

Fachkonferenz
Alternative Antriebe auf den Gewässern
27.6.2018

**Vorteile elektromobiler Schiffsantriebe sowie Energiespeicher
auf Schiffen in der Praxis
am Beispiel der KORONA und der SOLGENIA**

Prof. Dr. Christian Schaffrin
Hochschule Konstanz HTWG

18-06-26

Prof. Dr.-Ing. Schaffrin

Nachhaltige
Energiewirtschaft



1. Impuls

Grundlage

18-06-26



Prof. Dr.-Ing. Schaffrin

Nachhaltige
Energiewirtschaft



Al Gore: Blauer Planet

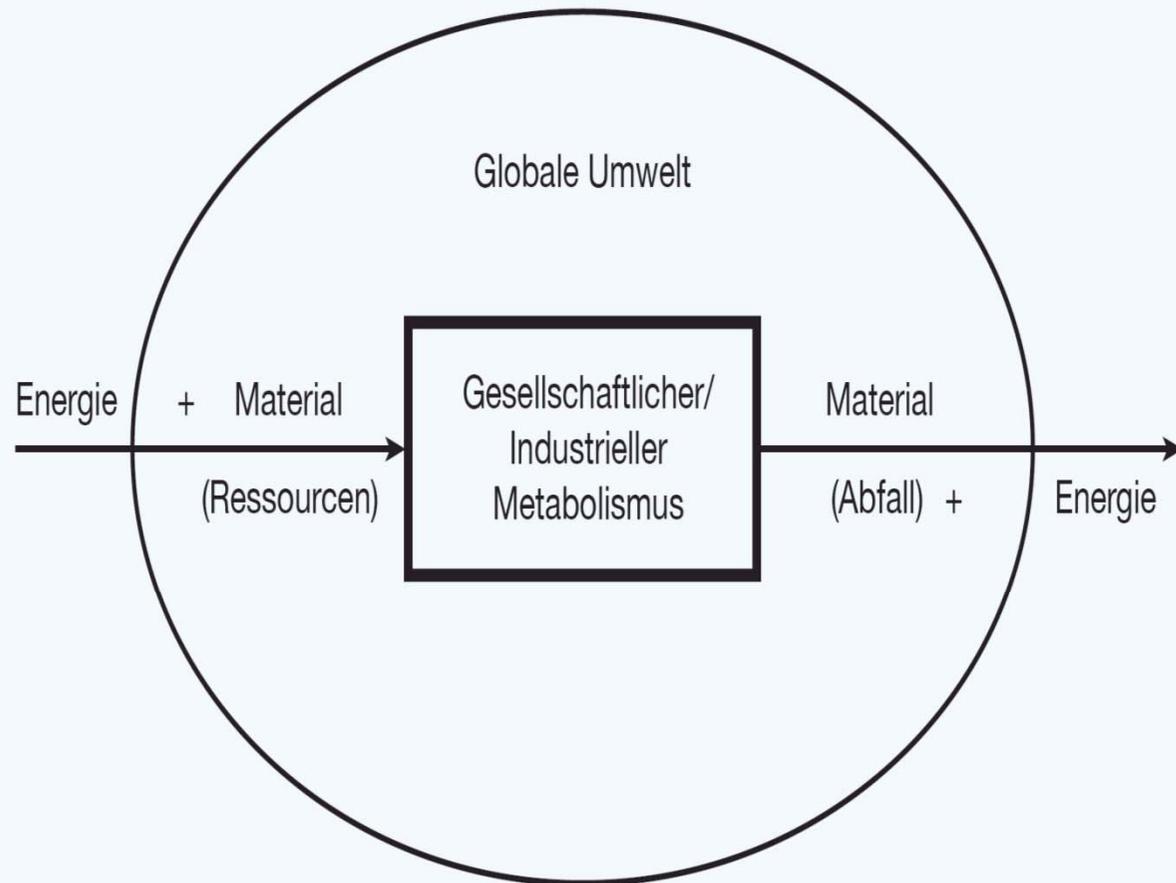
Erde

- **geschlossenes** System bezüglich **Materie**:
wird weder erzeugt noch vernichtet,
jedoch in chemischer Zusammensetzung verändert
- **offenes** System bezüglich **Energie**:
wird weder erzeugt noch vernichtet,
jedoch in Nutzungsqualität verändert

Biosphäre

Metabolismus angewiesen auf Zufuhr von Materie und Energie:

- Materie wird in **Kreisprozessen** wieder regeneriert
- Energie wird von **Sonne** neu geliefert



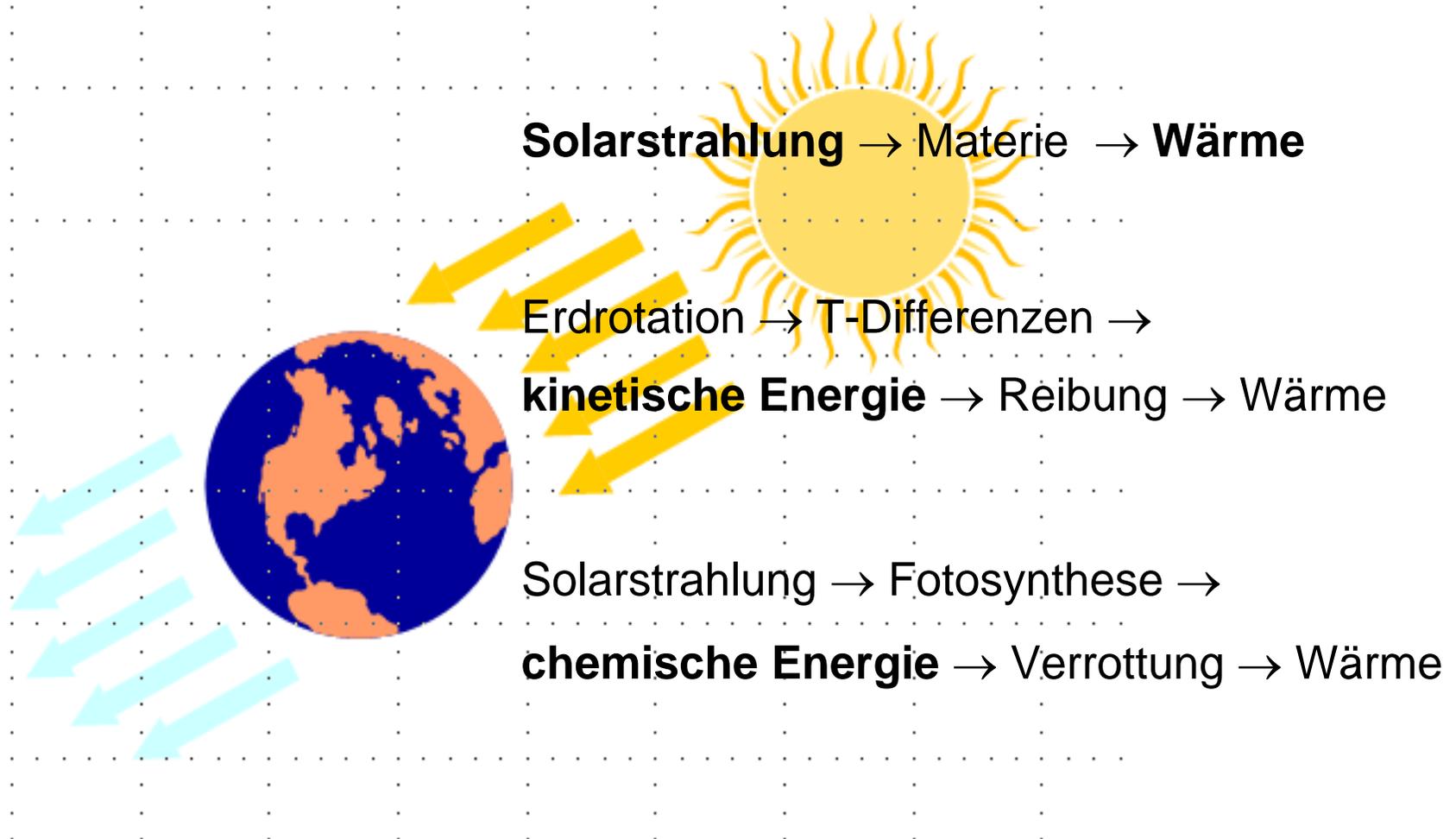
Sozioökonomischer
Metabolismus als Teilmenge
der globalen Umwelt.
Quelle: nach Odum, 1971

Naturschranken

- limitieren prinzipiell menschliche Maßlosigkeit:
 - Ressourcen
 - Aufnahmefähigkeit für Abfälle
- haben unterschiedliche Dynamik:
 - „Umkippen“ (z.B. Seen, Golfstrom)
 - schleichende Veränderung (z.B. Klima)

Bei Überschreitung können die Existenzgrundlagen für den Menschen auf globaler Ebene irreversibel geschädigt werden.

Energiewandler Erde



18-06-26

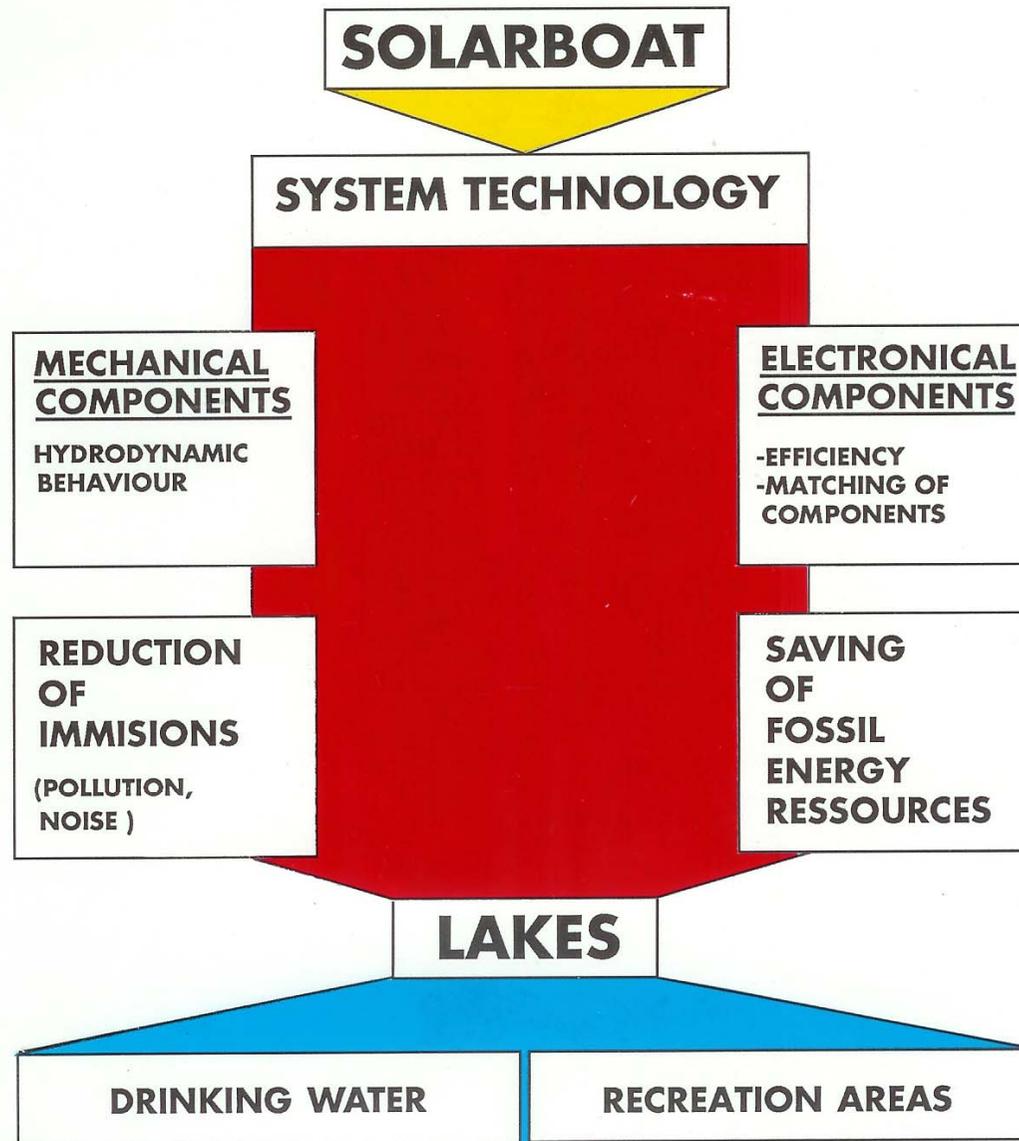
Prof. Dr.-Ing. Schaffrin

Nachhaltige
Energiewirtschaft

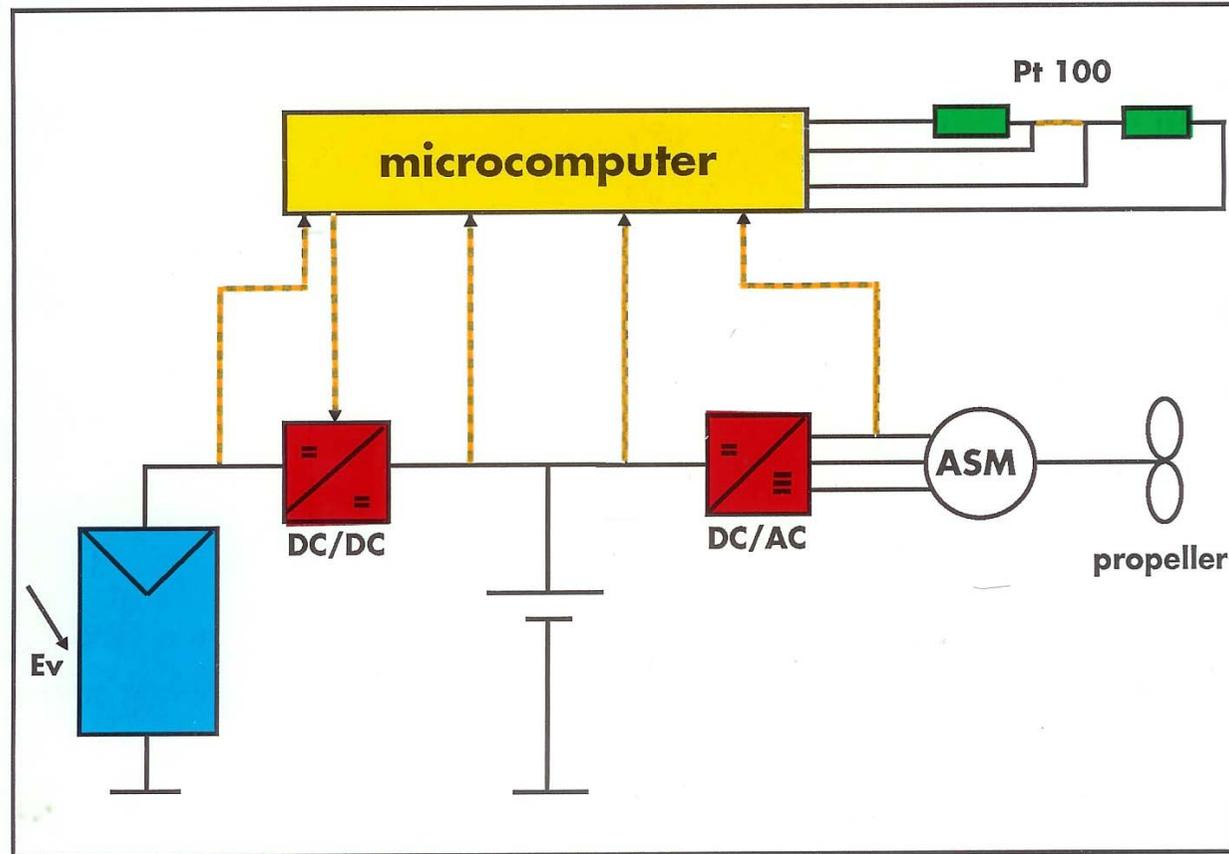


2. Impuls

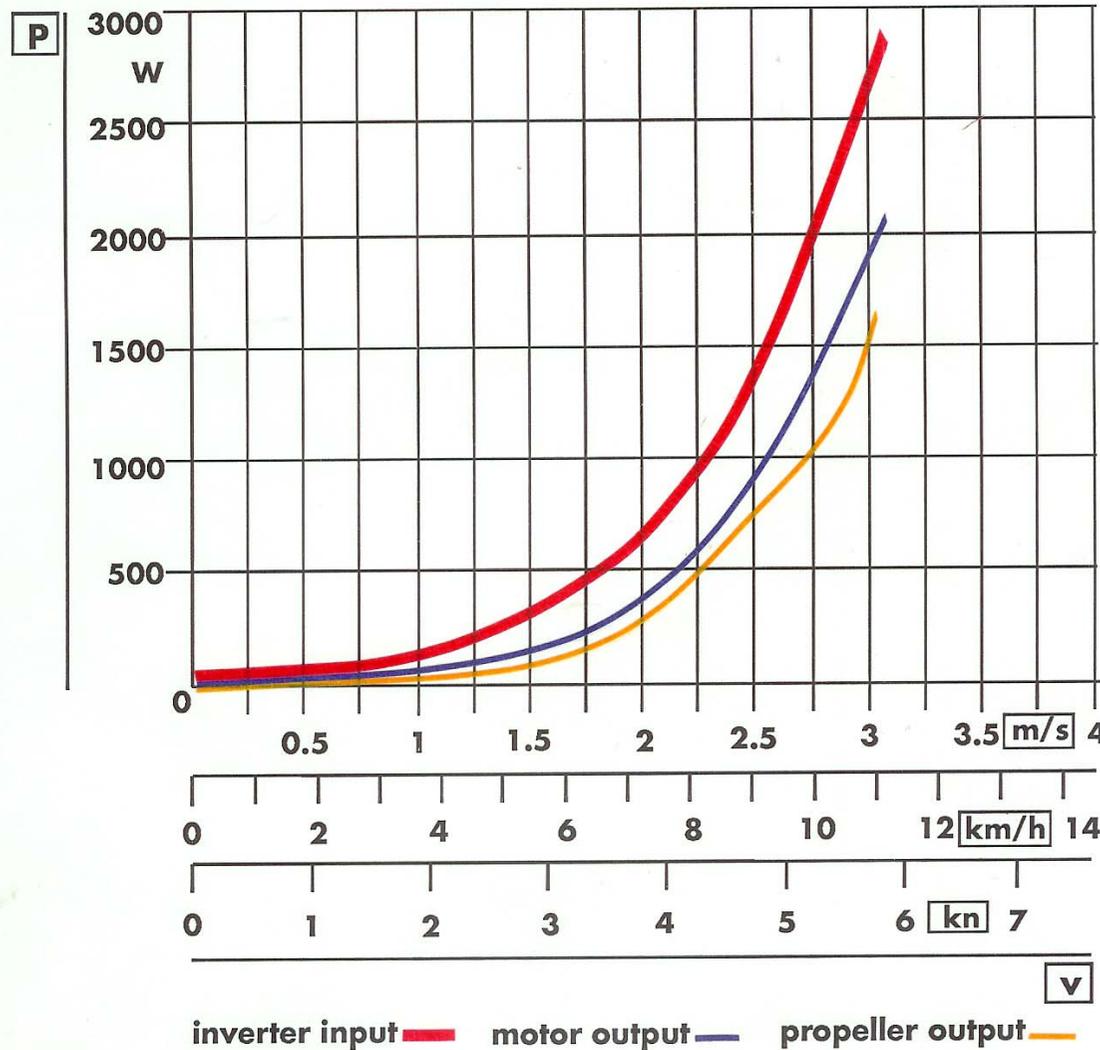
KORONA und SOLGENIA



PV-SYSTEM OF THE SOLAR BOAT

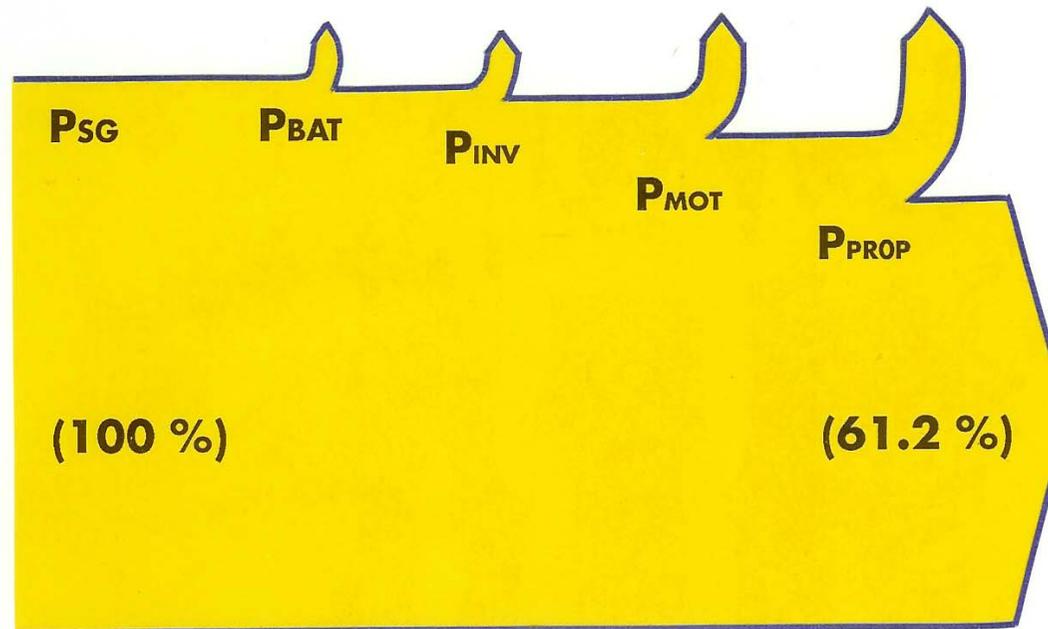


POWER DEMAND AS FUNCTION OF THE BOAT VELOCITY



POWER LOSSES AND EFFICIENCIES

	CHARGING UNIT	INVERTER	MOTOR	PROPELLER
<i>m</i>	98.3 %	94.3 %	87.2 %	75.7 %



battery losses are not included







Cruising time (radius of action)	velocity	
	12 km/h	9 km/h
without radiation	4 h (50 km)	12 h (110 km)
with radiation (800 W/m ²)	6 h (70 km)	unrestricted

CONCLUSIONS

advantages :

- large area for solar generator
- power demand not essentially determined by weight
- (in most cases) matching of energy supply and requirement

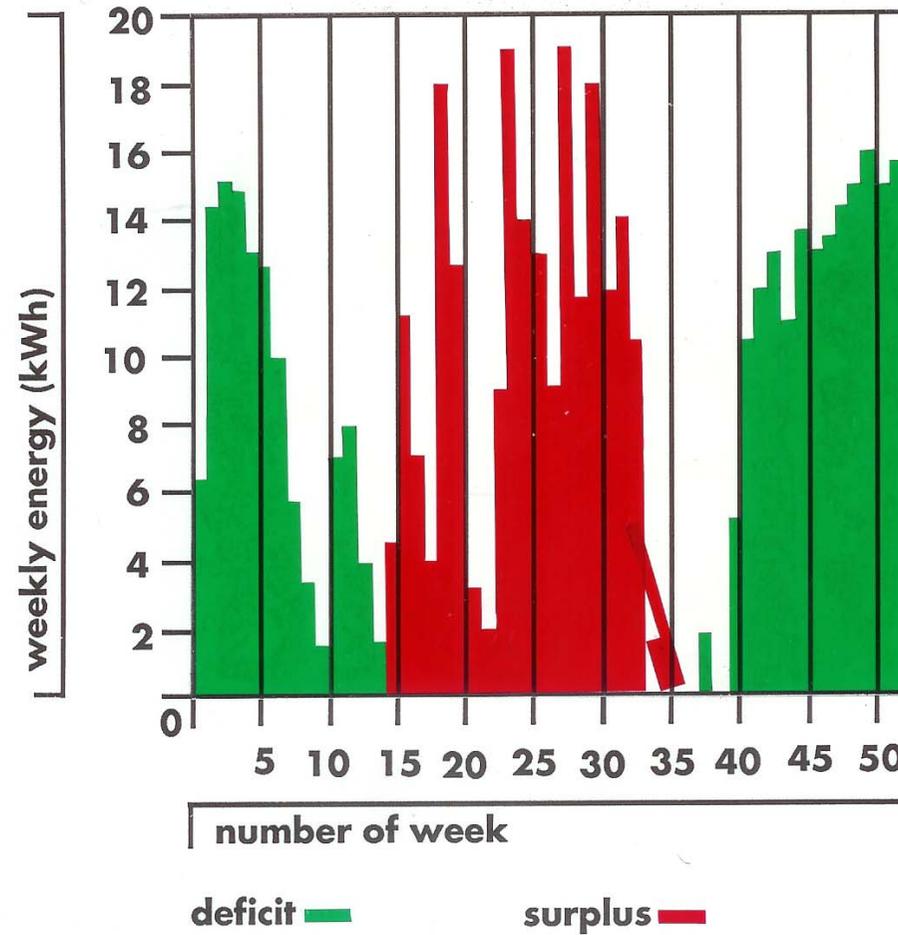
limitations :

- low velocities
- restricted radii of action
(depending on generator size)

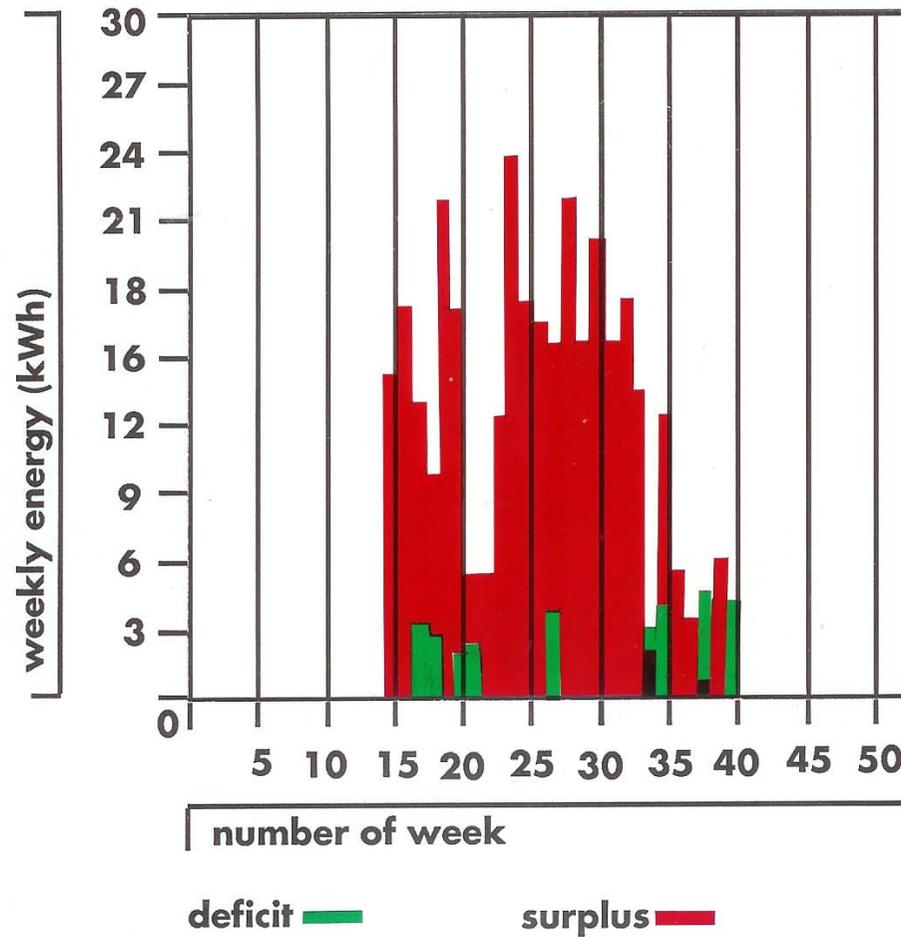
APPLICATIONS

- recreation boats
 - hiring boats
 - sailing boats
 - fishing boats
 - authority boats
 - passenger boats
and ferries
- etc .

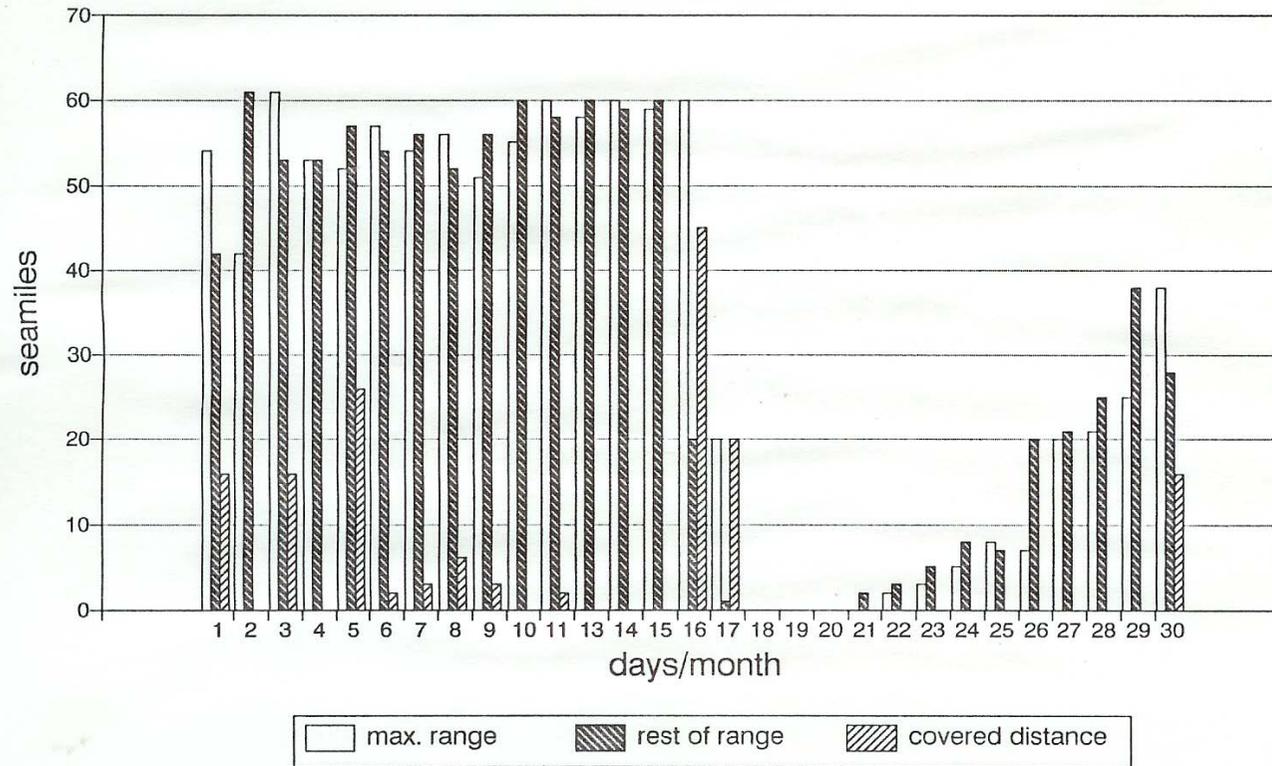
WEEKLY SURPLUS AND DEFICIT ENERGY
(FISHING BOAT)



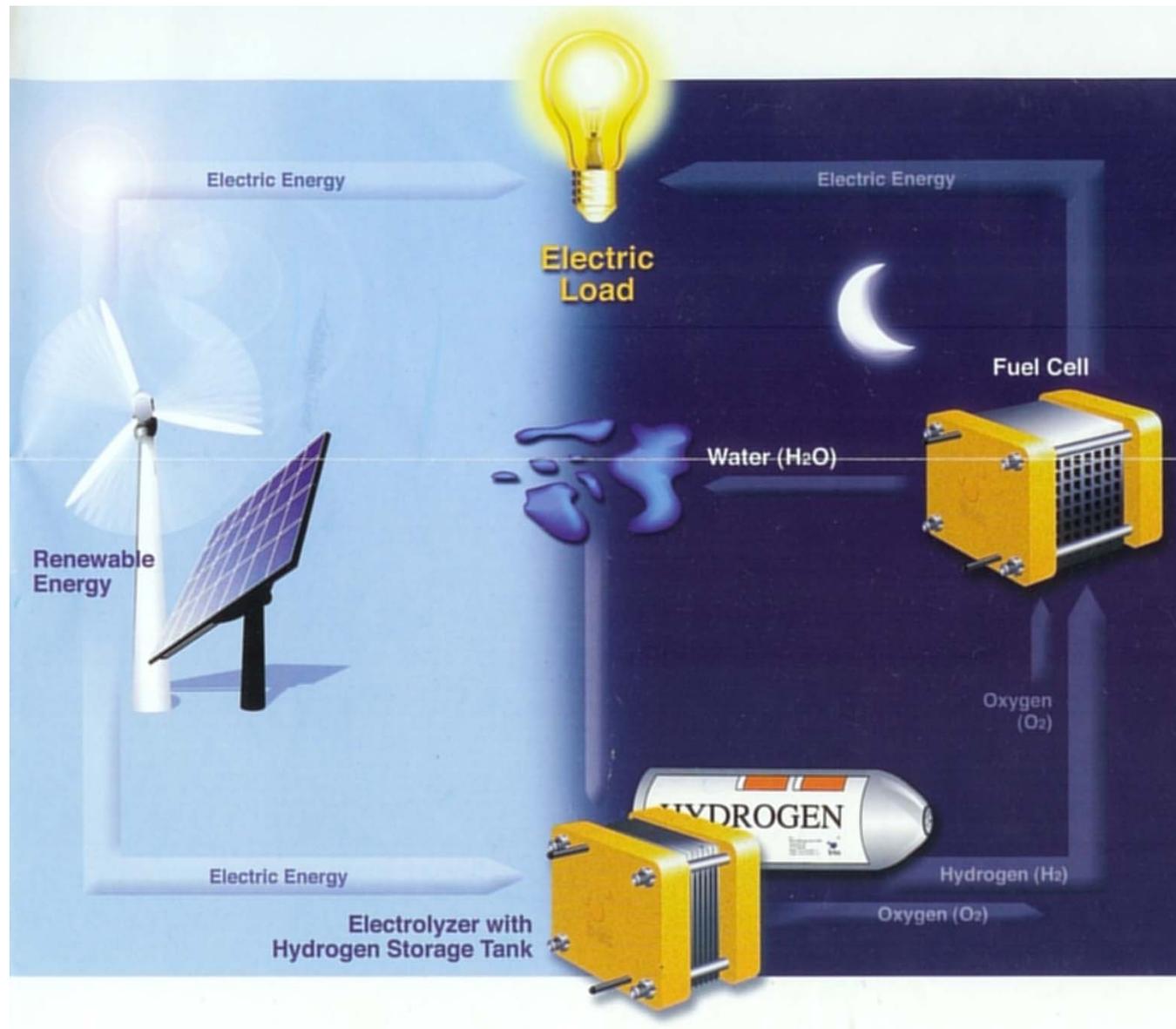
**WEEKLY SURPLUS AND DEFICIT ENERGY
(RECREATION BOAT)**



JUNI 1991



H₂-Kreislauf



18-06-26

Prof. Dr.-Ing. Schaffrin

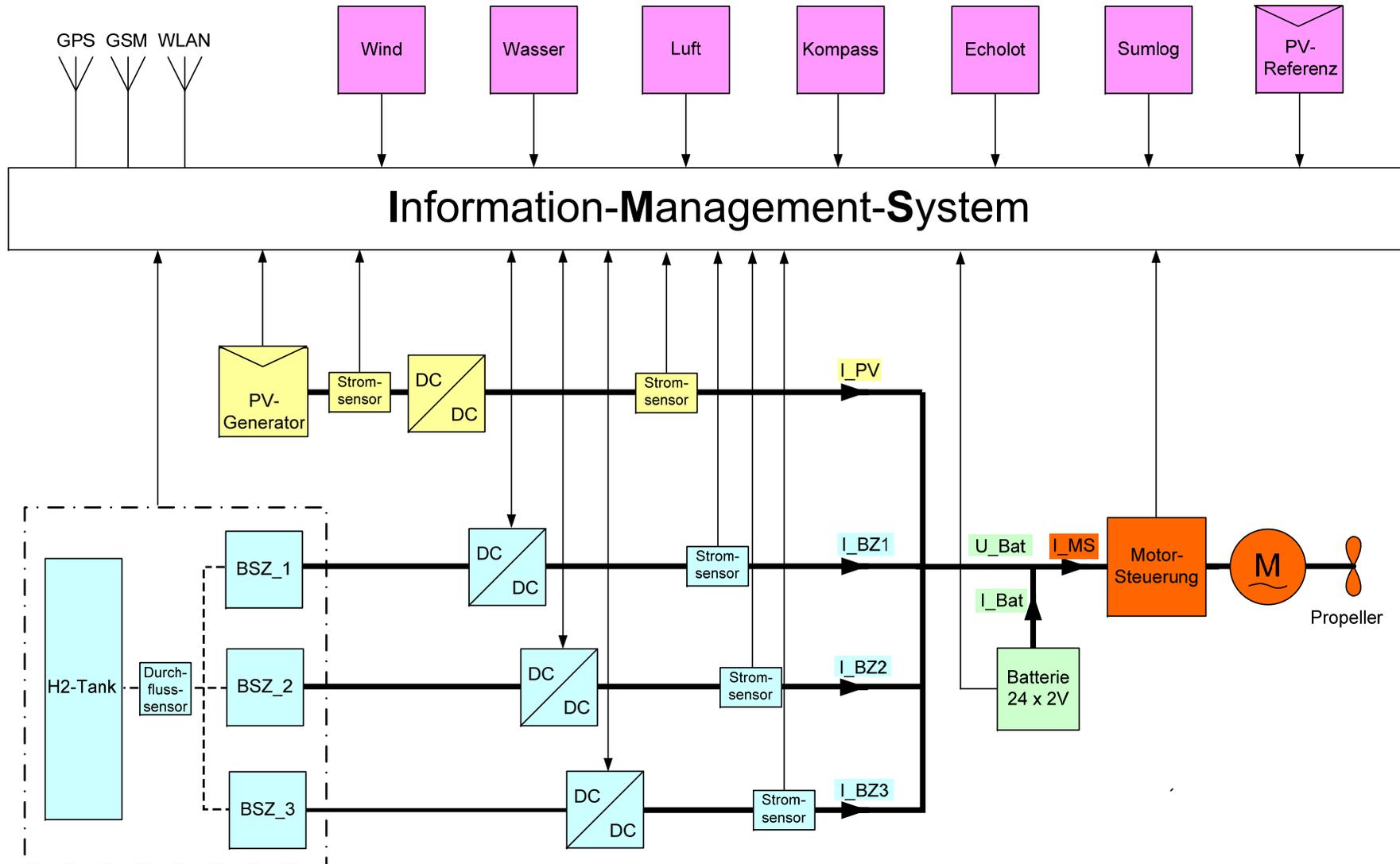


Solgenia

Nachhaltige
Energiewirtschaft



Struktur von Energie- und Datensystem



18-06-26

Prof. Dr.-Ing. Schaffrin

Nachhaltige
Energiewirtschaft



3. Impuls

Primär- oder Sekundär-Energieträger

PV-Generator an Bord ?

- verlängert Reichweite, abhängig von Einstrahlung
- benötigt Fläche
- bringt Gewicht mit
- kostet Investitionsmittel

besser:

- Batterie oder Tank vergrößern
(Sekundärenergieträger verwenden)

18-06-26

Prof. Dr.-Ing. Schaffrin

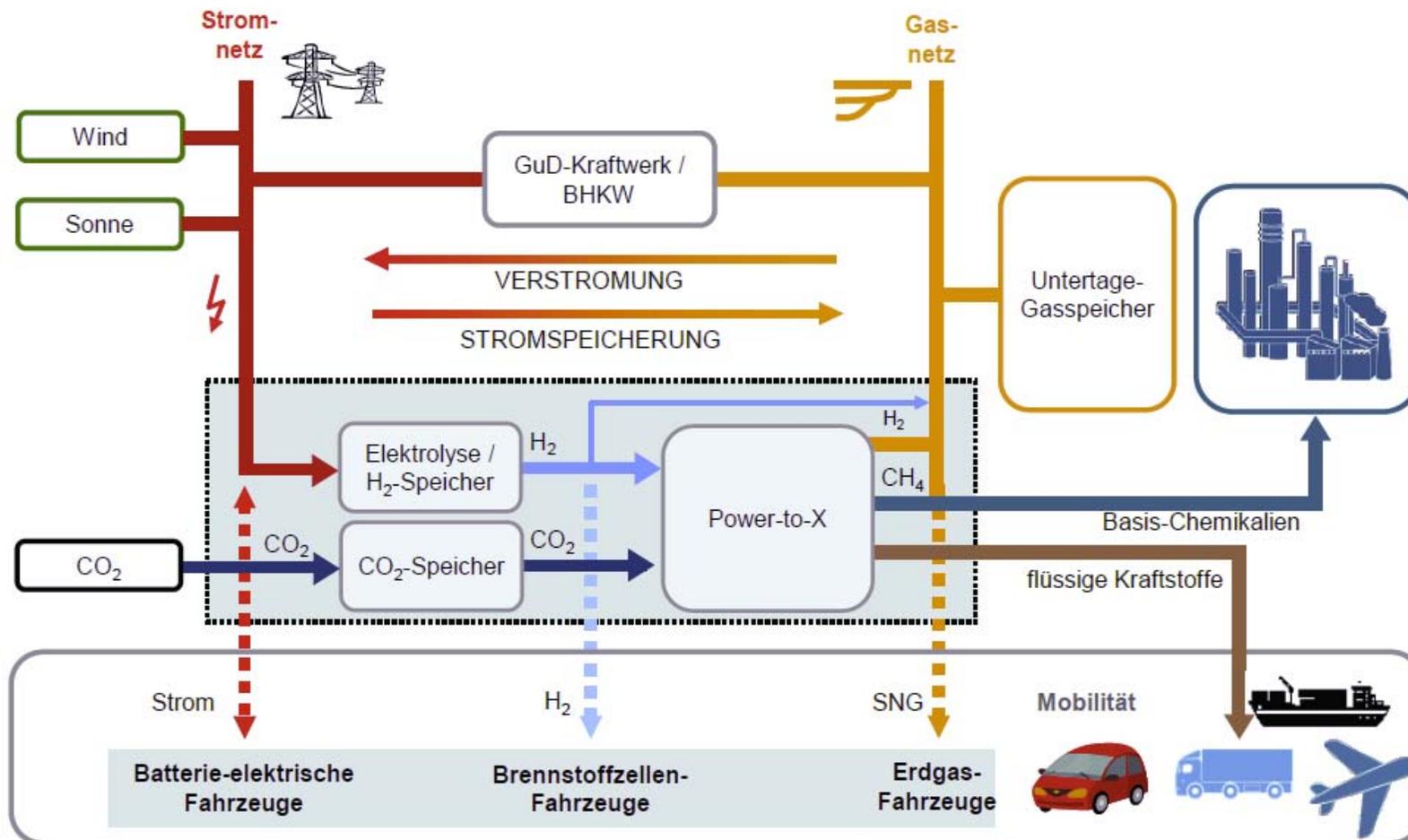
Nachhaltige
Energiewirtschaft



4. Impuls

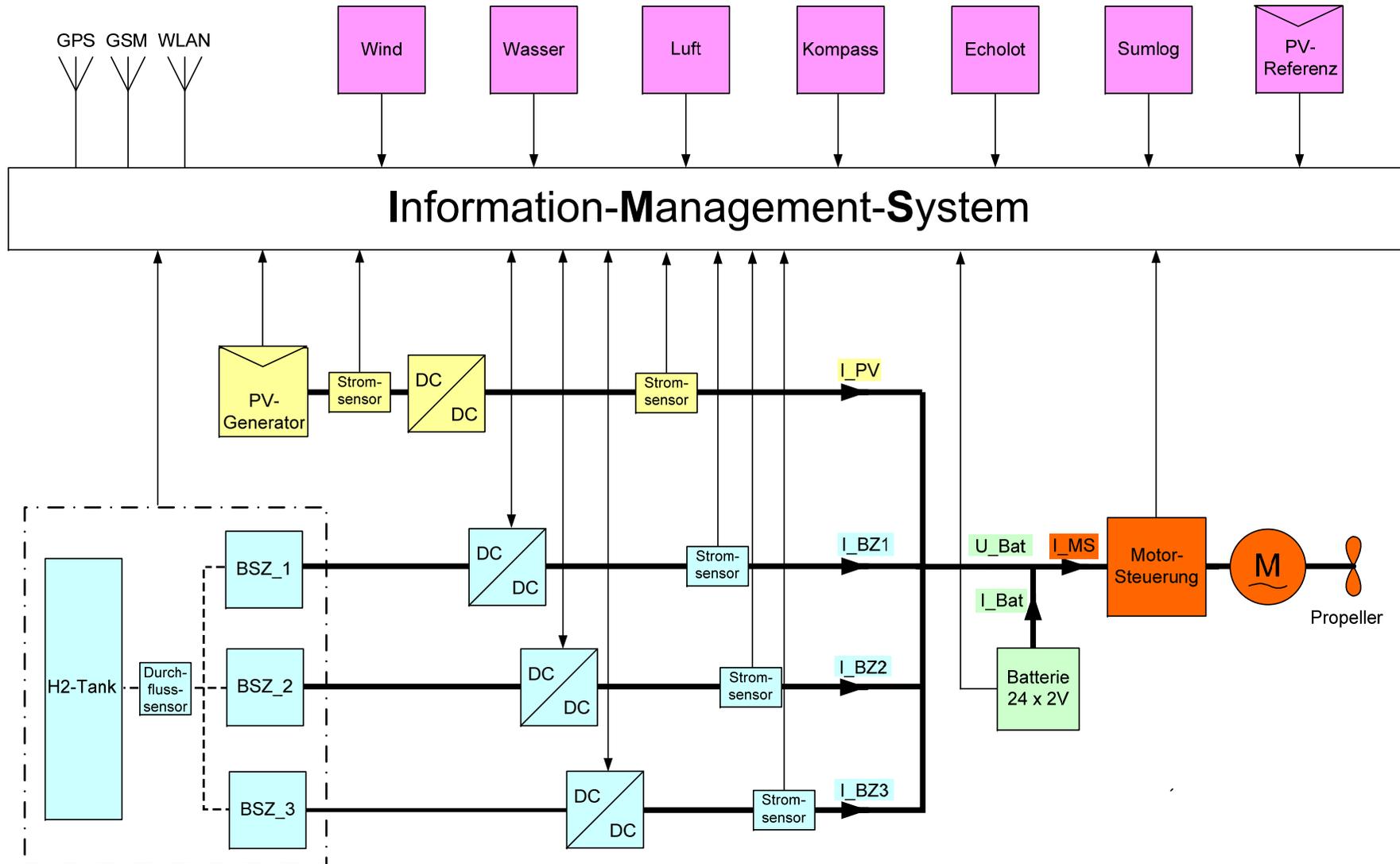
Energiesystem

Grundprinzip Power-to-X



SNG: Substitute Natural Gas (Erdgassubstitut)

Struktur von Energie- und Datensystem



5. Impuls

Bewertungskriterien

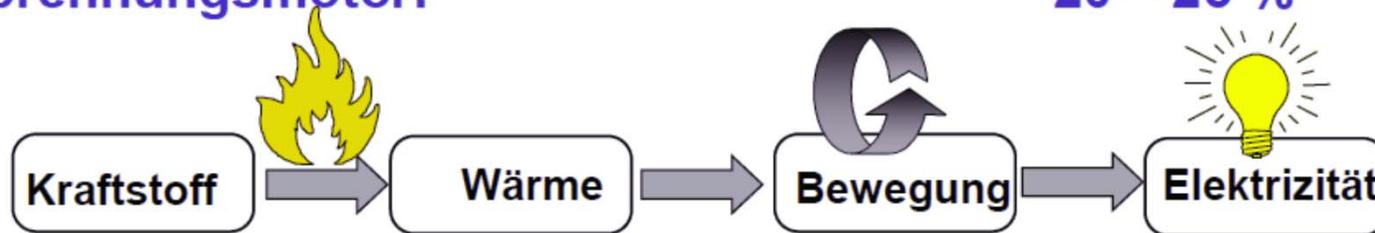
- Wirkungsgrad
- Handhabung
- Volumetrische Energiedichte
- Gravimetrische Energiedichte
- Leistung
- Rohstoffe
- Verfügbarkeit
- Versorgungsinfrastruktur

Wirkungsgrade

Typische Fahrzeug-Wirkungsgrade („Tank-to-Wheel“):

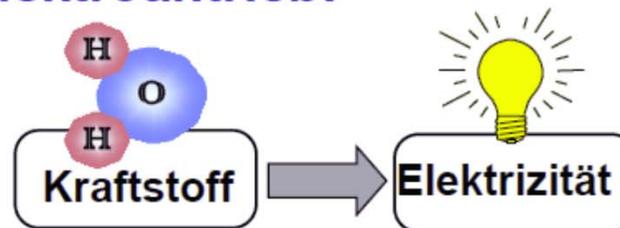
Verbrennungsmotor:

20 – 25 %



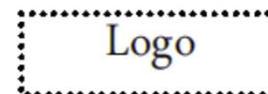
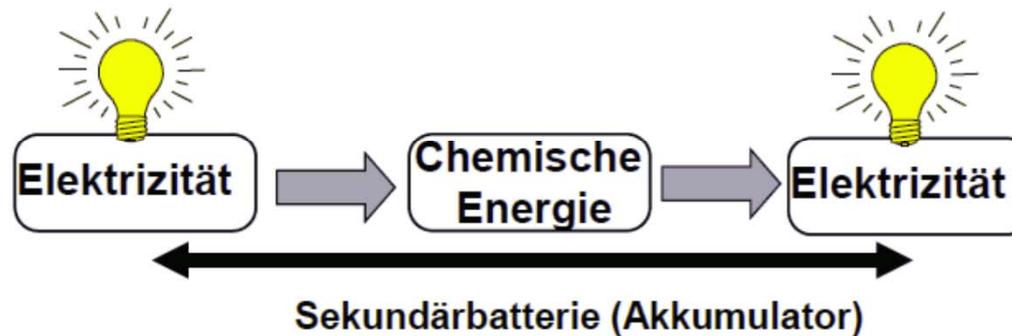
Brennstoffzellen-Elektroantrieb:

40 – 50 %



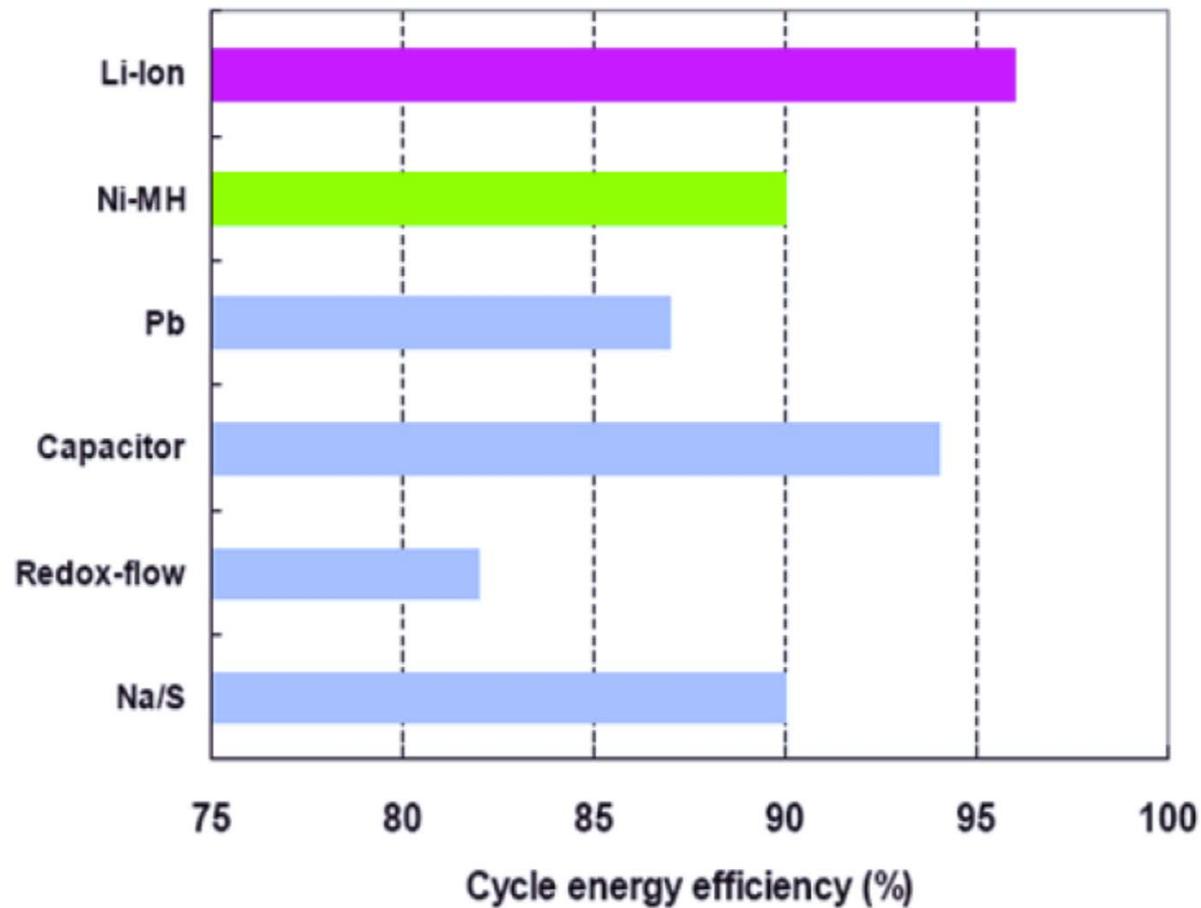
Batterie-Elektroantrieb:

70 – 80 %



1. Stationäre elektrochemische Speichertechnologien

Energiewirkungsgrad





Kathodenmaterialien im Vergleich

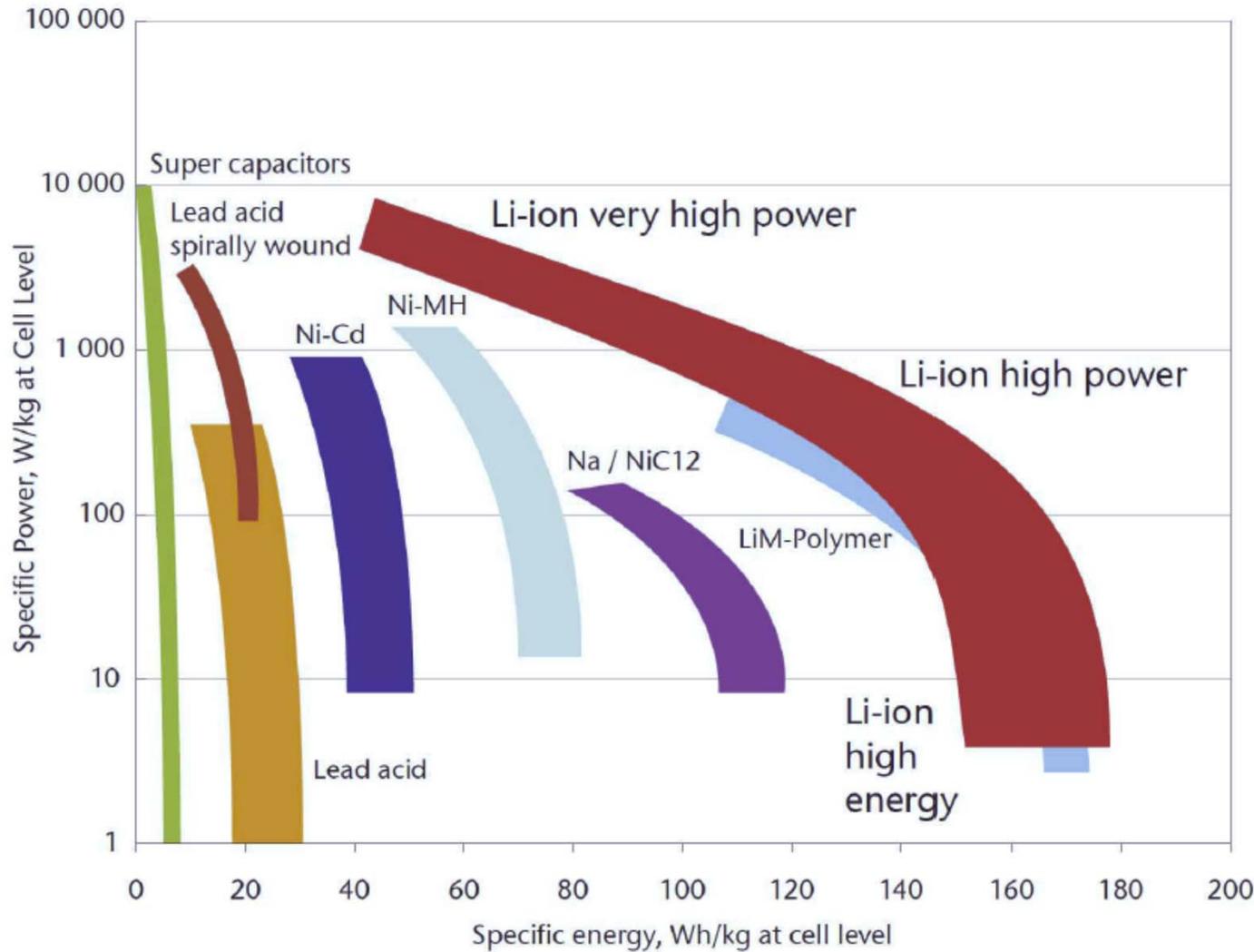
Daten für eine Li-Ionen-Batterie mit **Li-Graphit** als negative Masse

PM	U_z / V	E_{prakt} / Wh kg ⁻¹	Zyklen	Laden	Sicher - heit	Preis
LiCoO₂	3,7	110 - 200	500 - 1000	4,2 V ; 3 h	-	--
LiMnO₂	4,0	110 - 120	500 - 1000	4,2 V; 3 h	+	o
LiNiO₂	3,8	95 - 130	500 - 1000	4,2 V; 3 h	-	-
LiFePO₄	3,3	95 - 140	8000	4,0 V ; 1,5 h	++	+
Li₄Ti₅O₁₂	2,3	70 - 80	60 - 80	2,8 V; 1,5 h	o	o (?)

Physik in unserer Zeit, 41 (2010) 36

1. Stationäre elektrochemische Speichertechnologien

Energie- und Leistungsdichte



Quelle: IEA Technology Roadmap Electric and plug-in hybrid electric vehicles 2011, Johnson Control - Saft 2005 and 2007

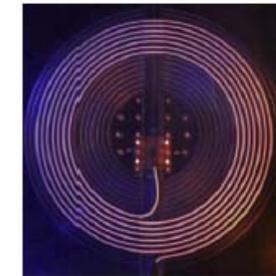
Ladeinfrastruktur für eine gemeinschaftliche Mobilität

Kombiniertes leitendes und induktives Ladesystem

Kombination der Vorteile beider Systeme

Induktives Laden (22kW, bidirektional)

- Hoher Komfort für Nutzer
- Kein umständliches Handtieren mit dem Ladekabel
- Autonomes Laden möglich
- Keine sichtbare Ladeinfrastruktur - gute Integration ins Stadtbild
- Sicher vor Vandalismus
- hoher Wirkungsgrad (max. 95%)



Konduktives Laden (22kW, bidirektional)

- Hoher Wirkungsgrad (max. 98%)
- Weit verbreitete Ladeinfrastruktur („Mode 3“-Ladung; „Typ 2“-Stecker)
- (Abwärts-)Kompatibel zu Schuko-Ladung (1-phasig; 3,5 kW)



18-06-26

Prof. Dr.-Ing. Schaffrin

Nachhaltige
Energiewirtschaft



**Nicht weil es schwer ist, wagen wir es nicht,
sondern weil wir es nicht wagen, ist es schwer.**

(Seneca, 1-65 n. Chr.)