



**Fachbereich Informatik und Medien**

# **MASTERARBEIT**

Warum die Welt eine Scheibe ist

Vorgelegt von: Muster Klausmann  
am: 01.01.2009

zum  
Erlangen des akademischen Grades

# **MASTER OF SCIENCE**

**(M.Sc.)**

Erstbetreuer: Bruno Giordano  
Zweitbetreuer: Prof. Jens Haberblatt

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Datenbeschreibung</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Untersuchung der Daten</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Explorative Datenanalyse</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Auffälligkeiten</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Fragen</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenführung der Daten</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>Merkmalerzeugung</b>	<b>17</b>
8.1	Abgeleitete Wertereihen . . . . .	17
8.2	Merkmale Versuchsperson . . . . .	18
<b>9</b>	<b>Clustern</b>	<b>22</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>24</b>

# 1 Aufgabenstellung

In einem Experiment wurden Eyetracking-Daten erhoben, bei denen die Versuchspersonen drei verschiedene Versuche durchführen sollten. Dabei sollten die Versuchsperson mit den Augen einem Punkt folgen, der eine spezielle Figur zeichnete. Diese Figuren sind eine liegende acht und eine horizontale Linie.

- Der erste Versuch ist die liegende acht langsam (acht Sekunden für einen Durchlauf).
- Der zweite Versuch ist die liegende acht schnell (vier Sekunden für einen Durchlauf).
- Der dritte Versuch ist die horizontale Linie (vier Sekunden für einen Durchlauf).

Für jeden Versuch wurden zwei Messungen gemacht und für die liegende Acht langsam wurde zusätzlich ein Probedurchlauf gemacht. Die Aufgabe besteht darin die Versuchspersonen zu gruppieren (clustern). Dabei sollen mit Hilfe der erhobenen Daten Merkmale gefunden werden, die es ermöglichen Gruppen zu bilden. Zu dem Ergebnis gehören folgende Bestandteile:

1. Die Cluster
2. Die Beschreibungen der Cluster
3. Die Merkmale, die erzeugt wurden

Die Aufgabe wird seit dem 30.11.2016 bearbeitet.

## 2 Datenbeschreibung

Die Daten umfassen für 134 Versuchspersonen jeweils eine Datei mit Daten zu den gemessenen Blickpositionen (Blickdatei) und eine Datei mit den Positionsdaten des Zielpunktes (Targetdatei).

Die Tabelle 2.1 zeigt die Attribute der Blickdateien:

Tabelle 2.1: Attribute Blickdatei

Attribut	Wert
Zeitstempel	Ganze Zahl positiv -> Zeitreihen
Blick linkes Auge x-Koordinate	Fließkommazahl
Blick linkes Auge y-Koordinate	Fließkommazahl
Pupillengröße linkes Auge	Kann ignoriert werden
Position linkes Auge vor Eyetracker x-Koordinate	Kann ignoriert werden
Position linkes Auge vor Eyetracker y-Koordinate	Kann ignoriert werden
Entfernung linkes Auge vor Eyetracker	Kann ignoriert werden
Blick rechtes Auge x-Koordinate	Fließkommazahl
Blick rechtes Auge y-Koordinate	Fließkommazahl
Pupillengröße rechtes Auge	Kann ignoriert werden
Position rechtes Auge vor Eyetracker x-Koordinate	Kann ignoriert werden
Position rechtes Auge vor Eyetracker y-Koordinate	Kann ignoriert werden
Entfernung rechtes Auge vor Eyetracker	Kann ignoriert werden

Die Tabelle 2.2 zeigt die Attribute der Targetdateien:

Tabelle 2.2: Attribute Targetdatei

Attribut	Wert
Zeitstempel	Ganze Zahl positiv -> Zeitreihen
t_soll	Kann ignoriert werden
t_ist	Kann ignoriert werden
pix_x	Fließkommazahl
pix_y	Fließkommazahl
deg_x	Kann ignoriert werden
deg_y	Kann ignoriert werden

Eine Blickdatei enthält zusätzlich zu den erfassten Blickpositionen noch Eventeinträge. Diese Eventeinträge haben auch einen Zeitstempel und unterteilen die Datei in verschiedene Phasen des Experiments. Dabei weisen die Eventeinträge eine typische Reihenfolge auf. Die Tabelle 2.3 Eventeinträge können auftreten:

Tabelle 2.3: Eventeinträge

Event	Bedeutung
START:PursuitTask	Beginn der kompletten Aufgabe (Alle Versuche)
PURSUIT:Cycles=1:Trajectory=lying_eight:T=8	Markierung eines Versuchs, Angabe der Zyklen, Versuch und Dauer in Sekunden
Fixcross	Kalibrierung
Cycle:1:START	Beginn der Figur
Cycle:1:STOP	Ende der Figur
PURSUIT_FINISHED:Cycles=1:Trajectory=lying_eight:T=8	Markierung des Endes eines Versuchs, Angabe der Zyklen, Versuch und Dauer in Sekunden
STOP:PursuitTask	Ende der kompletten Aufgabe (Alle Versuche)



Abbildung 2.1 zeigt, wie die Eventeinträge den Versuch liegende acht langsam in verschiedene Phasen aufteilen.

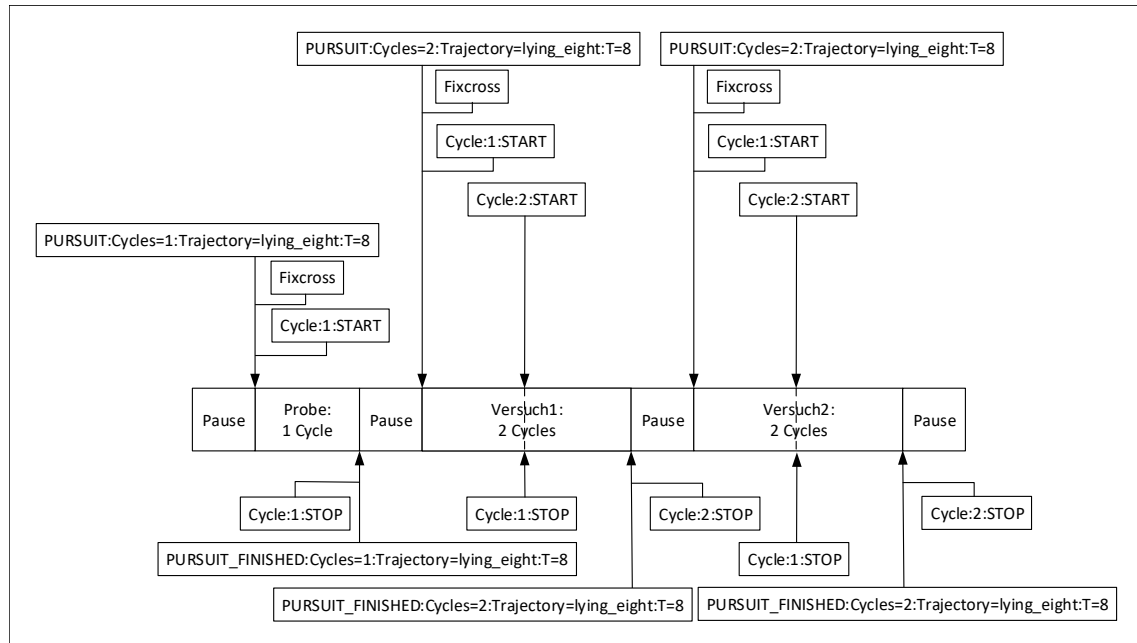


Abbildung 2.1: Phasen liegende Acht

### 3 Untersuchung der Daten

Um ein besseres Verständnis für die Daten zu bekommen haben wir diese zunächst so zerlegt, dass die Blickdaten in kleineren Dateien gespeichert wurden, die nur noch jeweils die Daten für einen Versuch enthalten. Die Targetdateien wurden ebenfalls so zerlegt, dass kleine Dateien entstanden, die die Daten für einen Versuch pro Versuchsperson enthalten. Die Daten wurden dann entsprechend neustrukturiert gespeichert, sodass es zu jeder Versuchsperson einen Ordner gibt, in dem die Versuche enthalten sind, in denen wiederum die Durchgänge enthalten sind. Dabei entstand die in Abbildung 3.1 dargestellte Struktur.

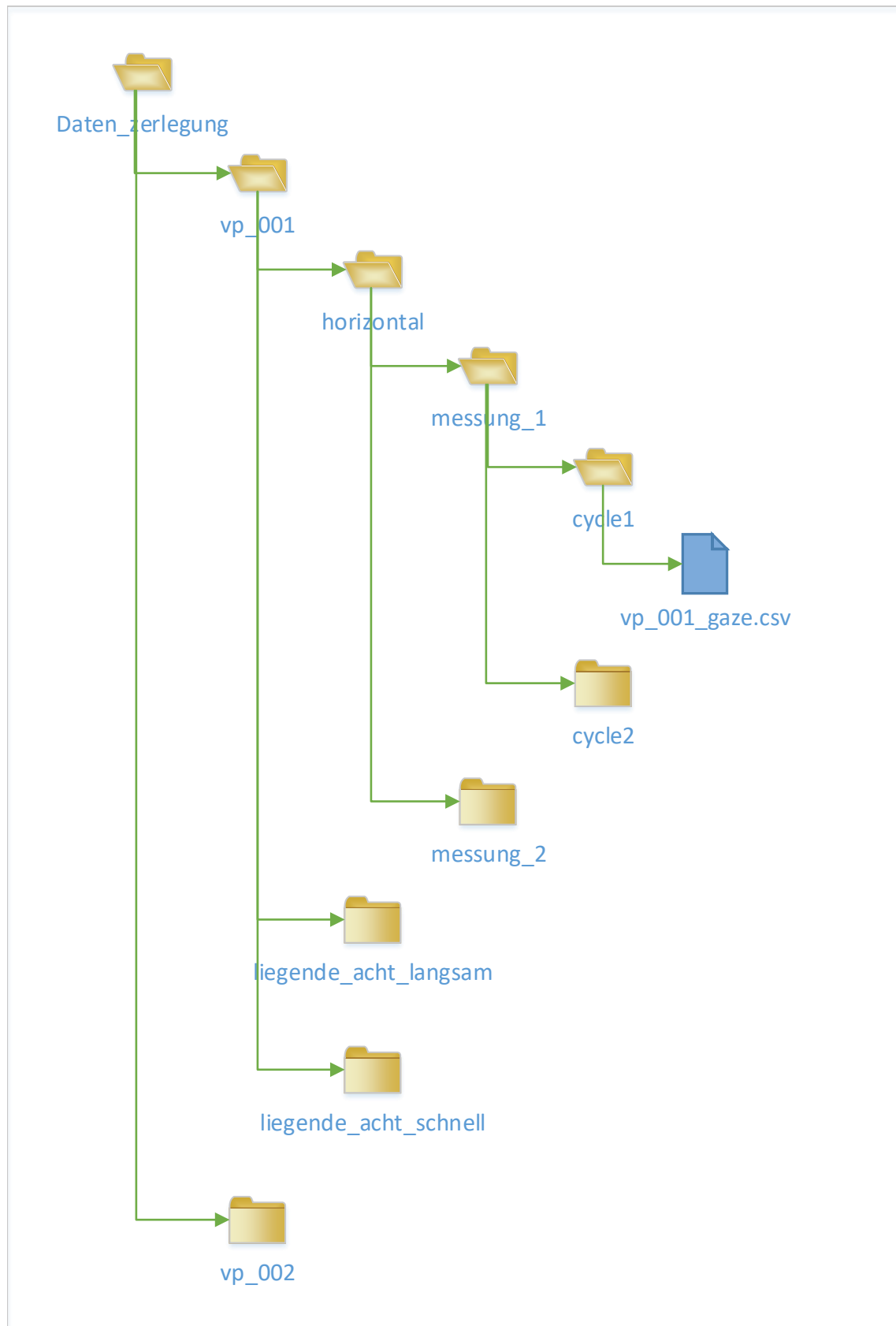


Abbildung 3.1: Darstellung Ordnerstruktur



Die Versuche wurden dann visualisiert.

Durch die Visualisierung konnte man erkennen, dass die Targetdateien und die Blickdateien auf unterschiedlichen Koordinatensystemen beruhen.

Abbildung 3.2 zeigt ein Beispiel für die Visualisierung der liegenden acht langsam.

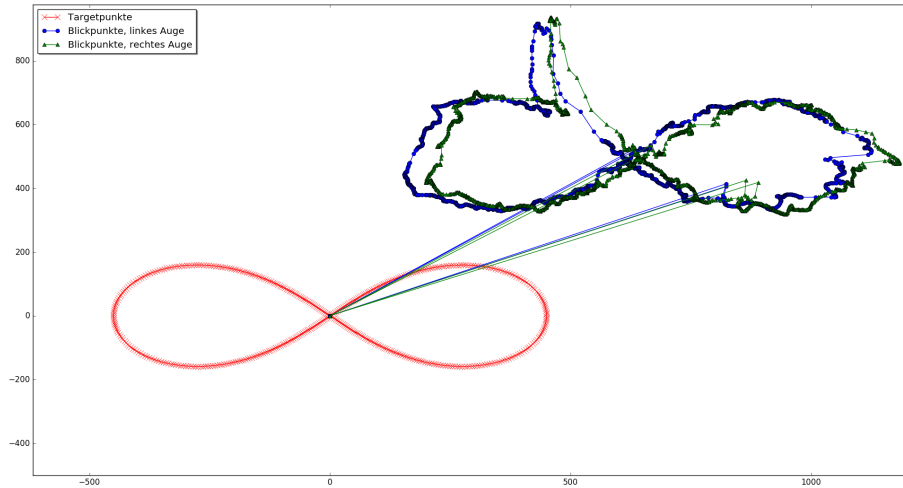


Abbildung 3.2: Visualisierung der Blickpunkte

## 4 Explorative Datenanalyse

Die nachfolgenden Abbildungen beziehen sich auf die Versuchsperson 001.

Abbildung 4.1 zeigt die x-Position des Blicks vom linken Auge auf der x-Achse und die x-Position des Blicks des rechten Auges auf der y-Achse. Die schwarze Linie markiert die Stellen, wo beide Augen auf der x-Position auf die gleiche Stelle geschaut haben. Die Farbskala geht von blau nach rot und zeigt den zeitlichen Verlauf.

Bei allen Punkten über der Linie hat das rechte Auge weiter nach rechts geblickt, als das linke. Bei allen Punkten unterhalb der Linie war es umgekehrt.

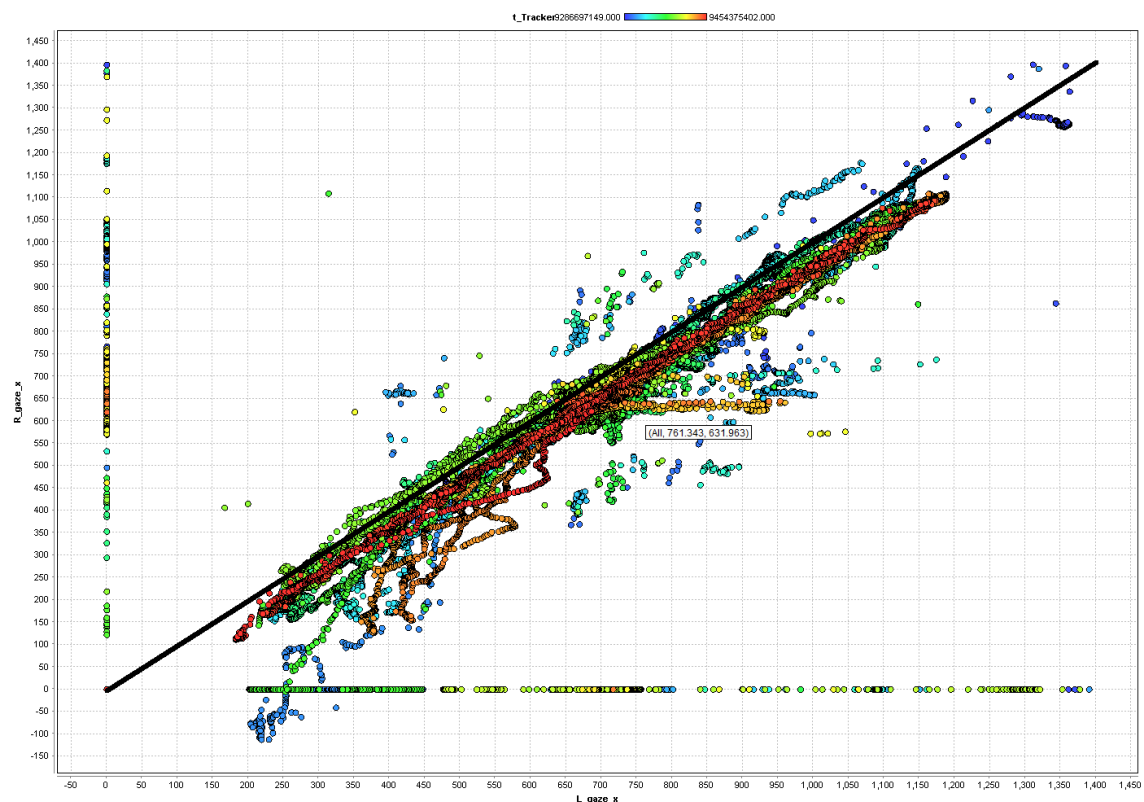


Abbildung 4.1: Vergleich der x-Werte der Blickposition beider Augen [Boe]

Abbildung 4.2 zeigt die Blickposition des linken Auges. Dabei wird die x-Position auf der x-Achse dargestellt und die y-Position auf der y-Achse. Abbildung 4.3 zeigt die Blickposition

des rechten Auges. Die Achsenbelegung ist gleich.

Es wird deutlich, dass sich die Blickpositionen der beiden Augen voneinander unterscheiden.

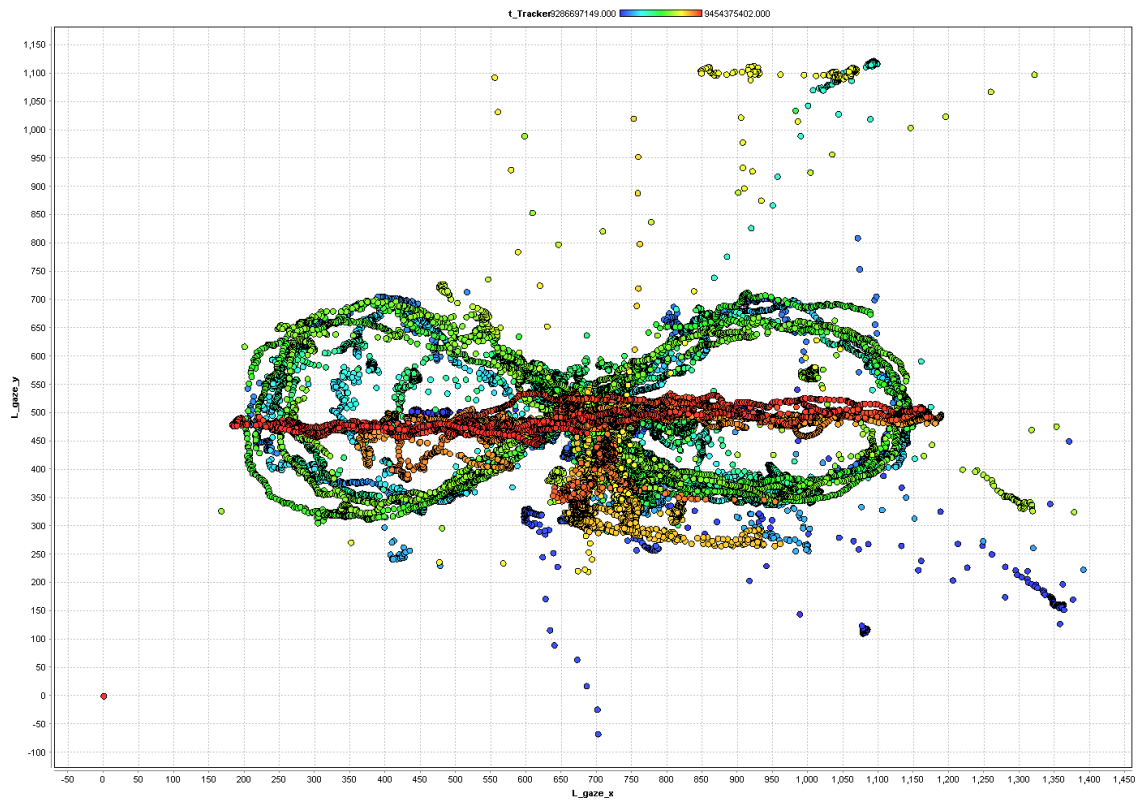


Abbildung 4.2: Blickpositionen linkes Auge [Boe]

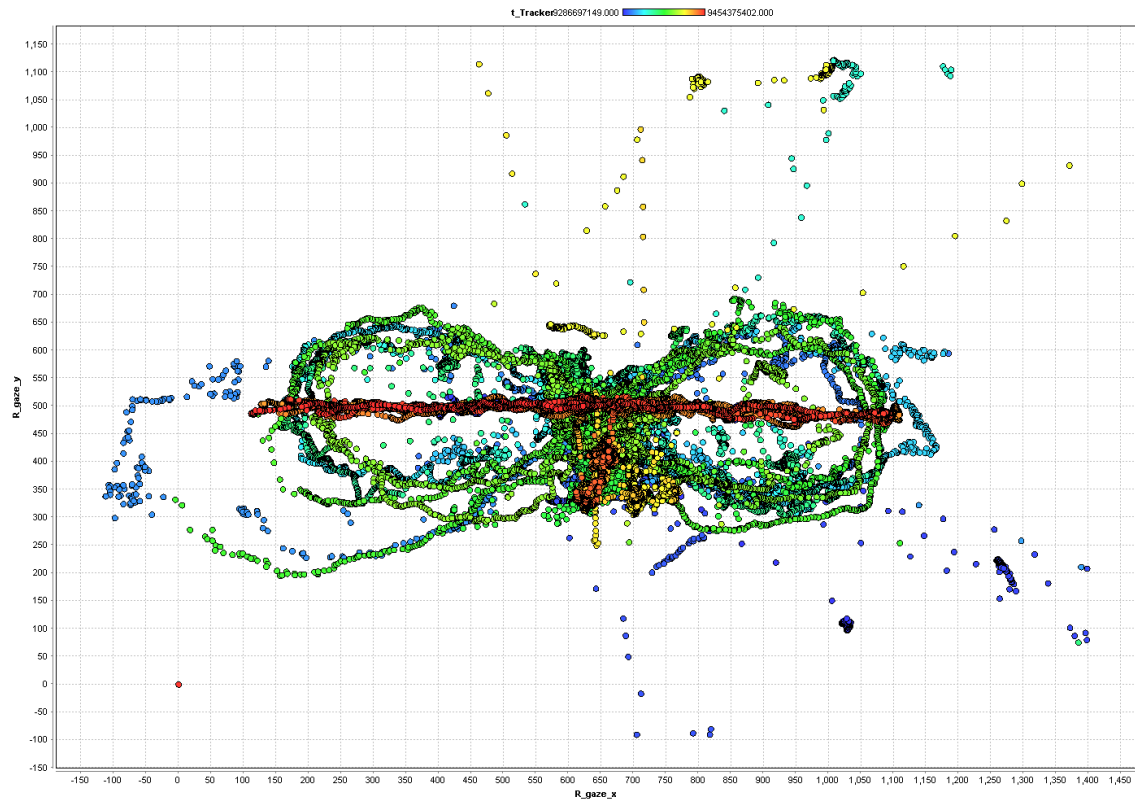


Abbildung 4.3: Blickpositionen rechtes Auge [Boe]

Abbildung 4.4 zeigt einen Outer join, über die Zeitwerte der Targetdatei und der Blickdatei. Dadurch ist zu erkennen, dass die beiden Dateien keine bzw. kaum gleiche Zeitwerte aufweisen. Außerdem ist zu sehen, dass die Blickwerte etwa vier mal so oft gemessen wurden, als die Targetwerte.



t_Tracker	t_soll	t_ist	pix_x	pix_y	deg_x	deg_y	L_gaze_x	L_gaze_y	L_pup_size	L_pos_eyetr...	L_pos_eyetr...	L_pos_eyetr...	R_gaze_x	R_gaze_y
9305881687	?	?	?	?	?	?	337.688	662.130	3.426	-5.691	45.292	621.306	0	0
9305884201	5.381	5.381	-326.634	-152.566	-8.946	-4.223	?	?	?	?	?	?	?	?
9305885688	?	?	?	?	?	?	335.960	663.153	3.433	-5.853	45.253	620.394	0	0
9305889690	?	?	?	?	?	?	336.826	662.719	3.433	-6.054	45.228	620.357	0	0
9305893691	?	?	?	?	?	?	335.824	660.609	3.434	-6.206	45.239	620.815	0	0
9305897693	?	?	?	?	?	?	334.130	660.570	3.434	-6.400	45.239	621.360	0	0
9305901694	?	?	?	?	?	?	332.654	661.840	3.434	-6.580	45.126	620.534	0	0
9305902207	5.398	5.398	-331.793	-151.115	-9.087	-4.183	?	?	?	?	?	?	?	?
9305905695	?	?	?	?	?	?	329.570	660.915	3.433	-6.743	45.043	620.218	0	0
9305909696	?	?	?	?	?	?	329.735	658.247	3.436	-6.921	44.902	619.754	0	0
9305913697	?	?	?	?	?	?	328.268	659.655	3.434	-7.107	44.756	619.060	0	0
9305917225	5.415	5.415	-336.908	-149.514	-9.227	-4.138	?	?	?	?	?	?	?	?
9305917698	?	?	?	?	?	?	328.248	659.229	3.437	-7.304	44.571	618.409	0	0
9305921699	?	?	?	?	?	?	325.322	660.544	3.439	-7.490	44.454	618.318	0	0
9305925699	?	?	?	?	?	?	323.786	659.365	3.435	-7.674	44.251	617.783	0	0
9305929700	?	?	?	?	?	?	321.978	659.971	3.435	-7.878	44.092	617.582	0	0
9305933701	?	?	?	?	?	?	321.937	659.351	3.431	-8.089	43.805	616.165	0	0
9305935221	5.431	5.431	-342.013	-147.751	-9.367	-4.089	?	?	?	?	?	?	?	?
9305937702	?	?	?	?	?	?	319.902	657.234	3.429	-8.290	43.538	615.046	0	0
9305941703	?	?	?	?	?	?	318.460	659.917	3.424	-8.508	43.342	614.618	0	0
9305945704	?	?	?	?	?	?	317.234	662.279	3.424	-8.730	43.234	615.573	0	0
9305949705	?	?	?	?	?	?	316.124	658.445	3.421	-8.959	43.034	615.559	0	0
9305953242	5.448	5.448	-347.079	-145.830	-9.506	-4.036	?	?	?	?	?	?	?	?
9305953706	?	?	?	?	?	?	315.848	659.513	3.423	-9.201	42.778	614.819	0	0
9305957707	?	?	?	?	?	?	311.116	661.253	3.424	-9.432	42.605	614.682	0	0
9305961708	?	?	?	?	?	?	309.720	663.055	3.425	-9.688	42.425	614.801	0	0
9305965709	?	?	?	?	?	?	310.915	656.334	3.423	-9.961	42.210	614.338	0	0
9305968252	5.465	5.465	-352.116	-143.744	-9.643	-3.978	?	?	?	?	?	?	?	?
9305969710	?	?	?	?	?	?	308.010	659.937	3.423	-10.216	42.012	613.892	0	0
9305973711	?	?	?	?	?	?	307.365	660.419	3.426	-10.493	41.875	614.405	0	0
9305977712	?	?	?	?	?	?	306.426	656.462	3.423	-10.772	41.623	613.260	0	0

Abbildung 4.4: Outer Join Targetwerte und Blickwerte über Zeitstempel [Boe]

Die Histogramme in Abbildung 4.5 und Abbildung 4.6 stellen die Verteilung der Werte der Zeitabstände der Targetdatei und der Blickdatei dar. Dadurch wird deutlicher, wie groß der Unterschied zwischen der Anzahl der Messungen ist.



Abbildung 4.5: Histogramm Zeitabstände der Messungen Targetdatei [Boe]

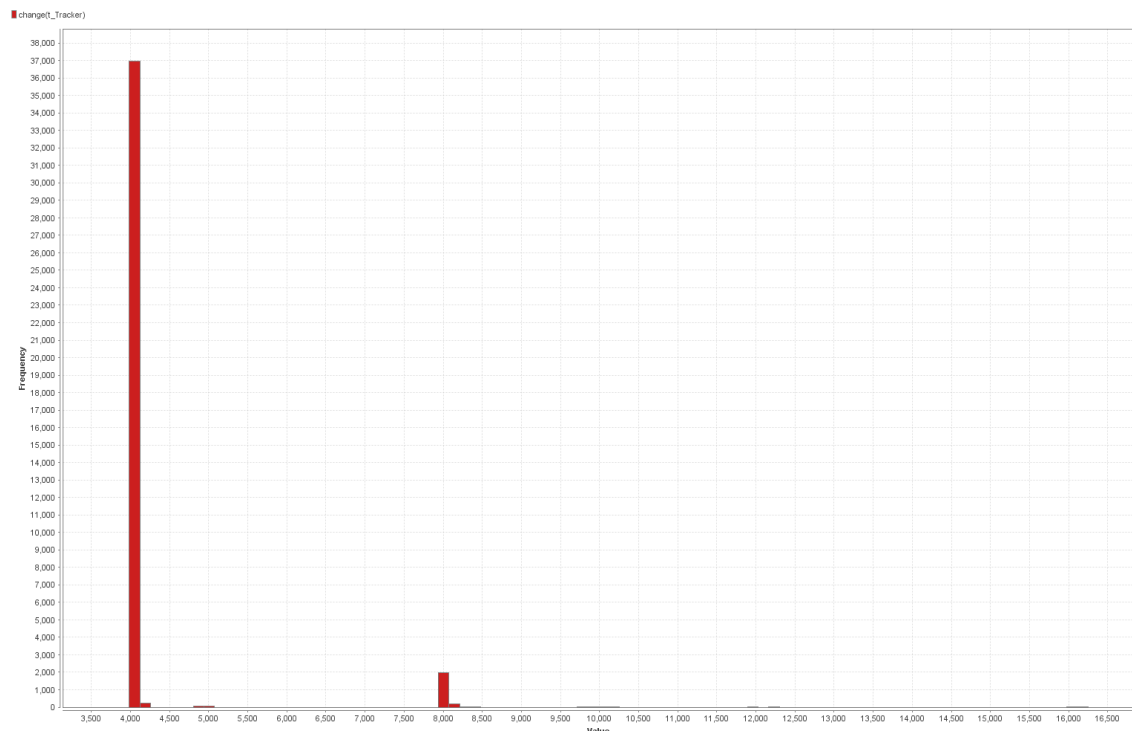


Abbildung 4.6: Histogramm Zeitabstände Messungen Blickdaten [Boe]

## 5 Auffälligkeiten

- Bei den Daten ist bei Versuchsperson 131 aufgefallen, dass in der Targetdatei die Einträge

*MSG:UserQuit:ProgramPaused*

*MSG:UserQuit:ProgramRestarted*

in der Spalte für den Zeitstempel vorkommen.

- Die Blickpunkte wurden mit drei- bis vierfacher Frequenz der Targetpunkte gemessen. Dadurch gibt es zwischen den Targetpunktmessungen mehrere Blickpunktmessungen.

### **Anmerkung Auftraggeber:**

*[ ... ] es handelt sich um denselben Timer (interner Timer des Eyetrackers). Der Eyetracker tastet die Augen mit 250 Hz (4 ms sampling interval) ab. Die Targetposition wurde immer nur dann rausgeschrieben, wenn das Target seine Lage verändert hat.*

- Es gibt in den Blickpunktdateien keinen Zeitstempel, der identisch ist mit dem aus einer dazugehörigen Targetpunktdatei. Dadurch erschwert sich die Zuordnung der Blickpunkte zu den Targetpunkten.
- In den Blickpunktdateien tritt oft der Fall auf, dass die x-Werte und die y-Werte für die Augen 0 sind.
- Fehlende Werte bei den Blickdateien wurden mit 0 kodiert. Diese treten mal für das linke und mal für das rechte Auge auf.
- Bei der Visualisierung hat sich gezeigt, dass der Koordinatenursprung bei den Blickdateien am linken oberen Rand des Bildschirms zu sein scheint, mit aufsteigenden Werten nach unten auf der Y-Achse und aufsteigenden Werten nach rechts auf der X-Achse. Das Koordinatensystem der Targetdateien liegt vermutlich im Mittelpunkt des Bildschirms mit aufsteigenden Werten nach oben auf der Y-Achse und aufsteigenden Werten nach rechts auf der X-Achse. Das lässt sich daraus ableiten, dass die Blickpunkte bei der Animation auf der Y-Achse immer in die entgegengesetzte Richtung zu der der Targetpunkte gingen. Auf der X-Achse stimmte die Richtung immer überein.

- Die Blickdateien haben keine Headerzeile
- Die Zeitstempel sind nicht äquidistant
- Die Zeilenumbrüche in den Blickdateien, waren anders als die in den Targetdateien
- Blickpunkte wurden durchgängig gemessen, die Targetpunkte nur während der Versuche
- Einige Versuchspersonen haben nur Aufzeichnungen zu einem Auge (z.B. VP071)

**Anmerkung Auftraggeber:**

*Es gab Probanden, bei denen nur ein Auge gemessen werden konnte. Für die Analysen können diese seltenen Spezialfälle einfach ausgeschlossen werden.*

Da 3 Versuchspersonen besondere Auffälligkeiten vorzuweisen hatten, wurden diese nicht weiter verarbeitet. Das betrifft VP071 und VP090, da diese beiden nur mit einem Auge gemessen wurden, und VP131, da bei der Versuchsperson neu gestartet wurde.



## 6 Fragen

Aus den Auffälligkeiten ergeben sich folgende Fragen:

1. Welche Bedeutung haben die 0 Werte in den Blickdateien?

Bedeutet diese, dass die Versuchsperson die Augen geschlossen hatte?

**Antwort:**

*0-Werte zeigen an, dass der Eyetracker kein Augensignal identifizieren konnte. Das kann durch geschlossene Augen (Blink) auftreten, es ist kann aber z.B. auch sein, dass die Distanz zwischen Proband und Eyetracker zwischenzeitlich zu kurz/weit war.*

2. Um welchen Wert sind die Koordinatensysteme verschoben?

Gibt es eine Streckung des Koordinatensystems der Blickwerte zu dem der Targetwerte?

**Antwort:**

*Die Bildschirmmaße waren 1280x1024 pixel. Das Koordinatensystem des Eyetrackers (Blickwerte) definiert (0,0) in der linken oberen Ecke. Das Koordinatensystem der Anzeigesoftware (Target) definiert (0,0) in der Mitte des Bildschirms und dementsprechend von -640...+640 entlang der xAchse und von -512...+512 entlang der y-Achse. Ansonsten sind die Koordinatensysteme identisch, d.h. keine relative Streckung zueinander.*

3. Können wir davon ausgehen, dass die Zeitstempel der Blickdateien und der Targetdateien von synchron laufenden Uhren erstellt wurden?

**Antwort:**

*Ja. Es ist in beiden Fällen die interne Uhr des Eyetrackers.*

4. Können wir voraussetzen, dass der Fokus beim Sehen auf dem Mittelpunkt von der Blickposition des rechten und des linken Auges liegt?

**Antwort:**

*Ja. Allerdings könnte es durchaus sein, dass einige Probanden mit einem Auge mehr Ansteuerprobleme haben als mit dem anderen und die Augen daher nicht notwendigerweise synchron laufen.*

## 7 Zusammenführung der Daten

Das Zusammenführen der Blickdaten und der Targetdaten basiert auf den Zeitstempeln. Da die Blickdaten öfter gemessen wurden, als die Targetdaten und beim Verfolgen eines Punktes die Reaktion darstellen, wurde jedem Targetpunkt nur der Blickpunkt zugeordnet, der direkt nach dem Targetpunkt gemessen wurde. Alle weiteren Blickpunkte wurden verworfen.

## 8 Merkmalerzeugung

Bei der Merkmalerzeugung muss zwischen Merkmalen unterschieden werden, die innerhalb der Zeitreihen liegen und Merkmalen, die für die Gesamtbeschreibung der Versuchsperson genutzt werden.

### 8.1 Abgeleitete Wertereihen

Ein Merkmal innerhalb der Zeitreihen ist zum Beispiel die Mitte zwischen Blickposition des linken Auges und Blickposition des rechten Auges. Dabei wird für jeden Zeitpunkt im Datenstrom ein jeweiliger Wert berechnet.

Tabelle 8.1 zeigt die Merkmale, die erzeugt werden können.

Tabelle 8.1: Merkmale innerhalb der Zeitreihe

Merkmal	Berechnung
Mitte Augenpositionen	$x = \frac{x_{links} + x_{rechts}}{2} \quad y = \frac{y_{links} + y_{rechts}}{2}$
Abweichung Augenposition linkes Auge zu Targetpunkt	$s_l = \sqrt{(x_{links} - x_{target})^2 + (y_{links} - y_{target})^2}$
Abweichung Augenposition rechtes Auge zu Targetpunkt	$s_r = \sqrt{(x_{rechts} - x_{target})^2 + (y_{rechts} - y_{target})^2}$
Abweichung Mitte Augenposition zu Targetpunkt	$s_m = \sqrt{(x_{mitte} - x_{target})^2 + (y_{mitte} - y_{target})^2}$
Geschwindigkeit linkes Auge	$v_l = \frac{\sqrt{(x_{links1} - x_{links2})^2 + (y_{links1} - y_{links2})^2}}{(zeitstempel_1 - zeitstempel_2)}$
Geschwindigkeit rechtes Auge	$v_r = \frac{\sqrt{(x_{rechts1} - x_{rechts2})^2 + (y_{rechts1} - y_{rechts2})^2}}{(zeitstempel_1 - zeitstempel_2)}$
Geschwindigkeit Mittelposition Augen	$v_m = \frac{\sqrt{(x_{mitte1} - x_{mitte2})^2 + (y_{mitte1} - y_{mitte2})^2}}{(zeitstempel_1 - zeitstempel_2)}$

Des Weiteren kann bestimmt werden, ob das Auge hinter dem Targetpunkt ist, oder davor. Dazu wird aus der Differenz eines Targetpunkts und seines Vorgängers bestimmt, ob sich der Punkt pro Achse in aufsteigende Richtung oder in absteigende Richtung bewegt. Wenn sich der Punkt beispielsweise in auf der x-Achse in Richtung aufsteigende Werte bewegt, dann bedeutet ein Blickpunkt mit einem größeren x-Wert, dass der Blick vor dem Targetpunkt ist. Wenn sich die Werte für einen Targetpunkt nicht ändern, z.B. bei dem Versuch horizontal, auf der y-Achse, dann kann dieser Wert nicht bestimmt werden.

## 8.2 Merkmale Versuchsperson

Ein Merkmal zu einer Versuchsperson ist ein statistischer Wert über den gesamten Zeitraum der Messung. Diese Werte sind aus den Zeitreihen abgeleitet. In der Regel handelt es sich um die Werte Maximum, Minimum, Durchschnitt, Median, Varianz, Standardabweichung. Die genannten statistischen Kenngrößen werden

1. für die Werteverteilung der Zeitreihen
2. für die einzelnen Versuche

erzeugt.

Außerdem können die Merkmale unterschieden werden in Merkmale, die ausschließlich aus den Blickdaten gewonnen werden. Diese enthalten dann auch Werte, die zwischen den einzelnen Versuchen entstanden sind. Und die Merkmale, die beim Vergleich zwischen Targetdaten und Blickdaten entstehen. Diese enthalten dann ausschließlich Daten, die während den Versuchen entstanden sind.

Die Tabelle 8.2 benennt die Merkmale und gibt eine Beschreibung dazu. Die Tabelle enthält nur die Merkmale für den Versuch Horizontal, da die weiteren Merkmale, die gleichen Merkmale sind, die allerdings für die anderen beiden Versuche erzeugt wurden.

Person	Bezeichnung der Versuchsperson
Horizontal_mean_delta_l	Arithmetischer Mittelwert der Abstände des Blickpunkts vom linken Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_mean_delta_r	Arithmetischer Mittelwert der Abstände des Blickpunkts vom rechten Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal



Horizontal_mean_delta_m	Arithmetischer Mittelwert der Abstände der Mittelung der Blickpunkte vom rechten und linken Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_mean_geschwindigkeit_l	Arithmetischer Mittelwert der Geschwindigkeit des linken Auges im Versuch Horizontal
Horizontal_mean_geschwindigkeit_r	Arithmetischer Mittelwert der Geschwindigkeit des rechten Auges im Versuch Horizontal
Horizontal_mean_geschwindigkeit_m	Arithmetischer Mittelwert der Geschwindigkeit der Mittelung der Augen im Versuch Horizontal
Horizontal_max_delta_l	Maximaler Abstand zwischen Blickposition des linken Auges und dem Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_max_delta_r	Maximaler Abstand zwischen Blickposition des rechten Auges und dem Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_max_delta_m	Maximaler Abstand zwischen Blickposition der Mittelung der Augenpositionen und dem Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_max_geschwindigkeit_l	Maximale Geschwindigkeit des linken Auges im Versuch Horizontal
Horizontal_max_geschwindigkeit_r	Maximale Geschwindigkeit des rechten Auges im Versuch Horizontal
Horizontal_max_geschwindigkeit_m	Maximale Geschwindigkeit der Mittelung der Augen im Versuch Horizontal
Horizontal_min_delta_l	Minimaler Abstand zwischen Blickposition des linken Auges und dem Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_min_delta_r	Minimaler Abstand zwischen Blickposition des rechten Auges und dem Targetpunkt im Versuch Horizontal



Horizontal_min_delta_m	Minimaler Abstand zwischen Blickposition der Mittelung der Augenpositionen und dem Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_min_geschwindigkeit_l	Minimale Geschwindigkeit des linken Auges im Versuch Horizontal
Horizontal_min_geschwindigkeit_r	Minimale Geschwindigkeit des rechten Auges im Versuch Horizontal
Horizontal_min_geschwindigkeit_m	Minimale Geschwindigkeit der Mittelung der Augen im Versuch Horizontal
Horizontal_standardabweichung_delta_l	Standardabweichung der Abstände des Blickpunkts vom linken Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_standardabweichung_delta_r	Standardabweichung der Abstände des Blickpunkts vom rechten Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_standardabweichung_delta_m	Standardabweichung der Abstände der Mittelung der Blickpunkte vom rechten und linken Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_standardabweichung_geschwindigkeit_l	Standardabweichung der Geschwindigkeit des linken Auges im Versuch Horizontal
Horizontal_standardabweichung_geschwindigkeit_r	Standardabweichung der Geschwindigkeit des rechten Auges im Versuch Horizontal
Horizontal_standardabweichung_geschwindigkeit_m	Standardabweichung der Geschwindigkeit der Mittelung der Augen im Versuch Horizontal
Horizontal_varianz_delta_l	Varianz der Abstände des Blickpunkts vom linken Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_varianz_delta_r	Varianz der Abstände des Blickpunkts vom rechten Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_varianz_delta_m	Varianz der Abstände der Mittelung der Blickpunkte vom rechten und linken Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal



Horizontal_varianz_geschwindigkeit_l	Varianz der Abstände des Blickpunkts vom linken Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_varianz_geschwindigkeit_r	Varianz der Abstände des Blickpunkts vom rechten Auge zum Targetpunkt im Versuch Horizontal
Horizontal_varianz_geschwindigkeit_m	Varianz der Geschwindigkeit der Mittelung der Augen im Versuch Horizontal
Horizontal_tendenz_l	Tendenz des linken Auges voraus (1), oder hinterher (-1) zu sein, im Versuch Horizontal
Horizontal_tendenz_r	Tendenz des rechten Auges voraus (1), oder hinterher (-1) zu sein, im Versuch Horizontal
Horizontal_tendenz_m	Tendenz der Mittelung der Augenpositionen voraus (1), oder hinterher(-1) zu sein, im Versuch Horizontal
Horizontal_Kovarianz_blick_x	Kovarianz der Blickpositionen beider Augen in x-Richtung im Versuch Horizontal
Horizontal_Kovarianz_blick_y	Kovarianz der Blickpositionen beider Augen in y-Richtung im Versuch Horizontal

Tabelle 8.2: Merkmale einer Versuchsperson

## 9 Clustern

Beim Clustern werden die Versuchspersonen mittels der Merkmale, die für die Versuchspersonen erzeugt wurden geclustert (gruppiert). Dafür werden die Daten normalisiert und danach das Verfahren X-Means verwendet.

Um die entstandenen Cluster nutzbar zu machen, werden diese beschrieben. Dadurch soll es möglich werden, neue Versuchspersonen entsprechend den Clustern zuordnen zu können und die Zuordnung der aktuell vorhandenen Versuchspersonen wiederholbar zu machen. Das Ergebnis der Clusterbeschreibung soll, wegen der Transparenz, ein Entscheidungsbaum sein.

Beim Clustern sind drei Gruppen entstanden. Die Abbildung 9.1 stellt durch einen Entscheidungsbaum dar, wie man die Versuchspersonen den Gruppen zuordnen kann.

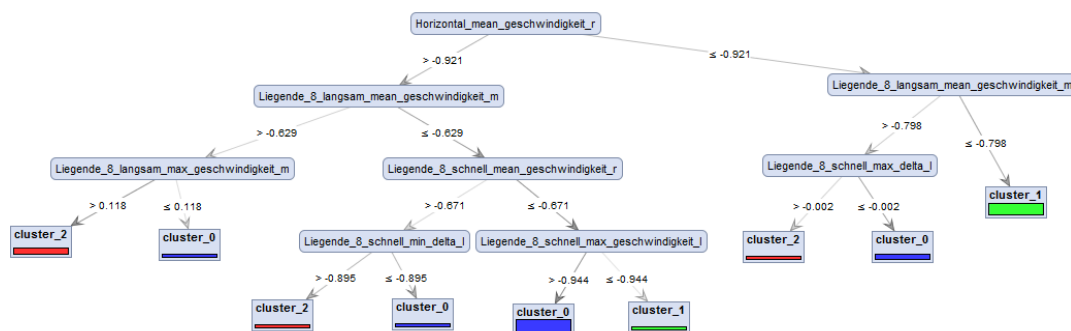


Abbildung 9.1: Entscheidungsbaum

Nach ein paar Stichproben könnte man sagen, dass die Versuchspersonen, die im Cluster 1 sind, die mit den besten Ergebnissen sind, was das Verfolgen der Punkte angeht. In Cluster 2 sind die Versuchspersonen, bei denen größtenteils nicht zu erkennen ist, welcher Versuch durchgeführt wurde und wo viele Fehlwerte drin sind. In Cluster 0 sind die Versuchspersonen gelandet, die im Mittelfeld sind. Die Stichproben wurden mittels Vergleich mit den Visualisierungen durchgeführt.

Das die Geschwindigkeit eine entscheidende Rolle spielt, ist dadurch erklärbar, dass man wenn man die Versuche korrekt durchführt keine große Geschwindigkeit braucht. Schnelle





Augenbewegungen weisen darauf hin, dass man seinen Blick korrigieren muss, um dem Targetpunkt wieder zu folgen, oder dass man sich nicht auf den Punkt konzentriert.

# Literaturverzeichnis

- [Boe] BOERSCH, Ingo: *Explorative Analyse (RapidMiner): Zwei mehrkanalige Zeitreihen gleicher Zeit mit verschiedenen Zeitpunkten*. – Bilder von der explorativen Datenanalyse

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Phasen liegende Acht . . . . .	4
3.1	Darstellung Ordnerstruktur . . . . .	6
3.2	Visualisierung der Blickpunkte . . . . .	7
4.1	Vergleich der x-Werte der Blickposition beider Augen [Boe] . . . . .	8
4.2	Blickpositionen linkes Auge [Boe] . . . . .	9
4.3	Blickpositionen rechtes Auge [Boe] . . . . .	10
4.4	Outer Join Targetwerte und Blickwerte über Zeitstempel [Boe] . . . . .	11
4.5	Histogramm Zeitabstände der Messungen Targetdatei [Boe] . . . . .	12
4.6	Histogramm Zeitabstände Messungen Blickdaten [Boe] . . . . .	12
9.1	Entscheidungsbaum . . . . .	22

# Tabellenverzeichnis

2.1	Attribute Blickdatei . . . . .	2
2.2	Attribute Targetdatei . . . . .	3
2.3	Eventeinträge . . . . .	3
8.1	Merkmale innerhalb der Zeitreihe . . . . .	17
8.2	Merkmale einer Versuchsperson . . . . .	21