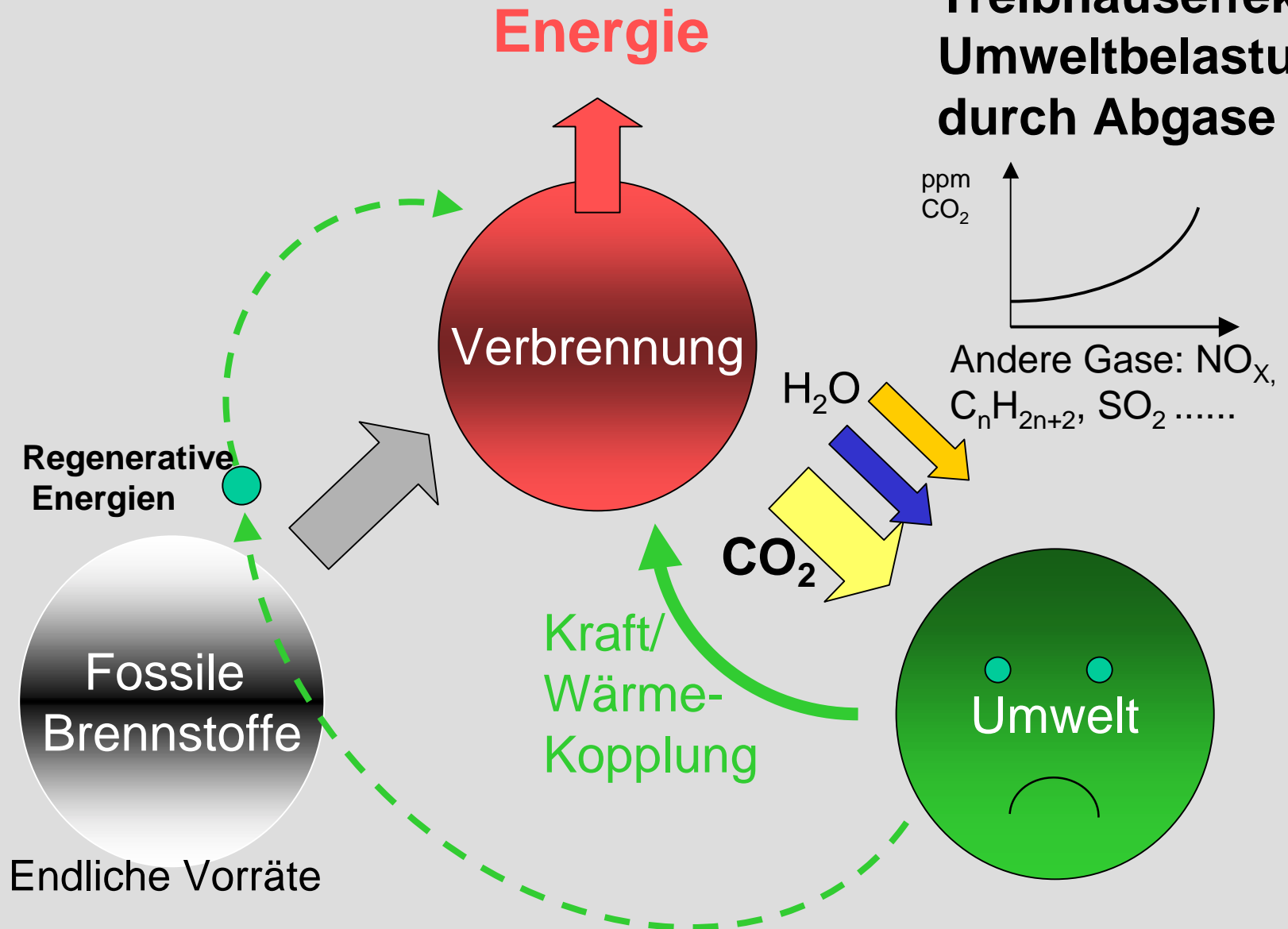


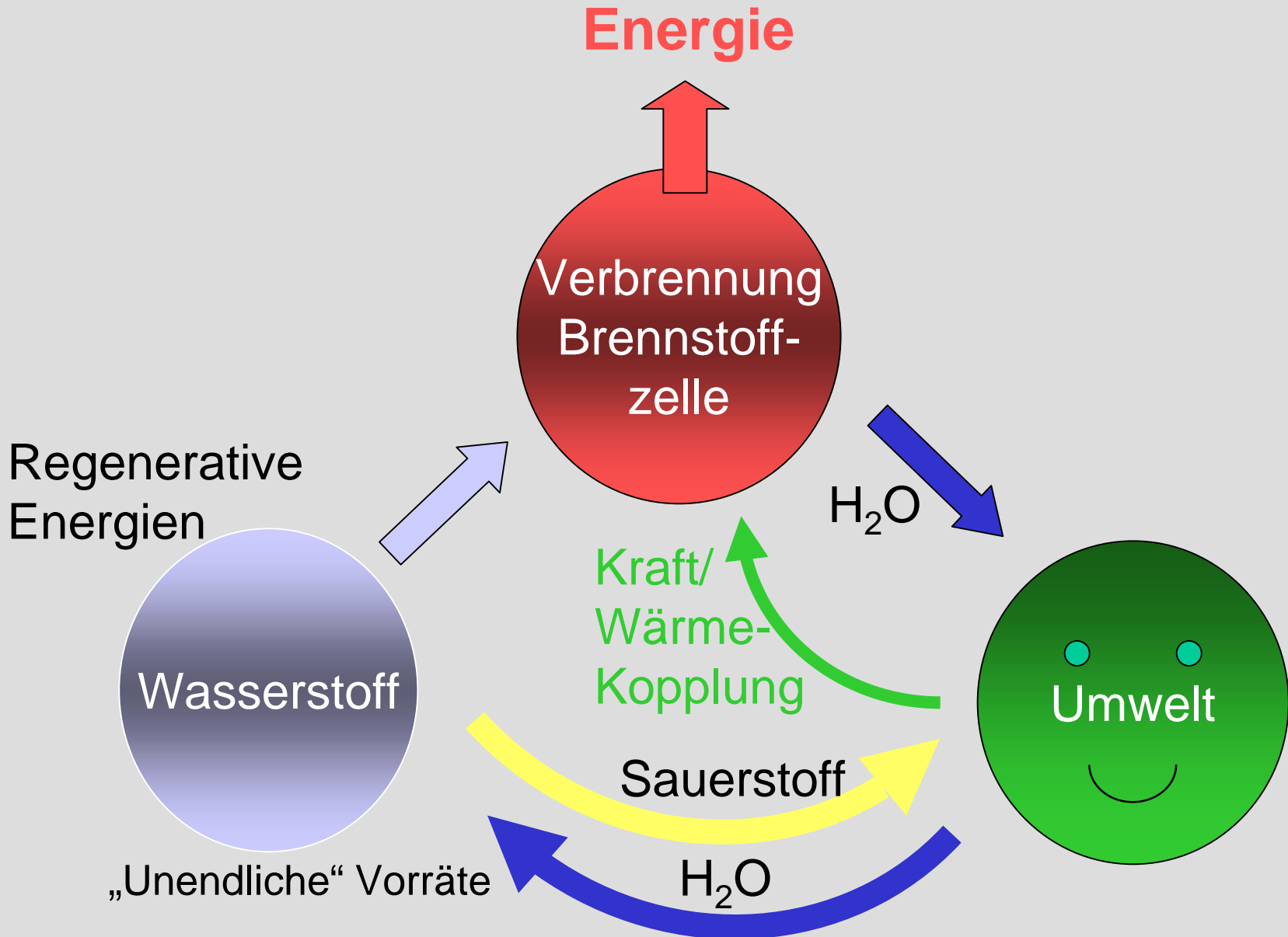
Das heutige Energiesystem

**Probleme:
Treibhauseffekt,
Umweltbelastung
durch Abgase**



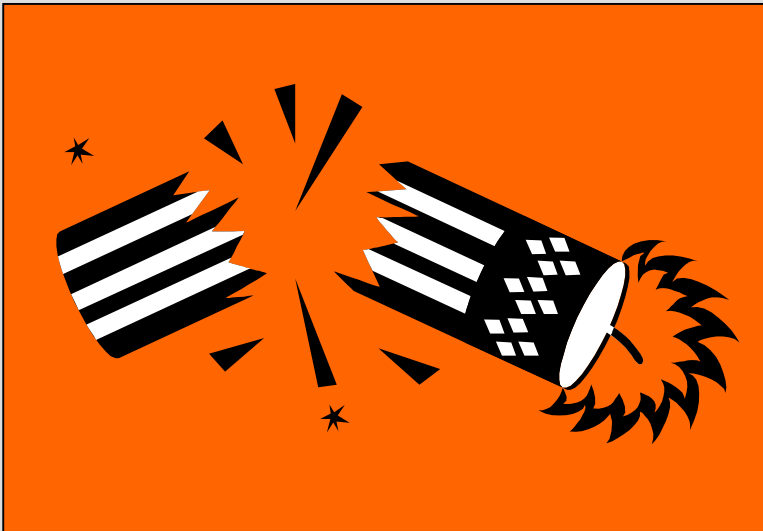
Wie kann dieses System geändert werden?

Ein alternatives Energiesystem



Hauptproblem!

Wie kann Wasserstoff in einer Welt gespeichert werden, in der Sauerstoff allgegenwärtig ist?



Wasserstoff/Sauerstoff-Gemische, besonders im Volumenverhältnis 2:1, sind hochexplosiv!

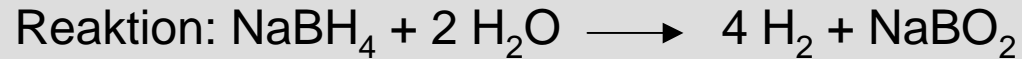
„Knallgasreaktion“

Speicher für Wasserstoff

Druckgasflaschen: Kapazität eher gering

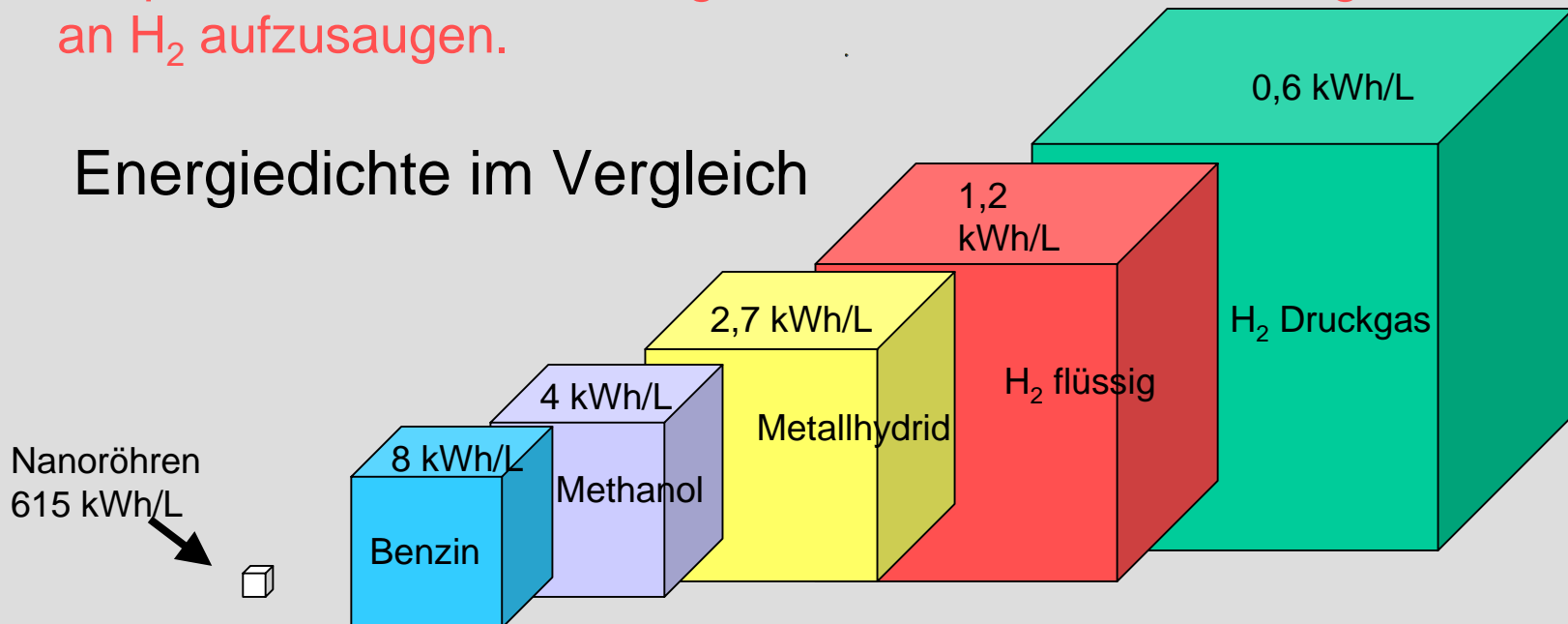
Flüssiger Wasserstoff: Hierzu müssen Temperaturen von unter -250 °C gehalten werden.

Chemische Verbindungen wie Metallhydride: Natriumborhydrid



Die neuesten Speicher sind aber sogenannte Nanoröhren aus Graphitfasern. Diese vermögen wie ein Schwamm sehr große Mengen an H_2 aufzusaugen.

Energiedichte im Vergleich



Mit Hilfe regenerativer Energien wird Wasserstoff als Energieträger erzeugt.

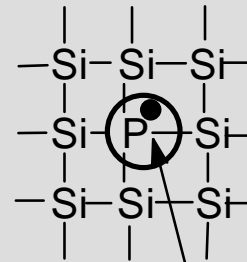
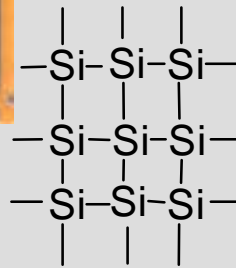
Regenerative Energien: Sonne, Wind, Wasserkraft und Biomasse

Mit Solarzellen können tagsüber durch **Elektrolyse** Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt werden, wobei allerdings nur der Wasserstoff gespeichert wird.

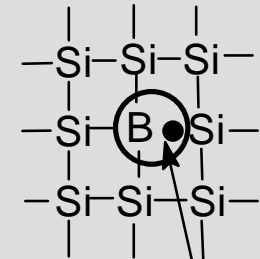


Solarzellen

Solarzellen bestehen aus Silicium, das mit Phosphor bzw. Bor „dotiert“ ist. Silicium hat 4 Außenelektronen, Phosphor jedoch 5, Bor nur drei. Dadurch entstehen **Fehlstellen**.



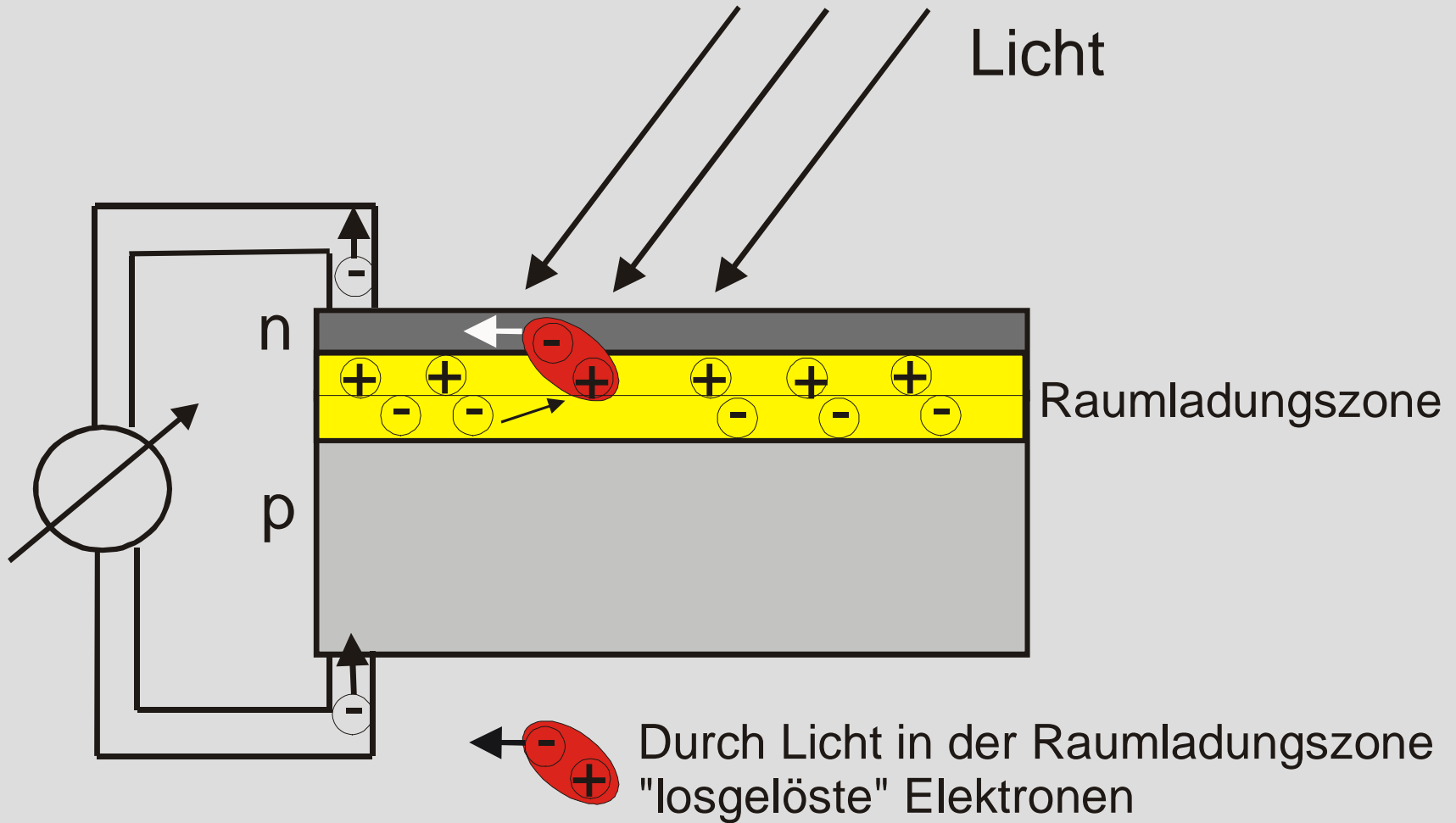
n-Dotierung ein ungebundenes Elektron
"zuviel"



p-Dotierung "Loch" mit ungebundenem Elektron

Bringt man nun n- und p-Schicht zusammen, diffundieren „Löcher“ in die n-Schicht und Elektronen in die p-Schicht. Es entsteht eine Raumladungszone, die p-Schicht lädt sich negativ auf, die n-Schicht positiv.

Trifft nun Licht auf die sehr dünne n-Schicht, so rekombinieren Elektronen und Löcher, d.h., es fließt ein Strom, wenn man n- und p-Schicht über einen Metalldraht verbindet.



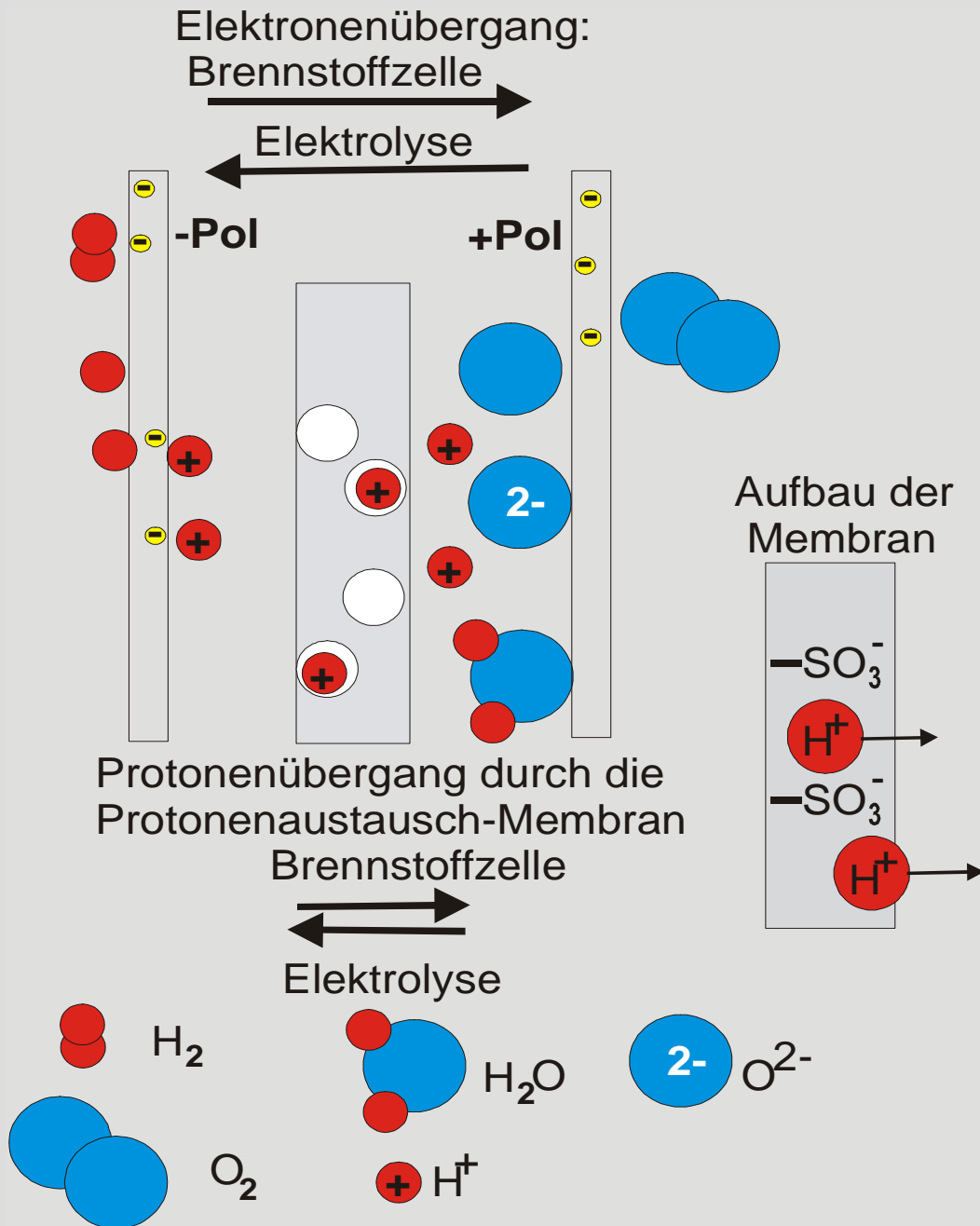
Wie wird Wasserstoff als Energieträger verwendet?

Er kann, wie z. B. Erdgas, mit Luftsauerstoff verbrannt werden und damit kann man auch heizen. Auch mit Wasserstoff anstelle von Benzin getriebene Otto-Motoren sind schon im Einsatz.

Aber: Das effektivste System ist das der **Brennstoffzelle**, weil der **Wirkungsgrad**, d.h., die **Ausnutzung der chemischen Energie** hier am effektivsten ist.

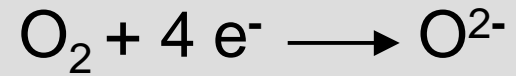
Wie funktioniert die Brennstoffzelle?

Die Elektrolyse wird umgekehrt: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

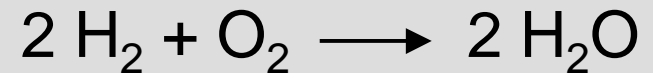
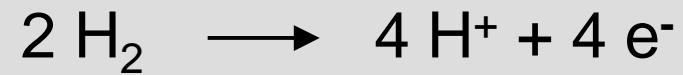


Die Reaktionen:

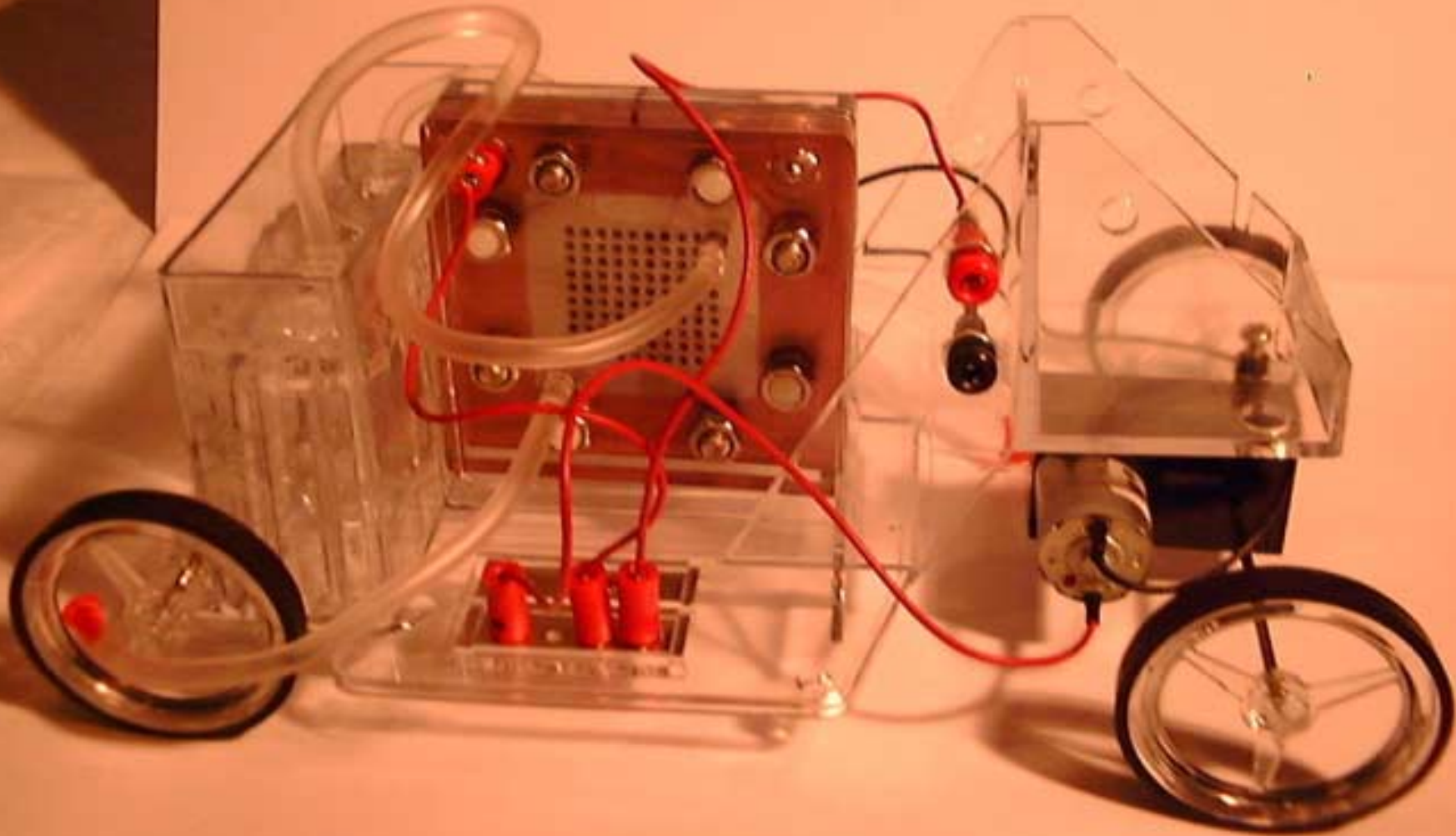
+ Pol:



- Pol:



Mit der Kombination Solar- und Brennstoff-
Zelle lässt sich sogar ein Auto antreiben!

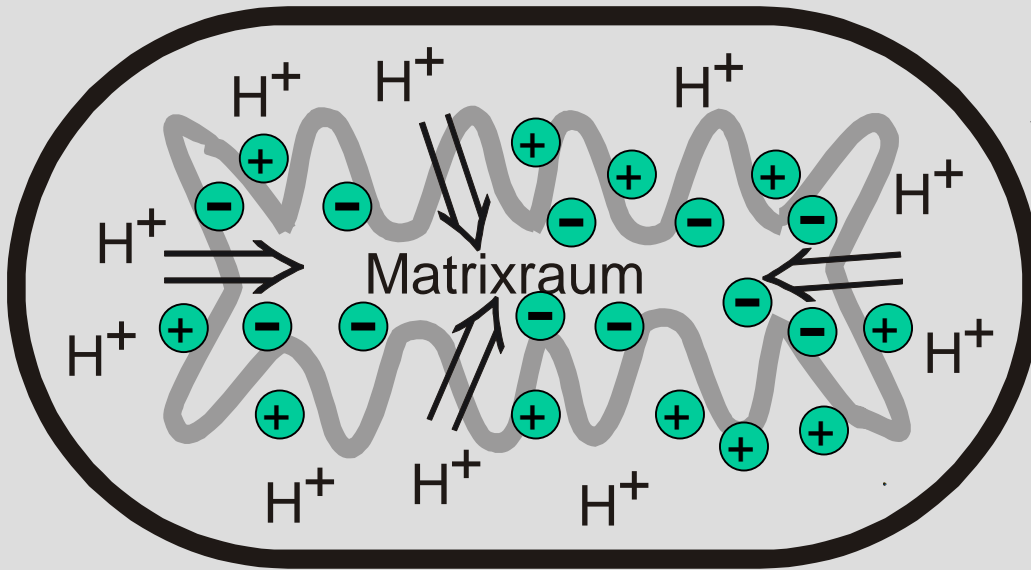




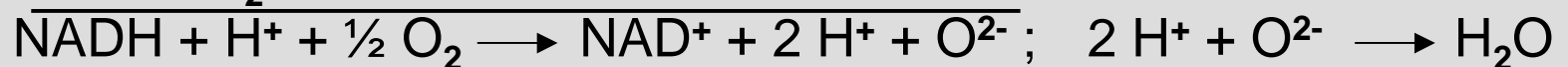
Das Unterrichts-
Projekt: **Energie**
wurde präsentiert
von Klasse 11h

Der Natur abgeguckt?

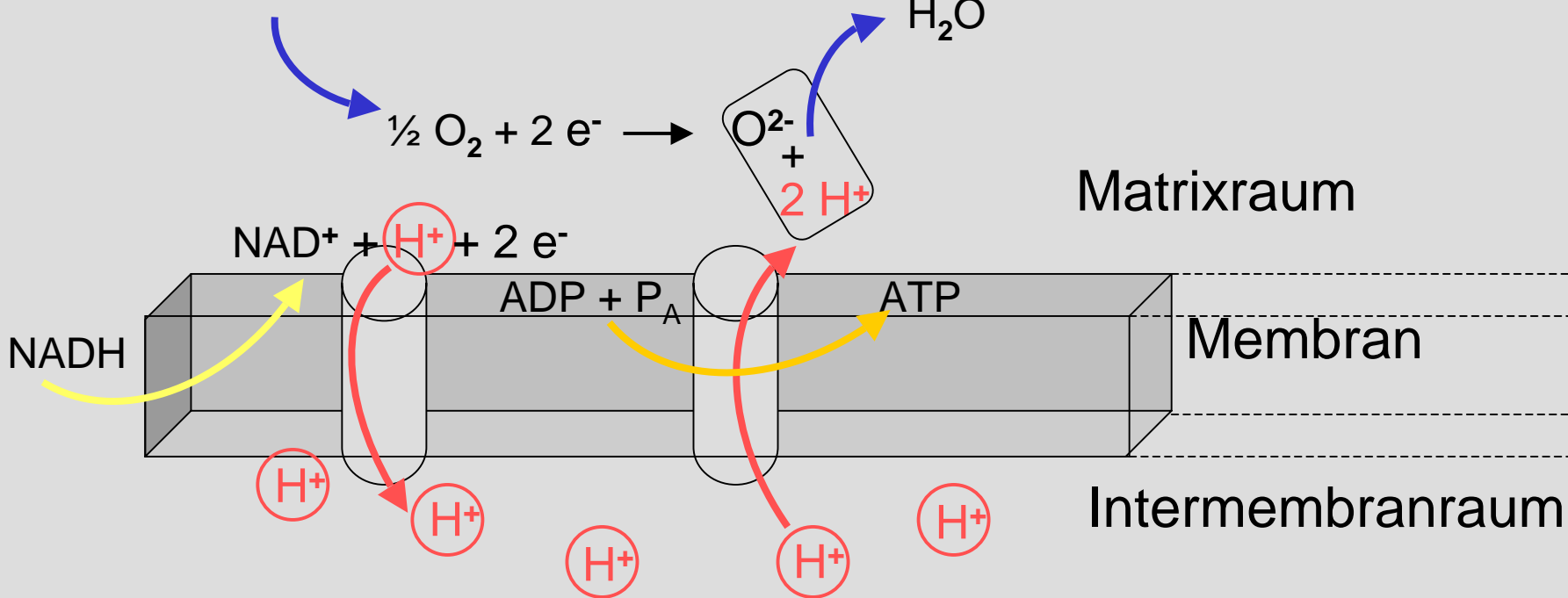
Mitochondrien sind wie Brennstoffzellen. Sie arbeiten nur nicht mit gasförmigen Wasserstoff sondern mit NADH.



Im Matrixraum werden in einer Kaskadenreaktion (Atmungskette) Elektronen von NADH auf O₂ übertragen. Dabei werden Protonen aus dem Matrixraum in den Intermembranraum transferiert. Beim Rückströmen wird ATP erzeugt.



Schematische Darstellung der Vorgänge in der Mitochondrienmembran



Jeder Elektronentransfer in der Atmungskette ist mit einem Protonentransfer verbunden.

Der Protonenrückfluss durch die Membran ist die Triebkraft für die ATP Synthese (ATPase).