

A Sicher experimentieren (S.8)

Zu den Aufgaben

A1 Gefahrstoffe aus dem Alltag sind z. B. Klebstoffe, Farben und Lacke, Kalkentferner, zahlreiche Lösungsmittel, Universalverdünner, Terpentin, Reinigungsbenzin, Sanitärreiniger, Backofenspray, Rohrreiniger. Viele Putz- und Reinigungsmittel sind umweltgefährdend und können teilweise durch biologisch leicht abbaubare Wirkstoffe ersetzt werden.

A2 individuelle Lösung

A3 Beim Einsatz von Haushaltschemikalien müssen der mögliche Nutzen und die mit dem Einsatz verbundenen Gefahren sorgfältig abgewogen werden. Zur Beurteilung von Fragen der Sicherheit und der Umweltverträglichkeit sind die Gefahrenpiktogramme sowie die H- und P-Sätze wichtige Hinweise. Diese Angaben sind dem Etikett bzw. dem Aufdruck auf der Verpackung zu entnehmen. Sind z. B. Farben in einem gesundheitsschädlichen Lösungsmittel gelöst, sollte auf eine Verwendung im Innenbereich ganz verzichtet werden. Stoffe auf ihre Umweltverträglichkeit testen.

A4 Um Umweltgefährdungen mit Haushaltschemikalien zu verringern, ist es notwendig, sich mit den Eigenschaften des verwendeten Produktes genauer zu beschäftigen. Häufig können bereits dem Etikett mögliche Umweltgefährdungen und entsprechende Entsorgungshinweise entnommen werden. Reste von umweltgefährdenden Stoffen dürfen nicht in den Abguss oder in den Abfalleimer gegeben werden. Für die Entsorgung ist die Abgabe bei einem Schadstoffmobil oder einer örtlichen Entsorgungsstelle der richtige Weg. Teilweise lässt sich der Einsatz umweltschädlicher Haushaltschemikalien auch ganz vermeiden; so kann z. B. bei einer Rohrverstopfung auf chemische Rohrreiniger verzichtet und stattdessen ein mechanisches Hilfsmittel (Gummiglocke oder Reinigungsspirale) verwendet werden.

A5 Das Wasser sinkt in dem heißen Fett nach unten. Dort wird das Wasser sofort sehr heiß und verdampft dann schlagartig. Der Wasserdampf reißt das heiße Fett mit nach oben. Dadurch wird das Fett in feine Tröpfchen zerteilt, die sofort entflammen. Dabei können sehr hohe Stichflammen und Explosionen entstehen.

A6 Brennendes Fett kann man durch Abdecken mit einem Topfdeckel löschen.

A7 Der Jugendliche schüttet offensichtlich Brennspritus auf die in Teilen bereits glühende Holzkohle. Brennspritus ist eine leicht entzündbare Flüssigkeit. Wenn diese Flüssigkeit sich beim Auftreffen auf die glühende Holzkohle entzündet, entsteht eine Stichflamme. Es entzündet sich eventuell weiterer aus der Flasche austretender Brennspritus. Es kann zu Verbrennungen an der Hand kommen. Weitere schwere Verbrennung können eintreten. Erschreckt sich der Jugendliche und vergießt weiter Brennspritus (z. B. auf seine Kleidung), kann dieses verheerende Folgen haben.

A8 In B3 sind ein Messzylinder, eine 10-ml-Vollpipette und eine 10-ml-Messpipette abgebildet. Mit einer 10-ml-Vollpipette können 10 ml Flüssigkeit am genauesten abgemessen werden. Eine Vollpipette ist ein in der Mitte zylindrisch erweitertes Glasrohr. Das untere Ende ist spitz ausgezogen, das obere Ansaugrohr ist mit einer Ringmarke versehen. Der größte Teil der Flüssigkeitsportion befindet sich in der Mitte der Vollpipette. Die Flüssigkeit bildet in der Höhe der Ringmarke nur eine kleine Fläche, sodass eine genaue Justierung möglich ist.

A9 Da in B3 keine 5-ml-Vollpipette abgebildet ist, ist die 10-ml-Messpipette das geeignete Volumenmessgerät, um 5 ml destilliertes Wasser abzumessen. Mit dieser Messpipette kann man z. B. 7 ml destilliertes Wasser aufnehmen und dann 2 ml Wasser langsam ausfließen lassen, um eine genaue Justierung auf die 5-ml-Marke vorzunehmen.

A10 Am bequemsten ist der Gebrauch des Messzylinders. Die Flüssigkeit kann einfach in den Messzylinder geschüttet werden. Eine überschüssige Flüssigkeitsportion kann wieder leicht ausgeschüttet werden. Für die Messpipette und die Vollpipette benötigt man zum Aufnehmen der Flüssigkeit eine Pipettierhilfe. Das genaueste der Volumenmessgeräte in B3 ist die Vollpipette, danach die Messpipette und erst dann folgt der Messzylinder.

Fachliche Hinweise: Messzylinder sind Messgeräte der Genauigkeitsklasse B und sind normalerweise auf „In (Einguss)“ justiert. Um den Messfehler möglichst klein zu halten, muss die Größe des Messzylinders unbedingt dem abzumessenden Volumen angepasst werden. Messpipetten sind in den Klassen A, AS und B erhältlich und auf „Ex (Ablauf)“ justiert. Es wird unterschieden zwischen Messpipetten für teilweisen Ablauf (Eichungsnummerierung von oben nach unten) und solchen für vollständigen Ablauf (Eichungsnummerierung von unten nach oben). Vollpipetten sind in den

Klassen A und AS (seltener auch in Klasse B) erhältlich. Mit Vollpipetten kann man bestimmte Flüssigkeitsportionen genau abmessen; sie sind auf „Ex (Ablauf)“ justiert.

Justierung auf „In“: Die aufgenommene Flüssigkeitsportion entspricht der aufgedruckten Volumenangabe.

Zu diesen Messgeräten gehören z. B. Messzylinder und Messkolben.

Justierung auf „Ex“: Die abgegebene Flüssigkeitsportion entspricht der aufgedruckten Volumenangabe. Der in Folge der Benetzung im Messgerät zurückbleibende Flüssigkeitsrest wurde bei der Justierung berücksichtigt. Zu diesen Messgeräten gehören z. B. Messpipetten, Vollpipetten und Büretten.

Genauigkeitsklassen: „A“ steht für die höchste Qualitätsstufe. „S“ steht für Schnellablauf. Für die Klasse B gelten in der Regel die doppelten Fehlergrenzen der Klasse A/AS.

A Sicher experimentieren (S. 9)

Zu den Aufgaben

A11 Zu Problemabfällen aus dem Haushalt gehören Batterien, Medikamentenreste, Lösungsmittelreste, Altöl, Reste von Unkrautvernichtungsmitteln, Reste von Kosmetika und Klebstoffen.

A12 Solche Problemabfälle können z. B. bei einem Schadstoffmobil oder an den Schadstoffsammelstellen sachgerecht entsorgt werden.

A13 Neben den Türen, am Lehrerexperimentiertisch und an Abzügen findet man den NOT-AUS-Schalter. Wenn ein solcher Schalter gedrückt ist, sind alle Strom- und Gasleitungen unterbrochen. Für kleinere Brände sind Löschsand, ein Feuerlöscher und eine Löschdecke vorhanden. Gerät ein Spritzer ins Auge, kann man sich das Auge mit der Augendusche auswaschen. Der Erste-Hilfe-Kasten enthält Verbandsmaterial zur schnellen Behandlung kleiner Verletzungen. Das Rettungszeichen, ein grünes Schild mit Piktogramm und Pfeil, zeigt den Fluchtweg ins Freie an.

A14 Man darf nicht mehr essen, trinken oder sich schminken. Die Versuchsapparaturen, Experimentiergeräte und Chemikaliengefäße sowie Armaturen dürfen nicht angefasst werden. Die Taschen sind so aufzustellen, dass sie nicht im Wege stehen und beim Experimentieren zu Stolperfallen werden.

A15 Regeln im Sport sollen einen fairen Wettkampf von Einzelsportlern oder Mannschaften garantieren. In Mannschaftssportarten vermindern Regeln die Verletzungsgefahr. Regelverstöße, die nicht geahndet werden, führen zu Verzerrungen des Wettbewerbs oder sogar zu Betrug. Das Einhalten von Regeln im Chemieunterricht vermindert die Gefahr von Unfällen und den damit häufig verbundenen Verletzungen und Gesundheitsschäden. Auch im Unterricht ohne Experimente sind die Regeln der Fairness einzuhalten: zuhören, aussprechen lassen, keine Beleidigungen aussprechen, keine körperlichen Auseinandersetzungen anstoßen usw.

A16 Die Schülerin und der Schüler tragen eine Schutzbrille. Das Reagenzglas wird mit dem Reagenzglashalter, der im oberen Drittel des Reagenzglases befestigt ist, gehalten. Das Reagenzglas wird schräg gehalten, sodass eventuell herausspritzende Flüssigkeit weder die Experimentierende noch den beobachtenden Mitschüler verletzen kann.

A1 Grundregeln des Experimentierens (S. 11)

Zu den Aufgaben

A1 Ein Druck auf den NOT-AUS-Schalter unterbricht alle Strom- und Gaszuführungen.

A2 Es gibt zahlreiche Stoffe, die Gesundheitsschäden verursachen, selbst wenn sie nur in geringen Mengen in die Nase und in die Lunge gelangen. Durch das Zufächeln ist ein größerer Abstand von der Nase zu der Öffnung des Gefäßes, aus dem der gasförmige Stoff entweicht, gewährleistet. Durch das Zufächeln und den größeren Abstand gelangt der Geruchsstoff nur durch Luft verdünnt in die Nase.

A3 Sicherheitseinrichtungen müssen für Notfälle funktionstüchtig sein. Durch das Herumspielen an den Sicherheitseinrichtungen können diese verschmutzt und beschädigt werden.

A4 Beim Experimentieren im Stehen hat man mehr Bewegungsfreiheit. Die Flamme des Gasbrenners befindet sich z.B. beim sitzenden Experimentieren in Brust- oder Augenhöhe. Beim Herausspritzen einer Flüssigkeit aus dem Reagenzglas ist die Gefahr von Gesichtsverletzungen viel größer als beim stehenden Experimentieren. Auch beim Umfallen eines Gerätes kann man schneller ausweichen.

A2 Arbeiten mit dem Gasbrenner (S.12)

Zu den Aufgaben

A1 Sicherheitsmaßnahmen für das Entzünden des Gasbrenners sind: Schutzbrille aufsetzen, Brenner muss sicher in der Tischmitte stehen, Gasschlauch muss fest mit dem Brenner verbunden sein, die Luftzufuhr am Brenner muss zunächst geschlossen sein.

A2

- Luftzufuhr geschlossen: leuchtende Flamme
- Luftzufuhr wenig geöffnet: nicht leuchtende Flamme
- Luftzufuhr ganz geöffnet: rauschende Flamme

A3 Die leuchtende Flamme ist wenig geeignet, weil sie stark rußt. Die Glasgeräte würden durch Ruß verunreinigt werden. Außerdem kann man die Vorgänge während des Versuchs schlechter beobachten.

A4 Unbemerkt ausströmendes Gas könnte sich entzünden und dann zu Verbrennungen oder Sachbeschädigungen führen.

A3 Experimentieren mit dem Gasbrenner (S.13)

Zu den Versuchen

V1

- a) bis d) Alle Schritte sollten sorgfältig und in dieser Reihenfolge durchgeführt werden.
- e) Beim Entzünden des Gasbrenners mit geschlossener Luftzufuhr erhält man zunächst eine gelb leuchtende Flamme.
- f) Beim Öffnen der Luftzufuhr geht die leuchtende Flamme zunächst in eine nicht leuchtende und dann in eine rauschende Flamme über.

V2

- a) Hält man das Magnesiastäbchen in die rauschende Flamme, glüht das Stäbchen stark im Bereich der äußeren Flamme. Je höher man das Stäbchen in die Flamme hält, desto näher rücken die beiden Glühfronten zusammen. Im oberen Bereich der Flamme erhält man nur noch eine Glühzone, die dann besonders hell ist.
- b) Hält man das Holzstäbchen in den unteren Bereich der Flamme, erhält man zwei Schwärzungen im äußeren Bereich der Flamme. Hier ist die Flamme am heißesten.

Aufgabenlösungen:

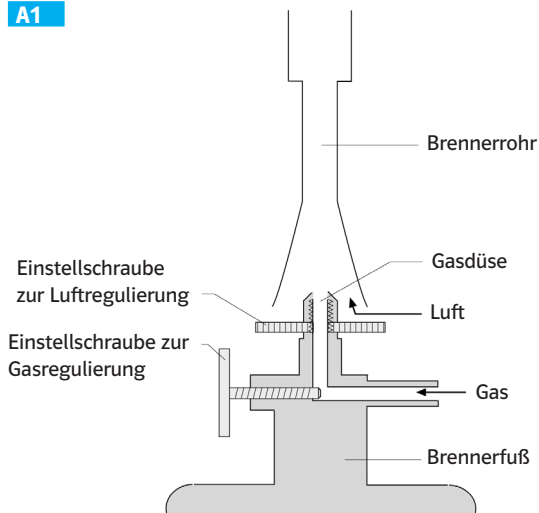
1. Das Magnesiastäbchen glüht vor allem im äußeren Bereich der Flamme. In der Mitte der Flamme glüht das Magnesiastäbchen nicht. Je höher man das Stäbchen in die Flamme hält, desto näher rücken die beiden Glühfronten zusammen. Auch beim Holzstäbchen erhält man im unteren Bereich zwei Schwärzungen durch den äußeren Teil der Flamme. Im inneren Teil der Flamme wird das Holzstäbchen nicht geschwärzt.
2. Der innere Bereich der Flamme ist weniger heiß als der äußere Bereich. Der heißeste Punkt liegt an der oberen Spitze des Innenkegels.

V3 In diesem Versuch sollen die Schülerinnen und Schüler üben, ein Reagenzglas locker aus dem Handgelenk in der Flamme zu schütteln. Sie sollen weiterhin erkennen, dass es nicht sinnvoll ist, das Reagenzglas stur in die Flamme zu halten, sondern dass man es von Zeit zu Zeit aus der Brennerflamme entfernen kann, ohne den Siedevorgang zu unterbrechen. Man sollte darauf achten, dass diesen Versuch jeder aus der Gruppe mindestens einmal durchführt.

In einem weiteren Versuch können die Schülerinnen und Schüler die Erfahrung machen, dass die Füllhöhe des Reagenzglases für ein sicheres Experimentieren wichtig ist. Hält man ein bis fast unter den Rand mit Wasser gefülltes Reagenzglas ruhig in die nicht leuchtende oder rauschende Brennerflamme, kann man einen Siedeverzug provozieren. Dabei bildet sich im unteren Teil des Reagenzglases eine Wasserdampfblase, die den Inhalt herausschleudert. Wenn man diesen Versuch durchführt, ist sorgfältig darauf zu achten, dass alle Schülerinnen und Schüler Schutzbrillen tragen, dass in der „Schussrichtung“ keine Mitschülerin und kein Mitschüler steht und keine Bücher oder Hefte o. Ä. auf dem Tisch liegen. Es ist weiterhin damit zu rechnen, dass der Experimentator erschrickt.

Zu den Aufgaben

A1



A2 Schrittfolge: Schutzbrille aufsetzen – Gaszufuhr und Luftzufuhr am Brenner schließen – Gasschlauch mit der Gasversorgung am Tisch verbinden – Gaszufuhr am Tisch öffnen – Schraube zur Gasregulierung am Brenner öffnen und das ausströmende Gas sofort entzünden.

A4 Einfache Glasgeräte selbst hergestellt (S.14)

Zu den Versuchen

V1

a) und **b)** Man erhält rundgeschmolzene Glasrohrstücke in unterschiedlicher Länge. Diese können für die weitere Glasbearbeitung (Winkelrohre, Tropfpipetten herstellen) eingesetzt werden.

Hinweis:

Beim Brechen des Glasrohres ist für ausreichenden Handschutz (Umwickeln mit Tuch) zu sorgen.

V2 Man erhält rechtwinklige, gleichschenklige Winkelrohre. Diese können für weitere Experimente eingesetzt werden.

Hinweis:

Da die Glasrohrstücke bis zum Erweichen in die Brennerflamme gehalten werden, ist auf die besondere Verbrennungsgefahr hinzuweisen. Werden die Glasrohrstücke zu heiß, müssen sie auf der feuerfesten Unterlage abgelegt werden.

V3 Man erhält kleine Tropfpipetten, die für spätere Versuche eingesetzt werden können.

Hinweis:

Da die Glasrohrstücke bis zum Erweichen in die Brennerflamme gehalten werden, ist auf die besondere Verbrennungsgefahr hinzuweisen. Werden die Glasrohrstücke zu heiß, müssen sie auf der feuerfesten Unterlage abgelegt werden. Die selbst hergestellten Glasgeräte sollten den Schülerinnen und Schülern nicht mit nach Hause gegeben werden, da sie sich unter Umständen daran verletzen können (z. B. durch Glasbruch).

¹⁾ Aus dem Zusammenhang zwischen der Schubkraft und der daraus resultierenden Geschwindigkeit einer in einer zähen Flüssigkeit bewegten Platte ergibt sich für den Zähigkeitskoeffizienten die Einheit Pascalsekunde (Pa·s), die früher gebrauchte Einheit ist Poise (P). $1\text{P} = 0,1\text{Pa}\cdot\text{s} = 1\text{dPa}\cdot\text{s} = 0,1(\text{N}\cdot\text{s})/\text{m}^2$.

Einige Anmerkungen zum Thema Glas:

Als Glas bezeichnet man Stoffe, die ihrer Struktur nach wie Flüssigkeiten aufgebaut sind, deren Zähigkeit (Viskosität) jedoch so hoch ist, dass sie sich bei „normalen“ Umgebungstemperaturen wie Festkörper verhalten. Zum Vergleich: Wasser hat bei 20 °C eine Zähigkeit von $0,001\text{Pa}\cdot\text{s}$ ¹⁾, Olivenöl ca. $10\text{Pa}\cdot\text{s}$, Honig ca. $10^3\text{Pa}\cdot\text{s}$ und Glas ca. $10^{13}\text{Pa}\cdot\text{s}$. Die Zähigkeit des Glases wird mit zunehmender Temperatur kleiner; es wird bei Temperaturen verarbeitet, bei denen seine Zähigkeit zwischen 10^2 und $10^7\text{Pa}\cdot\text{s}$ liegt.

Zwischen 10^{12} und $10^{13,5}\text{Pa}\cdot\text{s}$ – Zähigkeiten, die der unteren und oberen Kühltemperatur entsprechen – liegt der Übergang vom plastischen zum glastypischen spröden Zustand. Dieser Temperaturbereich wird als Glasübergangstemperatur (T_g) bezeichnet, er ist bei den verschiedenen Glassorten unterschiedlich. Hier werden Spannungen, die beim Verarbeiten entstanden sind, abgebaut. Der Spannungsabbau kann bei $10^{12}\text{Pa}\cdot\text{s}$ schon innerhalb 15 min erfolgen, bei $10^{13,5}\text{Pa}\cdot\text{s}$ benötigt man u. U. viele Stunden.

Auswirkungen nicht abgebauter Spannungen sind bei Gebrauchsgläsern z. B. plötzlicher Bruch oder Trübungen nach mehrmaligem Spülen in der Spülmaschine. Aber auch ohne „eingefrorene“ Spannungen ist Gebrauchsglas empfindlich gegen starke Temperaturschwankungen, vor allem von heiß nach kalt. Ursachen sind die schlechte Wärmeleitfähigkeit und die recht hohe Wärmeausdehnung der alkalireichen Gläser. Beim Abschrecken eines Glases wird zunächst nur die Außenschicht gekühlt, die ihr Volumen verkleinert. Durch den noch heißen Kern wird sie jedoch gedehnt und gerät dadurch unter hohe Zugspannung. Kerbstellen in der Oberfläche begünstigen dann das „Springen“ des Glases.

Gläser unterscheidet man nach ihrem chemischen Aufbau. Von wenigen Spezialgläsern abgesehen, ist in allen Glassorten Siliciumdioxid (SiO_2) die Hauptkomponente. Nach den Begleitoxiden unterscheidet man drei Hauptgruppen: Kalknatronglas, Bleiglas und Borosilicatglas. Ein typisches Kalknatronglas besteht zu 71 bis 75 % aus Siliciumdioxid (aus Sand), zu 12 bis 16 % aus Natriumoxid (aus Natriumcarbonat (Soda)), zu 10 bis 15 % aus Calciumoxid (aus Calciumcarbonat (Kalk)) und weiteren Zusätzen (z. B. zum Färben). Variationen erhält man durch teilweisen Ersatz von Natriumoxid durch Kaliumoxid und von Calciumoxid durch Magnesiumoxid; das Verhalten dieser Gläser ist jedoch im Wesentlichen dem der Kalknatrongläser ähnlich. Kalknatronglas wird z. B. zu Getränkeflaschen, Konservenglas, einfachen Trinkgläsern und Flachglas (Fensterscheiben) verarbeitet. Das im Labor am häufigsten verwendete Kalknatronglas, das noch ca. 1,5 % Bortrioxid (B_2O_3) enthält, ist AR-Glas. Aus ihm bestehen z. B. Glasrohre und Glasstäbe. Je höher der Gehalt an Alkalimetallionen im Glas ist, desto niedriger ist die Erweichungstemperatur und desto höher ist der Wärmeausdehnungskoeffizient. Diese negativen Eigenschaften der preiswerten Kalknatrongläser kann man durch Austausch der Begleitoxide zumindest teilweise aufheben.

Bleiglas erhält man durch Ersatz von Calciumoxid durch Bleioxid. Es wird wegen der hohen Lichtbrechung auch als Bleikristall bezeichnet. Bleiglas besteht zu 54 bis 65 % aus Siliciumdioxid, zu 18 bis 38 % aus Bleioxid und zu 13 bis 15 % aus Alkalimetalloxiden. Liegt der Bleioxidgehalt unter 18 %, spricht man von Kristallglas. Bleiglas wird für Trinkgläser, Vasen, Schalen etc. verwendet.

Borosilicatglas enthält 70 bis 80 % Siliciumdioxid, 7 bis 13 % Bortrioxid, 4 bis 8 % Alkalimetalloxide und 2 bis 7 % Aluminiumoxid. Wegen seiner hohen Beständigkeit gegenüber chemischen Einflüssen und Temperaturunterschieden wird es vorwiegend in Laboratorien und in der chemischen und pharmazeutischen Industrie eingesetzt. Aber auch die Gläser von Glühlampen und „feuerfestes“ Geschirr bestehen aus Borosilicatglas. Die Gruppe der Borosilicatgläser umfasst viele Spezialgläser für unterschiedlichste Anwendungen. Ein Spezialglas ist DURAN (Schott) oder PYREX (Corning), ein Borosilicatglas, das sich durch einen geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten und hohe Formbeständigkeit bis nahe 550 °C sowie Resistenz gegenüber vielen im Labor verwendeten Stoffen auszeichnet. Das Glas eignet sich zudem zur Herstellung komplizierter Bauteile und Apparaturen.

Glassorte	AR-Glas	Fiolax	Duran
Ausdehnungskoeffizient in $10^{-6}/\text{K}$	9,0	4,9	3,2
Transformationstemperatur in °C	520	560	530
Dichte in g/cm^3	2,52	2,39	2,23

Literatur:

SCHOTT Glaslexikon, mgv-Verlag 1997, ISBN 3-478-05243-2

Themenheft „Glas“, Naturwiss. im Unterricht – Chemie 7 (1996), Heft 35

A5 Wichtige Laborgeräte (S.15)

Zu den Aufgaben

A1

a) 1. Reagenzglas; 2. Porzellanschale; 3. Becherglas; 4. Reagenzglasgestell; 5. Dreifuß; 6. Reagenzglashalter: STATIV
b) SPATEL

A2

Im Reagenzglas kann man mit geringen Stoffportionen arbeiten, es ist leicht zu handhaben, Veränderungen sind gut zu beobachten. Auch handelt es sich um ein preisgünstiges Glasgerät.

A6 Chemikalien können Gefahrstoffe sein (S.17)

Zu den Aufgaben

A1

Angaben auf einem Chemikalien-Etikett sind: Gefahrenpiktogramm, Signalwort, Gefahrenhinweise (H-Sätze) und Sicherheitshinweise (P-Sätze).

A2

Reste von Gefahrstoffen, die nach einem Experiment übrig bleiben, werden in dafür vorgesehene, gekennzeichnete Sammelgefäße gegeben. (Chemikalienreste dürfen nie in die Vorratsgefäße zurückgegeben werden.)

A3

Ein H-Satz weist auf die besonderen Gefahren beim Umgang mit einem Gefahrstoff hin (Gefahrenhinweis). Ein P-Satz gibt Ratschläge für den sicheren und sachgerechten Umgang mit einem Gefahrstoff (Sicherheitshinweis).

A4

H300 Lebensgefahr bei Verschlucken.

H310 Lebensgefahr bei Hautkontakt.

H311 Giftig bei Hautkontakt.

H312 Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.

H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

H317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen.

A5

Das Signalwort „Gefahr“ weist auf schwerwiegende Gefahren hin. Durch diesen Hinweis werden auch weniger schwer wiegende Gefahren, auf die durch das Signalwort „Achtung“ hingewiesen wird, abgedeckt.