



Der Weltraum

unendliche Weiten
& Möglichkeiten für den Chemieunterricht

Esa

Europa plant eigene Präsenz auf dem Mond bis 2040

Die europäische Raumfahrtagentur Esa war maßgeblich an der Nasa-Mondmission Artemis 2 beteiligt. Sie will künftig selbst Astronauten Richtung Mond schicken.

Quelle: DIE ZEIT, dpa, [sls](#) 12. April 2026, 11:14 Uhr

Artemis 2: Nach erfolgreicher Mondumrundung – Verfolgt die Landung der NASA-Crew im Livestream und erfährt alles über die Mission und Bayerns Beitrag

Die NASA-Crew von Artemis 2 hat Geschichte geschrieben: Nach einer erfolgreichen Mondumrundung kehren die Astronauten zur Erde zurück. Verfolgt die Landung der Raumkapsel im Livestream direkt bei uns! Was die Mission so besonders macht und wie Bayern beteiligt ist, erfahrt ihr im Artikel.



News
02.04.2026
Lesedauer ca.
2 Minuten
Drucken
Teilen

NASA-MISSION ARTEMIS II

Aufbruch zum Mond geglückt

Am 2. April 2026 um 00:35 Uhr MESZ hat die Reise der vierköpfigen Crew zum Mond begonnen. Ziel der NASA-Mission Artemis II ist eine Reise um den Mond ohne Landung. Die Rückkehr zur Erde soll in zehn Tage erfolgen.

von Andreas Müller



Drittes und letztes Modul für „Tiangong“ gestartet



Foto: dpa

*Chinas Raumstation „Himmlicher Palast“ ist kurz vor der Fertigstellung



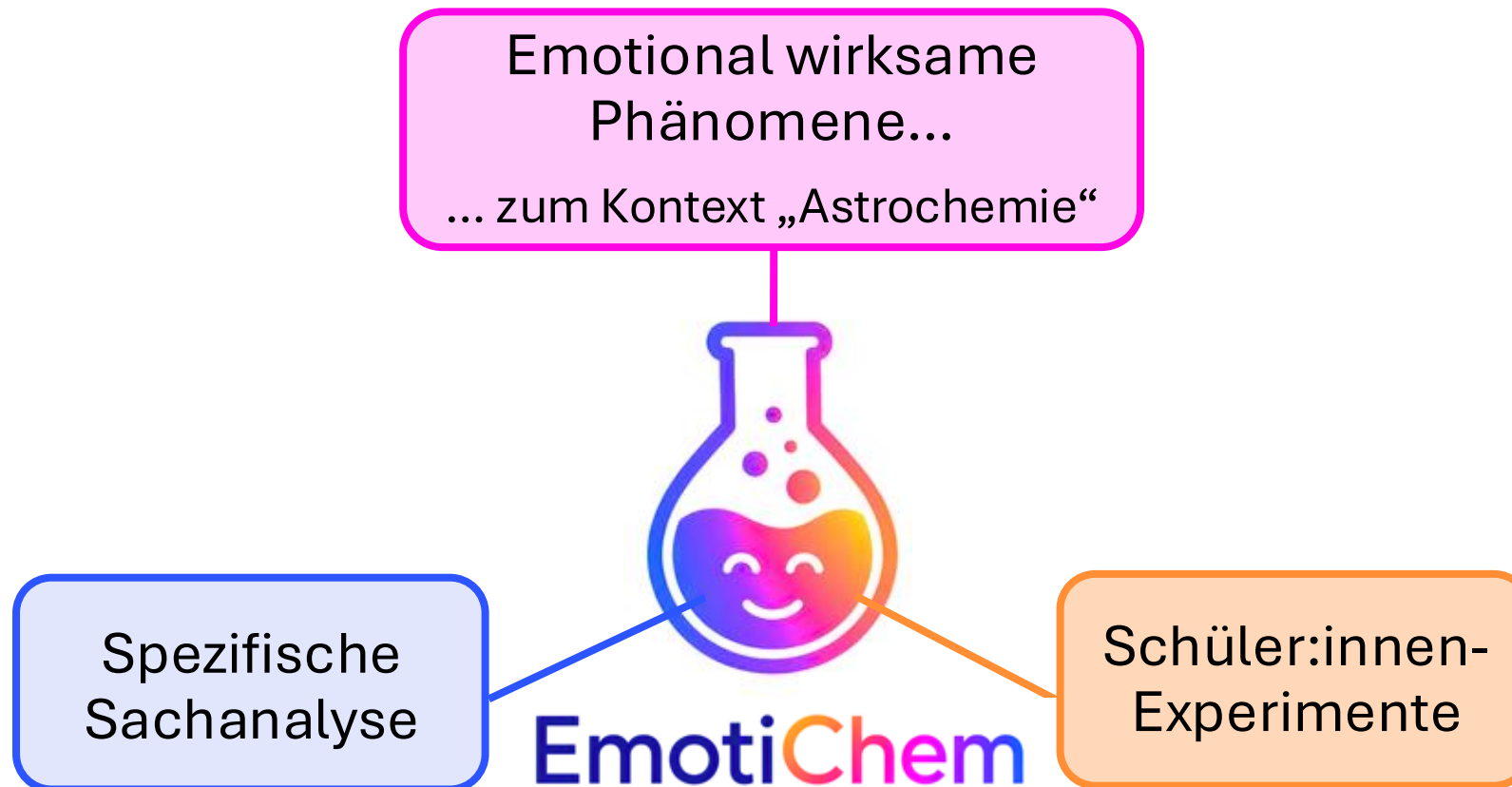
44,2 T...



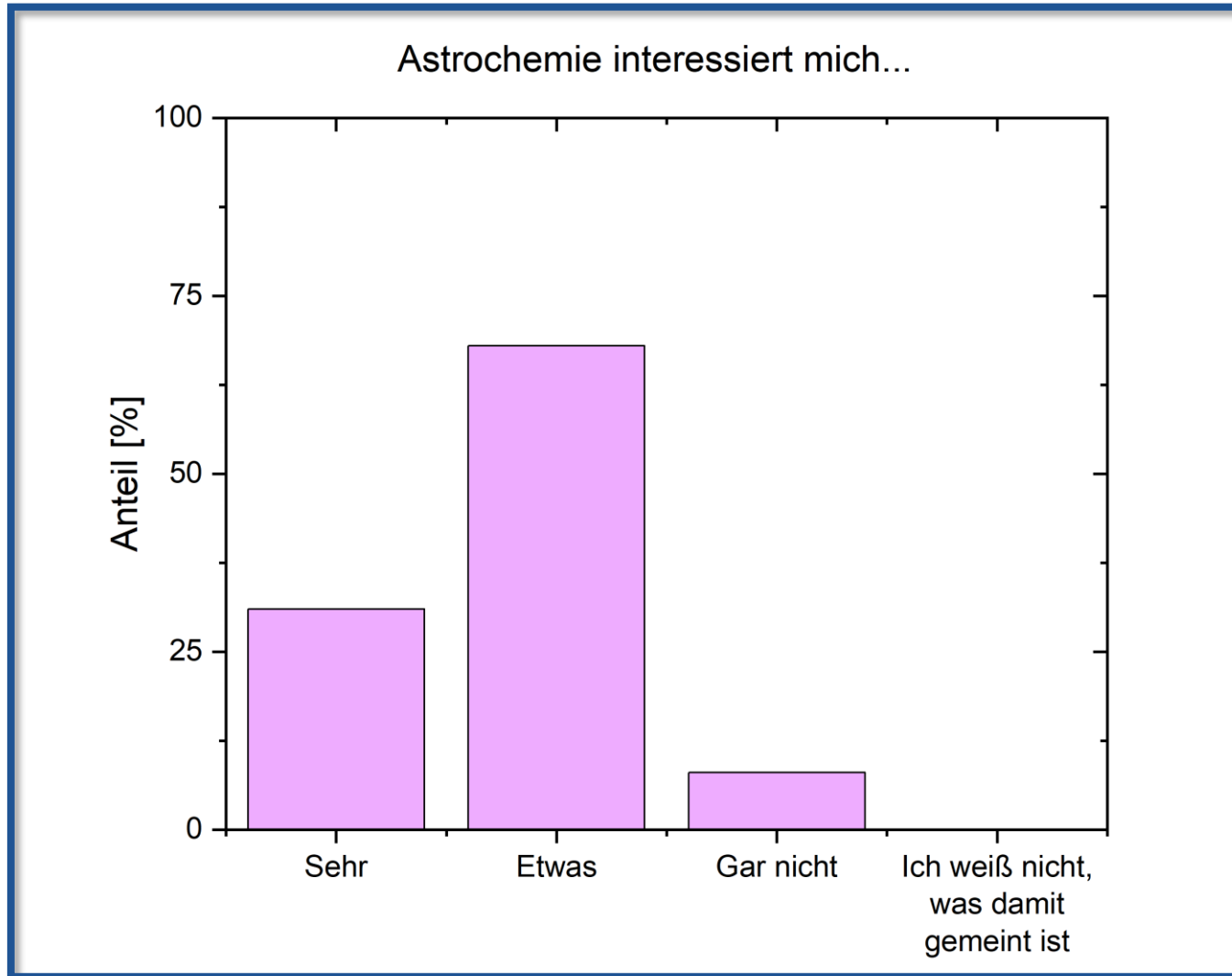
187

Astrochemie

- ein sinnstiftender Kontext für den Chemieunterricht



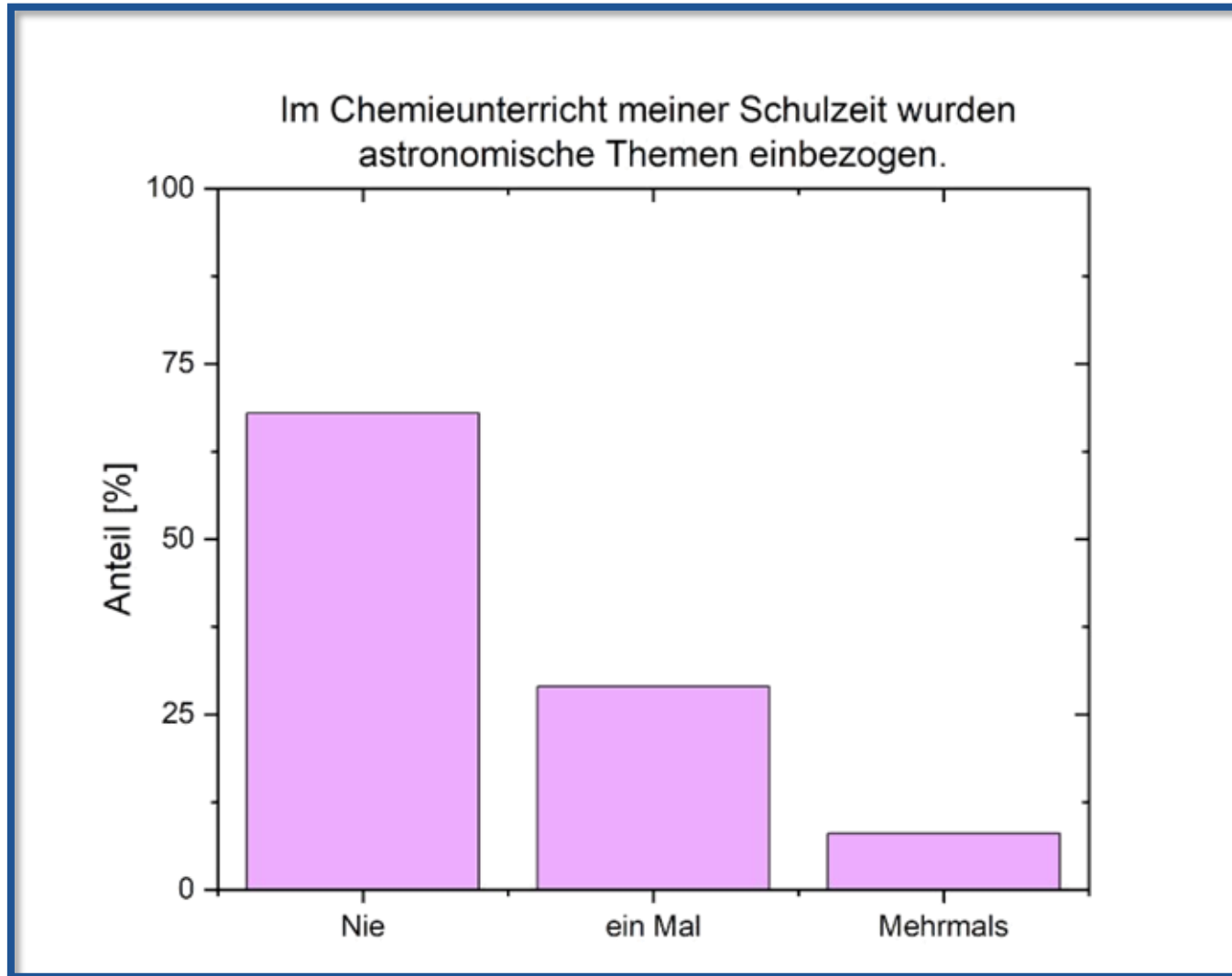
Ist das denn wirklich interessant?



Umfrage

- $N = 70$
- Alter: 16-45 Jahre
- Geschlechterverteilung: w: 57,1 %; m: 42,9%
- Affinität zu Chemie:
 - 54,3 % Lehramtsstudierende (Chemie) + Chemie-Lehrkräfte.
 - 45,7 % haben keinen Bezug zur Chemie (davon 27,1 % SuS).

Präsenz des Themas in der Schule



Umfrage

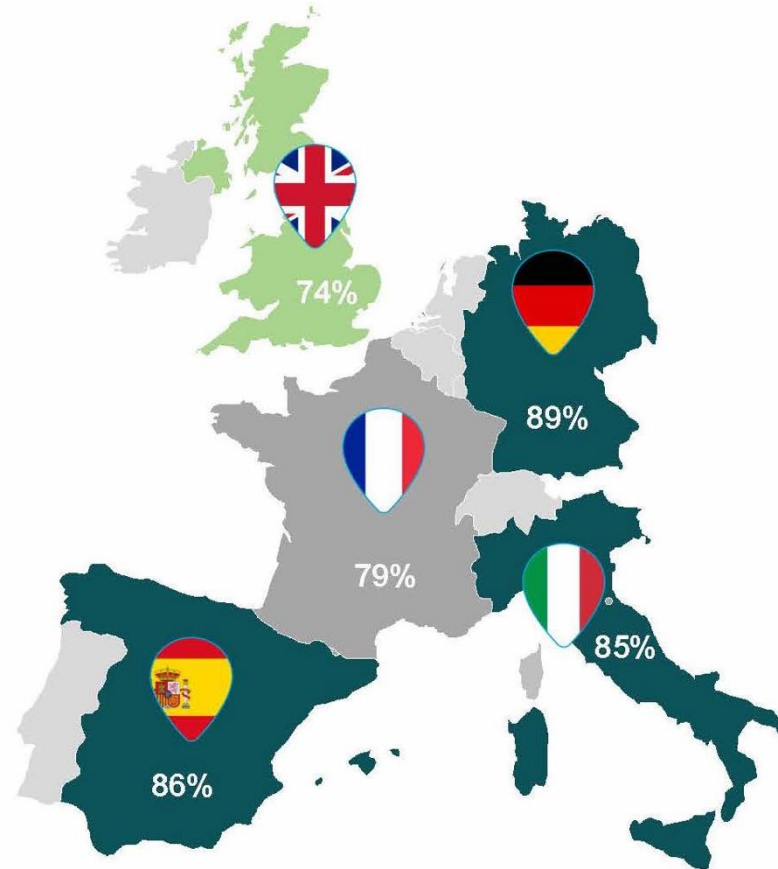
- $N = 70$
- Alter: 16-45 Jahre
- Geschlechterverteilung: w: 57,1 %; m: 42,9%
- Affinität zu Chemie:
 - 54,3 % Lehramtsstudierende (Chemie) + Chemie-Lehrkräfte.
 - 45,7 % haben keinen Bezug zur Chemie (davon 27,1 % SuS).

Wahrnehmung des Themas in der Gesellschaft



European Space Agency
Agence spatiale européenne

European mean: **83%**
have heard about it

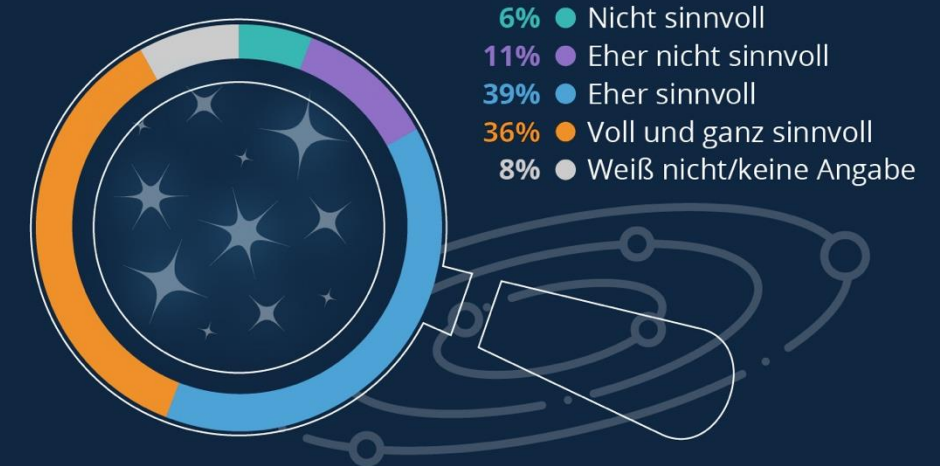


■ = significantly above average
■ = significantly below average



Deutsche sind für Forschung im All

Anteil der Befragten, die Weltraumforschung für sinnvoll/nicht sinnvoll halten



Basis: 2.057 Befragte (ab 18 Jahren) in Deutschland, 12. - 14.07.2022
Quelle: YouGov



YouGov statista



Kollidierende Sternhaufen
Der Sternhaufen 30 Doradus im Zentrum eines Sternentstehungsgebiets, 170.000 Lichtjahre von uns entfernt, besteht in Wirklichkeit aus zwei Sternhaufen, die allmählich etwa eine Million Jahre voneinander liegen – und sich aufeinander zu bewegen. Das blaue Licht stammt von den heißesten, größten Sternen, das grüne von leuchtendem Sauerstoff.
© NASA, ESA, and the Hubble Heritage (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration

1 Moleküle zwischen Feuer und Eis



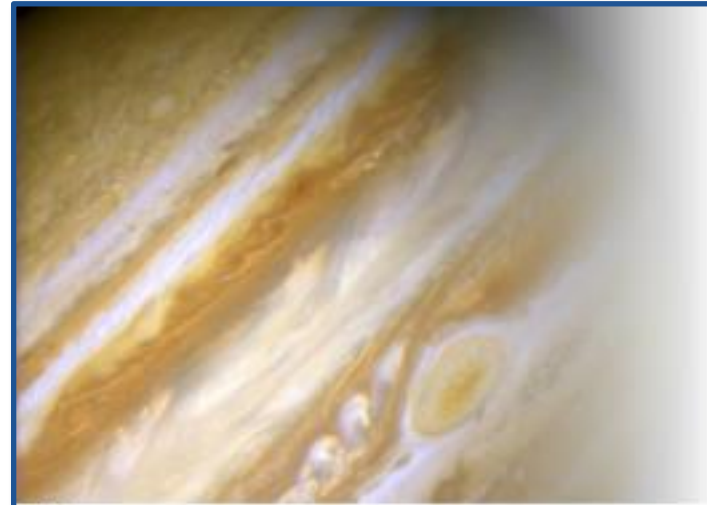
Kosmischer Crash
Unfall in Zeitlupe: Seit einigen hundert Millionen Jahren stoßen die Antennen-Galaxien schon zusammen. In den hell leuchtenden Bereichen verdichtet sich Gas, es entstehen Milliarden neuer Sterne, viele von ihnen in so genannten Sternknoten.
© NASA, ESA, and B. Williams (STScI)

2 Druckextreme im Kosmos



Säulen der Schöpfung
Die Struktur im Sternbild Schlangenhaut, rund 6000 Lichtjahre von der Erde entfernt, ist für Astronomen besonders interessant, weil sie als Keilkegel der Sterne gilt. In ihrem Inneren formieren sich aus gasförmiger, interstellarer Materie und Staubpartikeln ständig neue, sonnähnliche Sterne, die die gigantischen Materiewolken überhaupt erst sichtbar machen. Rund sieben Jahre braucht das Licht, um von einem Ende der Säulen zum anderen zu gelangen.
© NASA, ESA/Hubble and the Hubble Heritage Team

3 Reaktionen unter extremsten Bedingungen?



Jupiter
Die Naheaufnahme des Jupiters zeigt den Großen Roten Fleck auf der Oberfläche des Gasriesen, einen Wirbelsturm, der schon Mitte des 17. Jahrhunderts beobachtet wurde und zwei Erdburchmesser misst.
© NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

4 Die Erkundung des Weltraums



1 Moleküle zwischen Feuer und Eis

Kollidierende Sternhaufen

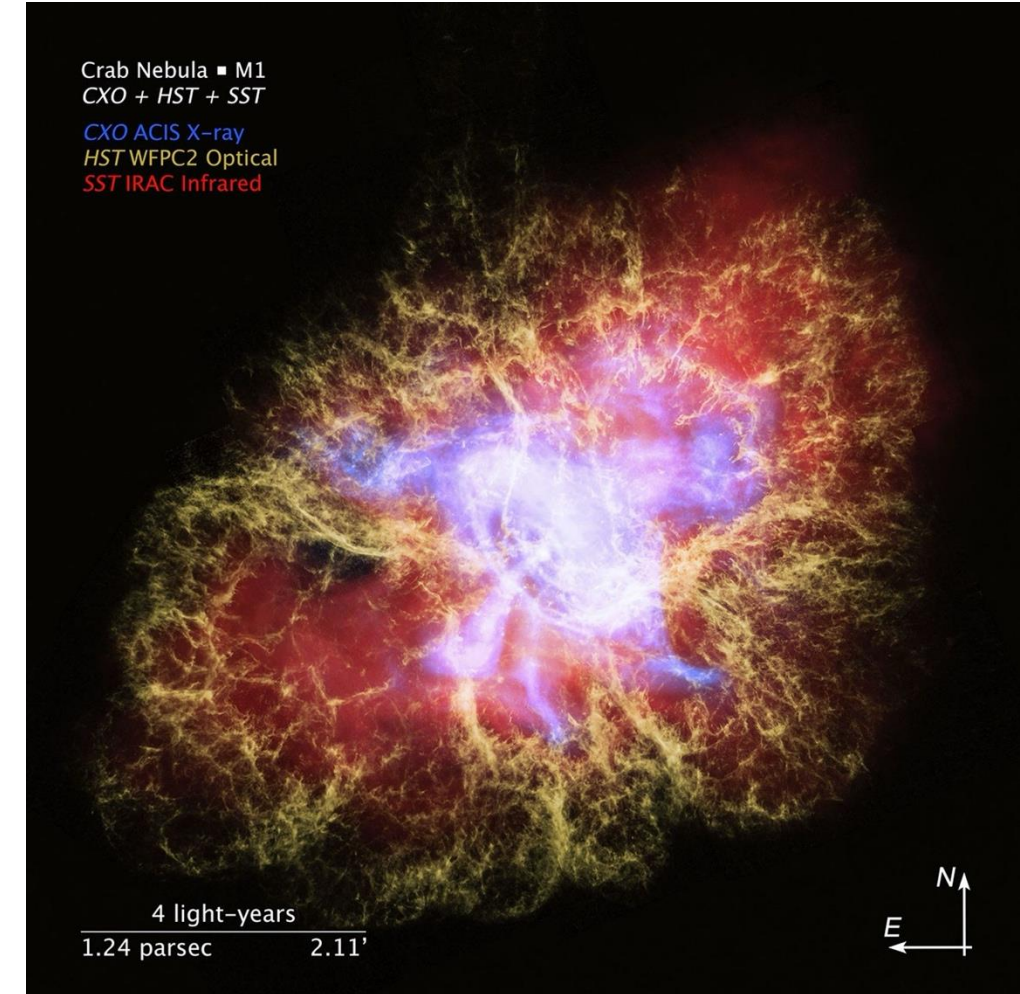
Der Sternhaufen 30 Doradus im Zentrum eines Sternentstehungsgebiets, 170.000 Lichtjahre von uns entfernt, besteht in Wirklichkeit aus zwei Sternhaufen, die altersmäßig etwa eine Million Jahre auseinander liegen – und sich aufeinander zu bewegen. Das blaue Licht stammt von den heißesten, größten Sternen, das grüne von leuchtendem Sauerstoff

© NASA, ESA, and the Hubble Heritage (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration

Das Universum in allen Farben – Temperaturmessung im All

Temperaturbestimmung durch Spektroskopie:

Zone	T	Beispiel	Spektroskopie
kalt	$<100\text{ K}$	kaltes, dichtes Gas (Dunkelwolken/ Coldfinger)	Mikrowellen, Radiowellen
warm	einige 1000 K	- Warmes Gas in Sternentstehungsgebieten - Protoplanetare Scheiben	Infrarot
heiß	$>10^5\text{ K}$	- Sterncoronen - Supernovaüberreste	Röntgen- und UV-Strahlung





Briggs-Rauscher-Reaktion: Einfluss der Temperatur

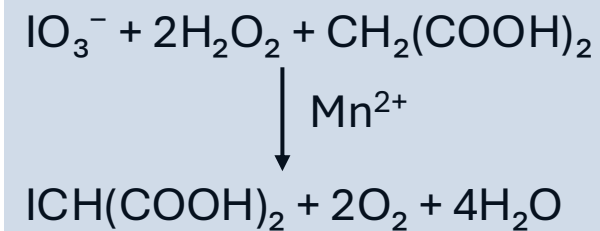
Lösung A

H_2SO_4 , KIO_3

Lösung B

MnSO_4 , Malonsäure
 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$, lösl. Stärke

1 kombinieren &
vorlegen



2 zugeben

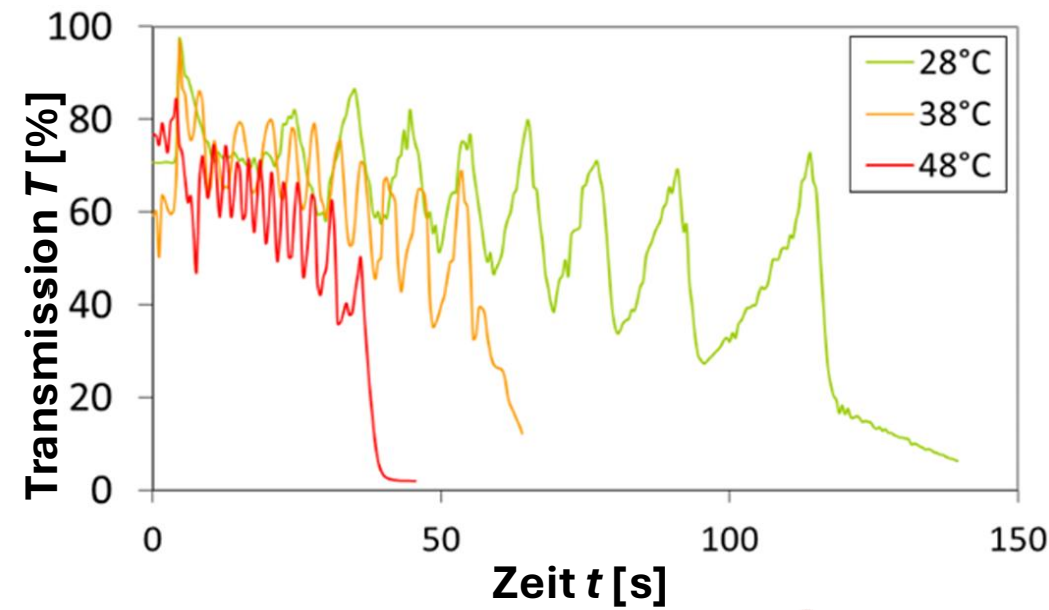
Lösung C

Wasserstoffperoxid (12%)

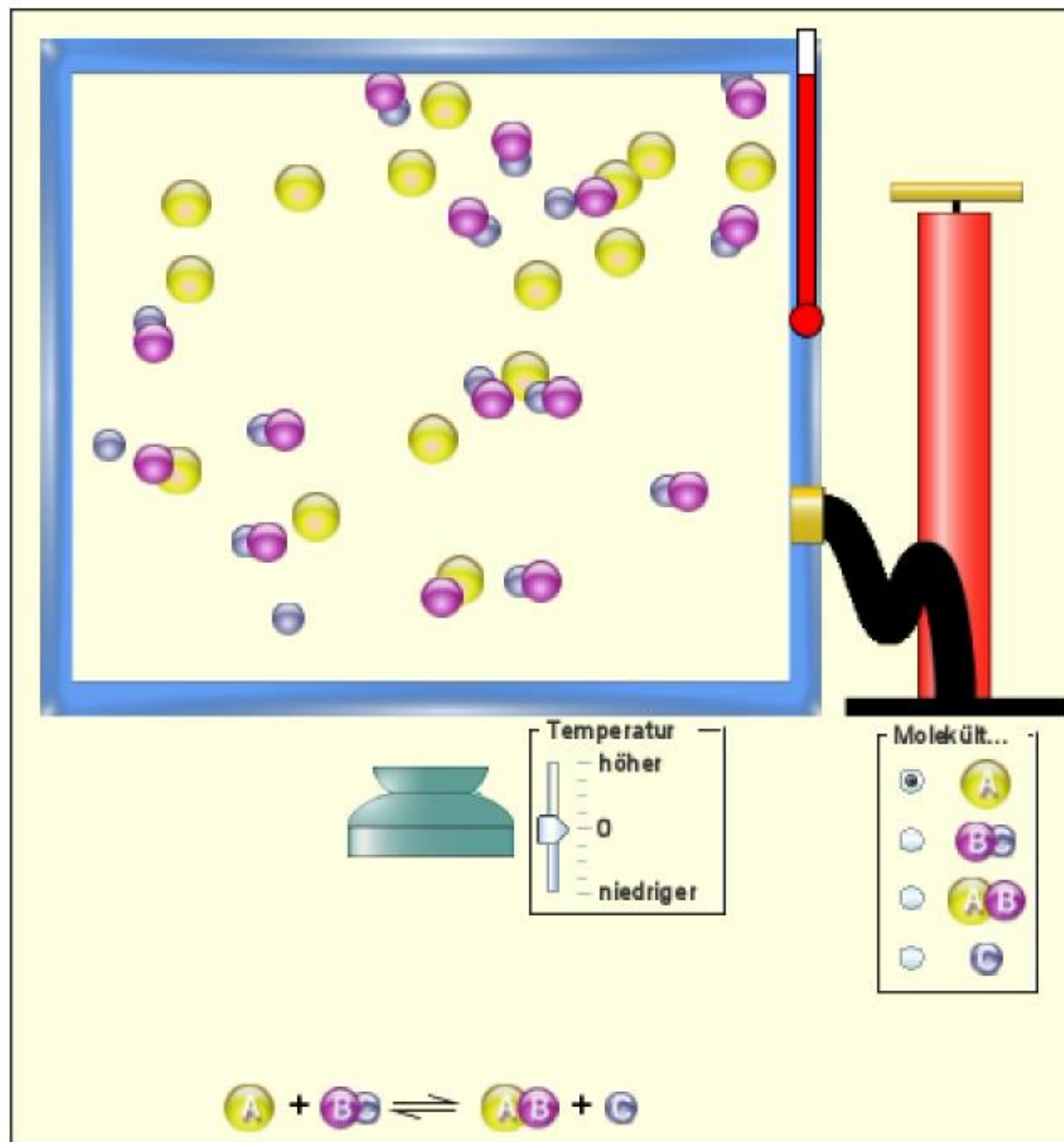
Quantifizierung durch Photometrie



Aufbau gemäß Arbeitsmaterialien
LD-Didaktik



BK: Chemische Reaktion
-> Kinetik



Einfluss der Temperatur auf den Ablauf chemischer Reaktionen

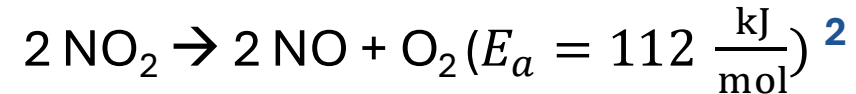


Temperatur als bestimmender Einflussfaktor chemischer Reaktionen

Temperaturzonen im interstellaren Medium¹

	Medium	Temperatur
1	kaltes, dichtes Gas (v.a. H ₂) (Dunkelwolken/Coldfinger)	<100 K
2	warmes, Zwischenwolken-medium	einige 1000 K
3	heiße, coronale Komponente	>10 ⁵ K

Ein (theoretisches) Beispiel einer Reaktion im ISM:



$$k = A \cdot e^{-\frac{E_A}{R \cdot T}}$$

k = Geschwindigkeitskonstante

A = Arrhenius-Faktor

E_A = Aktivierungsenergie

R = ideale Gaskonstante

T = (absolute) Temperatur

3

$$\ln\left(\frac{k_{15 \text{ K}}}{k_{298 \text{ K}}}\right) = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{15 \text{ K}} - \frac{1}{298 \text{ K}}\right) \Rightarrow \frac{k_{15 \text{ K}}}{k_{298 \text{ K}}} \approx 10^{-363}$$



Eine Batterie geht baden



Kosmischer Crash

Unfall in Zeitlupe: Seit einigen hundert Millionen Jahren stoßen die Antennen-Galaxien schon zusammen. In den hell leuchtenden Bereichen verdichtet sich Gas; es entstehen Milliarden neuer Sterne, viele von ihnen in so genannten Sternclustern

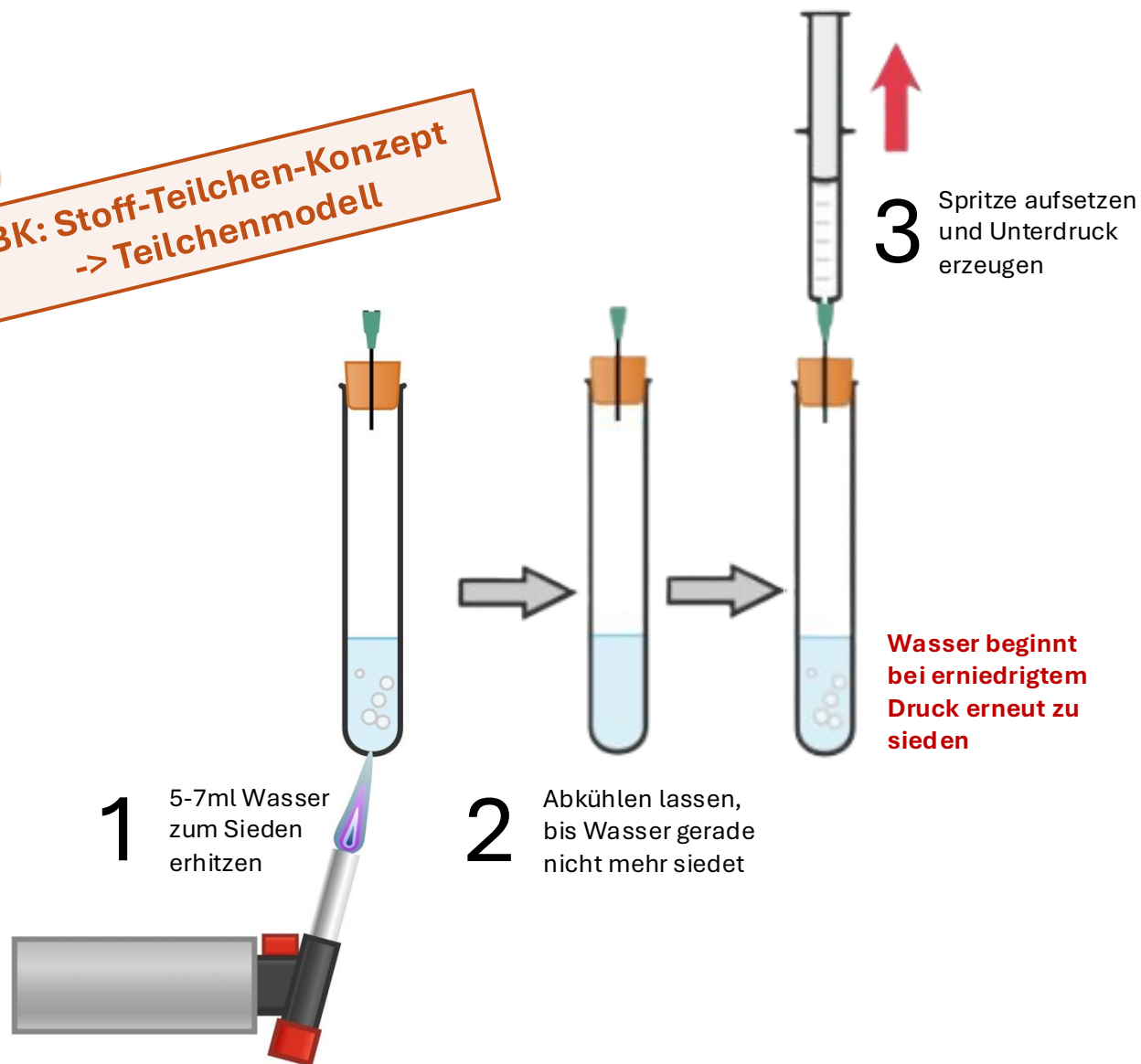
© NASA, ESA, and B. Whitmore (STScI)

2 Druckextreme im Kosmos



Wasser sieden unter vermindertem Druck

 **BK: Stoff-Teilchen-Konzept
-> Teilchenmodell**

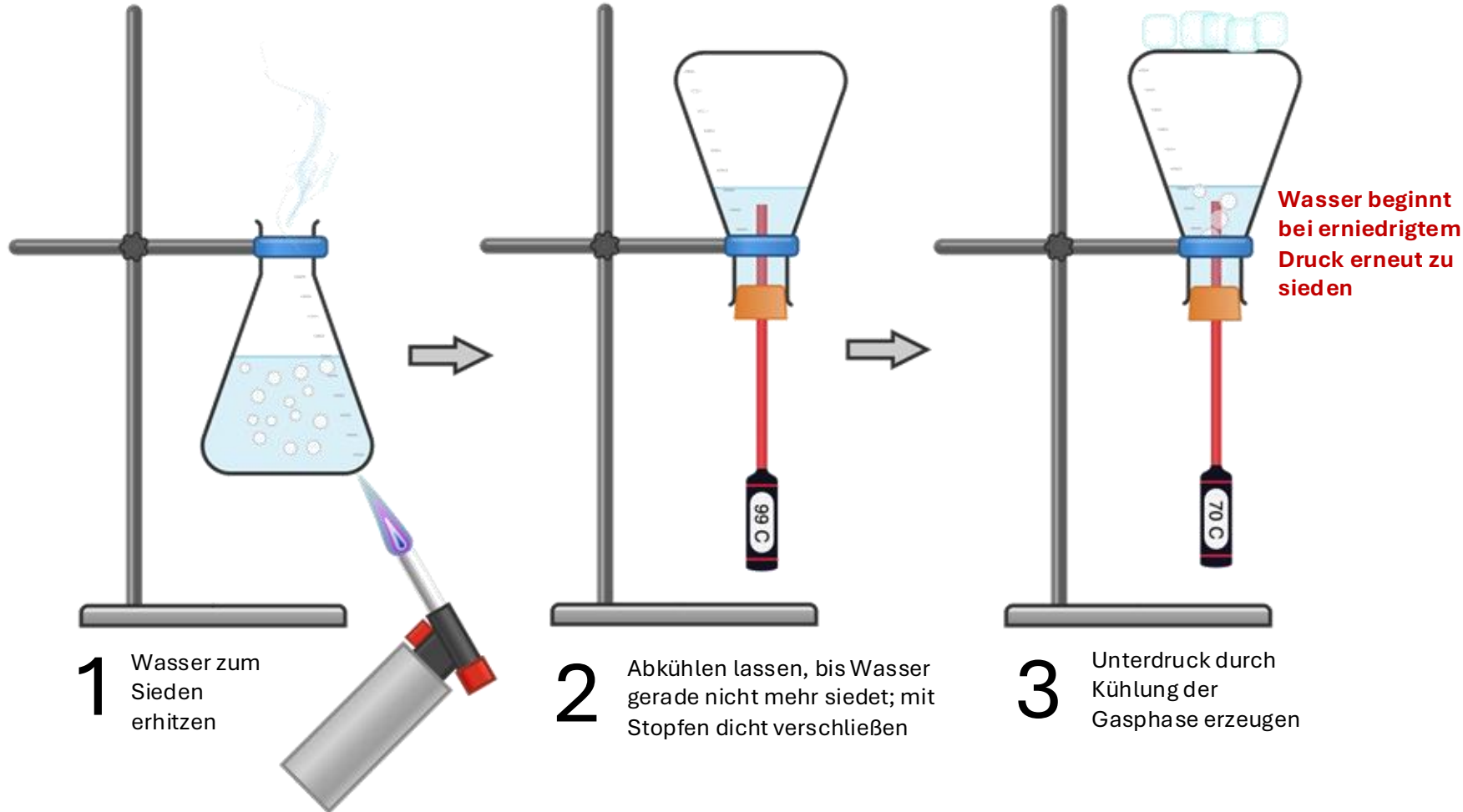


p (bar)	T _b (°C)	Höhe über NN
0,06	37	19.000m Armstrong-Linie überschritten
0,1	45,8	
0,3	69,1	8848 m Mount Everest
0,5	81,3	
0,7	89,9	2962 m Zugspitze
1,0	99,6	
1,013	100	0
1,8	120	(Schnellkochtopf)



Wasser kochen unter vermindertem Druck - eine Möglichkeit zur Differenzierung

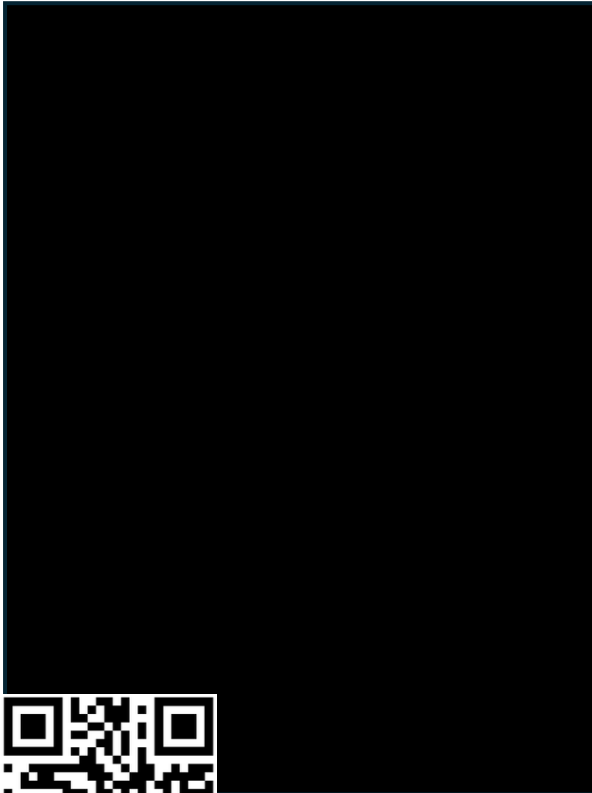
BK: Stoff-Teilchen-Konzept
-> Teilchenmodell



Das Original:
Wasserdampfspringbrunnen
(Chemie – aber sicher!)

Geht das auch bei Raumtemperatur??? – Ja aber.....

entweder:
apparativ aufwendig

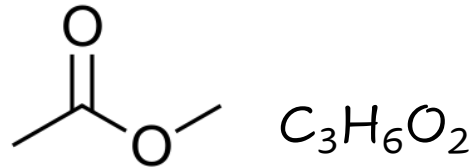


vgl. Physik Uni
Giessen



oder: mit niedriger siedenden
Alternativen

Essigsäuremethylester



physikalische Eigenschaften:

T_m : -98 °C

T_b : 57 °C

Vorkommen:

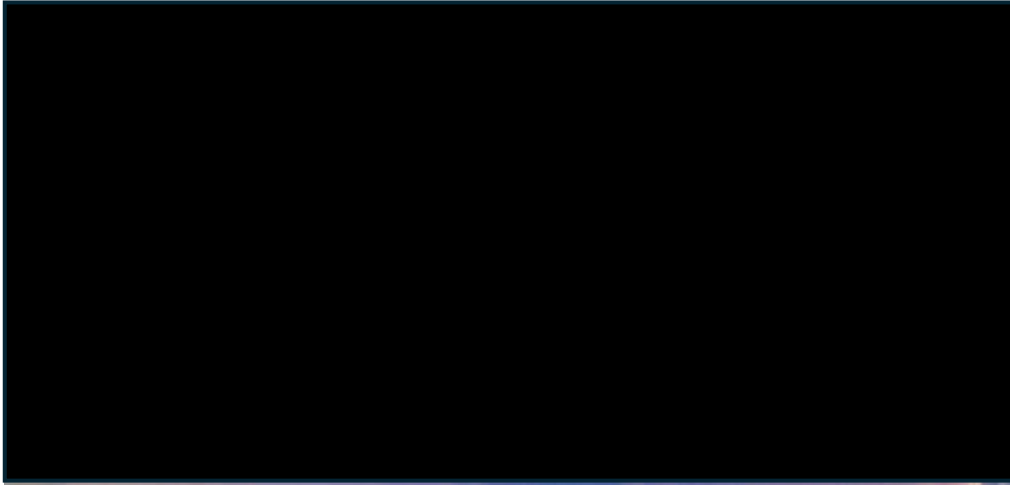
- Pflanzenbotenstoff (z.B. Lockstoff in Blütenständen der Palmenart *Attalea phalerata*)
- **Nachgewiesen im interstellaren Medium (Sternbild Orion)**

BK: Stoff-Teilchen-Konzept
-> Teilchenmodell



Exkurs in die Biologie...

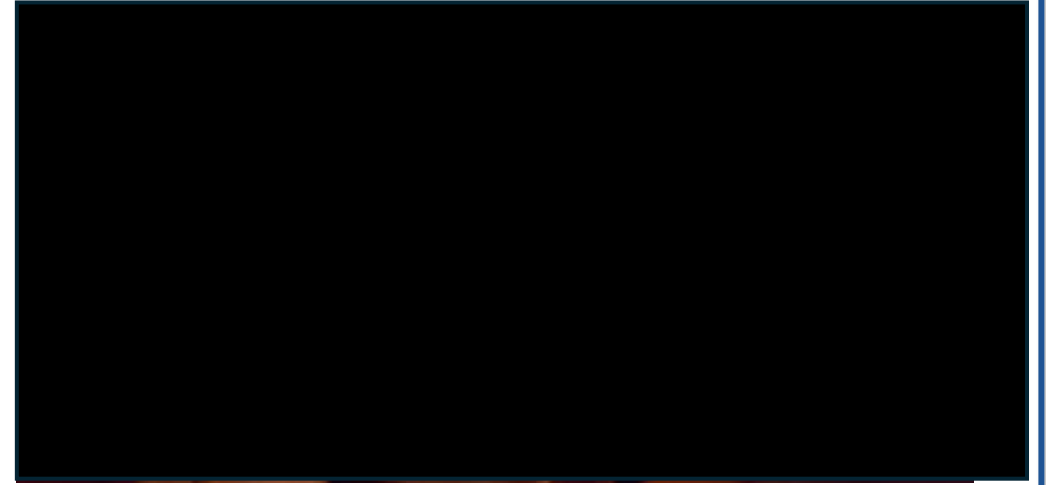
Explosive Dekompression à la Hollywood



Outland (1981)

Ein Arbeiter auf der Jupiter-Mondstation Io beschädigt seinen Raumanzug.

-> Kopf schwillt extrem an und explodiert



Total recall (1990)

Ein Mann wird auf dem Mars ins Vakuum hinausgerissen

-> Kopf und Zunge schwellen extrem an, Augen treten hervor

Exkurs in die Biologie....

Ebullismus

(lat. ebullire = hervorsprudeln)

Ausperlen der im Blut und Gewebe gelösten Gase (→ “kochendes Blut”), wenn Umgebungsdruck niedriger als Dampfdruck bei Körpertemperatur. Ursache für Taucherkrankheit.

Stadien des Ebullismus

plötzliche Dekompression	• Luft aus der Lunge entweicht vollständig • Schwellungen durch Luftansammlung in der Unterhaut • Bauch gebläht
+10s	• Erbrechen • Kreislaufkollaps
+30s	• Tonisch-klonische Anfälle → Lähmung • Verlangsamter Herzschlag
+ 4 min	• Irreversible Hirnschäden • Tod

Ein missglückter Test mit glücklichem Ausgang



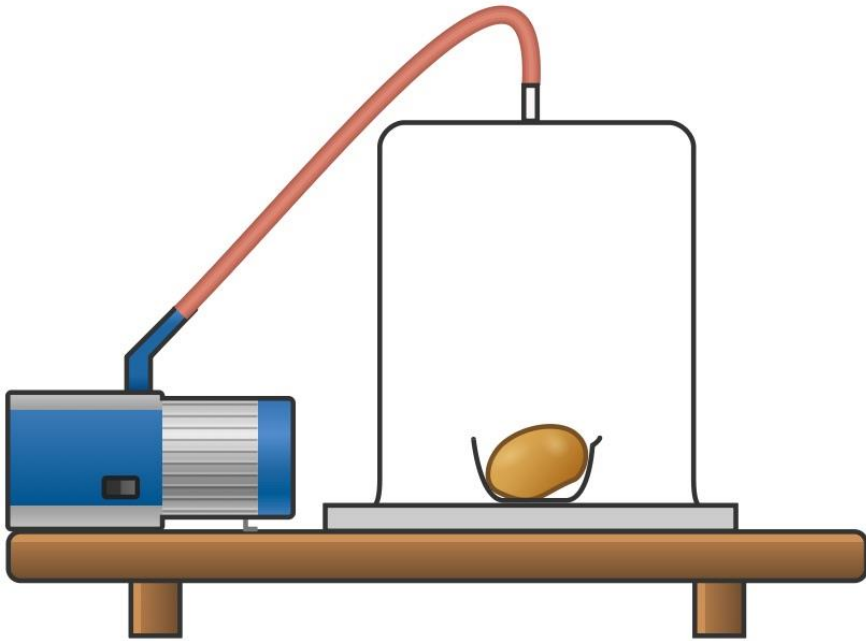
“As I stumbled backwards, I could feel the saliva on my tongue starting to bubble just before I went unconscious and that’s the last thing I remember.”

Jim LeBlanc, 1966

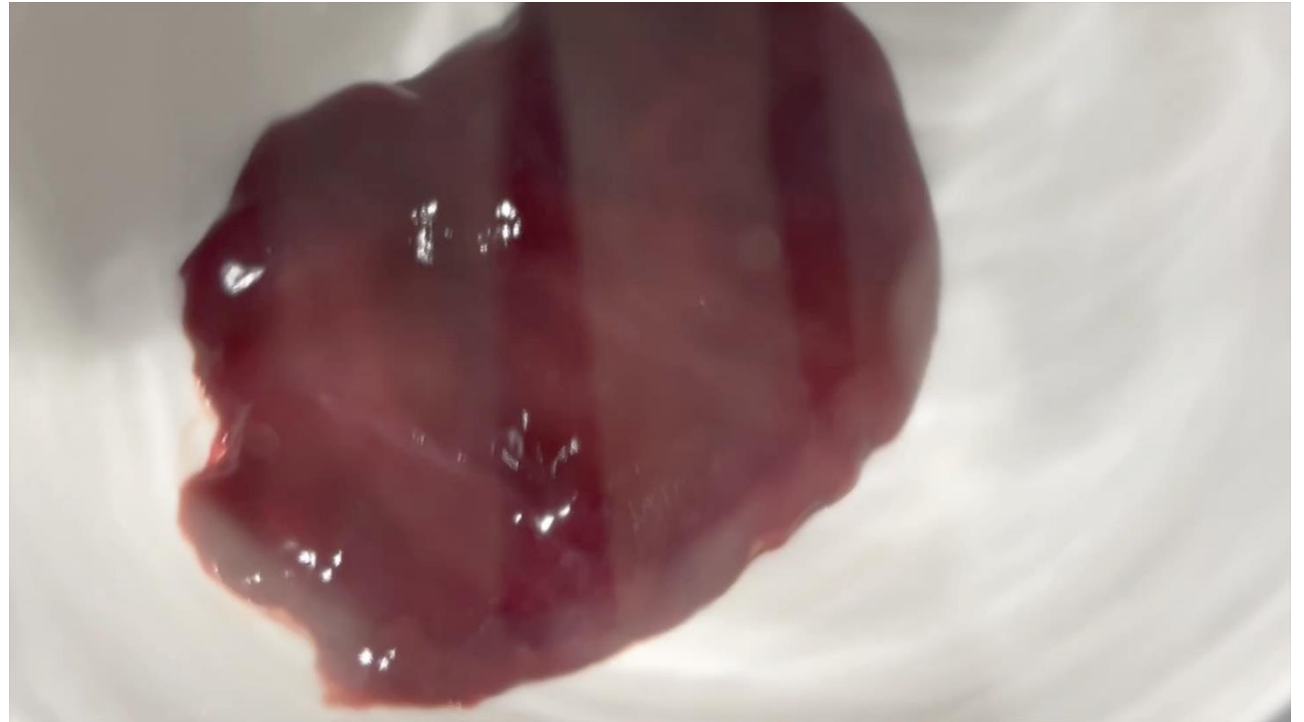
Exkurs in die Biologie....



Hähnchenleber im Vakuum



Durchführung



Beobachtung

Exkurs in die Biologie....

BK Biologie: Struktur-Funktion

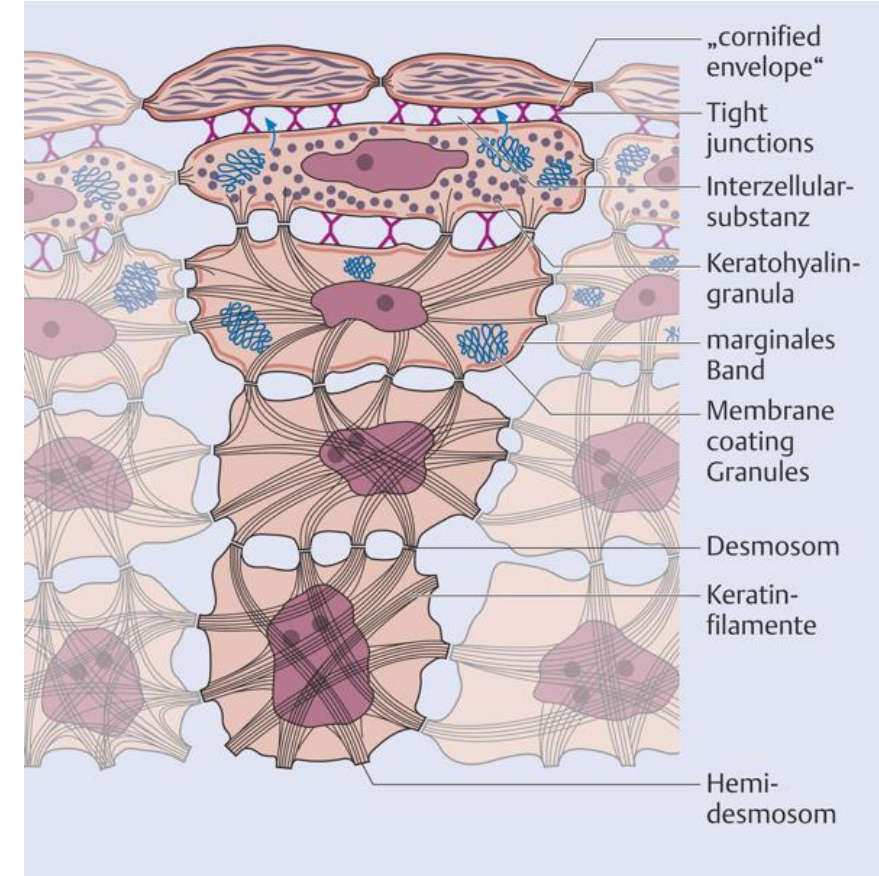


Table 1. A summary of elastic moduli of several different tissues and organs.

Tissue/organ	Species	Testing method	Modulus (E)	Reference
Brain	Swine	Indentation	0.26–0.49 kPa	[28a]
Kidney	Mice	Indentation	0.5–3 kPa	[28b]
Liver	Murine	Indentation	620 Pa	[28c]
Breast tissue	Human	Indentation	29 kPa	[28d]
Fat	Human	Indentation	17 Pa	[28e]
Muscle	Pig	Indentation	5–8 kPa	[28f]
Skin	Porcine	Indentation	222 kPa	[28g]
Cartilage	Human	Indentation	0.02–6.44 MPa	[28h]
Bone	Human	Indentation	9.9 GPa	[28i]
Tooth dentin	Human	Indentation	20–25 GPa	[28j]
Tooth enamel	Human	Indentation	47–120 GPa	[28k]

Faktor 358!!

Desmosomen – der Schlüssel zur Stabilität



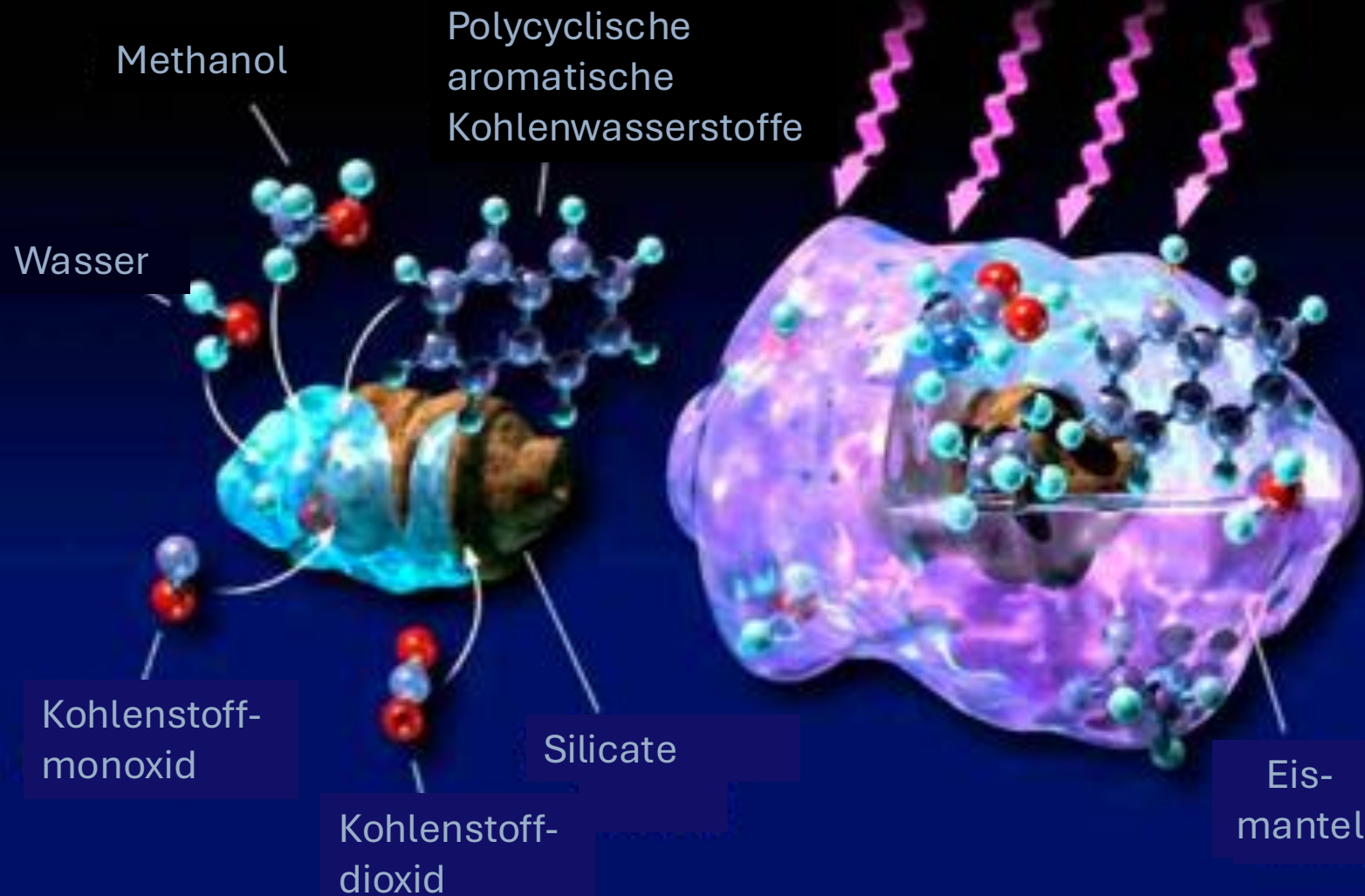


3 Reaktionen unter extremsten Bedingungen?

Säulen der Schöpfung

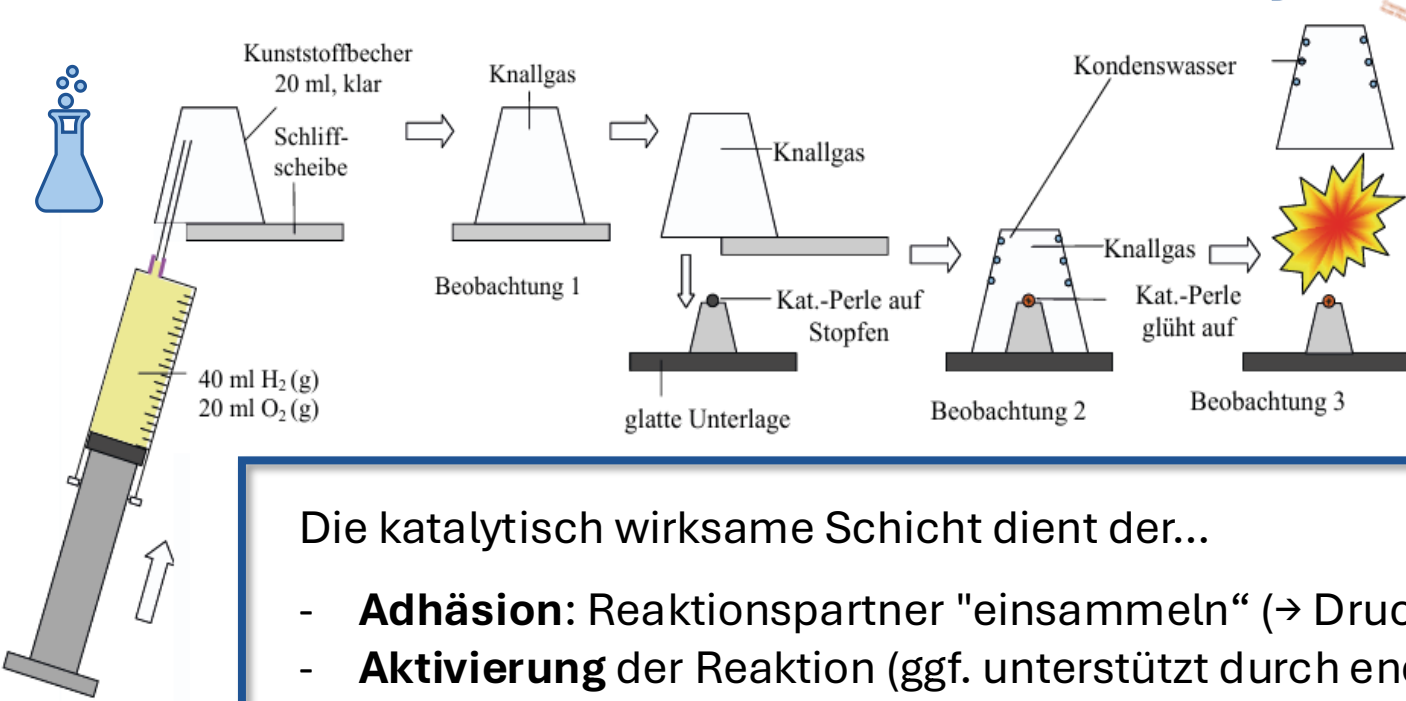
Die Struktur im Sternbild Schlange, rund 6500 Lichtjahre von der Erde entfernt, ist für Astronomen besonders interessant, weil sie als Kreißsaal der Sterne gilt. In ihrem Inneren formieren sich aus gasförmiger, interstellarer Materie und Staubpartikeln ständig neue, sonnenähnliche Sterne, die die gigantischen Materiewolken überhaupt erst sichtbar machen. Rund sieben Jahre braucht das Licht, um von einem Ende der Säulen zum anderen zu gelangen

© NASA, ESA/Hubble and the Hubble Heritage Team



Komet Tschurjumow-Gerassimenko (Größe ca. 4x3,5x3,5km), Aufnahme der Raumsonde Rosetta (2014)
Quelle: Wikipedia

Molekulare Vielfalt dank Katalyse



**BK: Chemische Reaktion
-> Energiebeteiligung/Katalyse**

Die katalytisch wirksame Schicht dient der...

- **Adhäsion:** Reaktionspartner "einsammeln" (→ Druckverhältnisse im ISM)
- **Aktivierung** der Reaktion (ggf. unterstützt durch energiereiche Strahlung)

Videos zum Vergleich verschiedener Reaktionsbedingungen im Materialdownload!



Eingeschränkte Reproduzierbarkeit

Unter vergleichbaren Reaktionsbedingungen kann die Intensität des Reaktionsverlaufs variieren!

vor der Reaktion

während der Reaktion

während der Reaktion

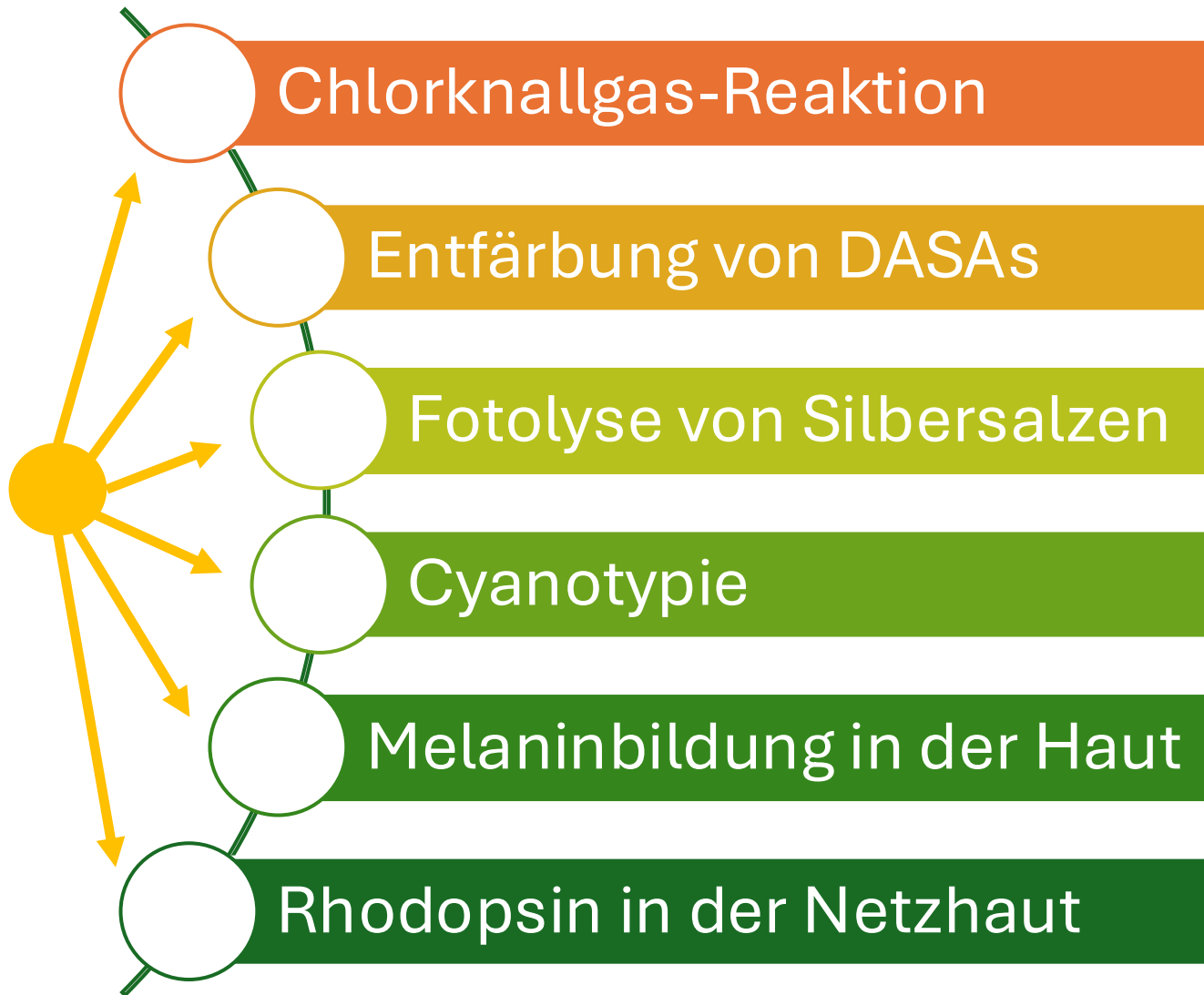
nach der Reaktion

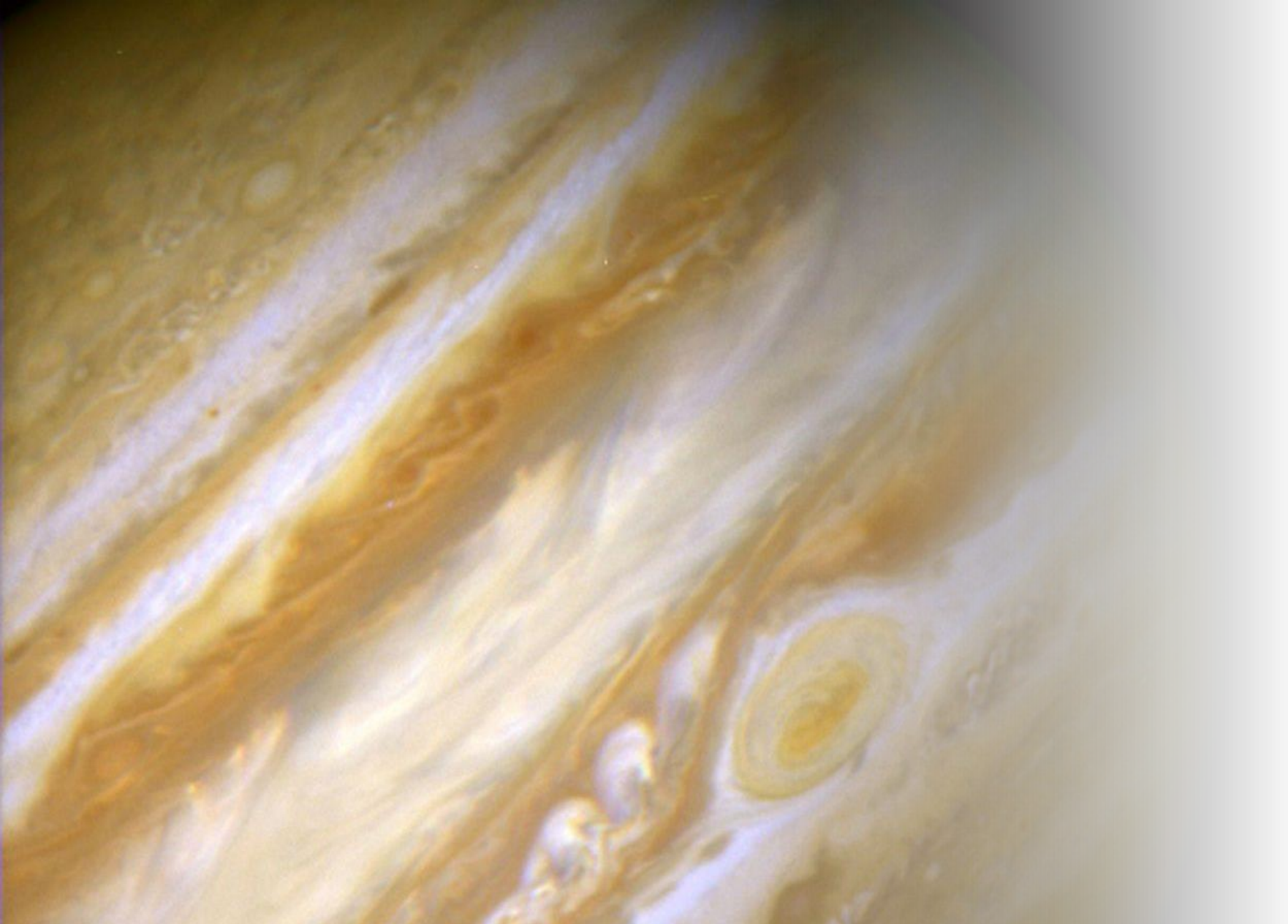


Strahlung – Vor- und Nachteil zugleich

Lichtkugel
Der Stern V838 Monocerotis am Rand der Milchstraße ist ein Roter Superriese. Er sandte im Jahr 2002 einen Lichtblitz aus, der den interstellaren Staub in der Umgebung ausleuchtet. Wie der Lichtblitz entstand, ist nicht geklärt
© NASA, ESA, N. Smith (University of California, Berkeley), and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Aktivierung durch Strahlung





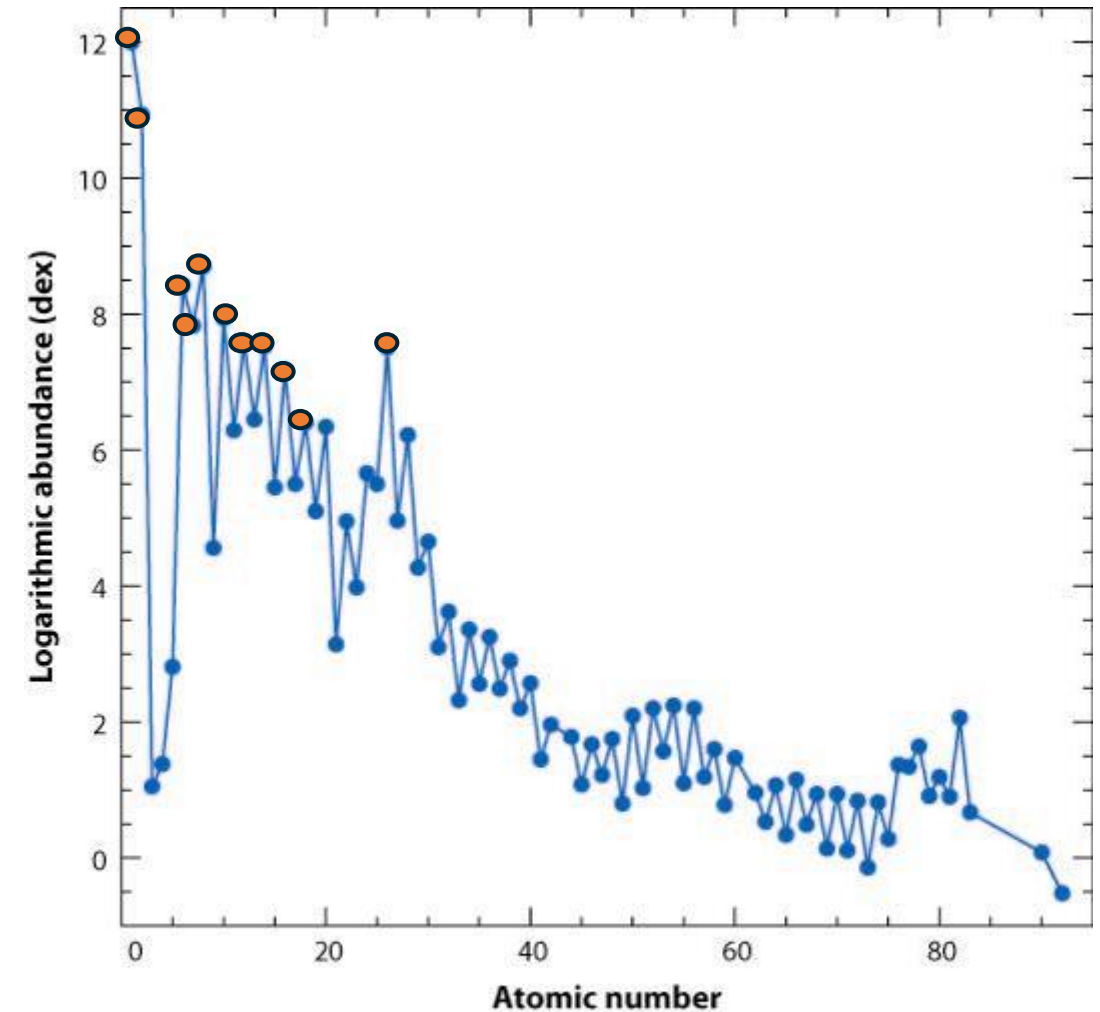
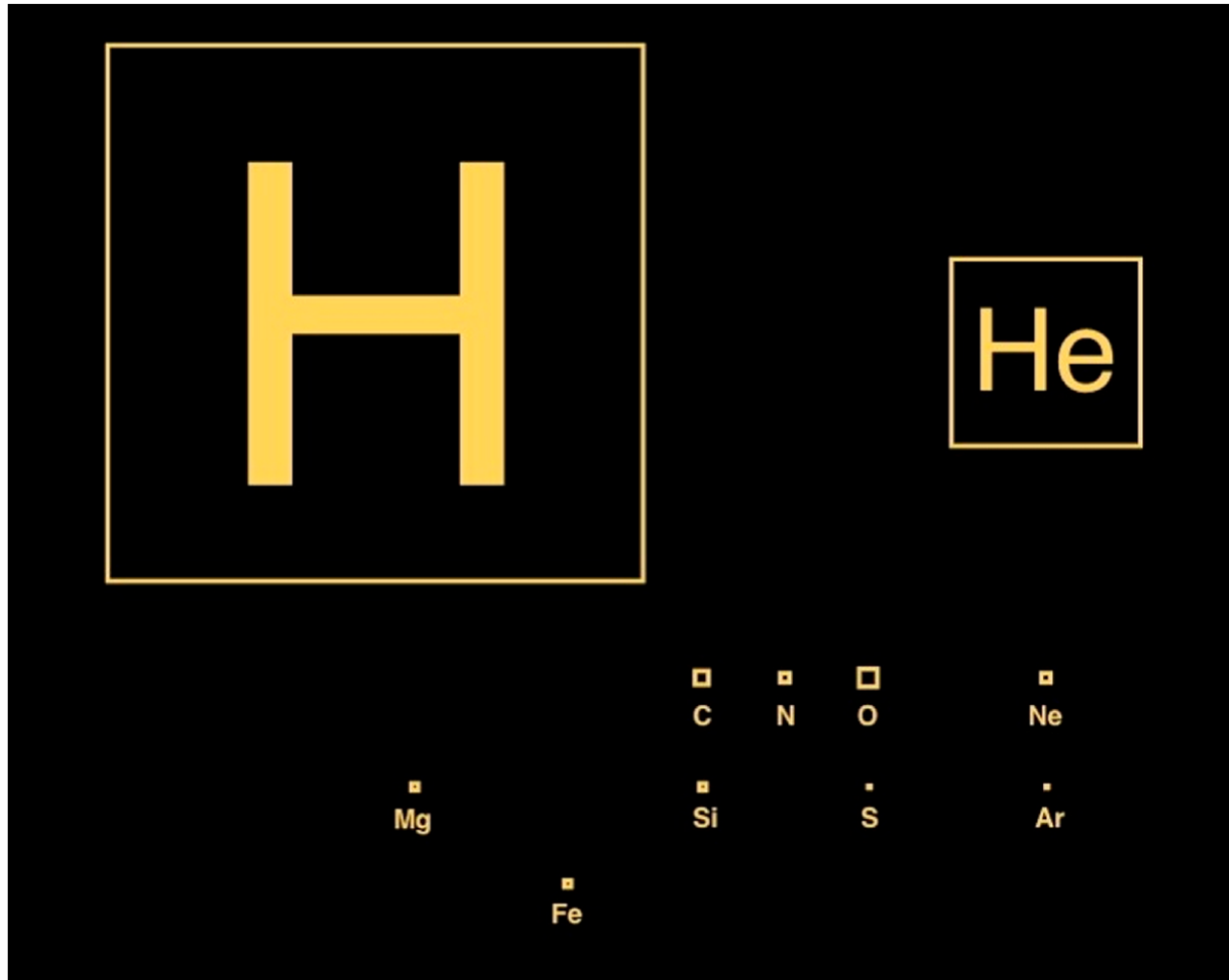
Jupiter

Die Nahaufnahme des Jupiters zeigt den Großen Roten Fleck auf der Oberfläche des Gasriesen, einen Wirbelsturm, der schon Mitte des 17. Jahrhunderts beobachtet wurde und zwei Erddurchmesser misst.

© NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

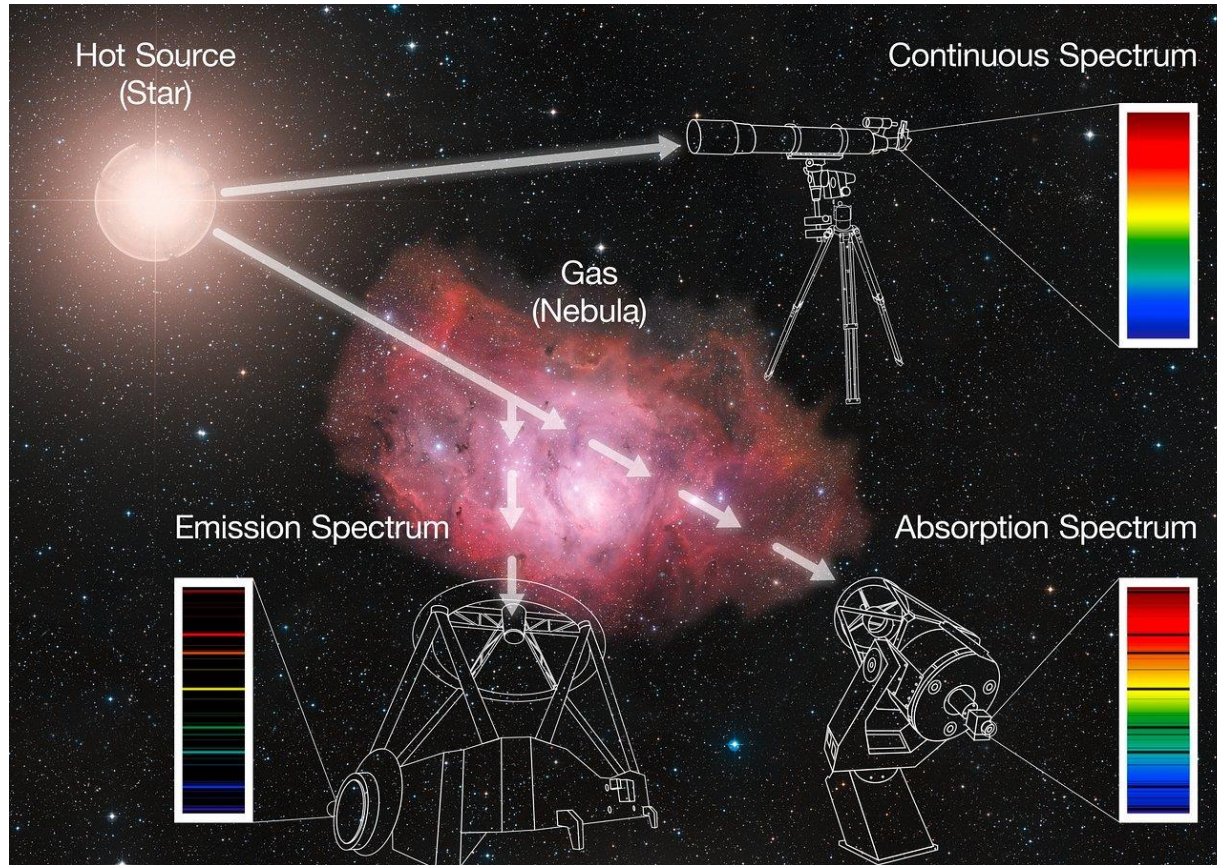
4 Die Erkundung des Weltraums

Was gibt es denn da oben so?

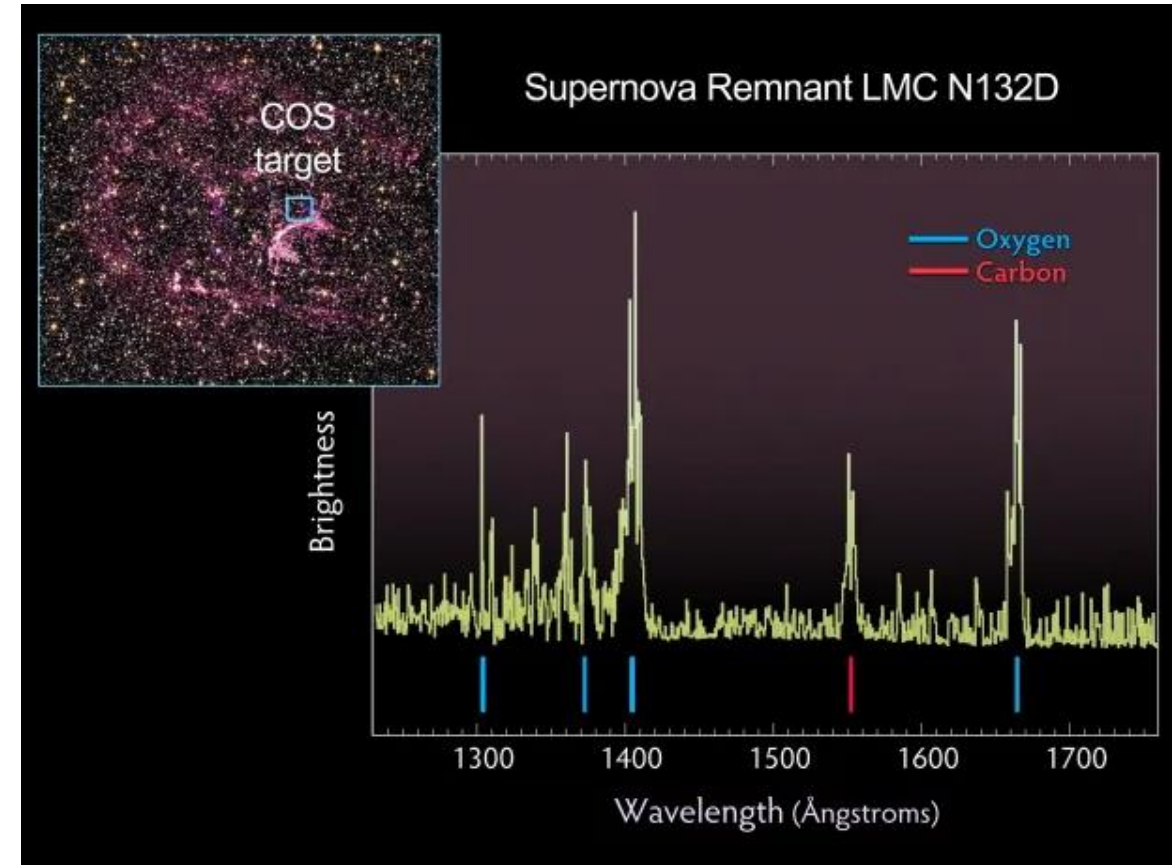


Asplund M, et al. 2009.
Annu. Rev. Astron. Astrophys. 47:481–522

Das Mittel der Wahl: Spektroskopie



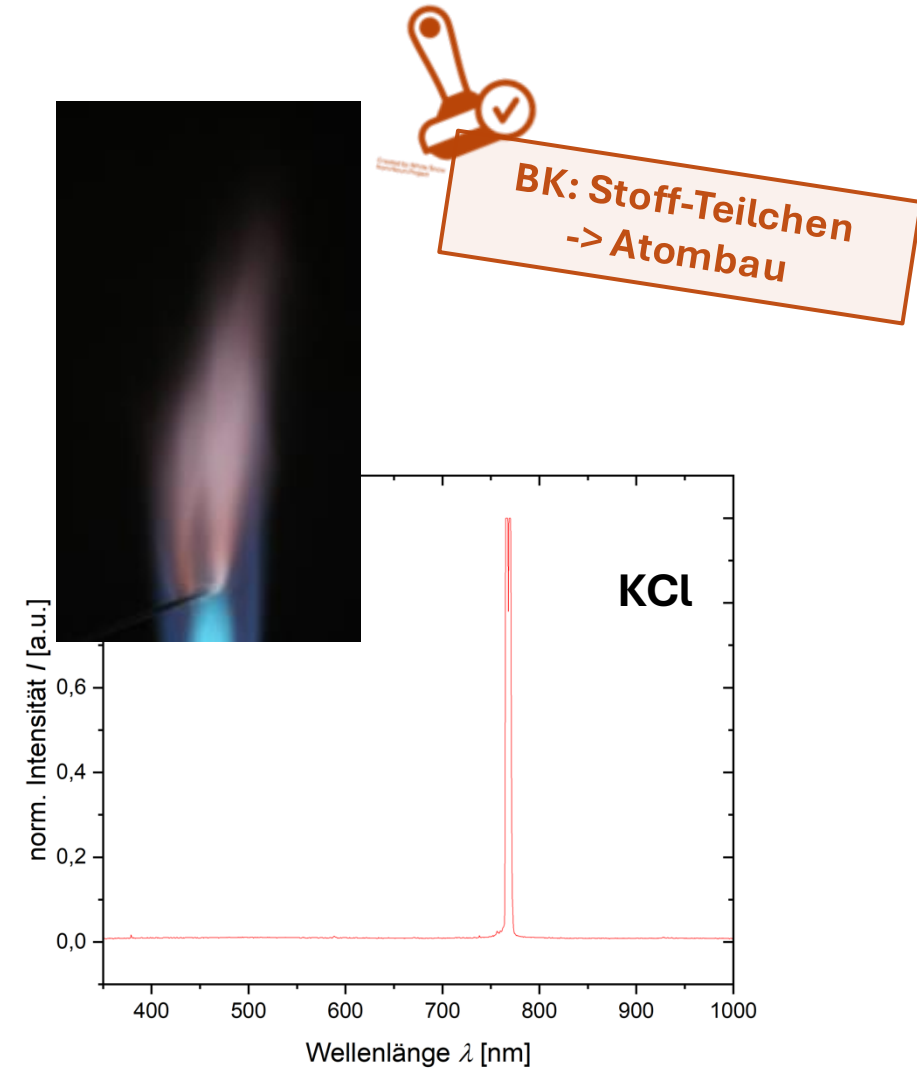
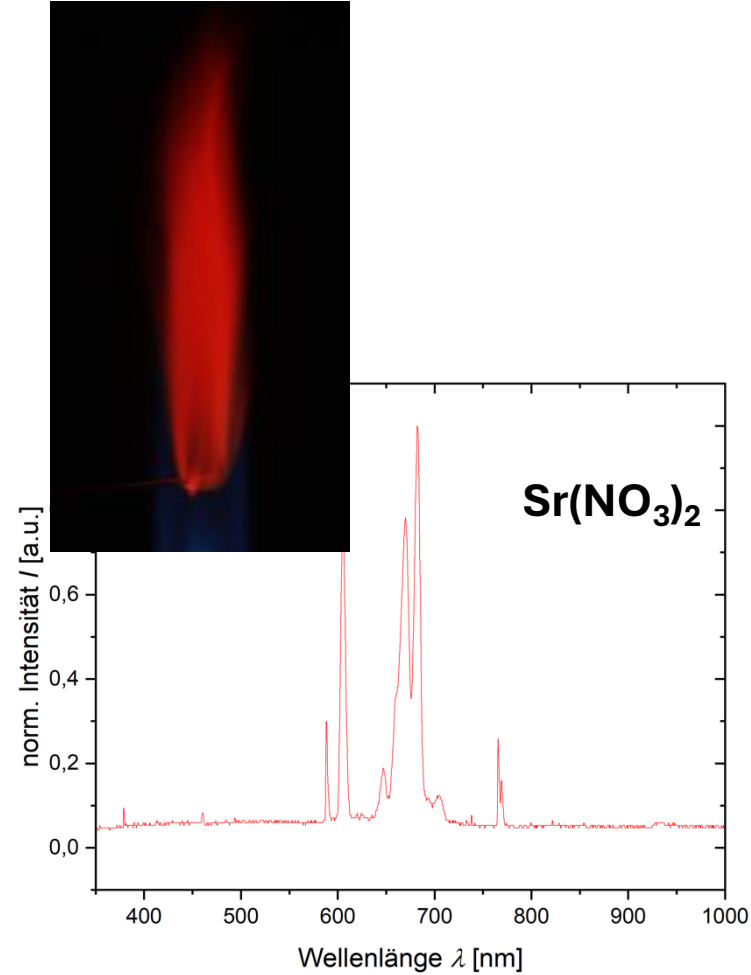
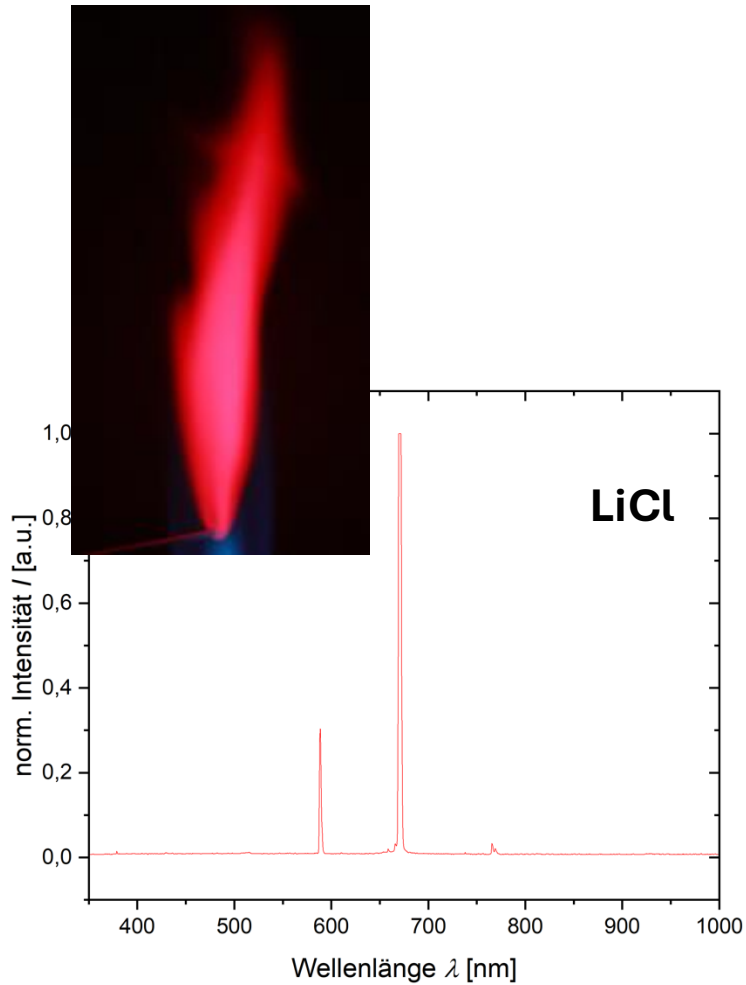
Prinzip
der Spektroskopie in der astronomischen Forschung



Beispiel
Was bleibt von einem Stern?



Spektroskopie als Unterstützung zur Flammenfärbung



Spektroskopie als Unterstützung zur Flammenfärbung

- Kritische Betrachtung



Kontra:

- Kosten (ca. 5000.- €)
- arbeitsgleiche SuS-Experimente nicht möglich (maximal Stationsarbeit)



Pro

ermöglicht:

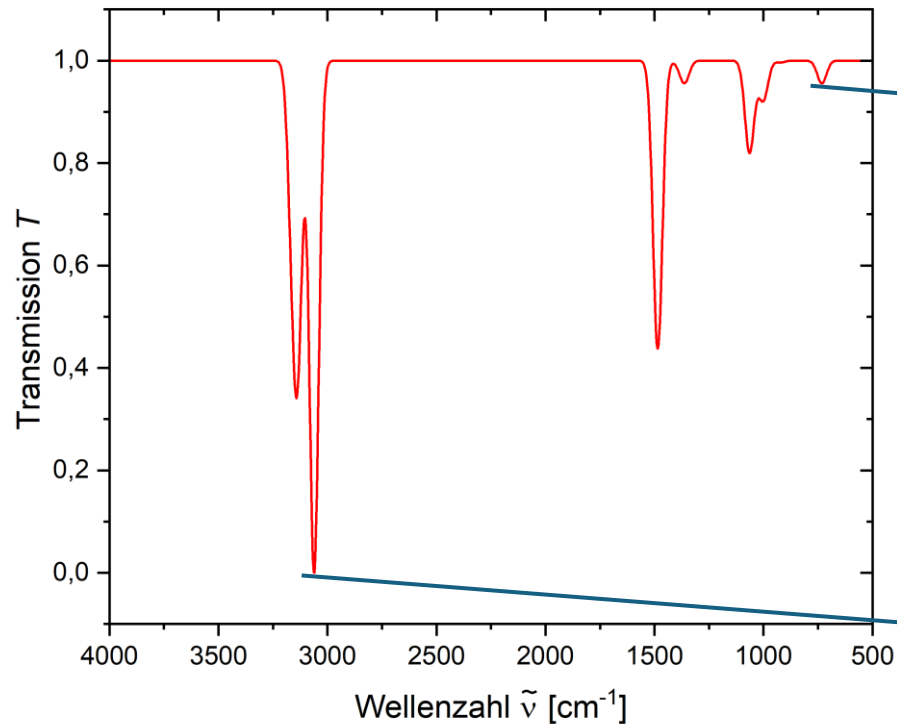
- aktive Teilhabe von SuS mit eingeschränkter Farbwahrnehmung
- Unterscheidung von Elementen mit ähnlicher Flammenfärbung (verschiedene Rot-Töne)
- eindeutiger Nachweis von Kalium
- Analyse von Salzgemischen



Interstellare IR-Spektroskopie

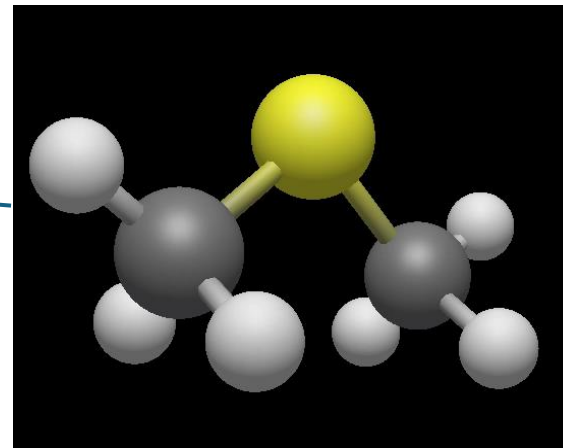
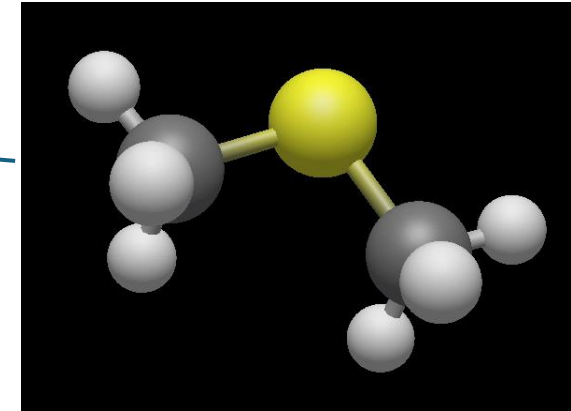
„Klassische“ Zusammensetzung einer habitablen Atmosphäre: N_2 , O_2 , CO_2 , H_2O .

→ Jedoch: Auch **andere Biosignaturen** möglich, z.B. Dimethylsulfid (DMS) oder Methan.



Berechnetes IR-Spektrum von DMS

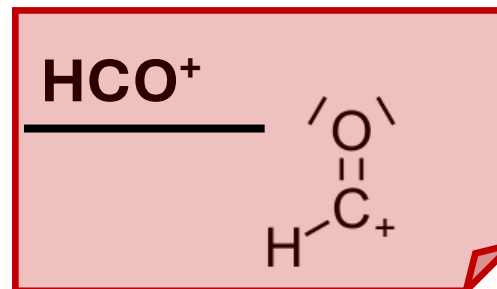
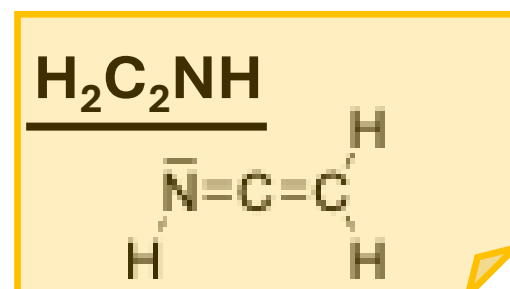
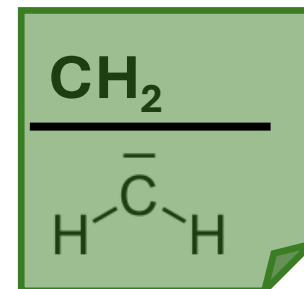
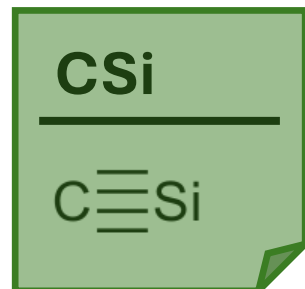
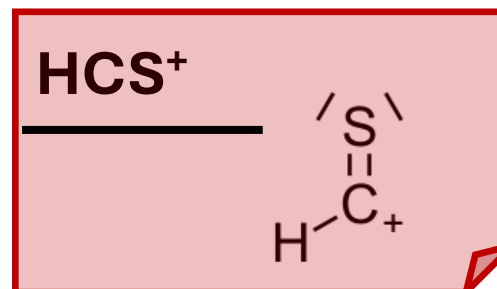
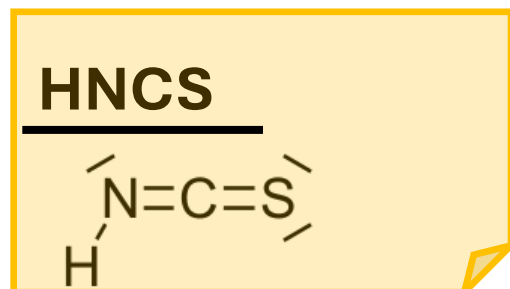
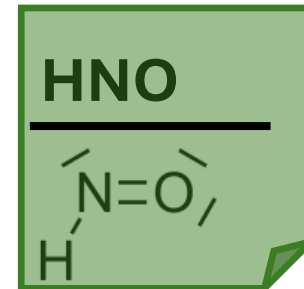
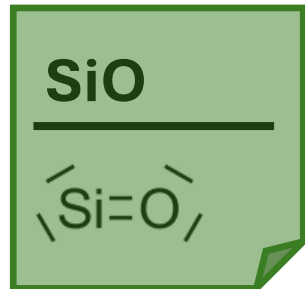
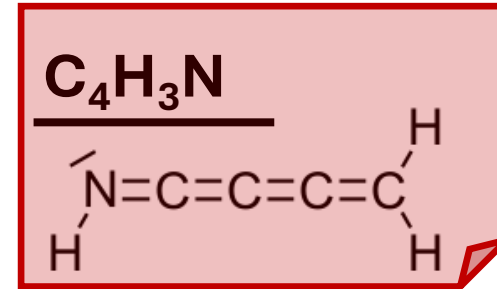
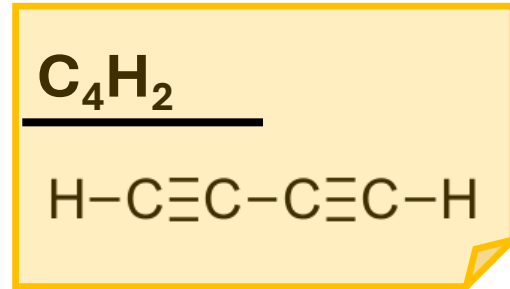
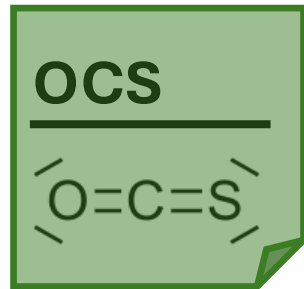
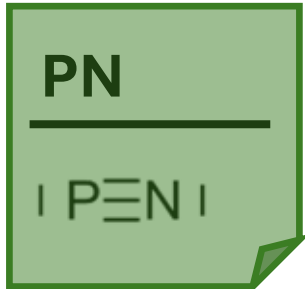
Level der Theorie: wB97X-D4/def2-TZVP.



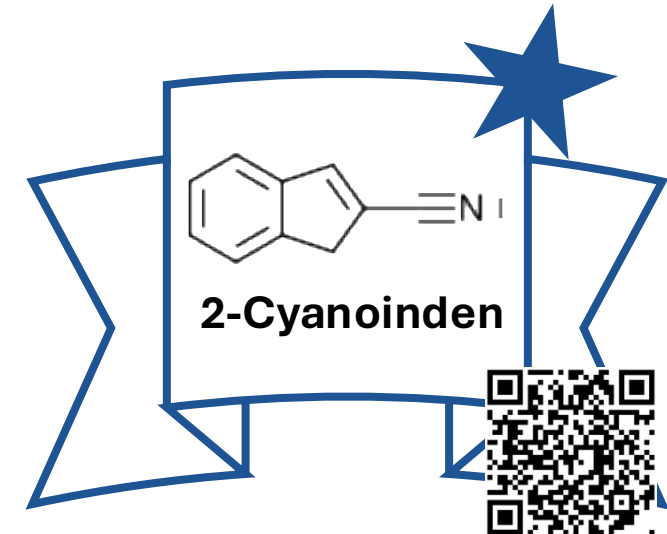
Bildung von DMS
vermutlich auch im
interstellaren Medium oder
durch abiotische Prozesse

→ Einschränkung der
Funktion als Biosignatur

Beispiele für interstellare Verbindungen mit der Möglichkeit zur Differenzierung

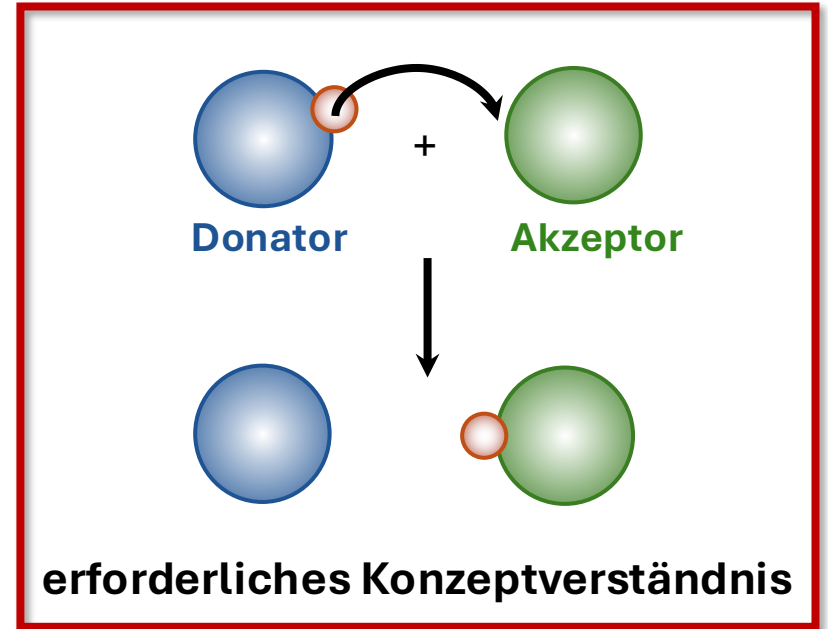
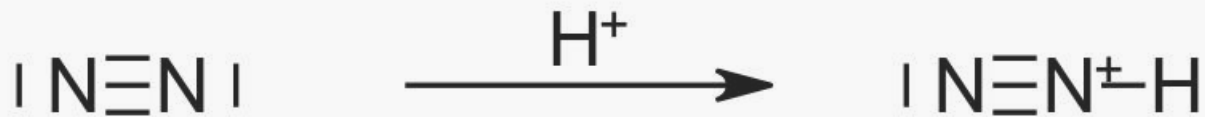
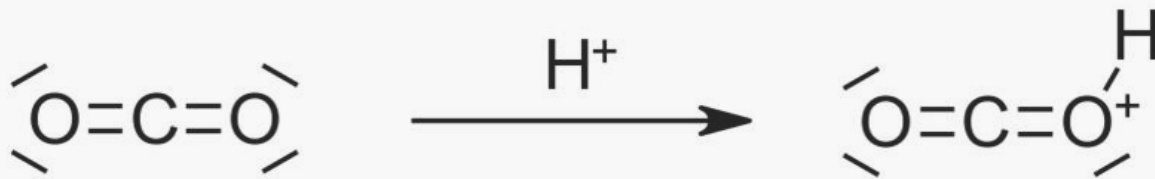
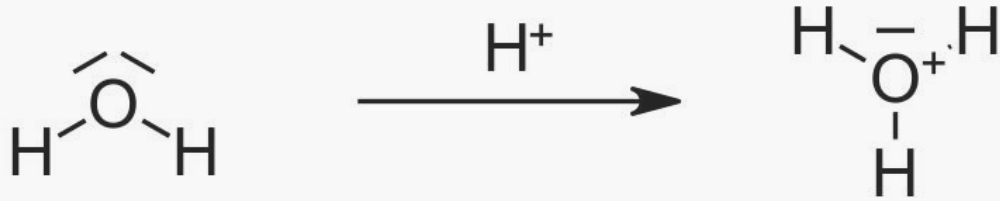


 BK: Stoff-Teilchen-Konzept
-> Lewis-Formeln



Molekül des Monats 09/26
(<https://www.astrochymist.org>)

Kosmisches Konzepttraining zur Säure-Base-Theorie



BK: Chemische Reaktion
 → Donator-Akzeptor-Konzept
 → Protonenübergänge

Zusammenfassung



Briggs-Rauscher



Wasser kochen -
Spritzenvariante



Katalysierte
Knallgasreaktion



Flammenfärbung
ggf. Spektroskopie-
unterstützt



Batterie in flüssigem
Stickstoff



Wasser kochen -
Eisvariante



**Aktivierung durch
energiereiche
Strahlung**

**Erweiterung
der Übungs- und
Vertiefungsmöglichkeiten**



Link zum
Material-
download



Sieden von
Essigsäuremethylester

Lichtinduzierte Reaktionen:

- Chlorknallgas
- Fotolyse von Silbersalzen
- Entfärbung von DASAs
- Cyanotypie



Strukturformeln



Säure-Base-Konzept
(Brönsted)