.jpg | r      | r      | f      | f      | f      | f      | f      | f      | f      | f      |
| Satz 4.8.jpg  | r      | f      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      | r      |
| Satz 4.9.jpg  | r      | f      | r      | r      | f      | f      | f      | f      | f      | f      |

Anhang 10: Blickfixations-Dauer bezüglich Subjekt und Verb in Phase 1

| Satz          |           | Summe in Sekunden | Durchschnitt | Gesamt       |
|---------------|-----------|-------------------|--------------|--------------|
|               |           |                   | t            | Subjekt/Verb |
| Satz 1.1.jpg  | Subjekt 1 | 19,46             | 0,97         | 69,04        |
|               | Subjekt 2 | 49,58             | 2,48         |              |
|               | Verb      | 11,92             | 0,92         | 11,92        |
| Satz 1.10.jpg | Subjekt 1 | 3,07              | 0,16         | 3,07         |
|               | Verb      | 5,24              | 0,28         | 5,24         |
| Satz 1.12.jpg | Subjekt 1 | 13,46             | 0,79         | 40,67        |
|               | Subjekt 2 | 27,21             | 1,6          |              |
|               | Verb      | 25,25             | 1,33         | 25,25        |
| Satz 1.14.jpg | Subjekt 1 | 26,19             | 1,38         | 52,24        |
|               | Subjekt 2 | 26,05             | 3,72         |              |
|               | Verb      | 18,66             | 1,24         | 18,66        |
| Satz 1.20.jpg | Subjekt 1 | 28,96             | 1,7          | 61,48        |
|               | Subjekt 2 | 32,52             | 1,63         |              |
|               | Verb      | 14,25             | 0,84         | 14,25        |
| Satz 1.22.jpg | Subjekt 1 | 29,62             | 1,48         | 73,24        |
|               | Subjekt 2 | 43,62             | 2,3          |              |
|               | Verb      | 41,72             | 2,09         | 41,72        |
| Satz 1.28.jpg | Subjekt 1 | 5,46              | 0,3          | 5,46         |
|               | Verb      | 25,19             | 1,26         | 25,19        |
| Satz 1.30.jpg | Subjekt 1 | 4,93              | 0,29         | 4,93         |
|               | Verb      | 4,43              | 0,22         | 4,43         |
| Satz 1.32.jpg | Subjekt 1 | 8,68              | 0,48         | 11,92        |
|               | Subjekt 2 | 3,24              | 0,18         |              |
|               | Verb      | 34,25             | 1,8          | 34,25        |
| Satz 1.33.jpg | Subjekt 1 | 6,95              | 0,37         | 6,95         |
|               | Verb      | 25,73             | 1,35         | 25,73        |
| Satz 1.37.jpg | Subjekt 1 | 16,31             | 0,86         | 53,09        |

|                |           |       |       |        |
|----------------|-----------|-------|-------|--------|
|                | Subjekt 2 | 36,78 | 2,83  |        |
|                | Verb      | 56,58 | 3,33  | 56,58  |
| Satz 1.38.jpg  | Subjekt 1 | 12,41 | 0,65  | 90,07  |
|                | Subjekt 2 | 28,88 | 1,52  |        |
|                | Verb      | 48,78 | 2,71  | 48,78  |
| Satz 1.39.jpg  | Subjekt 1 | 8,5   | 0,47  | 20,07  |
|                | Subjekt 2 | 11,57 | 0,64  |        |
|                | Verb      | 20,08 | 1,12  | 20,08  |
| Satz 1.4.jpg   | Subjekt 1 | 7,77  | 0,41  | 19,18  |
|                | Subjekt 2 | 11,41 | 0,57  |        |
|                | Verb      | 34,09 | 1,79  | 34,09  |
| Satz 1.40.jpg  | Subjekt 1 | 5,43  | 0,34  | 18,56  |
|                | Subjekt 2 | 13,13 | 0,69  |        |
|                | Verb      | 22,6  | 1,51  | 22,6   |
| Satz 1.7.jpg   | Subjekt 1 | 6,24  | 0,37  | 31,82  |
|                | Subjekt 2 | 25,58 | 1,28  |        |
|                | Verb      | 46,73 | 2,6   | 46,73  |
| Gesamt Subjekt |           |       | 28,09 | 561,79 |
| Gesamt Verb    |           |       | 21,78 | 435,5  |
| Gesamt         |           |       | 49,86 | 997,29 |

#### Anhang 11: Blickfixations-Dauer bezüglich Subjekt und Verb in Phase 2

| Satz      |           | Summe in Sekunden | Durchschnitt | Gesamt Subjekt/Verb |
|-----------|-----------|-------------------|--------------|---------------------|
| Satz 2.45 | Subjekt 1 | 10,52             | 0,62         | 10,52               |
|           | Verb      | 60,56             | 5,05         |                     |
| Satz 2.48 | Subjekt 1 | 5,49              | 0,29         | 78,26               |
|           | Subjekt 2 | 72,77             | 3,64         |                     |
|           | Verb      | 56,77             | 5,68         | 56,77               |
| Satz 2.54 | Subjekt 1 | 5,85              | 0,29         | 55,06               |

|           |           |        |       |        |
|-----------|-----------|--------|-------|--------|
|           | Subjekt 2 | 49,21  | 2,46  |        |
|           | Verb      | 67,68  | 3,56  | 67,68  |
| Satz 2.56 | Subjekt 1 | 9,97   | 0,5   | 9,97   |
|           | Verb      | 53,56  | 5,95  | 53,56  |
| Satz 2.57 | Subjekt 1 | 3,86   | 0,19  | 72,59  |
|           | Subjekt 2 | 68,73  | 4,3   |        |
|           | Verb      | 94,57  | 6,76  |        |
| Satz 2.58 | Subjekt 1 | 5,37   | 0,27  | 5,37   |
|           | Verb      | 58,51  | 6,5   | 58,51  |
| Satz 2.59 | Subjekt 1 | 37,1   | 1,86  | 99,72  |
|           | Subjekt 2 | 62,62  | 4,17  |        |
|           | Verb      | 75,44  | 4,19  |        |
| Satz 2.61 | Subjekt 1 | 35,84  | 1,99  | 106,18 |
|           | Subjekt 2 | 70,34  | 4,14  |        |
|           | Verb      | 82,75  | 4,87  |        |
| Satz 2.62 | Subjekt 1 | 4,96   | 0,26  | 4,96   |
|           | Verb      | 53,03  | 3,12  | 53,03  |
| Satz 2.64 | Subjekt 1 | 59,92  | 4,61  | 133,02 |
|           | Subjekt 2 | 73,1   | 5,22  |        |
|           | Verb      | 26,11  | 1,31  |        |
| Satz 2.65 | Subjekt 1 | 27,89  | 1,47  | 165,63 |
|           | Subjekt 2 | 137,74 | 7,25  |        |
|           | Verb      | 132,6  | 11,05 |        |
| Satz 2.67 | Subjekt 1 | 8,38   | 0,42  | 28,35  |
|           | Subjekt 2 | 19,97  | 1,11  |        |
|           | Verb      | 27,85  | 1,47  |        |
| Satz 2.69 | Subjekt 1 | 50,65  | 2,53  | 114,54 |
|           | Subjekt 2 | 63,89  | 3,36  |        |
|           | Verb      | 87,08  | 5,44  |        |
| Satz 2.71 | Subjekt 1 | 23,92  | 1,26  | 68,21  |
|           | Subjekt 2 | 44,29  | 2,33  |        |

|                |           |       |        |         |
|----------------|-----------|-------|--------|---------|
|                | Verb      | 86,43 | 5,76   | 86,43   |
| Satz 2.74      | Subjekt 1 | 12,07 | 0,6    | 74,7    |
|                | Subjekt 2 | 62,63 | 4,82   |         |
|                | Verb      | 67,56 | 8,45   | 67,56   |
| Satz 2.77      | Subjekt 1 | 69,22 | 4,94   | 146,42  |
|                | Subjekt 2 | 77,2  | 6,43   |         |
|                | Verb      | 8,66  | 0,46   | 8,66    |
| Gesamt Subjekt |           |       | 58,68  | 1173,5  |
| Gesamt Verb    |           |       | 51,96  | 1039,16 |
| Gesamt         |           |       | 110,63 | 2212,66 |

Anhang 12: Blickfixations-Dauer bezüglich Subjekt und Verb in Phase 4

| Satz      |           | Summe in Sekunden | Durchschnitt | Gesamt Subjekt/Verb |
|-----------|-----------|-------------------|--------------|---------------------|
| Satz 4.1  | Subjekt 1 | 122,54            | 17,51        | 122,54              |
|           | Verb      | 184,92            | 18,49        | 184,92              |
| Satz 4.10 | Subjekt 1 | 101,5             | 11,28        | 101,5               |
|           | Verb      | 99,79             | 8,32         | 99,79               |
| Satz 4.11 | Subjekt 1 | 87,47             | 6,25         | 218,14              |
|           | Subjekt 2 | 130,67            | 10,89        |                     |
|           | Verb      | 35,49             | 3,23         | 35,49               |
| Satz 4.12 | Subjekt 1 | 57,11             | 6,35         | 140,2               |
|           | Subjekt 2 | 83,09             | 8,31         |                     |
|           | Verb      | 53,88             | 5,39         | 53,88               |
| Satz 4.13 | Subjekt 1 | 33,64             | 2,8          | 79,77               |
|           | Subjekt 2 | 46,13             | 4,61         |                     |
|           | Verb      | 52,64             | 4,79         | 52,64               |
| Satz 4.14 | Subjekt 1 | 97,32             | 10,81        | 97,32               |
|           | Verb      | 129,72            | 12,97        | 129,72              |
| Satz 4.15 | Subjekt 1 | 49,65             | 4,51         | 121,33              |
|           | Subjekt 2 | 71,68             | 5,97         |                     |
|           | Verb      | 69,32             | 4,95         | 69,32               |
| Satz 4.16 | Subjekt 1 | 55,85             | 4,3          | 55,85               |
|           | Verb      | 100,44            | 8,37         | 100,44              |
| Satz 4.17 | Subjekt 1 | 18,25             | 2,28         | 18,25               |
|           | Verb      | 54,2              | 3,87         | 54,2                |
| Satz 4.18 | Subjekt 1 | 15,94             | 1,59         | 15,94               |
|           | Verb      | 91,72             | 9,17         | 91,72               |
| Satz 4.19 | Subjekt 1 | 79,76             | 5,32         | 79,76               |
|           | Verb      | 115,55            | 7,7          | 115,55              |
| Satz 4.2  | Subjekt 1 | 78,56             | 11,22        | 78,56               |

|                |           |        |       |         |
|----------------|-----------|--------|-------|---------|
|                | Verb      | 34,99  | 7     | 34,99   |
| Satz 4.20      | Subjekt 1 | 42,25  | 3,25  | 42,25   |
|                | Verb      | 42,34  | 3,26  | 42,34   |
| Satz 4.21      | Subjekt 1 | 48,35  | 4,03  | 70,75   |
|                | Subjekt 2 | 22,4   | 5,6   |         |
|                | Verb      | 47,72  | 3,41  | 47,72   |
| Satz 4.22      | Subjekt 1 | 32,93  | 2,99  | 32,93   |
|                | Verb      | 43,57  | 4,36  | 43,57   |
| Satz 4.23      | Subjekt 1 | 21,32  | 2,37  | 21,32   |
|                | Verb      | 61,65  | 4,4   | 61,65   |
| Satz 4.24      | Subjekt 1 | 9,78   | 0,89  | 9,78    |
|                | Verb      | 40,62  | 4,51  | 40,62   |
| Satz 4.3       | Subjekt 1 | 70,24  | 14,05 | 70,24   |
|                | Verb      | 51,19  | 12,8  | 51,19   |
| Satz 4.4       | Subjekt 1 | 1,83   | 0,92  | 1,83    |
|                | Verb      | 33,23  | 8,31  | 33,23   |
| Satz 4.5       | Subjekt 1 | 41,82  | 6,97  | 41,82   |
|                | Verb      | 32,82  | 4,69  | 32,82   |
| Satz 4.6       | Subjekt 1 | 5,58   | 5,58  | 5,58    |
|                | Verb      | 20,09  | 2,01  | 20,09   |
| Satz 4.7       | Subjekt 1 | 147,92 | 8,7   | 293,53  |
|                | Subjekt 2 | 145,61 | 11,2  |         |
|                | Verb      | 79,47  | 5,68  | 79,47   |
| Satz 4.8       | Subjekt 1 | 132,92 | 13,29 | 152,02  |
|                | Subjekt 2 | 19,1   | 6,37  |         |
|                | Verb      | 108,29 | 6,77  | 108,29  |
| Satz 4.9       | Subjekt 1 | 44,89  | 4,49  | 74,18   |
|                | Subjekt 2 | 29,29  | 4,88  |         |
|                | Verb      | 47,04  | 3,36  | 47,04   |
| Gesamt Subjekt |           |        | 97,27 | 1945,39 |
| Gesamt Verb    |           |        | 81,53 | 1630,69 |

|        |        |         |
|--------|--------|---------|
| Gesamt | 178,80 | 3576,08 |
|--------|--------|---------|

Anhang 13: Blickfixations-Dauer bezüglich Satzkategorie, Numerus und Satzlänge in Phase 1

| Satz             | Satzkategorie                   | Numerus  | Satzlänge | Gesamtsumme in Sekunden |
|------------------|---------------------------------|----------|-----------|-------------------------|
| Satz<br>1.40.jpg | A und B                         | Plural   | kurz      | 41,16                   |
| Satz<br>1.20.jpg | A und B                         | Plural   | kurz      | 75,73                   |
| Satz<br>1.39.jpg | A und B                         | Singular | kurz      | 40,15                   |
| Satz<br>1.4.jpg  | A und B                         | Singular | kurz      | 53,27                   |
| Satz<br>1.7.jpg  | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | kurz      | 78,55                   |
| Satz<br>1.38.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | kurz      | 90,07                   |
| Satz<br>1.1.jpg  | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | kurz      | 80,96                   |
| Satz<br>1.22.jpg | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | kurz      | 114,96                  |
| Satz<br>1.14.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | kurz      | 70,9                    |
| Satz<br>1.37.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | kurz      | 109,67                  |
| Satz<br>1.32.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz      | 46,17                   |
| Satz<br>1.12.jpg | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz      | 65,92                   |
| Satz<br>1.28.jpg | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 30,65                   |

|                  |                                    |              |      |       |
|------------------|------------------------------------|--------------|------|-------|
| Satz<br>1.33.jpg | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | Plural       | kurz | 32,68 |
| Satz<br>1.10.jpg | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | Singula<br>r | kurz | 8,31  |
| Satz<br>1.30.jpg | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | Singula<br>r | kurz | 9,36  |

Anhang 14: Blickfixations-Dauer bezüglich Satzkategorie, Numerus und Satzlänge in Phase 2

| Satz      | Satzkategorie                   | Numerus  | Satzlänge | Gesamtsumme in Sekunden |
|-----------|---------------------------------|----------|-----------|-------------------------|
| Satz 2.48 | A und B                         | Plural   | lang      | 135,03                  |
| Satz 2.57 | A und B                         | Plural   | lang      | 167,16                  |
| Satz 2.61 | A und B                         | Singular | lang      | 188,93                  |
| Satz 2.77 | A und B                         | Singular | lang      | 155,08                  |
| Satz 2.59 | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | lang      | 175,16                  |
| Satz 2.65 | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | lang      | 298,23                  |
| Satz 2.69 | nicht nur A, sondern auch B     | Singular | lang      | 201,62                  |
| Satz 2.74 | nicht nur A, sondern auch B     | Plural   | lang      | 142,26                  |
| Satz 2.54 | sowohl A als/wie auch B         | Singular | lang      | 122,74                  |
| Satz 2.64 | sowohl A als/wie auch B         | Singular | lang      | 159,13                  |
| Satz 2.67 | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | lang      | 56,2                    |
| Satz 2.71 | sowohl A als/wie auch B         | Plural   | lang      | 154,64                  |
| Satz 2.45 | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | lang      | 71,08                   |

|              |                                    |              |      |       |
|--------------|------------------------------------|--------------|------|-------|
| Satz<br>2.56 | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | Singula<br>r | lang | 63,53 |
| Satz<br>2.58 | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | Plural       | lang | 63,88 |
| Satz<br>2.62 | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | Plural       | lang | 57,99 |

Anhang 15: Blickfixations-Dauer bezüglich Satzkategorie, Numerus und Satzlänge in Phase 4

| Satz      | Satzkategorie                   | Numerus  | Satzlänge | Gesamtsumme in Sekunden |
|-----------|---------------------------------|----------|-----------|-------------------------|
| Satz 4.10 | A und B                         | Plural   | kurz      | 201,29                  |
| Satz 4.20 | A und B                         | Plural   | kurz      | 84,59                   |
| Satz 4.8  | A und B                         | Plural   | kurz      | 260,31                  |
| Satz 4.12 | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz      | 194,08                  |
| Satz 4.14 | sowohl A als/wie auch B         | Singular | kurz      | 227,04                  |
| Satz 4.9  | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 121,22                  |
| Satz 4.11 | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 253,63                  |
| Satz 4.13 | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 132,41                  |
| Satz 4.15 | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 190,65                  |
| Satz 4.17 | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 72,45                   |
| Satz 4.18 | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 107,66                  |
| Satz 4.19 | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Singular | kurz      | 195,31                  |
| Satz 4.2  | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 113,55                  |
| Satz 4.21 | Subjekt mit Präpositionalobjekt | Plural   | kurz      | 118,47                  |

|           |                                    |          |      |       |
|-----------|------------------------------------|----------|------|-------|
| Satz 4.22 | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | Plural   | kurz | 76,5  |
| Satz 4.23 | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | Plural   | kurz | 82,97 |
| Satz 4.24 | Subjekt mit<br>Präpositionalobjekt | Singular | kurz | 50,4  |

## Anhang 16: Regressionszählungen der einzelnen Probanden in Phase 1

### (a) Probandinnen/Probanden 1-10

| Satznummer    | Prob1 | Prob2 | Prob3 | Prob4 | Prob5 | Prob6 | Prob7 | Prob8 | Prob9 | Prob10 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Satz 1.1.jpg  | 0     | 4     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     | 0      |
| Satz 1.4.jpg  | 1     | 1     | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0      |
| Satz 1.7.jpg  | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0      |
| Satz 1.10.jpg | 1     | 2     | 1     | 2     | 2     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1      |
| Satz 1.12.jpg | 1     | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 2     | 2     | 2      |
| Satz 1.14.jpg | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 1.20.jpg | 2     | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     | 1     | 0      |
| Satz 1.22.jpg | 1     | 3     | 1     | 3     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1      |
| Satz 1.28.jpg | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0      |
| Satz 1.30.jpg | 1     | 3     | 1     | 2     | 1     | 0     | 2     | 2     | 0     | 0      |
| Satz 1.32.jpg | 1     | 1     | 0     | 1     | 2     | 1     | 0     | 1     | 1     | 0      |
| Satz 1.33.jpg | 0     | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0      |
| Satz 1.37.jpg | 1     | 1     | 0     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1     | 1      |
| Satz 1.38.jpg | 0     | 1     | 2     | 3     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0      |
| Satz 1.39.jpg | 2     | 2     | 2     | 1     | 2     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0      |
| Satz 1.40.jpg | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0      |

### (b) Probandinnen/Probanden 11-20

| Satznummer    | Prob11 | Prob12 | Prob13 | Prob14 | Prob15 | Prob16 | Prob17 | Prob18 | Prob19 | Prob20 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Satz 1.1.jpg  | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 2      | 2      | 1      | 1      |
| Satz 1.4.jpg  | 1      | 1      | 0      | 2      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      |
| Satz 1.7.jpg  | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      |
| Satz 1.10.jpg | 1      | 1      | 2      | 0      | 2      | 2      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| Satz 1.12.jpg | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 2      | 2      | 1      | 2      | 2      |
| Satz 1.14.jpg | 1      | 1      | 1      | 1      | 2      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      |
| Satz 1.20.jpg | 1      | 1      | 1      | 2      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 2      |
| Satz 1.22.jpg | 2      | 2      | 1      | 2      | 3      | 2      | 2      | 2      | 2      | 1      |
| Satz 1.28.jpg | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 2      | 1      | 0      |
| Satz 1.30.jpg | 0      | 3      | 2      | 1      | 1      | 2      | 2      | 0      | 0      | 1      |
| Satz 1.32.jpg | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 2      | 0      | 1      | 0      |
| Satz 1.33.jpg | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      |
| Satz 1.37.jpg | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      |
| Satz 1.38.jpg | 0      | 2      | 1      | 1      | 1      | 2      | 1      | 1      | 1      | 0      |
| Satz 1.39.jpg | 2      | 2      | 2      | 0      | 1      | 2      | 1      | 1      | 2      | 1      |
| Satz 1.40.jpg | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 2      | 0      |

## Anhang 17: Regressionszählungen der einzelnen Probanden in Phase 2

### (a) Probandinnen/Probanden 1-10

| Satznummer    | Prob1 | Prob2 | Prob3 | Prob4 | Prob5 | Prob6 | Prob7 | Prob8 | Prob9 | Prob10 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Satz 2.45.jpg | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 2.48.jpg | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 2.54.jpg | 0     | 1     | 0     | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 0     | 0      |
| Satz 2.56.jpg | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 2.57.jpg | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1      |
| Satz 2.58.jpg | 0     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0      |
| Satz 2.59.jpg | 0     | 3     | 1     | 1     | 1     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 2.61.jpg | 1     | 0     | 2     | 2     | 2     | 1     | 1     | 0     | 1     | 0      |
| Satz 2.62.jpg | 0     | 4     | 0     | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 2.64.jpg | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1     | 0     | 2     | 0      |
| Satz 2.65.jpg | 1     | 1     | 0     | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 2.67.jpg | 0     | 2     | 0     | 1     | 1     | 0     | 2     | 1     | 0     | 1      |
| Satz 2.69.jpg | 0     | 0     | 0     | 2     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0      |
| Satz 2.71.jpg | 0     | 0     | 1     | 1     | 2     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 2.74.jpg | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0      |
| Satz 2.77.jpg | 0     | 1     | 0     | 1     | 2     | 1     | 1     | 2     | 1     | 0      |

### (b) Probandinnen/Probanden 11-20

| Satznummer    | Prob11 | Prob12 | Prob13 | Prob14 | Prob15 | Prob16 | Prob17 | Prob18 | Prob19 | Prob20 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Satz 2.45.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 2.48.jpg | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      |
| Satz 2.54.jpg | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      |
| Satz 2.56.jpg | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      |
| Satz 2.57.jpg | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      |
| Satz 2.58.jpg | 0      | 0      | 4      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 2.59.jpg | 1      | 2      | 2      | 1      | 2      | 1      | 2      | 0      | 3      | 1      |
| Satz 2.61.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 2      | 1      | 1      | 1      |
| Satz 2.62.jpg | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 0      | 1      |
| Satz 2.64.jpg | 1      | 1      | 2      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| Satz 2.65.jpg | 0      | 2      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 1      |
| Satz 2.67.jpg | 0      | 2      | 0      | 0      | 2      | 1      | 5      | 0      | 1      | 1      |
| Satz 2.69.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 2      | 0      | 1      |
| Satz 2.71.jpg | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      |
| Satz 2.74.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 2.77.jpg | 2      | 1      | 1      | 2      | 1      | 0      | 2      | 0      | 1      | 1      |

## Anhang 18: Regressionszählungen der einzelnen Probanden in Phase 4

### (a) Probandinnen/Probanden 1-10

| Satznummer    | Prob1 | Prob2 | Prob3 | Prob4 | Prob5 | Prob6 | Prob7 | Prob8 | Prob9 | Prob10 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Satz 4.8.jpg  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.9.jpg  | 1     | 1     | 2     | 0     | 0     | 2     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.10.jpg | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.11.jpg | 2     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1      |
| Satz 4.12.jpg | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.13.jpg | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0      |
| Satz 4.14.jpg | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.15.jpg | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.16.jpg | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.17.jpg | 1     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.18.jpg | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.19.jpg | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.20.jpg | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.21.jpg | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.22.jpg | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.23.jpg | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.24.jpg | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |
| Satz 4.25.jpg | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      |

### (b) Probandinnen/Probanden 11-20

| Satznummer    | Prob11 | Prob12 | Prob13 | Prob14 | Prob15 | Prob16 | Prob17 | Prob18 | Prob19 | Prob20 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Satz 4.8.jpg  | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.9.jpg  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.10.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      |
| Satz 4.11.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.12.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.13.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.14.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.15.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.16.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.17.jpg | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.18.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.19.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.20.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.21.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.22.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.23.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.24.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| Satz 4.25.jpg | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

## Literaturverzeichnis

- BDSI. (2001). *LCI - Sicherheit für die Süßwarenindustrie*. (L. I. (BDSI), Herausgeber) Abgerufen am 01. März 2016 von <http://www.lci-koeln.de/deutsch/veroeffentlichungen/lci-focus/schnellmethoden-was-ist-eigentlich-nir->
- Blascheck, T., Kurzhals, K., Raschke, M., Burch, M., Weiskopf, D., & Ertl, T. (2014). *State-of-the-Art of Visualization for Eye Tracking Data*. Eurographics Conference on Visualization (EuroVis) (2014).
- Bock, K., & Miller, C. (1991). Broken Agreement. *Cognitive Psychology*, 23, 45-93.
- Busch, A., & Stenschke, O. (2008). *Germanistische Linguistik*. Tübingen: Gunter Narr Verlag.
- Canoo Engineering AG Internetseite a: Canoo Engineering AG. (2000). *canoonet - Verb: Person und Numerus: Kongruenz Subjekt-Verb: Probleme Numerus*. Abgerufen am 12. Januar 2015 von <http://www.canoo.net/services/OnlineGrammar/Wort/Verb/Numerus-Person/ProblemNum.html>
- Canoo Engineering AG Internetseite b: Canoo Engineering AG. (2000). *canoonet - Satzglieder: Präpositionalobjekt*. Abgerufen am 11. Januar 2016 von <http://www.canoo.net/services/OnlineGrammar/Satz/Satzglied/Objekt/Praepositional.html>
- Chen, X. (3. November 2011). *Visuelle Analyse von Eye-Tracking-Daten*. Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme, Universität Stuttgart, Softwaretechnik, Stuttgart.
- DATAKOM Buchverlag GmbH. (ohne Jahr). *IT-Lexikon: Fachwissen für IT-Professionals - ITWissen.info* -. (D. B. GmbH, Herausgeber) Abgerufen am 01. März 2016 von <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Bildwiederholffrequenz-frame-rate.html>
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. (S. V. Limited, Hrsg.) ohne Ort.
- Engineering AG Internetseite c: Canoo Engineering AG. (ohne Jahr). *canoonet*. Abgerufen am Februar 13 2016 von <http://www.canoo.net/services/OnlineGrammar/Wort/Verb/Numerus-Person/Kongruenz.html>
- Flothow, S. (2. Februar 2009). Eye Tracking Ein Überblick über Geschichte, Methoden und Anwendungen. 16.
- Gauggel, S., & Herrmann, M. (2008). *Handbuch der Neuro- und Biopsychologie*. Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Haehnel, H.-G. (2013). *Präpositionalobjekt*. Abgerufen am 2016 von <http://www.schyren-gymnasium.de/gramm/sg/praepositionalobjekt.htm>
- Hall, K., & Scheiner, B. (2001). *Übungsgrammatik für Fortgeschrittene: Deutsch als Fremdsprache* (Bd. 1). Hueber Verlag.
- Hausdörfer, A. (Februar 2016). Ein Feedbackkonzept für das E-Learningprogramm COMPASS3. 90. Koblenz, Rheinland-Pfalz, Deutschland.
- Institut für Deutsche Sprache (IDS) . (2004). *Jahrestagung 2004*. (P. D. Schrod, Herausgeber) Abgerufen am 2015 von <http://www.ids-mannheim.de/org/tagungen/jt2004/schrod.html>

- Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt. (2004). *Goethe-Universität*. Abgerufen am 12. März 2016 von <https://www.uni-frankfurt.de/44538493/elearning>
- Kapori, B. (2015). *Das Präpositionalobjekt (Satzergänzung mit Präposition) in der deutschen Grammatik*. Abgerufen am 2016 von <http://www.cafe-lingua.de/deutsche-grammatik/praepositionalobjekt.php>
- Leverenz, R. (2016). *Regeln zu Präpositionalobjekten*. Abgerufen am 2016 von [http://online-lernen.levrai.de/deutsche-uebungen/grammatik\\_5\\_7/18\\_praepositionale\\_objekte/00\\_praepositionalobjekte\\_regeln.htm](http://online-lernen.levrai.de/deutsche-uebungen/grammatik_5_7/18_praepositionale_objekte/00_praepositionalobjekte_regeln.htm)
- Linke, A., Nussbaumer, M., & Portmann, P. R. (2004). *Studienbuch Linguistik*. Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- Mayer, K. C. (ohne Jahr). *Karl Mayer Neurologie Psychiatrie Heidelberg*. Abgerufen am 01. März 2016 von [http://www.neuro24.de/show\\_glossar.php?id=423](http://www.neuro24.de/show_glossar.php?id=423)
- Paukert, H., & Holböck, S. (ohne Jahr). *Deutsche Grammatik*.
- Rey, P. D. (kein Datum). *E-Learning - Theorie, Gestaltungsempfehlungen und Forschung*. Abgerufen am 02. März 2016 von [http://www.elearning-psychologie.de/eyetracker\\_i.html](http://www.elearning-psychologie.de/eyetracker_i.html)
- Roberts, J. C. (2007). *State of the art: Coordinated & multiple views in exploratory visualization*. In *Coordinated and Multiple Views in Exploratory Visualization*, 61-71. (I. Fifth International Conference on (2007), Hrsg.)
- Rosenholtz, R., Li, Y., Mansfield, J., & Jin, Z. (2005). Feature congestion: A measure of display clutter. (I. P. systems, Hrsg.)
- Schuberth, G. (2015). *Grammatikübersicht - Satzbau*. Abgerufen am 2016 von <http://www.grammatiktraining.de/satzbau/satzbau-erklaerung.html>
- Strohmaier, S. (2014). *Visuelle Analyse von Eyetracking-Experimenten mit einer Vielzahl von Areas of Interest*. Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme, Universität Stuttgart, Informatik, Stuttgart.
- Tobii AB Internetseite a: Tobii AB. (2015). *Tobii Group - the world leader in eye tracking*. Abgerufen am 23. 01 2016 von <http://www.tobii.com>
- Tobii AB Internetseite b1: Tobii AB. (2015). *Tobii Pro - Envision human behavior*. Abgerufen am 01. Januar 2016 von <http://www.tobii.com>
- Tobii AB Internetseite b2: Tobii AB. (2015). *How do Tobii Eye Trackers work?* Abgerufen am 1. Januar 2016 von <http://www.tobii.com/learn-and-support/learn/how-do-tobii-eye-trackers-work/>
- Tobii AB Internetseite c: Tobii AB. (2015). *Tobii Dynavox - Augmentative and Alternative Communication*. Abgerufen am 1. Januar 2016 von <http://www.tobiidynavox.com>
- Tobii AB Internetseite d: Tobii AB. (2015). *Integrating Tobii Eye Tracking*. Abgerufen am 01. Januar 2016 von <http://www.tobii.com/tech/>
- Tobii AB Internetseite e: Tobii AB. (2015). *Tobii EyeX – experience eye tracking in consumer devices*. Abgerufen am 1. Januar 2016 von <http://www.tobii.com/xperience/>
- Tobii AB Internetseite f: Tobii AB. (ohne Jahr). *Tobii Pro Lernen und Support*. Abgerufen am 01. Januar 2016 von <http://www.tobii.com/siteassets/tobii-pro/user-manuals/tobii-pro-studio-user-manual.pdf>
- Vigliocco, G., & Nicol, J. (26. Mai 1998). *Separating hierarchical relations and word order in language production: is proximity concord syntactic or linear?* Madison, Wisconsin, USA: Elsevier Science B.V.

Wooding, D. S. (2002). Fixation maps: Quantifying eye-movement traces. (I. P. Applications, Hrsg.) New York, USA.