

# 8. SATW-Tagung

## Nachwuchsförderung Technik

---

**Erwartungen der Schule an die  
ausserschulischen Lernorte**  
Hauptsache, die Kinder haben Spass!?

**Markus Wilhelm**

# Inhalt

---

- ▶ Problemsituation
- ▶ Hauptsache, die Jugendlichen haben Spass!?
  - ▷ Förderung von Interesse an ALO
  - ▷ Lernzuwachs an ALO
  - ▷ Motivation versus Kompetenzerwerb an ALO
- ▶ Schlusspunkt



**Problemsituation:**  
Weshalb braucht es  
Lernorte ausserhalb  
der Schule?

## Interesse an MINT

---

### **MINT-Nachwuchsbarometer** (Labudde et al. 2014)

- ▶ In der Mehrzahl der untersuchten MINT-Bereiche zeigen Schülerinnen ein deutlich geringeres Interesse als ihre Kollegen. Eine Ausnahme bilden Biologie, Medizintechnik/Pharmazie, Textiltechnik sowie Gentechnik.

### **Folgerung**

- ▶ In der Schweiz grosse Geschlechterunterschiede, nicht so z.B. in der Türkei.

## Interesse an MINT

---

### Interesse an Maschinenbau oder Informatik

- ▶ Das Interesse an Maschinenbau oder Informatik wird positiv beeinflusst durch die Technikförderung in der **Familie**, ebenso durch die **Lehrpersonen**, aber etwas weniger ausgeprägt.
- ▶ Dagegen trägt eine naturwissenschaftliche Förderung der Familie bzw. der Lehrpersonen zu keiner Erhöhung des Interesses an Maschinenbau oder Informatik bei.

**Sowohl für Familien wie auch für Schulen:  
Möglichkeit für Auserschulische Lernorte?**

## Fachfremdheit der Lehrperson

---

### **Kompetenzstudie** (Lagler & Wilhelm, 2013)

- ▶ Fachfremdes Unterrichten führt in Chemie und Physik zu einem signifikant geringeren Fähigkeitsselbstkonzept und signifikant schlechteren Leistungen der SuS auf der S1.

### **Folgerung**

- ▶ Für einen hohen Lernerfolg ist es wichtig, dass fachvertraute Lehrpersonen unterrichten.

## **Fachfremdheit der Lehrpersonen**

---

- ▶ Brovelli et al. (2011) konnten aufzeigen, dass nur jene angehenden Lehrpersonen der weiteren Entwicklung ihrer NaWi-Fachkenntnisse in hohe Bedeutung beimessen, die bereits über eine hohe Berufsidentität hinsichtlich Naturwissenschaften verfügen.
- ▶ Seit Landert (2000) ist zudem bekannt, dass rund die Hälfte aller Lehrpersonen die formellen Weiterbildungsangebote grundsätzlich nicht nutzen.

**Indirekte Lehrpersonenweiterbildung:  
Möglichkeit für Ausserschulische Lernorte?**

## Politische Agenda

---

### Beobachtung Praxisbesuche

- ▶ Es gibt Sek-I-Schulzentren, in denen kein oder nur ein unterausgerüsteter naturwissenschaftlicher Raum zur Verfügung steht, z.B. aus Geldmangel keine Mikroskope

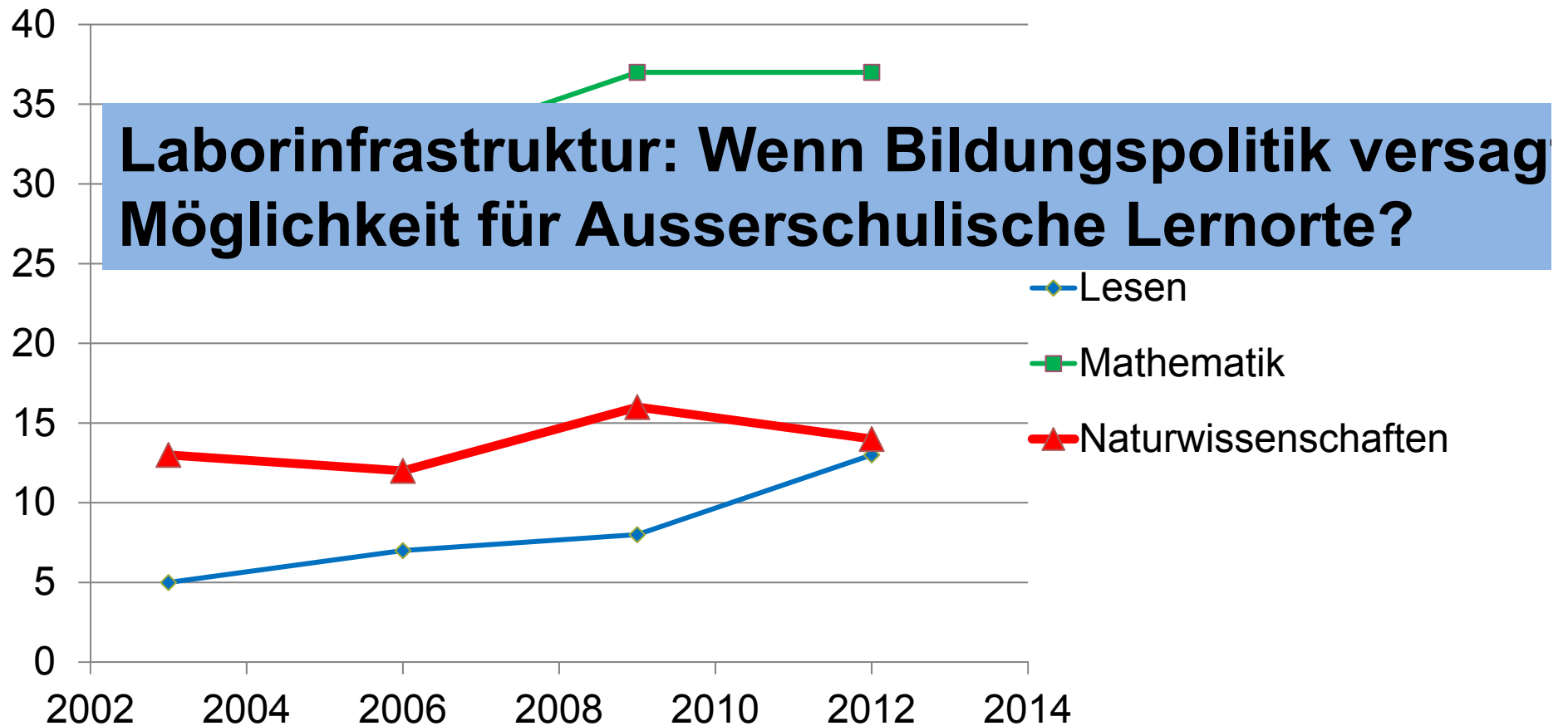
### Folgerung

- ▶ Naturwissenschaftliches Arbeiten und entsprechendes Lernen kann aufgrund der fehlenden Infrastruktur nicht geleistet werden.



# Zum Problemfeld 3: Politische Agenda

## PISA-Tests: Schweiz im Verhältnis zur OECD



# Chancen eines auserschulischen Lernorts zu Technik

---

Verdeutlichen von Unterrichtsinhalten

Weiterbildung der Lehrperson

Alltags-, Problem-, Kontextbezug

Selbstgesteuertes Lernen

Labormaterialien, Geräte usw.

Einblicke in Berufswelt

Science Center, Fabrik, Kraftwerk, Aussenraum, Museum, Wettbewerb, Forschungsinstitution...

**Unterrichtsebene**

Gesellschaftliche Teilhabe

**Gesellschaftliche Ebene**

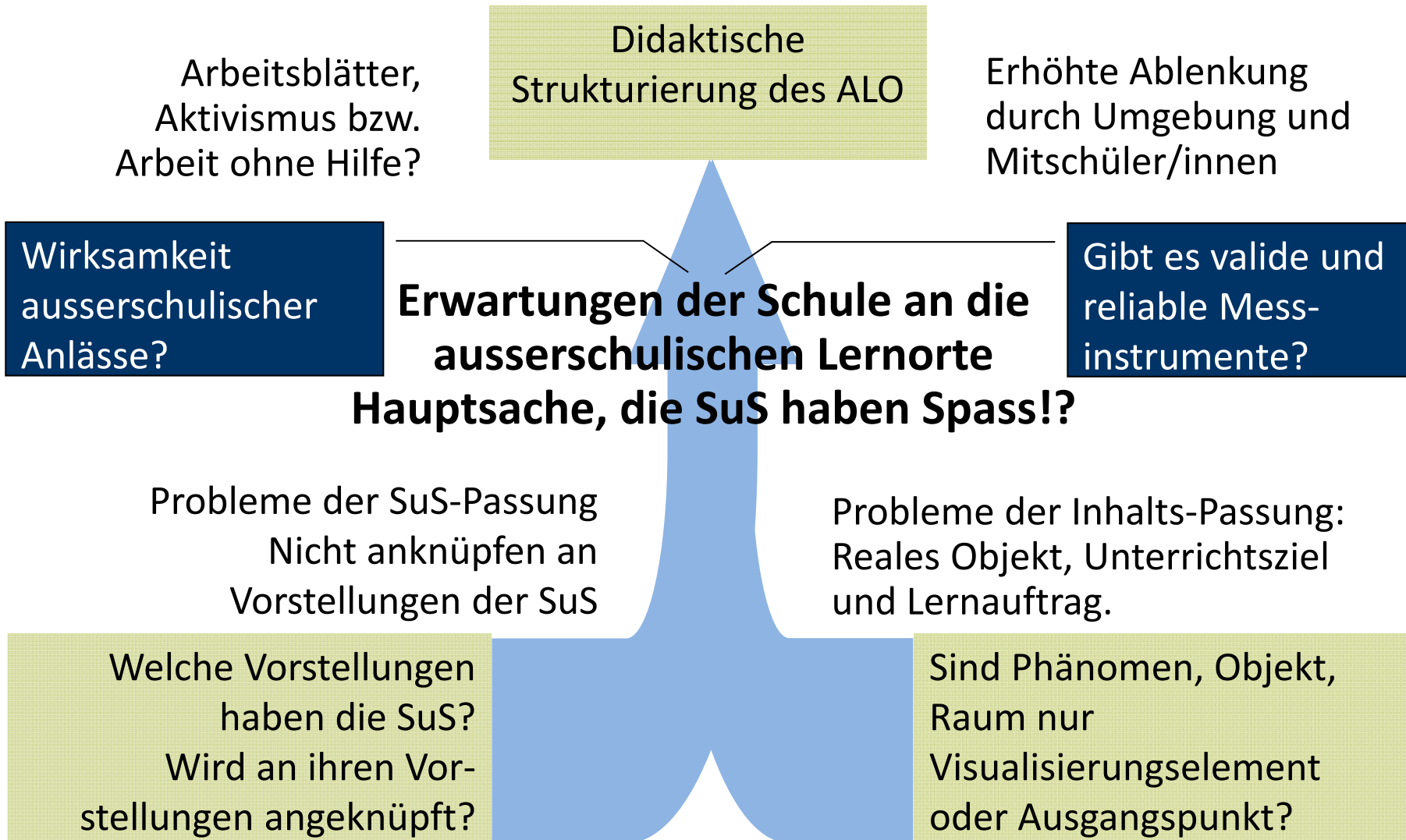
Berührungsängste abbauen

Technikfeindlichkeit  
Technikgläubigkeit

Nachwuchssicherung MINT

Individuelles Verhalten ändern

# Chancen eines auserschulischen Lernorts zu Technik



Führt das Besuchen von ausser-  
schulischen Lernorten zu mehr  
**Interesse** an Technik? Welche  
Bedingungen sind entscheidend?



# Interesseentwicklung im *Schülerlabor* langfristige Entwicklung

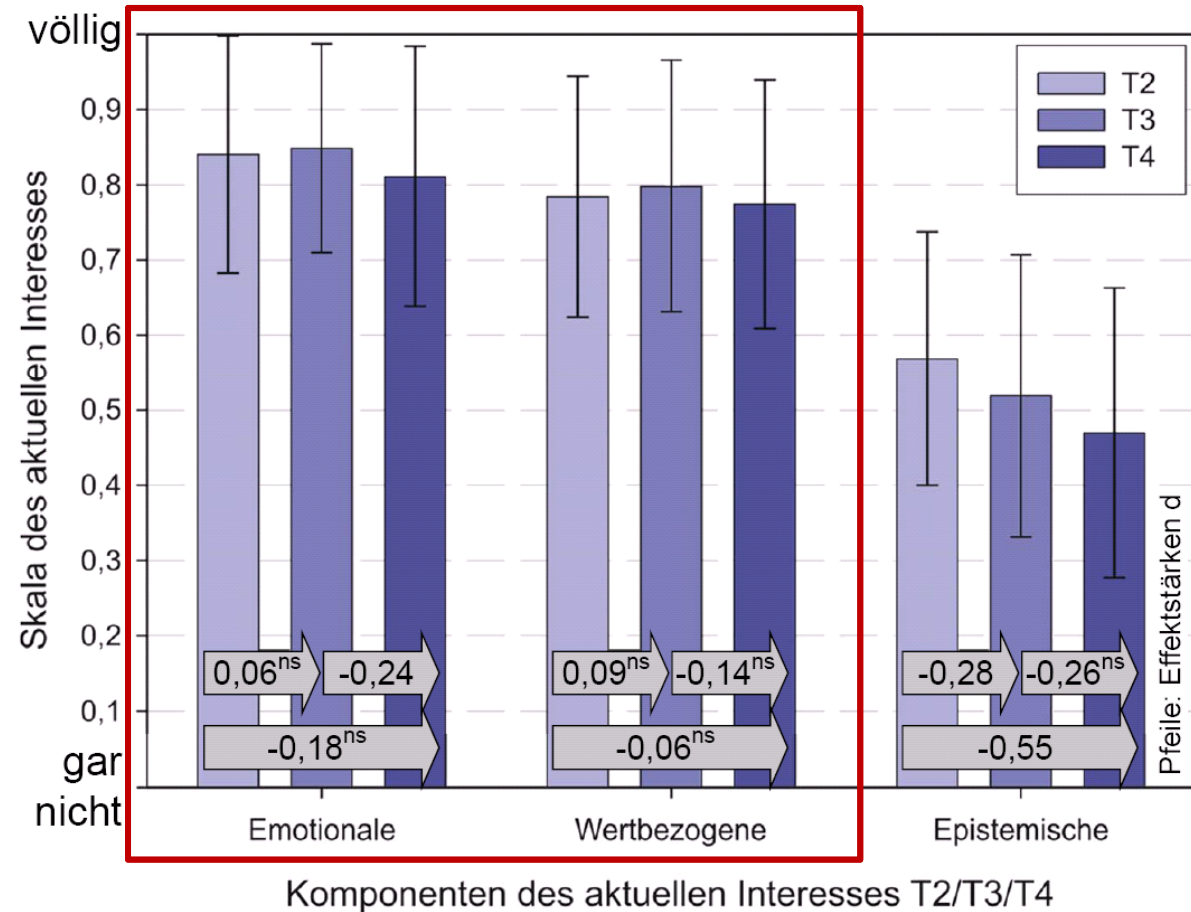
Situationales  
Interesse an  
Schülerlabor-Besuch  
N=83

Thema: Flugtechnik

T2:  
direkt nach Besuch

T3:  
nach 6-8 Wochen

T4:  
nach einem Jahr



*Pawek (2012)*

# Förderung von Interesse: Möglichkeiten und Grenzen

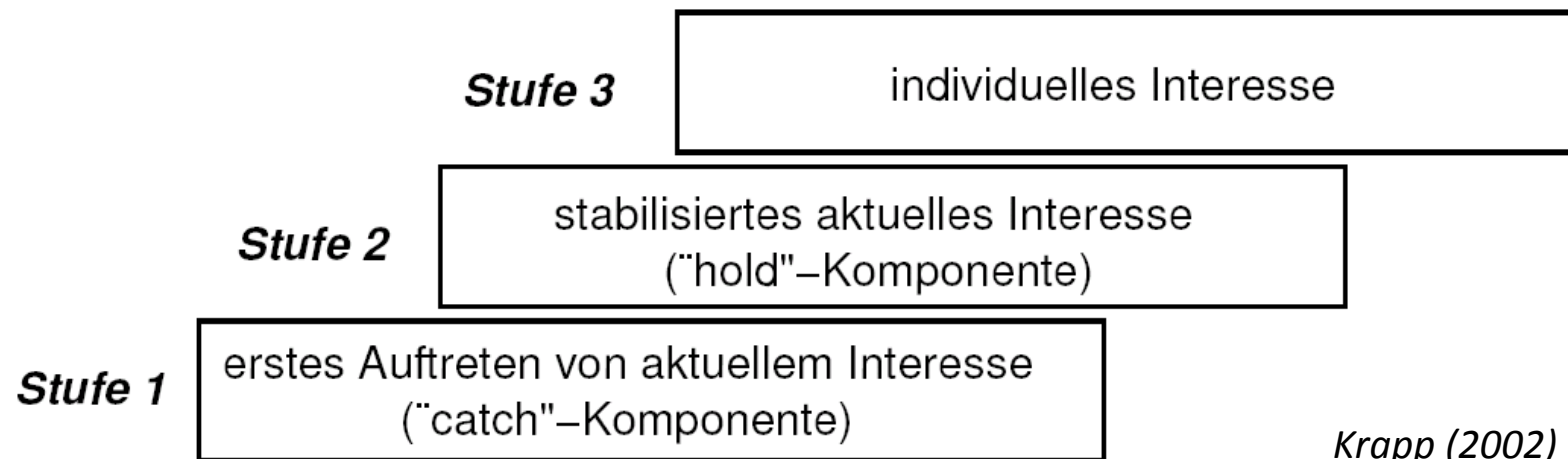
---

## Interesseentwicklung:

Stabilisierung des geweckten Interesses:

→ Passung zwischen individuellem Interesse und Handlungsgegenstand

→ Wahrgenommene Relevanz der Inhalte durch Einbindung verdeutlichen



*Krapp (2002)*

# Interesseentwicklung im *Aussenraum* abhängig von didaktischer Form

- ▶ Lehrpersonenunterstützte Gruppe, N=33, Niveau A&C
- ▶ Gruppenpuzzle-Gruppe, N= 34, Niveau A&C

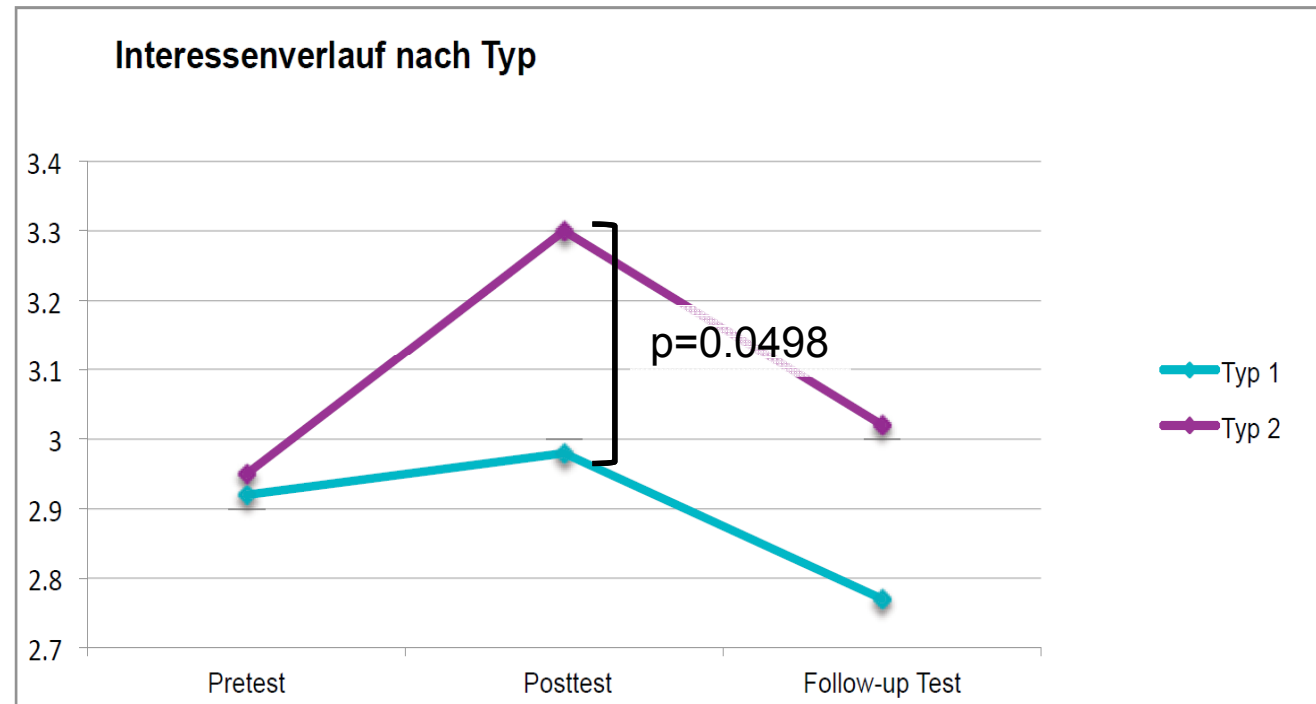
Thema:  
Nachhaltigkeit

kognitive,  
affektive und  
wertbezogene  
Komponente von  
Interesse

Pretest:  
direkt vor Besuch

Posttest:  
direkt nach Besuch

Follow-up Test:  
nach 2 Monaten



Brühlhart (2012)

## **Förderung von Interesse: Möglichkeiten und Grenzen**

---

- ▶ Nach dem Besuch:
  - höhere Motivation, mehr über Inhalte zu lernen
  - darauffolgender Unterricht wird positiver bewertet („Carry-Over“-Effekt),
  
- ▶ Aber: Mittelfristiger Abfall



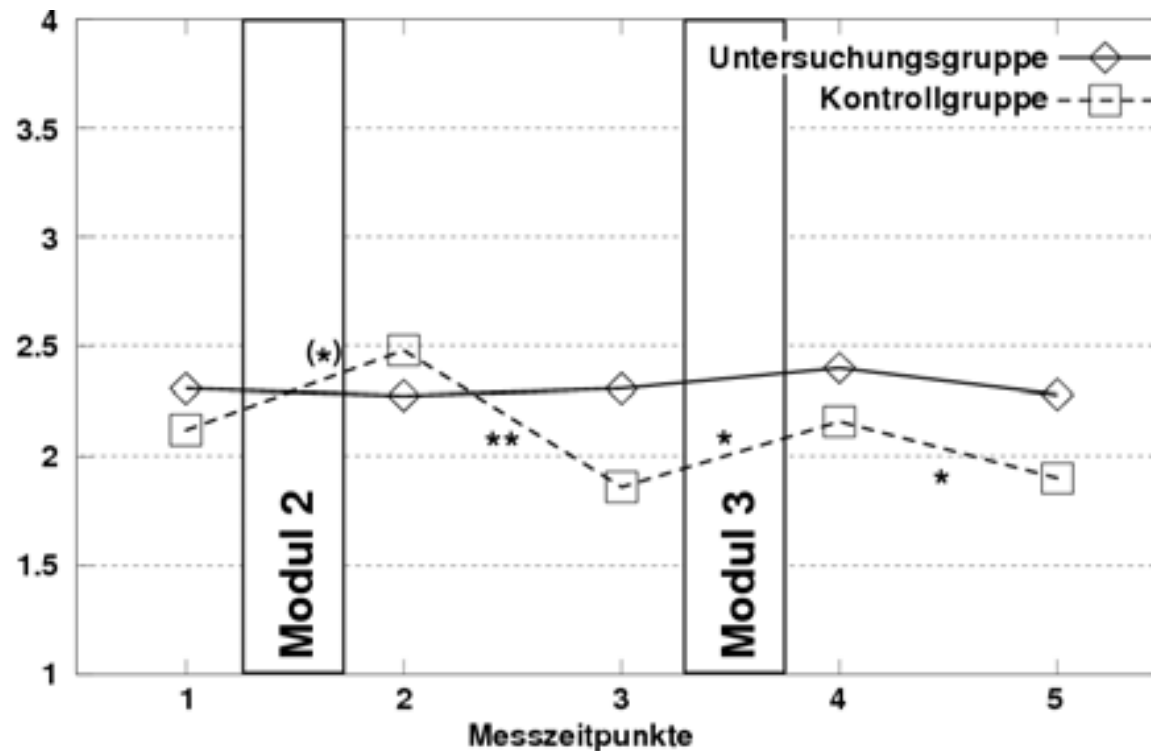
# Interesseentwicklung im *Schülerlabor* abhängig von Einbettung im Unterricht

Untersuchungsgruppe: Schülerlabor eingebunden in Unterricht, N=55

Kontrollgruppe: Keine Einbindung des Schülerlabors, N=18

Epistemische Komponente des Interesses an Optik:

Wunsch, mehr über die bearbeiteten Inhalte zu lernen



*Guderian et al. (2006)*

## **Förderung von Interesse: Möglichkeiten und Grenzen**

---

- ▶ Kein abnehmendes Interesse (mehr wissen wollen) bei der Einbindung des ALOs in den Unterricht
- ▶ Eher Tendenz zum Halten des Interessens bei einer Einbettung in den Unterricht.

Welche didaktischen und methodischen Konzepte führen an außerschulischen Lernorten zu einem anhaltenden **Lernzuwachs**?



# Lernzuwachs im *Schülerlabor und Museum*, in Abhängigkeit der didaktischen Form

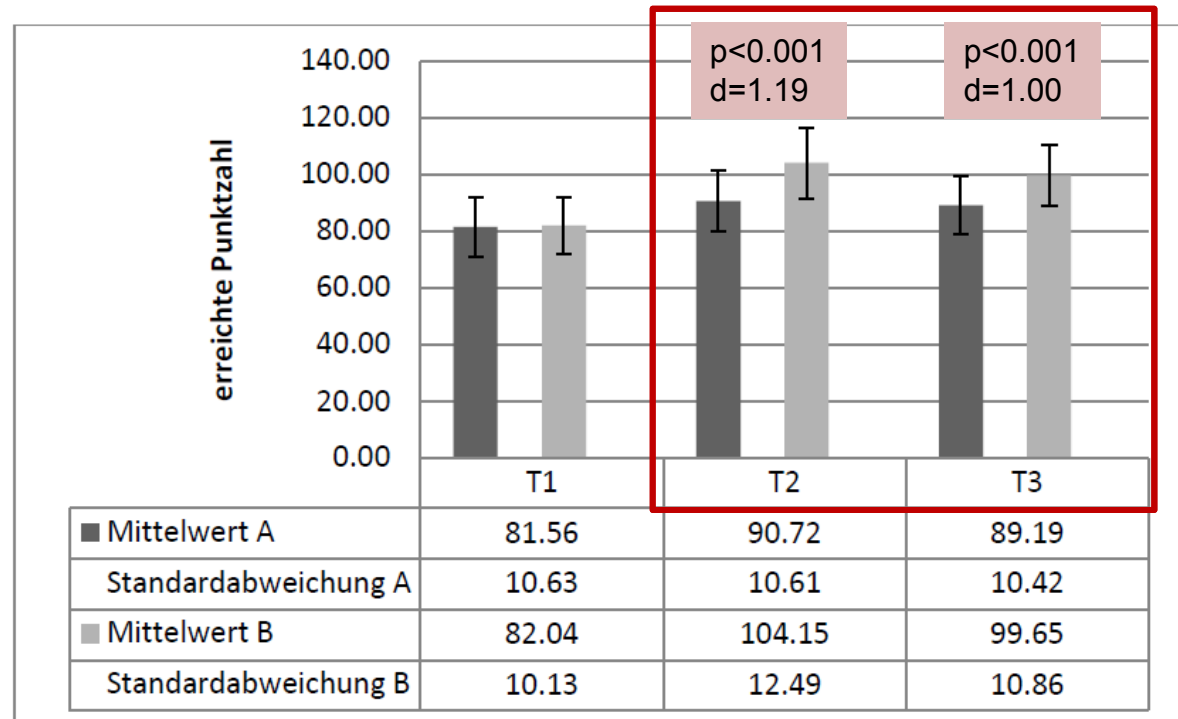
- A offene Lernform, N=36, Niveau A&B  
(Schülerlabor: Postenarbeit mit Kurzbesprechung/ Museum: Freiarbeit )
- B strukturiert offene Lernform, N=34, Niveau B  
(kürzere Posten- bzw. Freiarbeit, dafür je eine *Schlussbesprechung*)

½ Tag im Schülerlabor  
½ Tag im Museum  
zu Flugzeug/Fliegen

T1:  
Direkt vorher

T2:  
Direkt danach

T3:  
5 Wochen danach



Hug (2014), PH Luzern

# **Förderung des Kompetenzerwerbs: Möglichkeiten und Grenzen**

---

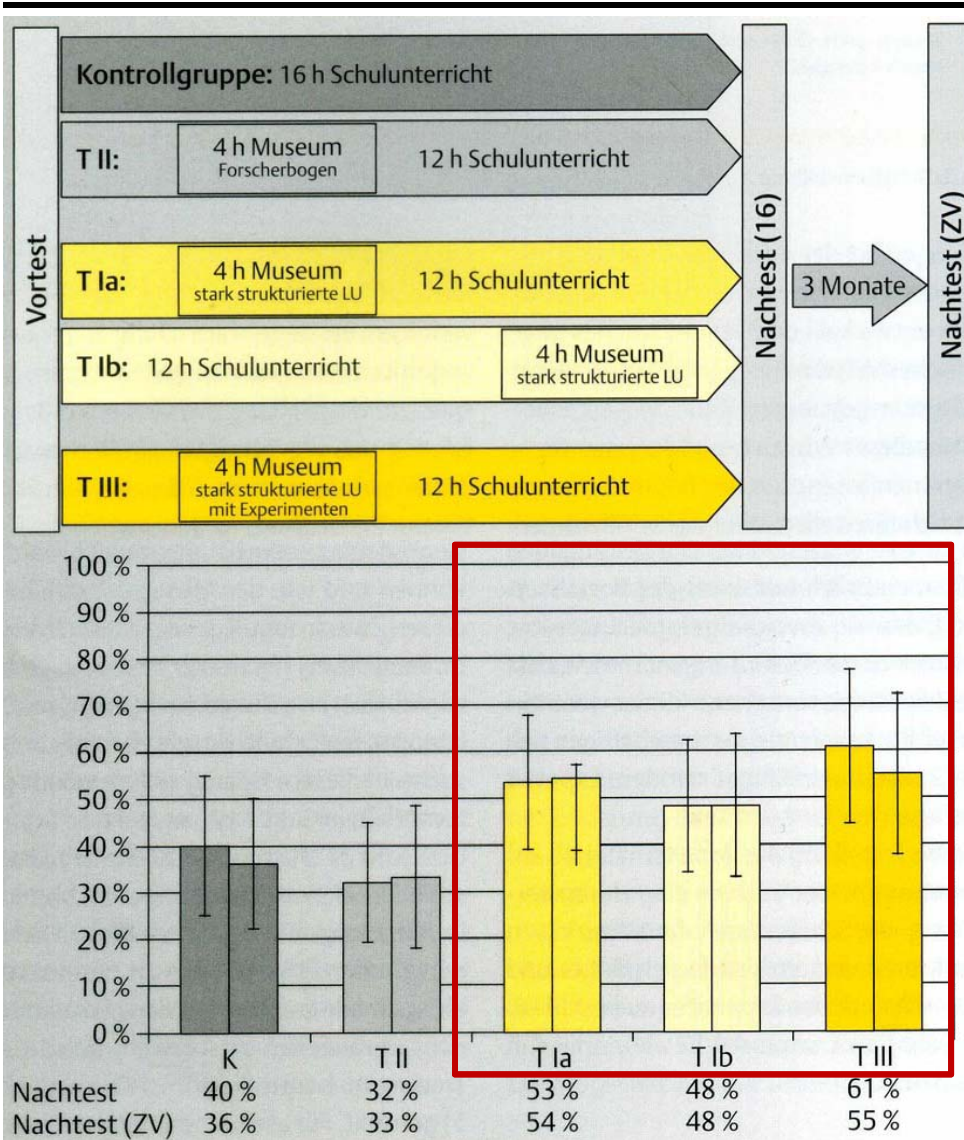
## **Problem: Entwicklung von Fehlkonzepten**

- ▶ Konstruktivistische Theorie des Lernens: Lernen als ein Aufbauen auf bereits bestehenden Strukturen
- ▶ Schüler/innen bilden selbständig überraschende, aber leider z.T. auch vollkommen falsche Konzepte aus  
*(Anderson et al., 2000)*
- ▶ Selbstgesteuertes experimentieren und laborieren kann Präkonzepte (evtl. Fehlkonzepte) der Lernenden bestärken

## **Lösung: Scaffolding**

Intensiveres Unterstützung des Lernprozesses auch an ALO  
... verhindert Entwicklung von Fehlkonzepten  
... erhöht Kompetenzzuwachs

# Lernzuwachs bei *Museumsbesuch*, in Abhängigkeit der didaktischen Form



Positive Erfahrungen bei eingebettetem Museumsbesuch (Optik), wenn

- ▶ Lernmaterial stark strukturiert ist
- ▶ Museumsbesuch an den Anfang gestellt wird
- ▶ Lücken durch Lehrperson geschlossen werden

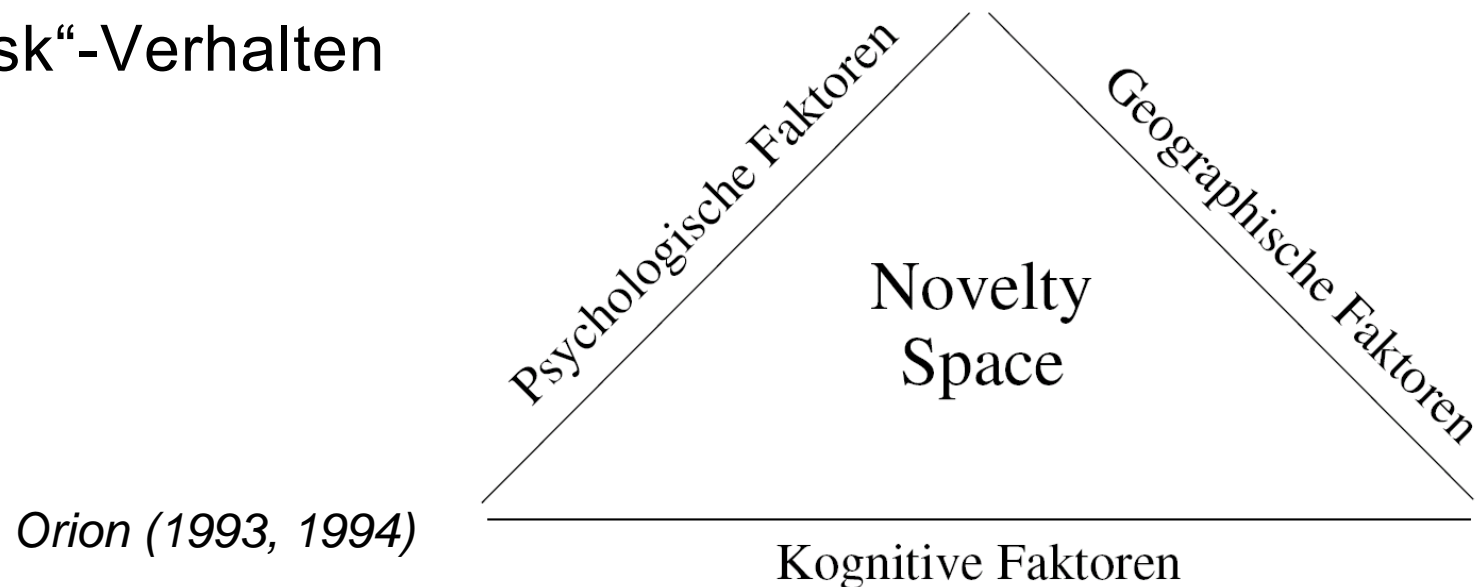
Waltner & Wiesner (2009)

# Förderung des Kompetenzerwerbs: Möglichkeiten und Grenzen

---

## Problem: Kognitive Belastung durch neue Umgebung

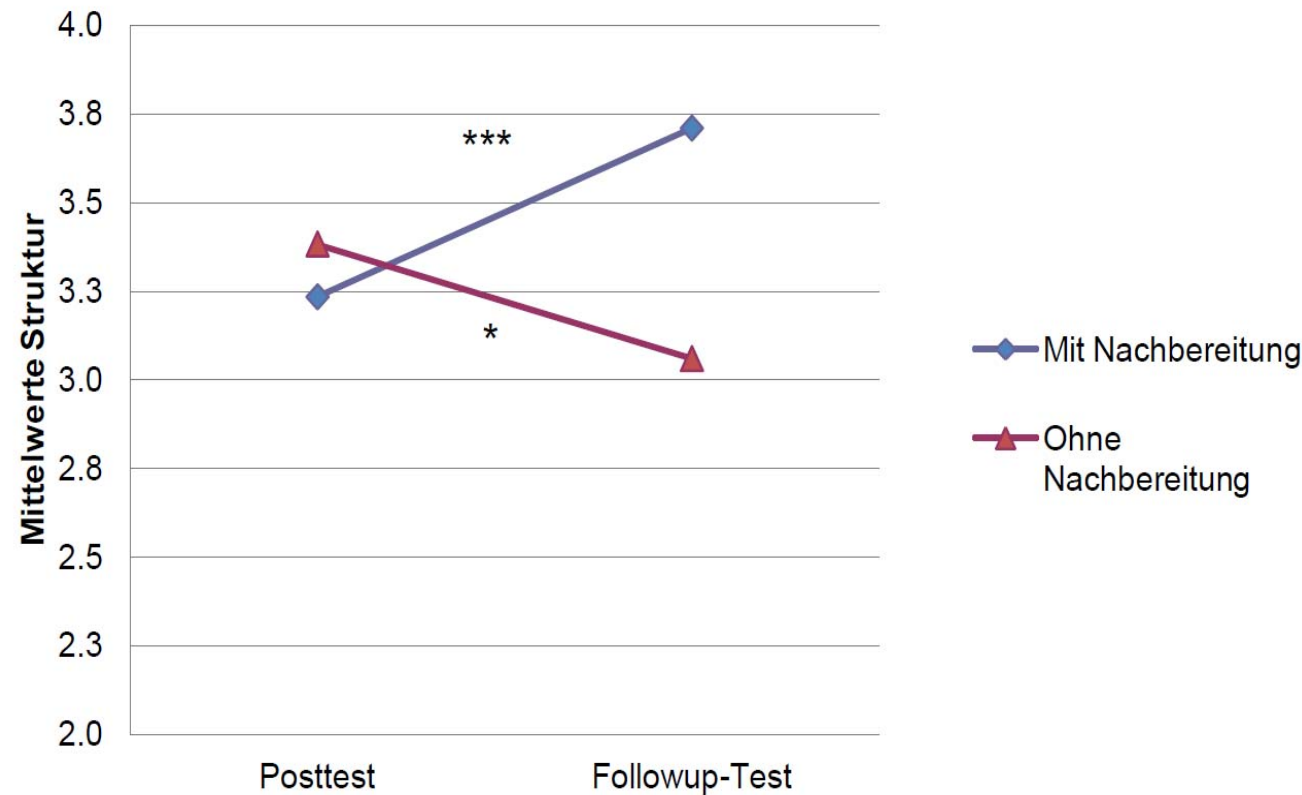
- ▶ Überforderung,
- ▶ höhere Vergessenseffekte,
- ▶ „Off-task“-Verhalten



Reduktion des „Novelty Space“  
an mindestens einem der drei Bereiche

# Lernzuwachs bei *Besuch Aussenraum*, in Abhängigkeit von Nachbereitung

Mit Nachbereitung: ½ Tag im Feld, 1h Planspiel in Schulzimmer, N=37  
Ohne Nachbereitung: ½ Tag im Feld, N=40



Kompetenzerwerb  
wurde über  
Concept-Maps  
gemessen

*Gisler, Hodel,  
Zraggen (2011),  
PH Luzern*



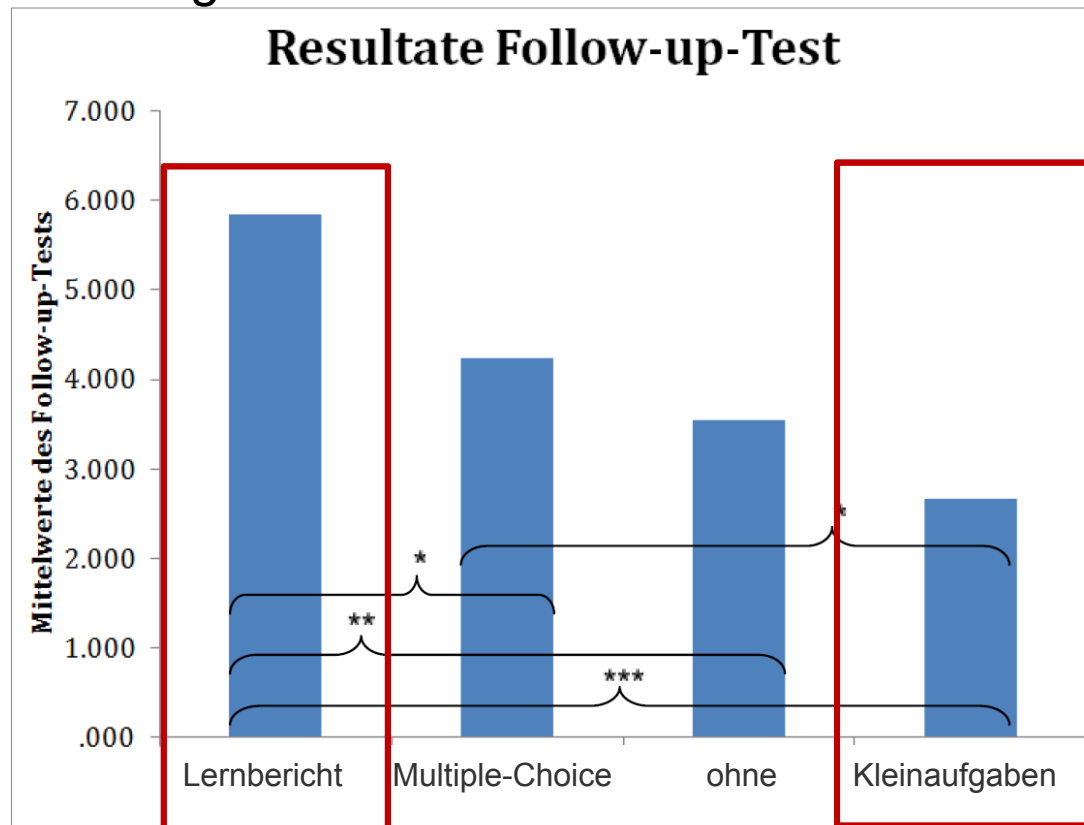
# Lernzuwachs bei Besuch *Aussenraum*, in Abhängigkeit der Nachbereitung

Lernbericht: Adressatenspezifisch mit konkreten Aufgabestellungen

Multiple-Choice: Auswählen mit schriftlicher Begründung

ohne: Keine Nachbereitung

Kleinaufgaben: Arbeitsblätter zum Einfüllen und Sortieren von Begriffen



Technikfolge-  
abschätzung an  
Fließgewässer

N=68

## **Förderung des Kompetenzerwerbs: Möglichkeiten und Grenzen**

---

### **Nachbereitung: Top**

- ▶ Adressaten spezifische Lernberichte mit konkreten Aufgabestellungen
- ▶ Themenspezifische Lernspiele bzw. Planspiele

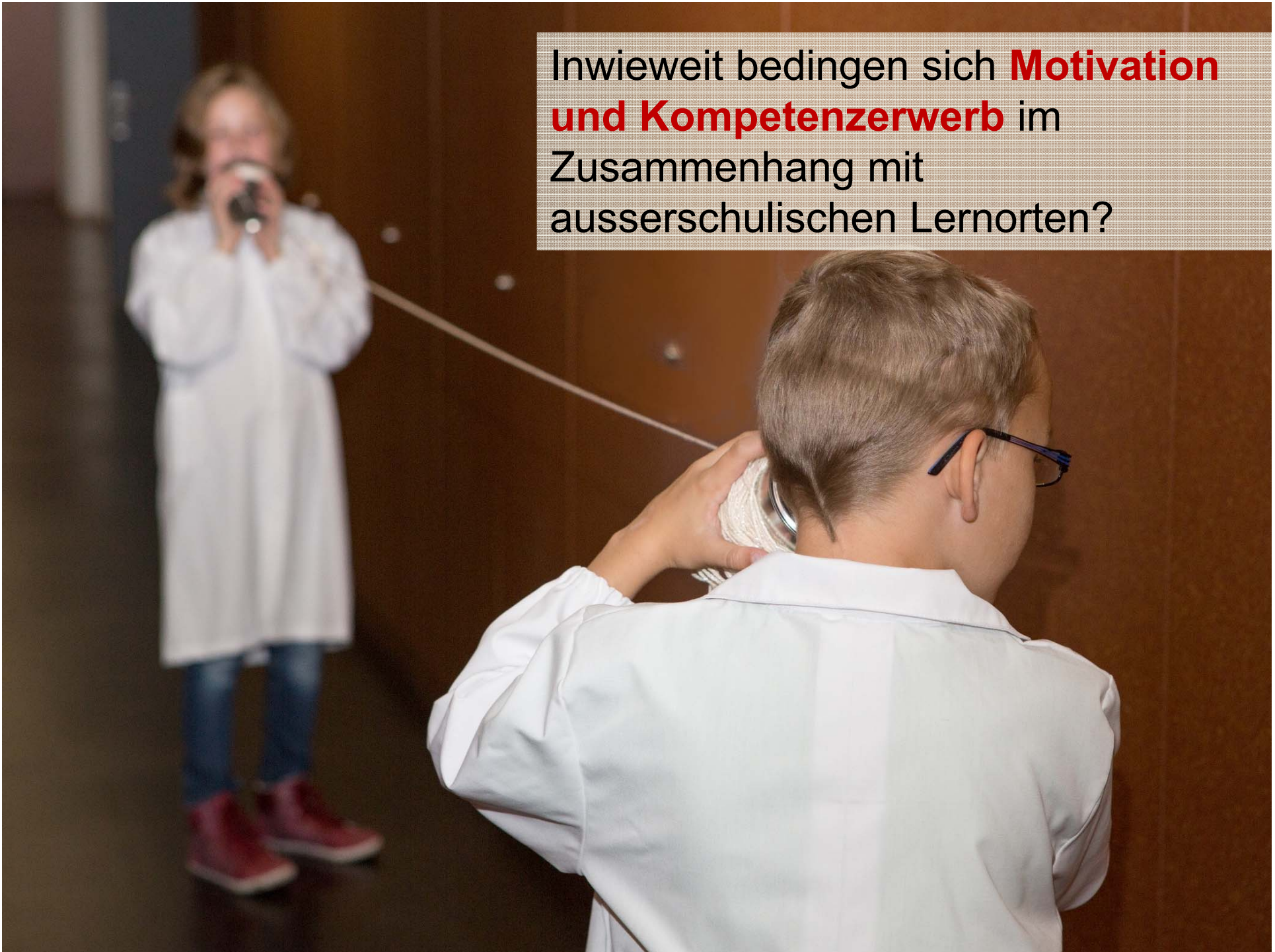
### **Nachbereitung: OK**

- ▶ Multiple-Choice mit Begründung

### **Nachbereitung: Flop**

- ▶ Arbeitsblätter zum Einfüllen und Sortieren von Begriffen
- ▶ Keine Nachbereitung

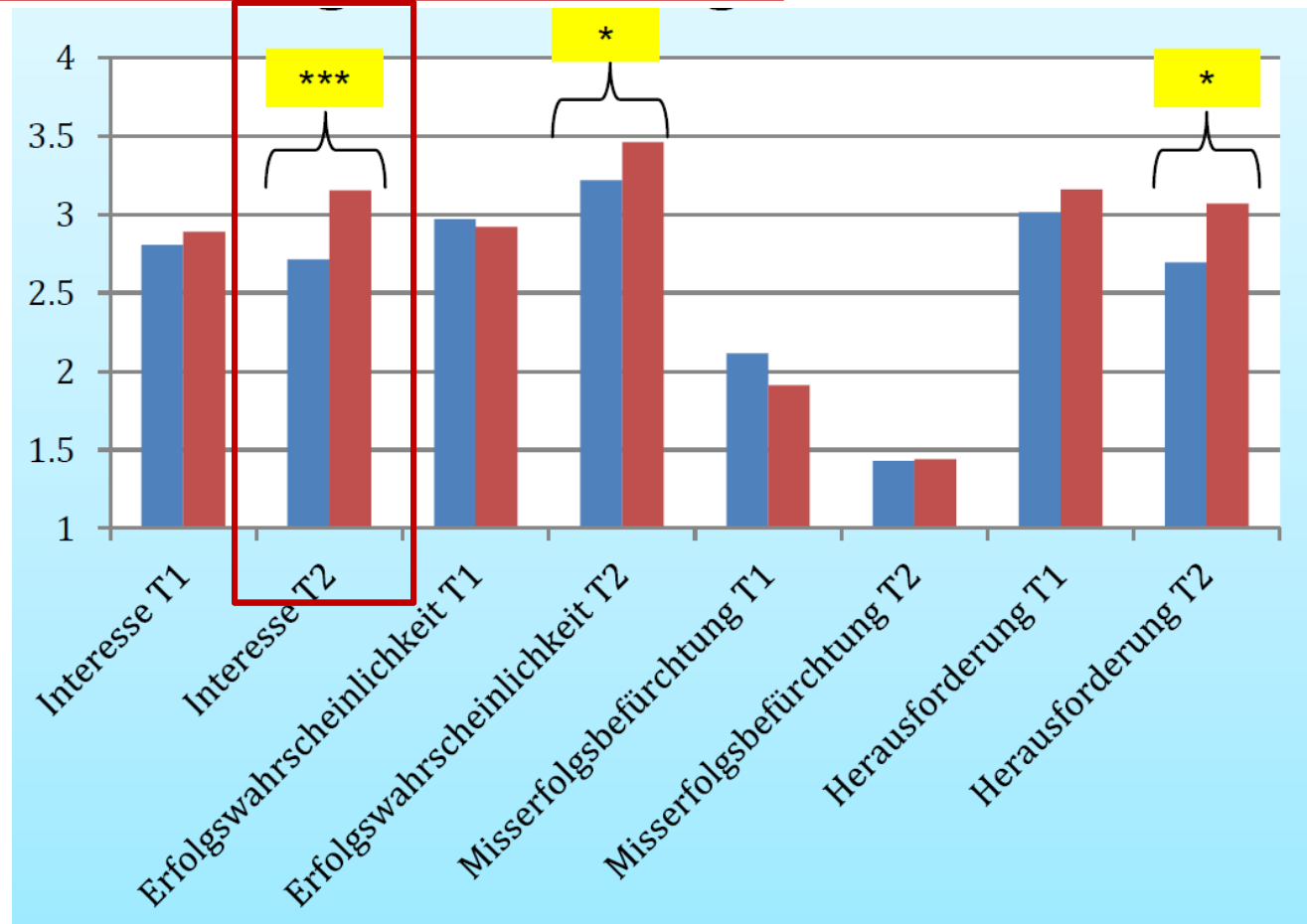
Inwieweit bedingen sich **Motivation und Kompetenzerwerb** im Zusammenhang mit außerschulischen Lernorten?



# Interesseentwicklung im *Schülerlabor* abhängig von didaktischer Form

■ Gruppe offen (Stationenarbeit mit Experimenten), N=45, Niveau A&B  
■ Gruppe geführt (Arbeitsaufträge mit Experimenten), N=44, Niveau B&C

halber Tag  
 im Schülerlabor  
 T1:  
 1 Woche vorher  
 T2:  
 1 Woche danach

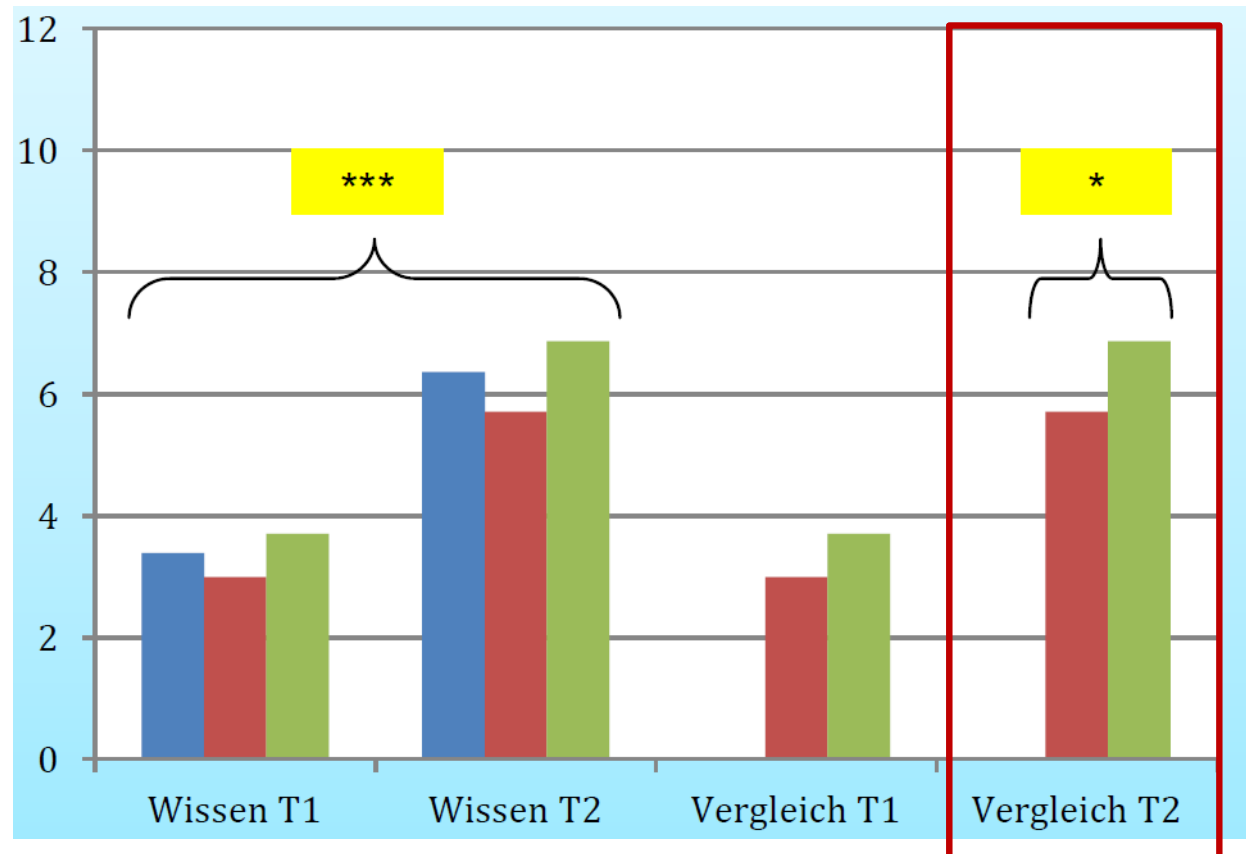


Bärholz (2015)

# Lernzuwachs im *Schülerlabor* abhängig von didaktischer Form

- Gruppe offen (Stationenarbeit mit Experimenten), N=45, Niveau A&B
- Gruppe geführt (Arbeitsaufträge mit Experimenten), N=44, Niveau B&C

halber Tag  
im Schülerlabor  
T1:  
1 Woche vorher  
T2:  
1 Woche danach



Bärholz (2015)

# **Förderung von Interesse und Kompetenz: Möglichkeiten und Grenzen**

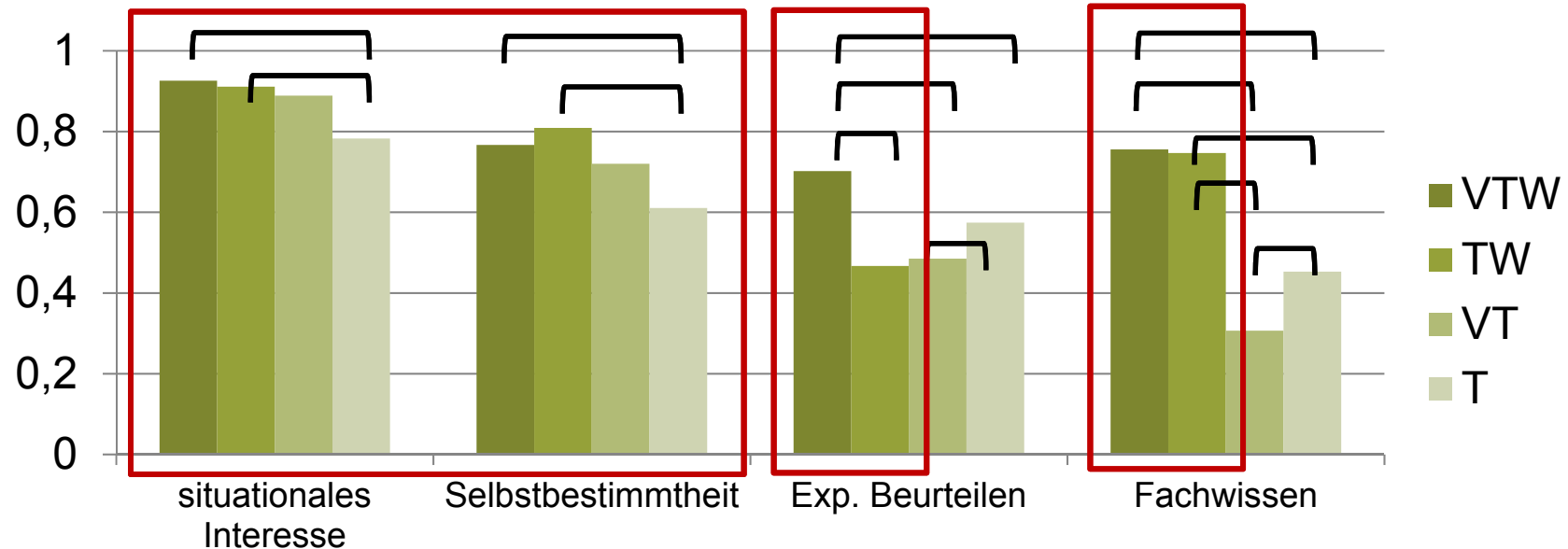
---

- ▶ Stärker geführtes Experimentieren im Schülerlabor zeigt
  - ... sowohl hinsichtlich Lernzuwachs
  - ... als auch hinsichtlich situationalem Interesse, Erfolgserwartung und erlebter Herausforderungbessere Ergebnisse als Experimentieren in frei wählbaren Stationen.

# Interesse & Kompetenzen im *Science Center*, abhängig von Vorbereitung und Workshop

VTW:	Vorbereitung & Ausstellungsbesuch & Workshop	N=105
TW:	Ausstellungsbesuch & Workshop	N=82
VT:	Vorbereitung & Ausstellungsbesuch	N=92
T:	Ausstellungsbesuch	N=82

Thema Forschungsmethodik in Naturwissenschaften u. Technik, 5./6. Prim



Vollmeier & Wilhelm (in Vorb.)

# Förderung von Interesse und Kompetenz: Möglichkeiten und Grenzen

---

- ▶ Gezielte Vorbereitung auf den Besuch eines Workshops im Science-Center erhöht sowohl das Interesse wie auch die Kompetenz der SuS.
- ▶ Sowohl das situationale Interesse wie auch das Gefühl von Selbstbestimmtheit sind höher, wenn die SuS neben der Ausstellung einen geführten Workshop besuchen können.  
Obwohl ihre Selbstbestimmtheit dadurch eingeschränkt wird.



# Langeweile & Interesse im *Schülerlabor*, abhängig vom Lernort

SCOL & School: Schülerlabor eingebettet in Unterricht,	N=294
School: Unterricht mit Experimenten wie Schülerlabor,	N=310
SCOL: Arbeit im Schülerlabor inkl. Teil der Schule,	N=290
Control: Kontrollgruppe ohne thematischen Unterricht,	N=238

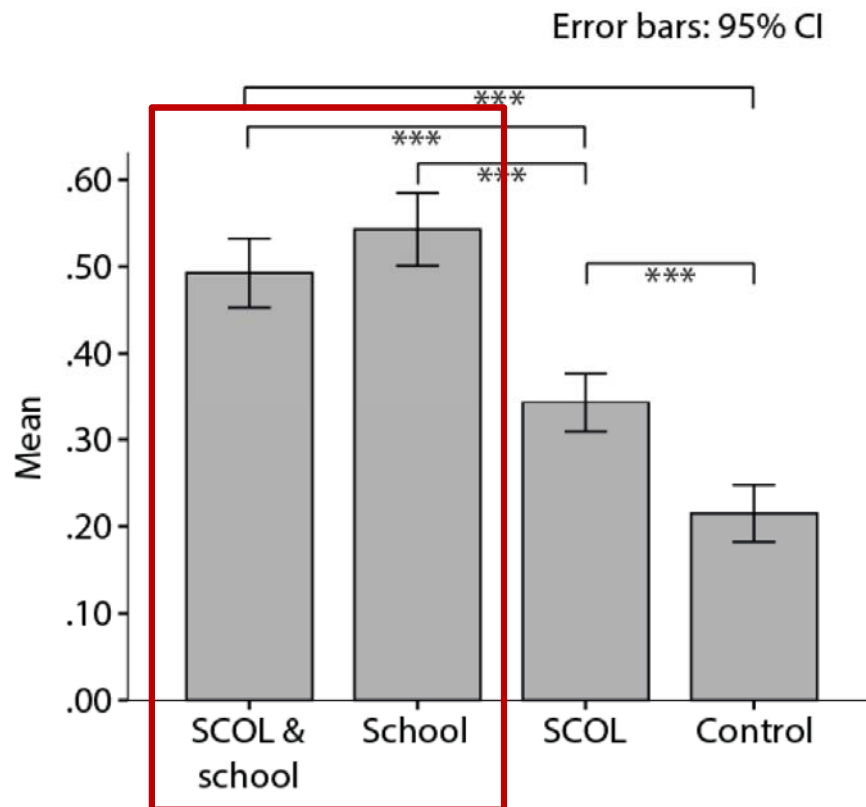
Thema Lebensmittelchemie (Kartoffelstärke)

z-standardisierte Werte; Referenz ist die Kontrollgruppe	Langeweile		Situationales Interesse	
	Theoretischer Teil	Praktischer Teil	Theoretischer Teil	Praktischer Teil
	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
School	-.25	-.24	.36 **	.47 **
SCOL (ALO)	-.25	-.32 *	.26	.58 **
SCOL (ALO) & School	-.25	-.30 *	.18	.47 **

\* $p < .05$ . \*\*  $p < .01$

# Lernzuwachs im *Schülerlabor*, abhängig vom Lernort

SCOL&School:	Schülerlabor eingebettet in Unterricht,	N=294
School:	Unterricht mit Experimenten wie Schülerlabor,	N=310
SCOL:	Arbeit im Schülerlabor inkl. Teil der Schule,	N=290
Control:	Kontrollgruppe ohne thematischen Unterricht,	N=238



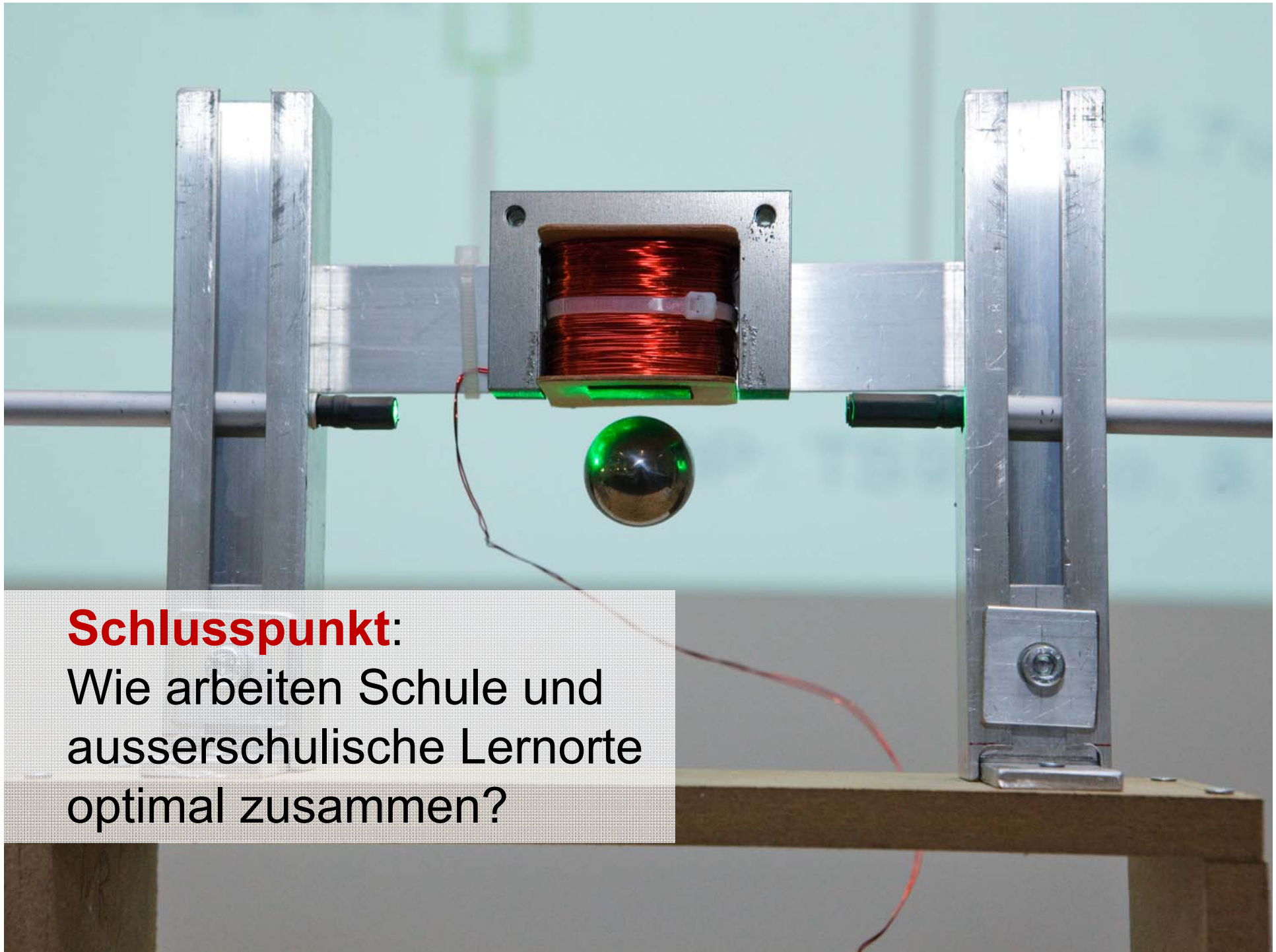
Thema Chemie:  
Höchster Lernzuwachs bei eingebettetem Schülerlaborbesuch oder, wenn in Schule analoge Experimente des Schülerlabors durchgeführt

*Itzek-Geulich (2015)*

# **Förderung von Interesse und Kompetenz: Möglichkeiten und Grenzen**

---

- ▶ Wenn ein ausserschulischer Lernort (ALO) keine **Authentizität** bieten kann, scheint er  
... weder hinsichtlich situationalem Interesse  
... noch hinsichtlich Lernzuwachs  
gegenüber dem Unterricht im Schulzimmer im Vorteil zu sein.
- ▶ Vorteile hat ein ALO höchstens hinsichtlich verringerter Langeweile, aber Achtung: «Novelty Space»



**Schlusspunkt:**

Wie arbeiten Schule und  
ausserschulische Lernorte  
optimal zusammen?

## Schlusspunkt: Wie arbeiten Schule und ausserschulische Lernorte optimal zusammen?

---

- ▶ Besonders lernwirksam und interessenfördernd sind Besuche von ausserschulischen Lernorten,

**ALO** ... die eine hohe **Authentizität** (kontextbezogen) aufweisen,

**ALO** ... die zwar die **Selbsttätigkeit** der Lernenden fördern (z.B. Experimentieren),

LP

**ALO** ... aber gleichzeitig ganz konkrete Arbeitsanforderungen stellen (hoher Grad an **Strukturierung**),

LP

**ALO** ... den Lernenden die Lernfortschritte immer wieder bewusst machen (zeitnahes **Feedback**)

LP

... und die eingebettet sind im **Unterricht** (Vor- und/oder Nachbearbeitung des Besuchs).

LP

*(vgl. Alfieri et al., 2011; Bärholz, 2015; Hug, 2014; Itzek-Greulich, 2015, Wilde et al., 2003)*

DANK E!

# Literatur 1

---

- Anderson, D., Lucas, K. B., Ginns, I. S. & Dierking, L. D. (2000). Development of Knowledge about Electricity and Magnetism during a Visit to a Science Museum and Related Post-Visit Activities. *Science Education*, 84 (5), 658–679.
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning?. *Journal Of Educational Psychology*, 103(1), 1-18.
- Bärholz, D. (2015). „Erste Hilfe“ im Lernlabor – Auswirkung zweier Unterrichtsmethoden auf das Interesse und die Lernwirksamkeit. PH Luzern Masterarbeit.
- Baumgartner, N. (2010). Naturwissenschaftliche Interessen von Jugendlichen Untersuchung zu den Interessen der Jungen und Mädchen an den Zentralschweizer Lehrplanthemen Naturlehre. PH Luzern Masterarbeit.
- BFS/EDK (Hrsg.) (2007). PISA 2006: Kompetenzen für das Leben – Schwerpunkt Naturwissenschaften. Nationaler Bericht. Neuchâtel: BFS/EDK.
- Brovelli, D., Niederhäuser von, R. & Wilhelm, M. (2011). Ausserschulische Lernorte in der Lehrpersonenbildung. *Beiträge zur Lehrerbildung* 29 (3), 342-352.
- Brovelli, D., Wilhelm, M., Rehm, M. & Kauertz, A. (2011). Professionelle Kompetenz und Berufsidentität in integrierten und disziplinären Lehramtsstudiengängen der Naturwissenschaften. *Kiel: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 17, 57-87.
- Brühlhart, K. (2012). Ausserschulisches Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht Veränderung des Umweltbewusstseins und des Interesses aufgrund einer Waldexkursion. PH Luzern Masterarbeit.
- Eiholzer, Ch. (2013). Effekt der Nachbereitung auf den Lernzuwachs – Untersuchung im Bereich des ausserschulischen Lernens am Fluss. PH Luzern Masterarbeit.
- Gisler, C., Hodel, L. & Zraggen, M. (2011). Auswirkungen einer ausserschulischen Unterrichtssequenz auf Motivation und Lernzuwachs. PH Luzern Masterarbeit.
- Guderian, P., Priemer, B. & Schön, L.-H. (2006). In den Unterricht eingebundene Schülerlaborbesuche und deren Einfluss auf das aktuelle Interesse an Physik. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 2/5, 142-149.
- Hofmann, F. (2015) Gestaltung von schriftlichen summativen Prüfungen im naturwissenschaftlichen Unterricht – ein Vergleich zwischen der Theorie und der Praxis von Lehrpersonen. PH Luzern Masterarbeit.
- Hug, F. (2014), Ausserschulisches Lernen im Physikunterricht – Einfluss der Unterrichtsstruktur eines Projekttags im Lernlabor und im Verkehrshaus auf die Lernwirksamkeit. PH Luzern Masterarbeit.



# Literatur 2

---

- Ilz (2013). Die Lehrmittelsituation in den Fachbereichen im Hinblick auf die Einführung des Lehrplans 21.  
[https://www.lehrplan.ch/sites/default/files/ilz\\_Bericht%20zur%20Lehrmittelsituation\\_public.pdf](https://www.lehrplan.ch/sites/default/files/ilz_Bericht%20zur%20Lehrmittelsituation_public.pdf)
- Itzek-Greulich, H., Flunger, B., Vollmer, C., Nagengast, B., Rehm, M., & Trautwein, U. (under review). Effects of a science center outreach lab on school students' achievement – Are student lab visits needed when they teach what students can learn at school? *Learning and Instruction*, XXX.
- Krapp, A. (2002a): An educational-psychological theory of interest and its relation to selfdetermination theory. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Eds.): *The handbook of selfdetermination research* (pp. 405-427). Rochester: University of Rochester Press.
- Labudde, P., Börlin, J. & Beerenwinkel, A. (2014). Das MINT-Nachwuchsbarometer: Ergebnisse der Studie. Präsentation am 11.11.2014. 7. SATW-Tagung Ingenieurnachwuchsförderung: Konsequenzen aus dem MINT-Nachwuchsbarometer.  
[www.mint-nachwuchsbarometer.ch](http://www.mint-nachwuchsbarometer.ch). Brugg.
- Lagler E. & Wilhelm M. (2013). Zusammenhang von Schülerleistung und Fachausbildung der Lehrkräfte in den Naturwissenschaften – eine Pilotstudie zur Situation in der Schweiz. *Chimica etc. Didacticae*, 108/38, 47-70.
- Landert, C. (2000). Lehrerweiterbildung vor einem Entwicklungsschub. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 18(3), 372-378.
- Orion, N. (1993). A Model for the Development and Implementation of Field Trips as an Integral Part of the Science Curriculum. *School Science and Mathematics*, 93 (6), 325–331.
- Pawek, C. (2012). Schülerlabore als nachhaltig das Interesse fördernde ausserschulische Lernumgebungen. In D. Brovelli, K. Fuchs, R. von Niederhäusern & A. Rempfler (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung an Ausserschulischen Lernorten*. Tagungsband zur 2. Tagung Ausserschulische Lernorte (S. 69–94). Münster/Wien/Zürich: LIT.
- Schaub, B. (2012). *Biologieprüfungen – Ansprüche der Fachdidaktik und der Lernenden im Vergleich zur realen Situation*. PH Luzern Masterarbeit.
- Waltner, C., Wiesner, H. (2009): Lernwirksamkeit eines Museumsbesuchs im Rahmen von Physikunterricht. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 15, 195 - 217.
- Wilde, M., Urhahne, D. & Klautke, S. (2003). Unterricht im Naturkundemuseum: Untersuchung über das richtige «Mass» an Instruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 9, 125–134.

