

# **Schriftlicher Reihungstest der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH**

Eine Beschreibung mit  
Beispielaufgaben für den Studiengang

**„Produktionstechnik und Organisation“**

(Standort Graz)

ITB Consulting GmbH, Bonn  
im Auftrag der  
FH JOANNEUM Gesellschaft mbH

**FH JOANNEUM Gesellschaft mbH**  
**Alte Poststraße 149, A-8020 Graz**

**© 2010 ITB Consulting GmbH**  
**Koblenzer Straße 77, D-53177 Bonn**

**Verantwortlich für den Inhalt: Hans-Jörg Didi**  
**Franz Blum**

# INHALT

	<b>Seite</b>	
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Funktion und Konzeption des Tests</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Testaufbau</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Durchführung und Auswertung des Tests</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Vorbereitung auf den Test</b>	<b>9</b>
5.1	Vorbemerkungen	9
5.2	Allgemeine Hinweise zur Bearbeitung des schriftlichen Reihungstests	11
5.3	Spezielle Bearbeitungshinweise und kommentierte Beispiel-	
	aufgaben	13
	● Quantitatives Problemlösen	13
	● Figuren-Reihen	17
	● Wort-Analogien	21
	● Funktionale Beziehungen	24
	● Technisches Verständnis	29

## **1 Einleitung**

Diese Information wendet sich an alle, die sich für ein Studium am Studiengang „Produktionstechnik und Organisation“ der **FH JOANNEUM Gesellschaft mbH** interessieren und sich bereits vorab über den schriftlichen Reihungstest informieren wollen, der dort im Rahmen des Auswahlverfahrens durchgeführt wird.

Somit bietet Ihnen diese Information die Möglichkeit, sich schon vor der Teilnahme mit dem Ablauf des Tests und den einzelnen Aufgabentypen vertraut zu machen.

## **2 Funktion und Konzeption des Tests**

Da im Normalfall deutlich mehr Personen ein Studium an den Studiengängen der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH anstreben, als Studienplätze vorhanden sind, ist ein Auswahlverfahren notwendig. Es soll eine an objektiven Eignungskriterien orientierte und damit gerechte Studienplatzvergabe ermöglichen.

Die erste Stufe dieses Auswahlverfahrens bildet der schriftliche Reihungstest. Er prüft neben einigen zentralen intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten, die allgemein für die erfolgreiche Bewältigung eines Studiums von Bedeutung sind, auch solche, die den speziellen Anforderungen dieses Fachhochschul-Studiengangs entsprechen.

Zur Teilnahme am schriftlichen Reihungstest werden alle BewerberInnen zugelassen, welche die fachlichen Zugangsvoraussetzungen besitzen. Der Test ist ein objektives eignungsdiagnostisches Instrument, das an alle BewerberInnen dieselben Anforderungen stellt. Grundsätzlich wird zu jedem Bewerbungstermin eine neue Version des schriftlichen Reihungstests vorgelegt; in seiner Grundstruktur, insbesondere hinsichtlich der verwendeten Aufgabentypen, bleibt er jedoch über die Jahre unverändert. Der Test setzt, auch wenn seine Inhalte zum Teil sehr fachnah gewählt sind, keinerlei spezifisches Wissen voraus. Im Mittelpunkt stehen weder Fachkenntnisse noch solche Eignungsaspekte, die bereits in den Schulnoten zum Ausdruck kommen; stattdessen wird z.B. die Fähigkeit geprüft, komplexe, in Texten oder Diagrammen dargestellte Sachverhalte zu erfassen und richtig zu interpretieren, ferner die Kompetenz im Umgang mit abstrakten, in Formeln dargebotenen Informationen.

Damit wird in dieser Auswahlstufe das Hauptaugenmerk auf die intellektuelle Leistungsfähigkeit der BewerberInnen gelegt. Andere wichtige Persönlichkeitsmerkmale bleiben hier noch außer Betracht; sie sind der Hauptgegenstand des anschließenden mündlichen Auswahlverfahrens.

### 3 Testaufbau

Der schriftliche Reihungstest besteht aus zwei Teilen, zu deren Bearbeitung jeweils ein eigenes Testheft und ein eigener Antwortbogen ausgeteilt werden.

Der erste Testteil, bestehend aus den Untertests „Quantitatives Problemlösen“, „Figuren-Reihen“ und „Wort-Analogien“, ist für alle Bachelor-Studiengänge der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH gleich. Gemessen werden intellektuelle Fähigkeiten, die in allen Studiengängen von zentraler Bedeutung sind. Das geschieht mittels dreier Untertests (das sind jeweils Gruppen von Aufgaben desselben Typs):

Beim Untertest **Quantitatives Problemlösen** sind elementare mathematische Fragestellungen zu bearbeiten, die größtenteils einfache wirtschaftliche oder technische Vorgänge betreffen. Die Aufgaben prüfen die Sicherheit im Umgang mit den Grundregeln der Arithmetik und der Algebra sowie die Fähigkeit, verbal dargestellte Sachverhalte in mathematische Gleichungen zu übertragen.

Der Untertest **Figuren-Reihen** fordert das Erkennen von Regelmäßigkeiten im Aufbau von figuralem Material. Anhand der erkannten Regel ist die betreffende Figuren-Reihe zu prüfen, und jenes Element, das der Regel widerspricht, ist zu markieren. Damit bildet der Test eine zentrale Anforderung verschiedener Studiengänge ab: Das Erkennen von Strukturen in einer auf den ersten Blick ungeordneten Situation und die Anwendung bzw. Übertragung der erkannten Gesetzmäßigkeiten auf neue Sachverhalte. Ziel des Tests ist die Erfassung des logischen Denkvermögens in einer weitgehend sprachunabhängigen Form.

Beim Untertest **Wort-Analogien** sind die Beziehungen zwischen jeweils zwei Begriffen zu erfassen und auf andere Begriffspaare zu übertragen. Der Untertest erfordert vor allem die Fähigkeit, logische Strukturen zu erkennen, Schlussfolgerungen zu ziehen und zu abstrahieren.

Im zweiten Testteil bearbeiten BewerberInnen für diesen Studiengang je zwei spezifische Untertests, welche die besonderen Anforderungen des jeweiligen Studienfachs widerspiegeln und die entsprechenden intellektuellen Fähigkeiten erfassen. Beim Studiengang „Produktionstechnik und Organisation“ sind das folgende zwei Untertests:

**Funktionale Beziehungen.** Dieser Untertest prüft die Fähigkeit, verbal oder grafisch vorgegebene technische Sachverhalte in eine formelmäßige Darstellungsweise zu übertragen und die auftretenden Größen zueinander in Beziehung zu setzen. Dazu sind in erster Linie Formalisierungsfähigkeit, schlussfolgerndes Denken und kombinatorisches Denken erforderlich.

**Technisches Verständnis.** Bei dieser Aufgabengruppe sind einfache, unmittelbar praxisbezogene Problemstellungen zu bearbeiten. Sie zielt primär auf die Fähigkeit, sich einfache technische Funktionsabläufe vorzustellen und elementare technisch-naturwissenschaftliche (Ursache-Wirkung-) Zusammenhänge zu analysieren.

Jeder Untertest beginnt mit Hinweisen, wie die betreffenden Aufgaben zu bearbeiten sind. (Diese Hinweise finden Sie auch im Abschnitt 5.3 der vorliegenden Broschüre.) Die Aufgaben selbst sind durchwegs nach dem so genannten „Multiple-Choice-Prinzip“ konstruiert; zu jeder Problemstellung werden fünf (bzw. neun beim Untertest „Figuren-Reihen“) Antwort- oder Lösungsvorschläge vorgegeben, von denen jeweils nur einer zutrifft (siehe die Beispielaufgaben im Abschnitt 5.3).

Sämtliche Aufgaben werden vor ihrer Verwendung im schriftlichen Reihungstest erprobt. Zu diesem Zweck enthalten die im Auswahlverfahren eingesetzten Testversionen pro Untertest neben den 18 gewerteten Aufgaben 6 Probeaufgaben, die für die BewerberInnen nicht als solche erkennbar sind und bei der Ermittlung der Testergebnisse unberücksichtigt bleiben (beim Untertest „Figuren-Reihen“ werden 27 Aufgaben gewertet und 9 erprobt). Dank dieser Vorerprobung der Aufgaben lässt sich der Schwierigkeitsgrad des Tests über die Bewerbungstermine hinweg recht konstant halten.

Jede Version des schriftlichen Reihungstests ist so angelegt, dass die Mehrzahl der BearbeiterInnen bei zügigem Vorgehen in der zur Verfügung stehenden Zeit nahezu alle Aufgaben in Angriff nehmen kann. Dabei werden im Durchschnitt etwa 50 Prozent der gestellten Aufgaben gelöst, d.h. richtig beantwortet. Der Schwierigkeitsgrad der einzelnen Aufgaben ist so bemessen, dass je nach Aufgabe zwischen 20 und 80 Prozent der TestteilnehmerInnen die richtige Antwort finden. Dadurch ist zum einen sichergestellt, dass der schriftliche Reihungstest auch im Bereich überdurchschnittlicher Leistungen noch gut zu differenzieren vermag; zum anderen können auch BewerberInnen, die etwas langsamer – aber dafür sehr sorgfältig – vorgehen und deshalb einen Teil der Aufgaben unbearbeitet lassen müssen, noch ein gutes Ergebnis erzielen.

Innerhalb der Untertests stehen jeweils die leichteren Aufgaben am Anfang und die schwereren am Ende.

## 4 Durchführung und Auswertung des Tests

Die **Durchführung des schriftlichen Reihungstests** beansprucht einschließlich Einführung und Pause ca. dreieinhalb Stunden. Eine verkürzte Teilnahme ist – im Interesse eines ungestörten Testablaufs – nicht gestattet. An Unterlagen benötigen Sie lediglich einen amtlichen Lichtbildausweis sowie einen Kugelschreiber (blau oder schwarz, keinen Bleistift). Ferner können eine Uhr und ein Markierstift hilfreich sein (Konzeptpapier wird bereitgestellt); andere Hilfsmittel wie z.B. Rechner oder Lineale sind nicht zugelassen.

Nach der Begrüßung wird das Merkblatt „Allgemeine Hinweise zur Bearbeitung des schriftlichen Reihungstests der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH“ vorgelesen (siehe unter Punkt 5.2). [Das Merkblatt sowie die Antwortbögen erhalten Sie bereits bei der Anmeldung.] Anschließend haben Sie Gelegenheit, noch offen gebliebene Fragen anzusprechen. Dann wird Ihnen das Testheft ausgehändigt. Bitte notieren Sie auf dem Testheft Ihren Namen und kontrollieren Sie auf Ihrem Antwortbogen Ihre Daten. Damit die Testzeit für alle gleich ist und niemand benachteiligt wird, darf das Testheft erst dann aufgeschlagen und mit der Bearbeitung begonnen werden, wenn der Testleiter / die Testleiterin das Zeichen dazu gegeben hat.

Nach Ablauf der ersten drei Untertests werden die Testhefte und die Antwortbögen eingesammelt. Sie haben dann eine viertel Stunde Pause. Anschließend werden die Testhefte für den zweiten Teil ausgegeben.

Während der für einen bestimmten Untertest vorgegebenen Zeit dürfen Sie nur innerhalb dieses Untertests vor- und zurückblättern (das Ende eines Untertests ist jeweils durch ein Stopp-Zeichen markiert); das gilt auch dann, wenn Sie bereits alle Aufgaben bearbeitet haben. Blättert jemand trotzdem zu einem anderen Untertest vor oder zurück, wird dies als Täuschungshandlung gewertet, die in schweren Fällen sofort und ansonsten im Wiederholungsfall zum Ausschluss vom weiteren Auswahlverfahren führt. Das gleiche gilt, wenn unerlaubte Hilfsmittel benutzt, fremde Hilfen in Anspruch genommen oder andere TestteilnehmerInnen gestört werden.

Markierungen im Testheft werden nicht berücksichtigt und können nur innerhalb der für den betreffenden Untertest vorgegebenen Zeit auf den Antwortbogen übertragen werden. Markieren Sie daher die ermittelten Lösungen direkt auf dem Antwortbogen, da nur dieser ausgewertet wird.

Im Interesse einer störungsfreien Testabnahme sollten Sie die Bearbeitung des Tests nur unterbrechen, wenn Sie die Toilette aufsuchen müssen; die dadurch verlorene Zeit kann nicht „angehängt“ werden. Rauchen und Telefonieren ist während der Testabnahme nicht gestattet.

Etwaige Fragen zu einzelnen Aufgaben werden vom Testleiter / von der Testleiterin nicht beantwortet, da das Verstehen der jeweiligen Aufgabenstellung bereits Teil der Anforderungen des

schriftlichen Reihungstests ist (Ausnahme: Fragen zu vermeintlichen oder tatsächlichen Druckfehlern).

Bei der **Auswertung** erhalten Sie für jede richtige Antwort einen Punkt, es sei denn, Sie haben bei einer Aufgabe mehr als eine Antwort markiert (dies ergibt automatisch 0 Punkte für diese Aufgabe). Falsch oder nicht gelöste Aufgaben bleiben unberücksichtigt. Daher bietet es sich an, bei Aufgaben, die Sie, z.B. aus Zeitgründen, nicht mehr lösen konnten, per Zufall eine Antwort auf dem Antwortbogen zu markieren. Ist der betreffende Testteil (Teil I oder Teil II) allerdings beendet, so darf nicht mehr markiert werden.

Der Rangplatz, der Ihnen zugewiesen wird, ergibt sich aus Ihrem Gesamtpunktwert im Reihungstest, also aus der Addition Ihrer Ergebnisse in den einzelnen Untertests.

Nach Beendigung des Aufnahmeverfahrens am Studiengang „Produktionstechnik und Organisation“ der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH erhalten Sie von ITB Consulting eine Auswertung und Erläuterung des von Ihnen erzielten Testergebnisses per Post zugesandt.



## 5 Vorbereitung auf den Test

### 5.1 Vorbemerkungen

Die Fähigkeiten, die der schriftliche Reihungstest misst, sind das Resultat langjähriger Lern- und Entwicklungsprozesse; sie entziehen sich damit weitgehend einer kurzfristigen Beeinflussung. Insbesondere das **Auswendiglernen** von wirtschaftlichen oder technisch-physikalischen Fakten ist **nutzlos**, weil zum Lösen der Aufgaben keinerlei Spezialwissen erforderlich ist.

Hilfreich ist es jedoch, sich anhand dieser Informationen bereits vor dem Testtag **über** die **Durchführungsbedingungen** und die einzelnen **Aufgabentypen** zu **informieren**. Es beruhigt die meisten TeilnehmerInnen, wenn sie schon vorab wissen, was sie im Test erwartet, und überdies spart man in der Testsituation Zeit, wenn man die Bearbeitungshinweise zu den einzelnen Untertests vorher schon einmal durchgelesen hat.

Berücksichtigen Sie auch, dass die reine Bearbeitungszeit für den schriftlichen Reihungstest zum Teil mehr als drei Stunden beträgt und dass damit hohe Anforderungen an Ausdauer, Konzentrationsfähigkeit sowie psychische und physische Belastbarkeit gestellt werden.

Zur **Bearbeitungstechnik** sollten Sie Folgendes beachten:

Obwohl für das Abschneiden im schriftlichen Reihungstest die Richtigkeit der Antworten von größerer Bedeutung ist als die Geschwindigkeit des Lösungsprozesses, ist es wichtig, die **Bearbeitungszeit gut einzuteilen** und zu nutzen. Ein gleichmäßiges und sorgfältiges, aber dennoch zügiges Arbeiten verspricht den besten Erfolg.

**Genaueres Lesen der Aufgaben** ist eine wichtige Voraussetzung für ein gutes Ergebnis im Test; allzu leicht übersieht man beim bloßen Überfliegen der Texte eine für die Lösung bedeutsame Information. (So lautet die zu beantwortende Frage bisweilen: „Welche der folgenden Aussagen lässt sich nicht ableiten?“ Wer in einem solchen Fall die Negation überliest, sucht fälschlicherweise nach nur einer ableitbaren Aussage und wird zu seiner Überraschung mehrere davon finden!)

Da die ersten Aufgaben eines Untertests im Durchschnitt leichter sind als die folgenden, empfiehlt es sich, die **Aufgaben in der Reihenfolge zu bearbeiten, in der sie im Testheft vorgegeben sind**. Dadurch lässt sich ein gewisser Übungseffekt erzielen und nutzen. An Aufgaben, die Sie extrem schwierig oder ungewohnt finden, sollten Sie allerdings nicht zuviel Zeit verschwenden; Sie sollten diese Zeit lieber zur Lösung mehrerer anderer Aufgaben verwenden, die Ihnen eher zusagen. Jedenfalls sollten Sie nicht davon ausgehen, dass Sie, wenn Sie eine Aufgabe eines bestimmten Untertests nicht gelöst haben, die nächsten Aufgaben dieses Untertests ebenfalls nicht bewältigen werden. Die Schwierigkeit der einzelnen Aufgaben wird nämlich durchaus nicht von allen Personen gleich beurteilt. So sind auch die auf den Seiten 13 bis 33 angegebenen **Schwierigkeitsgrade der**

**Beispielaufgaben** (niedrig, mittel, hoch) **nur als Durchschnittswerte zu verstehen**, die sich ergeben, wenn diese Aufgaben einer größeren Anzahl von TestteilnehmerInnen zur Bearbeitung vorgelegt werden. Es kommt durchaus vor, dass jemand, der eine Aufgabe mit einem niedrigen Schwierigkeitsgrad nicht lösen kann, die folgenden Aufgaben mühelos meistert, obgleich diese der Mehrheit der TestteilnehmerInnen schwerer fallen.

Manche TestteilnehmerInnen ziehen es vor, erst ganz am Ende der Bearbeitung eines Untertests alle Lösungen auf einmal auf dem Antwortbogen einzutragen. Ein solches Vorgehen birgt ein hohes Risiko. Zum einen kommt es immer wieder vor, dass TestteilnehmerInnen sich im Zeitaufwand, den das Übertragen der Aufgabenlösungen erfordert, verschätzen. Sie schaffen es dann nicht mehr, vor Ende der Bearbeitungszeit eines Untertests alle Lösungen zu übertragen. (Bei einigen Untertests gelangen sie in der vorgegebenen Zeit eventuell gar nicht bis zur letzten Testaufgabe. Gerade dann fällt es ihnen besonders schwer, die Bearbeitung abzubrechen, um die Lösungen noch übertragen zu können.) Zum anderen werden beim nachträglichen Übertragen der Lösungen vom Testheft auf den Antwortbogen leicht Flüchtigkeitsfehler gemacht, die dazu führen können, dass eine Lösung „verschenkt“ wird – etwa, weil die Markierung in der falschen Zeile gemacht wurde. Aus diesen Gründen ist **das sofortige Markieren auf dem Antwortbogen** dringend zu empfehlen.

Schließlich noch zwei Anmerkungen zu den beiden folgenden Abschnitten: Unter 5.2 sind die allgemeinen Bearbeitungshinweise abgedruckt, die zu Beginn der Testabnahme verteilt und vorgelesen werden. Sie enthalten einiges, was Sie nun schon aus dieser Broschüre wissen, in zusammengefasster Form noch einmal, da nicht vorausgesetzt werden kann, dass alle TeilnehmerInnen in der Testsituation den Inhalt der Broschüre präsent haben.

Die Beispielaufgaben im Abschnitt 5.3 sollen lediglich veranschaulichen, welche Aufgabentypen im schriftlichen Reihungstest vorkommen. Bitte schließen Sie daher von Ihrem Ergebnis bei der Bearbeitung dieser Aufgaben nicht auf Ihre Chancen im eigentlichen Auswahltest; ein solcher Schluss wäre schon wegen der geringen Aufgabenzahl nicht gerechtfertigt. Ferner fallen die Aufgaben im vollständigen Test erfahrungsgemäß etwas leichter, da ihre Schwierigkeit langsamer ansteigt und Ihnen somit bei den schwierigen Aufgaben ein gewisser „Einarbeitungseffekt“ zugutekommt. Den Beispielaufgaben können Sie im Übrigen auch entnehmen, was im schriftlichen Reihungstest als bekannt vorausgesetzt wird (z.B. der Begriff der Proportionalität sowie die Unterscheidung zwischen absoluten und relativen Angaben). Fachtermini, deren Kenntnis man bei Maturantinnen und Maturanten üblicherweise nicht voraussetzen kann, die man jedoch verstehen muss, um bestimmte Aufgaben lösen zu können, werden grundsätzlich erläutert.

## 5.2 Allgemeine Hinweise zur Bearbeitung des Reihungstests der FH JOANNEUM Gesellschaft mbH

Der Test besteht aus zwei Teilen, die in zwei verschiedenen Heften vorgelegt werden: dem Testheft I und dem Testheft II. Nach der Bearbeitung des Testhefts I folgt eine 15-minütige Pause. Die gesamte Testabnahme dauert einschließlich Einführung und Pause ca. dreieinhalb Stunden.

Jedes Testheft enthält mehrere Aufgabengruppen. Innerhalb dieser so genannten Untertests befinden sich in der Regel die leichteren Aufgaben am Anfang und die schwereren am Ende. Für die Bearbeitung jedes Untertests steht Ihnen nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung. Diese Zeit ist jeweils am Anfang eines Untertests angegeben. Zusätzlich wird Ihnen der Testleiter/die Testleiterin die Zeiten ansagen und ein Zeichen geben, wenn Sie zum nächsten Untertest umblättern sollen. Haben Sie vor Ablauf der jeweiligen Bearbeitungszeit alle Aufgaben bearbeitet, so können Sie Ihre Lösungen nochmals überprüfen und dazu **innerhalb** des Untertests zurückblättern. Bearbeiten Sie in dieser Zeit **keinesfalls** Aufgaben, die zu einem anderen – zurückliegenden oder folgenden – Untertest gehören; dies würde als Täuschungshandlung gewertet.

Bei jeder Aufgabe sind fünf mit A, B, C, D und E bezeichnete Lösungsvorschläge angegeben. Beim Untertest „Figuren-Reihen“ sind statt der Lösungsbuchstaben neun Ziffern angegeben. Nur **einer** der Lösungsvorschläge trifft jeweils zu.

Zum Testheft erhalten Sie einen Antwortbogen, auf dem neben der Aufgabennummer jeweils die Lösungsbuchstaben stehen. Markieren Sie bitte denjenigen Buchstaben mit dem Kugelschreiber, der die richtige Antwort bezeichnet. Ein Beispiel:

Frage (im Testheft):

**0)** Wie viel ergibt  $2 \cdot 2$  ?

(A) 12

(B) 5

(C) 4

(D)  $1/2$

(E) 0

Antwort (auf dem Antwortbogen):

**0)** A B C D E

Wenn Sie bemerken, dass Sie ein falsches Kästchen markiert haben, so machen Sie diese Markierung ungültig, indem Sie einen Kreis um das betreffende Kästchen ziehen. Auch hierzu ein Beispiel:

A B C D E

**0)**

Eine Aufgabe, bei der mehrere Lösungsbuchstaben markiert sind, gilt als nicht gelöst. Beachten Sie, dass **nur** der Antwortbogen ausgewertet wird und Markierungen im Testheft nicht berücksichtigt

werden können. Sie müssen daher die ermittelten Lösungsbuchstaben unbedingt innerhalb der für den betreffenden Untertest vorgegebenen Bearbeitungszeit auf dem Antwortbogen markieren.

Für jede richtige Antwort erhalten Sie einen Punkt. Falsch oder nicht bearbeitete Aufgaben werden nicht gewertet. Zur Ermittlung Ihres Rangplatzes werden Ihre Ergebnisse in den einzelnen Untertests addiert.

Wenn es die Bearbeitung der Aufgaben erfordert, können Sie alle freien Flächen der Testhefte und das Konzeptpapier für Notizen verwenden. Sie können jederzeit weiteres Konzeptpapier anfordern. Außer Kugelschreiber, Markierstift und Konzeptpapier sind keine weiteren Hilfsmittel gestattet.

Beachten Sie bitte, dass Täuschungshandlungen in schweren Fällen sofort und ansonsten im Wiederholungsfall zum Ausschluss vom weiteren Auswahlverfahren führen.

Zu jedem Untertest werden im Testheft Bearbeitungshinweise gegeben. Bitte beachten Sie diese Hinweise sehr genau. Wenn Sie Fragen zu den Hinweisen haben, so stellen Sie diese, bevor Sie mit der Bearbeitung der Aufgaben beginnen. Fangen Sie ansonsten direkt nach dem Durchlesen der Hinweise mit der Bearbeitung an.

Teilen Sie sich Ihre Zeit gut ein; arbeiten Sie so schnell, aber auch so sorgfältig wie möglich. Verwenden Sie nicht zuviel Zeit für Aufgaben, die Ihnen besonders schwerfallen. Bedenken Sie, dass der Test so konstruiert ist, dass kaum jemand in der vorgegebenen Zeit alle Aufgaben richtig lösen kann. Lassen Sie sich daher nicht entmutigen, wenn Sie einen Teil der Aufgaben nicht bewältigen.

Trotz aller durchgeführten Kontrollen ist nicht ganz auszuschließen, dass einzelne Testhefte drucktechnische Mängel aufweisen. Sollten Sie während der Bearbeitung des Tests auf Fehlheftungen, unleserlichen Druck o.ä. stoßen, melden Sie dies bitte unverzüglich einer Aufsichtsperson; Sie erhalten dann umgehend ein Ersatzexemplar.

### 5.3 Spezielle Bearbeitungshinweise und kommentierte Beispielaufgaben

#### Quantitatives Problemlösen

Bearbeitungszeit: 45 Minuten<sup>1</sup>

Dieser Untertest prüft Ihre Fähigkeit, elementare mathematische Probleme zu lösen.

Wählen Sie bei jeder Aufgabe unter den mit (A) bis (E) bezeichneten Lösungsvorschlägen die zutreffende Antwort aus und markieren Sie den betreffenden Lösungsbuchstaben auf dem Antwortbogen.

1. Herr P. Danto möchte die Zuverlässigkeit einer neuen Maschine ermitteln. Er stellt jeden Monat die Ausfallzeit fest und erhält von März bis Oktober folgende Werte: 4,5 Std., 6 Std., 2,5 Std., 8 Std., 1,5 Std., 1,5 Std., 6 Std., 6 Std.  
Wie groß ist die durchschnittliche Ausfallzeit pro Monat?
- (A) 3,0 Std.
  - (B) 3,5 Std.
  - (C) 4,0 Std.
  - (D) 4,5 Std.
  - (E) 5,0 Std.

*Schwierigkeit: niedrig*

Bei dieser Aufgabe aus dem Bereich der elementaren Statistik geht es darum, aus acht Zeitangaben den Durchschnittswert zu berechnen (arithmetisches Mittel). Dazu müssen Sie zunächst die Summe der acht Werte bilden (4,5 Std. + 6 Std. + 2,5 Std. + 8 Std. + 1,5 Std. + 1,5 Std. + 6 Std. + 6 Std. = 36 Std.) und diese anschließend durch die Anzahl der Werte teilen:  $36 \text{ Std.} / 8 = 4,5 \text{ Std.}$

Die durchschnittliche monatliche Ausfallzeit der neuen Maschine beträgt folglich 4,5 Stunden; der Lösungsbuchstabe ist bei dieser Aufgabe das **D**.

---

<sup>1</sup> Die für die einzelnen Untertests angegebenen Bearbeitungszeiten beziehen sich nicht auf die Beispielaufgaben, sondern auf die vollständige Testversion.

2. Frau Suhm soll den Schaltplan für ein Elektrogerät auf eine Breite von 75 cm vergrößern. Der jetzige Schaltplan ist 45 cm breit und 30 cm hoch. Wie hoch muss der neue Schaltplan werden, wenn das Verhältnis von Breite und Höhe bei beiden Plänen gleich sein soll?
- (A) 55 cm
  - (B) 50 cm
  - (C) 48 cm
  - (D) 45 cm
  - (E) 40 cm

*Schwierigkeit: mittel*

Diese Aufgabe kann sowohl per Dreisatz als auch rein algebraisch gelöst werden. Ausgangspunkt ist jeweils die Information, dass der Schaltplan bei einer Breite von 45 cm eine Höhe von 30 cm hat. Per Dreisatz berechnen Sie dann zunächst, wie hoch der Schaltplan bei einer Breite von 1 cm wäre, indem Sie 30 cm durch 45 teilen ( $30 \text{ cm}/45$ ). Multiplizieren Sie den erhaltenen Wert bzw. Bruch anschließend mit 75, so erhalten Sie die Höhe, die der Schaltplan bei einer Breite von 75 cm haben muss. Rein algebraisch lässt sich die gesuchte Höhe (h) nachfolgender Gleichung berechnen:

$$\frac{h}{75 \text{ cm}} = \frac{30 \text{ cm}}{45 \text{ cm}}$$
$$h = \frac{30 \text{ cm} \cdot 75 \text{ cm}}{45 \text{ cm}} = \frac{2 \text{ cm} \cdot 75 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} = \frac{2 \text{ cm} \cdot 25 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 50 \text{ cm}$$

Bei einer Breite von 75 cm muss der Schaltplan also 50 cm hoch sein; dieser Wert ist hinter dem Lösungsbuchstaben **B** aufgeführt.

3. Um einen Nachfrage-Rückgang zu stoppen, reduziert die Firma Dump & Co. die Preise für ihre Nagelfeilen „Alcatraz“ am 1. April um 30 Prozent. Tatsächlich nimmt daraufhin die Nachfrage stark zu, so dass die Firma am 20. April die Preise wieder um 30 Prozent (des reduzierten Preises) erhöht.  
Wie viel Prozent des **ursprünglichen** Preises spart ein Kunde, der eine solche Nagelfeile statt am 31. März erst am 21. April kauft?

- (A) 0 Prozent
- (B) 0,9 Prozent
- (C) 3,33 Prozent
- (D) 6 Prozent
- (E) 9 Prozent

*Schwierigkeit: mittel bis hoch*

Derartige Arithmetikaufgaben aus dem Bereich der Prozentrechnung werden von den MitarbeiterInnen häufig unterschätzt und haben deshalb rein statistisch einen relativ hohen Schwierigkeitsgrad. Im vorliegenden Fall legen Sie Ihrer Berechnung am besten einen leicht „handhabbaren“ fiktiven Ausgangspreis von 100 EUR pro Nagelfeile zugrunde. Nach der Preisreduktion um 30 Prozent (= 30 EUR) am 1. April kostet die Nagelfeile noch 70 EUR.

Damit Sie bestimmen können, um wie viel die Nagelfeile teurer wird, wenn sich ihr Preis am 20. April wieder um 30 Prozent (des reduzierten Preises) erhöht, müssen Sie die 70 EUR mit  $30/100$  multiplizieren. Es resultiert eine Erhöhung um 21 EUR; die Nagelfeile kostet am 21. April folglich 91 EUR (70 EUR + 21 EUR). Dieser Preis liegt um 9 EUR unter dem ursprünglichen Preis von 100 EUR, die Ersparnis beträgt somit  $9/100$  oder 9 Prozent (Lösungsbuchstabe: E).

Der häufigste Fehler bei dieser Aufgabe ist die Annahme, die Preissenkung um 30 Prozent und die anschließende Erhöhung um 30 Prozent würden wieder zum Ausgangspreis führen.

Einige **allgemeine Hinweise und Empfehlungen** zur Bearbeitung des Untertests „Quantitatives Problemlösen“:

- Der Untertest enthält Textaufgaben aus verschiedenen Bereichen von Wirtschaft und Technik. Er setzt jedoch trotz dieser inhaltlichen Ausrichtung **keinerlei wirtschafts- oder technikbezogene Fachkenntnisse** voraus. Lassen Sie sich daher durch einzelne Fachausdrücke nicht irritieren; diese werden, soweit es für das Lösen der betreffenden Aufgabe überhaupt erforderlich ist, in laiengerechter Form erläutert.
- Erwartet wird in den Aufgaben, dass Sie die vier **Grundrechenarten** sowie die **Schlussrechnung** (insbesondere die Prozentrechnung) beherrschen und zumindest **einfache algebraische Umformungen** vornehmen können (Formel-Kenntnisse sind nicht erforderlich). Die Zahlenangaben sind in der Regel so gewählt, dass keine aufwändigen Rechenoperationen auszuführen sind. Im Mittelpunkt steht vielmehr das Finden des richtigen Lösungsansatzes. Dazu müssen Sie verbal dargestellte Sachverhalte in eine mathematische Form übertragen und quantitative Beziehungen erkennen.
- Darüber hinaus wird die Schwierigkeit des Untertests auch durch die recht **knapp bemessene Bearbeitungszeit** bestimmt. Beißen Sie sich daher nicht an einzelnen Aufgaben fest. Da Sie für jede zutreffende Antwort – unabhängig vom Schwierigkeitsgrad der betreffenden Aufgabe – einen Punkt erhalten, sollten Sie zunächst diejenigen Aufgaben bearbeiten, die Ihnen relativ leicht fallen, und erst dann jene, für die Sie mehr Zeit brauchen.
- Bei manchen Aufgaben können Sie einzelne Antwortvorschläge schon von der **Größenordnung** her als Lösung ausschließen. Beachten Sie aber auch, dass die unzutreffenden Antwortvorschläge häufig nicht zufällig gewählt sind, sondern dass ihnen besonders **verbreitete Fehler** zugrunde liegen. Die Tatsache, dass Ihre Lösung mit einem der Antwortvorschläge übereinstimmt, garantiert also noch nicht, dass sie zutrifft.



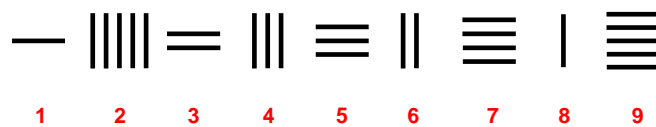
## Figuren-Reihen

Bearbeitungszeit: 18 Minuten

Das Durchlesen der Bearbeitungshinweise und das Lösen der beiden Beispielaufgaben erfolgt **vor** Beginn der angegebenen Bearbeitungszeit.

Jede Aufgabe des Untertests „Figuren-Reihen“ besteht aus neun Figuren, die nach einer bestimmten Regel angeordnet bzw. aufgebaut sind. Sie sollen diese Regel erkennen. Wenn Sie die Regel gefunden haben, sehen Sie auch, welche der neun Figuren gegen diese Regel verstößt: Davon gibt es in jeder Aufgabe genau eine. Diese Figur sollen Sie herausfinden und die dazugehörige Ziffer (1 bis 9) auf dem Antwortbogen markieren.

### Ein Beispiel:



Die waagerechten Striche nehmen von links nach rechts immer um einen zu. Die senkrechten Striche nehmen auch immer um einen zu, aber von rechts nach links: Die fünf senkrechten Striche an Position 2 passen also nicht zu dieser Regel. Auf dem Antwortbogen müssten Sie somit bei dieser Aufgabe die „2“ markieren.

### Ein weiteres Beispiel:

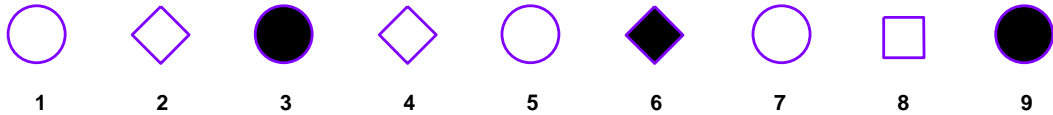


Diese Aufgabe besteht aus drei Gruppen von jeweils drei Figuren. Die drei Figuren einer jeden Gruppe stehen jeweils in der gleichen Beziehung zueinander: Die dritte Figur ergibt sich dann, wenn man die beiden ersten Figuren zu einer neuen Figur „zusammenschiebt“, wobei alle Linien, die den beiden zusammengefügteten Teilen gemeinsam sind, entfallen. Figur 6 müsste demnach ein auf der Spitze stehendes Quadrat mit einem Kreis in der Mitte sein. Dieser Kreis fehlt. Sie müssten demnach auf dem Antwortbogen die „6“ markieren.

Jede Aufgabe ist also nach einer bestimmten Regel aufgebaut. Eine Figur verstößt gegen diese Regel; diese Figur sollen Sie herausfinden und die entsprechende Ziffer auf dem Antwortbogen markieren.

Wenn Sie einmal nicht auf Anhieb erkennen, welche Figur falsch ist, halten Sie sich nicht zu lange bei dieser Aufgabe auf; gehen Sie zur nächsten weiter – allerdings werden die Aufgaben zum Schluss hin immer komplizierter.

4.



Schwierigkeit: niedrig

Bei dieser Aufgabe fällt als erstes auf, dass Kreise und Vierecke abwechselnd aufeinanderfolgen. Als zweite Regel können Sie feststellen, dass jede dritte Figur geschwärzt ist. Damit sind offenbar die beiden Prinzipien beschrieben, nach denen diese Reihe aufgebaut ist. – Noch nicht bestimmt ist jedoch die Figur, die gegen eines oder beide dieser Prinzipien verstößt. Bei genauerem Hinsehen fällt auf, dass es sich bei den Vierecken um Quadrate handelt, die „auf der Spitze stehen“; lediglich Figur 8 ist ein Quadrat, das auf einer Seite „steht“. Damit ist Figur 8 das gesuchte Element der Reihe und Regel zwei demgemäß für das Finden der Lösung ohne Bedeutung. Auf dem Antwortbogen müssten Sie also die „8“ markieren.

5.



Schwierigkeit: mittel

Bei dieser Aufgabe müssen Sie zunächst erkennen, dass die Veränderungen bei den aus kleinen Kreisen zusammengesetzten Figuren (2, 4, 6, 8) und bei den aus kleinen Sechsecken bestehenden Figuren (1, 3, 5, 7, 9) jeweils eigenen Regeln folgen:

Die Anzahl der kleinen Kreise nimmt von links nach rechts jeweils um die Hälfte ab (Division durch zwei).

Die Anzahl der kleinen Sechsecke scheint sich demgegenüber jeweils zu verdoppeln: Figur 1 besteht aus einem Sechseck, Figur 3 aus zwei, Figur 5 aus vier und Figur 7 ebenfalls aus vier Sechsecken; demnach wäre mit Figur 7 auch gleich die gesuchte Abweichung gefunden. Da nach der Korrektur die Reihe insgesamt der Regel folgen muss, prüfen wir, ob das hier zutrifft: Damit die Verdopplungsregel stimmt, müsste auch noch Figur 9 geändert werden; statt aus fünf müsste sie aus sechzehn Sechsecken bestehen. Da aber nicht zwei Figuren einer Aufgabe falsch sein können, sind die Sechsecke offenbar nach einem anderen Prinzip angeordnet: Es ist die einfache Regel „plus eins“, von der nur Figur 5 abweicht (vier statt drei Sechsecke). „5“ ist somit die Lösung dieser Aufgabe.

6.



*Schwierigkeit: hoch*

Die Figuren dieser Aufgabe bestehen allesamt aus jeweils zwei Quadraten, wobei das größere von beiden das kleinere „einrahmt“. Bei jedem dieser Quadrate ist eine Seite als schwarzer Balken gezeichnet.

Da der einzige Unterschied zwischen den neun Figuren in der Anordnung dieser schwarzen Balken liegt, muss sich die gesuchte Regel hierauf beziehen:

Die Position des schwarzen Balkens wandert beim äußeren Quadrat – von der Nummer 1 bis zur Nummer 9 – bei der jeweils folgenden Figur im Uhrzeigersinn von einer Seite zur nächsten angrenzenden Seite (rechts, unten, links, oben, rechts, usw.).

Auch beim inneren Quadrat folgt die Position des schwarzen Balkens einer bestimmten Regel, gegen die jedoch – von links nach rechts gesehen – offenbar schon recht früh verstoßen wird; jedenfalls fällt es schwer, anhand der ersten Figuren eine Regelmäßigkeit festzustellen. Wenn Sie diese Regel entdecken wollen, ist es daher einfacher, Sie betrachten die Reihe von rechts nach links: Auch beim inneren Quadrat wandert jetzt der schwarze Balken im Uhrzeigersinn von einer Seite zur nächsten (oben, rechts, unten, links, oben, rechts), bis das Prinzip bei Figur 3 durchbrochen wird (statt „unten“ befindet sich der Balken „rechts“). Die Figuren 2 und 1 entsprechen hingegen wieder der Regel: Wenn Sie den schwarzen Balken in Figur 3 regelgerecht nach „unten“ verschieben, dann lässt sich die Reihe auch logisch fortsetzen; in Figur 2 befindet sich der Balken „links“ und in Figur 1 „oben“. **Figur 3** verstößt demnach gegen die Regel und wäre als Lösung auf dem Antwortbogen zu markieren.

**Allgemeine Empfehlungen** zur Bearbeitung des Untertests „Figuren-Reihen“:

- Wenn Sie glauben, die relevante(n) Regel(n) entdeckt zu haben, aber keine abweichende Figur identifizieren können, überprüfen Sie Ihre Regeln nochmals daraufhin, ob sie eventuell zu allgemein formuliert sind. Wie Aufgabe 4 zeigt, können durchaus Details ausschlaggebend sein.
- Auch wenn Sie die gesuchte Abweichung schon gefunden zu haben glauben, bevor Sie alle Figuren einer Reihe überprüft haben, nehmen Sie sich die Zeit und kontrollieren Sie, ob Ihre Lösung auch mit den restlichen Figuren vereinbar ist. Aufgabe 5 ist ein Beispiel dafür, dass eine fast (!) richtige Regel zur falschen Antwort führen kann.
- Im abendländischen Kulturkreis ist die Leserichtung von links nach rechts fest etabliert. Daher werden die meisten BearbeiterInnen dieses Untertests auch die Figuren-Reihen von links nach rechts hin untersuchen. Wenn sich, wie z.B. in Aufgabe 6, die gesuchte Abweichung jedoch unter den ersten (oder besser: unter den weiter links platzierten) Figuren befindet, fällt es bei dieser Leserichtung natürlich schwer, die zugrundeliegende Regel zu entdecken. Falls Sie also bei einer Aufgabe Schwierigkeiten haben, eine Regelmäßigkeit zu identifizieren, versuchen Sie es einmal „von rechts nach links“.

## Wort-Analogien

Bearbeitungszeit: 8 Minuten

Bei dieser Aufgabengruppe werden Ihnen jeweils drei (fett gedruckte) Wörter vorgegeben. Zwischen dem ersten und zweiten Wort besteht eine bestimmte Beziehung; zwischen dem dritten Wort und einem der fünf Wahlwörter (A) bis (E) besteht die gleiche bzw. eine annähernd gleiche Beziehung. Ihre Aufgabe ist es, dieses eine Wahlwort zu finden und den entsprechenden Buchstaben auf dem Antwortbogen zu markieren.

7. **dick : dünn = groß : ?**
- (A) breit
  - (B) hoch
  - (C) klein
  - (D) leicht
  - (E) schwer

*Schwierigkeit: niedrig*

Zunächst gilt es, die Art der Beziehung ausfindig zu machen, die zwischen den Begriffen „dick“ und „dünn“ besteht: Da „dünn“ das Gegenteil von „dick“ ist, muss zu „groß“ ebenfalls das Gegenteil gefunden werden. Daher muss „klein“ die richtige Lösung sein. Auf Ihrem Antwortbogen müssten Sie in diesem Fall den Buchstaben **C** markieren.

8. **Oper : Akt = Wort : ?**
- (A) Vortrag
  - (B) Satz
  - (C) Schrift
  - (D) Bild
  - (E) Buchstabe

*Schwierigkeit: mittel*

Bei dieser Aufgabe ist „Buchstabe“ die richtige Lösung. Warum? Die Beziehung, die zwischen den beiden fett gedruckten Wörtern „Oper“ und „Akt“ besteht, ist die des Ganzen zu einem seiner Bestandteile: Eine Oper besteht aus Akten – oder umgekehrt: Ein Akt ist Teil einer Oper.

Im zweiten Schritt muss also nach dem „Teil eines Wortes“ gesucht werden. Zwischen „Vortrag“ und „Satz“ einerseits und „Wort“ andererseits besteht zwar jeweils eine „Teil-Ganzes-Beziehung“, sie verläuft jedoch umgekehrt: Worte sind Teil eines Vortrags bzw. Teil eines Satzes. Auch „Schrift“ und „Bild“ scheiden aus. Nur „Buchstabe“ steht in der gesuchten Beziehung zu „Wort“: Ein Buchstabe ist Teil eines Wortes. Sie müssten in diesem Fall also **(E)** auf Ihrem Antwortbogen markieren.

9. **überzeugen : überreden = zustimmen : ?**
- (A) argumentieren
  - (B) nachgeben
  - (C) manipulieren
  - (D) ablehnen
  - (E) einsehen

*Schwierigkeit: hoch*

Welche Beziehung besteht zwischen den beiden Wörtern „überzeugen“ und „überreden?“ In beiden Fällen geht es darum, bei einer anderen Person eine Meinungsänderung zu bewirken oder sie für etwas zu gewinnen. Wird die Person überzeugt, dann bekennt sie sich zu der betreffenden Ansicht oder Meinung bewusst und aus freien Stücken. Wird die Person hingegen überredet, dann ist sie nicht wirklich einverstanden; sie pflichtet unter äußerem Druck lediglich vordergründig bei.

Mit dem Wort „zustimmen“ begeben wir uns auf die Seite des Angesprochenen: Stimmt er/sie zu, dann bekennt er/sie sich zu einer Meinung oder Ansicht bewusst und aus freien Stücken. Gesucht ist nun jenes Wahlwort, das zu „zustimmen“ eine analoge Beziehung hat wie das Wort „überreden“ zu „überzeugen“. „Argumentieren“ und „manipulieren“ gehören auf die Seite des Beeinflussenden, nicht auf die des Angesprochenen; sie scheiden aus diesem Grund aus. „Ablehnen“ ist das Gegenteil von „zustimmen“ und kommt daher auch nicht als Lösung in Frage. „Einsehen“ bezeichnet eine Reaktion des Angesprochenen, die sehr eng mit „zustimmen“ verknüpft ist, die dem Zustimmung sozusagen vorausgeht.

Das Lösungswort ist „nachgeben“: Es beinhaltet – wie das Wort „überreden“ – die Aspekte des Unfreiwilligen, des „Gezwungenwerdens“. Bei dieser Aufgabe müssten Sie demnach als Lösungsbuchstaben **(B)** markieren.

### **Allgemeine Empfehlungen** zur Bearbeitung des Untertests „Wort-Analogien“:

Bei Analogieaufgaben müssen Sie zunächst erkennen, welche Beziehung zwischen einem vorgegebenen Wortpaar besteht; diese Erkenntnis müssen Sie sodann anwenden, indem Sie zum vorgegebenen dritten Wort einen entsprechenden „Paarling“ finden, der eine analoge Beziehung aufweist. Das intellektuell Anspruchsvolle bei Analogieaufgaben ist, dass man vom Inhalt der Begriffe abstrahieren muss. Bei Aufgabe 8 z.B. stammt das erste Wortpaar (Oper : Akt) aus dem Bereich der Musik, im zweiten (Wort : Buchstabe) geht es um Sprache. Genauso gut hätten hier aber auch die Wortpaare „Vogel : Flügel“ oder „Auto : Reifen“ oder „Haus : Dach“ stehen können: Sie alle stehen in einer „Teil-Ganzes“-Beziehung.

Wenn nach gleichen Beziehungen gesucht wird, dann bedeutet das auch: Die Beziehungen müssen auch in die gleiche Richtung gehen. Bei Aufgabe 8 besteht zwar zwischen „Wort“ und „Satz“ ebenfalls die gesuchte „Teil-Ganzes“-Beziehung, aber in diesem Fall ist „Wort“ der Teil und „Satz“ das Ganze; gesucht ist jedoch ein Wortpaar, bei dem „Wort“ das zu zerlegende Ganze ist.

Bei schwierigen Analogieaufgaben bietet sich ein Vorgehen nach dem so genannten Ausschlussprinzip an: Schließen Sie Schritt für Schritt jene Wahlworte aus, die Ihnen mit ziemlicher Sicherheit falsch erscheinen. Die Chance, aus den verbleibenden zwei oder drei Wahlworten das Richtige herauszufinden ist dann größer.

## Funktionale Beziehungen

Bearbeitungszeit: 50 Minuten

Bei den folgenden Aufgaben werden jeweils in einem kurzen Text oder in einer Skizze verschiedene technische Größen zueinander in Beziehung gesetzt. Sie sollen daraus diejenige Gleichung oder Ungleichung ermitteln, die den gesuchten Zusammenhang der vorgegebenen Größen zutreffend beschreibt.

### Hinweise:

- Umfang eines Kreises  $= 2 \pi r$ , wobei  $r = \text{Radius}$
- Flächeninhalt eines Kreises  $= \pi r^2$
- Winkelmaß eines Kreises  $= 360^\circ$
- Länge der Hypotenuse im rechtwinkligen Dreieck  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$
- Binomische Formel:  $(a + b) \cdot (a - b) = a^2 - b^2$
- Geschwindigkeit  $= \text{Weg durch Zeit}$
- Drehzahl  $= \text{Anzahl der Umdrehungen durch Zeit}$   
Die Drehzahl wird hier auf die Zeit von 1 s bezogen (z.B.  $n = 10 \text{ s}^{-1}$  bzw. 10 Umdrehungen pro Sekunde).
- Druck  $= \text{Kraft durch Fläche}$
- Drehmoment  $= \text{Kraft mal Hebelarm}$
- An einem Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn das Drehmoment im Uhrzeigersinn so groß ist wie das Drehmoment im Gegenuhrzeigersinn.
- Proportionalität:
  - Die Größen  $x$  und  $y$  (z.B. Gewicht und Volumen von Körpern) sind zueinander proportional ( $x \sim y$ ), wenn ihr Quotient eine Konstante ist.
  - Die Größen  $u$  und  $w$  sind zueinander umgekehrt proportional ( $u \sim w$ ), wenn ihr Produkt eine Konstante ist.

Abbildungen dienen lediglich der Veranschaulichung und sind nicht maßstabsgetreu.



10. Das Produkt der elektrischen Spannung  $U$  zwischen zwei Endpunkten eines bestimmten elektrischen Bauteils und der Stärke  $I$  des Stroms, der dieses Bauteil durchfließt, ergibt die Verlustleistung, die in diesem Bauteil in Wärme umgewandelt wird. Die Verlustleistung, die ein solches Bauteil aushält, ohne beschädigt zu werden, ist begrenzt. Der Maximalwert der zulässigen Verlustleistung betrage  $P_V$ .

Welche der folgenden Bedingungen muss demnach für ein zuverlässiges Funktionieren des Bauteils erfüllt sein?

(A)  $U I \geq P_V$

(B)  $U^2 I \leq P_V$

(C)  $\frac{U}{I} \leq P_V$

(D)  $U I \leq P_V$

(E)  $\frac{U}{I} \geq P_V$

*Schwierigkeit: niedrig*

In dieser Aufgabe wird nach einer Bedingung gefragt, die für das zuverlässige Funktionieren eines elektrischen Bauteils erfüllt sein muss. „Zuverlässiges Funktionieren“ bedeutet in diesem Zusammenhang Geschützt sein gegen Beschädigung durch eine zu hohe Verlustleistung.

Die Verlustleistung ist dem Text zufolge als das Produkt aus Stromspannung  $U$  und Stromstärke  $I$  (also durch den Ausdruck „ $U I$ “) definiert. Überschreitet der Wert dieses Produktes den Wert  $P_V$ , so wird das Bauteil beschädigt.

Für eine zuverlässige Funktion des Bauteils ist es also unbedingt erforderlich, dass das Produkt „ $U I$ “ den Maximalwert  $P_V$  nicht überschreitet. Der einzige Ausdruck, der diese Bedingung zutreffend beschreibt, ist **D**.

11. Bei Messungen im Windkanal ist der so genannte Kanalfaktor  $k$  zu berücksichtigen. Er ist definiert als der Quotient „Messstrahlleistung im Windkanal durch Antriebsleistung des Gebläses“. Dabei ergibt sich die Messstrahlleistung als Produkt aus dem Querschnitt  $A$  der Messstrecke, der Luftgeschwindigkeit  $v$  im Messstrahl und dem Staudruck  $p_{\text{dyn}}$ . Der Staudruck wiederum ist gleich dem halbierten Produkt aus der Dichte  $\rho$  der Luft und dem Quadrat der Luftgeschwindigkeit im Messstrahl.

Welche der folgenden Beziehungen ist somit zutreffend, wenn  $P$  die Antriebsleistung des Gebläses ist?

(A)  $k = \frac{\rho A v^3}{2P}$

(B)  $k = \frac{\rho A v^3}{0,5P}$

(C)  $k = \frac{0,5 \rho A v^2}{P}$

(D)  $k = \frac{2Av}{\rho P v}$

(E)  $k = \frac{\rho A v^2}{2P}$

*Schwierigkeit: mittel*

In dieser Aufgabe wird zunächst die Beziehung zwischen den drei Größen Kanalfaktor, Messstrahlleistung im Windkanal und Antriebsleistung des Gebläses beschrieben. Im Weiteren wird eine dieser Größen, die Messstrahlleistung, durch drei andere Größen definiert und eine dieser anderen Größen dann noch weiter aufgeschlüsselt.

Um unter den Antwortvorschlägen die korrekte Gleichung identifizieren zu können, empfiehlt es sich, diese Gleichung „Schritt für Schritt“ aus dem Text herzuleiten.

Zunächst wird der Kanalfaktor  $k$  durch den Quotienten „Messstrahlleistung im Windkanal durch Antriebsleistung des Gebläses“ definiert. Da  $P$  das Kürzel für die Antriebsleistung ist, ergibt sich

$$k = \frac{\text{Messstrahlleistung}}{P}$$

Die Messstrahlleistung ist definiert als das Produkt „ $A v p_{\text{dyn}}$ “ und  $p_{\text{dyn}}$  wiederum kann laut Text geschrieben werden als  $\frac{\rho v^2}{2}$

Damit erweitert sich die Ausgangsgleichung zu  $k = \frac{A v \frac{\rho v^2}{2}}{P}$

Durch Vereinfachen dieser Gleichung erhalten Sie die unter **A** vorgeschlagene Formel.

12. In einem Recycling-Betrieb wickelt eine Maschine Papier auf eine Rolle. Diese Rolle dreht sich konstant mit der Drehzahl  $n$  (die Beschleunigung beim Anlaufen der Maschine wird vernachlässigt). Das Papier hat die Stärke  $s$  („Dicke“), und zu Beginn des Wickelvorgangs hatte die Rolle den Radius  $r_0$ .

Nach welcher Gleichung lässt sich der Durchmesser  $d$  der Papierrolle als Funktion der Zeit  $t$  (in Sekunden) berechnen?

- (A)  $d = 2 (r_0 + n s) t$   
(B)  $d = 2 (r_0 + n t)$   
(C)  $d = r_0 + 2 (n s t)$   
(D)  $d = 2 (r_0 + n s t)$   
(E)  $d = 2 (r_0 + \frac{n s}{t})$

*Schwierigkeit: mittel bis hoch*

Bei dieser Aufgabe müssen Sie eine Formel finden, die es erlaubt, zu einem beliebigen Zeitpunkt den Wert einer sich kontinuierlich verändernden Variable (Durchmesser der Papierrolle) zu bestimmen.

Da sich die Rolle mit konstanter Drehzahl  $n$  bewegt und die Drehzahl hier als Anzahl der Umdrehungen pro Sekunde definiert ist (siehe Instruktion), muss  $n$  lediglich mit der Zeit  $t$  multipliziert werden, um zu ermitteln, wie oft sich die Rolle bis zu diesem Zeitpunkt gedreht hat.

Bei jeder dieser Umdrehungen hat die Maschine der Rolle genau eine Lage Papier hinzugefügt. Wenn Sie also das Produkt „ $n t$ “ mit der Papierstärke  $s$  multiplizieren, erhalten Sie die Zunahme des Radius der Papierrolle nach  $t$  Sekunden.

Um den gesamten Radius zu ermitteln, müssen Sie jetzt noch den Radius  $r_0$  hinzuaddieren, den die Rolle zu Beginn des Vorgangs hatte.

Da in der Aufgabe jedoch nicht nach dem Radius, sondern nach dem Durchmesser der Rolle gefragt wird, muss der Ausdruck „ $r_0 + n t s$ “ schließlich noch mit zwei multipliziert werden.

Gleichung **D** entspricht als einzige diesen Überlegungen und ist damit die Lösung zu dieser Aufgabe.

## Allgemeine Empfehlungen zur Bearbeitung des Untertests „Funktionale Beziehungen“:

- Bei diesem Untertest wird keine Kenntnis spezieller Formeln vorausgesetzt. Wenn Sie bei der Bearbeitung einer Aufgabe deshalb Schwierigkeiten haben, weil Ihnen eine oder mehrere der dort angesprochenen Größen nicht vertraut sind (z.B. die Größe „Drehzahl“ in Aufgabe 19), so finden Sie in der Instruktion am Anfang des Untertests in der Regel dazu einen Hinweis, der Ihnen weiterhilft.
- Zur Lösung der Aufgaben dieses Untertests ist es auf jeden Fall ratsam, sich Zwischenschritte und Teilergebnisse bei der Herleitung einer Gleichung zu notieren; die alternative Vorgehensweise – das algebraische Umformen „im Kopf“ – birgt ein hohes Fehlerrisiko.
- Bei einigen Aufgaben bietet es sich an, nach dem Ausschlussprinzip vorzugehen. Wenn Sie etwa erkannt haben, dass zwei Größen in einer bestimmten Weise zueinander in Beziehung gesetzt werden müssen und diese Bedingung nur bei zwei Antwortvorschlägen erfüllt ist, so müssen Sie anhand der übrigen Informationen nur noch herausfinden, welcher von beiden der richtige ist. Vor allem bei sehr schwierigen Aufgaben fällt das selbstständige Herleiten einer Formel oft schwerer als der Ausschluss von Antwortvorschlägen aufgrund festgestellter Unvereinbarkeiten mit den im Text getroffenen Aussagen.
- Besonders der Umgang mit proportionalen Beziehungen bereitet vielen Bearbeitern Schwierigkeiten. Wie Sie den Instruktionen entnehmen können, gilt: Zwei Größen sind zueinander proportional, wenn das Verhältnis ihrer Werte konstant ist. Stellen Sie sich z.B. eine Treppe vor, bei der der Abstand zwischen den einzelnen Stufen stets der gleiche ist. Bei einer solchen Treppe ist die Größe „Anzahl der hinaufgestiegenen Stufen“ proportional zur Größe „überwundener Höhenunterschied“. Wenn man also auf der fünften Stufe einen Meter an Höhe gewonnen hat, sind es auf der fünfzehnten Stufe drei Meter ( $5/1 = 15/3$ ). Sind zwei Größen zueinander umgekehrt proportional, ist nicht das Verhältnis, sondern ihr Produkt konstant. Als Beispiel hierzu soll eine Seilwinde dienen, bei der die beiden Größen „Durchmesser der Seilrolle“ und „Länge des abgerollten Seils“ umgekehrt proportional zueinander sind. Wenn also bei einem Rollendurchmesser von 20 cm 30 m Seil abgerollt sind, so müssen es bei 25 cm 24 m und bei 40 cm 15 m sein ( $20 \cdot 30 = 25 \cdot 24 = 40 \cdot 15$ ).  
Derartige Zusammenhänge werden in einigen Aufgaben dieses Untertests angesprochen.

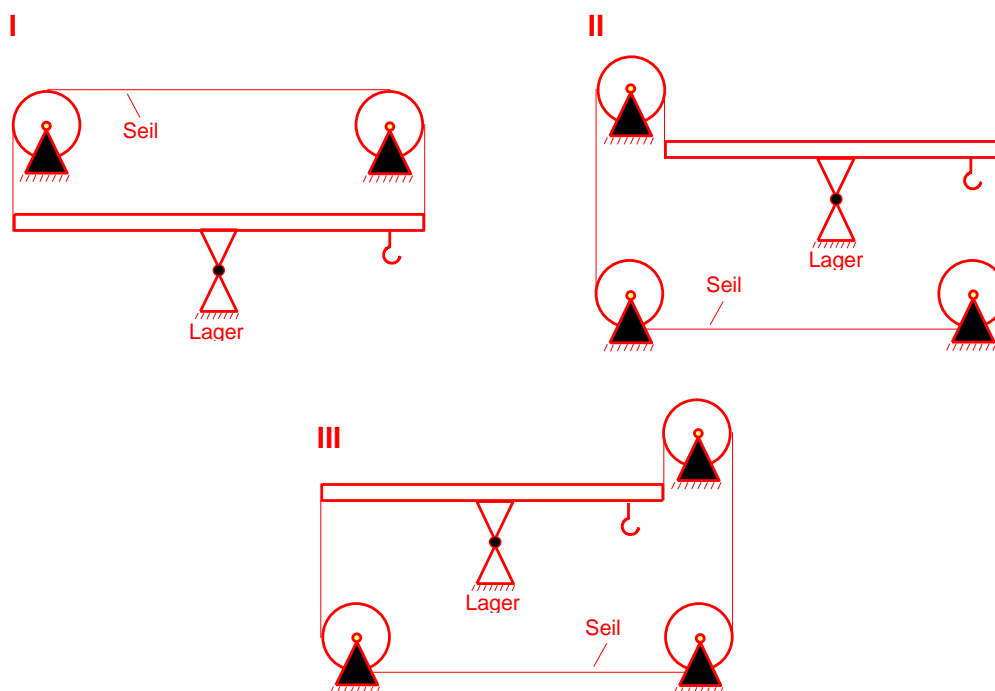
## Technisches Verständnis

Bearbeitungszeit: 50 Minuten

Dieser Untertest enthält Aufgaben aus verschiedenen technischen Bereichen. Dabei geht es vor allem darum, sich einfache technische Funktionsabläufe vorzustellen und elementare technische Zusammenhänge zu erkennen.

Die vorgegebenen Abbildungen dienen lediglich der Veranschaulichung und sind nur in den Fällen maßstabsgetreu, in denen es die Aufgabenstellung erfordert.

13. Die Anordnungen I, II und III bestehen jeweils aus einem drehbar gelagerten, stabilen Balken, an dem auf der rechten Seite ein Haken befestigt ist. Die beiden Enden des Balkens sind durch ein reißfestes Seil miteinander verbunden, das über Umlenkrollen geführt wird. Bei welcher bzw. welchen der drei Anordnungen bewegt sich der Balken trotz des Seils rechts nach unten, wenn an den Haken ein Gewichtsstück gehängt wird? (Die Massen von Balken, Seil und Haken können dabei vernachlässigt werden.)



- (A) Nur bei Anordnung I bewegt er sich nach unten.  
(B) Nur bei den Anordnungen I und II bewegt er sich nach unten.  
(C) Nur bei den Anordnungen I und III bewegt er sich nach unten.  
(D) Nur bei den Anordnungen II und III bewegt er sich nach unten.  
(E) Bei allen drei Anordnungen bewegt er sich nach unten.

Schwierigkeit: niedrig bis mittel

Wäre das Seil nicht vorhanden, würde sich jeder der drei Balken rechts nach unten bewegen, wenn ein Gewichtstück an den Haken gehängt wird. Die Frage ist somit, ob diese Bewegung des Balkens bei der einen oder anderen Anordnung durch das Seil verhindert wird.

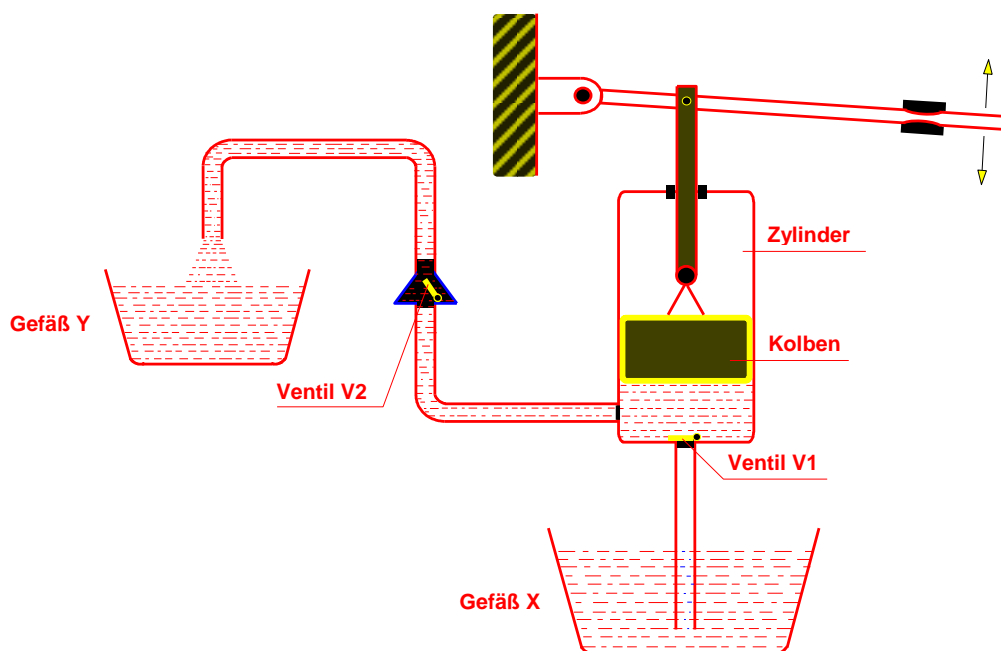
Bei **Anordnung I** wird sich die rechte Seite des Balkens nach unten bewegen, da das Seil nach Anhängen eines Gewichtstücks links um soviel nach oben nachgibt, wie es rechts nach unten gezogen wird.

Hängen Sie bei **Anordnung II** ein Gewichtstück an den Haken, gibt das Seil am rechten und am linken Ende nach; der Balken wird sich also auch hier rechts nach unten bewegen.

Anders sind die Verhältnisse bei **Anordnung III**: Hier entsteht durch das Anhängen des Gewichtstücks sowohl am rechten als auch am linken Seilende ein gleich starker Zug – der Balken wird sich folglich nicht bewegen.

Bei dieser Aufgabe ist somit **B** der Lösungsbuchstabe.

- 14.** Nachstehend ist eine einfache, rein mechanische Kolbenpumpe dargestellt, mit der Wasser aus dem Gefäß X in das Gefäß Y gepumpt werden soll.



Welche der folgenden Aussagen des Studienanfängers Lörner über die Pumpe trifft bzw. treffen zu?

- I. Beim Ansaugen des Wassers aus dem Gefäß X in den Zylinder ist Ventil V2 geschlossen.
  - II. Solange das Ansaugrohr in das Wasser im Gefäß X eintaucht, ermöglicht die Pumpe ein stetiges Fließen des Wassers in das Gefäß Y.
  - III. Die Saugwirkung der Pumpe ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Außendruck (Luftdruck) und dem Druck im Zylinder.
- (A) Nur Aussage I trifft zu.
  - (B) Nur Aussage II trifft zu.
  - (C) Nur die Aussagen I und II treffen zu.
  - (D) Nur die Aussagen I und III treffen zu.
  - (E) Alle drei Aussagen treffen zu.

*Schwierigkeit: mittel*

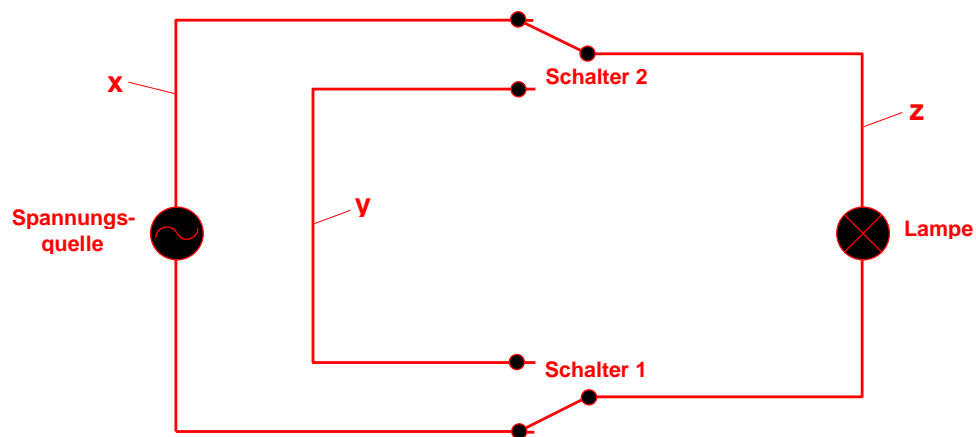
**Aussage I** trifft zu: Wasser wird aus Gefäß X dadurch angesaugt, dass man den Kolben nach oben bewegt. Durch diese Kolbenbewegung öffnet sich Ventil V1 und Ventil V2 ist geschlossen. Ventil V2 öffnet sich nur, wenn durch eine Abwärtsbewegung des Kolbens der von unten auf das Ventil einwirkende Druck größer wird als der Druck von oben durch die Wassersäule.

Entgegen der Behauptung in **Aussage II** kann eine derartige Pumpe keinen stetigen Wasserfluss in das Gefäß Y erzeugen. Der Wasserfluss ist jeweils in der Ansaugphase unterbrochen und beginnt neu, wenn der Kolben anschließend nach unten bewegt wird.

**Aussage III** beschreibt kurz das Wirkprinzip einer Kolbenpumpe. Durch die Aufwärtsbewegung des Kolbens entsteht im Zylinder ein Unterdruck, und als Folge davon drückt der normale äußere Luftdruck das Wasser in den Zylinder. Der Rückfluss des Wassers am Ende der Aufwärtsbewegung des Kolbens wird durch das Schließen von Ventil V1 verhindert.

Da bei dieser Aufgabe somit die Aussagen I und III zutreffen, lautet der Lösungsbuchstabe **D**.

15. Ein Raum hat zwei Türen. An jeder dieser Türen befindet sich ein Lichtschalter, mit dem die Deckenlampe an- und ausgeschaltet werden kann. Wurde das Licht also beispielsweise mit dem Schalter 1 eingeschaltet, kann es sowohl mit dem Schalter 1 als auch mit dem Schalter 2 ausgeschaltet und anschließend auch mit jedem der beiden Schalter wieder eingeschaltet werden. Eine solche Schaltung nennt man eine Wechselschaltung. Elektroinstallateur Kurt Schluss hat versucht, eine Wechselschaltung grafisch darzustellen; das Resultat sehen Sie in der Abbildung. Dabei verbinden die Schalter 1 und 2 den Leitungsabschnitt z jeweils alternativ mit dem Leitungsabschnitt x oder y.



Welche der folgenden Aussagen über die abgebildete Schaltung trifft bzw. treffen zu?

- I. Die Abbildung zeigt eine funktionierende Wechselschaltung.
  - II. Die abgebildete Schaltung wird dann zur Wechselschaltung, wenn man einen der beiden Schalter so verändert, dass er den Leitungsabschnitt x alternativ mit dem Leitungsabschnitt y oder z verbindet.
  - III. Die abgebildete Schaltung wird dann zur Wechselschaltung, wenn man die Spannungsquelle in den Leitungsabschnitt z verlegt.
- (A) Nur Aussage I trifft zu.
  - (B) Nur Aussage II trifft zu.
  - (C) Nur Aussage III trifft zu.
  - (D) Nur die Aussagen II und III treffen zu.
  - (E) Keine der drei Aussagen trifft zu.

*Schwierigkeit: hoch*



Ausgangspunkt der Überlegungen ist bei dieser Aufgabe die Tatsache, dass die Lampe nur leuchtet, wenn sie sich zusammen mit der Spannungsquelle in einem geschlossenen Stromkreis befindet. Dies ist bei der abgebildeten Schaltung und den eingezeichneten Schalterstellungen der Fall. **Aussage I** trifft jedoch trotzdem nicht zu: Machen Sie das Licht bei der abgebildeten Schaltung beispielsweise mit dem Schalter 1 aus, so können Sie es mit dem Schalter 2 nicht mehr anmachen, da die dann verbundenen Leitungsabschnitte y und z keine Spannungsquelle enthalten.

**Aussage II** trifft ebenfalls nicht zu. Verändern Sie zum Beispiel den Schalter 2 wie in Aussage II beschrieben, so lässt sich das Licht nur mit demjenigen Schalter wieder anmachen, mit dem es zuvor ausgemacht wurde.

Eine Wechselschaltung erhalten Sie dagegen, wenn Sie die Spannungsquelle in den Leitungsabschnitt z verlegen, in dem sich auch die Lampe befindet. **Aussage III** trifft somit als einzige zu, Lösungsbuchstabe ist folglich das C.

#### **Ergänzende Anmerkungen** zum Untertest „Technisches Verständnis“:

- Bei einem Teil der Aufgaben dieses Untertests werden elementare Physikkenntnisse – z.B. aus der Mechanik oder der Elektrizitätslehre – vorausgesetzt. Wenn sie mit einer solchen Aufgabe Schwierigkeiten haben, weil Ihnen das angesprochene physikalische Gesetz gerade nicht präsent ist, so überspringen Sie diese Aufgabe zunächst und gehen Sie am Schluss auf der Basis Ihrer Alltagserfahrungen noch einmal an.
- Lassen Sie sich durch die in manchen Aufgaben enthaltenen Fachausdrücke nicht irritieren. Sie werden in aller Regel erläutert, wenn ihr näheres Verständnis für das Lösen der Aufgabe wichtig ist.