

---

# Wie zufrieden sind Pendler?

**Ambra Toletti**

Prof. Kay W. Axhausen

Prof. Werner Stahel

Veronika Killer

**Semesterarbeit für den MSc Angewandte Mathematik**

**Mai 2013**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Quelle der Daten</b>	<b>3</b>
2.1	Fragebogen . . . . .	3
2.2	Stichprobe . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Datenanalyse</b>	<b>6</b>
3.1	Beschreibung der Stichprobe . . . . .	6
3.2	Zufriedenheit mit dem Leben . . . . .	7
3.2.1	Soziodemographische Faktoren . . . . .	8
3.2.2	Ökonomische Faktoren . . . . .	9
3.3	Spezialfall der Pendler . . . . .	10
3.3.1	Verteilung der Pendelzeit . . . . .	11
3.3.2	Einkommen . . . . .	12
3.3.3	Miet- und Kaufpreise . . . . .	12
3.3.4	Arbeit und Wohnsituation . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Modellierung</b>	<b>15</b>
4.1	Stetige Zufriedenheit und lineare Modelle . . . . .	15
4.2	Ordinale Zufriedenheit und kumulative-logit Modelle . . . . .	27
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>33</b>
	<b>Danksagung</b>	<b>35</b>
	<b>Literatur</b>	<b>36</b>
<b>A</b>	<b>Kodierung der Daten</b>	<b>Anhang-1</b>
A.1	Personalien . . . . .	Anhang-2
A.2	Wohn- und Arbeits-/Ausbildungsort . . . . .	Anhang-2
A.3	Subjektive Beurteilungen . . . . .	Anhang-3
A.4	Wohnung, Einkommen und Preise . . . . .	Anhang-3
<b>B</b>	<b>Ergänzungsabbildungen</b>	<b>Anhang-4</b>
<b>C</b>	<b>Residuen der linearen Modelle</b>	<b>Anhang-6</b>
<b>D</b>	<b>Residuen der kumulatives-logit Modelle</b>	<b>Anhang-29</b>

## Abbildungsverzeichnis

1	Fragen zur Zufriedenheit . . . . .	2
2	Erhebungsgemeinden der Umfrage . . . . .	4
3	Berichtete Lebenszufriedenheit . . . . .	7
4	Verteilung der Pendelzeit und Lebenszufriedenheit . . . . .	11
5	Miet- und Kaufpreisen und Pendelzeit . . . . .	13
6	Zufriedenheit und Arbeit/Wohnsituation . . . . .	14
7	Residuen der einfachen Regression . . . . .	16
8	Residuen des kumulatives-logit Modells . . . . .	28
9	Lärm und Pendlerzeit . . . . .	Anhang-5

## Tabellenverzeichnis

1	Repräsentativität der Stichprobe . . . . .	6
2	Soziodemographie und Zufriedenheit . . . . .	9
3	Einkommen, Berufstätigkeit und Zufriedenheit . . . . .	10
4	Lineare Modelle . . . . .	17
5	Reisezeit und Soziodemographie mit Interaktionen . . . . .	19
6	Lineare Modelle für Berufstätige . . . . .	23
7	Kumulatives Logit Modelle . . . . .	29
8	Kumulatives Logit Modelle für Berufstätige . . . . .	31
9	Koeffiziente der Zufriedenheiten für Berufstätige . . . . .	32

Semesterarbeit für den MSc Angewandte Mathematik

## Wie zufrieden sind Pendler?

Ambra Toletti  
Stud. D-MATH  
ETH Zürich

Tel: +41-79-389 95 33  
atoletti@student.ethz.ch

Mai 2013

## Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Zufriedenheit der Zürcher Pendler zu untersuchen. Von speziellem Interesse war, ob die Dauer des Arbeitsweges einen Einfluss auf die berichtete Lebenszufriedenheit hat. Anhand der Resultate der Umfrage von Waldner *et al.* (2005) wurden verschiedene regressionsbasierte Modelle angepasst, um die Zusammenhänge der soziodemographischen und ökonomischen Eigenschaften der Teilnehmer und der Reisezeit mit dem berichteten Wohlbefinden darzustellen. Überraschenderweise wurde herausgefunden, dass der Einfluss der Pendelzeit auf die Lebenszufriedenheit nicht signifikant und oft positiv ist. Darum musste man folgern, dass Zürcher Pendler den Aufwand ihres Arbeitsweges vollständig kompensieren. Insbesondere wurde herausgefunden, dass die Zufriedenheit mit dem Zustand der Umwelt mit zunehmender Pendlerzeit steigt. Somit wird angenommen, dass die Belohnung eine grünere Wohnumgebung ist.

## Schlüsselwörter

Pendler, Zufriedenheit

# 1 Einleitung

Die Theorie der Entscheidungen sagt, dass Personen diejenigen Alternativen wählen, welche ihnen den maximalen Nutzen bringen. Darum würde man erwarten, dass Personen Entscheidungen treffen, die sie zufriedener machen. Frey und Stutzer (2008) zeigten, dass dies für deutsche Pendler nicht zutrifft. Die Pendler berichten systematisch tiefere Zufriedenheitsniveaus als die Nicht-Pendler. Insbesondere schliessen die Autoren daraus, dass eine Pendelstunde eine Senkung von 0.28 Punkten (in einer zehn Niveaus Skala) verursacht.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, zu überprüfen, ob diese Schlussfolgerung auch für Schweizer Pendler zutrifft. Das Problem ist aktuell, weil Pendler einen immer grösseren Anteil der Schweizerischen Erwerbstätigen darstellen. Gemäss der Bundesstatistik (siehe Haug und Schuler (2003)) war der Anteil der Wegpendler 9% der Erwerbstätigen im Jahr 1910. Der Prozentwert hat konstant zugenommen (1930:12%; 1960:23%; 1970:31%; 1980:40%; 1990:51,7%) und hat im Jahr 2000 57,8% erreicht. Die mittlere Pendelzeit ist auch gestiegen: im Jahre 1970 war der Mittelwert gleich 18,2 Minuten, im Jahre 1990 gleich 19,1 Minuten und nach 2000 gleich 20,1.

Die Quelle der benutzten Daten ist die Umfrage von Waldner *et al.* (2005). Diese wurde 2005 im Rahmen des Forschungsprogramms "Zukunft Urbaner Kulturlandschaften" vom Netzwerk Stadt und Landschaft der ETH Zürich durchgeführt. Im Fragebogen wurden dieselben Fragen zur Zufriedenheit eingebaut, die auch Frey und Stutzer (2008) analysiert haben (Siehe Abb. 1). Im Abschnitt 2 befindet sich die Beschreibung der Befragung und im Anhang A die Kodierung der Antworten.

Im Kapitel 3 werden die Antworten der Umfrage analysiert. Im ersten Schritt gilt es, die Variablen zu finden, die einen Einfluss auf die Zufriedenheit haben. In dieser Phase werden die Schlussfolgerungen von Frey und Stutzer (2002) als Basis verwendet. Insbesondere wird untersucht, ob die Pendelzeit mit der Zufriedenheit korreliert ist, und wenn ja, ob die Korrelation positiv oder negativ ist. Schliesslich (d.h. im Abschnitt 4) werden verschiedene Modelle angepasst, um die Zusammenhänge der Zufriedenheit mit diesen Variablen zu beschreiben.

Abbildung 1: Fragen zur Zufriedenheit des Fragebogens

## Wie zufrieden sind Sie ...

	sehr zufrieden					sehr unzufrieden				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mit der Lage Ihrer Wohnung?	<input type="checkbox"/>									
mit Ihrer Wohnung als solcher?	<input type="checkbox"/>									
mit Ihrer Gesundheit?	<input type="checkbox"/>									
mit Ihrer Arbeit?	<input type="checkbox"/>									
mit Ihrer Freizeit?	<input type="checkbox"/>									
mit dem Zustand der Umwelt hier in der Region?	<input type="checkbox"/>									
mit Ihrem Leben insgesamt?	<input type="checkbox"/>									

Quelle: Waldner *et al.* (2005)

## 2 Quelle der Daten

Der Fragebogen wurde im Rahmen des Projekts "Erreichbarkeit, Infrastruktur und Raumentwicklung" entwickelt. Das Ziel der Befragung war es, Informationen zu sammeln, um verschiedene Fragestellungen zu untersuchen. Insbesondere haben Waldner *et al.* (2005) die folgenden Themen betrachtet:

- Flächendeckende Modellierung der Standortattraktivität für Wohnnutzungen im Grossraum Zürich
- Untersuchung der Attraktivität und Nutzung von Einkaufs- und Naherholungsmöglichkeiten
- Entwicklung eines Modells für die Wohnstandortwahl unter Berücksichtigung der Arbeits- und Ausbildungsorte aller Personen im Haushalt
- Abbildung des Zusammenhangs zwischen Wohnkosten, Pendlerzeit und Lebenszufriedenheit

### 2.1 Fragebogen

Zu Beginn wurden Personalien (d.h. Geburtsdatum, Staatsangehörigkeit und der Status auf dem Arbeitsmarkt) und Haushaltangaben (d.h. Anzahl ÖV-Abonnemente, Auto-Führerausweise, Velos und Hunde, und Arbeits- oder Ausbildungsorte aller Haushaltsmitglieder) erfragt. Diese Daten werden als erklärende Variablen im Abschnitt 3 verwendet.

Zweitens wurden die Befragten aufgefordert, die eigene Zufriedenheit (unterteilt in sieben Kategorien) und einige Aspekte der Wohnsituation (z.B. Aussicht, Luftqualität der Umgebung, Lärm, usw.) subjektiv zu beurteilen. Diese Antworten werden als Ziel- und/oder erklärende Variable in der Modellierung betrachtet.

Dann wurden Fragen zur Wohnung und zur Nutzung von Einkaufs- und Naherholungsmöglichkeiten gestellt. Diese Angaben werden für die Analyse des subjektiven Wohlbefindens vernachlässigt.

Einkommen und (Kauf- oder) Mietpreise wurden am Ende des Fragebogens angegeben. Der Zusammenhang dieser Angaben mit der Pendelzeit und mit der Lebenszufriedenheit wird im Folgenden untersucht.

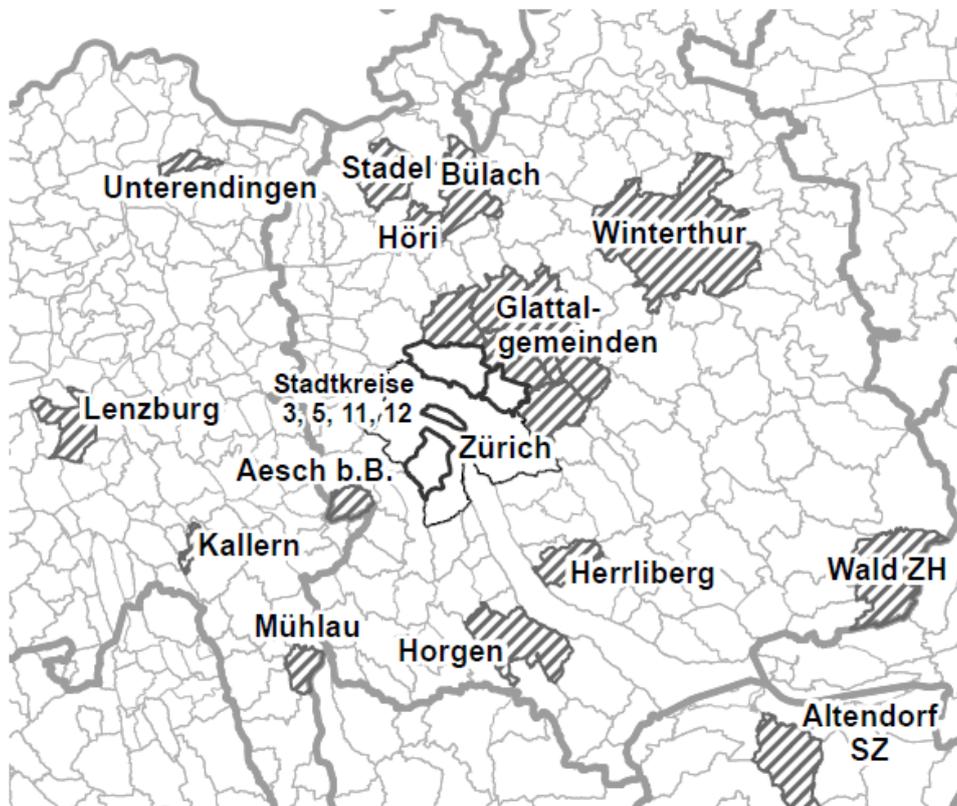
## 2.2 Stichprobe

Das Ziel der Umfrage war es, Daten zu sammeln, die die heutige Situation der Pendler und des Immobilienmarkts möglichst gut abbilden. Deshalb wurde die Stichprobe aus

1. Regionen sehr nah zum Untersuchungsgebiet: Zürich (d.h. die acht Glattalgemeinden und die zwei nördliche zürcher Kreise)
2. zehn zufällig gezogene Gemeinden, wo mindestens fünf Prozent der Pendler (gemäss Haug und Schuler (2003)) in der Untersuchungsregion arbeiten
3. drei Regionen mit speziellen Eigenschaften auf dem Immobilienmarkt (z.B. Flugzeugslärm oder Seesicht)

zusammengesetzt. Siehe die Abbildung 2 für die betroffenen Gemeinden. Um möglichst repräsentative Informationen über den Immobilienmarkt zu erhalten, wurde die Stichprobe gemäss einem "quota sampling" gezogen: zwei Drittel der befragten Haushalte waren während den letzten fünf Jahren vor der Befragung umgezogen, die übrigen wohnten schon mindestens seit

Abbildung 2: Erhebungsgemeinden der Umfrage



Quelle: Waldner *et al.* (2005)

fünf Jahre in derselben Wohnung. Ferner wurden (wenn möglich) nur erwachsene Personen befragt.

### 3 Datenanalyse

In diesem Abschnitt werden die Antworten der Umfrage analysiert. Von speziellem Interesse ist die Beurteilung der eigenen Lebenszufriedenheit und ihre Verbindung mit dem Pendeln (Abschnitt 3.3). Zuerst (Abschnitt 3.1) werden die allgemeinen Angaben präsentiert und mit denjenigen der offiziellen Statistik verglichen, um die Repräsentativität der Befragung zu untersuchen. Dann (Abschnitten 3.2 und 3.3) wird die Aufmerksamkeit auf die Lebenszufriedenheit und auf die Variablen, mit welchen sie verbunden ist, gerichtet. Die Basis der Untersuchung sind die Schlussfolgerungen von Frey und Stutzer (2002) und Frey und Stutzer (2008).

#### 3.1 Beschreibung der Stichprobe

Die Tabelle 1 zeigt einige Antworten des Fragebogens und des Zensus 2000 in den betroffenen Gemeinden. Die prozentualen Umzüge der Teilnehmer der Befragung unterschieden sich

Tabelle 1: Repräsentativität der Stichprobe: Vergleich der Resultate mit denjenigen der eidgenössischen Volkszählung 2000. Wohnort vor 5 Jahren, Staatsangehörigkeits- und Geschlechtsverteilung.

	Zensus 2000	Umfrage IVT	
Wohnort vor 5 Jahren	Gleiche Adresse	53.60%	50.10%
	Andere Adresse	37.96%	46.46%
	Keine Angabe	8.44%	3.44%
Frauen	51.34%	42.81%	
Ausländer	26.71%	15.12%	
Anzahl Erwerbstätige pro Arbeitslose	18.09	28.07	

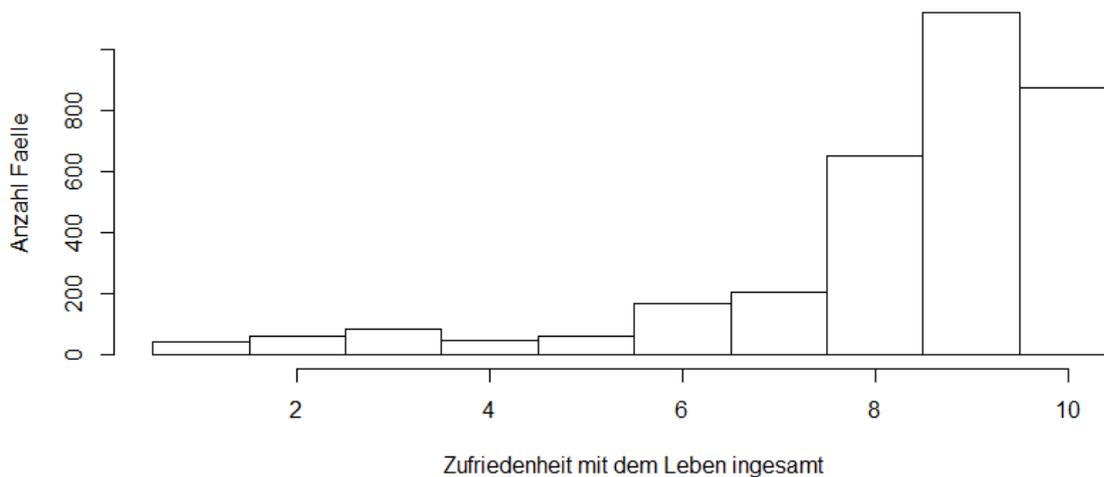
Quelle: BFS Bundesamt für Statistik, 2010 Neuenburg / Schweiz Datenbank: BFS - STAT-TAB

von den Angabe des Zensus 2000. Man bemerkt, dass die Proportionen der Geschlechter und der Staatsangehörigkeit nicht übereinstimmen. Insbesondere ist die Anzahl Erwerbstätigen pro Arbeitslose in der IVT Umfrage extrem hoch. Ferner wird beobachtet, dass die Anteile unter 30 jährigen unterschiedlich sind: 13% der männlichen Teilnehmern und 22% der Weiblichen waren zwischen 18 und 30 Jahre alt, während im Zensus 2000 (BFS, 2010) die beobachteten Anteile 20.62% bzw. 18.87% waren. Man muss daraus schliessen, dass diese Stichprobe nicht repräsentativ ist. Folglich muss man beim Ziehen der Schlussfolgerungen umsichtig sein.

## 3.2 Zufriedenheit mit dem Leben

Nach dem Umkehren der Skala (d.h. 1 entspricht "sehr unzufrieden" und 10 "sehr zufrieden") ist der Mittelwert der berichteten Lebenszufriedenheit gleich 8.27, 0.25 Punkte höher als der schweizerische Durchschnitt vom Jahr 1989 (Frey und Stutzer, 2002). Die Abbildung 3 stellt das berichtete Wohlbefinden dar.

Abbildung 3: Die Lebenszufriedenheit der Befragung: "Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem Leben insgesamt?" (1 entspricht "sehr unzufrieden" und 10 "sehr zufrieden").



Im Folgenden werden die Zusammenhänge der Lebenszufriedenheit mit weiteren Variablen untersucht. Frey und Stutzer (2002) erkannten drei Klassen von Faktoren, die das subjektive Wohlbefinden beeinflussen:

- Persönlichkeit und Soziodemographie (Kap. 3 von Frey und Stutzer (2002) und Abschnitt 3.2.1)
- Ökonomie (Kap. 4-6 in Frey und Stutzer (2002) und Section 3.2.2)
- Politisches System (Kap. 7-9 in Frey und Stutzer (2002))

Hier wird die dritte Kategorie nicht analysiert, weil die Varianz für diese Ausprägung in der ganzen Stichprobe klein ist.

### 3.2.1 Soziodemographische Faktoren

Die Autoren entnehmen, dass die folgenden soziodemographischen Faktoren mit dem subjektiven Wohlbefinden korreliert sind:

- Alter: Wider Erwarten sind die Menschen mittleren Alters am Unglücklichsten und nicht die Ältesten.
- Geschlecht: Frauen berichten normalerweise leicht höhere Zufriedenheitsniveaus als Männer.
- Gesundheit: Wohlauf sein bewirkt höhere berichtete Zufriedenheit.
- Enge Beziehungen und Ehe: Singles berichten tiefere Zufriedenheit als verheiratete Personen. Der Unterschied ist in den letzten Jahren kleiner geworden, weil immer mehr Ehen zur Scheidung kommen und viele Paare zusammenleben, ohne zu heiraten.
- Staatsangehörigkeit: Schweizer sind glücklicher als Ausländer.

Die Autoren machen darauf aufmerksam, dass die Kausalität nicht unbedingt aus den Faktoren der Zufriedenheit stammt. Zum Beispiel kann man vermuten, dass glückliche Personen eher heiraten als Unglückliche.

Hier wurden fast dieselben Variablen betrachtet, um die Qualität der erhobenen Daten zu überprüfen. Tabelle 2 fasst die Resultate zusammen. Enge soziale Beziehungen und Ehe konnten nicht analysiert werden, da der Fragebogen die notwendigen Fragen dazu nicht stellte. Insbesondere wurden den Zivilstand und den Haushaltstyp (z.B. Einzelperson, Paar ohne Kinder, Paar mit Kindern, usw.) nicht gefragt.

Überraschenderweise sind hier die jüngeren Leute am unglücklichsten. Ein Grund dafür könnte die Wahl der Stichprobe sein. Eine weitere Möglichkeit wird im nächsten Abschnitt präsentiert. Insbesondere bemerkt man, dass die seit kurzem umgezogenen Personen ein wenig unzufriedener als die anderen sind, aber die beiden Durchschnitte sind sehr ähnlich. Daraus kann man schliessen, dass das "quota-sampling" kein wesentliches Problem mitbringt.

Die anderen Mittelwerte stimmen mit den obigen Aussagen überein und man kann daraus schliessen, dass die Daten keine systematische Abweichung von der früheren Studie zeigen.

Tabelle 2: Soziodemographie und Zufriedenheit

Faktor	Niveau	Mittelwert	Standard Abweichung
Alter	19 und jüngere	6.31	3.26
	20-29	8.18	1.94
	30-39	8.22	2.01
	40-49	8.22	1.93
	50-59	8.20	1.98
	60-69	8.51	1.89
	70 und ältere	8.57	1.88
Geschlecht	weiblich	8.34	1.96
	männlich	8.22	1.97
Gesundheit (1 = sehr unzufrieden, 10 = sehr zufrieden)	1-3	4.18	2.54
	4-7	6.96	2.23
	8-10	8.81	1.24
Staatsangehörigkeit	Schweizerisch	8.38	1.88
	andere	7.69	2.27
Adresse vor 5 Jahren	gleich	8.35	1.98
	andere	8.20	1.93

### 3.2.2 Ökonomische Faktoren

Frey und Stutzer (2002) erkannten drei ökonomische Faktoren, die einen Einfluss auf die berichtete Zufriedenheit haben: Einkommen, Arbeit/-losigkeit und Inflation. Die beiden ersten werden in Tabelle 3 vorgestellt. Da die Befragung nur einmal in einer bestimmten Periode durchgeführt wurde, steht keine Information über den Einfluss der Inflation zur Verfügung. Man beobachtet zwei Phänomene, die (teilweise) schon Frey und Stutzer (2002) erkannten:

1. Das Einkommen beeinflusst die berichtete Zufriedenheit. Dennoch je höher das Einkommen ist, desto kleiner der Effekt. Das heisst: für tiefere Einkommen führt die Erhöhung zu einer starken Steigerung im subjektiven Wohlbefinden, für höhere Einkommen wird die Zunahme kleiner.
2. Arbeitslose sind am unglücklichsten aber auch Studierende berichteten tiefere Zufriedenheitsniveaus als Erwerbstätige, Hausfrauen/-männer und Rentner/-innen. Das kann der Grund sein, weshalb Jugendliche eine tiefere Zufriedenheit mit ihrem Leben berichteten.

Tabelle 3: Einkommen, Berufstätigkeit und Zufriedenheit

Faktor	Niveau	Mittelwert	Standard Abweichung
Einkommen	unter 2'000	7.41	2.51
	2'000-3'999	7.76	2.27
	4'000-5'999	8.24	1.91
	6'000-7'999	8.33	1.86
	8'000-9'999	8.35	1.85
	10'000-11'999	8.39	1.89
	12'000-13'999	8.58	1.77
	14'000 und höher	8.64	1.79
Beruf	Arbeitssuche	6.99	2.54
	Ausbildung	7.85	2.31
	Hausfrau	8.21	2.16
	Rentner	8.45	1.91
	Teilzeit berufstätig	8.43	1.85
	Vollzeit berufstätig	8.26	1.92

Bemerkung: ein  $\chi^2$ -Test auf Unabhängigkeit vom Beruf und Zufriedenheit ergibt einen geringen P-Wert. D.h. die Beschäftigung beeinflusst das berichtete Wohlbefinden.

### 3.3 Spezialfall der Pendler

Es ist schwierig den Begriff *Pendler* eindeutig zu definieren. Hier wird die folgende Definition angewendet: Personen, die berufstätig oder in Ausbildung sind und die an einem festen Ort (ausser Haus) arbeiten oder studieren.

Normalerweise (z.B. in Frey und Stutzer (2008) und Haug und Schuler (2003)) werden Personen in Ausbildung nicht als Pendler betrachtet. Dennoch die Resultate in Tabelle 3 deuten an, dass die Unglücklichkeit der Studierenden mit dem Pendeln korreliert sein kann.

Da das Pendeln psychologische und physische Ermüdung mitbringt, wird selbstverständlich angenommen, dass es mit höherem Einkommen und/oder tieferen Mietpreisen und/oder besserer Wohnumgebung kompensiert wird. Frey und Stutzer (2008) zeigten, dass dies in ihren Daten nicht der Fall ist und Pendler systematisch unzufriedener als andere sind (dieses Phänomen wurde "commuting paradox" genannt). Insbesondere fehlt die Kompensation für Personen in

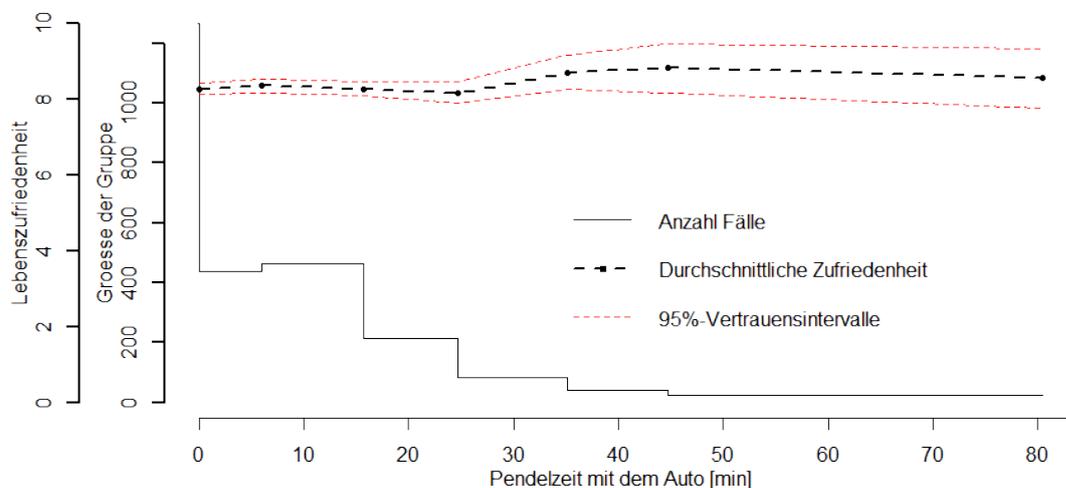
Ausbildung, die kein Einkommen und somit weniger Möglichkeiten der Verkehrsmittelwahl haben. Das könnte der Grund sein, warum Studenten tiefere Zufriedenheitsniveaus berichteten.

### 3.3.1 Verteilung der Pendelzeit

Da die Pendelzeit nicht direkt gefragt wurde, hat man die Reisezeiten der Teilnehmern mittels MatSim berechnet. Ferner wurde angenommen, dass alle Teilnehmer das Auto benutzten, weil keine Information zur Verkehrsmittelwahl verfügbar war.

Die beobachtete durchschnittliche Pendelzeit ist 17.47 Minuten, das heisst etwa drei Minuten tiefer als der Schweizerische Mittelwert (siehe Abschnitt 1). Die Verteilung ist, zusammen mit den durchschnittlichen berichteten Lebenszufriedenheiten, in Abbildung 4 dargestellt.

Abbildung 4: Verteilung der Pendelzeit und berichtete Lebenszufriedenheit. Man bemerkt, dass der erste Stab Nicht-Pendler entspricht.



Entgegen den Resultaten von Frey und Stutzer (2008), wächst die berichtete Zufriedenheit mit der Pendelzeit. Das Resultat ist überraschend und soll tiefergehend untersucht werden, um die Gründe dafür zu entdecken. Mögliche Hypothesen sind:

- Es kann sein, dass einige Leute mit "speziellen Eigenschaften" in der Stichprobe überrepräsentiert sind.

- Es ist möglich, dass Pendler vollständig mit höherem Einkommen, tieferen Miet- oder Einkaufspreise und/oder besserer Wohn- oder Arbeitssituation entschädigt werden.
- Die sogenannte "Selbst-Selektion" (siehe Mokhtarian und Cao (2008) für eine ausführliche Erklärung) spielt eine Rolle. Das Prinzip der Selbst Selektion ist wie folgt erklärt. Man nimmt an, dass Personen homogene Vorlieben haben. Die Personen, die pendeln nicht mögen, wählen lieber die Kombinationen von Wohn- und Arbeitsort, die die kürzeste Pendelzeit ergeben. Es folgt, dass diese benachteiligt sind gegenüber denen, für die pendeln unbedeutend ist. Deswegen berichten sie wahrscheinlich tiefere Zufriedenheitsniveaus.

Die ersten beiden Möglichkeiten werden im Folgenden analysiert. Die Dritte wird als Notlösung betrachtet, im Fall, dass die anderen Alternativen das Resultat nicht vollständig erklären können.

### 3.3.2 Einkommen

Tabelle 3 zeigt, dass Personen mit höherem Einkommen zufriedener mit dem eigenen Leben sind. Es bleibt nun zu testen, ob längere Pendelzeiten tatsächlich mit höheren Einkommen verbunden sind. Man führt einen Korrelationstest nach Spearman durch und findet einen geschätzten Korrelationskoeffizient von 0.3 und einen geringen P-Wert. Man kann daraus schliessen, dass Personen mit längeren Reisezeiten höhere Einkommen erhalten. Es wäre dann sinnvoll, die Zunahme des subjektives Wohlbefinden (mindestens teilweise) durch die des Einkommens zu erklären.

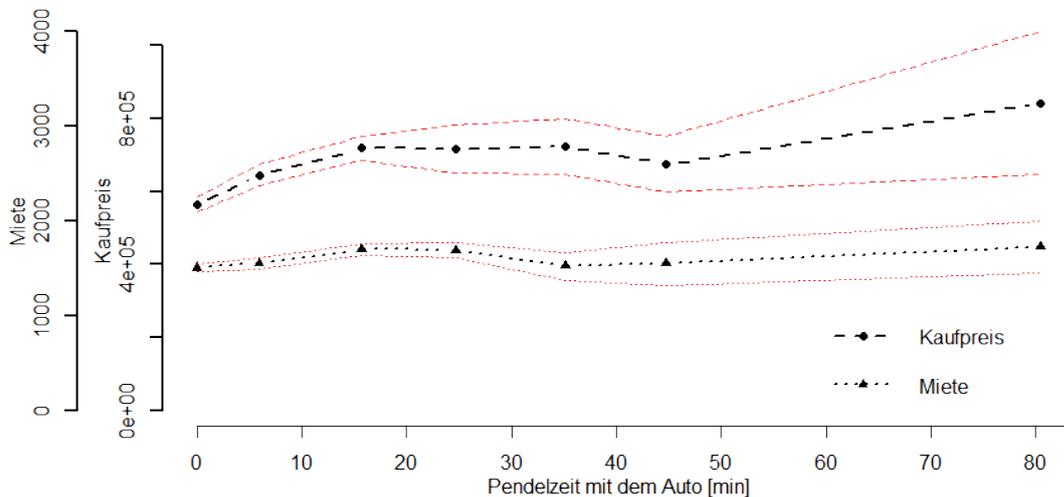
Die Kausalität kann aber in beide Richtungen gehen:

- Personen wählen fernere Arbeitsplätze, weil sie höhere Löhne bieten.
- Haushalte mit höherem Einkommen wohnen in "exklusiven" Zonen, die aber weiter vom Arbeitsort entfernt sind.

### 3.3.3 Miet- und Kaufpreise

In Abbildung 5 sieht man, dass Miet- und Kaufpreise nicht mit höheren Pendelzeiten abnehmen. Es folgt, dass der Stress, den Pendeln selbst mitbringt, nicht durch tiefere Wohnungen/Häuserpreise kompensiert wird. Man muss aber beachten, dass die Stichprobe nicht zufällig gezogen wurde und dass nur eine sehr geringe Anzahl der Teilnehmern einen langen Arbeitsweg hat. Infolgedessen können die Resultate von speziellen Eigenschaften auf dem Immobilienmarkt (z.B. Seeaussicht oder Flugzeugslärm) verzerrt sein.

Abbildung 5: Miet- und Kaufpreisen als Funktion der Pendelzeit: Die roten Linien entsprechen den 95%–Vertrauensintervalle

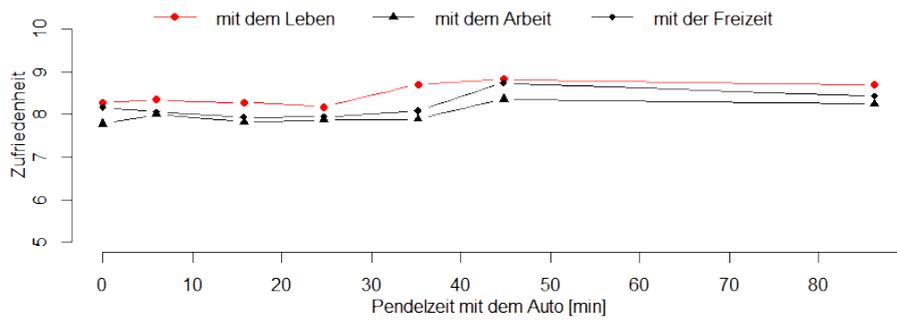


### 3.3.4 Arbeit und Wohnsituation

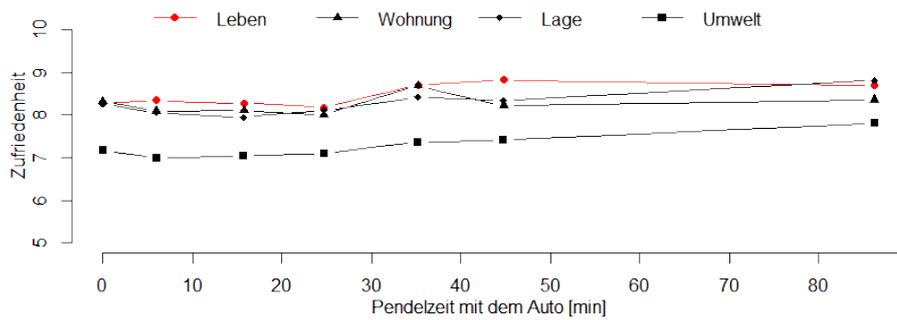
Die Abbildung 6 zeigt, dass die Zufriedenheit mit der Arbeit, mit der Freizeit und mit der Wohnsituation sich genau wie das subjektive Wohlbefinden mit der Pendelzeit entwickeln. Die Zufriedenheit mit der Aussicht von der Wohnung bewegt sich auch ähnlich wie die Lebenszufriedenheit. Man kann daraus schliessen, dass die subjektiven Beurteilungen besser als die Reisezeit die Entwicklung des Wohlbefindens erklären könnten. Infolgedessen wäre es besser die Korrelation zwischen diesen Messungen und der Pendelzeit zu hinterfragen und dann den Zusammenhang zwischen Pendelzeit und Zufriedenheit mit dem Leben insgesamt mithilfe der Resultate zu beschreiben. Während die Qualitäten der Luft und des Quartiers konstant über der Reisezeit bleiben, nimmt die Zufriedenheit mit der Umwelt in der Region zu. Deswegen kann man entnehmen, dass die Personen, die eine lange Pendelstrecke haben, wahrscheinlich im Grünen wohnen.

Abbildung 6: Interaktion zwischen subjektiven Beurteilungen bei den Pendlern

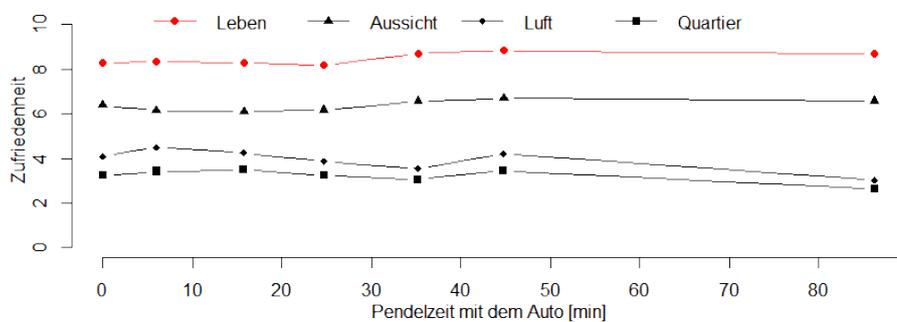
(a) Arbeit und Freizeit



(b) Wohnung und Umwelt



(c) Aussicht, Luft- und Wohnqualität



## 4 Modellierung

In diesem Kapitel, wird die berichtete Zufriedenheit mit dem Leben ( $U$ ) mithilfe der anderen Variablen modelliert. Vom speziellen Interesse ist der Zusammenhang mit der Pendelzeit ( $TT_{\text{Car}}$ ). Zu Beginn (Abschnitt 4.1) werden die Beurteilungen der Zufriedenheit als stetige Variablen betrachtet und lineare Regressionen angewendet. In einer zweiten Phase (Abschnitt 4.2) werden sie als Ordinalvariablen betrachtet und nichtlineare Modelle angepasst.

Als Basis der Untersuchung wird die "Guideline for Regression Analysis" von Dettling (2011) benutzt.

### 4.1 Stetige Zufriedenheit und lineare Modelle

Man nimmt an, dass die Zufriedenheit mit dem Leben insgesamt eine stetige Variable ist und sie durch ein lineares Modell beschreibbar ist.

**Pendelzeit und Lebenszufriedenheit** Das erste Modell ist eine einfache lineare Regression der Form

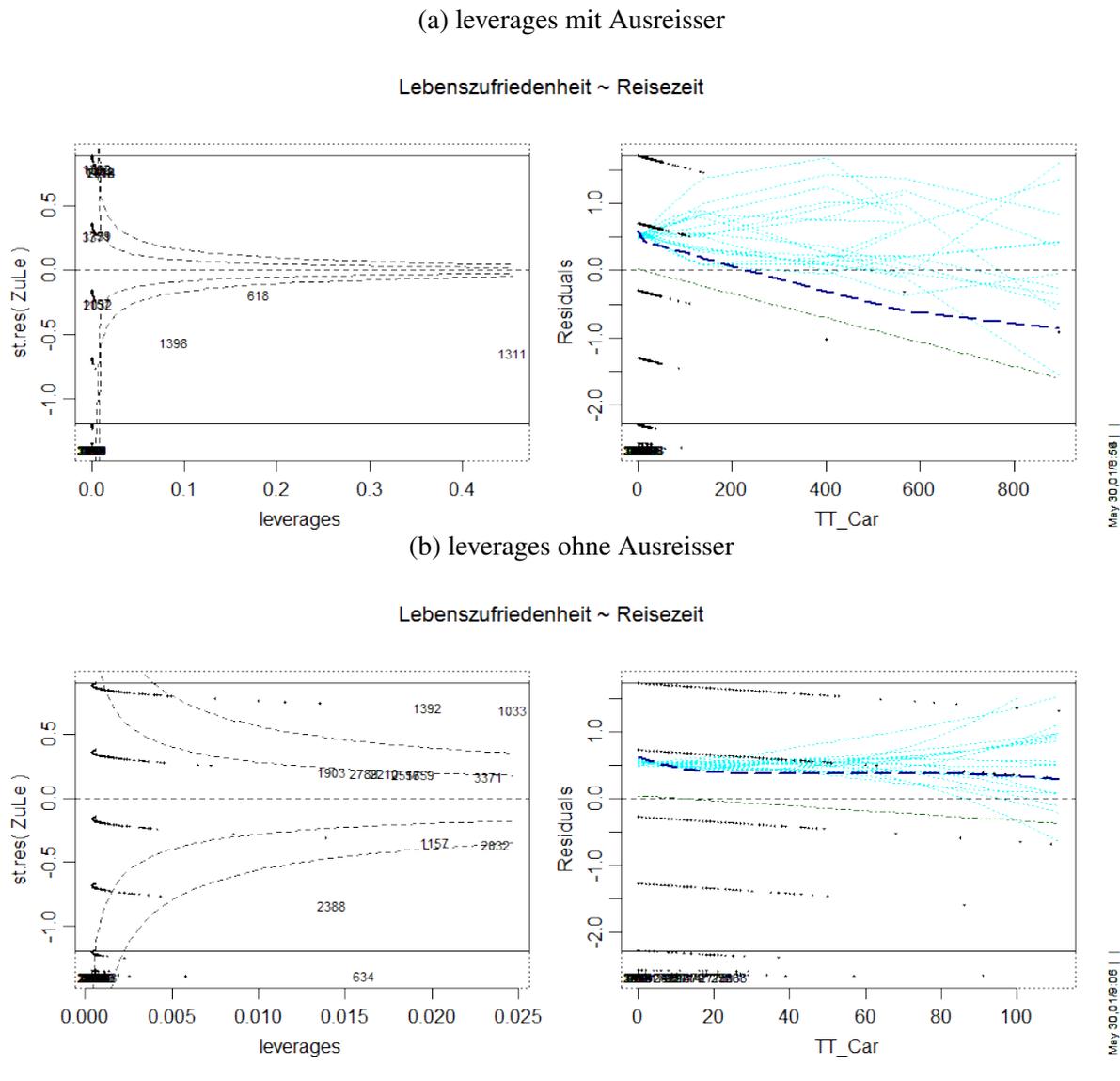
$$U_i = \alpha + \beta \cdot TT_{\text{Car},i} + \varepsilon_i, \quad (1)$$

wobei jedes  $i$  mit einem Fragebogen übereinstimmt,  $U_i$  und  $TT_{\text{Car},i}$  entsprechen der (im Fragebogen  $i$ ) berichteten Glücklichkeit mit dem Leben und berechneten Pendelzeit mit dem Auto. Die  $\varepsilon_i$  sind Fehlerterme, die unabhängig voneinander und von  $TT_{\text{Car}}$  sein sollen.

Die mittels einer linearen Regression erhaltenen Parametern  $\alpha$  (d.h. der Achsenabschnitt) und  $\beta$  (der Koeffizient der Pendelzeit) sind zusammen mit dem Gütemass  $R^2$ , der Anzahl der Beobachtungen  $N$  und dem geschätzten Effekt einer Pendelstunde in der ersten Spalte der Tabelle 4 gezeigt.

Die graphischen Darstellungen (Abbildung 7(a)) der Residuen stellen heraus, dass es drei Fälle mit sehr langer Pendelzeit (400, 565.7 und 894.4 Minuten) gibt, die einen grossen Einfluss auf die Regressionsgerade haben (sogenannte "leverages"). Es ist ziemlich unwahrscheinlich, dass diese Personen einen Arbeitsweg, der mehr als sechs Stunden dauert, alltäglich bewältigen. Es ist möglich, dass entweder die Reisezeiten nicht korrekt berechnet wurden oder diese Personen Wochen- bzw. Monatspendler sind (d.h. sie machen die Reise nur selten). In beiden Fällen lassen sich die Ausreisser aus der Regressionsberechnung ausklammern. Da dieselbe Überlegung auch

Abbildung 7: Residuen der einfachen Regression



für die drei übrigbleibenden Fälle mit einer Reisezeit länger als zwei Stunden anwendbar ist, entfernt man auch diesen vor Berechnung. Die resultierenden Kennzahlen stehen in der zweiten Spalte der Tabelle 4 und die Residuendarstellungen in der Abbildung 7(b). Da die Residuen des neuen Modells nachvollziehbarer aussehen (D.h. der Betrag der Residuen bleibt (fast) konstant bei steigenden Pendelzeit und keine wesentliche Ausreisser ist erkennbar), schliesst man daraus, dass diese sechs Beobachtungen für die Modellierung nicht im Betracht gezogen werden sollen. Man bemerkt, dass die neuen Koeffiziente ziemlich anders sind als die, die durch die erste Regression gefunden wurden. Insbesondere ist der Effekt einer Pendelstunde von 0.108 zu 0.224 erhöht worden und ist der P-Wert konstant geblieben. Leider ist der Anteil der erklärten Variation in der Lebensbefriedigung noch gering (weniger als 0.001). Darum soll man weitere Erklärenden im Betracht ziehen, um die Änderungen in der Zielvariable gut zu beschreiben.

Tabelle 4: Lineare Modelle: Die Werte entsprechen den Koeffiziente und *P-Werte* und den Kennzahlen der Regressionen

Erklärende Variablen		Nur Pendelzeiten				mit Soziodemographie				mit Ökonomie			
Ausreisser		mit		ohne		ohne				ohne			
		Koeffiz.	<i>P-Wert</i>	Koeffiz.	<i>P-Wert</i>	Koeffiz.	<i>P-Wert</i>	Koeffiz.	<i>P-Wert</i>	Koeffiz.	<i>P-Wert</i>	Koeffiz.	<i>P-Wert</i>
(Intercept)		8.296		8.279		2.527		2.430		2.431		2.193	
Reisezeit [ <i>min</i> ]		0.002	0.215	0.004	0.200	0.002	0.418	0.002	0.499	0.001	0.649	0.002	0.417
Alter						0.014	0.000	0.016	0.000	0.006	0.020	0.007	0.005
Staatsangehörigkeit	Schweizer					0.261	0.004	0.281	0.002	0.183	0.045	0.254	0.004
Geschlecht	männlich					-0.070	0.235	-					
Letzter Umzug [ <i>Jahre</i> ]						0.005	0.092	-					
Gesundheit						0.601	0.000	0.601	0.000	0.600	0.000	0.602	0.000
Beruf	Arbeitssuche									0.000		0.000	
	Ausbildung									0.216		0.230	
	Hausfrau									0.379		0.511	
	Rentner									1.027	0	1.050	0
	Teilzeit									0.541		0.677	
	Vollzeit									0.409		0.594	
Einkommen	unter 2'000									-0.308			
	2'000-3'999									-0.353			
	4'000-5'999									-0.072			
	6'000-7'999									0.055	0	-	
	8'000-9'999									0.104			
	10'000-11'999									0.192			
	12'000-13'999									0.181			
	14'000 und höher									0.201			
Effekt einer Pendelstunde		0.108		0.224		0.111		0.093		0.067		0.117	
Adj. $R^2$		0.000		0.000		0.459		0.459		0.478		0.466	
Anzahl Beobachtungen		2483		2477		2329		2334		2202		2332	

**Pendelzeit und Soziodemographie** Man fügt zum linearen Modell 1 die soziodemographischen Variablen, die im Abschnitt 3 analysiert wurden, hinzu und erhält ein Modell der Form

$$U_i = \alpha + \beta_{TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{\underline{Sozio}} \cdot \underline{X}_i + \varepsilon_i, \quad (2)$$

wobei  $\underline{X}_i$  ein Vektor ist, der das Alter, das Geschlecht, die Staatsangehörigkeit, die Zeit seit letztem Umzug und die subjektive Beurteilung der Gesundheit der Person  $i$  enthält. Der Vektor  $\beta_{\underline{Sozio}}$  enthält die entsprechenden Koeffizienten.

Die Residuenabbildungen des Modells befindet sich im Anhang C.1. Tatsächlich wäre die Lebenszufriedenheit eine diskrete Variable, dennoch sehen die Residuen genügend gut aus: Sie sind um Null zentriert bei hohen geschätzten Zufriedenheitsniveaus, wobei die Mehrzahl der Teilnehmer die eigene Zufriedenheit berichtet haben (siehe Abb. 3). Das Normalplot sieht auch gut aus. Leider variieren die Residuen stark bei verschiedenen Gesundheitsbeurteilungen. Der Grund dafür kann sein, dass diese Variable nicht stetig, sondern diskret ist. Die Residuen bleiben fast konstant, wenn die Werte der meisten Erklärenden ändern. Dennoch vergrössern sie sich für extrem-lange Zeitabstände seit dem letzten Umzug.

Die geschätzten Achsenabschnitte und Koeffiziente des Modells 2, sowie die Kennzahlen der Regression und der Effekt einer Pendelstunde sind in der dritten Spalte der Tabelle 4 zusammengefasst. Das Gütemass  $R^2$  ist auf 0.459 gestiegen und die Variablen Alter, Staatsangehörigkeit und beurteilte Gesundheit sind signifikant auf dem 5% Niveau.

Da das Geschlecht einen grossen P-Wert (0.235) hat, wird diese Variable aus der Gleichung gestrichen. Da das resultierende Modellergebnis sehr ähnlich dem Früheren ist (d.h.  $R^2$  konstant geblieben sowie die anderen Kennzahlen) und die Zeit seit dem letzten Umziehen noch nicht signifikant ist (d.h. P-Wert gleich 0.091), wird auch diese Variable gelöscht. Die Resultate sind in der vierten Spalte der Tabelle gezeigt und es stellt sich heraus, dass der Unterschied in Bezug auf das "volle" Modell ( $R^2$ , Einfluss der anderen Variablen) nur klein ist. Folglich kann man das Geschlecht und die Zeit seit letztem Umzug von der Menge der Erklärenden auszuschliessen. Die Residuenabbildungen des vereinfachten Modells befinden sich im C.2 und sind ähnlich denjenigen des vorigen Modells.

Die Zunahme des  $R^2$  durch das Hinzufügen der soziodemographischen Faktoren bringt auf den Gedanken, dass das Modell noch erklärender werden könnte, wenn auch die Interaktionen zwischen den Variablen im Betracht gezogen würden. Leider ist es nicht der Fall: man sieht in

<sup>2</sup>Pendelzeit, Alter, Staatsangehörigkeit, Gesundheit

<sup>3</sup>Alter, Staatsangehörigkeit, Gesundheit, Alter-Gesundheit

Tabelle 5: Reisezeit und Soziodemographie mit Interaktionen

Modell	Ohne Interaktionen	Mit Interaktionen	AIC	BIC
Reisezeit [ <i>min</i> ]	0.002	-0.180	-0.180	-
<i>P</i> -Wert	0.352	0.1	0.1	-
Anzahl Koeffizienten	4	15	15	4
Effekt einer Pendelstunde	0.000	-10.796	-10.796	-
Adj. $R^2$	0.46	0.468	0.468	0.466
Anzahl Beobachtungen	2409	2409	2409	2409

der Tabelle 5, dass die Komplexität des Modells stark zunimmt, während das Gütemass ( $R^2$ ) fast konstant bleibt. Es ist interessant, dass beim neuen Modell der Koeffizient der Pendelzeit negativ ist. Man versucht die Komplexität der Gleichung zu reduzieren durch Das AIC und BIC Methoden, aber es bewirkt nicht viel. Das AIC gibt die originale Gleichung aus. Das BIC ergibt ein Modell mit nur vier Koeffiziente, das keinen Koeffizient für die Pendelzeit enthält. Somit schliesst man daraus, dass das Modell, das in der letzten Spalte der Tabelle 4 steht, die beste Methode ist, um die berichtete Lebenszufriedenheit als Funktion der Pendelzeit und der Soziodemographie zu beschreiben.

**Pendelzeit, Soziodemographie und Ökonomie** Im Abschnitt 3 wurde gezeigt, dass sowohl das Einkommen als auch die Berufstätigkeit die Zufriedenheit mit dem Leben beeinflussen. Wenn man auch ökonomische Faktoren betrachtet, um die Veränderungen der berichteten Lebenszufriedenheit zu erklären, nimmt die Gleichung 2 die folgende Form an:

$$U_i = \alpha + \beta_{TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{Sozio} \cdot \underline{X}_i + \beta_{Eco} \cdot \underline{E}_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

Wobei  $\underline{X}_i$  und  $\underline{E}_i$  Vektoren sind, die die soziodemographischen (Alter, Staatsangehörigkeit und Gesundheit) und ökonomischen (Einkommen und Berufstätigkeit) Eigenschaften des Fragebogens  $i$  enthalten.

Leider bleibt das Gütemass  $R^2$  konstant und gleich 0.478 (siehe die fünfte Spalte der Tabelle 4). Dies bedeutet, dass das neue Modell komplizierter aber nicht erklärender als das alte ist. Die Residuen (siehe Anhang C.3) zeigen, dass die Residuen bei Rentner, Arbeitssuchende und tiefen Einkommensklassen grösser sind. Dies bedeutet, dass die Beschreibung der Lebenszufriedenheit dieser Kategorien gemäss diesem Modelle verzerrt ist. Da man sich nur marginal für diese Kategorien interessiert (Hauptinteresse sind die Pendler, die Berufstätig sind), geht man nicht

weiter auf dieses Problem ein. Um die Komplexität des Modell zu reduzieren, wird versucht ein BIC durchzuführen. Das Resultat wird in der sechsten Spalte der Tabelle 4 gezeigt: das Einkommen wurde gelöscht, während die Berufstätigkeit signifikant geblieben ist. Das heisst: das letzte Modell hat fünf Koeffiziente mehr als dasjenige in der vierte Spalte, aber (fast) das gleiche  $R^2$ . Auch in diesem Fall sind die Residuen (siehe Anhang C.4) höher bei Rentner und Arbeitssuchende, während bezüglich den anderen erklärenden Variablen gut aussehen.

Ein Problem ist die Korrelation der Ökonomie mit den anderen Variablen: einerseits haben Rentner, Hausfrauen und Arbeitssuchende immer Pendelzeiten gleich Null, andererseits wird ein langer Pendelweg theoretisch durch höheres Einkommen belohnt (siehe auch Frey und Stutzer (2008)). Überdies ist die Berufstätigkeit nicht unabhängig von der Soziodemographie: Rentner und Studierende (und manchmal auch Arbeitssuchenden) gehören oft zu bestimmten Altersgruppen, während es mehr Hausfrauen als Hausmänner gibt. Dazu folgt, dass die ökonomischen Variablen, die Soziodemographie und die Pendelzeit nicht gleichzeitig in der Regressionsgleichung bleiben können. Ferner ist es sinnvoll zu denken, dass die Zufriedenheit mit dem Leben insgesamt von den Zufriedenheiten mit den einzelnen Lebensgebiete beeinflusst wird. Da die Teilnahme<sup>1</sup> bei der Frage "Wie zufrieden sind Sie mit Ihrer Arbeit" je nach Situationen auf dem Arbeitsmarkt sehr unterschiedlich ist, kann man diese Variablen nicht einfach im Modell einsetzen.

Eine mögliche Lösung, um die genannten Probleme zu überwinden, ist jede Situation auf dem Arbeitsmarkt separat zu betrachten. Die resultierenden Modelle werden im Folgenden präsentiert.

**Ein Modell für Berufstätige** Man beginnt mit dem Modell für Berufstätige (Teil- und Vollzeit) und passt nochmals alle entwickelten Modelle an, um sicher zu sein, dass die ausgeschlossenen Variablen keine Rolle spielen. Da nur Berufstätige und Studierende einen Pendelweg haben und die Studenten nur 1% aller Beobachtungen ausmachen, gibt es für das einfache Modell einen kleinen Unterschied im Vergleich zum Fall mit allen Beobachtungen (siehe die erste Spalte der Tabelle 6 und Residuen in C.5). Die Regression mit der Soziodemographie ergibt höhere Werte für den Einfluss der Pendelzeit und für das  $R^2$  (siehe die zweite Spalte). Nochmals erscheint es sinnvoll, die Zeit seit dem letzten Umzug und das Geschlecht (stufenweise) zu entfernen. Das Resultat ist analog wie bei der obigen Modellierung: das Gütemass ist unverändert und die anderen Koeffiziente sind wesentlich konstant geblieben. Wenn man auch die Interaktionen hinzufügt, erhält das selbe Resultat als zuvor: nur leicht grösseres  $R^2$  aber 15 Koeffiziente und

<sup>1</sup>67% der Arbeitslosen, 98% der Studierende, 20% der Rentnern, 80% der Hausfrauen, mehr als 99% der Voll- und Teilzeit Berufstätige haben eine Antwort gegeben

das BIC Methode entfernt die Reisezeit. Die Residuen der beiden letzten Modelle werden in den Anhänge C.6-7 gezeigt und sehen (fast) wie bei den Modelle mit allen Beobachtungen aus: Der einzige wesentliche Unterschied ist, dass die Beobachtungen mit extrem höher Zeit seit dem letzten Umzug nicht mehr im Betracht gezogen werden. Folglich ist das "momentan beste" Modell dasjenige, das in der dritten Spalte der Tabelle 6 steht.

Das Hinzufügen des Einkommens ergibt nochmals eine Gleichung mit mehreren Koeffiziente aber ähnlichem  $R^2$  (siehe die vierte Spalte der Tabelle 6). Nochmals sehen sie Residuen sehr ähnlich zum Modell mit allen Beobachtungen aus (siehe C.8). Ein BIC ergibt eine Gleichung, die nur die Staatsangehörigkeit und die Gesundheit enthält. Deshalb wird dieses Modell nicht tiefer untersucht.

Deswegen wird versucht das Einkommen mit den anderen Zufriedenheitsmessungen zu ersetzen. D.h. man passt das folgende Modell an:

$$U_i = \alpha + \beta_{TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{\underline{Sozio}} \cdot \underline{X}_i + \beta_{\underline{Zufr}} \cdot \underline{Z}_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

Wobei  $\underline{X}_i$  und  $\underline{Z}_i$  Vektoren sind, die der Soziodemographie<sup>2</sup> und den Zufriedenheitsbeurteilungen<sup>3</sup>, des Fragebogens  $i$  entsprechen.

Die Abbildungen im Anhang C.9 zeigen, dass die Residuen bei hohen geschätzten Zufriedenheitswerten und in Regionen, wo die erklärenden Variablen konzentriert sind, in der Nahe vom Null liegen. Darum schliesst man daraus, dass es keine wesentliche Abweichung von den Modellannahmen gibt. Insbesondere sehen die Residuen bezüglich der Gesundheit besser als zuvor.

Die Kennzahlen dieses Modells werden in der fünften Spalte der Tabelle 6 gezeigt Man bemerkt, dass das Gütemass ein wenig höher als zuvor ist. Insbesondere haben das Alter und die Staatsangehörigkeit hohe P-Werte und positive Vorzeichen (in Widerspruch mit den Schlussfolgerungen des Abschnittes 3). Deshalb entfernt man die Staatsangehörigkeit, die den höchsten P-Wert besitzt, aus dem Modell und erhält die Koeffiziente in der sechsten Spalte und die Residuen im Anhang C.10, die ähnlich denjenigen des letzten Modell sind. Man sieht, dass das Alter noch

<sup>2</sup>d.h. die Variablen: Alter, Staatsangehörigkeit und Gesundheit

<sup>3</sup>d.h. Zufriedenheit mit der Arbeit, mit der Wohnung, mit der Lage der Wohnung, mit der Freizeit und mit der Umwelt in der Region

einen negativen Koeffizient aber grösseren P-Wert als zuvor hat. Der Effekt der Pendelzeit ist noch positiv aber nicht signifikant (auf dem 5% Niveau). Wenn man das Alter von Gleichung 4 entfernt, erhält man ein Modell mit gleichem  $R^2$  und wobei die Reisezeit einen grösseren Einfluss hat aber noch nicht signifikant ist. Wenn auch die Reisezeit gelöscht wird, erhält man eine Gleichung der Form

$$U_i = \alpha + \beta_{\underline{Zufr}} \cdot \underline{Z}_i + \varepsilon_i \quad (5)$$

Wobei  $\underline{Z}_i$  den Beurteilungen der Gesundheit, der Zufriedenheit mit der Arbeit, mit der Wohnung, mit der Lage der Wohnung, mit der Freizeit und mit der Umwelt in der Region für Person  $i$  entspricht. Die gehörigen  $\alpha$  und  $\beta$ , sowie die Kennzahlen der Regression werden in der letzten Spalte der Tabelle 6 gezeigt.

Man bemerkt, dass das Modell, das nur die anderen Zufriedenheitsmessungen als Erklärenden betrachtet, genau das selbe  $R^2$ , wie das letzte, besitzt. Daraus schliesst man, dass die Lebenszufriedenheit mithilfe der anderen Zufriedenheitsmessungen ziemlich gut abgebildet werden kann.

Das Resultat ist nicht überraschend aus zwei Gründen: einerseits stimmt die Zufriedenheit mit dem Leben insgesamt mit der kumulativen Zufriedenheit der verschiedenen Lebensgebiete überein, andererseits ist es möglich dass die anderen Masse als Funktion der Soziodemographie, der Ökonomie und der Pendelzeit geschrieben werden können. Dieser Aspekt wurde auch im Abschnitt 3 beobachtet: Es wurde in der Abbildung 6 gezeigt, dass die Zufriedenheit mit dem Leben insgesamt ähnlich wie die anderen Zufriedenheitsbeurteilungen als Funktion der Reisezeit variiert.

Tabelle 6: Lineare Modelle für Berufstätige: Die Werte entsprechen den Koeffiziente und den *P*-Werte und den Kennzahlen der Regressionen

Erklärende Variablen		Nur Pendelzeiten		mit Soziodemographie				mit Ökonomie		mit Zufriedenheiten				Nur Zufriedenheiten	
		Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert
(Intercept)		8.321		2.336		2.275		2.394		0.831		0.812		0.709	
Reisezeit [ <i>min</i> ]		0.003	0.297	0.002	0.348	0.002	0.355	0.001	0.634	0.001	0.627	0.001	0.561		
Alter				0.007	0.036	0.007	0.009	0.005	0.081	-0.003	0.157	-0.003	0.151		
Staatsangehörigkeit	Schweizer			0.289	0.002	0.300	0.002	0.252	0.010	-0.018	0.802				
Geschlecht	männlich			-0.073	0.262	-									
Letzter Umzug [ <i>Jahre</i> ]				0.002	0.687	-									
Gesundheit				0.659	0.000	0.660	0.000	0.657	0.000	0.272	0.000	0.272	0	0.275	0.000
Einkommen	unter 2'000							-0.252							
	2'000-3'999							-0.297							
	4'000-5'999							-0.109							
	6'000-7'999							0.086	0.005						
	8'000-9'999							0.094							
	10'000-11'999							0.178							
	12'000-13'999							0.071							
14'000 und höher								0.230							
Zufriedenheit mit der Arbeit										0.199	0.000	0.201	0	0.199	0.000
Zufriedenheit mit der Wohnung										0.107	0.000	0.105	0	0.102	0.000
Zufriedenheit mit der Lage										0.049	0.002	0.052	0.001	0.051	0.001
Zufriedenheit mit der Freizeit										0.263	0.000	0.263	0	0.263	0.000
Zufriedenheit mit der Umwelt										0.060	0.000	0.058	0	0.058	0.000
Effekt einer Pendelstunde		0.196		0.126		0.123		0.066		0.049		0.058		0	
Adj. $R^2$		0.000		0.521		0.521		0.526		0.726		0.728		0.728	
Anzahl Beobachtungen		1672		1603		1604		1533		1575		1598		1598	

Die Residuen dieses Modell befinden sich im Anhang C.11 und sehen im Wesentlichen gut aus. Insbesondere bemerkt man, dass die Grösse der Residuen bezüglich der Pendelzeit (letzte Abbildung), die im Modell nicht betrachtet wurde, konstant bleiben. Man muss daraus folgern, dass die Pendelzeit nicht notwendig für die lineare Gleichung 5 ist. d.h. die Lebenszufriedenheit der Berufstätigen kann in der folgenden Form geschrieben werden.

$$\hat{U}_i = 0.709 + 0.275 \cdot Z_{i,Gesundheit} + 0.199 \cdot Z_{i,Arbeit} + 0.102 \cdot Z_{i,Wohnung} + 0.051 \cdot Z_{i,Lage} \\ + 0.263 \cdot Z_{i,Freizeit} + 0.058 \cdot Z_{i,Umwelt}$$

Dann probiert man den Beurteilungen der Zufriedenheit der Berufstätige mit den einzelnen Lebensaspekten als Funktion der Pendelzeit, der Soziodemographie, des Einkommens und anderer Variablen zu definieren.

*mit der Arbeit, der Freizeit und der Umwelt* Die Zufriedenheiten mit der Arbeit, der Freizeit und der Umwelt lassen sich mithilfe der Pendelzeit, der Soziodemographie und des Einkommens in der folgenden Form beschreiben:

$$U_{Arbeit,i} = \alpha_A + \beta_{A,TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{A,Sozio} \cdot \underline{X}_i + \beta_{A,Einkommen} \cdot E_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

$$U_{Freizeit,i} = \alpha_F + \beta_{F,TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{F,Sozio} \cdot \underline{X}_i + \beta_{F,Einkommen} \cdot E_i + \varepsilon_i \quad (7)$$

$$U_{Umwelt,i} = \alpha_U + \beta_{U,TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{U,Sozio} \cdot \underline{X}_i + \beta_{U,Einkommen} \cdot E_i + \varepsilon_i \quad (8)$$

wobei  $\underline{X}_i$  ein Vektor ist, der die soziodemographischen Eigenschaften (Alter, Geschlecht und Staatsangehörigkeit) des Fragebogens  $i$  enthält, während  $E_i$  dem Einkommen entspricht. Die resultierenden Modelle haben ein kleines  $R^2$  (0.025 bzw. 0.024 und 0.0256) und Variablen mit hohem P-Wert. Man führt eine BIC aus und entfernt den Koeffizient mit höchstem P-Wert Stufenweise bis die Verbliebenen signifikant auf dem 5% Niveau sind. Das Resultat ist

$$\hat{U}_{Arbeit} = 7.377 + 0.020 \cdot Alter - 0.311 \cdot 1_{Mann}$$

$$\hat{U}_{Freizeit} = 7.622 - 0.318 \cdot 1_{Mann} + 0.704 \cdot 1_{Schweizer}$$

$$\hat{U}_{Umwelt} = 6.522 + 0.008 \cdot TT_{Car} + 0.011 \cdot Alter$$

Da diese Modelle Gütemasse von 0.015, 0.018 und 0.004 besitzen, sind dass sie ziemlich schlecht.

*mit der Wohnung* Der Zusammenhang zwischen der berichteten Zufriedenheit mit der Qualität

der Wohnung und mit der Lage der Wohnung wird mit der folgenden Formel beschreibt:

$$U_{W,i} = \alpha_W + \beta_{W,TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{W,Sozio} \cdot \underline{X}_i + \beta_{W,Sozio} \cdot \underline{E}_i + \beta_{W,Wohn} \cdot \underline{B}_i + \varepsilon_{W,i} \quad (9)$$

$$U_{L,i} = \alpha_L + \beta_{L,TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{L,Sozio} \cdot \underline{X}_i + \beta_{L,Sozio} \cdot \underline{E}_i + \beta_{L,Wohn} \cdot \underline{B}_i + \varepsilon_{L,i} \quad (10)$$

wobei  $\underline{B}_i$  ein Vektor ist, der die Eigenschaften der Wohnung (Preis, Anzahl Räume und Aussicht) und der Umgebung (Luft- und Umgebungsqualität) enthält<sup>4</sup>. Man führt eine Regression durch und dann entfernt man die nicht-signifikanten Variablen stufenweise. Die resultierenden Gleichungen sind

$$\begin{aligned} \hat{U}_W &= 8.606 + 0.010 \cdot \text{Alter} - 0.293 \cdot 1_{Mann} + 0.379 \cdot 1_{Schweizer} \\ &\quad - 0.395 \cdot \text{Miete} - 0.370 \cdot \text{Wohnsqualität} + 0.124 \cdot \text{Räume} \\ \hat{U}_L &= 9.126 - 0.242 \cdot 1_{Mann} + 0.431 \cdot 1_{Schweizer} \\ &\quad - 0.529 \cdot \text{Wohnsqualität} + 0.089 \cdot \text{Aussicht} \end{aligned}$$

und erhält ein  $R^2$  gleich 0.198 bzw 0.291.

Schlussfolgerungen: Man bemerkt, dass die Vorzeichen den Resultaten der vorigen Analyse entsprechen. Aber die Modelle für die Zufriedenheit mit der Arbeit, mit der Freizeit und der Umwelt haben ein sehr kleines  $R^2$ . Die Gütemasse der Zufriedenheiten mit der Wohnung und mit der Wohnung als solcher sind auch nicht gross und es kann sein, dass diese von den nicht betrachteten Eigenschaften der Wohnung (Grösse, Alter, Balkonen, usw.) abhängen. Daraus schliesst man, dass diese Methoden nicht befriedigende Resultate ergeben und richtet sich nach kumulatives logit Modelle.

**Die Modelle für Studenten, Arbeitslose, Rentnern/Rentnerinnen und Hausfrauen/-männer** Man bemerkt, dass nur 42 Teilnehmer (d.h. etwa 1%) Studierende sind und dass die anderen Kategorien nicht-Pendler entsprechen. Folglich sind die gehörigen Modelle nicht relevant, um die Zufriedenheit der Pendler zu studieren, und werden nur kurz zusammengefasst.

*Studierende* Das gefundene Modell für Leute in Ausbildung, das gleichzeitig ein grosses  $R^2$  (in der Tat gleich 0.644) und wenige Koeffiziente (3) hat, ist folgendes:

$$U_i^{(S)} := 0.136 + 0.534 \cdot Z_{Gesundheit,i} + 0.429 \cdot Z_{Arbeit,i} + \varepsilon_i^{(S)}$$

<sup>4</sup>Die Beurteilungen der Belästigungen wurden vernachlässigt, weil nur 15.7% der Teilnehmer alle Antworten gegeben haben.

wobei die P-Werte der Koeffiziente unter 1% liegen.

*Arbeitssuchenden* Auch das beste Modell für die Lebenszufriedenheit der Arbeitssuchenden enthält nur einige Befridigungsmessungen als Erklärenden. Dieses Modell hat 4 Koeffiziente, die signifikant auf dem 10% Niveau sind, und sein  $R^2$  beträgt 0.413.

$$U_i^{(A)} := 0.686 + 0.192 \cdot Z_{\text{Gesundheit},i} + 0.457 \cdot Z_{\text{Freizeit},i} + 0.218 \cdot Z_{\text{Umwelt},i} + \varepsilon_i^{(A)}$$

Hier wurden 82 Beobachtungen angewendet.

*Hausfrauen/männer* Die Gleichung für die berichtete Lebenszufriedenheit enthält vier Variablen, die verschiedenen Zufriedenheitsmessungen entsprechen. Das  $R^2$  beträgt 0.78 und die Anzahl der Beobachtungen 119. Alle P-Werte liegen unter 10%.

$$U_i^{(H)} := 0.285 + 0.264 \cdot Z_{\text{Gesundheit},i} + 0.127 \cdot Z_{\text{Wohnung},i} + 0.508 \cdot Z_{\text{Freizeit},i} + 0.457 \cdot Z_{\text{Umwelt},i} + \varepsilon_i^{(H)}$$

*Rentner/innen* Das Modell der Zufriedenheit der Rentner/innen enthält die selben Variablen wie das der Hausfrauen/männer, hat ein Gütemass gleich 0.624 und wurde mit 423 Beobachtungen berechnet.

$$U_i^{(R)} := 1.148 + 0.148 \cdot Z_{\text{Gesundheit},i} + 0.229 \cdot Z_{\text{Wohnung},i} + 0.402 \cdot Z_{\text{Freizeit},i} + 0.114 \cdot Z_{\text{Umwelt},i} + \varepsilon_i^{(R)}$$

In diesem Fall sind alle P-Werte sehr nah zu Null.

**Die Reisezeit des ganzen Haushalts** Eine Idee wäre es, die Reisezeit des ganzen Haushalts statt diejenige der einzelnen Person zu benutzen. Leider ergibt diese Methode kein befriedigendes Resultat. Man berechnet die durchschnittliche Reisezeit des Haushalts und setzt es in der Regressionsgerade ein. Man bemerkt, dass viele Zeiten höher als sechs Stunden sind. Da diese nicht wahrheitsgetreu sind, entfernt man sie von der Regressionsberechnung. Das Resultat ist ein negativer und geringer Koeffizient (-0.0002) mit höherem P-Wert (0.902) für die Reisezeit und Gütemass gleich Null. Wenn man das selbe Modell nur für Berufstätige anpasst, findet man ein positiver und geringer Koeffizient (0.0004) mit grösserem P-Wert (0.835) und nochmals  $R^2$  gleich Null. Daraus schliesst man, dass diese Methode keine Verbesserung bringt und die Untersuchung abgebrochen wird.

## 4.2 Ordinale Zufriedenheit und kumulative-logit Modelle

Die obige Diskussion ist nützlich, um die Resultate mit denjenigen von Frey und Stutzer (2008) zu vergleichen. Da die möglichen Beurteilungen der Zufriedenheit in einer ordinal Skala zu geben waren, wäre es besser ein kumulatives logit Modell zu verwenden.

Rein rechnerisch, bedeutet dies die Variable  $ZuLe$  mit dem zugehörigen Faktor zu ersetzen und die R-Funktion `polr` anstatt `lm` für die Regression zu benutzen. Der lineare Term entspricht nicht mehr der berichteten Lebenszufriedenheit  $U$  sondern einer latenten Variable, sei es  $V$ , deren entsprechende diskrete Version mit  $U$  übereinstimmt. D.h.

$$V_i = \underline{\beta}^T \cdot \underline{X}_i + \varepsilon_i \quad (11)$$

$$U_i = j \Leftrightarrow \alpha_{j-1} < V_i \leq \alpha_j \quad (12)$$

$$P(U_i \leq j) = \frac{e^{\alpha_j - \underline{\beta}^T \cdot \underline{X}_i}}{1 + e^{\alpha_j - \underline{\beta}^T \cdot \underline{X}_i}} \quad (13)$$

wobei  $\underline{X}_i$  und  $\underline{\beta}$  Vektoren sind, welche die Werte der erklärenden Variablen für Person  $i$  bzw. die Koeffiziente der Attributen enthalten. Die Grenzen  $-\infty = \alpha_0 < \alpha_1 < \dots < \alpha_9 < \alpha_{10} = \infty$  werden von den Daten geschätzt. Zum Beispiel wird das  $Z_i$  des einfachen Modells, das nur die Pendelzeit als erklärende Variable betrachtet, in der folgenden Weise geschrieben:

$$V_i = \beta_{TT} \cdot TT_{Car,i} + \varepsilon_i \quad (14)$$

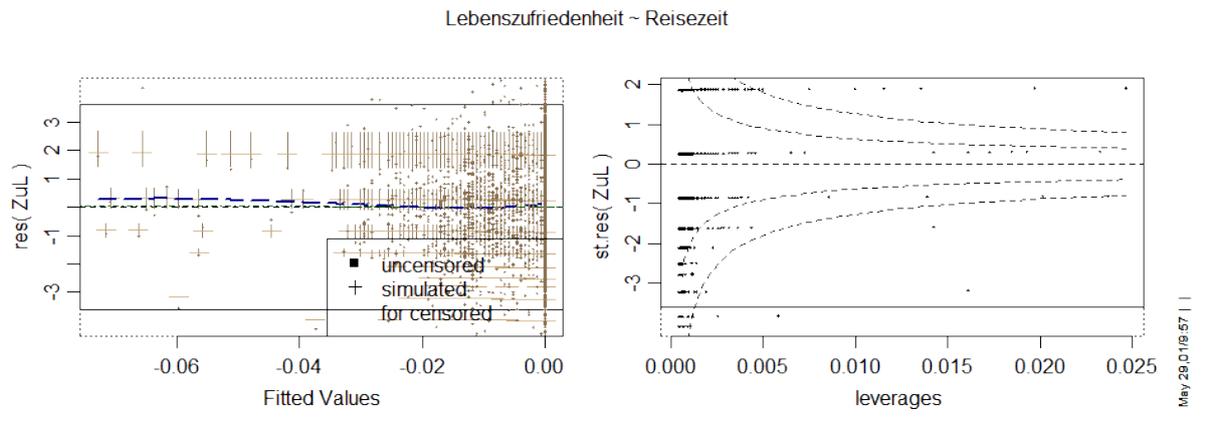
und die Regression ergibt

$$\hat{V}_i = -0.001 \cdot TT_{Car,i}$$

mit den Grenzen, die in der ersten Spalte der Tabelle 7 stehen. Man bemerkt, dass der Einfluss der Reisezeit negativ geworden ist.

Der P-Wert der Reisezeit wird nun mithilfe des Unterschieds zwischen der Abweichung des

Abbildung 8: Residuen des kumulatives-logit Modells



Modells, das die Variable enthält, und des leeren Modells, berechnet. Wie beim linearen Fall ist der P-Wert hoch (0.807). Folglich hat die Pendelzeit wahrscheinlich keinen Einfluss auf die berichtete Zufriedenheit. Die Residuen (siehe Abb.8) zeigen, dass es verschiedene "leverages" aber keine wesentliche Abweichung von Null gibt. Die Kennzahlen werden in der Tabelle 7 zusammengefasst. Man bemerkt, dass der Effekt einer Pendelstunde nicht als zuvor interpretiert werden kann, weil die lineare Gleichung nicht der Zufriedenheit sondern der Hilfsvariable entspricht.

**Der Einfluss der Soziodemographie** Man fügt die soziodemographischen Faktoren zur Gleichung 14 hinzu und erhält die Resultate, die in der zweiten Spalte der Tabelle 7 stehen. Die Hilfsvariable  $V$  hat nun die Form

$$V_i = \beta_{TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{\underline{Sozio}} \cdot \underline{X}_i + \varepsilon_i \quad (15)$$

wobei die  $\beta$ ,  $TT_{Car}$  und  $\underline{X}_i$  wie beim Modell 2 zu interpretieren sind.

Die Abbildungen der Residuen befinden sich im Anhang D.1 und zeigen, dass die Residuen um Null gestreut sind. Nur die Residuendarstellung der Gesundheit, die nun als diskrete Variable betrachtet wird, unterscheidet sich von demjenigen des linearen Modells. Man sieht, dass das neue Modell ein höheres log-likelihood besitzt und dass der Koeffizient der Reisezeit wieder positiv und noch einmal nicht signifikant ist. Insbesondere sind alle andere Variablen signifikant. Man schliesst daraus, dass der Einfluss des Pendeln auf die Lebenszufriedenheit entweder positiv oder gleich Null ist und dass die zweite Regression die momentan besten Resultate zeigt.

Tabelle 7: Kumulatives Logit Modelle: Die Werte entsprechen den Koeffiziente und den *P*-Werte und den Kennzahlen der Regressionen

		Einfaches Modell		mit Soziodemographie		und Ökonomie			
		Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert
Reisezeit [min]		-0.001	0.807	0.001	0.710	0.000	0.950	0.001	0.654
Alter				0.022	0.000	0.012	0.009	0.011	0.005
Geschlecht	männlich			-0.119	0.000	-0.135	0.002	-0.093	0.000
Staatsangehörigkeit	Schweizer			0.316	0.000	0.195	0.000	0.276	0.000
Lange seit Umzug				0.010	0.036	0.008	0.620	0.011	0.120
Gesundheit	1			0.000		0.000		0.000	
	2			6.439		6.635		6.547	
	3			0.212		-0.004		0.182	
	4			0.291		0.362		0.274	
	5			0.812	0	0.816	0	0.848	0
	6			-0.169		-0.130		-0.135	
	7			-0.057		-0.108		-0.104	
	8			0.123		0.049		0.126	
	9			0.201		0.289		0.218	
	10			-0.173		-0.242		-0.174	
Beruf	Arbeitssuche					0.000		0.000	
	Ausbildung					0.790		0.713	
	Hausfrau					0.771	0	0.969	0
	Rentner					1.520		1.540	
	Teilzeit					0.969		1.102	
	Vollzeit					0.791		1.000	
Einkommen	unter 2'000					0.000			
	2'000-3'999					0.744			
	4'000-5'999					-0.110			
	6'000-7'999					-0.086	0	-	
	8'000-9'999					0.140			
	10'000-11'999					-0.047			
	12'000-13'999					0.076			
14'000 und höher					0.004				
Grenze	$\alpha_1$	-4.552		-3.188		-2.985		-2.628	
	$\alpha_2$	-3.636		-2.063		-1.808		-1.485	
	$\alpha_3$	-2.949		-1.086		-0.816		-0.500	
	$\alpha_4$	-2.665		-0.632		-0.353		-0.044	
	$\alpha_5$	-2.390		-0.228		0.066		0.365	
	$\alpha_6$	-1.900		0.523		0.810		1.122	
	$\alpha_7$	-1.414		1.270		1.601		1.884	
	$\alpha_8$	-0.435		2.704		3.062		3.342	
	$\alpha_9$	0.992		4.672		5.063		5.325	
Effekt einer Pendelstunde		-0.039		0.068		-0.013		0.087	
log-Likelihood		-4218.932		-3277.83		-3104.751		-3281.592	
Anzahl Beobachtungen		2477		2314		2201		2328	

**Die Ökonomie** Das Hinzufügen der ökonomischen Eigenschaften der Teilnehmern ergibt die folgende Gleichung:

$$V_i = \beta_{TT} \cdot TT_{Car,i} + \beta_{\underline{Sozio}} \cdot \underline{X}_i + \beta_{\underline{Eco}} \cdot \underline{E}_i + \varepsilon_i \quad (16)$$

wobei die Termen genau wie beim Modell 3 definiert sind. Die Resultate werden in der dritten Spalte der Tabelle 7 gezeigt. Man bemerkt, dass das Entfernen des Einkommens (siehe die letzte Spalte), das mit der Reisezeit korreliert ist, ein Modell produziert, das sehr ähnlich wie dasjenige ohne ökonomische Faktoren ist. Die Residuen der beiden Methoden werden in den Anhänge D.2-3 gezeigt. Man bemerkt, dass die Abbildungen des Einkommens und der Berufstätigkeit ähnlich derjenigen der gehörenden linearen Gleichungen sind: die Residuen sind grösser bei Rentner, Arbeitssuchende und tiefen Einkommensklassen. Für die anderen Abbildungen gelten dieselben Schlussfolgerungen wie beim Modell 15.

Obwohl die Pendelzeit nicht signifikant ist, schliesst man diese Variable nicht vom Modell aus, weil man am Einfluss von dieser Variable interessiert ist. Dafür ist das Modell in der zweiten Spalte das momentan beste. Ein mögliches Vorgehen ist, wie beim linearen Fall, die ökonomischen Faktoren durch die anderen Zufriedenheitsbeurteilungen zu ersetzen.

**Die Zufriedenheitsbeurteilungen mit den verschiedenen Lebensgebiete** Infolge der im Modell 4 beobachteten Probleme, soll man vorsichtig beim Hinzufügen der anderen Zufriedenheitsbeurteilungen sein. In der Tat produziert das einfache Einsetzen dieser Variablen ein noch kleineres log-likelihood (-2241.113), dass mit nur 1822 Beobachtungen berechnet wurde. Der Grund dafür ist, dass wenige Nicht-Berufstätige zur Frage der Arbeitszufriedenheit geantwortet haben. Da die Zufriedenheit der Pendler, die berufstätig<sup>5</sup> sind, vom Hauptinteresse ist, werden die weiteren Modelle nur für Berufstätige entwickelt. Zuerst wird das Vollmodell, d.h. dasjenige mit Hilfsfunktion

$$V_i = \beta_{TT} \cdot Pendelzeit_i + \beta_{\underline{Sozio}} \cdot \underline{X}_i + \beta_{\underline{Einkommen}} \cdot Einkommen_i + \beta_{\underline{Zufr}} \cdot \underline{Z}_i + \varepsilon_i, \quad (17)$$

angepasst, dann werden eine BIC Methode und ein Stufenentfernen der Variablen mit hohem P-Wert ausgeführt, um die Komplexität des Modells zu verringern. Die Kennzahlen und einige Koeffiziente der verschiedenen Gleichungen werden in der Tabelle 8 gezeigt.

<sup>5</sup>Da die Studierende nur 1% aller Teilnehmern entsprechen, werden sie auch vernachlässigt.

Tabelle 8: Kumulatives Logit Modelle für Berufstätige: Die Werte entsprechen den Koeffiziente und den *P*-Werte und den Kennzahlen der Regressionen

		Vollmodell		nach BIC		nach Stufenentfernen	
		Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert	Koeffiz.	<i>P</i> -Wert
Reisezeit [ <i>min</i> ]		-0.001	0.871	0.001	0.751	-	
Alter		-0.013	0.025	-0.011	0.055	-	
Geschlecht	männlich	0.080	0.174	0.156	0.059	-	
Staatsangehörigkeit	Schweizer	0.088	0.000	0.127	0.000	0.093	0.000
Lange seit Umzug		0.006	0.478	0.006	0.456	-	
Gesundheit		Ja	0.000	Ja	0.000	Ja	0.000
Zufriedenheit mit der Arbeit		Ja	0.000	Ja	0.000	Ja	0.000
Zufriedenheit mit der Wohnung		Ja	0.000	Ja	0.000	Ja	0.000
Zufriedenheit mit der Lage		Ja	0.091	Nein		Nein	
Zufriedenheit mit der Freizeit		Ja	0.000	Ja	0.000	Ja	0.000
Zufriedenheit mit der Umwelt		Ja	0.000	Ja	0.000	Ja	0.000
Einkommen	unter 2'000	0.000					
	2'000-3'999	0.414					
	4'000-5'999	0.192					
	6'000-7'999	-0.083	0				
	8'000-9'999	0.178					
	10'000-11'999	0.190					
	12'000-13'999	-0.153					
	14'000 und höher	-0.038					
Grenze	$\alpha_1$	-7.575		-7.351		-7.036	
	$\alpha_2$	-5.269		-5.089		-4.796	
	$\alpha_3$	-2.970		-2.721		-2.436	
	$\alpha_4$	-2.125		-1.886		-1.597	
	$\alpha_5$	-1.433		-1.203		-0.910	
	$\alpha_6$	-0.551		-0.231		0.065	
	$\alpha_7$	0.794		1.065		1.356	
	$\alpha_8$	2.890		3.152		3.436	
	$\alpha_9$	5.884		6.137		6.417	
Effekt einer Pendelstunde		-0.052		0.072		0.000	
log-Likelihood		-1630.67		-1712.452		-1715.749	
Anzahl Beobachtungen		1505		1576		1577	

Durch das Stufenentfernen erhält man die folgenden Gleichungen:

$$V_i = \beta_{\text{Staatsangehörigkeit}} \cdot 1_{\text{Schweizer}} + \beta_{\text{Zufriedenheiten}} \cdot \tilde{Z}_i + \varepsilon_i, \quad (18)$$

Tabelle 9: Koeffiziente der Zufriedenheiten des letzten Modells

Niveau	Gesundheit	Arbeit	Wohnung	Freizeit	Umwelt
2	4.602	3.440	1.538	3.742	1.177
3	-0.148	-0.351	-0.083	1.124	0.598
4	0.034	0.700	0.807	0.295	0.212
5	0.733	0.055	-0.717	0.524	0.065
6	-0.369	0.061	0.720	-0.434	0.080
7	0.157	-0.148	-0.126	0.338	-0.250
8	0.088	-0.003	-0.277	-0.058	0.210
9	0.013	0.350	-0.221	-0.258	0.149
10	-0.172	-0.497	0.548	0.457	0.090

wobei  $\tilde{Z}_i$  ein Vektor ist, der die Zufriedenheiten mit der Gesundheit, der Arbeit, der Wohnung, der Freizeit und dem Zustand der Umwelt in der Region der Person  $i$  enthält. Die Kennzahlen der Regression werden in der Tabelle 8 gezeigt, während die Koeffiziente der Zufriedenheitsbeurteilungen in der Tabelle 9 zusammengefasst werden.

Man bemerkt, dass die Reisezeit erst negatives dann positives Vorzeichen hat und vom endgültigen Modell vernachlässigt wird. Deswegen schliesst man daraus, dass diese Variable wahrscheinlich keinen Einfluss auf die berichtete Zufriedenheit mit dem Leben hat. Insbesondere sieht man in den Anhängen D.4-6, dass es keinen Unterschied zwischen den Abbildungen der Residuen mit oder ohne Reisezeit gibt. Daraus kann man schliessen, dass das letzte Modell am bestens ist, um die Lebenszufriedenheit zu beschreiben. Der Grund dafür ist, dass es am einfachsten ist.

## 5 Schlussfolgerungen

Während die Schlussfolgerungen bei der Analyse der Einflüsse der soziodemographischen und der ökonomischen Faktoren auf die Zufriedenheit mit dem Leben insgesamt mit den Resultate von Frey und Stutzer (2002) übereinstimmen, unterschieden sich die Beobachtungen des Pendelverhältnis systematisch von denjenigen von Frey und Stutzer (2008).

Es wurde gezeigt, dass bei den beiden betrachteten Klassen von Modelle (lineare und kumulative-logit) die Pendelzeit nicht signifikant für die berichtete Zufriedenheit ist. In der Tat war der P-Wert des gehörigen Koeffizienten mindestens im Betrag vom 0.2 bei allen Modelle. Im Allgemeinen zeigten die Abbildungen der Anhänge C und D, dass die Residuen unabhängig von der Pendelzeit sind, auch wenn diese Variable von der Regressionsgleichung ausgeschlossen wurde. Deswegen konnte man die Pendelzeit von der Menge der erklärenden Variablen in beiden Fälle entfernen. Die Schlussfolgerung ist, dass die Reisezeit bei den betroffenen Pendlern vollständig kompensiert wird.

In der Abbildung 6 wurde herausgestellt, dass die Zufriedenheiten mit den einzelnen Lebensgebiete und die Beurteilungen der Qualität der Wohnumgebung sich ähnlich wie die Gesamtlebenszufriedenheit bei zunehmender Pendelzeit steigt. Es ist klar, dass die Zufriedenheit mit dem Leben insgesamt als die kumulative Zufriedenheit mit den einzelnen Lebensgebieten interpretiert werden kann. Die endgültigen<sup>6</sup> Gleichungen, welche die Zusammenhängen der Lebenszufriedenheit der Berufstätigen mit den anderen Variablen abbilden, bestätigten diese Hypothese.

Wenn man die anderen Zufriedenheiten als Funktion der Reisezeit, der Soziodemographie und des Einkommens schreibt, findet man heraus, dass die Pendelzeit für die Zufriedenheit mit dem Zustand der Umwelt in der Region signifikant ist, während sie für die anderen Zufriedenheiten nicht-signifikant ist.

Eine mögliche Interpretation dieses unerwarteten, und teilweise überraschenden, Resultats ist, dass die betroffenen Pendler sich gemäss der Selbst-Selektion verhalten: Diejenigen, die zum Pendeln bereit sind, werden durch bessere Arbeits- und/oder Wohnsituation belohnt. Aufgrund der Steigung der Zufriedenheit mit dem Zustand der Umwelt in der Region mit zunehmender Pendelzeit ein, kann man vermuten, dass das Pendeln durch grünere Wohnumgebung belohnt

<sup>6</sup>D.h. diejenigen mit allen Koeffizienten signifikant auf dem 5% Niveau. Diesen wurden mittels einem Stufenentfernen der Variablen mit dem höchsten P-Wert erhalten.

wird.

Am Ende soll man die folgenden Punkten beachten:

- Es ist möglich, dass einige nicht-beobachtete Variablen eine Rolle spielen: zum Beispiel wohnen die Personen, die weiter pendeln, in der Nähe der Familie und diese Situation würde (gemäss Frey und Stutzer (2002)) einen positiven Einfluss haben.
- Die Vereinfachung, dass alle Reisezeiten mit dem Auto berechnet wurden, könnte die Resultate verzerrt haben.
- Da die Stichprobe nicht repräsentativ ist (siehe 3.1), soll man diese Schlussfolgerungen für die Beschreibung der Situation aller schweizerischen Pendler nicht anwenden.

Auf jeden Fall ist die Schlussfolgerung dieser Arbeit, dass die betrachteten Pendler mindestens so zufrieden wie die Nicht-Pendler sind.

## Danksagung

Ich möchte verschiedenen Personen für die Unterstützung beim Organisieren, Entwickeln und Schreiben dieser Semesterarbeit danken.

An erster Stelle bin ich dankbar den beiden Professoren Kay W. Axhausen und Werner Stahel für die Möglichkeit, eine Arbeit im Rahmen der angewandten Mathematik zu schreiben. Die Beiden haben mit fachlicher Kompetenz in den gehörigen Gebiete meine Arbeit unterstützt.

Zweitens danke ich Frau Veronika Killer, die dieses Projekt aufmerksam verfolgt hat, für ihre Verfügbarkeit und Mitarbeit. Sie hat für die benötigten Daten immer schnell besorgt und für die Form der Arbeit zutreffende Empfehlungen gegeben.

Zum Abschluss danke ich meiner Freundin Desirée, meiner Mutter und meinem Freund, die mich auf einige Sprachfehler der ersten schriftlichen Version aufmerksam gemacht haben.

## Literatur

- BFS (2010) Stat-tab, in *Schweiz Datenbank*, Bundesamt für Statistik, Neuenburg, Schweiz. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/onlinedb/stattab.html>.
- Dettling, M. (2011) Applied statistical regression, vorlesungsunterlagen vom Kurs Applied Statistical Regression der ETH Zürich.
- Frey, B. und A. Stutzer (2002) *Happiness and Economics: How the Economy and Institutions Affect Human Well-being*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Frey, B. und A. Stutzer (2008) Stress that doesn't pay: The commuting paradox, *Scandinavian Journal of Economics*, **110(2)**, 339–366.
- Haug, W. und M. Schuler (2003) Pendelverkehr - neue definition der agglomerationen, in *Volkszählung 2000, Strukturerhebung der Schweiz*, Bundesamt für Statistik, Neuenburg. <http://www.bfs.admin.ch/>.
- Mokhtarian, P. und X. Cao (2008) Examining the impacts of residential self-selection on travel behaviour: A focus on methodologies, *Transportation Research Part B*, **42**, 204–228.
- Waldner, U., M. Löchl und K. Axhausen (2005) Haushaltsbefragung zur Wohnsituation im Grossraum Zürich - Feldbericht, in *Arbeitsberichte Polyprojekt Zukunft urbane Kulturlandschaften*, Bd. 1, NSL, ETH Zürich, Zürich.

## **Anhänge**

### **A Kodierung der Daten**

Um die Analyse von Abschnitt 3 zu vereinfachen, wurden die relevanten Antworten in einen Datensatz mittels R zusammengefasst. Die Datei besteht aus 3375 Fälle und 34 Variablen. Jeder Fall ist mit einer Identifikationsnummer (Variable ID) kenntlich gemacht und stimmt mit einem Haushalt überein.

## A.1 Personalien

Die folgenden Variablen beschreiben die Angabe der Person, die den Fragebogen ausgefüllt hat:

- **Age**: Alter der Person. D.h. Jahr der Umfrage (2005) minus Geburtsjahr.
- **Sex**: Geschlecht (1 für Männer und 0 für Frauen)
- **Nati**: Staatsangehörigkeit (1 für Schweizer, 0 für Andere)
- **Job**: Beruf ("Vollzeit berufstätig", "Teilzeit berufstätig", "in Ausbildung", "Arbeitssuchende", "Hausfrau/mann", "Rentner/in")
- **Workplace**: Arbeitsplatz ("fester Arbeitsplatz ausser Haus", "Aussendienst", "zu Hause")

## A.2 Wohn- und Arbeits-/Ausbildungsort

Aus den Adressen der Wohn- und Arbeits- oder Ausbildungs- Orte wurden die Pendeldistanzen und -zeiten für jedes Mitglied des Haushaltes entnommen. Dann wurden für jeden Haushalt die Daten des/der Familienvorsteher/in, das heisst der Luftabstand zum Arbeitsort (TDAir), die Reisedistanz (TDCar) und Zeit (TTCar) mit dem Auto, sowie die durchschnittliche Pendelzeit (mit Auto) des Haushaltes (TotTT) berechnet. Einige Reisezeiten konnten nicht mit dem Verkehrssimulationswerkzeug MatSim berechnet werden, weil der Weg auf einer einzigen Netzwerkkante lag. In diesen Fällen wurden die Reisezeiten geschätzt durch

$$TTCar = 15Km/h * Luftdistanz \quad (19)$$

und die Variable Inp auf TRUE (default Niveau ist FALSE) gesetzt.

Bemerkung: 28 Personen, die "an einem festen Arbeitsplatz ausser Haus" arbeiten, haben die Tabelle der Ausbildungs-/Arbeitsorte nur für die anderen Familienglieder ausgefüllt und haben keinen Arbeitsort für sich selbst angegeben. In diesen Fällen wurden die Variablen TDAir, TDCar und TTCar mit NA kodiert.

### A.3 Subjektive Beurteilungen

Die sieben Fragen zur Zufriedenheit wurden mit sieben Variablen (ZuLa, ZuWo, ZuGe, ZuAr, ZuFr, ZuUm und ZuLe) gespeichert. Um die Resultate mit denen der vorherigen Studien vergleichbar zu machen, kehrt man die Skala der Antworten über das Wohlbefinden um. Das heisst, die Niveaus werden so orientiert dass 1 "sehr unzufrieden" und 10 "sehr zufrieden" entsprechen.

Die Variable Umziehen entspricht der Frage über der Wahrscheinlichkeit eines Umzuges innerhalb der nächsten Jahren.

Die Beurteilungen der Aussicht, der Luft- und Wohnqualität wurden mit den Variablen Aus, Air bzw. Quality kodiert.

NSt, NTr, NAe und NOt entsprechen den Beurteilungen der Störungen, die von verschiedene Type von Lärme in der Wohnung verursacht sind.

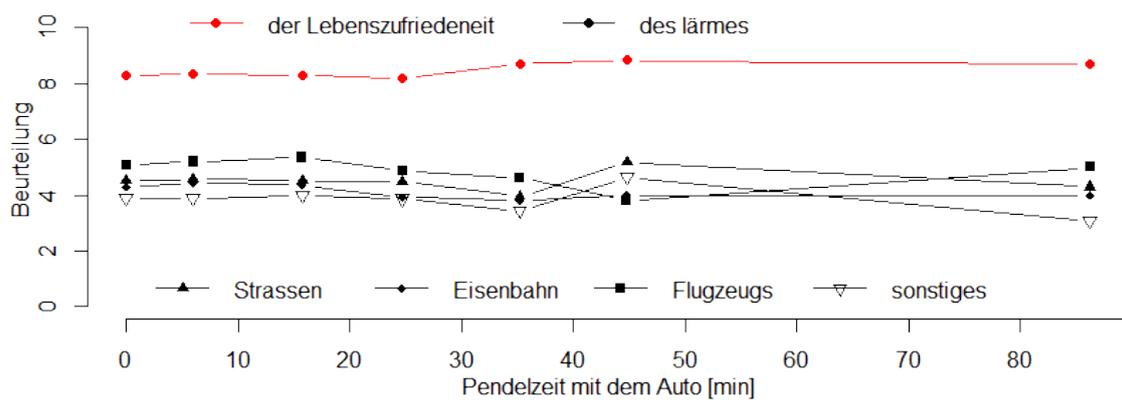
### A.4 Wohnung, Einkommen und Preise

Die Fragen zur Wohnung, Einkommen und Preise wurden auf sieben Variablen reduziert:

- Rooms: die Anzahl Zimmer der Wohnung/des Hauses
- Area: die Nettofläche der Wohnung/des Hauses (genau, falls vorhanden, sonst geschätzt)
- Prop: 1 für Miete und 0 für Eigentum
- MPrice/EPrice und MYear/EYear: Monatsmiete/Kaufpreis und Jahr des umziehen für Mieter/Eigentümer

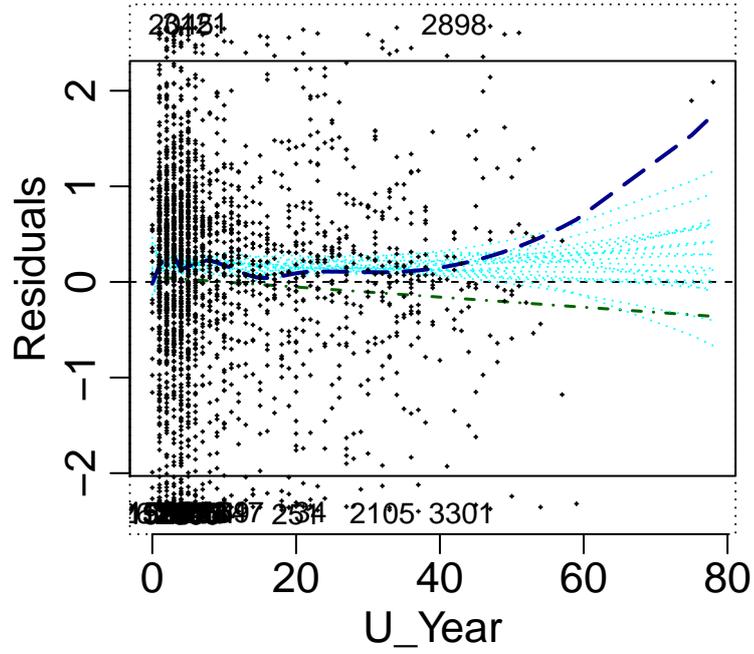
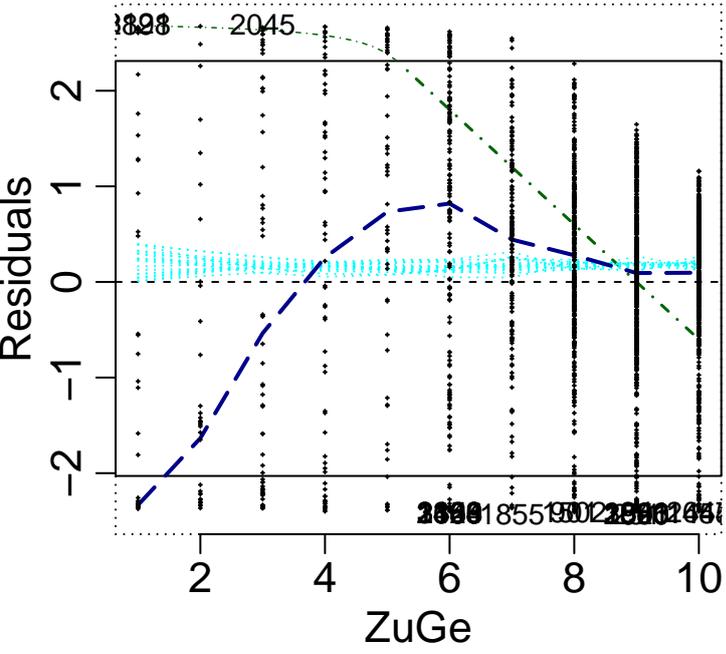
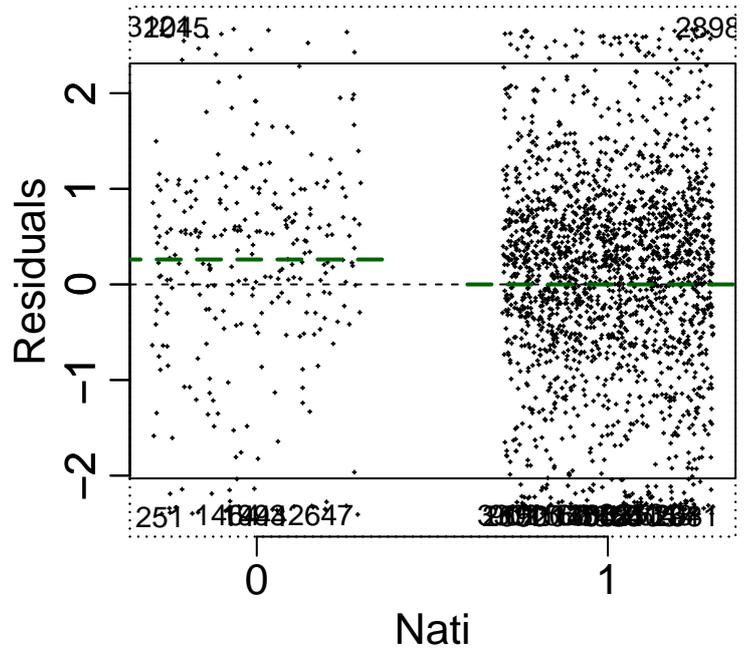
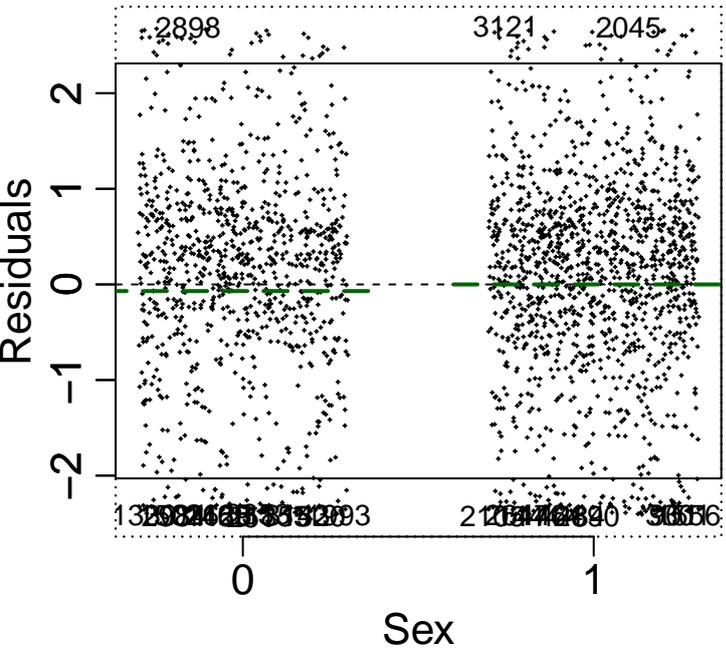
## **B Ergänzungsabbildungen**

Abbildung 9: Lärm als Funktion der Reisezeit

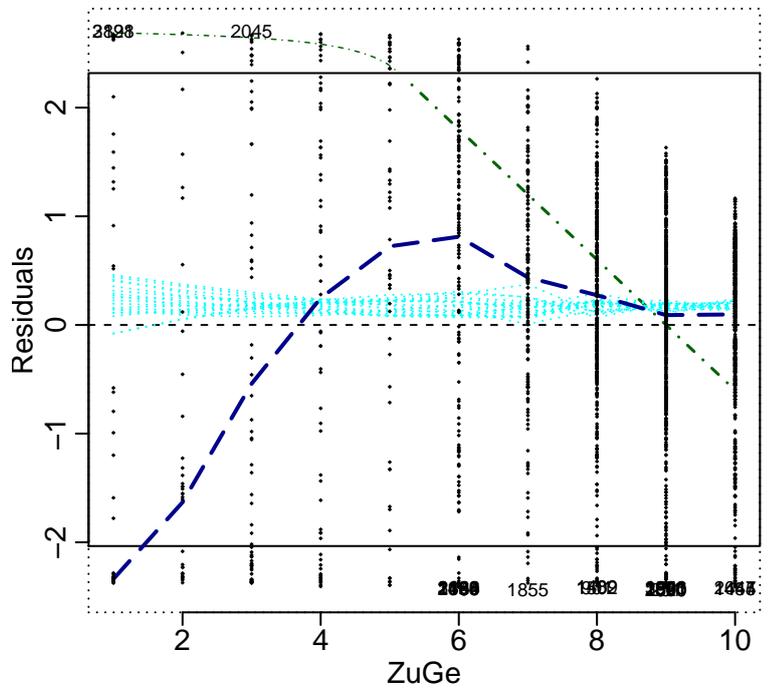
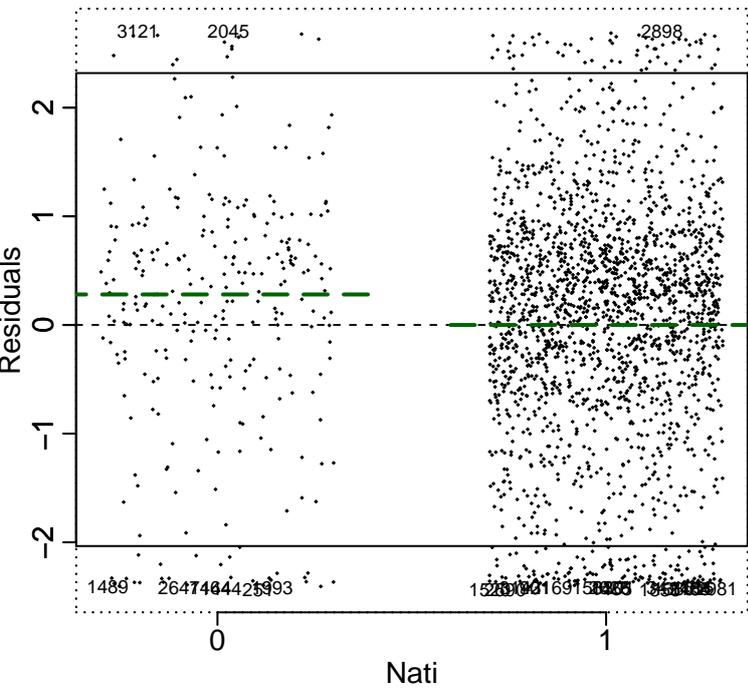


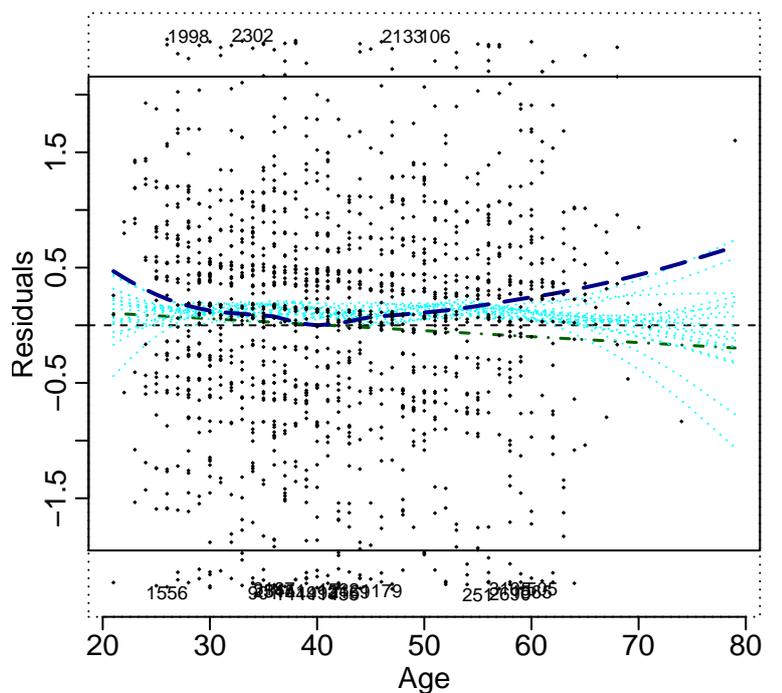
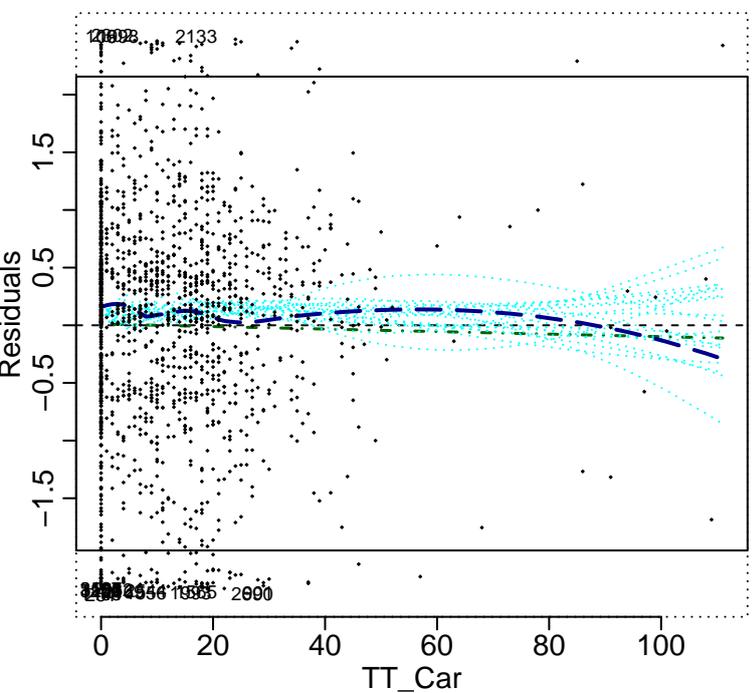
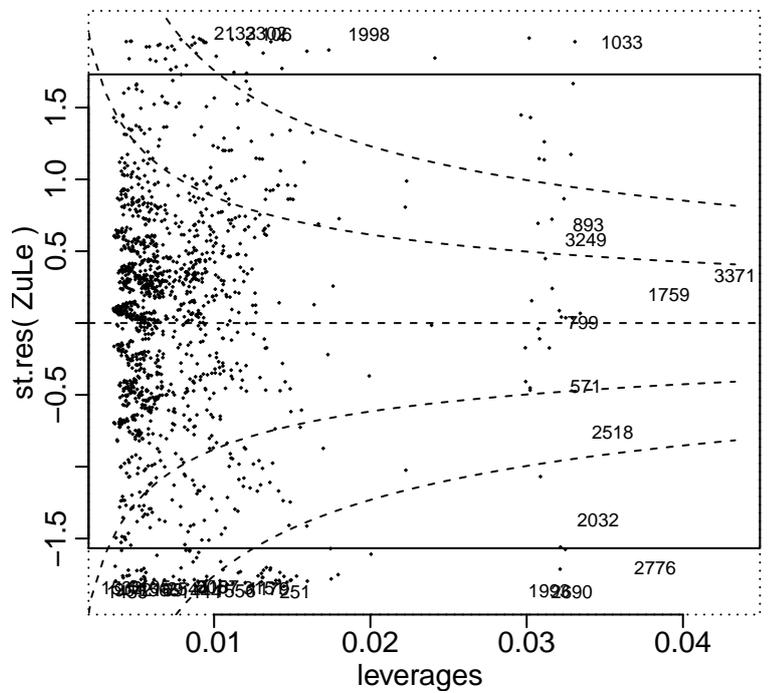
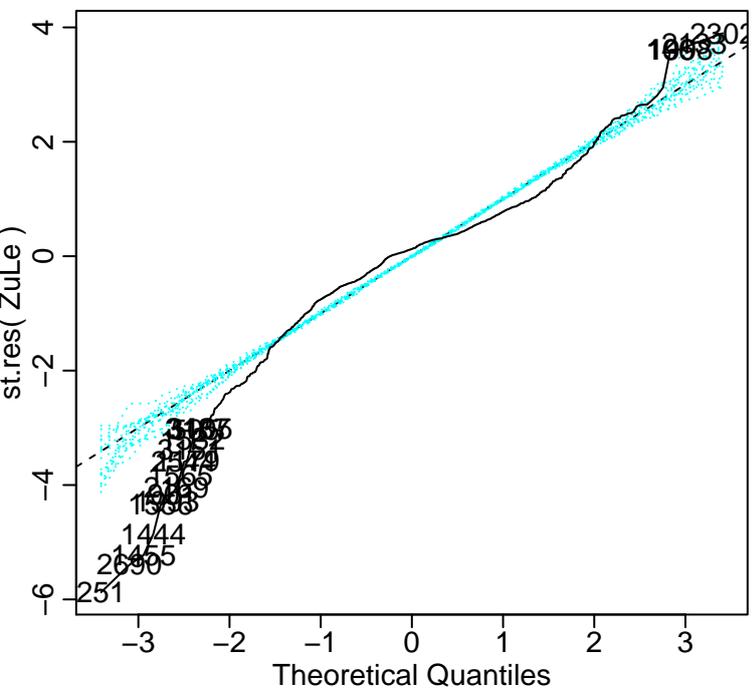
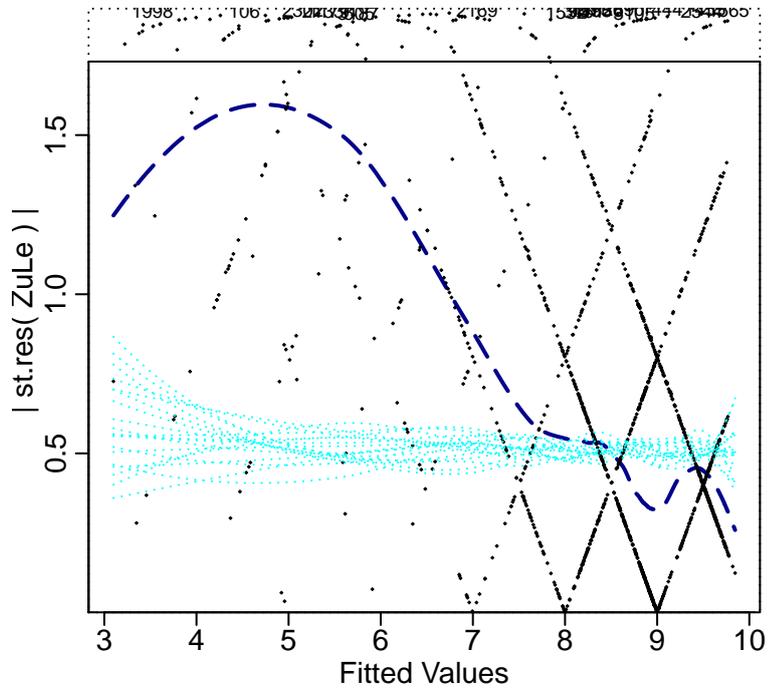
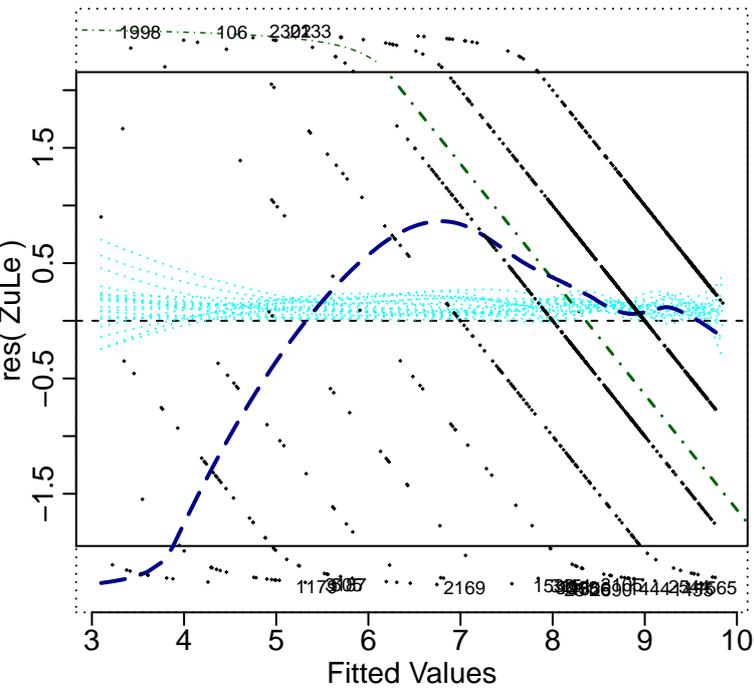
## **C Residuen der linearen Modelle**

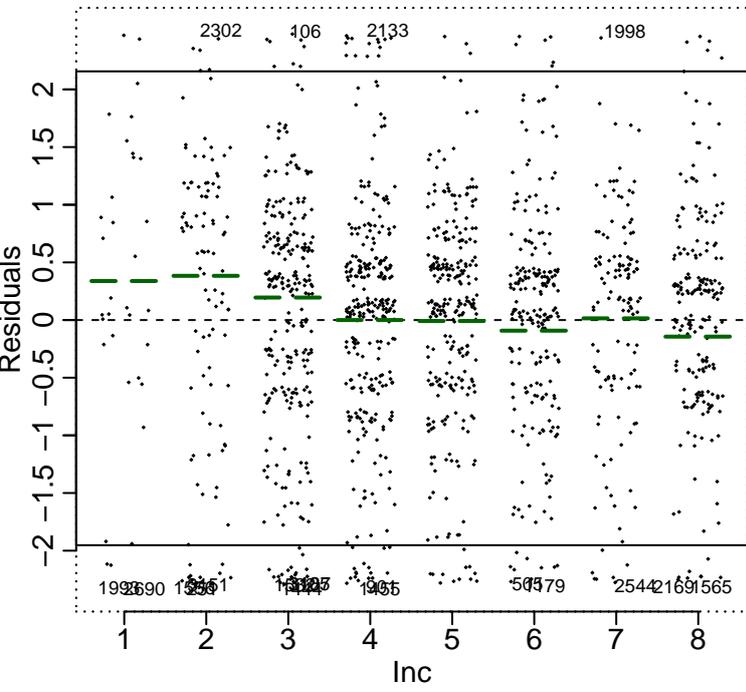
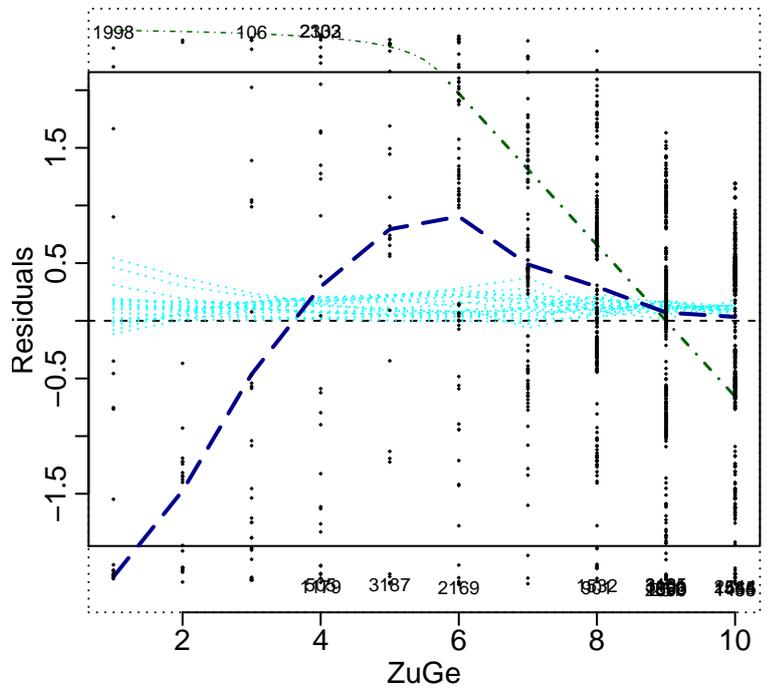
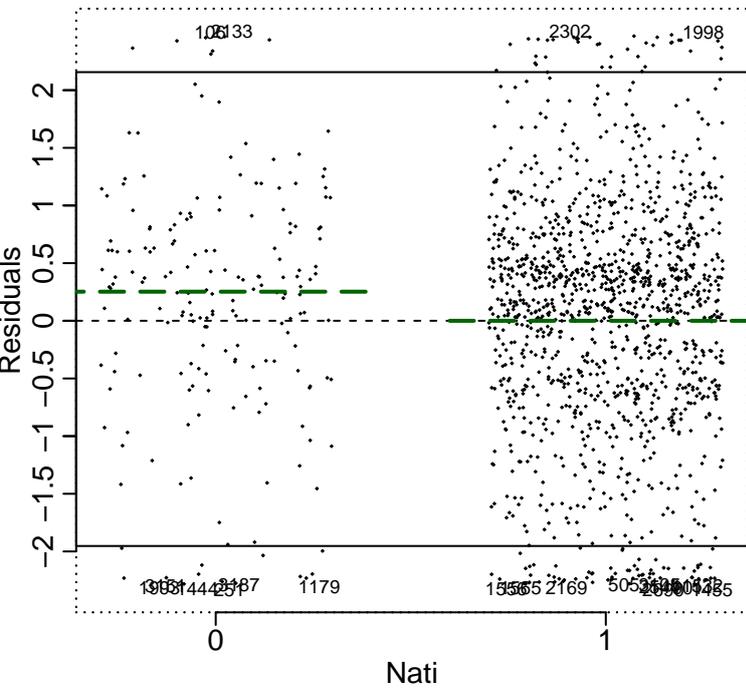




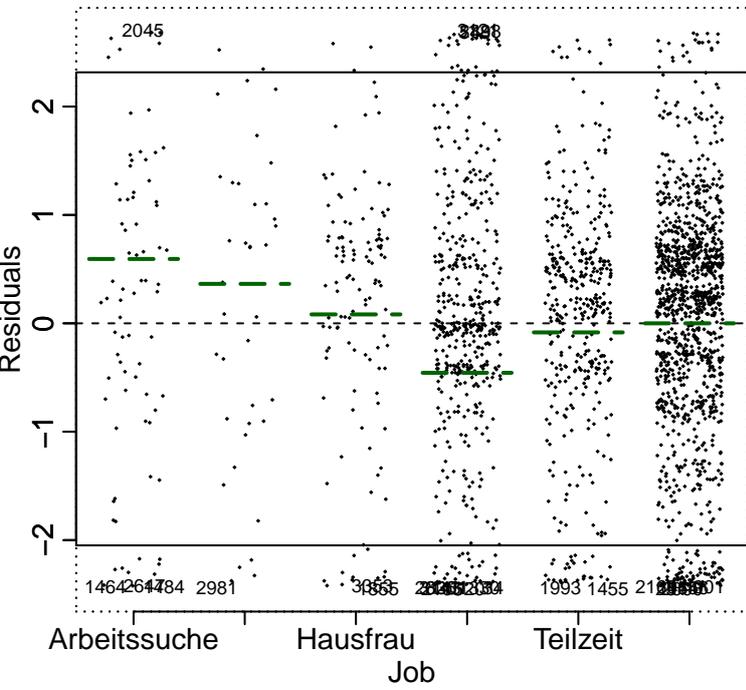
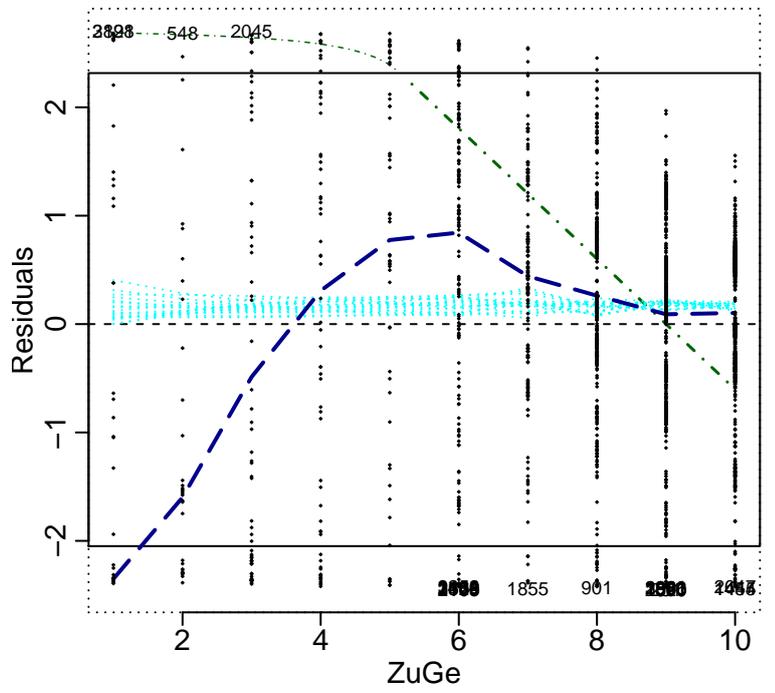
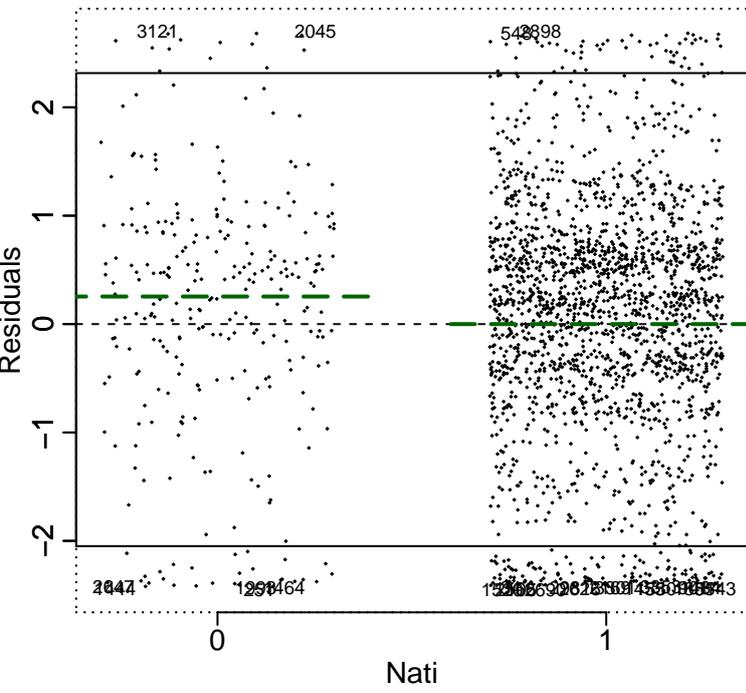




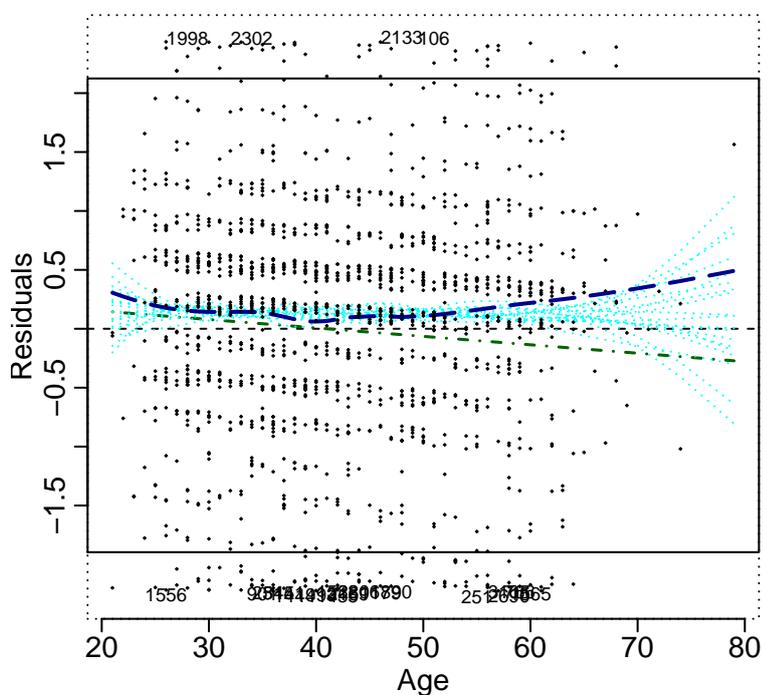
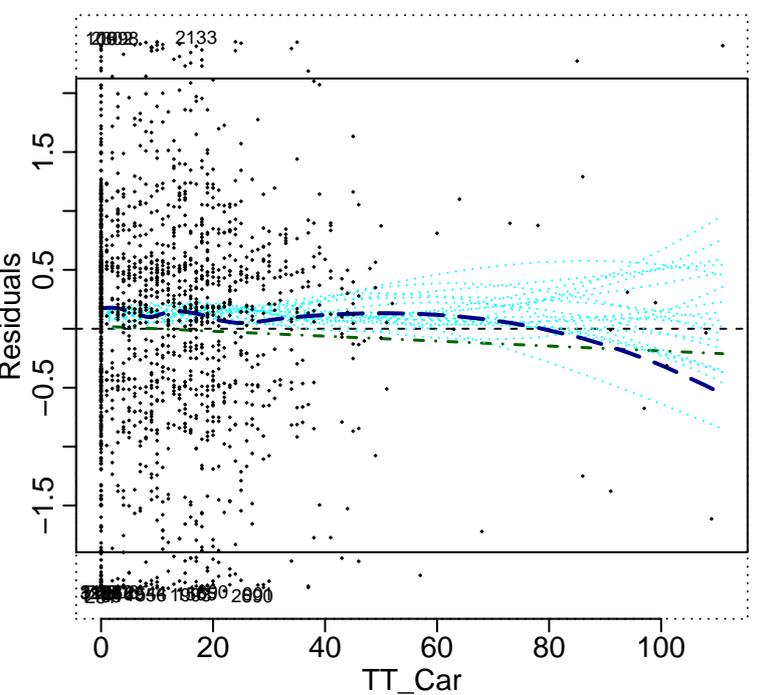
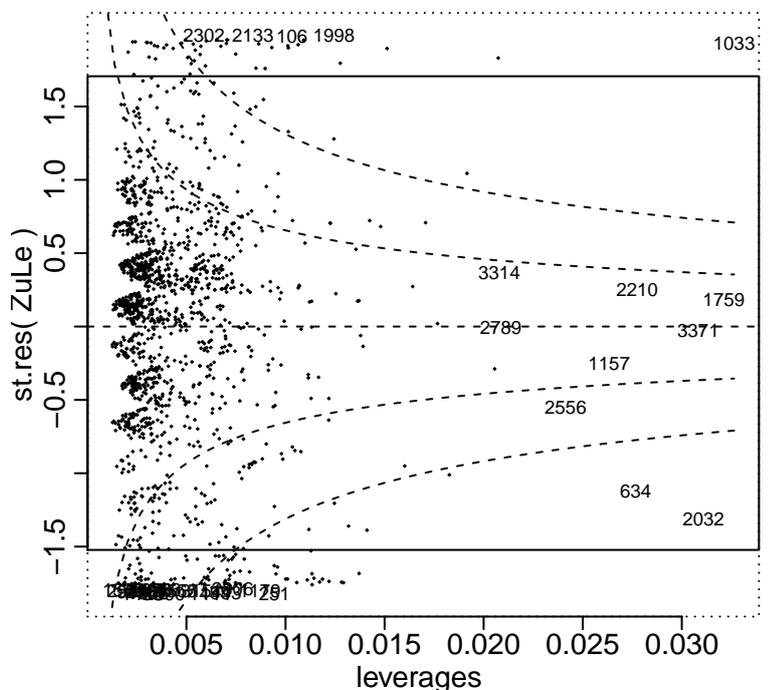
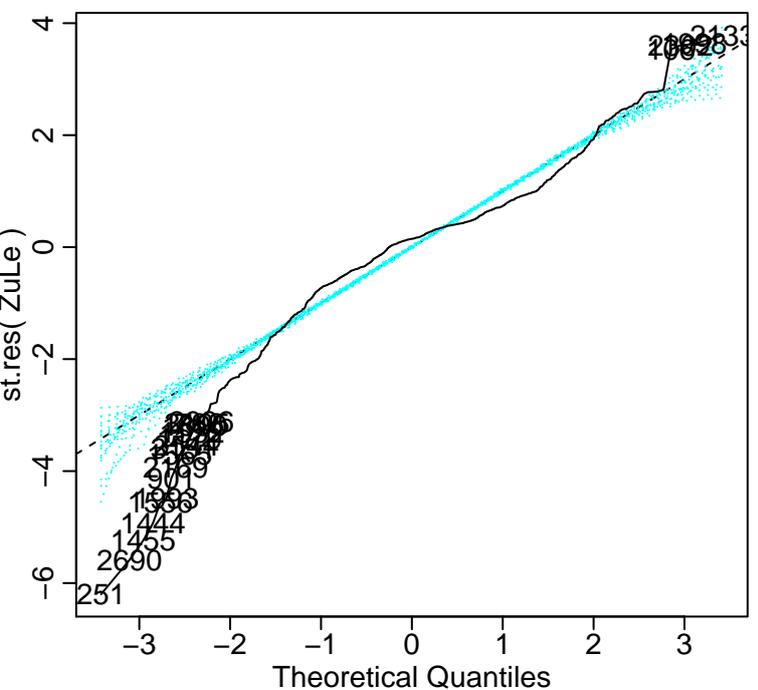
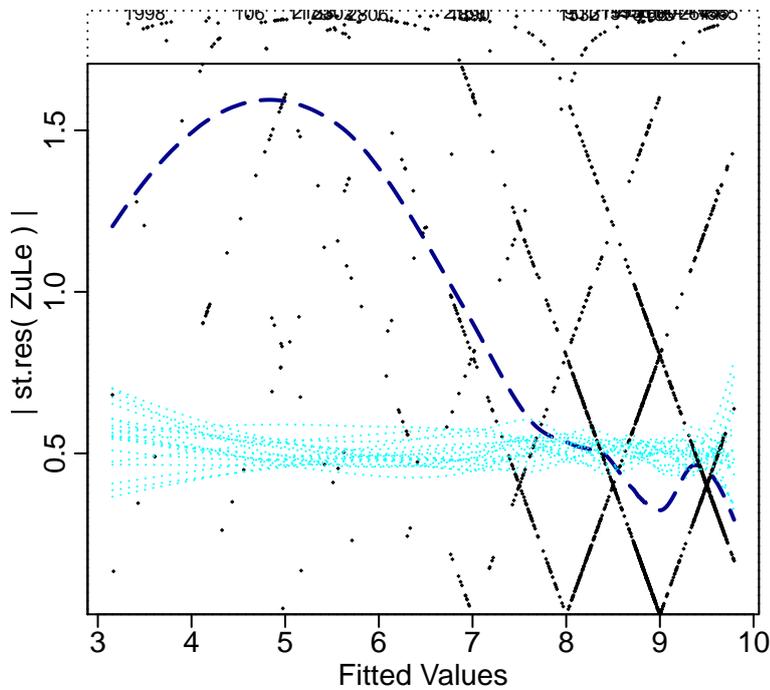
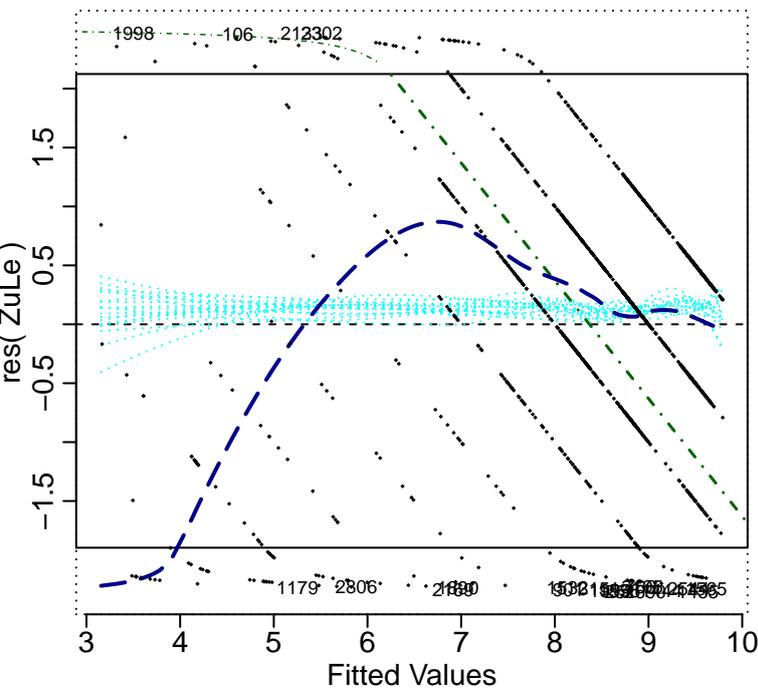


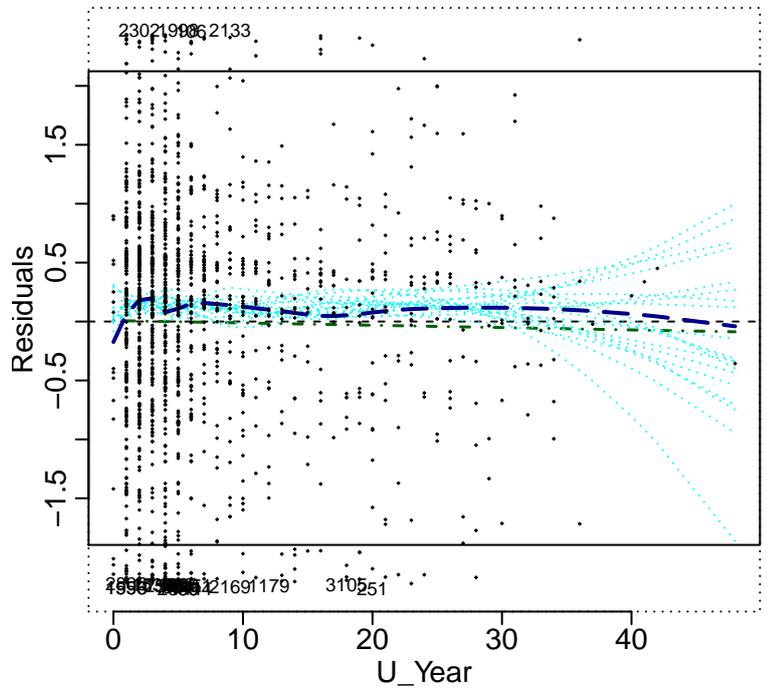
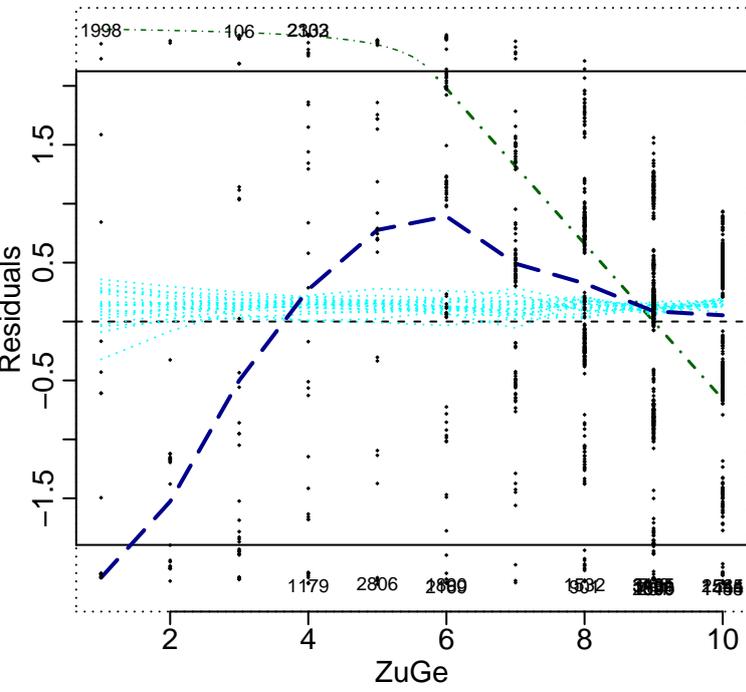
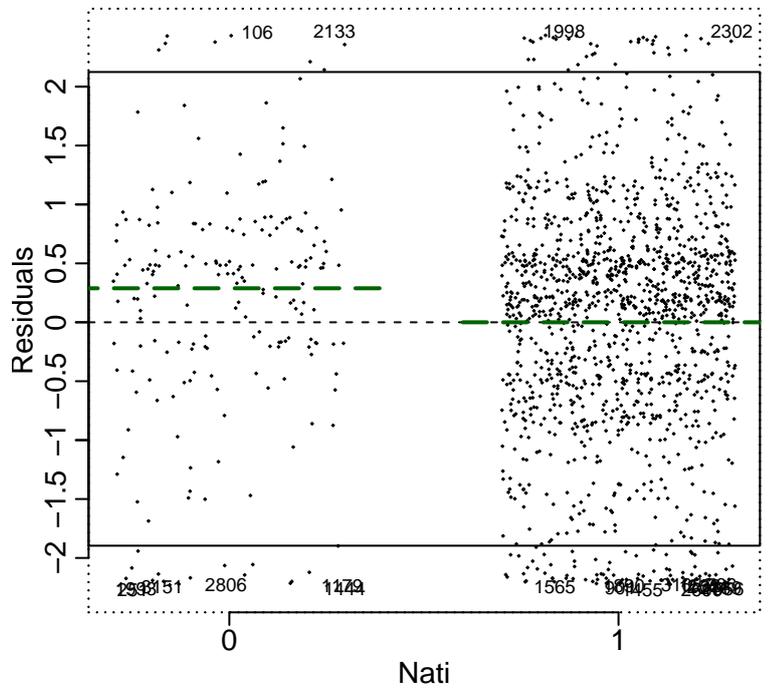
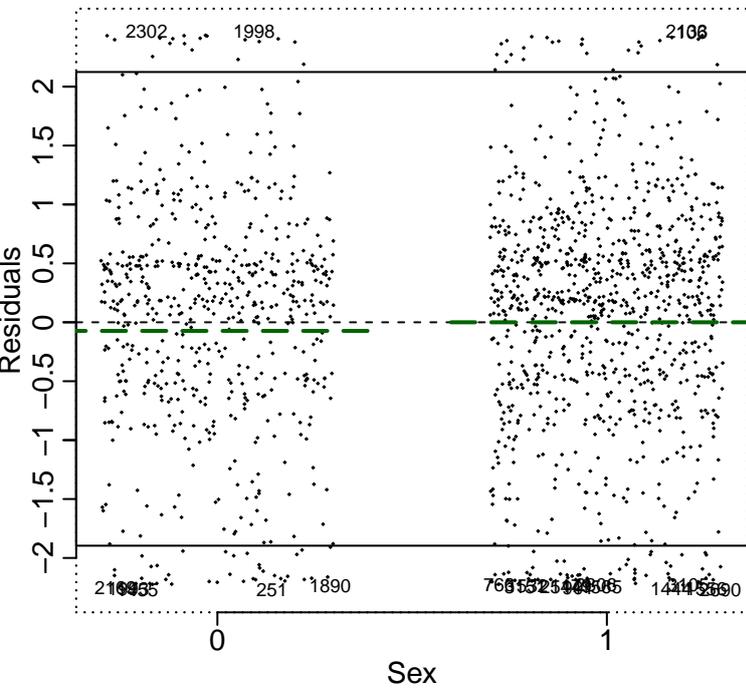




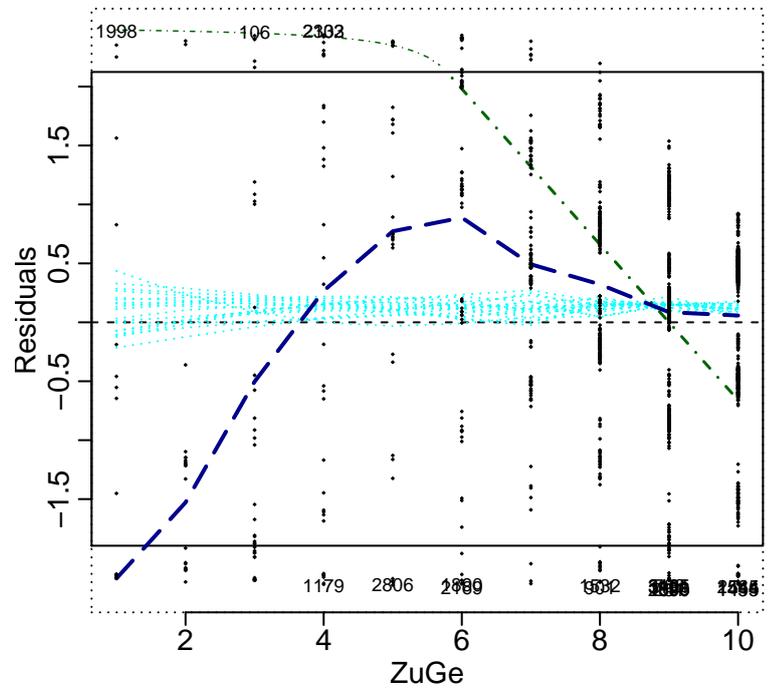
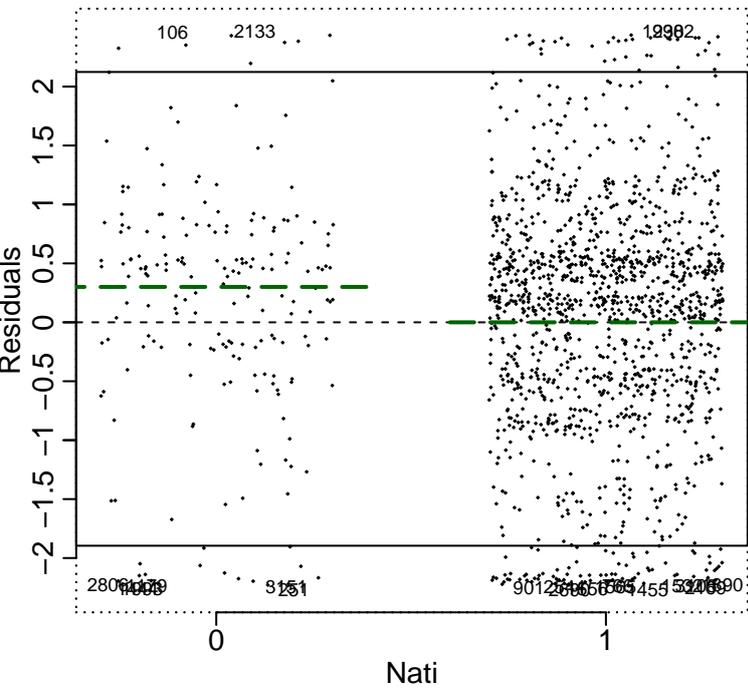


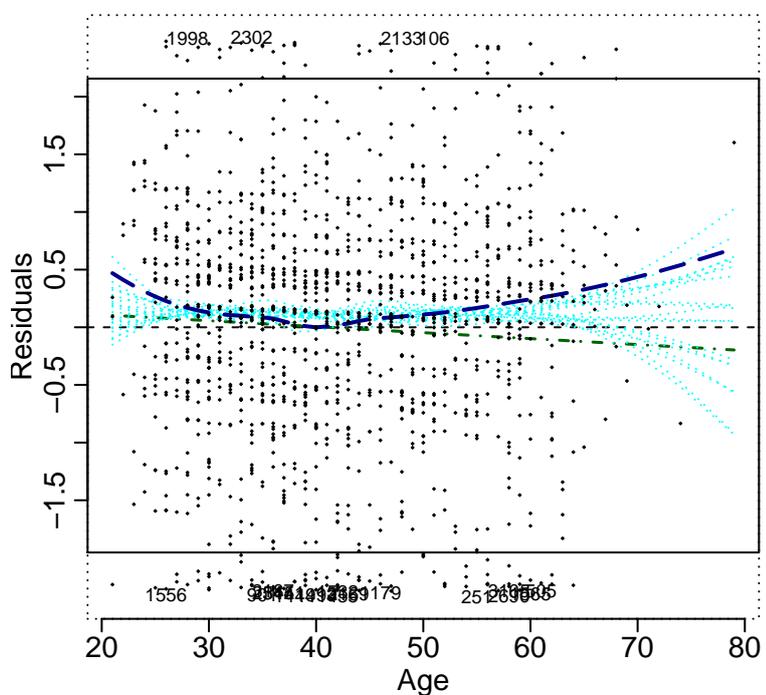
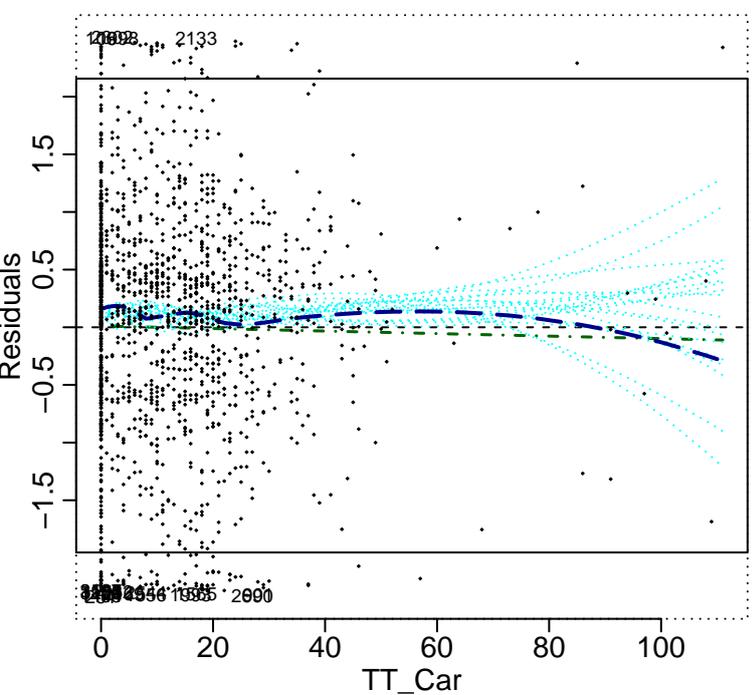
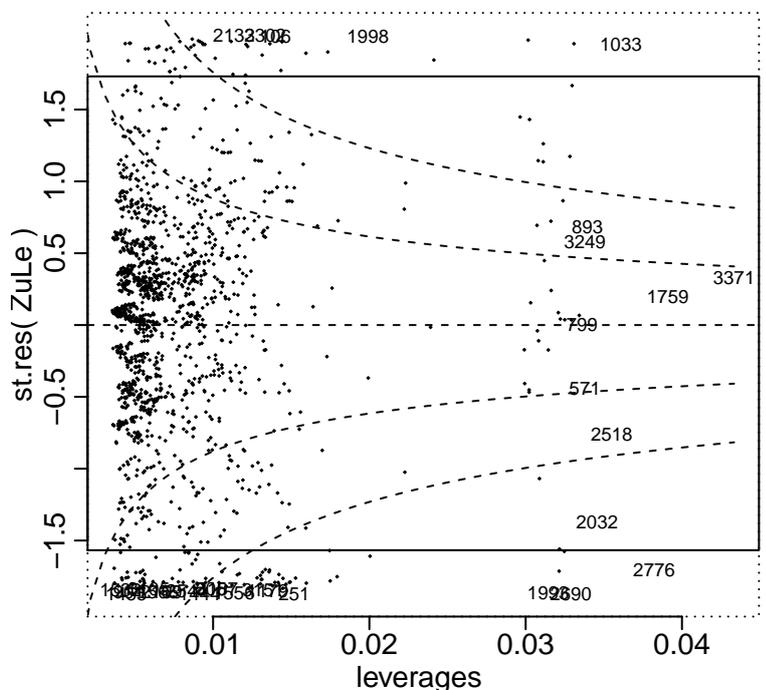
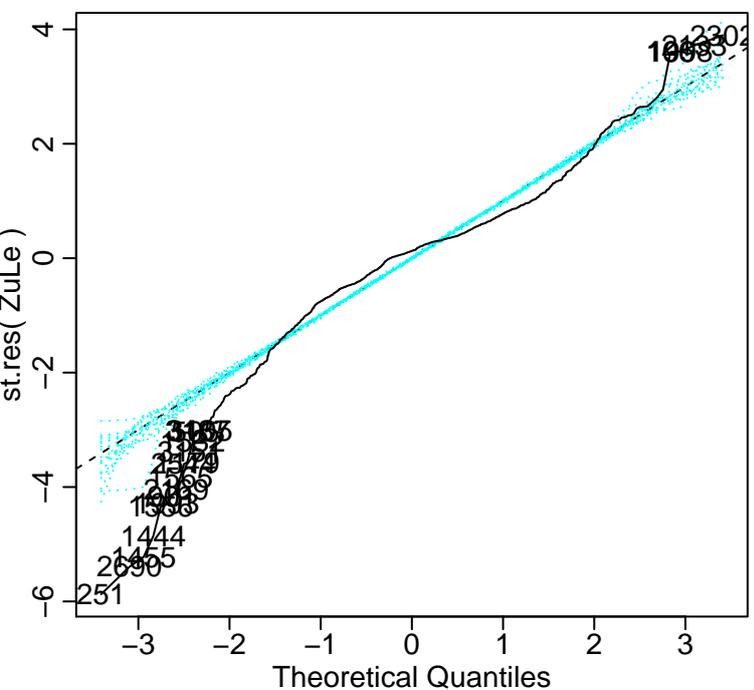
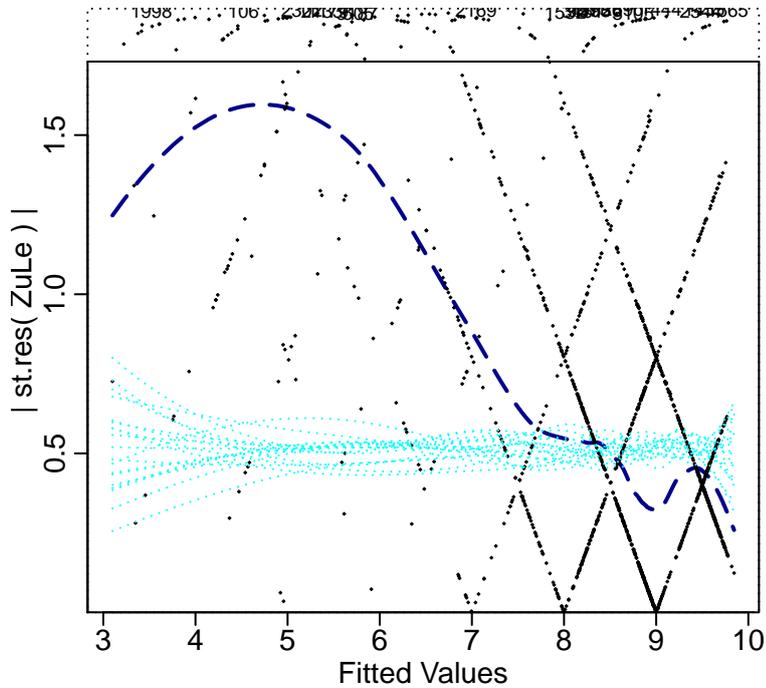
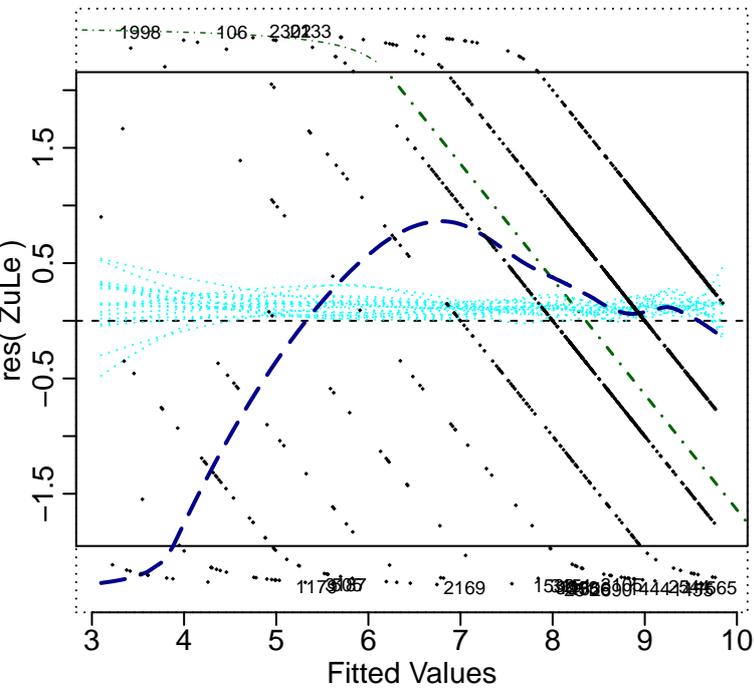


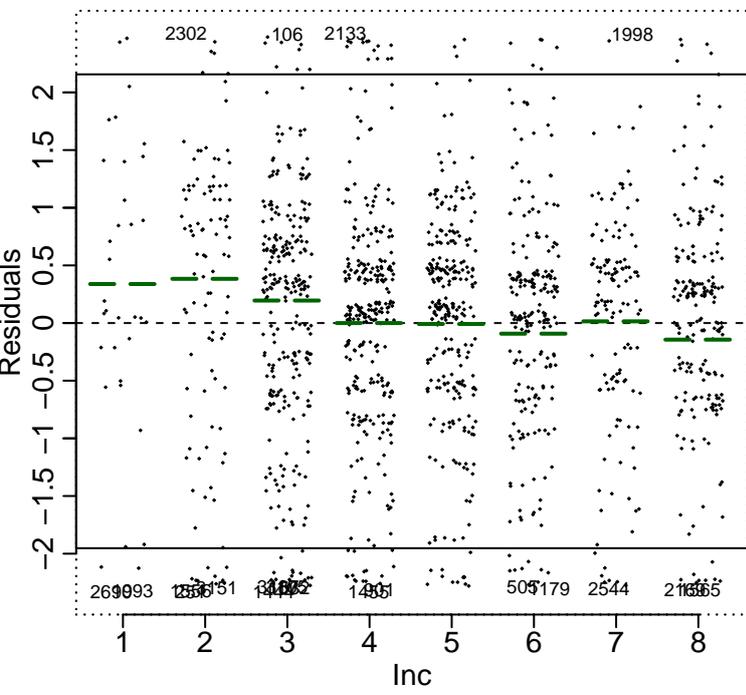
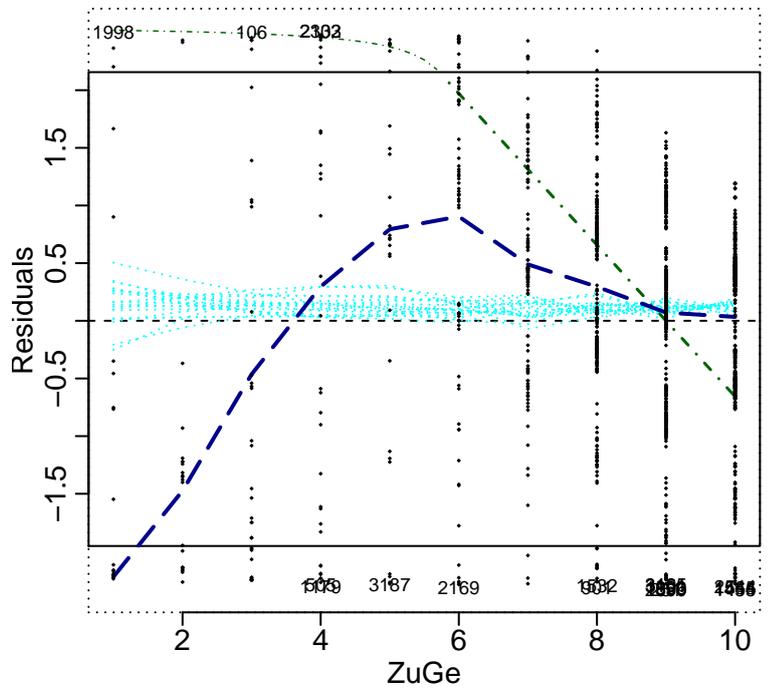
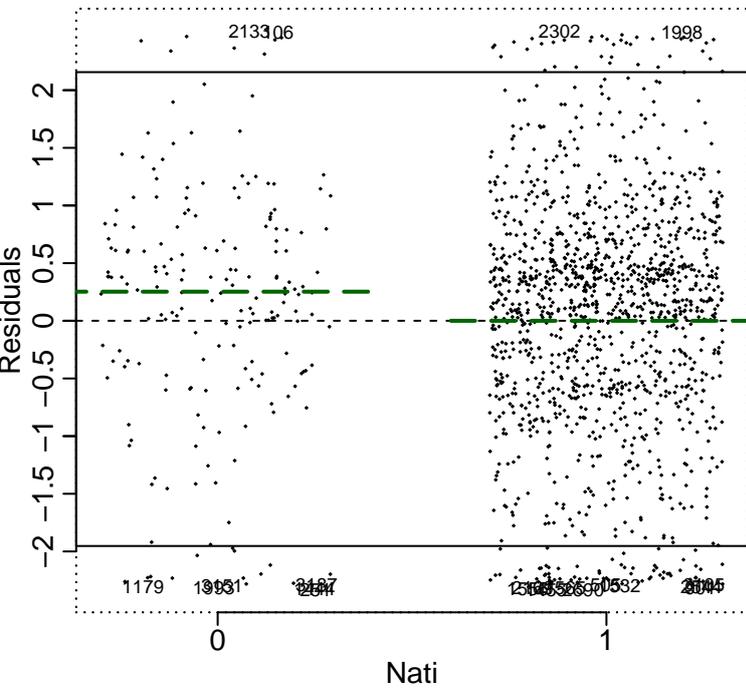


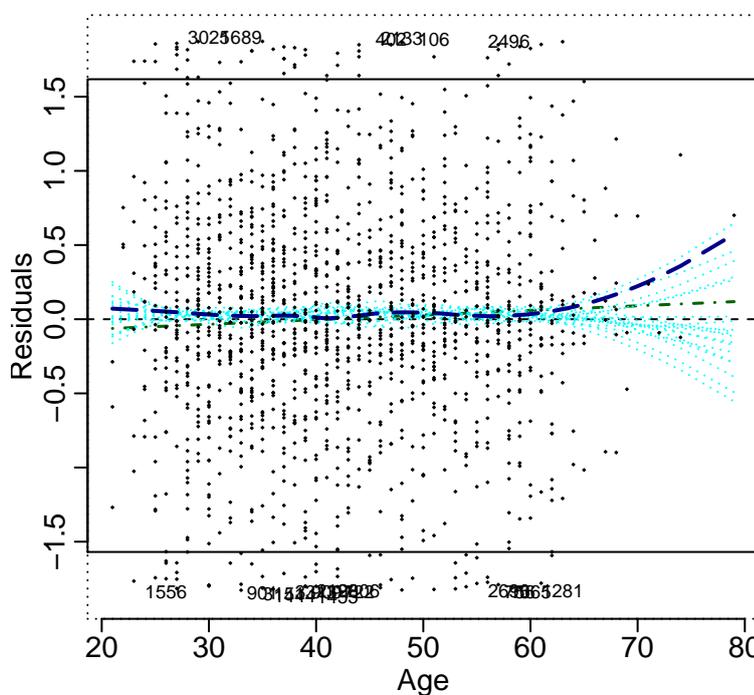
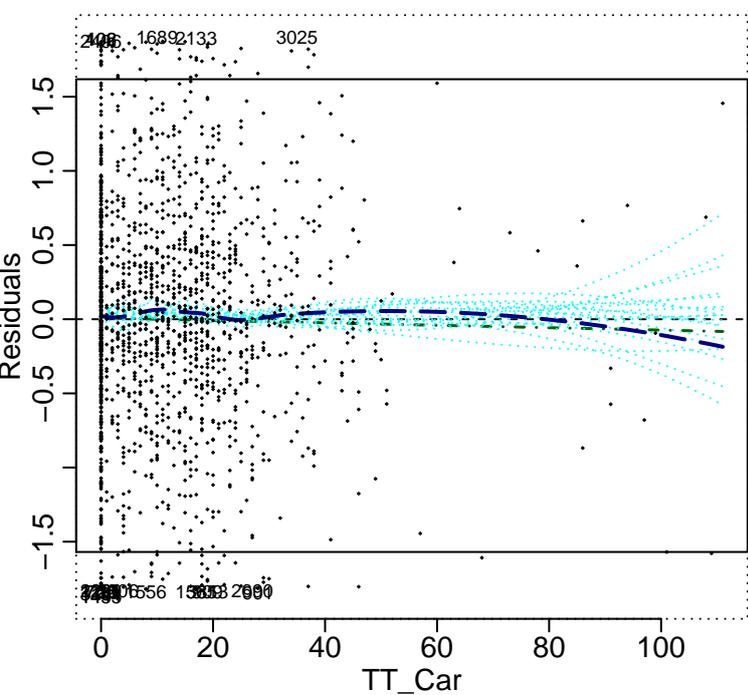
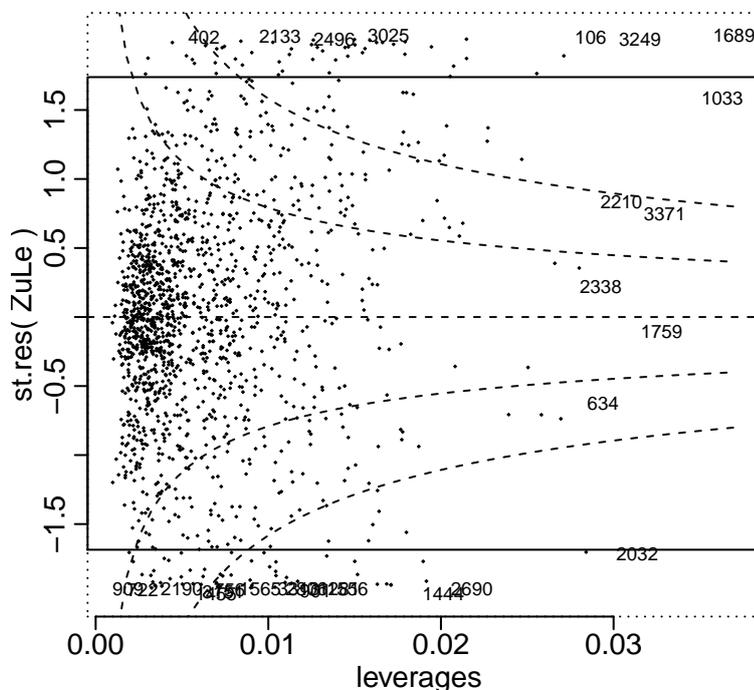
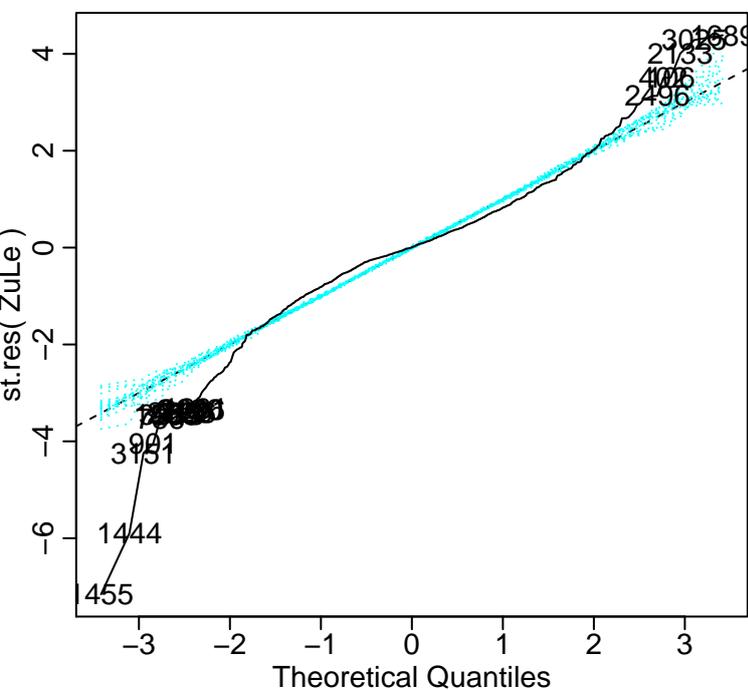
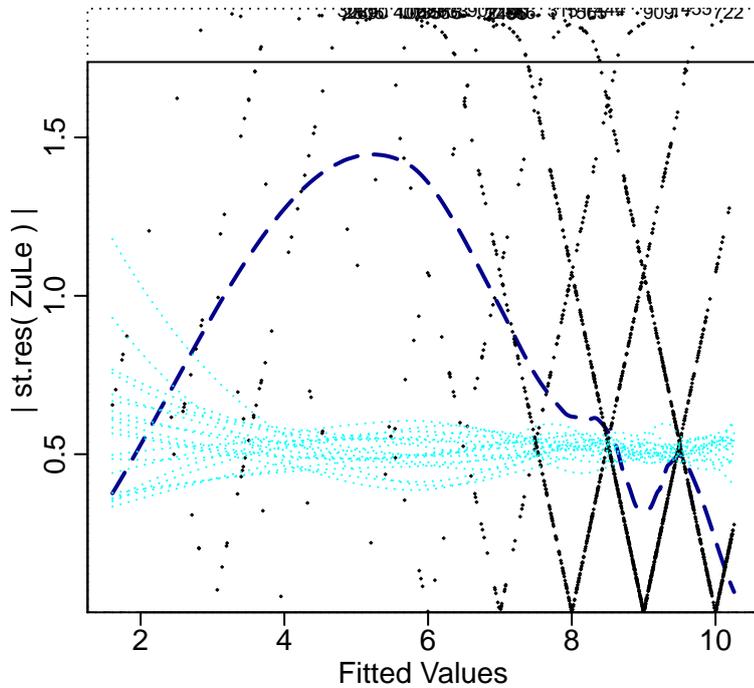
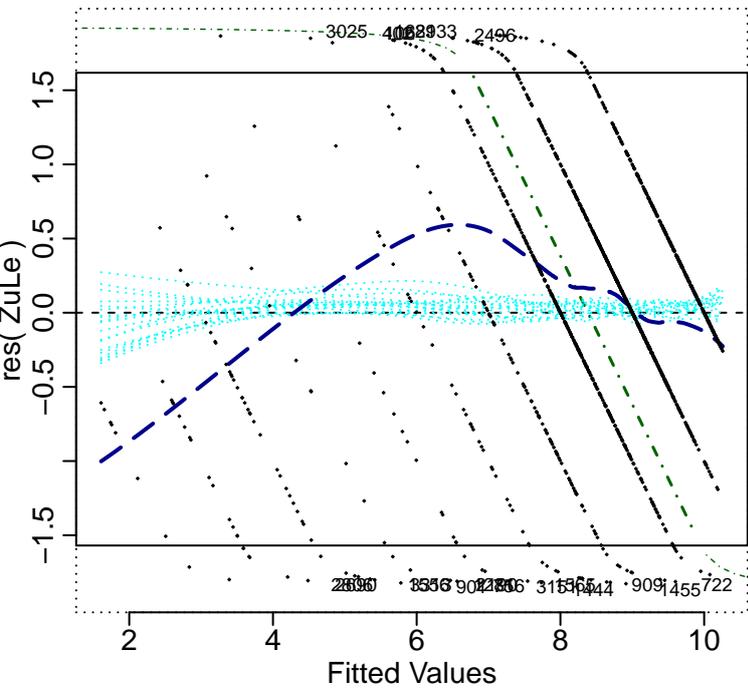


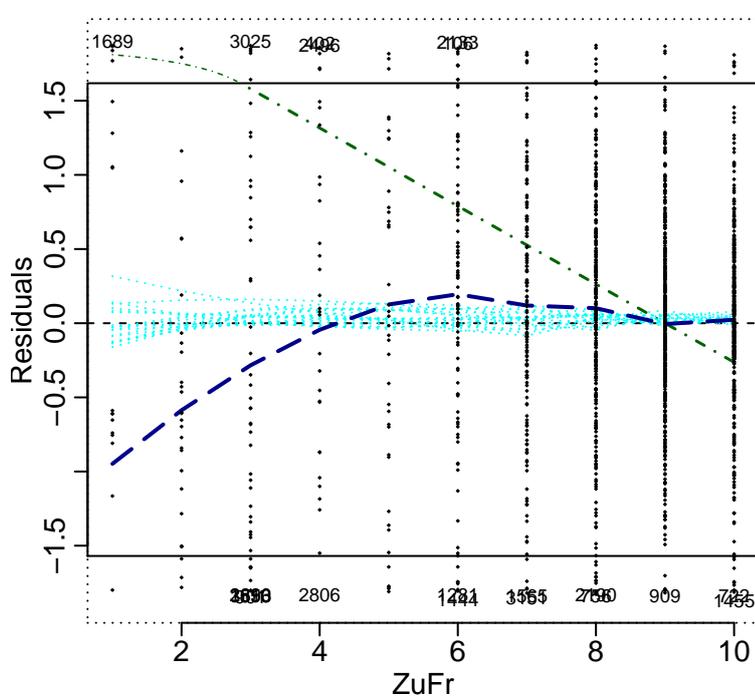
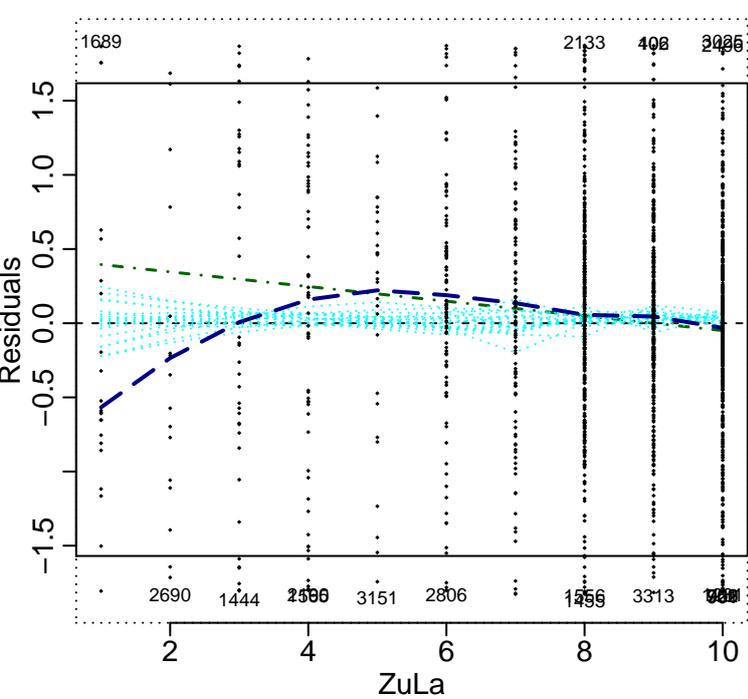
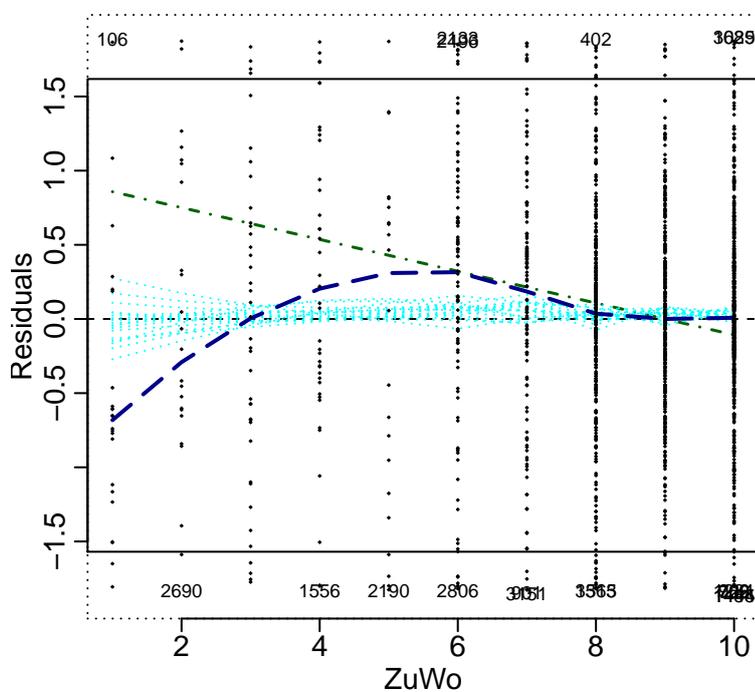
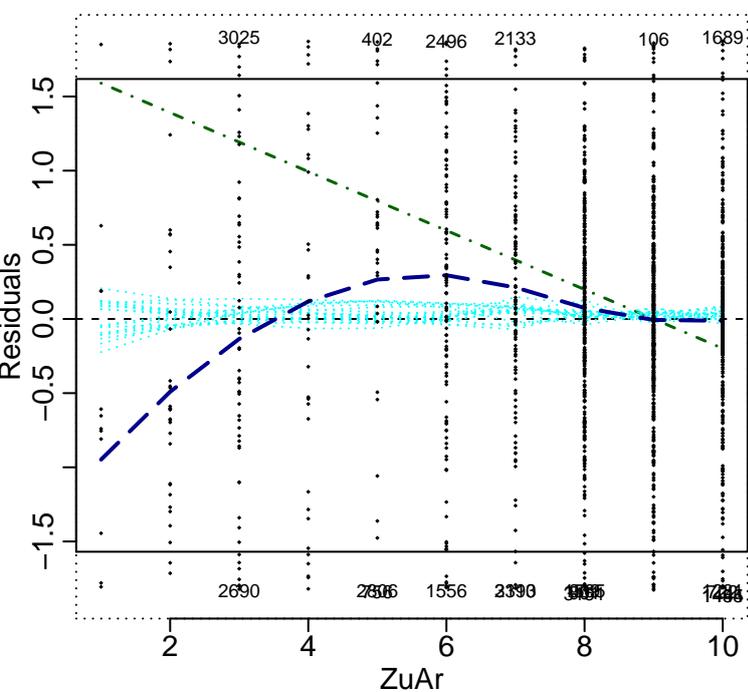
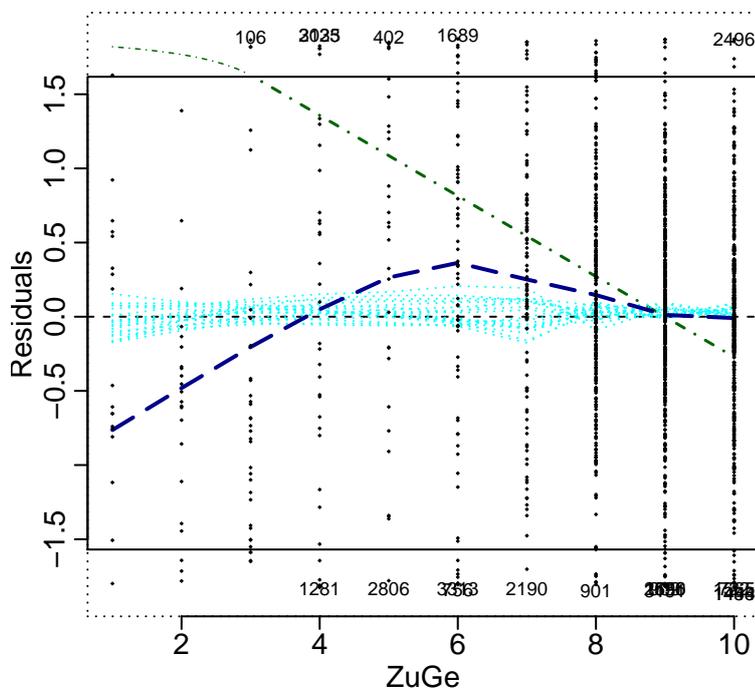
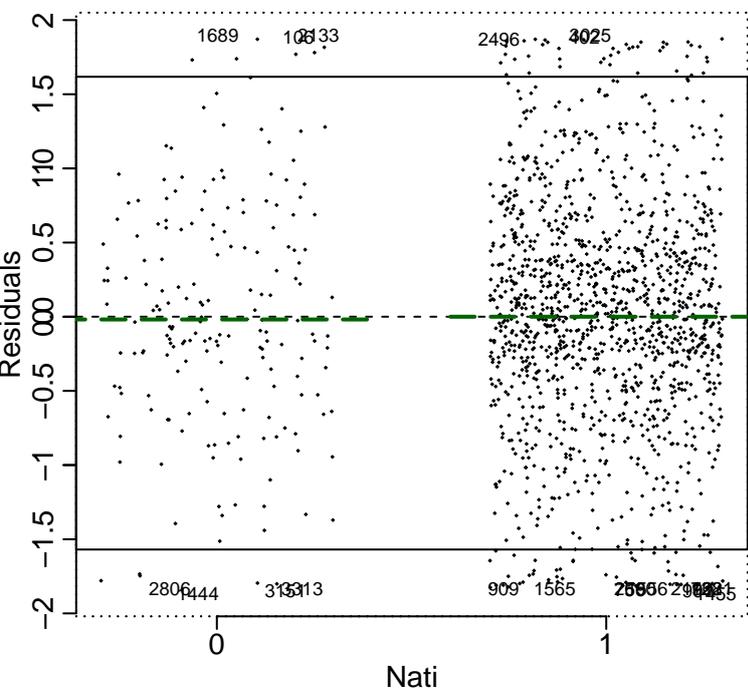


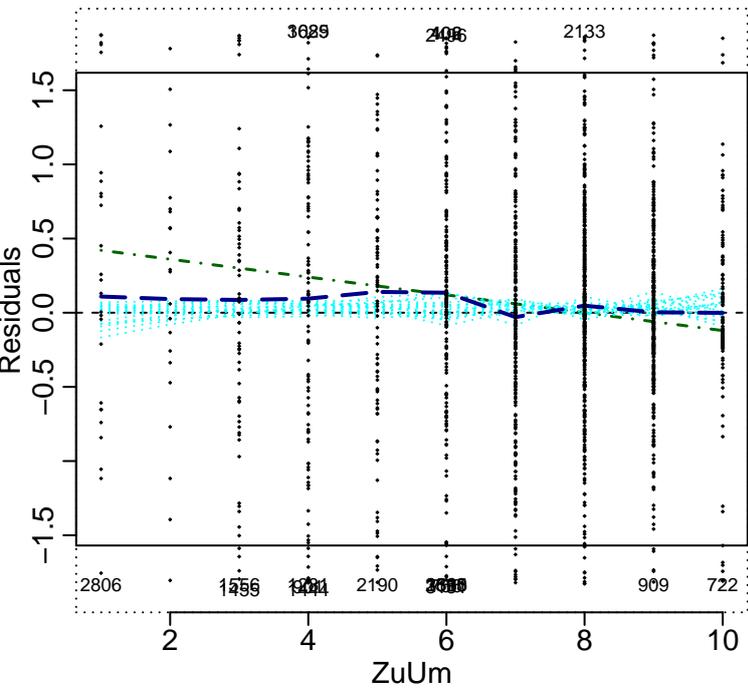


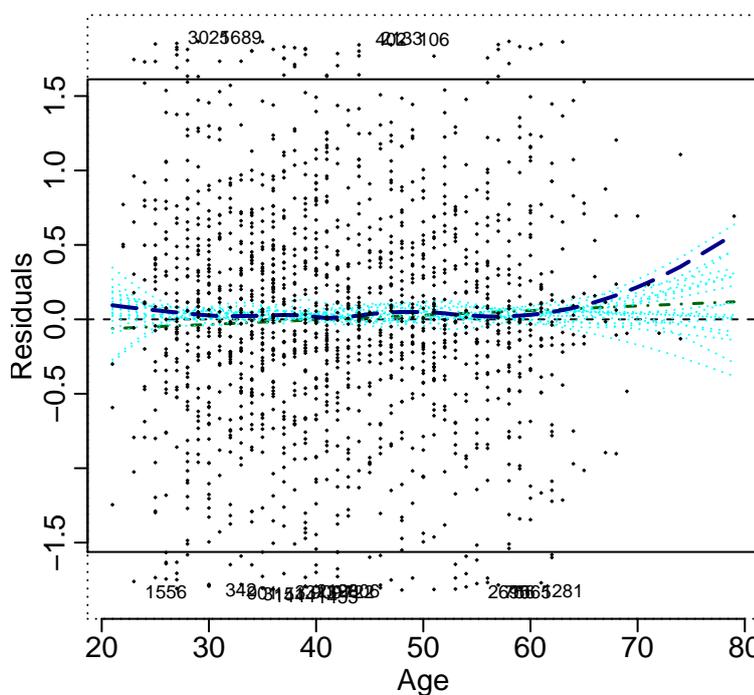
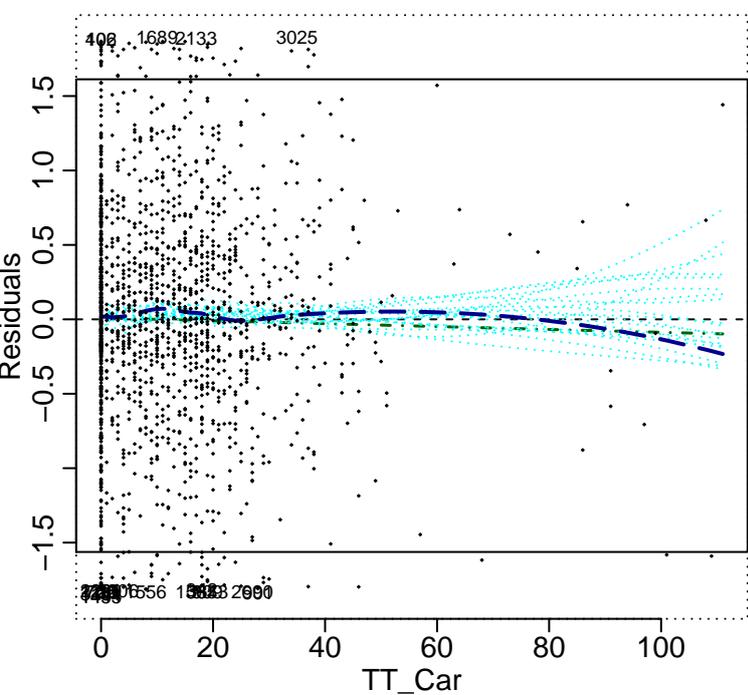
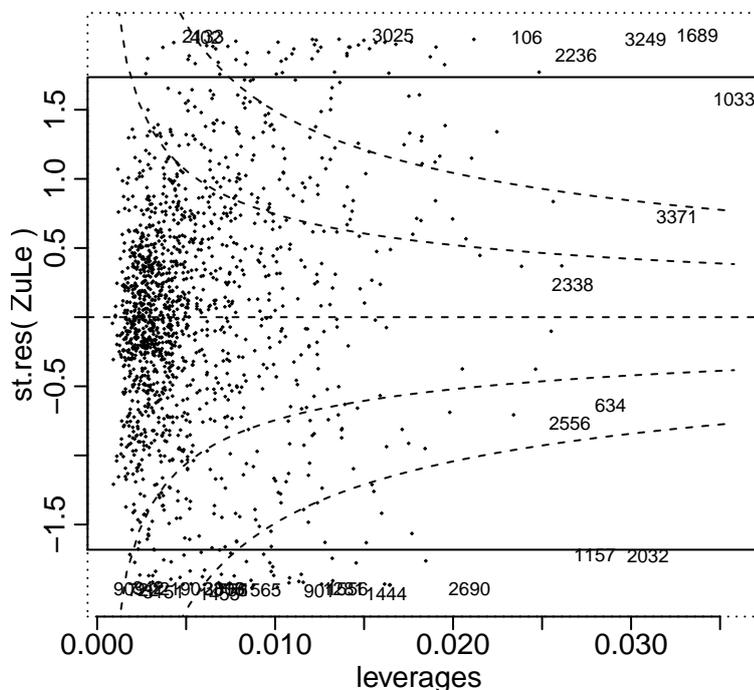
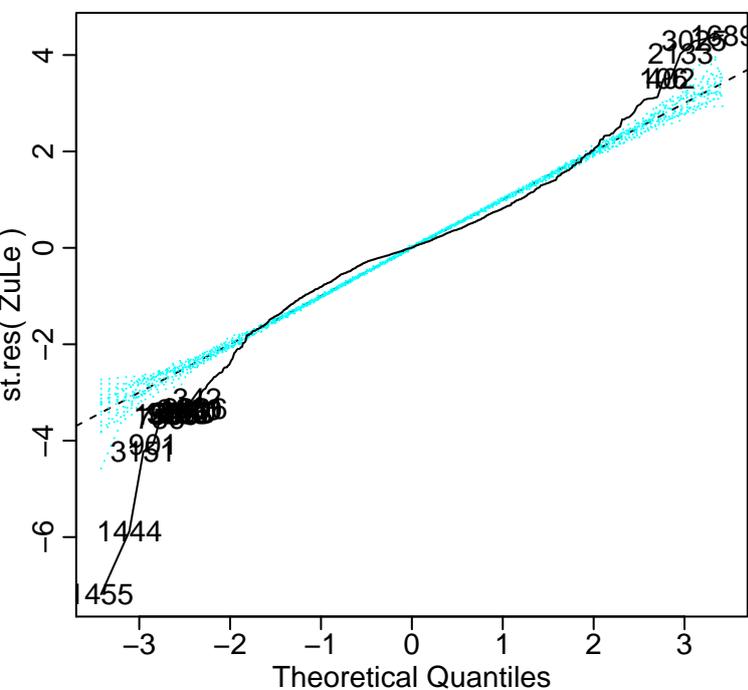
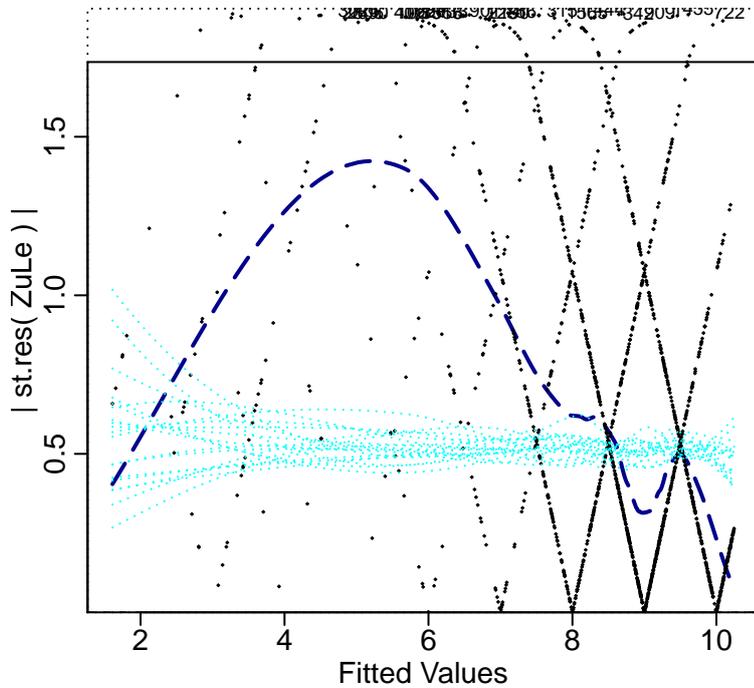
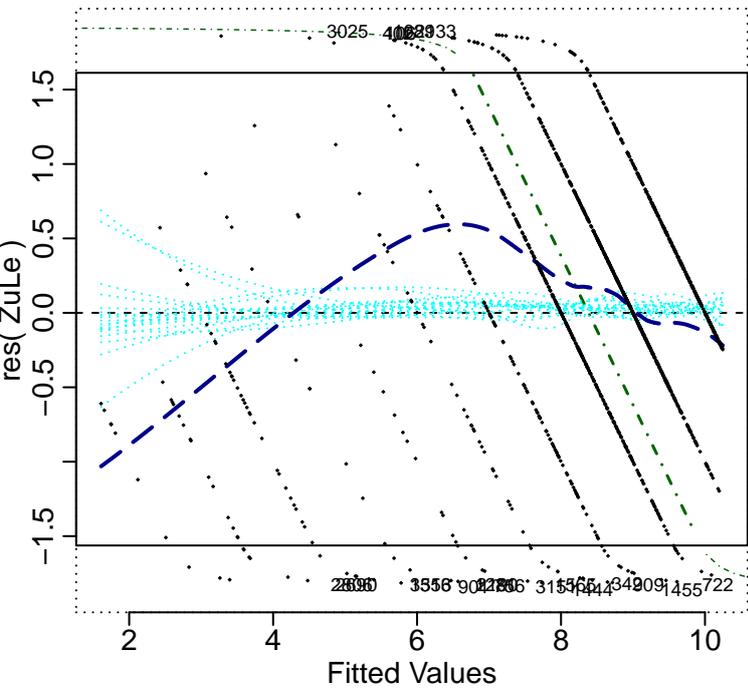


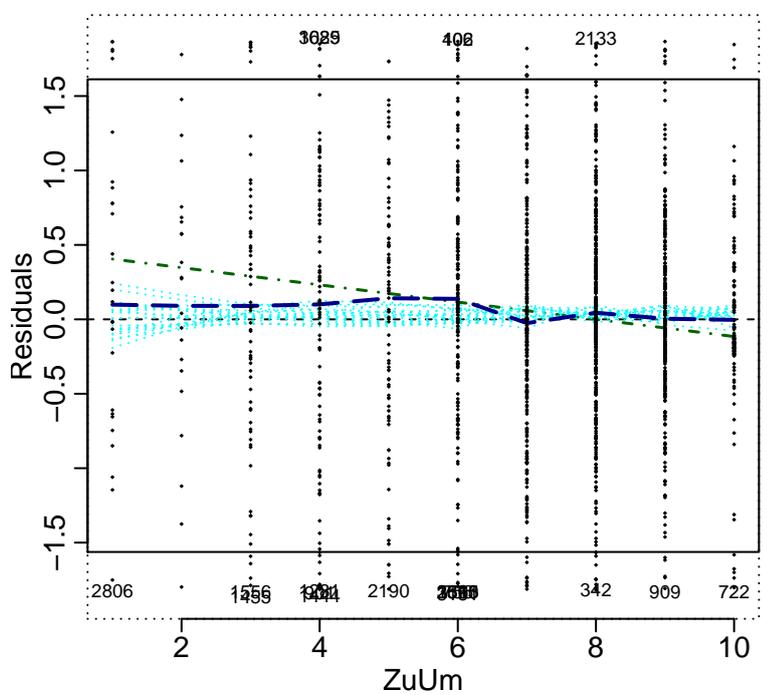
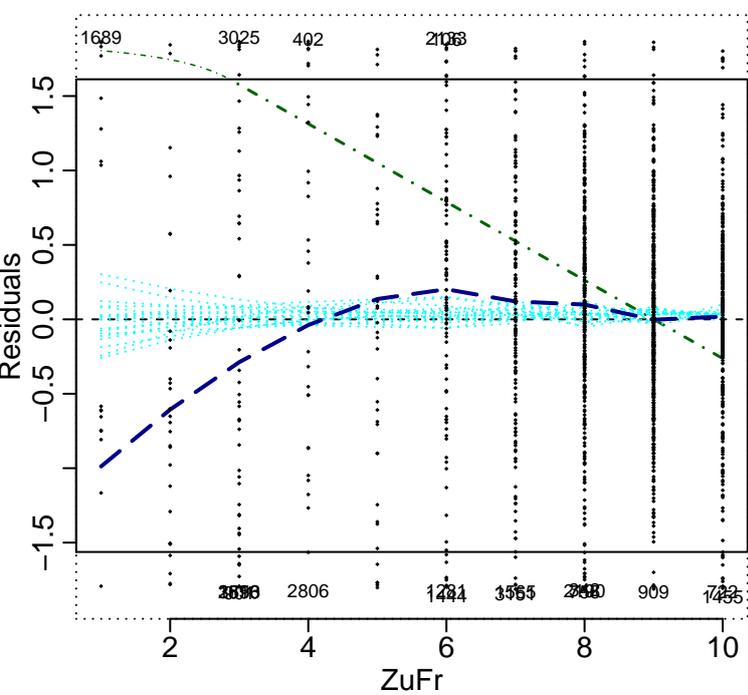
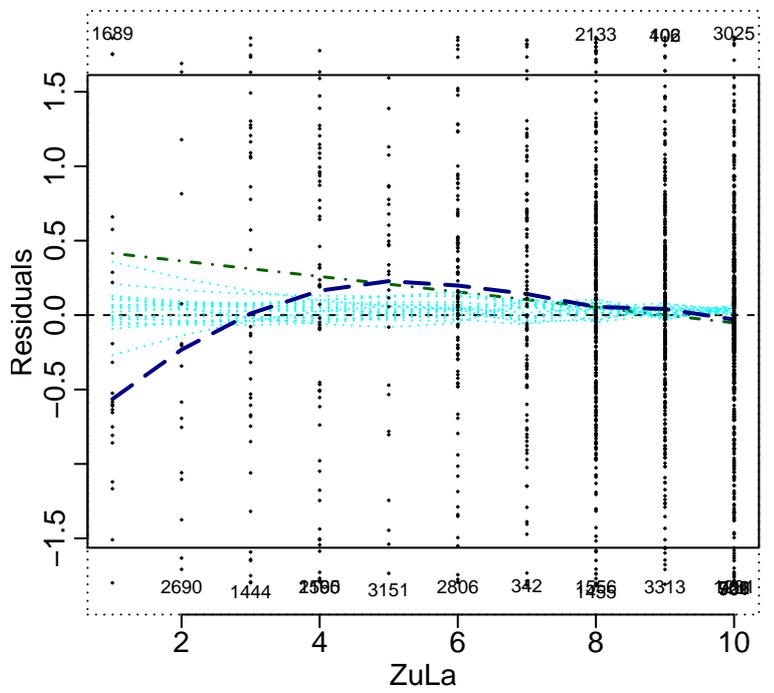
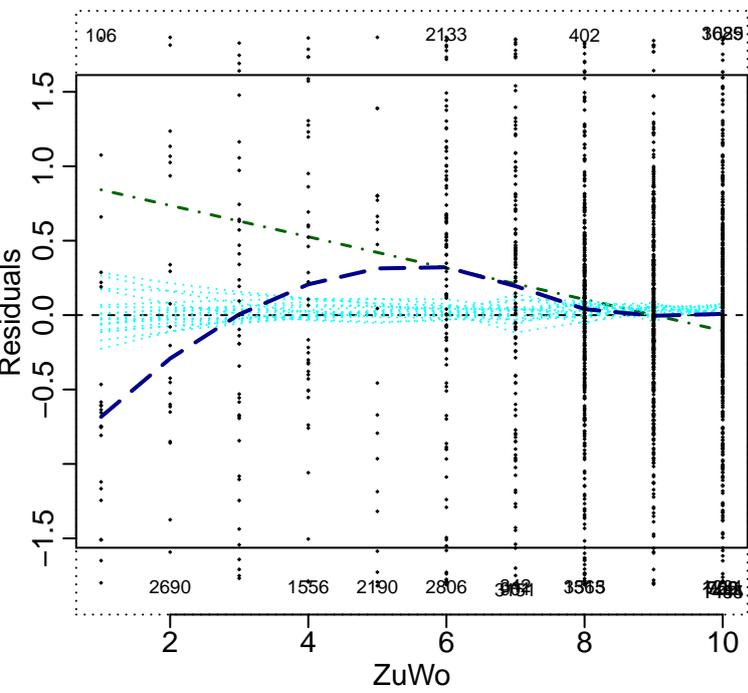
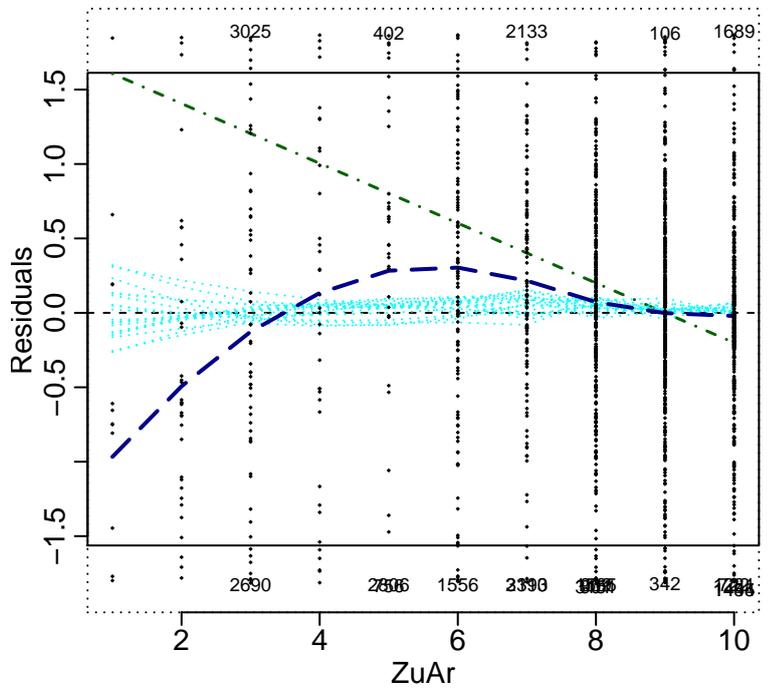
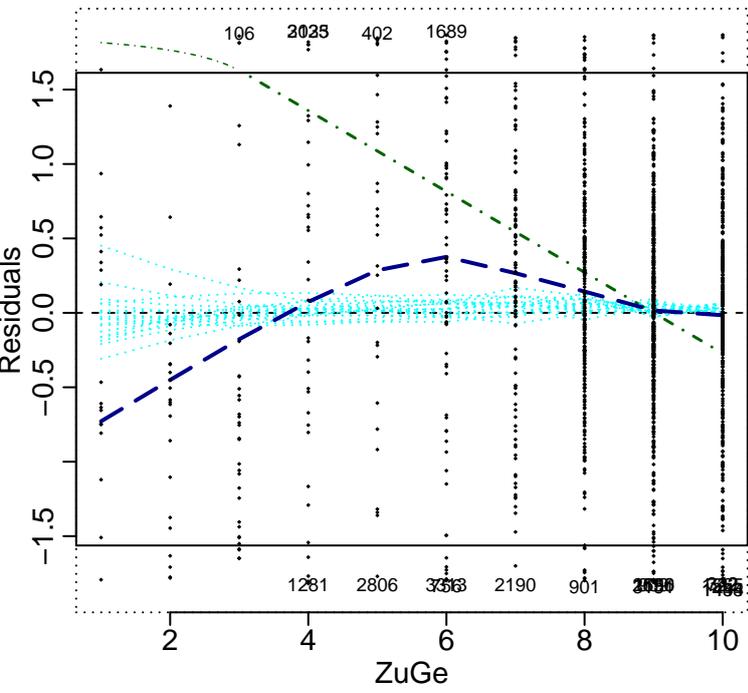


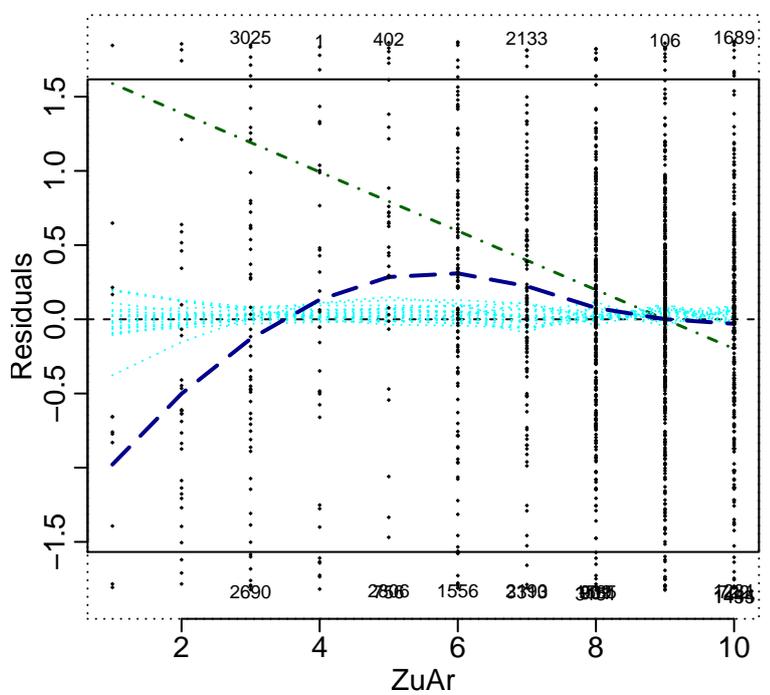
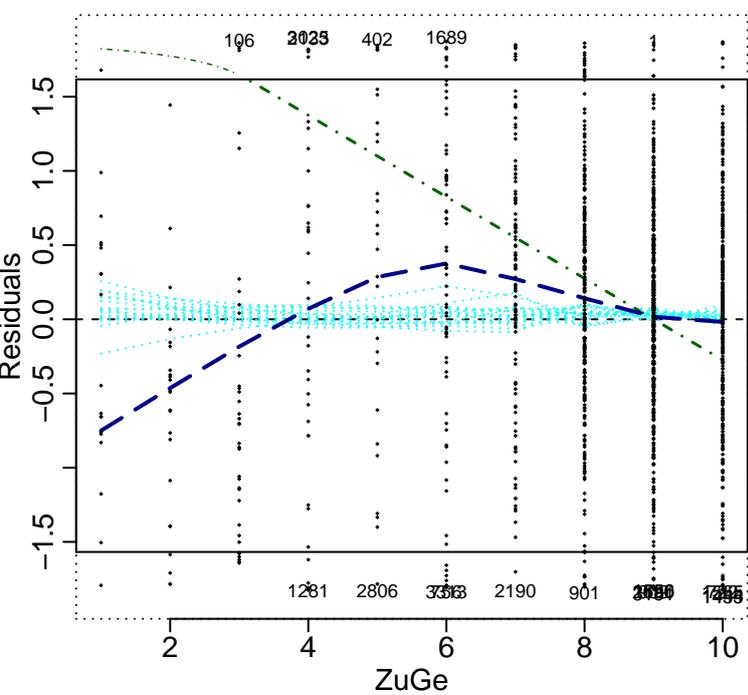
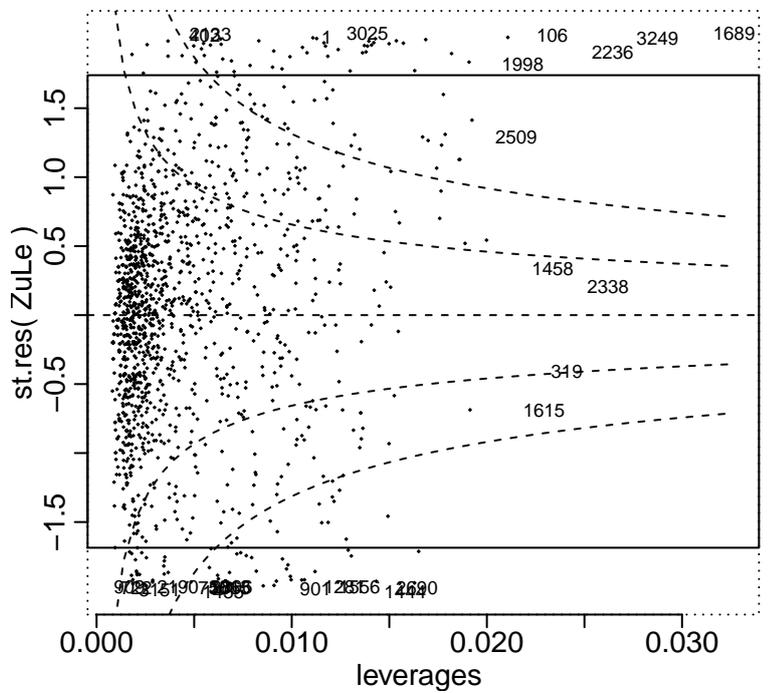
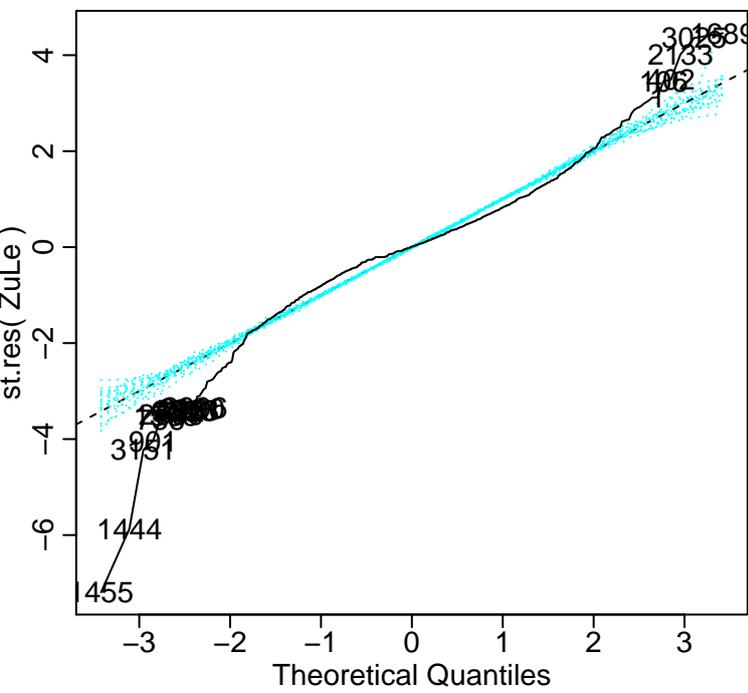
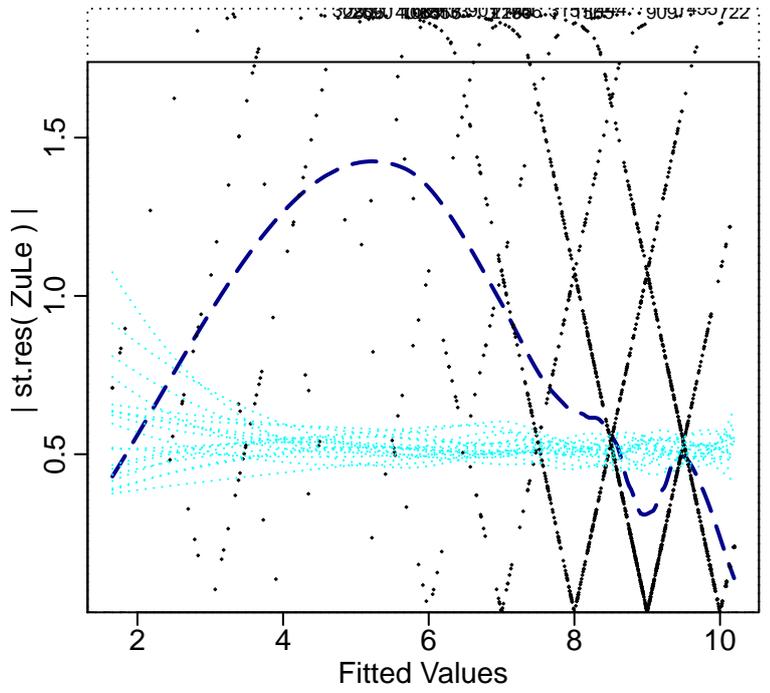
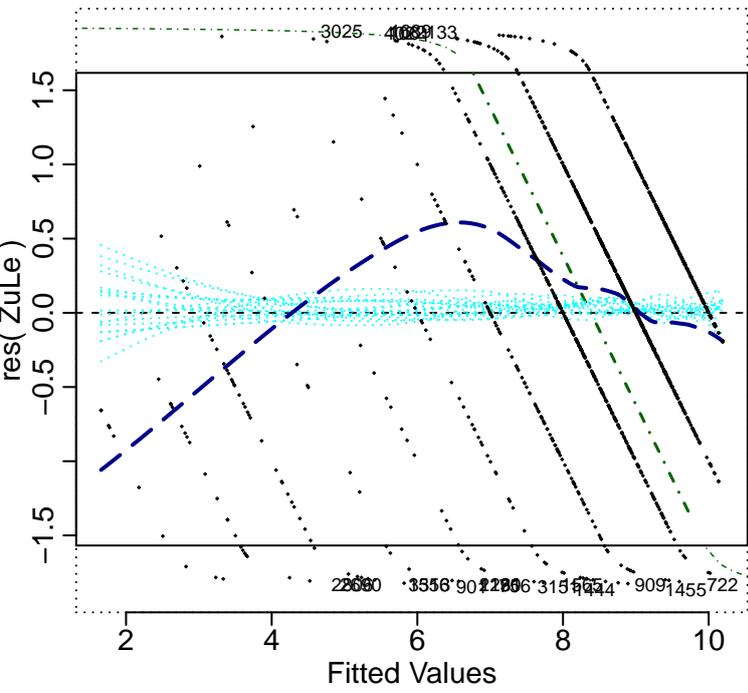




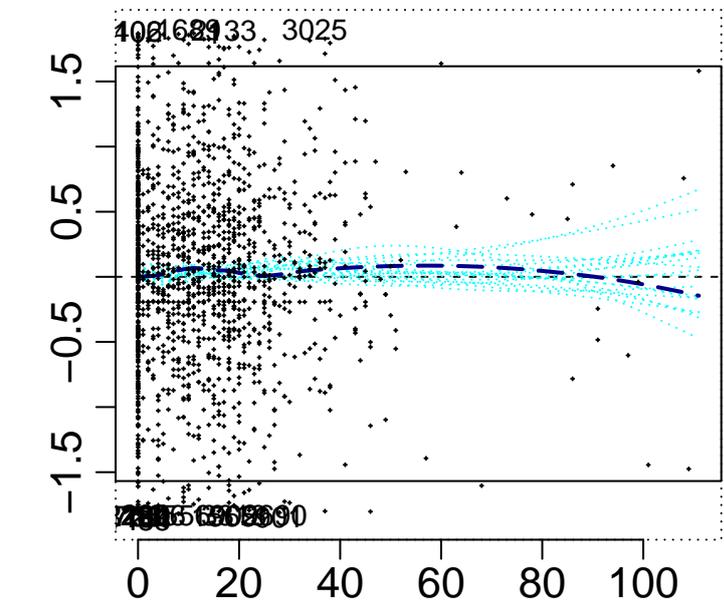
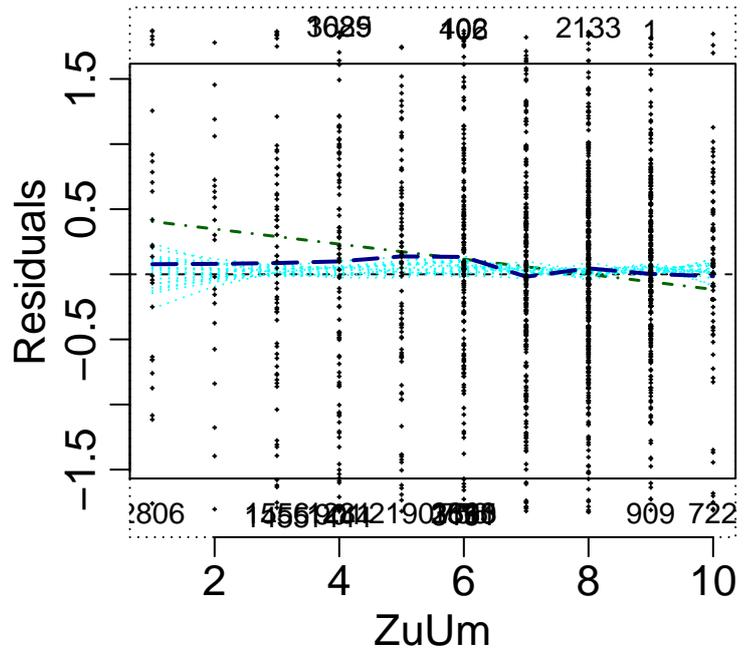
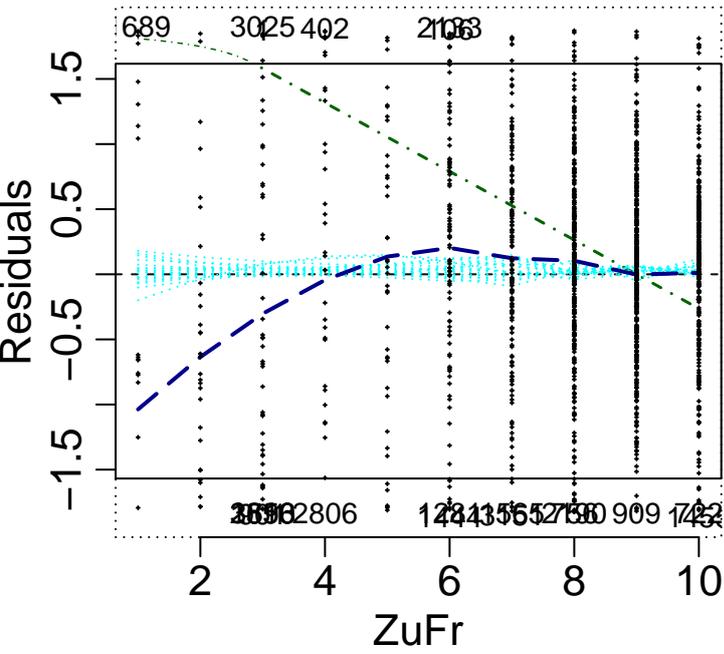
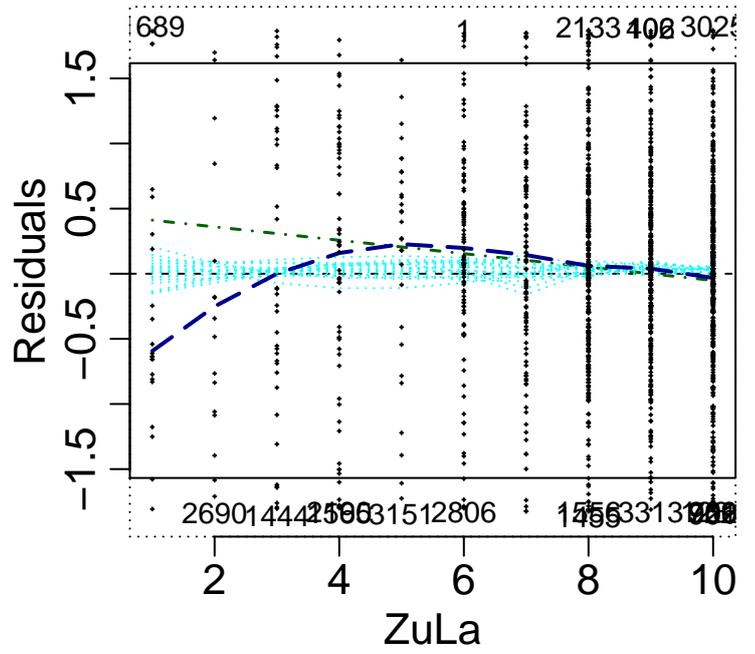
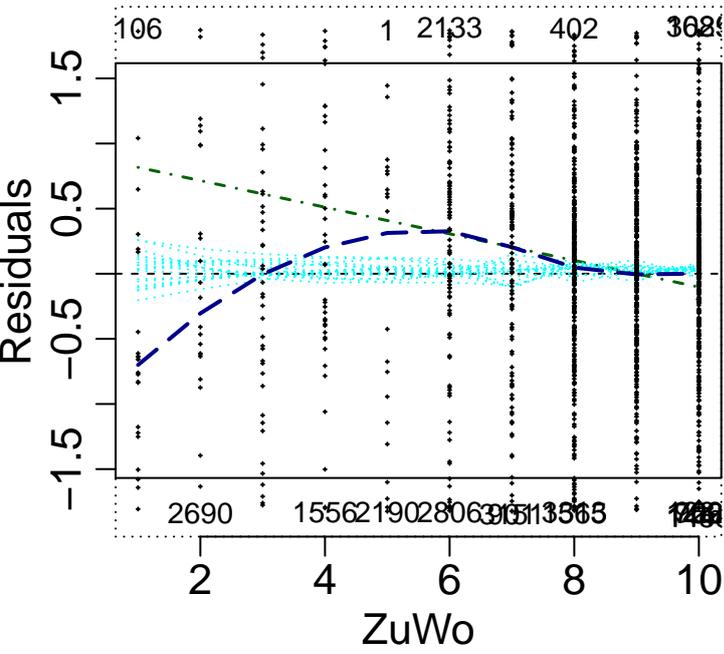








C.11 Lebenszufriedenheit ~ Zufriedenheiten, Berufstätige



## **D Residuen der kumulatives-logit Modelle**

