

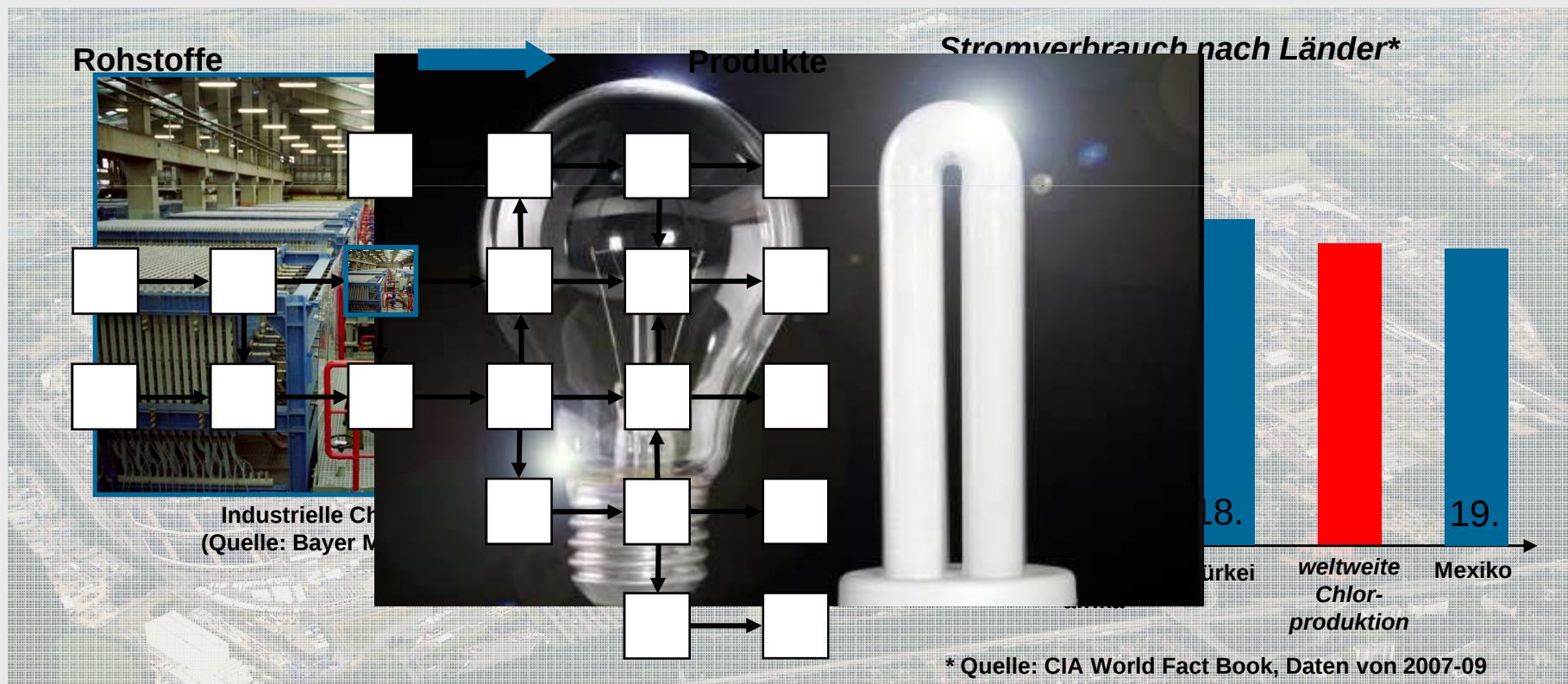
Ganzheitliche Bewertung von neuen Multi-Produkt-Prozessen am Beispiel der Chlor-Alkali-Elektrolyse

Johannes Jung und André Bardow

Ökobilanz-Werkstatt 2010, Darmstadt, 29.09.2010



- ... **fordert** effiziente, wirtschaftliche und umweltverträgliche Technologien
- ... **benötigt** Methoden für Technologiebewertung und –vergleich



Luftaufnahme Chemiepark Marl



Salz-Chlor-Alkali-Elektrolyse

Welches Potential haben neue Technologie?

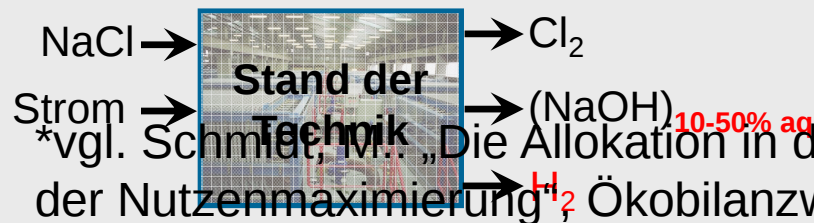
- Energiebedarf
- CO₂-Emissionen
- Kosten

Welche Technologie ist besser?

- allgemein (engl. „best available technology“, BAT)
- standort-spezifisch

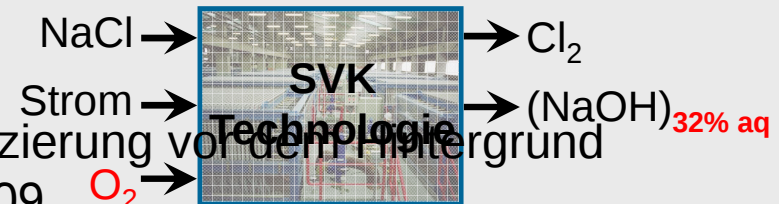


Industrielle Chlorproduktion
(Quelle: Bayer Material Science)



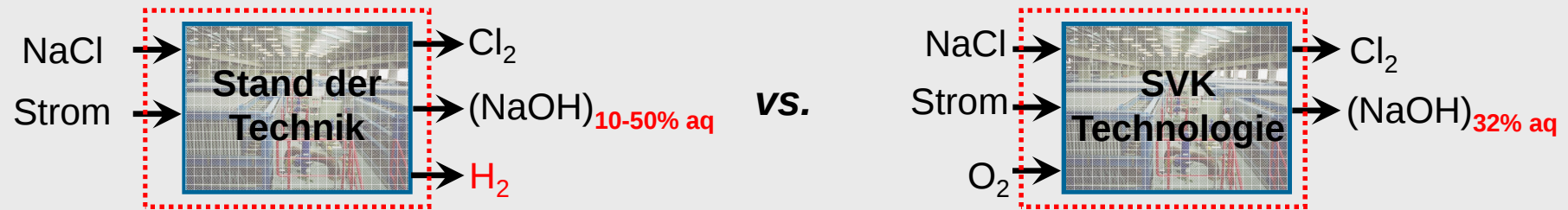
2,400 – 4,200 kWh_{el} / t Cl₂

VS.

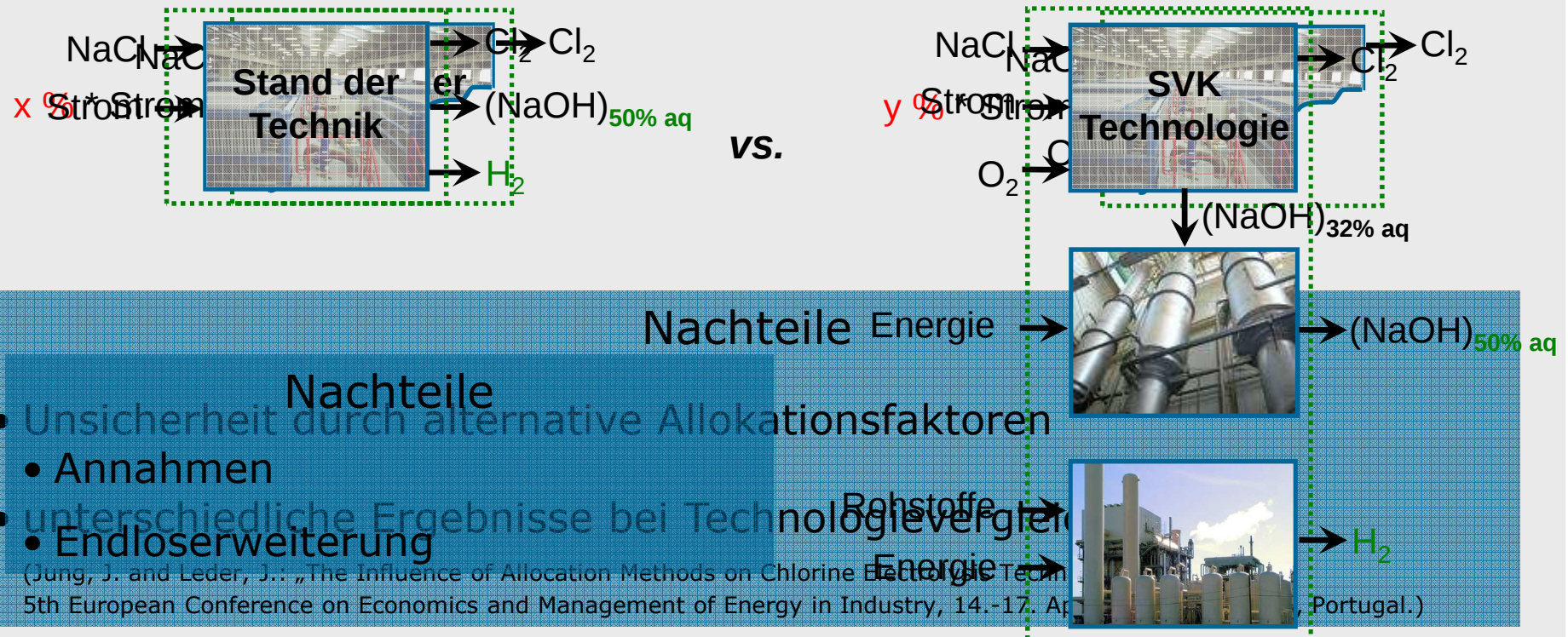


1,600 kWh_{el} / t Cl₂

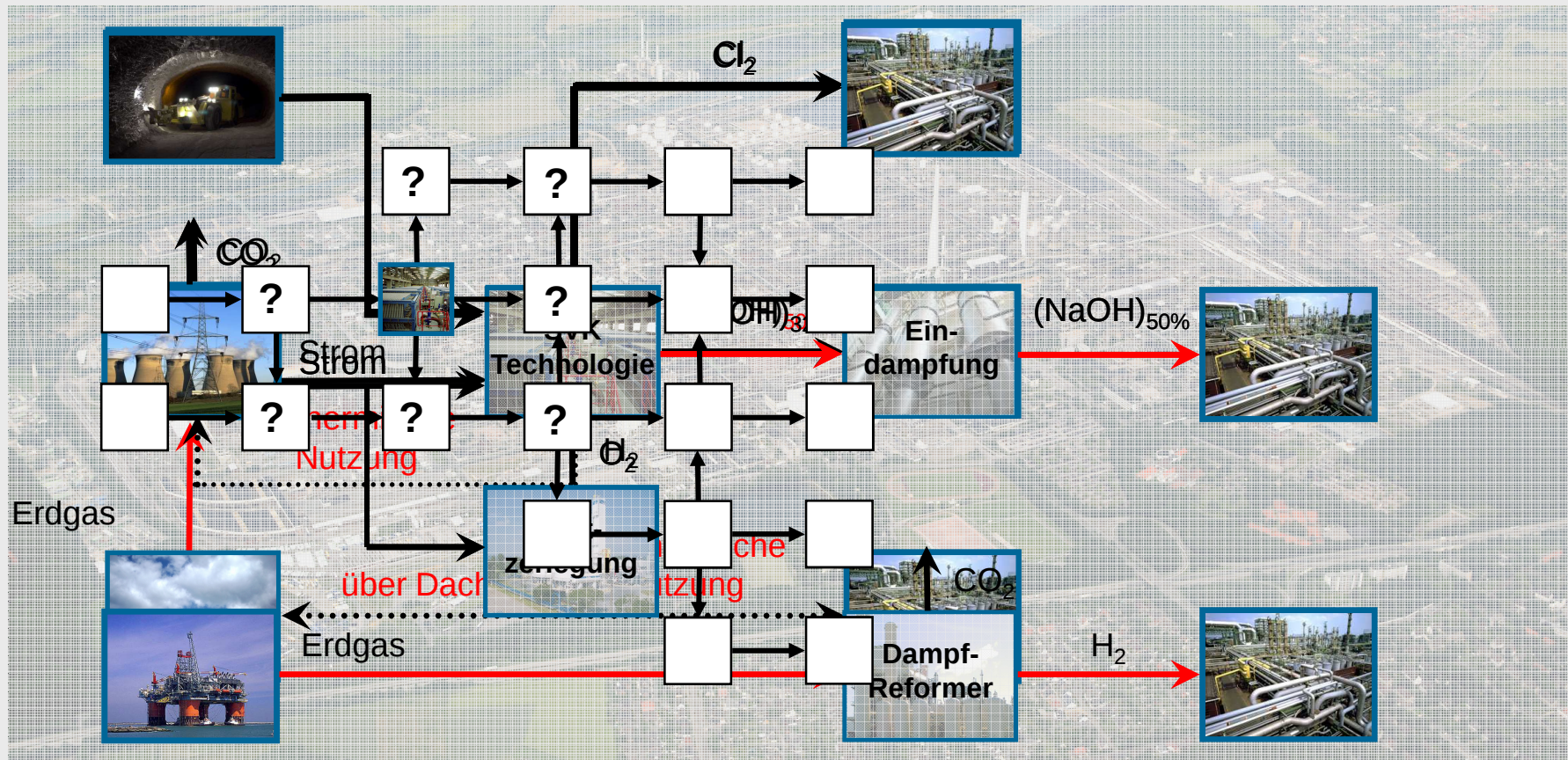
Aufgabe: Vergleich alternativer Multi-Produkt-Systeme

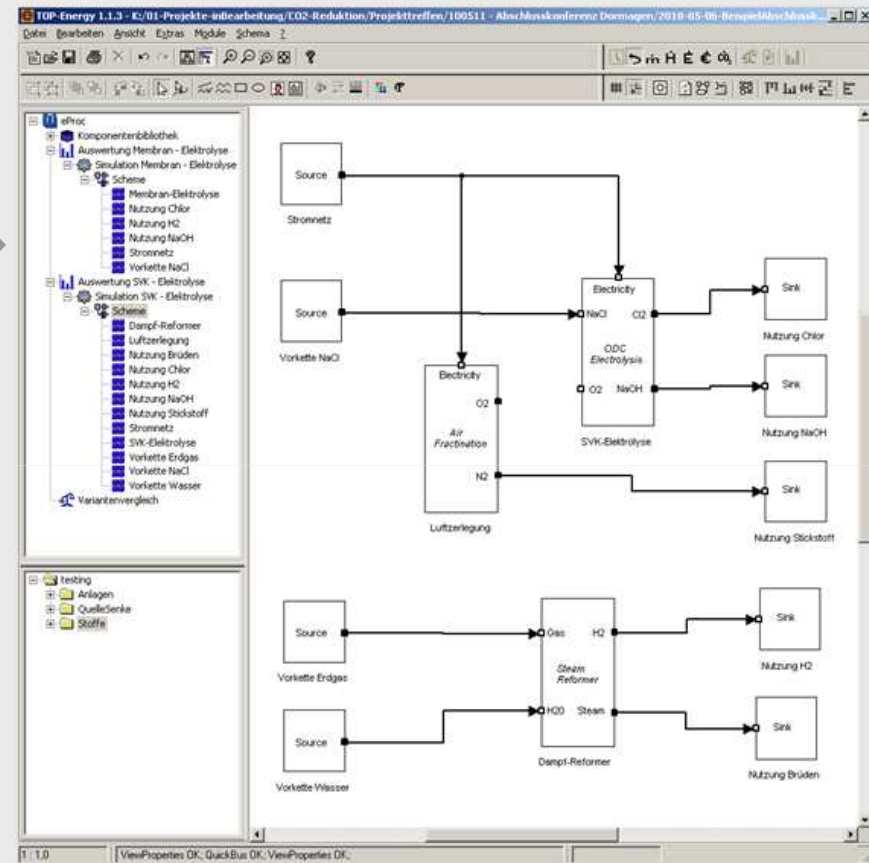
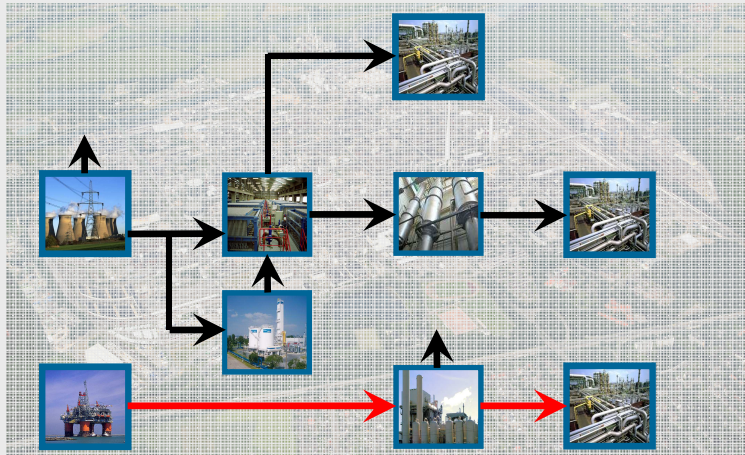


Erstelle eine ~~verschiedene~~ **Systemgrenze** funktionelle Einheit

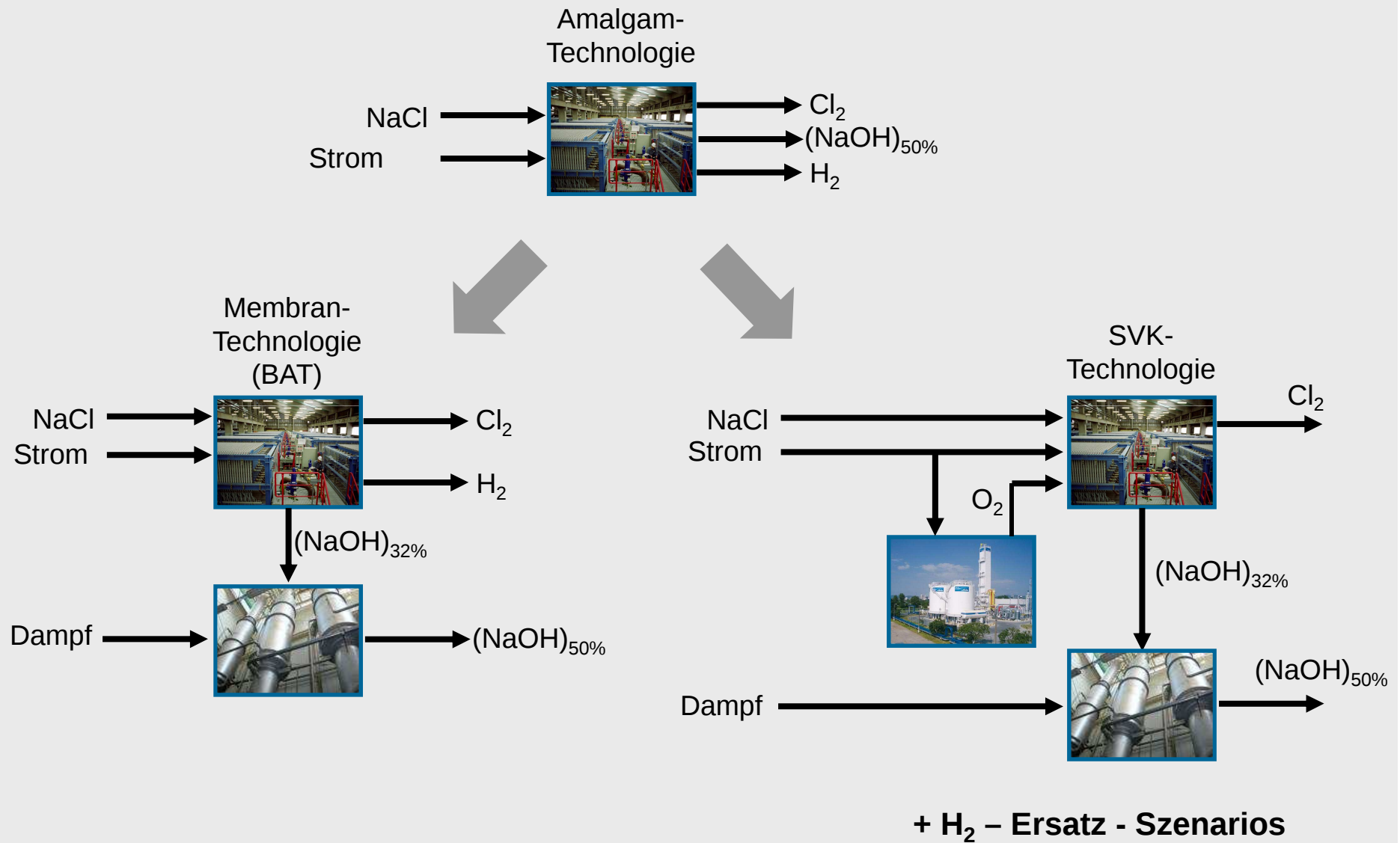


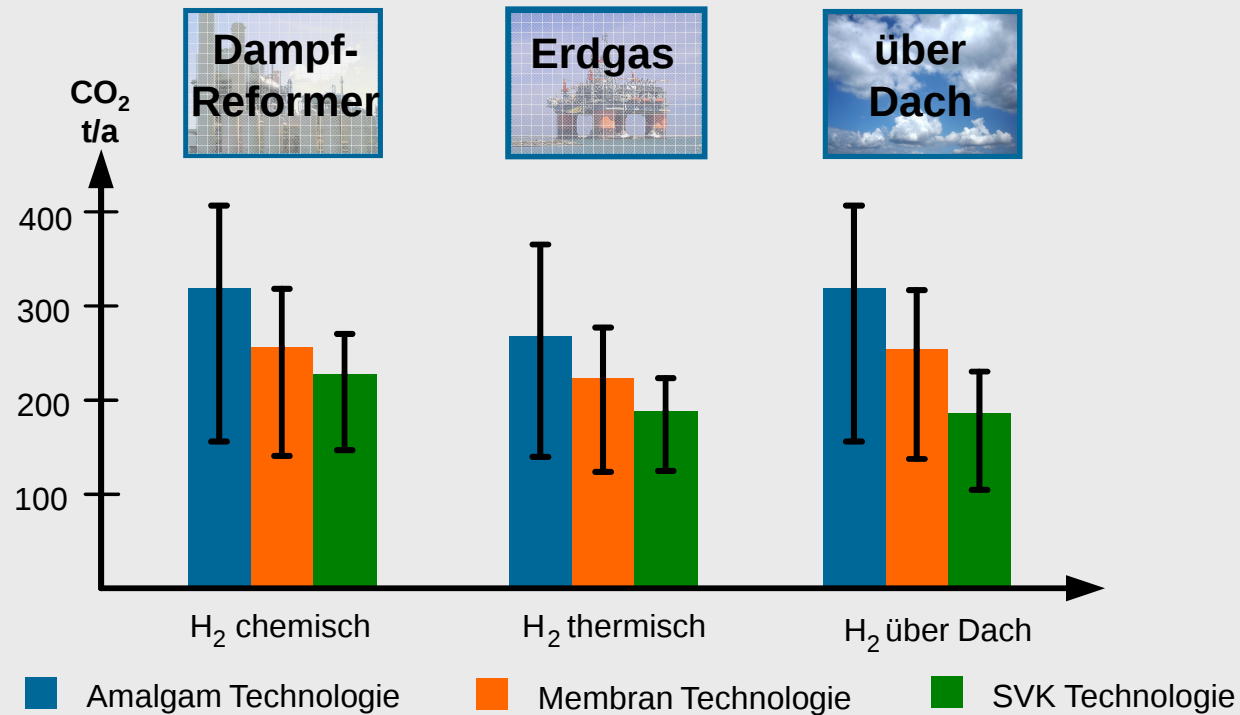
Chlorherstellung, mögliche Verwertung





- Flussschema-Editor
- physikalische Modelle
- stationäre Systemsimulation
- Berechnung von Kennzahlen



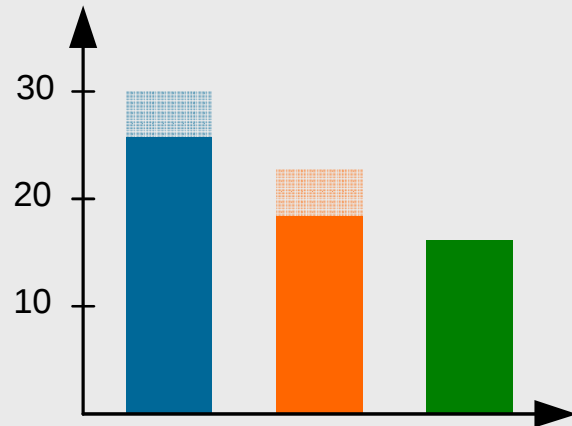


CO₂-Emissionen Stromerzeugung

	fossil	800 g CO ₂ / kWh _{el}
	Netz-schnitt	624 g CO ₂ / kWh _{el}
	erneuer-bar	300 g CO ₂ / kWh _{el}

- starke Abhängigkeit von der Stromerzeugung
- kein eindeutiger Vorteil für eine Technologie

Energiekosten
in Mio. €/a



■ Amalgam Technologie
■ Membran Technologie
■ SVK Technologie

Energiepreise

Strom: 60 € / MWh_{el}

Dampf: 20 € / MWh_{el}

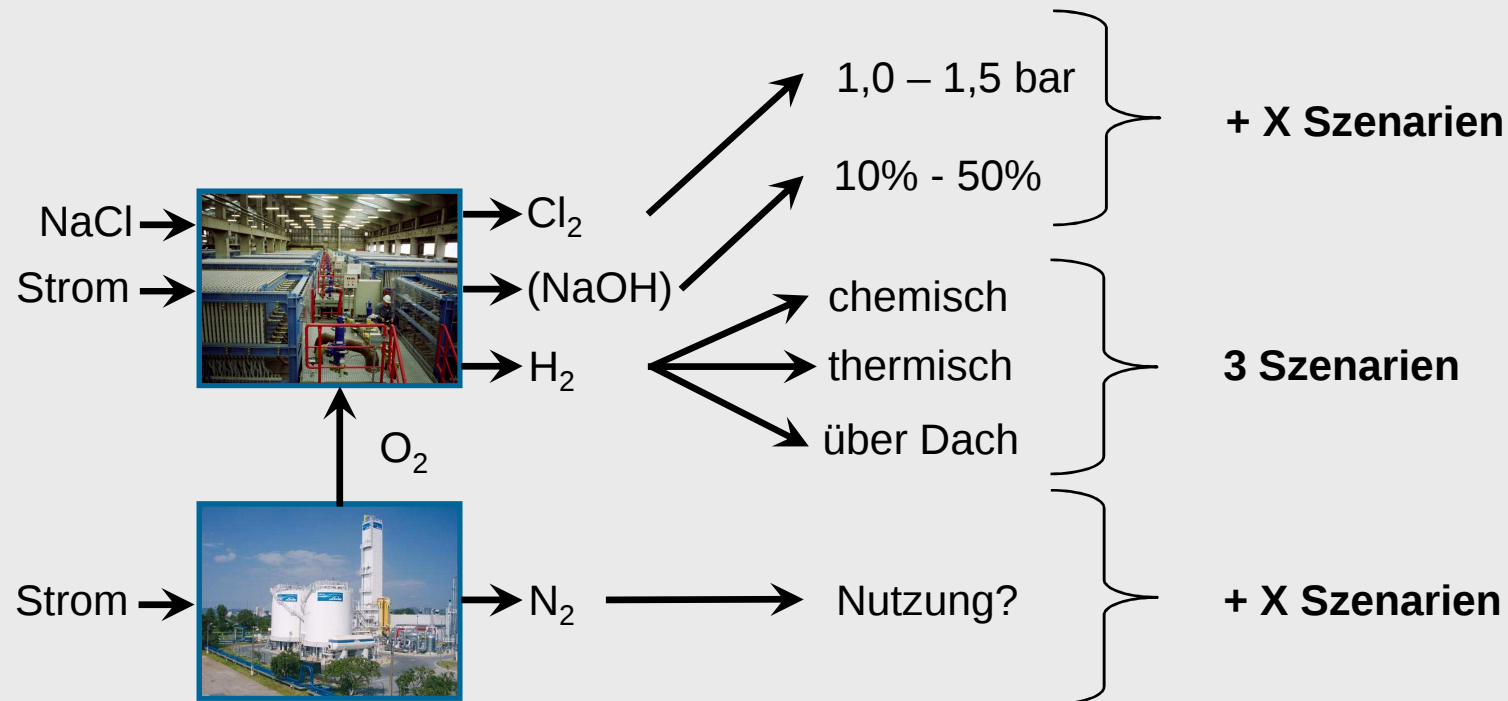
H₂: 30 € / MWh_{Hu}

- starke Abhängigkeit von H₂-Vergütung
- SVK ist nicht immer wirtschaftlicher



- Ökologie und Ökonomie standortabhängig
- Szenarienbasierte Analyse möglich
- Multi-Produkt-Prozesse nicht BAT-geeignet?

- Allgemeine Methodik für Multi-Produkt-Prozesse



- Szenarienbasierte Bewertung schnell zu komplex?
- allgemeine Standortdefinition für chemische Multi-Produkt-Prozesse möglich?
- wenn nicht BAT, dann allgemein-gültige Vergleichsmethodik?

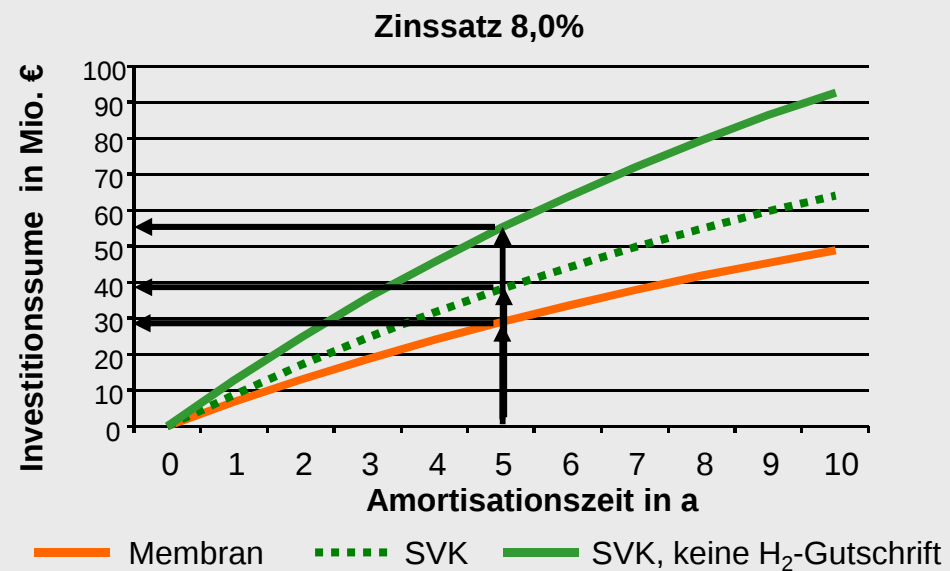
Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Fragen?

Dipl.-Ing. Johannes Jung
Lehrstuhl für Technische Thermodynamik
RWTH Aachen
Energiesystemtechnik
jung@litt.rwth-aachen.de
Tel.: 0049-241-8095393

Die Arbeit wurde im Rahmen der Maßnahme „klimazwei – Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.





Methode	Grund	Wahl
1. Systemzerlegung	Zelle kleinste mögliche Einheit	nicht anwendbar
2. physik. Zusammenhang	Stöchiometrie, „starres“ System	nicht anwendbar
3. Marktwert	Marktwerte unabhängig,	nicht anwendbar
4. physik. Größen	kein Ausschlusskriterium	anwendbar

Allokationsregel	Grund	Standard Elektrolyse			SVK Elektrolyse	
		Cl ₂	NaOH	H ₂	Cl ₂	NaOH
Massenanteil	- einfach zu ermitteln - Preise pro Masse	0.464	0.523	0.013	0.470	0.530
Stoffmengenanteil	- einfach zu ermitteln - gibt die Reaktion wieder	0.250	0.500	0.250	0.330	0.670
Massenanteil ohne H ₂ , H ₂ -Gutschrift (H _u)	Wasserstoff nicht Hauptprodukt	0.470	0.530	0.000	0.470	0.530
Exergieanteil	- beschreibt „Qualität“ - Analogie Energietechnik	0.287	0.177	0.536	0.619	0.381

	CED [MJ/ t Cl ₂]		GWP [kg CO ₂ /t Cl ₂]		Acidification [kg SO ₂ /t Cl ₂]	
	Membran	SVK	Membran	SVK	Membran	SVK
Massenanteil	12785	9260	720	520	1.38	0.95
Stoffmengenanteil	6888	6502	387	365	0.75	0.67
H ₂ -Gutschrift	10933	9260	612	520	1.33	0.95
Exergieanteil	7907	12196	445	684	0.86	1.25

