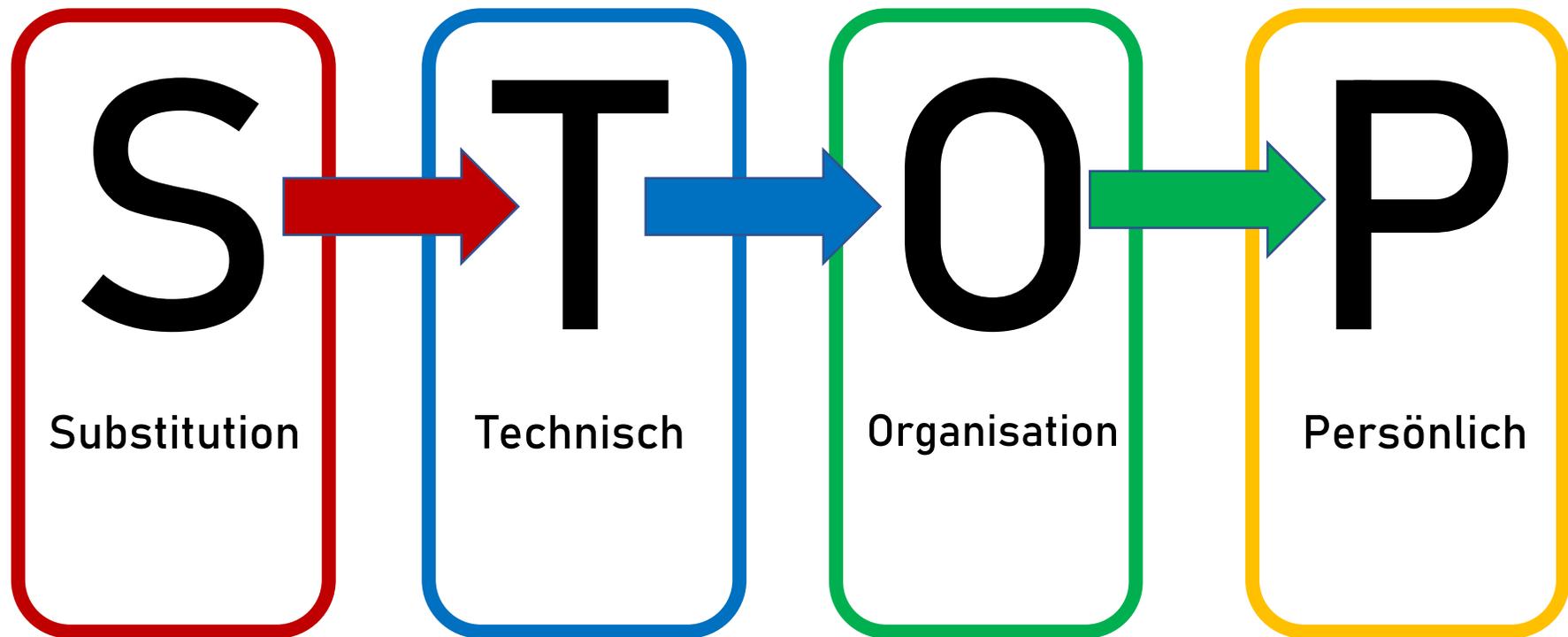
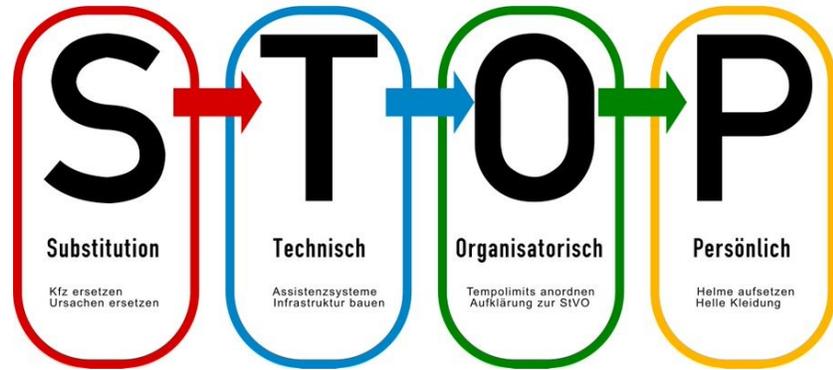


# Sicher Experimentieren mit dem STOP-Prinzip



# Überall, wo es um Arbeitsschutz geht

## Das STOP-Prinzip



[Lebenswerte City Hamburg @ Twitter: „Das #STOPPrinzip. Gefährliche Verkehrsarten ersetzen.^ds https://t.co/bU47n99hrY“ / Twitter](https://t.co/bU47n99hrY)

Um Lösungen für besseren Arbeits- und Gesundheitsschutz finden, orientiert man sich am STOP-Prinzip.



- S** steht für Substitution oder Ersatzstoffsuche  
Alternativen für Maschinen/Arbeitsstoffe
- T** steht für technische Lösungen  
z.B. leisere Maschinen
- O** steht für organisatorischen Lösungen  
z.B. Job-Rotation, Zeitliche/räumliche Trennung
- P** steht für persönliche Maßnahmen  
Unterweisung und persönliche Schutzausrüstung

Substitution und technische Maßnahmen haben den höchsten Wirkungsgrad!

### «STOP-Prinzip»

Das STOP-Prinzip erläutert die Reihenfolge der Ergreifung von Schutzmassnahmen.

<b>S</b> steht für Substitution, was im Falle von COVID-19 nur durch genügend Distanz möglich ist (z.B. Homeoffice).	<b>T</b> sind technische Massnahmen (z. B. Acrylglas, getrennte Arbeitsplätze, etc.).	<b>O</b> sind organisatorische Massnahmen (z. B. getrennte Teams, veränderte Schichtplanung).	<b>P</b> steht für persönliche Schutzmassnahmen (z. B. Hygienemasken, Handschuhe, etc.).  Nur umsetzen, wenn andere Massnahmen nicht möglich sind und eine adäquate Schutzausrüstung verfügbar ist.
S	T	O	P

<https://www.okjasg.ch/2020/05/11/rahmenschutzkonzept/>

<https://www.svlfg.de/akkutechnik>

# Natürlich auch im Chemieunterricht

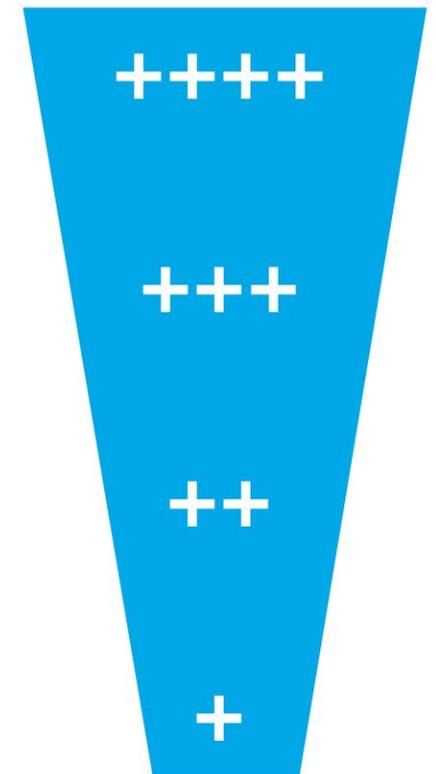
## Das STOP-Prinzip

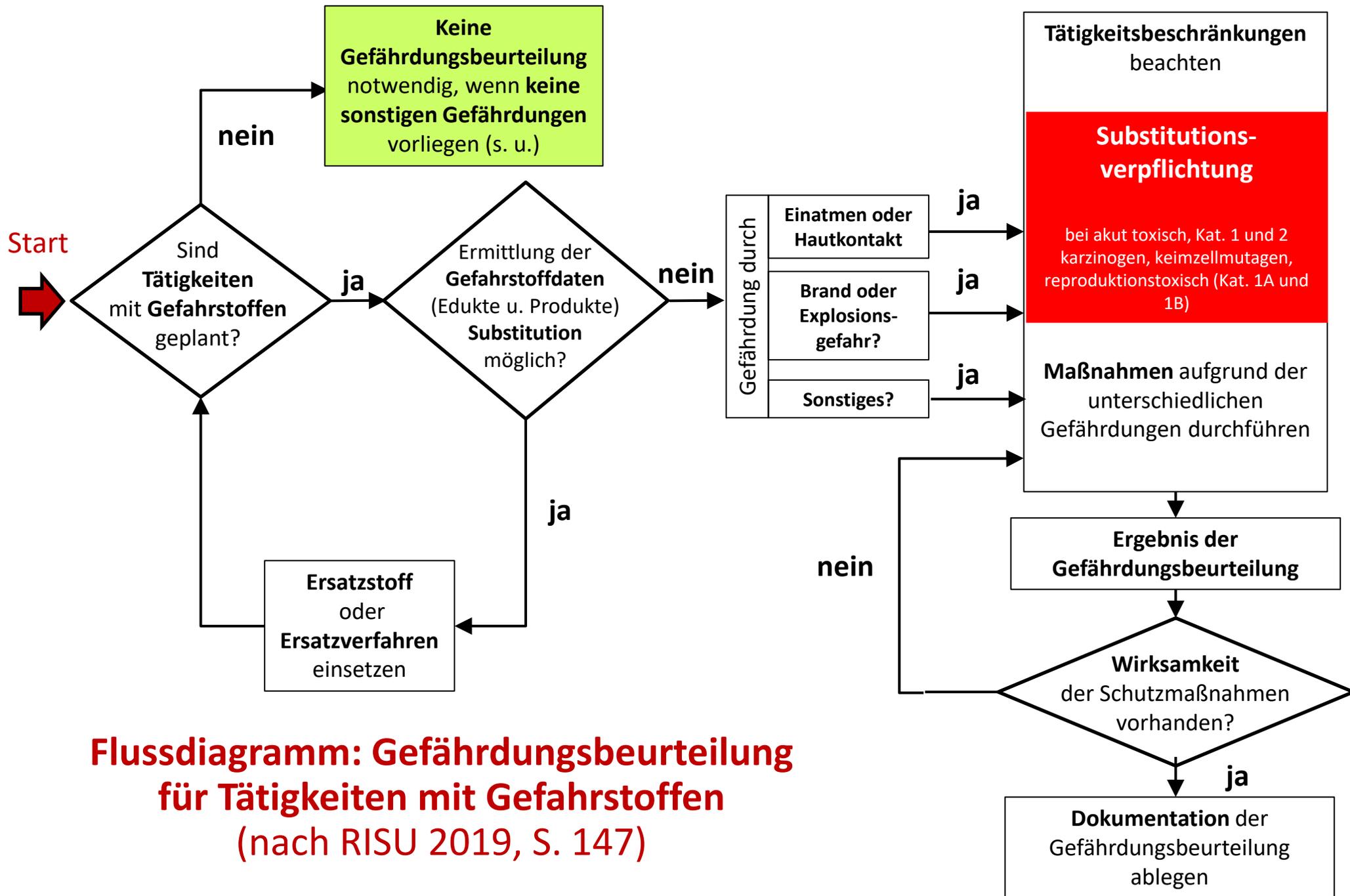


## Schutzmaßnahme



## Schutzniveau





**Flussdiagramm: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen (nach RISU 2019, S. 147)**

# Empfehlung: Geführte GfBU in DEGINTU



## Versuchsbeschreibung & Gefährdungsbeurteilung

geprüft am: 01.04.2020

Versuchsname

**Versilbern eines Reagenzglases**

Versuchs-Typ

**Chemie**

Versuchs-Kategorie

**Schauversuche**

Versuchs-Nr.

**2375**

---

# Silberspiegel – eine Anleitung aus dem Netz

## SCHWIERIGKEITSGRAD

Schülerversuch - schwer

## GERÄTE

sauberes (!) Reagenzglas, Reagenzglasständer, 100 mL Erlenmeyer

## CHEMIKALIEN

- Silbernitratlösung 0,1 mol/L
- konz. Salmiakgeist (25-30 %)
- Natriumhydroxid
- Glucose

## HINWEIS

Ammoniakalisches Silbernitrat niemals aufbewahren! Es bildet sich hochexplosives Silberazid.



# DEGINTU gibt Auskunft: Ammoniak

<b>Stoffbezeichnung</b> Ammoniak, wässrige Lösung 25%	<b>CAS-Nr.</b> keine Angaben	<b>Molare Masse</b> keine Angaben	<b>NH<sub>3</sub>·aq</b> herunterladen als:
<b>IUPAC</b> Azan-Lösung w=25%	<b>ZVG</b> 1750.005	<b>Schmelztemperatur</b> keine Angaben	
<b>AGW mg</b> 14	<a href="#">GESTIS Online</a>	<b>Siedetemperatur</b> 33 °C	
<b>AGW ml</b> 20		<b>GEFAHR</b>	
<b>Piktogramm</b> 	<b>WGK</b> 2	<b>Besondere Ersatzstoffprüfung / Substitutionsprüfung (bei karzinogenen, keimzellmutagenen, reproduktionstoxischen Stoffen, akut toxischen Stoffen der Kategorien 1 bis 3 oder explosiven Stoffen)</b> erforderlich	<b>Anmerkung</b> Über der Lösung kann Ammoniak unter leichtem Überdruck stehen.
<b>H-Satz</b> H314 H335 H410	<b>Stoffgruppen</b> Hydrid, anorg.		<b>Freisetzungsverhalten</b>
<b>P-Satz</b> P261 P271 P273 P280 P303+P361+P353 P305+P351+P338	<b>Schwangerschaftsgruppe</b> keine Angaben	<b>Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 905)</b> keine Angaben	<a href="#">Entsorgung</a>

# DEGINTU gibt Auskunft: Natronlauge

Stoffbezeichnung

**Natriumhydroxid 10%**

IUPAC

**Natriumhydroxid-Lösung w=10%**

CAS-Nr. *keine Angaben*

ZVG

**1270.002**

 [GESTIS Online](#)

 [In Sammlung](#)

Molare Masse

*keine Angaben*

Schmelztemperatur

*keine Angaben*

Siedetemperatur

*keine Angaben*

**GEFAHR**

NaOH-aq

herunterladen als:

Piktogramm



H-Satz

**H290 H314**

P-Satz

**P280 P308+P310 P303+P361+P353 P305+P351+P338**

WGK

**1**

Stoffgruppen

**Hydroxid, Natriumsalz**

Schwangerschaftsgruppe

*keine Angaben*

Lagerung

**RS**

Tätigkeitsbeschränkungen und -verbote

**S4K**

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 905)

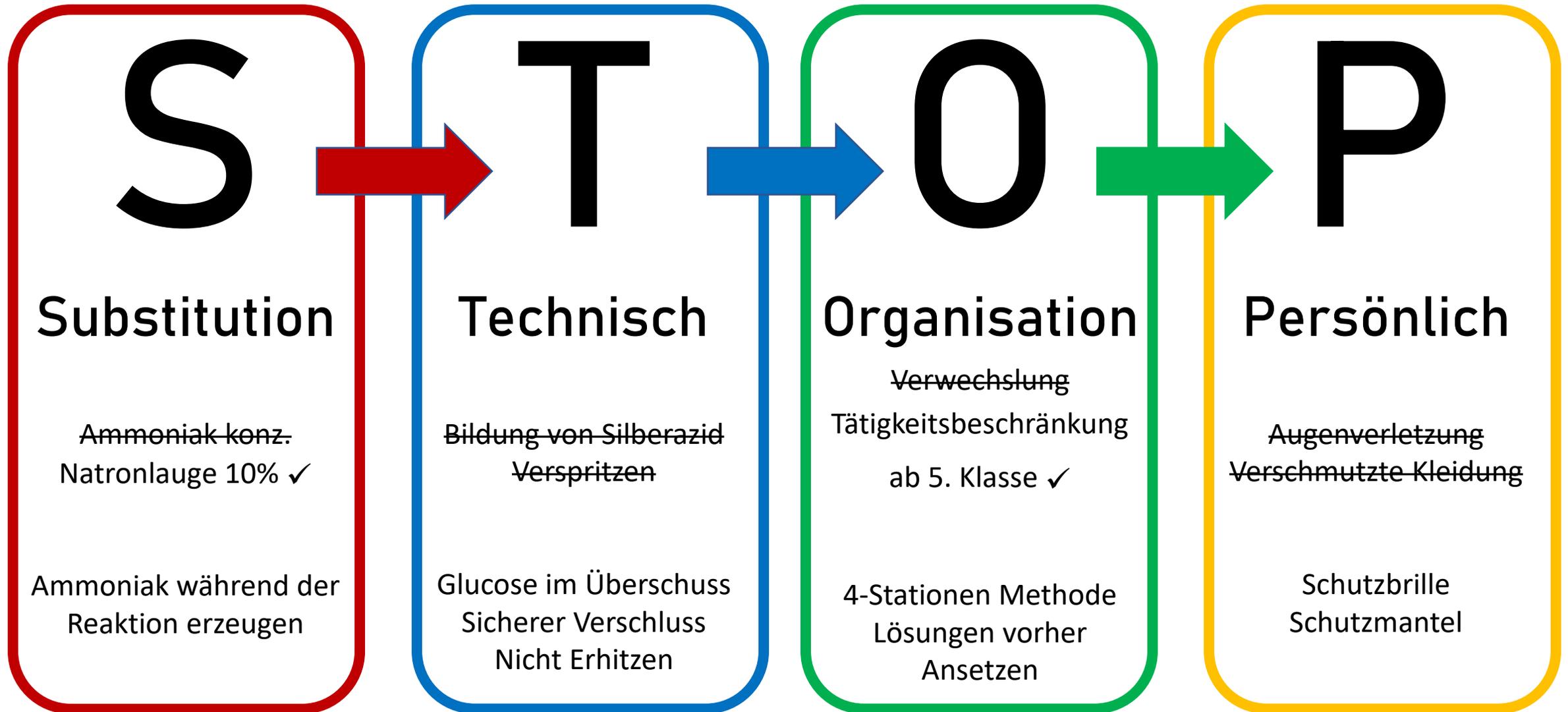
*keine Angaben*

 [Freisetzungverhalten](#)

 [Entsorgung](#)

aktualisiert am:  
05.05.2022

# Silberspiegel nach dem STOP-Prinzip



# Optimierte Versuchsanleitung in der Praxis bewährt



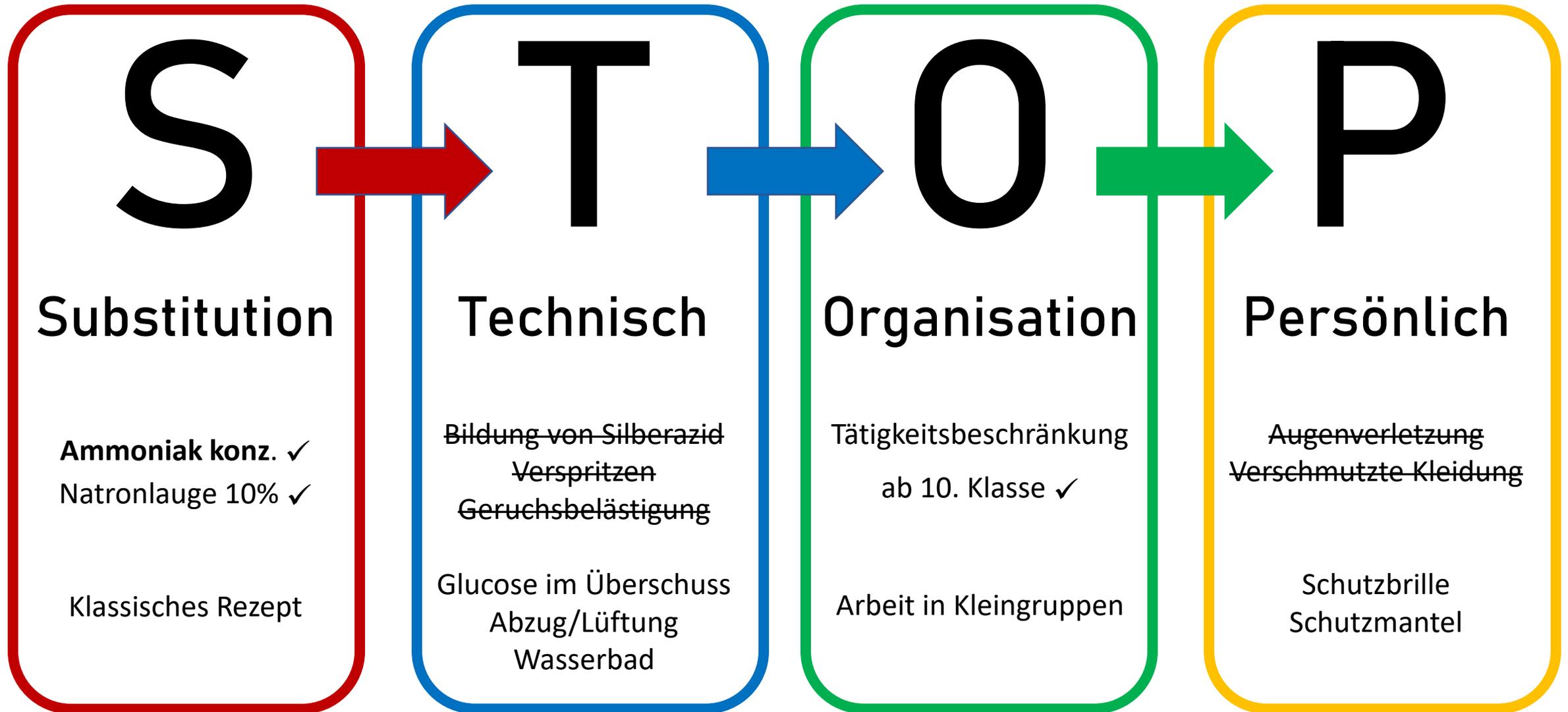
Forscha, München, 2019:  
1000 Flaschen in drei Tagen auf dem Stand der Bayerischen Chemieverbände

# Ein Versuch mit viel Know how

- Sehr sicher: Keine Silberazidbildung
- Neue Flaschen: Keine Lösungsmittel nötig
- Flaschen mit Schraubverschluss: Auslaufsicher
- Haltbare Lösungen: Geringer Vorbereitungsaufwand
- Geringe Mengen pro Flasche nötig: Wenig Abfall fällt an
- Hohe Eigenaktivität mit Erfolgserlebnis: Schütteln für den Spiegel
- Massentauglich, Werbung für die Chemie: Etwas Herstellen, für Zuhause



# Silberspiegel nach dem STOP-Prinzip klassisch



# STOP – Sind prozessorientierte GfBU's die Zukunft?

## Technische Maßnahmen

- Durchführung im Microscale-Maßstab

## Organisatorische Maßnahmen

- Schutzwirkung durch Versuchsdurchführung in kleineren Gruppen

[Quelle: Gefährdungsbeurteilung - Sichere Schule \(sichere-schule.de\)](http://sichere-schule.de)

- Schutzwirkung durch zeitliche Begrenzung

[Quelle: STOP-Prinzip: Was es bedeutet und wie es zu verstehen ist! \(arbeits-und-brandschutz.de\)](http://arbeits-und-brandschutz.de)

Technische und organisatorische Maßnahmen sollten Versuche, auch als Schülerversuch, möglich machen, die allein von den Stoffen her nicht erlaubt sind.

So noch nicht in Prozessschema von DEGINTU umgesetzt, dennoch gibt es schon Bsp. dafür:

# Elektrolyse einer Kupfer(II)-chlorid-Lösung im Tropfenmaßstab DEGINTU 2482

Chlor 7170.002 GEFAHR



H270 H315  
H319 H330  
H335 H400  
EUH071

P220 P244 P260 P273  
P405 P302+P352 P332+P313  
P370+P376 P304+P340+P315  
P305+P351+P338+P315

Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler

S W  
ESP

06.11.2020 Produkt

Stoffliche Eigenschaften	vorhanden
KMR-Stoff 1A/1B	<input type="checkbox"/>
durch Einatmen	<input checked="" type="checkbox"/>
durch Hautkontakt	<input checked="" type="checkbox"/>
durch Augenkontakt	<input checked="" type="checkbox"/>
Brandgefahr	<input type="checkbox"/>
Explosionsgefahr	<input type="checkbox"/>
Infektionsgefahr	<input type="checkbox"/>

### weitere Gefährdungen

weitere Gefahren und Hinweise

Es entstehen bei sachgerechter Durchführung geringe Mengen an Chlorgas, die olfaktorisch wahrgenommen werden können, ohne zu einer relevanten Gefährdung zu führen. Die Durchführung mehrerer Versuche gleichzeitig bei schlechter Raumlüftung oder kann zu einer relevanten Belastung der Atemluft mit Chlor führen. Gefährdung durch Netzspannung bei Verwendung einer mit 230 V betriebenen Spannungsquelle.

### weitere Symbole



dennoch: **Tätigkeitsbeschränkung:**  
Schülerversuch ab Jahrgangsstufe 5

# Wo ankreuzen? Substitutionsprüfung in DEGINTU

## Gefahrstoffe

- keine Substitution** : Es ist keine weitere Prüfung erforderlich, da keine Gefahrstoffe für das Experiment verwendet werden oder entstehen.
- Substitution 1**: Substitution von Gefahrstoffen, Verwendungsformen und -verfahren wurde geprüft. Der Versuch ist zur Vermittlung wesentlicher Lerninhalte nicht verzichtbar und kann unter Einhaltung der in der Versuchsvorschrift genannten Einschränkungen und mit den dort genannten Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Gefährliche Stoffeigenschaften oder andere Gefährdungen, die eine Durchführung durch Schüler/innen oder Lehrkräfte grundsätzlich ausschließen würden, sind nicht bekannt. Die Stoffliste DGUV Information 213-098 in [degintu.dguv.de](http://degintu.dguv.de) wurde berücksichtigt.
- Substitution 2**: Substitution von Gefahrstoffen, Verwendungsformen und -verfahren wurde geprüft. Der Versuch ist zur Vermittlung wesentlicher Lerninhalte nicht verzichtbar, kann jedoch auch unter Einhaltung der in der Versuchsvorschrift genannten Einschränkungen und mit den dort genannten Schutzmaßnahmen in der Schule nicht sicher durchgeführt werden. Alternativen sind nicht verfügbar. Es wird daher folgende Alternative ergriffen.
- Substitution 3**: Substitution von Gefahrstoffen, Verwendungsformen und -verfahren wurde geprüft. Der Versuch ist zur Vermittlung wesentlicher Lerninhalte nicht verzichtbar, kann jedoch auch unter Einhaltung der in der Versuchsvorschrift genannten Einschränkungen und mit den dort genannten Schutzmaßnahmen in der Schule nicht sicher durchgeführt werden. Alternativen sind nicht verfügbar. Der Versuch wird daher als Video gezeigt.

# Grundlage RISU (Stand 14.06.2019)

## **I – 3.4.1 Geringe Stoffgefahr: Grundsätze für die Verhütung von Gefährdungen** (§ 6 Abs. 11 und § 8 GefStoffV)

Unabhängig davon, ob es sich um gefährliche Stoffe handelt, werden zunächst Mindeststandards für eine gute Arbeitspraxis bei Tätigkeiten mit Arbeitsstoffen beschrieben.

Diese Grundsätze sind als Maßnahmen für Tätigkeiten ausreichend, wenn

- schultypisch geringe<sup>2</sup> Stoffmengen eingesetzt werden,
- schultypische Arbeitsbedingungen verwendet werden,
- die dem Gefahrstoff zugeordneten Gefährlichkeitsmerkmale beachtet werden,
- einer nach Art, Dauer und Ausmaß schultypisch niedrige Exposition vorliegt.

• • •

Auch bei Tätigkeiten mit Stoffen, die mit dem Gefahrenpiktogramm GHS06 „Totenkopf“ gekennzeichnet sind, kann bei geeigneten Bedingungen eine geringe Gefährdung vorliegen.

Beispiele für Tätigkeiten mit geringer Gefährdung in der Schule sind das Kleben von Materialien im Unterricht mit lösemittelhaltigen Klebstoffen in geringem Umfang (z. B. mit wenigen Klebstofftuben), Löten mit bleifreiem Lot, Arbeiten mit Gips, Verarbeiten von Dispersionsfarben, Ansetzen von wenigen Millilitern Bariumchloridlösung als Sulfatnachweis aus wenigen Kristallen Bariumchlorid (siehe III – 2.4).

# Alltag und Schule dürfen nicht auseinanderklaffen!

## Hygiene-Reiniger »DanKlorix Original«



Hygiene-Reiniger »DanKlorix Original«, für Küche, Bad, Böden und im Außenbereich, beseitigt Schmutz, Fettbeläge und Gerüche, entfernt bis zu 99,9% der Bakterien, Keime und Schimmelpilze, auch zur Fleckenbeseitigung und für hygienisch saubere, weiße Wäsche geeignet, Duftrichtung: neutral, Inhalt: 1,5 Liter

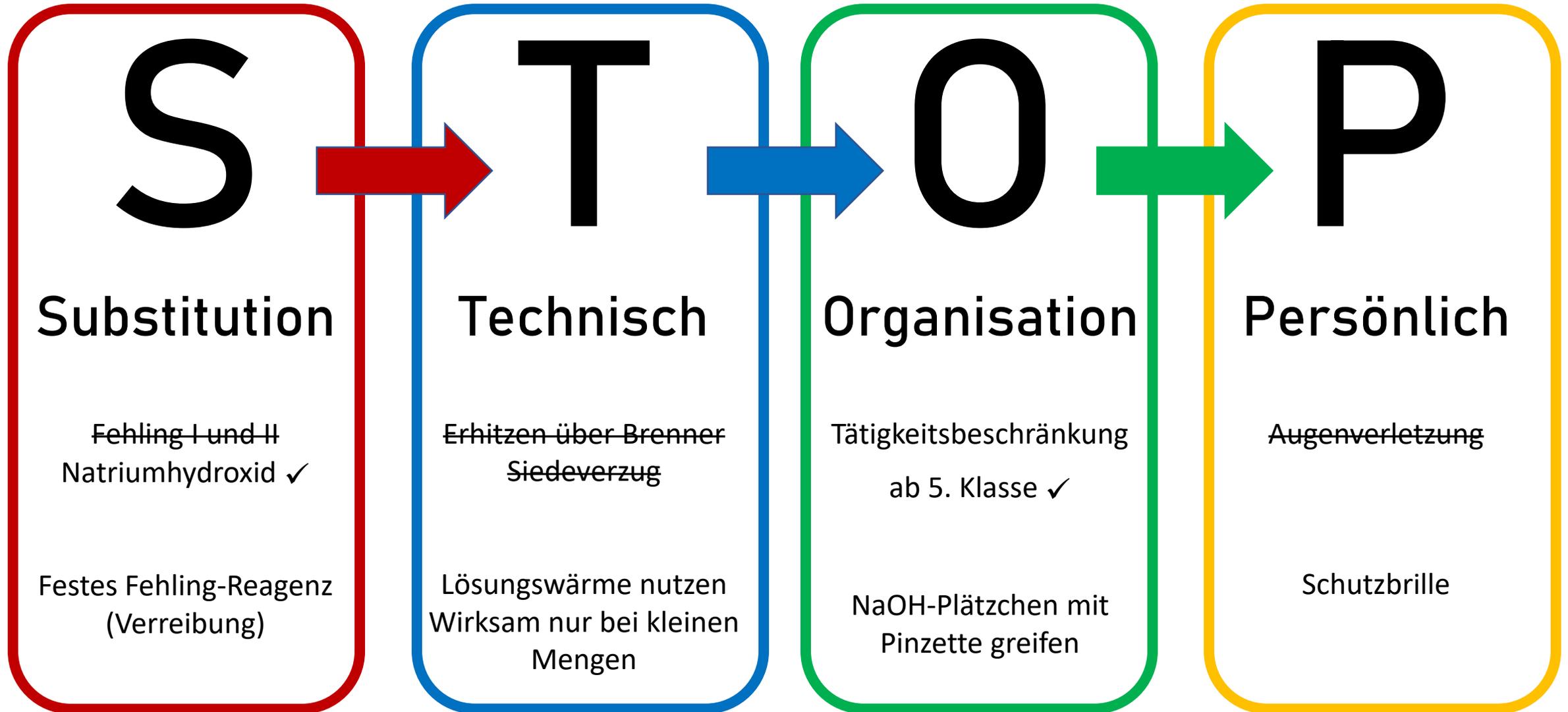


**Kompetenzziel im Chemieunterricht:  
Chlorgeruch muss bekannt sein, sonst kann  
er nicht vor Gefahren warnen!**

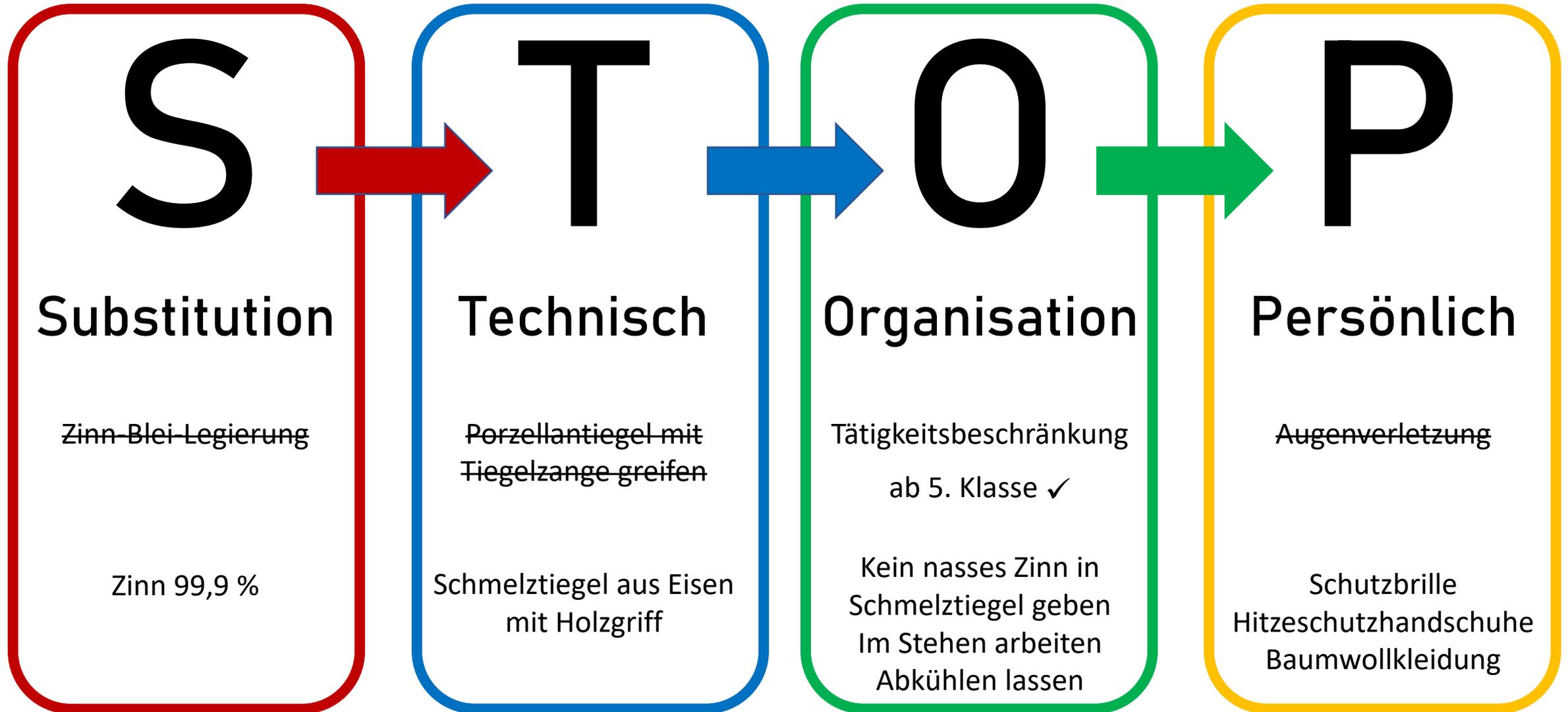
Der Reiniger wirkt, weil er Chlor frei setzt („Aktives Chlor“)

Nach einer GfBU dürfte ein Schüler/in den Reiniger nicht verwenden!

# Fehling nach dem STOP-Prinzip



# Zinngießen nach dem STOP-Prinzip



[bcschwab@web.de](mailto:bcschwab@web.de)  
[www.fachreferent-chemie.de](http://www.fachreferent-chemie.de)

