

Brennstoffzelle. Eine Technologie, bei der die Chemie stimmt.

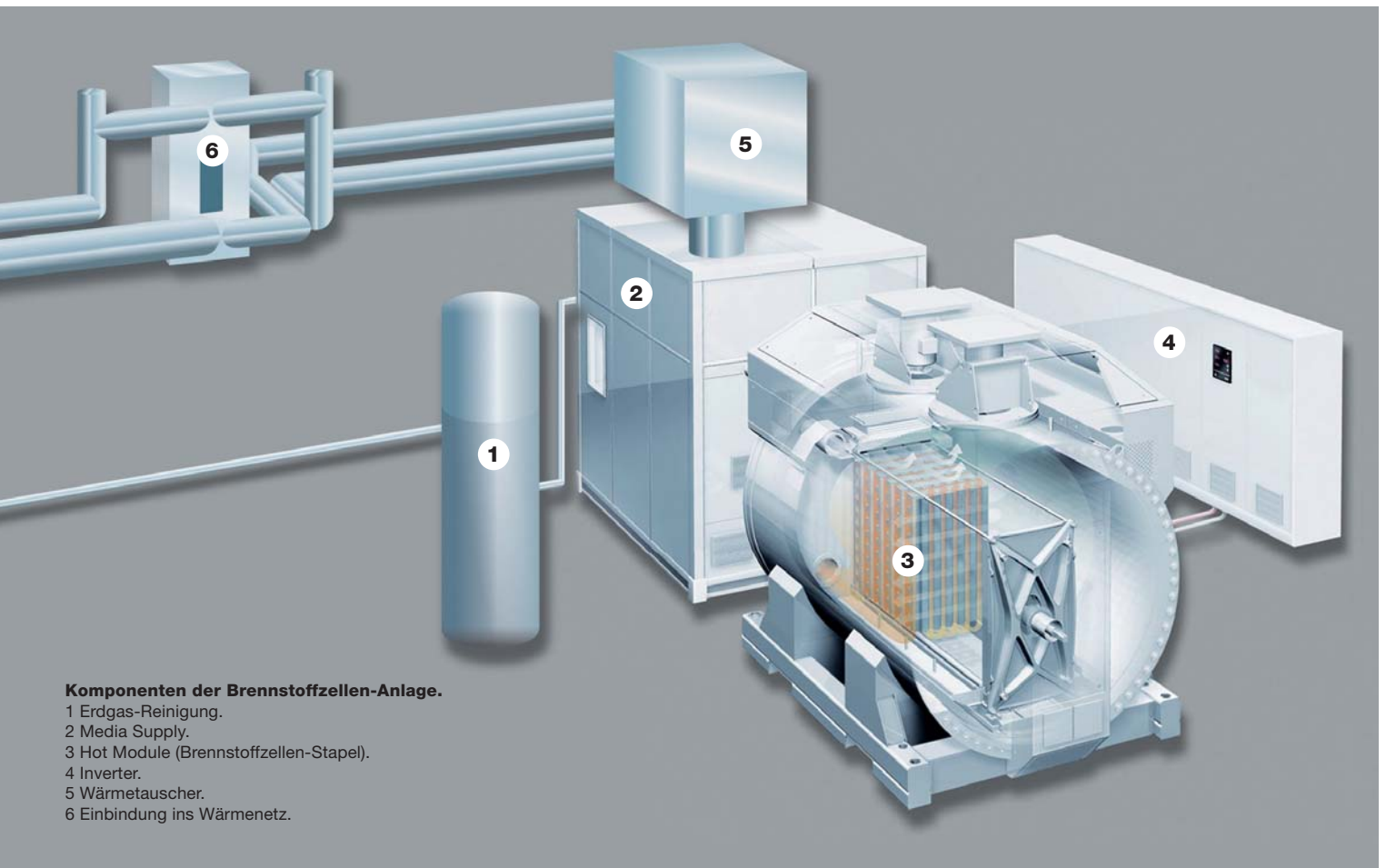
Brennstoffzellen-Pilotanlage Grünau. Auf dem Weg zur dezentralen Stromversorgung.

Erdgas Zürich und ewz realisieren gemeinsam eine Brennstoffzellen-Pilotanlage in der Heizzentrale der Überbauungsgemeinschaft Grünau.

Eine Brennstoffzelle ist eine neue Technologie, die zur dezentralen Stromversorgung mit Wärmenutzung eingesetzt werden kann. Mit dieser Anlage wird getestet, wie sich eine Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle in einem realen Wärme-, Strom- und Erdgas-Netz längerfristig bewährt. Untersuchungen zu Schadstoffemissionen, Effizienz, Flexibilität im Betrieb und Wirtschaftlichkeit der Technologie sollen Erkenntnisse über die künftige Einsatzfähigkeit bringen.

Ziele aus dem Masterplan Energie der Stadt Zürich.

- ewz verfolgt aktiv die Entwicklung von Technologien zur dezentralen Stromerzeugung.
- Erdgas Zürich und ewz fördern und realisieren neue Technologien für Wärme-, Kälte- und Stromproduktion.



Komponenten der Brennstoffzellen-Anlage.

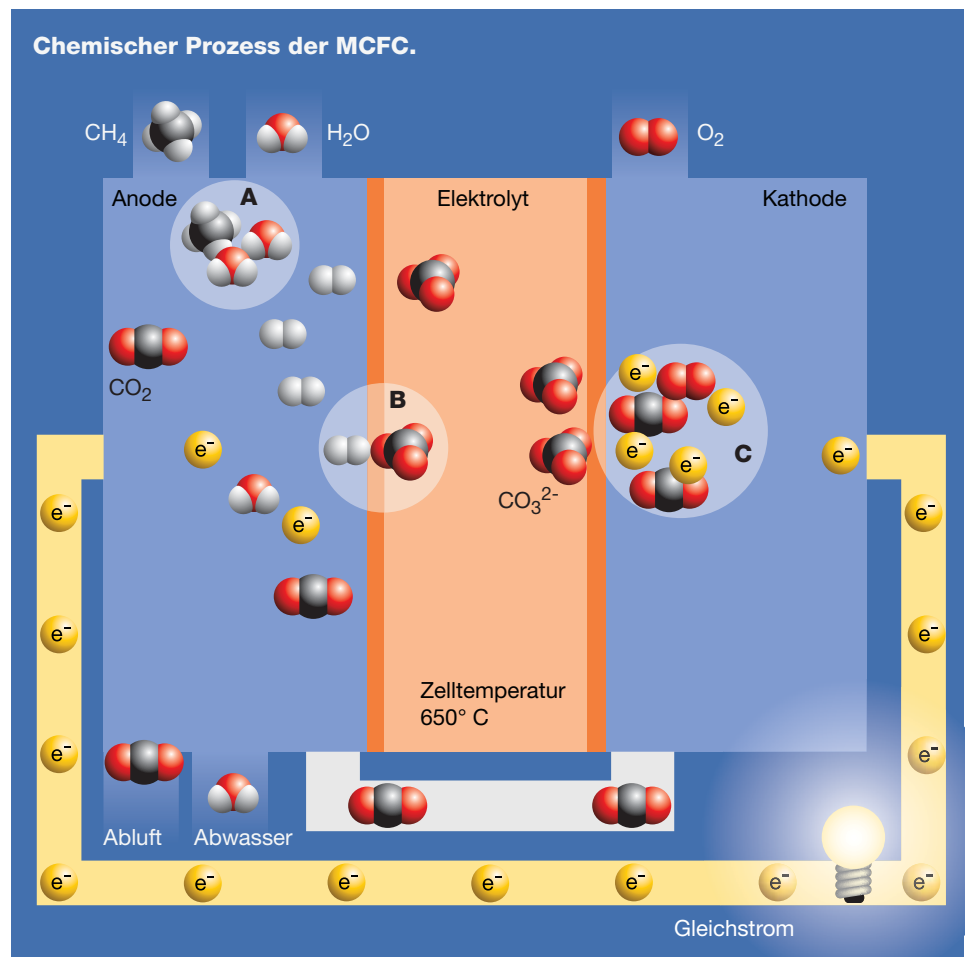
- 1 Erdgas-Reinigung.
- 2 Media Supply.
- 3 Hot Module (Brennstoffzellen-Stapel).
- 4 Inverter.
- 5 Wärmetauscher.
- 6 Einbindung ins Wärmenetz.

Strom aus Brennstoffzellen. Effizient und umweltfreundlich.

Brennstoffzellen bieten einen neuen Ansatz für die dezentrale Strom- und Wärmeproduktion. Sie wandeln chemische Energie direkt und effizient in Strom und Wärme um – ohne dabei Schadstoffe zu erzeugen.

Strom aus Energieträgern wie Erdgas, Erdöl oder Kohle wird heute in der Regel mit einem mechanischen Umwandlungsprozess erzeugt. Heisse Abgase der Verbrennungsanlagen treiben dabei über eine Turbine einen stromerzeugenden Generator an. Brennstoffzellen basieren demgegenüber auf einem ganz anderen Prinzip: Sie wandeln chemische Energie direkt in Elektrizität um. Da die direkte, chemische Umwandlung zur Stromproduktion effizienter ist als diejenige aus Verbrennungsanlagen, gelten Brennstoffzellen als zukunftsweisende Technologie für die effiziente Energieversorgung.

Die meisten Brennstoffzellen arbeiten mit Wasserstoff. Da dieser in der Natur nicht in reiner Form vorkommt, muss er zuerst erzeugt werden. Als Ausgangsmittel wird Erdgas verwendet, das hauptsächlich aus Methan besteht. Da Erdgas nahezu geruchlos ist, wird es aus Sicherheitsgründen mit Riechstoffen versetzt. Diese so genannten Odoriermittel und andere Verunreinigungen schädigen die Brennstoffzelle. Aus diesem Grund muss das Erdgas in einer vorgelagerten Filteranlage gereinigt und von Riechstoffen befreit werden – eine technische Herausforderung in diesem Projekt (Erdgasreinigung, siehe unten links; 1). Anschließend wird es in der Gasaufbereitung im Media Supply (2) mit heissem Wasserdampf vermischt und die langkettigen Kohlenwasserstoffverbindungen, die im Erdgas als Verunreinigungen vorkommen, werden aufgebrochen. Die eigentliche Gewinnung des Wasserstoffs erfolgt in



einem Reformprozess, der in der Brennstoffzelle selbst abläuft (3; bzw. A im Schema «Chemischer Prozess der MCFC»). Der Wasserdampf und das gereinigte Erdgas reagieren dabei zu Wasserstoff, der als Energieträger weiterverwendet wird, und Kohlendioxid (CO₂), das als Abluft ausgestossen wird.

Der so gewonnene Wasserstoff wird anschliessend zur Stromerzeugung in der Brennstoffzelle genutzt. Diese ist aus mehreren Zellen aufgebaut, welche zusammen den so genannten Zellstapel bilden. Jede Zelle besteht jeweils aus zwei Elektroden, Anode und Kathode genannt. Die beiden Elektroden sind durch eine Membran getrennt, in der sich ein Elektrolyt befindet. Im Falle der Brennstoffzellen-Pilotanlage Grünau besteht der Elektrolyt aus Karbonat-Ionen. Deshalb wird dieser Brennstoffzellen-Typ Schmelzkarbonat-

Brennstoffzelle (Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC) genannt.

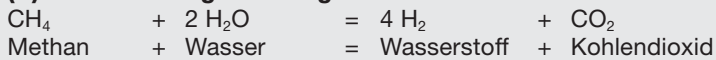
Bei einer Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle reagieren die Karbonat-Ionen an der Anode mit dem Wasserstoff (B). Dabei entstehen Wasser und CO₂. Das Wasser wird weggeführt, das CO₂ hingegen wandert zur Kathode. Dort bildet es zusammen mit Sauerstoff aus der Zuluft neue Karbonat-Ionen (C). Diese werden dann, zusammen mit Wasserstoff, an der Anode wieder zu Wasser und CO₂ umgewandelt.

Für die Energienutzung ist dieses Wechselspiel interessant, weil dabei an der Anode Elektronen freigesetzt, an der Kathode jedoch Elektronen gebraucht werden. Verbindet man Anode und Kathode miteinander, wandern die freigesetzten Elektronen von der Anode zur Kathode – es fliesst Strom, der genutzt werden kann.

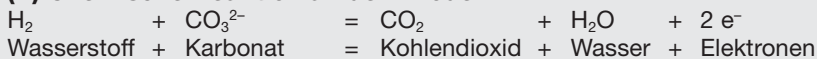
Damit der Strom ins Netz eingespeist werden kann, wird der in der Brennstoffzelle produzierte Gleichstrom mit einem Inverter (4) in Wechselstrom umgewandelt. Parallel dazu wird die bei der Umwandlung der chemischen Energie in Strom anfallende Abwärme über einen Wärmetauscher (5) an das Wärmenetz (6) der Überbauungsgemeinschaft Grünau weitergeleitet.

In gewissen Betriebssituationen wie beispielsweise während der Ein- und Ausschaltphase werden zusätzlich Stickstoff und Kohlendioxid als Hilfsgase benötigt.

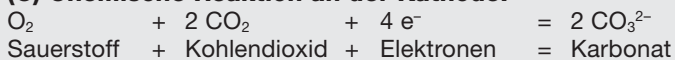
(A) Reformierung von Erdgas zu Wasserstoff.



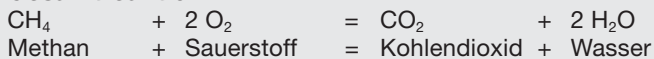
(B) Chemische Reaktion an der Anode.



(C) Chemische Reaktion an der Kathode.



Gesamtreaktion.



Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen. Bestens geeignet für stationäre Anlagen.

Nicht jeder Brennstoffzellentyp eignet sich für jede Anwendung. Die Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle ist geradezu prädestiniert für den Einsatz in stationären Anlagen: Sie lässt sich mit vergleichsweise günstigen und leicht verfügbaren Materialien bauen und liefert Abwärme mit einer idealen Temperatur für den Einsatz in einem Fernwärmenetz.

Die in der Heizzentrale Grünau installierte Anlage überzeugt auch in energetischer und ökologischer Hinsicht: Sie weist mit ca. 42 Prozent einen deutlich höheren elektrischen Wirkungsgrad auf als ein konventionelles Blockheizkraftwerk und erreicht mit ca. 80 Prozent einen hohen Gesamtnutzungsgrad. Gleichzeitig schneidet sie auch in Bezug auf die Emissionen mustergültig ab: Bei den Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden und beim Kohlenmonoxid liegen die Emissionen an der Nachweisgrenze. Aus diesem Grund eignet sich die installierte Anlage besonders gut zur Strom- und Wärmeproduktion in besiedelten Gebieten. MTU Onsite Energy ist die Lieferantin der Anlage.



Erdgas-Reinigung.



Hilfsgasstation.



Je nach Einsatzgebiet kommen heute verschiedene Typen von Brennstoffzellen zur Anwendung. Der Hauptunterschied besteht im Material, das als Elektrolyt verwendet wird. Der Elektrolyt bestimmt, bei welcher Betriebstemperatur die Brennstoffzelle arbeitet – und damit auch, für welche Anwendungen sich die Brennstoffzelle eignet. Für stationäre Anwendungen stellt die Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle (MCFC) eine vielversprechende Technologie dar, weist sie doch gegenüber anderen Brennstoffzellentypen einige gewichtige Vorteile auf.

Ein Vorteil ist, dass die Anlage mit Erdgas betrieben werden kann, und dass die Umwandlung des Erdgases in Wasserstoff und CO₂ in der Brennstoffzelle selbst geschieht. Es braucht also keine vorgeschaltete Reformereinheit. Eine MCFC liefert zudem 400° C heiße Luft, deren Wärme über einen Wärmetauscher in ein Fernwärmenetz eingespeist werden kann. Die nicht mehr verwendbare Abluft wird über den Kamin weggeführt.

Inverter.



Heizzentrale Grünau. Der Standort.

Für den rationellen Einsatz einer Brennstoffzellen-Anlage muss der Standort einige Bedingungen erfüllen.

Es muss genügend Platz für die Installation der Anlage vorhanden sein und ein Erdgas-Anschluss mit genügend Kapazität zur Verfügung stehen. Zudem sollte die von der Brennstoffzellen-Anlage abgegebene Wärme im Sommer wie im Winter möglichst vollständig genutzt werden können. Die Heizzentrale der Überbauungsgemeinschaft Grünau erfüllt diese Bedingungen.

Die Anlage wird wärmegeführt betrieben. Das heisst: Sie produziert Wärme und der gleichzeitig anfallende Strom wird ins Stromnetz eingespeist.

Unter diesen Bedingungen soll die Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle mehrere Jahre eingesetzt und getestet werden.

Die Daten.

Brennstoffzellen-Anlage.

Elektrische Bruttoleistung	230 kW
Thermische Leistung	170 kW
Wirkungsgrad elektrisch	ca. 42 %
Wirkungsgrad Gesamtanlage	ca. 80 %
Jährliche Betriebsdauer	über 8000 Std.
Medium	Erdgas

Energiebilanz.

Erwartete Werte pro Jahr:

Input: Erdgas (Hu)	4000 MWh
Output: Elektrizität	1680 MWh
Wärme	1440 MWh



ewz
Tramstrasse 35
8050 Zürich
Telefon 058 319 41 11
Telefax 058 319 41 80
info@ewz.ch
www.ewz.ch