

Autor: Christoph Sjöberg

Fehlvorstellungen in der Industrie-Mechaniker-Ausbildung

Eine berufswissenschaftliche Untersuchung

Begriffsklärung

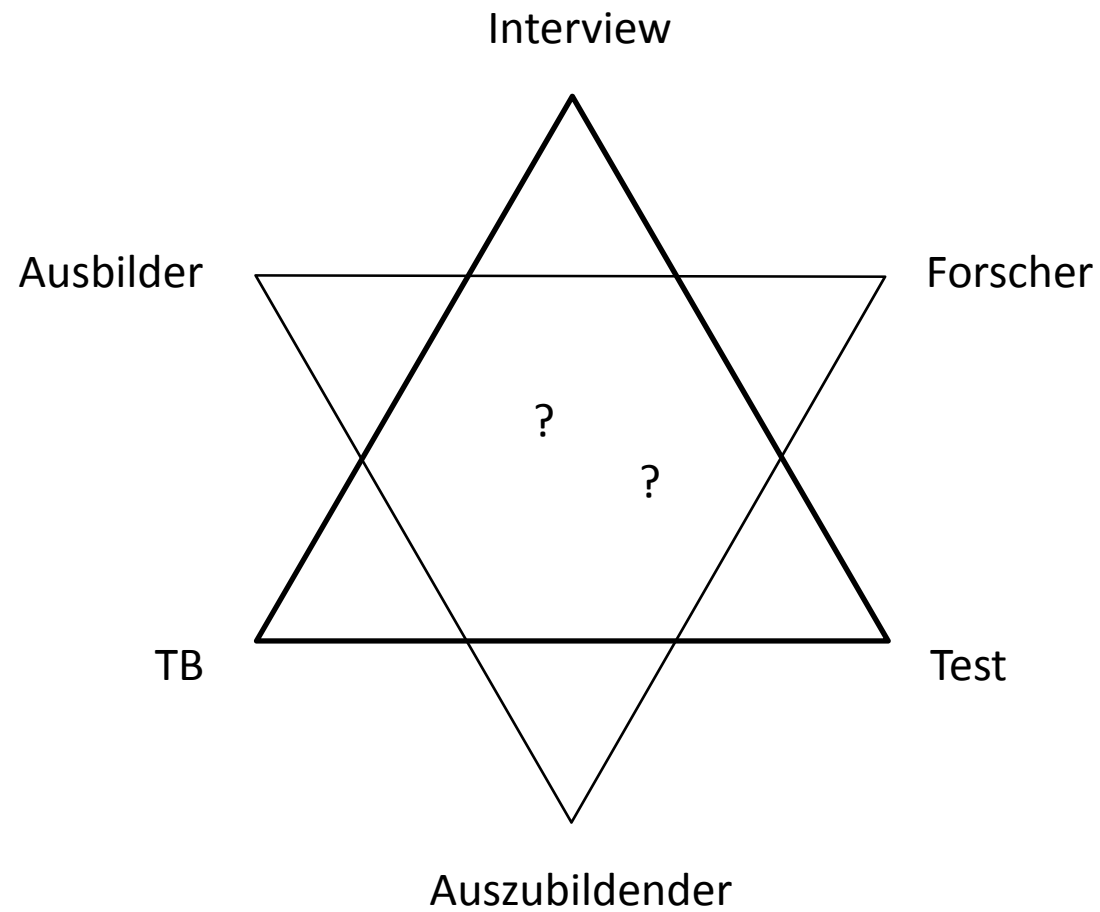
- Fehlvorstellung :
 - abgeleitet vom englischen Begriff *misconception*
 - fehlerbehaftete Überlegungen, die zu Trugschlüssen führen (vgl. Reinfried 2010)
 - ein Teil des Spektrums von Schülervorstellungen (vgl. Dörfler 2009)
 - auch verwendete Begriffe: *Präkonzepte, alternative frameworks*
- verwendete Definition:
 - vermeintliches Wissen, was einem oder mehreren Grundsätzen naturwissenschaftlicher oder technischer Erkenntnisse widerspricht.

Forschungsstand

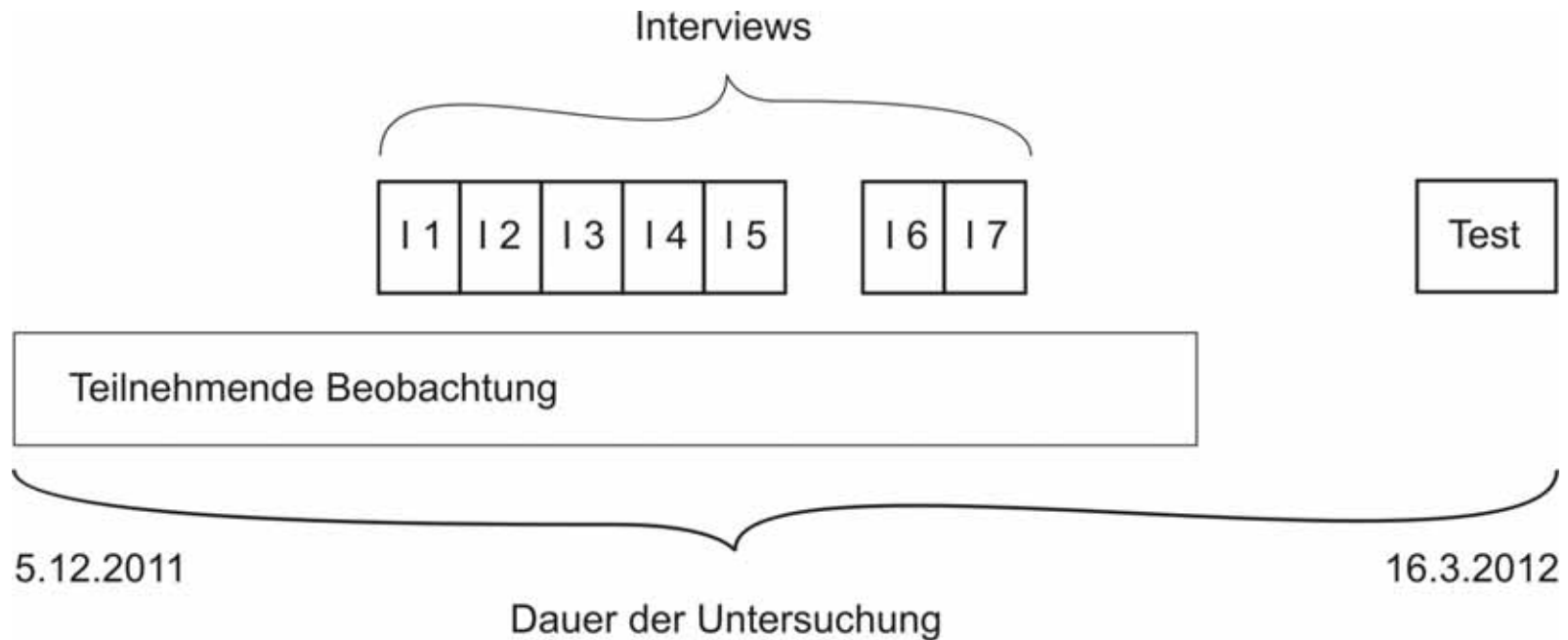
- Schülervorstellungen
 - resistent gegen Veränderungen
 - sinnstiftend mit Alltagsvorstellungen vernetzt
 - inkohärent (an die jeweilige Situation anpassbar)
- Conceptual-Change-Forschung
 - unterstützen eines Konzeptwechsels
 - ‚falsche Vorstellungen‘ können nicht einfach durch die ‚richtigen‘ ersetzt werden
 - Konzeptwechsel muss auf mehreren Ebenen erfolgen
- Berufswissenschaftliche Forschung
 - Herstellen von Handlungskompetenz
 - Messen beruflicher Kompetenzen
 - Orientierung an Arbeits- und Geschäftsprozessen

-> Ergebnisse der Conceptual-Change-Forschung werden kaum betrachtet.

Konzept der Untersuchung



Ablauf der Untersuchung



Aufbau der Untersuchung

- Studie I: Befragung der Ausbilder (7 Interviews)
 - problemzentrierte, leitfadengestützte Interviews
 - Durchführung nach Absprache im Rahmen der TB
 - Auswertung: zusammenfassende Inhaltsanalyse
 - Extraktion des Kernthemas: Druck in Fluiden
- Studie II: Befragung der Auszubildenden (26 IM's)
[Pencil and Paper Test]
 - Einstiegsteil und Aufgabenteil
 - Durchführung nach Ankündigung
 - Auswertung: mittels deskriptiver Statistiken

Fragestellung

1. Welche Fehlvorstellungen beschreiben die Ausbilder von Arcelor Mittal Bremen?
2. Wie gehen sie mit den aufgetretenen Fehlvorstellungen um?
3. Welches für die Ausbildung wichtige Kernthema lässt sich aus der Analyse des Datenmaterials ableiten?
4. Welche Fehlvorstellungen lassen sich bei den Auszubildenden zu dem Kernthema identifizieren bzw. treten besonders häufig auf?
5. Inwiefern bestätigen die Testergebnisse die Ergebnisse anderer Publikationen?
6. Gibt es einen Zusammenhang von Vorstellung und Testergebnis?

Vorbemerkung

- Test als Diagnosewerkzeug: Diagnose von Fehlvorstellungen
- Beschränkung auf einen klar definierten Inhaltsbereich: Druck in Fluiden
- Bezug auf Wissen und Verständnis: deklaratives und prozedurales Wissen
- Entwicklung des Tests in Anlehnung an Treagust (1988) und Klinger (2011)

Entwicklung des Tests in 3 Schritten

1. Inhaltliche Bestimmung

- Festlegen von Wissensaussagen, z.B.:
 - Druck beschreibt das Gepresstsein von Fluiden,
 - Druck ist richtungsunabhängig

2. Zusammentragen von Präkonzepten und Fehlvorstellungen

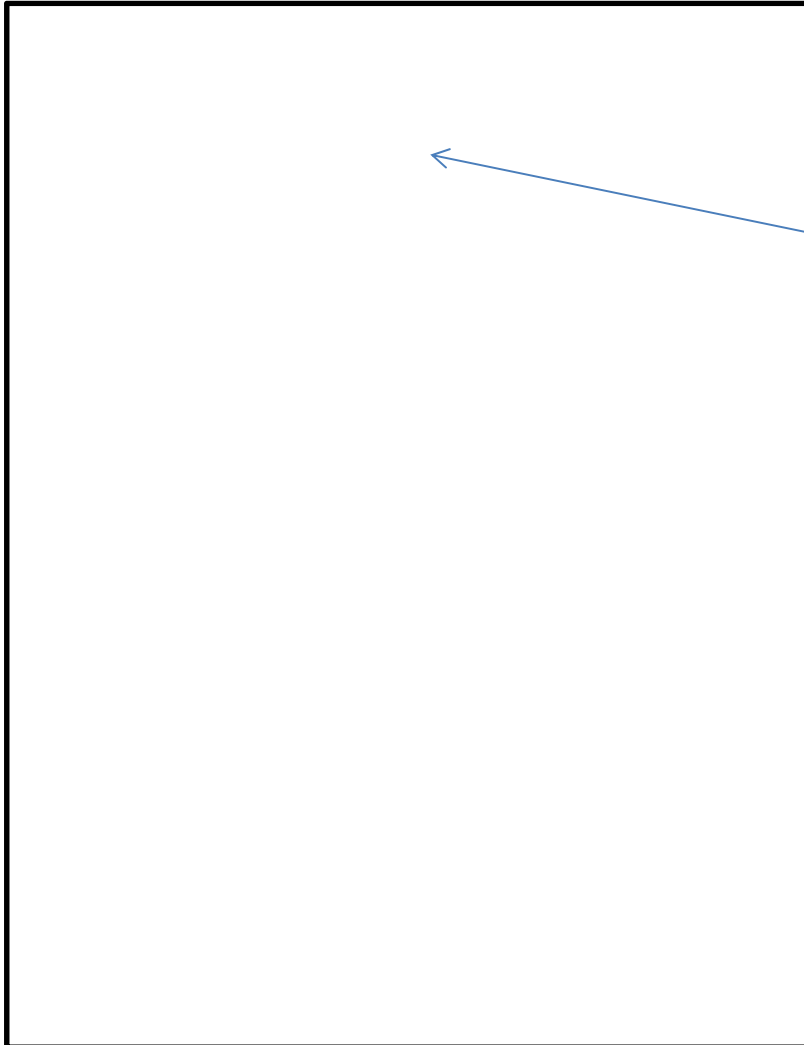
- aus den Interviews, z.B.:
 - kleinere Fläche -> kleinerer Druck
- aus der Literatur, z.B.:
 - Druck ist eine Kraft
 - Luft drückt nur, wenn sie gedrückt wird

3. Konstruktion der Testaufgaben

Konstruktion der Testaufgaben

- Multiple-Choice mit geschlossenen Fragen
- zweistufig: Antwortebene + Begründungsebene
- Antwortebene: Entscheidungsoptionen zu einem dargebotenen Sachverhalt
- Begründungsebene: enthält Präkonzepte und Fehlvorstellungen
- zwei Aufgaben mit offenen Antworten, ansonsten regelmäßiger Aufbau

Beispiel einer Testaufgabe



Auf ihrem Segeltörn bekommen die Auszubildenden Hunger. Sie angeln sich zwei Fische.



Begründen Sie Ihre Auswahl.

- Der Fisch in Gefäß A hat über sich ein größeres Wasservolumen.
- Entscheiden Sie, welcher Fisch dem größeren Druck ausgesetzt ist. In Gefäß B wirken, ausgehend von den schrägen Wänden, zusätzliche Kräfte in Richtung des Gefäßbodens.
- Fisch A
- Fisch B
- Wegen der kleineren Öffnung wirkt Beide sind dem gleichen Druck in Gefäß B weniger Luftdruck ausgesetzt.
- Beide Fische befinden sich in gleicher Wassertiefe.

PRÄSENTATION DER ERGEBNISSE

Welche Fehlvorstellungen beschreiben die Ausbilder?

- zum Thema Druck:
 - z.B. Je kleiner die Fläche, desto kleiner der Druck.
- zum Thema Zerspanen:
 - z.B.: Es gibt keinen Unterschied zwischen Drehzahl und Schnittgeschwindigkeit
- zum Thema Hydraulische Systeme:
 - z.B.: doppelter Input = doppelter Output
- zum Thema Kupplungen und Wellen:
 - z.B.: Eine Kupplung muss ausgerichtet werden.

Umgang mit aufgetretenen Fehlvorstellungen?

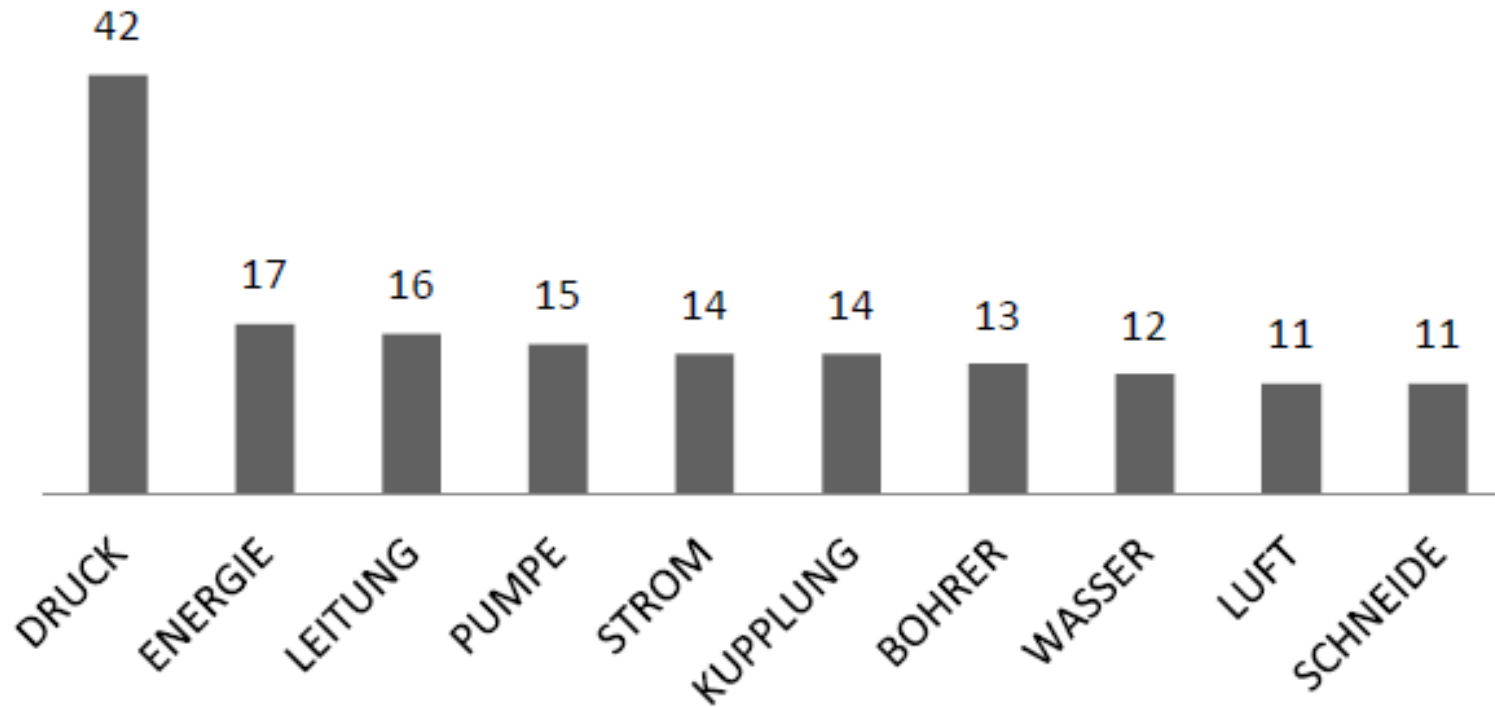
- Kontrastieren:
 - diskontinuierlicher Weg: *kognitiver Konflikt*
 - z.B. Abziehen und Aufstecken eines Pneumatikschlauches bei vorherrschendem Druck
- Anknüpfen:
 - kontinuierlicher Weg: *seichter Übergang*
 - Alltagsbeispiele als Ansatzpunkt, um den Druck zu erklären: Autofahren im Gebirge

Abgeleitetes Kernthema aus den Interviews?

- Druck in Flüssigkeiten und Gasen
- Validierung:
 - Frequenzanalyse
 - Interviewanalyse
 - Curriculumvergleich
 - Bezug zum Arbeits- und Geschäftsprozess

Ergebnis der Frequenzanalyse

Top-Ten der genannten Begriffe



Ergebnis der Interviewanalyse

- Die meisten Fehlvorstellungen konnten zum Thema Druck zusammengetragen werden:
 - Je kleiner eine Fläche, desto kleiner der Druck.
 - Bei einem eingeklemmten Kolben ist der Druck auf der Kolbenseite größer als auf der Kolbenstangenseite.
 - Luft übt keinen Druck aus.
 - Man kann Wasser aus 25 m Tiefe ohne Rohrpumpe ansaugen.
 - Mit der richtigen Pumpe kann man Wasser so hoch fördern, wie man möchte.
 - Druckverlust in einem Rohrsystem ist immer mit großem Flüssigkeitsverlust verbunden.
 - Flüssigkeiten sind komprimierbar. -> Achtung!
 - Erhöht man den Druck in einer hydraulischen Anlage um das Doppelte, bewirkt man eine doppelte Kraft.

Ergebnis des Curriculumvergleichs



Ausbildungsrahmenplan

- Berufsbildposition 10:
Steuerungstechnik (§ 11 Abs. 1
Nr. 10)
- 2. Ausbildungsjahr (1. Halbjahr),
Zeitraumen 5
- Kern- und Fachqualifikationen mit
selbständigem Planen,
Durchführen und Kontrollieren:
 - steuerungstechnische Unterlagen
auswerten
 - Steuerungstechnik anwenden

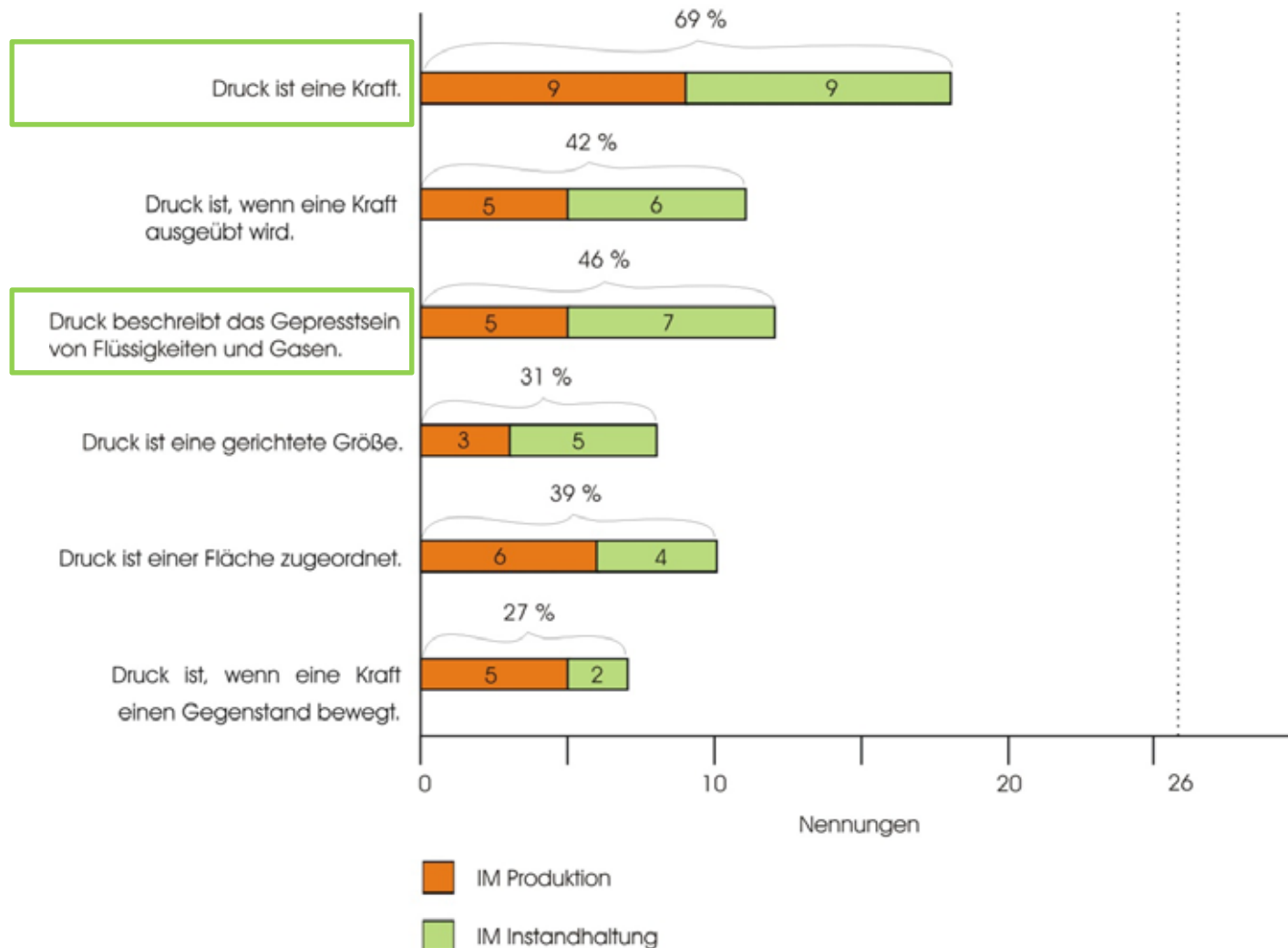
Rahmenlehrplan

- Lernfeld 6: Installieren und
Inbetriebnehmen steuerungs-
technischer Systeme
- 2. Ausbildungsjahr (60 Std.)
- Zielformulierung:
 - Planen und Realisieren des Aufbaus
einer Steuerung
 - Berücksichtigung des
Arbeitsschutzes
 - Entwickeln von Strategien zur
Fehlersuche und Optimierung des
steuerungstechnischen Systems
- Inhalte: u.a. Druckmedien und
Drücke

Bezug zum Arbeits- und Geschäftsprozess

- durch Verankerung des Themas im Rahmenlehrplan und Ausbildungsordnung
- durch Aussagen der Ausbilder:
 - Ausbilder 1:
 - Umgang mit großen Lasten im Stahlwerk 
 - Ausbilder 2:
 - eingeklemmte Vorrichtung (Zylinder) 

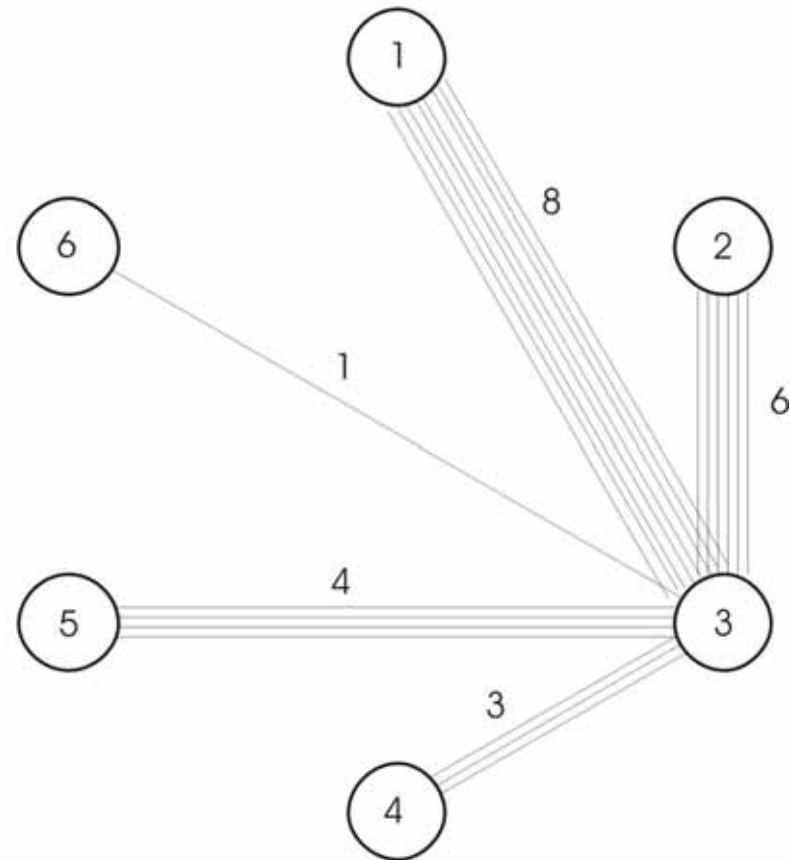
Einstiegsteil: Antwortverteilung



Einstiegsteil: Details

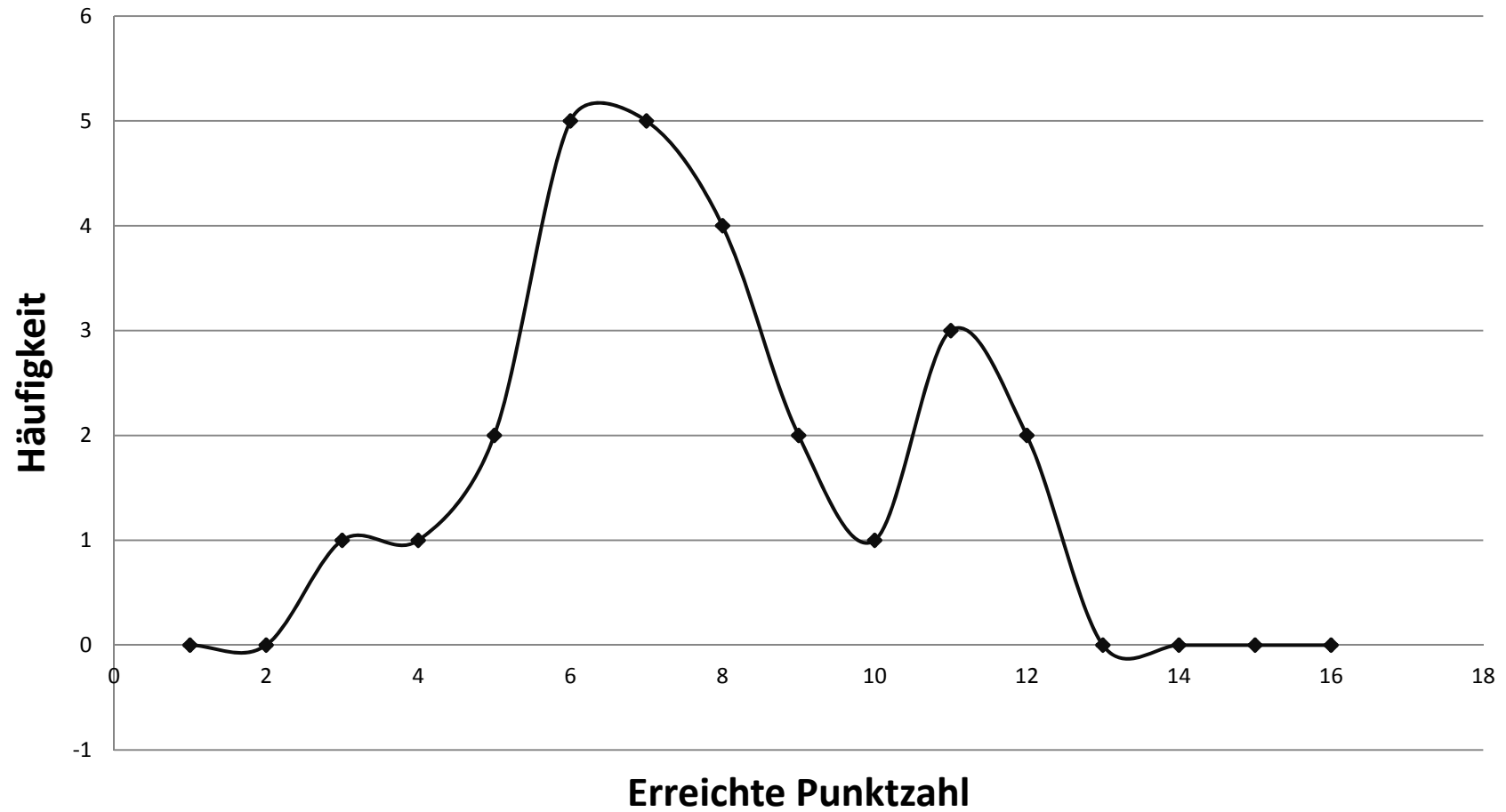
- Hypothese: Unterschied im Antwortverhalten in Abhängigkeit vom Schulabschluss
- 21 gültige Fälle
- genauso viele Abiturienten wie Realschüler wählen: Druck ist eine Kraft
- 64% (Abi) zu 30% (Real): Druck beschreibt das Gepresstsein Flüssigkeiten und Gasen
- 18% (Abi) zu 50% (Real): Druck ist, wenn eine Kraft einen Gegenstand bewegt
- nur ein Azubi verwendet die richtige Aussage als einzige Aussage
- meistens existieren mehrere Vorstellungen gleichzeitig

Einstiegsteil: Mischvorstellungen

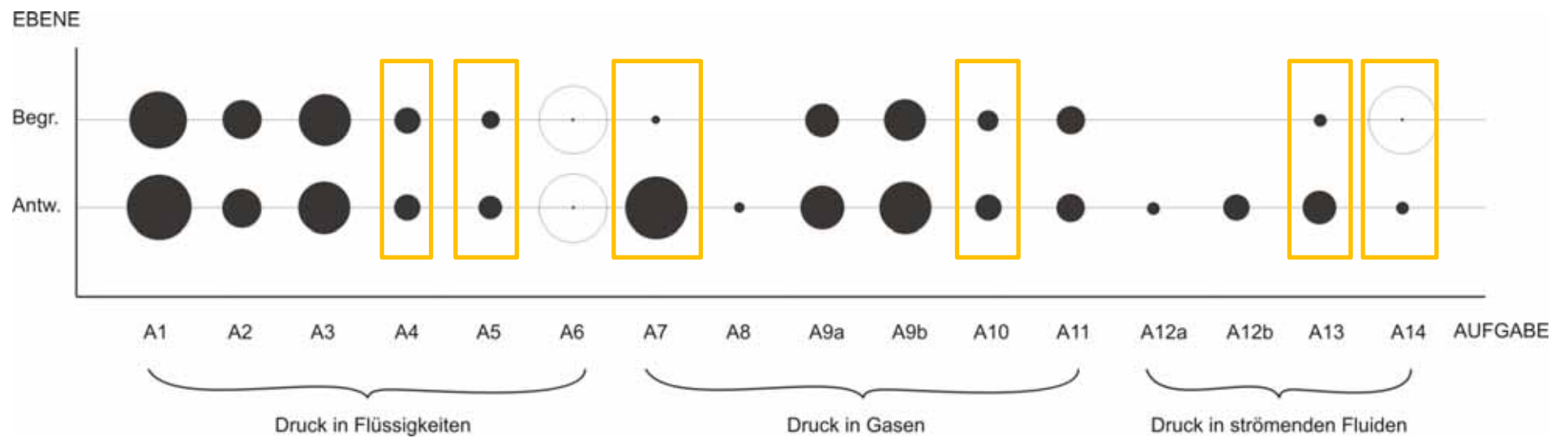


Parallelvorstellungen zur richtigen Auswahl

Gesamtabschneiden Hauptteil



Richtige Antworten richtig begründet



Beispiel: Aufgabe 4

FV: Der hydrostatische Druck ist abhängig von der Gefäßform.



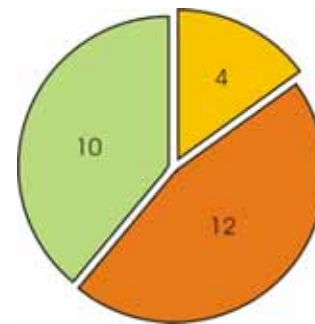
Welcher Fisch ist dem größeren Druck ausgesetzt?

Antwort:

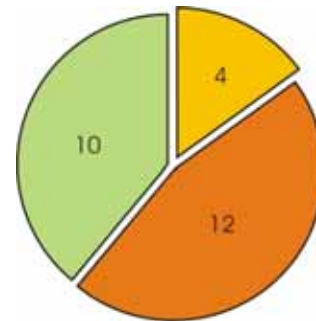
-Fisch A (46%)

Begründung:

- hat über sich ein größeres Wasservolumen (46%)



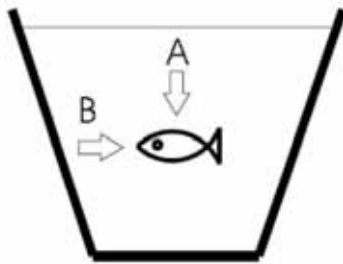
- Beide sind dem gleichen Druck ausgesetzt. (39%)
- Fisch A (46%)
- Fisch B (15%)



- Beide Fische befinden sich in gleicher Wassertiefe. (39%)
- Der Fisch in Gefäß A hat über sich ein größeres Wasservolumen. (46%)
- In Gefäß B wirken ausgehend von den schrägen Wänden, zusätzliche Kräfte in Richtung des Gefäßbodens. (15%)

Beispiel: Aufgabe 5

FV: Der Druck besitzt eine Richtung.



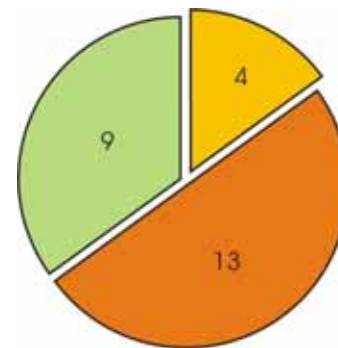
Aus welcher Richtung wirkt der größere Druck?

Antwort:

-Aus Richtung A (50%)

Begründung:

- Druck entsteht durch die Wassersäule über dem Fisch (42%)



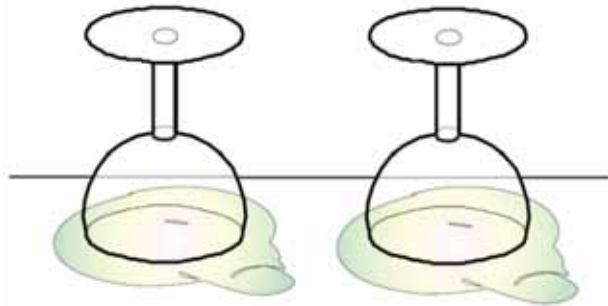
- Es gibt keinen Unterschied. (35%)
- Aus Richtung A (50%)
- Aus Richtung B (15%)



- Die Größe Druck besitzt keine Richtung. (31%)
- Der Druck entsteht durch die Wassersäule über dem Fisch. (42%)
- Abprallkräfte an der Gefäßwand erzeugen den Horizontaldruck. (8%)
- Der Abstand des Fisches zur Gefäßwand und zur Wasseroberfläche ist in etwa gleich. (8%)
- keine Begründung (11%)

Beispiel: Aufgabe 7

FV: „saugendes Vakuum“



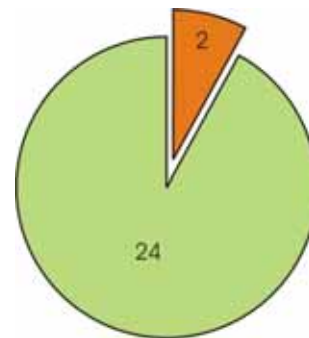
Was passiert mit den heiß abgewaschenen Gläsern nach kurzer Zeit?

Antwort:

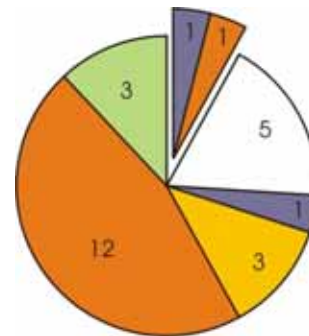
- lassen sich nur schwer von der Arbeitsfläche abheben (92%)

Begründung:

- saugen sich an der Unterlage fest, weil im Glasinneren ein Vakuum entstanden ist (50%)

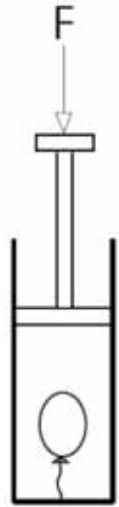


- Die Gläser lassen sich nur schwer von der Arbeitsfläche abheben. (92%)
- Die Gläser lassen sich problemlos abheben. (8%)



- Eine Druckdifferenz sorgt dafür, dass die Gläser an die Unterlage gedrückt werden. (12%)
- Die Gläser saugen sich an der Unterlage fest, weil im Glasinneren ein Vakuum entstanden ist. (50%)
- Die Gläser werden durch Adhäsionskräfte an der Unterlage gehalten. (12%)
- Da sich durch das heiße Abwaschen die Luft in den Gläsern erwärmt hat, herrscht in den Gläsern Überdruck. (8%)
- keine Begründung (19%)

Beispiel: Aufgabe 10



FV: Platzen des Ballons bei starker Komprimierung

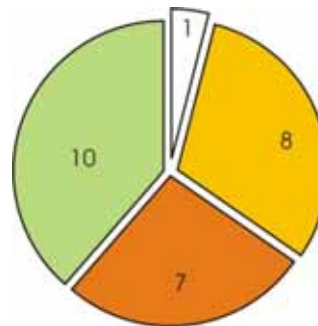
Was passiert mit dem Ballon, wenn der Stempel nach unten gedrückt wird?

Antwort:

- der Ballon platzt (31%)

Begründung:

- weil die umgebende komprimierte Luft ihn stark quetscht (23%)



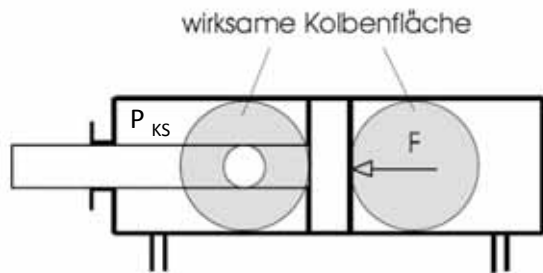
- Der Ballon verkleinert sich, behält aber seine Form bei. (39%)
- Der Ballon flacht sich oben und unten ab. (27%)
- Der Ballon platzt. (31%)
- keine Antwort (4%)



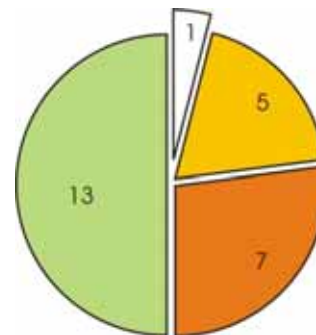
- Der Druck ist an jedem Punkt der äußeren Ballonhülle gleich. (39%)
- Das Helium im Ballon drückt nach oben, der Kolben nach unten. Das drückt den Ballon zusammen. (12%)
- Der Ballon platzt, wenn die umgebende komprimierte Luft ihn sehr stark quetscht. (23%)
- Die Luft im Zylinder bewegt sich auf den Ballon zu und drückt ihn von oben zusammen. (8%)
- keine Begründung (19%)

Beispiel: Aufgabe 13

FV: „kleinere Fläche, kleinerer Druck“



Was kann man über den Druck auf der Kolbenstangenseite aussagen?



- Der Druck ist größer als auf der Kolbenseite. (50%)
- Der Druck ist auf beiden Seiten gleich groß. (27%)
- Der Druck ist kleiner als auf der Kolbenseite. (19%)
- keine Antwort (4%)

Antwort:

- kleiner als auf der Kolbenseite (19%)

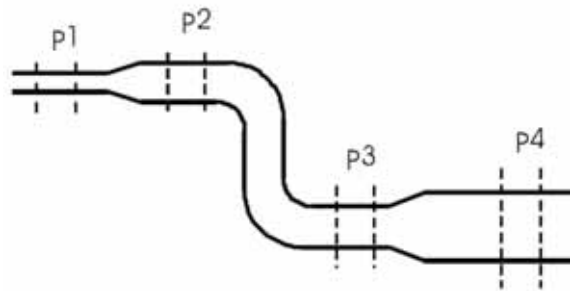
Begründung:

- kleinere wirksame Fläche, also kleinerer Druck (23%)



- Die wirksame Kolbenfläche ist kleiner, deswegen ist der Druck größer. (27%)
- Die wirksamen Kolbenflächen sind für die Druckbetrachtung nicht relevant, deswegen ist der Druck auf beiden Seiten gleich. (27%)
- Die wirksame Kolbenfläche ist kleiner, deswegen ist auch der Druck kleiner. (23%)
- Da das Volumen auf der Kolbenstangenseite abnimmt, steigt der Druck. (19%)
- keine Begründung (4%)

Beispiel: Aufgabe 14

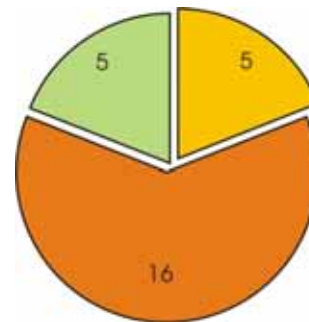


FV: Größerer Wasserdruck in dünneren Rohrabschnitten, weil das Wasser dort stärker gepresst wird.

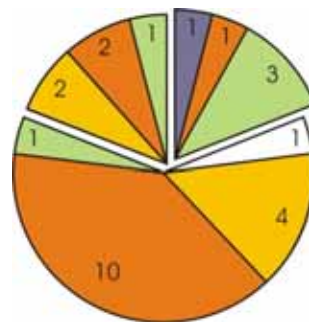
Was kann man über den Druck aussagen, wenn eine laminare Wasserströmung durch das horizontale Rohrsystem strömt?

Antwort:
 $p_1 > p_2 > p_3 > p_4$ (62%)

Begründung:
 - größerer Wasserdruck in dünneren Rohrabschnitten, weil das Wasser dort stärker zusammengepresst wird (50%)



- $p_4 > p_3 = p_2 > p_1$ (19%)
- $p_1 > p_2 > p_3 > p_4$ (62%)
- $p_4 > p_3 > p_2 > p_1$ (19%)



- Mit zunehmendem Rohrdurchmesser steigt der Druck, weil die Höhe des eingeschlossenen Wassers zunimmt. (19%)
- Der Wasserdruck ist in den dünneren Rohrabschnitten größer, weil das Wasser dort stärker zusammengepresst wird. (50%)
- Der Wasserdruck ist in den dünneren Rohrabschnitten größer, weil das Wasser dort schneller fließt. (23%)
- Mit zunehmendem Rohrdurchmesser steigt der Druck, weil das Wasser dann langsamer fließt. (4%)
- keine Begründung (4%)

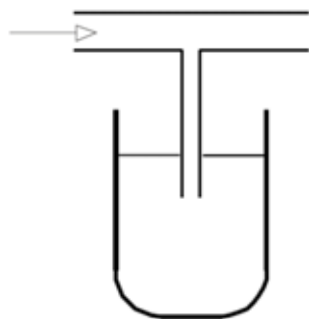
Identifizierte Fehlvorstellungen bei den Azubis zum Kernthema?

- Einstiegsteil:
 - Druck ist eine Kraft.
- Hauptteil:
 - Der hydrostatische Druck ist abhängig von der Gefäßform.
 - Druck besitzt eine Richtung.
 - „saugendes Vakuum“
 - Platzen eines Ballons bei starker Komprimierung (abgeschlossenes System)
 - Je kleiner die Fläche, desto kleiner der Druck.
 - Größerer Wasserdruck in dünneren Rohrabschnitten, weil das Wasser dort stärker gepresst wird.

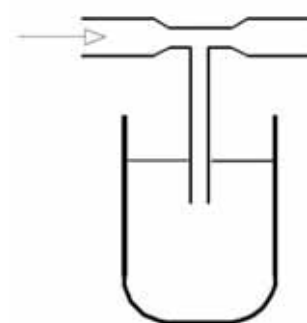
Bestätigen die Testergebnisse die Ergebnisse anderer Studien?

Fehlvorstellung	EG/D	UB	RW	eU
Hydrostatischer Druck in Gefäß A (_ /) ist größer wegen des größeren Wasservolumens		59 %	~ 40 %	46 % (A4)
Druck nach unten größer als Druck zur Seite	29 %		~ 50 %	35 % (A5)
aktiv „saugendes Vakuum“	50 %		~ 50 %	50 % (A7) 85 % (A8)
Beim Durchblasen durch ein gerades T-Rohr steigt der Wasserstand im Steigrohr			> 50 %	11 % (A12a)
Beim Durchblasen durch ein verengtes T-Rohr steigt der Wasserstand im Steigrohr			> 50 %	39 % (A12b)

A 12a.)



A 12b.)



Zusammenhang von (Druck)- vorstellung und Testergebnis?

- Einstiegsteil:
 - Druck ist eine Kraft: 69 %
 - Druck entsteht, wenn eine Kraft ausgeübt wird: 42 %
- Problem: mangelnde Differenzierung von Druck und Kraft (siehe Wodzinski)
- Folge: Eigenschaften von Kräften werden auf den Druck übertragen.
- Hauptteil:
 - Druck wirkt vorwiegend aus einer bestimmten Richtung (A5, 65%),
 - hauptsächlich in Richtung der Wassersäule (A5, 50%),
 - bei Gasen in einem Zylinder in Bewegungsrichtung des Kolbens (A10, 27%).

Fazit

- Druck: ein relevantes Thema in der Industriemechanikerausbildung
 - insbesondere bei Arcelor Mittal Bremen (Stahlwerk)
 - hier arbeiten die Maschinen unter physikalischen Extrembedingungen (Temperatur, Druck etc.)
- Grundlage für viele Arbeits- und Geschäftsprozesse
 - z.B. Warten und Instandhalten hydraulischer Anlagen:
 - Wechseln des Druckmediums (Öl), Abdichten von Rohrleitungen
 - Arbeitssicherheit:
 - Entlüften, Arbeiten im druckfreien Zustand
- Fehlvorstellungen vorhanden:
 - können zu Fehlhandlungen führen
 - decken sich mit den Ergebnissen aus anderen Studien
 - Kluft zwischen Forschungsergebnisse und Ausbildung
- Umgang mit Fehlvorstellungen:
 - Schulung von Lehr- und Ausbildungspersonal

Ausblick

- Untersuchungsergebnisse: kleiner Ausschnitt aus dem Spektrum der Fehlvorstellungen
- Weiterentwicklung des Tests:
 - Anpassen an fortgeschrittene Azubis
 - zunehmende Berufsorientiertheit mit zunehmender Expertise
 - Einbeziehen von Lern- und Entwicklungsaufgaben
- Durchführung des Tests an einer größeren Population:
 - in anderen Betrieben
 - über alle Lehrjahre
- Einbettung der Untersuchung in einen größeren Forschungszusammenhang
 - z.B. Untersuchung von FV auch in anderen Berufsgruppen
 - Interviewstudie mit Auszubildenden
- stärkere Verknüpfung von berufswissenschaftlicher und naturwissenschaftsdidaktischer Forschung mit der Berufsausbildung

Vielen Dank!

- an meine Betreuer,
- an die Ausbilder von Arcelor Mittal Bremen,
- an die Auszubildenden des jetzigen 1. Lehrjahres von Arcleor Mittal Bremen.