



Universität Stuttgart

Abteilung für Berufs-, Wirtschafts- und
Technikpädagogik

Vortrag an der Universität Dresden
10.11.17

Schwierigkeitsmerkmale von Aufgaben in gewerblich-technischen Anforderungskontexten – Barrieren bei der Bewältigung berufsfachlicher Aufgaben

Reinhold Nickolaus
Universität Stuttgart

Gliederung

1. Vorbemerkungen
2. Zugänge zur Gewinnung einschlägiger Aussagen
3. Theoretische Annahmen
4. Aussagemöglichkeiten zu Schwierigkeitsmerkmalen
5. Denkbare Ursachen für Inkonsistenzen der Befundlage
6. Zwischenfazit
7. Perspektiven der Forschung

1. Vorbemerkungen

Bewältigung berufsfachlicher Aufgaben im Spiegel von Leistungstests

- Erstmals Hinweise auf kritische Leistungsniveaus im Rahmen der ULME Studien (die curricular validen Aufgaben erwiesen sich für die Auszubildenden als zu schwer) (Lehmann & Seeber 2007)
- Breite Replikation der Aussage in Folgestudien, vor allem für kognitiv anspruchsvolleren Anforderungsbereiche (z.B. Service vs. Fehlerdiagnose bei Auszubildenden des Kfz Handwerks)
- Für didaktisches Handeln schließt sich daran die Frage nach den Barrieren an, die für die Auszubildenden bedeutsam werden und wie diese gegebenenfalls überwindbar sind
- **Schwerpunkt der weiteren Ausführungen: Barrieren bzw. schwierigkeitsbestimmende Merkmale**

1. Vorbemerkungen

Primäre Relevanzen der schwierigkeitsbestimmenden Merkmale

- **Diagnostik** (z.B. gezielte Variation von Aufgabenschwierigkeiten)
- a) im pädagogischen Prozess, zur Identifikation von Lernständen b) in formalen Assessments
- **Didaktische Relevanz** (gezielte Ausrichtung von pädagogischen Handlungsprogrammen zum Aufbau von Kompetenzen zur Aufgabenbewältigung; Rückkoppelungen von (Prüfungsaufgaben) auf didaktisches Handeln); Nutzung von Ergebnissen aus Lernstandserhebungen zur Rückkoppelung auf die Unterrichtsebene
- **Theoriegenerierung:** Erkenntnisinteresse an Lern- und Problemlöseprozessen

Herausforderungen

- Vielfalt von Anforderungen in beruflichen Domänen
- Wechselwirkungen zwischen Anforderungen und Personmerkmalen
- Inkonsistenzen der Befundlagen

2. Zugänge zur Gewinnung von Aussagen zu schwierigkeitsbestimmenden Merkmalen

Qualitativ

- Inspektion von schriftlichen Aufgabenbearbeitungen zur Identifikation von Barrieren, Fehlkonzepten, Lösungsstrategien (Optionen für Lehrende und Testentwickler, Testnutzer)
- Prozessanalysen zur Aufgabenbearbeitung (z.B. über Lautes Denken, Log File Analysen, Interaktionsanalysen kooperativer Aufgabenbearbeitungen, Eye Tracking)
- Experteneinschätzungen

Quantitativ

- Lösungshäufigkeiten
- Im Kontext von Skalierungen und Niveaumodellierungen
- Regressionsanalysen

Übergreifend: Theoretische Modellierungen

3. Theoretische Zugangsmöglichkeiten (Beispiele)

- 1) Kognitionspsychologische Theorien, z.B. zu Lernzieltaxonomien (z.B. Bloom, Anderson/Krathwol)
- 2) Lerntheoretische Überlegungen – z.B. zu Multimedialem Lernen (Load Theory z.B. Mayer 2001; 2005; 2009)
- 3) Theorie des Problemlösens (z.B. Abele 2017; Dörner 1976; Funke 2006; Jonassen 2011)
- 4) Ergebnisse von Niveaumodellierungen

4. Aussagemöglichkeiten zu Schwierigkeitsmerkmalen in gewerblich-technischen Domänen

4.1 Qualitative Studien

Analysen zu Fehlern bei der schriftlichen Aufgabenbearbeitung (hat im Bereich der beruflichen Bildung keine starke Tradition, vereinzelte Arbeiten: z.B. Ploghaus 1967; Thiele 1999; Föll 2009; Petsch, Norwig & Nickolaus (2011))

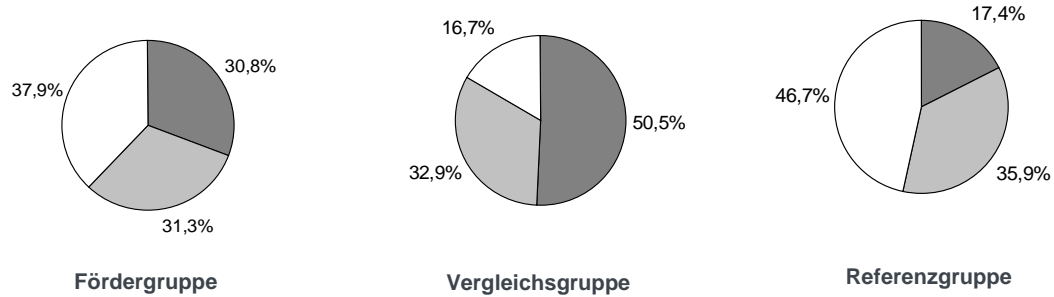
Gemeinsamkeiten:

Die meisten Probleme bereitet die Generierung eines geeigneten Lösungsansatzes (Starke und Schwächere unterscheiden sich primär in der Bearbeitungsquote bzw. der Generierung eines Lösungsansatzes (Ploghaus 1967, Thiele 1999, Föll 2007, Petsch u.a.2011))

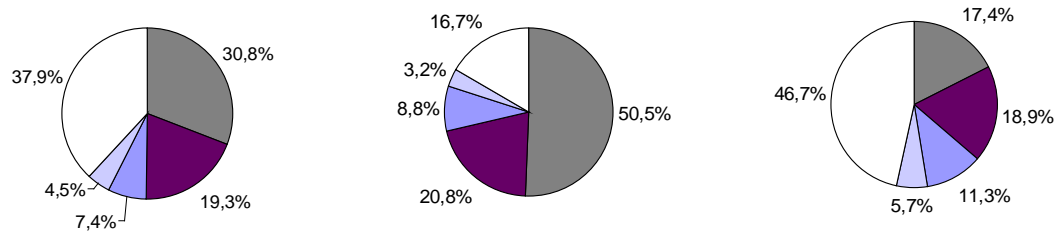
Operative Fehler treten erst auf, wenn ein Ansatz gelingt (zahlreiche Varianten: z.B. Formelumstellung; Einsatzfehler, Rechenfehler, Umgang mit Einheiten, Darstellungsmängel)

BEST: Interventionseffekte eines Strategietrainings zur Fehlerentwicklung (Petsch, Norwig & Nickolaus 2011, S. 142

Analyse der Aufgabenbearbeitung (BT2 zum Abschlusstest)



Fehleranalyse (BT2 zum Abschlusstest)



4. Aussagemöglichkeiten zu Schwierigkeitsmerkmalen in gewerblich-technischen Domänen

4.1 weitere qualitative Studien

Analysen von leistungskritischen Aufgabenmerkmalen im Rückgriff auf lautes Denken (z.B. Kübler 2014, Kunz 2011, Saker 2008, Samurkasoglu 2011)

Gemeinsamkeiten:

Es werden auch Barrieren, Fehlkonzepte und (meta)kognitive Prozesse ansatzweise deutlich, zugleich bestätigen sich die Ergebnisse aus den schriftlichen Aufgabenanalysen

Beispielaufgabe, ebenfalls Grundausbildung Bau: „Eine rechteckige Terrasse mit der Fläche von 12qm soll mit Steinzeugfliesen 20cm*20cm belegt werden. Wie viele Fliesen sind zu bestellen, wenn mit einem Verschnitt von 5% kalkuliert wird“?

Die Befragung erfolgte retrospektiv, d.h. im Anschluss an den Lösungsversuch und wurde mit einer allgemeinen Frage zur Aufgabenwahrnehmung eingeleitet.

„Schüler: Als ich Prozent gesehen hab, hab ich schon mal abgeschaltet, weil ich kann es nicht, Prozent rechnen.

Lehrer: Die Aufgabenstellung, wie war die für dich?

Schüler: War übersichtlich, also im Prinzip hat man gleich gewusst was gefragt ist.

Lehrer: Was war da jetzt genau gefragt?

Schüler: Die Fliese, die man bestellen muss +5% Verschnitt.

Lehrer: Ok, wie hast du es probiert zum rechnen (sic!)?

Schüler: Ich hab erst ausgerechnet was so eine Fliese gibt und cm^2 dann wie oft es in 12 m^2 geht dann hab ich umgerechnet auf 30 Fliese, wenn es stimmt, dann hab ich das Ergebnis aufgeschrieben ohne den Verschnitt und dann noch plus Verschnitt.

Lehrer: Was hast du dann insgesamt raus gekriegt?

Schüler: 30 $\frac{1}{2}$ Fliesen lacht.

Lehrer: Ok. Warum lachst du?

Schüler: Weiß nicht, zwischendurch hatte ich 39 Fliese, das hab ich dann verworfen.

Lehrer: Warum hast du es verworfen?

Schüler: Weiß nicht, weil 5% von 30 nicht plus 9 sein können.

Lehrer: Also wegen der Größenordnung hat es nicht gepasst?

Schüler: Ja.“ (Kunz 2011, S. 69)

Schüler: Ich hab sie mir wieder durchgelesen um was es ging (sic!) und dann hab ich gelesen, dass im Rechteck die Terrasse mit Fliesen belegt werden muss, bei dem Rechteck hab ich mir gedacht, da muss ich die Fläche rechnen, dann hab ich die $12\text{m}^2 \times 5$ gemacht dann hab ich 60 Fliesen raus bekommen.

Lehrer: Warum genau hast du die $12\text{m}^2 \times 5$ gemacht?

Schüler: Wegen der Fläche.

Lehrer: Um die Fläche auszurechnen?

Schüler: Ja.“ (Kunz 2011, S. 67)

In beiden Fällen gilt: Es werden keine adäquaten Modellierungen der Sachverhalte generiert, im zweiten Fall wird das besonders deutlich; Es bleiben z.T. Unsicherheiten, ob die Rückfragen tatsächlich die kognitiven Prozesse widerspiegeln; Zum Teil werden metakognitive Kontrollprozesse deutlich, die Unstimmigkeiten der fehlerhaften Modellierung des Sachverhalts deutlich machen, jedoch noch nicht hinreichen um die Defizite zu erkennen.

Herausforderungen, Barrieren bei berufsfachlichen Aufgaben von Auszubildenden des Schreinerhandwerks (1. Lj.) (Kübler 2014)

(im Anschluss an Analysen zu „Lauten Denk Protokollen“)

Bei allen Leistungsgruppen

- Defizite bei der Lesegenauigkeit/Textverständnis

Vorwiegend bei Leistungsschwächeren und mittleren Kompetenzausprägungen

- Fehlender /falscher Ansatz
- Inkonsistentes Vorgehen
- Umgang mit Einheiten
- Umgang mit dem Tabellenbuch
- Emotionale, motivationale Befindlichkeiten
- Mangelnde Reflexion und Selbstkontrolle

4.2 Quantitative Studien

Aussagen zu schwierigkeitsbestimmenden Merkmalen im Kontext von Kompetenzniveaumodellierungen

- Insgesamt eher inkonsistente Befundlage; erhebliche Replikationsprobleme

Beispiele:

- Überblick zu identifizierten Schwierigkeitsmerkmalen
- Grundstufe Bau: Problemlösekompetenz, Fachwissen
- Fachstufe Kfz: Problemlösen; Fachwissen

4.2 Aussagen zu schwierigkeitsbestimmenden Merkmalen im Kontext von Kompetenzmodellierungen

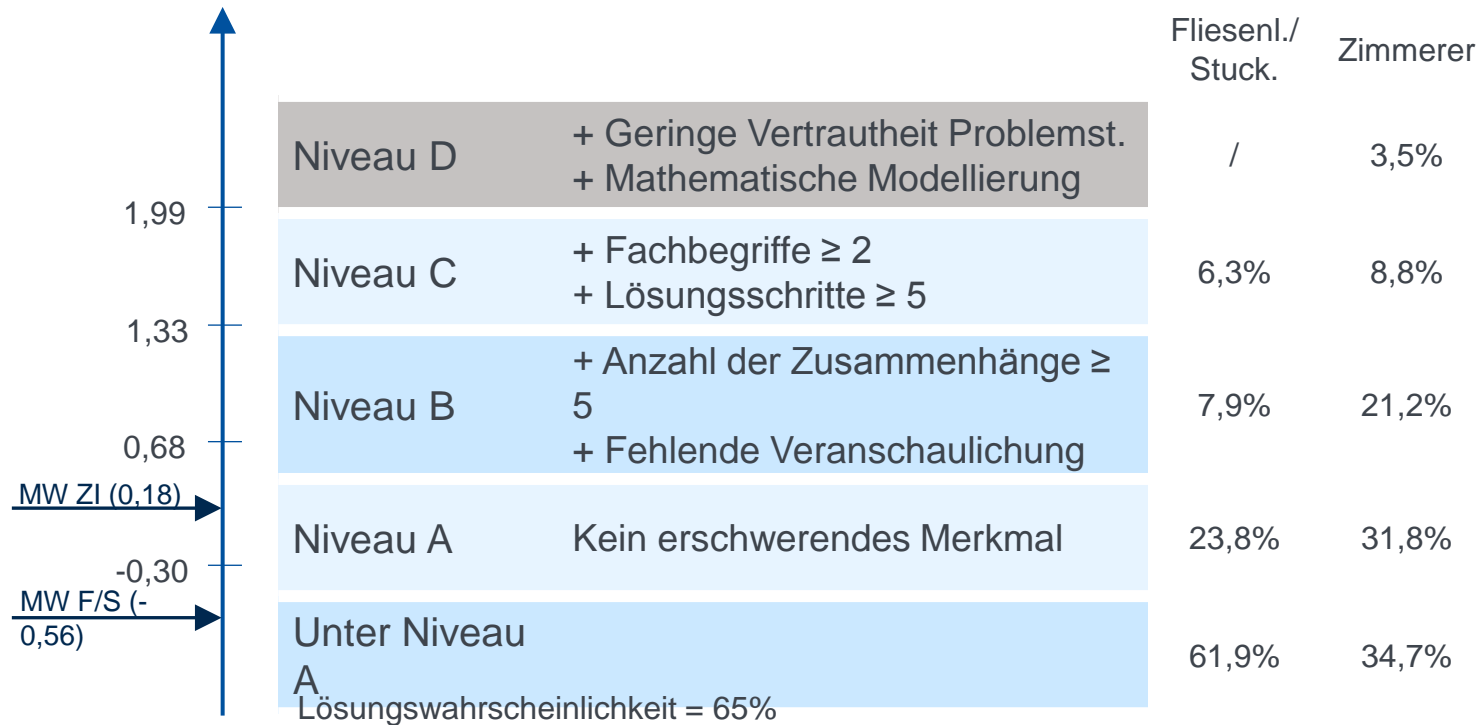
Häufiger beobachtete schwierigkeitsbestimmende Merkmale:

- Kognitionspsychologisch-taxonomische Merkmale, z.B. im Anschluss an Bloom (Geißel 2008; Gschwendtner 2008; Nickolaus/Gschwendtner/Abele 2009; Schumann/Eberle 2011; Seeber 2008; Achtenhagen/Winther 2009).
- Modellierungsanforderungen, d.h. der Anspruch eigenständig kognitive Modellierungen zu den anforderungsspezifischen Zusammenhängen zu generieren (ebd.).
- Mathematische Anforderungen (z.B. Seeber 2008), wobei die mathematischen Modellierungen besonders herausfordernd sind (s.u.).
- Verschiedentlich wird, ebenfalls domänenübergreifend, die Komplexität einer Anforderung als schwierigkeitsrelevant ausgewiesen (z.B. Gschwendtner 2008; Achtenhagen/Winther 2009, Winther 2010; ähnlich auch in physikalischen A)
- Aufgabenformate (z.B. Artelt u.a. 2005; Sass 2010), z. B. die Einbindung von Bildern, die das Verständnis der Aufgaben sowohl erleichtern als auch erschweren können; offene, geschlossene Aufgabenformate
- Curriculare Absicherung der Anforderungen (z.B. Gschwendtner 2008, Geißel 2008)
- Umgang mit Texten, der sowohl bei der Bearbeitung von Lern- als auch Arbeitsaufgaben eine Rolle spielt Gschwendtner (2012) (z.B. explizite, implizit oder durch externe Quellen zu erschließende Informationen; irrelevante Zusatzinformationen)

Beispiel einbezogener und erklärungsrelevant werdender Merkmale (Petsch, Norwig & Nickolaus 2015) (**Berufsfachliche Problemlösekompetenz, Grundstufe Bau**; 62% Varianzaufklärung)

- (1) die Anzahl der notwendigen Lösungsschritte zur erfolgreichen Bewältigung der Aufgabe, $\beta=0.47$
- (2) die Komplexität in Anlehnung an Kauertz et al. (2010)
- (3) die Klassifikation des Aufgabenziels hinsichtlich der Bloomschen Lernzieltaxonomie
- (4) das Vorhandensein von abhängigen Teilzielen innerhalb der Aufgabenstellung,
- (5) der Vertrautheitsgrad der Aufgabenstellung, $\beta=0.28$
- (6) mathematische Anforderungen, speziell der Grad der erforderlichen mathematischen Modellierung, $\beta=0.38$
- (7) die Anzahl der unterschiedlichen mathematischen Operationen, die zur Aufgabenlösung notwendig sind und
- (8) die Notwendigkeit mit unterschiedlichen Einheiten zu rechnen,
- (9) das Vorhandensein/Fehlen einer visuellen Veranschaulichung der Aufgabenstellung durch eine Abbildung oder Zeichnung, $\beta=0.50$
- (10) die Anzahl der Distraktoren in der technischen Zeichnung,
- (11) die Anzahl der Distraktoren in der Aufgabenstellung,
- (12) die Anzahl der in der Aufgabenstellung genannten bauwirtschaftlichen Fachbegriffe, die zur Aufgabenlösung notwendig sind, $\beta=0.18$ sowie
- (13) der Grad der im Tabellenbuch dargebotenen Hilfestellung zur Aufgabenlösung.

Fokus: Berufsfachliche Problemlösefähigkeit (Grundstufe Bau)



31/01/2014

Berufspädagogisches Kolloquium | Abteilung BWT | Kerstin Norwig und Cordula Petsch

Beispiel 2: Niveaumodellierung fachlicher Problemlösefähigkeit (Fehlerdiagnose) am Ende der Ausbildung bei Kfz Mechatronikern (Nickolaus u.a. 2012) - Identifizierte Barrieren

- Komplexität (Anzahl zwingend nötiger eigenständiger Bearbeitungsschritte)
- Art des Prüfmittels (Multimeter/Sichtprüfung vs. Stromesszange/Oszilloskop)
- Informationsbeschaffung (keine vs. lineare, vs. kombinierte)
- Diagnoseart (routinisierte vs. regelbasierte vs. nicht geführte)
- Fehlerart (defekte Komponente vs. Kabelbruch)
- Modellierungsleistung (Aufgabeninformationen ausreichend vs. nicht ausreichend)
- Manuelle Anforderungen werden **nicht** leistungskritisch

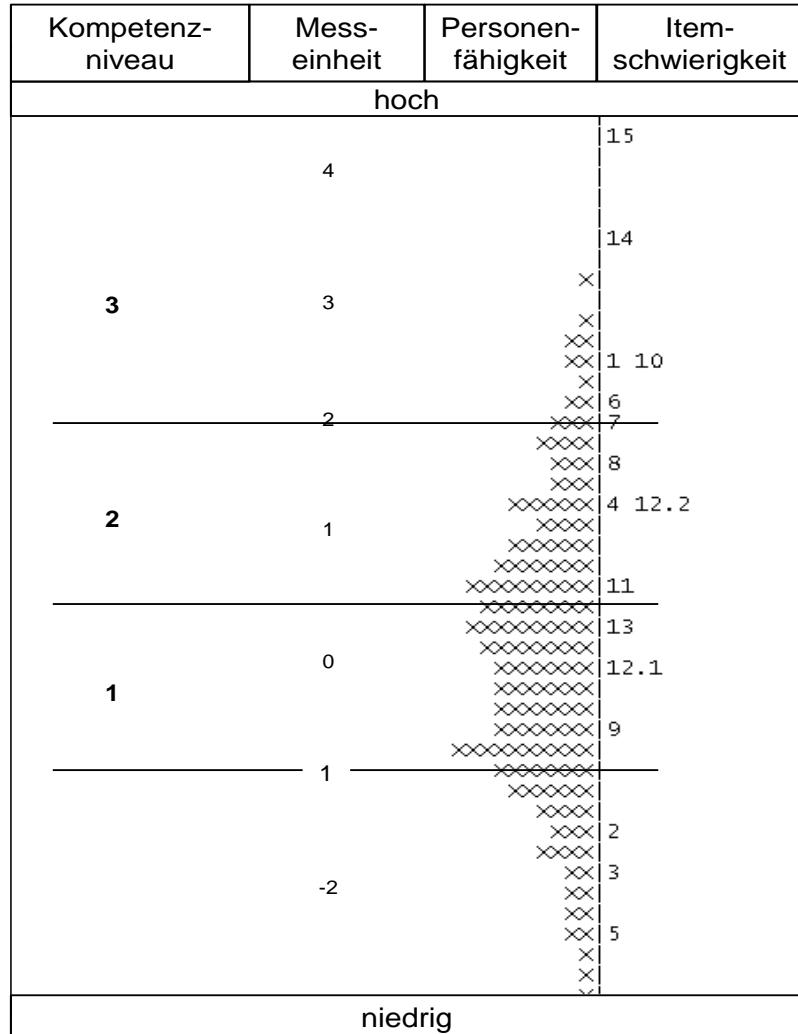
Ergebnisse: Niveaumodell
 fachspezifisches Problemlösen
 (KFZ- Ende der Ausbildung)

$n_3 = 84$

$n_2 = 208$

$n_1 = 212$

$n_0 = 100$

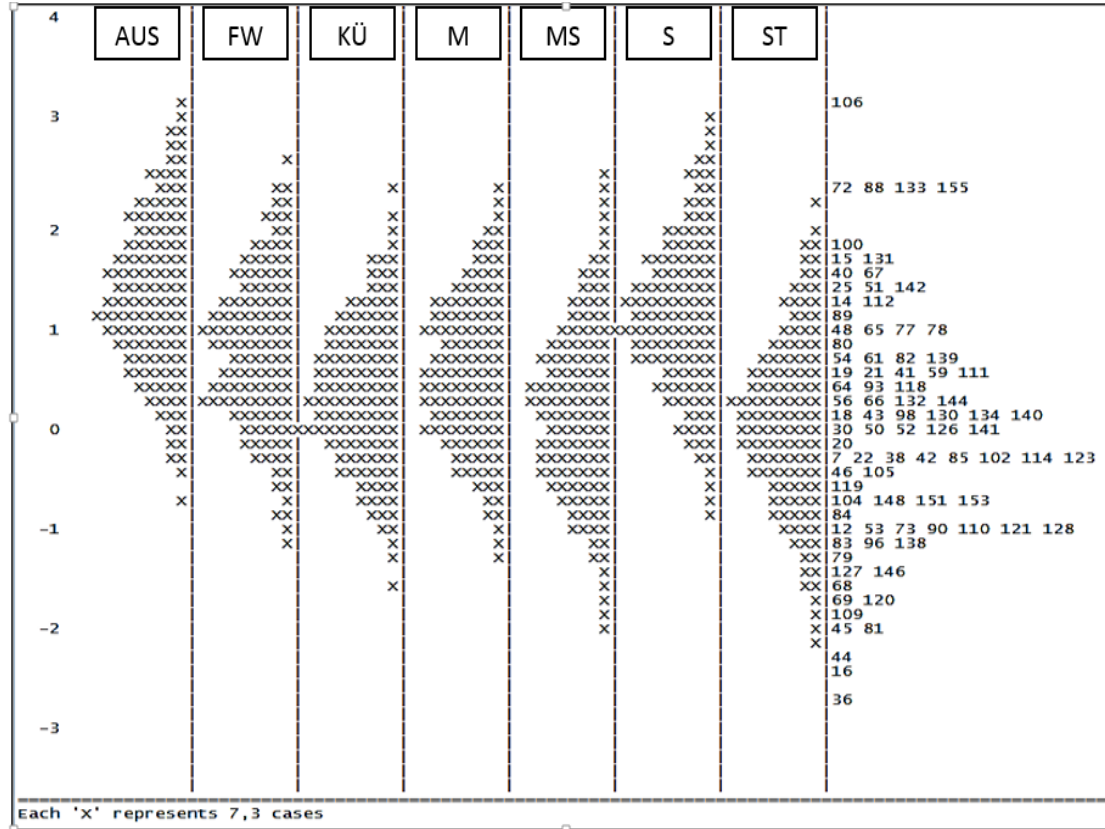


Fachwissen Kfz

- Modellierung am Ende des ersten Ausbildungsjahres (1 dimensional)
- Modellierung am Ende der Ausbildung (mehrdimensional); Beispiel Mechanik

- Ergebnisse Eingangstest: 4 Niveaus (N1-12,6%; N2 - 80%, N3 - 6,3%; N4 - 1,1%)
- Schwierigkeitsbestimmende Merkmale: Bloomsche Taxonomie
>Wissensvernetzung>Vertrautheit (Sek I) (Varianzaufklärung ca. 52%)

Ergebnisse zur Diagnostik des Kfz-Fachwissens am Ausbildungsende



Faktorladungen:

AUS:	0,19-0,39
FW:	0,26-0,34
KÜ:	0,19-0,44
M:	0,19-0,45
MS:	0,22-0,45
S:	0,19-0,46
ST:	0,20-0,43

Auch dreidimensionale Modellierung vertretbar mit
Mechanik, Elektrotechnik/Steuerungstechnik, AUS

Niveaumodellierung des Fachwissens (Kfz) am Ausbildungsende:

- Niveaumodellierungen im Anschluss an Hartig attestieren vor allem dem Aufgabenformat prädiktive Kraft für die Aufgabenschwierigkeiten; die Ergebnisse zur Grundstufe können nicht repliziert werden, allein die Komplexität wird erneut integriert.
- Eine Regressionsanalyse erbringt im Falle der Mechanik eine Varianzaufklärung der Aufgabenschwierigkeit von 25%, mit dem Aufgabenformat und der Komplexität als Prädiktoren.
- Im Falle der Elektrotechnik werden 35% Varianzaufklärung durch das Aufgabenformat und die Wissensart (deklarativ/prozedural) erreicht, die ihrerseits hoch mit der Komplexität korreliert.
- Die Vermutung, dass die relativ hohe Varianzaufklärung durch das Aufgabenformat (Single-Choice-/Multiple-Choice) wesentlich durch die höhere Ratewahrscheinlichkeit bei den Single-Choice Aufgaben verursacht sein könnte, bestätigt sich bei einer genaueren Analyse nicht
- Innerhalb von einzelnen Inhaltsbereichen werden erwartungskonforme Zusammenhänge sichtbar (siehe Beispiel)

Niveau 0 Mechanik, Beispielaufgabe und Lösungswahrscheinlichkeiten

Lösungsquoten:

Niveau 0: 76.4%

Niveau 1: 90.1%

Niveau 2: 92.9%

Niveau 3: 96.4%

Gesamt: 89.9%

Der Wagen eines Kunden zeigt auf dem Bremsenprüfstand folgende Meßwerte für die Vorderachse (VA). Beurteilen Sie aus fachmännischer Hinsicht den Zustand der Bremsen!



- Die Abweichung der Bremskraft an der VA ist zu hoch, die Bremse muss überprüft werden.
- Die maximale Bremskraft an der VA ist beidseitig zu niedrig, die Bremse muss überprüft werden.
- Die maximale Bremskraft an der VA ist beidseitig hoch, die Bremse muss überprüft werden.
- Die Abweichung der Bremskraft an der VA ist im gesetzlichen Rahmen, die Bremse ist in Ordnung.

Niveau 3 Mechanik, Beispielaufgabe und Lösungswahrscheinlichkeiten

Lösungsquoten:

Niveau 0: 10.5%

Niveau 1: 26.7%

Niveau 2: 41.7%

Niveau 3: 65.4%

Gesamt: 33.9%

Sie stellen während einer Probefahrt schon bei der ersten starken Abbremsung einen sehr geringen Bremsdruck am Bremspedal und wenig Bremskraft fest. Welche der folgenden Sachverhalte könnte am wahrscheinlichsten die Ursache hierfür sein?

Beachten Sie: 3 Antworten sind richtig!

- Abgefahrene Bremsbeläge
- Ein verkanteter Bremskolben
- Undichte Bremsschläuche
- Defekter ABS-Sensor
- Zu geringer Bremsflüssigkeitsstand
- Eingelaufene Bremsscheibe
- Defekter Hauptbremszylinder

5. Denkbare Ursachen für Inkonsistenzen der Befundlage

- große Anzahl potentieller Schwierigkeitsmerkmale, die in den Tests nicht alle systematisch variiert werden können ohne dabei Validitätsprobleme zu riskieren
- Testzuschnitte/ erfasste Kompetenzen
- Inhaltsabhängigkeiten innerhalb von Kompetenzfacetten
- (verborgene) Mehrdimensionalitäten
- Unterschiedliche Leistungsniveaus der Lernenden (eingeschränkte Varianzen in Subgruppen)
- Unterstellte Lösungswege, die den Merkmalszuschreibungen zugrunde liegen, gelten nur partiell (Erfahrungswissen etc. ermöglicht andere Wege; es werden andere Fähigkeiten als unterstellt zur Lösung eingesetzt)

6. Zwischenfazit

- Über alle berufliche Domänen hinweg lassen sich substantielle Diskrepanzen zwischen curricularen Vorgaben und den erreichten Leistungsständen dokumentieren
- Es lassen sich zentrale Barrieren bzw. Schwierigkeitsmerkmale identifizieren
- Die Befundlage ist z.T. allerdings inkonsistent, wofür es eine ganze Reihe potentieller Ursachen gibt
- Es mangelt an einer Verbindung zwischen diagnostischen Zugängen und daran anschließenden Förderperspektiven
- Wir wissen wenig über die Nutzung einschlägigen Wissens im Unterricht

7. Perspektiven der Forschung

- Systematische Aufgabenanalysen mit einer integrierten Zielperspektive (Diagnostik und Förderung) fokussiert auf ausgewählte Domänenausschnitte; daran anschließend übergreifende Analysen
- Kombination bzw. Nutzung unterschiedlicher Zugänge, je spezifische Potentiale
- Analysen zur Nutzung des einschlägigen Wissens im Unterricht
- Interventionen zur Bearbeitung von Barrieren, Fehlkonzepten, Strategieanwendung etc.



Universität Stuttgart
Institut für Erziehungswissenschaft
Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik

Vielen Dank!

Prof. Dr. phil. Reinhold Nickolaus

E-Mail nickolaus@bwt.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685-83181

www.uni-stuttgart.de/bwt/

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik

Geschwister-Scholl-Str. 24D 70174 Stuttgart

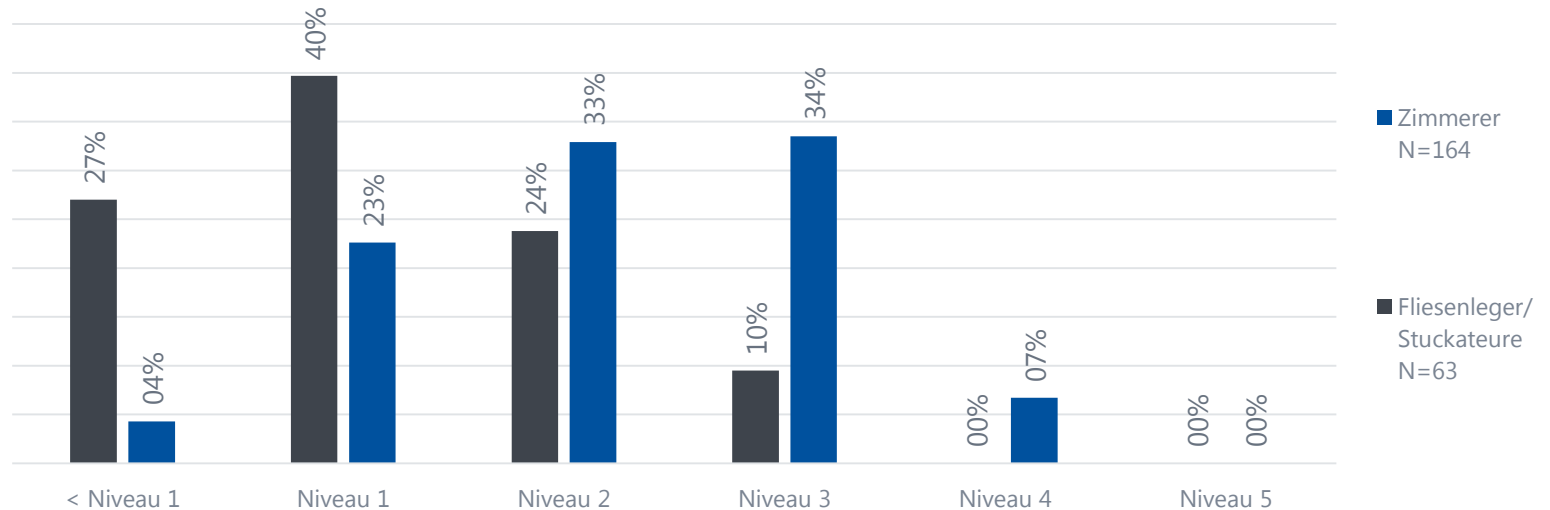
Niveaumodellierung des **berufsfachlichen Wissens** in der bautechnischen Grundstufe

Wie viele und welche Niveaus können in der Dimension des berufsfachlichen Wissens gebildet werden?

Bereich I	Bereich II	Bereich III	Bereich IV	Bereich V	
Keine	Vertrautheit Komplexität	Vertrautheit Komplexität Veranschaulichung	Vertrautheit Komplexität Veranschaulichung Lösungselemente	Vertrautheit Komplexität Veranschaulichung Lösungselemente Zahlen	
< Niveau I	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV	Niveau V
Ges: 10,6 %	Ges: 27,3 %	Ges: 30,4 %	Ges: 26,9 %	Ges: 4,8 %	Ges: 0,0 %

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Wie verteilt sich die Stichprobe auf diese Niveaus und gibt es Unterschiede zwischen den Berufsgruppen der Zimmerer, Stuckateure und Fliesenleger?



Niveau 1 Mechanik, Beispielaufgabe und Lösungswahrscheinlichkeiten

Lösungsquoten

:

Niveau 0:

25.7%

Niveau 1:

61.8%

Niveau 2:

80.4%

Niveau 3:

100%

Gesamt: 68.5%

Bei einer Überprüfung der Bremsanlage messen sie folgende Belagstärken:
Hinterachse: links innen 7mm, links außen 7mm; rechts innen 2mm, rechts außen 7mm.
Vorderachse: links innen 5mm, links außen 4,8mm; rechts innen 5mm, rechts außen 4,9mm.

Laut Herstellerinformationen beträgt die Belagstärke für Vorder- und Hinterachse beim Einbau 9mm und die Verschleißgrenze liegt bei 3mm. Welche Arbeiten würden Sie durchführen?
Wählen Sie 2 richtige Antworten aus.

- Den Bremsbelag rechts innen an der HA erneuern.
- Die Bremsbeläge rechts innen und außen an der HA erneuern.
- Alle Bremsbeläge der HA erneuern.
- Den Bremsbelag rechts innen an der VA erneuern.
- Die Bremsbeläge rechts innen und außen an der VA erneuern.
- Alle Bremsbeläge der Vorderachse erneuern.
- Den rechten hinteren Bremssattel überprüfen.
- Den rechten vorderen Bremssattel überprüfen.
- Die beiden vorderen Bremssättel überprüfen.

Niveau 2 Mechanik, Beispielaufgabe und Lösungswahrscheinlichkeiten

Lösungsquoten:

Niveau 0: 24.6%

Niveau 1: 42.3%

Niveau 2: 67.1%

Niveau 3: 80.3%

Gesamt: 53.9%

Welche Ursachen können für unterschiedliche Bremsbelagstärken (innerer/äußerer Bremsbelag) verantwortlich sein?

Beachten Sie: 2 Antworten sind richtig!

- Der Bremsbelagträger ist durch den Bremsabrieb nicht mehr freigängig.
- Undichtigkeiten im Bremskreislauf.
- Erhöhter Seitenschlag der Bremsscheiben.
- Falsche Bremsflüssigkeit.
- Der Bremskolben ist verkantet und stellt sich nicht mehr zurück.