

Punkteverteilung 2025



Auftrag	Inhalt	Punkte	Kriterien	Hinweise	
1. a)	Anlaufen des Silbers	2	▪ Beobachtungen	Die Beschreibung der Durchführung wird nicht bewertet, da nur Ergänzungen zu den Informationen auf dem Flyer verlangt waren.	
1. b)	Reinigung des Silbers mit Alufolie in Kochsalzlösung	2	▪ Beobachtungen		
		2	▪ Untersuchung der Bedingungen	Für die halbe Punktzahl sollten mindestens zwei Bedingungen untersucht werden.	
		2	▪ Erklärungen	Erwartet werden Reaktionsgleichung(en) <i>und</i> eine Erklärung in Textform - und zwar mindestens zur Reinigung <i>und</i> zu den Bedingungen.	
1. c)	zwei weitere Reinigungsmethoden	2	▪ Durchführung ▪ Beobachtungen	Je Reinigungsmethode kann nur 1 Punkt erzielt werden.	
2. a)	Bau einer Zitronenbatterie	2	▪ Beobachtungen	Die Durchführung wird wieder nicht bewertet.	
		2	▪ Erklärungen	Erwartet werden Reaktionsgleichung(en) <i>und</i> eine Erklärung in Textform.	
	2. b)	erste Voltsäule / Kontext Reihenschaltung	2	▪ Erläuterungen (aus Recherche)	Je Aspekt (erste Voltasäule bzw. Reihenschaltung) kann nur 1 Punkt erzielt werden.
	2. c)	Bau einer Reihenschaltung / Voltasäule	2	▪ Durchführung → ▪ Beobachtungen	Zur Durchführung genügen Ergänzungen zu den Informationen im Video.
3. a)	Anlaufen von Alufolie	2	▪ Beobachtungen ▪ Schlussfolgerung	Die Dokumentation wird hier knapp ausfallen.	
3. b)	Aluminiumfolie in Reihenschaltung	2	▪ Beobachtungen ▪ Schlussfolgerung		
	3. c)	Wärmeleitfähigkeit	2	▪ Durchführung ▪ Beobachtung ▪ Schlussfolgerung	
	3. d)	Zuckerperlen	2	▪ Beschreibung (aus Recherche)	
	3. e)	Ag / Al im Vergleich	2	▪ eigene fundierte Bewertung	Erwartet wird eine Begründung unter Einbezug bisheriger Experimente <i>und</i> weiterer Aspekte.
	4.	Kunstwerk oder Showeffekt	2	▪ Durchführung ▪ Originalität	Die Originalität / Kreativität spielt beim Kunstwerk eine größere Rolle als beim Showeffekt.
Deckblatt		2	▪ Gestaltung ▪ Ästhetik	„Gestaltung“ meint, ob das Deckblatt überhaupt auf Basis der Aufgabe 4 gestaltet wurde.	
äußere Form	Fotos / Zeichnungen	2	▪ Fotos oder Zeichnungen	In der Arbeit sollten einige aussagekräftige Fotos oder Zeichnungen enthalten sein (über das Deckblatt hinaus).	
	Sorgfalt	2	▪ formale Kriterien ▪ ordentliche Anfertigung	Zu den formalen Kriterien gehören z. B.: Deckblatt mit persönlichen Daten, Inhaltsverzeichnis. Die ordentliche Anfertigung bezieht sich auf die gesamte Dokumentation. Handschriftliche Aufzeichnungen führen nicht zum Punktabzug.	
Zusatz	Ausgleichspunkte (max. Zusatzpunkte)	+ 2 + 2 / 4	für die Klassenstufen 5 und 9 für Klassen 5 - 8 / 9 - 10 der Gesamt- und Realschulen plus		
Gesamt		30 / 36	für 5. - 8. Klasse / 9. - 10. Klasse (exklusive Ausgleichspunkte)		

Hinweise zur Punkteverteilung

In obiger Tabelle sind die maximal erreichbaren Punkte (jeweils 2 Punkte) angegeben. Die Punktevergabe pro Kategorie erfolgt *bis zur Maximalzahl in drei Stufen*, d. h.: Es können entweder 2 oder 1 oder 0 Punkte, jedoch keine Zwischenwerte vergeben werden. Die mit * markierten, hellgrau unterlegten Aufgaben werden nur von 9. und 10. Klasse bearbeitet.

Beschreibung der Einstufungen:

Bei der Entscheidung für 2, 1 oder 0 Punkte spielt der Gesamteindruck pro Kategorie die maßgebliche Rolle, etwa gemäß folgender Einstufung:

2 Punkte: sehr gute, ausführliche, differenzierte Darstellung (höchstens mit wenigen kleinen Fehlern)

1 Punkt: mittelmäßige Darstellung (teilweise lücken- oder fehlerhaft)

0 Punkte: schwache Darstellung (zu knapp oder mit gravierenden Fehlern)

Welche Urkunde gibt es mit welcher Punktzahl?

	5. bis 8. Klasse	9. bis 10. Klasse
<i>Ehrenurkunde</i>	30 – 23 Punkte	36 – 27 Punkte
<i>Siegerurkunde</i>	22 – 14 Punkte	26 – 17 Punkte
<i>Teilnahmeurkunde</i>	13 – 6 Punkte	16 – 8 Punkte
<i>Teilnahmebestätigung</i>	5 – 0 Punkte	7 – 0 Punkte

Quellen und Literaturhinweise

Literatur

- [1] Experimentalwettbewerbe „Chemie entdecken“ (Aufgabe 1-2009) und „Experimente antworten“ (Aufgabe 1-2020/21)
- [2] Wikipedia, insbesondere <https://de.wikipedia.org/wiki/Silberpflege> und https://de.wikipedia.org/wiki/Voltasche_S%C3%A4ule (Stand 14.9.2024)
- [3] AKADEMIE FÜR LEHRERFORTBILDUNG UND PERSONALFÜHRUNG (Hrsg.); „Chemie? – Aber sicher!“, S. 23-1 und 23-23, Dillingen (2014)
- [4] Wie funktioniert das Reinigen von angelaufenem Silber?, unter https://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/07_05.htm (abgerufen am 31.1.2025)
- [5] Batterien und Akkumulatoren, unter https://seilnacht.com/Lexikon/e_batt.html (abgerufen am 14.9.2024)
- [6] Glitzer in Lebensmitteln - schön und gesund?, unter <https://www.verbraucherzentrale-bremen.de/wissen/lebensmittel/glitzer-in-lebensmitteln-schoen-und-gesund-42489> (abgerufen am 22.9.2024)
- [7] Silber- und Aluminiumpreise sind abrufbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/668165/umfrage/durchschnittlicher-preis-fuer-silber-weltweit-monatlich> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/664491/umfrage/durchschnittlicher-preis-fuer-aluminium-weltweit>
- [8] Experimente zu Showeffekten mit Aluminiumfolie:
 - [8a] Youtube-Kanal *MadeMyDay* unter https://www.youtube.com/watch?v=jN9L7dfsg_8 und
 - [8b] Youtube-Kanal *TQT HACKS* unter <https://www.youtube.com/watch?v=R0-0jnMjVSI>

Fotonachweise

- [9] Voltasäule: https://de.wikipedia.org/wiki/Voltasche_S%C3%A4ule
- [10] Zuckerperlen mit Silberüberzug E172 und Silber-Glimmer mit E174: www.amazon.de
- [11] Experimente zu Showeffekt mit Aluminiumfolie: Screenshots aus Videos in [8]

Videos aus den Aufgaben

Die in den Aufgaben verwendeten Videos, erreichbar über die Wettbewerbshomepage, basieren auf Youtube-Videos, die gekürzt wurden. Deren Verwendung wurde dankenswerterweise von den Betreibern der jeweiligen Kanäle genehmigt:

- [13] Das vollständige, unveränderte Originalvideo *zur Zitronenbatterie* befindet sich auf dem YouTube-Kanal der *Stadtwerke Essen*, erreichbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=wxdeM2B8Kco>
- [14] Die vollständigen, unveränderten Videos *zur Voltasäule* befinden sich auf dem YouTube-Kanal *PyroLeon*, erreichbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=x35vJNLqPV4> und <https://www.youtube.com/watch?v=whLSuM1Tfj4>

Was ist mit Erwartungshorizont gemeint?

Folgende Hinweise zur Lösung sind nicht als Optimal- oder Standardlösung zu verstehen. Bewusst sind einige Aufgaben (wie die Methoden zur Silberreinigung oder die Untersuchung der Wärmeleitfähigkeit) so offen formuliert, dass die Experimente (inklusive der Materialien und Mengen) eigenständig entwickelt bzw. recherchiert werden müssen, was zu *abweichenden* und unterschiedlich ausgeprägten Beobachtungen und Ergebnissen führen kann. Die Ursachen für solche Diskrepanzen können auch in den diversen Produktmarken (z. B. des Silberbestecks), an den Geräten des Haushalts (z. B. Größe des verschließbaren Behälters) liegen, dieses Mal vor allem in der Wahl für Silberbesteck vs. Silberdraht. Entscheidend ist daher, dass die Tendenzen sowie Schlussfolgerungen nachvollziehbar dargelegt sind und die Experimente kritisch reflektiert werden.

Die eingebetteten „Anmerkungen“ werden von den Wettbewerbsteilnehmenden nicht erwartet, sondern dienen nur der Information. So werden zu manchen Aufgaben mehrere mögliche Experimente als Alternative vorgeschlagen oder weiterführende theoretische Hintergründe ergänzt.

Auftrag 1a: „Anlaufen“ des Silbers „Welch Glanz in meiner Hütte!“

Lege die „Silberobjekte“ in einem möglichst kleinen Behälter auf Stücke von gekochtem, geschältem Ei. Achte auf eine große Kontaktfläche zwischen Silber und Eiweiß. Verschließe den Behälter und lass ihn mehrere Stunden stehen.

Variante Silberbesteck

Beobachtung:

Das Silberbesteck färbt sich schwarz.



Anmerkungen:



Foto 1

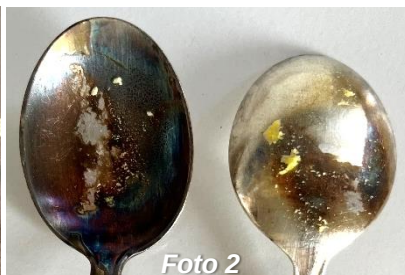


Foto 2



Foto 3

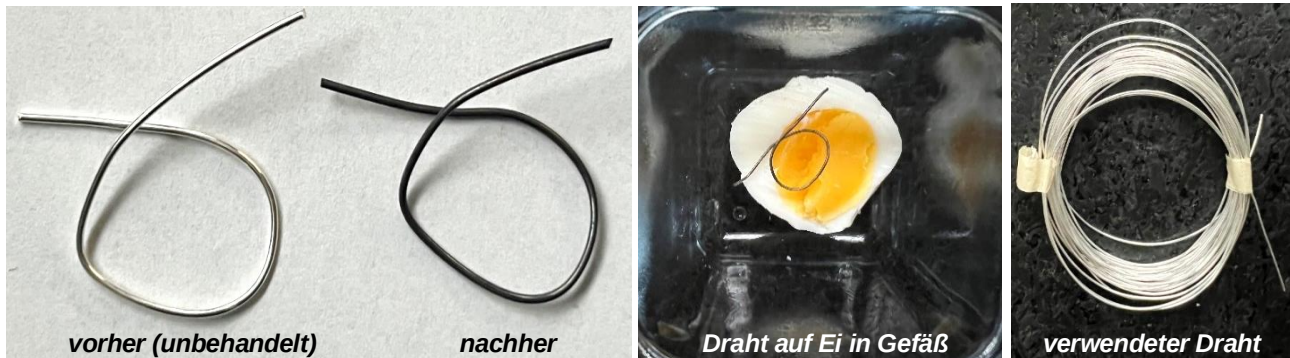
ideale Positionierung des Löffels konkave Fläche konvexe Fläche auf Eiweiß auf Eigelb

- Es funktioniert besonders gut, wenn man, wie auf Foto 1 gezeigt, einen weitgehend verschlossenen Hohlraum zwischen Löffel und Ei bildet, damit sich darin das Schwefelwasserstoffgas sammeln kann. Das Ergebnis einer solchen Lage zeigt auf Foto 2 der linke Löffel, während der rechte Löffel direkt mit der konvex gekrümmten Fläche auf dem Ei lag.
- Am Foto 3 erkennt man: Lag der Löffel auf Eiweiß, wird die Schwarzfärbung intensiver und durchgehender (linker Löffel) im Vergleich zum Löffel, der auf Eigelb lag (rechter Löffel).

Variante Silberdraht (mit Kupferkern, Durchmesser: 0,8 mm)

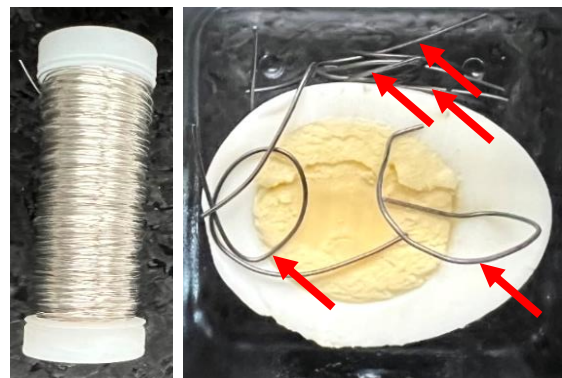
Beobachtungen:

Der Silberdraht färbt sich schwarz, nachdem man ihn – wie in der Aufgabenstellung beschrieben – in ein verschlossenes Gefäß mit Ei gelegt hat.



Anmerkungen:

- Reiner Silberdraht ist i. A. aufgrund der damit verbundenen Kosten sehr dünn (Durchmesser z. B. nur 0,3 mm, s. Foto links). Bei einem solch dünnen Draht ist die Schwarzfärbung zwar genauso stark vorhanden, jedoch etwas schwerer zu erkennen. Zu Punktabzügen in der Bewertung führt seine Verwendung nicht.
- Kleinere Silbergegenstände wie Draht sind mit dem Ei unbedingt in ein verschlossenes, möglichst kleines Gefäß zu legen. Legt man den Draht nämlich offen auf das Ei, passiert gar nichts, da dann der sich bildende Schwefelwasserstoff diffundiert. Es spielt aber keine Rolle, ob man den Draht im verschlossenen Gefäß auf oder neben das Ei legt (s. Foto rechts).



links: reiner Silberdraht $\varnothing = 0,3 \text{ mm}$
rechts: Alle Drähte werden schwarz.

Auftrag 1 b (1): Reinigen des Silbers „Welch Glanz in meiner Hütte!“

Um Glanz zurückzugewinnen, lege die „angelaufenen“ Silberobjekte, von Aluminiumfolie umgeben, vorsichtig in eine konzentrierte, sehr warme Kochsalzlösung.

Variante Silberbesteck

Beobachtung:

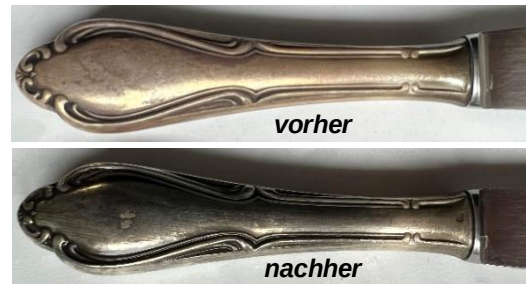
Legt man die Silberobjekte zusammen mit Aluminiumfolie in heißes Salzwasser, beobachtet man am Silberbesteck sofort, dass die Schwarzfärbung verschwindet und der Glanz wieder zum Vorschein kommt.

links: vor Eintauchen in Lösung
rechts: nachher (unterhalb der Linie in die Lösung eingetaucht)



Anmerkung:

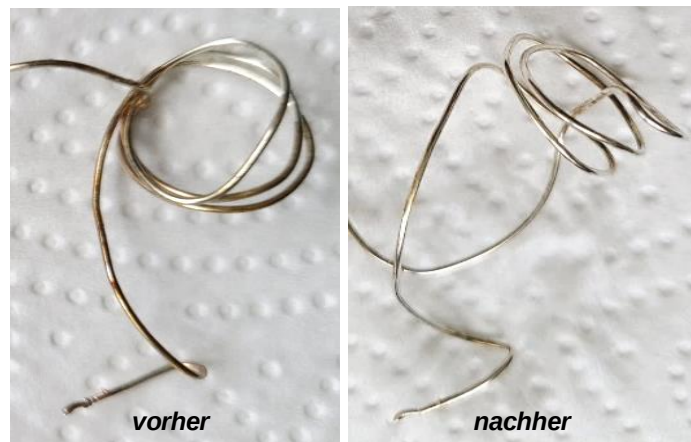
Merkwürdigerweise kann es bei manchem Besteck vorkommen, dass die Schwarzfärbung verstärkt und kein Glanz sichtbar wird. Wir vermuten, dass sich das Silber in solchen Fällen nach der elektrochemischen Reaktion kolloidal abscheidet und dadurch der Glanzeffekt verlorenggeht. Da diese Beobachtung eindeutig vom verwendeten Besteck abhängt, kann sie auch bei einigen Wettbewerbsteilnehmenden auftreten.



Variante Silberdraht

Beobachtung:

Der Reinigungseffekt ist beim Silberdraht zwar ebenfalls, allerdings nicht so deutlich wie beim Besteck zu erkennen, zumal die Schwarzfärbung auf dem dünnen Draht schwerer auszumachen ist und teilweise der Kupferkern zum Vorschein kommt, wodurch neue dunkelbraune Partien erscheinen und der Glanz nicht mehr vollständig wiederkehrt. Im Experiment wirkt es sich positiv aus, wenn man den Draht teilweise in die Aluminiumfolie einpackt, um eine möglichst große Kontaktfläche zu erzeugen, und wenn man dem Prozess ausreichend Zeit gibt.



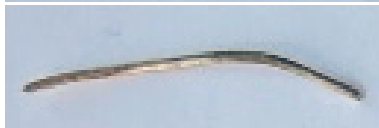
Verstärkend kommt beim Silberdraht hinzu, dass die Unterschiede auf den Fotos weniger ausgeprägt als im Original erscheinen. Für die Beobachtung ist es daher ratsam, den gereinigten Draht sowohl mit noch nicht schwarz angelaufenen (also tatsächlich silberfarbenen) als auch mit ungereinigten, schwarz gefärbten Drahtstücken zu vergleichen und zusätzlich die Drahtstücke in verschiedenen Positionen ins Licht zu drehen, um ein glänzendes Schimmern zu verfolgen. Auf den folgenden Fotos kann man die beschriebenen Unterschiede dann doch recht klar erkennen:



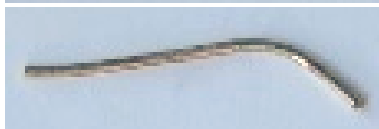
ein unbehandelter Silberdraht



ein schwarz angelaufener Silberdraht



nach dem Einlegen mit Aluminiumfolie in warmem Wasser



nach dem Einlegen mit Aluminiumfolie in warmer Kochsalzlösung

Auftrag 1b (2): Untersuchung der Bedingungen „Welch Glanz in meiner Hütte!“

Untersuche, welche der Bedingungen (Aluminiumfolie, Wasser, Kochsalz, Temperatur) entscheidend für den Glanzeffekt sind. Würdige bei den Beobachtungen auch kleine Veränderungen.

Um den Einfluss der Bedingungen zu untersuchen, wird zunächst immer nur eine Komponente und anschließend bei Bedarf noch eine zweite Komponente entfernt. Die Tabelle ist so angeordnet, dass der Einfluss der Bedingungen von oben nach unten abnimmt. Die Fotos zu „nachher“ wurden erstellt, nachdem das Silberobjekt eine Stunde in der betreffenden Lösung lag. Auf Fotos zum Draht wird hier aus oben genannten Gründen verzichtet.

entfernte Komponente	Wirkung (Beobachtung)	Foto Besteck	
		vorher ↓	nachher ↓
ohne Kochsalz	<i>recht gut, aber langsamer:</i> Ohne Kochsalz, also nur mit Aluminium in warmem Wasser, funktioniert die Reinigung des Silberobjekts auch recht gut: - Beim <i>Silberbesteck</i> klappt es in qualitativer Hinsicht sehr gut, nur nicht ganz so schnell wie mit einem Kochsalz-Zusatz. - Beim <i>Silberdraht</i> ist auch zu erkennen, dass es ohne Kochsalz funktioniert, aber nicht ganz so ergiebig, da ein paar wenige Stellen noch schwarz bleiben. Der Effekt an sich ist auf dem Draht nicht so deutlich zu sehen, wie bereits unter (1) dargelegt. Das entsprechende Foto ist dort abgebildet.		
ohne Hitze	<i>nicht ganz so starker Effekt:</i> Die Reinigung gelingt mit einer Lösung auf Zimmertemperatur nicht so effektiv und vollständig wie mit einer warmen Lösung. Beim Silberbesteck wurde kurioserweise beobachtet, dass bei manchen Besteckteilen die Schwarzfärbung mit einer Lösung auf Zimmertemperatur verringert wurde (siehe Foto rechts), während bei Besteckteilen eines anderen Herstellers keine merkliche Änderung festgestellt werden konnte (ohne Foto).		
ohne Aluminium	<i>kein Effekt:</i> Die Schwarzfärbung wird nicht sichtbar verändert, wenn man die Silberobjekte nur in heiße Kochsalzlösung legt.		
ohne Wasser	<i>kein Effekt:</i> Die Schwarzfärbung kann nicht verändert werden, wenn die Bestandteile nicht in eine Lösung tauchen.		
ohne Hitze und ohne Kochsalz	<i>kein Effekt:</i> Die Schwarzfärbung wird nicht sichtbar verändert, wenn man die Silberobjekte mit Aluminiumfolie nur in kaltes Wasser legt.		

Auftrag 1 b (3): Theorie zur Silberreinigung ⇒ nur 9./10. Klasse

Erkläre deine Beobachtungen – auch unter Zuhilfenahme von Reaktionsgleichungen.

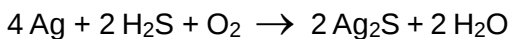
(1) Anlaufen

Bereits Wikipedia liefert die wichtigsten Informationen unter dem Eintrag „Silberpflege“ [2], hier mit einer Klammer markiert:

Das ‚Anlaufen‘ beruht auf der Bildung von Silbersulfid aus der Reaktion des Silbers mit Schwefelwasserstoff in der Gegenwart von Luftsauerstoff.

Schwefelwasserstoff ist in Spuren in der Umgebungsluft vorhanden. Auch der Kontakt mit anderen schwefelhaltigen Stoffen (Eiklar, [...]) kann zum Anlaufen führen.

Silbersulfid bildet sich nach der folgenden Reaktionsgleichung:



Anmerkungen:

- Silber überzieht sich an der Luft mit einer dünnen Oxidschicht, die das Metall vor einer weiteren Reaktion größtenteils schützt. Kommt das Silber jedoch mit schwefelhaltigen Verbindungen wie Schwefelwasserstoff oder Eiweiß in Berührung, dann bildet sich das schwarze Silbersulfid. Bei den Schwefelverbindungen im Ei handelt es sich um die freie oder die in Proteinen gebundene Aminosäure Cystein, aus der sich bei faulen Eiern das Schwefelwasserstoffgas bildet.
- Alternativ dazu (aber keinesfalls verpflichtend) könnte man die Reduktion auch als Redox-Gleichgewicht betrachten, wie es beispielsweise auf der Internetseite [4] geschieht:
„Oxidation ist mehr als nur die Reaktion mit Sauerstoff. Sie bedeutet Elektronenabgabe und Überführung in den ionischen Zustand:

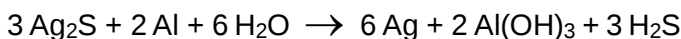


Das Redox-Gleichgewicht liegt stark auf der linken Seite. Silber hat somit ein hohes Redoxpotential und sollte gegen die Oxidation durch Sauerstoff stabil sein. Wenn jedoch ein Stoff anwesend ist, der wie Schwefelwasserstoff H_2S mit Silberionen schwerlösliche Verbindungen eingeht, so wird es auch durch Sauerstoff oxidiert.“

(2) Reinigung

Unter der oben genannten Internetseite [4] heißt es weiter (wieder mit Klammer markiert):

Bei der chemischen Reaktion wird der Silbersulfidbelag elektrochemisch wieder zu Silber reduziert und Schwefelverbindungen freigesetzt, was durch den deutlichen Geruch nach faulen Eiern wahrnehmbar ist. Dies geschieht nach der Formel:



Anmerkung zu den sich bildenden Stoffen:

- Aluminiumhydroxid bleibt in Form von Al^{3+} -Ionen und OH^- -Ionen gelöst. Schwefelwasserstoff ist gasförmig, löst sich zu geringem Teil in Wasser und geht ansonsten in die Atmosphäre.
- Die Reaktion lässt sich auch elektrochemisch betrachten. Spätestens bei der Begründung des Kochsalzeinflusses müssen die Wettbewerbsteilnehmenden darauf eingehen (s. u.).

(3) Bedingungen

- **Aluminium**

Aluminium ist der entscheidende Reaktionspartner (s. Reaktionsgleichung), so dass darauf nicht verzichtet werden kann.

- **Temperatur/Wärme**

Den Temperatureinfluss können die Wettbewerbsteilnehmenden mit der Aktivierungsenergie erklären, wodurch die Reaktion in wärmerem Wasser wesentlich schneller verläuft.

- **Kochsalz (und Wasser)**

Um den Einfluss von Kochsalz zu ergründen, muss man die Reaktion elektrochemisch betrachten, z. B. gemäß der oben genannten Internetseite [4]:

Oxidation (als Elektronenabgabe): $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$

Reduktion (als Elektronenaufnahme): $3 \text{Ag}^+ + 3 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{Ag}$

Gesamtreaktion: $\text{Al} + 3 \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{Ag}$

Das Aluminium nimmt die Rolle der Anode an, gibt Elektronen ab und zersetzt sich dabei. Die Silberionen im Silbersulfid nehmen die von Aluminium abgegebenen Elektronen auf und werden zu Silberatomen reduziert, so dass sich aus dem schwarzen Silbersulfidbelag wieder metallisches Silber bildet. Für den beschriebenen Strom- bzw. Elektronenfluss ist eine Salzlösung, die in unserem Fall aus Natrium-Ionen Na^+ und Chlorid-Ionen Cl^- besteht, erforderlich. Bei Kontakt von einem edleren Metall (Silber) und einem unedleren Metall (Aluminium) in einer Elektrolytlösung spricht man auch von einem elektrochemischen Kontaktelement bzw. Lokalelement.

Da Leitungswasser schon Elektrolyte enthält (wenn auch in einer geringeren Menge als in der Kochsalzlösung), funktioniert die Reaktion ebenfalls in Leitungswasser, nur langsamer. Zwangsläufig ergibt sich daraus, dass Wasser bzw. eine Lösung erforderlich ist, was also nicht noch einmal gesondert begründet werden muss.

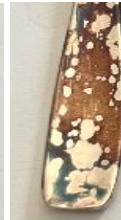
Auftrag 1c: weitere Reinigungsmethoden „Welch Glanz in meiner Hütte!“

Recherchiere, teste und bewerte zwei weitere ungefährliche Methoden, mit deren Hilfe sich „angelaufene“ Silberobjekte angeblich wieder zum Glänzen bringen lassen.

► **Bewertungshinweis:**

Die Wettbewerbsteilnehmenden sollen nur zwei Methoden ausprobieren – unabhängig davon, ob diese funktionieren oder nicht. Die in der folgenden Tabelle formulierte Idee (in der zweiten Spalte) wird von den Wettbewerbsteilnehmenden nicht erwartet.

Behandlung der Silberobjekte	Idee	Wirkung (Beobachtung)	Foto Besteck	
			vorher ↓	nachher ↓
mit Aluminiumfolie in eine saure Lösung (z. B. Essig oder Zitronensaft)	Die Idee besteht darin, dass die saure Lösung analog zur Kochsalzlösung als Elektrolyt fungieren könnte.	(fast) keine Wirkung: An manchen Stellen kann man von einer minimalen Aufhellung sprechen.		 (hier: in Essig)
mit Aluminiumfolie in eine alkalische Lösung (z. B. aus Soda oder Backpulver)	Die Idee ist ähnlich zur Säure (s. o.).	keine Wirkung		 (hier: in Backpulver)
in eine saure oder alkalische Lösung (ohne Aluminiumfolie) alternativ: Cola	Da konzentrierte saure oder alkalische Lösungen häufig ätzend oder zumindest reizend wirken, könnte man davon ausgehen, dass diese Wirkung in verdünnter Form auch beim schwarzen Belag auf den Silberobjekten greifen würde. Aus Sicherheitsgründen wurden im Versuch schwach konzentrierte Lösungen aus dem Haushalt verwendet. Alternativ wird Cola getestet, da sie im Internet mitunter als Reinigungsmittel angegeben wird.	keine Wirkung: Nur nach langer Einwirkzeit und durch zusätzliches Polieren mit einem Tuch ist ein leichtes Aufhellen erkennbar. Auch Cola zeigt kein zufriedenstellendes Ergebnis.		 (hier: in Soda)
in eine Waschmittelsuspension	Den Tensiden wird eine reinigende Wirkung zugeschrieben, die sich vielleicht auf das Silberbesteck übertragen ließe. Dabei ist aber zu bedenken, dass Bleichmittel im Vollwaschmittel eine oxidierende und damit in unserem Fall eine kontraproduktive Wirkung (Gefahr einer weiteren Oxidation von Silber) haben könnten.	z. T. verstärkend: mit Colorwaschmittel keine Wirkung, mit Vollwaschmittel sogar Verstärkung der Schwarzfärbung (s. Foto), die auch am Silberdraht deutlich auftritt.		 (hier: in Vollwaschmittel)

in eine heiße Vitamin C-Lösung (Vitamin C aus Brausetablette, in Pulverform oder gemörsert)	Vitamin C (Ascorbinsäure) hat eine reduzierende Wirkung, so dass die Silberionen Ag^+ evtl. zu Silberatomen reduziert werden könnten. Aufgrund der Untersuchung des Temperatureinflusses in 1b, wird auch hier warmes Wasser für die Lösung verwendet.	<i>(fast) keine Wirkung:</i> Dunkle Verfärbungen bleiben bestehen und werden bestenfalls minimal aufgehellt. Anmerkung: Auf den unteren beiden Fotos wird zum Vergleich eine kalte Vitamin C-Lösung getestet – auch ohne Erfolg.	  <i>(hier: Vitamin C in Pulverform)</i>  
mit Kupfermünzen in Kochsalzlösung	Im Vergleich zu Auftrag 1b wird Aluminium durch Kupfer ersetzt. Dieser Idee liegt zugrunde, dass auch Kupfer (wie Aluminium) unedler als Silber ist und damit als Reduktionsmittel fungieren könnte. Allerdings ist Kupfer edler als Aluminium und damit der „Abstand“ zu Silber geringer. Ob die reduzierende Kraft ausreicht, muss im Experiment überprüft werden.	<i>keine Wirkung</i>	 
Zahnpasta auftragen	Da Zahnpasta der „Schwarzfärbung“ auf den Zähnen vorbeugt, könnte man auf die (kuriose) Idee kommen, dass dies auch bei Silberobjekten funktionieren könnte.	<i>keine Wirkung</i>	
mechanisch behandeln: mit „Glitzi“-Schwamm (Topfreiniger) oder mit Zahnbürste reiben	Auf mechanischem Wege wird versucht, den oberflächlichen schwarzen Belag zu entfernen, so dass die darunter liegende Silberschicht zum Vorschein kommt – mit dem Nachteil, dass dadurch der ursprüngliche Silberbelag verringert wird.	<i>machbar:</i> Es funktioniert, aber das Besteck sieht leicht verkratzt aus, so dass zudem die obere Silberschicht abgetragen wird.	
käuflich erhältliche Produkte wie Silberputztuch, Silberreinigungsmittel oder Silberbad	Solche Spezialprodukte dürfen die Wettbewerbsteilnehmenden auch einsetzen, falls sie darüber verfügen. Silberreinigungsmittel trägt man auf ein Tuch auf, Silberputztücher sind bereits mit geeigneten Substanzen getränkt und Silbertauchbäder enthalten Thioharnstoff, der mit dem Silbersulfid reagiert. Der Effekt beruht daher – neben der mechanischen Behandlung mit Tüchern – v. a. auf chemischen Reaktionen.	<i>effektiv:</i> Die Reinigung funktioniert sehr gut, der Belag wird aber im Wesentlichen abgetragen, z. B. erkennbar an der Schwarzfärbung des Tuchs.	

Auftrag 2a (1): Bau einer Zitronenbatterie „Es hat gefunkt!“

Baue eine Zitronenbatterie: Schau dir vorher auf unserer Internetseite das zugehörige Video an, wobei du anstelle der Kupfermünze dein Silberobjekt verwendest. Teste, ob sich damit ein Verbraucher deiner Wahl aktivieren lässt. Achte dabei darauf, mit welchen Polen du die Drahtenden verbindest.

Durchführung gemäß Video:

Wie im Video angegeben, werden die darin gezeigten Kupfermünzen durch „Silberobjekte“ ersetzt. Im Falle des Silberdrahts wickelt man diesen am besten – analog zur Voltasäule in 2c – spiralförmig zu einer kreisförmigen Scheibe, damit eine möglichst große Kontaktfläche mit der Büroklammer entsteht.

Eine Kunststoff- bzw. Lackummantelung am Draht kratzt man an den Enden ab (z. B. mit einem Messer oder einer Kneifzange).

Anmerkungen:

- Bei der Wahl des Metalldrahts konnten keine Einschränkungen festgestellt werden. Alle getesteten Drähte (z. T. auf dem Foto dargestellt) haben sich sowohl bei der einzelnen Zitronenbatterie als bei beiden Varianten der Reihenschaltung als geeignet erwiesen: Kupferdraht verschiedener Dicke, mit Kunststoff isolierter Draht, verzinkter Blumendraht oder unbehandelter Eisendraht.
- Anstelle einer Zitrone lässt sich eine Kartoffel oder ein Apfel verwenden. Diese Varianten führen nicht zum Punktabzug.



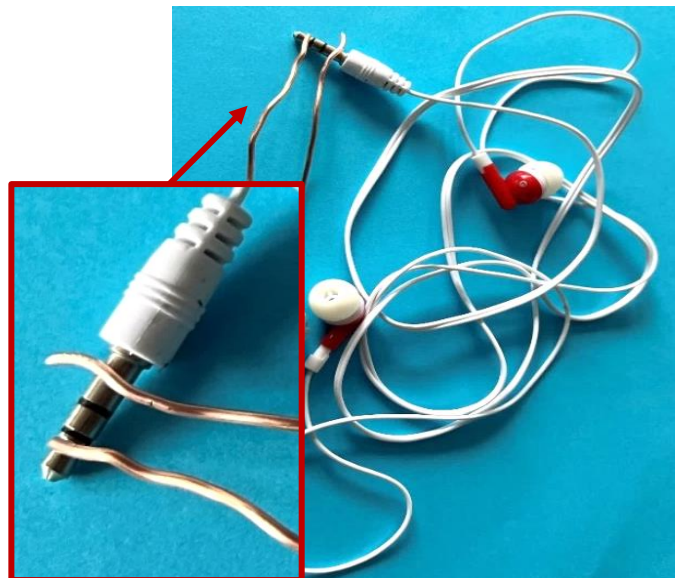
Anschluss an einen Verbraucher

► Bewertungshinweis:

Von den Wettbewerbsteilnehmenden muss nur ein Verbraucher getestet werden.

■ Kopfhörer

Hält man – wie im Video beschrieben – die Drahtenden an das obere und untere Ende des Kopfhöreranschlusses (s. auch Foto), hört man ein Knistern in einem Ohr. Hält man eines der Drahtenden nicht an das untere, sondern an das sich darüber befindliche abgetrennte Stück des Kopfhöreranschlusses, hört man das Knistern im anderen Ohr. Dies funktioniert sehr zuverlässig. Das Knistern hört sich wie ehemals das Rauschen bei der manuellen Suche eines Radiosenders an.



■ LED-Lampe

Eine LED-Lampe bekommt man mit einer einzelnen Zitronenbatterie nicht zum Leuchten. Es gelingt nur mit mehreren in Reihe geschalteten Zitronenbatterien oder mit einer Voltasäule (s. Auftrag 2c).

■ batteriebetriebener Wecker

Hier gilt dasselbe wie bei der LED-Lampe: Der Wecker lässt sich mit einer einzelnen Zitronenbatterie nicht betreiben (s. Auftrag 2c).

Auftrag 2 a (2): Theorie zur Zitronenbatterie ⇒ *nur 9./10. Klasse*

Erkläre die in deiner Zitronenbatterie ablaufenden Reaktionen – auch unter Zuhilfenahme von Reaktionsgleichungen.

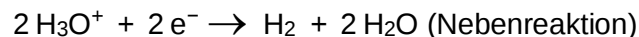
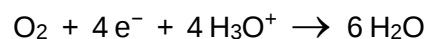
Am negativen Pol (Anode) findet die Oxidation des unedleren Metalls Zink (Überzug der Unterlegscheibe) statt: Die Zinkatome geben jeweils zwei Elektronen ab und gehen als Zink-Ionen Zn^{2+} in Lösung. An der Zinkelektrode entsteht dadurch ein Elektronenüberschuss, weshalb sie den negativen Pol bildet.

Oxidation (Anode): $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

Am positiven Pol (Kathode) findet die Reduktion statt – und zwar zunächst des edleren Metalls. In unserem Fall handelt es sich um Silber. Auf den Gegenständen (versilbert oder aus reinem Silber) befinden sich durch Oxidation an der Luft immer Silberionen Ag^+ . Die Silberionen nehmen jeweils ein Elektron auf und werden zu Silberatomen reduziert.

Sind die Silberionen aufgebraucht, wird am Silbergegenstand, das als Kathode fungiert, vorwiegend Sauerstoff (aus der Luft) reduziert. Zusätzlich können in sauren Lösungen (wie bei der Zitronenbatterie) auch Hydronium-Ionen, also H_3O^+ -Ionen, reduziert werden, so dass sich Wasserstoffgas an der Elektrode entwickelt:

Reduktion (Kathode): $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$



Sobald man die Metalldrähte mit einem Verbraucher verbindet, fließt ein elektrischer Strom: Die Elektronen fließen vom Zink zum Silber, also vom unedleren zum edleren Metall. Die Richtung des Elektronenflusses hängt vom sogenannten „Redoxpotential“ ab – je nachdem, welches der beiden Metalle das höhere Bestreben hat, Elektronen abzugeben bzw. aufzunehmen. Damit dieser Elektronenaustausch möglich ist, müssen die beiden Pole mit einem Leiter (Metalldraht), in welchem die Elektronen wandern können, und einer Elektrolytlösung, in welchem die Ionen frei beweglich sind, miteinander verbunden sein. Als Elektrolyt fungiert die saure Lösung in der Zitrone.

► **Bewertungshinweis:**

Von den Wettbewerbsteilnehmenden wird nur eine Reaktion an der Kathode (verbal und in Form einer Reaktionsgleichung) erwartet.

Auftrag 2b: Recherche zur Voltasäule „Es hat gefunkt!“

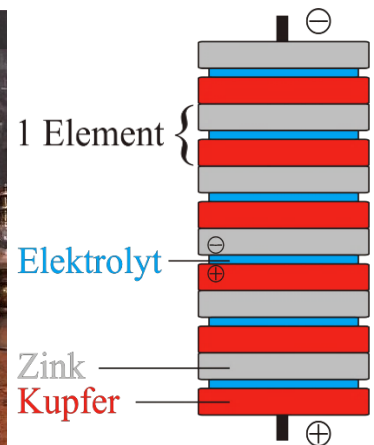
Erkundige dich über den Aufbau der historisch ersten Voltasäule und stelle außerdem in deiner Dokumentation einen Zusammenhang zur elektrischen Reihenschaltung her.

(1) Aufbau der historisch ersten Voltasäule

Gefragt ist nur der Aufbau. Bereits Wikipedia liefert die wichtigsten Informationen unter dem Eintrag „Voltasche Säule“:

Die erste Voltasäule (um 1800) „besteht aus vielen übereinander geschichteten Kupfer- und Zinkplättchen, zwischen denen sich in bestimmter regelmäßiger Folge elektrolytgetränkte Papp- oder Lederstücke befinden. Anstelle von Kupfer wurden auch Silber und statt Zink auch Zinn verwendet.“

Volta setzte – analog zu unserem Experiment – zunächst Silber oder versilbertes Kupfer ein.



schematische Darstellung, © [9]

(2) Zusammenhang zur elektrischen Reihenschaltung

Bei der Voltasäule handelt es sich um eine Folge von in Reihe geschalteter galvanischer Zellen, also um eine elektrische Reihenschaltung. Ein einzelnes Element der Voltasäule wird Voltaelement genannt, welches in unserem Fall aus Zink (Unterlegscheibe), Silber (Draht) und einer Elektrolytschicht (in Kochsalzlösung getränktes Papier) besteht. Ein Voltaelement liefert nur eine geringe Spannung, weshalb in der Säule mehrere solcher Elemente übereinandergestapelt werden.

Anmerkung:

Volta experimentierte auch mit einzelnen voneinander getrennten Bechern für je eine Zelle, die er in Serie schaltete. Durch den vertikalen Aufbau erhöht sich jedoch der Pressdruck der aufeinander gestapelten Metallplatten und mit Elektrolyt getränkten weichen Papierstücke von oben nach unten.

Auftrag 2c: Reihenschaltung bzw. Voltasäule „Es hat gefunkt!“

Jetzt machst du es praktisch und versuchst wieder deinen Verbraucher zu betreiben.
In Abhängigkeit deiner „Silberobjekte“ baust du ...

... bei Silberbesteck: eine Reihenschaltung

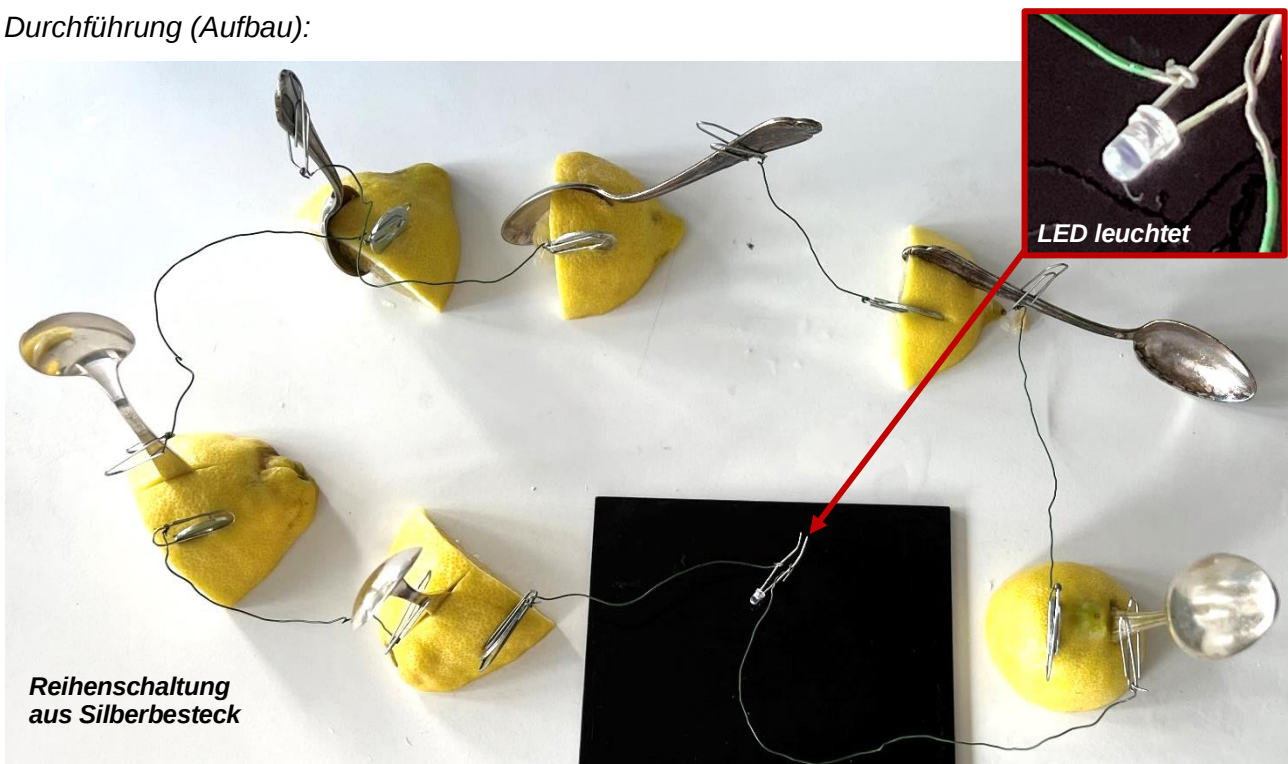
Setze die Reihenschaltung aus mehreren wie in a) erstellten Zitronenbatterien zusammen.

... bei Silberdraht: eine Voltasäule

Orientiere dich am zugehörigen Video (auf unserer Internetseite). Selbstverständlich testest du statt Kupfermünzen wieder deinen Silberdraht, den du spiralförmig in der Größe einer Unterlegscheibe formst.

Variante Silberbesteck: mehrere Zitronenbatterien

Durchführung (Aufbau):



In mehrere Zitronenstücke, die mit einem gewissen Abstand voneinander (entlang einer gedachten Ellipse) aufgereiht werden, steckt man – wie bei der einzelnen Zitronenbatterie – jeweils ein Silberobjekt (Besteck) und eine Unterlegscheibe. Das Silberobjekt des ersten Zitronenstücks wird per Draht mit der Unterlegscheibe des nächsten Zitronenstücks verbunden, von diesem zweiten Zitronenstück wird genauso zum dritten Stück eine Verbindung hergestellt und diese Vorgehensweise fortgesetzt, bis alle Stücke aus der Reihe miteinander verknüpft sind. Das erste und das letzte Zitronenstück schließt man dann mit Draht an den bereits bei der einzelnen Zitronenbatterie verwendeten Verbraucher an.

Variante Silberdraht: Voltasäule

Durchführung (Aufbau):

Mehrere Silberdrahtstücke werden, wie im Video erläutert, spiralförmig und planar in Größe der Unterlegscheibe geformt und jeweils im Wechsel mit einer Unterlegscheibe sowie einer mit Kochsalzlösung getränkten Papierscheibe übereinandergeschichtet. Mit Metalldraht wird diese Voltasäule an einen Verbraucher angeschlossen.



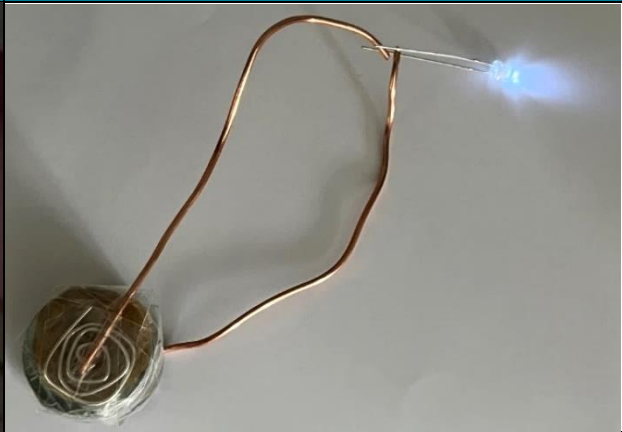
Anschluss an einen Verbraucher

Beobachtungen zu den verschiedenen Verbrauchern:

Es kann festgestellt werden, dass sich mit der aus Zitronenbatterien aufgebauten Reihenschaltung dieselben Verbraucher wie mit der Voltasäule aktivieren lassen – natürlich in Abhängigkeit von der Anzahl der einzelnen Elemente.

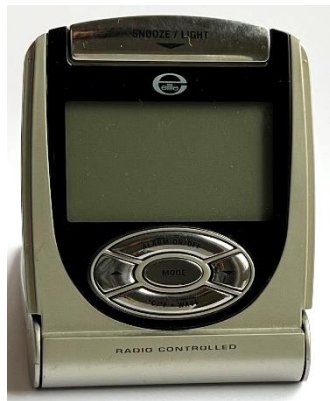
<i>lässt sich aktivieren ...</i>	... mit einzelner Zitronen- batterie (Auftrag 2b)	... mit Reihenschaltung
Kopfhörer	ja	ja
Geburtstagskarten-Lautsprecher	nein	ja
LED-Lampe	nein	ja
batteriebetriebener Wecker	nein	ja
Geburtstagskarten-LED	nein	nein
LED-Glühbirne mit G4- oder G9-Anschluss	nein	nein
selbstgebauter Kompass	nein	nein

- **Kopfhörer:**
Wie in Auftrag 2a dargestellt, funktioniert der Kopfhörer schon mit einer einzelnen Zitronenbatterie sehr zuverlässig, folglich erst recht mit der Reihenschaltung mehrerer Zitronenbatterien bzw. mit einer Voltasäule.
- **Geburtstagskarten-Lautsprecher:**
Man öffnet die Abdeckung des Lautsprechers aus einer Glückwunschkarte, die dann normalerweise Musik macht, entfernt die Batterie und hält die selbstgebaute Reihenschaltung an die beiden Pole (den an der Unterlegscheibe befestigten Draht an den Minuspol und den am Silberobjekt befestigten Draht an den Pluspol). Man hört ein ähnliches Knistern wie beim Kopfhörer.
- **LED-Lampe:**
Die LED-Lampe lässt sich mit einer Reihenschaltung zum Leuchten bringen. In unserem Fall waren es mindestens vier Zitronenbatterien (in nachstehender Tabelle „ZB“ abgekürzt) bei Verwendung von Silberbesteck und sechs bei Verwendung von Silberdraht. Die Voltasäule funktioniert ebenfalls ab einer bestimmten Anzahl von Elementen. Am besten konnte man das Leuchten bei der weißen LED mit hoher Lichtstärke (in unserem Fall 8000 mcd) sehen.

	vorher	mit mehreren ZB aktiviert	mit Voltasäure aktiviert
weiße LED mit hoher Leuchtkraft (8000 mcd)			
rote LED mit geringer Leuchtkraft (8 mcd)			

■ *batteriebetriebener Wecker:*

Entfernt man die Batterie und verbindet die Reihenschaltung mit den Polen, wird zumindest die Anzeige – wenn auch in unserem Fall keine Uhrzeit – aktiviert (Fotos am Beispiel der Voltasäule). Mit einer einzelnen Zitronenbatterie passierte gar nicht, wie unter Auftrag 2b erwähnt.



Fehlanzeige ohne Batterie



Anschluss der Voltasäule



Aktivierung der Anzeige durch Voltasäule

■ *andere Verbraucher:*

Folgende Verbraucher konnten sogar durch eine Reihenschaltung nicht aktiviert werden:

- Geburtstagskarten-LED
- LED-Glühbirne mit G4-Anschluss
- LED-Glühbirne mit G9-Anschluss
- selbstgebauter Kompass:

Man umwickelt einen dicken Buntstift mit ca. 2 m Klingeldraht und verbindet diesen mit der selbstgebauten Reihenschaltung, damit die Spule als Stabmagnet fungiert. Diese Konstruktion setzt man auf ein Stück Styropor, das man in einer großen, mit Wasser gefüllten Schüssel schwimmen lässt. Man beobachtet, ob sich das selbst gebaute „Schiffchen“ wie eine Kompassnadel ausrichtet.

Auftrag 3a: Anlaufen von Aluminium „Mehr Schein als Sein?“

Untersuche, wie sich Aluminiumfolie (statt Silber) unter den Bedingungen von Auftrag 1 a) verhält.

Beobachtung:

Legt man ein Stück Aluminiumfolie auf das Ei (wieder im verschlossenen Gefäß), zeigt sich - im Gegensatz zu Silber - keine Veränderung.



vorher (unbehandelt)



nachher

Auftrag 3b: Eignung v. Aluminium in Batterie ⇒ **nur 9./10. Klasse**

Teste die Reihenschaltung bzw. Voltasäule aus Auftrag 2 c), wenn du Aluminiumfolie anstelle eines Silberobjekts verwendest.

Beobachtung:

Tauscht man in jeder Zitronenbatterie bzw. in der Voltasäule jedes Silberobjekt durch ein Stück zusammengefaltete bzw. -gerollte Aluminiumfolie aus, lässt sich von den oben dargestellten Verbrauchern nur der Kopfhörer aktivieren. Dabei ist zwar ein Knistern zu hören, welches jedoch erkennbar leiser ist (zumindest subjektiv empfunden) als bei der Verwendung von Silber.

Die anderen Verbraucher lassen sich unter Verwendung von Aluminiumfolie nicht betreiben, also auch nicht die LED-Lampe oder der Wecker.

Anmerkung zum theoretischen Hintergrund:

Die Rolle von Zink in den Unterlegscheiben ändert sich: Mit Silber in der Batterie ist Zink das unedlere, mit Aluminium ist Zink das edlere Metall, sofern man das Potenzial von Aluminium auf Aluminiumfolie anwendet.

Auftrag 3c: Wärmeleitfähigkeit „Mehr Schein als Sein?“

Entwickle selbst ein Experiment, mit dem du untersuchst, ob Silber und Aluminium wärmeleitfähig sind. Ignoriere dabei, dass deine Silberobjekte häufig noch andere Metalle enthalten. Schütze dich vor Verbrennungen: Falls du erwärmst, fasse keine Teile der Apparatur an.

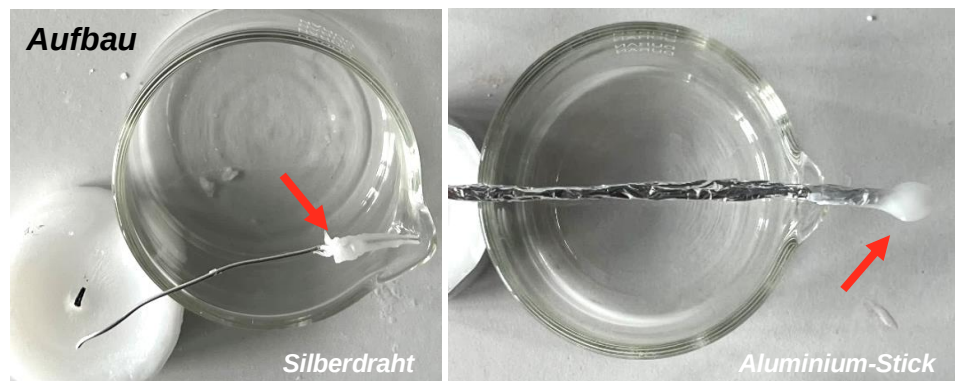
Das Experiment planen die Wettbewerbsteilnehmenden selbst. Es wird daher wahrscheinlich nicht mit denjenigen übereinstimmen, die im Folgenden exemplarisch vorgestellt werden:

Variante 1

Durchführung:

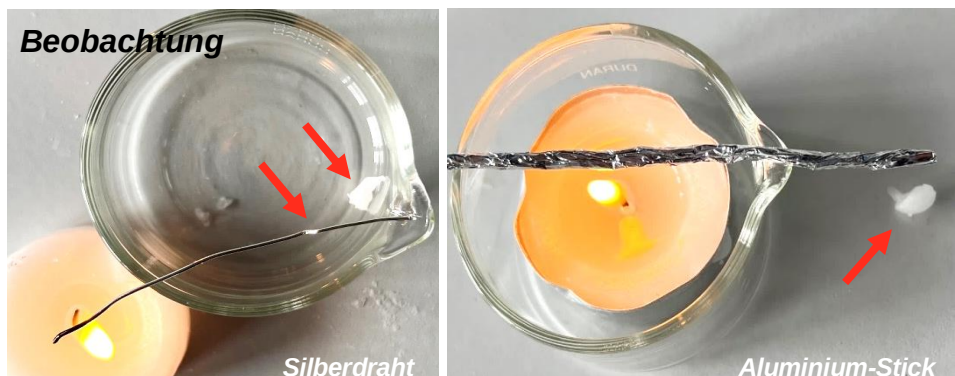
Verglichen wird hier Silberdraht mit einem aus Aluminiumfolie geformten Stick. Zunächst bringt man einen Klecks Wachs (oder einen anderen Feststoff, der sich leicht verflüssigen lässt, z. B. Butter) jeweils an einem Ende der beiden Metallstücke an, was sich am einfachsten durch mehrmaliges Eintauchen in verflüssigtes Wachs bewerkstelligen lässt.

Das Metallstück stützt man ab, z. B. durch ein Glas. Das andere Ende der beiden Metallstücke wird erhitzt, z. B. indem man es über eine brennende Kerze hält (am besten in beiden Fällen in etwa gleichem Abstand vom Wacksklecks).



Beobachtung:

Der an beiden Metallstücken angebrachte Wackskleck beginnt sich zu verflüssigen, läuft am Glasbehälter herunter oder fällt herab, weil er durch die verflüssigten Stellen keinen Halt mehr am Metall hat.



Variante 2

Durchführung:

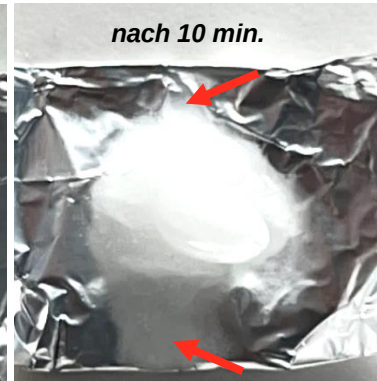
Zunächst schneidet man ein rechteckiges Stück Aluminiumfolie aus und faltet dieses mehrmals zu einem kleineren und mehrlagigen Streifen, damit dieser – bedingt durch die mehreren Schichten – eine hinreichende Stabilität erhält.

Auf ein Ende eines solchen Streifens Aluminiumfolie lässt man einen Klecks Wachs tropfen. Das andere Ende erhitzt man (analog zu den anderen Varianten). Wenn man die Wärme mit Hilfe einer Kerze zuführen möchte, sollte man diese Seite des Aluminiumfolienstreifens stabil erhöhen, z. B. mit Hilfe eines Kerzenhalters, so dass dann beispielsweise ein Gebilde in Form einer Rutschbahn entsteht. Mit dem Silberdraht kann man genauso vorgehen.



Beobachtung:

Nach 10 Minuten sieht man deutlich, dass das Wachs sich auf dem Metallstreifen verteilt – ein Indiz dafür, dass es zu schmelzen beginnt.



Schlussfolgerung (für beide Varianten)

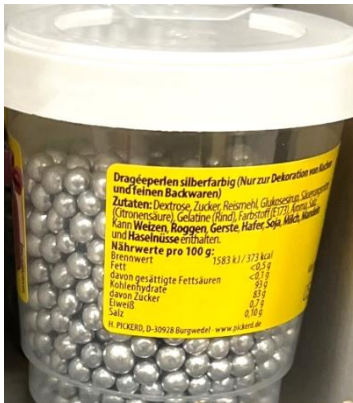
Aluminium und Silber sind wärmeleitfähig. Diese qualitative Einschätzung ist möglich.

Welches der beiden Metalle aber eine höhere Wärmeleitfähigkeit besitzt, lässt sich nicht folgern, da ein absolut vergleichbarer Aufbau alleine schon aufgrund der unterschiedlichen Metallformen schwer zu realisieren ist. Außerdem enthält der Silberdraht mit Kupferkern im Inneren ein weiteres Metall, was das Ergebnis ebenfalls verfälscht.

Auftrag 3d: Dekorative Lebensmittel „Mehr Schein als Sein?“

Zur Dekoration süßer Speisen können essbare silberfarbene Zuckerperlen eingesetzt werden. Recherchiere, woraus deren Überzug besteht.

Es gibt im Handel sowohl Zuckerperlen mit einem Aluminiumüberzug (Farbstoff E173) als auch mit einem Silberüberzug (E174). Aus Kostengründen trifft man im Supermarkt häufiger den Farbstoff E173 an (s. Foto)



D - Zuckerperlen Silbermetallic Zutaten: Zucker, Stärke (Weizen, Mais) Glukosesirup, Farbstoff: E174, Gelatine (Rind). Für Allergene siehe fett gedruckte Zutaten.

... Zucker, Reismehl, Glucose, Farbstoff (E173), ...



© [10]

Neben dem Einsatz der Metalle Silber und Aluminium wird der Glitzer-Effekt auch nachgeahmt: Es sind die glatten Oberflächen der Träger Zucker, Gelatine, Maisstärke oder Gummi arabicum, die das Licht reflektieren. Die Farbstoffe Titandioxid (E171), Eisenoxid (E172) und Aluminium (E173) verstärken diesen Effekt, da sie die Lichtbrechung durch ihre reflektierenden und silbrig oder golden glänzenden Eigenschaften unterstützen (s. Literatur [6]). Bei dem im Supermarkt erhältlichen „Silber Glimmer“ (s. Foto rechts) sind die Farb-Pigmente besonders groß. E172 gibt den Lebensmitteln üblicherweise Gelb- und Rottöne (auch ocker- oder braunfarben), die in der oben beschriebenen Weise zudem silbrig schimmern können.

Lebensmittelfarbstoffzubereitung Zutaten: Zucker, Trägerstoffe: Kaliumaluminiumsilicat (E 555); Farbstoff: Eisenoxide und Eisenhydroxide (E 172).



Auftrag 3 e: Bewertung „Mehr Schein als Sein?“

Nun bist du gefragt: Welches Metall findest du besser - Silber oder Aluminium?
Beziehe deine bisherigen Experimente und weitere recherchierte Informationen mit ein.

Aus den bisherigen Aufgabenteilen lassen sich die beiden Metalle vergleichen hinsichtlich

- Glanzverlust an der Luft und Oxidierbarkeit (unter dem Einfluss von Schwefelverbindungen im Ei)
- Eignung als Elektrode in einer Batterie
- Wärmeleitfähigkeit (kein Unterschied)
- Einsatz zur Dekoration von Lebensmitteln (Hierzu wäre aber eine kritische Diskussion vonnöten.)

Die Wettbewerbsteilnehmenden sollen auch weitere Informationen und Eigenschaften – offensichtliche, bekannte oder noch zu recherchierende – in die Bewertung einbeziehen, z. B.:

- Reaktionsträgheit im Vergleich zu manchen anderen Metallen wie Eisen
- Glanz (Reflexion des Lichts) und die daraus resultierende Verwendung in Spiegeln (Aluminium) oder in dekorativen Gegenständen wie Schmuck oder Kerzenständer (Silber).
- Härte und Verformbarkeit des Metalls (Mohs-Härte von Aluminium 2,75 / von Silber 2,5 - 3, im Vergleich zu Eisen mit 4 - 5)
- Preis (Silber ist um ein Vielfaches teurer als Aluminium – und zwar ca. um das 400-fache).
Bei diesem Faktor wurden die Daten für 2024 auf dem Handelsplatz London laut [7] zugrunde gelegt.

Auftrag 4: Kreativaufgabe „Mit Glanz und Gloria ...“

Das silberne Jubiläum verdient ein Andenken. Entscheide dich für eine der beiden folgenden Optionen, halte feierliche Momente in Fotos fest und kreiere daraus das Deckblatt deiner Arbeit:

Kunstwerk:

Nutze deine Kreativität, um aus deinen Silberobjekten oder Aluminiumfolie ein kunstvolles Objekt zu gestalten, das einen Bezug zu mindestens einem deiner Experimente hat.

Showeinlage:

Lass eine KI (z. B. einen fobizz-Assistenten) spektakuläre, aber ungefährliche Showexperimente mit Aluminiumfolie und weiteren Materialien aus dem Haushalt entwickeln. Wähle eines aus, besprich es hinsichtlich der Sicherheit mit einer Chemielehrkraft und führe es durch.

Variante Kunstwerk

Der Originalität bzw. Kreativität, welches für die Variante des Kunstwerks ein entscheidendes Bewertungskriterium ist, sind keine Grenzen gesetzt.

Der Bezug zu einem der bisherigen Experimente kann beispielsweise hergestellt werden, indem das Produkt aus dem Versuch weiterverarbeitet wird.

Variante Showeinlage

Auch bei der Bewertung des Experiments zur Aluminiumfolie ist die Kreativität zu berücksichtigen, aber nur in untergeordneter Rolle, da die meisten Versuche mit Aluminiumfolie keinen überraschenden Showeffekt bewirken, zumindest wenn sie ungefährlich sind und mit Haushaltsmaterialien realisiert werden sollen. Von einer KI sind also keine Wunder zu erwarten. Zu würdigen ist hier vielmehr die Durchführung und die Dokumentation der Beobachtungen. Wir stellen einige Experimente exemplarisch vor, die man im Internet findet, worauf eine KI also auch Zugriff hätte.

■ Rakete aus Aluminiumfolie

Versuchsdurchführung:

Man baut eine Rakete, indem man einen Schaschlik-Holzspieß als Basis verwendet, den gesamten Rumpf aus Aluminiumfolie formt, die „Flossen“ der Rakete aus einer mit Aluminiumfolie beklebten Pappe baut, als Antrieb in die Spitze der Rakete mehrere abgeschnittene Streichholzköpfe steckt und diese Spitze im Freien über eine brennende Kerze legt.

Beobachtungen:

Nach einer Wartezeit von ca. einer Minute entwickelt sich schlagartig eine Stichflamme aus der Raketenspitze heraus, gefolgt von einer Rauchwolke. Leider flog die Rakete nicht, wie es in einem Youtube-Video gezeigt wurde (s. Screenshots unten), nach oben.





■ Bügeln – weitere Phänomene, die auf Wärmeleitfähigkeit basieren

Legt man Aluminiumfolie unter den Bezug des Bügelbretts, funktioniert das Glattbügeln besser. Genauso kann man eine Plastikverpackung (hier von Pommes) wieder verschließen, indem man - mit einer Aluminiumfolie dazwischen – darüber bügelt.



Anmerkung:

Hierzu gibt es auch sehr kuriose und nicht nachahmenswerte Varianten, indem man sich eine zum Bügeleisen passende Schale aus Aluminiumfolie formt. Über dem umgedrehten, erhitzten Bügeleisen wird die Schale als Pfanne verwendet, um z. B. ein Ei anzubraten.



■ Zeichnen auf dem Handy

Versuchsdurchführung:

Man umwickelt einen Stift mit Aluminiumfolie, drückt die Spitze zusammen und versucht damit, auf dem Smartphone oder Tablet zu schreiben. Als Zeichenfläche geeignet ist z. B. die App „Notizen“.

Beobachtungen:

Es funktioniert recht gut. Man muss darauf achten, dass die Zeichenspitze aus Aluminiumfolie nicht zu spitz, sondern eher etwas breiter ist. Anstelle eines Stifts kann man auch einen anderen Gegenstand, der mit Aluminiumfolie umwickelt wird, verwenden.

