

Methoden linguistischer Datenanalyse

Quantitativ-statistische Modellierung sprachlicher Variation

Martin Schweinberger

2018-01-16



Was haben wir heute vor?

- Grundsätzliches zum Modellbau
- Ein praktisches Beispiel: Intensivierung im neuseeländischen Englisch
- Grundkonzepte quantitativer Methodik
- Was ist eine Regression?
- Warum brauchen wir Wissenschaft?

Die Folien finden Sie hier:

<http://www.martinschweinberger.de/blog/presentations-talks/>



Grundsätzliches

- ▶ Wissenschaftler interessieren sich für Phänomene der “realen” Welt
- ▶ Um ein Phänomen zu untersuchen, sammeln empirische Wissenschaftler Daten und nutzen diese, um **Hypothesen** über das Phänomen zu testen.
- ▶ In der quantitativen Linguistik beinhaltet das Testen von Hypothesen das Erstellen von statistischen Modellen.



Warum Modellieren?

Beispiel (Field et al. 2012)

- ▶ Ein Ingenieur soll eine Brücke bauen, aber anstatt einfach drauflos zuzubauen, informiert er sich über Materialeigenschaften und baut ein Modell der Brücke (das von der realen Brücke abweicht, da z.B. kleiner).
- ▶ Der Ingenieur kann dann Eigenschaften (z.B. Verhalten unter Windeinfluss) am Modell testen und so Vorhersagen über das Verhalten der realen Brücke unter analogen Umständen treffen und die Brücke ggf. anpassen.

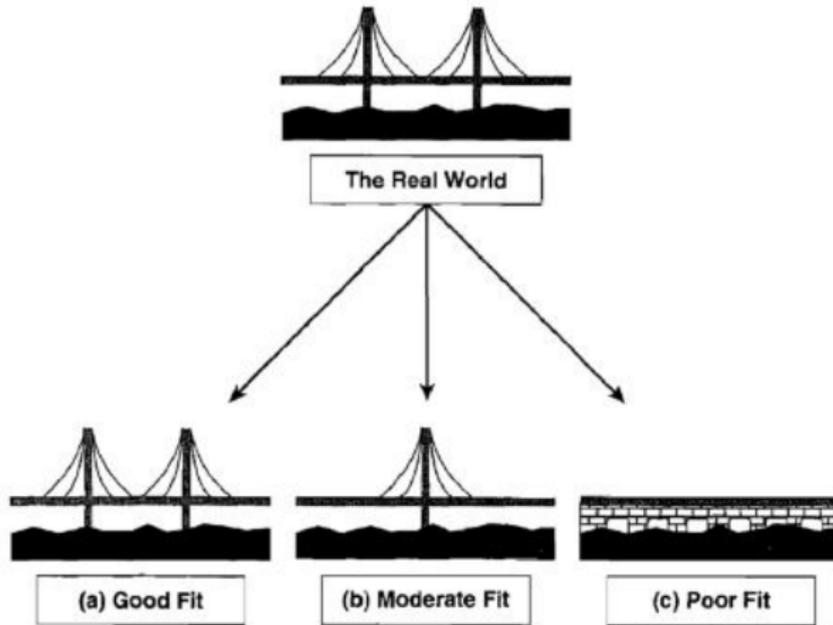


Warum Modellieren?

- ▶ Quantitative Linguisten sammeln auch Daten von Sprechern und erstellen dann (statistische) Modelle, um das (Sprach-)Verhalten von Sprechern in der realen Welt beschreiben bzw. über das Verhalten vorhersagen treffen zu können.
- ▶ Umso besser das (statistische) Modell der realen Welt entspricht, desto besser der *Fit* (die Passgenauigkeit) des Modells.
- ▶ Um so besser der **Fit**, desto besser die Erklärungskraft des Modells und desto größer kann unser Vertrauen in die Vorhersagen des Modells sein (Vorhersagekraft).



Modelfit





Warum Modellieren

Modellieren ermöglicht es ...

- ▶ signifikante Einflussfaktoren zu bestimmen und nicht-signifikante Faktoren zu erkennen.
- ▶ die Stärke mehrerer Variablen und Interaktionen zwischen Variablen zu bestimmen (Multivariat).
- ▶ eine genaue Angabe darüber abzugeben, wie gut ein Modell die Wirklichkeit abbildet.
- ▶ aufgrund einer Stichprobe Aussagen und Vorhersagen über das wahrscheinliche Verhalten von Gruppen in der Realität zu tätigen.



EXKURS

VARIATIONSLINGUISTIK

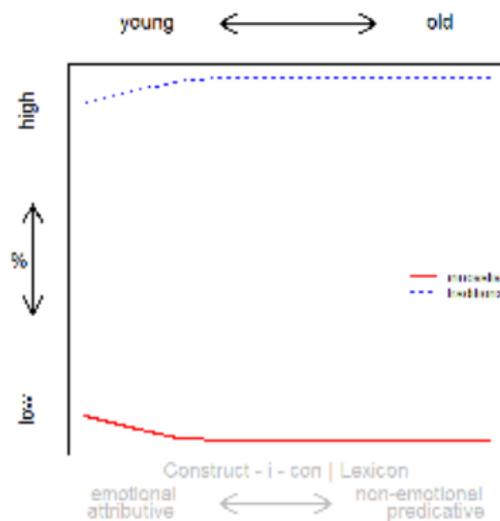
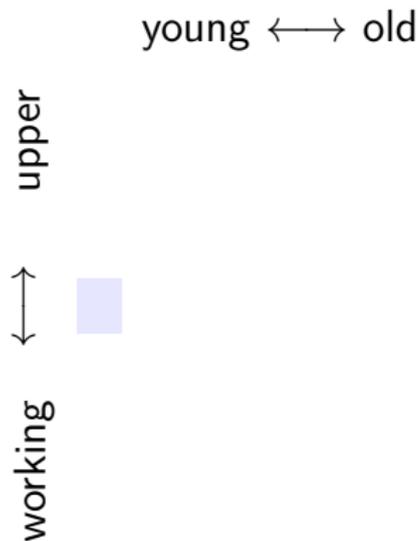


Variationslinguistik

- ▶ Sprache ist nicht homogen: Variation ist überall!
 - ▶ Soziale Faktoren : Sprachgebrauch
 - ▶ Linguistische Variation ist nicht zufällig
 - ▶ Systematische Korrelation zwischen sozialen Faktoren (Alter, Geschlecht, Soziales Milieu, ethnische Zugehörigkeit, etc.) und Sprachgebrauch
- ▶ Linguistische Differenziertheit ↔ soziale Stratifikation

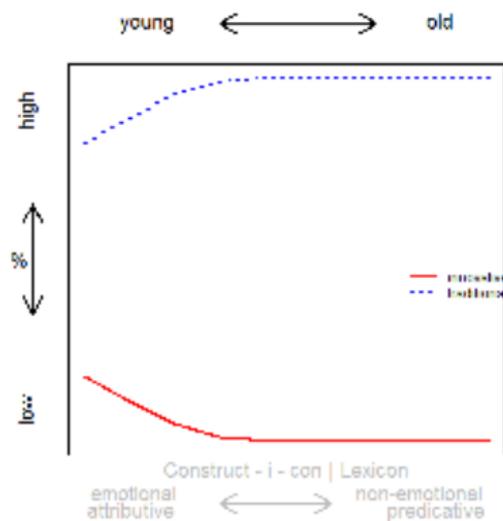
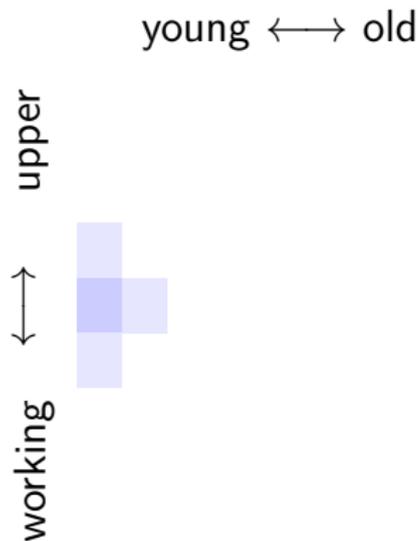


Diffusion von ling. Innovationen



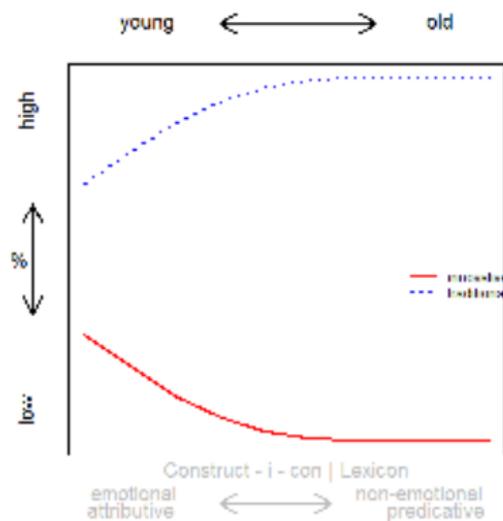
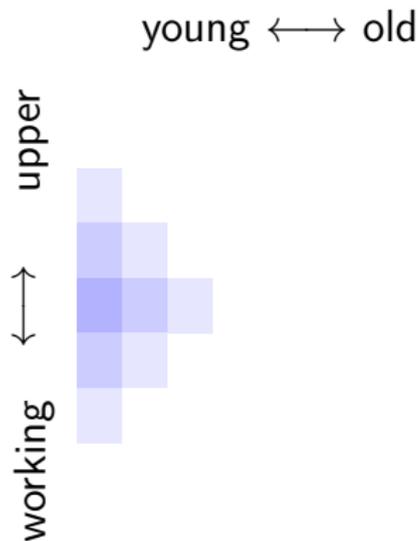


Diffusion von ling. Innovationen



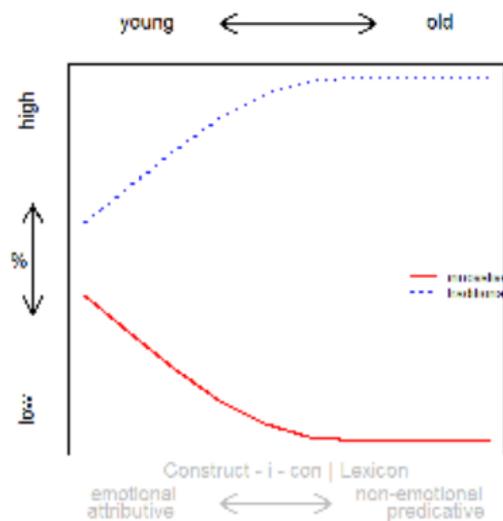
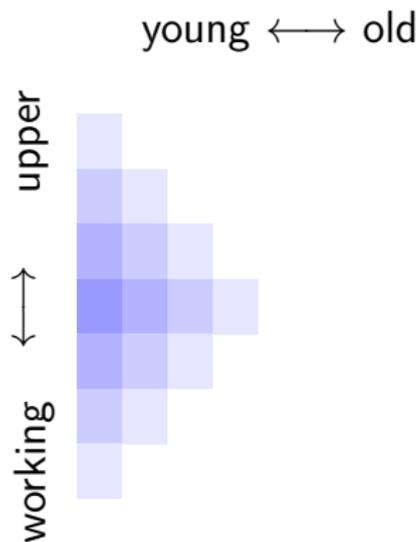


Diffusion von ling. Innovationen



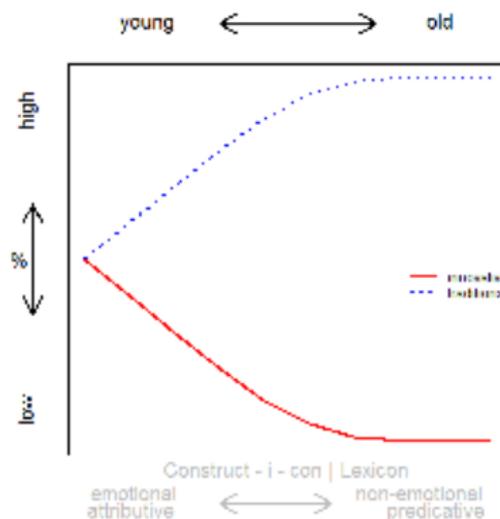
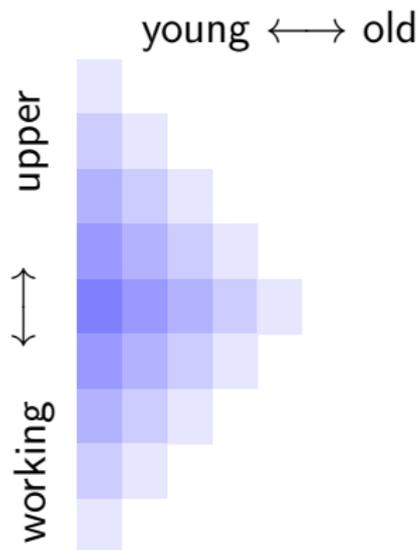


Diffusion von ling. Innovationen



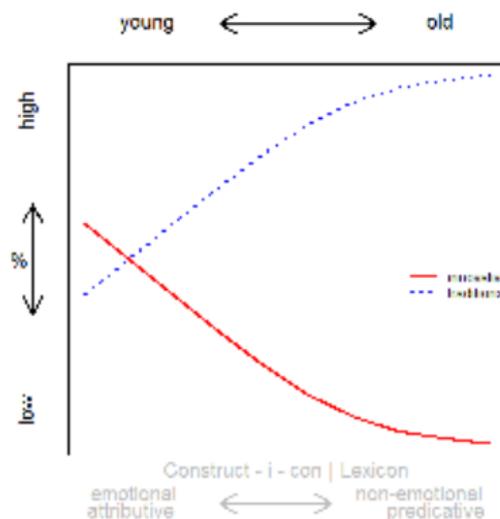
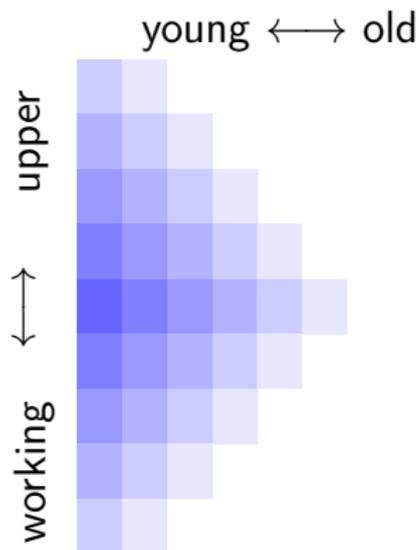


Diffusion von ling. Innovationen



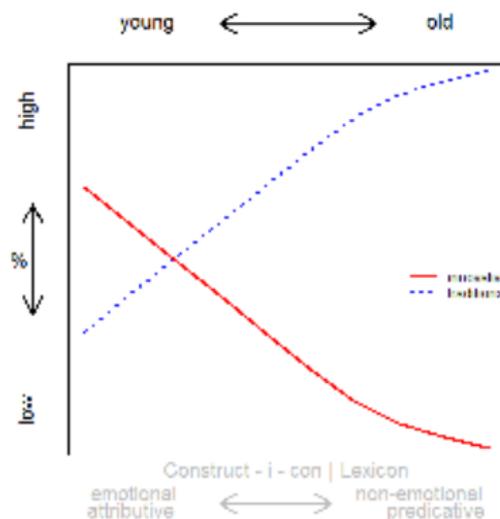
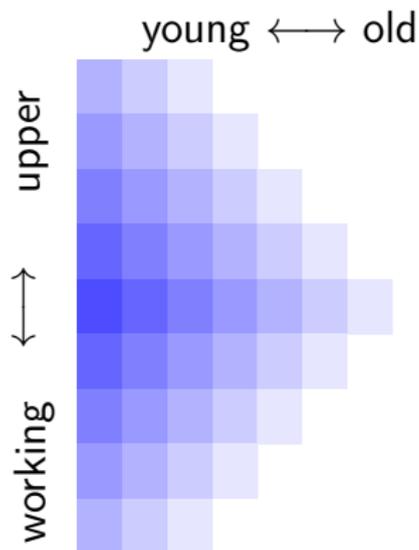


Diffusion von ling. Innovationen



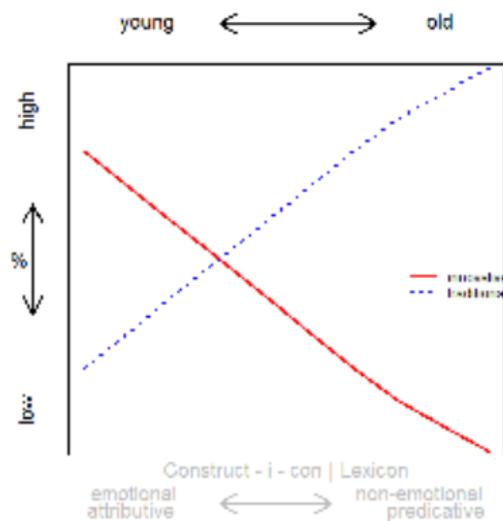
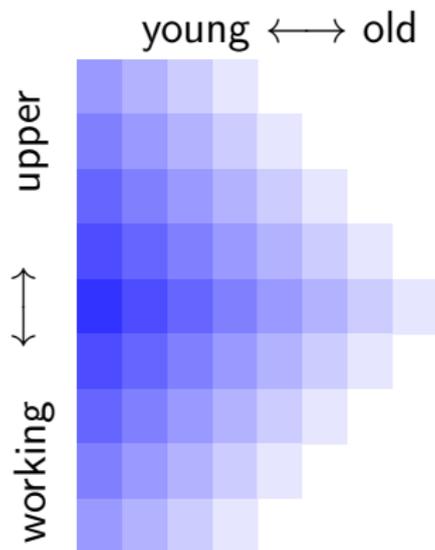


Diffusion von ling. Innovationen



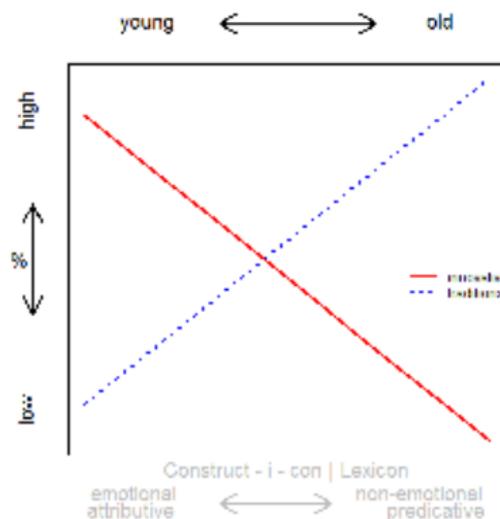
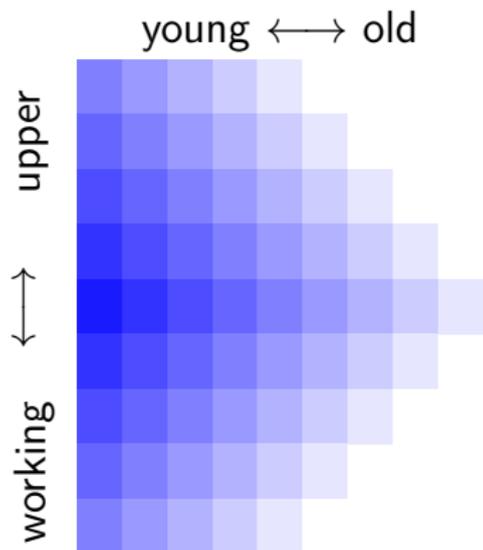


Diffusion von ling. Innovationen



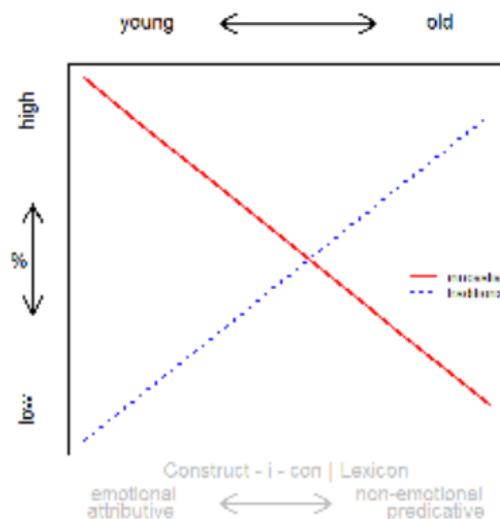
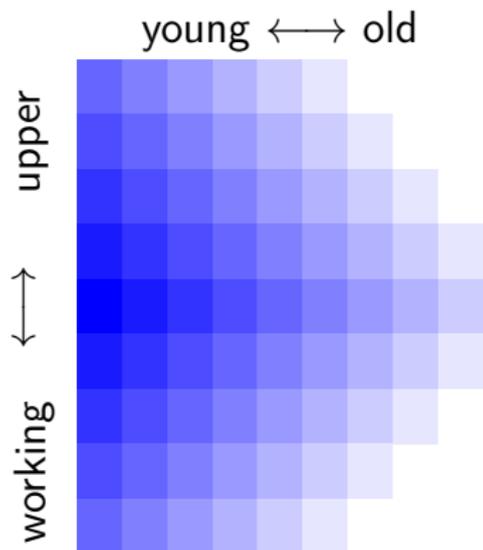


Diffusion von ling. Innovationen



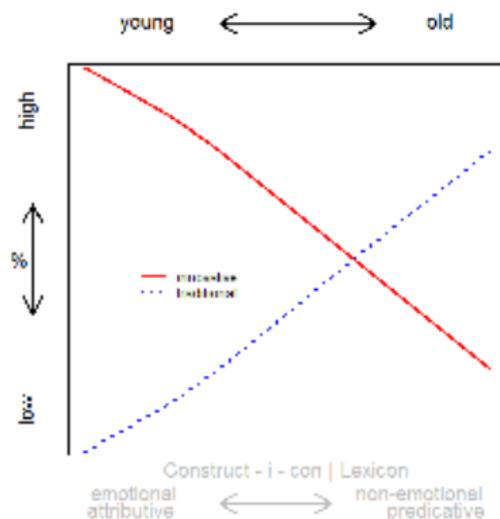
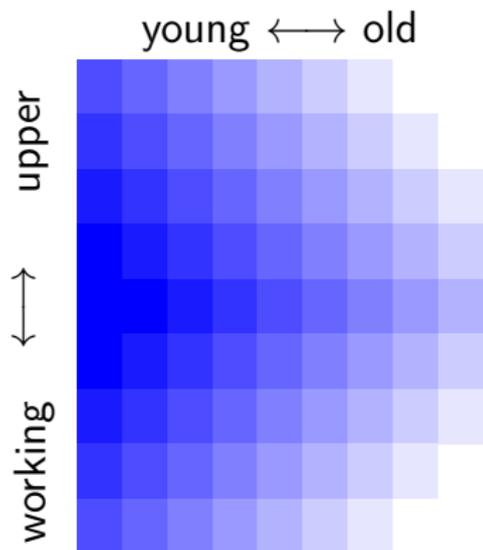


Diffusion von ling. Innovationen



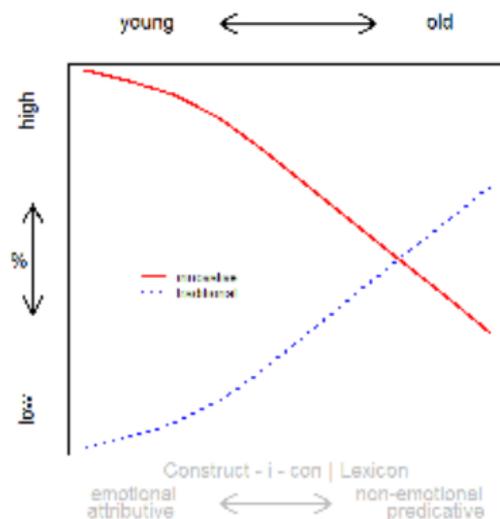
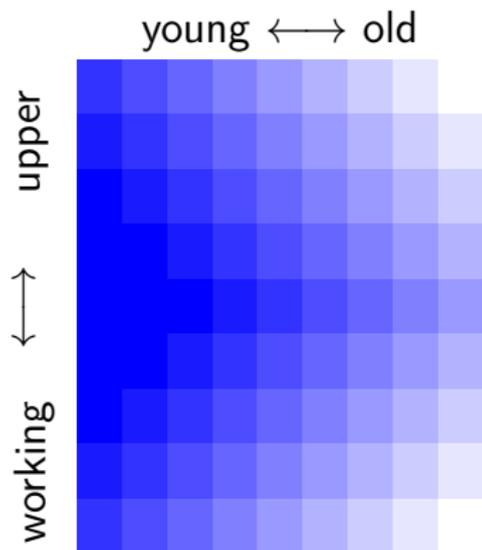


Diffusion von ling. Innovationen



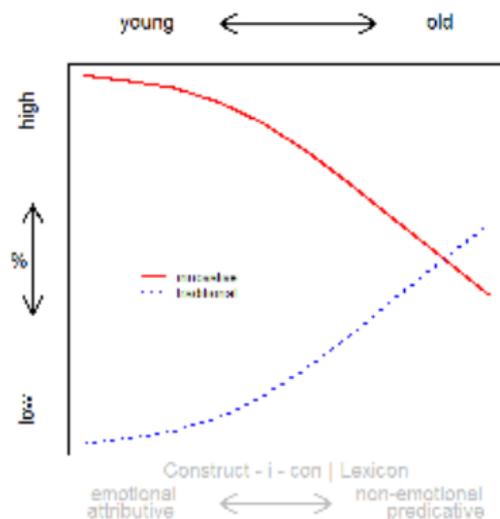
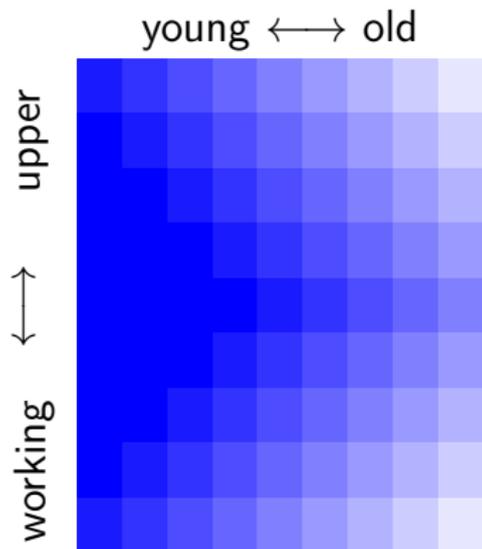


Diffusion von ling. Innovationen



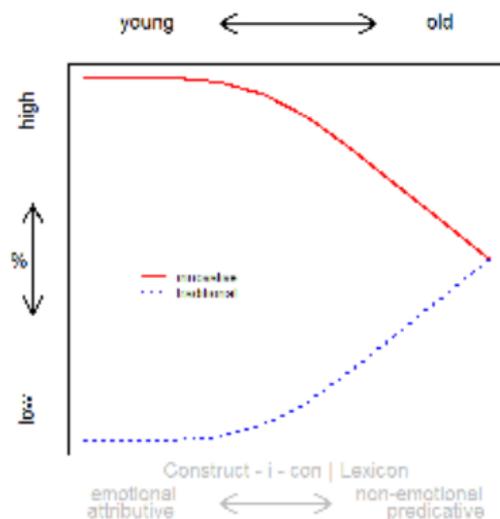
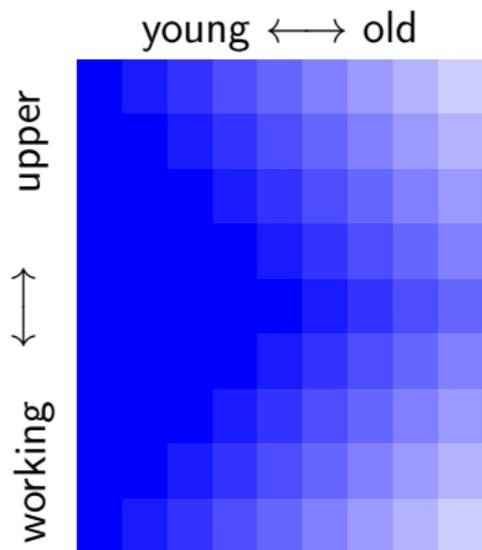


Diffusion von ling. Innovationen



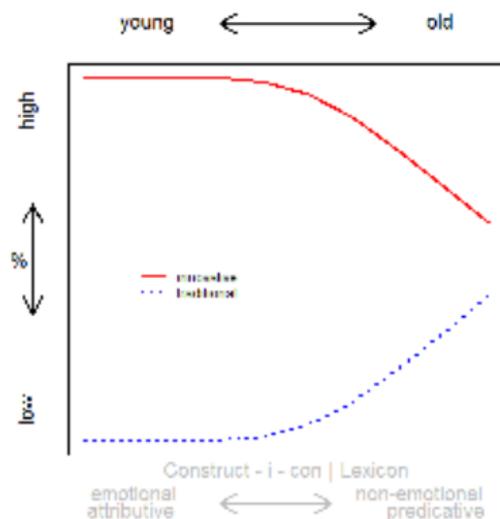
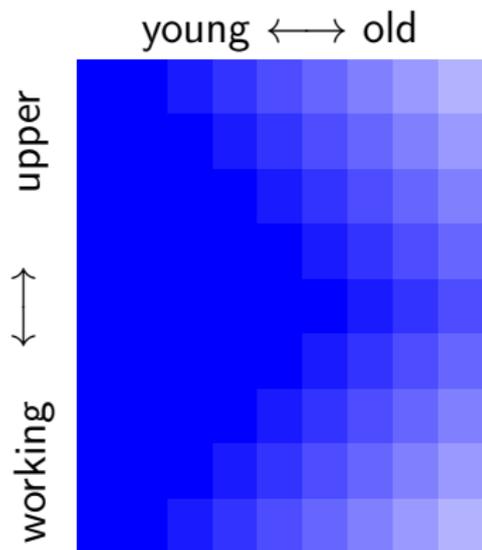


Diffusion von ling. Innovationen



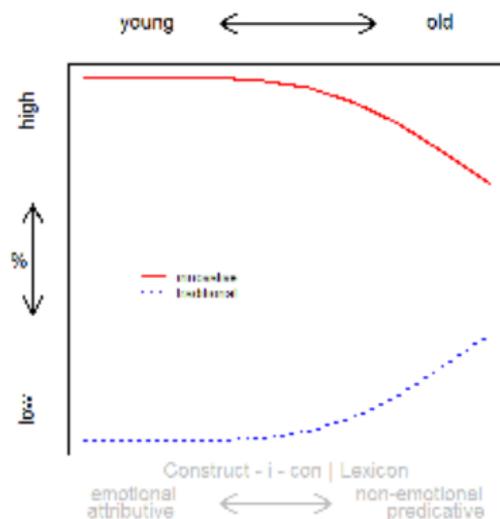
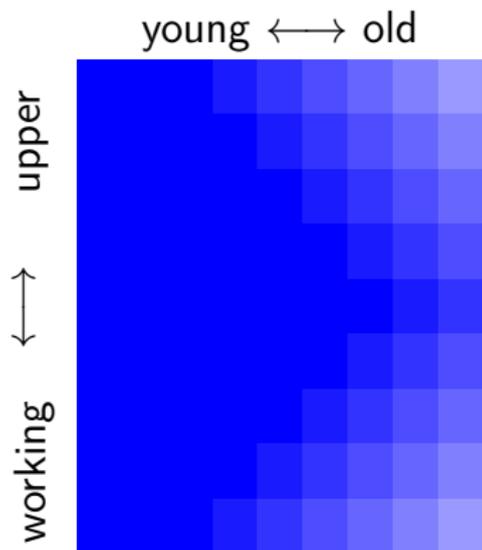


Diffusion von ling. Innovationen



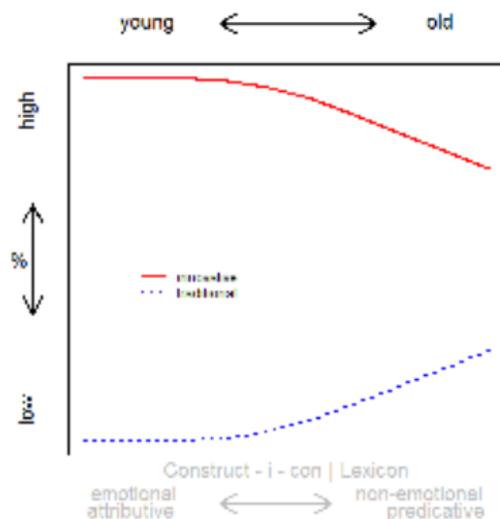
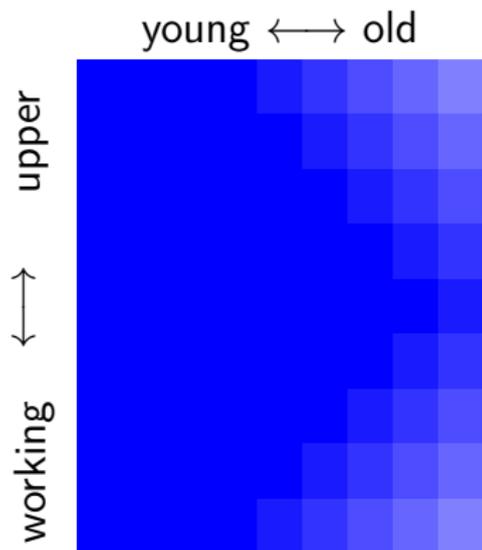


Diffusion von ling. Innovationen



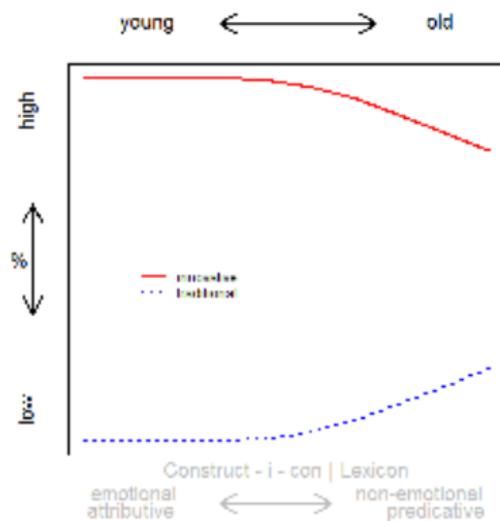
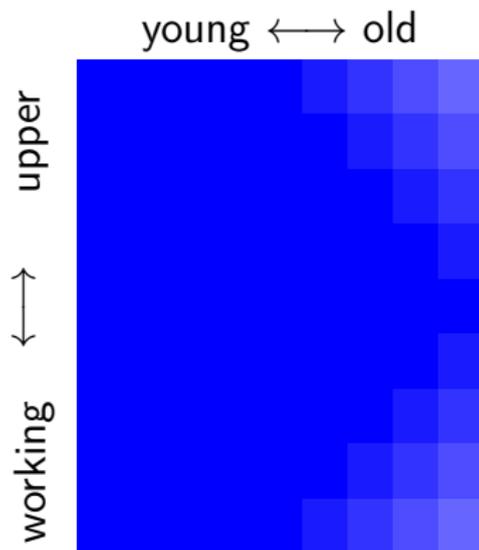


Diffusion von ling. Innovationen



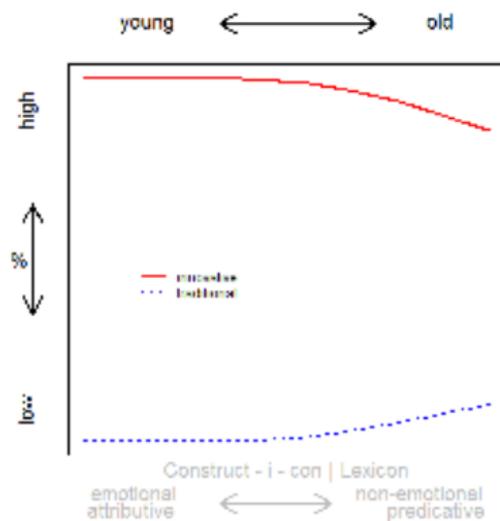
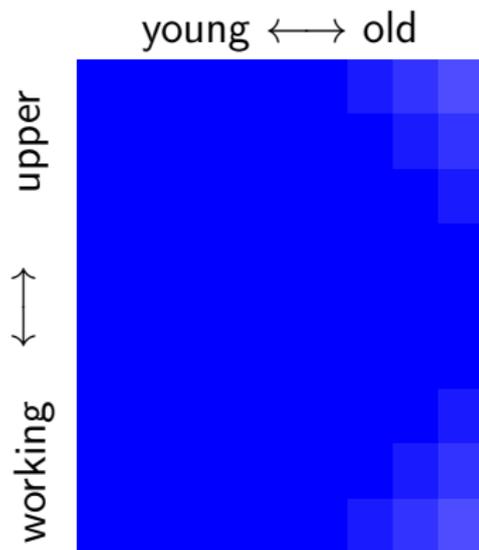


Diffusion von ling. Innovationen



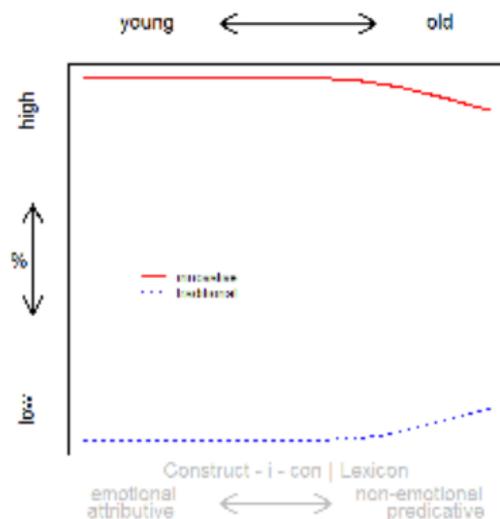
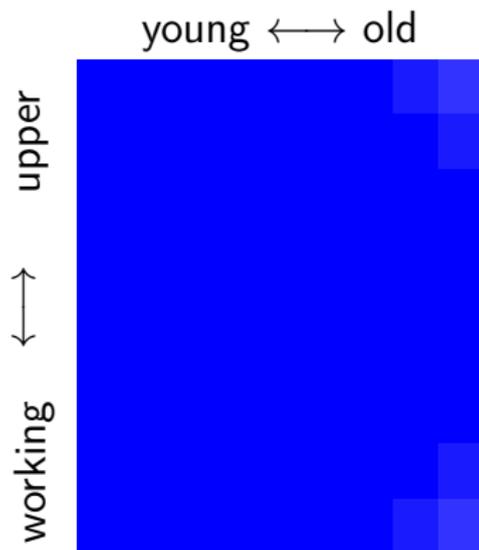


Diffusion von ling. Innovationen



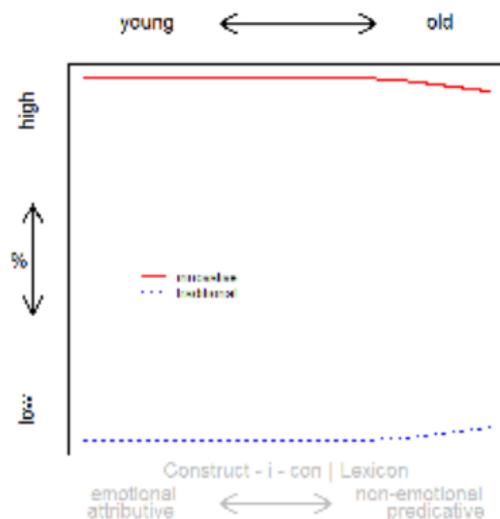
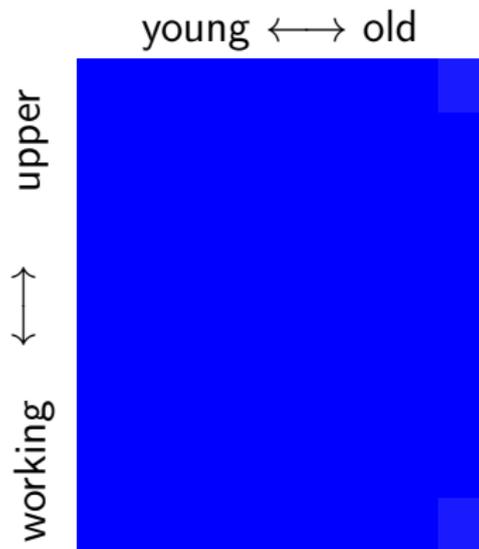


Diffusion von ling. Innovationen



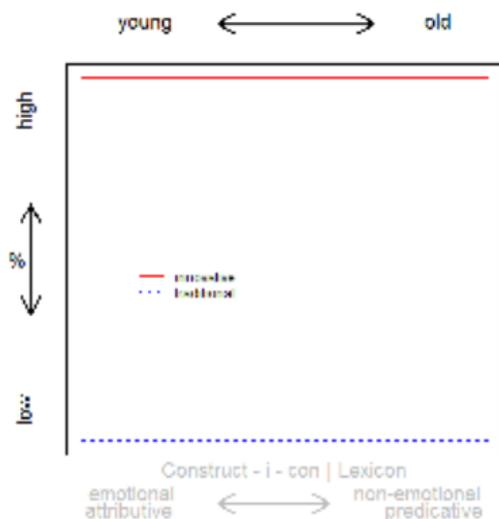
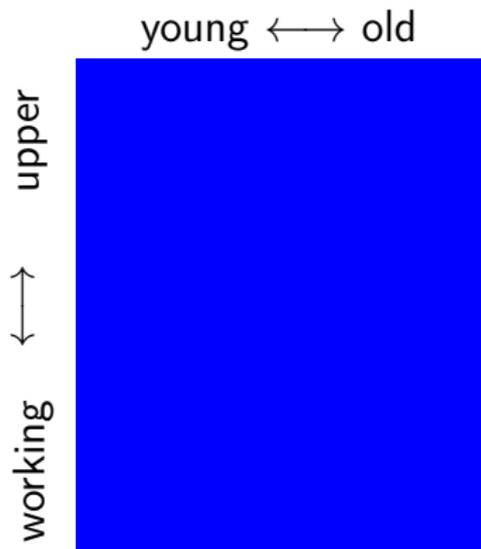


Diffusion von ling. Innovationen





Diffusion von ling. Innovationen





BEISPIEL

INTENSIVIERUNG IM NEUSEELÄNDISCHEN ENGLISCH



Intensivierung im neuseeländischen Englisch

- (1) yeah... just it would make it **so** awkward eh you know (ICE-NZ S1A-001:1\$M)
- (2) um... sara's got a **really** nice sleeveless green... you know coat jacket (ICE-NZ S1A-002:1\$Q)
- (3) she was a **very** nervous sort of a woman (ICE-NZ S1A-018:1\$A)



Beispiel: Intensivierung im neuseeländischen Englisch

Neuseeländische Komponente des *International Corpus of English* (Bauer et al. 1999)

- ▶ Veröffentlicht 1999 (*Victoria University of Wellington*)
- ▶ Besteht aus 1.000.000 Wörtern (600.000 gesprochen und 400.000 geschrieben)
- ▶ Repräsentiert verschiedene gesprochene und geschriebene Textsorten
- ▶ Hier: Nur private Gesprächsdialoge (200.000 Wörter)

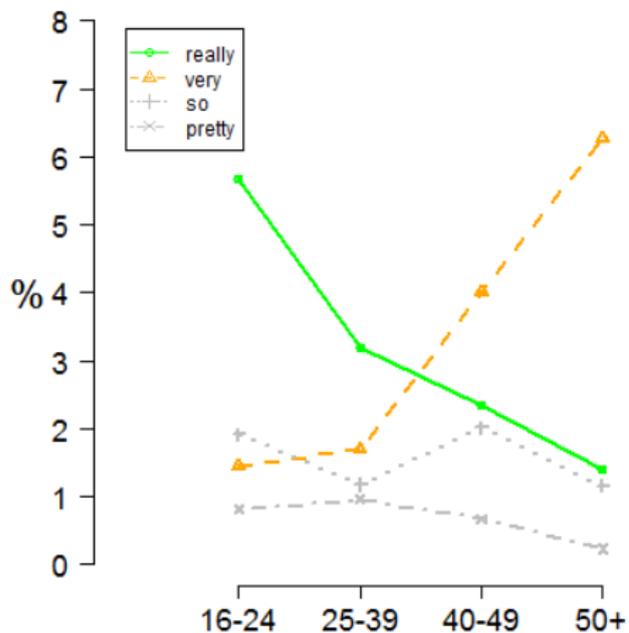


Daten

Alter	Geschlecht	Sprecher (N)	Adj. (N)	Int. (N)	Int. (%)
16-24	female	39	1102	140	12.7
16-24	male	29	811	81	10.0
25-39	female	23	629	65	10.3
25-39	male	16	481	35	7.3
40-49	female	16	509	60	11.8
40-49	male	9	172	7	4.1
50+	female	7	259	27	10.4
50+	male	6	236	25	10.6
Total		145	4199	440	10.5



Intensivierer	N	%	Int. (%)
∅ Intensivierer	3759	89.52	
really	150	3.57	34.09
very	96	2.29	21.82
so	66	1.57	15.00
too	34	0.81	7.73
pretty	29	0.69	6.59
real	18	0.43	4.09
well	7	0.17	1.59
absolutely, right, totally	5	0.36	3.42
bloody	4	0.10	0.91
crazy, particularly	2	0.10	0.90
actually, badly, completely, definitely, dread- fully, enormously, entirely, excruciatingly, fuck- ing, fully, horrendously, incredibly, obviously, purely, shocking, true, wicked	1	0.34	3.91
Total	4199	10.48	100





Statistische Analyse

	Group(s)	Variance	Std. Dev.	L.R. χ^2 (df1)	Sig.
Random Effect(s)	flid	0.44	0.66	29	p<.001***
Fixed Effect(s)	Estimate	VIF	OddsRatio	z value	Sig.
(Intercept)	-5.04		0.01	-14.55	p<.001***
age:25-39	-0.57	1.07	0.57	-2.09	p<.05*
age:40-49	-0.94	1.08	0.39	-2.7	p<.01**
age:50+	-1.48	1.03	0.23	-2.98	p<.01**
sex:male	-0.85	1.01	0.43	-3.46	p<.001***
fun:predicative	0.74	1	2.09	4.09	p<.001***
grad:nograd	1.88	1.01	6.52	6.31	p<.001***
emo:emotional	0.79	1.01	2.21	4.49	p<.001***
Model statistics					Value
Number of Groups					145
Cases in model					4199
Observed successes					150
R ² (Nagelkerke)					0.155
C					0.844
Somers' D _{xy}					0.688
Prediction accuracy					96.43%
Model LL Ratio Test			L.R. χ^2 (df8)	176.67	p<.001***



Statistische Analyse

	Group(s)	Variance	Std. Dev.	L.R. χ^2 (df1)	Sig.
Random Effect(s)	flid	0.44	0.66	29	p<.001***
Fixed Effect(s)	Estimate	VIF	OddsRatio	z value	Sig.
(Intercept)	-5.04		0.01	-14.55	p<.001***
age:25-39	-0.57	1.07	0.57	-2.09	p<.05*
age:40-49	-0.94	1.08	0.39	-2.7	p<.01**
age:50+	-1.48	1.03	0.23	-2.98	p<.01**
sex:male	-0.85	1.01	0.43	-3.46	p<.001***
fun:predicative	0.74	1	2.09	4.09	p<.001***
grad:nograd	1.88	1.01	6.52	6.31	p<.001***
emo:emotional	0.79	1.01	2.21	4.49	p<.001***
Model statistics					Value
Number of Groups					145
Cases in model					4199
Observed successes					150
R ² (Nagelkerke)					0.155
C					0.844
Somers' D _{xy}					0.688
Prediction accuracy					96.43%
Model LL Ratio Test			L.R. χ^2 (df8)	176.67	p<.001***



Statistische Analyse

	Group(s)	Variance	Std. Dev.	L.R. χ^2 (df1)	Sig.
Random Effect(s)	flid	0.44	0.66	29	p<.001***
Fixed Effect(s)	Estimate	VIF	OddsRatio	z value	Sig.
(Intercept)	-5.04		0.01	-14.55	p<.001***
age:25-39	-0.57	1.07	0.57	-2.09	p<.05*
age:40-49	-0.94	1.08	0.39	-2.7	p<.01**
age:50+	-1.48	1.03	0.23	-2.98	p<.01**
sex:male	-0.85	1.01	0.43	-3.46	p<.001***
fun:predicative	0.74	1	2.09	4.09	p<.001***
grad:nograd	1.88	1.01	6.52	6.31	p<.001***
emo:emotional	0.79	1.01	2.21	4.49	p<.001***
Model statistics					Value
Number of Groups					145
Cases in model					4199
Observed successes					150
R ² (Nagelkerke)					0.155
C					0.844
Somers' D _{xy}					0.688
Prediction accuracy					96.43%
Model LL Ratio Test			L.R. χ^2 (df8)	176.67	p<.001***



Statistische Analyse

	Group(s)	Variance	Std. Dev.	L.R. χ^2 (df1)	Sig.
Random Effect(s)	flid	0.44	0.66	29	p<.001***
Fixed Effect(s)	Estimate	VIF	OddsRatio	z value	Sig.
(Intercept)	-5.04		0.01	-14.55	p<.001***
age:25-39	-0.57	1.07	0.57	-2.09	p<.05*
age:40-49	-0.94	1.08	0.39	-2.7	p<.01**
age:50+	-1.48	1.03	0.23	-2.98	p<.01**
sex:male	-0.85	1.01	0.43	-3.46	p<.001***
fun:predicative	0.74	1	2.09	4.09	p<.001***
grad:nograd	1.88	1.01	6.52	6.31	p<.001***
emo:emotional	0.79	1.01	2.21	4.49	p<.001***
Model statistics					Value
Number of Groups					145
Cases in model					4199
Observed successes					150
R ² (Nagelkerke)					0.155
C					0.844
Somers' D _{xy}					0.688
Prediction accuracy					96.43%
Model LL Ratio Test			L.R. χ^2 (df8)	176.67	p<.001***



Statistische Analyse

	Group(s)	Variance	Std. Dev.	L.R. χ^2 (df1)	Sig.
Random Effect(s)	flid	0.44	0.66	29	p<.001***
Fixed Effect(s)	Estimate	VIF	OddsRatio	z value	Sig.
(Intercept)	-5.04		0.01	-14.55	p<.001***
age:25-39	-0.57	1.07	0.57	-2.09	p<.05*
age:40-49	-0.94	1.08	0.39	-2.7	p<.01**
age:50+	-1.48	1.03	0.23	-2.98	p<.01**
sex:male	-0.85	1.01	0.43	-3.46	p<.001***
fun:predicative	0.74	1	2.09	4.09	p<.001***
grad:nograd	1.88	1.01	6.52	6.31	p<.001***
emo:emotional	0.79	1.01	2.21	4.49	p<.001***
Model statistics					Value
Number of Groups					145
Cases in model					4199
Observed successes					150
R ² (Nagelkerke)					0.155
C					0.844
Somers' D _{xy}					0.688
Prediction accuracy					96.43%
Model LL Ratio Test			L.R. χ^2 (df8)	176.67	p<.001***



Statistische Analyse

	Group(s)	Variance	Std. Dev.	L.R. χ^2 (df1)	Sig.
Random Effect(s)	flid	0.44	0.66	29	p<.001***
Fixed Effect(s)	Estimate	VIF	OddsRatio	z value	Sig.
(Intercept)	-5.04		0.01	-14.55	p<.001***
age:25-39	-0.57	1.07	0.57	-2.09	p<.05*
age:40-49	-0.94	1.08	0.39	-2.7	p<.01**
age:50+	-1.48	1.03	0.23	-2.98	p<.01**
sex:male	-0.85	1.01	0.43	-3.46	p<.001***
fun:predicative	0.74	1	2.09	4.09	p<.001***
grad:nograd	1.88	1.01	6.52	6.31	p<.001***
emo:emotional	0.79	1.01	2.21	4.49	p<.001***
Model statistics					Value
Number of Groups					145
Cases in model					4199
Observed successes					150
R ² (Nagelkerke)					0.155
C					0.844
Somers' D _{xy}					0.688
Prediction accuracy					96.43%
Model LL Ratio Test			L.R. χ^2 (df8)	176.67	p<.001***



Intensivierung mittels *really*

- ▶ Gebrauch korreliert negativ und nahezu linear mit ansteigendem Alter (Innovation)
- ▶ Präferiert von weiblichen Sprechern (female dominated change)
- ▶ Tritt überproportional mit emotionalen Adjektiven auf
- ▶ Überwiegend in prädikativer Funktion genutzt
- ▶ Präferiert nicht-gradierbare Adjektive

Der Gebrauch von *really* ist stark stratifiziert und korreliert mit verschiedenen Faktoren (Alter, Geschlecht, syntaktische Funktion, ...).



GRUNDKONZEPTE QUANTITATIVER METHODIK



Was ist Statistik?

Definition

- ▶ Statistik “ist die Lehre von Methoden zum Umgang mit quantitativen Informationen” (Rinne 2008: 1) (Daten).
- ▶ Sie ist eine Möglichkeit, “eine systematische Verbindung zwischen Erfahrung (Empirie) und Theorie herzustellen” (Rinne 2008: 1).
- ▶ Unter Statistik versteht man die Zusammenfassung bestimmter Methoden zur Analyse empirischer Daten.



Was ist Statistik?

Die Statistik besteht aus zwei Bereichen

- ▶ **Deskriptive Statistik** (Methoden zur zusammenfassenden Beschreibung der Daten aus Stichproben)
 - ▶ zentrale Lagemaße: Modus, Median, Mittelwert
 - ▶ Streuungsmaße: Spannweite, Quartil, Varianz und Standardabweichung (Standardfehler)
- ▶ **Inferenzstatistik** (Methoden zur Schätzung von Populationsparametern aus den Kennwerten der Stichprobe)
 - ▶ statistische Modellierung
 - ▶ Vorhersagen, Konfidenzintervalle



DESKRIPTIVE STATISTIK



Maße der zentralen Tendenz

Maße der zentralen Tendenz sind zentrale Lagemaße je nach Skalenniveau der Variablen

- ▶ numerische Variable → **Mittelwert**, arithmetisches Mittel
Summe aller Messwerte geteilt durch ihre Anzahl
- ▶ ordinale Variable → **Median**
Zentralwert teilt die Messwerte in zwei Gruppen (50% oberhalb und 50% unterhalb des Medians)
- ▶ kategoriale Variable → **Modalwert**
Messwert, der am häufigsten vorkommt

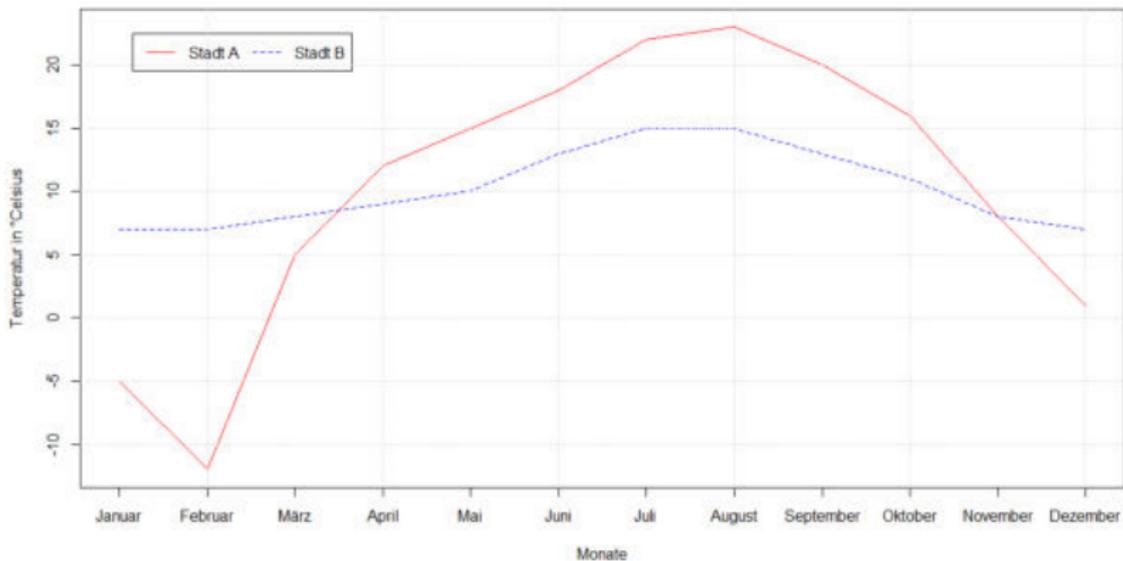


Streuungsmaße

Monat	Stadt A	Stadt B
Januar	-5	7
Februar	-12	7
März	5	8
April	12	9
Mai	15	10
Juni	18	13
Juli	22	15
August	23	15
September	20	13
Oktober	16	11
November	8	8
Dezember	1	7
Mittelwert	10.25	10.25



Streuungsmaße





Streuungsmaße

Varianz

- ▶ Die Varianz gibt an, wie stark die Messwerte durchschnittlich vom Mittelwert abweichen.

$$s = \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (1)$$

Standardabweichung

- ▶ Die Standardabweichung ist das gängigste und wichtige Streuungsmaß und ergibt sich indem die Wurzel aus der Varianz gezogen wird.
- ▶ Durch das Wurzelziehen ist die Standardabweichung nicht mehr an die Maßeinheit der ursprünglichen Werte gebunden.



WAS IST EIN MODEL



Was ist ein Modell?

- ▶ Das einfachste Modell der statistischen Modellierung ist der Mittelwert.
- ▶ Der **Mittelwert** (arithmetisches Mittel) ist deshalb ein Modell, da dem Mittelwert kein realer Datenpunkt entsprechen muss (er ist abstrakt).

Beispiel

- ▶ Fünf quantitative Linguisten haben je 1, 2, 3, 3, und 4 Freunde (anders als ich).
- ▶ Der Mittelwert ist 2.6 Freunde $(1+2+3+3+4)/5 = 2.6$
- ▶ 2.6 Freunde gibt es nicht - es ist ein abstrakter Wert!



Woraus besteht ein Modell?

Modelle bestehen aus **Variablen** (Standfestigkeit, Höhe, Anzahl der Pfeiler, etc.)

- ▶ abhängige Variable
das was man vorhersagen will (Standfestigkeit)
- ▶ unabhängige Variable
das was erklären soll (Höhe, Anzahl der Pfeiler)
- ▶ Störvariablen
haben Einfluss, sind aber nicht im Modell (Betonart)



Woraus besteht ein Modell?

Je nach **Skalenniveau** (Merkmalsausprägung), kann man verschiedene Variablentypen unterscheiden.

- ▶ kategorial → Zugehörigkeit zu einer Kategorie (z.B. Wortklasse: Nomen = 1, Verb = 2, Präposition = 3, etc.)
- ▶ ordinal → Rangfolge ohne messbare Abstände (z.B. Akzeptabilitätsurteile; 2 aber nicht halb oder doppelt so schnell/viel/gut wie 4!)
- ▶ numerisch → Rangordnung mit messbaren Abständen (z.B. Phoneme pro Wort: 1, 2, 3, ..., 9; 20 doppelt so viel wie 10, etc.)



Nominal-, ordinal- oder verhältnisskalierte Variable?

Variable (Merkmal)	Ausprägung	Skala
Wortart	Nomen, Verb, Präposition	
Testnoten	1.3, 2.7, 3.0, 4.0	
Silbenanzahl pro Wort	1, 2, 3, 4	
anaphorisches Pronomen	he, they, he or she, s/he	
Höflichkeit	höflich, neutral, unhöflich	
Länge Gesprächspausen	5,1, 0.8, 165.1	



Nominal- , ordinal- oder verhältnisskalierte Variable?

Variable (Merkmal)	Ausprägung	Skala
Wortart PoS	Nomen, Verb, Präposition	kategorial
Testnoten	1.3, 2.7, 3.0, 4.0	ordinal
Silbenanzahl pro Wort	1, 2, 3, 4	numerisch
anaphorisches Pronomen	he, they, he or she, s/he	kategorial
Höflichkeit	höflich, neutral, unhöflich	ordinal
Länge Gesprächspausen	5,1, 0.8, 165.1	numerisch



INFERENZSTATISTIK: LINEARE REGRESSION



Lineare Regression

Beispiel

- ▶ Hängen Gewicht und Größe von Studierenden zusammen?
- ▶ Zwei Modelle
 - ▶ einfaches Modell (nur Mittelwert von Gewicht)
 - ▶ lineares Modell (Gewicht abhängig von Größe)

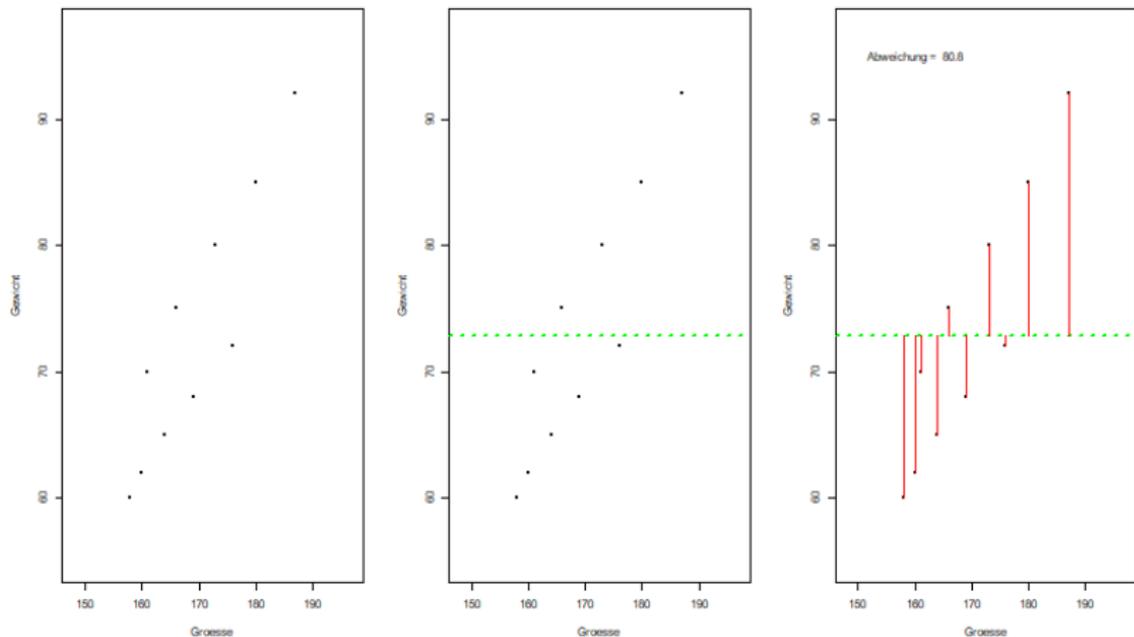


Figure: Abweichungen vom Mittelwert



Die Idee einer **Regression** ist in Formel (2) dargestellt und lässt sich am Besten graphisch darstellen: Stellen sie sich eine Gerade vor, die durch eine die Punkte in einem Koordinatensystem gezogen wird.

$$f_{(x)} = \alpha + \beta_1 x_i + \epsilon \quad (2)$$

Regressionen versuchen nun, diejenige Gerade zu finden, die insgesamt den geringsten Abstand zu den Punkten hat. Die Neigung dieser Regressionsgeraden wird **Koeffizient** (β) genannt und der Punkt an dem die Regressionsgerade die y-Achse schneidet wird als **Intercept** (α) bezeichnet.

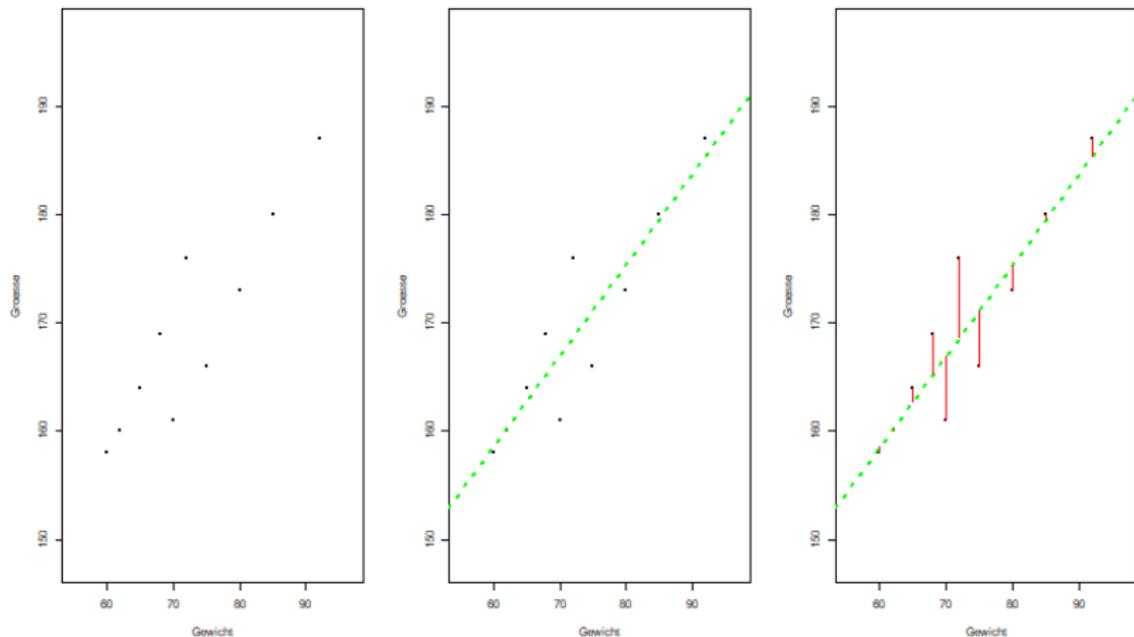


Figure: Regressionsgeraden (mitte) und Residuen (rechts)



Koeffizienten und Korrelationen

Ist die Neigung der Regressionsgeraden. . .

- ▶ flach → **kein Zusammenhang** zwischen den Variablen (die Korrelation zwischen den Variablen ist nicht signifikant)
- ▶ ansteigend → signifikante **positive Korrelation**
“umso mehr/höher/größer, desto mehr”
- ▶ abfallend → signifikante **negative Korrelation**
“umso mehr/höher/größer, desto weniger”

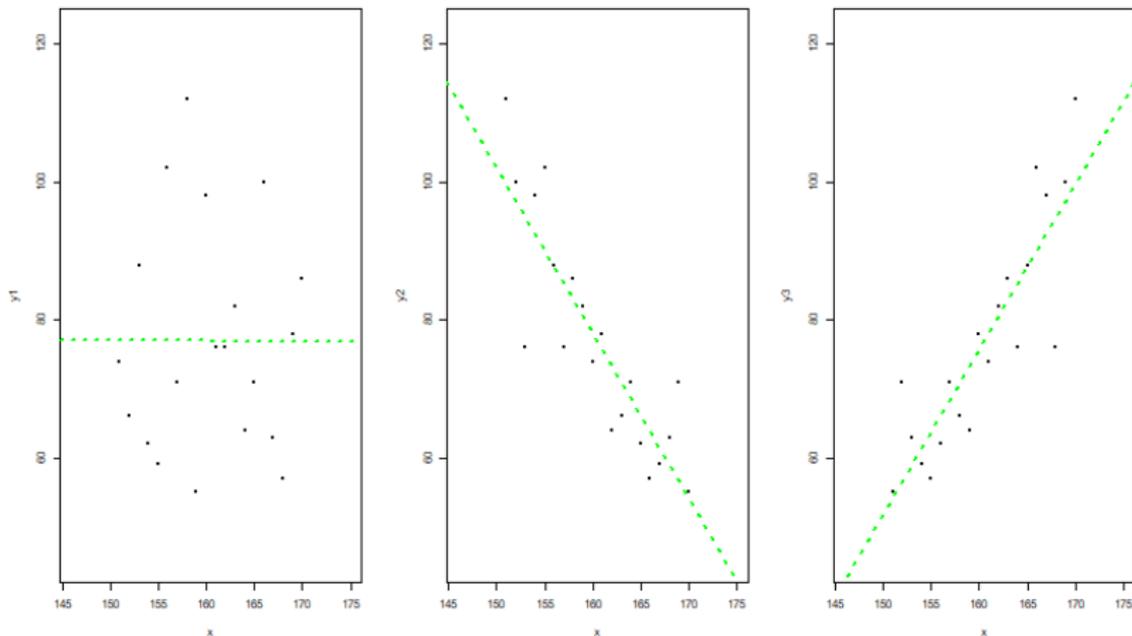


Figure: Kein Zusammenhang (links), positiv (mitte), negativ (rechts)



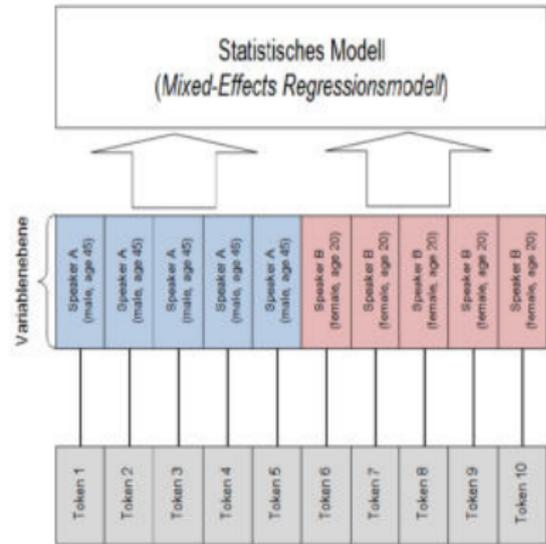
Lineare Regression

- ▶ Das lineare Model (Gewicht abhängig von Größe) hat einen besseren Fit als das einfache Modell
- ▶ Umso Größer jemand ist, desto mehr wiegt die Person



Was sind Mixed-Effects Modelle?

- ▶ Mixed-Effects Modelle erlauben das Abbilden von hierarchisch-gestaffelten Daten (Schüler < Klassen < Schulen)
- ▶ Bei hierarchisch-gestaffelten Daten werden Intercepte für jedes Level einer Variable eingeführt.
- ▶ Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass Datenpunkte, die nicht unabhängig sind, auch als solches modelliert werden.



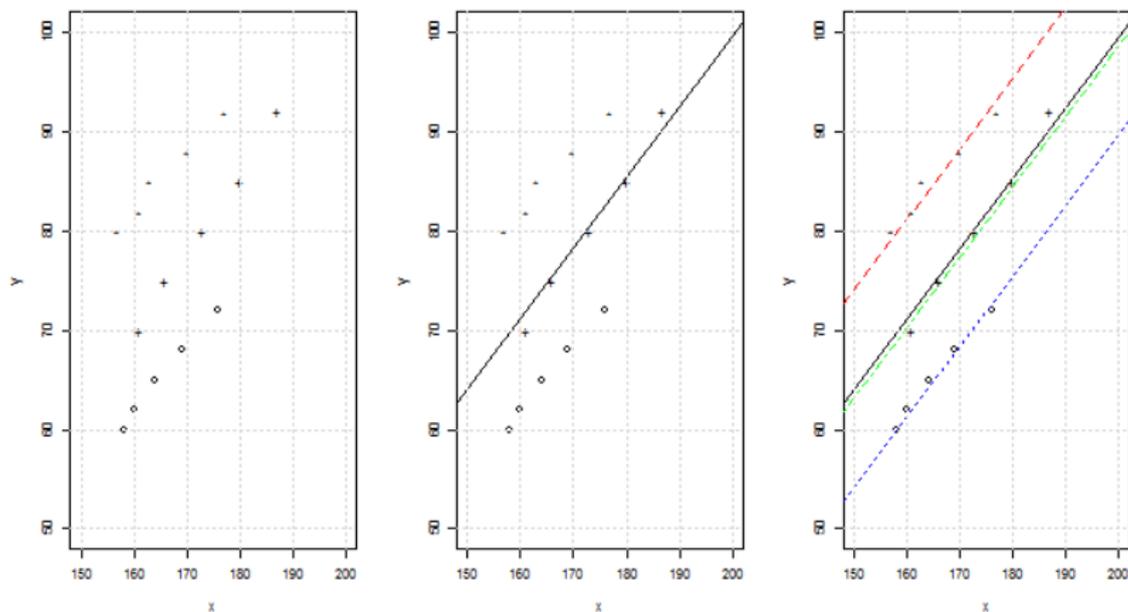


Figure: Regressionsgeraden (mitte), Random Intercepts (rechts)

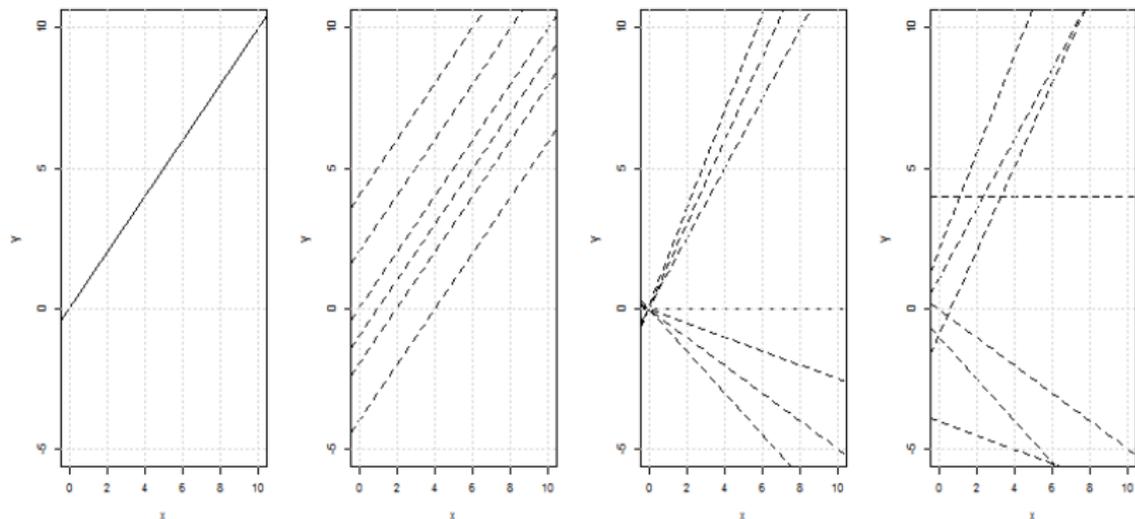


Figure: Regressionsgerade (links), Random Intercepts (mitte links), Random Slopes (mitte rechts) und Random Intercepts und Random Slopes (rechts)



WARUM BRAUCHEN WIR WISSENSCHAFT?



Warum brauchen wir Wissenschaft?

- ▶ Können wir nicht einfach zu wahren Aussagen kommen, wenn wir nur genau über die Welt nachdenken?
- ▶ Was ist mit Meditation und Eingebungen?
- ▶ Was ist mit “Erleuchtung” oder “Offenbarung”?



Warum brauchen wir Wissenschaft?

Ein Schläger und ein Ball kosten zusammen €1.10. Der Schläger kostet €1 mehr als der Ball. Wie viel kostet der Ball?

- a) 10 Cent
- b) 15 Cent
- c) 5 Cent



Warum brauchen wir Wissenschaft?

- ▶ Sie sehen unten eine Zahlenreihe, die anhand einer Formel erzeugt wurde.
- ▶ Sie dürfen nun Zahlen vorschlagen, die in den Platzhalter eingefügt werden. Ich werde Ihnen sagen, ob die eingefügte Zahl mit der Regel konform ist oder nicht.
- ▶ Ihre Aufgabe besteht darin, herauszufinden, nach welcher Regel die Zahlenreihe erzeugt wurde.

1

2

4

?



Warum brauchen wir Wissenschaft?

- ▶ Die Regel, nach der die Zahlenreihe erzeugt wurde lautet:

$$x_i < x_{i+1} \quad (3)$$

- ▶ Gewöhnlich fragen Studierende nach Zahlen, die die Regel, die sie vermuten, bestätigen (z.B. 8, 6, 16).
- ▶ Man kommt allerdings wesentlich schneller auf die Lösung, wenn man Zahlen vorschlägt, die der angenommenen Regel widersprechen (z.B. 3, -1, -8).



Warum brauchen wir Wissenschaft?

- ▶ Sie sehen unten vier Karten und ich behaupte “Immer, wenn auf der einen Seite einer Karte ein Vokal ist, ist auf der anderen Seite eine gerade Zahl”.
- ▶ Wie viele und welche Karten muss ich umdrehen, um zu prüfen, ob meine Aussage zutrifft?





Warum brauchen wir Wissenschaft?

- ▶ Es müssen zwei Karten umgedreht werden und zwar die erste und die vierte Karte.
- ▶ Die Aussage ist inkorrekt, wenn man die erste Karte umdreht und auf der Rückseite erscheint eine ungerade Zahl.
- ▶ Für meine Aussage ist es völlig egal, ob sich eine gerade oder ungerade Zahl auf der Rückseite der zweiten Karte verbirgt.
- ▶ Für meine Aussage ist es völlig egal, ob sich ein Vokal oder ein Konsonant auf der Rückseite der zweiten Karte verbirgt.
- ▶ Die Aussage ist inkorrekt, wenn man die vierte Karte umdreht und auf der Rückseite erscheint ein Vokal.



Warum brauchen wir Wissenschaft?

Der Kluge Hans

- ▶ Der Kluge Hans war ein Pferd, das angeblich rechnen und zählen konnte.
- ▶ In den Jahren vor dem Ersten Weltkrieg erregte der Schulmeister und Mathematiklehrer Wilhelm von Osten mit Hans' einzigartigem Können erhebliches Aufsehen.
- ▶ Hans beantwortete die Aufgaben seines "Lehrers" mit dem Klopfen eines Hufes.
- ▶ 1904 wurde eine 13-köpfige wissenschaftliche Kommission unter Leitung von Carl Stumpf, einem Philosophie-Professor und Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften, eingesetzt, um dem Phänomen auf den Grund zu kommen.





Warum brauchen wir Wissenschaft?

Der Kluge Hans

- ▶ Die Kommission vermutete zunächst einen Trick oder Betrug seitens des Mathematiklehrers, doch das Pferd beantwortete Aufgaben auch richtig, wenn ein Fremder die Fragen stellte und von Osten abwesend war.
- ▶ Schließlich löste Oskar Pfungst, der zu dieser Zeit noch Student von Stumpf war, das Rätsel: Hans beherrschte zwar nicht die Mathematik, konnte dafür aber feinste Nuancen in Gesichtsausdruck und Körpersprache seines menschlichen Gegenübers deuten.
- ▶ Dies funktionierte nur, wenn der Fragesteller die Antwort auch selbst kannte.



Bauer, L., A. Bell, D. Britain, G. Kennedy, C. Lane, M. Meyerhoff, and M. Stubbe (1999). The new zealand component of the international corpus of english (ice-nz).

Field, A., J. Miles, and Z. Field (2012). *Discovering statistics using R*. Sage.

Rinne, H. (2008). *Taschenbuch der Statistik*. Frankfurt am Main: Harri Deutsch Verlag.