

Grunderfahrungen im Informatikunterricht

mit Physical Computing

Andreas Kiener

Problemstellung

- Ist „Hardware“ (Microkontroller, Robotik, Physical Computing) allgemeinbildend?

*„Dennoch bestimmt die Hardwareorientierung immer noch, wenn auch oft unausgesprochen, im nicht geringem Maße die Denkweise der Lehrkräfte. [...] Ein bleibender Beitrag zur **Allgemeinbildung** kann daraus wohl nicht entstehen.“ [1]*

Definitionen

- Physical Computing
 - *“Physical computing is about creating a conversation between the physical world and the virtual world of the computer.”* [2]
 - *“Physical Computing covers the design and realization of interactive objects and installations and allows students to develop concrete, tangible products of the real world.”* [3]

[2] D. O'Sullivan, T. Igoe. „*Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers.*“ Course Technology Press. 2004

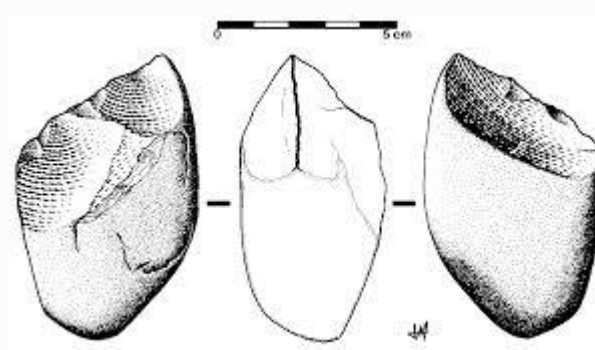
[3] M. Przybylla, R. Romeike. "*Physical computing and its scope-towards a constructionist computer science curriculum with physical computing.*" Informatics in Education, vol. 13(2), 2014

Grunderfahrungen

- Informatikunterricht ist dann **allgemeinbildend**, wenn drei Grunderfahrungen ermöglicht werden:
 - G1: Informatiksysteme und ihre Wirkungen in unterschiedlichen Lebensbereichen zu *entdecken*, zu *verstehen* und zu *bewerten*.
 - G2: Erkennen, dass sich *Handlungen als Algorithmen* formulieren lassen. IS von Menschen gemacht. *Modellierung*.
 - G3: *Problemlösefähigkeiten* erwerben, die innerhalb und außerhalb der Informatik *anwendbar* sind.[4]

[4] B. Bethge, M. Fothe. „Grunderfahrungen des Informatikunterrichts- Ein Beitrag zur Frage der Allgemeinbildung von Informatik.“ INFOS, vol. 15, 2013

Grunderfahrungen



Grunderfahrung 1
Entdecken

Grunderfahrung 2
Modellieren

Grunderfahrung 3
Anwenden

Forschungsfragen/Design

- Was ist das Phänomen von Physical Computing. Welche Erfahrungen machen SuS mit Physical Computing?
 - Multiple case study -> offene Interviews
 - Kodieren der Interviews (open und axial coding) -> Kategorien
- Welcher Zusammenhang besteht mit den von Schülerinnen und Schülern gemachten Erfahrungen zu didaktischen Theorien?
 - Entwicklung eines Inventars zu den Grunderfahrungen (Fragebogen, Messmodell im Strukturgleichungsmodell)
- Wie können die Grunderfahrungen gefördert bzw. konkret herausgebildet werden?
 - Quasiexperiment, mit Design-Based-Learning
 - Strukturgleichungsmodell

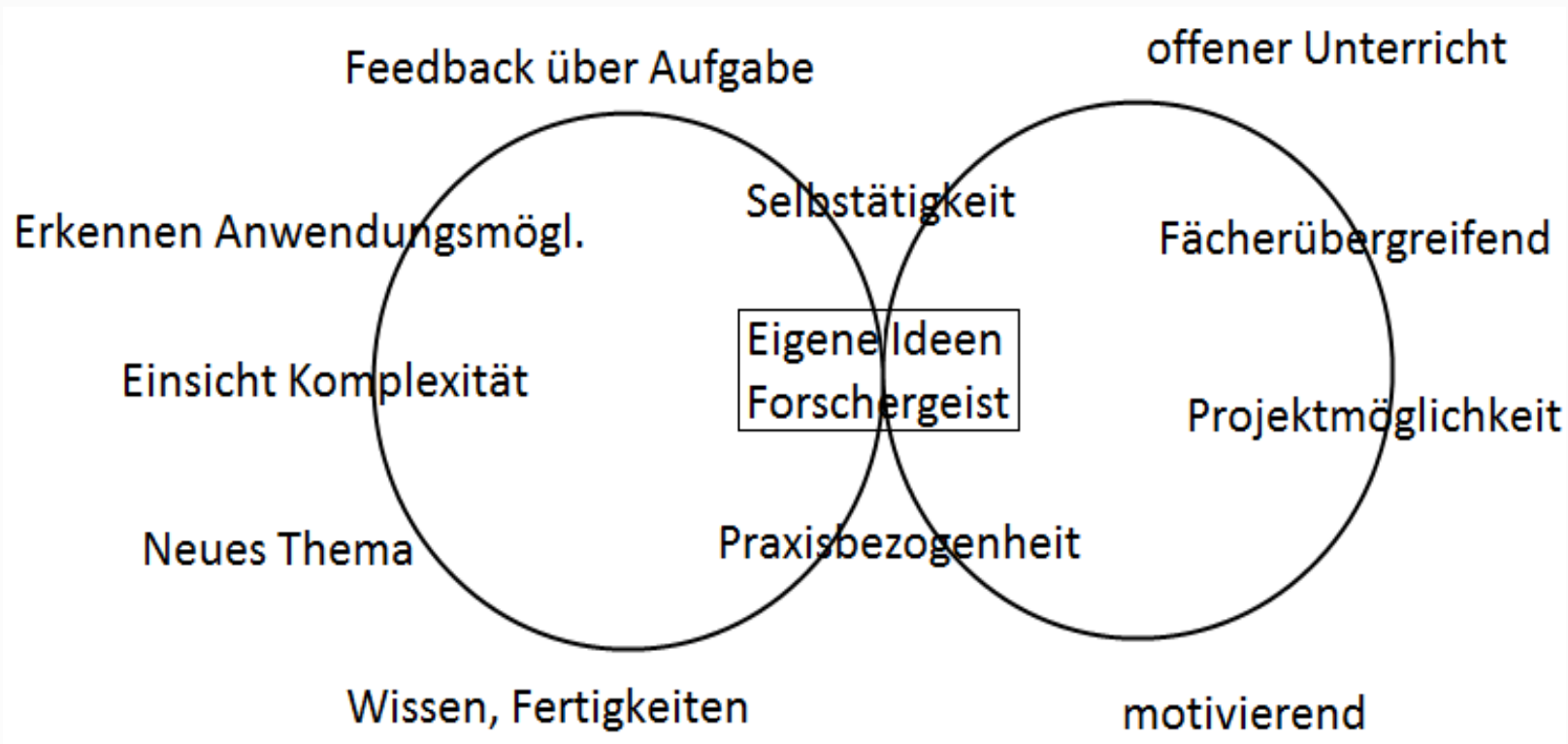
Material/Methoden 1

- Multiple Cases Study
 - Unterricht von Physical Computing mit dem Arduino, Dauer: Vier Doppelstunden je Klasse
 - Fünf Gruppeninterviews aus drei verschiedenen Klassen Alter 15 bis 17 Jahre, freiwillige
 - Gruppengrößen von 3 bis 5 Schülerinnen und Schüler
 - offene Interviews
- Kodieren mit der Grounded Theory
 - 8 Kategorien
- Drei offene Einzelinterviews mit Lehrern und ein Projektbericht einer Schule in Graz

Ergebnisse der Interviews

Schüler/innen

Lehrer/innen



Führt zu Design-Based-Learning, DBL

Kategorien zu GI

- Categories after coding student interviews [5]
 - A Application
 - F Feedback
 - I Ideas
 - C Complexity
 - N New issues
 - P Practical
 - S Selfdetermination
 - K Knowledge

		Basic Experiences		
		discover	modeling	application
Categories	A			X
	F			
	I			X
	C	X		
	N	X		
	P			X
	S			
	K	X		

Material/Methoden 2

- Zwei Pilotierungen von Fragen (Items) zu den Grunderfahrungen.
- Aussendung überarbeiteter Fragebögen (GI), Online und Papier
 - 512 Antworten, Alter von 12 bis 25 Jahren
 - 218 Antworten, Alter von 15 bis 17 Jahren
 - Schülerinnen und Schüler mit und ohne Informatikunterricht
- Explorative FA (R, psych) mit den 512 Datensätzen
- PLS-Analyse (64 SuS) Intervention -> GI + KIM [6]
- Konfirmatorische FA (R, lavaan) mit den 218 SuS

[6] Wilde et al, „Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation“, In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN) 15 (2009),

Fragenkatalog

- X01 Informatiksysteme sind in vielen technischen Geräten vorhanden
- X02 Selbst kleinste Informatiksysteme können sehr komplex sein
- X03 Ich erkenne den Grundaufbau von Informatiksystemen in Alltagsgeräten
- X04 Ich kann wesentliche Bestandteile von Informatiksystemen benennen
- X05 Ich kann das grundlegende Prinzip von Informatiksystemen erläutern
- X06 Ich habe Probleme die grundlegende Funktionsweise von Informatiksystemen zu verstehen
- X07 Es gibt viele Anwendungsmöglichkeiten für Informatiksysteme
- X08 Informatiksysteme können sehr nützlich sein
- X09 Informatiksysteme können immer mehr Aufgaben von Menschen übernehmen
- X10 Informatiksysteme sind von Menschen erschaffen
- X11 Handlungen können als Algorithmen (Rechenvorschriften) formuliert werden
- X12 Informatiksysteme werden von Algorithmen (Rechenvorschriften) gesteuert
- X13 Die Daten der realen Welt müssen für ein Informatiksystem aufbereitet werden
- X14 Programme enthalten die Befehle zur Steuerung von Informatiksystemen
- X15 Es gibt innerhalb der Informatik nur wenige Anwendungsmöglichkeiten der erworbenen Problemlösefähigkeiten
- X16 Die im Informatikunterricht erworbenen Problemlösefähigkeiten sind auch in anderen Fächern anwendbar
- X17 Die im Informatikunterricht erworbenen Problemlösefähigkeiten können außerhalb der Schule sehr nützlich sein
- X18 Fehlermeldungen helfen mir im Umgang mit Informatiksystemen
- X19 Für fast jedes Problem gibt es zur Lösung ein entsprechendes Informatiksystem

Datenanalyse

Variable	Mittelw.	SD	Schiefe	Kurtosis	Item-to-total ^a	KMO ^b
X01	4.55	0.68	-1.26	0.49	0.39	0.89
X02	4.38	0.82	-1.15	0.44	0.31	0.81
X03	2.89	1.08	0.01	-0.67	0.47	0.83
X04	2.52	1.09	0.42	-0.46	0.52	0.79
X05	2.51	1.11	0.45	-0.48	0.53	0.83
X06	3.21	1.11	-0.16	-0.62	0.37	0.88
X07	4.38	0.77	-1.16	1.15	0.43	0.85
X08	4.63	0.63	-1.73	2.75	0.57	0.86
X09	4.22	0.78	-0.61	-0.49	0.49	0.89
X10	4.49	0.70	-1.13	0.36	0.28	0.87
X11	3.80	0.98	-0.26	-0.67	0.51	0.86
X12	3.76	1.00	-0.45	-0.19	0.49	0.85
X13	3.55	1.04	-0.45	-0.26	0.36	0.83
X14	3.99	0.90	-0.54	-0.32	0.49	0.91
X15	3.13	1.00	-0.03	-0.35	0.07	0.45
X16	3.37	1.01	-0.27	-0.37	0.41	0.78
X17	3.76	1.01	-0.43	-0.54	0.44	0.81
X18	2.98	1.15	-0.12	-0.64	0.45	0.87
X19	3.15	1.13	-0.10	-0.61	0.44	0.88

KMO > 0.6 [7]

Schiefe Kurtosis < 2 [8]

Item-toTotal > 0.4 [9]

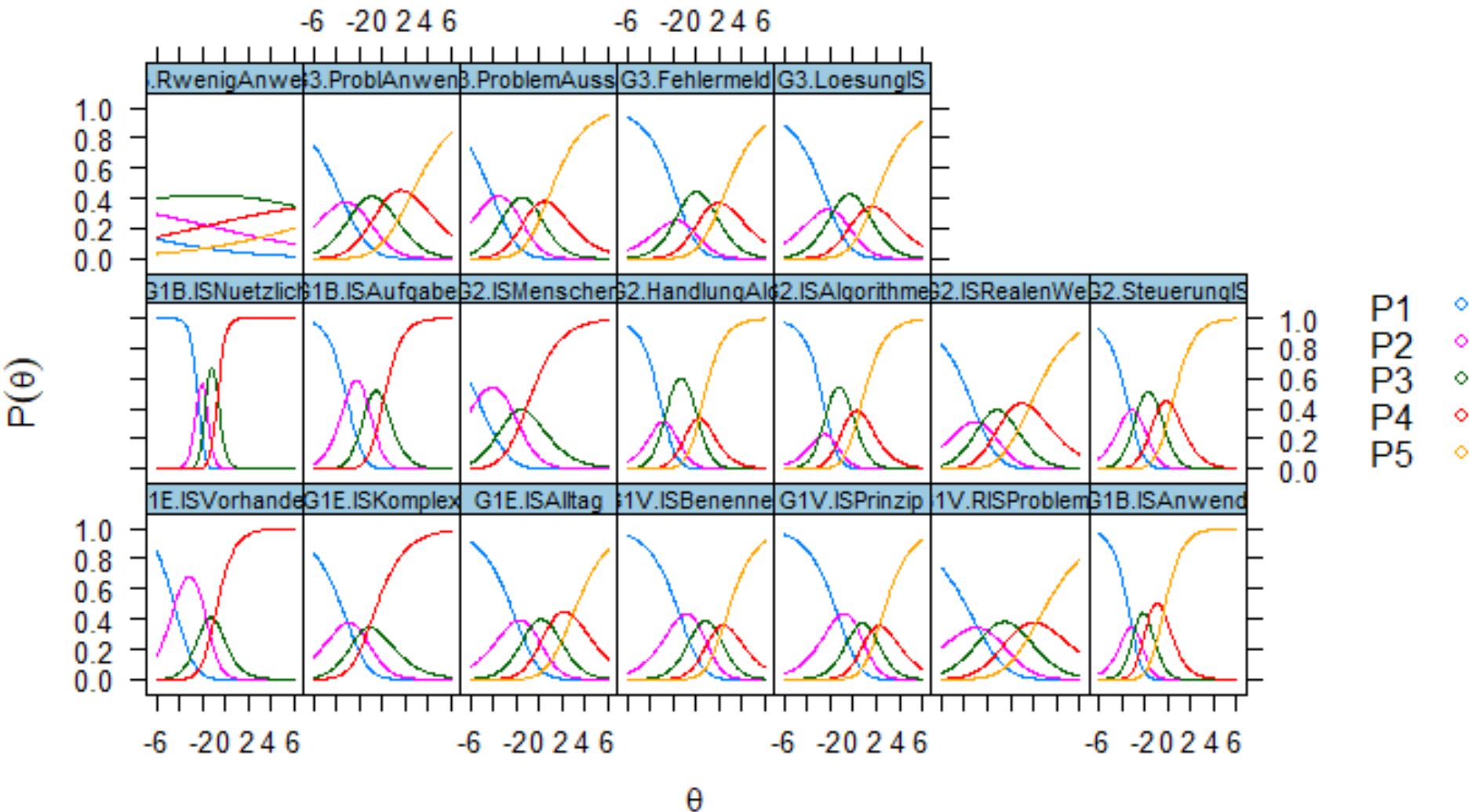
[7] L. Cohen, *Research Methods in Education* (2011)

[8] Miles & Shevlin, *Applying regression & correlation: A guide for students and researchers*. London: Sage Publ, (2001). S. 74

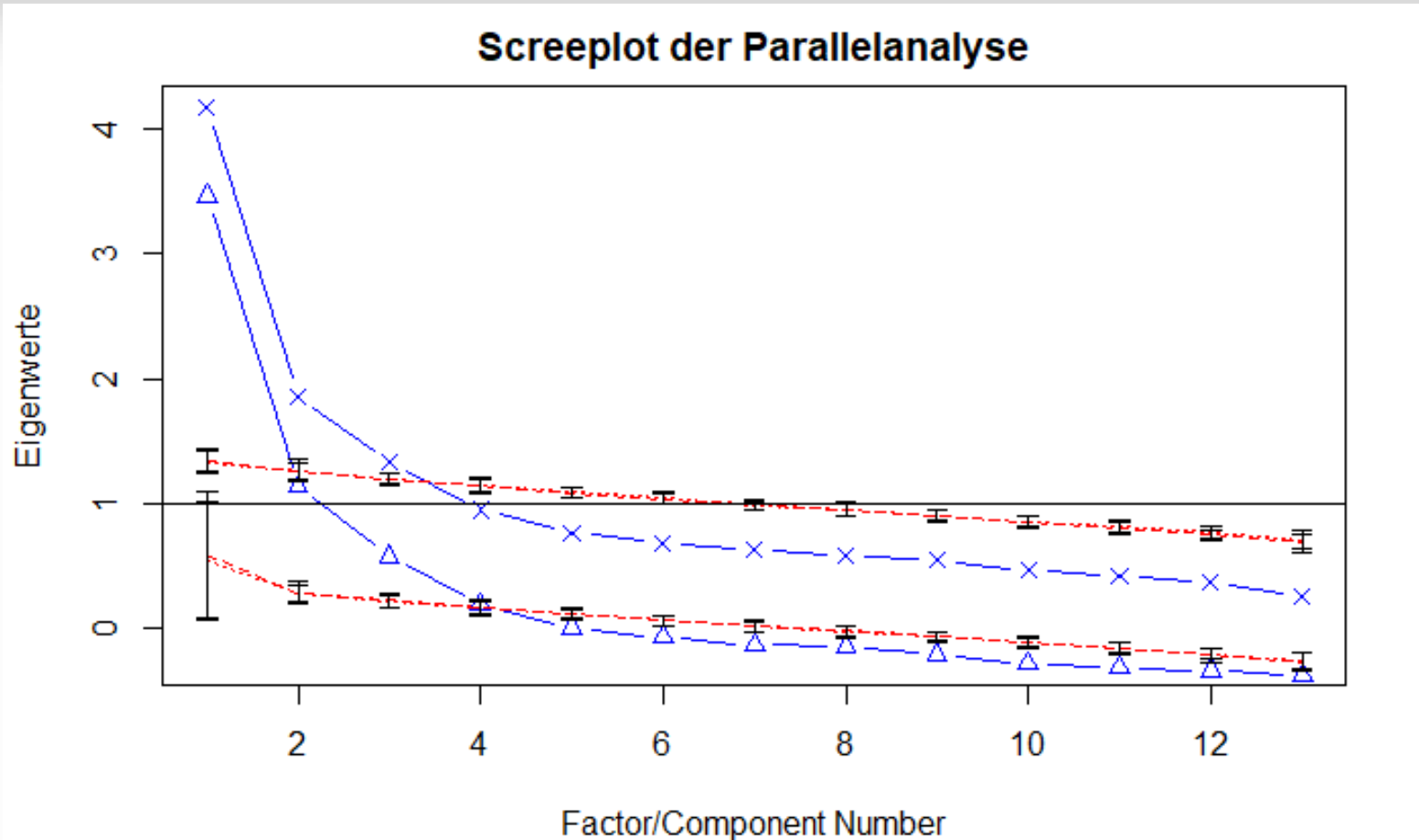
[9] J. A. Gliem und R. R. Gliem. Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coecient for Likert-type scales. In: Midwest Researchto-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education (2003),

Ergebnisse-Datenanalyse

Item trace lines



Ergebnisse-Faktorenauswahl



- Dreiecke FA, Kreuze PCA
- 3 Faktoren, 3 Hauptkomponenten

EFA - Faktorenstruktur

TABELLE 2. Faktorstruktur der Grunderfahrungen des Informatikunterrichts

Variable	GI 1	GI 2	GI 3	h^2 a
X03	0.76	0.02	-0.04	0.56
X04	0.85	0.02	-0.03	0.71
X05	0.82	-0.03	0.05	0.70
X06	0.49	0.00	0.09	0.28
X07	-0.05	0.67	-0.06	0.40
X09	0.06	0.40	0.19	0.28
X11	0.01	0.76	-0.03	0.56
X12	0.03	0.65	0.05	0.46
X14	0.08	0.45	0.12	0.29
X16	0.03	-0.08	0.68	0.45
X17	-0.09	0.09	0.70	0.50
X18	0.22	0.05	0.45	0.35
X19	0.24	0.06	0.36	0.28
Eigenwerte	2.44	1.90	1.49	
erklärte Varianz	19%	14%	12%	45%
Cronbach's α	0.82	0.73	0.69	

Faktorenanalyse
mit „minres“ und
„oblimin“ Rotation

PLS – diskriminante Validität

TABELLE 3. HTMT- und Korrelations-Matrix (n=64)

Variable	GI1	GI2	GI3
GI1	0 [1]		
GI2	0.27 [0.30]	0 [1]	
GI3	0.39 [0.52]	0.27 [0.36]	0 [1]
Interesse	0.57 (0.47)**	0.04 (0.02)	0.26 (0.19)
Kompetenz	0.61 (0.43)**	0.23 (0.14)	0.34 (0.23)
Wahlfreiheit	0.48 (0.29)*	0.31 (0.15)	0.46 (0.25)*
Druck	-0.28 (0.11)	-0.42 (-0.28)*	0.13 (0.09)

Die Korrelationen zwischen den Faktoren stehen in Klammern.

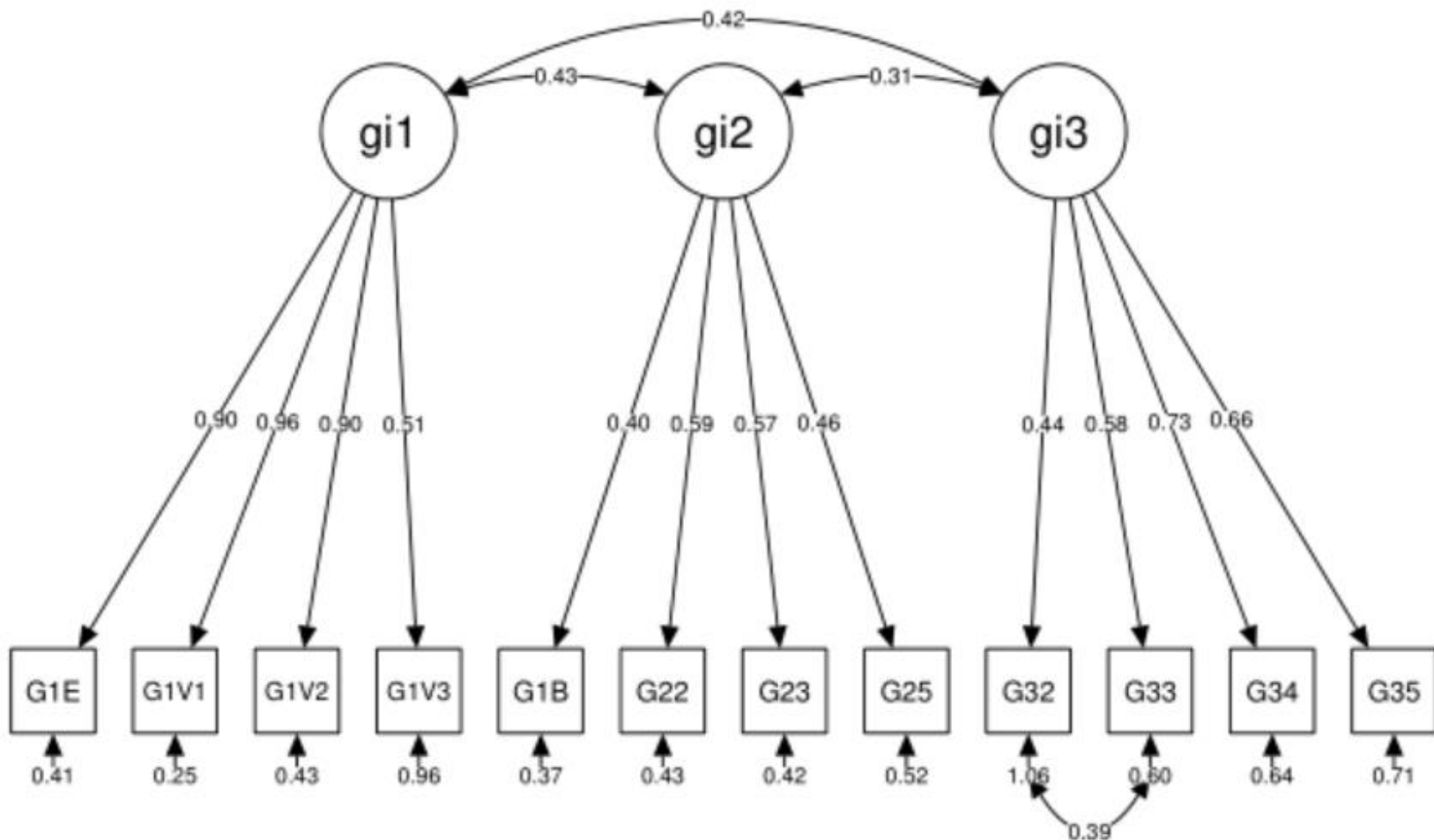
[] Verbleibende Korrelationen zwischen GI1, GI2 und GI3 nach der schiefwinkeligen Rotation in Studie 1.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.001$

- Hetero-Trait-Mono-Trait Value (HTMT) < 0.85 [10]

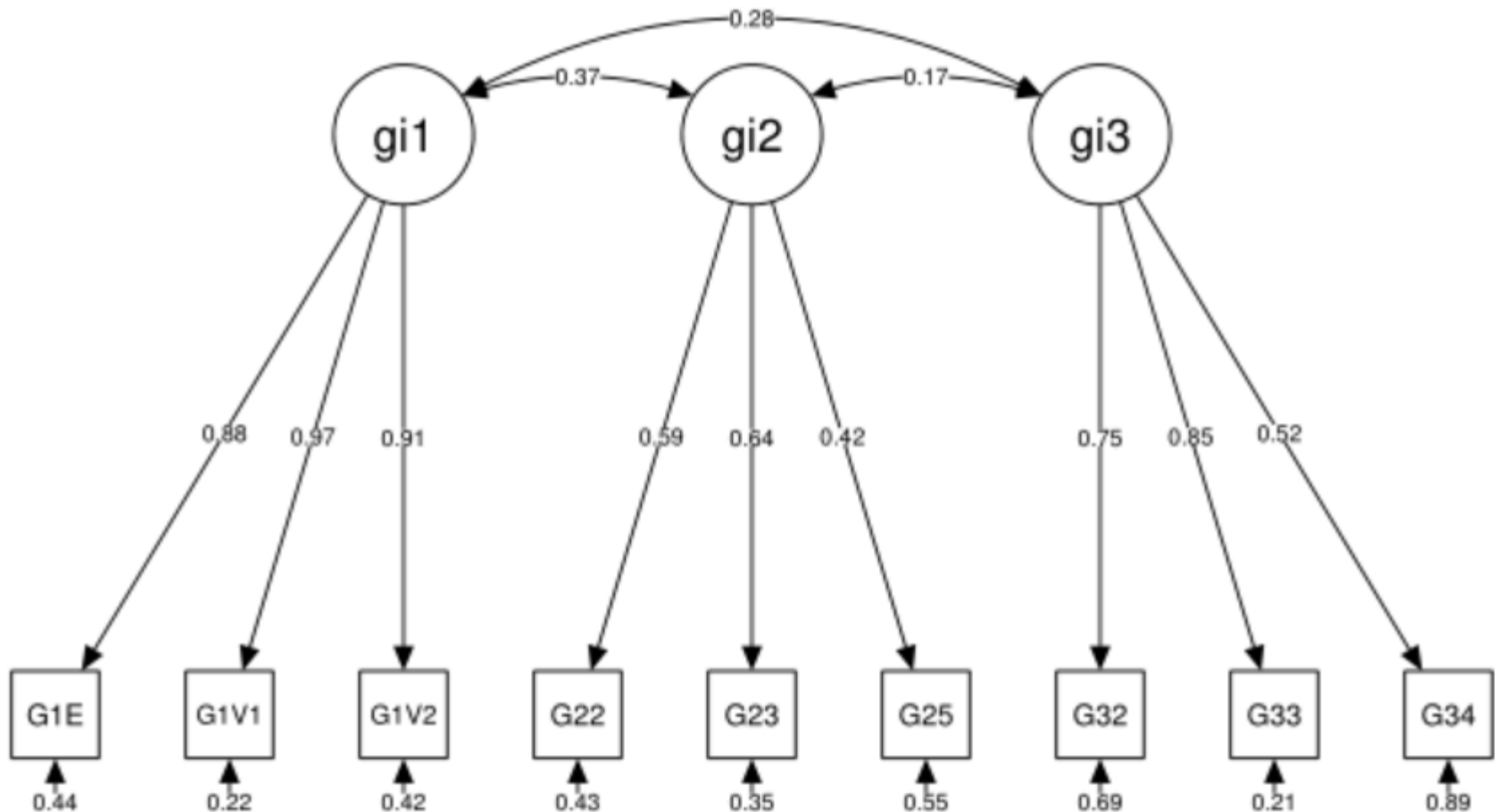
CFA - 12 Item Skala

- Tau-kongenerisches Messmodell, Fix-Faktor Methode
Schätzer: Maximum Likelihood



CFA - 9 Item Skala

- Tau-kongenerisches Messmodell, Fix-Faktor Methode



CFA - Modelfit

Modell	ML/df	CFI	RMSEA	SRMR
12 Item Skala	1,7	0,95 very good fit	0,059 acceptabel fit	0,066 acceptable fit
12 Item Skala, residualkorr	1,3	0,983 very good fit	0,035 very good fit	0,049 very good fit
9 Item Skala	1,2	0,993 outstanding fit	0,028 very good fit	0,054 acceptable fit

Table 4: Fitindizes der Modelle

– Beurteilung	CFI	RMSEA	SRMR [11]
– poor fit	< 0.85	> 0.10	>0.10
– medicore fit	0.85 – 0.95	0.10 – 0.08	0.10 – 0.08
– acceptable fit	0.90 – 0.95	0.08 – 0.05	0.08 – 0.05
– very good fit	0.95 - 0.99	0.05 – 0.02	0.05 - 0.02
– outstanding fit	> 0.99	< 0.02	< 0.02

[11] T. Little, *Longitudinal structural equation modeling*. 2013

Reliabilität

Faktor	Mean	SD	Skew	Excess	Omega
gi1	3.00	0.89	0.35	-0.19	0.84
gi2	4.05	0.60	-0.10	-0.83	0.70
gi3	3.62	0.77	-0.58	0.24	0.71

Table 5: Kennwerte der Faktoren für das 12 Item Modell

Faktor	Mean	SD	Skew	Excess	Omega
gi1	2.91	0.98	0.28	-0.38	0.88
gi2	3.95	0.67	-0.09	-0.84	0.67
gi3	3.68	0.84	-0.72	0.41	0.72

Table 6: Kennwerte der Faktoren für das 9 Item Modell

- Reliabilität > 0.7 sein. [12]
Reliabilität > 0.4 bei 2 – 3 Faktoren [13]

[12] J. C. Nunnally. Psychometric theory. 2. ed. McGraw-Hill series in psychology. New York: McGraw-Hill, 1978.

[13] P. Peter, *Reliability: A Review of Psychometric Basics and Recent Marketing Practices*, Journal of Marketing Research 1997, S. 180

GI-Inventar

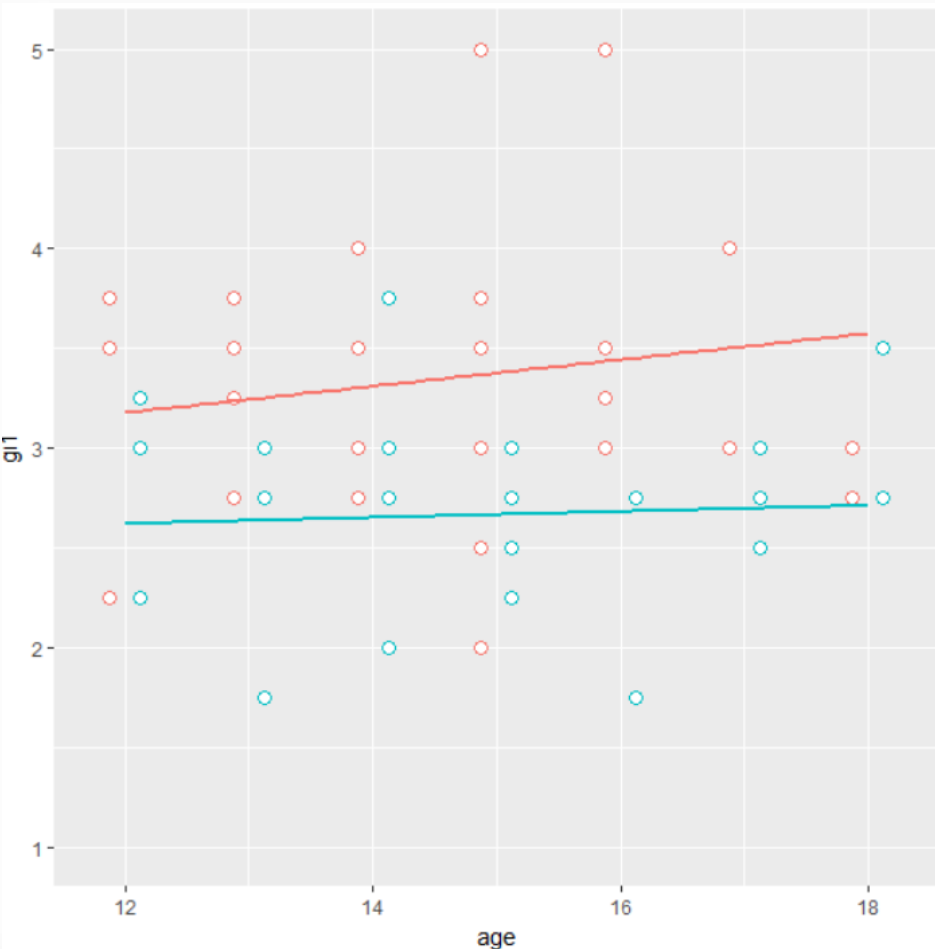
- X03 Ich erkenne den Grundaufbau von Informatiksystemen in Alltagsgeräten
- X04 Ich kann wesentliche Bestandteile von Informatiksystemen benennen
- X05 Ich kann das grundlegende Prinzip von Informatiksystemen erläutern
- X06 Ich habe Probleme die grundlegende Funktionsweise von Informatiksystemen zu verstehen
- X07 Es gibt viele Anwendungsmöglichkeiten für Informatiksysteme
- X11 Handlungen können als Algorithmen (Rechenvorschriften) formuliert werden
- X12 Informatiksysteme werden von Algorithmen (Rechenvorschriften) gesteuert
- X14 Programme enthalten die Befehle zur Steuerung von Informatiksystemen
- X16 Die im Informatikunterricht erworbenen Problemlösefähigkeiten sind auch in anderen Fächern anwendbar
- X17 Die im Informatikunterricht erworbenen Problemlösefähigkeiten können außerhalb der Schule sehr nützlich sein
- X18 Fehlermeldungen helfen mir im Umgang mit Informatiksystemen
- X19 Für fast jedes Problem gibt es zur Lösung ein entsprechendes Informatiksystem

Grunderfahrung des Informatikunterrichts 1 (gi1): X03, X04, X05, [X06 – R]

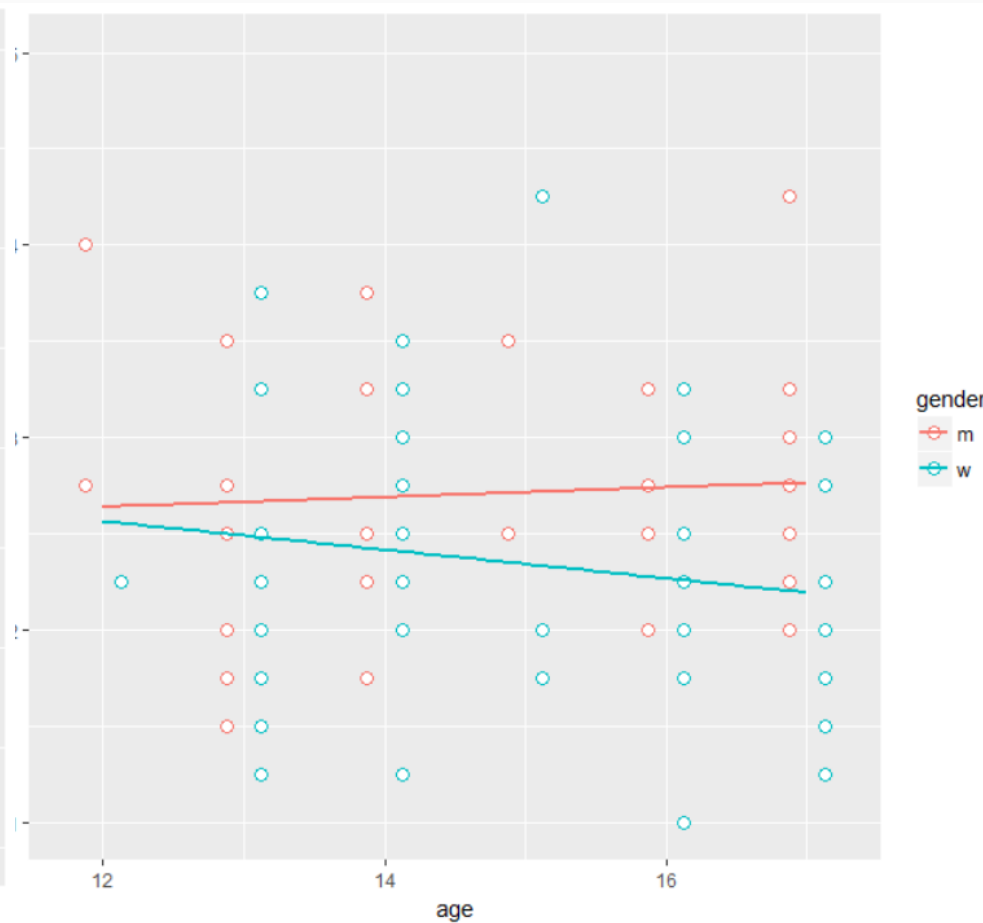
Grunderfahrung des Informatikunterrichts 2 (gi2) : [X07], X11, X12, X14

Grunderfahrung des Informatikunterrichts 3 (gi3): X16, X17, X18, [X19]

Regression $gi1 \sim age$

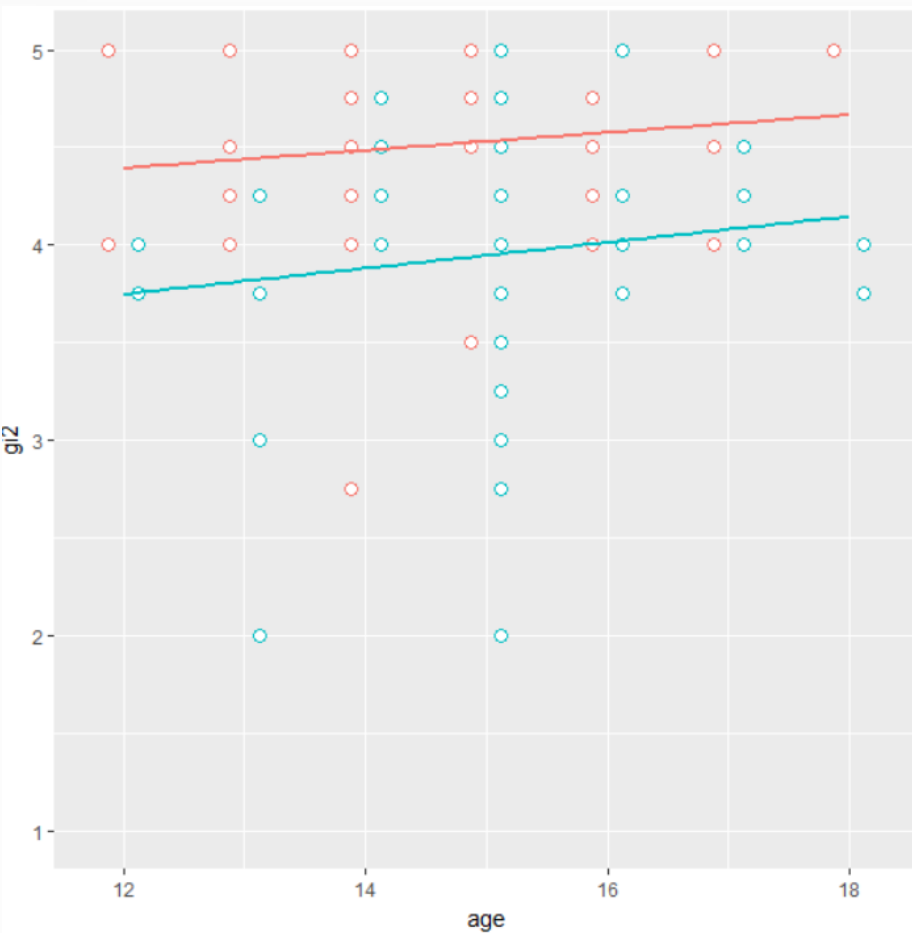


Informatikunterricht

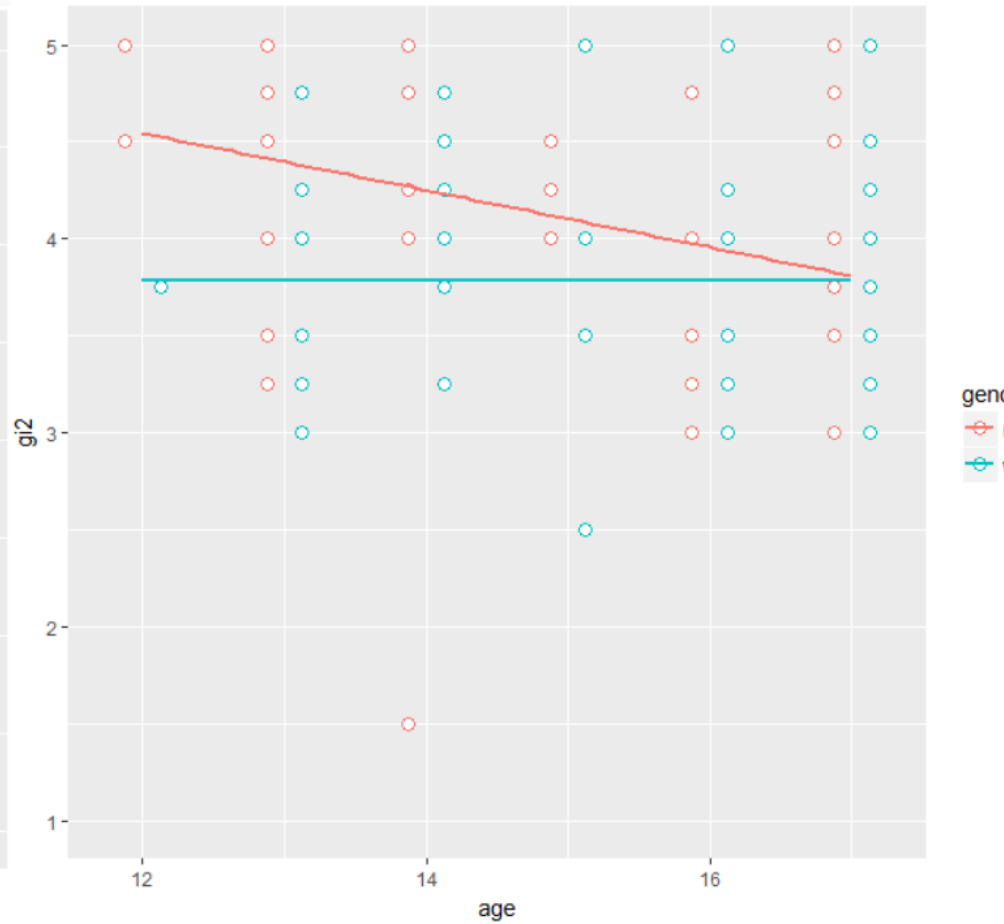


kein Informatikunterricht

Regression $gi2 \sim age$

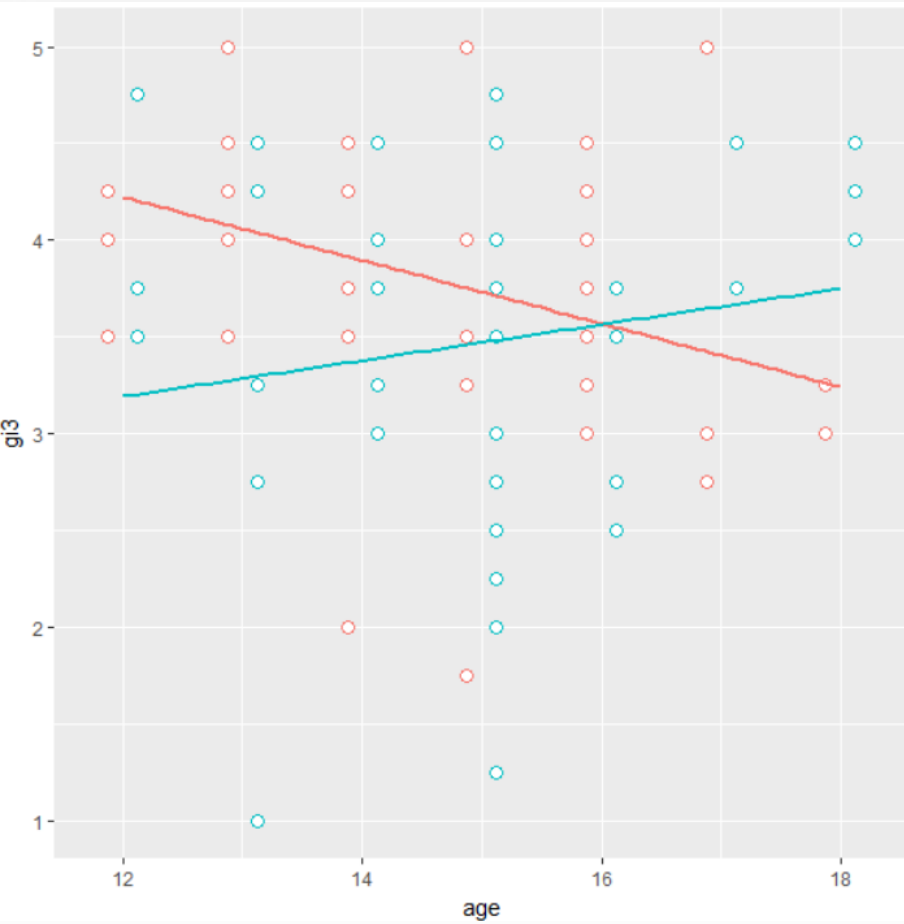


Informatikunterricht

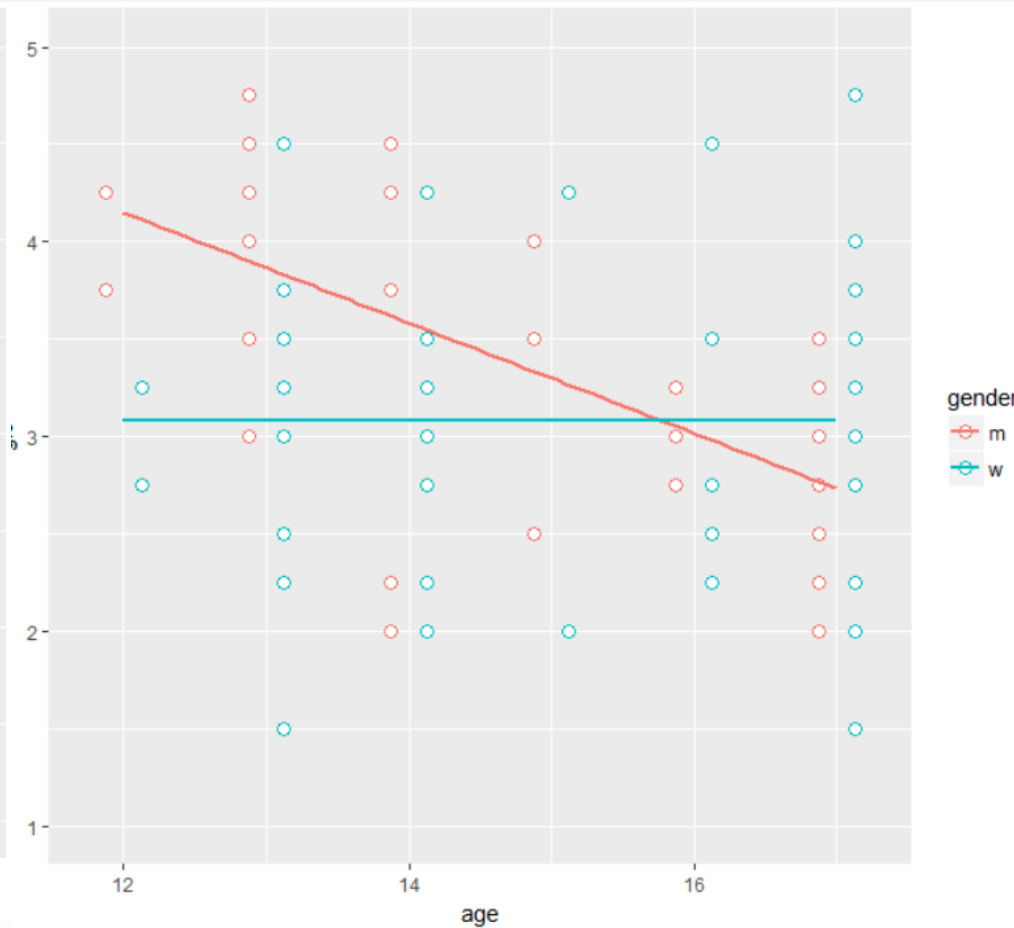


kein Informatikunterricht

Regression $gi3 \sim age$

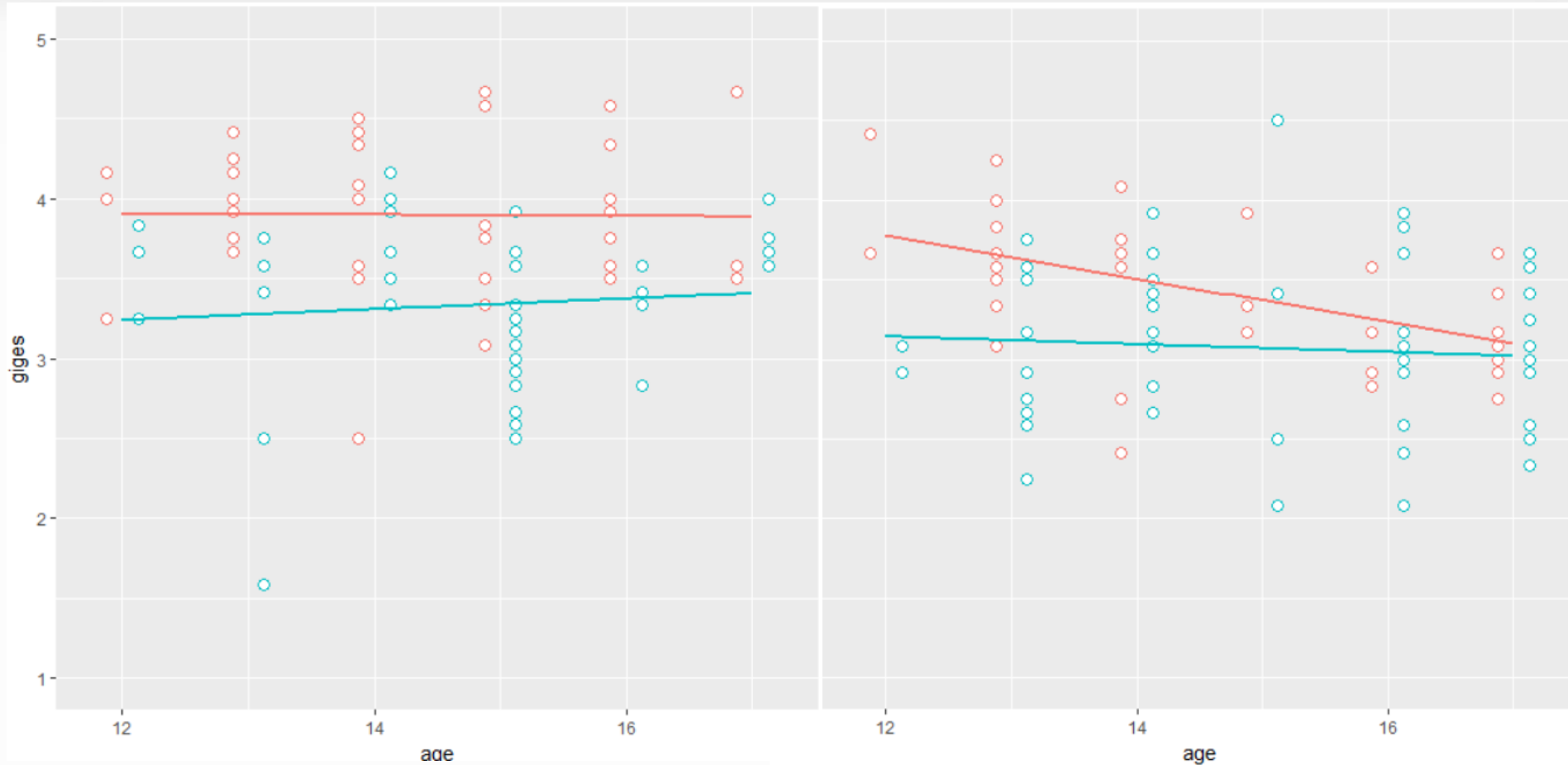


Informatikunterricht



kein Informatikunterricht

Regression Gesamtskala ~ age



Informatikunterricht

kein Informatikunterricht

Grunderfahrungen im Informatikunterricht

mit Physical Computing

Andreas Kiener