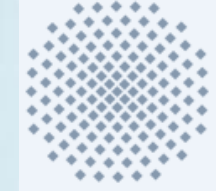


**Reinhold Nickolaus**

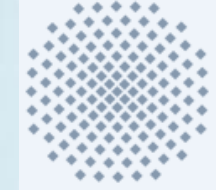
# **Differentielle Effekte methodischer Entscheidungen auf die Motivations- und Kompetenzentwicklung im Technikunterricht**

**Vortrag im Rahmen des NWT – Kongresses am 24.2.12  
Hochschule Furtwangen, Campus Schwenningen**



## Gliederung

1. Vorbemerkungen
2. Rahmenmodell zur Erklärung von Lern- und Leistungsergebnissen
3. Gängige Thesen und Begründungen zu selbstgesteuertem Lernen
4. Ergebnisse von Metaanalysen zu den Einflüssen methodischer Entscheidungen auf die Kompetenzentwicklung
5. Forschungsergebnisse zu differentiellen Effekten im Technikunterricht (allgemeinbildende und berufliche Schulen)
6. Effekte methodischer Entscheidungen im naturwissenschaftlichen Unterricht – das Beispiel des Experimentalunterrichts
7. Konsequenzen für die Praxis ?

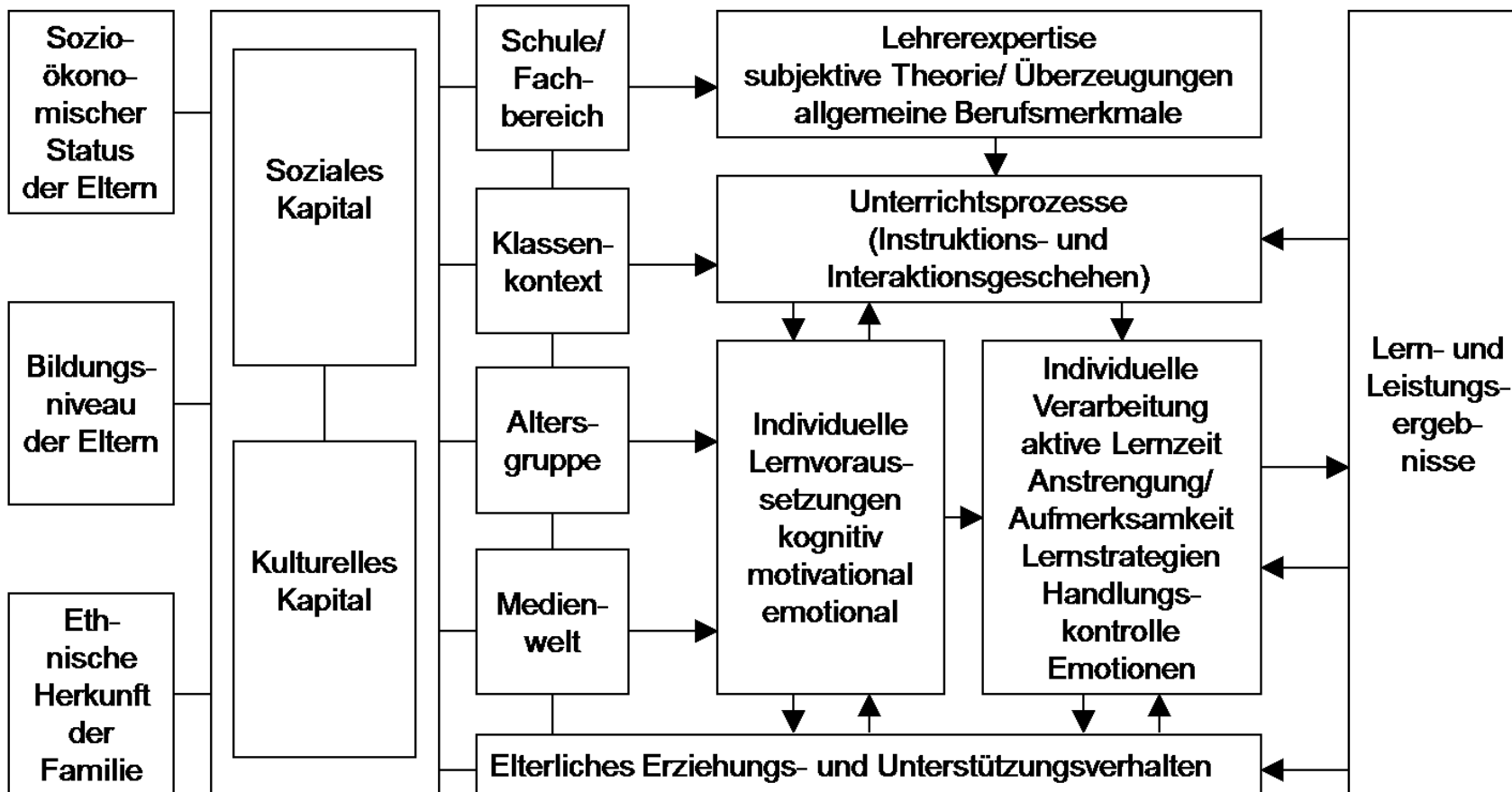


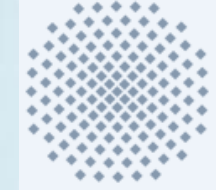
## 1. Vorbemerkungen

- Zuschnitt des Beitrags
- Quellenlage im Bereich des Technikunterrichts
- Implikationen der Forschungslage für die Aussagemöglichkeiten für den NWT-Unterricht bzw. die fachdidaktische Lehre

## 2. Rahmenmodell zur Erklärung von Lern- und Leistungsergebnissen

### Bedingungen schulischer Leistungen – Allgemeines Rahmenmodell





### **3. Gängige Annahmen/ Überzeugungen zu Effekten methodischer Entscheidungen**

Handlungsorientiertes/ selbstgesteuertes Lernen ist direktiven Lehr-Lernarrangements überlegen im Hinblick auf

- die Motivationsentwicklung
- die Kompetenzentwicklung (Fach- und Sozialkompetenz)
- die Transferfähigkeit des Wissens

## 4. Ergebnisse von Metaanalysen

### a) Zusammenfassung der Befundlage (Weinert)

#### **Erkenntnisse aus der päd. Psychologie zum Zusammenhang zwischen Unterrichtsformen und Kompetenzentwicklung**

- Variable Formen der direkten Instruktion werden als besonders geeignet für den Erwerb von Sachwissen ausgewiesen.
- Formen des situierten Lernens und didaktische Strategien der Projektarbeit, des Gruppenunterrichts und des kreativen Übens werden als besonders wirksam erachtet, um den Erwerb lebenspraktischen Anwendungswissens zu fördern.
- Unterrichtliche Methoden des selbstständigen Lernens, die gezielte Ermöglichung subjektiver Lernerfahrungen und der angeleitete Aufbau metakognitiver Einsichten werden als vorteilhaft eingeschätzt, um den Erwerb metakognitiver Kompetenzen und Lernstrategien zu fördern.
- Ein variables Instrumentarium erkenntnis- und erlebnisintensiver Methoden werden für die Förderung des Erwerbs von kognitiv-motivationalen Handlungs- und Wertorientierungen als notwendig erachtet (vgl. Weinert 2000, S. 46).

## 4. Ergebnisse von Metaanalysen

### b) Mittlere Korrelationen

#### Zusammenstellung von Metaanalysen über Determinanten der Schulleistung

<b>Determinanten</b>	<b>Anzahl der Studien</b>	<b>Durchschnittliches r</b>
Soziale Kontextbedingungen	153	.18
Beziehung zu Gleichaltrigen	12	.19
Häusliche Umwelt	118	.31
Konsum von Massenmedien	23	-.06
Schule	781	.12
Ziele und Politik	307	.12
Organisation (z.B. Klassengröße, traditionelle oder offene Klassenzimmer)	372	-.02
Lernumwelt	201	.26
Lehrer	329	.21
Lehre (Instruktion)	1854	.22
Quantität	110	.38
Qualität	41	.47
Lehrmethoden	1763	.17

## Zusammenstellung von Metaanalysen über Determinanten der Schulleistung

Determinanten	Anzahl der Studien	Durchschnittliches r
Spezielle Instruktionmethoden	2541	.14
Individualisierung	467	.07
Computerunterstützung	557	.15
Tutorensysteme	218	.25
Zielreichendes Lernen	106	.25
Hausaufgaben	44	.21
Instruktionsmedien	657	.14
Schülermerkmale	1455	.24
Kognitive	484	.44
Affektive	355	.12
Lernstrategien	714	.28
Bekräftigungslernen	76	.49
Remediales Lernen	97	.30



## 4. Ergebnisse von Metaanalysen

### c) Einflussfaktoren, Auswahl (Hattie 2009)

	Effektstärke $d$
Klarheit	0.75
Feedback	0.73
Förderung metakognitiver Strategien	0.69
Selbstverbalisation	0.65
Problemlösendes Lehren	0.61
Direkte Instruktion	0.59
Mastery learning	0.58
Lehrqualität	0.44
Hausaufgaben	0.29
Problembasiertes Lernen	0.15
Selbstkontrolliertes Lernen	0.04

## 5. Forschungsergebnisse zu differentiellen Effekten im Technikunterricht

### a) Technikunterricht an allgemeinbildenden Schulen

Studien in Deutschland → weitgehend Fehlanzeige

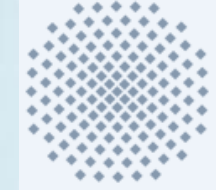
1 Studie: Walker 2012/2013 (Dissertation; Experimentalunterricht, primär Gesamtschule)

**Ergebnisse:** Einzelarbeit:  $SE > LE = DE$  ; Effektstärken: prozedurales Wissen  $\eta^2 = .058$ , deklaratives Wissen  $\eta^2 = .027$

Bei Schülergruppenexperimenten (Folgestudie;  $N=80$ ) keine signifikanten Unterschiede zwischen SE, DE und LE, es gilt jedoch  $SE > DE > LE$ , fehlende Signifikanz vermutlich verursacht durch Gruppengrößen

### b) Technik - bzw. Fachunterricht an beruflichen Schulen

→ 7 Studien



## **5.1 Hypothesen zu differentiellen Effekten methodischer Entscheidungen in der gewerblich-technischen Berufsbildung**

**H1:** Primär selbstgesteuerte/ handlungsorientierte Lehr-Lernformen erweisen sich im Fachunterricht an gewerblich-technischen Berufsschulen im Vergleich zu direktivem Unterricht als vorteilhaft für die Motivationsentwicklung.

**H2:** Primär selbstgesteuerte/ handlungsorientierte Lehr-Lernformen erweisen sich im Fachunterricht an gewerblich-technischen Berufsschulen als vorteilhafter für den Aufbau deklarativen und prozeduralen Wissens.

**H3:** Primär selbstgesteuerte/ handlungsorientierte Lehr-Lernformen erweisen sich im Fachunterricht an gewerblich-technischen Berufsschulen als vorteilhafter für die Förderung der Problemlösefähigkeit.

## 5.2 Ergebnisse im Überblick I

Tabellenauszug Nickolaus 2011, S. 162f

Studie	Einbezogene Berufe/ Inhalte	Stichprobe/ Intervention	Motiv.	Dekl. Wiss.	Prozed. Wiss.	Problemlösefähigkeit
Nickolaus/ Bickmann (2002)	Elektro- Installateure Inhalte des 1. Aj.	N=67 1 Jahr	+/-	-	-	-
Nickolaus/ Heinsmann/ Knöll (2005)	Elektro- Installateure Inhalte des 1. Aj.	N=224 1 Jahr	-	-	-	-
Nickolaus/ Knöll/ Gschwendtner (2006)	Elektroniker für Geräte und Systeme Inhalte des 1. Aj.	N=179 1 Jahr	-	-	-	-

## 5.2 Ergebnisse im Überblick II

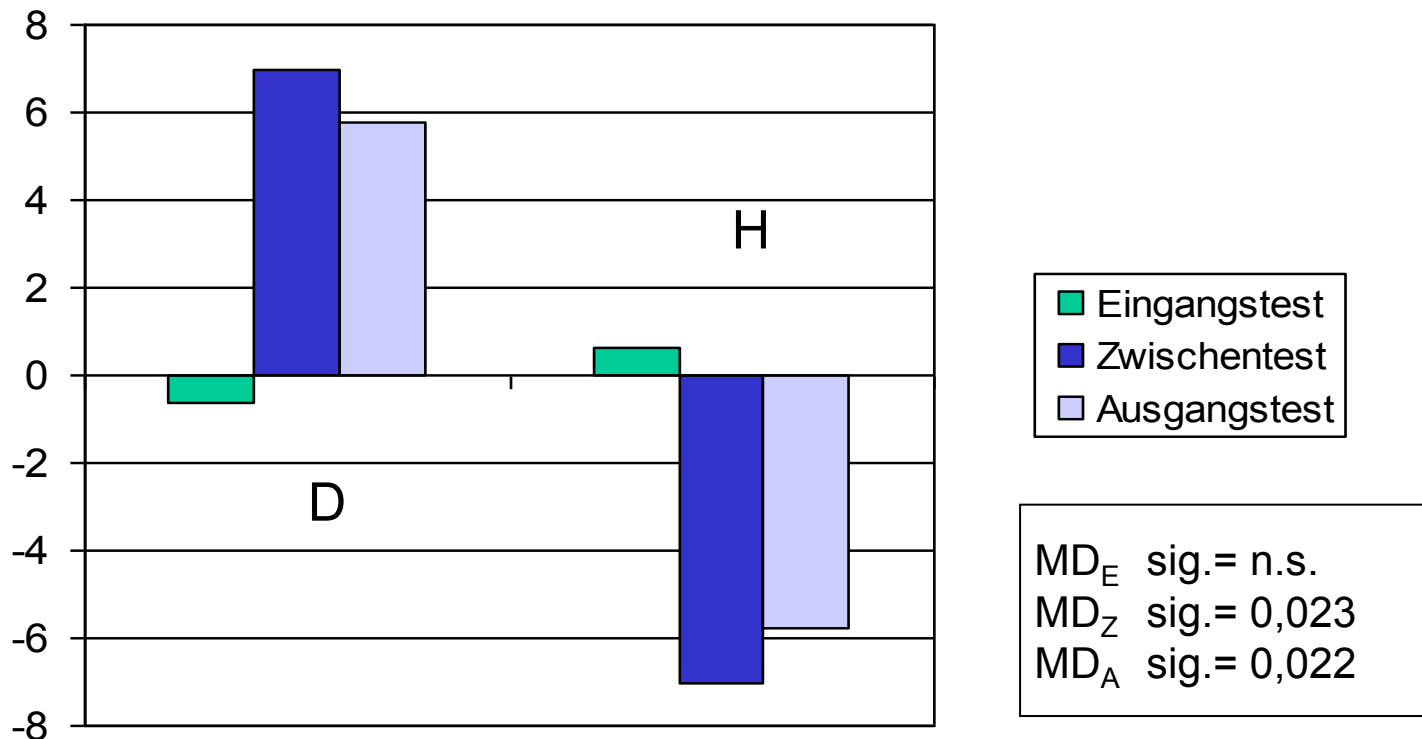
Tabellenauszug Nickolaus 2011, S.162f

Studie	Einbezogene Berufe/ Inhalte	Stichprobe/ Intervention	Motiv.	Dekl. Wi.	Prozed. Wi.	Probl.löse- fhg.
Nickolaus u.a. (Geißel 2008)	Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik, Inhalte des 1.Aj	N=203		-	-	?
Wülker (2004)	Zimmerer (Fachstufe) Schiften am gleichgeneigten Walmdach	N=81	+	+/-	+/-	
Bünning (2008)	Zimmerer (Fachstufe) zimmermanns-mäßige Verbindung	N=59 (Teilstudie) N=44 (T.S.)		+/-	+	+/-
Betzler (2006)	Techniker (Fachschule) Elektropneumatik, betr. Kommunikation	N=50		-	-	

## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Abweichungen vom Mittelwert der Wissenstests bei Elektroinstallateuren (deklarativ + prozedural)**

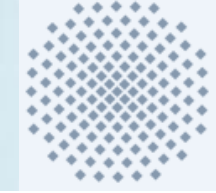
(insgesamt 4 Klassen; 1. Untersuchung Nickolaus/ Bickmann 2003)



## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Vergleich der Motivationsprädiktoren nach Unterrichtsform und Messzeitpunkt**

Erster Messzeitpunkt	Überforderung	sig.= 0,03	D+
	wahrgenommenes Interesse beim Lehrenden	sig.=0,10	H+
Zweiter Messzeitpunkt		n.s.	
Dritter Messzeitpunkt	Identifizierte Motivation	sig.=0,076	H+
	wahrgenommene inhaltliche Relevanz	sig.= 0,03	H+
	Autonomieunterstützung	sig.=0,01	H+



## **5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse**

**Ausgewählte Befunde aus DFG-Projekten:**

**Untersuchungen zur Entwicklung von deklarativem  
und prozeduralem Wissen, Problemlösefähigkeit und  
Motivation in Abhängigkeit von unterschiedlichen  
Gesamtkonzeptionen**

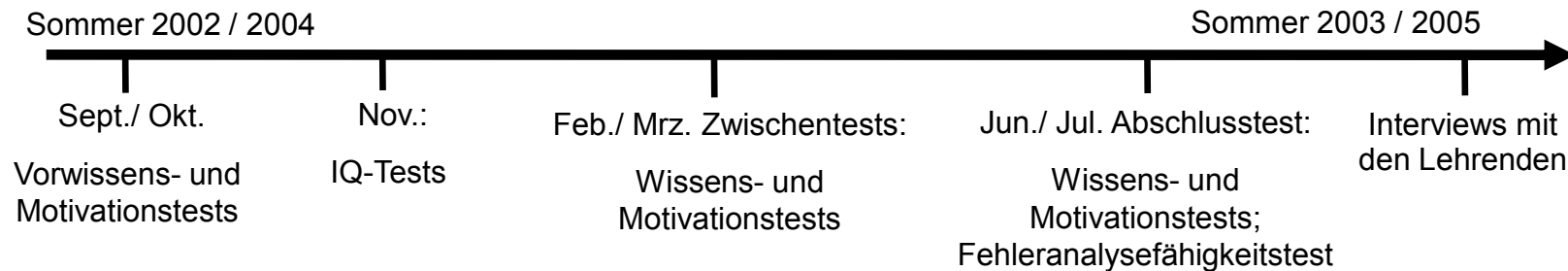


## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

### Ausgewählte Ergebnisse zur Effektivität von Lehrmethoden

Anlage der DFG-Projekte: Datengrundlage

#### Datenerhebung:



**Permanent:** Dokumentation des Unterrichts durch die Lehrenden

**Stichprobe:** Elektroinstallateure N=224 (Dir 109 / Ho 115)  
 Elektroniker N=179 (Dir 109 / Ho 70)

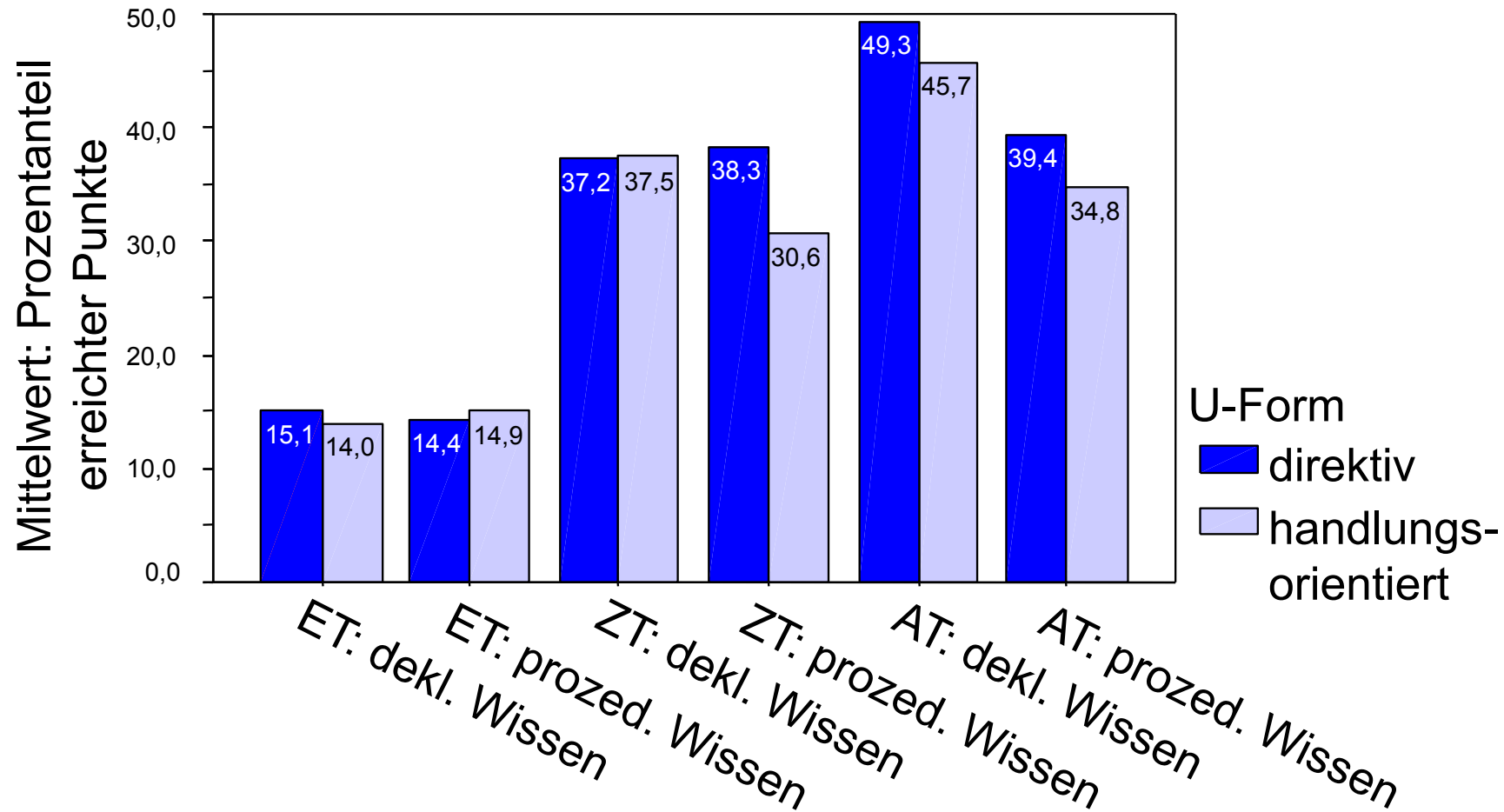
## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Rahmendaten (Elektroinstallateure)**

Unterrichtskonzeptionsform	Schülerzahl	Schulform	
		Teilzeit	Vollzeit
D1	23	X	
D2	19	X	
D3	25	X	
D4	23		X
D5	19		X
H1	24	X	
H2	25	X	
H3	21		X
H4	19		X
H5	26		X
<b>N = 10</b>	<b>N = 224</b>	<b>N = 5</b>	<b>N = 5</b>

## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Befunde zum Wissensstand**



## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Befunde zum Wissensstand**

Wissenstand zum Zeitpunkt des ZT nach U-Formen und Teil-/ Vollzeit

		<b>direktiv</b>	<b>handlungsorientiert</b>
<b>Teilzeit</b>	Deklaratives Wissen	32,2%	33,2%
	Prozedurales Wissen	33,2%	21,5%
<b>Vollzeit</b>	Deklaratives Wissen	40,3%	38,9%
	Prozedurales Wissen	46,9%	37,4%

## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Befunde zum Wissensstand**

Wissenstand zum Zeitpunkt des AT nach U-Formen und Teil-/ Vollzeit

		<b>direktiv</b>	<b>handlungsorientiert</b>
<b>Teilzeit</b>	Deklaratives Wissen	51,2%	42,2%
	Prozedurales Wissen	43,8%	31,2%
<b>Vollzeit</b>	Deklaratives Wissen	47,3%	48,4%
	Prozedurales Wissen	34,5%	37,5%

## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse zur Effektivität von Lehrmethoden

Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Befunde zur Problemlösefähigkeit**

		Direktiv	Handlungsorientiert	Signifikanzniveau
Kochplatte	Rep. 1	3,52	3,22	n.s.
	Rep. 2	4,40	3,91	5%
Akkubohrschrauber	Rep. 1	3,89	3,31	5%
	Rep. 2	4,25	3,84	10%
	Rep. 3	3,92	3,91	n.s.

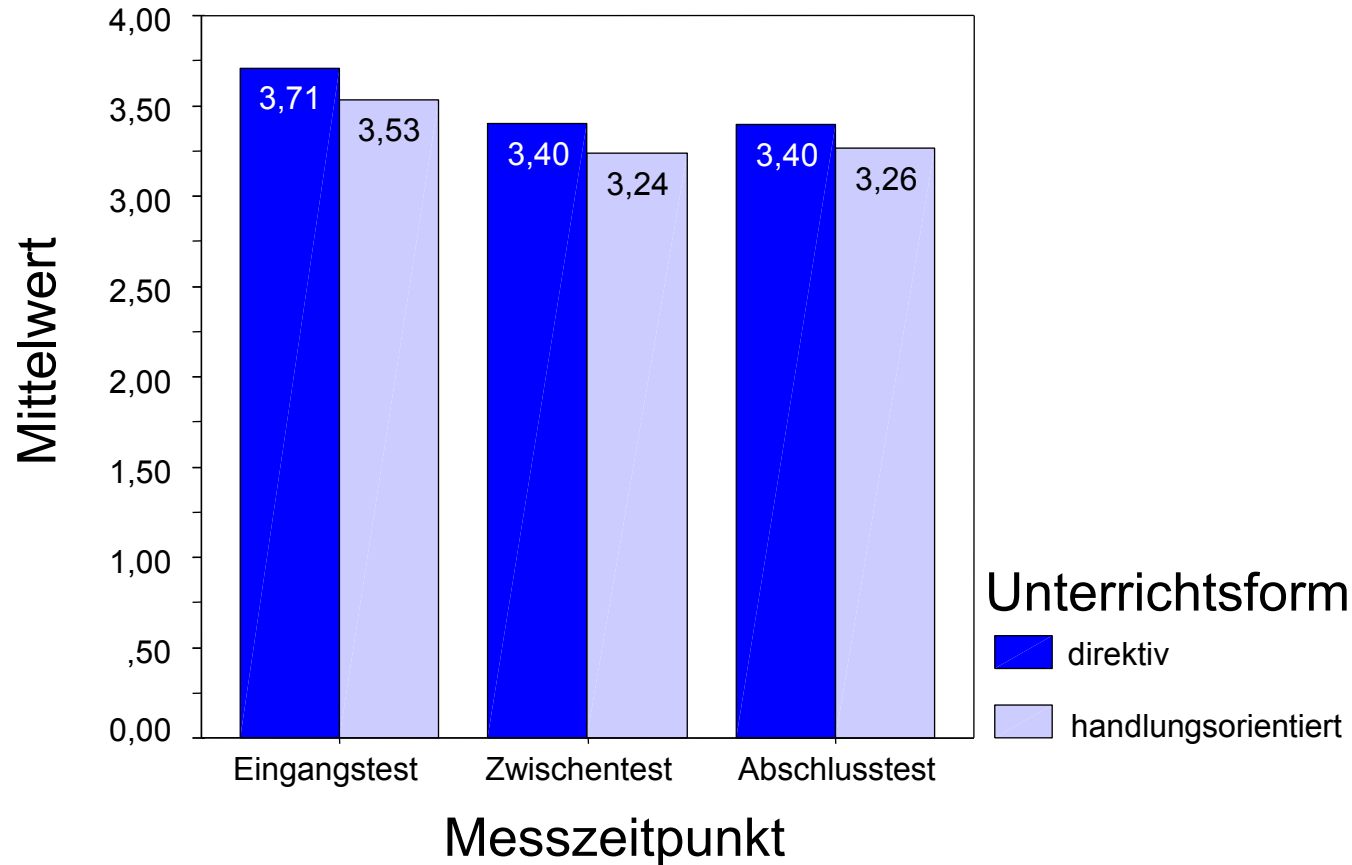
		Teilzeit	Vollzeit	Signifikanzniveau
Kochplatte	Rep. 1	3,69	3,03	5%
	Rep. 2	4,41	3,88	5%
Akkubohrschrauber	Rep. 1	3,54	3,66	n.s.
	Rep. 2	4,06	4,03	n.s.
	Rep. 3	4,18	3,64	5%

Skala von 1 bis 6:

1 = keine Lösung ...  
6 = richtige Lösung  
mit guter  
Begründung

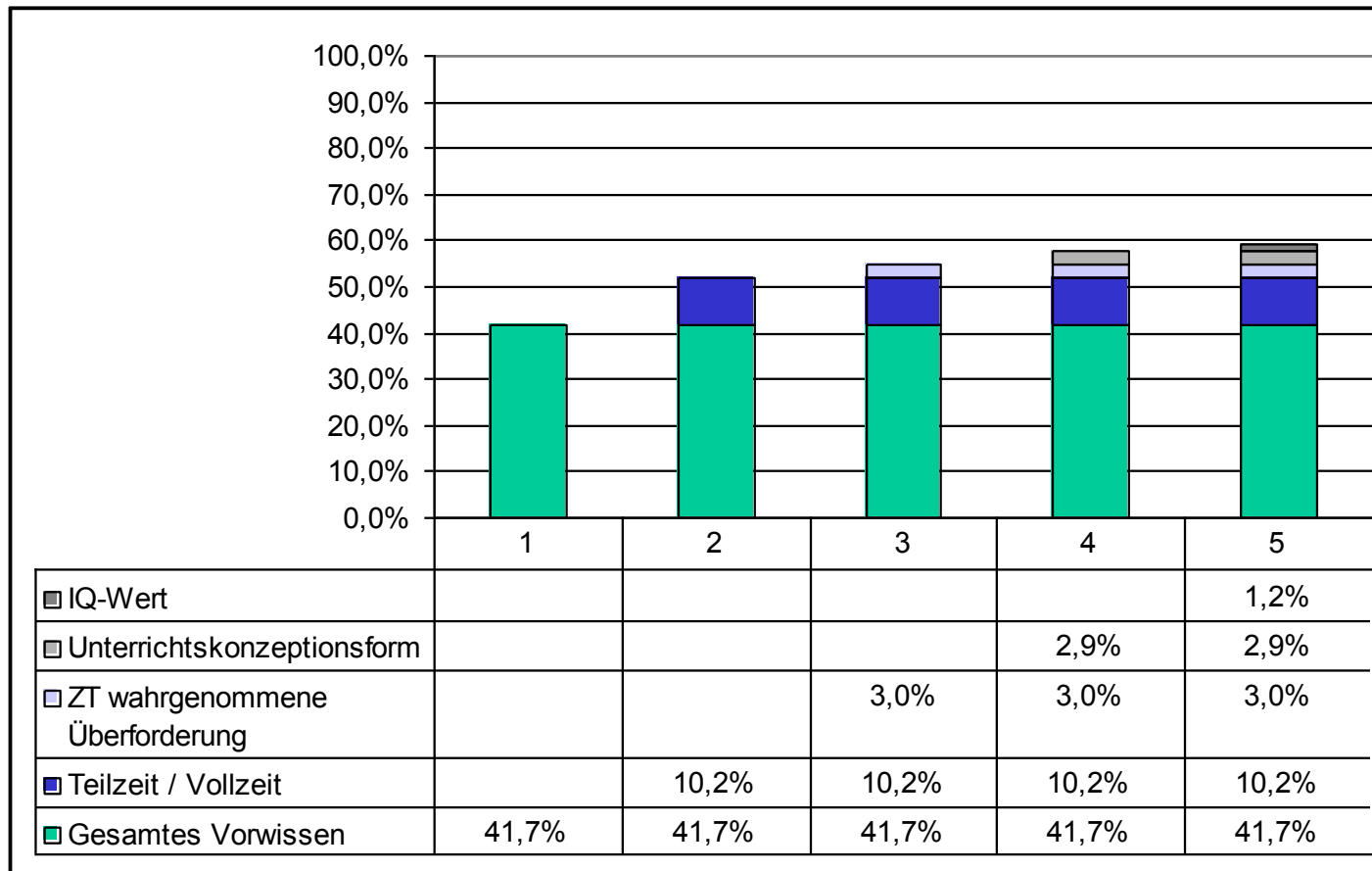
## 5.3 Ausgewählte Ergebnisse zur Effektivität von Lehrmethoden

Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Entwicklung der introjizierten Motivation nach Unterrichtskonzeptionsform**



## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

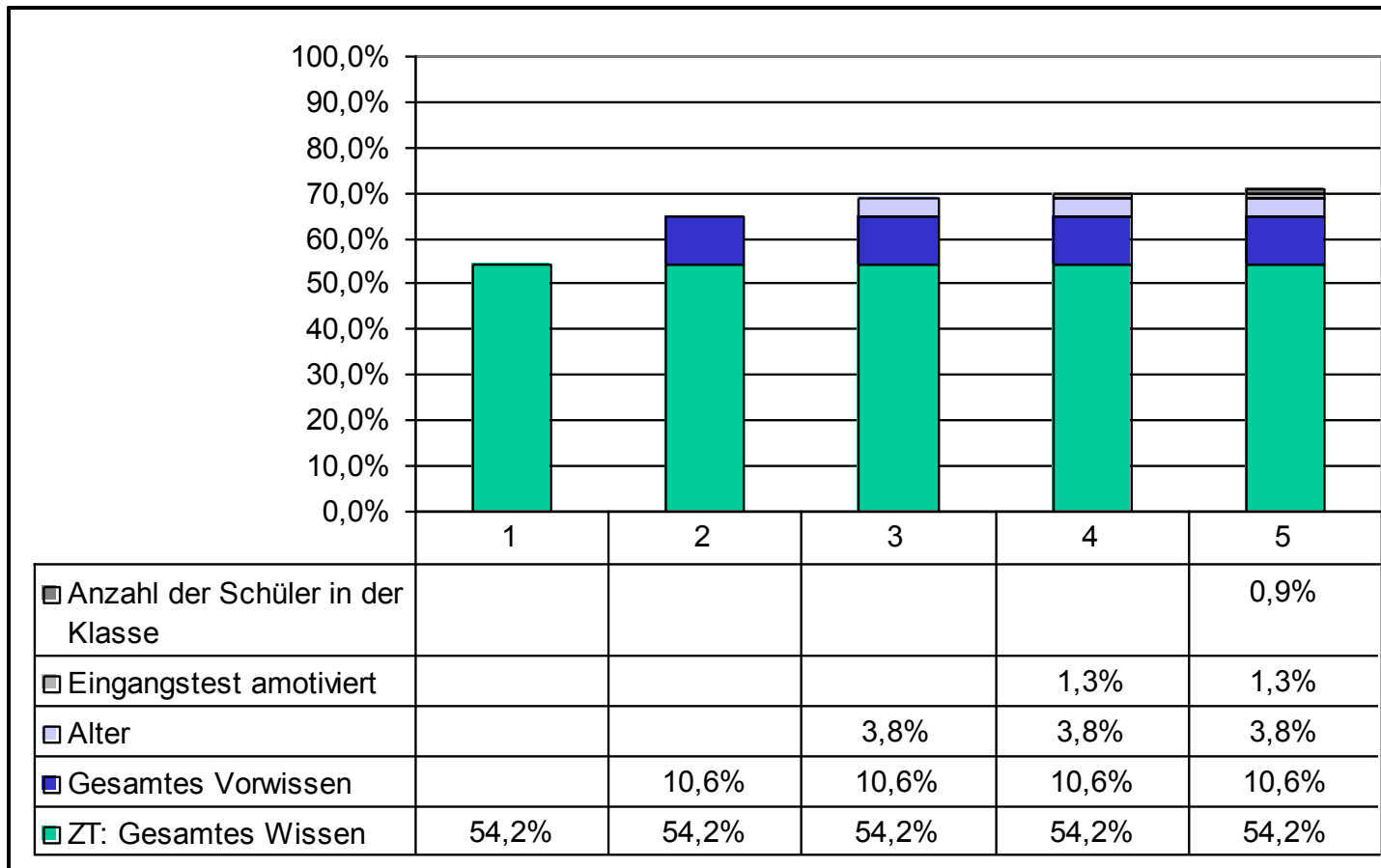
Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Regressionsanalyse: Zeitpunkt zum Zwischentest, abhängige Variable „Gesamtes Wissen“**





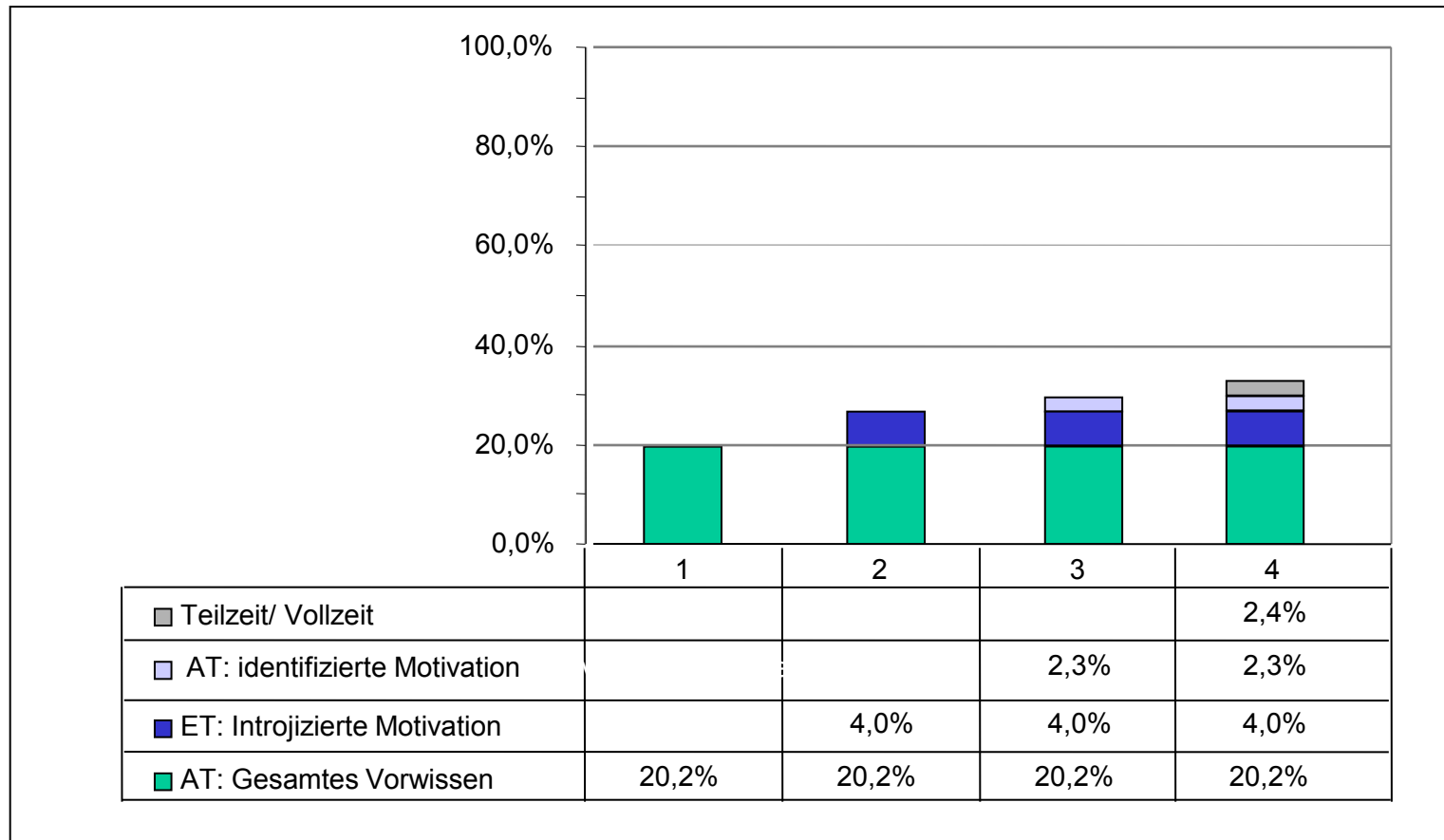
## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

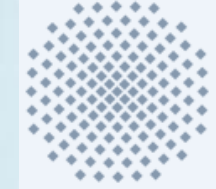
Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Regressionsanalyse: Zeitpunkt zum Abschlusstest, abhängige Variable „Gesamtes Wissen“**



## 5.3 Ausgewählte Einzelergebnisse

Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der elektrotechnischen Grundbildung – **Regressionsanalyse: Zeitpunkt zum Abschlusstest, abhängige Variable „Gesamte Problemlösefähigkeit“**





## **6. Effekte methodischer Entscheidungen im naturwissenschaftlichen Unterricht – das Beispiel des Experimentalunterrichts**

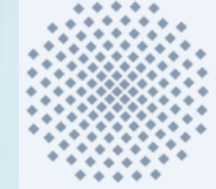
Frühe Arbeiten 1920-1943

Zusammenfassung Cunningham 1966 (siehe Walker 2012)

24 Studien zum Vergleich von Demonstrations- und Schülerexperimenten

Ergebnis:

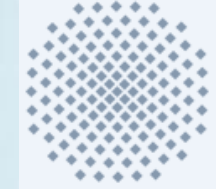
- 17 Studien mit Vorteilen für das Demonstrationsexperiment
- 4 Studien mit signifikanten Vorteilen für Schülerexperiment



## 6. Ergebnisse zum Experimentalunterricht im naturwissenschaftlichen Kontext

### Kritik an den Studien (Walker 2012):

- z.B. keine Kontrolle des Vorwissens
- Testqualität z.T. fragwürdig
- Stichprobengröße gering
- Gruppengröße bei Schülerexperimenten nicht offengelegt
- Anzahl der Experimente variiert zwischen 6 und 122
- Dauer des Experimentalunterrichtes variiert zwischen 1 Woche und 6 Jahren



## 6. Ergebnisse zum Experimentalunterricht im naturwissenschaftlichen Kontext

7 Studien (1950-2007) zum Vergleich von Demonstrations- und Schülerexperimenten (unter weitgehender Vermeidung obiger Kritikpunkte)

### Ergebnis (Walker 2012):

- 6 Studien: keine signifikanten Unterschiede
- 1 Studie: deklaratives Wissen: SE = DE  
prozedurales Wissen: SE > DE

## 6. Ergebnisse zum Experimentalunterricht im naturwissenschaftlichen Kontext

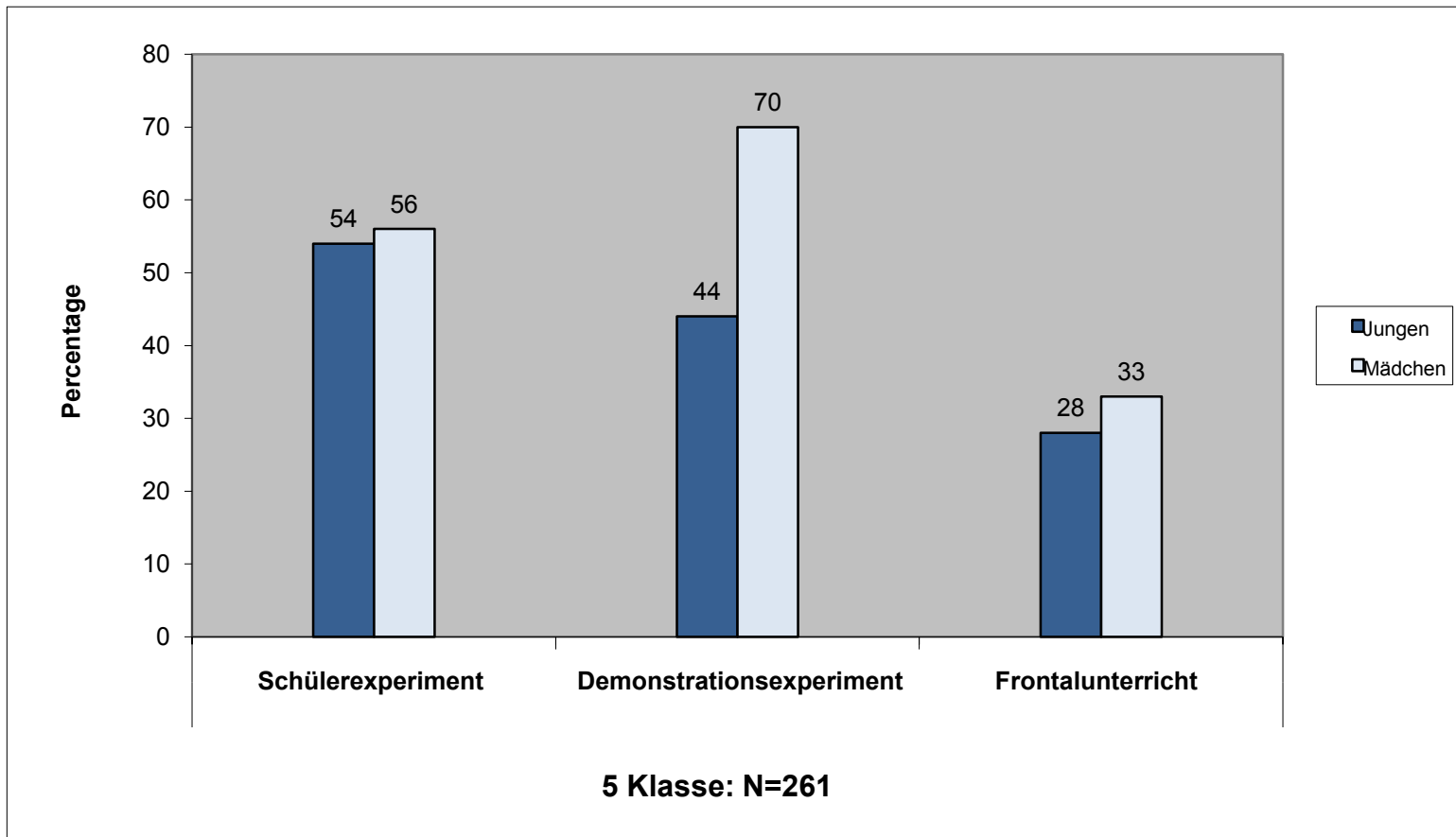
9 Studien (1969 – 2009) zum Vergleich von Schüler- und Demonstrationsexperimenten (SE/ DE) und der lesenden Erschließung (LE) von Experimenten bzw. Lehrerzentriertem Unterricht (LZ)

Ergebnisse (Walker 2012):

- 2 Studien: SE = DE = LE
- 1 Studie: LZ > SE > DE
- 1 Studie: SE > DE > LZ
- 1 Studie: DE > LZ
- 2 Studien: SE > LZ (nur partiell, z.B. beim Manipulieren von Experimentiergegenständen)
- 1 Studie: DE = LZ
- 1 Studie: KI.5: SE > DE > LZ  
KI.7: DE > SE = LZ

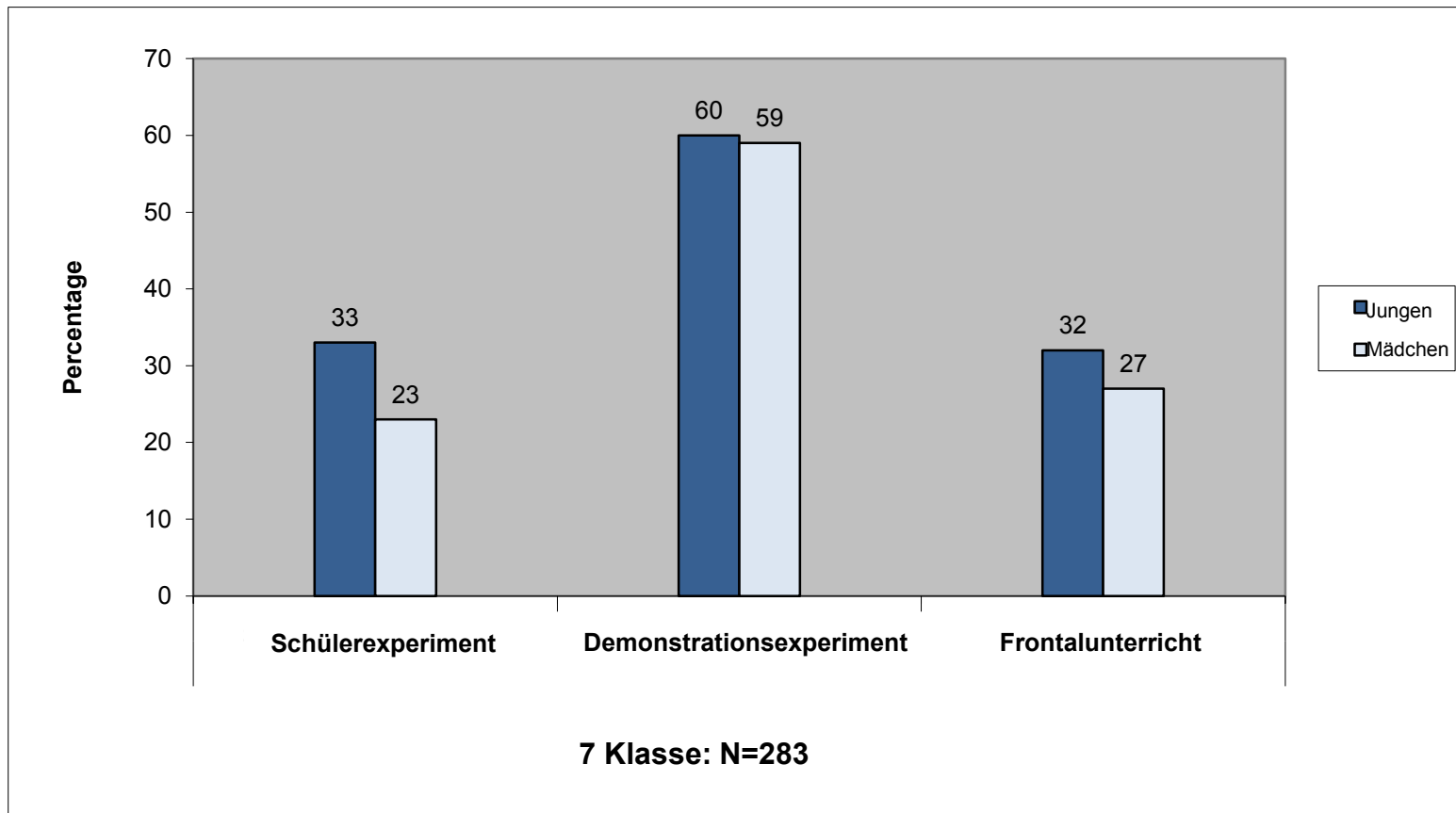
## 6. Ergebnisse zum Experimentalunterricht im naturwissenschaftlichen Kontext

Ergebnisse an bayerischen Gymnasien (Killermann 1996) I

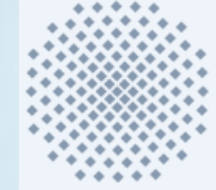


## 6. Ergebnisse zum Experimentalunterricht im naturwissenschaftlichen Kontext

Ergebnisse an bayerischen Gymnasien (Killermann 1996) II





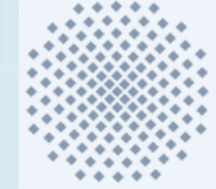


## 6. Ergebnisse zum Experimentalunterricht im naturwissenschaftlichen Kontext

### Fazit von Killermann/ Walker 2012:

- Demonstrationsexperimente führen in der 7. Klassen zu besseren Ergebnissen als Schülerexperimente im Hinblick auf Transfer und Problemlösen.
- In der 5. Klasse ergeben sich leichte Vorteile des SE und z.T. deutliche Unterschiede nach Geschlecht.

 **Generalisierungsvorbehalt!**



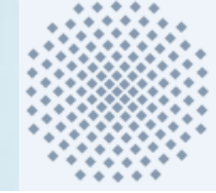
## **6. Ergebnisse zum Experimentalunterricht im naturwissenschaftlichen Kontext**

### **Fazit:**

- kein einheitliches Bild; Effekte z.T. gering
- z.T. Vorteile für experimentelle Fertigkeiten

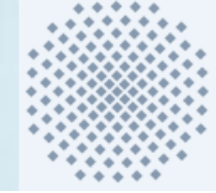
### **Ursachen für Unterschiede?**

- Inhalte/ Anspruchsniveaus
- Schülergruppen/ Voraussetzungen
- Umsetzungsqualität
- Platzierung im Bildungsprogramm
- Konsequenterer Blick auf jene beeinflussbaren Merkmale mit höheren Effektpotentialen?
- Systematischere Variation der Bedingungen?!

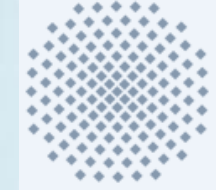


## 7. Konsequenzen für die Praxis?

- Qualität in den Settings!
- Generalisierende Annahmen nicht haltbar
- Untersuchungen zur systematischen Variation der Bedingungen stehen weitgehend aus
- Naturwissenschaftliche vs. technische Experimente
- Vermutungen zu den Ursachen widersprüchlicher Ergebnisse



***Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!***



## Übersichtsliteratur

- Hattie, John A. C. (2009): *Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement.* London & New York: Routledge.
- Helmke, A./ Weinert, F.E. (1997): Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In: Weinert, F.E. (Hrsg.): *Psychologie des Unterrichts und der Schule. Enzyklopädie der Psychologie.* Göttingen: Hogrefe.
- Nickolaus, R./ Geißel, B./ Abele, S./ Nitzschke, A. (2011): Fachkompetenzmodellierung und Fachkompetenzentwicklung bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik im Verlauf der Ausbildung – ausgewählte Ergebnisse einer Längsschnittstudie. In: Nickolaus, R./Pätzold, G. (Hrsg.): *Lehr-Lernforschung in der gewerblich-technischen Berufsbildung.* Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), Beiheft 25. Stuttgart: Steiner, S. 77-94.
- Walker, F. (2012): *Der Einfluss von Handlungsmöglichkeiten auf den Wissenserwerb bei der Durchführung technischer Experimente.* Unveröffentlichte Dissertation, Universität Duisburg-Essen.