

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

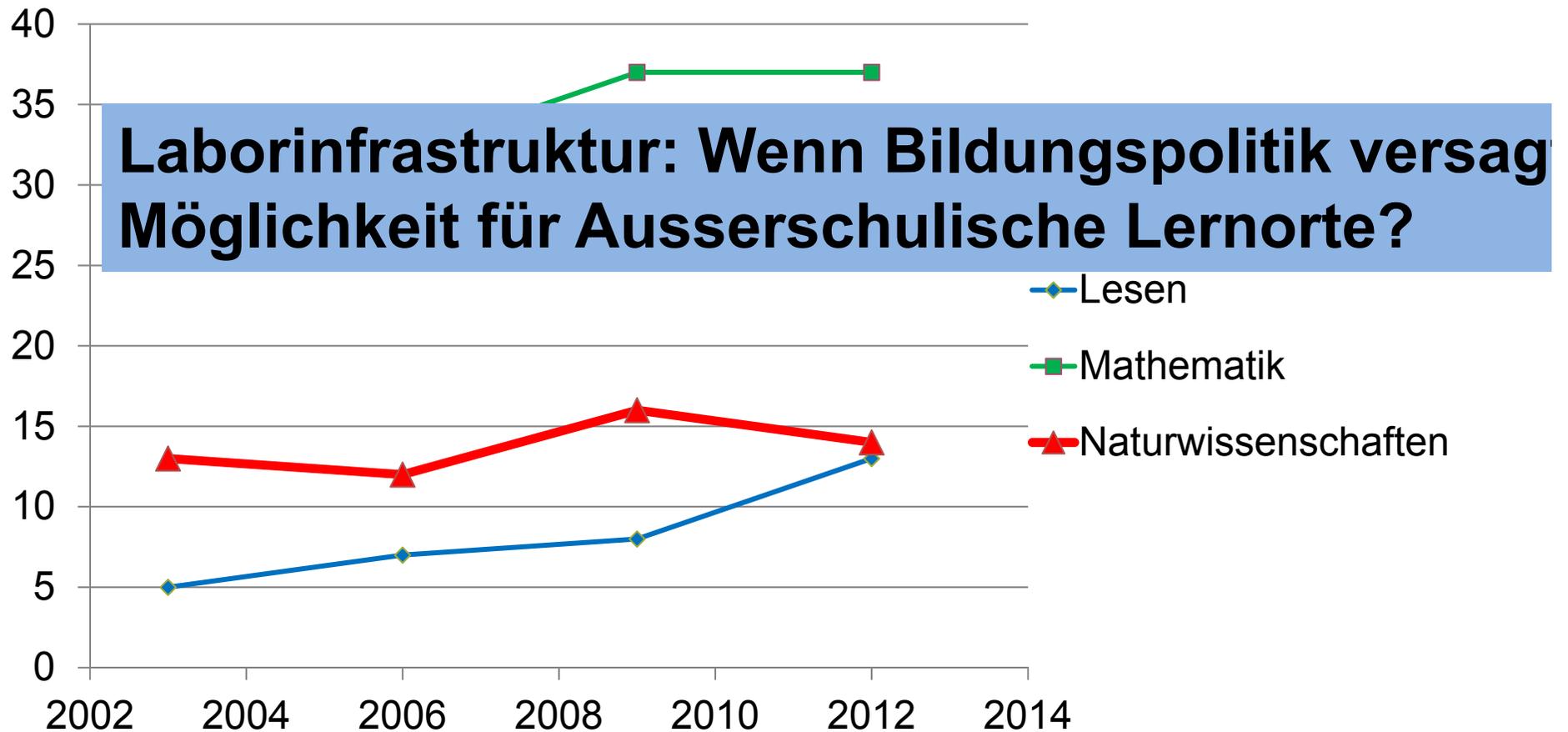
- ▶ Es gibt Sek-I-Schulzentren, in denen kein oder nur ein unterausgerüsteter naturwissenschaftlicher Raum zur Verfügung steht, z.B. aus Geldmangel keine Mikroskope

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

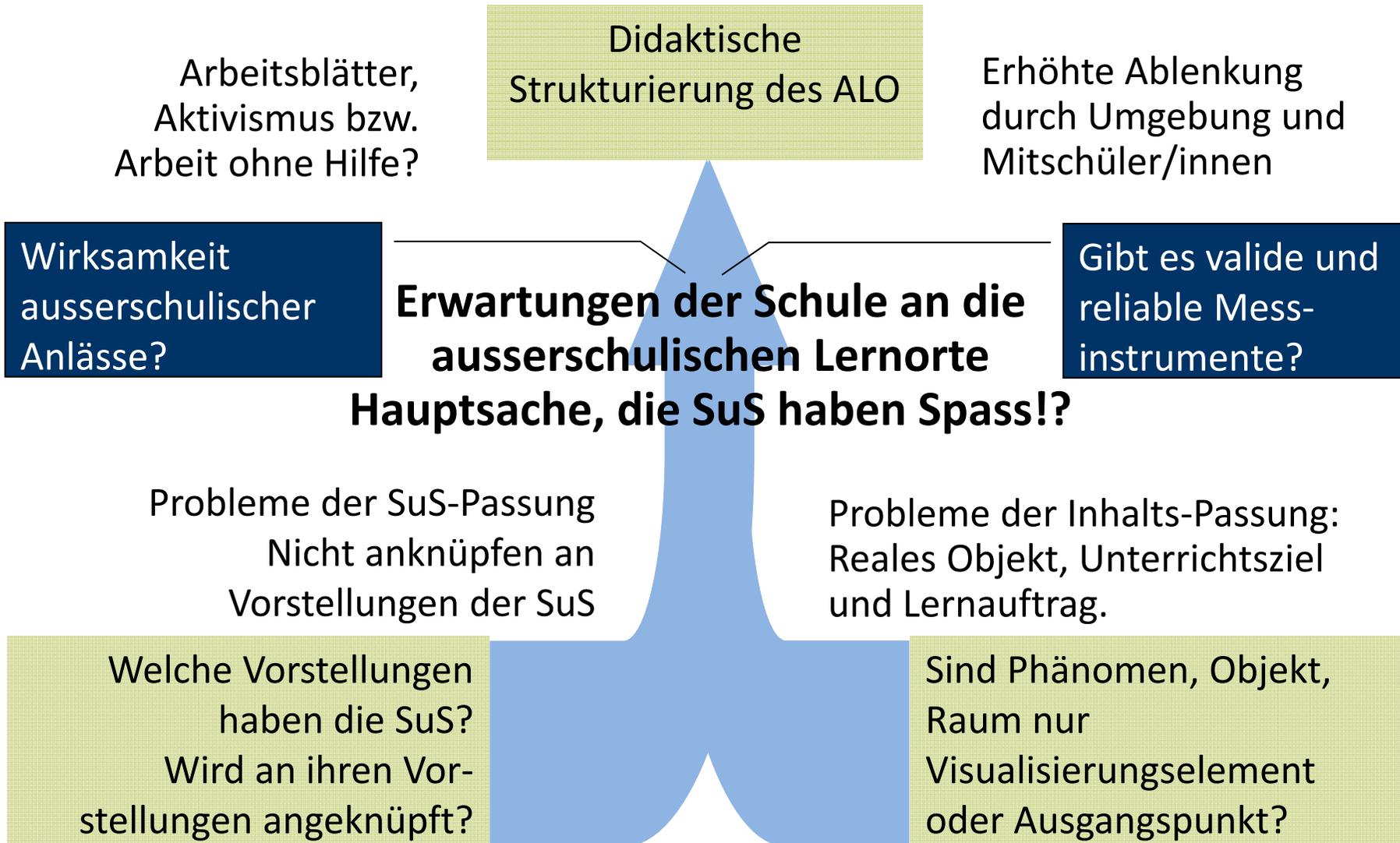
Berührungängste abbauen

Technikfeindlichkeit
Technikgläubigkeit

Nachwuchssicherung MINT

Individuelles Verhalten ändern

Chancen eines außerschulischen Lernorts zu Technik



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



Interesseentwicklung im *Schülerlabor* langfristige Entwicklung

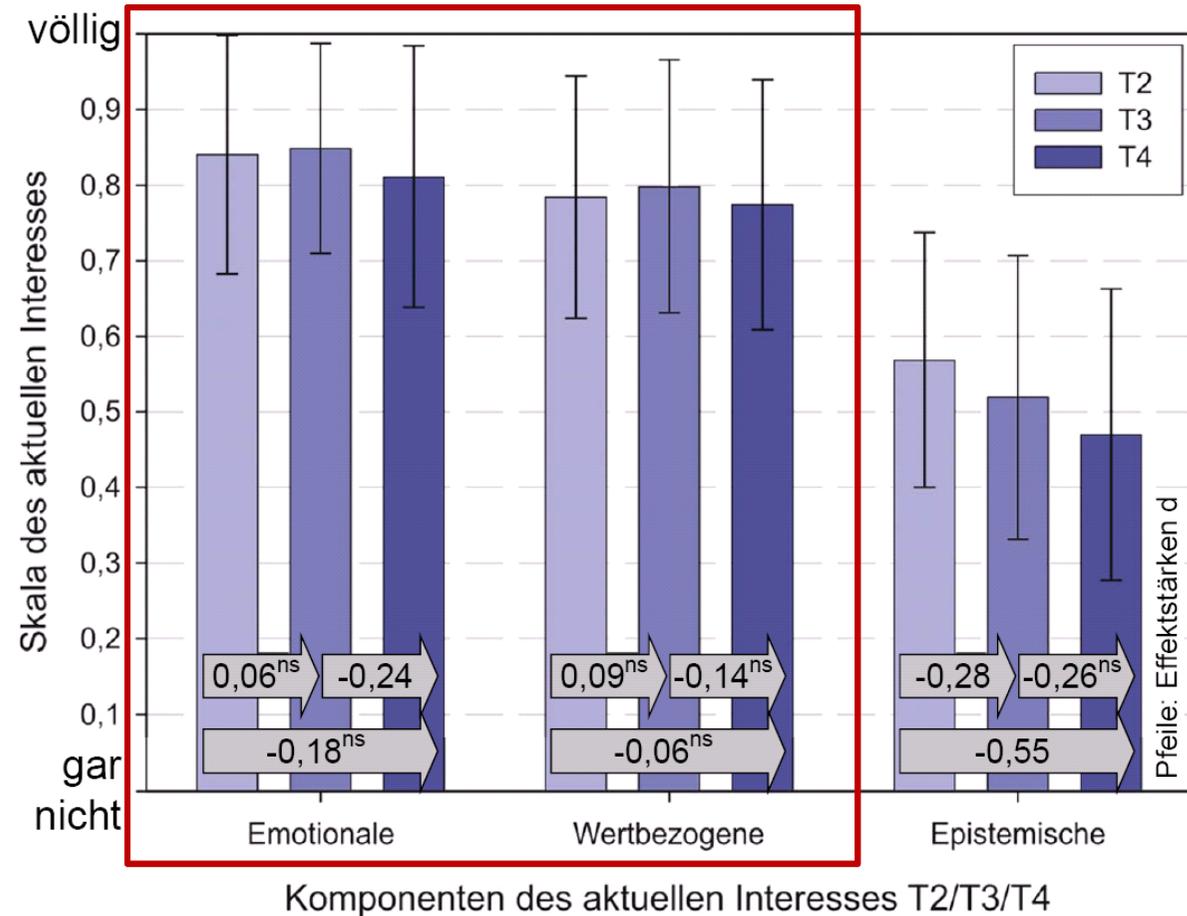
Situationales
Interesse an
Schülerlabor-Besuch
N=83

Thema: Flugtechnik

T2:
direkt nach Besuch

T3:
nach 6-8 Wochen

T4:
nach einem Jahr



Pawek (2012)

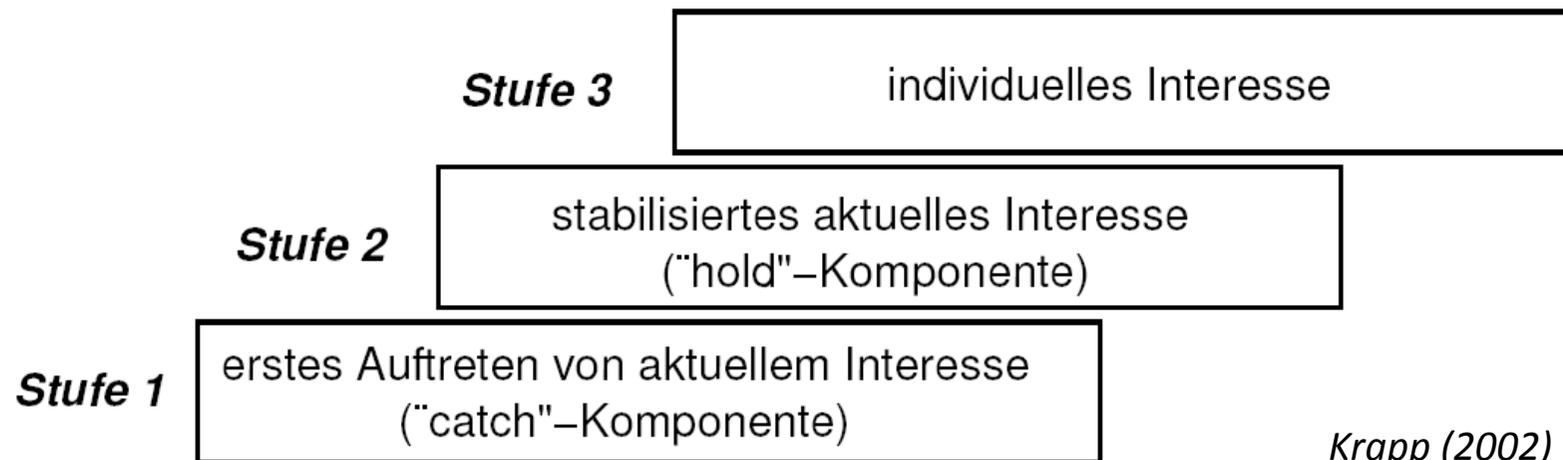
Förderung von Interesse: Möglichkeiten und Grenzen

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

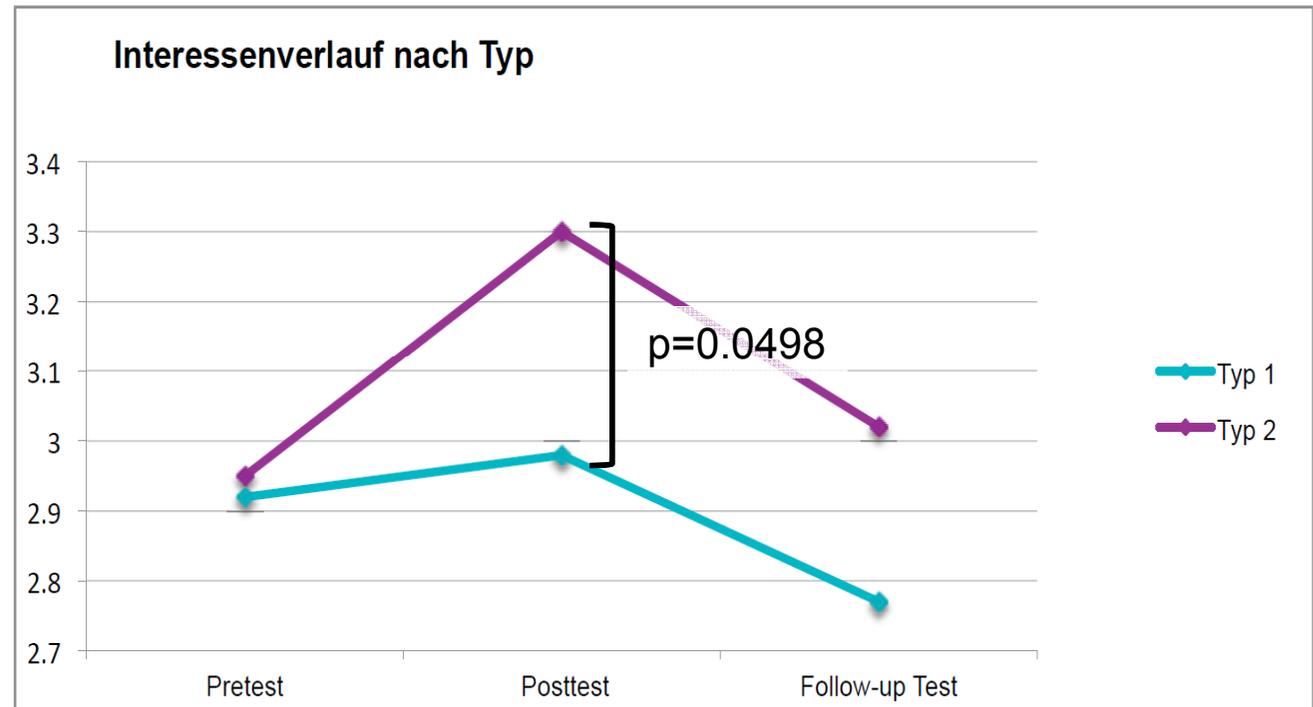
Thema:
Nachhaltigkeit

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

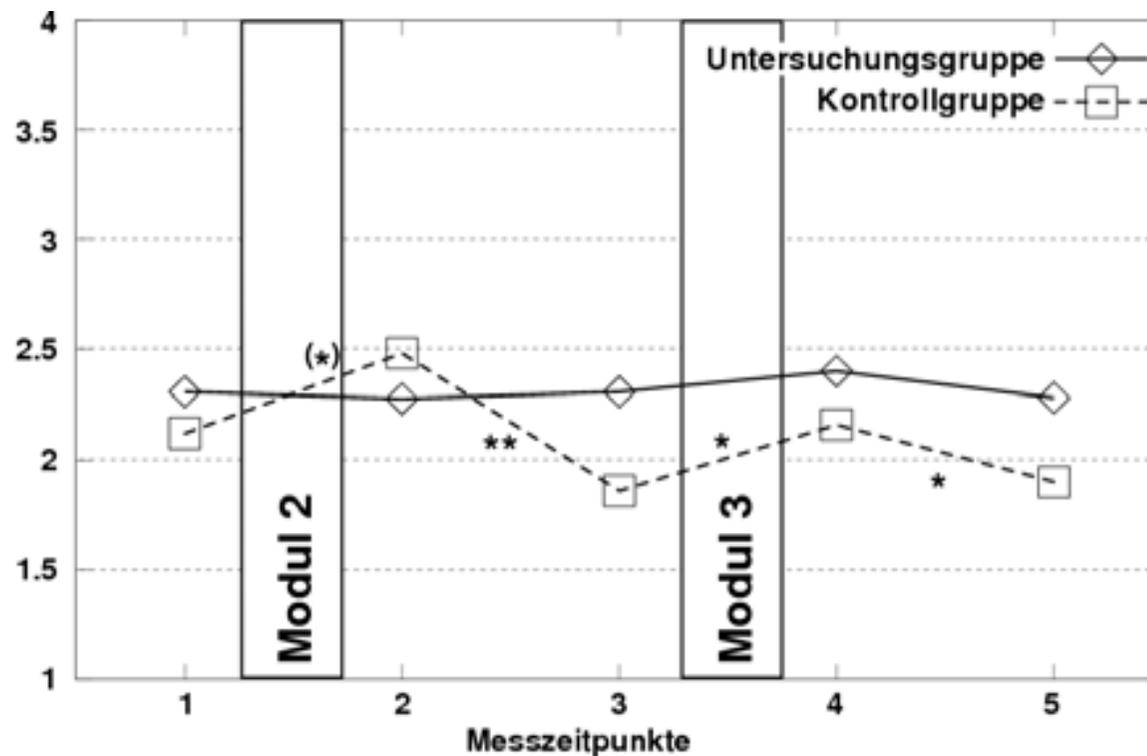
Interesseentwicklung im *Schülerlabor* abhängig von Einbettung im Unterricht

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

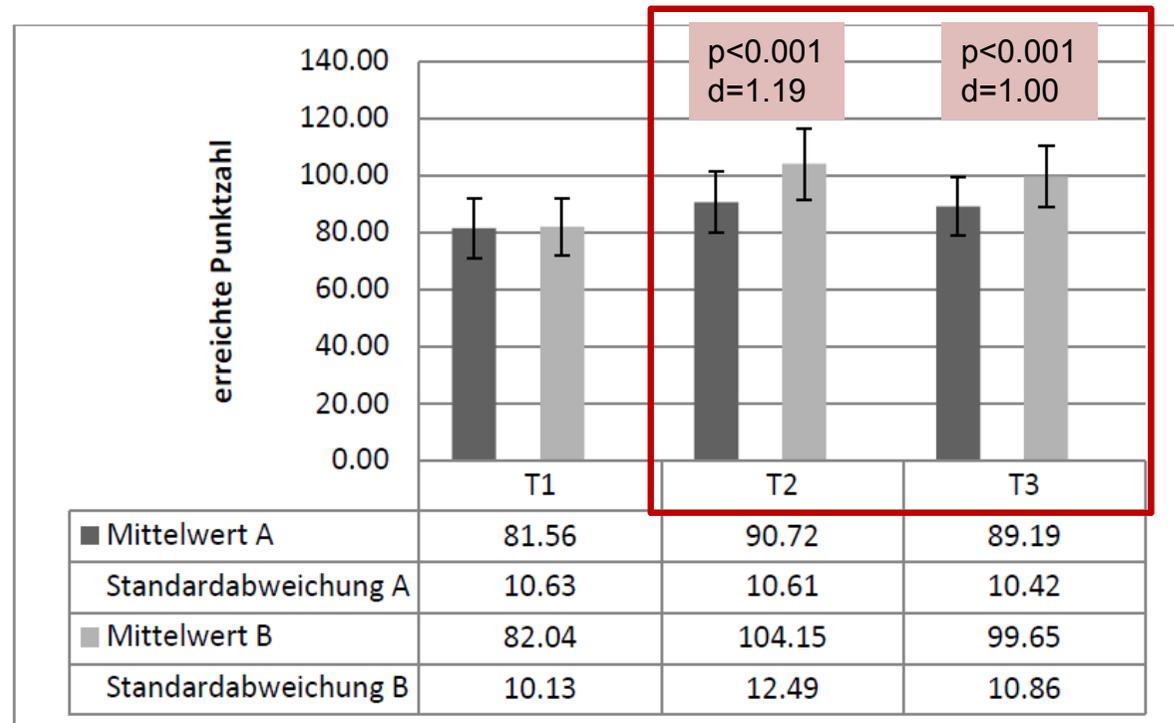
- A offene Lernform, N=36, Niveau A&B
(Schülerlabor: Postenarbeit mit Kurzbesprechung/ Museum: Freiarbeit)
- B **strukturiert offene Lernform**, N=34, Niveau B
(kürzere Posten- bzw. Freiarbeit, dafür je eine *Schlussbesprechung*)

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

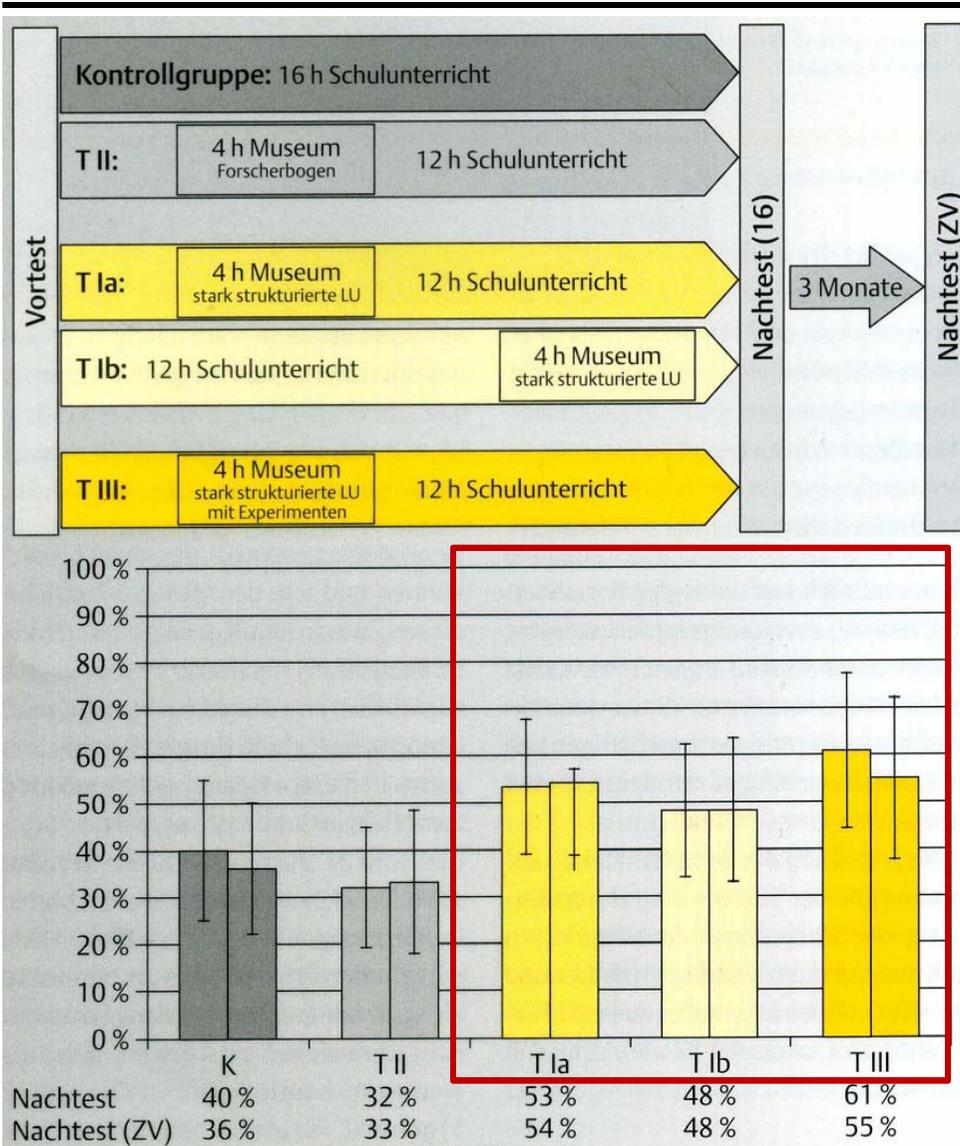
Problem: Entwicklung von Fehlkonzepten

- ▶ 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

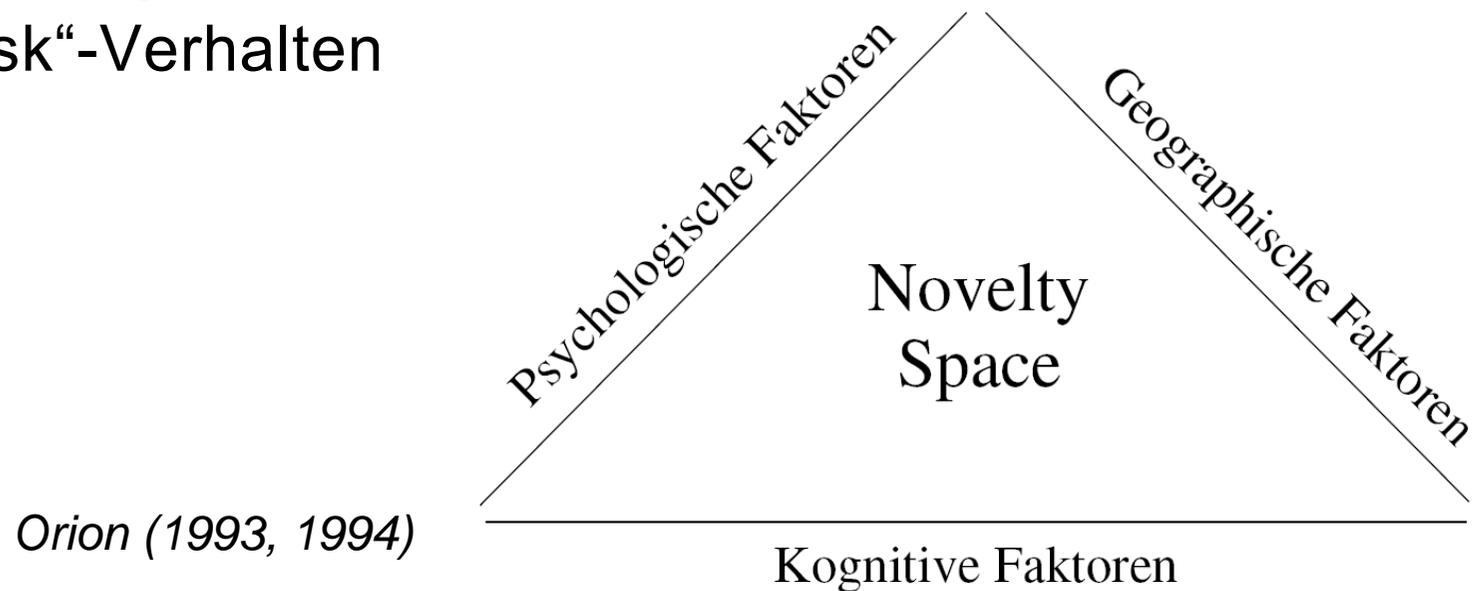
- ▶ Lernmaterial stark strukturiert ist
- ▶ Museumsbesuch an den Anfang gestellt wird
- ▶ Lücken durch Lehrperson geschlossen werden

Waltner & Wiesner (2009)

Förderung des Kompetenzerwerbs: Möglichkeiten und Grenzen

Problem: Kognitive Belastung durch neue Umgebung

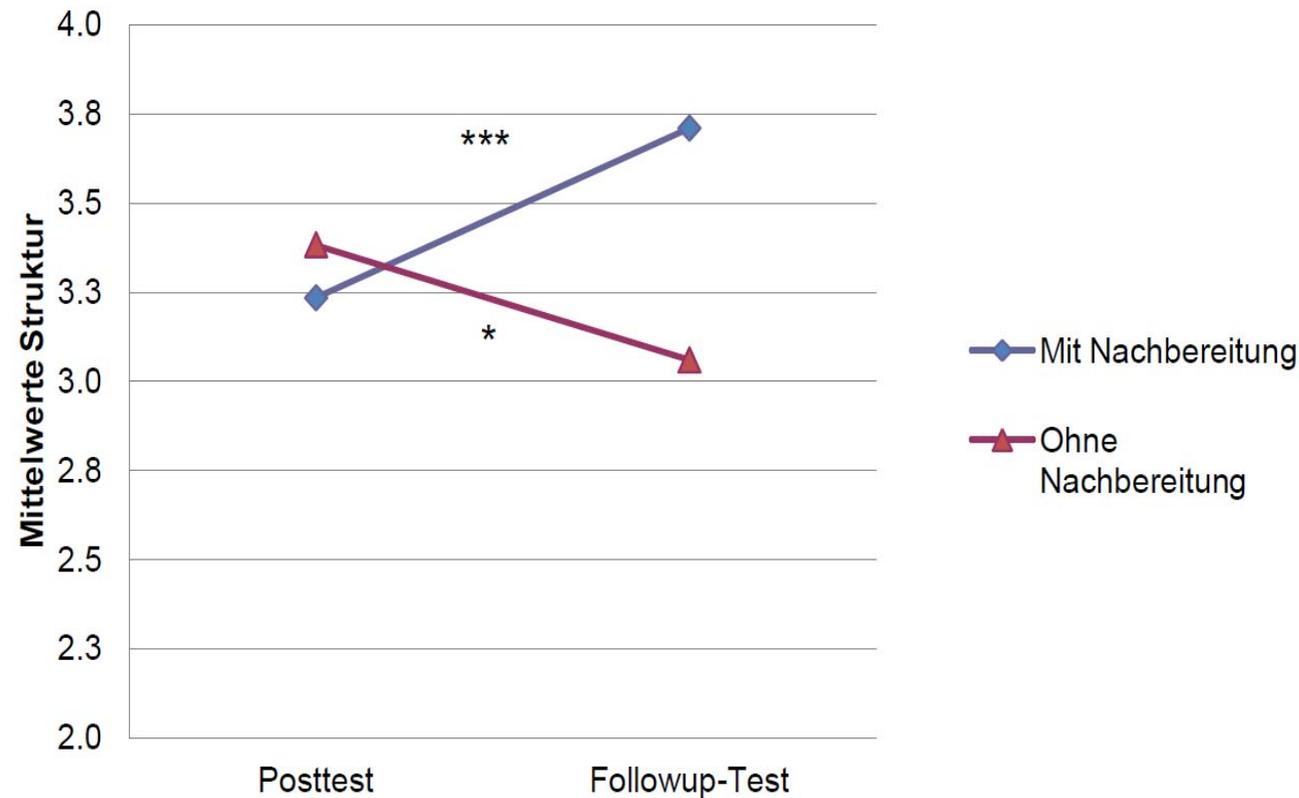
- ▶ Überforderung,
- ▶ höhere Vergessenseffekte,
- ▶ „Off-task“-Verhalten



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*

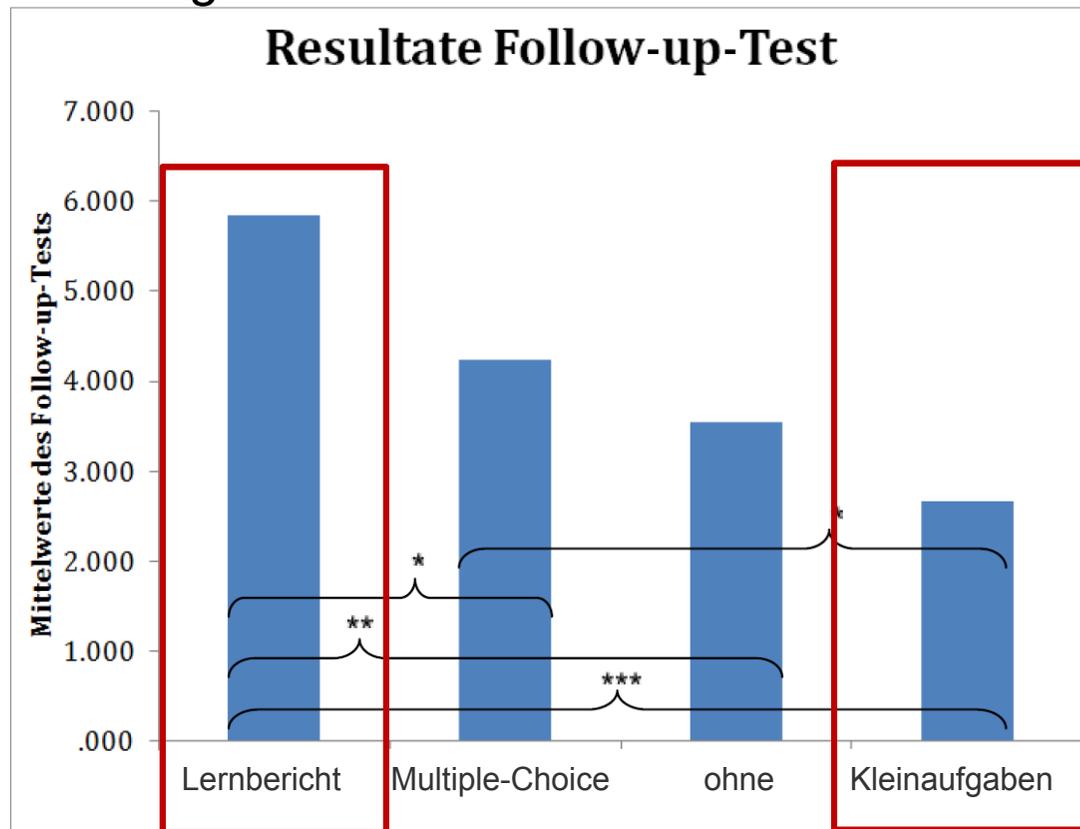
Lernzuwachs bei Besuch *Aussenraum*, in Abhängigkeit der Nachbereitung

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

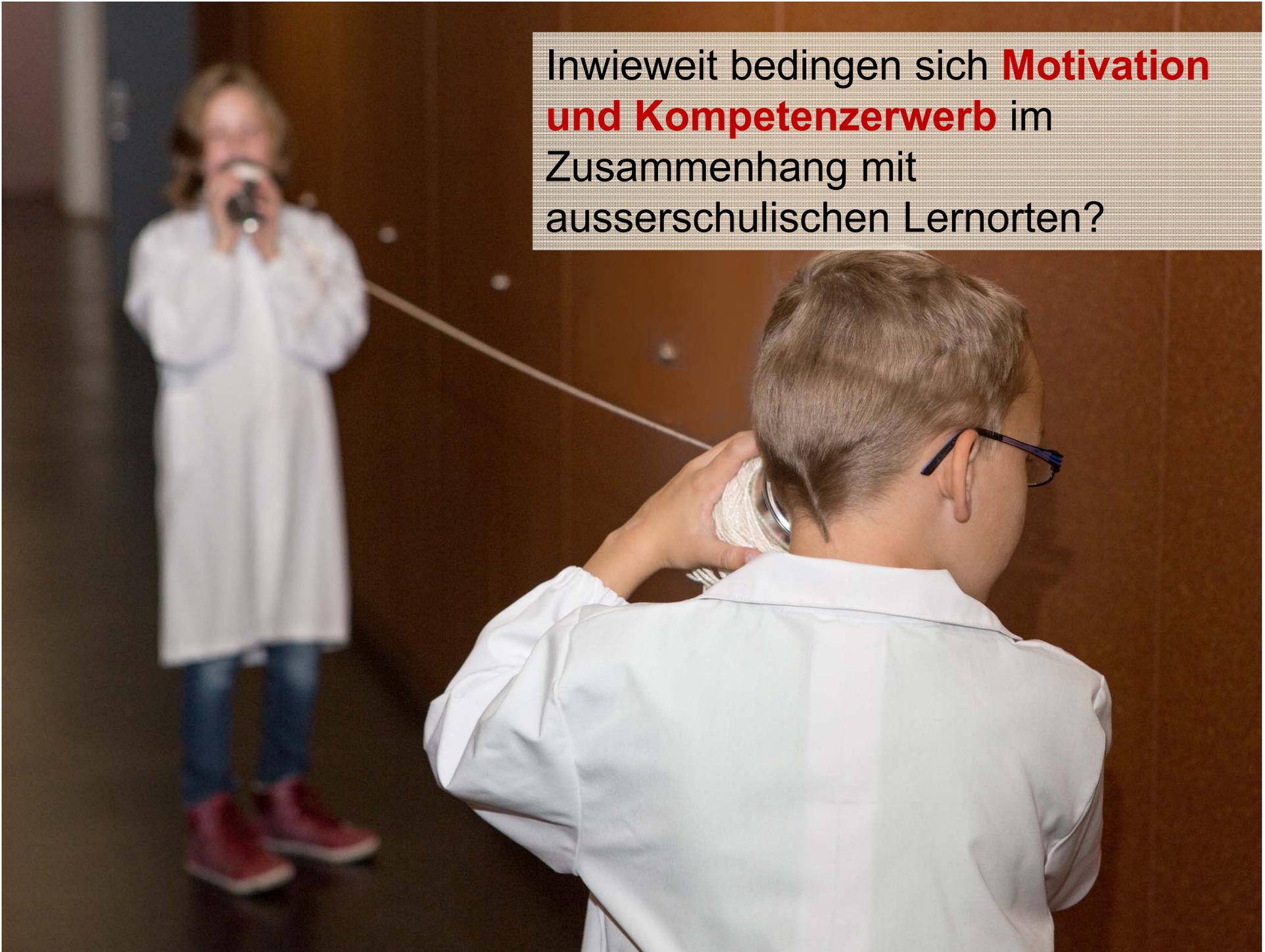
Nachbereitung: OK

- ▶ Multiple-Choice mit Begründung

Nachbereitung: Flop

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

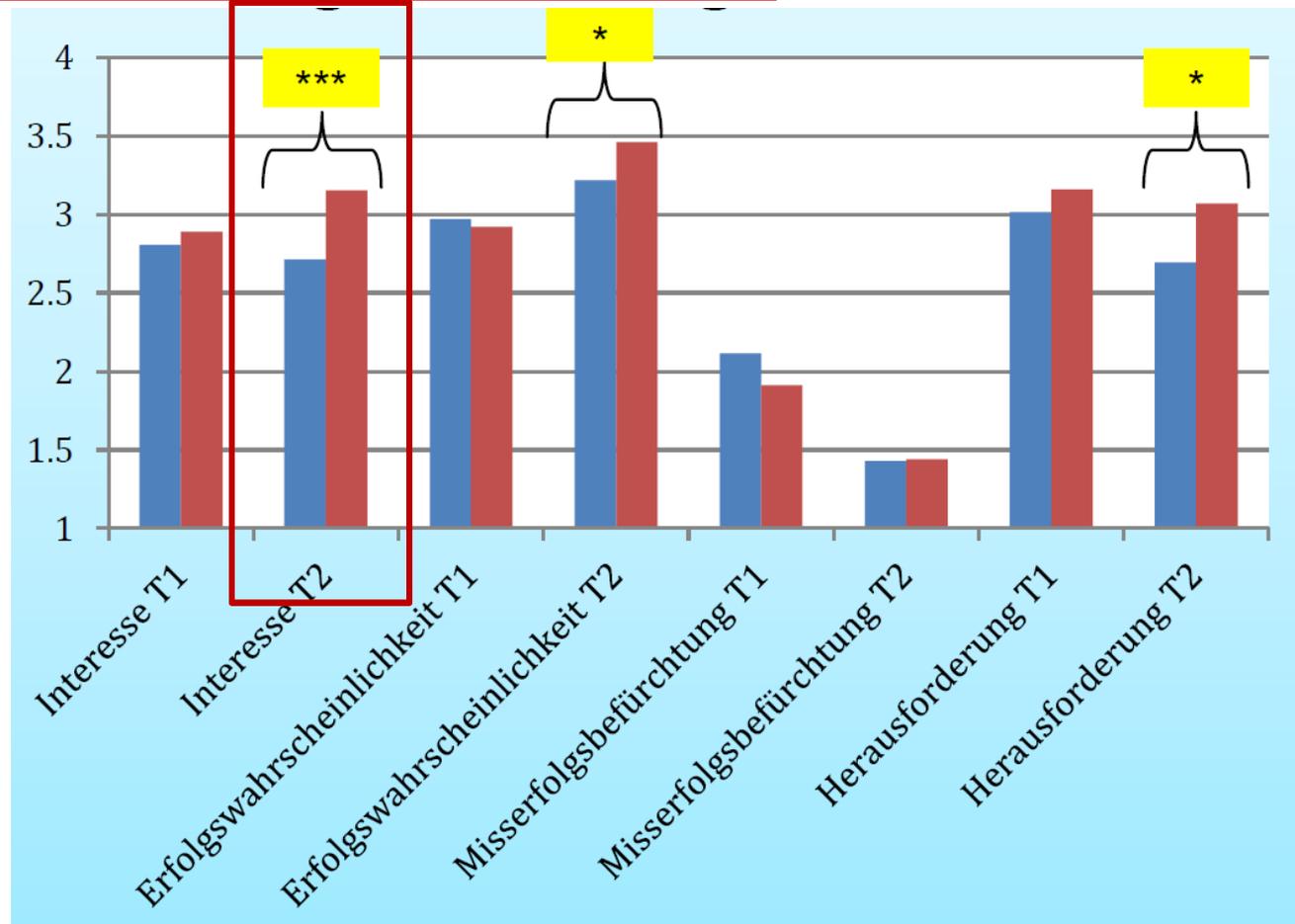
Inwieweit bedingen sich **Motivation und Kompetenzerwerb** im Zusammenhang mit außerschulischen Lernorten?



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

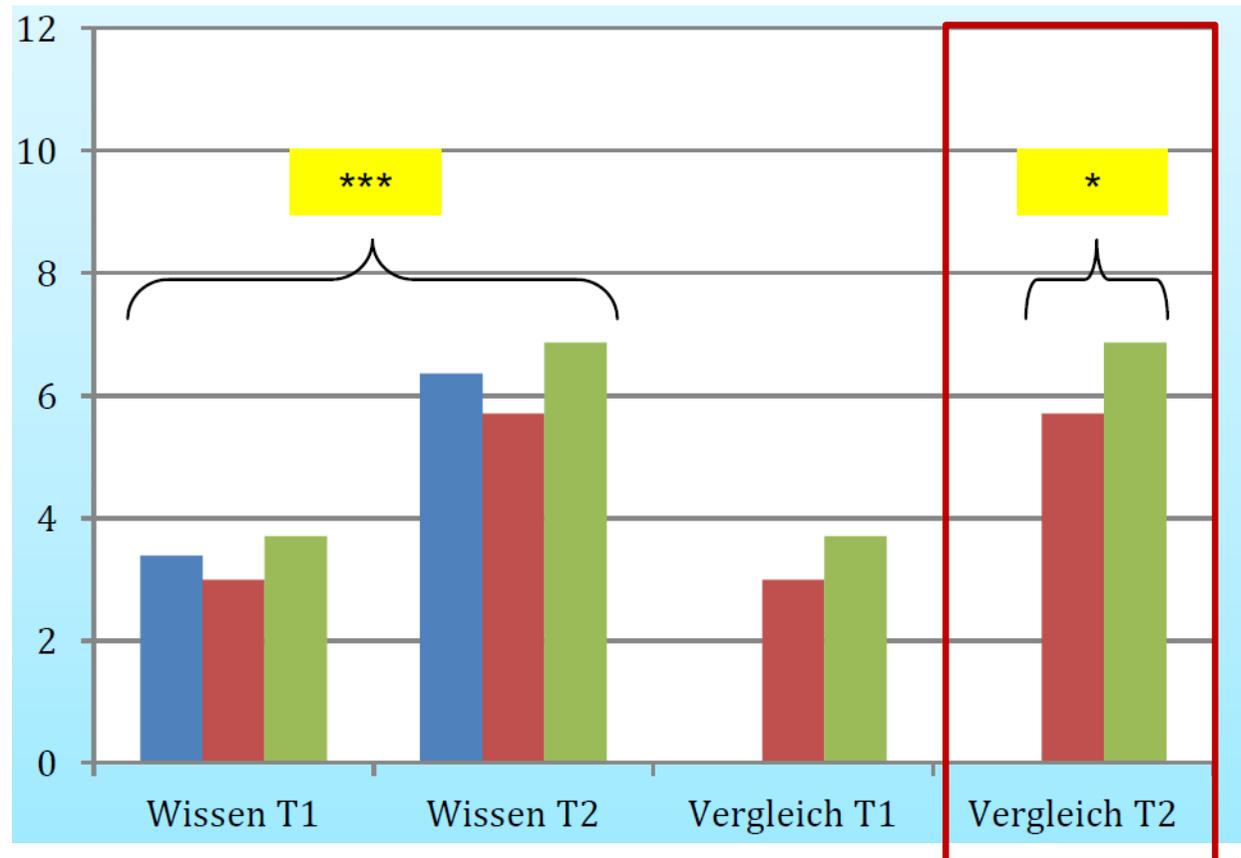


Bärholz (2015)

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)

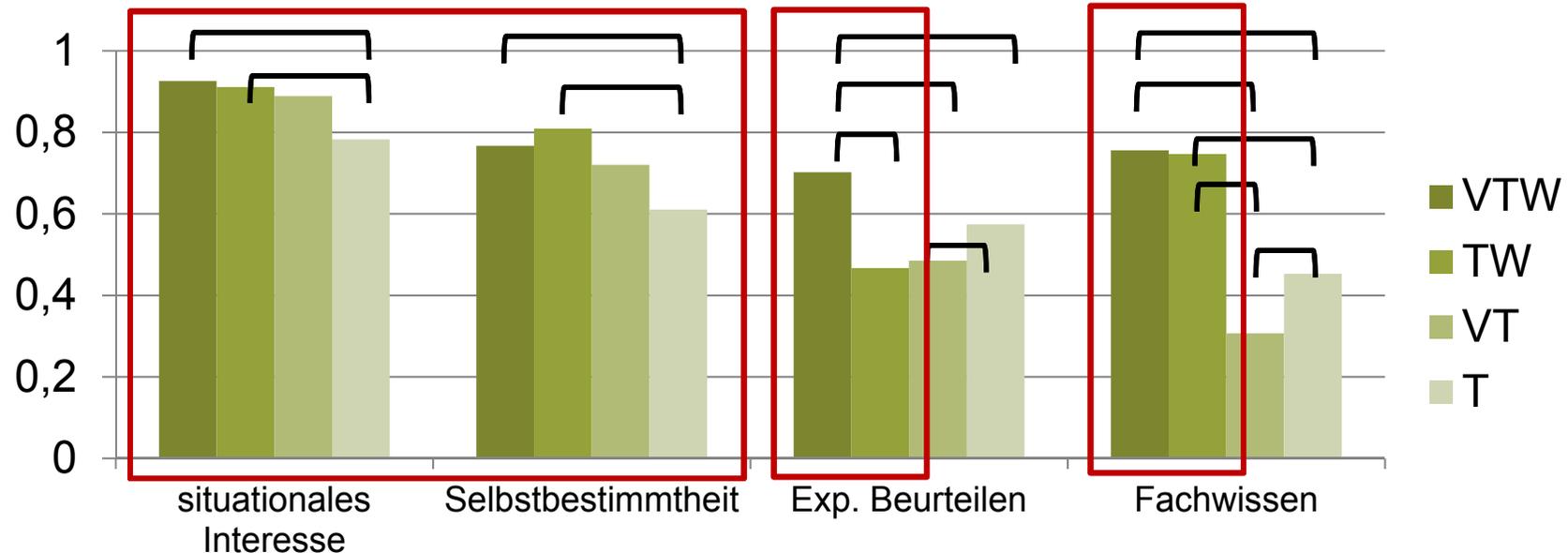
Förderung von Interesse und Kompetenz: Möglichkeiten und Grenzen

- ▶ 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

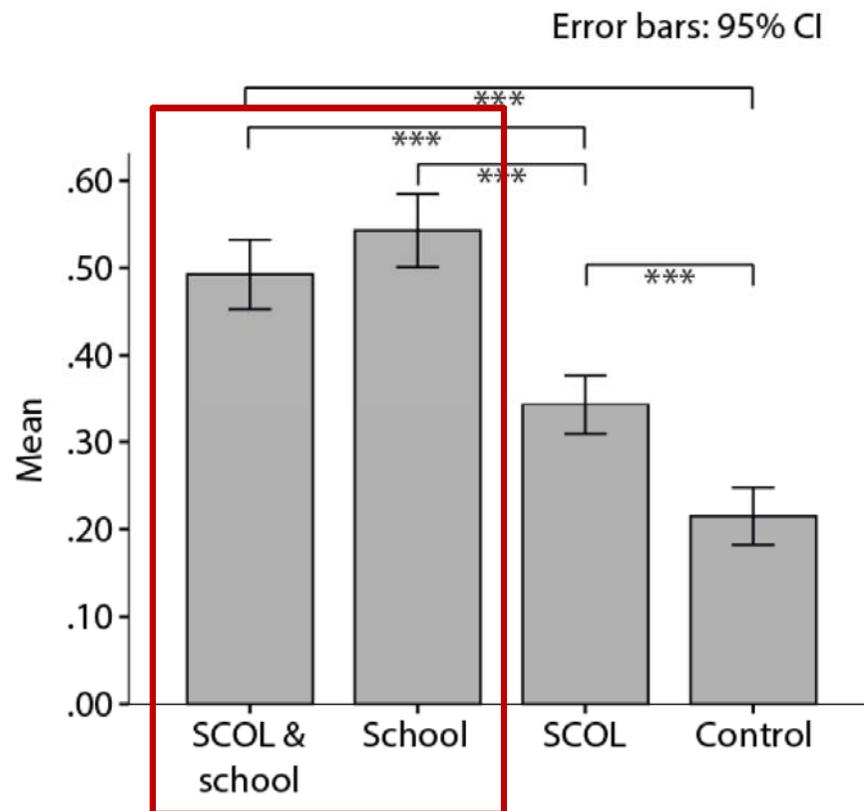
Thema Lebensmittelchemie (Kartoffelstärke)

z-standardisierte Werte; Referenz ist die Kontrollgruppe	Langeweile		Situationales Interesse	
	Theoretischer Teil	Praktischer Teil	Theoretischer Teil	Praktischer Teil
	β	β	β	β
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

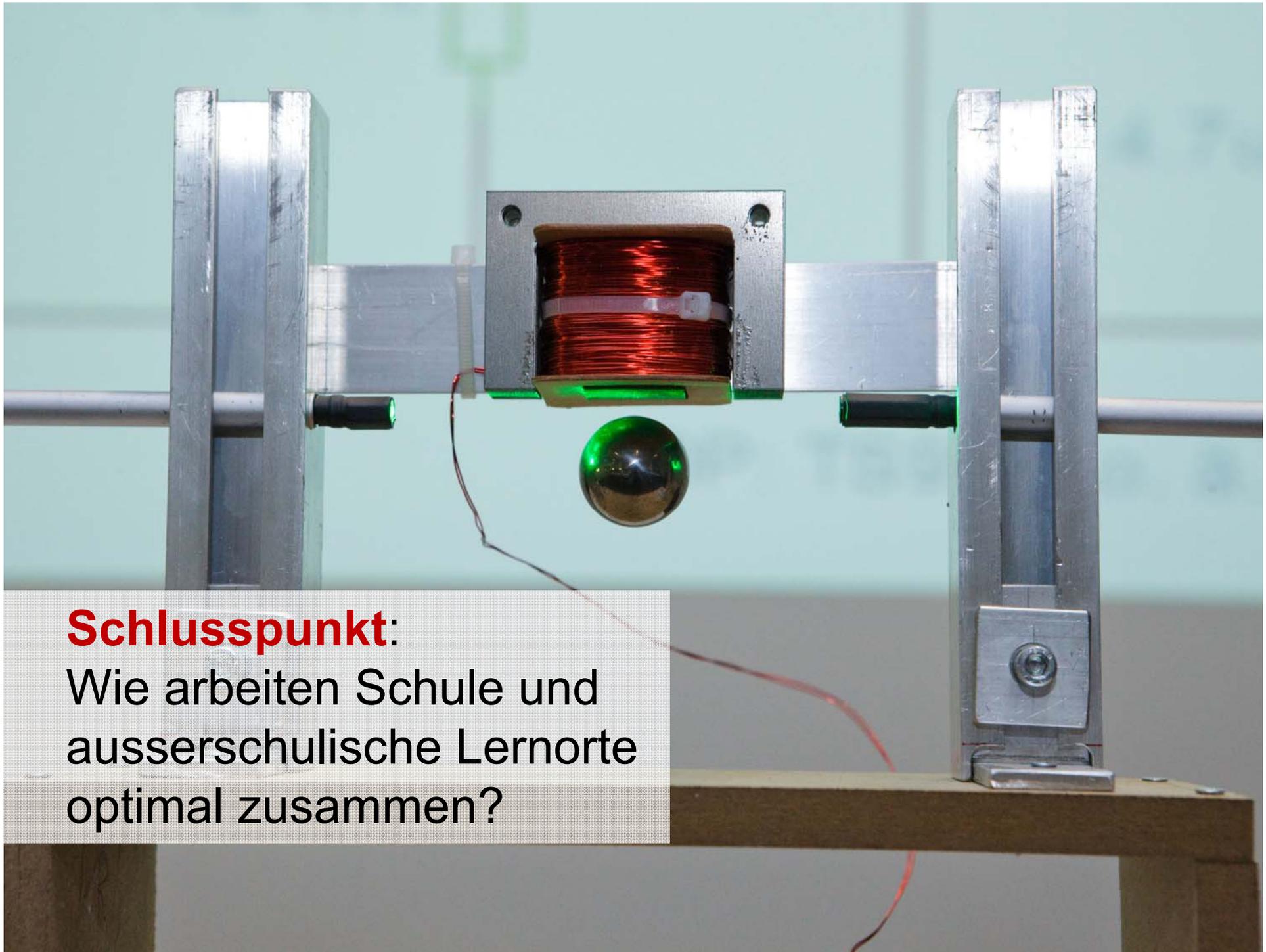


Thema Chemie:
Höchster Lernzuwachs bei eingebettetem Schülerlaborbesuch oder, wenn in Schule analoge Experimente des Schülerlabors durchgeführt

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**)

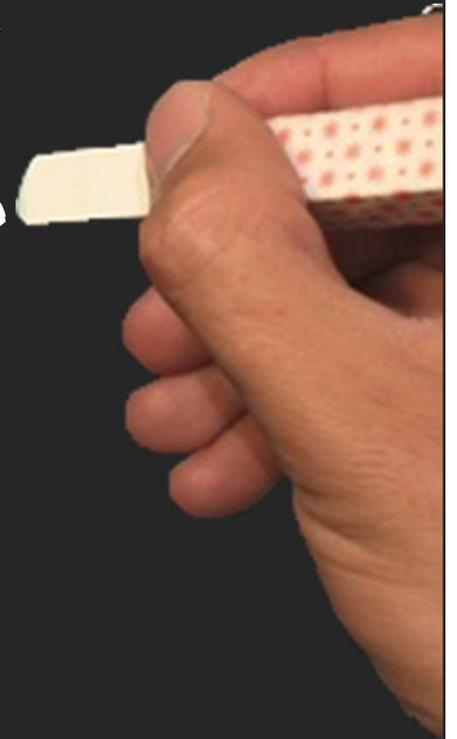
LP

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

LP

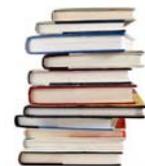
(vgl. Alfieri et al., 2011; Bärholz, 2015; Hug, 2014; Itzek-Greulich, 2015, Wilde et al., 2003)

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
- 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. 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.

