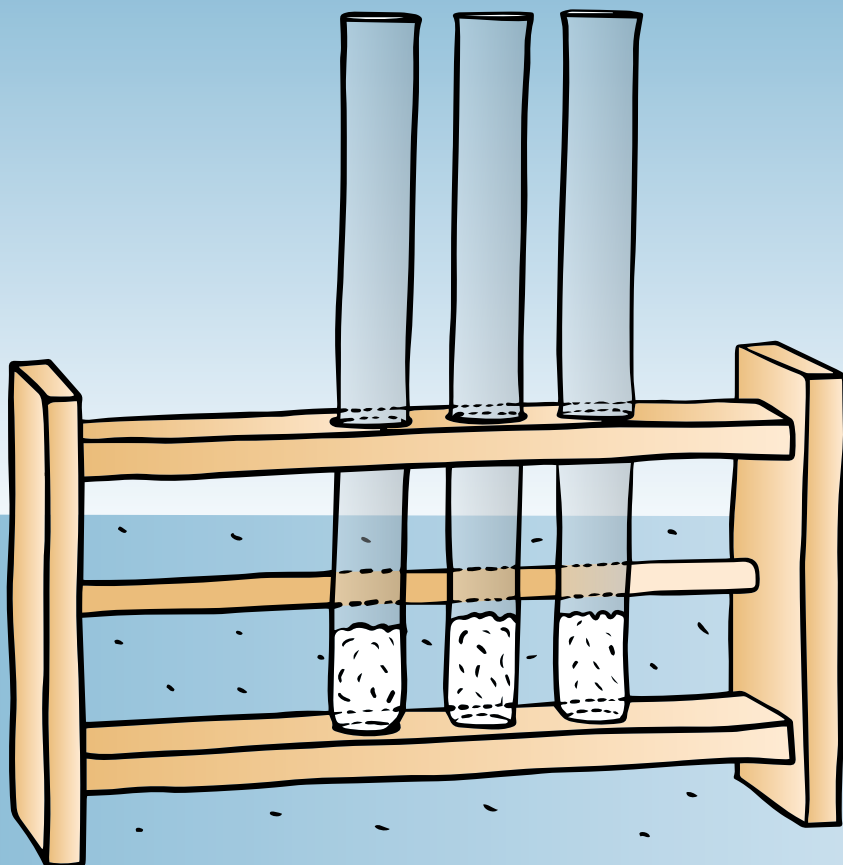


75

Prävention in NRW



Gemeinsames Lernen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I

Unterstützungsmaterialien für den
Experimentalunterricht

Prävention in NRW | 75

**Gemeinsames Lernen im Chemieunterricht
der Sekundarstufe I**

Unterstützungsmaterialien
für den Experimentalunterricht

Inhaltsverzeichnis

Grußwort	6
1 Gesetzliche Rahmenbedingungen	8
Gemeinsames Lernen – grundsätzliche Informationen für alle Fächer	8
Hinweise zum Einsatz von Schulbegleiterinnen und Schulbegleitern	8
Spezielle Anforderungen im Chemieunterricht und Sicherheitsmaßnahmen	11
2 Lernende im Chemieunterricht	13
3 Allgemeine Gefährdungen im Chemieunterricht	14
4 Erstellen von Gefährdungsbeurteilungen	18
5 Beispiele für Experimente des Anfangsunterrichts Chemie im Gemeinsamen Lernen	30
Untersuchung der Brennerflamme	31
Schmelzen von Glas	32
Erhitzen von Wasser	33
Rotkohl – Blaukraut (s. Beispiel-Gefährdungsbeurteilung)	34
Untersuchung weißer Stoffe (s. auch Unterrichtsbeispiel)	35
Erstarrungstemperatur von Kerzenwachs	36
Trennung von Stoffgemischen – Destillation mit vereinfachtem Versuchsaufbau	37
Trennung von Stoffgemischen – Destillation mit einem Kühler	38
Trennung von Stoffgemischen – Extraktion mit Filtration	39
Erhitzen von Zucker	40
Reaktion von Eisen mit Schwefel – Sulfidbildung	41
Kupfersulfat – weiß und blau	42
Verbrennen von Magnesium	43
Untersuchung der Kerzenflamme	44
Synthese und Nachweis von Sauerstoff (Glimmspanprobe)	45
Synthese und Nachweis von Kohlenstoffdioxid (I)	46
Nachweis von Kohlenstoffdioxid (II) in der Atemluft	47
Reaktion von Kohlenstoff mit Kupfer(II)-oxid und Nachweis der Reaktionsprodukte	48
Gesetz von der Erhaltung der Masse	49
6 Gezielte Wahl von Methoden und Sozialformen für mehr Sicherheit	50
7 Beispiele für Unterrichtsvorhaben im Gemeinsamen Lernen	52
Untersuchung weißer Stoffe	53
Joghurtbecher, Windeln, Bauschaum und Polyester	74
8 Sicherheitsunterweisungen	89
9 Dank	92
10 Quellenangaben	93
Impressum	96

Grußwort



Liebe Kolleginnen und Kollegen,

das Fach Chemie lebt vom Experiment. Damit Schülerinnen und Schüler diese faszinierende Methode kennenlernen können, werden sie im Chemieunterricht durch spannende Experimente immer wieder aktiv ins Unterrichtsgeschehen eingebunden. Insbesondere die experimentelle Methode nutzen Schülerinnen und Schüler, um Erkenntnisse über chemische Phänomene zu gewinnen. Beim Experimentieren hat Sicherheit höchste Priorität.

Das Gemeinsame Lernen im Chemieunterricht mit Schülerinnen und Schülern mit besonderen Bedürfnissen stellt die Fachlehrerinnen und -lehrer daher vor besondere Herausforderungen: Wie kann ich als Chemielehrkraft den Experimentalunterricht so organisieren und durchführen, dass möglichst alle Kinder und Jugendlichen unter Beachtung der Sicherheit eingebunden werden können?

Das Ministerium für Schule und Bildung möchte Ihnen mit diesen Unterstützungsmaterialien eine Hilfe geben. Sie sollen dazu ermutigen, auch im inklusiven Unterricht Experimente einzusetzen, um den Erkenntnisprozess aller Schülerinnen und Schüler zu befördern. In der Arbeitsgruppe „Gemeinsames Lernen im Chemieunterricht“ haben Lehrkräfte mit den Lehrämtern der allgemeinen Schulen und Lehrkräfte für Sonderpädagogik diese Materialien erarbeitet. Sie enthalten u. a. Erläuterungen zu rechtlichen Rahmenbedingungen, eine Auflistung möglicher Gefährdungen mit Hinweisen zu möglichen Gegenmaßnahmen sowie zahlreiche erprobte Beispiele aus der schulischen Praxis mit Arbeitsblättern und Gefährdungsbeurteilungen. Eine

große Unterstützung bei der Erstellung der Materialien waren die Unfallkasse NRW und die B.A.D GmbH sowie das Ausbildungszentrum der Firma Currenta GmbH & Co. OHG.

Die in die Materialien eingebrachten vielfältigen Erfahrungen aus der Schulpraxis im Chemieunterricht sollen als Anregungen verstanden werden, für die eigenen Lerngruppen passende Lösungen zu entwickeln und umzusetzen. Daher werden die meisten Unterrichtsmaterialien zum Download zur Verfügung gestellt, um eine Anpassung an die Rahmenbedingungen vor Ort zu ermöglichen. Die Anregungen in diesen Materialien sind ein Baustein, um den Chemieunterricht weiterzuentwickeln. Für Ihren Chemieunterricht bedeutet das: Sie können aus den Materialien auswählen, was Ihnen an Ihrer Schule für Ihre Lerngruppe hilfreich erscheint. Davon profitieren dann alle Lernenden.

Ich hoffe sehr, dass die Materialien in diesem Heft Sie in Ihrem schulischen Alltag unterstützen und Impulse für Ihre Unterrichtsentwicklung im Fach Chemie setzen.

Ich möchte mich herzlich dafür bedanken, dass Sie sich den Herausforderungen im Chemieunterricht stellen. Durch Ihren Unterricht begeistern Sie die Schülerinnen und Schüler für das Fach Chemie und leisten einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der MINT-Disziplinen.

Ich wünsche Ihnen dabei viel Erfolg.

Ihre

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Y. Gebauer', with a stylized, flowing script.

Yvonne Gebauer

Ministerin für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen

1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Gemeinsames Lernen – grundsätzliche Informationen für alle Fächer

Heterogenität bildet die konzeptionelle Grundlage für einen nach inneren und äußeren Formen differenzierenden, individualisierenden Unterricht. Individualisierende Formen des Lehrens und Lernens werden in Klassen und Gruppen verwirklicht. Dieser Lerngruppenbezug ist eines der konstituierenden Grundprinzipien der gemeinsamen Bildung in Schule.

Das Gemeinsame Lernen von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung ist eine Dimension von Heterogenität in der Schule. Schülerinnen und Schüler mit einem Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung haben in Nordrhein-Westfalen seit Inkrafttreten des 9. Schulrechtsänderungsgesetzes am 1. August 2014 einen Rechtsanspruch auf einen Platz in einer allgemeinen Schule. Das bedeutet, dass sonderpädagogische Förderung im Gemeinsamen Lernen der Normalfall ist. Bevor das Gesetz in Kraft getreten ist, mussten Eltern einen Antrag stellen, damit ihr Kind in der allgemeinen Schule lernen kann. Nun ist es umgekehrt: Wünschen Eltern für ihr Kind den Besuch einer Förderschule, müssen sie dies beantragen. Überall dort, wo sie in ausreichendem Maße nachgefragt sind, bleiben Förderschulen weiter bestehen.

Hat die Schulaufsichtsbehörde einen Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung festgestellt, schlägt sie den Eltern mit Zustimmung des Schulträgers mindestens eine Schule vor, an der ein Angebot zum Gemeinsamen Lernen eingerichtet ist. Bei zielgleicher Förderung ist es eine Schule der gewünschten Schulform. Welche Schulen zu Orten des Gemeinsamen Lernens werden, legt die Schulaufsicht in Abstimmung mit dem Schulträger fest, da an den Schulen neben personellen Voraussetzungen für das Gemeinsame Lernen je nach dem sonderpädagogischen Unterstützungsbedarf des Kindes gegebenenfalls auch besondere sächliche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, die nicht an allen Schulen gegeben bzw. kurzfristig zu schaffen sind.

Hinweise zum Einsatz von Schulbegleiterinnen und Schulbegleitern

Alle Schülerinnen und Schüler, die eine allgemeine Schule besuchen, zählen bei der Ermittlung des Lehrerstellengrundbedarfs der Schule. Anders als vor dem 9. Schuländerungsgesetz zählen auch Lernende mit einem Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung hierbei mit. Beim Gemeinsamen Lernen wird das Kollegium im Unterricht durch Lehrkräfte für sonderpädagogische Förderung unterstützt.

Einige der Schülerinnen und Schüler mit Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung haben zudem nach Bestimmung des Sozialgesetzbuches Anspruch auf sogenannte Schulbegleitung. Die Finanzierung erfolgt meist über die Eingliederungshilfe und obliegt dem Sozialhilfe- oder Jugendhilfeträger.

Schulbegleiterinnen und Schulbegleiter als Individualhelferinnen und Individualhelfer sind kein lehrendes Personal, ihre Tätigkeit gehört nicht zum pädagogischen Kerngeschäft der Schule. Dabei ist es unerheblich, ob die jeweilige Schülerin oder der jeweilige Schüler an einer Förderschule oder an einer allgemeinen Schule unterrichtet wird – die Maßnahme dient dazu, die Teilhabe am Unterricht für die Schülerin bzw. den Schüler zu ermöglichen und zu erleichtern.

Hilfen zur angemessenen Schulbildung unterstützen Schülerinnen und Schüler, die infolge einer vorhandenen oder drohenden Behinderung bei lebenspraktischen Verrichtungen im Schulalltag und bei der individuellen Bewältigung der schulischen Anforderungen Unterstützung benötigen. Zur Tätigkeit der Schulbegleiterinnen und Schulbegleiter können zum Beispiel die Begleitung beim Toilettengang wie auch die Unterstützung bei konkreten unterrichtlichen Aufgabenstellungen gehören.

Die Aufgaben der Schulbegleiterinnen und Schulbegleiter teilen sich in verschiedene Dimensionen auf, die nicht immer alle im konkreten Fall zum Aufgabenprofil gehören müssen. Aufgabenbereiche von Schulbegleiterinnen und Schulbegleitern sind beispielsweise:

- Schaffung der Voraussetzungen für die Teilnahme am Unterricht,
- Unterstützung der Selbstständigkeit der Schülerin oder des Schülers,
- Ermutigung der Schülerin oder des Schülers,
- Begleitung der Schülerin oder des Schülers, wenn sich diese zeitweise außerhalb der Gesamtgruppe aufhält,
- Unterstützung beim Verwenden von behinderungsspezifischen Hilfsmitteln im Unterricht sowie bei der Verwendung von Arbeitsmaterialien,
- Hilfe bei der Kommunikation für Hör- und Sehbehinderte, z. B. Vorlesehilfe, Hilfe bei der Kommunikation mit den Lehrkräften,
- Unterstützung bei der Planung und der Ordnung von Zeit, Arbeitsplatz und Aufgaben. Die Ausgangsstruktur wird aber immer von der jeweiligen Lehrkraft vorgegeben. Dies gilt für alle folgenden Punkte, besonders für die
 - Impulsgebung zur Strukturierung und Aufmerksamkeitsausrichtung,
 - Ermöglichung der sozialen Teilhabe der Schülerin oder des Schülers,
 - Unterstützung im emotionalen und sozialen Bereich im Sinne der Prävention und Intervention bei Selbst- und Fremdgefährdung, Sachaggression und bei Krisen (Krisen vorbeugen und in Krisen Hilfestellung leisten), evtl. Ermöglichung von Auszeiten vom Klassenverband.

Im Unterricht hat die Schulbegleitung den Auftrag, sich unter Anleitung der Lehrkraft und auf deren Anweisungen hin im Gruppenkontext auf die Schülerin oder den Schüler zu beziehen, für die oder den sie Eingliederungshilfe leistet. Dabei unterstützt und begleitet sie diese auf der Grundlage der behinderungsspezifischen Bedarfe, die die Lehrkraft im individuellen Förderplan ausweist, und erleichtert so den Schulbesuch oder ermöglicht ihn sogar erst (§ 12 EinglVO).

Das Kerngeschäft der Lehrkräfte ist es demgegenüber, Unterricht zu planen, durchzuführen, zu reflektieren und dabei Maßnahmen der äußeren und inneren Differenzierung sowie der individuellen Förderung zu planen.

Bei der Durchführung können der Schulbegleitung unter Anleitung geeignete, die jeweiligen Schülerinnen und Schüler unterstützende Aufgaben übertragen werden. Die Verantwortung für Organisation und Gestaltung, aber auch für die Berücksichtigung der besonderen Anforderungen von zielgleicher oder zieldifferenter sonderpädagogischer Förderung liegt nach wie vor bei der Lehrkraft. Diese trägt auch die Verantwortung für die Aufsichtsführung.

Was im konkreten Einzelfall vor Ort genau die Aufgabe der Schulbegleiterin oder des Schulbegleiters ist, sollte in Form einer kooperativen Rollenklärung im Vorfeld festgelegt werden. Dabei sollten die Lehrkräfte den Schulbegleiterinnen und Schulbegleitern die aktuelle Lernausgangslage der Schülerin bzw. des Schülers darstellen. Hierzu liegt idealerweise das Einverständnis der Erziehungsberechtigten vor, um eine Einsicht in die Lern- und Entwicklungsplanung zu gewähren.

Im schulischen Alltag gibt es immer wieder Klärungsbedarfe oder unterschiedliche Auffassungen über gewählte Maßnahmen. Gibt es solche während einer Unterrichtsstunde, ist die Lehrkraft in Vertretung der Schulleitung weisungsbefugt gegenüber der Schulbegleiterin bzw. dem Schulbegleiter. Klärungsbedarfe sind gegebenenfalls auch mit der Schulleitung zu besprechen. Der Schulleitung obliegt überdies gemäß § 59 Absatz 2 SchulG in Erfüllung ihrer Vorgesetztenaufgaben das Hausrecht gegenüber allen an der Schule tätigen Personen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden:

Schulbegleitung ist keine unterrichtsgestaltende Tätigkeit, sondern eine auf die Person bzw. Gruppe ausgerichtete Teilhabeunterstützung. In der konkreten Alltagssituation in der Schule ist eine enge Abstimmung zwischen der Lehrkraft und der Schulbegleitung notwendig.

Weisungsbefugt vor Ort ist die Schulleiterin oder der Schulleiter, da sie bzw. er das Hausrecht ausübt. Diese Weisungsbefugnis gegenüber den Schulbegleiterinnen und Schulbegleitern kann auch an andere Personen, zum Beispiel Lehrkräfte, delegiert werden.

Spezielle Anforderungen im Chemieunterricht und Sicherheitsmaßnahmen

Als Personen, die am Arbeitsort Schule – hier im Chemieunterricht – eingesetzt sind, müssen auch die Schulbegleiterinnen und Schulbegleiter über alle auftretenden Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen an ihrem Arbeitsplatz mündlich unterwiesen werden. Die Durchführung dieser Unterweisung liegt in der Verantwortung des Anstellungsträgers. Es wird empfohlen, die Unterweisung in Absprache mit dem Anstellungsträger vor Ort durch die Gefahrstoffbeauftragte bzw. den Gefahrstoffbeauftragten der Schule durchführen zu lassen. Der Inhalt und der Zeitpunkt der Unterweisung müssen schriftlich festgehalten werden und sind von der Schulbegleitung durch Unterschrift zu bestätigen. Da die Tätigkeit der Schulbegleiterinnen und Schulbegleiter nicht wie eine lehrende Aufgabe die Vor- und Nachbereitung umfasst, muss diese Unterweisung als Arbeitszeit erfasst und entsprechend ausgeglichen werden. Da dies Auswirkungen auf die Arbeitszeit der Schulbegleiterin oder des Schulbegleiters hat, ist dies im Rahmen der Festlegung des erforderlichen individuellen Hilfebedarfs mit dem Eingliederungshilfeträger (Jugend- oder Sozialamt) sowie dem Anstellungsträger abzustimmen.

Grundsätzlich benötigen Schulbegleiterinnen und Schulbegleiter dieselben Unterweisungen wie Schülerinnen und Schüler ggf. mit darüber hinausgehenden Hinweisen, die die Tätigkeiten der Chemielehrkraft bzw. der/des Gefahrstoffbeauftragten und/oder die jeweiligen technischen, räumlichen und organisatorischen Bedingungen des Chemieunterrichts der Schule betreffen können.

Die Unterweisung ist auf die jeweiligen räumlichen und organisatorischen Bedingungen des Chemieunterrichts der Schule abzustimmen und im Einzelfall mit der oder dem Gefahrstoffbeauftragten zu besprechen. Die Inhalte müssen bekannt und verstanden worden sein. Die Unterweisung der Schulbegleiterinnen und Schulbegleiter muss jährlich erfolgen. Die Wiederholung der Sicherheitshinweise vor jedem Versuch mit der Lerngruppe bleibt davon unberührt.

Die Aufgabe der Lehrkräfte ist es, gemeinsam mit der Schulbegleiterin oder dem Schulbegleiter zu besprechen, in welcher Form die Schülerin oder der Schüler am konkreten Versuch teilnehmen kann. Dabei ist die größtmögliche Teilnahme anzustreben. Ein grundsätzlicher Verzicht auf bestimmte Versuchsanordnungen, weil Schülerinnen und Schüler mit Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung oder mit dem Anspruch auf Schulbegleitung zur Lerngruppe gehören, sollte ebenso wenig erfolgen wie ein genereller Ausschluss einzelner Schülerinnen und Schüler vom Chemieunterricht.

Weitere Informationen zum Unterricht mit Schülerinnen und Schülern mit einem Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung finden sich auch im Internet.^{1*}

* Alle Informationen zu den Fußnoten im Text sind gesammelt in Kapitel 10 zu finden.

2 Lernende im Chemieunterricht

Die Gefährdungen im Chemieunterricht sind so vielfältig wie die Schülerinnen und Schüler, ob mit oder ohne förmlich festgestellten Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung.

Im Folgenden werden daher Gefährdungspotenziale nicht getrennt nach Förderschwerpunkten betrachtet, sondern es werden Besonderheiten von Schülerinnen und Schülern aufgezählt, die zu zusätzlichen Gefährdungen im Chemieunterricht, insbesondere beim Experimentieren, führen können.

Diese Entscheidung wurde getroffen, weil es Gefährdungspotenziale gibt, die für mehrere Förderschwerpunkte zutreffen, weil Schülerinnen und Schüler mit demselben Unterstützungsbedarf zum Teil sehr unterschiedlich mit Gefahrensituationen umgehen und schließlich, weil alle Schülerinnen und Schüler – auch die ohne förmlich festgestellten Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung – aufgrund sehr heterogener Alltagserfahrungen im Umgang mit Gefahren unterschiedlich stark im Chemieunterricht gefährdet sind. Mit der folgenden Aufzählung von Gefährdungspotenzialen soll dafür sensibilisiert werden, in welchen Situationen bei welchen Schülerinnen und Schülern auf Gefährdungen besonders geachtet werden muss. Das Ziel ist es, einen erweiterten Blick auf die Experimente zu ermöglichen, um Sicherheitsunterweisungen, Gefährdungsbeurteilungen und individuelle Betreuung beim Experimentieren auch an die speziellen Herausforderungen beim Gemeinsamen Lernen anpassen zu können. Je besser die individuellen Stärken und Defizite der einzelnen Schülerinnen und Schüler bekannt sind, desto sicherer wird der experimentelle Chemieunterricht sein.

Mögliche besondere Gefährdungspotenziale können sein:

- motorische Beeinträchtigungen
- geringe Aufmerksamkeitsspanne/Reizüberflutung
- Schreckhaftigkeit/Empfindlichkeit der Sinne (z. B. Geräuschempfindlichkeit)
- Wahrnehmungsstörungen (z. B. Sehbeeinträchtigungen, fehlendes räumliches Sehen, Fehlleistungen der Sinnesorgane)
- nicht altersadäquates Regelverhalten
- Kommunikationsschwierigkeiten (z. B. Leseschwierigkeiten, Probleme bei der Informationsentnahme)
- Verhaltensauffälligkeiten:
 - geringe Frustrationstoleranz
 - Fluchtverhalten
 - Überängstlichkeit, kein Gefahrenbewusstsein
 - gerichtete und ungerichtete Aggressionen

3 Allgemeine Gefährdungen im Chemieunterricht

Der Unterricht im Fach Chemie bringt erfahrungsgemäß abhängig von den Voraussetzungen der Lerngruppe, den Tätigkeiten allgemein und den örtlichen Gegebenheiten der jeweiligen Schulen unterschiedliche Gefährdungen mit sich. Mit zunehmender Vielfalt der Schülerschaft sind in einigen Fällen bestimmte Schülerinnen und Schüler als besonders schutzbedürftig anzusehen.

Im Folgenden sind mögliche Gefährdungen bei Experimenten des Chemieunterrichts aufgelistet, an denen auch besonders schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler teilnehmen, sowie Ideen und Vorschläge, wie diesen Gefährdungen adäquat begegnet werden kann. Die Bewertung und Einschätzung der möglichen Gefährdungen ist nach individueller Zusammensetzung der Lerngruppe und den Fähigkeiten bzw. Fertigkeiten der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler durchzuführen und sollte sich ebenfalls in der jeweiligen Gefährdungsbeurteilung der einzelnen Experimente widerspiegeln. Dementsprechend ist folgende Liste nicht als abschließend anzusehen.

Gefährdung	Mögliche Abhilfen
Gefährdung durch Verbrennung beim Umgang mit offener Flamme (Brenner, Streichhölzer, Kerzen)	• Gasbrenner mit Saugnäpfen zur Fixierung verwenden.² • Längere Streichhölzer zum Anzünden verwenden. • Mit Heizplatten und Heizpilzen arbeiten. • Reagenzgläser in einem Thermoblock erhitzen. • Aluminiumblock als Aufsatz für einen Heiz-Magnetrührer verwenden.³ • Mit einem Wasserbad (z. B. Destillation von Aceton oder Ethanol) unter Beachtung der Siedetemperatur der Edukte und Produkte arbeiten. • Mit einem Heißluftgebläse arbeiten. • Feuerfeste Unterlage verwenden. • Je nach Lerngruppe Strom/Gas für die gesamte Lerngruppe erst nach Kontrolle aller Apparaturen freigeben. • Erhitzungsvorgänge nacheinander jeweils pro Lerngruppe/Kleingruppe durch die Lehrkraft überwachen. • Brennerführerschein mit den Schülerinnen und Schülern machen. • Im Einzelfall Versuche über eine Präsentationskamera oder mit einem Tablet präsentieren.
Gefährdung durch Bruch oder Splittern beim Umgang mit Glasgeräten oder Glasstäben	• Falls möglich durch Kunststoff oder Metall ersetzen – z. B. durch den Einsatz von Spritzentechnik oder Bechergläser aus Kunststoff.⁴

Gefährdung	Mögliche Abhilfen
Gefährdung durch nicht getragene Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille, Haargummi, Handschuhe)	• Schutzbrillen anschaffen, die besonders für Kinder gesichter geeignet sind und einen guten Tragekomfort haben.⁵ • Haargummis bereithalten. • Handschuhe für die verschiedenen Einsatzbereiche bereithalten – z. B. Hitzeschutzhandschuhe, Säure- und Laugenschutzhandschuhe, lösungsmittelfeste Schutzhandschuhe. • Schutzkittel und Kopfbedeckung aus Baumwolle bereithalten, da Oberbekleidung aus leicht entflammbarem Material (z. B. synthetisches Gewebe) ein erhöhtes Risiko darstellt. • Hitze- und lösungsmittelbeständige Schürze für Schülerinnen und Schüler bereithalten, die nicht im Stehen experimentieren können.
Siedeverzüge	Erhitzen im Reagenzglas: • Hilfsmittel (Siedesteine, Siederöhrchen) verwenden. • Thermoblock verwenden. • Keine Flüssigkeiten im Reagenzglas eindampfen, Porzellanschale benutzen. • Einen Siedeverzug durch die Lehrkraft demonstrieren. Erhitzen im Becherglas: • Heiz-Magnetrührer mit Rührfischen verwenden. • Im Abzug arbeiten. • Hitzebeständige Schürze für Schülerinnen und Schüler bereithalten, die nicht im Stehen experimentieren können.
Heiße Gegenstände	• Sichere Abstellmöglichkeit für heiße Gegenstände schaffen. • Timer zu heißen Gegenständen legen, damit man sehen kann, wie lange die heißen Gegenstände schon auf der Ablagefläche liegen, oder ein Infrarot-Thermometer dazulegen, um die aktuelle Temperatur der Gegenstände anzuzeigen. • Warnhinweis „Achtung: Heißer Gegenstand!“ aufstellen, z. B. in Form eines Piktogramms, Emoticons oder Fotos. • Markierte Ablageflächen z. B. mit bunter Kreide auf den Tisch zeichnen: rot für heiße Gegenstände, blau für kalte. • Als Hilfsmittel Hitzeschutzhandschuhe oder „Greifer“ verwenden.

Gefährdung	Mögliche Abhilfen
Kippen von Gegenständen	• Sichere Aufstellung des Versuchsaufbaus beachten. • Kippsichere Vorrichtungen verwenden, z. B. Stative mit großer Bodenplatte. • Laborgeräte mit großer Bodenfläche (Erlenmeyerkolben) verwenden. • Apparaturen am Labortisch fixieren. • Gegebenenfalls Vorrichtungen im Abzug benutzen, um Stativmaterial zu sichern. • Im Labor nach Möglichkeit einen „Vierfuß“ benutzen. • Den Aufbau von Apparaturen gut organisieren: Sicherheitsabstand zum Aufbau/zu Geräten. • Bechergläser zur Entsorgung in den einzelnen Tischgruppen bereitstellen (Beschriftung: Chemikalien zur Entsorgung). Die Lernenden müssen dann weniger durch den Raum laufen. • Hitze- und chemikalienbeständige Schürze für Schülerinnen und Schüler bereitstellen, die nicht im Stehen experimentieren können.
Gebrauch von Werkzeugen (z. B. Messer)	• Sicherheitsmesser verwenden.⁶ • Gegenstände sicher mit Hilfsmitteln fixieren statt Bearbeitung in der Hand. • Durch die Zuweisung von Rollen innerhalb einer Gruppe (Materialbeschafferin, Protokollant, Laborantin, Sicherheitschef ...) können Lernende gezielt ausgewählt werden, die verantwortungsbewusst mit Werkzeug umgehen. • Die Lehrkraft kann für die Schülerinnen und Schüler Arbeiten mit höherer Gefährdung übernehmen (z. B. Rotkohl vorher zerschneiden, Apfel schälen, Schläuche zurechtschneiden). • „Werkzeug-Führerschein“ mit den Schülerinnen und Schülern machen. • Schnittschutzhandschuhe verwenden.

Gefährdung	Mögliche Abhilfen
Probieren von Chemikalien	• Laut RISU-NRW müssen Lebensmittel für Versuchszwecke als solche gekennzeichnet sein, z. B. durch einen Aufkleber: „Lebensmittel nur für Experimente – Nicht zum Verzehr geeignet“. • Warnhinweis „Achtung: Kein Geschmacksversuch“ aufstellen, z. B. in Form eines Piktogramms, Emoticons oder Fotos. • Ausgabe von Chemikalien, die ähnliche Eigenschaften haben, aber nicht gesundheitsschädlich sind, z. B. Zitronensäure, Essigsäure statt Salzsäure. • Aufsicht! Nur kurzes Bereitstellen, dann Abräumen!
Platzmangel in engen Klassenräumen (Betrachtung der individuellen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler)	• Prüfen, ob das Experiment bei beengten Verhältnissen wirklich möglich ist. • Gruppe für das Experiment teilen, wenn Aufsicht gewährleistet ist. • Anderen Raum benutzen.

4 Erstellen von Gefährdungsbeurteilungen

Eine Gefährdungsbeurteilung ist der Prozess der systematischen Ermittlung und Bewertung aller relevanten Gefährdungen, denen die Schülerinnen und Schüler sowie die Lehrkräfte während des Unterrichts ausgesetzt sind. Sie basiert auf dem Abgleich von in der RISU-NRW zusammengefassten rechtlichen Vorgaben, die sich aus dem Arbeitsschutzgesetz und nachgehenden Verordnungen (z. B. Gefahrstoffverordnung, Biostoffverordnung, Betriebssicherheitsverordnung) ergeben, mit der realen Situation an Schulen. Hieraus ergeben sich Maßnahmen, die zum Schutz aller vor gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu ergreifen sind.

Die Gefährdung selbst wird **ohne** Berücksichtigung der evtl. schon vorhandenen oder verwendeten Schutzmaßnahmen beurteilt. Durch den Abgleich mit vorhandenen und verwendeten Schutzmaßnahmen technischer, organisatorischer und personenbezogener Art wird ermittelt, ob diese zum Schutz der Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler ausreichen oder ob weitere Schutzmaßnahmen zu ergreifen sind. Das Ergebnis dieser Beurteilung ist zu dokumentieren, d. h. die notwendigen Schutzmaßnahmen, die für die sichere Ausführung der Tätigkeit bzw. des Experiments mit Gefahrstoffen ergriffen werden müssen, sind in der Gefährdungsbeurteilung schriftlich festzuhalten.

Bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen können inhalative Gefahren, dermale Gefahren, Brand- und Explosionsgefahren sowie Gefahren durch das Freisetzungsverhalten des Stoffs verursacht werden. Weiterhin spielt für die Beurteilung der Höhe der Exposition die Tätigkeit selbst, das Arbeitsverfahren, die eingesetzte Gefahrstoffmenge und die Dauer und Häufigkeit eine entscheidende Rolle. Die Kombination von Tätigkeit und Eigenschaften der verwendeten Gefahrstoffe ist Grundlage der Gefährdungsbeurteilung.

Die zunächst getrennte Beurteilung der Gefahren durch

- Einatmen,
- Hautkontakt,
- Brand- und Explosionsgefahren sowie
- Freisetzungsverhalten durch den Gefahrstoff

und die Beurteilung des Arbeitsverfahrens, z. B. Dauer und Häufigkeit der Tätigkeiten, Art des Arbeitsverfahrens, die Substitution sowie weitere Bedingungen (erhöhte Temperatur, besondere Arbeitsschwere usw.), ergeben das komplexe Gesamtbild der Gefährdung. Als weitere Einflussfaktoren können/sollten die Berufserfahrung und experimentelle Erfahrung der Lehrkraft sowie die Zusammensetzung und „Reife“ der Lerngruppe berücksichtigt werden. Die Zusammenfassung aller ermittelten Einzelgefährdungen ergibt die Gesamtgefährdung.

Die sogenannte geringe Gefährdung ist in der Gefahrstoffverordnung verankert und ist das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung. Sie ist nicht Eingangsfeststellung, sondern muss nachgewiesen werden.

In der Gefahrstoffverordnung ist dazu ausgeführt:

Ergibt sich aus der Gefährdungsbeurteilung für bestimmte Tätigkeiten aufgrund

1. der gefährlichen Eigenschaften des Gefahrstoffs,
2. einer geringen verwendeten Stoffmenge,
3. einer nach Höhe und Dauer niedrigen Exposition und
4. der Arbeitsbedingungen

insgesamt eine nur geringe Gefährdung der Beschäftigten und reichen die nach Gefahrstoffverordnung zu ergreifenden allgemeinen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten aus, so müssen keine weiteren Schutzmaßnahmen nach Gefahrstoffverordnung ergriffen werden.

Bei Tätigkeiten mit geringer Gefährdung kann auf eine detaillierte Dokumentation verzichtet werden. Falls in anderen Fällen auf eine detaillierte Dokumentation verzichtet wird, ist dies nachvollziehbar zu begründen.

Die geringe Gefährdung ist gegeben bei einfachen Tätigkeiten wie Lösen von Kochsalz und Zucker in Wasser, Verwendung kleiner Mengen lösemittelhaltiger Klebstoffe im Technikunterricht etc. Es muss dokumentiert werden, für welche Tätigkeiten bzw. für welche Versuche mit welchen Gefahrstoffen eine geringe Gefährdung ermittelt wurde. Bei der überwiegenden Zahl der Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht kann in der Regel **nicht** von einer geringen Gefährdung ausgegangen werden. Die beim Experimentieren vorhandenen/ergriffenen Maßnahmen zur Minimierung der Gefährdung bedeuten im Ergebnis „Vorhandene Schutzmaßnahmen reichen aus“ (und nicht „geringe Gefährdung“!).

Mittlere und hohe Gefährdung sind dementsprechend gegeben, wenn die Bedingungen der geringen Gefährdung nicht erfüllt sind.

Die Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung sollte die o. g. Kriterien für Außenstehende nachvollziehbar beschreiben.

Die Fragen

- Wie kommt das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zustande?
- Welche Schutzmaßnahmen zur Vermeidung/Verminderung wurden ergriffen?
- Sind die durchgeführten Maßnahmen ausreichend oder sind weitergehende Maßnahmen erforderlich?

sollten aus der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung hervorgehen. Die Maßnahmen sollten in der Reihenfolge technische vor organisatorischen und zuletzt persönlichen Schutzmaßnahmen ergriffen werden (T-O-P-Prinzip).

Beim Experimentieren im Gemeinsamen Lernen müssen eventuell zusätzliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Dabei sollen Schülerinnen und Schüler mit Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung möglichst in der Lerngruppe verbleiben und nicht vom Experimentieren ausgeschlossen werden.

Auf den folgenden Seiten ist ein Musterformular zu finden, mit dessen Hilfe eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden kann. Es wurde auf Grundlage des Beispielformulars für eine Gefährdungsbeurteilung nach GHS des Chemietreffs⁷ der Bezirksregierung Düsseldorf erstellt. Dieses erweiterte Musterformular soll den besonderen Anforderungen im Gemeinsamen Lernen Rechnung tragen.

Es gibt keine Vorgabe des Gesetzgebers, wie die Dokumentation zu erfolgen hat. Art, Form und Layout können frei gewählt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Dokumentation auch für Außenstehende nachvollziehbar sein muss. Das vorgeschlagene Musterformular ist **eine** Möglichkeit der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung, es sind jedoch auch anderen Formen der Dokumentation möglich, z. B. andere Formblätter oder Software.

Unter 1. des vorgestellten Musterformulars sollen die Tätigkeitsbeschreibung des Experiments sowie der geplante Einsatz eingetragen werden. Hier kann dokumentiert werden, ob besonders schutzbedürftige Personen am Experiment teilnehmen und worin die besondere Schutzbedürftigkeit besteht. Die Ermittlung der Stoffeigenschaften von dabei verwendeten Gefahrstoffen kann unter 2. erfasst werden. Aus 1. und 2. ergibt sich die Beurteilung der Gefahren (3.) und die Beurteilung des Gefährdungsgrades (4.), wie sie durch das Maßnahmenkonzept der RiSU-NRW beschrieben wird. Die Berücksichtigung der Tätigkeitsbeschränkungen wird unter 5. bestätigt.

Kernstück der Dokumentation sind die unter 6. aufgeführten Maßnahmen, die als Folge der Gefährdungsbeurteilung für die Durchführung des Experiments ergriffen werden müssen. Übliche Maßnahmen, wie z. B. das Tragen einer Schutzbrille oder die Verwendung eines Abzugs, sind durch ein Ankreuzschema dokumentierbar. Darüber hinaus bietet das Musterformular die Möglichkeit, weitere Maßnahmen aufzulisten. Außerdem können Maßnahmen aufgeführt werden, die speziell für das Experimentieren mit besonders schutzbedürftigen Schülerinnen und Schülern ergriffen werden.

Das danach folgende Flussdiagramm dient zur Abschätzung des Gefährdungspotenzials von Gefahrstoffen. Die daraufhin zu ergreifenden Maßnahmen werden in der anschließenden Übersicht präzisiert. Ebenso ist dort eine Präzisierung der sonstigen Gefahren zu finden.

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV**1. Tätigkeit/Experiment**

JgSt:

Ifd Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung:

geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐Schülerversuch ☐besonders schutzbedürftige Personen ☐**2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)**

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1.		
2.		
3.		

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☐ nein ☐

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☐	☐
durch Einatmen		☐	☐
durch Brand, Explosion	  	☐	☐
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☐	☐

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren:

Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeitgering ☐mittel ☐hoch ☐sehr hoch ☐

5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☐**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**Mindest-
standard
vgl.
RISU-NRW

Schutzbrille



Handschuhe



Abzug



geschl. System



Lüften



Brandschutz

☐☐☐☐☐☐☐**weitere Maßnahmen:**☐**Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:**☐**7. Entsorgung (optional)**

Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):

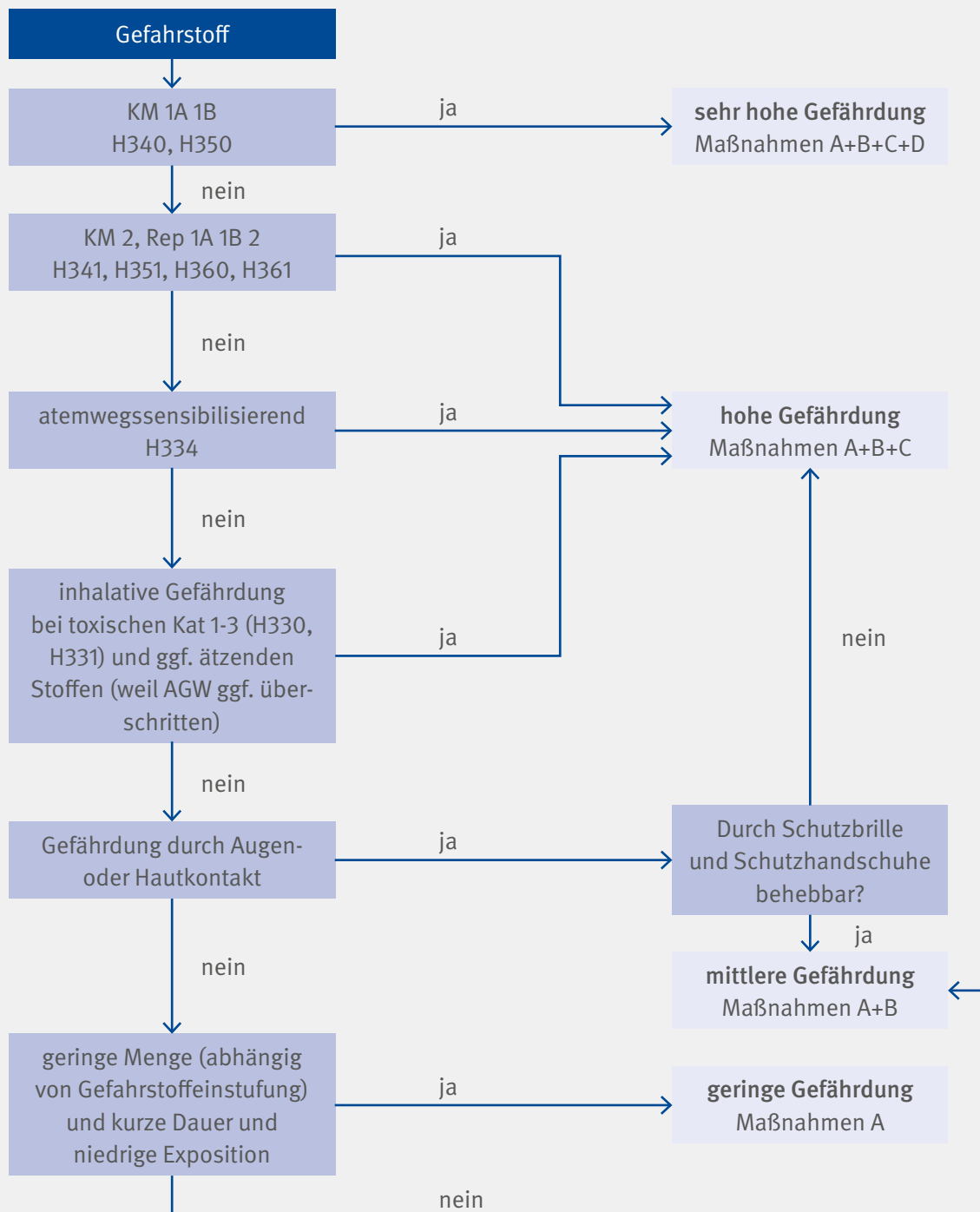
Datum:

Unterschrift:

ABSCHÄTZUNG DES GEFÄHRDUNGSPOTENZIALS

Die Abschätzung des Gefährdungspotenzials von Gefahrstoffen bei Gesundheitsgefahren unter Berücksichtigung von Gefahrstoffeinstufung, Menge, Freisetzungspotenzial, Wirkungsdauer und Erfahrung der Experimentierenden kann mit folgendem Flussdiagramm erfolgen.

Die zu ergreifenden Maßnahmen finden sich auf S. 4.



Geringe Gefährdung – Maßnahmen A

- Die Anforderungen der Checkliste „Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit chemischen Arbeitsstoffen“ (RISU III - 2.4.5) als Mindeststandard umsetzen.
- Keine detaillierte Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nötig.

Mittlere Gefährdung – zusätzliche Maßnahmen B

- Bis Klasse 4 Tätigkeitsbeschränkungen beachten (vgl. RISU I - 3.6).
- Ersatzstoffe nach Möglichkeit einsetzen.
- Arbeitsplatzgrenzwerte einhalten.
- Minimierung der Stoffmengen.
- Vermeidung von Hautkontakt sicherstellen.
- Persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille, ggf. Schutzhandschuhe) benutzen.
- Ggf. Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahr ergreifen.
- Gefährdungsbeurteilung erstellen und dokumentieren.
- Unterweisungen durchführen.


☐

☐

☐
Hohe Gefährdung – zusätzliche Maßnahmen C

- Tätigkeitsbeschränkung beachten, z. B. für akut toxische und KMR-Stoffe (vgl. RISU I - 3.6 und I - 3.7).
- Substitution (Ersatzstoffe und Ersatzverfahren)
Ein Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden.
- Wenn Substitution nicht möglich: Einsatz im geschlossenen System
- Wenn geschlossenes System nicht möglich:
Arbeitsverfahren mit geringer Exposition (z. B. Arbeiten im Abzug) wählen.


☐

☐
Sehr hohe Gefährdung – zusätzliche Maßnahmen D

- Tätigkeitsbeschränkung und Verwendungsverbote für KMR-Stoffe beachten (vgl. RISU I - 3.5, I - 3.6 und I - 3.7).
- Bei Experimenten mit zulässigen Gefahrstoffen dieser Kategorien alle
 - technischen
 - organisatorischen
 - personengebundenen
 } Schutzmaßnahmen ausschöpfen,
um eine Exposition von Personen ganz zu vermeiden oder auf ein Minimum zu reduzieren.

TABELLE: SONSTIGE GEFAHREN

Beurteilung		Maßnahmen	
Liegen Gefahren vor durch narkotisch wirkende Stoffe ? Beispiel: Distickstoffmonoxid (Lachgas) siehe Sicherheitsdatenblatt	ja →	Tätigkeiten mit diesen Stoffen unter einem Abzug oder mit kleinen Mengen (ml) bei ausreichend guter Raumlüftung	III - 2.4.5 und  ☐  ☐
Liegen Gefahren vor durch erstickend wirkende Stoffe ? Beispiele: Stickstoff, Kohlenstoffdioxid	ja →	zeitliche Begrenzung und Mengenbegrenzung, ausreichend gute Raumlüftung	III - 2.4.5 und  ☐
Liegen Gefahren vor durch tiefkalte Medien ? Beispiele: flüssiger Stickstoff, Trockeneis	ja →	technische Hilfsmittel (snow-pack): zeitliche Begrenzung auf 1 Min., Kälteschutzhandschuhe, ausreichend gute Raumlüftung	III - 2.4.5 und  ☐  ☐
Liegen Gefahren vor durch heiße Medien ? Beispiel: Thermit-Verfahren	ja →	Ausführung der Thermit-Reaktion im Freien, Auffangen des Reaktionsprodukts im Sandbett, ausreichender Schutzabstand für Personen und brennbare Materialien	III - 2.4.5 und  ☐
Liegen weitere Gefahren vor u. a. durch stoffliche Eigenschaften oder Tätigkeiten? Beispiele: • erhöhter Druck: Flüssigkeiten, Gase, Dämpfe • Vakuum • chronisch schädigend: Feinstäube • explosionsfähig: brennbare Stäube • Schneiden	ja →	Geeignete Schutzmaßnahmen gegen mögliche Gefahren ergreifen und dokumentieren.	III - 2.4.5 und  ☐  ☐  ☐  ☐ Schuttscheibe ☐

Im Folgenden sind beispielhaft zwei Gefährdungsbeurteilungen zu Experimenten aus dem Anfangsunterricht Chemie unter Berücksichtigung unterschiedlicher schutzbedürftiger Personen mit entsprechenden besonderen Maßnahmen aufgezeigt. Im nächsten Kapitel sind zudem Gefährdungsbeurteilungen⁸ zu konkreten Unterrichtsbeispielen zu finden.

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV

1. Tätigkeit/Experiment

Untersuchung der Brennerflamme – Flammenzone erkennen

JgSt: 7

lfd Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung:

Die Schülerinnen und Schüler sollen mithilfe eines Magnesiastäbchens, welches sie in die Brennerflamme halten, die verschiedenen Zonen einer Brennerflamme entdecken.

geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐ Schülerversuch ☒ besonders schutzbedürftige Personen ☒

Person mit starken visuellen Wahrnehmungsschwierigkeiten

2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1. Erdgas	Gefahr	H 220 Extrem entzündbares Gas.

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☒ nein ☐

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☐	☒
durch Einatmen		☐	☒
durch Brand, Explosion	  	☒	☐
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☒	☐

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren:

Schülerinnen und Schüler mit Wahrnehmungsgeeinträchtigung haben Schwierigkeiten, mit dem Magnesiastäbchen die richtigen Stellen in der Flamme zu finden.

Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

Stoff kann nicht ersetzt werden.

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeit

gering ☐

mittel ☒

hoch ☐

sehr hoch ☐

5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☒**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**

Mindest- standard vgl. RISU-NRW						
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. System	Lüften	Brandschutz
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒

weitere Maßnahmen:

Lange Haare zusammenbinden.

Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:

Die Lehrkraft oder die Schulbegleitung ist bei der schutzbedürftigen Person, damit sie den Brenner sofort wieder aufstellen kann, wenn er umgestoßen wird.

Die Lehrkraft oder die Schulbegleitung kann die Hand der schutzbedürftigen Person führen, so dass die Person das Magnesiastäbchen in die unterschiedlichen Flammenzonen halten kann.

oder

Mit einem sehr langen Stäbchen oder einer Verlängerung des Stäbchens und/oder Schutzhandschuhen wird die Gefährdung durch eine Verbrennung der Hand bei der Durchführung des Versuchs minimiert.

7. Entsorgung (optional)**Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):****Datum:****Unterschrift:**

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV**1. Tätigkeit/Experiment**

Extraktion von Rotkohlsaft und Verhalten gegenüber Säure und Lauge

JgSt: 7

Ild Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung:

Rotkohlblätter zerschneiden, Extraktion des Safts durch Kochen mit Wasser (auf Kochplatte) und Versetzen von Extraktproben mit verdünnter Säure bzw. verdünnter Lauge

geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐ Schülerversuch ☒ besonders schutzbedürftige Personen ☒

Person mit motorischer Beeinträchtigung oder mit stark beeinträchtigenden visuellen Störungen

2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1. Zitronensäure 2. Kalkwasser	Achtung Gefahr	H 319 Verursacht schwere Augenreizungen. H 315 Verursacht Hautreizungen. H 318 Verursacht schwere Augenschäden. H 335 Kann die Atemwege reizen.

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☐ nein ☒

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☒	☐
durch Einatmen		☐	☒
durch Brand, Explosion	  	☐	☒
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☐	☒

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren:

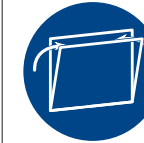
erhöhte Gefahr durch Schnittverletzungen und Verbrühungen der Haut durch heiße Flüssigkeit

Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

Zitronensäure bereits in gelöster Form aushändigen, Kalkwasser verdünnen. Durch beide Maßnahmen sinkt das Gefahrenpotenzial.

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeitgering ☐mittel ☒hoch ☐sehr hoch ☐

5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☒**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**

Mindest- standard vgl. RISU-NRW						
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. System	Lüften	Brandschutz
☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐

weitere Maßnahmen:

☐	
--------------------------	--

Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:

☒	1. Vorgeschnittene Rotkohlblätter portioniert verwenden. 2. Heißes Extraktionsgefäß gegen Umstürzen sichern (Stativ). 3. Verdünnte Säure und Lauge verwenden.
-------------------------------------	---

7. Entsorgung (optional)

Rotkohlreste in den Hausmüll geben, restliche Lösungen in den Ausguss gießen.

Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):

Datum:

Unterschrift:

5 Beispiele für Experimente des Anfangsunterrichts Chemie im Gemeinsamen Lernen

Das selbstständige Experimentieren der Schülerinnen und Schüler ist ein wesentlicher Bestandteil im Erkenntnisprozess innerhalb des Chemieunterrichts. Als „Frage an die Natur“ ist das Experiment stets aber auch ein wichtiger Motivationsfaktor für die Lernenden im Unterricht. Dies gilt selbstverständlich auch für Unterrichtsstunden des Gemeinsamen Lernens von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Handicap sowie solchen Schülerinnen und Schülern, die die deutsche Sprache noch erlernen.

Grundsätzlich muss jedoch bedacht werden, dass der Erkenntniszuwachs, der mit einem bestimmten Experiment verbunden sein soll, nie so wertvoll sein kann, dass dabei die Sicherheit der Experimentierenden gefährdet oder gar außer Acht gelassen werden kann.

Vor diesem Hintergrund wurden für die vorliegenden Unterstützungsmaterialien Experimente ausgewählt, die von erfahrenen Lehrerinnen und Lehrern aus verschiedenen Schulformen bereits erfolgreich erprobt wurden.

Die beispielhaft aufgeführten Experimente mit den dargestellten Versuchsaufbauten, Versuchsbeschreibungen sowie die verwendeten Geräte und Chemikalien sind als Vorschläge aufzufassen, die individuell von jeder Lehrkraft auf die entsprechenden örtlichen Situationen und die Lerngruppe hin angepasst werden müssen. Dabei ist zu beachten, dass sich durch die veränderten Bedingungen auch die zu einzelnen Versuchen beispielhaft erstellten Gefährdungsbeurteilungen verändern können. Die Prinzipien, die den vorgestellten Versuchen zugrunde liegen, können leicht auf andere Versuche im Chemieunterricht übertragen werden.

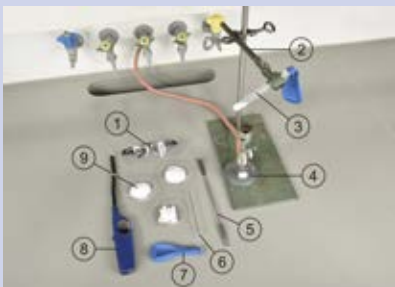
Um die Anpassung an die jeweilige Unterrichtssituation zu ermöglichen, sind die folgenden Materialien als Download im Internet abrufbar.⁹

Versuch A	Untersuchung der Brennerflamme (s. Beispiel-Gefährdungsbeurteilung)
Tätigkeits- beschreibung	Ein Magnesiastäbchen wird in die entleuchtete rauschende Brennerflamme an verschiedenen Zonen gehalten. Das Aufglühen wird beobachtet.
Versuchsaufbau	 1. Schutzbrille 2. Gasbrenner 3. hitzebeständige Handschuhe 4. Reagenzglasklammer/Reagenzglashalter mit einem Magnesiastäbchen 5. Stabfeuerzeug
Besondere Gefährdungen	• Verbrennungen beim Berühren des Magnesiastäbchens • Gefährdung durch Inbrandsetzung von Haaren, Kleidung, Unterlagen und anderen Gegenständen • Mangelnde Wahrnehmung der Flammenzonen • Motorische Beeinträchtigung beim Führen des Magnesia-Stäbchens
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Lange Magnesia-Stäbchen verwenden. • Ggf. Reagenzglasklammer oder bei Brandgefahr Tiegelzange verwenden. • Schutzzonen um den Experimentiertisch mit den Schülerinnen und Schülern gemeinsam festlegen. • Schülerarm nach Absprache durch die Lehrkraft führen. • Hitzebeständige Handschuhe bereithalten.¹⁰

Versuch B	Schmelzen von Glas
Tätigkeits- beschreibung	Glasrohre werden in der rauschenden Brennerflamme erhitzt und gebogen.
Versuchsaufbau	1. Schutzbrille 2. Glasrohr, mindestens 15 cm lang 3. Stabfeuerzeug 4. Gasbrenner
Besondere Gefährdungen	• Verbrennungen beim Berühren des heißen Glasrohrs • Gefährdung durch Inbrandsetzung von Haaren, Kleidung, Unterlagen und anderen Gegenständen • Schnittverletzungen durch scharfe Kanten am Glasrohr • Mangelnde Wahrnehmung der Flammenzonen • Motorische Beeinträchtigung beim Führen des Glasrohrs
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Lange Glasrohre verwenden (mind. 15 cm). • Abgesägte Glasrohre entgraten (abrunden, rundschmelzen). • Demonstration des „Glasbläsergriffs“¹¹ • Schülerarm nach Absprache durch die Lehrkraft führen. • Hitzebeständige Handschuhe bereithalten.

Versuch C	Erhitzen von Wasser
Tätigkeits- beschreibung	Eine Wasserportion (ca. 100 ml) wird im Becherglas mit einer Kochplatte bzw. dem Gasbrenner erhitzt. Die Temperatur wird am Thermometer abgelesen, wenn das Wasser siedet.
Versuchsaufbau	1. Thermometer 2. Becherglas (250 ml) mit Wasser und Siedesteinen 3. Drahtnetz 4. Stativfuß 5. Dreifuß 6. Stativ 7. Stativklammer (Diese besondere Stativklammer sichert durch eine verstellbare Kette auch größere Gefäße vor dem Umkippen.)
Besondere Gefährdungen	• Gefahr des Verbrühens beim Umkippen des Gefäßes • Gefahren durch Brennerflamme
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Becherglas gegen Umkippen mit Stativ sichern. • Möglichst breite Bechergläser verwenden. • Angemessene Wassermengen verwenden. • Heizplatten oder Mikroheizgeräte verwenden. • Möglichst auf Gasbrenner verzichten. • Rundkolben mit Heizpilz verwenden. • Verwenden von Siedesteinen oder eines Siedestabes. • Hinweisschild „Vorsicht heiß!“ mit Symbol in die Nähe des Versuchsaufbaus legen, bis Heizplatte abgekühlt ist. • Transportwege minimieren. • Im Stehen experimentieren. • Gehbehinderte Schülerinnen und Schüler sollen Abstand zum Arbeitsplatz halten oder ggf. eine Plastikschrürze verwenden.

Versuch D	Rotkohl – Blaukraut (s. Beispiel-Gefährdungsbeurteilung)
Tätigkeits- beschreibung	Rotkohl zerschneiden (ggf. durch Lehrkraft in der Vorbereitung), Extraktion des Saftes durch Kochen mit Wasser und Versetzen von Extraktproben mit verdünnter Säure bzw. verdünnter Lauge.
Versuchsaufbau	1. Rotkohl 2. schnittfeste Unterlage (Schneidebrett) 3. Messer 1. Heizplatte 2. Stativ 3. Becherglas mit Rotkohl und Wasser 4. Sicherheitsstativklammer 1. Becherglas mit erkaltetem, in Wasser gekochtem Rotkohl 2. Sieb 3. Becherglas mit Rotkohlsaft 1. Flasche mit Zitronensaft 2. Flasche mit Kalkwasser 3. Becherglas mit restlichem Rotkohlsaft 4. Reagenzglasständer mit Reagenzgläsern, die mit Rotkohlsaft gefüllt sind
Besondere Gefährdungen	• Beim Extrahieren des Rotkohls die Gefährdungsbeurteilung zu „Erhitzen von Wasser“ beachten. • Schnittverletzung beim Verwenden von Schneidemessern • Schülerinnen und Schüler beachten das Verbot von Geschmacksproben nicht.
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Vorgeschnittene Rotkohlstücke evtl. portioniert verwenden. • Auf Verbot von Geschmacksproben hinweisen. Gefäße kennzeichnen. • Den Saft des Rotkohls portionsweise einfrieren und diese zur Verfügung stellen. • Bei motorischen Unsicherheiten der Hände ggf. Schutzhandschuhe tragen.

Versuch E	Untersuchung weißer Stoffe (s. auch Unterrichtsbeispiel)
Tätigkeits- beschreibung	Kleine Proben verschiedener weißer Feststoffe werden auf ihr Verhalten beim Erhitzen und auf ihre Löslichkeit in Wasser geprüft.
Versuchsaufbau	  1. Schutzbrille 2. Stativklammer 3. Reagenzglas mit einem Luftballon und einem unbekannten weißen Stoff 4. Gasbrenner 5. Spatellöffel/Spatel 6. Reagenzglas 7. Luftballon 8. Stabfeuerzeug 9. unbekannter weißer Stoff 1. unbekannter weißer Stoff A 2. unbekannter weißer Stoff B 3. unbekannter weißer Stoff C
Besondere Gefährdungen	- Gefährdungsbeurteilung zu „Erhitzen von Zucker“ beachten. - Schülerinnen und Schüler beachten das Verbot von Geschmacksproben nicht.
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	- Als alternative Heizquelle kann eine Kerze verwendet werden. - Auf Pyrolyseprodukte achten, z. B. beim Erhitzen von Zucker; Abzug verwenden. - Auf Verbot von Geschmacksproben hinweisen.

Versuch F	Erstarrungstemperatur von Kerzenwachs
Tätigkeits- beschreibung	Ca. 3 g Stearinsäure (Kerzenwachs) werden geschmolzen und der Temperaturverlauf beim langsamen Abkühlen wird gemessen.
Versuchsaufbau	1. Becherglas 2. rote Kerze 3. Thermometer 4. Sicherheitsstativklammer 5. Schutzbrille 6. kleines Becherglas 7. Stabfeuerzeug 1. Stativ (1a aufgeschnittenes Schlauchstück zum Schutz des kleinen Reagenzglases) 2. Thermometer 3. Becherglas mit Wasser und Siedesteinen 4. Sicherheitsstativklammer 5. kleines Reagenzglas mit rotem Kerzenwachs 6. Drahtnetz 7. Dreifuß 8. Gasbrenner
Besondere Gefährdungen	• Kerzenwachs wird zu stark erhitzt. • Gefahren durch Brennerflamme • Thermometer könnte brechen. • Schülerinnen und Schüler können Temperatur nicht ablesen, weil die Skala zu klein ist.
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Stearinsäure im Reagenzglas im Wasserbad auf Kochplatte erhitzen. • Apparatur gegen Umfallen sichern. • Digitalthermometer verwenden. • Besonders bruchsicheres Thermometer mit großer Skala verwenden.

Versuch G	Trennung von Stoffgemischen – Destillation mit vereinfachtem Versuchsaufbau
Tätigkeits- beschreibung	Ein mit Rotwein zu etwa einem Drittel gefüllter Erlenmeyerkolben wird mit einem Aufsatz verschlossen, mit einem doppelt gewinkelten Glasrohr versehen und auf einer Heizplatte erhitzt. Der abdestillierte Alkohol wird in einem kleinen Becherglas aufgefangen. Das Produkt wird nach dem Versuch in einer Porzellanschale entzündet.
Versuchsaufbau	1. Erlenmeyerkolben mit Rotwein und Siedesteinen 2. Becherglas 3. Heizplatte 4. Aufsatz für den Erlenmeyerkolben mit gebogenem Glasrohr 5. Schutzbrille
Besondere Gefährdungen	• Gefährdungsbeurteilung zu „Erhitzen von Wasser“ beachten. • Siedeverzug • Bei Siedeverzug kann der Aufsatz aus dem Erlenmeyerkolben springen. Gefahr des Erschreckens.
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Siedesteine dazugeben. • Alternativen stabilen Versuchsaufbau verwenden, z. B. mit Reagenzgläsern. • Mit Heizplatte statt mit dem Brenner erhitzen. • Schülerinnen und Schüler darauf hinweisen, dass der Aufsatz aus dem Erlenmeyerkolben springen könnte. • Je nach Lerngruppe evtl. Strom/Gas erst freigeben, wenn alle Apparaturen kontrolliert sind. • Je nach Lerngruppe durchgängige Überwachung beim Erhitzen durch die Lehrkraft.

Versuch H	Trennung von Stoffgemischen – Destillation mit einem Kühler
Tätigkeits- beschreibung	50 ml Rotwein werden in einem Rundkolben über einen Liebigkühler destilliert. Das Produkt wird in einem kleinen Becherglas aufgefangen.
Versuchsaufbau	  1. Rundkolben 2. Schutzbrille 3. Siedesteine 4. Thermometer 5. Destillieraufsatz mit Liebig-Kühler 6. Heizpilz 1a. Rundkolben mit Rotwein und Siedesteinen 2. Stativmaterial 3. Destillieraufsatz mit Liebig-Kühler 4. Becherglas als Vorlage 5. höhenverstellbare Unterlage 6. Stativfuß 7a. Schlauch für den Wasserabfluss 7b. Schlauch für die Wasserzufuhr
Besondere Gefährdungen	• Siedeverzug • Überdruck
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Siedesteine dazugeben. • Einfache Destillationsapparaturen anbieten. • Ggf. mit Heizpilz erhitzen. • Darauf achten, dass die Apparatur niemals komplett verschlossen wird. • Je nach Lerngruppe evtl. Strom/Gas erst freigeben, wenn alle Apparaturen kontrolliert sind. • Je nach Lerngruppe durchgängige Überwachung beim Erhitzen durch die Lehrkraft

Versuch I	Trennung von Stoffgemischen – Extraktion mit Filtration
Tätigkeits- beschreibung	Kokosraspeln werden mit Petroleumbenzin übergossen und unter Rühren extrahiert. Das Lösemittel mit dem Fett wird abfiltriert. Das Lösemittel lässt man im Abzug verdunsten. (Auch eine Destillation des Lösemittels ist möglich.)
Versuchsaufbau	1. Flasche mit Petroleumbenzin 2. Becherglas mit Glasstab 3. Kokosnuss 4. Gummistopfen 5. Erlenmeyerkolben 6. Filterpapier 7. Abdampfschale 8. Uhrglas mit Kokosraspeln 9. Trichter 10. Schutzbrille 1. Becherglas 2. Petroleumbenzin und Kokosraspeln 1. Erlenmeyerkolben mit Petroleumbenzin und gelöstem Kokosextrakt 2. Trichter 3. Becherglas 4. Filterpapier mit Kokosraspeln 5. Abdampfschale
Besondere Gefährdungen	• Lösungsmitteldämpfe beim Verdunsten des Lösungsmittels • Schülerinnen und Schüler beachten das Verbot von Geschmacksproben nicht. • Schnittverletzungen beim Verwenden von Schneidemessern
Zusätzliche Maß- nahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürf- tige Schülerinnen und Schüler	• Beim Verdunsten des Lösungsmittels Abzug verwenden. • Fertige Kokosraspel verwenden. • Extraktionsbeispiele mit Wasser als Lösemittel anbieten (z. B. Tee, Kaffee). • Auf Verbot von Geschmacksproben hinweisen.

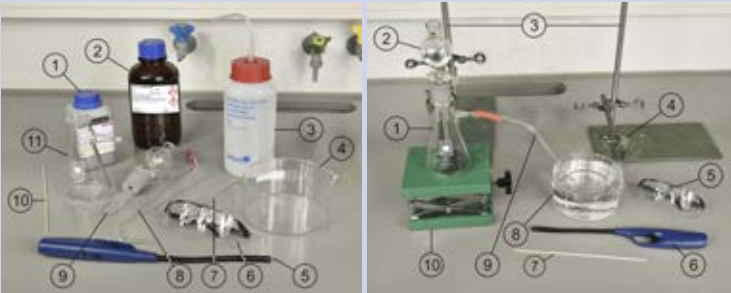
Versuch J	Erhitzen von Zucker
Tätigkeits- beschreibung	Eine Spatelspitze Zucker wird im Reagenzglas zunächst langsam, dann stärker erhitzt.
Versuchsaufbau	1. Reagenzglas 2. Spatellöffel/Spatel 3. Stabfeuerzeug 4. Zucker 5. Uhrglas mit einer Stoffportion Zucker 6. Schutzbrille 7. Luftballon 1. Stativ 2. Reagenzglas mit Zucker 3. Luftballon 4. Gasbrenner
Besondere Gefährdungen	• Heißes Reagenzglas • Pyrolyseprodukte können entstehen.
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Versuch unter dem Abzug durchführen. • Alternative Methode: Kleine Zuckerportion auf feuerfester Unterlage (z. B. Alufolie) auf einer Heizplatte unter dem Abzug langsam erhitzen. • Berührung vermeiden.

Versuch K	Reaktion von Eisen mit Schwefel – Sulfidbildung (Lehrerdemonstrationsexperiment)
Tätigkeits- beschreibung	Eine stöchiometrische Mischung von Eisen und Schwefel wird im Reagenzglas erhitzt (wenige Gramm). Nach Erkalten wird das Eisensulfid betrachtet.
Versuchsaufbau	1. Gefäß mit Schwefelpulver 2. Gefäß mit Eisenpulver 3. Stabfeuerzeug 4. Spatellöffel/Spatel 5. Uhrglas mit Schwefel-Eisen-Mischung 6. Uhrglas mit Schwefelpulver 7. Uhrglas mit Eisenpulver 8. Luftballon 9. Reagenzglas 10. Schutzbrille 1. Stativ 2. Luftballon 3. Reagenzglas mit einer Schwefel-Eisen-Mischung 4. Gasbrenner
Besondere Gefährdungen	• Schwefeloxide können freigesetzt werden, daher hohe Gefährdung bei offenen Systemen. • Zur Entnahme des Produkts muss das Reagenzglas zerbrochen werden: Splittergefahr. • Erschrecken durch plötzliches Aufglühen möglich
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Versuch unter dem Abzug in einem geschlossenen System durchführen. • Hitzebeständige Reagenzgläser benutzen. • Reagenzglas durch Lehrkraft zerschlagen. • Vorab auf plötzliches Aufglühen hinweisen.

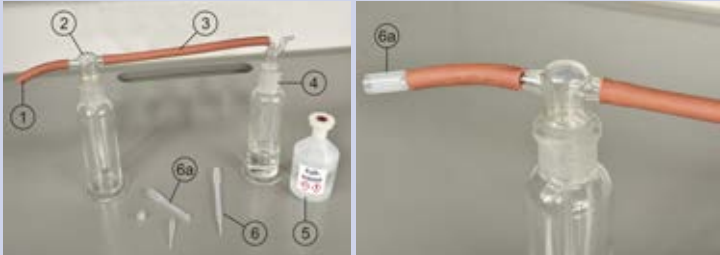
Versuch L	Kupfersulfat – weiß und blau
Tätigkeits- beschreibung	Einige Gramm blaues Kupfersulfat-Pentahydrat werden erhitzt. Nach dem Erkalten wird auf das weiße, wasserfreie Kupfersulfat etwas Wasser gegeben. Die Temperatur wird gemessen.
Versuchsaufbau	1. Gefäß mit blauem Kupfersulfat 2. Flasche mit Wasser 3. Stabfeuerzeug 4. Pipette 5. Spatellöffel/Spatel 6. Reagenzglas 1. Stativ 2. Reagenzglas mit blauem Kupfersulfat 3. Gasbrenner 1. Stativ 2. Pipette mit Wasser 3. Reagenzglas mit zuvor erhitztem blauen Kupfersulfat
Besondere Gefährdungen	• Bei starkem Erhitzen können Schwefeloxide freigesetzt werden. • Probieren der Kristalle • Mitnahme der Kristalle
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Schülerinnen und Schüler vor zu starkem Erhitzen warnen, nur schwach entleuchtete Brennerflamme verwenden. • Hinweis auf starke Erwärmung bei Wasserzugabe geben. • Entsorgungshinweise geben. • Stoff vorab abfüllen. • Auf Verbot von Geschmacksproben hinweisen.

Versuch M	Verbrennen von Magnesium
Tätigkeits- beschreibung	Ein etwa 5 cm langer Streifen Magnesiumband wird entzündet und verbrannt.
Versuchsaufbau	1. Schutzbrille 2. Gasbrenner 3. Stabfeuerzeug 4. Magnesiumband 5. Kobaltglas 6. Tiegelfzange
Besondere Gefährdungen	• Extrem starke Blendwirkung: Augenschutz! Daher eher Lehrer-versuch. • Extrem hohe Temperatur • Mitnahme des Materials durch Schülerinnen und Schüler
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Verwendung eines Schutzfilters gegen die Blendwirkung: z. B. großes Cobaltglas oder Ceranplatte vorhalten. • Kleine Portionen verwenden. • Feuerfeste Unterlagen bereitstellen. • Löschsand bereithalten. • Material abgezählt ausgeben. • Vor Versuchsdurchführung auf Blendgefahr hinweisen.

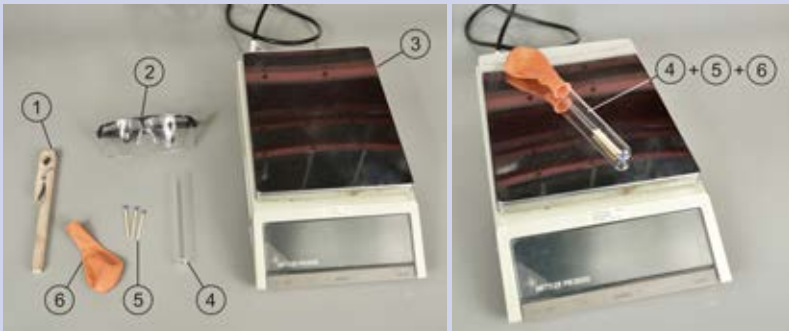
Versuch N	Untersuchung der Kerzenflamme
Tätigkeits- beschreibung	Wachsdämpfe einer brennenden Kerze werden mithilfe eines kleinen Glasrohrs abgeleitet und entzündet.
Versuchsaufbau	1. Kerze 2. Stabfeuerzeug 3. Schutzbrille 4. Tiegelflange oder Reagenzglasklammer/ Reagenzglashalter 5. Glasrohr 5a. aufgeschnittener Gummischlauch zum Schutz des Glasrohrs
Besondere Gefährdungen	• Verbrennungsgefahr • Schnittverletzungen
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf besonders schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Glasröhrchen entgraten (s. Versuch „Schmelzen von Glas“). • Hinweise zur Reduzierung der Rußbildung geben. • Bei Schülerinnen und Schülern mit Bewegungseinschränkungen evtl. Experimentierhand führen.

Versuch O	Synthese und Nachweis von Sauerstoff (Glimmspanprobe)
Tätigkeits- beschreibung	Aus Braunstein und verdünnter Wasserstoffperoxid-Lösung wird Sauerstoff gewonnen, der pneumatisch in ein Reagenzglas überführt wird und mit einem Glimmspan nachgewiesen wird (Nachweis für Sauerstoff).
Versuchsaufbau	 1. Gefäß mit Mangan(IV)-oxid (Braunstein) 2. Flasche mit Wasserstoffperoxid-Lösung 3. Flasche mit Wasser 4. Glas- oder Plastikschale (pneumatische Wanne) 5. Stabfeuerzeug 6. Schutzbrille 7. Reagenzglas 8. doppelt gebogenes Glasrohr mit Schlauchstück 9. Tropftrichter mit Gummistopfen 10. Holzspan 1. Erlenmeyerkolben mit seitlichem Ansatz und Mangan(IV)-oxid 2. Tropftrichter mit Wasserstoffperoxid-Lösung 3. Stative 4. Reagenzglas 5. Schutzbrille 6. Stabfeuerzeug 7. Holzspan 8. pneumatische Wanne mit Wasser 9. doppelt gebogenes Glasrohr mit Schlauchstück 10. höhenverstellbare Unterlage
Besondere Gefährdungen	• Erschrecken beim Aufflammen möglich • Verätzungen möglich
Zusätzliche Maß- nahmen mit be- sonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Augen- und Hautkontakt mit Wasserstoffperoxid vermeiden. • Vorab auf plötzliches Aufflammen hinweisen. • Schutzhandschuhe bereithalten.

Versuch P	Synthese und Nachweis von Kohlenstoffdioxid (I)
Tätigkeits- beschreibung	Aus einer Brausetablette und Wasser wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt und pneumatisch in einem Reagenzglas aufgefangen. Das aufgefangene Gas wird mit Kalkwasser geschüttelt (Nachweis für Kohlenstoffdioxid).
Versuchsaufbau	1. Packung mit Brausetabletten 2. doppelt gebogenes Glasrohr mit Schlauchstück 3. Tropftrichter mit Gummistopfen 4. Glas- oder Plastikschaale (pneumatische Wanne) 5. Flasche mit Kalkwasser 6. Flasche mit Wasser 7. Erlenmeyerkolben mit seitlichem Ansatz 8. Gummistopfen für das Reagenzglas 9. Reagenzglas 10. Schutzbrille 1. Erlenmeyerkolben mit seitlichem Ansatz und Brausetabletten-Pulver 2. Tropftrichter mit Wasser 3. Stative 4. Reagenzglas 5. Schutzbrille 6. pneumatische Wanne mit Wasser und einem Gummistopfen für das Reagenzglas 7. doppelt gebogenes Glasrohr mit Schlauchstück 8. höhenverstellbare Unterlage
Besondere Gefährdungen	• Verätzungen möglich
Zusätzliche Maß- nahmen mit be- sonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Beim Schütteln des Reagenzglases mit Kalkwasser und Kohlenstoffdioxid besonders auf gute Dichtigkeit des Stopfens achten (Verspritzen). • Schutzhandschuhe bereithalten.

Versuch Q	Nachweis von Kohlenstoffdioxid (II) in der Atemluft
Tätigkeits- beschreibung	Atemluft wird in ein Reagenzglas mit Kalkwasser eingeleitet, bis die Trübung eintritt.
Versuchsaufbau	 1. Gummischlauch 2. leere Gaswaschflasche 3. Gummischlauch 4. Gaswaschflasche mit Kalkwasser 5. Flasche mit Kalkwasser 6. unbenutzte Plastikpipette 6a. zerschnittene unbenutzte Plastikpipette, deren Mittelstück als Mundstück verwendet wird
Besondere Gefährdungen	• Versehentliches Inhalieren der Nachweisflüssigkeit möglich
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Atemluft in Luftballon pusten und diese verwenden. • Waschflasche zwischenschalten. • Siehe auch den beispielhaften Versuchsaufbau im Internet.¹²

Versuch R	Reaktion von Kohlenstoff mit Kupfer(II)-oxid und Nachweis der Reaktionsprodukte
Tätigkeitsbeschreibung	Holzkohlepulver und Kupfer(II)-oxid werden im Reagenzglas gemischt, waagrecht eingespannt und erhitzt. Das sich bildende Kohlenstoffdioxid wird über ein gewinkeltes Glasrohr in Kalkwasser geleitet.
Versuchsaufbau	1. Stabfeuerzeug 2. Gefäß mit schwarzem Kupferoxid 3. Schutzbrille 4. Gasbrenner 5. Flasche mit Kalkwasser 6. Uhrglas mit Holzkohlepulver 7. Uhrglas mit schwarzem Kupferoxid 8. gewinkeltes Glasrohr mit Gummistopfen 9. Reagenzgläser 1. Reagenzglas mit einer Kupfer(II)-oxid-Kohlenstoff-Mischung 2. Stative 3. gewinkeltes Glasrohr mit Gummistopfen 4. Reagenzglas mit Kalkwasser 5. Gasbrenner
Besondere Gefährdungen	• Hohe Temperaturen • Durch Rückschlagen des kalten Kalkwassers in das heiße Reagenzglas der Edukte nach Entfernen der Brennerflamme kann es zum spontanen Verdampfen und damit zum Bersten des Reagenzglases kommen.
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Waschflasche zwischenschalten. • Evtl. Durchführung als Schülerdemonstrationsversuch • Besondere Arbeitsanweisungen für das Beenden des Versuchs (Rückschlag) geben. • Heiße Geräte nicht berühren.

Versuch S	Gesetz von der Erhaltung der Masse
Tätigkeits- beschreibung	In einem mit einem Luftballon verschlossenen Reagenzglas werden drei Streichhölzer erhitzt, bis sie sich entzünden. Das Reagenzglas wird vor und nach dem Versuch gewogen (in kaltem Zustand).
Versuchsaufbau	 1. Reagenzglasklammer/ Reagenzglashalter 2. Schutzbrille 3. elektronische Waage 4. Reagenzglas 5. 3 Streichhölzer 6. Luftballon 4. + 5. + 6. Reagenzglas mit drei Streichhölzern und einem Luftballon 
Besondere Gefährdungen	• Luftballon kann sich entzünden. • Plötzliches Entzünden der Streichhölzer kann erschrecken.
Zusätzliche Maßnahmen mit besonderem Blick auf besonders schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler	• Reagenzglas ggf. an Stativ schräg befestigen, um das versehentliche Entzünden des Ballons zu vermeiden. • Hitzebeständige Reagenzgläser verwenden. • Hinweis geben, dass die Streichhölzer sich plötzlich entzünden.

6 Gezielte Wahl von Methoden und Sozialformen für mehr Sicherheit

Gefährdungspotenziale im naturwissenschaftlichen Unterricht lassen sich in einem erheblichen Maße durch die gewählte Methodik und die gewählte Sozialform steuern bzw. beeinflussen. Die Auseinandersetzung mit diesen Einflussgrößen ist für alle Lehrkräfte, besonders für Lehrkräfte der naturwissenschaftlichen Fächer, eine Selbstverständlichkeit, die mit täglich praktiziertem hohem Verantwortungsbewusstsein verbunden ist.

So trägt beispielsweise die Entscheidung, ob ein Experiment als Schülerexperiment, als Schülerdemonstrationsexperiment oder als Lehrerexperiment durchgeführt wird, maßgeblich zur Bewertung des Gefahrenpotenzials bei. Zu beachten ist allerdings, dass die im Lehrplan aufgeführten Kompetenzen zu erreichen sind. Bei der Durchführung der Experimente lassen sich in den Sozialformen schließlich weitere Feinabstufungen finden, die etwa die Partner- oder Gruppenarbeit sowie auch die Auswahl unterschiedlicher Rollen in den Gruppen – z. B. Sicherheitsbeauftragter, Experimentdurchführerin, Protokollant – betreffen. Die Wahl der Methodik, wie zum Beispiel die Entscheidung für ein Stationenlernen, eine arbeitsteilige Gruppenarbeit, eine Recherche oder der zeitweise Einsatz eines Filmes oder einer App als Ersatz für ein Realexperiment, sind weitere Möglichkeiten, entscheidenden Einfluss auf die Möglichkeit des Experimentierens – der gesamten Gruppe, einer Teilgruppe, aber auch besonders schutzbedürftiger Personen – zu nehmen. So können beispielsweise durch ein Stationenlernen mit obligatorischen und fakultativen Stationen binnendifferenzierende Angebote geschaffen werden.

Entscheidet man sich für ein Schülerexperiment – was sicherlich so oft wie möglich anzustreben ist –, so kann durch verschiedene Maßnahmen das Gefährdungspotenzial gesenkt werden. So kann zum Beispiel bei der oben beschriebenen „Extraktion von Rotkohlsaft“ (Kap. 4 „Erstellen von Gefährdungsbeurteilungen“, S. 18 und Kap. 5 „Beispiele für Experimente“, S. 30) das dort geschilderte mögliche Gefahrenpotenzial umgangen werden, welches beim Zerschneiden von Rotkohlblättern und damit dem Umgang mit scharfen Messern entsteht, indem die Fachlehrkraft vorgeschnittenes Kohlmateriale aushändigt. Es besteht aber auch die Möglichkeit, hier individuell zu entscheiden, ob je nach Zuverlässigkeit der Lerngruppe „Schneidexperten“ für diese Tätigkeit herangezogen werden können.

Das „Buddy-Konzept“ beschreibt eine weitere unterrichtliche Vorgehensweise, bei der Schülerinnen und Schüler Verantwortung für andere übernehmen. Das Wort Buddy leitet sich aus dem Englischen ab und bedeutet Kumpel oder enger Freund. Dies beschreibt die Aufgabe der Lernbuddies recht gut. Sie helfen Klassenkameradinnen und -kameraden und unterstützen sie bei der Lösung ihrer unterrichtlichen Probleme.¹³ Das Konzept der Lernbuddies kann auch gut im naturwissenschaftlichen Unterricht angewendet werden: Lernende, die sicher experimentieren und für ihre Zuverlässigkeit bekannt sind, bekommen eine Schülerin oder einen Schüler zugeteilt, die oder der noch Unterstützungsbedarf hat. Diese Vorgehensweise erfordert von den Lehrkräften ein hohes Maß an Erfahrung und Kenntnis der Lerngruppe. Die Vorteile dieser Vorgehensweise sind aber für alle Beteiligten in sozialer und fachlicher Hinsicht bedeutend. Entscheidend ist hier, dass die Lehrkräfte die Verantwortung im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht nicht abgeben, sondern Verantwortungsübernahme kontrolliert begleiten. Als Beispiel hierfür sei der in dieser Handreichung ebenfalls dokumentierte Umgang mit dem Heißluftgebläse benannt: Nach der Verdeutlichung der Gefährdung durch Verbrennung und die ggf. erfolgte Einweisung einer zusätzlichen Aufsichtsperson, sollte auch geprüft werden, ob nicht nur einige Schülerinnen und Schüler das Experiment durchführen, sondern ob die Gruppe in diesem Fall Verantwortung für jedes einzelne Mitglied übernehmen kann, d. h. jeder Lernende achtet in seiner Gruppe mit darauf, dass Berührungen mit der Metallspitze des Heißluftgebläses und der sehr heißen Luft unterbleiben.

Weitere Beispiele für geeignete Sozialformen sind im Material zu finden. Zugleich können die vorliegenden Vorschläge durch Abwandlungen in der Sozialform optimiert werden.

7 Beispiele für Unterrichtsvorhaben im Gemeinsamen Lernen

In diesem Kapitel werden zwei Unterrichtsvorhaben vorgestellt, die als Stationenlernen konzipiert sind und bereits erfolgreich in der Praxis im Gemeinsamen Lernen eingesetzt wurden.

Die Methode Stationenlernen eignet sich in besonderer Weise für den Einsatz im Gemeinsamen Lernen (vgl. Kapitel 6 „Gezielte Wahl von Methoden und Sozialformen für mehr Sicherheit“, S. 50), da sie ein großes Spektrum an Differenzierungsmaßnahmen zur individuellen Förderung ermöglicht. So sind z. B. Differenzierungen in Bezug auf die Quantität der Lernangebote möglich, es ist aber auch möglich, individuelle Fähigkeiten und Interessen zu berücksichtigen und individuelle Hilfsmittel und Methoden zu wählen. So ist sicheres Experimentieren und vielfältiges Lernen gut vereinbar. Je nach Lerngruppe muss entschieden werden, welche Anregungen zur Differenzierung sinnvoll sind und ob weiteres Material (Laufzettel, differenzierte Checklisten zur Erstellung von Forschermappen etc.) erforderlich ist.

Beim Stationenlernen „Untersuchung weißer Stoffe“ kommen vier Stationen zum Einsatz, die gemeinsam das gesuchte Ergebnis liefern. Der Fokus liegt bei dieser Ausarbeitung auf den Arbeitsblättern, die jeweils in einer Standardversion und einer vereinfachten Version zur Verfügung stehen. Auf den vereinfachten Arbeitsblättern sind die Aufgaben einfacher formuliert, auch der Umfang der Aufgaben ist geringer. Um zu einem Ergebnis zu kommen, müssen alle Arbeitsblätter vollständig bearbeitet werden.

Das zweite Stationenlernen „Joghurtbecher, Windeln, Bauschaum und Polyester“ bietet vier Stationen zu voneinander unabhängigen Experimenten. Für alle Schülerinnen und Schüler werden die gleichen Arbeitsblätter verwendet. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Darstellung der Methode, die es einzelnen Schülerinnen und Schülern erlaubt, nur Teile der Aufgaben zu bearbeiten und dennoch einen Lernerfolg zu haben.

Maßnahmen zur individuellen Förderung sind immer abhängig von der speziellen Situation einer Lerngruppe. Damit dieses Stationenlernen auf die eigene Lerngruppe angepasst werden kann, sind alle Vorlagen auch digital verfügbar.¹⁴

Untersuchung weißer Stoffe

Lernplanbezug:

Schulform	Inhaltsfeld	Fachlicher Kontext
Gymnasium	Stoffe und Stoffveränderungen	Stoffe des Alltags
Gesamtschule (NW bzw. Chemie)	Stoffe und Stoffeigenschaften	Stoffe des Alltags
Realschule	Stoffe und Stoffeigenschaften	Stoffe des Alltags
Hauptschule	Stoffe und Stoffeigenschaften	Stoffe im Alltag

Einsatz des Materials im Unterricht

Die folgende Unterrichtssequenz richtet sich an Schülerinnen und Schüler im Anfangsunterricht Chemie und wurde in einer Klasse 7 des Gemeinsamen Lernens an einem Gymnasium erprobt. In dieser Klasse waren vier Schülerinnen und Schüler mit Unterstützungsbedarf im Bereich Lernen und ein Schüler mit Unterstützungsbedarf im Bereich Geistige Entwicklung. Die Klasse wurde durchgehend von einem Chemielehrer und in einigen Stunden von einer Förderschullehrerin betreut.

Die Erarbeitung der Stoffeigenschaften im Inhaltsfeld Stoffe und Stoffveränderungen bzw. Stoffeigenschaften ist für die Jahrgangsstufe 7 für alle Schulformen der allgemeinbildenden Schulen obligatorisch. Ein Lernen an Stationen bietet sich an, weil ausgewählte Stoffeigenschaften so von den Schülerinnen und Schülern separat kennengelernt und direkt an konkreten Stoffbeispielen untersucht werden können. Die Stoffeigenschaften Löslichkeit, saures/basisches Verhalten, Verhalten beim Erhitzen und elektrische Leitfähigkeit sind für Schülerinnen und Schüler gut geeignet, um erste experimentelle Erfahrungen im Chemieunterricht zu sammeln. Dabei erhalten die Schülerinnen und Schüler auf den Stationsarbeitsblättern zunächst die wichtigsten Informationen zur jeweiligen Stoffeigenschaft und führen anschließend den beschriebenen Versuch mit den unbekannten weißen Feststoffen (Zitronensäure, Natriumhydrogencarbonat, Natriumchlorid, Mehl, Zucker) durch. Jedes Stationsarbeitsblatt ist auch in vereinfachter Darstellung und Sprache gestaltet worden, um Schülerinnen und Schülern mit Unterstützungsbedarf gerecht zu werden, wobei die Leistungsanforderungen des Gymnasiums (Klasse 7) sowie die der Förderschule (Lernen) in den Blick genommen werden.

Die Ergebnisse der Beobachtungen werden auf einem Laufzettel mit einer Übersicht über alle Stoffe und alle Stationen eingetragen und können so zur Beantwortung der Leitfrage, um welche Stoffe es sich handelt, ausgewertet werden. Als weitere Unterstützung bei der Dokumentation der Beobachtung sind im Beispiel farbige, beispielhafte Beobachtungen vorgeschlagen, die ausgeschnitten und auf dem Laufzettel aufgeklebt werden können. So können auch Schülerinnen und Schüler, die nicht schreiben können, trotzdem eine Beobachtung angemessen dokumentieren. Dies kann auch in Klassen mit Schülerinnen und Schülern, die erst seit kurzem in Deutschland eine Schule besuchen und Unterstützungsbedarf bezüglich der Sprache haben, von Interesse sein.

Es ist ebenfalls möglich, für Schülerinnen und Schüler mit Unterstützungsbedarf die Untersuchung aller fünf Stoffe auf drei Stoffe zu reduzieren. Dies ist immer von den individuellen Fähigkeiten der einzelnen Kinder abhängig und entsprechend zu entscheiden. Station 1 und 2 sollten idealerweise hintereinander durchgeführt werden, um ein erneutes Lösen der Stoffe für die pH-Wertmessung zu vermeiden. Die Lehrkraft sollte weiterhin ein besonderes Augenmerk auf Station 3 legen, weil beim Erhitzen von Feststoffen durch Schülerinnen und Schüler häufig die Zeitspanne des Erwärmens in der Brennerflamme überschritten wird und so eindeutige Auswertungen der Beobachtungen erschwert werden. Zudem ist dies die Station, die die höchste Gefährdung aufweist. Für eine erfolgreiche Durchführung der Arbeit an den Stationen kann es für Schülerinnen und Schüler mit Unterstützungsbedarf ebenfalls sinnvoll sein, in Kleingruppen mit jeweils einem Lernbuddy zu experimentieren.

Quellen

Alle verwendeten Quellen werden unter „Quellenangaben“ (S. 93) aufgeführt.¹⁵

Material

Es folgen vier Arbeitsblätter zu den Stationen, jeweils in Standardsprache und einfacher Sprache, Arbeitsblätter zur Zusammenfassung der Ergebnisse sowie Gefährdungsbeurteilungen zu den Versuchen.

Chemie Klasse 7

Unterrichtsvorhaben: Stoffeigenschaften

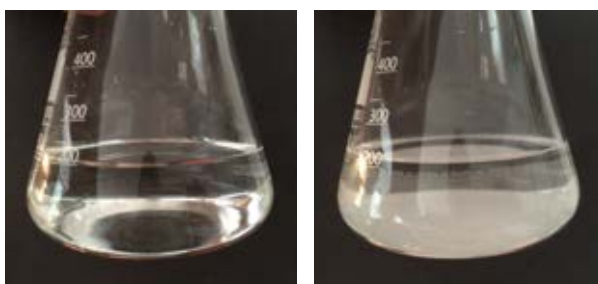
STATION 1: LÖSEN VON STOFFEN

Infos zum Thema:

Viele Stoffe lösen sich in Wasser, wie z. B. Kochsalz und Zucker (s. Abb. links). Allerdings gibt es auch Stoffe, die sich nicht in Wasser lösen lassen. Zu diesen Stoffen gehört zum Beispiel Mehl (s. Abb. rechts). Die Löslichkeit ist somit eine wichtige Stoffeigenschaft.

Zusatz-Information:

Wenn du beim Lösen eines Stoffs einen nicht weiter löslichen Rückstand am Boden erkennen kannst, spricht man von einer **gesättigten Lösung**. Es kann nicht noch mehr von diesem Stoff in dem Lösemittel (meistens Wasser) gelöst werden. Wenn du trotzdem noch mehr von dem Stoff in das Lösemittel gibst, sinkt dieser zum Boden des Gefäßes und bleibt dort ebenfalls als **Rückstand am Gefäßboden**.

**Versuchsmaterialien:**

5 Reagenzgläser (RG) mit den unbekannten Stoffen im Reagenzglasgestell, Spatel, Messzylinder (10 ml), 5 leere RG, Stopfen

Versuchsdurchführung:

Gib zwei Spatelspitzen von Stoff A in ein leeres RG und fülle es mit 5 ml Wasser auf. Verschließe das RG mit dem Stopfen und schüttele es vorsichtig. Beobachte, ob sich der Stoff in Wasser löst oder nicht. Notiere das Ergebnis in der Tabelle auf deinem Arbeitsblatt.

Aufgabe:

Führe mit den Stoffen B – E den Versuch zur Löslichkeit durch. Trage deine Beobachtungen ein. Verwende die Begriffe „sehr gut“, „gut“, „mittelmäßig“, „schlecht“ oder „gar nicht“ löslich.

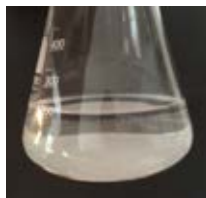
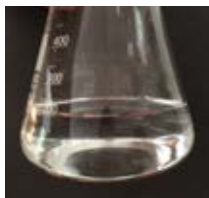
Chemie Klasse 7

Thema der Reihe: Stoffeigenschaften

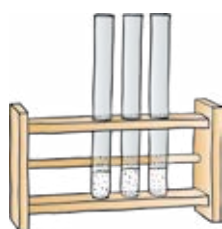
STATION 1: LÖSEN VON STOFFEN

Infos zum Thema:

- Viele Stoffe lösen sich in Wasser, wie z. B. Kochsalz und Zucker. Sie sind dann nicht mehr zu erkennen (links im Bild).
- Es gibt aber auch Stoffe, die sich nicht in Wasser lösen lassen, z. B. Mehl (rechts im Bild).
- Die Löslichkeit ist somit eine wichtige Stoffeigenschaft.



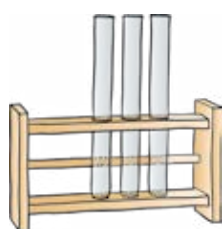
Versuchsmaterialien:



3 Reagenzgläser
(RG) mit den
unbekannten
Stoffen



Messzylinder
(10 ml)



3 leere
RG



Spatel



Stopfen

Versuchsdurchführung:

- Gib zwei Spatelspitzen von Stoff A in ein leeres RG und fülle es mit 5 ml Wasser auf.
- Verschließe das RG mit dem Stopfen und schüttele es vorsichtig.
- Beobachte, ob sich der Stoff in Wasser löst oder nicht.
- Notiere das Ergebnis in der Tabelle auf deinem Arbeitsblatt.
- Verwende die Begriffe „sehr gut“, „mittelmäßig“ oder „gar nicht“ löslich.

Aufgabe:

Führe mit den Stoffen B und C ebenfalls den Versuch zur Löslichkeit durch. Trage deine Beobachtungen ein.

Chemie Klasse 7

Thema der Reihe: Stoffeigenschaften

STATION 2: SAURES UND ALKALISCHES VERHALTEN VON STOFFEN

Infos zum Thema:

In einigen Lebensmitteln sind Stoffe enthalten, die einen **sauren Geschmack** haben. Essig und Zitronensaft sind solche sauren Lösungen. In ihnen sind Stoffe enthalten, die der Chemiker **Säuren** nennt. Wenn man Brausepulver isst, erkennt man die Wirkung von Säuren an den Zähnen: Sie fühlen sich stumpf an. Dies ist auf die ätzende Wirkung von Säuren zurückzuführen. Auch die Schmerzen von Ameisenbissen oder Stiche von Brennnesseln sind auf die Wirkung einer Säure zurückzuführen. Als Hausmittel gegen solch ein Brennen werden häufig Seifenlaugen verwendet. Sie werden als **alkalisch** oder **basisch** bezeichnet und können Säuren neutralisieren. Reines Wasser ist weder alkalisch noch sauer. Es ist **neutral**.



Um saure von alkalischen Lösungen unterscheiden zu können, verwendet man sogenannte **Indikatoren**. Das sind Stoffe, die durch einen Farbwechsel anzeigen, ob eine Lösung sauer, neutral oder alkalisch ist.



Indikatoren:

Indikator	Farbe in sauren Lösungen	Farbe in alkalischen Lösungen
Indikatorpapier	rot	blau
Rotkohlsaft	rot	grün

Versuchsmaterialien:

5 Reagenzgläser (RG) mit den unbekannten Stoffen im Reagenzglasgestell, Spatel, Messzylinder (10 ml), 5 leere RG, Stopfen, Indikatorpapier (pH-Papier) und Pinzette oder Rotkohlsaft und Pipette

Versuchsdurchführung:

Gib zwei Spatelspitzen von Stoff A in ein leeres RG und fülle es mit 5 ml Wasser auf. Verschließe das RG mit dem Stopfen und schüttele es vorsichtig. Bestimme entweder mithilfe des Rotkohlsaftes oder des pH-Papiers, ob sich der Stoff in Wasser sauer oder alkalisch verhält. Für den Rotkohlsaft benutzt du eine Pipette, um einige Tropfen in das Reagenzglas zu tropfen. Wenn du das pH-Papier verwendest, reiße ein kurzes Stück pH-Papier ab und tauche es mithilfe der Pinzette in das RG mit dem gelösten Stoff.

Aufgabe:

Führe mit den Stoffen B – E den Versuch zum sauren und alkalischen Verhalten durch und trage deine Beobachtungen in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt ein.

Chemie Klasse 7

Thema der Reihe: Stoffeigenschaften

STATION 2: SAURES UND ALKALISCHES VERHALTEN VON STOFFEN

Infos zum Thema:

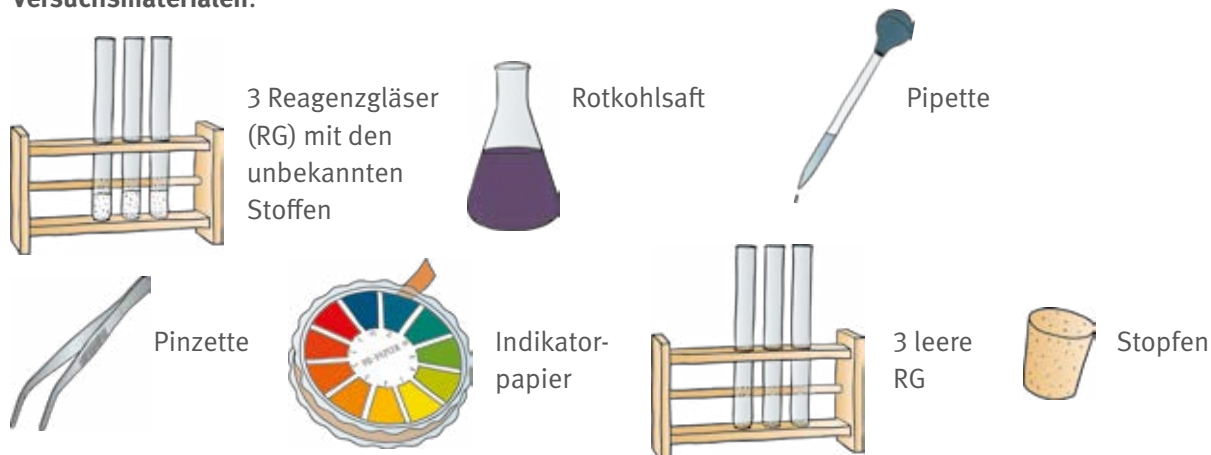
- Einige Lebensmittel schmecken **sauer**. In ihnen sind **Säuren** enthalten.
- Wenn du von Ameisen gebissen wirst, wird der Schmerz von Ameisensäure verursacht. Als Hausmittel gegen das Brennen wird oft Seifenlauge verwendet, denn Säuren kann man mit Laugen **neutralisieren**.
- Laugen sind **alkalisch**.
- Reines Wasser ist weder alkalisch noch sauer. Es ist **neutral**.
- Um zu erkennen, ob eine Lösung alkalisch, neutral oder sauer ist, benutzt man **Indikatoren**. Sie zeigen dies durch ihren Farbwechsel an.



Indikatoren:

Indikator	Farbe in sauren Lösungen	Farbe in alkalischen Lösungen
Indikatorpapier	rot	blau
Rotkohlsaft	rot	grün

Versuchsmaterialien:



Versuchsdurchführung:

- Gib zwei Spatelspitzen von Stoff A in ein leeres RG.
- Fülle das RG mit ca. 5 ml Wasser auf.
- Verschließe das RG mit einem Stopfen und schüttele es vorsichtig.
- Halte mit einer Pinzette einen Streifen Indikatorpapier hinein. Beobachte.
- Tropfe dann etwas Rotkohlsaft hinzu. Beobachte.

Aufgabe:

Führe mit den Stoffen B und C ebenfalls den Versuch durch. Trage deine Beobachtungen in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt ein.

Chemie Klasse 7

Thema der Reihe: Stoffeigenschaften

STATION 3: ERHITZEN VON STOFFEN

Infos zum Thema:

Viele Stoffe verändern sich, wenn sie erhitzt werden. Zucker zum Beispiel wird erst braun, dann schwarz. Du kennst diesen Vorgang vielleicht aus der Küche, wenn Zucker im Kochtopf karamellisiert wird. Allerdings gibt es auch Stoffe, die sich durch Erhitzen nicht oder kaum verändern. Kochsalz und Backpulver gehören zu diesen Stoffen. Mehl wird erst nach sehr langem Erhitzen dunkel. Das Erhitzen von Stoffen kann somit als Experiment zur Untersuchung von unbekannten Substanzen genutzt werden.

Allerdings besteht die Möglichkeit, dass bei dieser Art der Untersuchung giftige Gase entstehen können, gerade wenn man den Stoff nicht kennt, der zu untersuchen ist. Deshalb wird dieser Versuch mit unbekannten Substanzen **immer im Abzug** durchgeführt, damit diese Gase nicht in die Atemluft gelangen können.

**Versuchsmaterialien:**

Reagenzgläser (RG) mit den unbekannten Stoffen, Spatel, Spatellöffel, feuerfeste Unterlage, Streichhölzer, Gasbrenner

Versuchsdurchführung:

Entnimm im Abzug mithilfe des Spatels etwas von Stoff A aus dem Reagenzglas und gib es auf die Löffelfläche des Spatellöffels. Stelle am Gasbrenner die nicht leuchtende Brennerflamme ein. Nun **erhitze ca. 20 Sekunden lang** die Substanz auf dem Spatellöffel in der nicht leuchtenden Brennerflamme. Notiere in der Tabelle auf dem Arbeitsblatt, ob und wie sich der Stoff beim Erhitzen verändert oder nicht.

Aufgabe:

Führe mit den Stoffen B – E den Versuch zum Erhitzen durch und trage die Beobachtungen auf deinem Arbeitsblatt ein.

Chemie Klasse 7

Thema der Reihe: Stoffeigenschaften

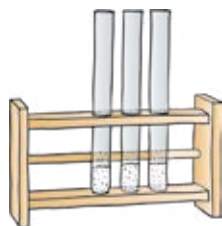
STATION 3: ERHITZEN VON STOFFEN

Infos zum Thema:

- Zucker wird beim Erhitzen erst braun und dann schwarz.
- Es gibt auch Stoffe, die sich durch Erhitzen nicht verändern, zum Beispiel Kochsalz und Backpulver.
- Mehl wird erst nach sehr langem Erhitzen dunkel.
- Untersuche die Stoffe, indem du sie erhitzt.
- Mache dies **immer im Abzug**.



Versuchsmaterialien:



3 Reagenzgläser
(RG) mit den
unbekannten
Stoffen



Spatel



Spatellöffel



feuerfeste
Unterlage



Streichhölzer



Gasbrenner

Versuchsdurchführung:

Gib mit dem Spatel im Abzug etwas von Stoff A auf den Spatellöffel.
Stelle am Gasbrenner die rauschende Flamme ein.
Erhitze den Stoff ca. 20 Sekunden lang.

Aufgabe:

Führe mit den Stoffen B und C ebenfalls den Versuch zum Erhitzen durch. Trage deine Beobachtungen auf dem Arbeitsblatt ein.

Chemie Klasse 7

Thema der Reihe: Stoffeigenschaften

STATION 4: LEITFÄHIGKEIT VON STOFFEN

Infos zum Thema:

Die Leitfähigkeit ist eine Stoffeigenschaft. Sie gibt an, wie gut ein bestimmter Stoff den elektrischen Strom leiten kann. Eine Salzlösung leitet beispielsweise, eine Zuckerlösung nicht. Mit dem Aufbau in Abbildung 1 lässt sich die Leitfähigkeit von Flüssigkeiten überprüfen. Sind sie leitend, leuchtet die Glühlampe. Für die Überprüfung der Leitfähigkeit von Feststoffen (z. B. Nägel, Schrauben) benötigt man einen etwas anderen Aufbau der Apparatur (Abb. 2).

Feststoffe, die den elektrischen Strom nicht leiten, werden auch als Isolator bezeichnet. Prüft man solche Stoffe mit der Apparatur, leuchtet die Glühlampe nicht, weil kein geschlossener Stromkreis besteht.

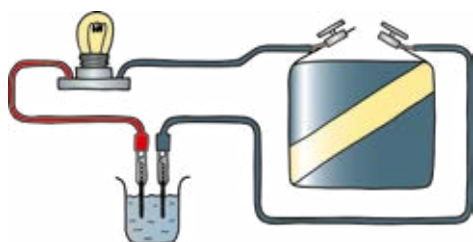


Abb. 1: Prüfung der Leitfähigkeit von Flüssigkeiten

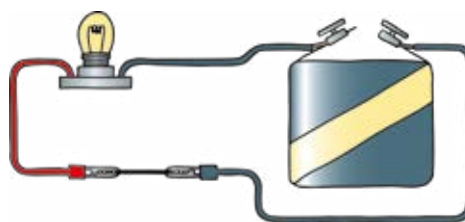


Abb. 2: Prüfung der Leitfähigkeit von Feststoffen

Versuchsmaterialien:

Flachbatterie 4,5 V, 3 Kabel, Krokodilklemmen, Glühlampe mit Fassung, 2 Kohleelektroden, 5 Bechergläser, Spatel, destilliertes Wasser, unbekannte Stoffe A – E im Reagenzglas

Versuchsdurchführung:

Baue den Versuch so auf, wie er in Abbildung 1 zu sehen ist. Klemme an jede Krokodilklemme jeweils eine Kohleelektrode. Stelle von Stoff A eine Lösung her, indem du eine halbe Spatelspitze des Stoffs in ein Becherglas gibst und 50 ml destilliertes Wasser hinzufügst. Halte die beiden Kohleelektroden in die zu untersuchende Lösung A. Achte darauf, dass die Kohleelektroden einen geringen Abstand voneinander haben. Prüfe, ob die Glühlampe leuchtet. Reinige die Kohleelektroden nach der Messung mit destilliertem Wasser.

Aufgabe:

Führe mit den Stoffen B – E den Versuch „Leitfähigkeit von Stoffen“ durch und trage die Beobachtungen auf deinem Arbeitsblatt ein.

Chemie Klasse 7

Thema der Reihe: Stoffeigenschaften

STATION 4: LEITFÄHIGKEIT VON STOFFEN

Infos zum Thema:

- Die Leitfähigkeit ist eine Stoffeigenschaft.
- Sie gibt an, wie gut ein bestimmter Stoff den elektrischen Strom leiten kann.
- Eine Salzlösung leitet beispielsweise, eine Zuckerlösung nicht.
- Mit dem Aufbau in Abbildung 1 lässt sich die Leitfähigkeit von Flüssigkeiten überprüfen.
- Ist die Flüssigkeit leitend, leuchtet die Glühlampe.

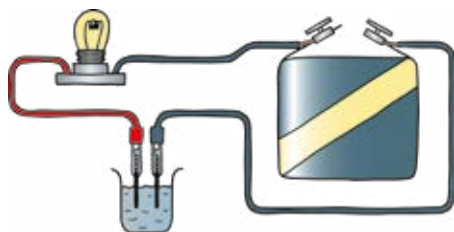


Abb. 1: Prüfung der Leitfähigkeit von Flüssigkeiten

Versuchsmaterialien:

Flachbatterie 4,5 V, 3 Kabel, Krokodilklemmen, Glühlampe mit Fassung, 2 Kohleelektroden, 3 Bechergläser, Spatel, destilliertes Wasser, unbekannte Stoffe A – C im Reagenzglas

Versuchsdurchführung:

- Baue den Versuch so auf, wie er in Abbildung 1 zu sehen ist.
- Klemme an jede Krokodilklemme jeweils eine Kohleelektrode.
- Gib 50 ml Wasser in ein Becherglas. Füge eine Spatelspitze von Stoff A hinzu.
- Halte die beiden Kohleelektroden in diese Lösung von Stoff A.
- Prüfe, ob die Glühlampe leuchtet.
- Reinige die Kohleelektroden nach der Messung mit destilliertem Wasser.

Aufgabe:

Führe mit den Stoffen B und C ebenfalls den Versuch „Leitfähigkeit von Stoffen“ durch. Trage alle Beobachtungen auf deinem Arbeitsblatt ein.

Chemie Klasse 7**Thema der Reihe: Stoffeigenschaften****Name:****ARBEITSBLATT: UNTERSUCHUNG VON STOFFEN****Leitfrage:** Um welche Stoffe handelt es sich bei den fünf unbekannten Feststoffen?**Aufgabe 1:** Führe die Stationen 1 – 4 durch und bearbeite jeweils die Aufgaben unten auf dem Stationsblatt.**Aufgabe 2:** Trage die Beobachtungen von den Stationsblättern 1 – 4 in die Tabelle ein.**Aufgabe 3:** Beantworte mithilfe der ausgefüllten Tabelle und den Informationstexten auf den Stationsblättern die Leitfrage der Stunde.**Zusammenfassung der Beobachtungen:**

Stoffeigenschaft	Stoff A	Stoff B	Stoff C	Stoff D	Stoff E
Löslichkeit					
Farbe der Lösung mit Rotkohlsaft					
Farbe des Indikatorpapiers					
sauer oder alkalisch?	☐ sauer ☐ alkalisch	☐ sauer ☐ alkalisch	☐ sauer ☐ alkalisch	☐ sauer ☐ alkalisch	☐ sauer ☐ alkalisch
Erhitzen					
Leitfähigkeit					
Name des Stoffs					

Chemie Klasse 7		Thema der Reihe: Stoffeigenschaften	
Name:		ARBEITSBLATT: UNTERSUCHUNG VON STOFFEN	
Leitfrage: Welche Stoffe sind es?			
Zusammenfassung der Beobachtungen:			
Stoffeigenschaft	Stoff A	Stoff B	Stoff C
Löslichkeit			
Farbe der Lösung mit Rotkohlsaft			
Farbe des Indikatorpapiers			
sauer oder alkalisch?	☐ sauer ☐ alkalisch	☐ sauer ☐ alkalisch	☐ sauer ☐ alkalisch
Erhitzen			
Leitfähigkeit			
Name des Stoffs			

Vorlagen zum Ausschneiden und Einkleben:



Farben des Rotkohlsafts als Indikator:



Versuchsergebnis



Farbskala

Farbverlauf beim Universalindikator



sauer

neutral

basisch

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV**1. Tätigkeit/Experiment**

Untersuchung von unbekannten Stoffen: Station 1 (Löslichkeit)

JgSt: 7

Ild Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung:

Die Schülerinnen und Schüler versetzen die Proben (Zitronensäure, Natron, Kochsalz, Mehl und Zucker) jeweils mit 5 ml Wasser und schütteln sie im Reagenzglas mit Stopfen.

geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐Schülerversuch ☒besonders schutzbedürftige Personen ☒

Schülerinnen und Schüler mit Kommunikationsstörung (Asperger-Autismus) ←

2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1. Zitronensäure 2. – 5. Natriumhydrogencarbonat, Natriumchlorid, Mehl, Zucker	Achtung –	H 319 Verursacht schwere Augenreizungen. Keine gefährlichen Stoffe nach GHS.

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☐ nein ☒

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☒	☐
durch Einatmen		☐	☒
durch Brand, Explosion	  	☐	☒
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☒	☐

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren:

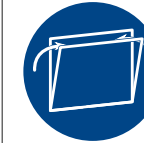
Besonders schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler beachten evtl. das Verbot von Geschmacksproben nicht.

Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

Es liegen sehr geringe Gefährdungen durch die eingesetzten Stoffe vor.

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeitgering ☐mittel ☒hoch ☐sehr hoch ☐

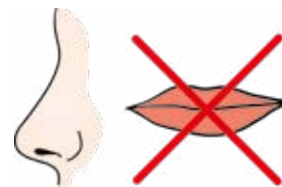
5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☒**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**

Mindeststandard vgl. RISU-NRW						
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. System	Lüften	Brandschutz
☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐

weitere Maßnahmen:☐**Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:**☒

Gestufte Maßnahmen (je nach Bedürfnis anzupassen):

1. Chemikaliengebinde mit zusätzlichen Etiketten kennzeichnen, die auf das Verbot von Geschmacksproben hinweisen (z. B. Bild rechts).
2. Lernbuddy zur Seite stellen, welcher besonders auf eine korrekte Durchführung achtet.
3. Schulbegleiterin/Schulbegleiter zur Seite stellen, welche/welcher besonders auf eine korrekte Durchführung achtet.
4. Schülerinnen und Schüler, denen es zu schwer fällt, sich an das Verbot von Geschmacksproben zu halten, sollten die Versuche nicht praktisch durchführen, sondern nur beobachten.

**7. Entsorgung (optional)****Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):****Datum:****Unterschrift:**

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV**1. Tätigkeit/Experiment**

Untersuchung von unbekannten Stoffen: Station 2 (saures/alkalisches Verhalten)

JgSt: 7

Ild Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung:

Die Schülerinnen und Schüler prüfen die mit Wasser versetzten Proben (Zitronensäure, Natron, Kochsalz, Mehl und Zucker) mittels pH-Papier und geben jeweils 5 ml Rotkohlsaft hinzu.

geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐ Schülerversuch ☒ **besonders schutzbedürftige Personen** ☒
 Schülerinnen und Schüler mit Kommunikationsstörung (Asperger-Autismus)

2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1. Zitronensäure 2. – 5. Natriumhydrogencarbonat, Natriumchlorid, Mehl, Zucker	Achtung –	H 319 Verursacht schwere Augenreizungen. Keine gefährlichen Stoffe nach GHS.

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☐ nein ☒

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☒	☐
durch Einatmen		☐	☒
durch Brand, Explosion	  	☐	☒
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☒	☐

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren:

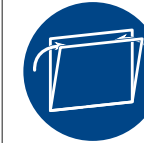
Besonders schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler beachten evtl. das Verbot von Geschmacksproben nicht.

Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

Es liegen sehr geringe Gefährdungen durch die eingesetzten Stoffe vor.

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeitgering ☐mittel ☒hoch ☐sehr hoch ☐

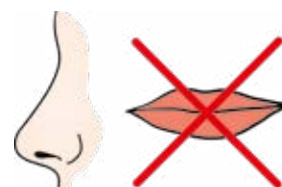
5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☒**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**

Mindest- standard vgl. RISU-NRW						
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. System	Lüften	Brandschutz
☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐

weitere Maßnahmen:☐**Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:**☒

Gestufte Maßnahmen (je nach Bedürfnis anzupassen):

1. Chemikaliengebinde mit zusätzlichen Etiketten kennzeichnen, die auf das Verbot von Geschmacksproben hinweisen (z. B. Bild rechts).
2. Lernbuddy zur Seite stellen, welcher besonders auf eine korrekte Durchführung achtet.
3. Schulbegleiterin/Schulbegleiter zur Seite stellen, welche/welcher besonders auf eine korrekte Durchführung achtet.
4. Schülerinnen und Schüler, denen es zu schwer fällt, sich an das Verbot von Geschmacksproben zu halten, sollten die Versuche nicht praktisch durchführen, sondern nur beobachten.

**7. Entsorgung (optional)****Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):****Datum:****Unterschrift:**

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV**1. Tätigkeit/Experiment**

Untersuchung von unbekannten Stoffen: Station 3 (Erhitzen)

JgSt: 7

Ifd Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung:

Die Schülerinnen und Schüler halten die Proben (Zitronensäure, Natron, Kochsalz, Mehl und Zucker) für kurze Zeit in die Brennerflamme.

geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐ Schülerversuch ☒ besonders schutzbedürftige Personen ☒
 Schülerinnen und Schüler mit Kommunikationsstörung (Asperger-Autismus) ←

2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1. Zitronensäure	Achtung	H 319 Verursacht schwere Augenreizungen.
2. – 5. Natriumhydrogencarbonat, Natriumchlorid, Mehl, Zucker	–	Keine gefährlichen Stoffe nach GHS.
6. Pyrolyseprodukte aus organischem Material		H 350 Kann Krebs erzeugen.

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☒ nein ☐

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☒	☒	☐

3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☒	☐
durch Einatmen		☒	☐
durch Brand, Explosion	  	☒	☐
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☒	☐

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren:

Besonders schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler

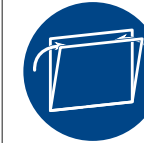
- beachten evtl. das Verbot von Geschmacksproben nicht,
- halten die Proben evtl. zu lange in die Brennerflammen oder sind unsicher im Umgang mit dem Gasbrenner.

Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

Der Vorgang des Karamellisierens soll gezeigt werden.

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeitgering ☐mittel ☐hoch ☐sehr hoch ☒

5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☒**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**

Mindest- standard vgl. RISU-NRW						
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. System	Lüften	Brandschutz
☒	☒	☐	☒	☐	☐	☒

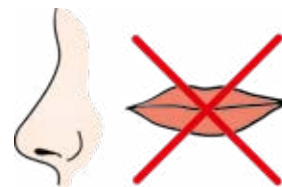
weitere Maßnahmen:

- Es ist wichtig darauf zu achten, dass die Zeit des Erhitzens so kurz wie möglich gehalten wird (Einsatz von Stoppuhren durch Schülerinnen und Schüler, Aufsicht am Abzug durch Lehrerin/Lehrer an dieser Station), um die Wahrscheinlichkeit des Entstehens von Pyrolyseprodukten zu minimieren.
- Lange Haare zusammenbinden.

Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:

Gestufte Maßnahmen (je nach Bedürfnis anzupassen):

1. Chemikaliengebinde mit zusätzlichen Etiketten kennzeichnen, die auf das Verbot von Geschmacksproben hinweisen (z. B. Bild rechts).
2. Lernbuddy zur Seite stellen, welcher besonders auf eine korrekte Durchführung achtet.
3. Schulbegleiterin/Schulbegleiter zur Seite stellen, welche/welcher besonders auf eine korrekte Durchführung achtet.
4. Schülerinnen und Schüler, denen es zu schwer fällt, sich an das Verbot von Geschmacksproben zu halten, sollten die Versuche nicht praktisch durchführen, sondern nur beobachten.

**7. Entsorgung (optional)**

Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):

Datum:

Unterschrift:

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV**1. Tätigkeit/Experiment**

Untersuchung von unbekannten Stoffen: Station 4 (Leitfähigkeit)

JgSt: 7

Ild Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung:

Die Schülerinnen und Schüler prüfen die mit Wasser versetzten Proben (Zitronensäure, Natron, Kochsalz, Mehl und Zucker) auf ihre Leitfähigkeit (Versuchsaufbau siehe Schülerarbeitsblatt).

geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐ Schülerversuch ☒ **besonders schutzbedürftige Personen** ☒
 Schülerinnen und Schüler mit Kommunikationsstörung (Asperger-Autismus) ←

2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1. Zitronensäure 2. – 5. Natriumhydrogencarbonat, Natriumchlorid, Mehl, Zucker	Achtung –	H 319 Verursacht schwere Augenreizungen. Keine gefährlichen Stoffe nach GHS.

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☐ nein ☒

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☒	☐
durch Einatmen		☐	☒
durch Brand, Explosion	  	☐	☒
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☒	☐

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren:

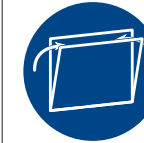
Besonders schutzbedürftige Schülerinnen und Schüler beachten evtl. das Verbot von Geschmacksproben nicht.

Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

Es liegen sehr geringe Gefährdungen durch die eingesetzten Stoffe vor.

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeitgering ☐mittel ☒hoch ☐sehr hoch ☐

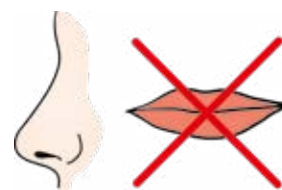
5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☒**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**

Mindeststandard vgl. RISU-NRW						
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. System	Lüften	Brandschutz
☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐

weitere Maßnahmen:☐**Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:**☒

Gestufte Maßnahmen (je nach Bedürfnis anzupassen):

1. Chemikaliengebinde mit zusätzlichen Etiketten kennzeichnen, die auf das Verbot von Geschmacksproben hinweisen (z. B. Bild rechts).
2. Lernbuddy zur Seite stellen, welcher besonders auf eine korrekte Durchführung achtet.
3. Schulbegleiterin/Schulbegleiter zur Seite stellen, welche/welcher besonders auf eine korrekte Durchführung achtet.
4. Schülerinnen und Schüler, denen es zu schwer fällt, sich an das Verbot von Geschmacksproben zu halten, sollten die Versuche nicht praktisch durchführen, sondern nur beobachten.

**7. Entsorgung (optional)**

Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):

Datum:

Unterschrift:

Joghurtbecher, Windeln, Bauschaum und Polyester

Lernplanbezug:

Schulform	Inhaltsfeld	Fachlicher Kontext
Gymnasium	Organische Chemie	Moderne Kunststoffe
Gesamtschule (NW bzw. Chemie)	Produkte der Chemie	Kunststoffe
Realschule	Produkte der Chemie	Kunststoffe
Hauptschule	Produkte der Chemie	Kunststoffe

Methode: Stationenlernen

Diese Unterrichtsreihe kann verwendet werden als Abschluss der Sekundarstufe I für den Unterricht in heterogenen Lerngruppen.

Die folgenden Versuche sind so konzipiert, dass sie zum einen bereits bei bloßer Beobachtung sehr spannend sind und zum anderen das „Begreifen“ der Eigenschaften moderner Kunststoffe in den Vordergrund stellen, so dass es für alle Schülerinnen und Schüler einer Lerngruppe viel zu entdecken gibt. Zudem gibt es an jeder Station viele theoretische und praktische Anregungen, so dass es auch für sehr leistungsstarke bzw. experimentell geschickte Schülerinnen und Schüler Herausforderungen gibt. Schließlich unterscheiden sich die Hauptanforderungen der einzelnen Stationen so sehr, dass immer wieder andere Schülerinnen und Schüler ihre Stärken einbringen können. So erfordert Station 1 Geduld, Station 2 hat einen ausgeprägten Alltagsbezug und ist in der experimentellen Durchführung nicht anspruchsvoll, Station 3 stellt die Internetrecherche in den Mittelpunkt und Station 4 nutzt das Visualisierungshilfsmittel Molekülbaukasten.

Um die Sicherheit bei der Durchführung zu gewährleisten, sollte sich die Lehrkraft in der Nähe von Station 4 aufhalten. Es könnte günstig sein, den Versuch zur Station 1 einmal zu demonstrieren oder mit Schülerexperten zu arbeiten, damit Frustration bei der Durchführung vermieden wird. Je nach Unterstützungsbedarf müssen einzelne Stationen unter Umständen angepasst werden. Für eine Schülerin oder einen Schüler mit Unterstützungsbedarf im Bereich Sehen sollte die Station 3 verändert werden und Schülerinnen oder Schüler, die sich oft nicht an Regeln halten, sollten aus Sicherheitsgründen nicht mit dem Heißluftgebläse arbeiten.

Es wurde bei dieser Unterrichtseinheit auf differenzierende Arbeitsblätter verzichtet, da die Kompetenz „Texte lesen“ hier nicht im Fokus steht. Sollte es notwendig erscheinen, kann methodisch gearbeitet werden, indem die unterschiedlichen Fähigkeiten in der heterogenen Gruppe genutzt werden. So gibt es in der Regel immer Schülerinnen und Schüler, die die Versuchsanweisungen und Arbeitsaufträge sinnentnehmend lesen und anderen Gruppenmitgliedern vermitteln können. Arbeitet man mit Rollenkarten, könnte diese Aufgabe beispielsweise dem „Laborchef“ oder der „Laborchefin“ zugewiesen werden.

Um die Ergebnisse zu sichern, bietet sich an, dass die Gruppen jeweils zu ihrer Startstation Vorträge halten. Alternativ können auch Forschermappen zum Thema „Moderne Kunststoffe“ in Einzelarbeit erstellt werden.

Quellen

Die Stationen 1, 2 und 4 sind aus Experimenten des Workshops „Hilfe, die Riesen kommen“ des Arbeitskreises „Experimente mit Makromolekülen“ des Kölner Modells entwickelt worden. Weitere Quellen sind unter „Quellenangaben“ (S. 93) aufgeführt.¹⁶

Material

Es folgen vier Arbeitsblätter, gegebenenfalls zugehörige Gefährdungsbeurteilungen. Abschließend werden Möglichkeiten zur Differenzierung aufgezeigt und Hinweise zum sicheren Einsatz in heterogenen Lerngruppen und zur Durchführung gegeben.

STATION 1 – Versuch: Joghurtbecher in ihre ursprüngliche Form überführen

Geräte Heißluftgebläse, Stativklammern oder -ring, Wasserstrahlpumpe und Nutsche, Schutzbrille

Stoffe leere Joghurtbecher aus Polystyrol 

Durchführung Der saubere, trockene Joghurtbecher wird mit der Öffnung nach unten auf eine wärme-
festeste Unterlage gestellt und mit dem Stativmaterial vor dem Weggeblasenwerden
geschützt. Der heiße Luftstrom wird senkrecht mit kleinen Kreisbewegungen in einem
Abstand von ca. 20 cm so lange auf den Becher gerichtet, bis aus dem Becher eine
Scheibe geworden ist.

Mithilfe der Wasserstrahlpumpe und der Nutsche kann die entstandene Polystyrol-
scheibe wieder in eine Becherform überführt werden. Dazu legt man die Scheibe auf
die Nutsche und erwärmt die Scheibe erneut in kreisenden Bewegungen mit dem
Heißluftgebläse. Zugleich erzeugt man mit der Wasserstrahlpumpe einen Unterdruck.
Damit wieder ein Becher entsteht, muss die Scheibe ohne Luftlöcher auf dem Rand
der Nutsche aufliegen.

Arbeitsaufträge Joghurtbecher werden im Tiefziehverfahren hergestellt. Die folgende Abbildung stellt
dieses Verfahren schematisch dar:

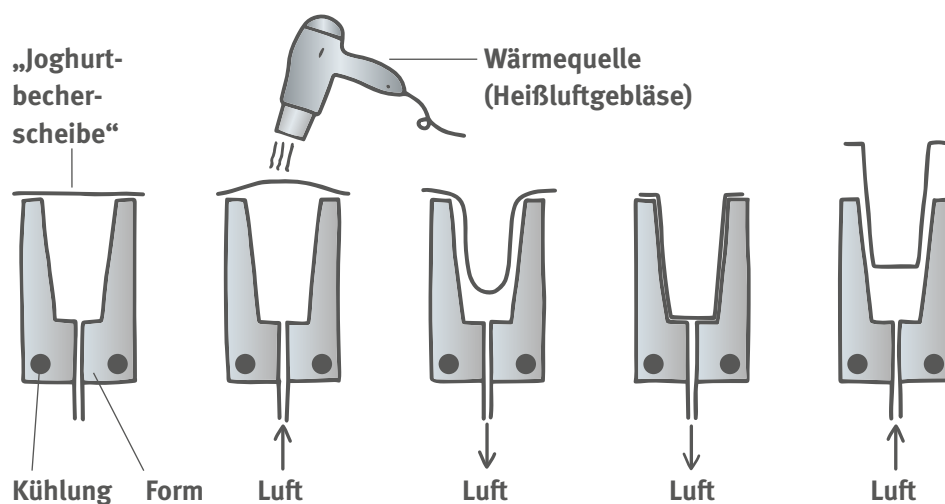


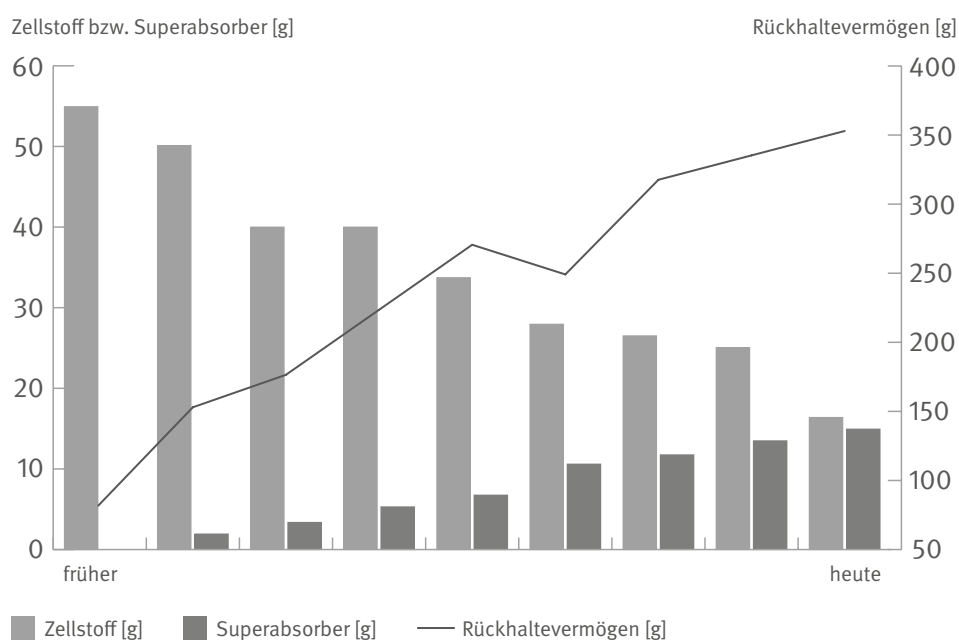
Abbildung: Tiefziehversuch

Aufgaben:

1. Führt den Versuch durch.
2. Bereitet in der Gruppe einen Kurzvortrag darüber vor, wie Joghurtbecher im Tiefziehverfahren hergestellt werden.

STATION 2 – Versuch: Windel als Hightech-Produkt

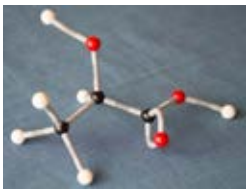
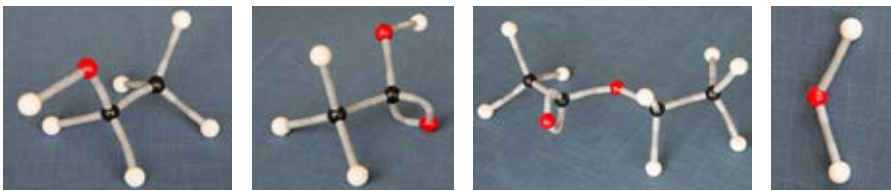
Geräte	Schere, 2 Petrischalen, Reagenzgläser (trocken), Pipette, Reagenzglasgestell, Glasstab, Spatel
Stoffe	Windel, Papiertaschentuch, 2 Servietten, Superabsorber
Durchführung	1. Ein halbiertes Papiertaschentuch und ein Windelabschnitt gleicher Größe werden in je eine Petrischale gelegt. Auf beides gießt man ca. 20 ml Wasser und presst nach etwa 3 Minuten jeweils eine Serviette auf die Abschnitte. Anschließend versucht man, das Wasser aus beiden Materialien herauszudrücken. 2. Man füllt mit einem Spatel etwa 0,5 cm hoch Superabsorber in ein Reagenzglas. Aus einem weiteren Reagenzglas gießt man unter Umrühren mit dem Glasstab so lange Wasser auf den Superabsorber, dass beim Umkippen des Reagenzglases nichts heraus fließt.
Arbeitsaufträge	Aufgaben: 1. Führt beide Versuche durch und notiert eure Beobachtungen. 2. Beschreibt die Abbildung. 3. Formuliert Aussagen über einen möglichen Zusammenhang zwischen Hightech-Windeln und dem „Trockenwerden“ von Kleinkindern mithilfe der Abbildung sowie der Behauptung. Behauptung: Ältere Menschen behaupten häufig, dass die Kleinkinder heutzutage viel später „trocken“ werden als früher.

**Abbildung: Zusammensetzung und Wirkung von Babywindeln**

STATION 3 – Bauschaum - ein Risikostoff

Demo-Versuch	Schaut euch den Film zur Polyurethan-Schaum-Herstellung an, der auf der folgenden Internet-Seite zu finden ist: www.chemie-am-auto.de/kunststoffe/kunststoffverarbeitung.html
zur Ansicht	1 Dose Bauschaum Die Herstellung von Polyurethan-Schaum im Unterricht ist aufgrund der Giftigkeit der Ausgangsstoffe nicht erlaubt. Die Dose darf nicht geöffnet werden. Sie ist nur zur Veranschaulichung der Inhaltsstoffe gedacht.
Arbeitsaufträge	Aufgaben: 1. Sucht auf der bereitgestellten Bauschaum-Dose nach Gefahrenpiktogrammen und H- und P-Sätzen und benennt den Inhaltsstoff, der für die Gefahren verantwortlich ist. 2. Gebt mithilfe des Films an, wodurch das Aufschäumen des Bauschaums verursacht wird. 3. Recherchiert im Internet nach unbedenklichen Bauschäumen. 4. Stellt euch vor, eure Eltern bauen ein Haus oder renovieren die Wohnung. Ihr sollt sie auf der Grundlage des im Chemieunterricht erlernten Wissens beraten, welchen Bauschaum sie einsetzen können. Wie könnte eine solche Beratung aussehen? Tauscht euch in der Gruppe darüber aus und formuliert gemeinsam eine Beratung für die Eltern.

STATION 4 – Versuch: Polymilchsäuresynthese

Geräte	Reagenzglas, Siedesteinchen, kleiner Spatel, Brenner, Reagenzglashalter, Acrylglasplatte oder PE-Schale, Schutzbrille, Abzug		
Stoffe	Milchsäure		H 315 Verursacht Hautreizungen. H 319 Verursacht schwere Augenreizung.
	Zinn(II)-chlorid	 	H 302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. H 314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. H 317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
Durchführung	In ein Reagenzglas werden 5 ml Milchsäure, eine Spatelspitze Zinn(II)-chlorid-Kristalle als Katalysator und ein Siedesteinchen gegeben und unter dem Abzug erwärmt. Wenn sich die Masse orangebraun verfärbt, wird die noch heiße flüssige Lösung auf die Acrylglasplatte oder in eine PE-Schale gegossen. Das Reaktionsprodukt kann zur Entsorgung in den Hausmüll gegeben werden.		
Arbeitsaufträge	 Abb. 1: Kugel-Stab-Modell eines Milchsäuremoleküls  Abb. 2: Beispiel einer Veresterungsreaktion: Ethanol + Essigsäure → Essigsäureethylester + ... Aufgaben: 1. Führt den Versuch wie oben beschrieben durch und notiert eure Beobachtungen. 2. Bei der Reaktion entsteht durch eine Veresterungsreaktion Polymilchsäure. Baut nun diese Reaktion der Milchsäure mit dem Molekülbaukasten nach, indem • jedes Gruppenmitglied ein Milchsäuremolekül (s. Abb. 1) nachbaut, • ihr anschließend daraus gemeinsam mithilfe der einzelnen Milchsäuremoleküle einen Ausschnitt aus der Polymilchsäure bildet. Hinweis: Zur Erinnerung wird in Abb. 2 als Hilfe die Veresterungsreaktion von Ethanol und Essigsäure beschrieben. 3. Benennt das Molekül, das beim Bau der Polymilchsäure übrig bleibt. 4. Recherchiert, welchen Einsatz es für Polymilchsäure in Medizin und Technik gibt.		

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV**1. Tätigkeit/Experiment**

Umschmelzen von Joghurtbechern

JgSt: 9/10

Ild Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung: Die Schülerinnen und Schüler sollen durch Erhitzen mit einem Heißluftgebläse Joghurtbecher zu einer Scheibe schmelzen lassen und anschließend mithilfe des Heißluftgebläses, einer Wasserstrahlpumpe und einer Nutsche wieder in eine Becherform bringen.

geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐Schülerversuch ☒besonders schutzbedürftige Personen ☒**2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)**

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1. Polystyrol (PS)	–	Kein gefährlicher Stoffe nach GHS.

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☐ nein ☒

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☐	☒
durch Einatmen		☐	☒
durch Brand, Explosion	  	☒	☐
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☒	☐

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren:

Das Heißluftgebläse kann auf 80 °C bis 600 °C eingestellt werden und erzeugt einen sehr heißen Luftstrom, seine Metallspitze erhitzt sich sehr. Bei 600 °C setzt die Pyrolyse des Kunststoffs ein, so dass eine geringe Feuergefahr besteht.

Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

Der Stoff muss nicht ersetzt werden.

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeitgering ☐mittel ☒hoch ☐sehr hoch ☐

5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☒**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**Mindest-
standard
vgl.
RISU-NRW

Schutzbrille



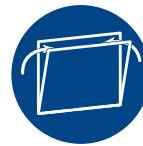
Handschuhe



Abzug



geschl. System



Lüften



Brandschutz

**weitere Maßnahmen:**

- Lange Haare zusammenbinden.
- Auf die besondere Gefahr hinweisen.

Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:

- Vorab z. B. mit Rollenkarten festlegen, wer das Heißluftgebläse bedienen soll.
- Heißluftgebläse nicht auf die höchste Temperatur einstellen.
- Mit Schülerexperten arbeiten.
- Mit einem Digitalthermometer oder kleinen Experimenten vorab die heißen Temperaturen visualisieren.
- Ggf. die Schulbegleitung auf die Gefahr aufmerksam machen.
- Umgang mit dem Heißluftgebläse vorab simulieren.

7. Entsorgung (optional)**Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):****Datum:****Unterschrift:**

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV

1. Tätigkeit/Experiment

Untersuchung von Superabsorber

JgSt: 9/10

Ild Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung:

Die Schülerinnen und Schüler sollen Windelabschnitte und eine kleine Menge Superabsorber (Copolymer mit Acrylsäure) mit Wasser in Verbindung bringen.

geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐Schülerversuch ☒besonders schutzbedürftige Personen ☒

2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1. Superabsorber (Copolymer mit Acrylsäure)	–	Kein gefährlicher Stoffe nach GHS.

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☐ nein ☒

Piktogramme der beteiligten Stoffe									
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☐	☒
durch Einatmen		☐	☒
durch Brand, Explosion	  	☐	☒
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☒	☐

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren: Verletzungsgefahr beim Einsatz der Schere und durch die Reagenzgläser, die nach dem Versuch mit einem recht festen geleeartigen Gemisch aus Superabsorber und Wasser gefüllt sind und beim Säubern zerbrechen können. Verschütteter Stoff verursacht mit Wasser oder Feuchtigkeit große Rutschgefahr!

Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

Der Stoff muss nicht ersetzt werden.

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeit

gering ☒mittel ☐hoch ☐sehr hoch ☐

5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☒**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**

Mindest- standard vgl. RISU-NRW						
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. System	Lüften	Brandschutz
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

weitere Maßnahmen:

☐	
--------------------------	--

Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:

☒	• Windelabschnitte vorab zurecht schneiden. • Die Schülerinnen und Schüler nicht mit dem Spülen beauftragen. • Verschütteten Superabsorber sofort beseitigen.
-------------------------------------	---

7. Entsorgung (optional)

--

Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):

--

Datum:

Unterschrift:

DOKUMENTATION DER GEFÄHRDUNGSBEURTEILUNG NACH GefStoffV

1. Tätigkeit/Experiment

Synthese von Polymilchsäure bzw. Polylactid

JgSt: 9/10

Ild Nr.:

Tätigkeitsbeschreibung: Die Schülerinnen und Schüler sollen durch Erhitzen von Milchsäure und Zinn(II)-chlorid mit dem Gasbrenner Milchsäureester herstellen.

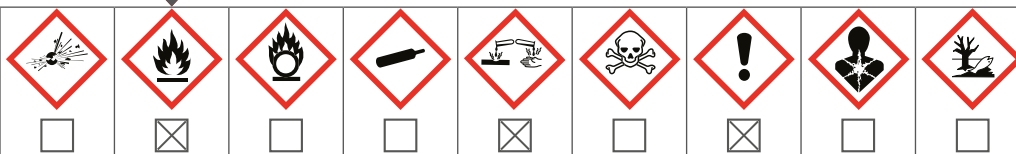
geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐Schülerversuch ☒besonders schutzbedürftige Personen ☒

2. Ermittlung der gefährlichen Stoffeigenschaften (Edukte/Produkte/Nebenprodukte)

Stoff/Gemisch	Signalwort	H-Ziffern und H-Sätze
1. Erdgas	Gefahr	H 220 Extrem entzündbares Gas.
2. Milchsäure	Achtung	H 315 Verursacht Hautreizungen.
3. Zinn(II)-chlorid	Achtung	H 319 Verursacht schwere Augenreizung.
		H 302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
		H 314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
4. Polylactid und evtl. Pyrolyseprodukt	–	H 317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
		H 350 Kann Krebs erzeugen (gilt für mögliche Pyrolyseprodukte).

Werden Gasbrenner verwendet? ja ☒ nein ☐

Piktogramme der beteiligten Stoffe



3. Beurteilung der Gefahren

Gefahr	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
durch Haut- und Augenkontakt	Flussdiagramm, S. 3	☒	☐
durch Einatmen		☒	☐
durch Brand, Explosion		☒	☐
Sonstige Gefahren	Tabelle „Sonstige Gefahren“, S. 5	☒	☐

Ggf. Erläuterungen zu weiteren Gefahren:

Die Produkte, die bei einer Verbrennung des Milchsäurepolyesters entstehen können, sind unbekannt.

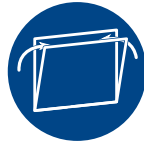
Ergebnis der verpflichtenden Substitutionsprüfung nach Gefahrstoffverordnung:

Die Stoffe können nicht ersetzt werden.

4. Beurteilung des Grads der Gefährdung für die gesamte Tätigkeit

gering ☐mittel ☐hoch ☐sehr hoch ☒

5. Verwendungsverbote und Tätigkeitsbeschränkungenfür die Personen unter 1. werden beachtet (vgl. RISU-NRW). ja ☒**6. Festlegung der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit**

Mindest- standard vgl. RISU-NRW						
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. System	Lüften	Brandschutz
☒	☒	☒	☒	☐	☐	☒

weitere Maßnahmen:

- Siedesteine gegen Siedeverzüge einsetzen.
- Auf die Gefährdung durch Verbrennung beim Gießen der heißen Masse auf die Oberfläche hinweisen.
- Da bei der Versuchsdurchführung im Falle eines zu langen Erhitzens Stoffe mit unbekannten Gefahren entstehen können, sollte die Lehrkraft die experimentierenden Schülerinnen und Schüler beaufsichtigen, um den Versuch rechtzeitig abbrechen zu können.
- Lange Haare zusammenbinden.

Maßnahmen für besonders schutzbedürftige Personen:

Es ist z. B. denkbar, dass einige Schülerinnen und Schüler an diesem Versuch nur als Beobachter teilnehmen können. Da am Abzug in der Regel nur eine Person experimentieren kann, werden die meisten Schülerinnen und Schüler den Versuch ausschließlich beobachten können.

7. Entsorgung (optional)**Anlagen (z. B. Versuchsaufbau):****Datum:****Unterschrift:**

Station 1:

Möglichkeiten zur Differenzierung

- Um Aufgabe 2. zu erleichtern, können Begriffe wie z. B. Kunststoffscheibe, erwärmen, Luft hineinblasen, Luft absaugen vorgegeben werden.
- Schülerinnen und Schüler, denen die Begriffe Duroplast, Elastomer und Thermoplast bekannt sind, können beurteilen, ob dieses Verfahren mit allen Kunststoffen möglich ist. Als Hilfestellung könnte die entsprechende Seite aus dem eingeführten Schulbuch angegeben werden.

Hinweise zum sicheren Einsatz in Gruppen des Gemeinsamen Lernens

Der Luftstrom aus dem Heißluftgebläse ist sehr heiß. Noch heißer ist die Metallspitze, aus der die heiße Luft strömt. Diese ist auch noch sehr heiß, wenn das Heißluftgebläse ausgestellt wird. Sind Schülerinnen und Schüler in der Gruppe, deren Einschätzung von Gefahren nicht angemessen ist oder deren Verhalten im Umgang mit Gefahren nicht einzuschätzen ist, sind bei diesem Versuch neben der Sicherheitsunterweisung weitere Maßnahmen nötig.

- So könnte z. B. mit einem Digitalthermometer die Temperatur der Spitze kurz nach dem Einsatz des Heißluftgebläses zur Visualisierung der Gefahr gemessen werden oder man könnte die Spitze an ein Stück Wachs halten, um die Gefahr zu verdeutlichen.
- Eventuell ist es nötig, für diesen Versuch eine zusätzliche Aufsichtsperson, z. B. eine Schulbegleiterin oder einen Schulbegleiter, einzuweisen.
- Mit Rollenkarten könnte für die Kleingruppen festgelegt werden, wer das Heißluftgebläse bedienen oder als Textexperte fungieren soll.

Hinweise zur Durchführung

Für die Station sind nicht alle Joghurtbecher geeignet! Am Aufdruck „PS“ erkennt man, dass der Becher aus Polystyrol ist. Leider ändern sich die Kunststoffsorten der Becher. Welche Becher jeweils geeignet sind, sollte vorher ausprobiert werden.

Station 2:

Möglichkeiten zur Differenzierung

- Aufgabe 3. kann optional sein.
- Die Schülerinnen und Schüler können recherchieren, warum ein Superabsorber so viel Wasser einlagern kann.
- Die Schülerinnen und Schüler können eigene Versuche entwickeln, z. B. zur Fragestellung „Wie viel Wasser kann 1 g Superabsorber aufnehmen?“. Weitere Versuche mit Superabsorbent findet man z. B. im Internet.¹⁷

Hinweise zum sicheren Einsatz in Gruppen des Gemeinsamen Lernens

- Diese Versuche bergen wenige Gefahren. Daher eignet sich diese Station besonders für Schülerinnen und Schüler, die unsicher im Experimentieren sind.
- Hinweise zur Entsorgung sind jedoch angebracht, da der Superabsorber die Wasserrohre verstopfen kann. Die Reste müssen in den Restmüll gegeben werden. Beim Leeren des Reagenzglases kann dieses brechen und es besteht die Gefahr von Schnittwunden. Je nach Lerngruppe sollte die Lehrkraft entscheiden, ob sie selbst entsorgt oder bestimmten Schülerinnen und Schülern diese Aufgabe übertragen kann.

Hinweise zur Durchführung

Superabsorber können beispielsweise im Internet bestellt werden.

Station 3:

Möglichkeiten zur Differenzierung

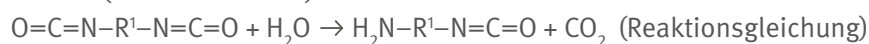
- Um die Aufgabe zu erleichtern, kann als Tipp gegeben werden, nach Bauschaum ohne den Inhaltsstoffe Isocyanat (α -Bauschaum) zu suchen.
- Zur Vertiefung bieten sich die folgenden Aufgaben an:
 - 2b. Belegt mithilfe der Reaktionsgleichung aus den Zusatzinformationen, mit welchem Gas der Bauschaum aufgeschäumt wird.

Zusatzinformationen:
Die im Bauschaum enthaltenen Polyurethane entstehen, wenn Dialkohole mit Diisocyanaten nach dem unten abgebildeten Schema miteinander reagieren.



Abb. Polyaddition (schematisch)¹⁸

In einer Nebenreaktion reagieren die Diisocyanate zusätzlich auch noch mit Wasser (z. B. aus der Luft):



5. Erläutert, warum die Gefahrstoffe im Bauschaum nicht so einfach durch andere Stoffe ersetzt werden können.

Hinweise zum sicheren Einsatz in Gruppen des Gemeinsamen Lernens

- Sind in der Lerngruppe Schülerinnen und Schüler, die die Dose – trotz Verbots – öffnen würden, sollte auf das Ansichtsexemplar verzichtet werden und auch die Aufgabe 1. durch Internetrecherche gelöst werden.
- Da hier durch den Film ein Demo-Experiment eingesetzt wird, eignet sich diese Station besonders für Schülerinnen und Schüler, die unsicher im Experimentieren sind.

Station 4:

Möglichkeiten zur Differenzierung

- Die Arbeitsaufträge zu diesem Versuch sind deutlich anspruchsvoller als die zu den anderen drei Stationen. Es muss überlegt werden, ob es gewinnbringend ist, diese Station von allen Schülerinnen und Schülern einer Lerngruppe vollständig bearbeiten zu lassen. Eventuell ist es sinnvoll, nur Schülerinnen und Schüler, die voraussichtlich das Fach Chemie in der gymnasialen Oberstufe wählen werden, die Auswertung durchführen zu lassen. So bekommen diese Schülerinnen und Schüler einen Ausblick auf einen Teil der Anforderungen in der gymnasialen Oberstufe.
- Alternativ zu den vorgegeben Arbeitsaufträgen könnten Schülerinnen und Schüler die Herstellung eines Schmuckstücks aus Polymilchsäure planen und durchführen.
- Durch eine Recherche zu den Einsatzmöglichkeiten des Milchsäurepolyesters findet man interessante Anwendungen in der Medizin, in der Landwirtschaft und im Haushalt.
- Abbildung 2 könnte zusammen mit dem Hinweis aus Aufgabe 2. auch auf Hilfenkarten zur Verfügung gestellt werden.
- Zur Vertiefung bieten sich die folgenden Aufgaben an:
 3. Recherchiert, welche Rolle das Zinn(II)-chlorid beim Ablauf der Reaktion spielt. [Hinweis für die Lehrkraft: Wird diese Aufgabe verwendet, sollte im Text „Durchführung“ der Zusatz „als Katalysator“ entfernt werden.]
 4. Notiert die Reaktionsgleichung der Polymilchsäuresynthese mithilfe von Strukturformeln.
 5. Stellt aufgrund der Struktur des Polymilchsäureesters Vermutungen an, ob es sich bei diesem Kunststoff um einen Thermoplasten, einen Duroplasten oder ein Elastomer handelt, und entwickelt ein Experiment zur Überprüfung eurer Vermutung.

Hinweise zum sicheren Einsatz in Gruppen des Gemeinsamen Lernens

Die Maßnahmen sind sehr individuell und müssen abgestimmt auf die jeweilige Lerngruppe festgelegt werden. Beispiele für Maßnahmen sind in der entsprechenden Gefährdungsbeurteilung zu finden.

8 Sicherheitsunterweisungen

Im Folgenden sind zwei Beispiele für die halbjährlichen Sicherheitsunterweisungen der Schülerinnen und Schüler zu finden. Das erste Beispiel ist die ausführliche Standardversion. Diese basiert auf einer Sicherheitsunterweisung, die auf den Internetseiten des Chemietreffs¹⁹ der Bezirksregierung Düsseldorf zu finden ist. Das zweite Beispiel stellt eine Möglichkeit vor, wie eine Unterweisung in einfacher Sprache formuliert sein könnte.

ALLGEMEINE BETRIEBSANWEISUNG FÜR SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER

1. Arbeitsbereich

Die Betriebsanweisung gilt für alle Schülerinnen und Schüler, die mit gefährlichen Stoffen und Gemischen tätig sind. Sie gilt insbesondere für den Unterricht in den Fächern Chemie, Biologie, Physik, Kunst, Werken, Technik und im Fotolabor. Die zugehörigen Fachräume dürfen nicht ohne Aufsicht der Lehrerin oder des Lehrers betreten werden.

2. Gefahrstoffbezeichnung

Die Kennzeichnung von Gefahrstoffen erfolgt u. a. mittels Piktogrammen.



- explosiv



- entzündbar
- selbstzersetzungsfähig



- entzündend (oxidierend)



- akute Tox. Kat. 1-3



- Reizung (Augen, Haut)
- Sensibilisierung der Haut
- Augenreizung Kat. 2
- Akute Tox. Kat. 4
- spezifische Zielorgan-Tox. Kat. 3



- karzinogen
- keimzellmutagen
- reproduktionstoxisch
- Sensibilisierung der Atemwege
- spezifische Zielorgan-Toxizität Kat. 1, 2 (nach einmaliger oder wiederholter Exposition)
- Aspirationsgefahr Kat. 1



- hautätzend
- schwere Augenschädigung Kat. 1
- auf Metalle korrosiv wirkend



- unter Druck stehende Gase



- gewässergefährdend

3. Gefahren für Menschen und Umwelt

Zusätzlich zum Piktogramm sieht das GHS-System ein Signalwort wie Gefahr oder Achtung sowie Gefahren- und Sicherheitshinweise vor. Die Gefahrenhinweise werden auch als H-Sätze, die Sicherheitshinweise als P-Sätze bezeichnet.

Für die einzelnen Gefahrstoffe findet man die H- und P-Sätze z. B.

- auf den Etiketten der Gefahrstoffbehälter,
- in den Sicherheitsdatenblättern.

Es kann vorkommen, dass mit Substanzen experimentiert wird, die für Schwangere eine Gefährdung darstellen. Damit bei der Unterrichtsplanung darauf Rücksicht genommen werden kann, sollen schwangere Schülerinnen die Schulleitung vertrauensvoll informieren, sobald sie von ihrer Schwangerschaft Kenntnis haben.

4. Schutzmaßnahmen/Verhaltensregeln

Wegen der besonderen Gefahren ist in den oben genannten Fachräumen grundsätzlich ein umsichtiges und vorsichtiges Verhalten erforderlich. Die

Schülerinnen und Schüler sollen offene Gashähne, Gasgeruch, beschädigte Steckdosen und Geräte oder andere Gefahrenstellen der Lehrerin oder dem Lehrer sofort melden.

Schülerinnen und Schüler dürfen Geräte, Chemikalien sowie Schaltungen nicht ohne Genehmigung der Fachlehrerin oder des Fachlehrers berühren und Anlagen für elektrische Energie, Gas und Wasser nicht ohne Genehmigung durch die Fachlehrerin oder den Fachlehrer einschalten.

In Experimentierräumen darf grundsätzlich nicht gegessen, getrunken und geschminkt werden.

Den Anweisungen der Fachlehrerin oder des Fachlehrers ist unbedingt Folge zu leisten.

Einige allgemeingültige Regeln beim Experimentieren sind:

- Die Versuchsvorschriften und Hinweise der Lehrkräfte müssen genau befolgt werden. Der Versuch darf erst durchgeführt werden, wenn die Lehrerin oder der Lehrer dazu aufgefordert hat.
- Die von der Lehrerin oder vom Lehrer ausgehändigte persönliche Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrille, Schutzhandschuhe) muss beim Experimentieren benutzt werden.
- Beim Umgang mit offenen Flammen (z. B. Brenner) sind lange Haare und Kleidungsstücke so zutragen, dass sie nicht in die Flamme geraten können.

5. Reinigung und Entsorgung

Chemikalien dürfen grundsätzlich nicht in den Abfluss gegossen werden. Gefahrstoffe und deren Reste werden gesammelt und entsorgt. Auf mögliche Abweichungen von dieser Regel wird von der Lehrerin oder dem Lehrer ausdrücklich hingewiesen.

Verschüttete und verspritzte Gefahrstoffe sind der Fachlehrerin oder dem Fachlehrer sofort zu melden.

6. Verhalten im Gefahrenfall

Auf jeden Fall: Ruhe bewahren und den Anweisungen der Lehrerin oder des Lehrers folgen.

6.1 Je nach Art des Gefahrstoffunfalls können folgende Maßnahmen notwendig werden:

- ▶ Not-Aus betätigen.
- ▶ Alarmplan beachten.
- ▶ Fachlehrerin oder Fachlehrer unverzüglich informieren.
- ▶ Fachraum verlassen, falls dies erforderlich ist.
- ▶ Erste Hilfe leisten, falls dies erforderlich ist.
- ▶ Ggf. Schulleitung und Ersthelfer informieren.

6.2 Bei Entstehungsbränden können folgende Maßnahmen notwendig werden:

- ▶ Not-Aus betätigen.
- ▶ Alarmplan beachten.
- ▶ Fachraum verlassen, falls dies erforderlich ist.
- ▶ Erste Hilfe leisten, falls dies erforderlich ist.
- ▶ Ggf. Brandbekämpfung mit geeigneten Löschmitteln (Löschsand, Löschdecke, Feuerlöscher).

Die Standorte sind zu benennen.

Feuerlöscher
Löschdecke
Löschsand

7. Erste Hilfe

Aushang im Raum beachten.

Ersthelfer sind:

Erste Hilfe-Raum Raum Nr.

Verbandkasten Raum Nr.

Telefon Raum Nr.

Sekretariat/Schulleitung: Telefon-Nr.

Feuerwehr/Rettungsdienst: Telefon-Nr.

Giftnotruf

Universitäts-Kinderklinik Bonn Telefon-Nr. 0228 19 240

Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht – Sicherheitsunterweisung gem. RISU-NRW

Klasse

Fachlehrer(in)

Datum

SICHERHEIT FÜR ALLE!

- 1) Den Fachraum nur mit der Lehrerin oder dem Lehrer betreten.
- 2) Zeichen für gefährliche Stoffe (Piktogramme) kennen und beachten. Beispiele:  
- 3) Gefahr sofort der Lehrerin oder dem Lehrer melden.
Beispiele: offener Gashahn, Gasgeruch, beschädigte Steckdose oder Gerät
- 4) Im Fachraum nicht essen, trinken oder schminken.
- 5) Anleitungen für Versuche befolgen. Anweisungen der Lehrerin oder des Lehrers befolgen.
- 6) Bei Versuchen: Schutzbrille tragen.
- 7) Bei Versuchen mit Kerzen und Brennern: Lange Haare zusammenbinden. Kleidung so tragen, dass sie nicht in die Flamme geraten kann.
- 8) Gefährliche Stoffe und Reste richtig sammeln und entsorgen. Dabei Anweisungen der Lehrerin oder des Lehrers befolgen.
Beispiele: nicht in den Ausguss gießen, Entsorgungsgefäß benutzen
- 9) Geruchsproben: Nur nach Aufforderung durch die Lehrerin oder den Lehrer als Fächelprobe
- 10) Nach dem Unterricht: Arbeitsplatz sauber hinterlassen. Hände waschen.
- 11) **Verhalten bei Gefahr: Ruhe bewahren. Den Anweisungen der Lehrerin oder des Lehrers folgen.**
Beispiele: (unterschiedlich nach Art der Gefahr)
 - Not-Aus betätigen
 - Alarmplan beachten
 - Lehrerin oder Lehrer sofort informieren
 - Fachraum verlassen
 - Erste Hilfe leisten
 - Schulleitung informieren

9 Dank

Die vorliegenden Materialien wurden unter Leitung des Referates 523 von der Arbeitsgruppe „Gemeinsames Lernen im Chemieunterricht“ im Auftrag des Ministeriums für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen erarbeitet.

Der Arbeitsgruppe gehörten an:

Dr. Michael Born, B.A.D GmbH, Düsseldorf
Thomas Diederich, B.A.D GmbH, Düsseldorf
Dr. Anke Domrose, Bezirksregierung Düsseldorf
David Dücker, Geschwister-Scholl-Gymnasium, Münster
Elke Goldschmidtboing, LVR Anna-Freud-Schule, Köln
Petra Janßen, Unfallkasse NRW
Patrick Krollmann, Bezirksregierung Köln / ZfsL Jülich
Dr. Dirk Lumme, Bezirksregierung Düsseldorf
Bettina Most, Bezirksregierung Arnsberg / ZfsL Dortmund
Dr. Gerrit Schnabel, Unfallkasse NRW
Thomas Weinreich, Gesamtschule Ruhrort, Duisburg
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Referate 511 und 523 des Ministeriums für Schule und Bildung

Die Arbeitsgruppe bedankt sich recht herzlich beim Ausbildungszentrum der Firma Currenta GmbH & Co. OHG in Krefeld-Uerdingen für die Anfertigung des Bildmaterials, die Unterstützung bei den experimentellen Arbeiten sowie die Überlassung des Ausbildungslabors, namentlich bei:

Heike Ehlers, Ausbildungszentrum der Currenta GmbH, Krefeld
Werner Schumacher, Ausbildungszentrum der Currenta GmbH, Krefeld

Ein weiterer Dank geht an Alexander Siebert, Vorsitzender der AG „Gefahrstoffe an allgemeinbildenden Schulen“ des MSB, für seine kritische Durchsicht der Materialien.

10 Quellenangaben

Ausgewählte Materialien dieses Heftes sind im Internet als bearbeitbare Textdateien und/oder PDF-Dateien als Download verfügbar:
www.mint.nrw.de/gemeinsames-lernen

- ¹ Informationen zum Unterricht mit Schülerinnen und Schülern mit einem Bedarf an sonderpädagogischer Unterstützung:
 - <https://broschueren.nordrheinwestfalendirekt.de/broschuerenservice/staatskanzlei/sonderpaedagogische-foerderschwerpunkte-in-nrw/2240>
 - <https://www.schulministerium.nrw.de/docs/bp/Lehrer/Service/Ratgeber/Nachteilsausgleiche/index.html>
- ² Saugnapf für Gasbrenner: z. B. https://www.conatex.com/catalog/ausstattung/laborgerate/brenner_warmequellen/product-haftfuss_fur_bunsenbrenner/sku-1021607 – ggf. Suchbegriff „Haftfuß“ oder <https://www.der-hedinger.de/480%20h>
- ³ Thermoblock aus Aluminium: z. B. <https://www.der-hedinger.de/thermoblock-aus-aluminium-pm%20100>
- ⁴ https://lncu.de/files/coursemanager/contenttext/231/tiny/Handbuch_V3_2017.pdf
 Bei der Internetseite www.lncu.de handelt es sich um die Seite „Lebensnaher Chemieunterricht“ (Gregor von Borstel). Es wird ein komplettes Skript zur Spritzentechnik angeboten. Außerdem kann hier der Koffer zur Spritzentechnik bezogen werden. (Suchbegriff: ChemZ)
- ⁵ Schülerschutzbrille: z. B. <http://www.winlab.de/naturwissenschaften-in-kindergarten-und-grundschule/sicherheit/schueler-schutzbrille>
- ⁶ Sicherheitsmesser: <http://www.sicherheitsmesser.org/>
- ⁷ Beispiel für eine Gefährdungsbeurteilung nach GHS: <http://www.brd.nrw.de/lerntreffs/chemie/structure/gefahrstoff/gefaehrdungsbeurteilung.php>
- ⁸ Die Piktogramme in Gefährdungsbeurteilungen etc. wurden von Wikipedia übernommen und zum Teil angepasst.
- ⁹ Materialien und Bilder zu den ausgewählten Experimenten: s. Downloadlink oben. Alle Bilder zu den Versuchen wurden erstellt von Currenta GmbH & Co. OHG in Krefeld-Uerdingen, zum Teil bearbeitet durch K. Berger.
- ¹⁰ Hitzebeständige Handschuhe: z. B. <http://www.gobau-online.de/kid-107-Hitzehandschuhe-1100-C.html>

- ¹¹ Glasbläsergriff: http://www.halbmikrotechnik.de/service/methode/chemie/meth_glasblasen/
- ¹² Möglicher Versuchsaufbau für Kohlenstoffdioxidnachweis s. unter: <http://www.halbmikrotechnik.de/service/chemie/gas/COx/>
- ¹³ Lernbuddy: siehe auch <https://education-y.de/handlungsfelder/schule/buddy-kinderrechte/>
- ¹⁴ Die digitale Version der vorgestellten Materialien ist unter der auf Seite 93 ganz oben genannten Internetadresse zu finden.
- ¹⁵ Foto Erlenmeyerkolben (Station 1): David Dücker; Illustrationen Versuchsmaterialien (Stationen 1-3): Unfallkasse NRW; Foto Zitrone (Station 2): dashu83/Freeplik; Foto Rotkohl (Station 2): Kay Berger; Foto Indikatorpapier (Station 2): Ines Op de Hipt/Kay Berger; Fotos weiße Stoffe (Station 3): Ines Op de Hipt/Kay Berger; Illustration Leitfähigkeit (Station 4): Kay Berger, verändert nach Tausch, von Wachtendonk (2010): Chemie 2000+ Sekundarstufe 1, Bamberg, C.C. Buchner; Fotos Zucker, Karamell, Reagenzgläser (Laufzettel): Ines Op de Hipt/Kay Berger; Fotos Rotkohlversuch (Laufzettel): Dr. Lars Hildebrandt; Illustration Farbverlauf (Laufzettel): MSB
- ¹⁶ Illustration Versuchsablauf Tiefziehversuch (Station 1): Kay Berger, verändert nach <http://www.axel-schunk.de/experiment/edm0702.html>; Symbol PS (Station 1): https://en.wikipedia.org/wiki/Resin_identification_code; Grafik Superabsorber (Station 2): MSB, verändert nach <http://www.superabsorber.com/product/superabsorber/downloads/favor-school-brochure-en.pdf>, S. 8; Gefahrenpiktogramme (Station 4): https://de.wikipedia.org/wiki/Global_harmonisiertes_System_zur_Einstufung_und_Kennzeichnung_von_Chemikalien; Fotos Kugel-Stab-Modelle (Station 4): Ines Op de Hipt; zu Station 4 vgl. auch <http://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/v17.htm>
- ¹⁷ Versuche mit Superabsorbern: http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/09_05.htm
- ¹⁸ Illustration Polyaddition: MSB, nach <http://www.chemie.fu-berlin.de/chemistry/kunststoffe/polyadd.htm>
- ¹⁹ Sicherheitsunterweisung: www.chemietreff.de

Der letzte Zugriff auf die angegebenen Internetseiten erfolgte im Januar 2018.

Notizen

[illegible]

Impressum

Herausgeber

Unfallkasse NRW
Moskauer Straße 18
40227 Düsseldorf
Telefon 0211 9024-0
E-Mail info@unfallkasse-nrw.de
Internet www.unfallkasse-nrw.de

Autoren

Arbeitsgruppe „Gemeinsames Lernen im Chemieunterricht“

Redaktion

Ines Op de Hipt
Kay Berger
Dr. Gerrit Schnabel

Gestaltung und Illustrationen

GMF I Gathmann Michaelis und Freunde
Sarah Gertzen

Druck

Burlage, Münster

2. Auflage April 2019

1.000 Exemplare

Bestellnummer

PIN 75

Unfallkasse NRW

Moskauer Straße 18
40227 Düsseldorf
Telefon 0211 9024-0
www.unfallkasse-nrw.de