



Lernunterlage

# Selbsteinschätzung naturwissenschaftliche Grundlagen

Dezernat B3: Verbandsführer, ABC-Schutz und Medizinische Rettung

Ausgabe November 2024

82 Seiten

## Inhalt

Diese Unterlage bietet Hilfestellungen zu Vorbereitung auf den Aufstieg. Sie beschreibt, welche Kenntnisse im Bereich der Naturwissenschaftlichen Grundlagen die Aufsteiger vor dem Start des Aufstieges haben sollen und bietet ein Instrument zur Selbsteinschätzung an.

## Urheberrecht

© IdF NRW, Münster 2024, alle Rechte vorbehalten.

Die vorliegende Lernunterlage darf, auch auszugsweise, ohne die schriftliche Genehmigung des IdF NRW nicht reproduziert, übertragen, umgeschrieben, auf Datenträger gespeichert oder in eine andere Sprache bzw. Computersprache übersetzt werden, weder in mechanischer, elektronischer, magnetischer, optischer, chemischer oder manueller Form.

Der Vervielfältigung für die Verwendung bei Ausbildungen von Einheiten des Brand- und Katastrophenschutzes des Landes Nordrhein-Westfalen wird zugestimmt.



---

## Anmerkung

Eine Schreibweise, die beiden Geschlechtern gleichermaßen gerecht wird, wäre sehr angenehm. Da aber entsprechende neuere Schreibweisen in der Regel zu großen Einschränkungen der Lesbarkeit führen, wurde darauf verzichtet. So gilt für die gesamte Lernunterlage, dass die maskuline Form, wenn nicht ausdrücklich anders benannt, für beide Geschlechter gilt.

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
2	Kompetenzen .....	5
3	Aufgaben .....	17
3.1	Strömungslehre .....	17
3.2	Ionisierende Strahlung .....	21
3.3	Mechanik .....	33
3.4	Pneumatik/Hydraulik .....	37
3.5	Wärmelehre/Thermodynamik .....	38
3.6	Brandlehre .....	39
3.7	Chemie .....	41
3.8	Biologie.....	50
3.9	Elektrotechnik .....	51
4	Lösungen.....	53
4.1	Strömungslehre .....	53
4.2	Ionisierende Strahlung .....	56
4.3	Mechanik .....	60
4.4	Pneumatik/Hydraulik .....	63
4.5	Wärmelehre/Thermodynamik .....	64
4.6	Brandlehre .....	65
4.7	Chemie .....	69
4.8	Biologie.....	73
4.9	Elektrotechnik .....	77
5	Abbildungsverzeichnis .....	80

# 1 Einleitung

Bevor der Aufstieg startet möchten wir Ihnen die Chance zu einer Selbsteinschätzung bieten. Hiermit können Sie prüfen, ob Sie die zum Aufstieg notwendigen Vorkenntnisse im Bereich der naturwissenschaftlichen Grundlagen besitzen.

Im Ausbildungsabschnitt Wissenschaftliche Grundlagen werden weitere Themen zu den vorausgesetzten Vorkenntnissen aufbauend hinzukommen.

Dem Aufstieg ist eine dreimonatige Wiederholungs- und Vertiefungsphase vorangestellt. Zu Beginn dieser Phase soll eine Analyse stehen und bei gewissenhafter Durchführung aufzeigen, in welchen Themengebieten eine Wiederholung und Vertiefung angezeigt ist.

Das Dokument ist in drei Kapiteln gegliedert:

## Kapitel Kompetenzen

In diesem Kapitel werden für verschiedene Felder Kompetenzen definiert. Diese sollen vor Beginn des Aufstieges ausgeprägt sein. Mit dem dazugehörigen Einschätzungsinstrument sind Werkzeuge zur Beobachtung dieser Kompetenzen beschrieben. Die aufgelisteten Kompetenzen werden aufgrund der vorangegangenen Ausbildungen und Tätigkeiten in Zusammenhang mit der dreimonatigen Wiederholungsphase vorausgesetzt.

## Kapitel Selbsteinschätzung – Aufgaben

Im Kapitel „Selbsteinschätzung – Aufgaben“ stehen für die zuvor genannten Felder Aufgaben zur Verfügung. Hier handelt es sich um Berechnungen, Fragen und kurz umrissene Aufsatzthemen. Aus den breiten Spektren der Gebiete wurden exemplarische Aufgabenstellungen extrahiert. Die Sammlung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Aufgaben sollen bei der Selbsteinschätzung helfen. Die Beantwortung dieser Fragen sollte problemlos und fehlerfrei sein. Probleme bei einzelnen Fragen können ein Indiz dafür sein, dass es im gesamten Themengebiet Wiederholungsbedarf gibt.

## Kapitel Selbsteinschätzung – Lösungen

Hier finden Sie die Lösungen zu den Aufgaben aus Kapitel 2. Zusätzlich finden Sie Schlagworte für Wikipedia für weitere Erklärungen und Hintergründe.

## 2 Kompetenzen

Aus § 13 der Verordnung über die Laufbahnen der Beamtinnen und Beamten des feuerwehrtechnischen Dienstes im Land Nordrhein-Westfalen (LVOFeu) ergibt sich, dass Aufsteiger die Ausbildung hauptberuflicher Feuerwehrangehöriger zu Gruppenführern sowie die Ausbildung zum Führen im ABC-Einsatz abgeschlossen und über eine mindestens dreimonatige Tätigkeit

- der Vorbereitung und Durchführung von Ausbildungen an einer kommunalen Feuerweherschule oder am Institut der Feuerwehr NRW oder
- in Form von Hospitationen bei anderen hierfür in Frage kommenden Organisationen oder Behörden

die Ausbildungsinhalte des zweiten Einstiegsamtes der Laufbahngruppe 1 des feuerwehrtechnischen Dienstes wiederholt und vertieft haben.

Die Aufsteiger starten mit dem Lehrgang Wissenschaftliche Grundlagen. Die nachfolgenden Kompetenzen werden aufgrund der vorangegangenen Ausbildungen in Zusammenhang mit der dreimonatigen Wiederholungsphase vorausgesetzt.

Anhand der Operationalisierungen und Einschätzungsinstrumente können die Aufsteiger eine Selbsteinschätzung durchführen und gegebenenfalls Inhalte nacharbeiten:

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Mathematik	Die Aufsteiger*innen lösen die Aufgaben der <u>nachfolgenden Themengebiete</u>	Die Aufsteiger*innen berechnen die sich aus den <u>nachfolgenden Themengebieten ergebenden Aufgaben</u>	<p>Die Aufsteiger*innen rechnen mit Einheiten</p> <p>lösen vorgegebene Gleichungen aus den Bereichen der nachfolgenden Unterrichtseinheiten, insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lineare Gleichungen</li> <li>○ Quadratische Gleichungen</li> </ul> <p>lesen Werte aus Diagrammen ab (und erklären deren Bedeutung für ihre Tätigkeit)</p> <p>erstellen Wertetabellen</p> <p>stellen Funktionen graphisch dar</p> <p>bestimmen Schnittpunkte zweier Funktionen, lineare/ quadratische Gleichungen</p> <p>beschaffen sich Formeln (z.B. Wikipedia) für technische Probleme und berechnen diese</p> <p>berechnen Flächen und Volumen geometrischer Formen/ Körper</p> <p>berechnen elementare Winkelfunktionen und lösen einfache Gleichungen</p>

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Strömungslehre (FwDV 2, Ziff. 3.3, Ziff. 4.1)	Die Aufsteiger*innen Berechnen eine Wasserförderstrecke	Die Aufsteiger*innen entwickeln für unterschiedliche Wasserfördersituationen (Förderstreckenlänge, Förderstrom, Topographie) Kräfte- und Mittelansätze zur Erfüllung des Auftrages  bestimmen bei einer vorgegebenen Wasserförderstrecke den zu erwartenden Förderstrom  bestimmen bei vorgegebenem Kräfte- und Mittelansatz Optionen der Wasserförderung (maximaler Förderstrom bei unterschiedlichen Förderlängen, Einfach-/ Doppelleitung) und bewerten diese Optionen	Die Aufsteiger*innen berechnen den Druckverlust von Schlauchleitungen in Abhängigkeit des Förderstromes und des Höhenunterschiedes  stellen den Druckverlust von Schlauchleitungen als Funktion des Förderstromes graphisch dar (Anlagenkennlinie)  erläutern die Leistungsfähigkeit von Feuerlöschpumpen und bewerten die jeweiligen (vorgegebenen) Pumpenkennlinien  leiten aus den Garantiepunkten von Feuerlöschpumpen erreichbare Pumpenkennlinien ab  fügen Anlagenkennlinie und Pumpenkennlinie zusammen und bestimmen Betriebspunkte  entwickeln für unterschiedliche Wasserfördersituationen (Förderlänge, Förderstrom, Topographie) Kräfte- und Mittelansätze zur Erfüllung des Auftrages  bestimmen bei vorgegebenem Kräfte- und Mittelansatz Möglichkeiten zur Wasserförderung (maximaler Förderstrom bei unterschiedlichen Förderlängen, Einfach-/ Doppelleitung) und bewerten diese Optionen  bestimmen bei einer vorgegebenen Wasserförderstrecke (Förderstreckenlänge, Topographie, verwendete Pumpe(n)) den zu erwartenden Förderstrom  entwickeln aus den Berechnungen Faustwerte zur Erzielung schneller Ergebnisse in Einsatzsituationen

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Ionisierende Strahlung	Die Aufsteiger*innen	Die Aufsteiger*innen	Die Aufsteiger*innen
(FwDV 2, Ziff. 3.5, Ziff. 4.5)	bewerten Gefahren durch ionisierende Strahlung	<p>bewerten Gefahren im Strahlenschutz Einsatz aufgrund ionisierender Strahlung</p> <p>berechnen Dosis und Ortsdosisleistung</p> <p>erklären Eigenschaften radioaktiver Nuklide unter zur Hilfenahme von Nachschlagewerken</p>	<p>bestimmen anhand der Nuklidkarte Zerfallsketten und die freiwerdenden Strahlungsart(en), sowie die Aktivitätsveränderung(en) aufgrund der Halbwertszeit(en)</p> <p>bestimmen die Ortsdosisleistung anhand der Dosisleistungskonstante eines Nuklides</p> <p>bestimmen die Abschwächung ionisierender Strahlung durch Abschirmung unter Berücksichtigung der Halbwertsschichtdicken</p> <p>bestimmen die Ortsdosisleistung radioaktiver Stoffe und berechnen für unterschiedliche Strahlenquellen an unterschiedlichen Orten und/oder mit unterschiedlichen Abschirmungen mögliche Aufenthaltsdauern für Einsatzkräfte unter Berücksichtigung der Referenzwerte der FwDV 500</p> <p>erklären die grundsätzliche Funktionsweise von Mess- und Nachweisgeräten (und wenden diese an?)</p> <p>wählen in Abhängigkeit des radioaktiven Stoffes unter zur Hilfenahme von unterschiedlichen Nachschlagewerken (Nuklidkarte) geeignete Messgeräte und Nachweisgeräte aus</p> <p>bewerten Gefahren im Strahlenschutz Einsatz aufgrund ionisierender Strahlung</p> <p>erklären die unterschiedlichen Gefährdungen durch offene und umgeschlossene radioaktiver Stoffe</p> <p>erklären die Eigenschaften und Wirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper</p>



Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Mechanik (FwDV 2, Ziff. 3.4, Ziff. 3.8, Ziff. 4.1)	Die Aufsteiger*innen bestimmen die Kräfte an einem Körper (mechanisches Gleichgewicht)	<p>Die Aufsteiger*innen berechnen Reibungskräfte</p> <p>berechnen Reaktionskräfte an einfachen statischen Systemen</p> <p>berechnen Spannungen in einfachen Systemen</p> <p>berechnen Arbeit und Leistung</p>	<p>Die Aufsteiger*innen berechnen die Kräfte eines Flaschenzuges, auch mit mehreren Rollen (feste und lose Rollen)</p> <p>erklären Reibungskraft, Hangabtriebskraft und berechnen, ob ein Gegenstand auf einer schiefen Ebene ins Rutschen gerät oder durch Reibung gehalten wird</p> <p>berechnen die Kräfte an einem Hebel</p> <p>erklären an einem auf Biegung beanspruchten Balken, in welchen Bereichen Zugspannung/ Druckspannung anliegt und berechnen die Auflagekräfte eines durch Kräfte belasteten Balken</p> <p>zerlegen Kräfte graphisch und rechnerisch</p> <p>berechnen die Arbeit beim Anheben von Lasten</p> <p>berechnen die Spannung in einem Zugstab</p> <p>erklären die Kräfte und Spannungen in einem Balken am Beispiel eines zu sägenden umgestürzten Baumes</p> <p>erklären Dehnung als Folge von Zugspannung in Abhängigkeit des Materials</p> <p>erklären die Ursache für Verformung eines auf Biegung beanspruchten Balkens (Zugspannung, Druckspannung)</p> <p>berechnen die Flächenpressung, z. B. durch die Stützen einer DLK</p> <p>berechnen die Zugkräfte in Anschlagmitteln in Abhängigkeit des Spreizwinkels</p>

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Mechanik (FwDV 2, Ziff. 3.4, Ziff. 3.8, Ziff. 4.1)	Die Aufsteiger*innen beschreiben Bewegungen	Die Aufsteiger*innen berechnen Beschleunigungen, Geschwindigkeiten und Strecken  erklären den Zusammenhang von Zeit, Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung	Die Aufsteiger*innen berechnen Durchschnittsgeschwindigkeiten  erklären Isochronen (Hilfsfrist)  erstellen Weg-Zeit-Diagramme  berechnen die Wasserförderung mittels Pendelverkehr

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Pneumatik/ Hydraulik	Die Aufsteiger*innen	Die Aufsteiger*innen	Die Aufsteiger*innen
(FwDV 2, Ziff. 3.3, Ziff. 3.4, Ziff. 3.8, Ziff. 4.1)	beschreiben das Wirkprinzip von Hydraulik und Pneumatik	beschreiben technische Systeme zur Kraftübertragung mittels Gasen und Flüssigkeiten  berechnen Kräfte in hydraulischen/ pneumatischen Systemen	berechnen die Kräfte eines Kolbens (Kraft, Druck, Fläche)  berechnen die Kraft eines Hebekissens in Funktion der Auflagefläche  erklären die Abhängigkeit von Hubhöhe zu Hubkraft eines Luftkissens  berechnen die Leistung eines Kolbens auf Grund der Hubgeschwindigkeit und der Hubkraft

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Wärmelehre/ Thermodynamik (FwDV 2, Ziff. 2.1, Ziff. 2.2, Ziff. 3.2, Ziff. 4.1, Ziff. 4.5)	Die Aufsteiger*innen  erklären die feuerwehrrelevanten Grundzüge der Thermodynamik und Wärmelehre	Die Aufsteiger*innen  beschreiben Wärmeleitung, Konvektion und Wärmeübergang  berechnen die aufzuwendende bzw. freiwerdende Energie/Wärme bei Zustandsänderung von Wasser  berechnen die aufzuwendende bzw. freiwerdende Energie/Wärme bei Zustandsänderungen von Gasen	Die Aufsteiger*innen  erklären Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Konvektion  erklären Wärmeausdehnung von Bauteilen  erklären, wie aufgrund von Wärmeveränderung Spannungen innerhalb von Bauteilen entstehen können  beschreiben die Wärmeaufnahme von Wasser beim Erwärmen  beschreiben die Wärmeaufnahme von Wasser beim Verdampfen  beschreiben die Wärmeaufnahme von Wasserdampf beim Erwärmen  berechnen die Zustandsänderung von Gasen durch Erwärmung, Druck- oder Volumenveränderung  berechnen die Volumenänderung von Wasserdampf durch Erwärmung  berechnen die Masse/ das Volumen bezogen auf Normaldruck/Temperatur von Luft in Druckluftflaschen  erklären, wie sich Zustand von Wasser und Brandgase verändern, wird Wasser in heiße Brandgase gegeben.  erklären den Begriff Dampfdruck anhand der Dampfdruckkurve für Wasser  erklären den Begriff Kavitation (innerhalb einer Feuerlöschkreiselpumpe) in Zusammenhang mit dem Dampfdruck von Wasser

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Brandlehre (FwDV 2, Ziff. 2.1, Ziff. 2.2, Ziff. 4.1, Ziff. 4.5)	Die Aufsteiger*innen erklären die Abläufe bei einem Brand	Die Aufsteiger*innen erklären die Phänomene der extremen Brandausbreitung  bestimmen unter zur Hilfenahme von Nachschlagewerke Verbrennungsprodukte	Die Aufsteiger*innen erklären die Abläufe in einem Brandraum unter der Berücksichtigung von Wärmestrahlung und Konvektion  erklären die Einheits-Temperatur-Zeitkurve  erklären Raumdurchzündung (inklusive bei unterschiedlicher Ventilations-techniken)  erklären Rauchdurchzündung  erklären Rauchexplosion  erklären die Voraussetzungen der Verbrennung  ermitteln unter zur Hilfenahme der vfdb-Richtlinie 10/03 „Schadstoffe bei Bränden“ Leitsubstanzen zum Messen von Verbrennungs- und Zersetzungsprodukten
(FwDV 2, Ziff. 2.1, Ziff. 2.2, Ziff. 4.1, Ziff. 4.5)	erklären die Grundzüge des Explosionsschutzes	beschreiben die Voraussetzungen und Auswirkungen von Explosionen	erklären den Flammpunkt  erklären die Zündtemperatur  erklären die Explosionsgrenzen  erklären Explosionsdruck  beschreiben den Zusammenhang zwischen Dampfdruck und Flammpunkt einer Flüssigkeit  erklären, warum Erdung beim Fließen brennbarer Flüssigkeiten erforderlich ist  beschreiben die Auswirkungen von Explosionen (Menschen, Gegenstände etc.)

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Chemie (FwDV 2, Ziff. 2.1, Ziff. 2.2, Ziff. 3.5, Ziff. 4.1, Ziff. 4.5)	Die Aufsteiger*innen beschreiben feuerwehrrelevante Reaktionen beschreiben	Die Aufsteiger*innen erklären Verbrennung  erklären einsatzrelevante chemische Reaktionen  beschreiben die Abläufe in einem Brandraum  bestimmen Schadstoffkonzentrationen in Luft	Die Aufsteiger*innen erklären den Aufbau von Atomen  stellen Reaktionsgleichungen auf für die Verbrennung <ul style="list-style-type: none"> <li>• von Wasserstoff</li> <li>• von Kohlenstoff (auch unvollständig)</li> <li>• von Kohlenwasserstoffen (Methan, Ethan, Propan)</li> <li>• von Metallen (Eisen, Magnesium, Aluminium)</li> </ul> beschreiben die grundlegenden Eigenschaften von Säuren und Basen  beschreiben gefährliche Reaktionen von Säuren und Laugen mit anderen Stoffen  beschreiben gefährliche Reaktionen von Stoffen mit Wasser  beschreiben die Auswirkungen auf den Körper (Verbrennungen durch Feuer, Kontakt mit Säuren oder Laugen)  beschreiben die Eigenschaft „brandfördernd“  beschreiben die Eigenschaften von Explosionsstoffen  erklären den Ablauf einer Reaktion eines Stoffes mit Sauerstoff  erklären exotherme und endotherme Reaktionen  berechnen die freigesetzte Energie bei der Verbrennung unterschiedlicher Stoffe  berechnen die Volumenänderung vom flüssigen zum gasförmigen Zustand unterschiedlicher Stoffe  erklären die Funktionsweise von Prüfröhrchen

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Biologie (FwDV 2, Ziff. 3.5, Ziff. 4.5)	Die Aufsteiger*innen erklären einsatzrelevante Gefahren durch biologische Arbeitsstoffe	Die Aufsteiger*innen beschreiben die Eigenschaften biologischer Arbeitsstoffe  erklären Maßnahmen zur Desinfektion	Die Aufsteiger*innen erklären die Eigenschaften von <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bakterien</li> <li>• Viren</li> <li>• Pilzen</li> <li>• Parasiten</li> </ul> in den Grundzügen  beschreiben die Wirkweise von Desinfektion  wählen nach Vorgabe des RKI Desinfektionsmittel auswählen  erklären Infektionsmöglichkeiten/ -wege  demonstrieren Maßnahmen zum Infektionsschutz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impfung</li> <li>• Schutzkleidung</li> </ul>

Themengebiet	Kompetenz	Operationalisierung (Beispiele)	Einschätzungsinstrument der Kompetenzen
Elektrotechnik (FwDV 2, Ziff. 2.1, Ziff. 2.2, Ziff. 3.1, Ziff. 3.4, Ziff. 3.8, Ziff. 4.1)	Die Aufsteiger*innen erklären einsatzrelevante Gefahren durch elektrischen Strom	Die Aufsteiger*innen berechnen einfache Stromkreise  erklären die Gefahren spannungsführender Teile  erklären Elektromagnetische Wellen und das Spektrum	Die Aufsteiger*innen berechnen Strom, Spannung und Widerstand  berechnen den Körperstrom eines Menschen nach Kontakt mit spannungsführenden Teilen  erklären den Unterschied zwischen Gleich- und Wechselstrom  erklären das Phänomen Lichtbogen  berechnen die Leistung möglicher Verbraucher, die an einem Stromerzeuger angeschlossen werden können  erklären die Funktionsweise von Fehlerstromschutzschaltern  beschreiben die Auswirkungen auf die Gesundheit bei Kontakt mit spannungsführenden Teilen  bestimmen den Mindestabstand zu spannungsführenden Teilen mit unterschiedlicher Spannung  beschreiben elektromagnetische Induktion  erklären den Unterschied zwischen IT und TN/NT Netzen und die daraus resultierenden Sicherungsmechanismen (geerdet, nicht geerdet, Schutztrennung, Isolationsüberwachung (ggf. mit Abschaltung))  beschreiben die Funktionsweise eines PRCD-S





2.

Welchen Druckverlust hat eine 600 m lange B-Leitung bei einem Förderstrom von 400 l/min, 600 l/min, 800 l/min, 1000 l/min und 1200 l/min, wenn der zu überwindende Höhenunterschied 60 m beträgt?

Erstellen Sie ein Diagramm für die 600 m lange Schlauchleitung, in dem Sie die Druckverluste in Abhängigkeit der Volumenströme dar.

Hilfsmittel: siehe Abb. 1

3.

Eine FPN 10/1000 fördert bei definierter Saughöhe mindestens 1000 l/min bei 10 bar und 500 l/min bei 12 bar. Welcher Volumenstrom kann bei 11 bar erreicht werden? Welcher Volumenstrom kann bei 10,5 bar erreicht werden?

Erstellen Sie ein Diagramm über die erreichbaren Drücke bei Volumenströmen zwischen 500 l/min und 1000 l/min.

4.

Eine FPN 10/1000 fördert im freien Auslauf in eine 1400m B-Leitung (L1). Welcher Förderstrom fließt überschlägig, wenn sie für die Pumpe die Garantiepunkte bei 3m Saughöhe annehmen. Der Auslassverlust soll vernachlässigt bleiben.

Hinweis: Treffen Sie zuerst eine Annahme, z. B. „800 l/min fließen“. Prüfen Sie nun, wie hoch der Druckverlust wäre und ob die Pumpe bei dem Förderstrom den notwendigen Druck erreicht. Korrigieren Sie nun Ihre Annahme.

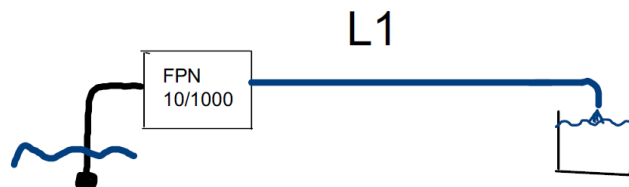


Abbildung 2: Wasserförderstrecke (IdF NRW, 2023)

Hilfsmittel: siehe Abb. 1

5.

Welcher Abstand ( $L_1$ ) liegt zwischen den Pumpen, wenn 1000 l/min gefördert werden sollen und der Eingangsdruck der zweiten Pumpe 1,5 bar betragen soll?

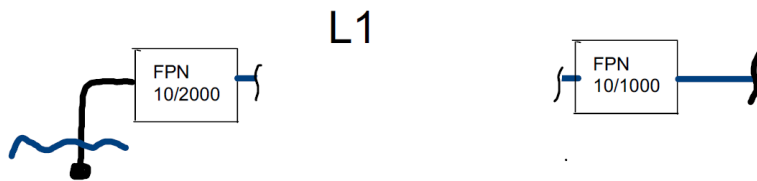


Abbildung 3: Reihenschaltung (IdF NRW, 2023)

Hilfsmittel: siehe Abb. 1

6.

Wie hoch ist der Druckverlust zwischen den Pumpen, wenn auf der Länge  $L_1 = 1000$  m eine doppelte B-Leitung liegt durch beide Leitungen zusammen 1200 l/min gefördert werden?



Abbildung 4: Parallelschaltung (IdF NRW, 2023)

Hilfsmittel: siehe Abb. 1

7.

Über eine Entfernung von 2,4 km sollen 600 l/min gefördert werden. Der zu überwindenden Höhenunterschied beträgt 440 m. Das Wasser soll aus einem offenem Gewässer entnommen und in ein TLF eingespeist werden. Wie viele Pumpen FPN 10/1000 (Wasserentnahme und Verstärkerpumpen) werden benötigt?

Hilfsmittel: siehe Abb. 1

8.

Über eine Entfernung von 2,4 km sollen 600 l/min im Pendelverkehr transportiert werden. Der zu überwindenden Höhenunterschied beträgt 440 m. Das Wasser soll mit TLF 3000 geliefert werden. Das Füllen und Entleeren kann mit je 800 l/min angesetzt werden. Die Rüstzeiten betragen jeweils (Wasserentnahme und –abgabe) 2 Minuten. Die Strecke gibt eine durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h her. Wie viele TLF 3000 werden benötigt?

Hinweise: Wie lange benötigt ein TLF für den Hin- und Rückweg? Welche Zeit entfällt auf das Füllen und Leeren eines TLF? Welche Zeit benötigt ein TLF für einen Umlauf? Wieviel Wasser liefert somit ein TLF pro Minute?

### 3.2 Ionisierende Strahlung

9.

In einem Meter Abstand zu einer Strahlenquelle beträgt die Ortsdosisleistung 2 mSv/h. Wie hoch ist die Ortsdosisleistung in zwei, drei und vier Meter Abstand zu dieser Strahlenquelle? Um das wieviel fache weniger ist die Ortsdosisleistung bei vier Meter Abstand zu der Ortsdosisleistung bei zwei Meter Abstand?

10.

Die Messsonde einer Teleskopmesssonde wird auf  $L_1 = 30$  cm an einen Strahler herangeführt. Welche Ortsdosisleistung kommt von der angezeigten Ortsdosisleistung bei der Einsatzkraft in  $L_2 = 4$  m Entfernung zur Messsonde in etwa an?

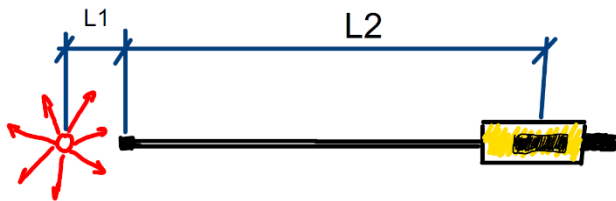


Abbildung 5: Teleskopsonde (IdF NRW, 2023)

11.

Welche Strahlenarten sendet Am-241 aus? Im welchen Energiebereich ist die Gamma-Strahlung?

<b>Cm 241</b> 32,8 d $\epsilon$ $\alpha$ 5,939... $\gamma$ 472; 431; 132... $e^-$ g	<b>Cm 242</b> 162,94 d sf $\alpha$ 6,113; 6,069... sf; g $\gamma$ (44...); $e^-$ $\sigma \sim 20$ $\sigma_f \sim 5$	<b>Cm 243</b> 29,1 a sf $\alpha$ 5,785; 5,742 $\epsilon$ ; sf; g $\gamma$ 278; 228; 210...; $e^-$ $\sigma$ 130; $\sigma_f$ 620
<b>Am 240</b> 50,8 h $\epsilon$ $\alpha$ 5,378... $\gamma$ 988; 889... g	<b>Am 241</b> 432,2 a sf $\alpha$ 5,486; 5,443... sf; $\gamma$ 60; 26... $e^-$ ; g $\sigma$ 50 + 570; $\sigma_f$ 3,1	<b>Am 242</b> 141 a sf $\gamma$ (49), $e^-$ $\alpha$ 5,206... sf; $\gamma$ (49...) $\sigma$ 1700 $\sigma_f$ 7000
<b>Pu 239</b> $2,411 \cdot 10^4$ a $\alpha$ 5,157; 5,144... sf; $\gamma$ (52...) $e^-$ ; m $\sigma$ 270; $\sigma_f$ 752	<b>Pu 240</b> 6563 a sf $\alpha$ 5,168; 5,124... sf; $\gamma$ (45...) $e^-$ ; g $\sigma$ 290; $\sigma_f \sim 0,044$	<b>Pu 241</b> 14,35 a sf $\beta^-$ 0,02; g $\alpha$ 4,896... $\gamma$ (149...); $e^-$ $\sigma$ 370; $\sigma_f$ 1010
<b>Np 239</b>	<b>Np 240</b>	<b>Np 241</b>

Abbildung 6: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995)



12.

Welches der folgenden Messgeräte kann für Am-241 sinnvoll eingesetzt werden?



Abbildung 7: Personendosimeter (IdF NRW, 2023)



Abbildung 8: Dosiswarner (IdF NRW, 2022)



Abbildung 9: Dosisleistungsmessgerät (IdF NRW, 2022)

13.

Welche Strahlenarten sendet Ni-63 aus?

Welches Nuklid entsteht nach dem Zerfall?

Wie groß ist die Halbwertszeit?

195...	752...	4296...	$\gamma$ 93; 185; 300...	$\gamma$ 1077; (1833...)	$\sigma$ 1
Zn 63 38,1 m	Zn 64 48,6	Zn 65 244,3 d	Zn 66 27,9	Zn 67 4,1	
$\epsilon$ 2,3... 670; 962; 112...	$\sigma$ 0,77	$\epsilon$ ; $\beta^+$ 0,3 $\gamma$ 1115... $\sigma$ 66	$\sigma$ 1,0	$\sigma$ 6,9	$\sigma$ 0
Cu 62 9,74 m	Cu 63 69,17	Cu 64 12,700 h	Cu 65 30,83	Cu 66 5,1 m	
$\epsilon$ 2,9... (1173...)	$\sigma$ 4,5	$\epsilon$ ; $\beta^-$ 0,6 $\beta^+$ 0,7 $\gamma$ (1346) $\sigma$ 270	$\sigma$ 2,17	$\beta^-$ 2,6... $\gamma$ 1039; (834...) $\sigma$ 140	$\beta^-$ 1
Ni 61 1,140	Ni 62 3,634	Ni 63 100 a	Ni 64 0,926	Ni 65 2,52 h	
2,5	$\sigma$ 15	$\beta^-$ 0,07 no $\gamma$ $\sigma$ 24	$\sigma$ 1,5	$\beta^-$ 2,1... $\gamma$ 1482; 1115; 366... $\sigma$ 22	$\beta^-$ no
Co 60 0,5 m	Co 61 1,65 h	Co 62 14,0 m	Co 63 27,5 s	Co 64 0,3 s	
59 $\beta^-$ 0,3; 1,5... $\gamma$ 1332; 1173... $\sigma$ 2,0	$\beta^-$ 1,2... $\gamma$ 67; 909...	$\beta^-$ 2,9... $\gamma$ 1173; 1163; 2003...	$\beta^-$ 4,1... $\gamma$ 1173; 2302; 1129...	$\beta^-$ 3,6... $\gamma$ 87; 982...	$\beta^-$ 7,0... $\gamma$ 1346; 931
Fe 59 44,503 d	Fe 60 $1,5 \cdot 10^6$ a	Fe 61 6,0 m	Fe 62 68 s	Fe 63 6,1 s	

Abbildung 10: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995)



14.

Welches der folgenden Messgeräte kann für Ni-63 sinnvoll eingesetzt werden?



Abbildung 11: Personendosimeter (IdF NRW, 2023)



Abbildung 12: Dosiswarner (IdF NRW, 2022)



Abbildung 13: Dosisleistungsmessgerät (IdF NRW, 2022)

15.

Welche Strahlenarten in welchen Energiebereichen sendet Sm-153 aus?

Gd 153 239,47 d $\beta^-$ 97; 103; $\gamma$ 0... $\sigma$ 20000	Gd 154 2,18 $\sigma$ 60	Gd 155 14,80 $\sigma$ 61000	Gd 156 20,47 $\sigma$ ~ 2,0	Gd 157 15,6 $\sigma$ 254000
Eu 152 6 m 9,3 h 13,33 a $\beta^-$ 1,9 $\gamma$ 841; 963...	Eu 153 52,2 $\sigma$ 370	Eu 154 46,0 m 8,8 a $\beta^-$ 0,8; 1,8...; $\gamma$ 123; 1274; 723; 1005...	Eu 155 4,761 a $\beta^-$ 0,17; 0,25... $\gamma$ 87; 105... $\sigma$ 3900	Eu 156 15,2 $\beta^-$ 0,5; 2,4 $\gamma$ 812; 89; 1231...
Sm 151 93 a $\beta^-$ 0,1... (22...); $e^-$ 15200	Sm 152 26,7 $\sigma$ 208	Sm 153 46,27 h $\beta^-$ 0,7; 0,8... $\gamma$ 103; 70... $\sigma$ 420	Sm 154 22,7 $\sigma$ 7,2	Sm 155 22,4 $\beta^-$ 1,5... $\gamma$ 104; 246 141...
Pm 150 2,7 h $\beta^-$ 2,3; 3,4... $\gamma$ 334; 1325; 166...	Pm 151 28,4 h $\beta^-$ 0,8; 1,2... $\gamma$ 340; 168... $\sigma$ ~ 150	Pm 152 15 m 7,5 m 4,2 m $\beta^-$ 1,2 231; 240; 340... $\beta^-$ 1,9 3,1... $\gamma$ 245; 122... $\beta^-$ 3,5... $\gamma$ 122; 841; 561; 563...	Pm 153 5,3 m $\beta^-$ 1,7... $\gamma$ 36; 127; 28; 120...	Pm 154 2,7 m $\beta^-$ 2,0; 2,6... $\gamma$ 185; 1440; 82...
Nd 149 1,72 h $\beta^-$ 0,1... $\gamma$ 103; 70... $\sigma$ 420	Nd 150 5,84 a $\beta^-$ 0,1... $\gamma$ 103; 70... $\sigma$ 420	Nd 151 1,23 a $\beta^-$ 0,1... $\gamma$ 103; 70... $\sigma$ 420	Nd 152 1,23 a $\beta^-$ 0,1... $\gamma$ 103; 70... $\sigma$ 420	Nd 153 1,23 a $\beta^-$ 0,1... $\gamma$ 103; 70... $\sigma$ 420

Abbildung 14: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995)

16.

Welches der folgenden Messgeräte kann für Sm-153 sinnvoll eingesetzt werden?



Abbildung 15: Personendosimeter (IdF NRW, 2023)



Abbildung 16: Dosiswarner (IdF NRW, 2022)



Abbildung 17: Dosisleistungsmessgerät (IdF NRW, 2022)

17.

Ein radioaktives Präparat mit I-131 hat **am 2. Juni 2020 eine Aktivität von 4810 MBq (= 100%)**.



Abbildung 18: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995), Bleibehälter, Aufschrift Bleibehälter (Nucleonica GmbH 2022 und IdF NRW 2022)

Welche Aktivität weist das Präparat an den vorgegebenen Tagen auf? Füllen Sie folgende Tabelle für die jeweilige Datumsangabe aus:

Datum	$\Delta$ Tage	durchlaufende Halbwertszeiten	verbleibende Aktivität [MBq]	%
26. Juni 20				
20. Juli 20				
21. August 20				

Abbildung 19: Tabelle Aktivität (IdF NRW, 2022)

18.

Rechnen Sie folgende Größen um:

Aktivitätswert		Umrechnung in		Umrechnung in
3,7 GBq	=	...MBq	=	...TBq
185 E+6 Bq	=	... x 10 ... Bq	=	... MBq
16,2 $\mu$ Sv/h	=	... mSv/h	=	... nSv/h
2514 IPS	=	... k IPS	=	... s <sup>-1</sup>

Abbildung 20: Tabelle Umrechnung (IdF NRW, 2022)

19.

Füllen Sie für die Angaben folgende Tabelle aus:

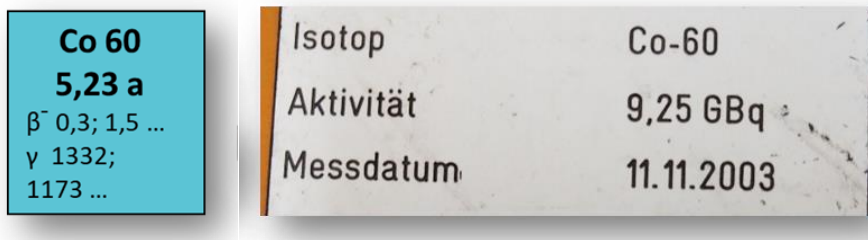


Abbildung 21: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995), Aufschrift Bleibehälter (Nucleonica GmbH 2022 und IdF NRW 2022)

Datum:	Aktivität [GBq]	Dosisleistung in 1 m [mSv/h]
11.11.2003		
heute (ca. 20 Jahre) knapp 4 Halbwertszeiten		

Abbildung 22: Co-60 (IdF NRW, 2022)

20.

Ein Betrieb nutzt einen Prüfstrahler mit einer Aktivität von **510 GBq**.

Berechnen Sie die Dosisleistung in 1 m Abstand zur Quelle!

Dosisleistung	Wert
in 1 m Abstand [mSv/h]	

Abbildung 23: Dosisleistung (IdF NRW, 2022)

Wie lange dürften sich ein Trupp ...

Grund für den Aufenthalt in 1 Meter Abstand	Dosisrichtwert [FwDV 500] [mSv]	Zeitdauer bis zum Erreichen der Dosis [h]
... zu Ausbildungszwecken		
...zum Schutz der Umwelt oder Sachgütern		
...zum Schutz von Menschenleben oder der Gesundheit		
... zur Rettung eines Menschen, Vermeidung schwerer strahlenbedingter Gesundheitsschäden oder Vermeidung oder Bekämpfung einer Katastrophe		

Abbildung 24: Aufenthaltsdauer (IdF NRW, 2022)

...im Abstand von einem Meter zu dieser Strahlenquelle **theoretisch** aufhalten?

21.

Die Strahlenquelle aus diesem Behälter ist herausgefallen und soll durch den Trupp geborgen werden.

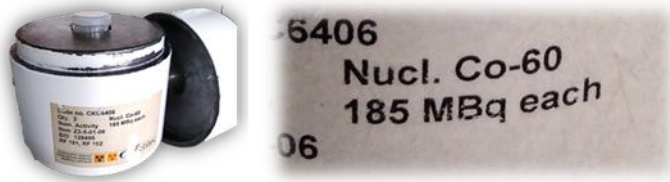


Abbildung 25: Bleibehälter, Aufschrift Bleibehälter (IdF NRW, 2022)

Wie hoch ist die Dosisleistung in 1 Meter Abstand zur Strahlenquelle?

Dosisleistung	Wert
in 1 m Abstand [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	

Abbildung 26: Dosisleistung (IdF NRW, 2023)

Der Trupp nutzt ein Dosisleistungsmessgerät mit Teleskopsonde.

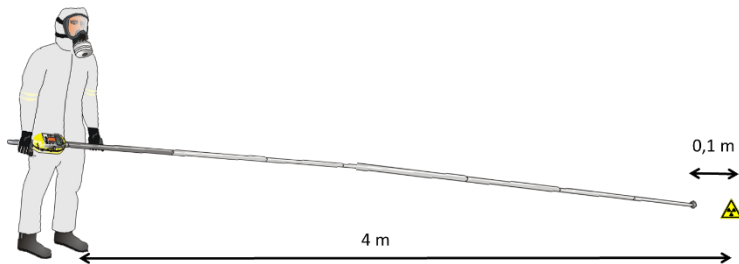


Abbildung 27: Trupp in 4 Meter Entfernung zur Strahlenquelle (IdF NRW, 2022)

Wie hoch ist die Dosisleistung in 4 Metern Abstand zur Strahlenquelle?

Wie hoch ist die Dosisleistung in 0,1 Metern Abstand zur Strahlenquelle?

Dosisleistung	Wert
in 4 m Abstand [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	
in 0,1 m Abstand [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	

Abbildung 28: Dosisleistung (IdF NRW, 2022)

Zwischen dem Trupp und der Strahlenquelle befindet sich noch der Behälter aus Blei (**Halbwertsschichtdicke ~ 1 cm**) mit einer **Wandungsstärke von 2 cm (Gesamt 4 cm)**.

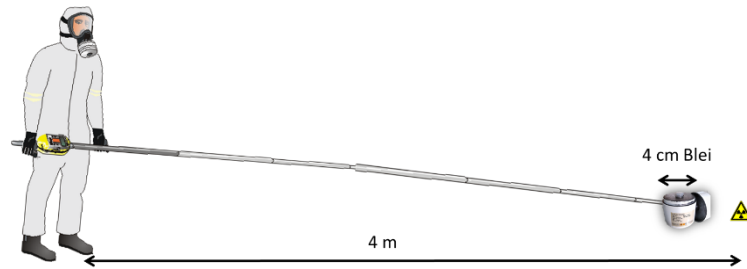


Abbildung 29: Trupp in 4 Meter Entfernung zur Strahlenquelle und einer Bleiabschirmung (IDF NRW, 2022)

Wie wirkt sich das auf die Dosisleistung in 4 Metern Abstand für den Trupp aus?

Dosisleistung	Wert
in 4 m Abstand und einer Abschirmung aus 4 cm Blei [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	

Abbildung 30: Tabelle Behälter (IdF NRW, 2022)

22.

Was ist ionisierende Strahlung? Welche Wirkung hat sie auf den menschlichen Körper?

Schreiben Sie einen kurzen Aufsatz.



### 3.3 Mechanik

23.

Welche Gewichtskraft übt eine Masse von 1 kg aus?

24.

An einem Flaschenzug hängt die Last von 200 kg. Welche Kraft  $F$  wird zum Halten gebraucht?

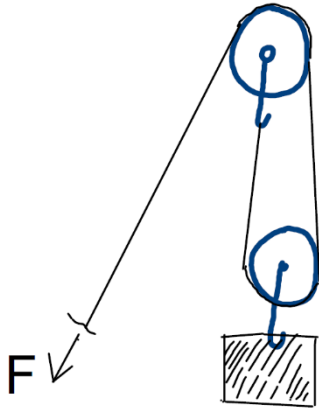


Abbildung 31: Flaschenzug (IdF NRW 2023)

25.

Auf einem Balken wirkt die Kraft von 100 N. Die Länge  $L_1$  beträgt 4 m, die Länge  $L_2$  beträgt 1 m. Wie hoch sind die Kräfte, die auf den Auflagern A und B wirken?

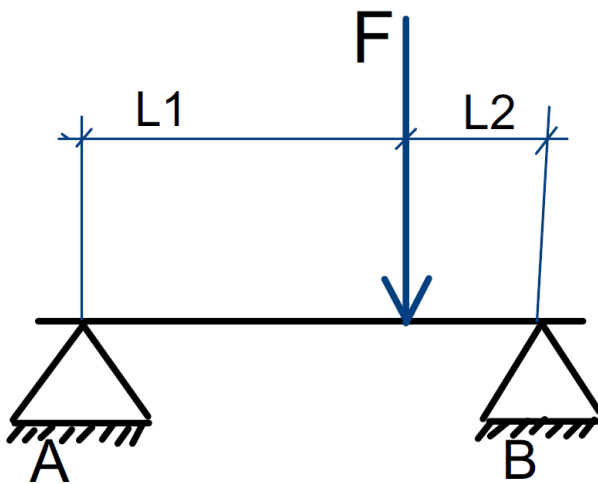


Abbildung 32: Balken (IdF NRW 2023)

26.

Ein Holzklotz steht auf einer waagerechten Tischfläche. Der Klotz hat eine Masse von 10 kg. Der Reibwert zwischen Klotz und Tisch beträgt 0,3. Welche Reibkraft muss überwunden werden, um den Klotz auf dem Tisch zu verschieben?

27.

Auf einer Ebene steht ein PK mit einer Masse von 2000 kg. Die Steigung ist  $20^\circ$ . Welche Kraft ist zum Halten des PKW erforderlich? Die Rollreibung der Reifen soll nicht berücksichtigt werden.

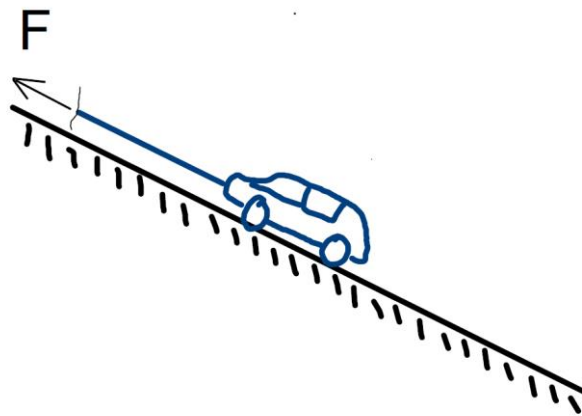


Abbildung 33: PKW (IdF NRW 2023)

28.

Eine Kiste steht auf einer Schräge die Kiste wiegt 10 kg. Der Reibwert beträgt  $\mu=0,4$ . Der Winkel  $\alpha$  beträgt  $25^\circ$ . Welche Hangabtriebskraft wirkt auf die Kiste? Kommt die Kiste ins Rutschen?

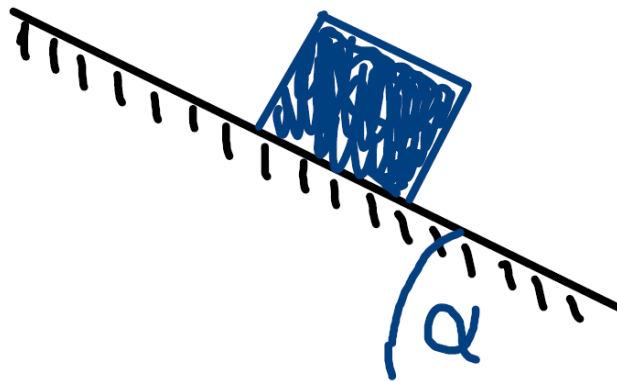


Abbildung 34: Schiefe Ebene (IdF NRW 2023)

29.

Ein Stab mit dem Durchmesser 12 mm wird durch die Kraft  $F$  belastet. Wie hoch darf diese Kraft werden, so dass die zulässige Spannung  $\Sigma$  von  $235 \text{ N/mm}^2$  nicht überschritten wird?

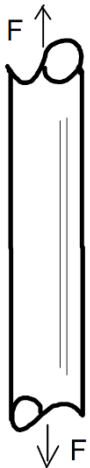


Abbildung 35: Zugstab (IdF NRW, 2023)

30.

Ein Balken wird durch eine Kraft belastet. Wo im Balken wird eine Zugspannung entstehen, wo eine Druckspannung?

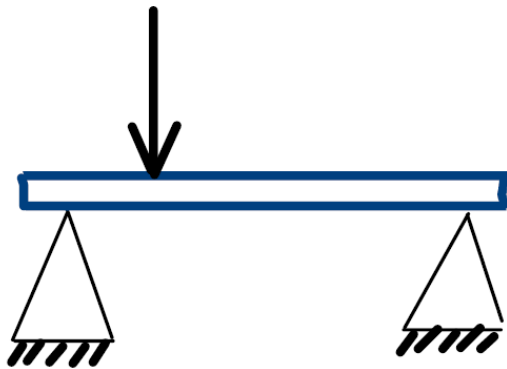


Abbildung 36: Biegung (IdF NRW, 2023)

31.

Der Block hat eine Masse von 200 kg.  $L_3$  beträgt 50 cm.  $L_1$  beträgt 5 cm.  $L_2$  beträgt 100 cm.

Mit welcher Kraft belastet die Kiste den Hebel? Welche Kraft  $F$  ist etwa notwendig, um den Block im Gleichgewicht zu halten?

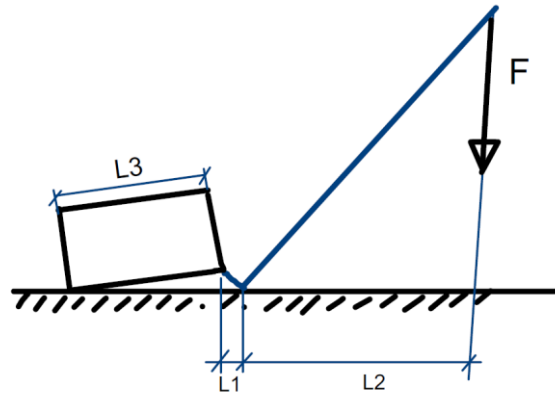


Abbildung 37: Hebel (IdF NRW 2023)

### 3.4 Pneumatik/Hydraulik

32.

Ein Hydraulikzylinder hat einen Durchmesser von 100 mm. Der Hydraulikdruck beträgt 80 bar. Welche Kraft wirkt auf den Kolben des Zylinders? Wieviel Pa entsprechen den 80 bar?

33.

Beide Kolben sind über eine Flüssigkeit miteinander verbunden. Der Zylinder 1 hat einen Durchmesser von 40 mm. Der Zylinder 2 hat einen Durchmesser von 10 mm. Auf Zylinder 1 wirkt eine Kraft  $F_1$  von 1000 N. Welche Kraft wirkt auf  $F_2$  damit das System im Gleichgewicht bleibt? Welcher Druck ist im System (bar)?

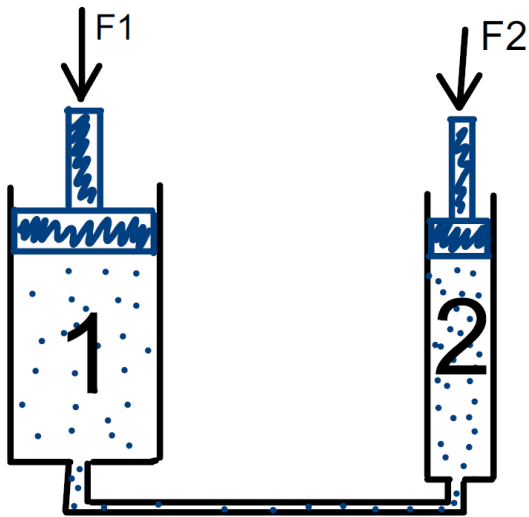


Abbildung 38: Kolben (IdF NRW 2023)

### 3.5 Wärmelehre/Thermodynamik

34.

Wieviel Kelvin (K) entsprechen einer Temperatur von 20 °C?

35.

Wie verändert sich das Volumen von 100 Liter Wasserdampf, wenn dieser von 100 °C auf 400 °C erwärmt wird?

Vereinfacht kann dabei von einem idealen Gas ausgegangen werden ( $V_1/T_1 = V_2/T_2$ ).

36.

Welches Volumen hat 1 kg Wasserdampf bei 500° C? 1 mol Wasserdampf hat ein Volumen von 22,4 l bei 0°C. 1 mol Wasserdampf wiegt 18g. Vereinfacht kann dabei von einem idealen Gas ausgegangen werden ( $V_1/T_1 = V_2/T_2$ ).

37.

Welche Energie wird benötigt, um 1 kg Wasser von 20°C auf 500 °C zu erwärmen?

Die spezifischen Wärmekapazitäten betragen

- Wasser  $c = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
- Wasserdampf  $c = 2,08 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

Verdampfungswärme von Wasser ist  $Q_v = 2257 \text{ kJ/kg}$ .

38.

Wie stark dehnt sich ein Stahlträger mit einer Länge von 2 m bei der Erwärmung um 80 °C aus ( $\Delta l$ )? Der Ausdehnungskoeffizient für Stahl beträgt  $11,0 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$  ( $0,000011 \text{ 1/K}$ ).

Welche Spannung entsteht in dem Stahlträger, wenn eine Ausdehnung nicht möglich sei und der Querschnitt  $100 \text{ mm}^2$  beträgt?

Die Spannung  $\Sigma$  errechnet sich aus  $\Sigma = E \cdot \varepsilon$  mit  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$  und  $\varepsilon = \Delta l/l$ .

### 3.6 Brandlehre

39.

An einer Einsatzstelle tritt Ethanol aus:


	<b>33</b> <b>1170</b>
Stoffname	<b>Ethanol</b>
CAS-Nr.	<b>64-17-5</b>
Aggregatzustand	<b>flüssig</b>
Flammpunkt	<b>13°C</b>
Zündtemperatur	<b>400°C</b>
Ex-Bereich (UEG & OEG)	<b>3,5 - 19 Vol-%</b>
Siedepunkt	<b>12 - 23°C</b>
relative Dampfdichte	<b>1,59</b>
Wasserlöslichkeit	<b>mischbar</b>
Dichte zu Wasser	<b>0,76</b>
Gefahrendiamant	 <b>0-3-0</b>

Abbildung 39: Ethanol (IdF NRW 2023)

Beurteilen Sie die Brandgefahr an dieser Einsatzstelle.

Kann folgendes Gerät in der Nähe der Austrittsstelle eingesetzt werden?

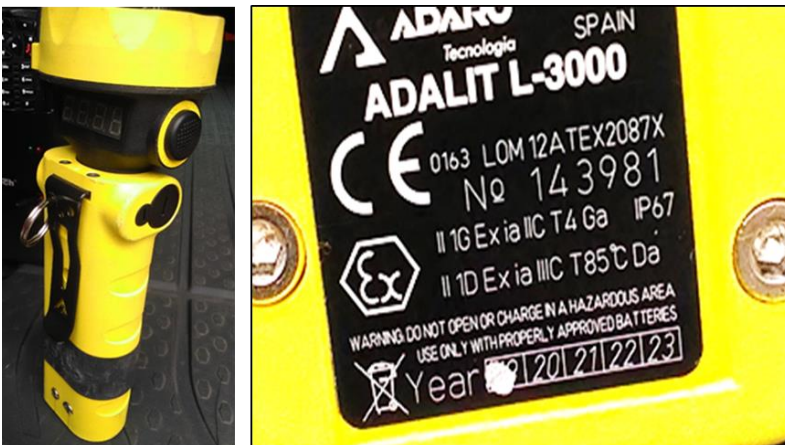


Abbildung 40: Handlampe (IdF NRW 2022)

40.

Erklären Sie die Abläufe in einem Brandraum, die zu einer Raumdurchzündung (Flashover) führen. Schreiben Sie einen kurzen Aufsatz.

41.

Erklären Sie die Abläufe in einem Brandraum, die zu einer Rauchdurchzündung (Rollover) führen. Schreiben Sie einen kurzen Aufsatz.

42.

Erklären Sie die Abläufe in einem Brandraum, die zu einer Rauchexplosion (Backdraft) führen. Schreiben Sie einen kurzen Aufsatz.

43.

Bewerten Sie das Löschmittel Wasser zur Bekämpfung von Ethanol Bränden (Siehe Abbildung 39).

44.

Ein Becken mit Durchmesser 5 m und 2 m Höhe ist mit Ethanol gefüllt. Der Füllstand beträgt 90 cm. Das Ethanol brennt. Wieviel Liter Wasser werden benötigt um das Ethanol soweit abzumagern, um die Verbrennung zu stoppen? Reicht das Beckenvolumen hierfür aus?

45.

Wie verändert sich das Masse-Oberfläche-Verhältnis bei wachsendem Volumen?



### 3.7 Chemie

46.

Beurteilen Sie den Einsatz eines „Mehrgaswarngerätes (Ex, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S)“.

Können Sie mit dem abgebildeten Mehrgaswarngerät die Gefahr einer Explosion rechtzeitig erkennen? Wie zuverlässig sind die Ihnen angezeigten Werte in entsprechenden Atmosphären?



Abbildung 41: X-am 7000 (IdF NRW 2022)

47.

An einer Einsatzstelle tritt Ammoniak aus:


Stoffname		Ammoniak	
CAS-Nr.		7664-41-7	
Aggregatzustand		gasförmig (ggf. unter Druck verflüssigt)	
Farbigkeit		farblos (bei Expansion in Verbindung mit Luft => weiße Nebel)	
Geruch		stechend, reizend	
Geruchschwelle		5 - 20 ppm	
ETW-4	ETW-1	110 ppm	160 ppm
AEGL 2 (4h)	AEGL 2 (1h)	110 ppm	160 ppm
AGW		20 ppm	
Schutzausrüstung		Vollschutz, <u>gasdicht</u> (Form 3)	
Messgeräte		Prüfröhrchen, PID	
Gefahrendiamant			

Abbildung 42: Ammoniak (IdF NRW 2023)

Beurteilen Sie die Geruchsschwelle bei diesem Stoff.

Welches der nachfolgend abgebildeten Prüfröhrchen ist geeignet, um eine Gefährdung für die Bevölkerung zu beurteilen?

120 | Dräger-Röhrchen für Kurzzeitmessungen

## Ammoniak 2/a

Bestell-Nr 67 33 231

### Allgemeine Daten

Standardmessbereich:	2 bis 30 ppm
Hubzahl n:	5
Dauer der Messung:	ca. 1 min
Standardabweichung:	± 10 bis 15 %
Farbumschlag:	gelb → blau

### Zulässige Umgebungsbedingungen

Temperatur:	10 bis 50 °C
Feuchte:	< 20 mg H <sub>2</sub> O / L

### Reaktionsprinzip

NH<sub>3</sub> + pH-Indikator → blaues Reaktionsprodukt

### Querempfindlichkeit

Andere basische Stoffe wie z. B. organische Amine werden ebenfalls angezeigt.

Keine Störung der Anzeige durch:

- 300 ppm Nitrose Gase
- 2000 ppm Schwefeldioxid
- 2000 ppm Schwefelwasserstoff

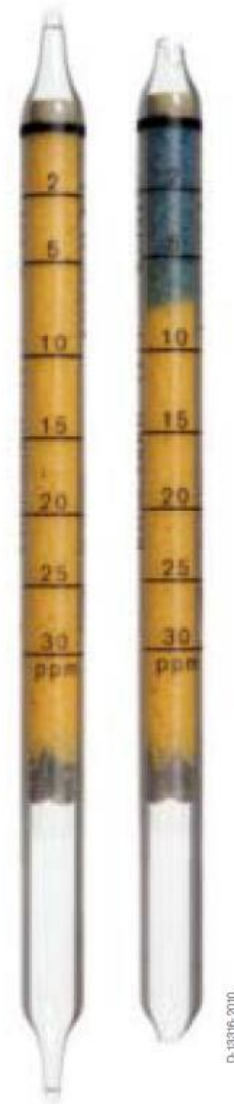


Abbildung 43: Prüfröhrchen Ammoniak 2/a (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)

## Ammoniak 5/a

Bestell-Nr CH 20 501

### Allgemeine Daten

Standardmessbereich:	5 bis 70 ppm / 50 bis 600 ppm
Hubzahl n:	10 / 1
Dauer der Messung:	ca. 60 sec. / ca. 10 sec.
Standardabweichung:	± 10 bis 15 %
Farbumschlag:	gelb → blau

### Zulässige Umgebungsbedingungen

Temperatur:	10 bis 50 °C
Feuchte:	< 20 mg H <sub>2</sub> O / L

### Reaktionsprinzip

NH<sub>3</sub> + pH-Indikator → blaues Reaktionsprodukt

### Querempfindlichkeit

Andere basische Stoffe wie z. B. organische Amine werden ebenfalls angezeigt.

Keine Störung der Anzeige durch:

300 ppm Nitrose Gase

2000 ppm Schwefeldioxid

2000 ppm Schwefelwasserstoff

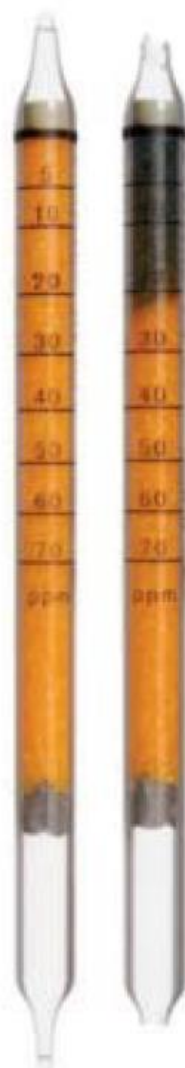


Abbildung 44: Prüfröhrchen Ammoniak 5/a (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)

**Ammoniak 5/b**

Bestell-Nr 81 01 941

**Allgemeine Daten**

Standardmessbereich:	5 bis 100 ppm
Hubzahl n:	1
Dauer der Messung:	ca. 10 s
Standardabweichung:	± 10 bis 15 %
Farbumschlag:	gelb → blau

**Zulässige Umgebungsbedingungen**

Temperatur:	10 bis 50 °C
Feuchte:	< 20 mg H <sub>2</sub> O / L

**Reaktionsprinzip**

NH<sub>3</sub> + pH-Indikator → blaues Reaktionsprodukt

**Querempfindlichkeit**

Andere basische Stoffe wie z. B. organische Amine werden ebenfalls angezeigt.

Keine Störung der Anzeige durch:

- 300 ppm Nitrose Gase
- 2000 ppm Schwefeldioxid
- 2000 ppm Schwefelwasserstoff

**Messbereichserweiterung**

Messbereich 2,5 bis 50 ppm bei n=2 Hübchen, abgelesenen Skalenwert durch 2 dividieren.



D-13329-2010

Abbildung 45: Prüfröhrchen Ammoniak 5/b (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)

## Ammoniak 0,5%/a

Bestell-Nr CH 31 901

### Allgemeine Daten

Standardmessbereich:	0,5 bis 10 Vol.-%
Hubzahl n:	1 + 1 Desorptionshub an reiner Luft
Dauer der Messung:	ca. 20 s / Hub
Standardabweichung:	± 10 bis 15 %
Farbumschlag:	gelb → violett

### Zulässige Umgebungsbedingungen

Temperatur:	10 bis 30 °C
Feuchte:	3 bis 12 mg H <sub>2</sub> O / L

### Reaktionsprinzip

NH<sub>3</sub> + pH-Indikator → blaues Reaktionsprodukt

### Querempfindlichkeit

Andere basische Stoffe wie z. B. organische Amine werden ebenfalls angezeigt.

### Messbereichserweiterung

Messbereich 0,05 - 1 Vol.-% bei n = 10 Hübchen + 1 Desorptionshub an reiner Luft, abgelesenen Skalenwert durch 10 dividieren.

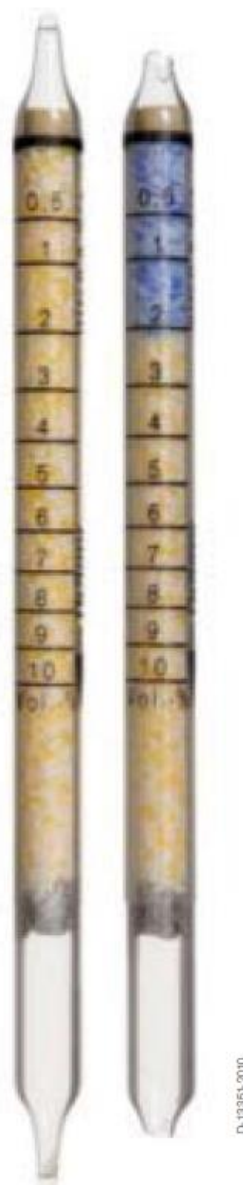


Abbildung 46: Prüfröhrchen Ammoniak 0,5%/a (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)

## Triethylamin 5/a

Bestell-Nr. 67 18 401



### Allgemeine Daten

Standardmessbereich:	5 bis 60 ppm
Hubzahl n:	5
Dauer der Messung:	ca. 3 min
Standardabweichung:	± 10 bis 15 %
Farbumschlag:	gelb → blau

### Zulässige Umgebungsbedingungen

Temperatur:	10 bis 40 °C
Feuchte:	5 bis 12 mg H <sub>2</sub> O / L

### Reaktionsprinzip

$(C_2H_5)_3N + \text{Säure} \rightarrow \text{blaues Reaktionsprodukt}$

### Querempfindlichkeit

Andere basische Stoffe wie z. B. organische Amine und Ammoniak werden ebenfalls angezeigt, jedoch alle mit unterschiedlicher Empfindlichkeit.

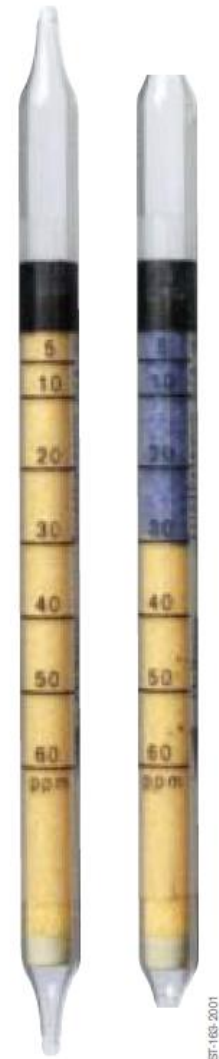


Abbildung 47: Prüfröhrchen Triethylamin 5/a (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)

48.

Das ist die Anzeige des Mess-/Warngerätes ihres Angriffstrupps.

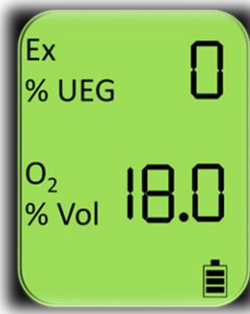


Abbildung 48: Sauerstoff (IdF NRW, 2022)

Beantworten Sie folgende Fragen:

- Wieviel Sauerstoff fehlt?
- Wie hoch ist die Konzentration des Atemgiftes?
- Kann ihr Trupp ohne Atemschutz arbeiten?

49.

Schwefelwasserstoff tritt aus. Der Beurteilungswert ETW (-4h) liegt bei 20ppm.



Wie würde sich die ETW-Konzentration auf den Messwert der Sauerstoffkonzentration eines O<sub>2</sub>-Messgerätes auswirken?

50.

Auf wie viel Vol.- % sinkt der Sauerstoffanteil in einem Raum, wenn dieser zu 40% mit CO<sub>2</sub> geflutet wird?

51.

Wie funktioniert der katalytische Sensor in einem Ex-Messgerät? Schreiben Sie einen kurzen Aufsatz.



52.

Aus wie vielen Protonen und Neutronen besteht ein Kohlenstoffatom? Wie viele Elektronen befinden sich auf der äußersten Schale?

Gruppe																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,008 Wasserstoff	2 He 4,0026 Helium	3 Li 6,94 Lithium	4 Be 9,0122 Beryllium	5 B 10,81 Bor	6 C 12,011 Kohlenstoff	7 N 14,007 Stickstoff	8 O 15,999 Sauerstoff	9 F 18,998 Fluor	10 Ne 20,180 Neon	11 Na 22,990 Natrium	12 Mg 24,305 Magnesium	13 Al 26,982 Aluminium	14 Si 28,086 Silicium	15 P 30,974 Phosphor	16 S 32,06 Schwefel	17 Cl 35,45 Chlor	18 Ar 39,948 Argon
19 K 39,098 Kalium	20 Ca 40,078 Calcium	21 Sc 44,956 Scandium	22 Ti 47,867 Titan	23 V 50,942 Vanadium	24 Cr 51,996 Chrom	25 Mn 54,938 Mangan	26 Fe 55,845 Eisen	27 Co 58,933 Cobalt	28 Ni 58,693 Nickel	29 Cu 63,546 Kupfer	30 Zn 65,38 Zink	31 Ga 69,723 Gallium	32 Ge 72,630 Germanium	33 As 74,922 Arsen	34 Se 78,971 Selen	35 Br 79,904 Brom	36 Kr 83,798 Krypton
37 Rb 85,468 Rubidium	38 Sr 87,62 Strontium	39 Y 88,906 Yttrium	40 Zr 91,224 Zirkon	41 Nb 92,906 Niob	42 Mo 95,94 Molybdän	43 Tc 98 Technetium	44 Ru 101,07 Ruthenium	45 Rh 102,91 Rhodium	46 Pd 106,42 Palladium	47 Ag 107,87 Silber	48 Cd 112,41 Cadmium	49 In 114,82 Indium	50 Sn 118,71 Zinn	51 Sb 121,76 Antimon	52 Te 127,60 Tellur	53 I 126,90 Jod	54 Xe 131,29 Xenon
55 Cs 132,91 Cäsium	56 Ba 137,33 Baryum	57 La 138,91 Lanthan	58-71 Lanthanoide	72 Hf 178,49 Hafnium	73 Ta 180,95 Tantal	74 W 183,84 Wolfram	75 Re 186,21 Rhenium	76 Os 190,23 Osmium	77 Ir 192,22 Iridium	78 Pt 195,08 Platin	79 Au 196,97 Gold	80 Hg 200,59 Quecksilber	81 Tl 204,38 Thallium	82 Pb 207,2 Blei	83 Bi 208,98 Bismut	84 Po 209 Polonium	85 At 210 Astatin
87 Fr 223,02 Francium	88 Ra 226,03 Radium	89 Ac 227,03 Actinium	90-103 Actinoide	104 Rf 261,10 Rutherfordium	105 Db 262 Dubnium	106 Sg 266 Seaborgium	107 Bh 264 Bohrium	108 Hs 277 Hassium	109 Mt 268 Meitnerium	110 Ds 271 Darmstadtium	111 Rg 272 Roentgenium	112 Cn 285 Copernicium	113 Nh 284 Nihonium	114 Fl 289 Flerovium	115 Mc 288 Moscovium	116 Lv 293 Livermorium	117 Ts 294 Tenness
118 Og 294 Oganesson	119 Ts 294 Tenness	120 Og 294 Oganesson	121 Ts 294 Tenness	122 Og 294 Oganesson	123 Ts 294 Tenness	124 Og 294 Oganesson	125 Ts 294 Tenness	126 Og 294 Oganesson	127 Ts 294 Tenness	128 Og 294 Oganesson	129 Ts 294 Tenness	130 Og 294 Oganesson	131 Ts 294 Tenness	132 Og 294 Oganesson	133 Ts 294 Tenness	134 Og 294 Oganesson	135 Ts 294 Tenness

Abbildung 49: Periodensystem (wikipedia, 2023)



53.

Stellen Sie folgende Reaktionsgleichungen auf:

- Die Verbrennung von Wasserstoff bei ausreichendem Sauerstoffanteil
- Die Verbrennung von Kohlenstoff bei ausreichendem Sauerstoffanteil
- Die Verbrennung von Methan bei ausreichendem Sauerstoffanteil
- Die Verbrennung von Eisen bei ausreichendem Sauerstoffanteil

54.

Warum kann es gefährlich sein, Wasser in konzentrierte Schwefelsäure zu geben?

55.

Die wie vielfache Menge Wasser muss hinzugegeben werden, um den pH-Wert von konzentrierter Salzsäure um 1 zu erhöhen?

56.

Wie unterscheiden sich Verätzungen der Haut von Säuren mit Laugen? Schreiben Sie einen kurzen Aufsatz.

57.

Welches Gas entsteht, wenn Salpetersäure mit Metallen reagiert?

58.

Welches Gas entsteht, wenn Salzsäure mit Metallen reagiert?

### 3.8 Biologie

59.

Welche Eigenschaften haben Bakterien, Viren, Pilzen und Parasiten?

60.

Nach Biostoffverordnung werden biologische Gefahrstoffe in Risikogruppen unterteilt. Nach welchen Merkmalen erfolgt diese Einteilung? Welche Risikogruppen gibt es und wie sind diese definiert?

61.

Wie unterscheiden sich die Gefahrengruppen im B-Einsatz hinsichtlich der Risikogruppen, sowie der Sonderschutzausrüstung?

62.

Was ist bei der Desinfektion bei Einsätzen B-Gefahrstoffen zu beachten?

### 3.9 Elektrotechnik

63.

An einem Stromkreis liegen 24 V an. Zwei Widerstände mit 100 Ohm und 75 Ohm sind parallelgeschaltet.

Welcher Strom fließt in diesem Stromkreis?

64.

An einem Stromkreis liegen 24 V an. Zwei Widerstände mit 100 Ohm und 75 Ohm sind in Reihe geschaltet.

Welcher Strom fließt in diesem Stromkreis?

65.

An einem Stromerzeuger (siehe Abb.) sollen Scheinwerfer, 230 V je 1000 Watt angeschlossen werden.

Wie viele Scheinwerfer können betrieben werden?

<b>LISEMANN</b>			
75050 Gemmingen, Deutschland			
Tel.: +49-(0)7287/808-0			
Typ: BSKA 9,5E SS ISO			
Art.-Nr.: 082916			
400 V 3"	13,7 A	9,5 kVA	cos $\varphi$ 0,8
230 V 1"	23,9 A	5,5 kVA	cos $\varphi$ 0,8
3000 1/min. 50Hz	ISO-Klasse F	VDE 0530	DIN 14685-1/6280
max. Aufstellhöhe 1000 m		max. Umgebungstemperatur 40 °C	
Gewicht 147 kg	IP 54	Bj. 2018	Nr.: 1113345
   			
93 dB			
Made in Germany			
Motor Nr.:		23HP-1711031170481	

Abbildung 50: Stromerzeuger (IdF NRW, 2023)

66.

Was ist ein PRCD-S?

67.

Ordnen Sie die Frequenzbereiche des elektromagnetischen Wellenspektrums in aufsteigender Reihenfolge von oben nach unten an!

- Mikrowellen
- Ultraviolettstrahlung
- Niederfrequenzstrahlung
- Röntgenstrahlung
- Radiowellen
- Infrarotstrahlung
- Gammastrahlung
- Sichtbares Licht

68.

Was ist ein Fehlerstromschutzschalter?

69.

Berechnen Sie den Stromfluss durch den menschlichen Körper bei Kontakt mit spannungsführenden Teilen für die unten genannten Spannungen.

Der Körperwiderstand kann näherungsweise mit 1000 Ohm angenommen werden.

Geben Sie den Stromfluss in Ampere an (maximal 3 Nachkommastellen).

1.  $U = 12 \text{ V}$
2.  $U = 230 \text{ V}$
3.  $U = 400 \text{ V}$
4.  $U = 1000 \text{ V}$

Durch entsprechendes Schuhwerk und das Tragen von Handschuhen hat sich der Körperwiderstand auf näherungsweise 3500 Ohm erhöht.

Berechnen Sie nun den Stromfluss bei folgenden Spannungen:

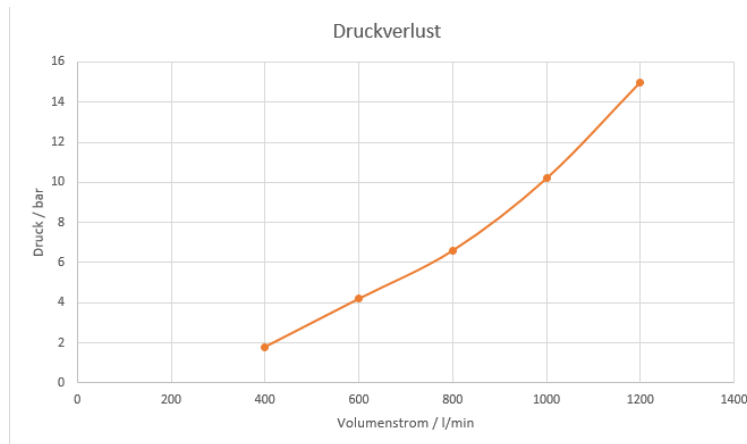
5.  $U = 12 \text{ V}$
6.  $U = 230 \text{ V}$
7.  $U = 400 \text{ V}$
8.  $U = 1000 \text{ V}$

## 4 Lösungen

### 4.1 Strömungslehre

1.

Nach Ablesetafel ist der Druckverlust für einen 100 m lange B-Schlauch bei 400 l/min 0,3 bar. Somit haben 600 m bei 400 l/min einen Druckverlust von dem sechsfachen, also 1,8 bar. 600 l/min – 4,2 bar; 800 l/min – 6,6 bar; 1000 l/min – 10,2 bar; 1200 l/min – 15 bar.

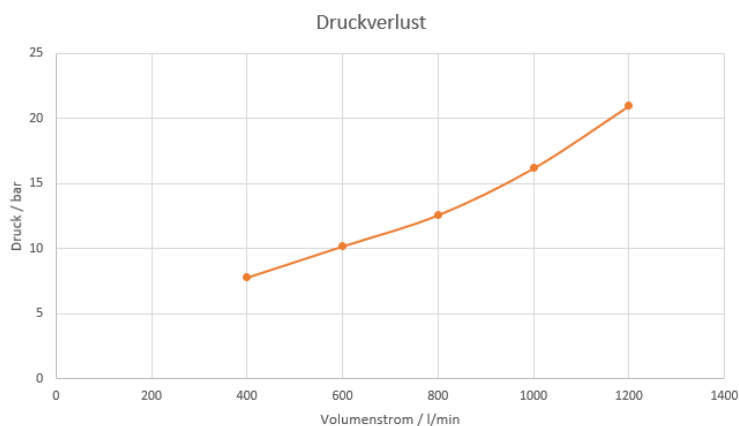


Wikipedia: Löschwasserförderung über lange Wegstrecken, Liniendiagramm, Wertetabelle

2.

Neben der Reibung kommt noch der Verlust durch die Höhe hinzu, 60m ergeben hier 6 bar.

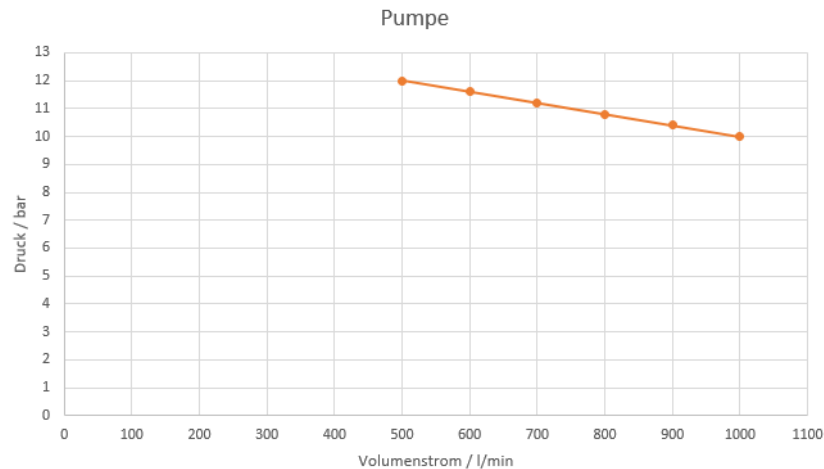
400 l/min – 7,8 bar; 600 l/min – 10,2 bar; 800 l/min – 12,6 bar; 1000 l/min – 16,2 bar; 1200 l/min – 21 bar.



Wikipedia: Löschwasserförderung über lange Wegstrecken, Liniendiagramm, Wertetabelle

3.

Die Garantiepunkte können mit einer Geraden verbunden werden um Zwischenpunkte zu ermitteln. Bei 11 bar erreicht die Pumpe somit 750 l/min, bei 10,5 bar 875 l/min.



Wikipedia: Pumpenkennlinie, lineare Gleichung

4.

Die FPN 10/1000 fördert 1000l/min bei 10 bar und 500l min bei 12 bar. Die sich aus diesen Werten ergebene Grade kann man dazwischen interpolieren (750l min bei 11 bar) und in Grenzen darüber hinaus extrapolieren 1250 l/min bei 9 bar.

Bei 600l/min schafft die Pumpe 11,6 bar. Die Schlauchleitung benötigt 9,8 bar. Somit fließen mehr als 600 l/min.

Bei 700l/min schafft die Pumpe 11,2 bar. Die Schlauchleitung benötigt 12,6 bar. Somit fließen weniger als 700 l/min.

5.

Bei 1000 l/min ist der Druckverlust 1,7 bar je 100m. Die Pumpe fördert 2000l/min bei etwa 10 bar. 1000 l/min fördert sie bei etwa bei 12 bar. Der Druckverlust kann aufgrund des geforderten Eingangsdruckes von 1,5 bar bei 10,5 bar liegen. Somit können die Pumpen  $10,5 \text{ bar} / 1,7 \text{ bar}/100 \text{ m} = 620 \text{ m}$  auseinander stehen.

6.

Je Leitung fließen 600 l/min. Der Druckverlust ist somit  $0,7 \text{ bar}/100\text{m} \cdot 10 = 7 \text{ bar}$

7.

Der Druckverlust beträgt etwa 0,7 bar je 100 m. Somit benötigt die Schlauchleitung 16,8 bar für die Reibungsverluste und 44 bar für die Höhenverluste – insgesamt 60,8 bar. Die FPN 10/1000 fördert 1000l/min bei 10 bar und 500l min bei 12 bar. Die sich aus diesen Werten ergebene Grade kann man dazwischen interpolieren (750l min bei 11 bar) und in Grenzen darüber hinaus extrapolieren 1250 l/min bei 9 bar. Die Pumpe fördert somit etwa 600l/min bei 11,6 bar.

*Der erforderliche Eingangsdruck für die Verstärkerpumpe soll etwa 1,5 bar betragen, somit stellt jede Pumpe etwa 10,1 bar zur Verfügung. Somit werden etwa  $60,8 \text{ bar} / 10,1 \text{ bar} = 6,02$  Pumpen – also 6 Pumpen benötigt.*

8.

*Ein TLF 3000 benötigt für einen Umlauf etwa*

- *2 Minuten Rüstzeit*
- *3,75 Minuten Füllzeit*
- *4,8 Minuten Hinfahrt*
- *2 Minuten Rüstzeit*
- *3,75 Minuten entleeren*
- *4,8 Minuten Rückfahrt*

*21,1 Minuten. In dieser Zeit bringt ein TLF 3000 3000 Liter Wasser. Das entspricht einer Förderleistung von 142 l/min. Für 600 l/min werden somit 4,22 TLF 3000 also 5 Stück benötigt.*

*Wikipedia: Geschwindigkeit*

## 4.2 Ionisierende Strahlung

9.

*Verdoppelt sich der Abstand, reduziert sich die Ortsdosisleistung um ein viertel  $(1/2)^2$ . Verdreifacht sich der Abstand, reduziert sich die Ortsdosisleistung um ein neuntel  $(1/3)^2$ . 1 m – 2 mSv/h; 2 m – 0,5 mSv/h; 3 m – 0,222 mSv/h, 4 m 0,125 mSv/h.*

*Die Ortsdosisleistung beträgt in vier Meter Abstand ein Viertel der Ortsdosisleistung bei 2 m Abstand – der Abstand verdoppelt sich.*

*Wikipedia: Abstandsquadratgesetz, Quadratische Gleichung*

10.

*Hier gilt das Quadratabstandsgesetz  $(30/430)^2 = 0,0048675$ . Die Ortsdosisleistung bei der Einsatzkraft beträgt 0,5% der des angezeigten Wertes.*

*Wikipedia: Dosisleistungsmessgerät*

11.

*Alphastrahlung und Gammastrahlung 60 keV; 26 keV*

*Wikipedia: Nuklidkarte, Elektromagnetische Welle, Elektronenvolt, Ionisierende Strahlung, Gammastrahlung*

12.

*Personendosimeter funktioniert, Dosisleistungswarngerät wird falsche Werte anzeigen, da nicht beide Gammaenergien zu detektieren sind. Der Dosiswarner zeigt nichts an.*

13.

*Beta (-), Cu-63 stabil, 100 Jahre*

*Wikipedia: Nuklidkarte, Zerfallsreihe, Halbwertszeit*

14.

*Keines, alle nur Gammastrahlung*

15.

*Beta- und Gammastrahlung 103 keV und 70 keV*

16.

*Alle*

17.

*Die Lösungshilfe beschreibt die Vorgehensweise für das Datum 26. Juni 2020: Die Angaben zur Strahlenquelle finden Sie in Abb. 2. Dort ist zu erkennen, dass am **02.06.2020 die Aktivität 4810 MBq** betrug.*

*Die Differenz zwischen dem **Datum 02.06.20** und dem **Datum 26.06.20** in der Tab. 1 ergibt die **Differenz ( $\Delta$  Tage) von 24 Tagen**.*

*Die Halbwertszeit der Strahlenquelle beträgt ca. **8 Tage** (siehe Abb. 2 Nuklidkarte).*



Teilt man die  **$\Delta$  Tage (= 24)** durch die **Halbwertszeit (ca. 8 Tage)** erhält man die **Anzahl der durchlaufenden Halbwertszeiten (= 3)** in Spalte 3.

Die Gesamtaktivität von 4810 MBq hat sich demnach **3 x halbiert. (4810 MBq :2 :2 :2)** und ergibt eine **verbleibende Aktivität von 601 MBq**.

Soll diese Angabe prozentual angegeben werden setzt man für die Gesamtaktivität von 4810 MBq den vollen **Prozentsatz von 100%** an und **halbiert diesen Satz ebenfalls dreimal (100 % :2 :2 :2)** und erhält somit den **Prozentsatz von 12,5 %**

Diese Berechnung ist in den weiteren Spalten analog durchzuführen.

Sie erkennen, dass nach 10 Halbwertszeiten nur noch 1/1000 der I-131 Nuklide vorhanden sind. Ist das Tochternuklid, wie in diesem Fall, stabil, dann ist deutlich weniger ionisierende Strahlung nachzuweisen.

Wikipedia: Aktivität, Halbwertszeit

18.

Der Faktor zwischen den Einheiten GBq und MBq, sowie zwischen TBq und GBq beträgt jeweils 1000 oder  $10^3$  ( $10 \times 10 \times 10$ ). Die Schreibweise E+6 häufig im Strahlenschutz verwendet und bedeutet  $10^6$  ( $10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10$ ).

Der Faktor zwischen den Einheiten mSv und  $\mu$ Sv, sowie zwischen  $\mu$ Sv und nSv beträgt jeweils 1000 oder  $10^3$  ( $10 \times 10 \times 10$ ).

$s^{-1}$  ist eine andere Schreibweise für 1/s oder Impulse pro Sekunde (IPS).

Wikipedia: Wissenschaftliche Notation

19.

Die **Aktivität** für die erste Zeile stehen auf dem **Bleibehälter** und lassen sich durch die **Faustformel** in der Einleitung ermitteln.

Einige Berechnungen für einsatztaktische Beurteilungen im A-Einsatz basieren auf der vereinfachten Annahme, dass eine **punktförmige  $\gamma$ -Strahlenquelle** mit einer **Aktivität von 3 GBq in 1 Meter Abstand** eine **Dosisleistung von 1 mSv/h** erzeugt.<sup>1</sup>

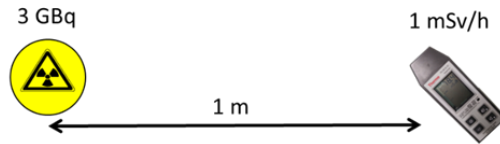


Abbildung 51: Zusammenhang Aktivität und Dosisleistung (vereinfacht)  
(IdF NRW 2022)

Diese grobe Annahme ist für Feuereinsätze ausreichend genau. Beim Vorliegen anderer Radionuklide ist man mit dieser Abschätzung meist „auf der sicheren Seite“, da die Dosisleistung bei gleicher Aktivität in der Regel kleiner ist.

Für die zweite Zeile haben wir sehr grob **geschätzt** und die **Aktivität 4 x halbiert**. Durch die **Faustformel** wurde die Dosisleistung ermittelt.

Wikipedia: Dosisleistungskonstante, Gammastrahlung,

20.

Für den ersten Teil nutzt man die **Faustformel**. Für den zweiten Teil müssen Ihnen die Referenzwerte aus der **FwDV 500** bekannt sein.

$\text{Dosis} = \text{Dosisleistung} \times \text{Zeit}$

$\text{Dosisleistung} = \text{Dosis} / \text{Zeit}$

**$\text{Zeit} = \text{Dosis} / \text{Dosisleistung}$**  Bei Anwendung dieser Formel ergibt sich die **Zeit in Stunden**.

$\text{Zeit (Zeile 1)} = 1 \text{ mSv} / 170 \text{ mSv/h} = 0,006 \text{ h}$

21.

Hier wird das Abstandsquadratgesetz angewendet.

Die Dosisleistung in Tab. 27 beträgt **61,7  $\mu\text{Sv/h}$  in 1 Meter**.

Die Einsatzkraft steht **4 Meter** entfernt. Das heißt, sie steht im **4-fachen Abstand** zur o.g. Dosisleistung entfernt.

$\text{Dosisleistung (4-facher Abstand)} = 61,7 \text{  $\mu\text{Sv/h}$  / } 4^2 = 61,7 \text{  $\mu\text{Sv/h}$  / } 16 = \mathbf{3,86 \text{  $\mu\text{Sv/h}$ }}$

Diese Rechnung kann auch analog zur zweiten Frage angewendet werden.

Die Dosisleistung in Tab. 27 beträgt **61,7  $\mu\text{Sv/h}$  in 1 Meter**.

Die Teleskopsonde ist **0,1 Meter** entfernt. Das heißt, sie ist im **1/10-fachen Abstand** zur o.g. Dosisleistung entfernt.

$\text{Dosisleistung (0,1-facher Abstand)} = 61,7 \text{  $\mu\text{Sv/h}$  / } 0,1^2 = 61,7 \text{  $\mu\text{Sv/h}$  / } 0,01 = \mathbf{6.170,0 \text{  $\mu\text{Sv/h}$ }}$

<sup>1</sup> gilt für die Dosisleistungskonstante von Co-60

Für den nächsten Aufgabenteil benutzt man die oben errechnete Dosisleistung (4 m Abstand) = **3,86  $\mu\text{Sv/h}$**

Eine **Halbwertsschichtdicke** würde die Dosisleistung **halbieren**. Insgesamt sind hier knapp vier Halbwertsschichtdicken vorhanden.

4 cm (Wandstärke gesamt) / 1 cm Halbwertsschichtdicke = **4 Schichtdicken**.

**Dosisleistung (4 Meter + Abschirmung) =**

Dosisleistung (4m) :2 :2 :2 :2 =

**3,86  $\mu\text{Sv/h}$  :2 :2 :2 :2 = 0,24  $\mu\text{Sv/h}$**

Wikipedia: Halbwertsschicht

22.

Strahlung mit hohem Energiegehalt ist in der Lage, Elektronen aus der Atomhülle „herauszuschlagen“. Zurück bleibt ein geladenes Atom (Ion). Diesen Vorgang nennt man Ionisation. War das bei der Ionisation herausgeschlagene Elektron für die Bindung an ein anderes Atom verantwortlich, bricht diese Verbindung auseinander. Die Bruchstücke (Radikale) können dann wieder Reaktionen eingehen. So entsteht z.B. bei der Bestrahlung von Wasser – aus dem der menschliche Körper zu etwa 60% besteht – Wasserstoffperoxid, ein bereits in kleinen Mengen wirksames Zellgift. Auch an der DNA, die aus einer langen Kette aus vielen Bausteinen besteht, verursacht die ionisierende Strahlung Schäden. So kann es z.B. zu einem Bruch der Kette kommen.

Der Körper besitzt vielfältige Möglichkeiten, die durch ionisierende Strahlung verursachten Schäden zu reparieren und entstandene Gifte zu eliminieren. Versagen diese Mechanismen, kommt es zu einem Strahlenschaden.

Hierbei werden somatische (den Körper betreffende) von genetischen (vererbaren) Schäden unterschieden:

Somatische Schäden treten bei dem bestrahlten Lebewesen selber auf. In der Frühphase lassen ab einer sog. Schwellendosis (beim Menschen ca. 250 mSv bei Ganzkörperbestrahlung) erste klinische Auswirkungen wie kurzzeitige Veränderungen des Blutbildes, Fieber, Erbrechen oder Unwohlsein nachweisen. Hier gilt: Je höher die Dosis, desto schwerer wird die Erkrankung. Bei den somatischen Spätschäden spielt die Dosis für die Schwere der Erkrankung dagegen keine Rolle. Hier steigt mit erhöhter Dosis die Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung wie Leukämie, Tumorbildung oder Linsentrübungen.

Genetische Schäden betreffen die Nachfahren des bestrahlten Lebewesens. Hierbei werden die Keimzellen geschädigt und die fehlerhafte Erbinformation dann an die nächste Generation weitergegeben.

### 4.3 Mechanik

23.

$$F = m \cdot g \text{ mit } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_G = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ N}$$

Wikipedia: Gewichtskraft

24.

$$F = m \cdot g \text{ mit } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_G = 200 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 1962 \text{ N}$$

Das Gewicht hängt an zwei Seilen, somit ist die Kraft im Seil 981 N. Die Seilkraft wird durch die obere Rolle umgelenkt. Somit ist  $F = 981 \text{ N}$ .

Wikipedia: Lose Rolle

25.

Die Summe der Drehmomente um A ist  $= 0$ . Somit ist  $0 = F \cdot 4\text{m} - F_B \cdot 5\text{m}$ . Die Kraft im Auflager B ist somit  $-80 \text{ N}$ . Das Minuszeichen gibt an, dass die Kraft entgegen der Kraft  $F$  wirkt.

Die Kraft  $F_A$  ist dann  $-20 \text{ N}$ .

Wikipedia: Lager (Statik), Drehmoment, Hebel (Physik)

26.

$$\text{Die maximale Reibkraft ist } F_N \cdot \mu = 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,3 = 29,43 \text{ N}$$

Wikipedia: Reibung

27.

$$\text{Die Gewichtskraft } F_G \text{ des PKW beträgt } 2000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 19620 \text{ N}$$

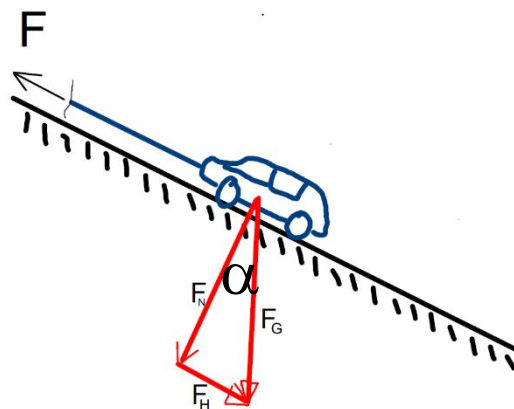


Abbildung 52: Kräftezerlegung (IdF NRW, 2023)

Die Gewichtskraft kann in zwei Komponenten zerlegt werden.  $F_H$  wirkt der gesuchten Kraft  $F$  entgegen:

$$-F = F_G \cdot \sin \alpha = 19620 \text{ N} \cdot \sin(20)^\circ = 6710 \text{ N}$$

Wikipedia: Kräfteparallelogramm, Trigonometrische Funktion

28.

Die Kräfte lassen sich zerlegen:

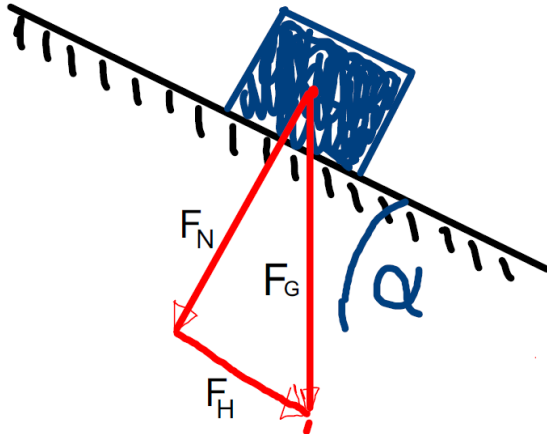


Abbildung 53: Reibungswinkel (IdF NRW 2023)

Die Reibkraft  $F_R$  ist  $F_N \cdot \mu$ . Die Normalkraft  $F_N = F_G \cdot \cos(\alpha)$

Somit ist die Reibkraft  $F_R = F_G \cdot \cos(\alpha) \cdot \mu = 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 25^\circ \cdot 0,4 = 35,6 \text{ N}$

Die Kiste rutscht, wenn die Hangabtriebskraft größer als die Reibkraft wird. Die Hangabtriebskraft  $F_H$  ist  $F_H = F_G \cdot \sin(\alpha) = 41,45 \text{ N}$

Die Kiste wird rutschen.

29.

$$\Sigma = F/A$$

$$F = \Sigma \cdot A = 235 \text{ N/mm}^2 \cdot \pi \cdot d^2 / 4 = 26564,4 \text{ N}$$

Wikipedia: Mechanische Spannung

39.

Im oberen Teil wird die Druckspannung, im unteren Teil die Zugspannung sein:

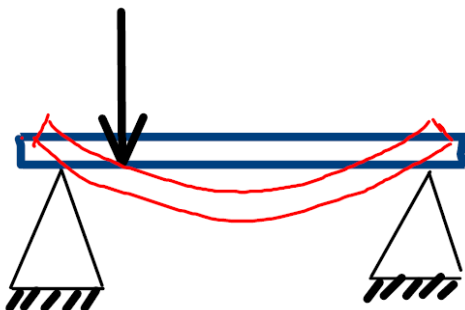


Abbildung 54: Verformung (IdF NRW 2023)

Wikipedia: Biegemoment, Balkentheorie

31.

Hier gibt es zwei Hebelsysteme. Die Brechstange muss nur die Hälfte der Gewichtskraft aufbringen = 981 N. Durch das Hebelgesetz ergibt sich  $F = 49 \text{ N}$ .

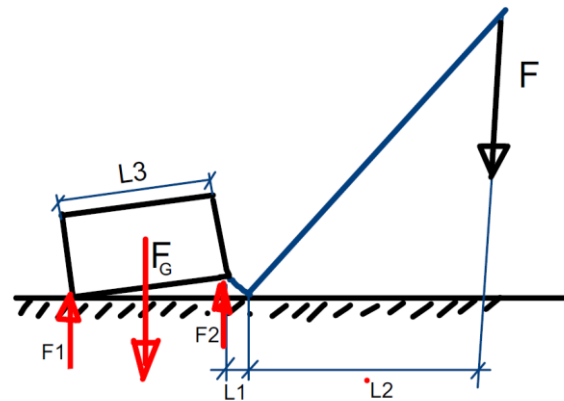


Abbildung 55: Hebelgesetz (IdF NRW, 2023)

Wikipedia: Hebel (Physik)

## 4.4 Pneumatik/Hydraulik

32.

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2, 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100.000 \text{ Pa}$$

$$80 \text{ bar} = 8.000.000 \text{ Pa} = 8 \text{ MPa}$$

$$p = F/A$$

$$F = p \cdot A$$

$$F = 8.000.000 \text{ Pa} \cdot (\pi \cdot 0,1^2 \text{ m}^2 / 4) = 62,8 \text{ kN}$$

Wikipedia: Bar (Einheit), Pascal (Einheit)

33.

$$p = F/A = 1000 \text{ N} / (\pi \cdot 0,04^2 \text{ m}^2 / 4) = F2 (\pi \cdot 0,01^2 \text{ m}^2 / 4)$$

$$p = 796178 \text{ N/m}^2 \text{ entspricht etwa } 79,6 \text{ bar}$$

$$F2 = 62,5 \text{ N}$$

Wikipedia: Bar (Einheit), Pascal (Einheit), Hydraulikzylinder

## 4.5 Wärmelehre/Thermodynamik

34.

$0^{\circ}\text{C}$  entsprechen  $273,15\text{ K}$ .

$20^{\circ}\text{C}$  entsprechen  $297,15\text{ K}$ .

Hinweis  $400\text{ K}$  sind das doppelte von  $200\text{ K}$ . Also sind  $126,85^{\circ}\text{C}$  „doppelt so warm“ wie  $-73,15^{\circ}\text{C}$ .

Wikipedia: Kelvin

35.

Die Temperatur von  $100^{\circ}\text{C}$  entspricht  $373\text{ K}$ .

Die Temperatur von  $400^{\circ}\text{C}$  entspricht  $673\text{ K}$ .

Durch das ideale Gasgesetz kann die folgende Formel angewendet werden:

$$V_2 = (V_1 \cdot T_2) / T_1 = 100\text{ l} \cdot 673^{\circ}\text{C} / 406^{\circ}\text{C} = 180,4\text{ l}$$

Wikipedia: Thermische Zustandsgleichung idealer Gase

36.

$1\text{ kg}$  Wasserdampf hat ein Volumen von  $1244,4\text{ l}$  bei  $0^{\circ}\text{C}$

$$1244,4\text{ l} \cdot (773\text{ K} / 273\text{ K}) = 3523,6\text{ l}$$

Wikipedia: Molare Masse, Stoffmenge

37.

$$Q = 4,18\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 80\text{ K} \cdot 1\text{ kg} + 2257\text{ kJ}/\text{kg} \cdot 1\text{ kg} + 2,08\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 400\text{ K} \cdot 1\text{ kg} = 3423,4\text{ kJ}$$

Wikipedia: Wasserdampf, Wasser, Wärmekapazität, Verdampfungsenthalpie

38.

Zur Berechnung der Längenausdehnung kann die folgende Formel genutzt werden:

$$\Delta l = \alpha \cdot l_a \cdot \Delta T = 11 \cdot 10^{-6} (1/\text{K}) \cdot 2\text{ m} \cdot 80\text{ K} = 0,00176\text{ m} = 1,76\text{ mm}$$

$\Delta l$  beschreibt die Längenänderung.

$\alpha$  ist der stoffspezifische mittlere Ausdehnungskoeffizient.

$l_a$  ist die Ausgangslänge.

$\Delta T$  beschreibt die Temperaturänderung.

$$\Sigma = E \cdot \varepsilon = 210.000\text{ N}/\text{mm}^2 \cdot 1,76\text{ mm} / 2000\text{ mm} = 184\text{ N}/\text{mm}^2$$

Wikipedia: Ausdehnungskoeffizient, Wärmeausdehnung, Thermische Spannung (Mechanik)



## 4.6 Brandlehre

39.

Der Flammpunkt ist die niedrigste Temperatur einer Flüssigkeit, bei der Dämpfe in solcher Menge abgegeben werden, dass bei Kontakt mit der Zündquelle sofort eine Flamme auftritt. Das bedeutet in diesem Fall, dass bei einer Flüssigkeitstemperatur von oberhalb 13°C die Dämpfe entzündet werden können. Die Temperatur der Flüssigkeit hängt zum Beispiel von der Umgebungstemperatur ab.

<b>Explosionsgruppe:</b> <b>I</b> (für: Bergbau) <b>II A</b> (z.B. fast alle brennbaren Gase und Dämpfe außer IIB und C) <b>II B</b> (z.B. Schwefelwasserstoff, Ethylen, ... außer IIC) <b>II C</b> (z.B. Wasserstoff, Acetylen, Schwefelkohlenstoff)	<b>Temperaturklasse:</b> <b>T1</b> = 450 °C <b>T2</b> = 300 °C <b>T3</b> = 200 °C <b>T4</b> = 135 °C <b>T5</b> = 100 °C <b>T6</b> = 85 °C
---	---

Abbildung 56: Explosionsgruppe und Temperaturklasse (IdF NRW 2022)

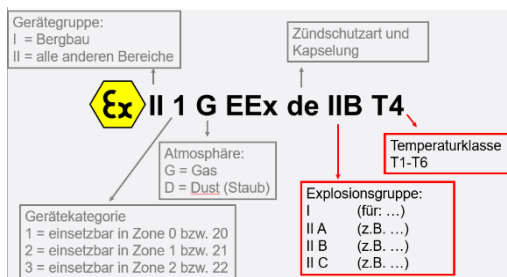


Abbildung 57: Ex-Kennzeichnung (IdF NRW 2022)

Die Flüssigkeit hat eine Zündtemperatur von 400°C. Die maximale Oberflächentemperatur der Lampe (auch im Fehlerfall) von 135°C kann hier nicht zu einer Zündung führen. Ebenso ist die Explosionsgruppe geeignet.

Wikipedia: Flammpunkt, Zündtemperatur, Explosionsschutz

40.

### Raumdurchzündung (Flashover)

Schlagartige Ausbreitung eines Brandes auf alle thermisch aufbereiteten Oberflächen brennbarer Stoffe in einem Raum (vgl. DIN 14011)

Eine Raumdurchzündung ist der Übergang eines Entstehungsbrandes zum vollentwickelten Brand bei ausreichender Luftzufuhr. Während des Brandverlaufs heizt sich der Brandraum kontinuierlich auf. Heiße Rauchgase sammeln sich unter der Decke und durch die Wärmestrahlung und die Konvektion werden von oben beginnend immer mehr Oberflächen im Raum thermisch aufbereitet, so dass dort Pyrolysegase austreten. Sobald die Konzentration der brennbaren Gase die untere Explosionsgrenze überschritten hat, zündet das Gas-Luft-Gemisch. Hierdurch kommt es zu einer weiteren Aufheizung. Sobald die Zündtemperatur der brennbaren Gegenstände im Raum überschritten ist, zünden diese ebenfalls. Nach der Raumdurchzündung stehen die Oberflächen im gesamten Raum in Flammen.

*Merkliche Anzeichen für eine Raumdurchzündung sind:*

- *sehr starker Temperaturanstieg innerhalb des Brandraums*
- *Absinken der neutralen Zone*
- *Rauch entweicht unter Druck*
- *Ausgasen / Freisetzung von Pyrolysegasen*
- *Flammenzungen an der Grenze zwischen der Rauchschrift und der Luftschicht wenige Sekunden vor der Durchzündung*
- *Rauchschriftdurchzündung als mögliche Vorstufe*

41.

*Rauchdurchzündung (Rollover)*

*Durchzündung entzündbarer Pyrolyseprodukte und Schwelgase, die sich in der Regel als Rauchschrift in einem Raum ansammeln (vgl. DIN 14011).*

*Für eine Verbrennung sind folgende Faktoren entscheidend: (Luft) Sauerstoff, Brennstoff und Temperatur. Diese Faktoren müssen in richtigen Proportionen vorliegen.*

*Bei einem Zimmerbrand sind erstmal genug Brennstoff und Sauerstoff vorhanden. Durch die entstehende Wärme bilden sich durch Pyrolyse brennbare Bestandteile im Brandrauch. Ist während der weiteren Brandentwicklung immer noch ausreichend Sauerstoff im Zimmer vorhanden, kommt es bei Erreichen der UEG zu einer laminaren Verbrennung in der Brandrauchschicht, welche sich im Deckenbereich aufgestaut hat.*

*Diese komplette oder teilweise Durchzündung der Rauchschrift erfolgt ohne signifikanten Druckanstieg. Ein häufig auftretendes Erscheinungsbild ist eine Stichflamme. Dies ist eine Rauchdurchzündung.*

*Durch Verbrennung in der Rauchschrift kann es auch zu turbulenter Verbrennung durch Verwirbelung von Rauchschrift und Luftsauerstoff kommen.*

*Bei der Rauchdurchzündung oder Rollover handelt es sich um einen brennstoffkontrollierten Brand.*

42.

### *Rauchexplosion (Backdraft)*

*Explosion der Pyrolyseprodukte und Schwelgase in einem Brandraum mit unzureichender Sauerstoffkonzentration nach Vermischung mit plötzlich zugetretener Luft (vgl. DIN 14011)*

*Im Gegensatz zu einer Raumdurchzündung, die vom zur Verfügung stehenden Brennstoff abhängt, wird eine Rauchexplosion vom vorhandenen Sauerstoffangebot beeinflusst. Beide Phänomene beginnen mit einem Entstehungsbrand, der sich ausbreitet. Hierbei werden Pyrolysegase gebildet, die sich im Raum anreichern. In einem verschlossenen Brandraum ist der vorhandene Sauerstoff irgendwann verbraucht und das Feuer wird kleiner. Brennbare Pyrolysegase werden weiter gebildet und reichern sich an, so dass das Gas-Luft-Gemisch die obere Explosionsgrenze (OEG) überschreitet ohne zu zünden. Die entstandenen Pyrolysegase kühlen sich ab und es entsteht ein Unterdruck im Brandraum. Sobald eine Tür oder ein Fenster geöffnet wird, strömt von außen Luft ein und vermischt sich mit dem bis dato zu fetten Gas-Luft-Gemisch. Dieses gelangt dadurch in den explosionsfähigen Bereich unter der OEG. Ist im Brandraum noch eine Zündquelle (Glutnest) vorhanden, zündet das Gemisch und es kommt zur Rauchexplosion. Bei diesem Vorgang schlägt eine Flammenfront in Verbindung mit einer Druckwelle aus der Belüftungsöffnung heraus. Die Statik des Gebäudes kann durch die Explosion geschwächt werden.*

*Für eine bevorstehende Rauchexplosion gibt es keine sicheren Anzeichen. Folgende Indizien sind möglich:*

- *späte Branderkennung (dadurch ist ein spätes Eintreffen der Feuerwehr bedingt)*
- *geschlossener Brandraum mit Ruß beschlagenen Glasscheiben*
- *Lokomotiveffekt: Luftzug in den Raum und Rauchaustritt im Wechsel, z. B. unter Türen*

43.

*Ethanol ist mit Wasser mischbar. Ab einer Mischung von etwa 50:50 ist Ethanol bei Raumtemperatur soweit abgemagert, dass keine Entzündung mehr möglich ist.*

44.

*Im Becken sind  $((0,9 \text{ m} * \pi * 5^2 \text{ m}^2/4) = 17,67 \text{ m}^3$  Ethanol. Für das Mischungsverhältnis 50:50 wird die gleiche Menge Wasser benötigt. Der Füllstand der Mischung steigt auf 1,8 m. Das Becken läuft somit nicht über.*

*Wikipedia: Volumenberechnung*

45.

*Bei gegebenem Volumen weist von allen Körpern die Kugel die kleinste Oberfläche auf. Bei wachsendem Volumen nimmt das A/V-Verhältnis bei allen Körpern ab, da die Oberfläche quadratisch, das Volumen jedoch kubisch (in der dritten Potenz) wächst.*

*Wikipedia: A/V Verhältnis*

## 4.7 Chemie

46.

Bei dieser Fragestellung ist es entscheidend, ob der vorliegende Stoff und das Kalibriergas übereinstimmend sind. Stimmen Kalibriergas und vorliegendes Gas überein, entsprechen die angezeigten Werte der Realität. Ansonsten können Sie aber ableiten, dass sich bei einer Änderung der Messwerte > 0 %-UEG brennbare Dämpfe in der Luft befinden.

Wikipedia: Explosimeter

47.

Die Geruchsschwelle liegt unterhalb des Beurteilungswertes. Der Stoff kann ggf. wahrgenommen werden, bevor dieser schädlich wird. Das Prüfröhrchen Ammoniak 5/a ist geeignet. Der Beurteilungswert AEGL 2 liegt innerhalb des Messbereichs.

Wikipedia: Prüfröhrchen, Störfallbeurteilungswerte

48.

Das Fremdgas verdrängt die Luft. 3% Sauerstoff werden verdrängt. 12% Stickstoff werden verdrängt. Ein Fremdgasanteil von etwa 15 Vol.-% kann angenommen werden. Ohne Kenntnis der Eigenschaften des Fremdgases kann keine Aussage zu notwendigen Schutzmaßnahmen gemacht werden.

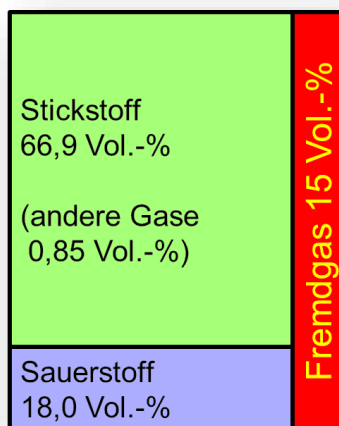


Abbildung 58: Verdrängung (IdF NRW 2022)

49.

20 ppm entsprechen 0,002 Vol.-%. Diese minimale Sauerstoffverdrängende Konzentration würde in der Anzeige nicht bemerkbar.

50.

Um einen Raum mit 40% CO<sub>2</sub> zu fluten, müssen alle Gase gleichmäßig verdrängt werden. Daraus resultiert, dass jedes Gas 40% seines Anteils an das CO<sub>2</sub> "abgeben" muss. Für den Sauerstoffanteil in dem Raum bedeutet dies:

$1/5 \cdot 0,4 = 2/25 = 0,08 = 8\%$ . Somit sinkt der Sauerstoffanteil im Raum um 8 Vol% auf 13 Vol.-%.

Für den restlichen Gasanteil (N<sub>2</sub>) gilt:

$4/5 \cdot 0,4 = 8/25 = 0,32 = 32\%$ . Somit sinkt der Stickstoffanteil im Raum um 32% auf 46 Vol.-%

51.

Unter gewissen Umständen kann man brennbare Gase und Dämpfe unter Freisetzung von Reaktionswärme mit Luftsauerstoff oxidieren. Hierzu verwendet man geeignetes temperiertes Katalysatormaterial, das sich durch diese Reaktionswärme zusätzlich messbar erwärmt. Diese geringe Temperaturerhöhung ist ein Maß für die Gaskonzentration.

In eine poröse Keramikugeln mit einem Durchmesser unter 1 mm ist eine Platinspirale eingebettet. Die Platinspirale wird von einem Strom durchflossen, der den Pellistor auf einige hundert Grad aufheizt. Enthält der Pellistor geeignetes Katalysatormaterial, so wird sich seine Temperatur bei Anwesenheit von brennbaren Gasen erhöhen, da dort die brennbaren Gase und Dämpfe katalytisch verbrannt werden, was sich wiederum in einer Widerstandserhöhung der Platinspirale auswirkt. Die Widerstandsänderung kann nun elektronisch ausgewertet werden. Der für die Verbrennung notwendige Sauerstoff wird der Umgebungsluft entnommen. Der Sensor arbeitet nach dem Wärmetönungsprinzip.

Um Veränderungen der Umgebungstemperatur zu eliminieren, verwendet man einen zweiten Pellistor, der nahezu gleichartig aufgebaut ist, auf Gas jedoch nicht reagiert (z.B. dadurch, dass dieser Pellistor kein Katalysatormaterial enthält). In einer Wheatstoneschen Brückenschaltung entsteht auf diese Weise ein Sensorkreis, der weitgehend unabhängig von der Umgebungstemperatur die Anwesenheit brennbarer Gase und Dämpfe in Luft detektieren kann. Da der Wärmetönungssensor heiße Pellistoren enthält, kann er – bei Überschreitung der UEG – selbst zur Zündquelle werden. Durch den Einsatz der Flammensperre wird das verhindert. Kommt es im Innern des Wärmetönungssensors zur Zündung, so hält der Sensor dem Explosionsdruck stand und die Flamme wird durch die Flammensperre unter die Zündtemperatur des Gases abgekühlt. So ist sichergestellt, dass die Flamme nicht in den Außenraum durchschlägt.

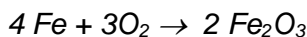
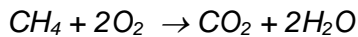
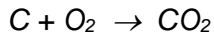
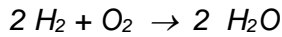
Quelle: <https://www.gasmesstechnik.de/category/info-funktionsprinzipien-sensoren.12230.html>, Abruf vom 01.02.2023

52.

*Das Kohlenstoffatom C12 hat 6 Protonen und sechs Neutronen. Es hat sechs Elektronen von denen vier auf der äußeren Schale sind.*

*Wikipedia: Bohrsches Atommodell, Periodensystem*

53.



*Wikipedia: Reaktionsgleichung, Stöchiometrie*

54.

*Das Verdünnen von konzentrierten Säuren ist eine exotherme Reaktion. Das in die Säure gegebene Wasser kann durch die entstehende Wärme verdampfen und die Säurelösung kann unkontrolliert wegspritzen. Daher gilt beim Verdünnen die Regel,*

*die Säure in das Wasser zu geben, nicht umgekehrt.*

*Wikipedia: Säuren*

55.

*Die zehnfache Menge Wasser zur Menge der Säure ist notwendig.*

*Wikipedia: PH-Wert,*

56.

*Säuren und Laugen verursachen Verätzungen und Reizungen der Haut und der Schleimhaut. Reizend sind Stoffe und Gemische, die bei der Einwirkung auf die Haut oder auf Schleimhäute reversible Hautschädigungen verursachen. Ätzende Stoffe zerstören lebendes Gewebe und verursachen z. B. Geschwüre, Blutungen, blutige Verschorfungen.*

*Die Wirkung eines Stoffes ist jedoch nicht nur von seiner chemischen Struktur abhängig. Weitere Einflussgrößen*

*sind:*

- Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig),
- Konzentration,
- Temperatur,
- Einwirkungsdauer,
- einwirkende Menge,
- Art (Haut, Schleimhaut) und Zustand (feucht, trocken, rissig) des lebenden Gewebes.

*Gesunde, gepflegte Haut (vorbeugender Hautschutz!) ist unempfindlicher als trockene, rissige Haut. Schleimhäute sind stärker gefährdet als die normale Haut. Laugenverätzungen führen zu einer Verflüssigung der oberen Gewebeschichten, sodass es in der Folge zu einem weiteren Eindringen der Lauge in tiefere Schichten mit einer entsprechenden Gewebeerstörung kommt. Bei Säureverätzungen kommt es zu einer trockenen Schorfbildung. Diese Schorfbildung kann ein tiefgreifendes Eindringen der Säuren in das Gewebe verhindern (dieser Effekt ist allerdings bei konzentrierten Säuren von geringer Bedeutung). Während Säuren oft frühzeitig durch ein Brennen „warnen“, ist das Schmerzempfinden bei der Einwirkung von Laugen häufig verzögert. Eine Einwirkung von Laugen wird daher unter Umständen erst bemerkt, wenn die schädigende Wirkung auf das lebende Gewebe bereits weit fortgeschritten ist.*

*Der Grad der Hautschädigung reicht – je nach Konzentration und Stoff – von Rötung über Blasenbildung bis zu tiefgreifenden Erosionen und Nekrosen (Gewebeerstörungen). Die Gefahr der Resorption (Aufnahme) durch die geschädigte Haut ist nicht auszuschließen.*

*Quelle: BG RCI, M 004 Gefahrstoffe Säuren und Laugen, Stand März 2019*

57.

*Salpetersäure reagiert mit den meisten Metallen unter Bildung wasserlöslicher Nitrate.*

*Wikipedia: Salpetersäure*

58.

*Salzsäure löst die meisten Metalle mit Ausnahme der Edelmetalle und einiger anderer (zum Beispiel Tantal und Germanium) unter Bildung von Chloriden und Wasserstoff, sofern diese nicht durch Passivierung geschützt sind.*

*Wikipedia: Salzsäure*



## 4.8 Biologie

59.

Viren:

- *ist ein auf bestimmte Wirtszellen spezialisierter Zellparasit*
- *Kein eigener Stoffwechsel*
- *Benötigt zur Vermehrung eine Wirtszelle*
- *Man unterscheidet unbehüllte Viren (Capsid + Nucleinsäure) und behüllte Viren (zusätzliche Membranhülle)*
- *Behandlung: Virostatika*
- *Schutzimpfung teilweise möglich*

Bakterien:

- *Eigenständig lebende Zelle ohne Zellkern*
- *Eigener Stoffwechsel*
- *Vermehrung durch Zellteilung*
- *Bildung von Toxine und Sporen möglich*
- *Behandlung: Antibiotika*
- *Schutzimpfungen möglich*

Pilze

- *Ein- oder mehrzellige Mikroorganismen mit echtem Zellkern ohne die Fähigkeit zur Fotosynthese und meist ohne aktive Fortbewegung.*
- *Fortpflanzung über Pilzsporen*
- *Normalerweise nur gefährlich, wenn das Immunsystem geschwächt ist*
  - o *Hauterkrankungen durch Hautkontakt oder allergische Reaktion*
  - o *Atemwegserkrankungen durch Einatmen von Sporen*
- *Behandlung: Antimykotika*

Parasiten

- *mehrzellige Lebewesen mit entwickelten Organen.*
- *Ernähren sich auf Kosten ihres Wirts und schädigen diesen*
- *Es gibt Ekto – und Endoparasiten*
- *Behandlung: Entfernen oder Abtöten der Parasiten durch Medikamente*

Wikipedia: Viren, Bakterien, Pilze, Parasiten

60.

*Wesentliche Kriterien für die Zuordnung zu einer Risikogruppe sind die Eigenschaft Krankheiten beim gesunden Menschen hervorzurufen, die Schwere dieser Erkrankung, das Behandlungspotential sowie die Gefahr der Ausbreitung in der Allgemeinbevölkerung.*

*Risikogruppe 1*

*Biologische Arbeitsstoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit verursachen.*

*Beispiel: Impfstämme*

*Risikogruppe 2*

*Biologische Arbeitsstoffe, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen. Eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich. Eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.*

*Beispiel: Tetanus, Masern*

*Risikogruppe 3\*\**

*Diese biologischen Arbeitsstoffe haben die gleichen Merkmale der Risikogruppe 3. Jedoch ist das Infektionsrisiko begrenzt, da eine Infizierung über den Luftweg normalerweise nicht erfolgen kann.*

*Beispiele: Hepatitis-B, HIV*

*Risikogruppe 3*

*Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen. Eine Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung kann bestehen. Eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist möglich.*

*Beispiel: Pest, Milzbrand*

*Risikogruppe 4*

*Biologische Arbeitsstoffe, die eine schwere Erkrankung beim Menschen hervorrufen. Die Gefahr einer Verbreitung des Stoffes in der Bevölkerung ist unter Umständen groß. Eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise nicht möglich.*

*Beispiel: Pocken, Lassa, Ebola*

*Wikipedia: biologische Schutzstufe*

61.

*Gefahrengruppe IB:*

*Bereiche, in denen Erreger der Sicherheits-/Schutzstufe oder Risikogruppe 1 eingestuft sind.*

*Hier dürfen Einsatzkräfte ohne Sonderausrüstung tätig werden. Zur Vermeidung von Inkorporation sollte angemessener Atemschutz getragen werden. Allgemeine Verhaltens- und Hygieneregeln sind zu beachten.*

*Gefahrengruppe IIB:*

*Bereiche, in denen Erreger der Sicherheits-/Schutzstufe oder Risikogruppe 2 oder der Risikogruppe 3\*\* eingestuft werden.*

*Hier dürfen Einsatzkräfte nur mit Sonderausrüstung, wie z.B. flüssigkeitsdichter Schutzkleidung und geeignetem Atemschutz tätig werden. Eine Überwachung der Einsatzkräfte sowie eine angemessene Desinfektion sind einzurichten.*

*Gefahrengruppe IIIB:*

*Bereiche, in denen Erreger der Risikogruppe 3 und 4 eingestuft werden.*

*Hier dürfen Einsatzkräfte nur mit Sonderausrüstung, wie flüssigkeitsdichter Schutzkleidung und geeignetem Atemschutz tätig werden. Eine Überwachung der Einsatzkräfte sowie eine angemessene Desinfektion sind einzurichten. Außerdem ist die Anwesenheit einer fachkundigen Person, die während des Einsatzes die entstehende Gefährdung und die anzuwendenden Schutzmaßnahmen beurteilen kann, notwendig.*

*Wikipedia: Gefahrengruppe*

62.

- *Bei Einsätzen mit B-Gefahrstoffen ist ab der Gefahrengruppe IIB in der Regel eine Desinfektion durchzuführen.*
- *Grobe Verschmutzungen sind zuerst zu beseitigen. In der Regel wird das Desinfektionsmittel als Lösung mit einem Drucksprüher aufgetragen. Die Lösung muss während der erforderlichen Einwirkzeit durchgehend mit der zu desinfizierenden Oberfläche Kontakt haben. Nach Ablauf der Einwirkzeit ist die Oberfläche mit klarem Wasser abzuspuhlen.*
- *Es ist zu berücksichtigen, dass neben der biologischen Gefährdung eine Gefährdung durch die verwendeten Desinfektionsmittel auftreten kann. Die geeigneten Desinfektionsmittel sind entweder den Listen des RKI (Robert-Koch-Institut) zu entnehmen oder über die fachkundige Person zu beziehen. Dabei sind Umweltbedingungen wie Temperatur und der Temperatur-Wirkbereich der Desinfektionsmittel zu beachten*
- *Nach der Dekontamination der Schutzkleidung haben die Einsatzkräfte bei Einsätzen in der Gefahrengruppe IIB Schutzkleidung und Gerät,*
- *bei Einsätzen in der Gefahrengruppe IIIB ist die gesamte Kleidung beim Verlassen des Gefahrenbereichs im Schwarzbereich abzulegen. Hände, Gesicht, Haare und benetzte Hautstellen sind zu desinfizieren und zu reinigen. Es wird empfohlen zu duschen.*
- *In den gesetzlichen Vorschriften ist gefordert, dass für Bereiche, in denen mit biologischen Arbeitsstoffen gearbeitet wird, Desinfektionsmittel vorgehalten werden müssen. Diese sind für die Desinfektion von Ober-*

*flächen oder der Haut geeignet. Diese Desinfektionsmittel sind außerhalb der Labore zu lagern. Im Einsatzfall kann die Feuerwehr auf diese Mittel oder sogar auf Desinfektionseinrichtungen der Sicherheitsbereiche zurückgreifen. Die Lagerorte können im Feuerwehrplan oder Einsatzplan hinterlegt sein.*

- *Bei Einsätzen außerhalb von Laboren ist eine sachkundige Person (z. B. ein staatlich geprüfter Desinfektor) hinzuzuziehen. Dieser kann den Einsatzleiter beraten, welche Desinfektionsmittel geeignet sind*

*Wikipedia: Desinfektion*

## 4.9 Elektrotechnik

63.

Zur Berechnung kann die folgende Formel genutzt werden:

$$U=R \cdot I$$

In einer Parallelschaltung ist die Spannung konstant, der Strom "teilt sich auf".

Für den Gesamtwiderstand  $R_{ges}$  in einer Parallelschaltung zweier Widerstände ( $R_1$  und  $R_2$ ) ergibt sich:

$$R_{ges} = 1 / (1/R_1 + 1/R_2) = 1 / (1/100 + 1/75) \text{ Ohm} = 42.86 \text{ Ohm}$$

Stellt man nun die Formel für die Spannung nach  $I$  um erhält man:

$$I = 24 \text{ V} / 42.86 \text{ Ohm} = 0.56 \text{ A}$$

Alternativ kann auch die Summe der Einzelströme bestimmt werden:

$$I_{ges} = I_1 + I_2$$

Mit der nach  $I$  umgestellten Formel ergibt sich:

$$I_{ges} = U/R_1 + U/R_2 = 24 \text{ V} / 100 \text{ Ohm} + 24 \text{ V} / 75 \text{ Ohm} = 0.56 \text{ A}$$

Wikipedia: Ohmsches Gesetz, Parallelschaltung

64.

Zur Berechnung kann die folgende Formel genutzt werden:

$$U=R \cdot I$$

In einer Reihenschaltung ist der Strom konstant, die Spannung "teilt sich auf".

Für den Widerstand  $R$  in einer Reihenschaltung ergibt sich:

$$R_{ges} = R_1 + R_2 = 100 \text{ Ohm} + 75 \text{ Ohm} = 175 \text{ Ohm}$$

Stellt man nun die Formel für die Spannung nach  $I$  um erhält man:

$$I = 24 \text{ V} / 175 \text{ Ohm} = 0.137 \text{ A}$$

Wikipedia: Ohmsches Gesetz, Reihenschaltung

65.

$$\text{Wirkleistung } P = 5.5 \text{ KVA} \cdot 0.8 = 4400 \text{ W}$$

Es können 4 Scheinwerfer angeschlossen werden

Wikipedia: Scheinleistung, Elektrische Leistung

66.

*Ein SPE-PRCD (Switched Protective Earth - Portable Residual Current Device = ortsveränderliche Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit geschaltetem Schutzleiter) ist eine spezielle ortsveränderliche Schutzeinrichtung mit Schutzleitererkennung bzw. Schutzleiterüberwachung. Das Gerät dient dem Schutz von Personen vor Elektrounfällen im Niederspannungsbereich (130–1000 V). Die bekannteste Implementierung eines SPE-PRCD eines bestimmten Herstellers wird unter der Bezeichnung „PRCD-S“ vertrieben. Ein SPE-PRCD muss für den gewerblichen Einsatz geeignet sein und wird wie eine Verlängerungsleitung zwischen einen elektrischen Verbraucher – i. d. R. ein Elektrowerkzeug – und einer Steckdose installiert.*

Wikipedia: SPE-PRCD

67.

1. Niederfrequenzstrahlung
2. Radiowellen
3. Mikrowellen
4. Infrarotstrahlung
5. Sichtbares Licht
6. Ultraviolettstrahlung
7. Röntgenstrahlung
8. Gammastrahlung

Wikipedia: Elektromagnetische Welle

68.

*Der Fehlerstromschutzschalter dient als Personen- oder Brandschutz, nicht aber als Leitungsschutz.*

*Ein Fehlerstromschutzschalter enthält einen Summenstromwandler, durch den die stromführenden Leitungen geführt werden. Die Summe der über die Außenleiter hineinfließenden und über den Neutraleiter abfließenden Ströme hebt sich im Normalfall auf. So wird der Summenstromwandler magnetisiert und wieder entmagnetisiert. Fließt nun im Fehlerfall Strom über die Erde zurück, behält der Summenstromwandler eine Restmagnetisierung, die eine Spannung in der Sekundärwicklung induziert und den Schalter auslösen lässt.*

Wikipedia: Fehlerstromschutzschalter

69.

*Um den Stromfluss zu berechnen, muss man die Formel*

$$U = R \cdot I$$

*nach I umstellen und die entsprechenden Werte einsetzen.*

$$I = U/R$$

1. 0,012 A
2. 0,23 A
3. 0,4 A
4. 1 A
5. 0,003 A
6. 0,066 A
7. 0,114 A
8. 0,268 A

*Wikipedia: Ohmsches Gesetz*

## 5 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablesetafel für Löschwasserförderung.....	17
Abbildung 2: Wasserförderstrecke (IdF NRW, 2023).....	18
Abbildung 3: Reihenschaltung (IdF NRW, 2023) .....	19
Abbildung 4: Parallelschaltung (IdF NRW, 2023) .....	19
Abbildung 5: Teleskopsonde (IdF NRW, 2023) .....	21
Abbildung 6: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995)..	22
Abbildung 7: Personendosimeter (IdF NRW, 2023).....	23
Abbildung 8: Dosiswarner (IdF NRW, 2022).....	23
Abbildung 9: Dosisleistungsmessgerät (IdF NRW, 2022) .....	23
Abbildung 10: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995)	24
Abbildung 11: Personendosimeter (IdF NRW, 2023).....	25
Abbildung 12: Dosiswarner (IdF NRW, 2022).....	25
Abbildung 13: Dosisleistungsmessgerät (IdF NRW, 2022) .....	25
Abbildung 14: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995)	26
Abbildung 15: Personendosimeter (IdF NRW, 2023).....	27
Abbildung 16: Dosiswarner (IdF NRW, 2022).....	27
Abbildung 17: Dosisleistungsmessgerät (IdF NRW, 2022) .....	27
Abbildung 18: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995), Bleibehälter, Aufschrift Bleibehälter (Nucleonica GmbH 2022 und IdF NRW 2022).....	28
Abbildung 19: Tabelle Aktivität (IdF NRW, 2022) .....	28
Abbildung 20: Tabelle Umrechnung (IdF NRW, 2022).....	28
Abbildung 21: Auszug Nuklidkarte (Karlsruher Nuklidkarte, 6. Auflage 1995), Aufschrift Bleibehälter (Nucleonica GmbH 2022 und IdF NRW 2022) .....	29
Abbildung 22: Co-60 (IdF NRW, 2022).....	29
Abbildung 23: Dosisleistung (IdF NRW, 2022) .....	30
Abbildung 24: Aufenthaltsdauer (IdF NRW, 2022).....	30
Abbildung 25: Bleibehälter, Aufschrift Bleibehälter (IdF NRW, 2022) .....	31
Abbildung 26: Dosisleistung (IdF NRW, 2023) .....	31



Abbildung 27: Trupp in 4 Meter Entfernung zur Strahlenquelle (IDF NRW, 2022)	31
Abbildung 28: Dosisleistung (IdF NRW, 2022)	31
Abbildung 29: Trupp in 4 Meter Entfernung zur Strahlenquelle und einer Bleiabschirmung (IDF NRW, 2022)	32
Abbildung 30: Tabelle Behälter (IdF NRW, 2022)	32
Abbildung 31: Flaschenzug (IdF NRW 2023)	33
Abbildung 32: Balken (IdF NRW 2023)	33
Abbildung 33: PKW (IdF NRW 2023)	34
Abbildung 34: Schiefe Ebene (IdF NRW 2023)	34
Abbildung 35: Zugstab (IdF NRW, 2023)	35
Abbildung 36: Biegung (IdF NRW, 2023)	35
Abbildung 37: Hebel (IdF NRW 2023)	36
Abbildung 38: Kolben (IdF NRW 2023)	37
Abbildung 39: Ethanol (IdF NRW 2023)	39
Abbildung 40: Handlampe (IdF NRW 2022)	39
Abbildung 41: X-am 7000 (IdF NRW 2022)	41
Abbildung 42: Ammoniak (IdF NRW 2023)	41
Abbildung 43: Prüfröhrchen Ammoniak 2/a (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)	42
Abbildung 44: Prüfröhrchen Ammoniak 5/a (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)	43
Abbildung 45: Prüfröhrchen Ammoniak 5/b (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)	44
Abbildung 46: Prüfröhrchen Ammoniak 0,5%/a (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)	45
Abbildung 47: Prüfröhrchen Triethylamin 5/a (Dräger-Röhrchen & CMS-Handbuch, 17. Auflage, März 2015)	46
Abbildung 48: Sauerstoff (IdF NRW, 2022)	47
Abbildung 49: Periodensystem (wikipedia, 2023)	48
Abbildung 50: Stromerzeuger (IdF NRW, 2023)	51
Abbildung 51: <i>Zusammenhang Aktivität und Dosisleistung (vereinfacht) (IdF NRW 2022)</i>	58

Abbildung 52: Kräftezerlegung (IdF NRW, 2023) .....	60
Abbildung 53: Reibungswinkel (IdF NRW 2023).....	61
Abbildung 54: Verformung (IdF NRW 2023) .....	61
Abbildung 55: Hebelgesetz (IdF NRW, 2023).....	62
Abbildung 56: Explosionsgruppe und Temperaturklasse (IdF NRW 2022) ....	65
Abbildung 57: Ex-Kennzeichnung (IdF NRW 2022).....	65
Abbildung 58: Verdrängung (IdF NRW 2022) .....	69