

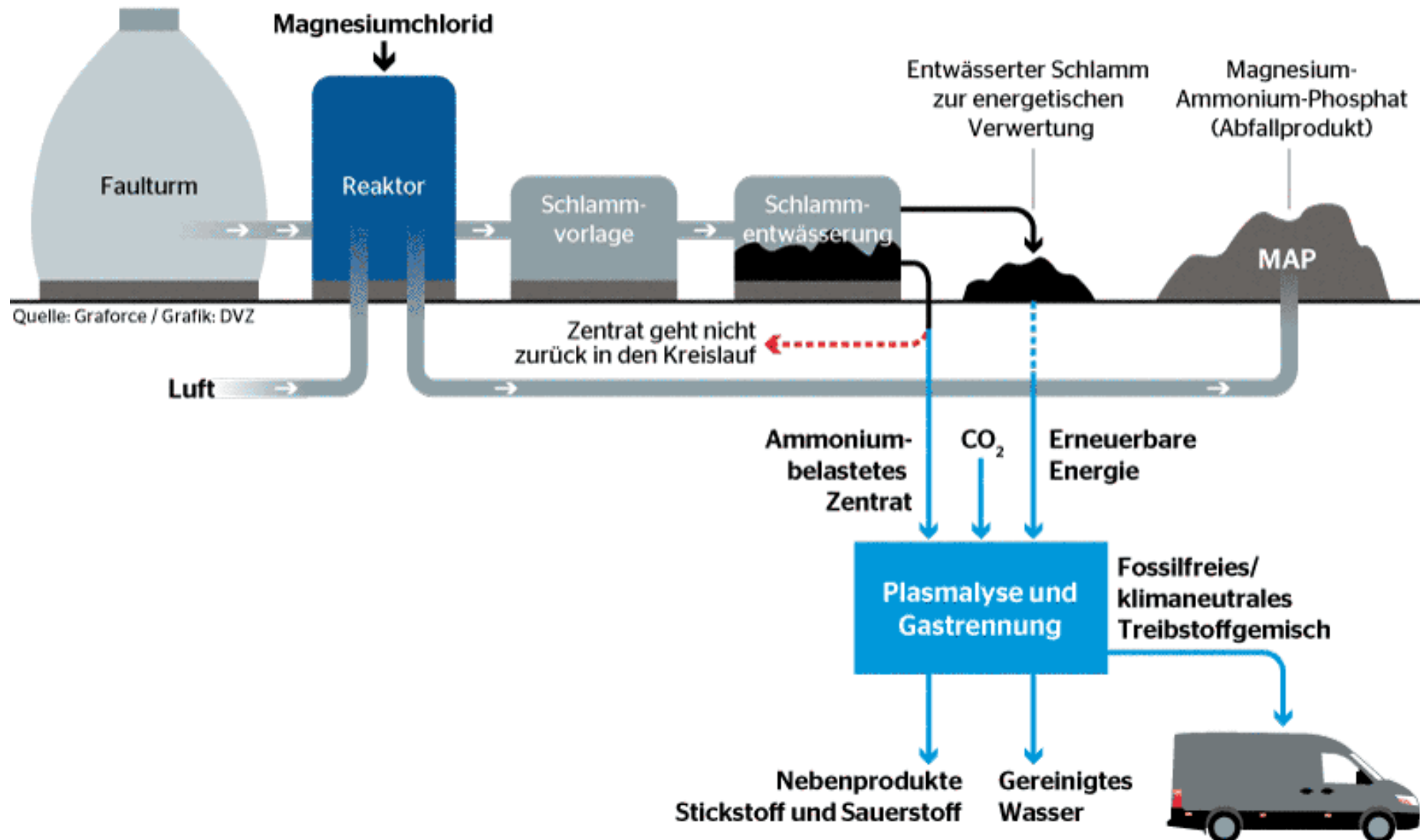
Wasserstoffplasmalyse

1. **Einordnung in die Verfahren der Wasserstofferzeugung**
2. **Plasmalyse von Schmutzwasser**
3. **Plasmalyse von Methan**
4. **Plasmalyse von Schwefelwasserstoff**
5. **Literatur und Links**

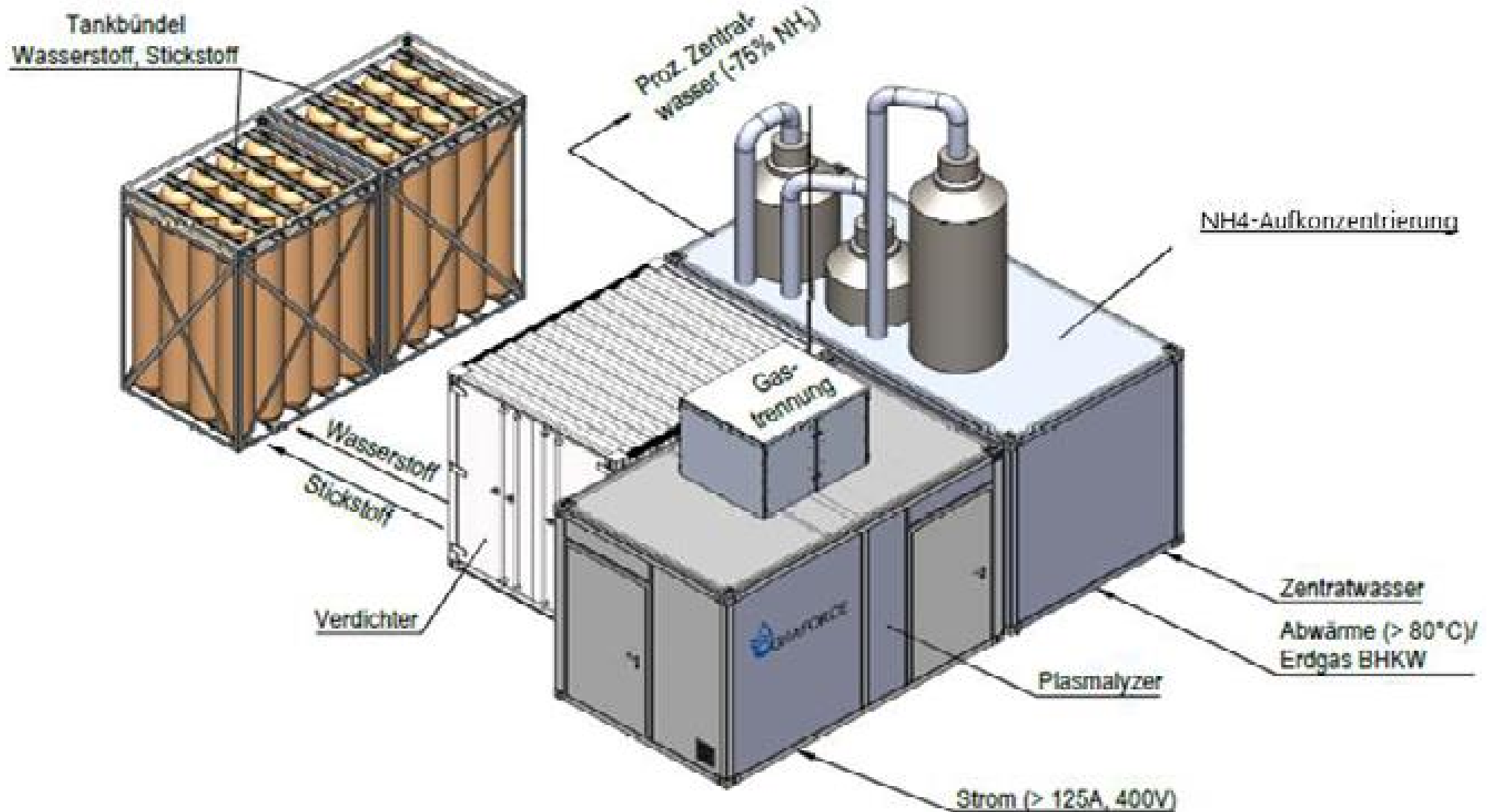
Verfahren der Wasserstoffherzeugung

- **Grüner Wasserstoff:**
 - » **Elektrolyse**
 - » Dampfreformierung von Biogas
 - » **Plasmalyse von Schmutzwasser; Methan und Schwefelwasserstoff**
- **Grauer Wasserstoff aus fossilen Rohstoffen**
 - » **Dampfreformierung von Erdgas**
 - » **Pyrolyse von Kohlenwasserstoffen (Kohle, Öl, ..)**
 - » Kværner-Verfahren..
- **Wasserstoffverbrauch global 45 Mio t.**

Plasmalyse: Umweltschonend und preiswerter als bei herkömmlichen Verfahren: Treibstoff aus Abwasser



Plasmalyseanlage für Schmutzwasser [Graforce]



Plasmalyse von Schmutzwasser [Wikipedia]

- Die Plasmalyse von Schmutzwasser und feststofffreier Gülle produziert Wasserstoff aus im Abwasser enthaltenen Schadstoffen wie Ammonium (NH₄) oder Kohlenwasserstoffverbindungen (CSB).
- Die Reaktionsgleichung für die plasmalytische Spaltung von Ammoniak lautet:
 - $2 \text{ NH}_3 (\text{f}) \rightleftharpoons \text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{ H}_2 (\text{g}) ; H = 92 \text{ kJ/mol}$
 - Dabei wird das behandelte Schmutzwasser gereinigt.
 - Der Energiebedarf für die Erzeugung von grünem Wasserstoff beträgt ca. 20 kWh/kg H₂.

Methan-Plasmalyse [Wikipedia]

- Die Methan-Plasmalyse ist eine sehr effiziente Möglichkeit zur Erzeugung von Wasserstoff .
- Der Energiebedarf beträgt 10 kWh/kg H₂.
- Methan aus Erdgas oder Biogas wird unter Sauerstoffabschluss im Plasma zersetzt, wobei Wasserstoff und elementarer Kohlenstoff gebildet wird.
- $2 \text{ CH}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2 (\text{f}) + 4 \text{ H}_2$; $H = 75 \text{ kJ/mol}$
- Die Methan-Plasmalyse ermöglicht die dezentrale Dekarbonisierung des Erdgases.
- Mit Biogas wird eine aktive verfahrenstechnische CO₂-Senke realisiert.
- Der anfallende Kohlenstoff wird in Produktform gebunden.



Schwefelwasserstoff-Plasmalyse [Wikipedia]

- Schwefelwasserstoff ist Bestandteil in Erdöl und -gas und entsteht als Nebenprodukt bei der Faulung biogener Substanzen.
- Schwefelwasserstoff hat eine schwachen Bindungsenergie.
- Mit der Plasmalyse wird Schwefelwasserstoff in Wasserstoff und elementarem Schwefel gespalten.
- $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s}) ; \quad H = 20,5 \text{ kJ/mol}$
- Der Energiebedarf für die Erzeugung Wasserstoff beträgt dabei ca. 5 kWh/kg H_2 .

Der Plasmanyzer zur Gewinnung von Wasserstoff steht im Innovationspark Adlershof in Berlin.



Produktionskosten Plasmalyse Abwasser [Graforce]

- Je nach dem Gehalt von Ammonium und Kohlenstoff kann der Plasmalyzer aus 8.000 l Abwasser rund 1.000 kg Wasserstoff herstellen.
- Als Nebenprodukt entstehen
 - » Gereinigtes Wasser und
 - » Stickstoff
- Produktionskosten bei einem Strompreis von 0,08 EUR pro kWh.
 - » **Elektrolyse:** 1 kg H₂ ca. 6 bis 8 EUR.
 - » **Plasmalyse von Abwasser:** 1 Kg H₂ ca. 3 EUR.

Fazit: Plasmalyse ist perfekt geeignet für Klärwerke

- Die Plasmalyse ergänzt die Verfahren der Wasserstoffproduktion bei geringen Energiekosten
- Die Erzeugung von H_2 aus Abwasser reinigt zusätzlich das Abwasser von Schadstoffen
- Bei der Plasmalyse von Methan wird der Kohlenstoff in Produktform gebunden.
- Bei der Plasmalyse von Biomethan wird eine echte CO_2 Senke realisiert.
- Die Schwefelwasserstoff-Plasmalyse produziert reinen Wasserstoff und elementaren Schwefel.



Literatur und Links

- <https://www.dvz.de/rubriken/detail/news/vom-wasser-zum-wasserstoff.html>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Plasmalyse>
- <https://www.graforce.com/>
- <https://www.graforce.com/technologien/schmutzwasser-plasmalyse>

PKW der Marke Adler mit Holzvergaser



Verfahrensschema der BtL-Herstellung [Wikipedia]

