

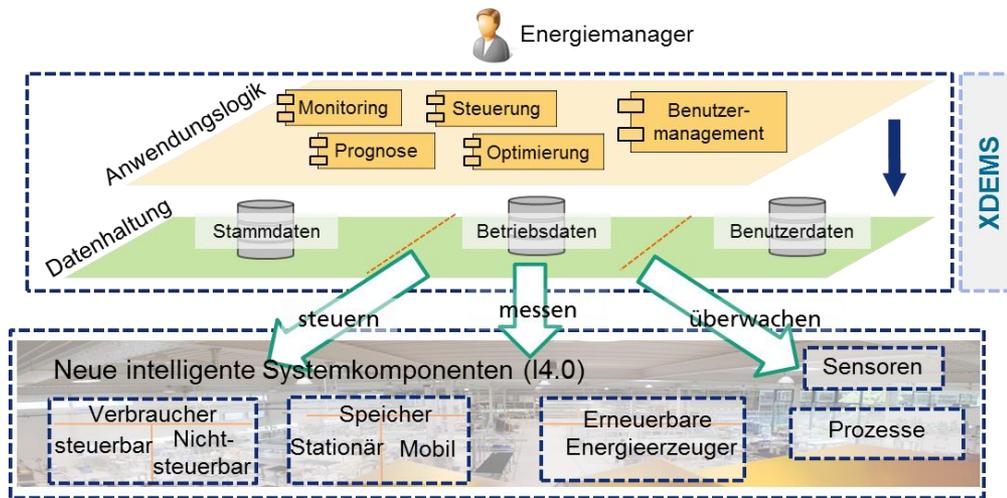




# Dynamisches Energiemanagementsystem

## Ganzheitliche und energieträgerübergreifende Optimierung von Energieverbrauch und -bereitstellung

- ! Neue Energieflexibilisierungspotentiale in der Industrie liefern einen wichtigen Beitrag zur Energiewende und sichern den Standort Deutschland



### XDEMS

Automatisierte, sich kontinuierlich optimierende Energiemanagement-Software, die die Energieziele des Kunden bewertet und realisiert



Identifikation neuer Energieeffizienzpotentiale sowie automatisierte und selbstlernende Steuerungsstrategien

Unterstützung des Energiemanagers bei der kontinuierlichen Verbesserung von Energieeinsatz und -bereitstellung in konvergenten Infrastrukturen

# Virtuelle Raum- und Strukturentwicklung

## Smart Park Plattform



### Industrieparks - Industrieparkmanager



Industrieparkentwicklung unter gezielter Berücksichtigung interdisziplinärer Wechselwirkungen

- Virtual Reality als Basistechnologie zur Abbildung eines interdisziplinärer Gesamtmodells
- Multikriterielle Analyseverfahren zur Beurteilung der resultierenden Vorteilhaftigkeit von Ansiedlungen in Industrieparks

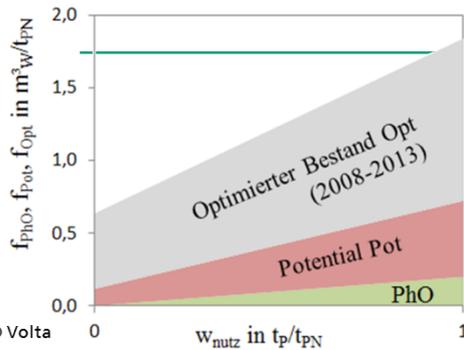


Wettbewerbsvorteile durch Standortoptimierung

Effizienzsteigerung durch Synchronisation von Betriebsprozessen

# Optimierter Produktionsprozess

## Grenzwertorientierte Energie- und Ressourceneffizienz



Produzierende Unternehmen, Prozessindustrie, Energieversorger und -dienstleister

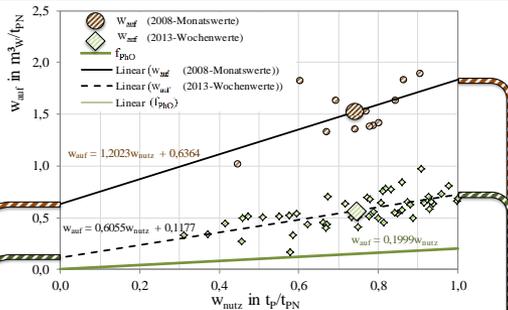


kontinuierlicher Verbesserungsprozess mit Kenntnis des optimalen Bedarfes



- „Physikalische Optimum“ (PhO) als idealer Referenzprozess
- Nutzenspezifische Prozessanalyse mit Hinblick auf den minimalen Energie- und Ressourcenaufwand
- Ganzheitliche Betrachtung von Energie und Ressourcen

Auf den Nutzungsgrad bezogene Potentialanalyse und Maßnahmenbewertung mit der Methode des Physikalischen Optimums (Beispiel Schokoladenfabrik)



(Daten um Rückkühlwerk normiert)

	2008	2013	
Nennproduktionsleistung der Fabrik		7.275	t <sub>pN</sub> /Monat
Bereitschaftsverlust w <sub>auf,0</sub>	0,636	0,118	m <sup>3</sup> w/t <sub>pN</sub>
Bereitschaftsverlust absolut	6.325	1,170	m <sup>3</sup> w/h
Nennwirkungsgrad η <sub>N</sub>	0,544	1,383	t <sub>pN</sub> /m <sup>3</sup> w
Auslastung der Fabrik w <sub>nutz</sub>	0,740	0,738	t <sub>p</sub> /t <sub>pN</sub>
Jahresnutzungsgrad η <sub>a</sub>	0,485	1,307	t <sub>p</sub> /m <sup>3</sup> w



Betriebswirtschaftliches Optimum

nachhaltige Effizienzsteigerung

Steuerung, Benchmarks und KPI's





# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

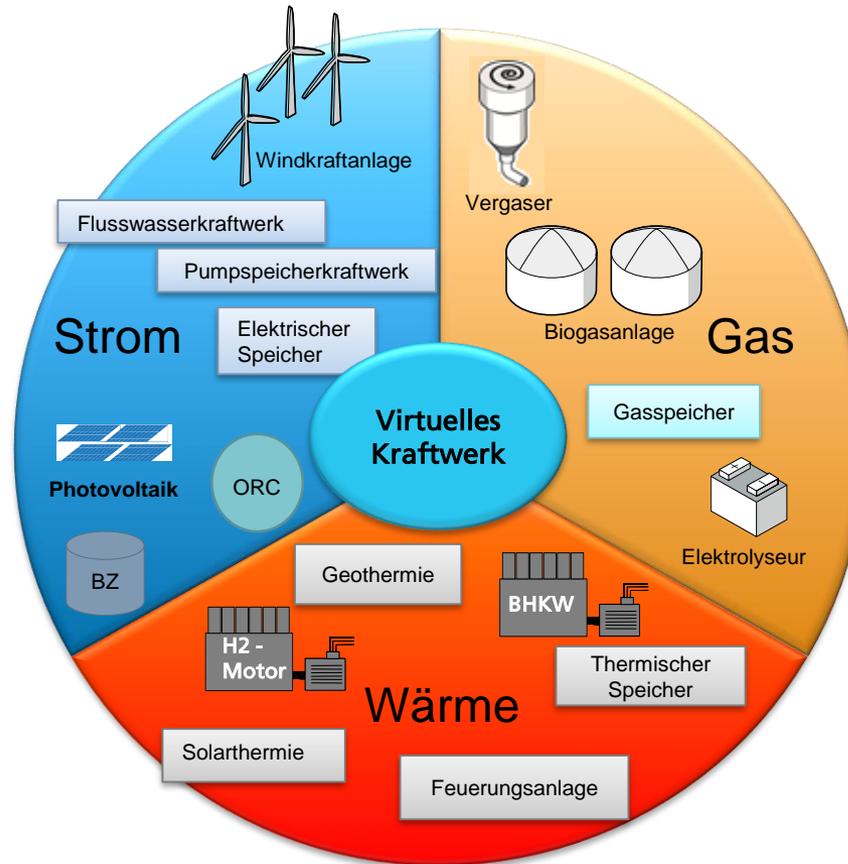
## Motivation

- Ausgangssituation:
  - 531 TWh Nettostromverbrauch in Deutschland (2015)
  - 45 % vom Nettostromverbrauch durch Verbrauchergruppe Industrie
  - mehrere tausend Industrieparks ohne Eigenversorgung
- Herausforderung:
  - Treibhausgasemissionen senken
  - Anteil erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch erhöhen
  - Konkurrenzfähigkeit gegenüber konventionellen Energiesysteme
  - Einbindung in virtuelle Kraftwerke
- Problemstellung:
  - Wirtschaftlichkeit
  - Volatile Energiebereitstellung
  - grundlastfähige und flexible Energieumwandlung



# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

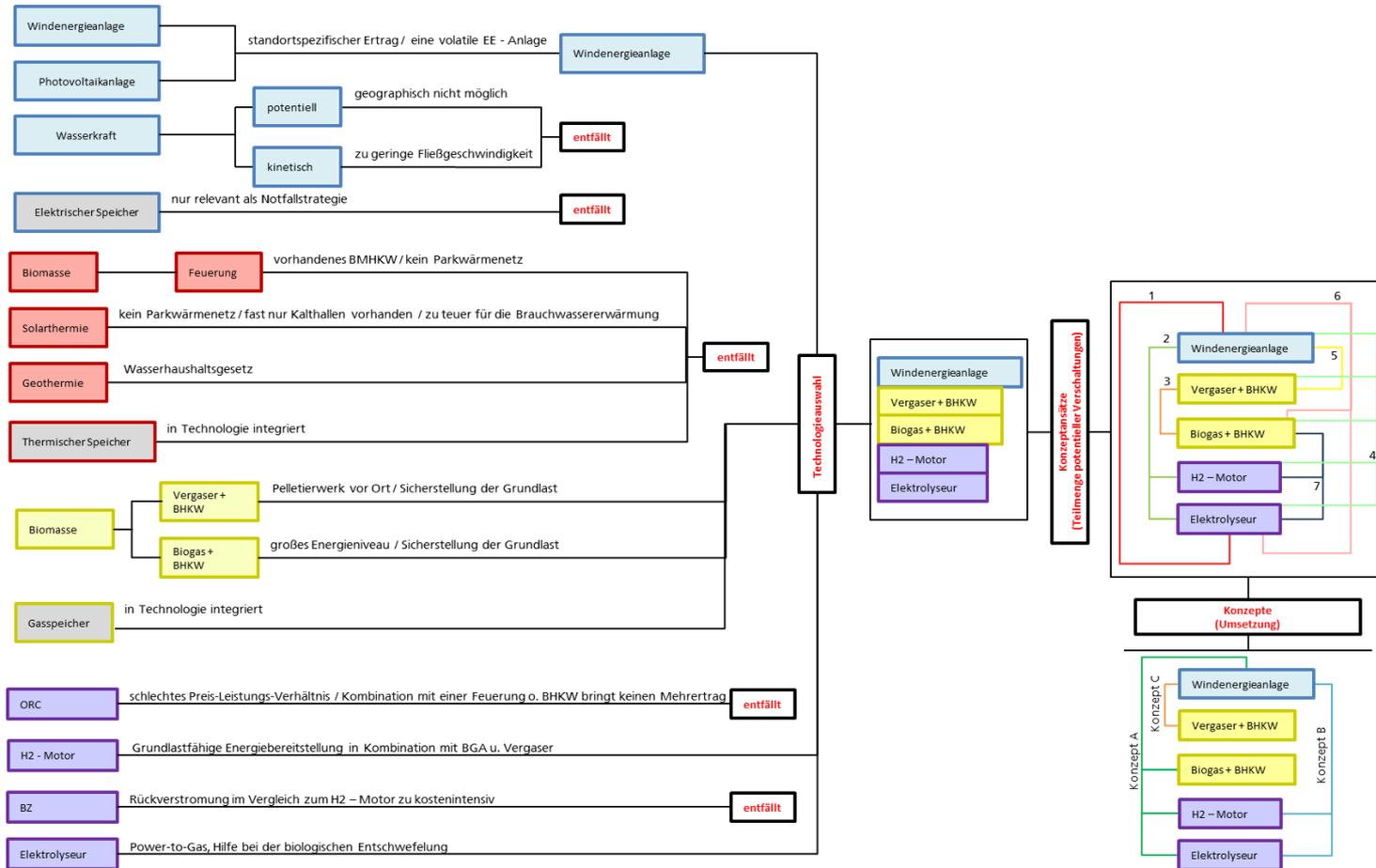
## Bausteine eines virtuellen Kraftwerks

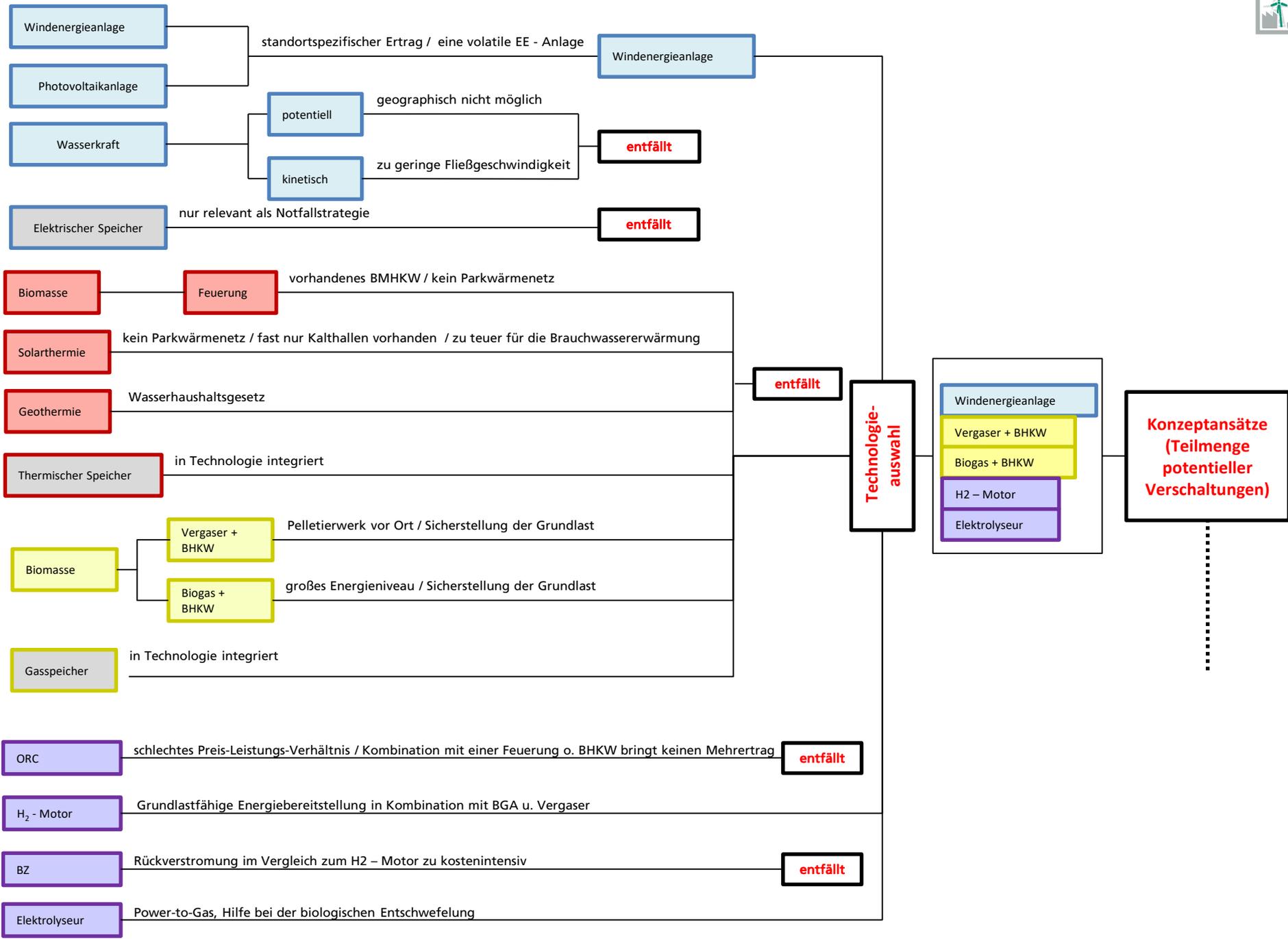


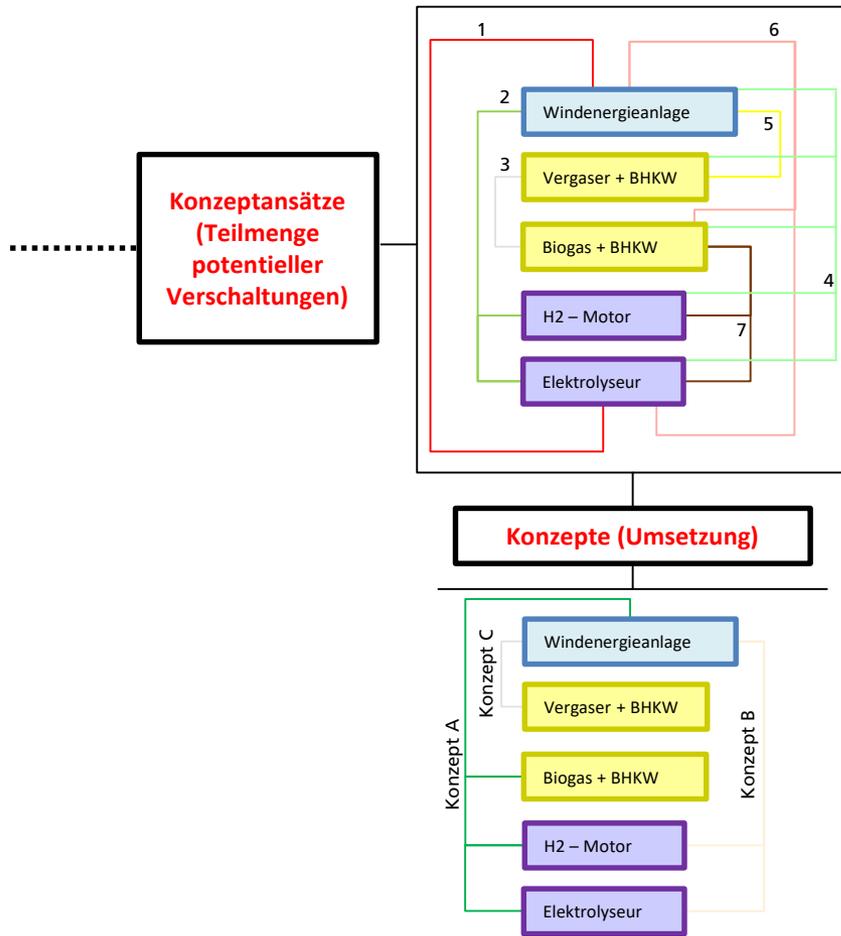


# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

## Technologieauswahl im virtuellen Kraftwerk - Entscheidungsbaum



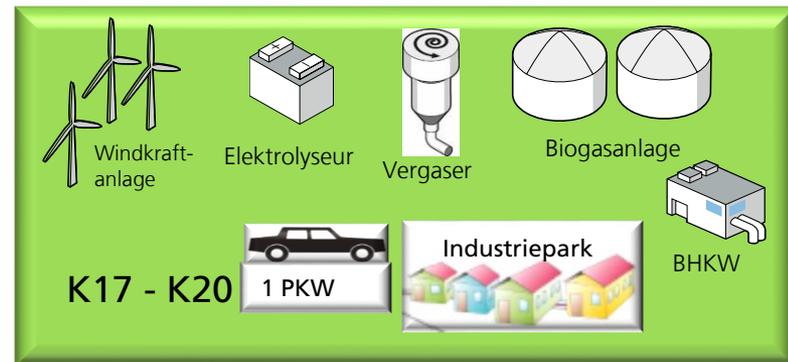
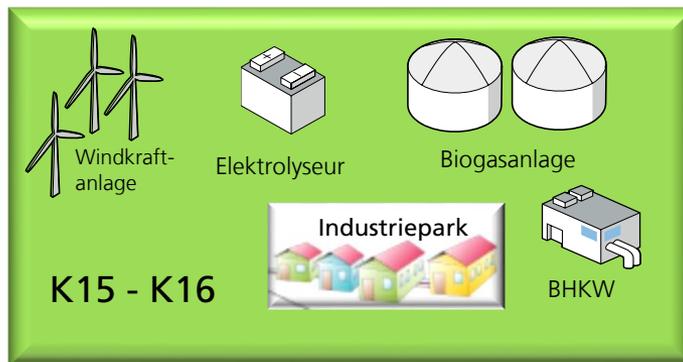
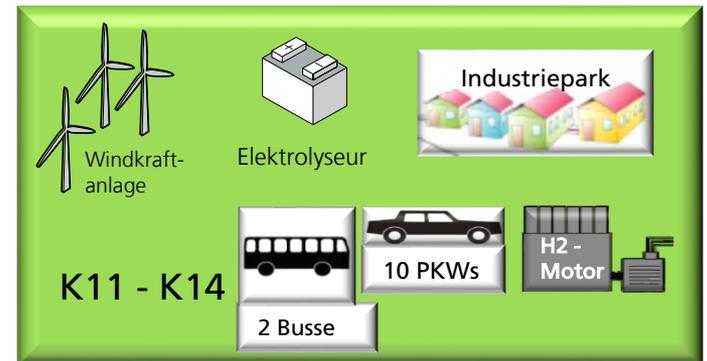
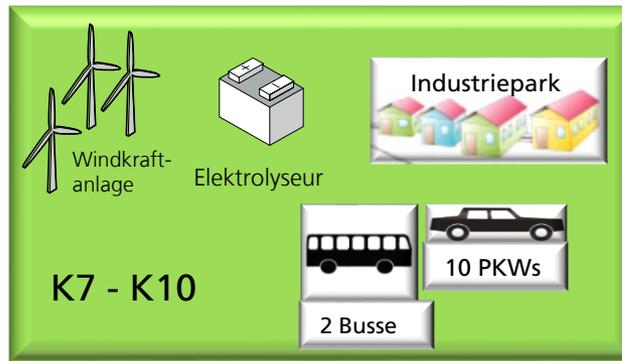
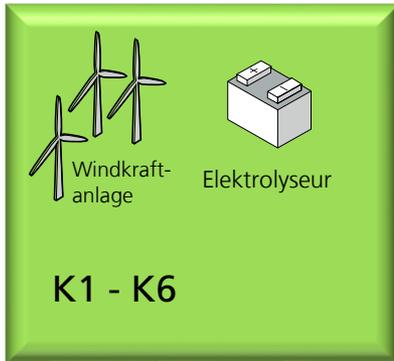






# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

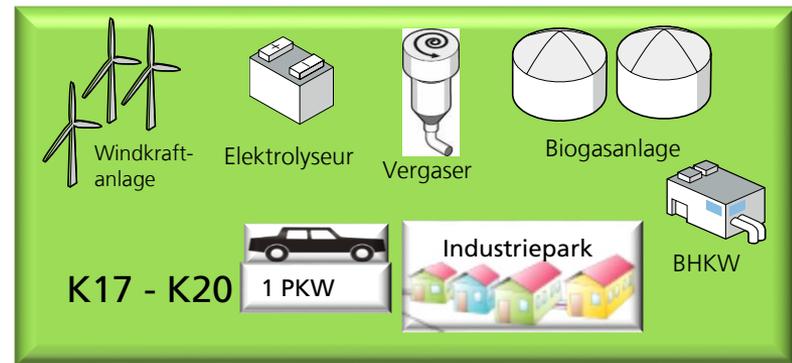
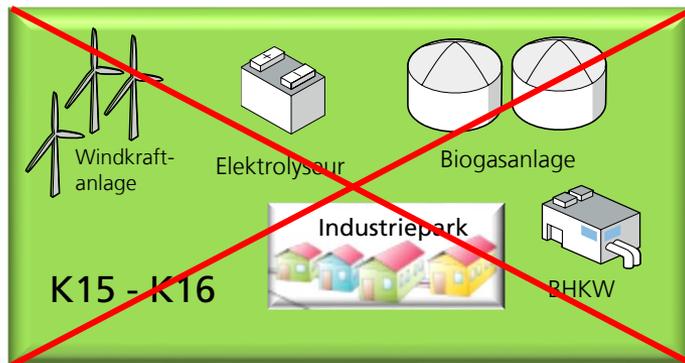
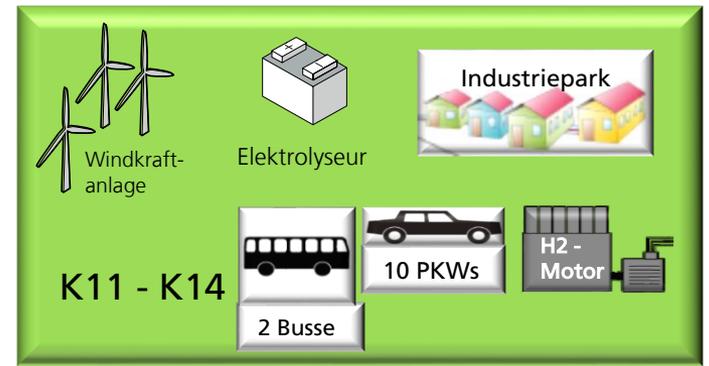
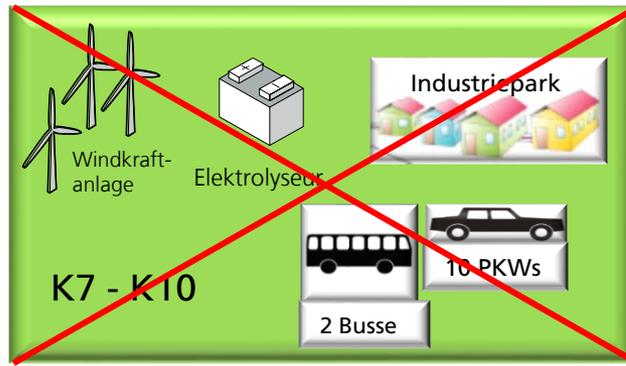
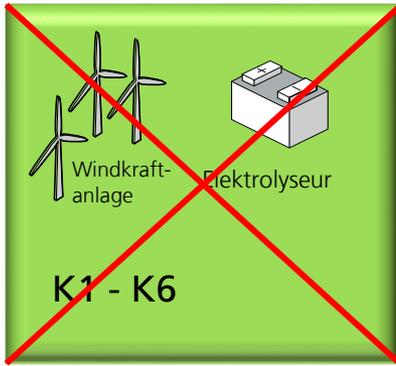
## Virt. Kraftwerk - Konzeptansätze und Finale Konzepte





# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

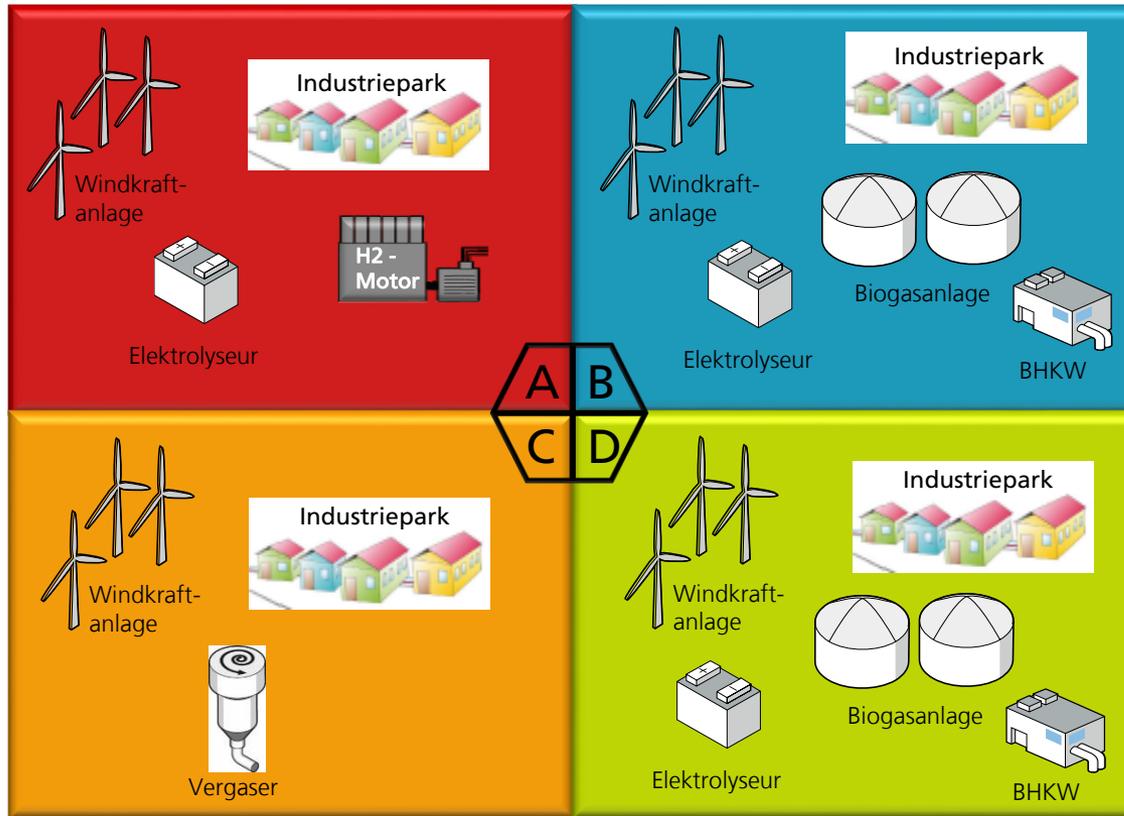
## Virt. Kraftwerk - Konzeptansätze und Finale Konzepte





# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

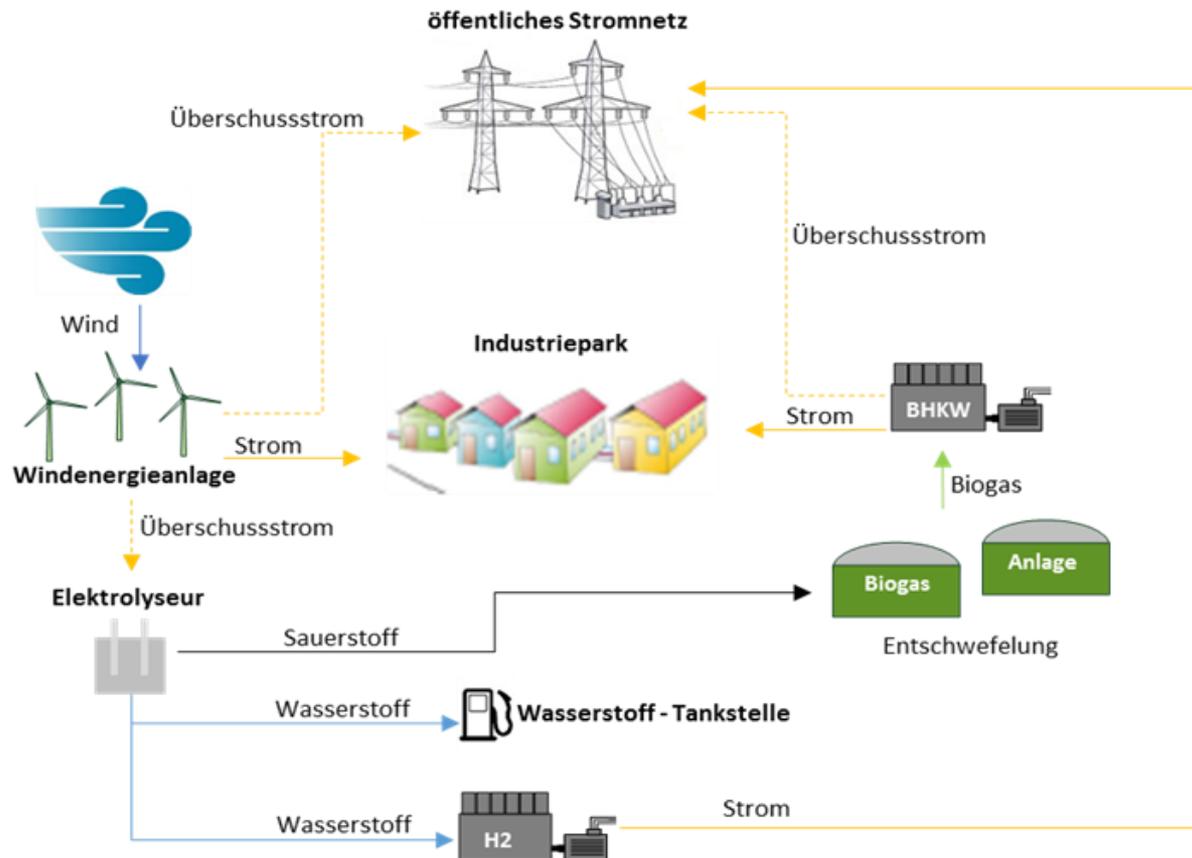
## Virt. Kraftwerk - Konzeptansätze und Finale Konzepte





# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

## Virt. Kraftwerk - Vernetzungsstrategie

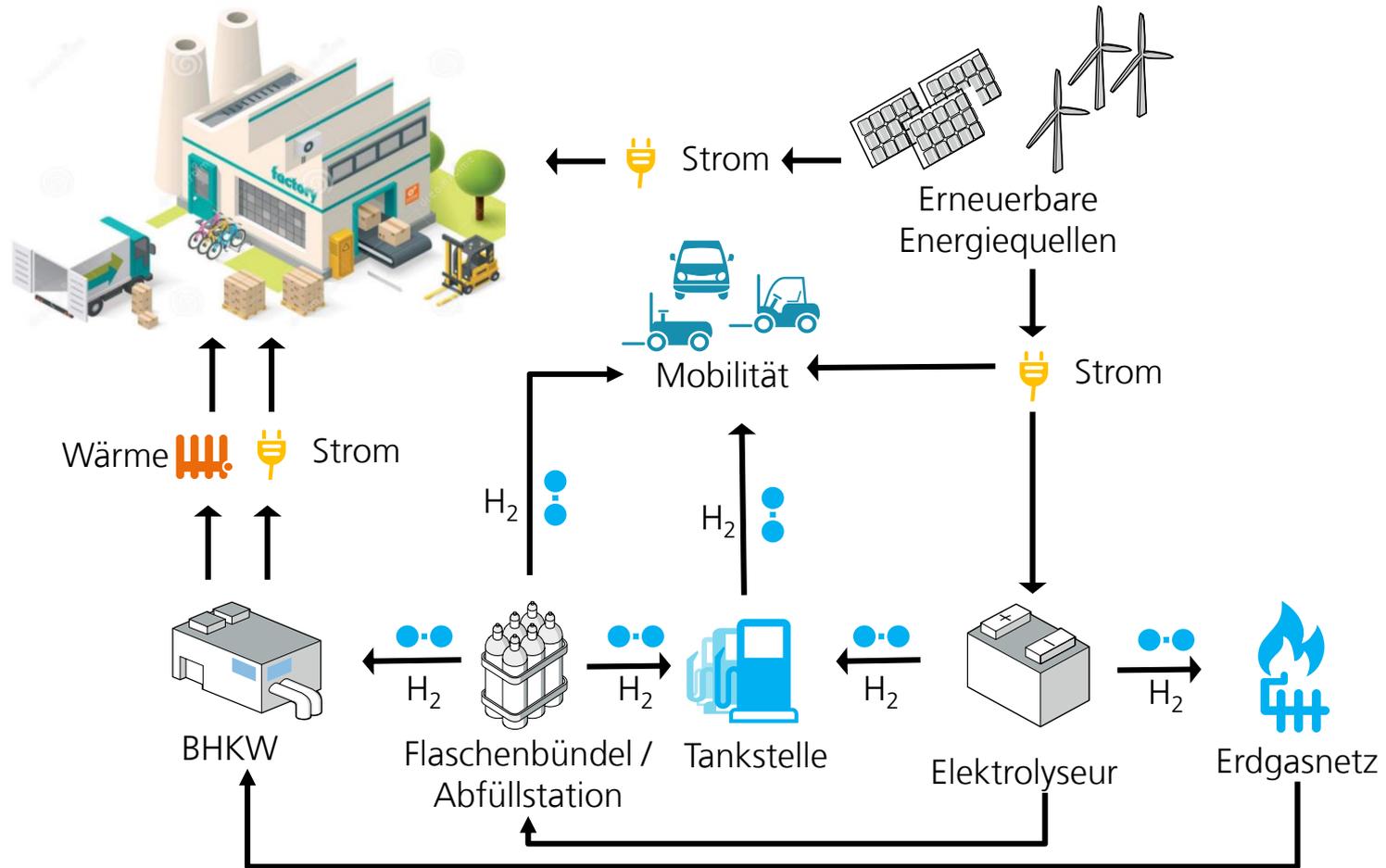






# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

## CO<sub>2</sub>-Neutrales Logistikzentrum





# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

## Streitfrage der Antriebstechnologie

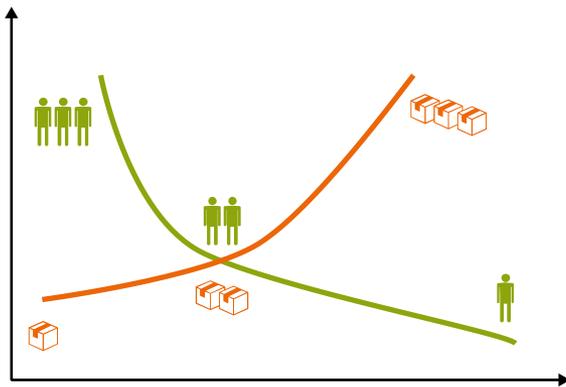
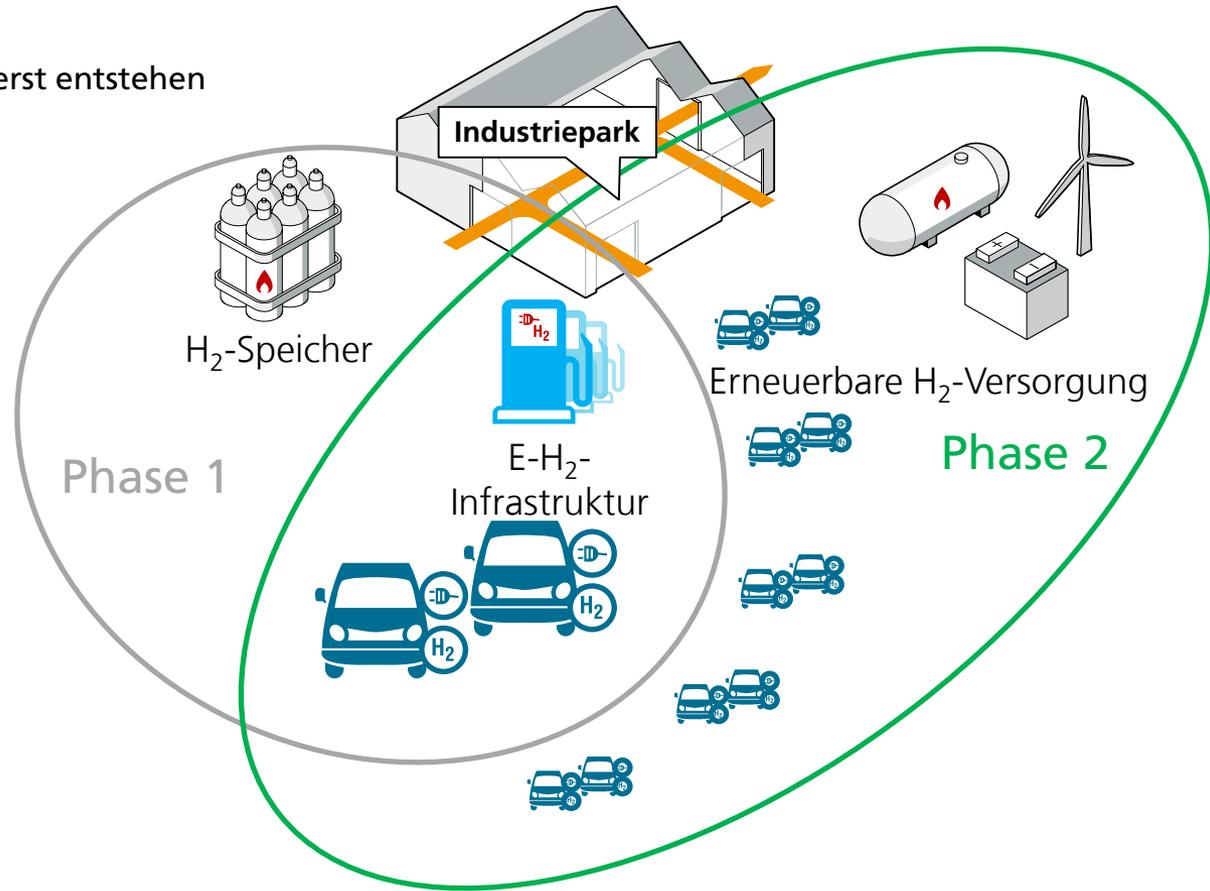




# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

## Mobilität als Wegbereiter für Wasserstoff - Ausgangspunkt

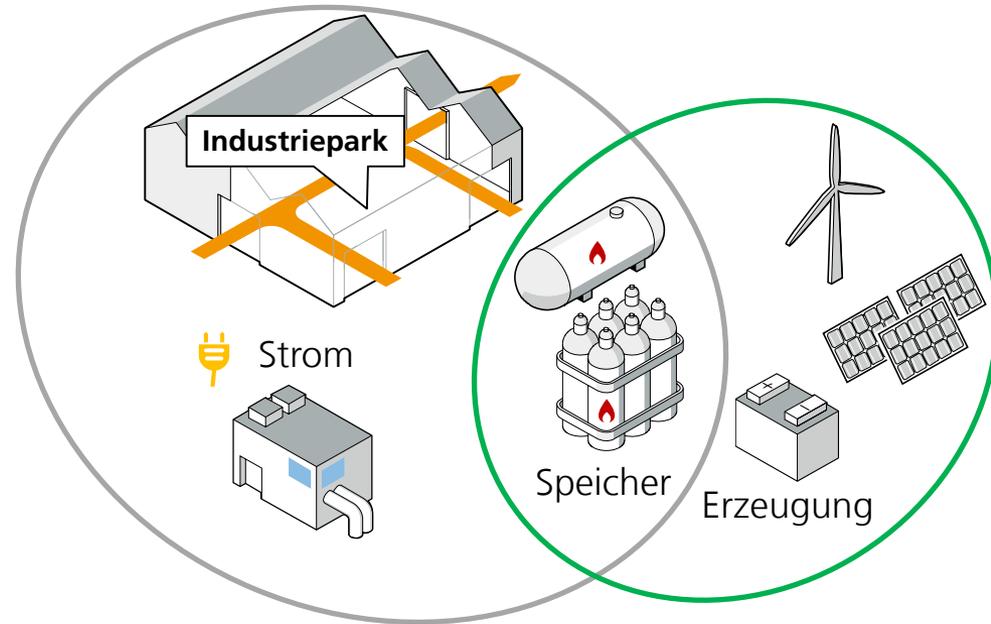
- Henne-Ei-Problem
  - Angebot und Nachfrage muss erst entstehen um sich selbst zu regulieren
- E-H<sub>2</sub>-Mobilität
  - Kleintransporter
  - Gabelstapler
  - Betankungssysteme
  - Niederflurfahrzeuge
  - Sonderbau



# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

## Mobilität als Wegbereiter für Wasserstoff – Möglichkeiten von Wasserstoff

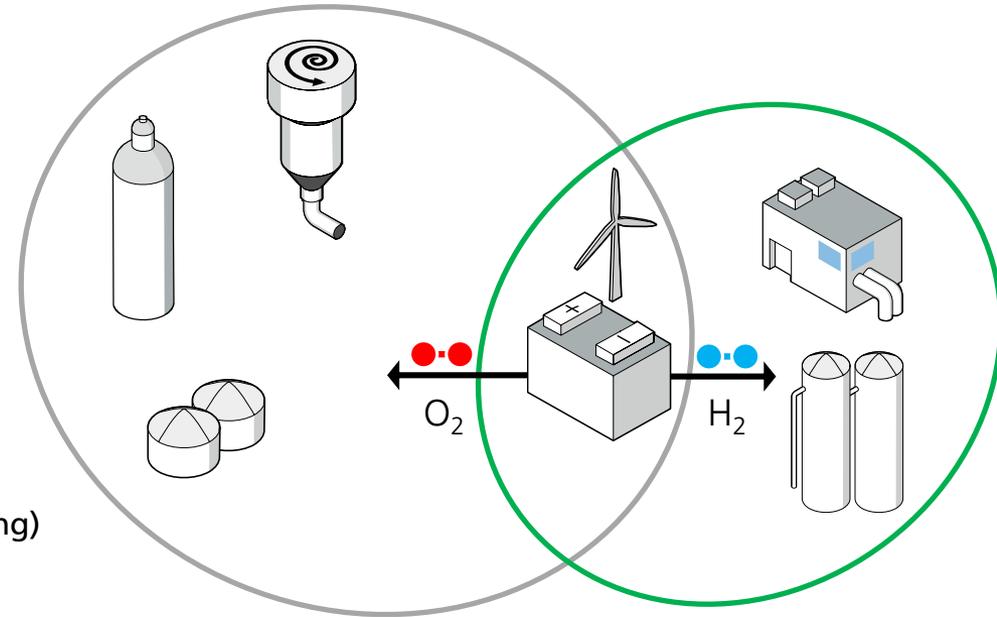
- E-H<sub>2</sub>-Mobilität
  - Kleintransporter
  - Niederflurfahrzeuge
  - Gabelstapler
  - Sonderbau
- H<sub>2</sub>-Notstromversorgung
  - schwarzstartfähige H<sub>2</sub>-BHKW
    - aktuell verdienen Notstromaggregate Geld im positiven Sekundärregelmarkt



# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

## Mobilität als Wegbereiter für Wasserstoff – Möglichkeiten von Wasserstoff

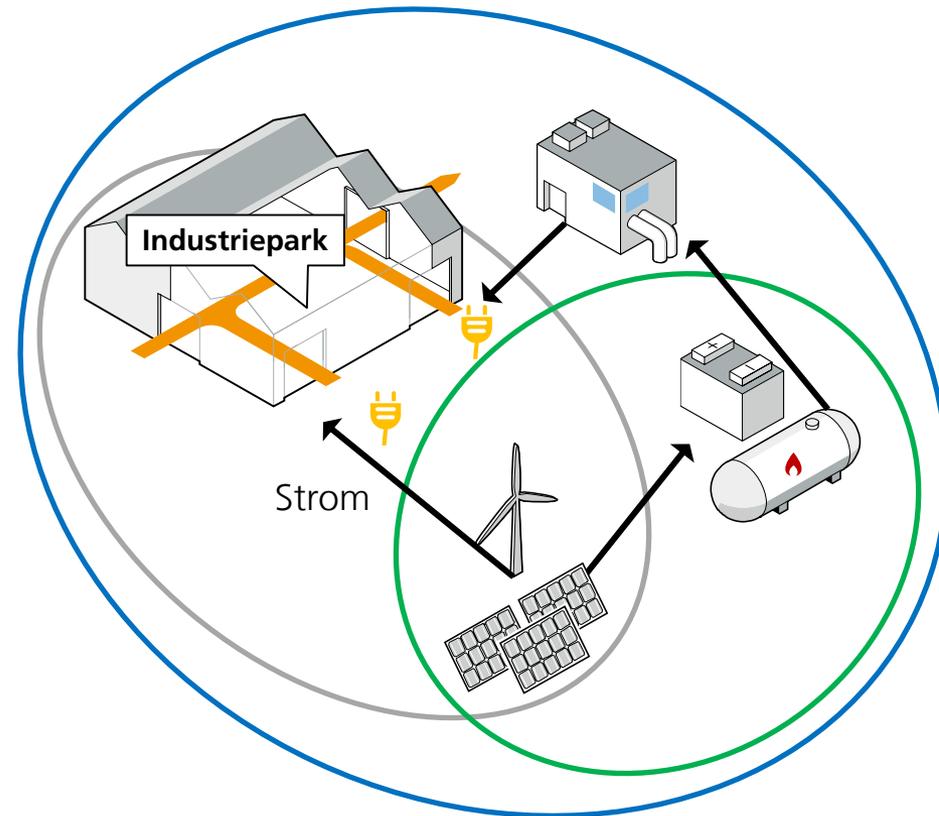
- E-H<sub>2</sub>-Mobilität
  - Kleintransporter
  - Niederflurfahrzeuge
  - Gabelstapler
  - Sonderbau
- H<sub>2</sub>-Notstromversorgung
  - schwarzstartfähige H<sub>2</sub>-BHKW
- Sauerstoffnutzung
  - Abfüllung für Schweißanwendungen
  - Verbrennungsanlagen (Klärschlammverbrennung)
  - Biogasanlagen (Entschwefelung)
  - Kläranlagen (4. Klärstufe)



# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

## Mobilität als Wegbereiter für Wasserstoff – Möglichkeiten von Wasserstoff

- E-H<sub>2</sub>-Mobilität
  - Kleintransporter
  - Niederflurfahrzeuge
  - Gabelstapler
  - Sonderbau
- H<sub>2</sub>-Notstromversorgung
  - schwarzstartfähige H<sub>2</sub>-BHKW
- Sauerstoffnutzung
  - Abfüllung für Schweißanwendungen
  - Verbrennungsanlagen (Klärschlammverbrennung)
  - Biogasanlagen (Entschwefelung)
  - Kläranlagen (4. Klärstufe)
- Autonome Strombereitstellungsvarianten (PtP)
  - direkte Versorgung mit erneuerbaren Energien
  - Überschuss wird per Elektrolyse gespeichert
  - Bedarfsgerechte Rückverstromung

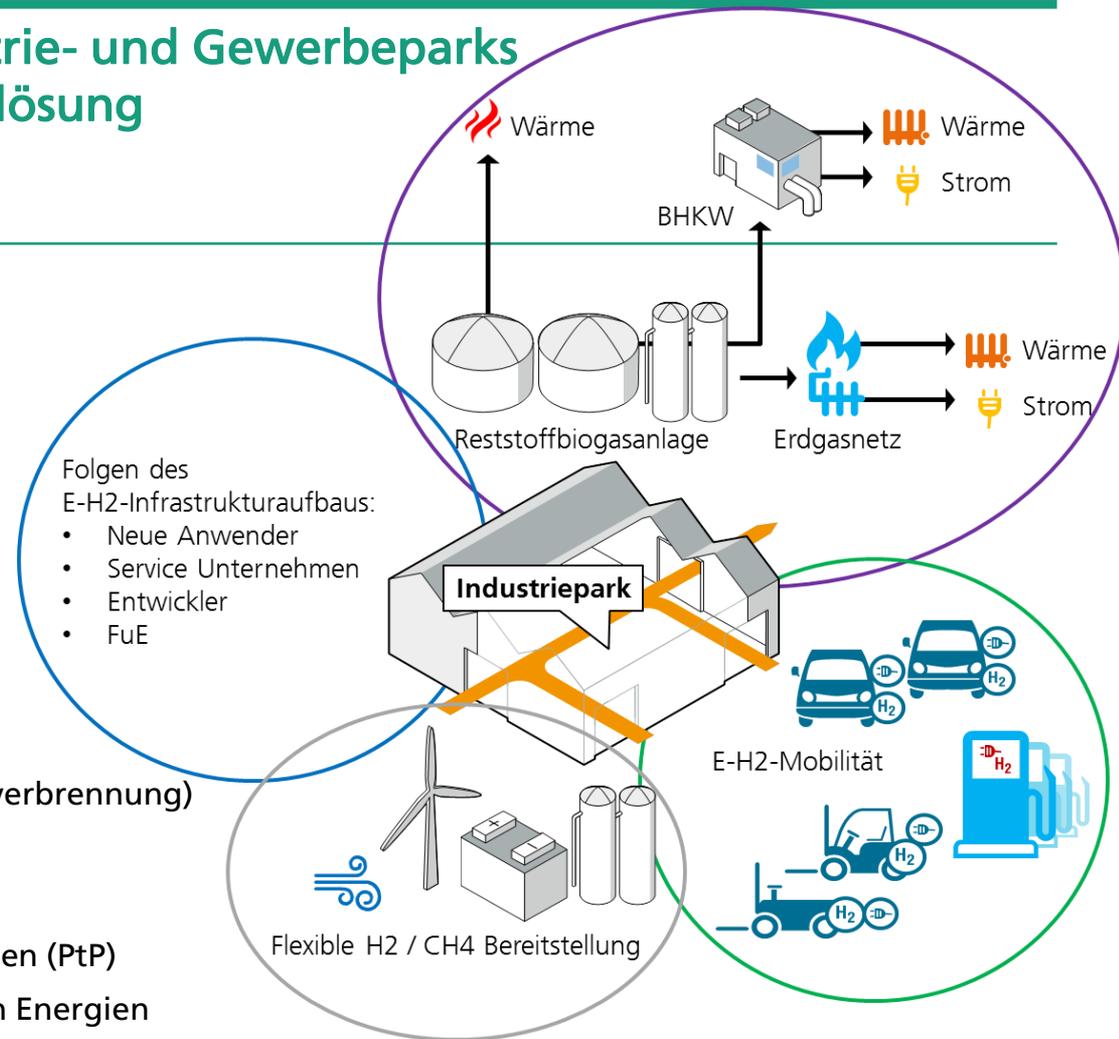


# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks

## Power-to-Gas als Versorgungslösung

### Wasserstoffzukunft

- E-H<sub>2</sub>-Mobilität
  - Kleintransporter
  - Niederflurfahrzeuge
  - Gabelstapler
  - Sonderbau
- H<sub>2</sub>-Notstromversorgung
  - schwarzstartfähige H<sub>2</sub>-BHKW
- Sauerstoffnutzung
  - Abfüllung für Schweißanwendungen
  - Verbrennungsanlagen (Klärschlammverbrennung)
  - Biogasanlagen (Entschwefelung)
  - Kläranlagen (4. Klärstufe)
- Autonomere Strombereitstellungsvarianten (PtP)
  - direkte Versorgung mit erneuerbaren Energien
  - Überschuss wird per Elektrolyse gespeichert
  - Bedarfsgerechte Rückverstromung
- Weitere Anwendungen (Fetthärtung, Kühlung, Oberflächenbearbeitung,...)







# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

## Zusammenfassung und Ausblick

- Fraunhofer IFF arbeitet in Phasenmodell an Wasserstoffzukunft für ST
  - Phase 0: Demonstration Elektromobilität mit Wasserstoff + PtG
    - PV-Anlage (VDTC)
    - Batteriespeichersystem (VDTC)
    - Elektrolyse: FlexChem – Flexibilisierung der Chemieindustrie
    - Methanisierung: Power-to-Gas: Windgas als Zukunft für Biomethananlagen
    - Wasserstofftankstelle: Überstrom -> 600-700 bar
    - HyKangoo (H<sub>2</sub> Kleintransporter): Green Mobility Förderung
  - Phase I: Demonstration grüne Wasserstoff-Mobilität
    - Car Sharing mit 3-5 Fahrzeugen in der Region Magdeburg-Barleben
      - Ansiedlungspunkte: Industrie- und Gewerbeparks der Region
  - Phase II: Marktreife grüne Wasserstoffmobilität
    - >10 Fahrzeuge in Industrie- und Gewerbe
    - H<sub>2</sub>-Tankstelle in der Region (H<sub>2</sub>Mobility Bewerbung eingereicht)



# Wasserstoffmobilität in Industrie- und Gewerbeparks - Power-to-Gas als Versorgungslösung

Michael Schenk, Torsten Birth, Marcel Scheffler



**Michael Schenk**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil.  
Prof. E. h. Dr. h. c. mult.

Institutsleiter  
Fraunhofer-Institut für  
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg  
Telefon +49 391 4090-470 | Fax +49 391 4090-473  
michael.schenk@iff.fraunhofer.de



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

## Inhalt:

1. Kurzvorstellung Fraunhofer IFF
2. Motivation
3. Virtuelle Kraftwerke im Industrieparkverbund
4. CO<sub>2</sub>-neutrales Logistikzentrum
5. Mobilität als Wegbereiter
6. Zusammenfassung und Ausblick



**Torsten Birth**

Dipl.-Ing.

Projektleiter | Laborleiter  
Konvergente Infrastrukturen  
Fraunhofer-Institut für  
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg  
Telefon +49 391 4090-355 | Fax +49 391 4090-93-355  
torsten.birth@iff.fraunhofer.de

