



# **Wasserstoff - der Energieträger der Zukunft für eine mobile Welt**

**Dipl.-Ing. Wolfgang Burmeister**  
**Telefon und Fax 089 / 351 99 60**  
**email: [BurmeisterH2@aol.com](mailto:BurmeisterH2@aol.com)**

**Nur die, die das Unsichtbare sehen,  
erreichen das Unmögliche.**



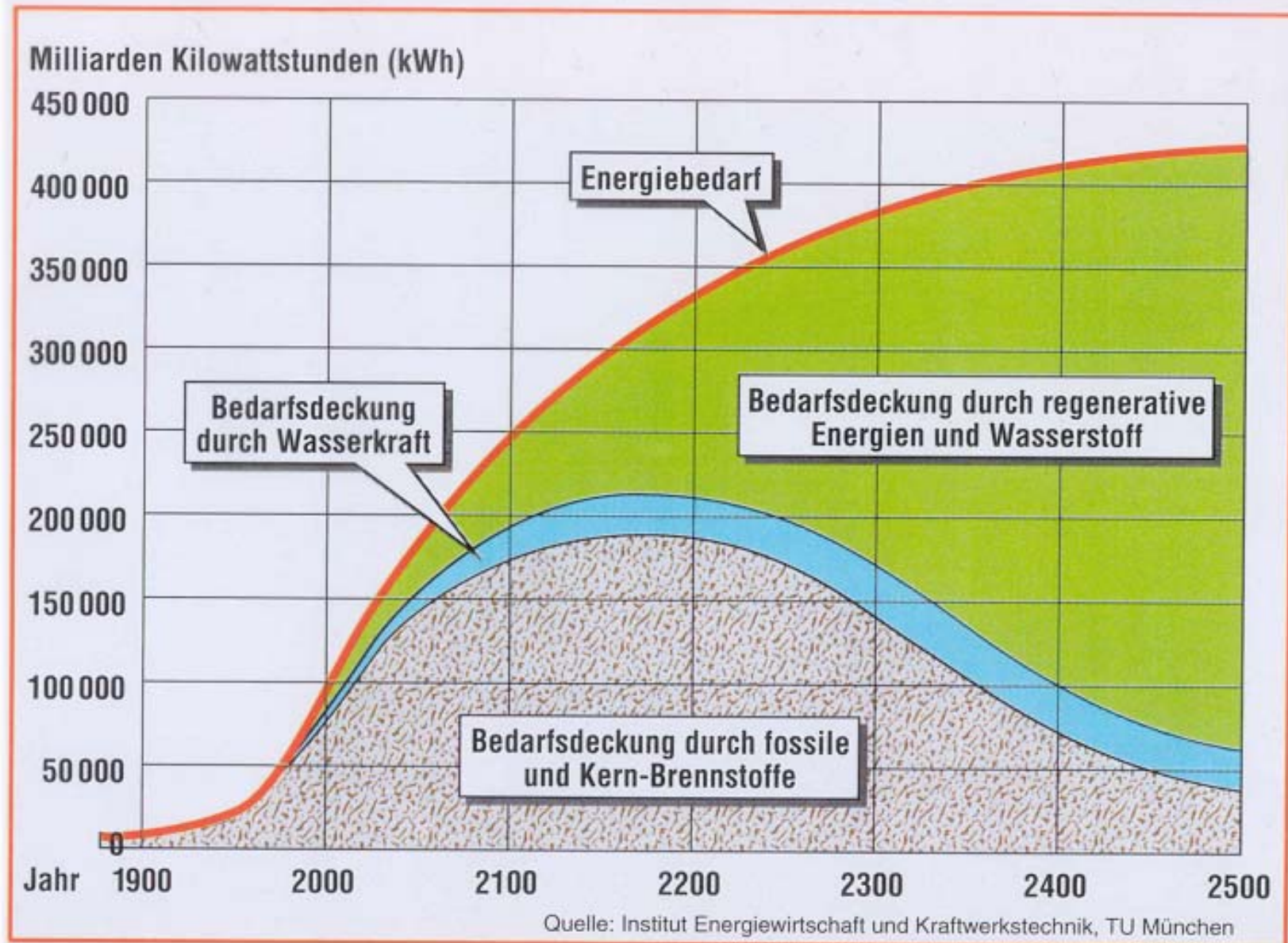
## Auszug aus: Die H<sub>2</sub>-Revolution von Jeremy Rifkin

Es ist vollkommen illusorisch, dass der explodierenden Bevölkerung in den Entwicklungsländern jemals pro Kopf so viel Energie zur Verfügung stehen wird, wie die Amerikaner im goldenen Zeitalter des Öls verbrauchten. Wenn jeder Einwohner Chinas denselben Lebensstandard wie die Amerikaner genießen wollte, würde die Volksrepublik 81 Millionen Barrel Erdöl pro Tag verbrauchen - das sind 10 Millionen Barrel mehr als im Jahr 1997 weltweit gefördert wurden. Selbst wenn Länder wie China und Indien ihren Energieverbrauch lediglich auf das Niveau Südkoreas heben wollten, würden nach einem Artikel im ‚Fortune Magazine‘

...allein diese zwei Staaten 119 Millionen Fass täglich verbrauchen...

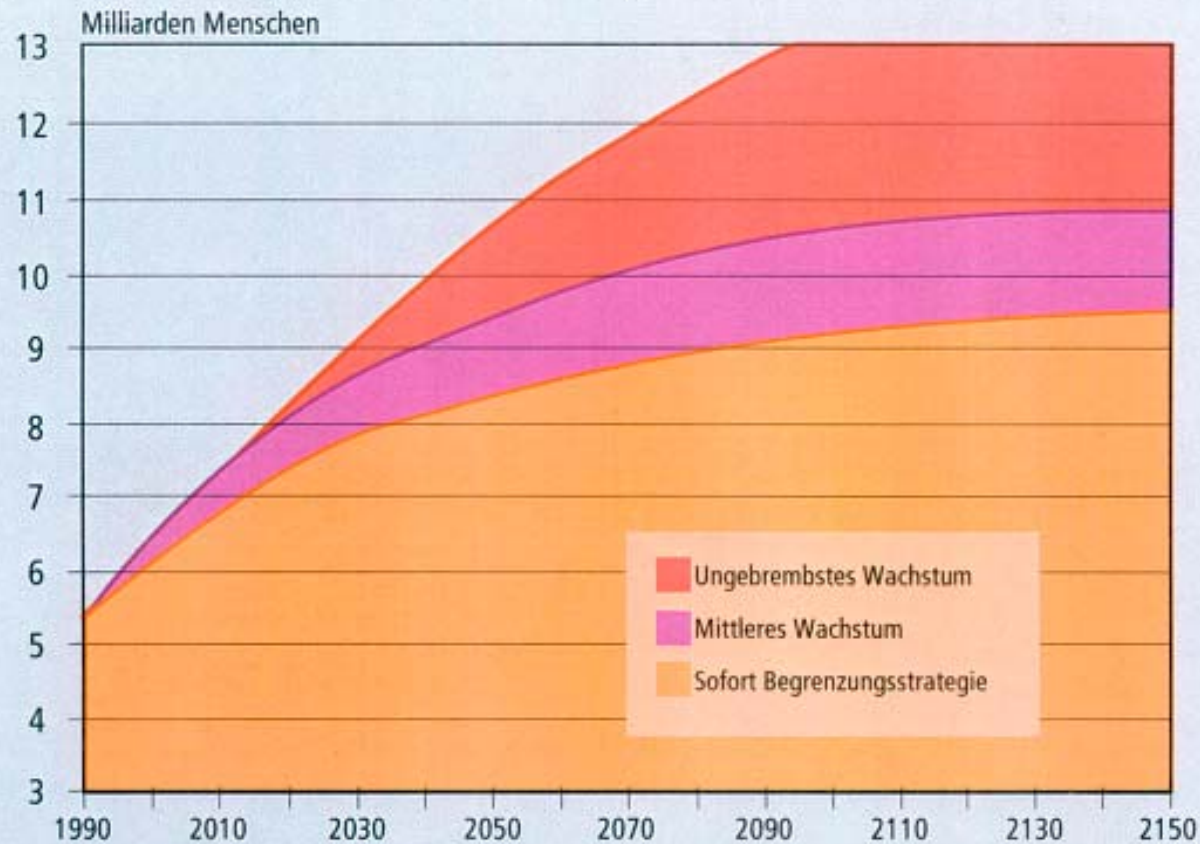
Das entspricht dem Doppelten der Weltnachfrage im Jahr 2000.

# Prognose: Energiebedarf weltweit und seine Deckung





## Entwicklung der Weltbevölkerung



Ungebremstes Wachstum:

heutiges Wachstum, fortgeschrieben auf die nächsten 150 Jahre

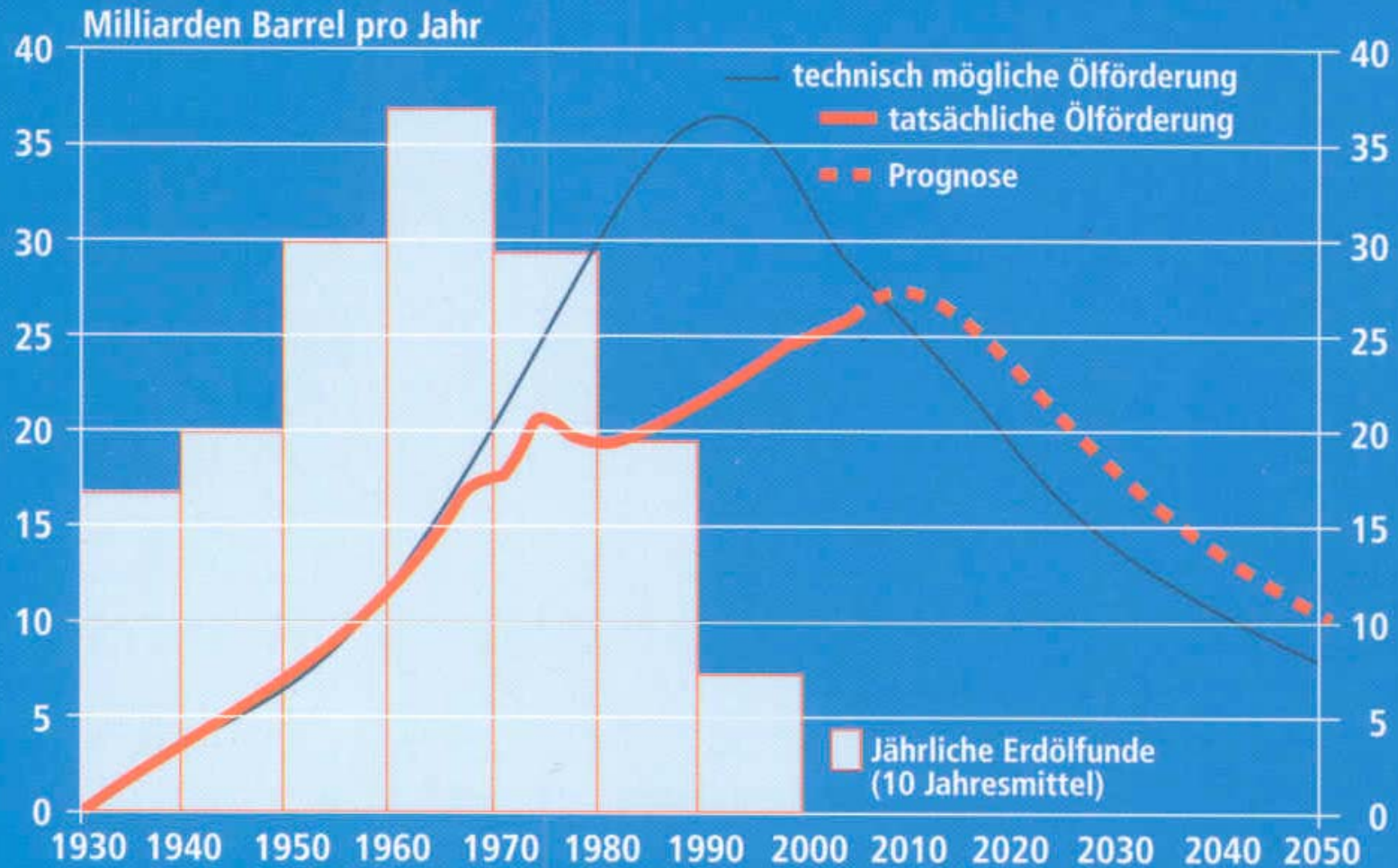
Mittleres Wachstum:

langsam abnehmendes Wachstum durch greifende Maßnahmen und zunehmenden Wohlstand. Erfordert aktive Bevölkerungspolitik.

Sofortige Begrenzung:

geht davon aus, daß ab sofort jeder Erdbewohner nur genau einen Nachkommen hat.

Quelle: United Nations, World Population Projections, 1996



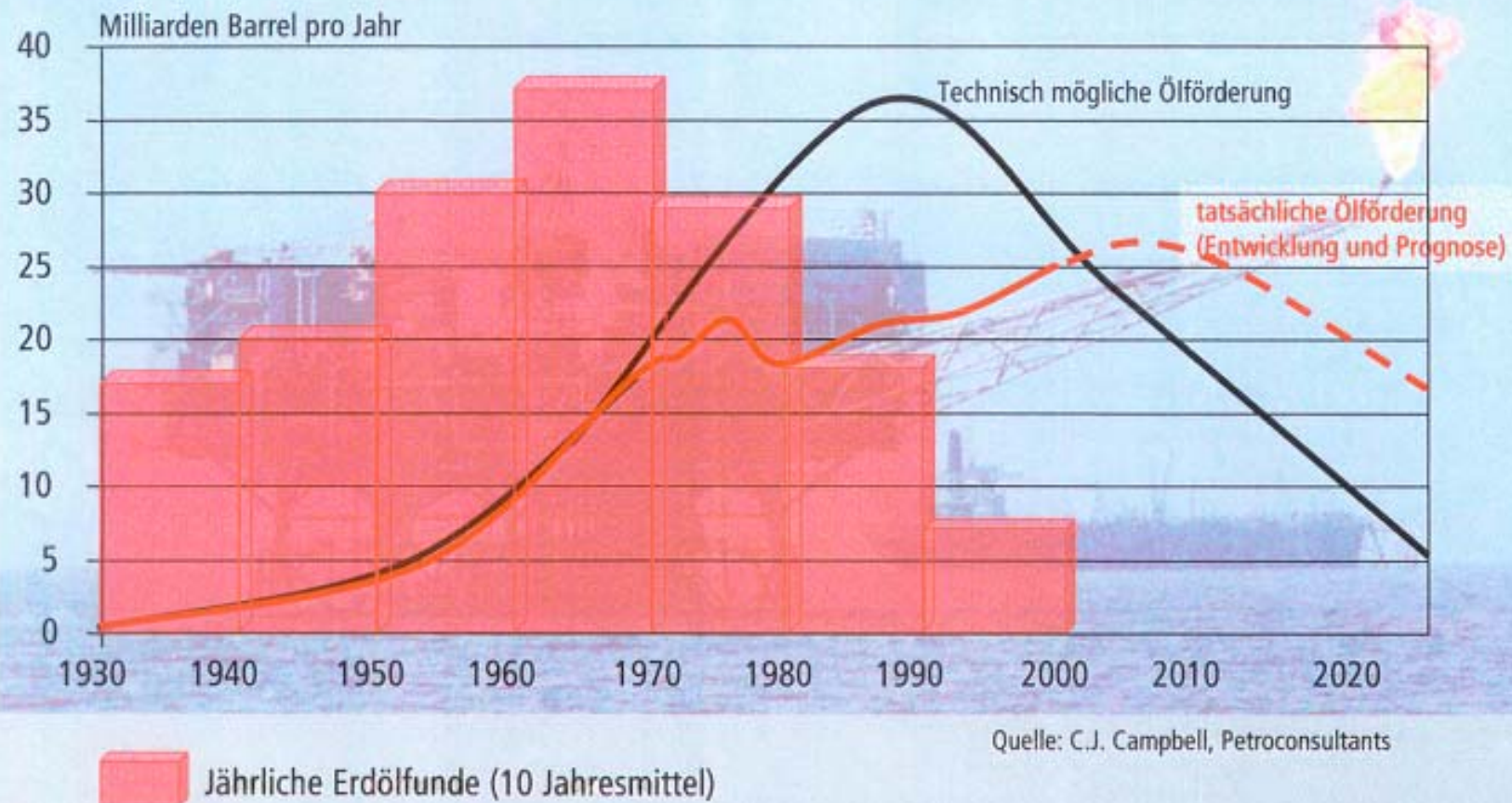
www.energyshortage.com



## Das Problem der Ölversorgung (2)

**In 5-10 Jahren werden die weltweiten Ölreserven zur Hälfte verbraucht sein**

Dann wird die weltweite Ölförderung zurückgehen





Quelle: Süddeutsche Zeitung, 10.12.97

## Ölkonzern Elf entdeckt riesiges Ölfeld vor Angola

Paris (AFP) – Der französische Erdölkonzern *Elf Aquitaine* hat vor der westafrikanischen Küste ein weiteres riesiges Ölfeld entdeckt. Es liegt 200 Kilometer vor der angolanischen Hauptstadt Luanda. Das Ölvorkommen des neuen Feldes wird auf 730 Millionen Barrel (159 Liter) geschätzt. Damit handelt es sich um einen der größten Funde der vergangenen Jahre. Das neue Ölfeld liegt ganz in der Nähe zweier anderer großer Lagerstätten, auf die Elf-Aquitaine gestoßen war. Deren Vorkommen werden auf 660 und rund 700 Millionen Barrel geschätzt.

Dieser **Ölfund** versorgt die Menschheit bei heutigem Verbrauch

10 Tage mit **Öl!**

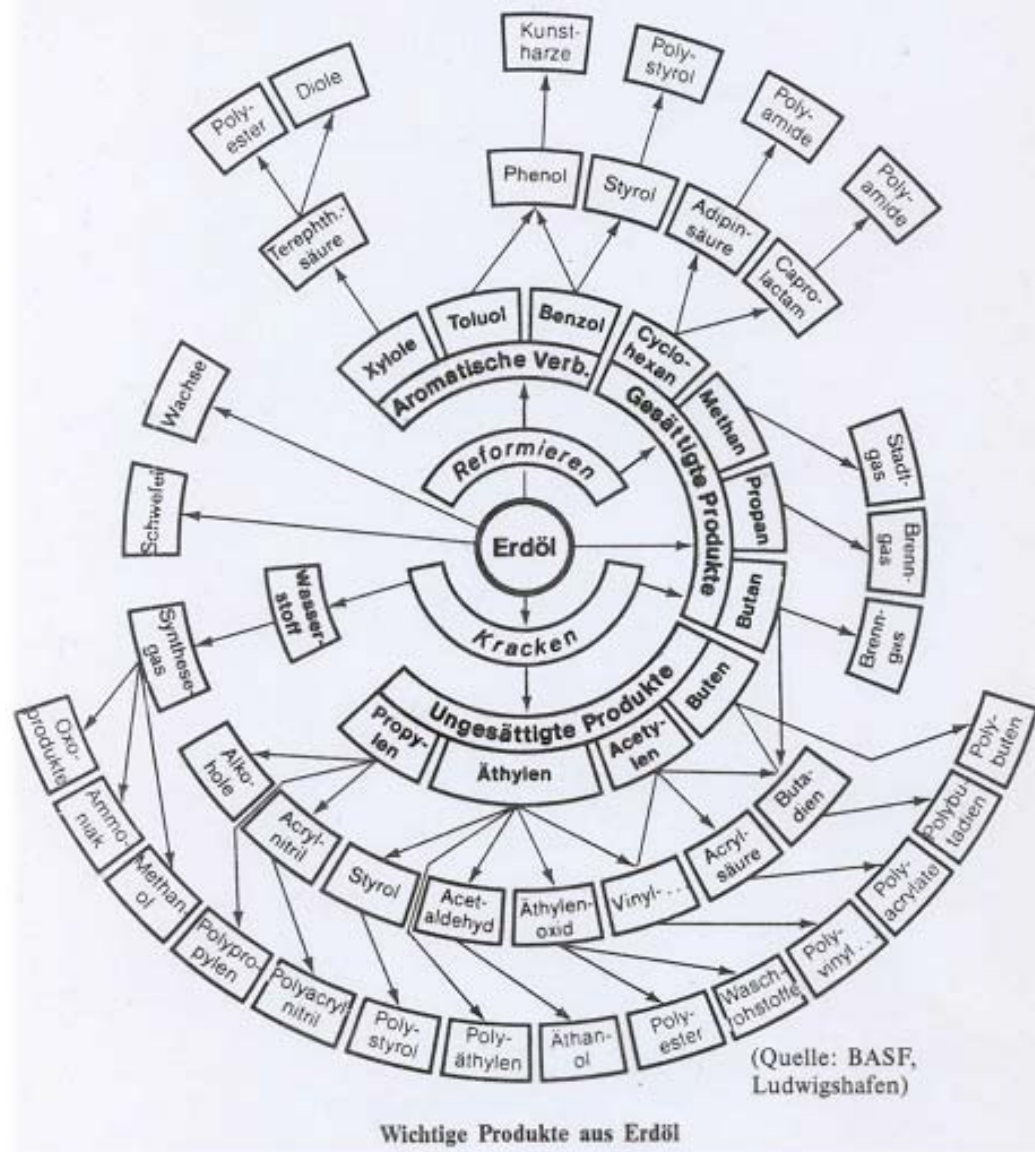




Satellitenaufnahme der Erde

Foto: ESA

# Übersicht Gewinnung und Verwendung von Kohlenstoffhydriden

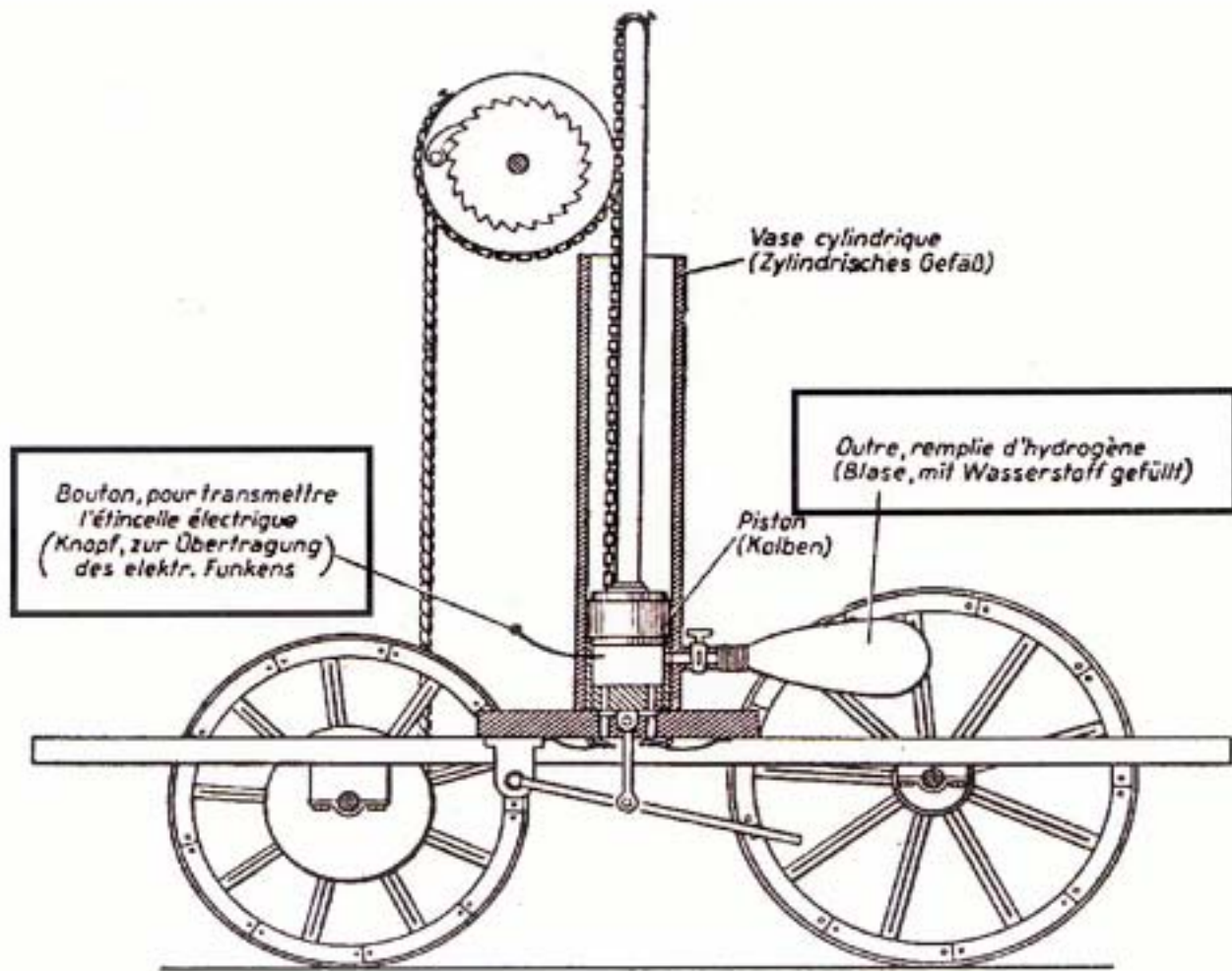






*Symbolische Darstellung  
des Wasserstoffatoms*

*Grafik: DVA/Ziegler*



Major de Rivaz konstruierte aus der Pistola di Volta ein Kraftfahrzeug

( Licence Nr. 731, Paris 1807)

Der beste denkbare Verbrennungsmotor ist der

## **Wasserstoff - Motor**

den ich Ihnen heute als Modell vorgeführt habe.

Als Ersatztreibstoffe der zweiten Wahl kommen eventuell in Frage:

- Benzin
- Kohle, Gas
- Terpentinöl
- ...oder andere geistige Getränke.

The Reverend William Cecil,  
The Cambridge Philosophical Society  
**1820**

Quelle: Dr. Thomas Schucan, Paul Scherrer Institute, Villigen Schweiz

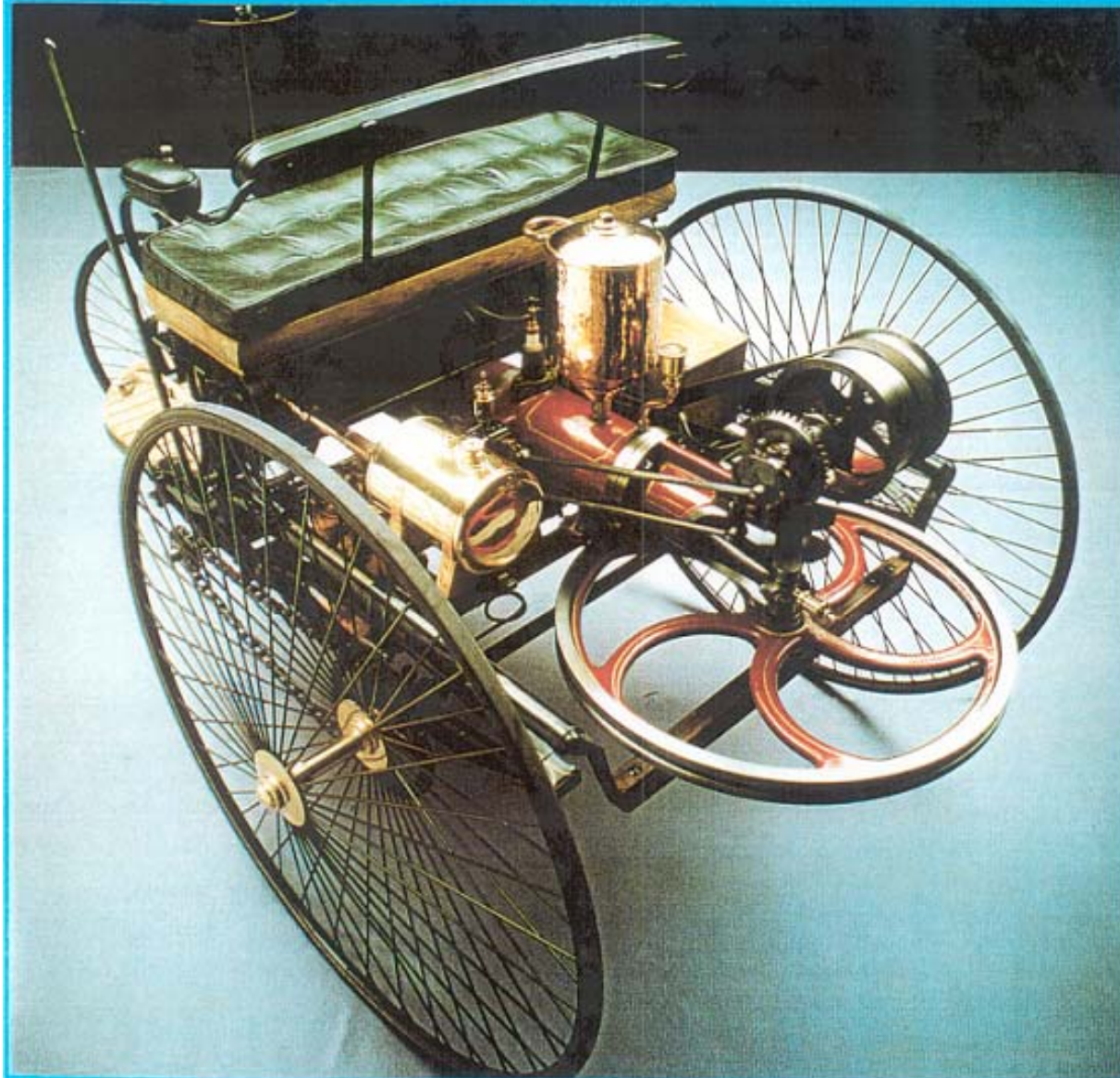
# Jules Verne

„Das Wasser ist die Kohle der Zukunft (...) Ich glaube, dass eines Tages Wasserstoff und Sauerstoff, aus denen sich Wasser zusammensetzt, allein oder zusammen verwendet, eine unerschöpfliche Quelle von Wärme und Licht bilden werden.“

Jules Verne



*Benz-Patent-Motorwagen 1886: Der liegende Motor und der zierliche Stahlrahmen verhalfen dem Motorwagen zu einer kaum zu übertreffenden Eleganz. Weil Benz eine durch das Kreiselmoment verminderte Kippsicherheit seines Dreirads befürchtete, ordnete er das Schwungrad des Motors waagrecht an. 1906 stiftete Karl Benz das Fahrzeug dem Deutschen Museum in München (1 Zylinder, 984 cm<sup>3</sup>, 0,88 PS bzw. 0,6 kW).*

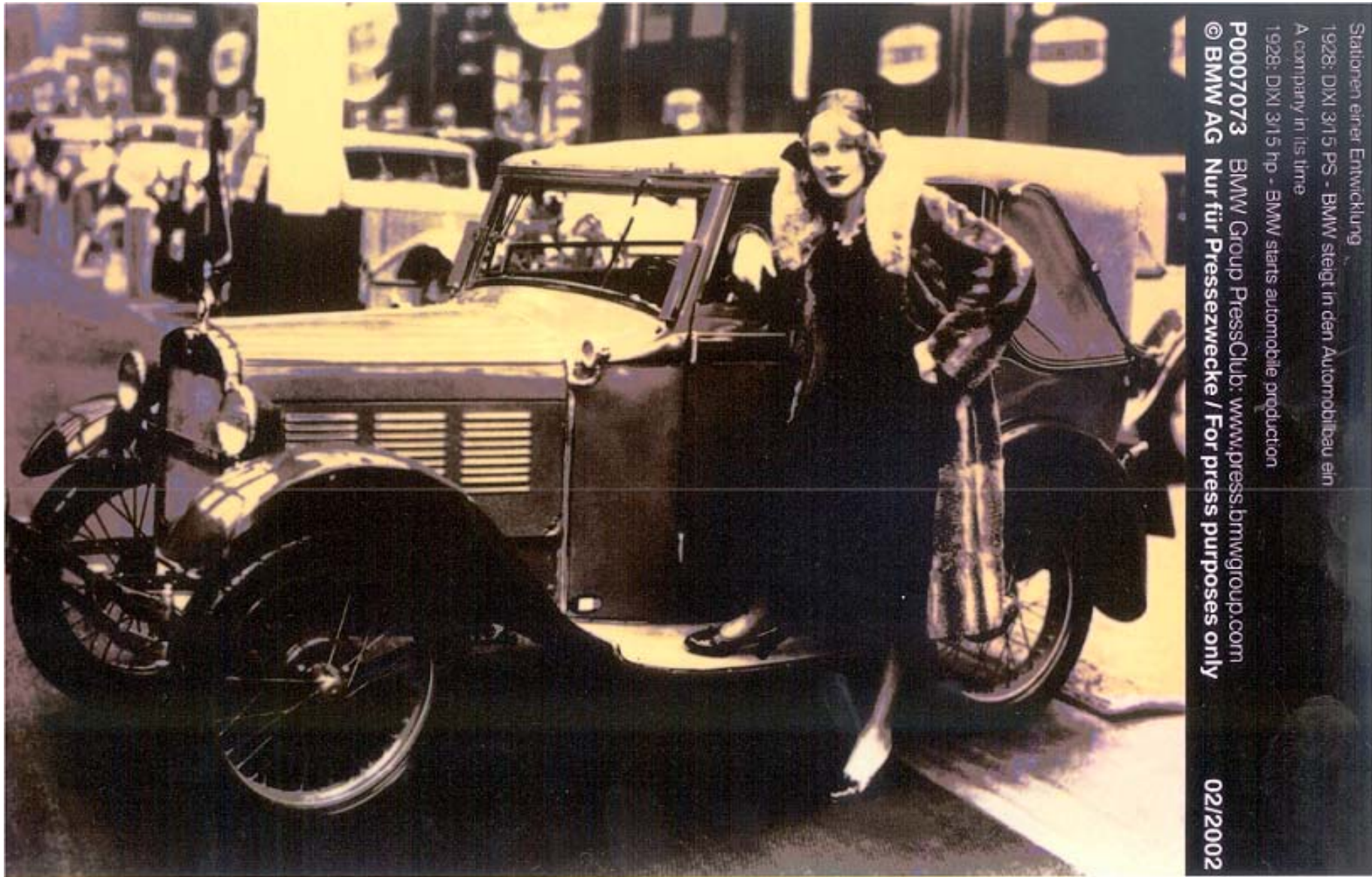




# Benz-Motorwagen



Quelle: Kultur & Technik 1/1995, S. 65.



Stationen einer Entwicklung

1928: Dixi 3/15 PS - BMW steigt in den Automobilbau ein

A company in its time

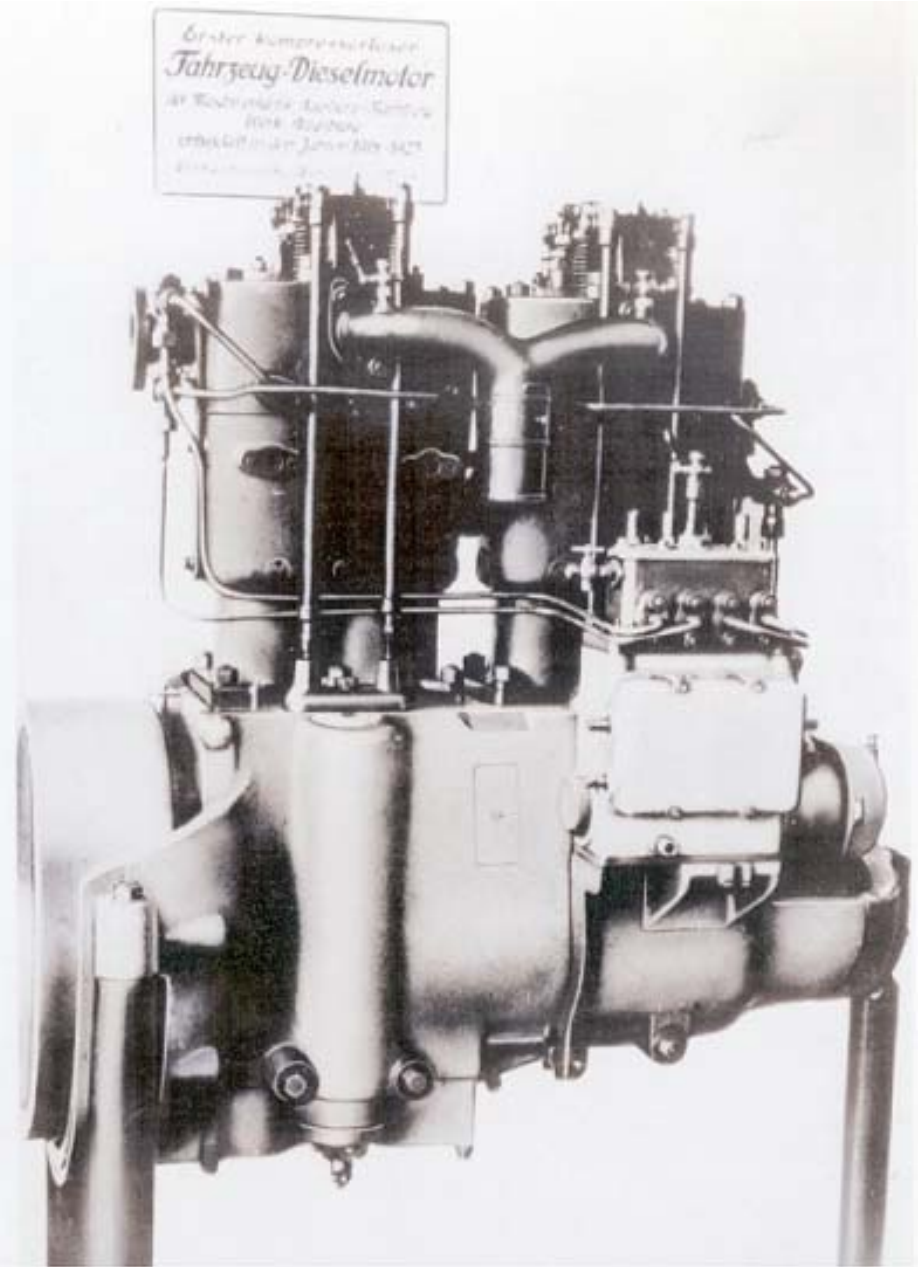
1928: Dixi 3/15 hp - BMW starts automobile production

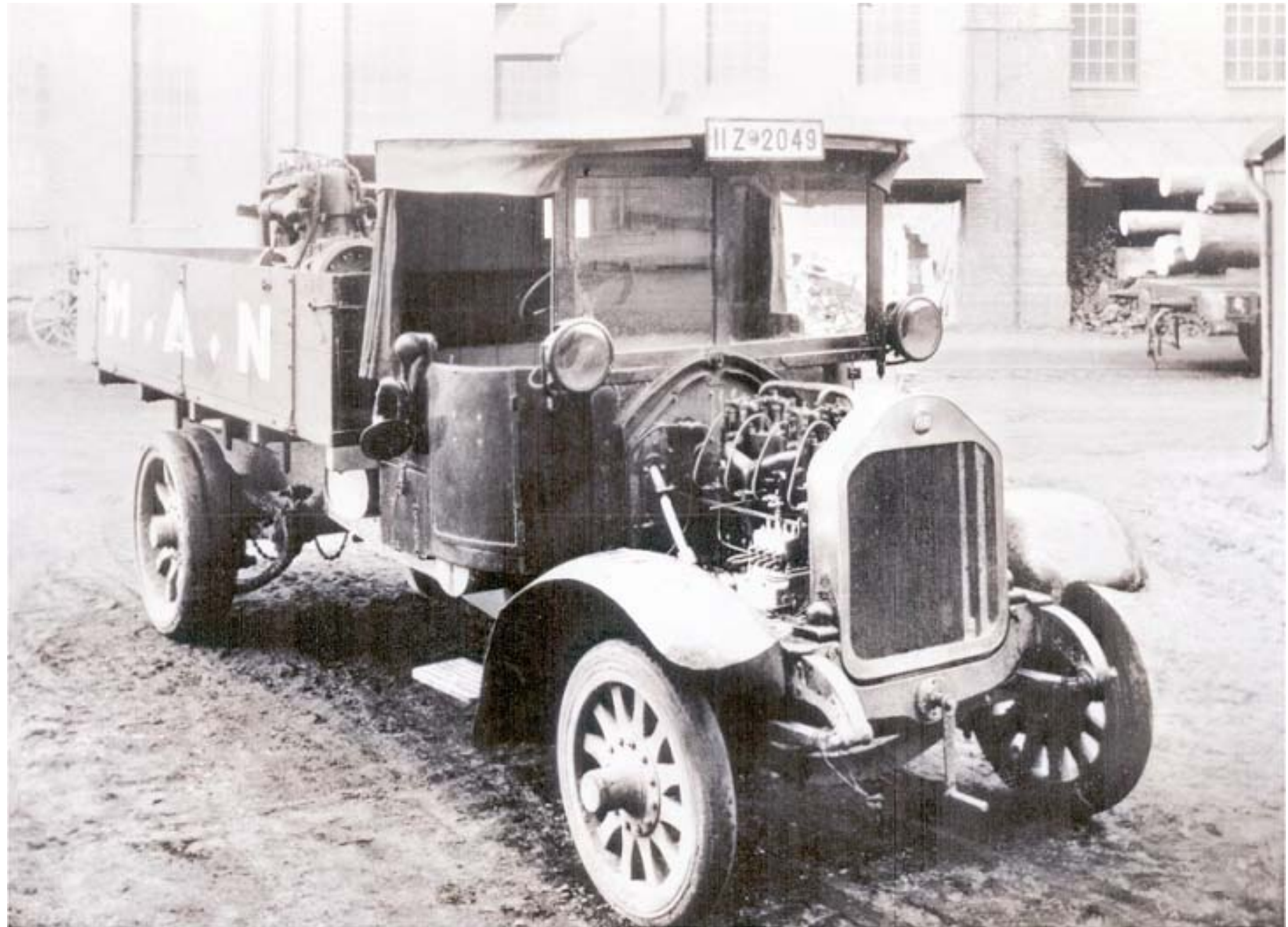
**P0007073** BMW Group PressClub: [www.press.bmwgroup.com](http://www.press.bmwgroup.com)

**© BMW AG** Nur für Presse Zwecke / For press purposes only

**02/2002**

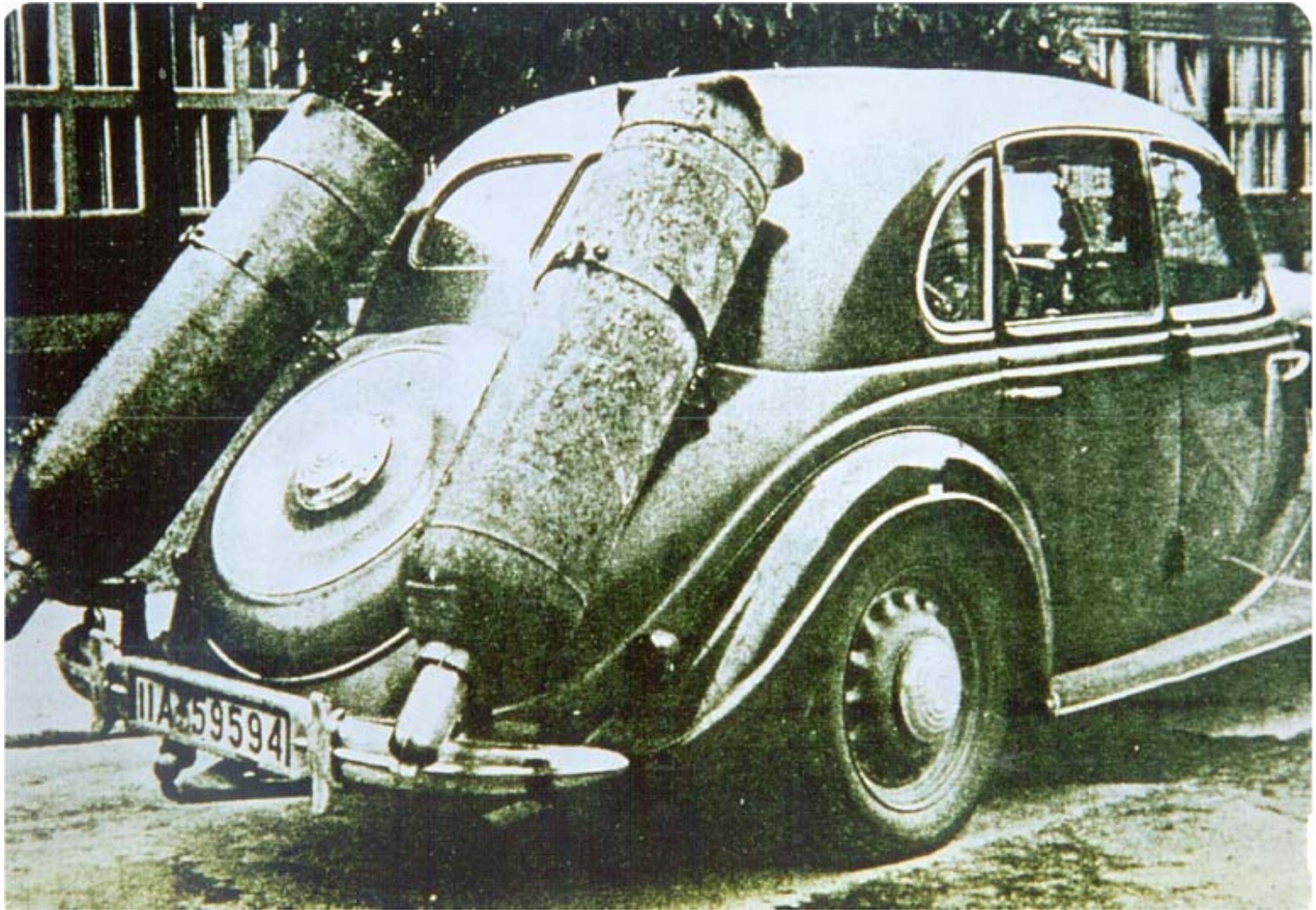














# Kraftstoff Erdgas

Man kann auch auf die Komprimierung verzichten, wenn man Abstriche bei der Aerodynamik in Kauf nimmt ...



*Erdgas-Gelenkbus  
in China, nicht CNG!*

# Erdgasbus in China



# Wasserstofftankstellen am Flughafen München

Busbetankung mit Druckwasserstoff (350 bar),  
Pkw mit Flüssigwasserstoff LH<sub>2</sub> (-253°C)



Tankroboter für  
Flüssigwasserstoff

# Wasserstofftankstellen am Flughafen München

## Betankung Busse mit 350 bar, Pkw mit Flüssigwasserstoff



# Wasserstofftankstellen am Flughafen München



# Wasserstoffbus am Flughafen München

## Vorfeldinsatz von drei Niederflerbussen seit 5/99



über 400.000 km Betriebserfahrung



# MAN Hybrid-Brennstoffzellenbus



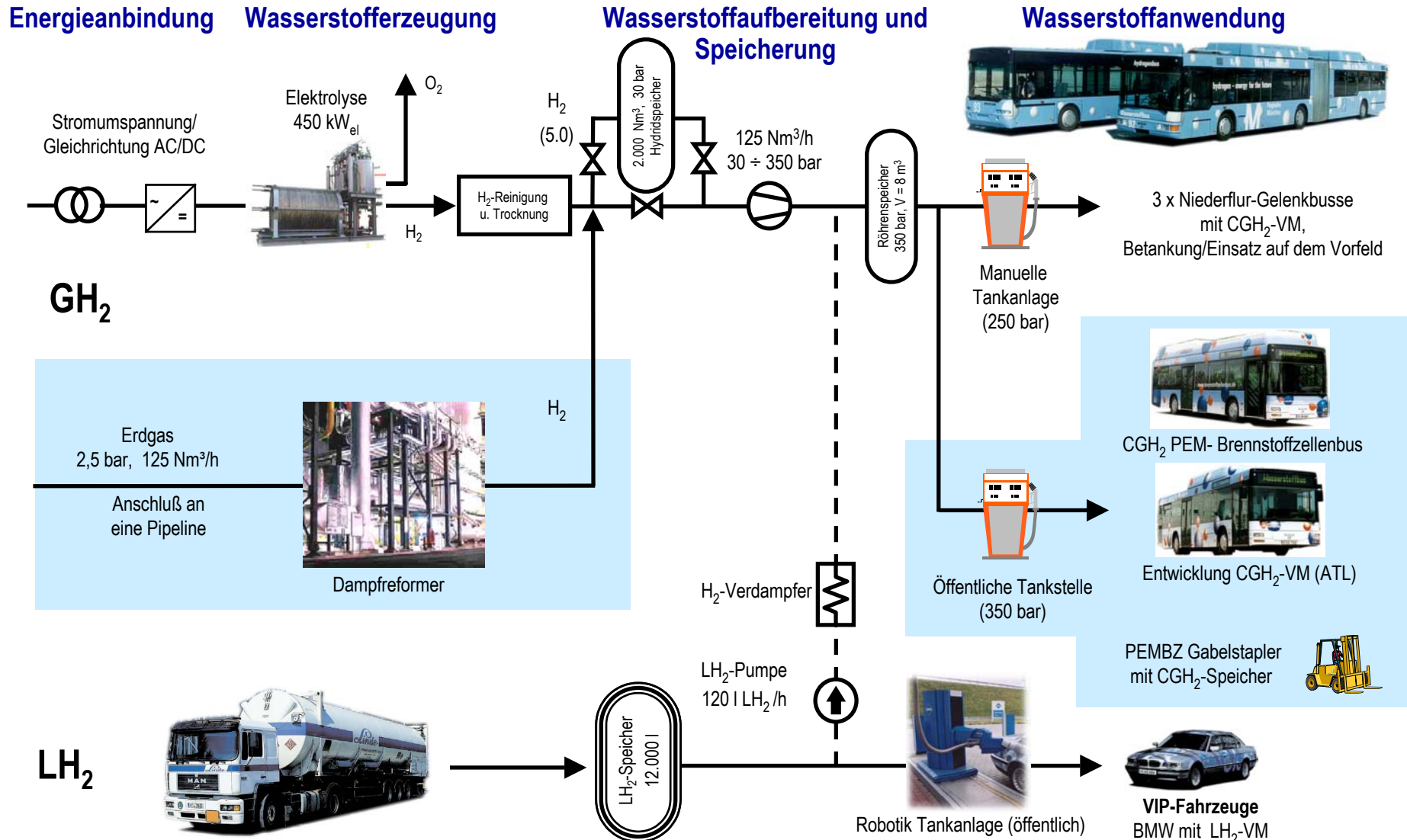
# Wasserstoffbus bei der BVG-Berlin





# Wasserstoffprojekt Flughafen München ARGEMUC

## Phase 2+3 (bis 4 / 2005)



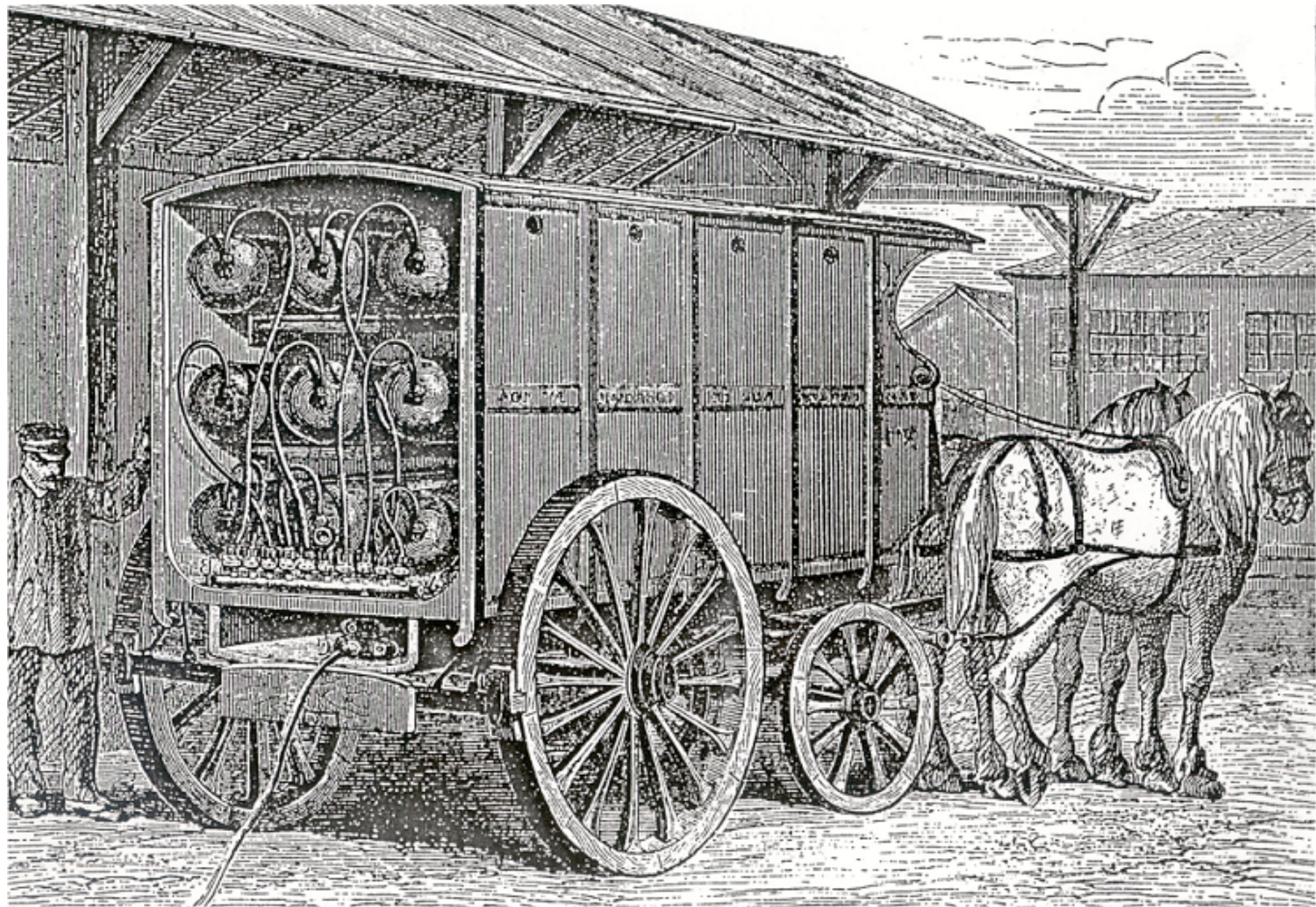
# PEM Fuel Cell for Fork Lift



23.03.2001

Projekt: PEM FC for Fork Lift

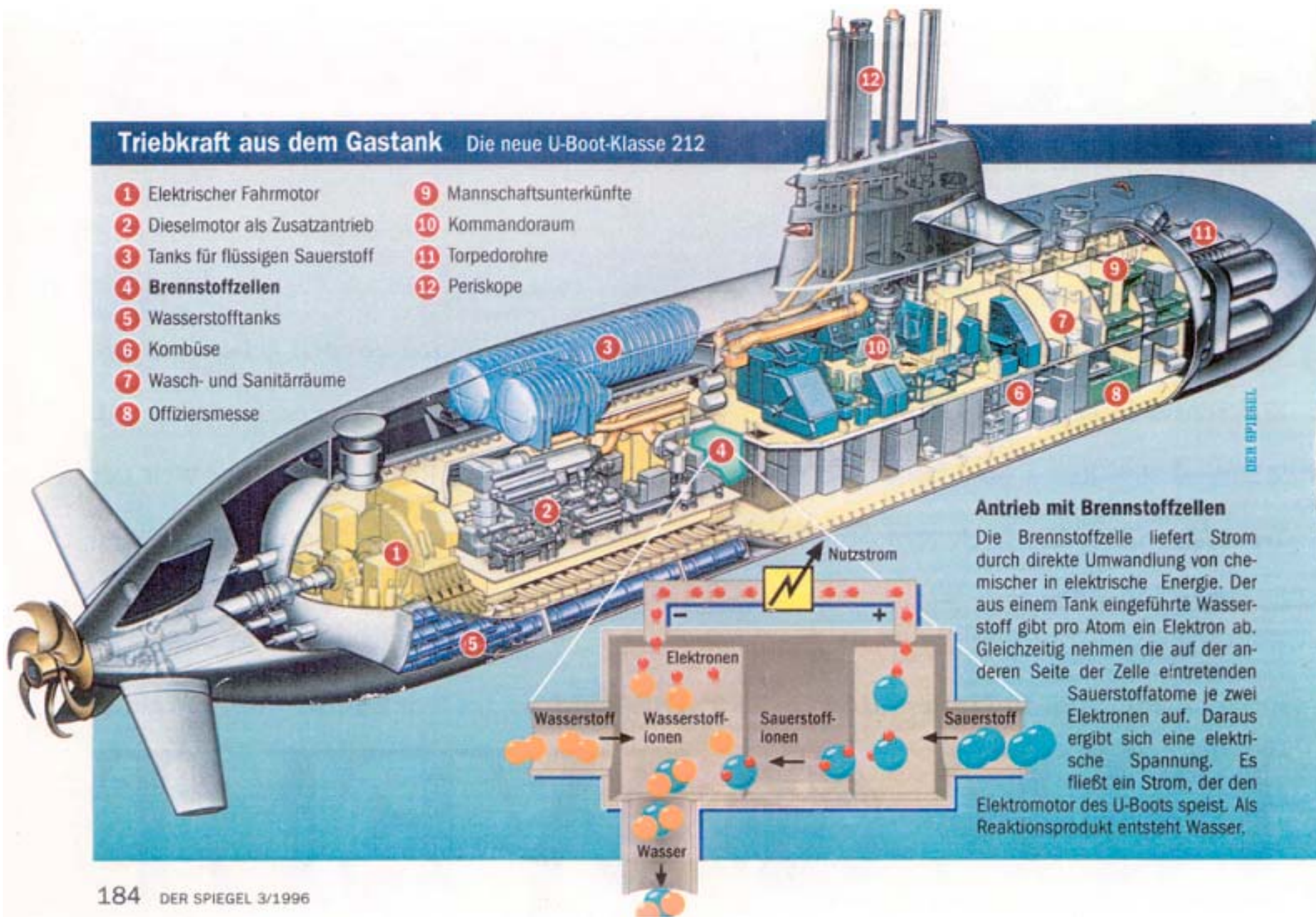
1





## Triebkraft aus dem Gastank Die neue U-Boot-Klasse 212

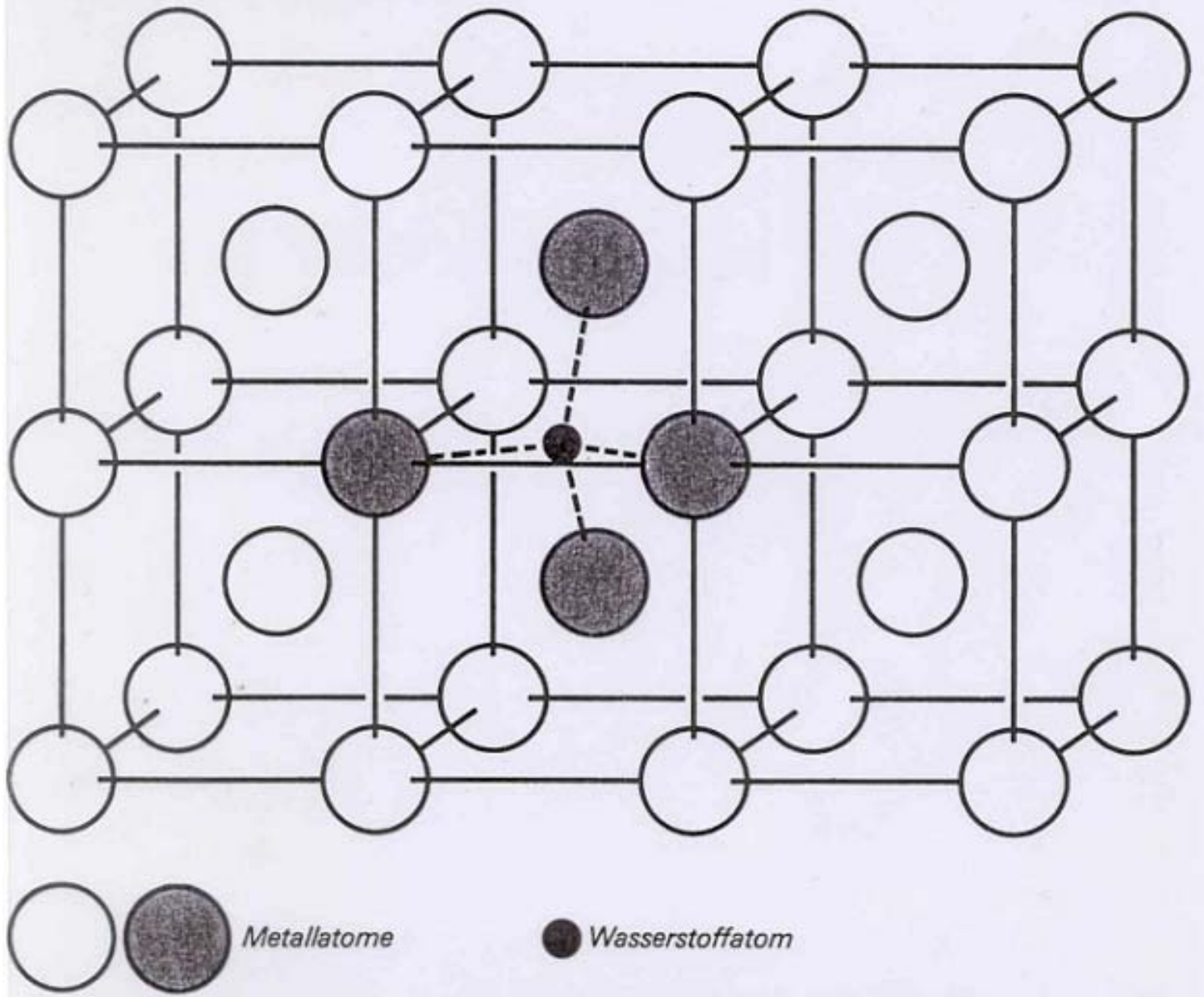
- |                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1 Elektrischer Fahrmotor         | 9 Mannschaftsunterkünfte |
| 2 Dieselmotor als Zusatzantrieb  | 10 Kommandoraum          |
| 3 Tanks für flüssigen Sauerstoff | 11 Torpedorohre          |
| 4 Brennstoffzellen               | 12 Periskope             |
| 5 Wasserstofftanks               |                          |
| 6 Kombüse                        |                          |
| 7 Wasch- und Sanitärräume        |                          |
| 8 Offiziersmesse                 |                          |

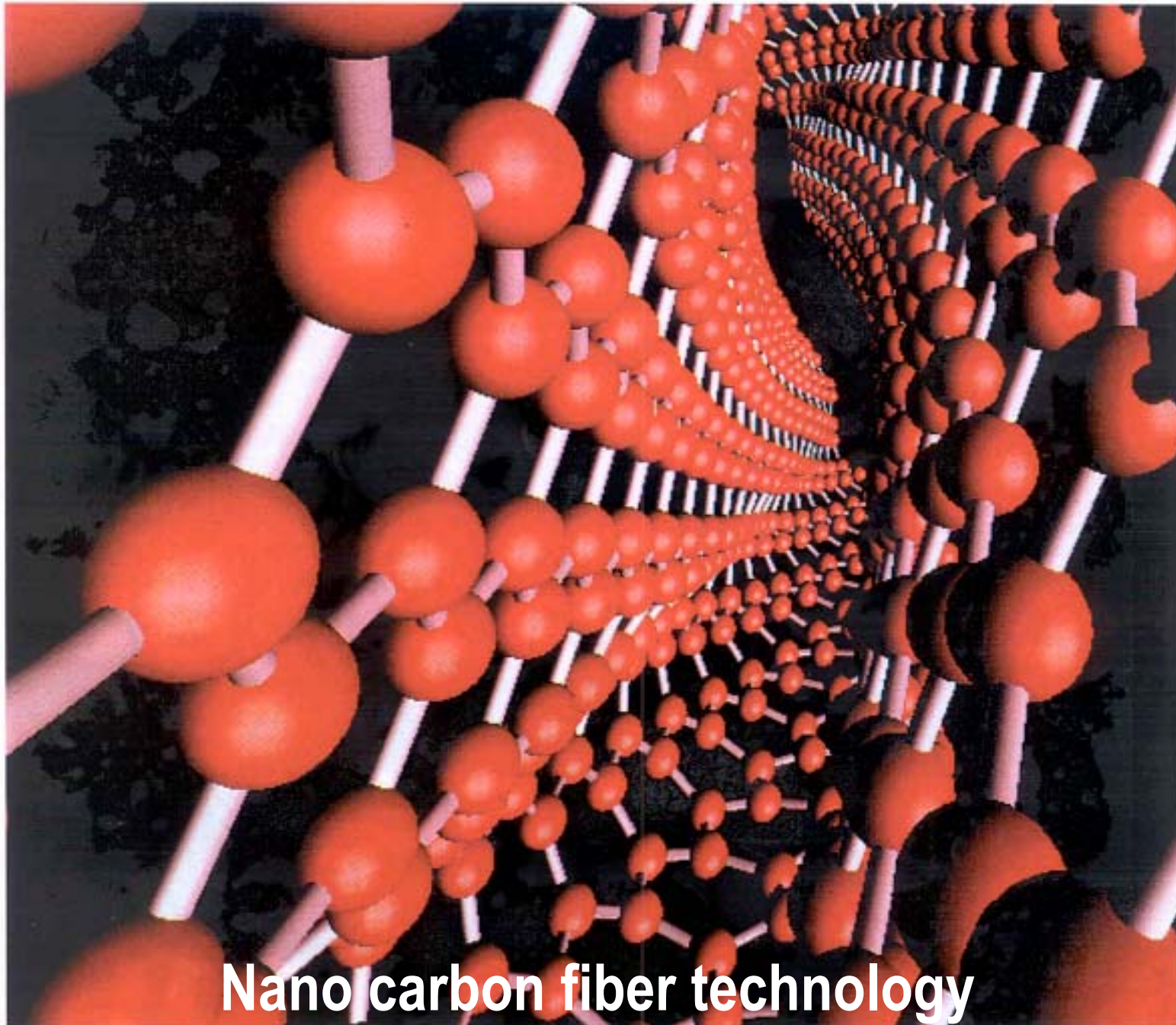


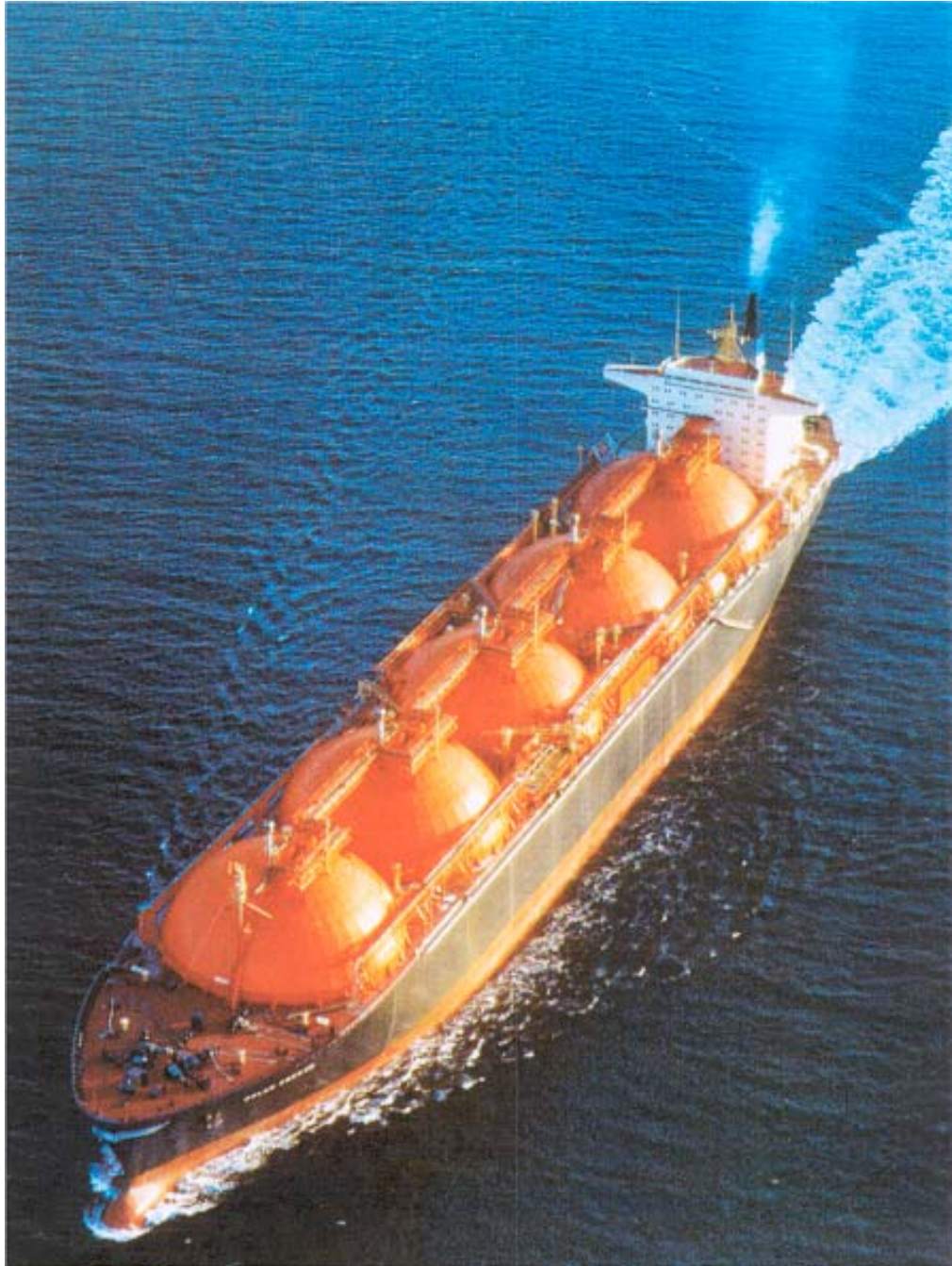
### Antrieb mit Brennstoffzellen

Die Brennstoffzelle liefert Strom durch direkte Umwandlung von chemischer in elektrische Energie. Der aus einem Tank eingeführte Wasserstoff gibt pro Atom ein Elektron ab. Gleichzeitig nehmen die auf der anderen Seite der Zelle eintretenden Sauerstoffatome je zwei Elektronen auf. Daraus ergibt sich eine elektrische Spannung. Es fließt ein Strom, der den Elektromotor des U-Boots speist. Als Reaktionsprodukt entsteht Wasser.

## Wasserstoff im Metallkäfig













# Solarthermische Kraftwerke in der Mojave-Wüste (Kalifornien)



# ENERGIE SPAREN STATT WÄRME VERSCHENKEN

## SAUBERE POWER

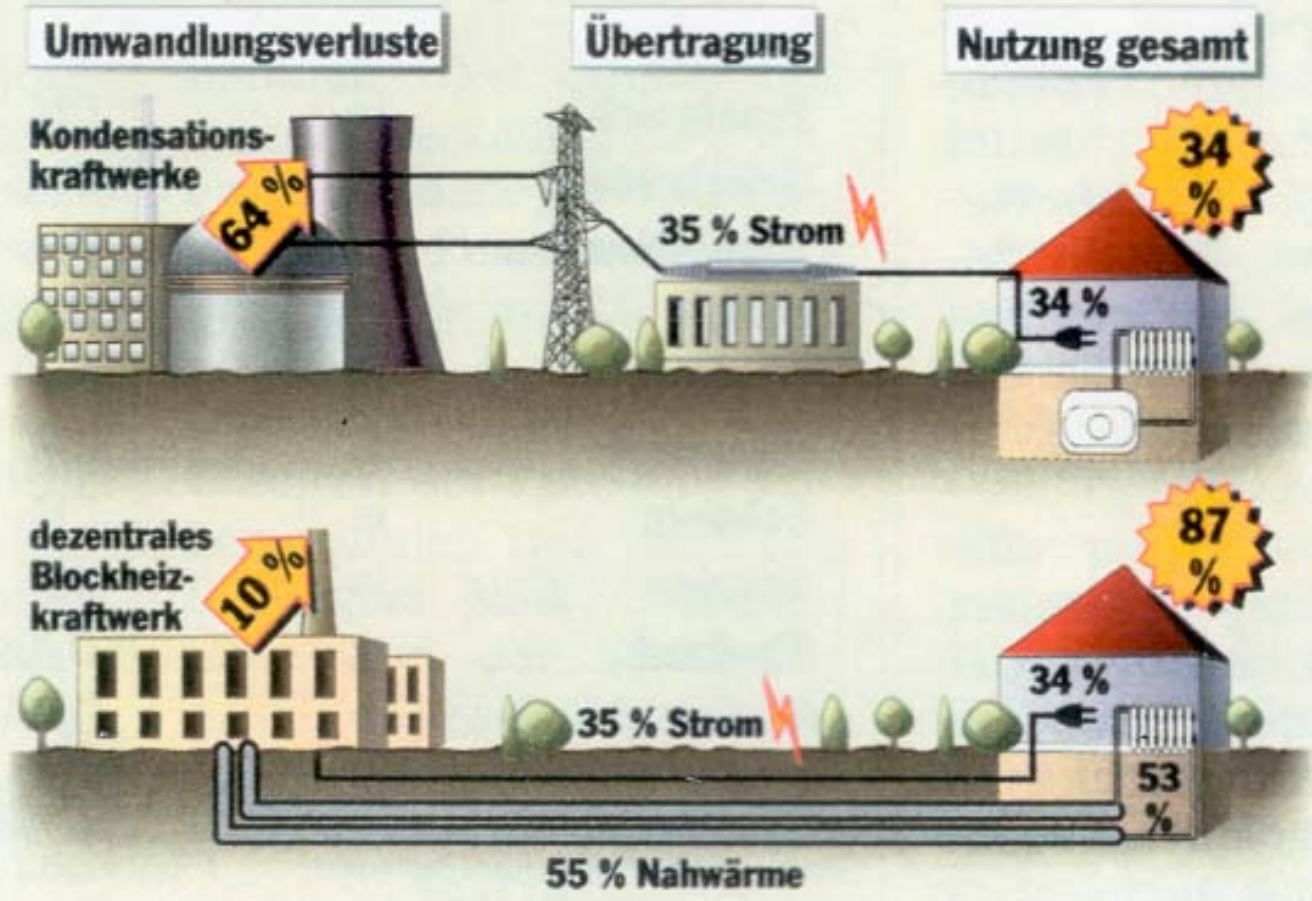
Kraft-Wärme-Kopplung erspart dem Klima 40 Prozent Kohlendioxid.

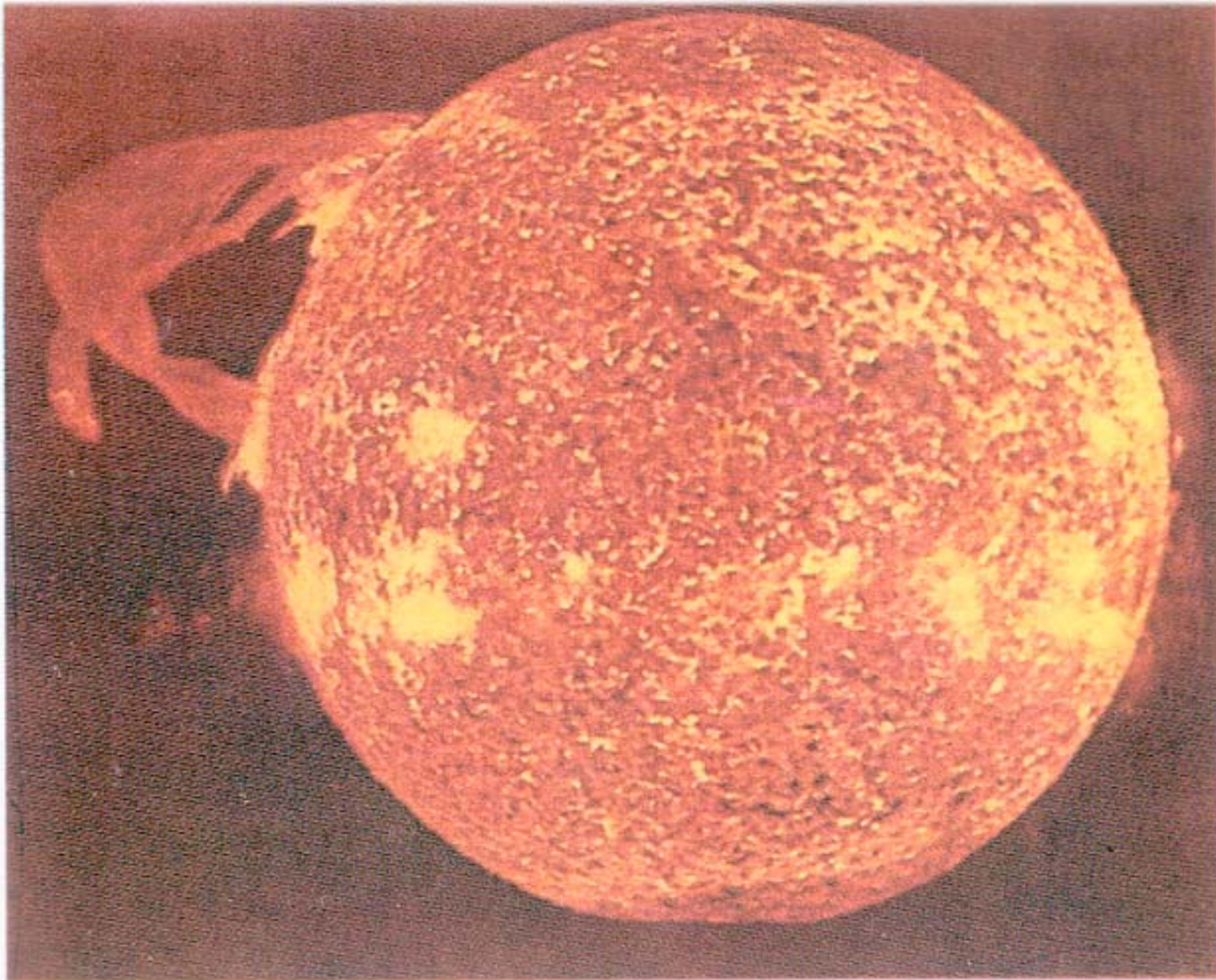
### ① Kondensationskraftwerke

geben zwei Drittel der erzeugten Energie über die Kühltürme ab.

### ② Dezentrale Blockheizkraftwerke

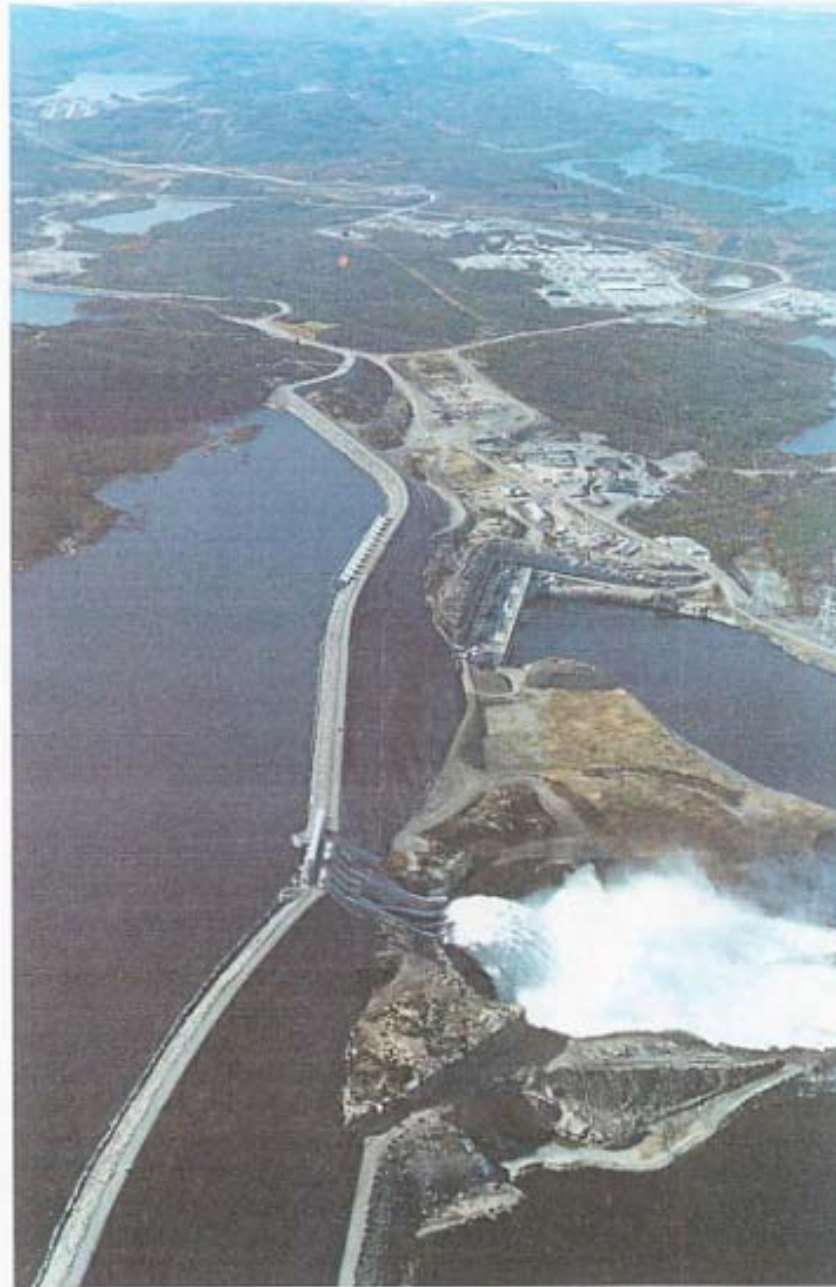
nutzen Abwärme für Heizung oder Produktion. So erzeugen sie bis zu 40 Prozent mehr Nutzenergie als herkömmliche Anlagen.





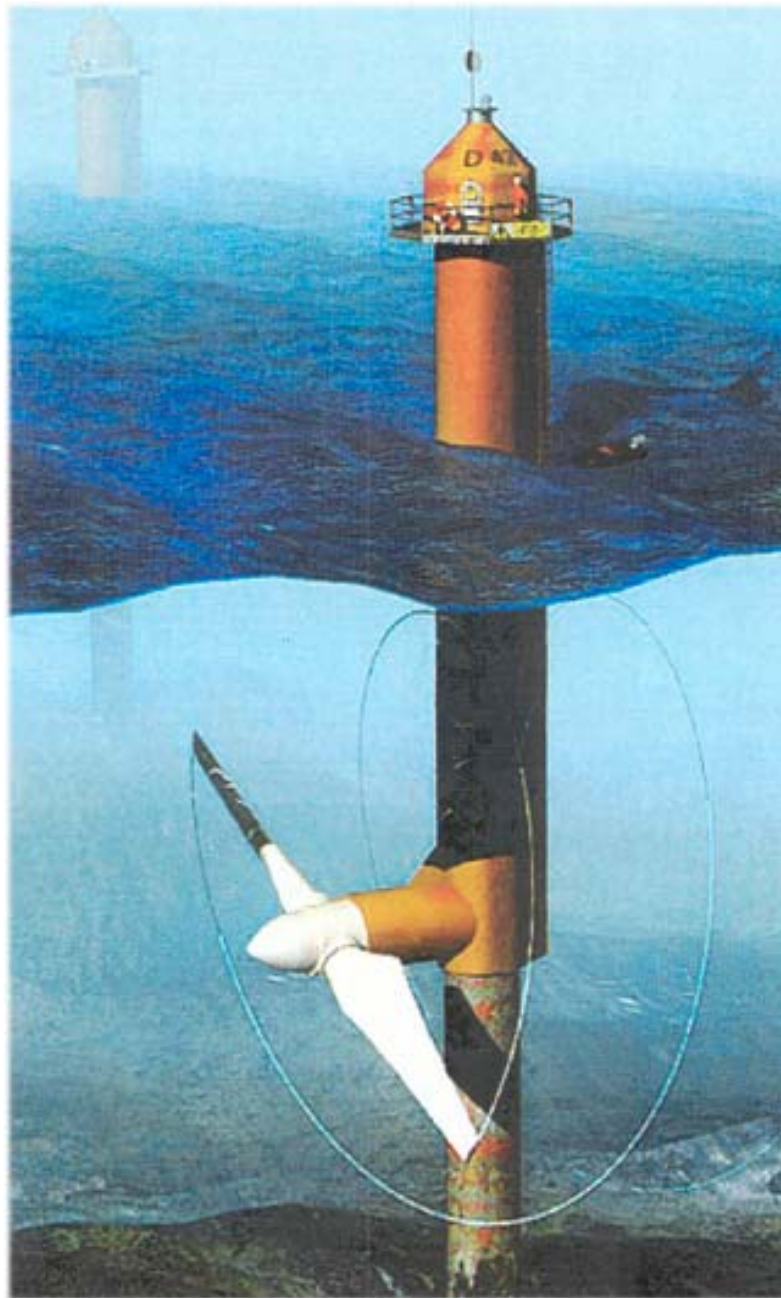
*Protuberanz der Sonne*

*Foto: NASA*



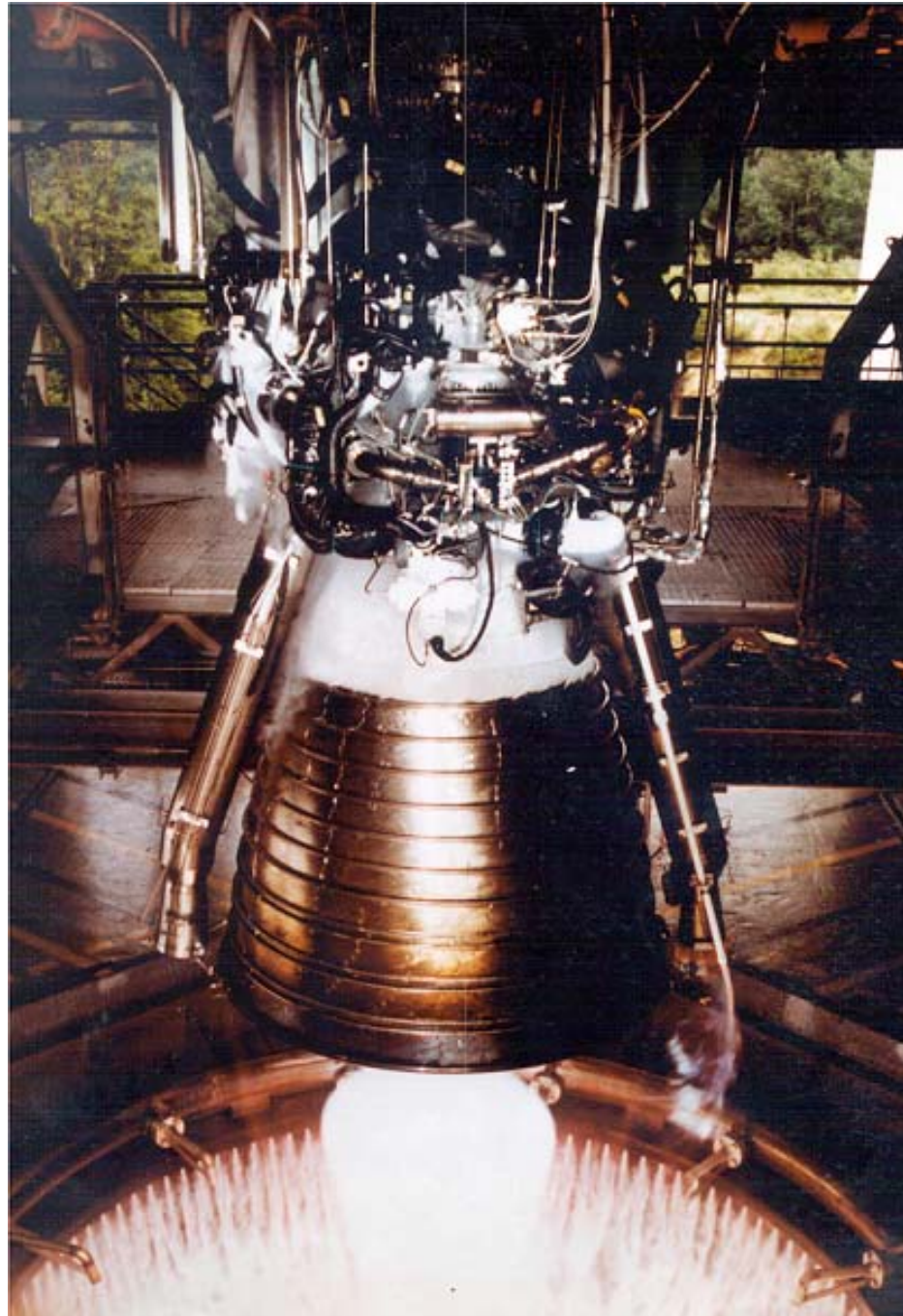
Wasserkraftwerk La Grande 3, Kanada

Foto: Hydrogen Industry Council



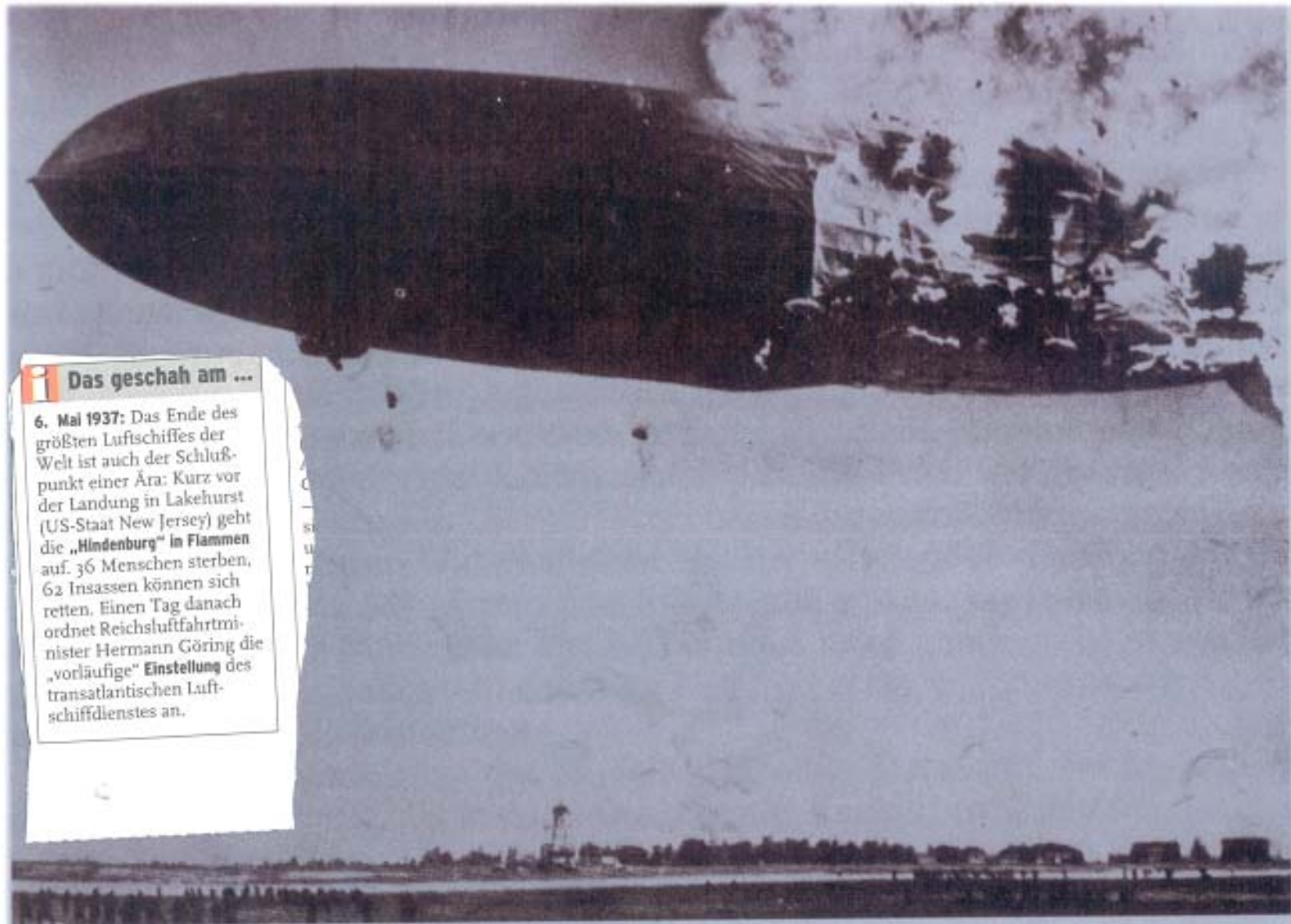
**Die Rotorblätter befinden sich ca. 10 m unter Wasser**







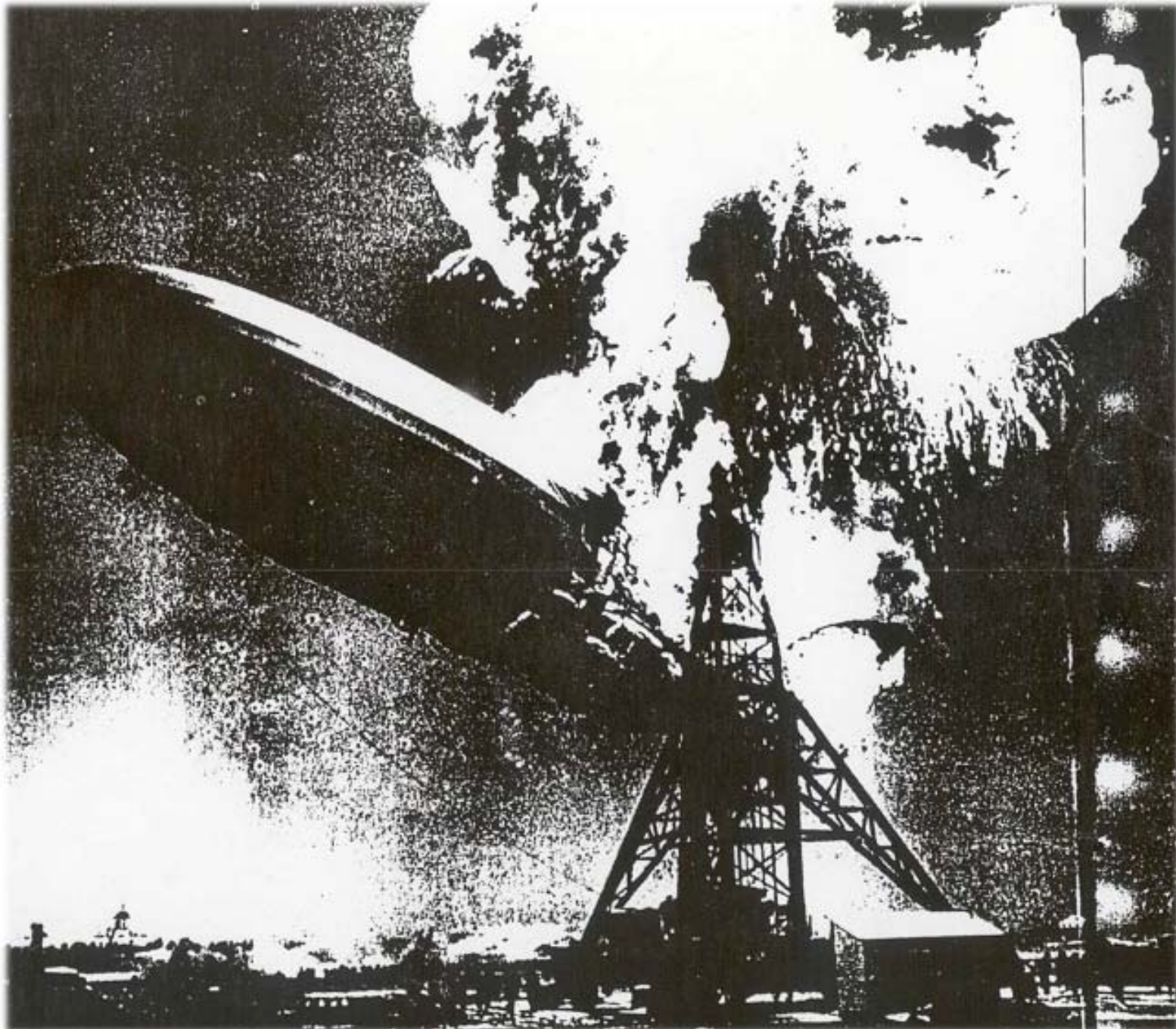




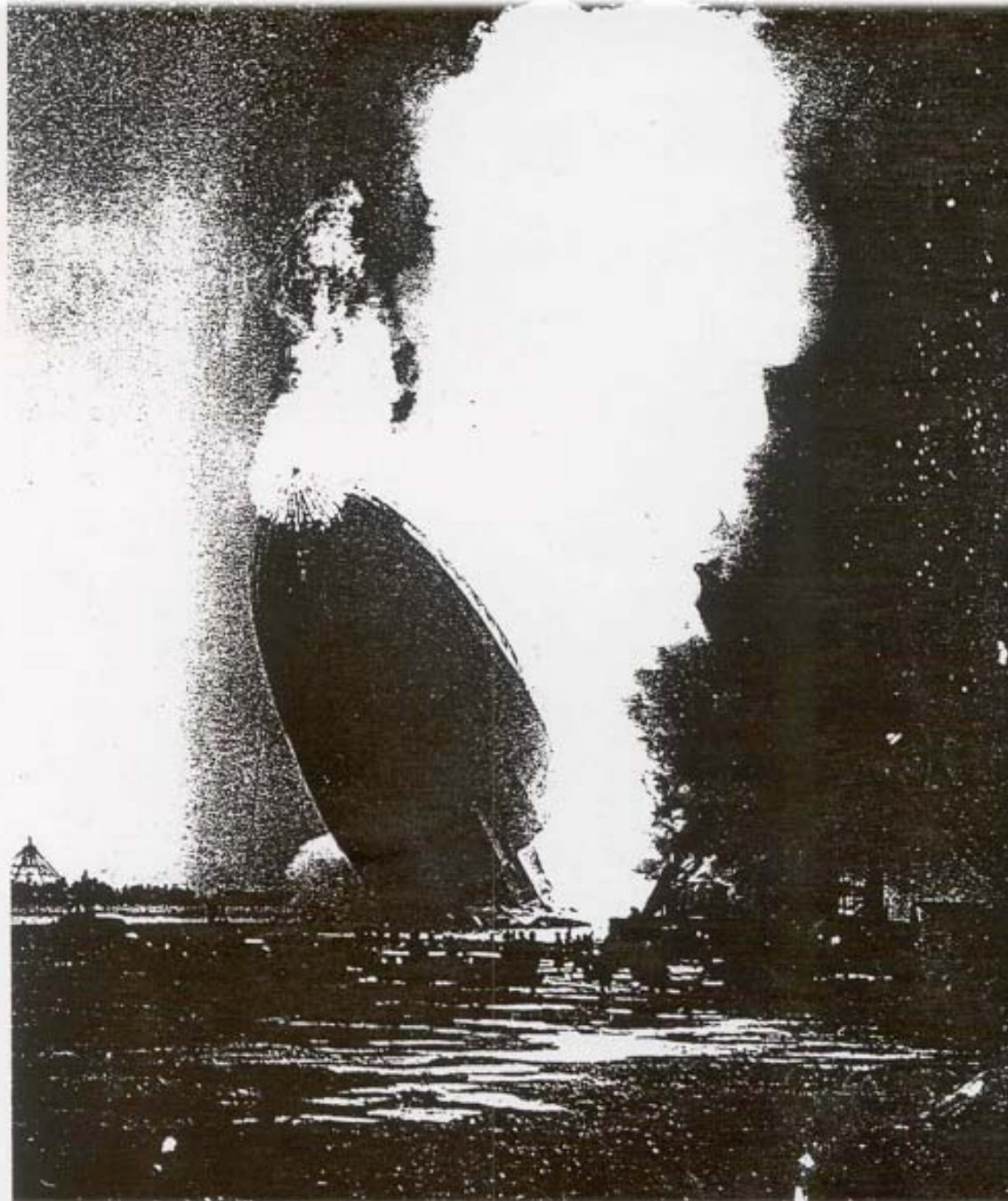
**i** Das geschah am ...

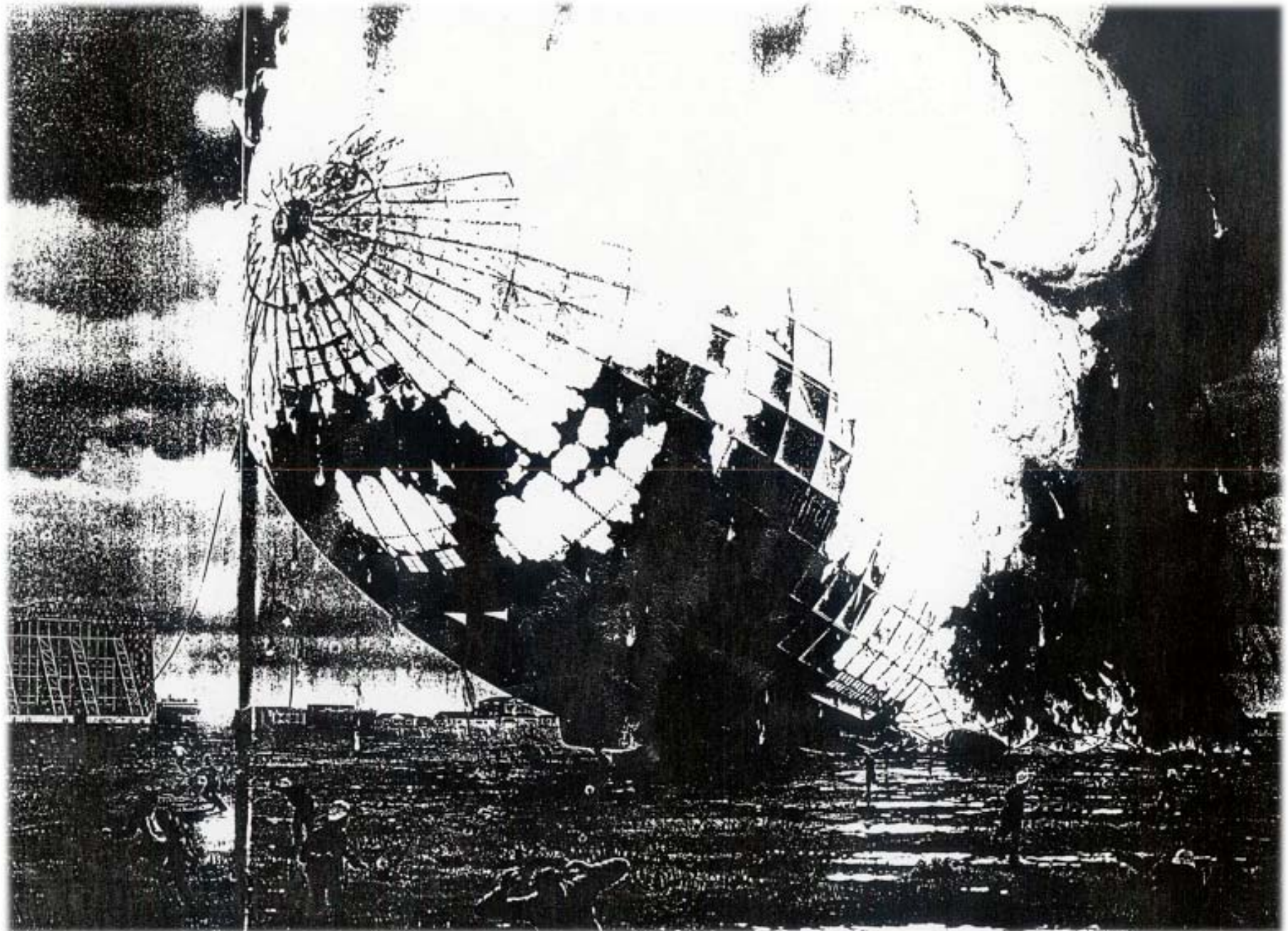
**6. Mai 1937:** Das Ende des größten Luftschiffes der Welt ist auch der Schlußpunkt einer Ära: Kurz vor der Landung in Lakehurst (US-Staat New Jersey) geht die „Hindenburg“ in Flammen auf. 36 Menschen sterben, 62 Insassen können sich retten. Einen Tag danach ordnet Reichsluftfahrtminister Hermann Göring die „vorläufige“ Einstellung des transatlantischen Luftschiffdienstes an.

Um 19.21 Uhr, im Moment, als die Landeseile herabgeworfen werden, geht die *Hindenburg* in Flammen auf. Das Heck der *Hindenburg* beginnt abzusacken, während einer der Ankermasten »teilnahmslos zusieht«.



Einem einer hohen Minute  
er alles vorbei. (Links) Als  
das lodende Heck abfällt,  
überläuft eine Flammenfontäne  
aus dem zum Untergang  
verurteilten Schiff empor,  
gegen das sich der Ankermast  
und die Mannschaft am  
Boden schwarz abzeichnen.  
Rechts) Während die hintere  
Hälfte des Schiffs vom  
Feuer verzehrt bereits zu  
Boden gesunken ist, zeigt die  
vordere Hälfte weithin  
nach oben; Flammen  
schließen aus dem Bug, der  
sich in den Schorn eines  
wasserstoffbeheizten  
Nachschubs verwandelt hat.  
Nur drei der Männer, die sich  
in der Bausektion an den  
Tümpeln festhalten, können  
sich retten.





STORAGE TEMPERATURES	
New York	64
Chicago	62
Washington	61
Philadelphia	61
Baltimore	61
San Antonio	77
Chicago Weather Report on May 8-9	

CHARACTER QUALITY ENTERPRISE  
**New York American**  
 AN AMERICAN PAPER FOR THE AMERICAN PEOPLE

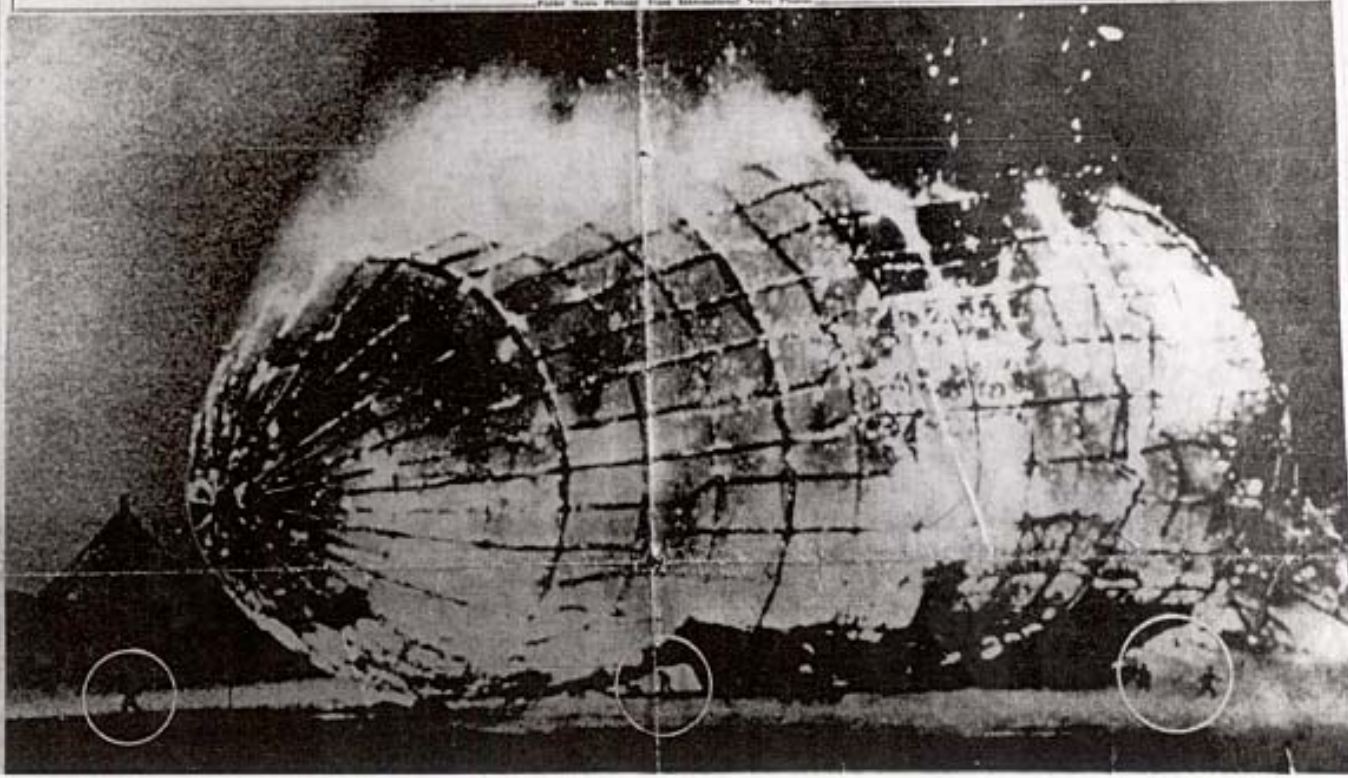
6 A. M.  
**FINAL**  
 IN TWO SECTIONS—SECTION ONE

No. 19,632—DAILY SATURDAY, MAY 8, 1937—40 PAGES  
 WASTED 40 PAGES  
 THREE CENTS  
 FIVE CENTS  
 FIVE CENTS

# U. S. PROBES ZEP 'MYSTERY' BLAST

## Capt. Lehmann Succumbs; Death Toll 33

OUTRACING FLAMES AS DEATH LICKS AT THEIR HEELS



**LAST-MINUTE  
 SNARL KEEPS  
 LEGISLATURE  
 IN SESSION**

Assembly Kills Lehman's Mortgage Bank Bill; Both Parties Jockey to Gain Advantages

By HAROLD KELLER,  
 N. Y. American Staff Correspondent.

ALBANY, May 8.—Rolling wearily into its 15th hour, the Legislature plodded toward final adjournment early today as the Assembly killed Governor Lehman's proposal for the creation of mortgage banks as the solution of the billion-dollar mortgage problem.

The Republican lower house defeated the measure by a vote of 97 to 43. Absented in spots in a radius of miles around New York City, the bill had previously passed the Senate.

An hour's bitter debate preceded the vote in the Assembly, which had been expected to pass the plan. Seven supplementary bills were taken from the calendar immediately after the vote on motion of Association Pact, Bronx Democrat, co-sponsor.

**Income Tax Bill Wins**

Board of Inquiry  
 Opens Hearings  
 At Lakehurst  
 Monday

5 THEORIE  
 Doubt Sabotage  
 Berlin Sending  
 Eckener With  
 5 Experts

Death last night sealed the lips of man from whom investigators hoped obtain the most authoritative account of the disaster that destroyed the dirigible Hindenburg. Thus with a loss of 33

**Lehmann Dies**

Captain Ernst Lehmann, commandant of the giant airship, died in the crash, having piloted most of its successful transatlantic trips in 1936.

