

Energiewende mit Wasserstoff am Beispiel der Region Steinfurt

**Dipl.-Ing. Nadine Hölzinger, Spilett
Andy Fuchs, Toyota Mobility
Foundation**

TOYOTA
mobility
FOUNDATION

Nachhaltigkeit sichern



Harmonie in der Mobilität



Persönliche Mobilität



Was tun wir konkret...



RESEARCH & INNOVATION

Wir suchen nach führenden sektorenübergreifenden Mobilitätslösungen.



DEMONSTRATIONS PROJEKTE

Implementierung von maßgeschneiderten Lösungen einer lokalen Mobilität um das Leben von Menschen konkret zu verbessern.



MOBILITY CHALLENGES

Durchführung von Wettbewerben die “inklusive” Lösungen in der Mobilität entwickeln und Menschen mit Mobilitätseinschränkungen helfen sich freier zu bewegen.



ZUSAMMENBRINGEN VON “GLOBALEN” PARTNERN

Zusammenbringen von Experten aus unterschiedlichen Sektoren zur Förderung des Dialogs zur Adressierung unserer dringendsten Mobilitätsproblemen.

Toyota Mobility Foundation - Projekte



 Mobility Project  Mobility Challenge  Research Initiative  Region of Interest

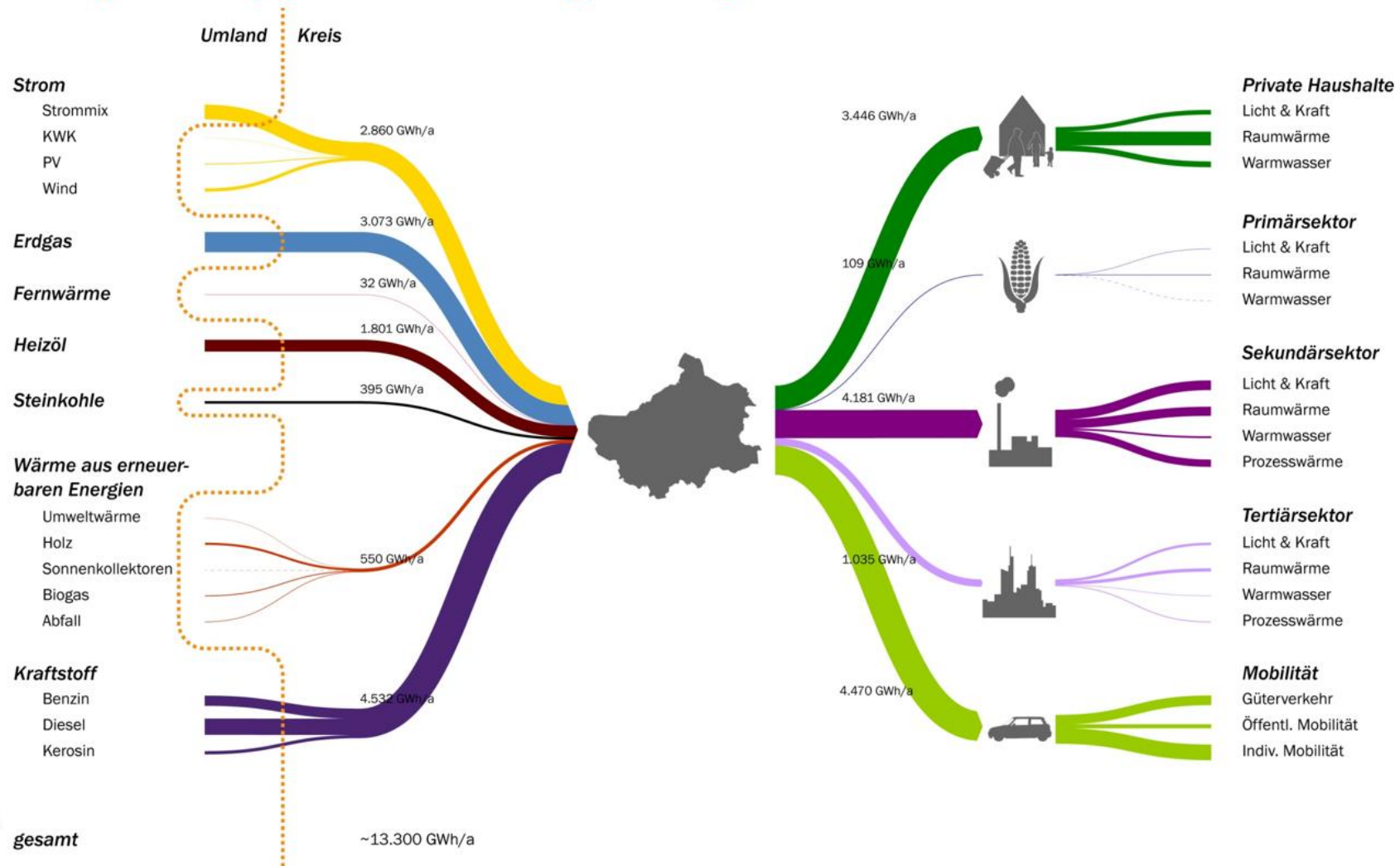
Kurzvorstellung Steinfurt



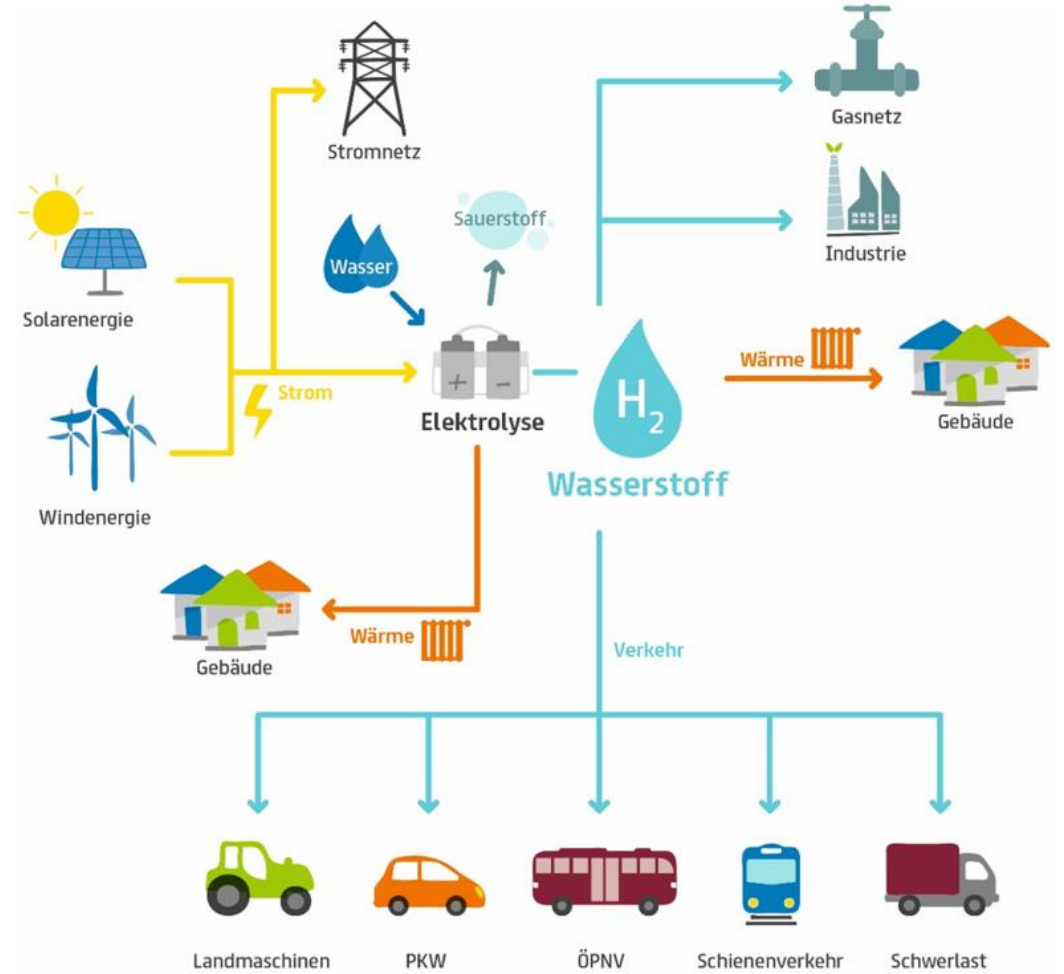
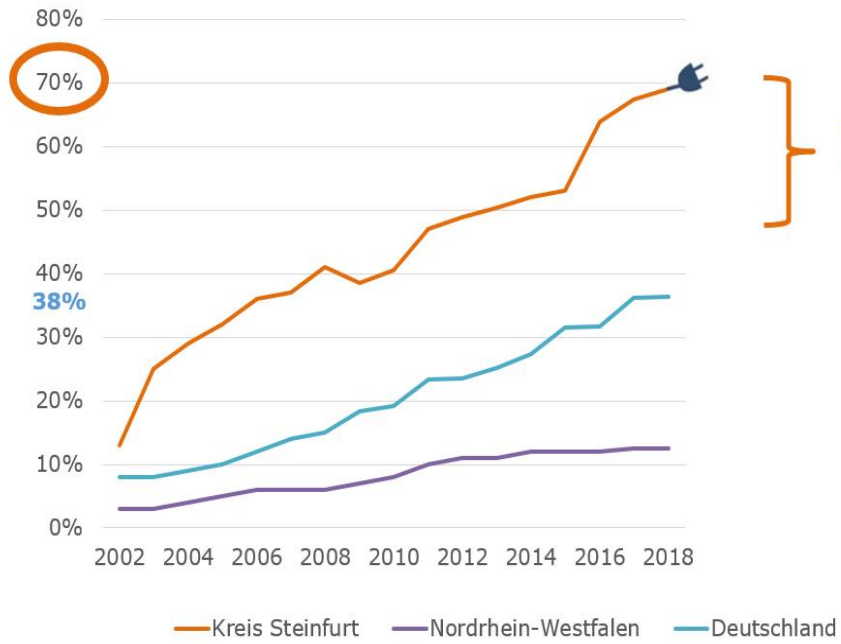
- 1998** Gründung des Amts für Klimaschutz und Nachhaltigkeit
Zu Beginn organisiert als Agenda21-Büro
- 2008** Gründung des Unternehmensnetzwerks
Ziel einer gemeinsamen aktiven Gestaltung der lokalen Energiewende
Leitbild: „aus der Region – für die Region“
- 2012** Modellregion „Masterplan 100% Klimaschutz“
- 2016** **Konzeptstudie Steinfurter Flexkraftwerke**
Vision und technischer Lösungsansatz einer wasserstoffbasierten Energie- und Verkehrswende im Kreis Steinfurt
- 2017** **Gründung des energieland2050 e.V.**
Zusammenschluss von Vertretern aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Zivilgesellschaft und den 24 kreisangehörigen Städten und Gemeinden
- 2019** Modellregion Wasserstoffmobilität NRW
Studie zur Entwicklung von fünf H2-Produktionsstandorten und Aktivierung der Wasserstoffnachfrage von Flottenverkehren
- 2019** **Entwicklung Szenarienrechner Flexkraftwerke**

Ausgangslage Kreis Steinfurt (2010)

Hohe Importquoten, fossile Energieträger dominieren



Energiewende 2.0



Partner und Akteure

Akteure vor Ort



Partner der Toyota Mobility Foundation



ÜBERSICHT

01 Die regionale Energie- und Verkehrswende

01.1 Gesellschaftliche Chancen und Herausforderungen

01.2 Ziele im Kreis Steinfurt

01.3 Herausforderungen im Kreis Steinfurt

01.4 Handlungsansatz Flexkraftwerke

01.5 Gestaltung von Transformationsprozessen

02 Der Szenarienrechner Flexkraftwerke

03 Fazit

DIE HERAUSFORDERUNGEN DER ENERGIE- UND VERKEHRSWENDE

ÄNDERUNGEN MÜSSEN JETZT PASSIEREN...



- **Verbleibendes globales CO₂-Budget:** 1 078 962 134 573 Tonnen
- **Verbleibende Zeit bei heutigem Verbrauch:** 25 Jahre 8 Monate 7 Tage 2 Stunden
- **Emissionsrate:** 1.331 t / Sekunde



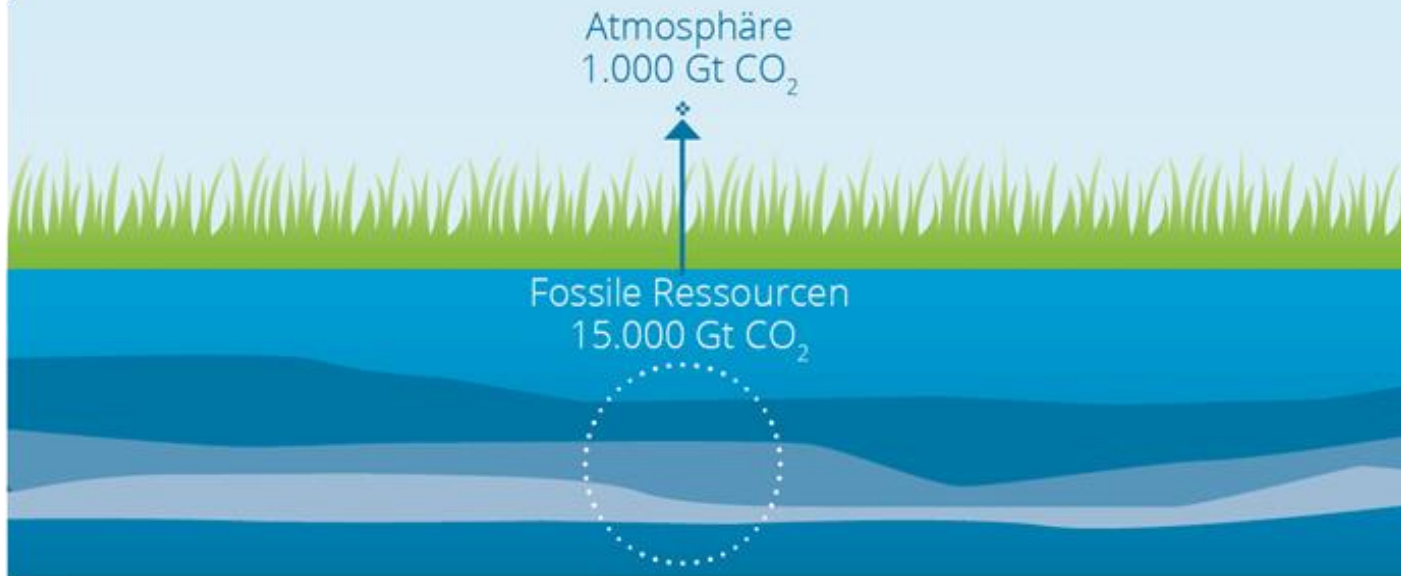
- **Verbleibendes globales CO₂-Budget:** 328 962 085 330 Tonnen
- **Verbleibende Zeit bei heutigem Verbrauch:** 7 Jahre 9 Monate 27 Tage 19 Stunden
- **Emissionsrate:** 1.331 t / Sekunde

DIE HERAUSFORDERUNGEN DER ENERGIE- UND VERKEHRSWENDE

...WÄHREND WIRTSCHAFTLICHEN KONSEQUENZEN (NOCH) NICHT SPÜRBAR SIND...

Zur Erreichung des 2°C-Ziels, dürfen im 21. Jahrhundert weltweit nur 1.000 Gigatonnen CO₂ zusätzlich in die Atmosphäre gebracht werden.

Bildquelle: Spilett, in Anlehnung an PIK Potsdam, 2015



- 89% der Kohle
- 63% des Erdöls
- 64% des Erdgases

müssen im Boden verbleiben, um den Klimawandel kontrollierbar zu halten.

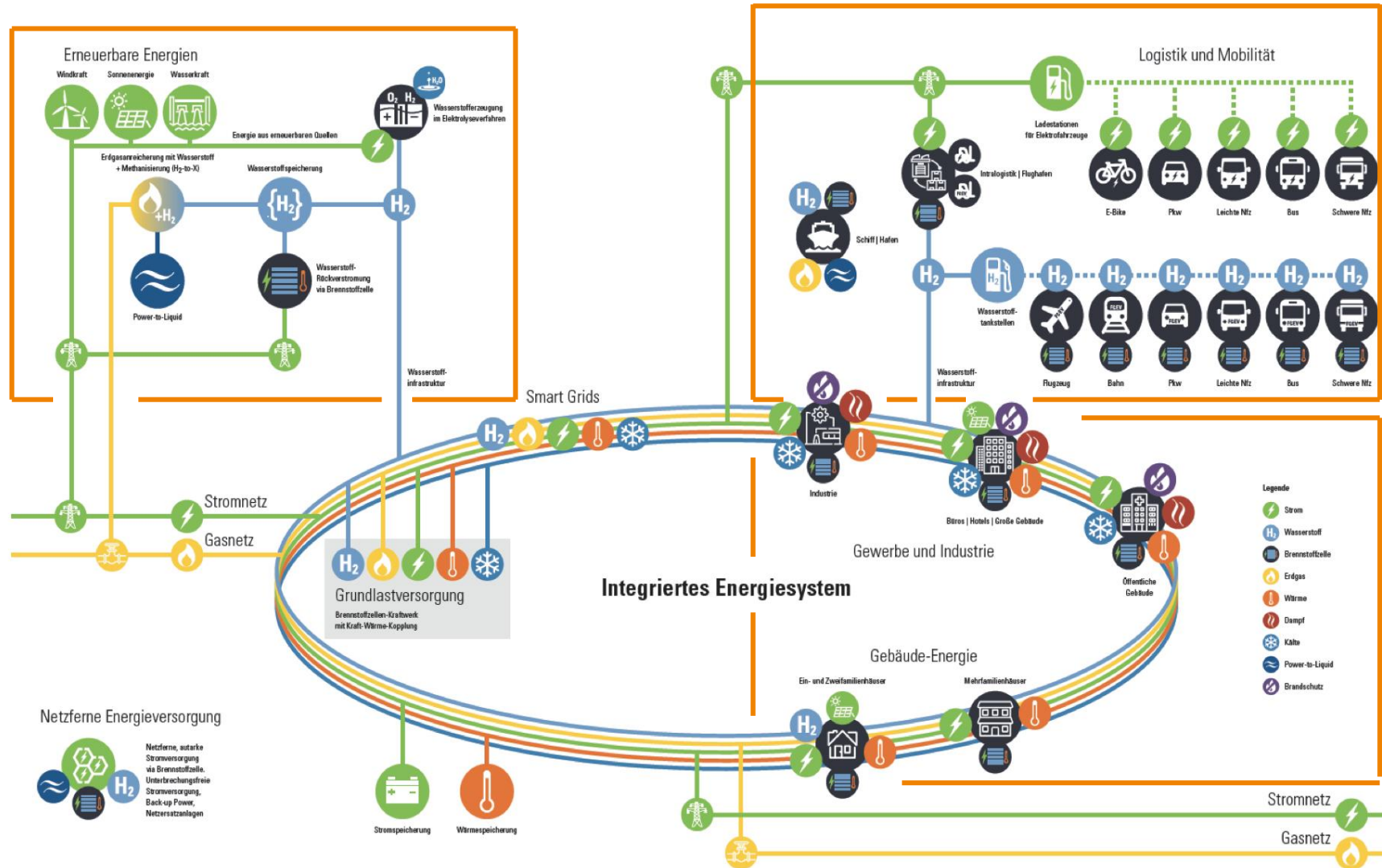
Das bedeutet:

Freiwilliger Verzicht auf vermeintlich günstige Energiereserven!

DIE HERAUSFORDERUNGEN DER ENERGIE- UND VERKEHRSWENDE

...UND DIE MÖGLICHEN HANDLUNGSOPTIONEN UNÜBERSCHAUBAR!

Wie erfolgt der Ausbau der Erneuerbaren Energien?



Wie sieht die Mobilität von morgen aus?



Wie werden wir morgen wohnen und arbeiten?



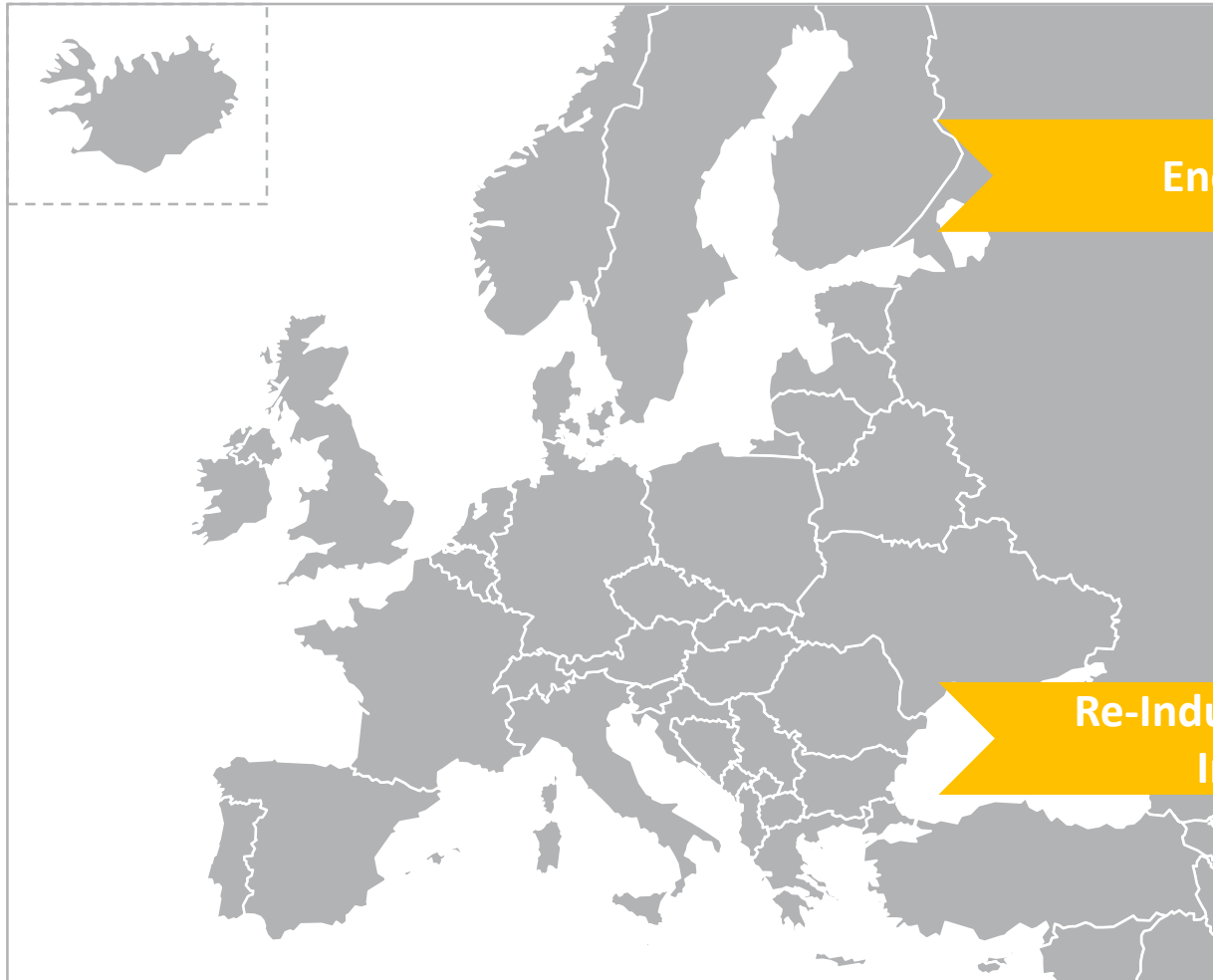
ENERGIEIMPORTE

ENERGIEEXPORTE

Bildquelle: NOW GmbH 2019

DIE CHANCEN DER ENERGIE- UND VERKEHRSWENDE

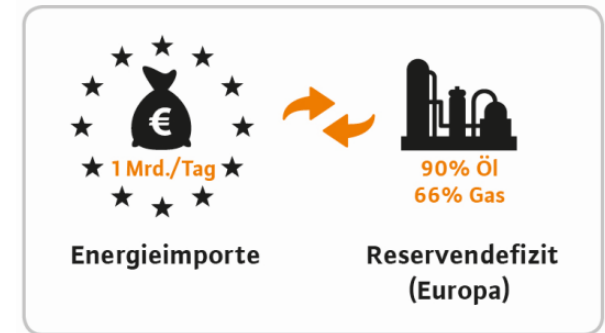
ENERGIEUNABHÄNGIGKEIT UND INDUSTRIEPOLITIK



Energieunion Europa

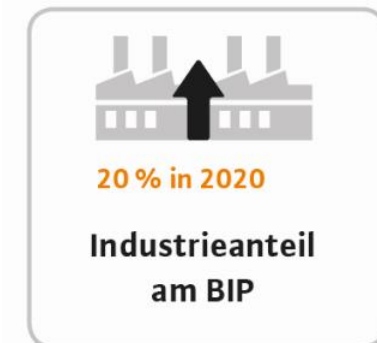
Abhängigkeiten von Energieimporten reduzieren, um Risiken zu minimieren

(Versorgungssicherheit, Preisschwankungen, politische Abhängigkeit von Krisenregionen)



Re-Industrialisierung statt De-Industrialisierung

Chancen für den Wirtschaftsstandort Europa erschließen, Arbeitsplätze in der Produktion schaffen



ZIELE DER ENERGIEWENDE IM KREIS STEINFURT

MASTERPLAN 100% KLIMASCHUTZ (2015)



2010: ~ 6% von 13 TWh/ Jahr



2030: ~ 32% von 10 TWh/ Jahr



2050: > 80% von 6 TWh/ Jahr

- 1 Massiver Ausbau Erneuerbare Energien**
 + 2 GW Kapazitäten installieren und betreiben
 + 2 GW Kapazitäten integrieren

- 2 Massiver Umbau der Nachfrageseite zur Effizienzsteigerung**
 - 7 TWh / Jahr bis 2050 einsparen

Ausgangslage 2010

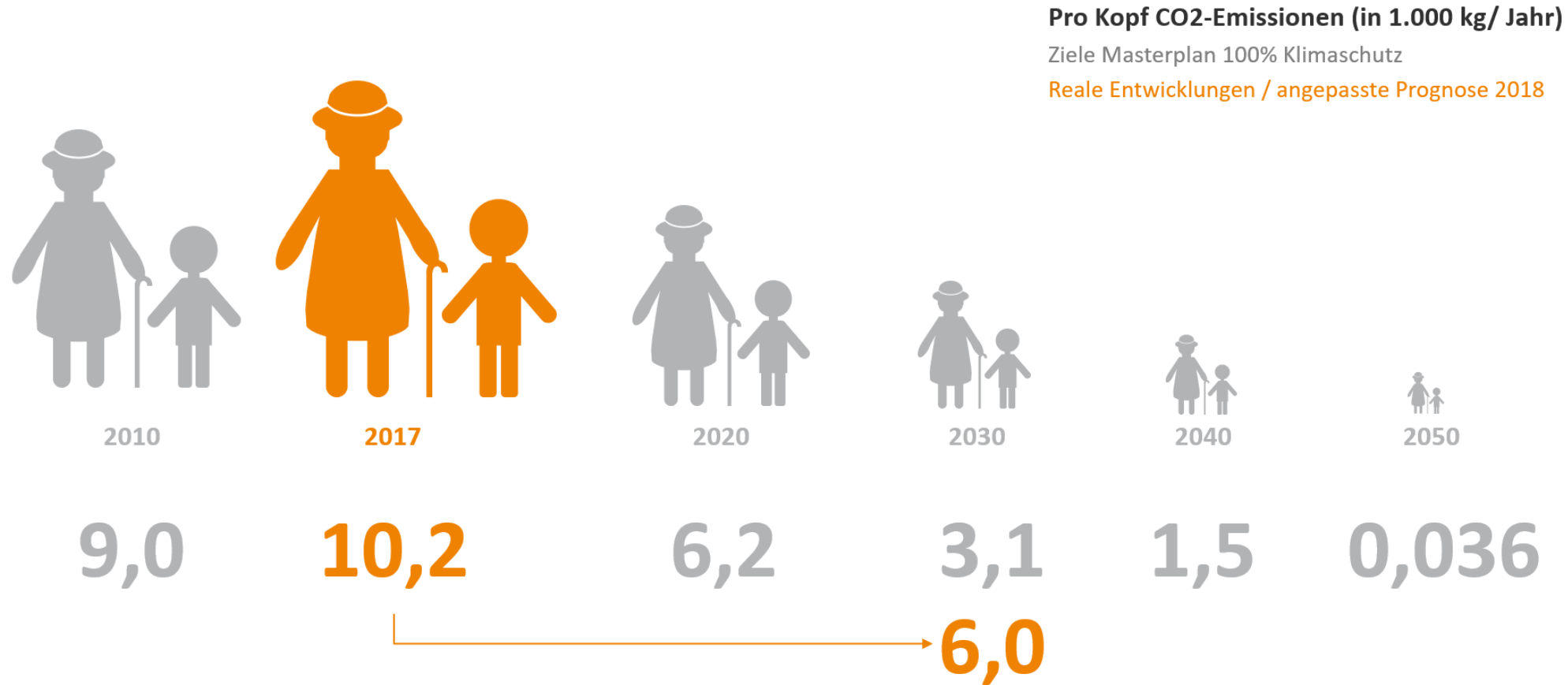
Änderung der energiewirtschaftlichen Strukturen

- **Ist 2010:** 1,47 Mill.€ / a Wertschöpfung durch Energienachfrage in der Region¹
- **Ziel 2020:** 30% regionale Wertschöpfung²
- **Ziel 2050:** 100 % regionale Wertschöpfung

(1) Update 2018: 1,8 Mill. € / a (2) aufgrund aktueller Rahmenbedingungen obsolet

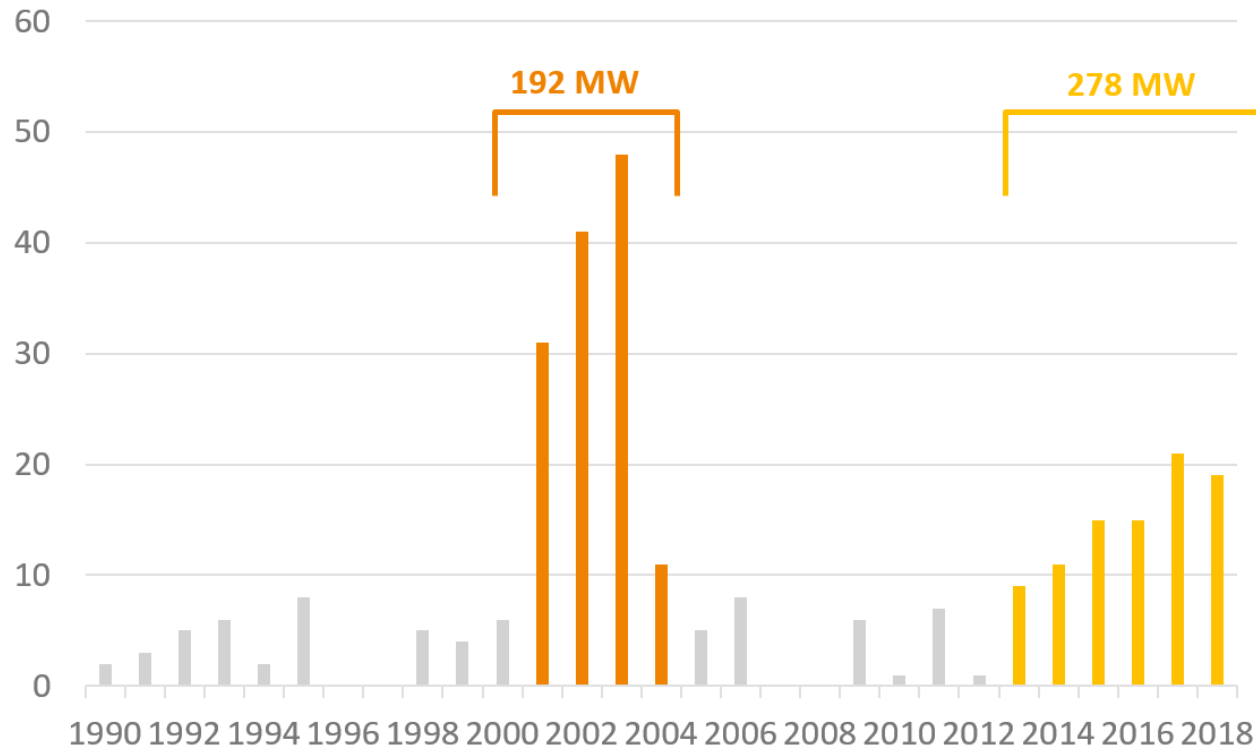
AKTUELLE HERAUSFORDERUNGEN (1)

DER CO₂-RUCKSACK SINKT NICHT WIE ERWARTET



AKTUELLE HERAUSFORDERUNGEN (2)

DROHENDER NETTO-RÜCKBAU VON ERNEUERBAREN ENERGIEN (BSP. WIND)



20 Jahre EEG-Förderung sichern Wirtschaftlichkeit der Anlagen

Ende des EEG: Anlagen sind betriebsfähig aber nicht mehr wirtschaftlich (hohes Risiko bei Vertrieb über die Strombörse)

Alternative: Repowering der Standorte

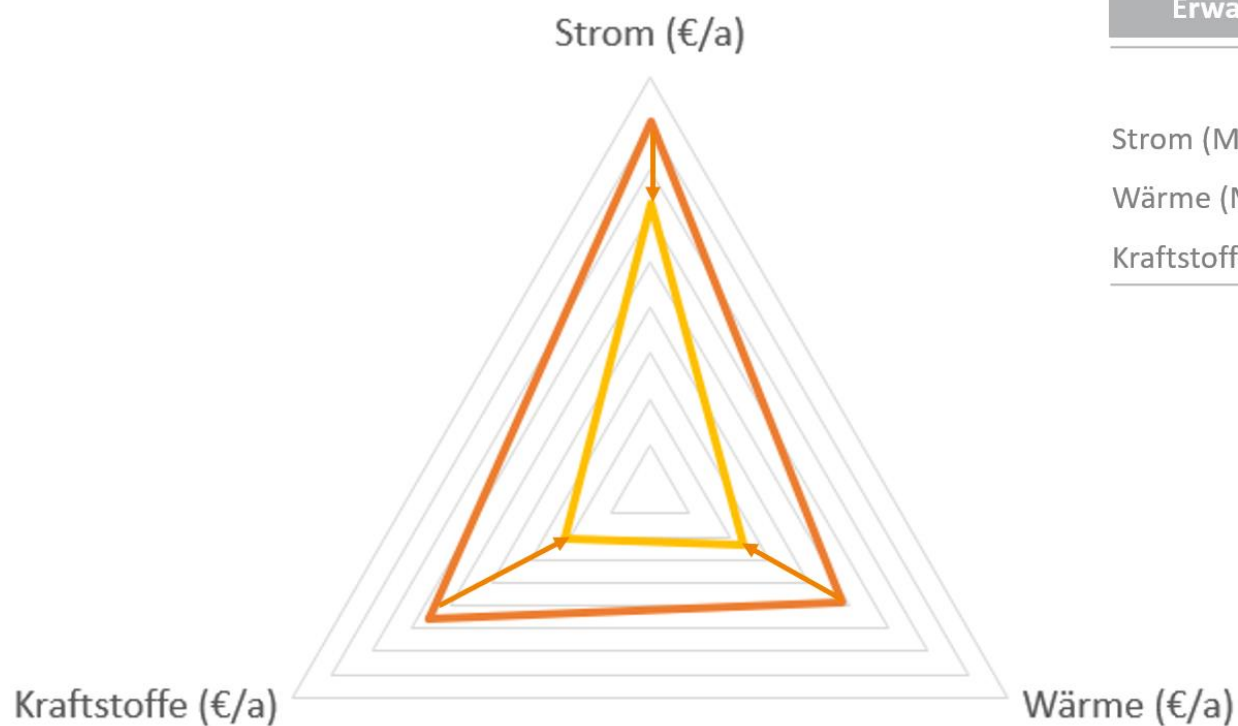
Problem: nicht alle Standorte sind nach heutigen Rahmenbedingungen geeignet

Konsequenz: Rückbau der Anlagen und Standorte, wenn keine alternativen Vertriebswege erschlossen werden können



AKTUELLE HERAUSFORDERUNGEN (3)

MIT WENIGER ENERGIEABSATZ KOSTENDECKEND WIRTSCHAFTEN



Erwartete Einnahmen bei konstanten Preisen

	2017	2050
Strom (Mio €/a)	803	624
Wärme (Mio €/a)	481	235
Kraftstoffe (Mio €/a)	558	212

— 2017
— 2050



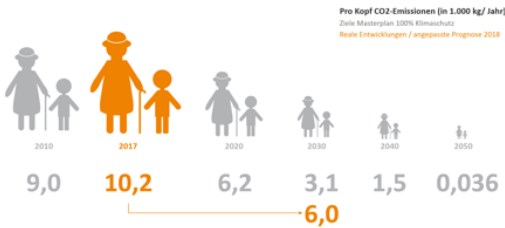
- Synergien nutzen
 - Märkte erschließen
 - Infrastrukturen auslasten
- „right sizing“ zur Vermeidung von perspektivischen Überkapazitäten



LÖSUNGSANSÄTZE

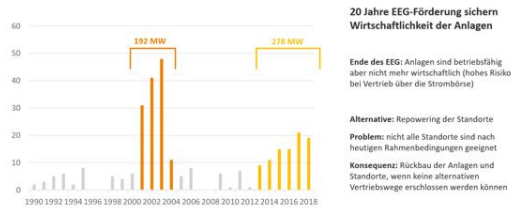
ENERGIEWENDE = STROMWENDE 2.0

1 Der CO₂-Fußabdruck sinkt nicht wie erwartet



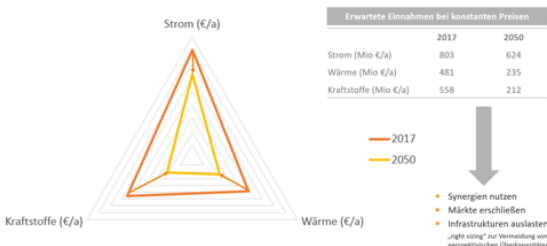
Dekarbonisierung
Verkehrs- und
Wärmemärkte

2 Es droht ein Netto-Rückbau der Erneuerbaren Energien (Beispiel Wind)



Nachnutzungskonzepte
Alt-EEG-Anlagen

3 Mit weniger Energieabsatz kostendeckend wirtschaften

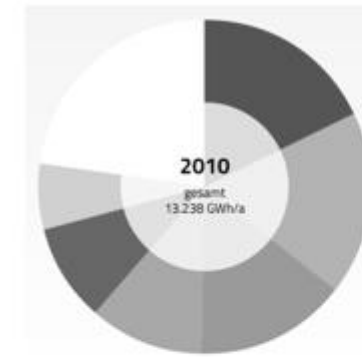


Neue Produkte und
Dienstleistungen

5 der 6 größten Verbrauchssektoren im Kreis Steinfurt sind und bleiben Wärme und Verkehr

2010: 13.238 GWh /A

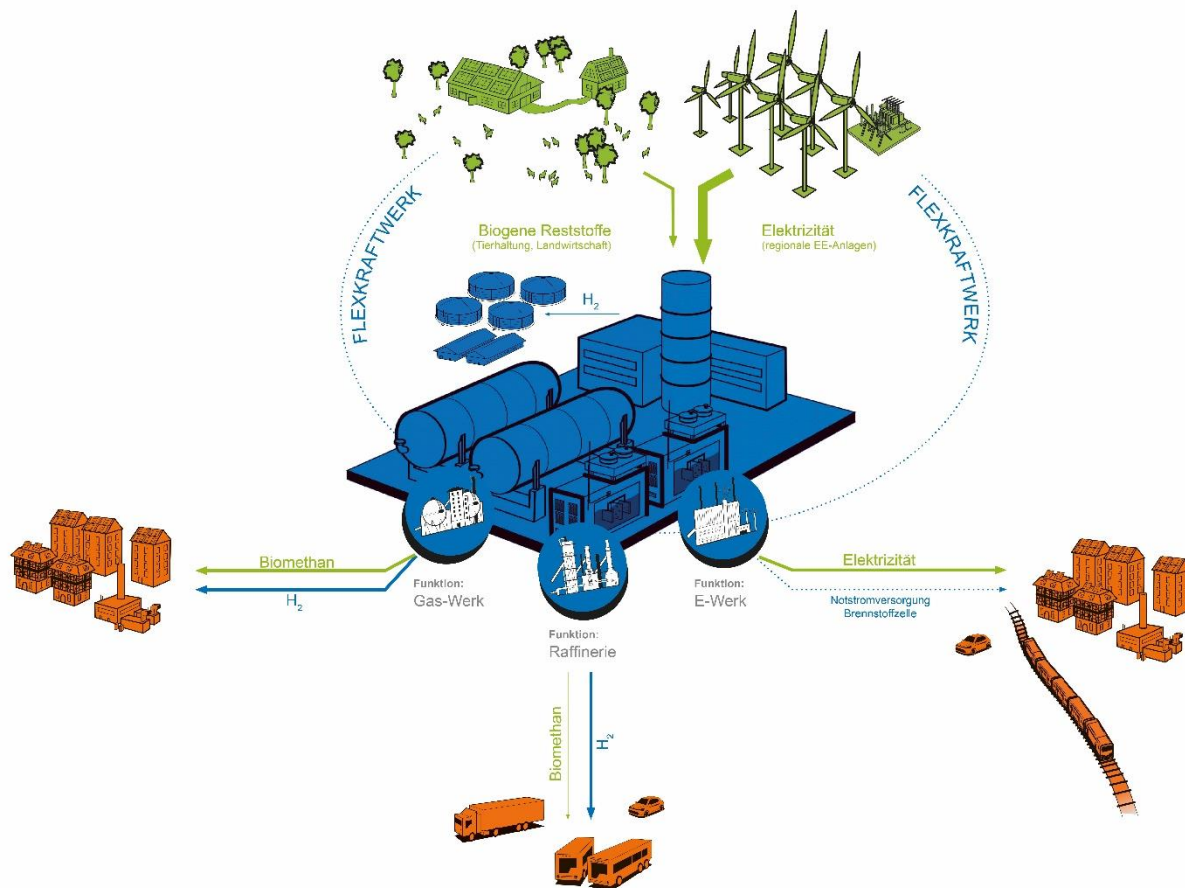
2050: 5.777 GWh /A



- Verkehr: Motorisierter Individualverkehr
- Verkehr: Lastverkehr
- Private Haushalte: Raumwärme
- Private Haushalte: Warmwasser
- Sekundärsektor: Licht und Kraft
- Sekundärsektor: Prozesswärme
- Sonstige

HANDLUNGSANSATZ FLEKKRAFTWERKE

ETABLIERUNG VON FLEKKRAFTWERKEN ZUR ENTKOPPLUNG VON ENERGIEANGEBOT UND -NACHFRAGE



IDEE: ENERGIEVERSORGUNG STATT ENERGIEENTSORGUNG

1. Die erneuerbare Energie wird den Märkten bedarfsorientiert zur Verfügung gestellt (Strom, **Wärme, Verkehr**)
2. Es existieren keine Energieüberschüsse in der Region, nur temporäre Stromüberschüsse

WAS SIND FLEKKRAFTWERKE?

PtG-Anlagen mit angegliederter mikrobieller Methanisierung

- Produktion von Kraft- und Brennstoffen aus EE-Strom
- Nutzung von H_2 als „Co-Substrat“ zur Steigerung der Erträge der Biogasanlagen/ Reduzierung von Energiemais

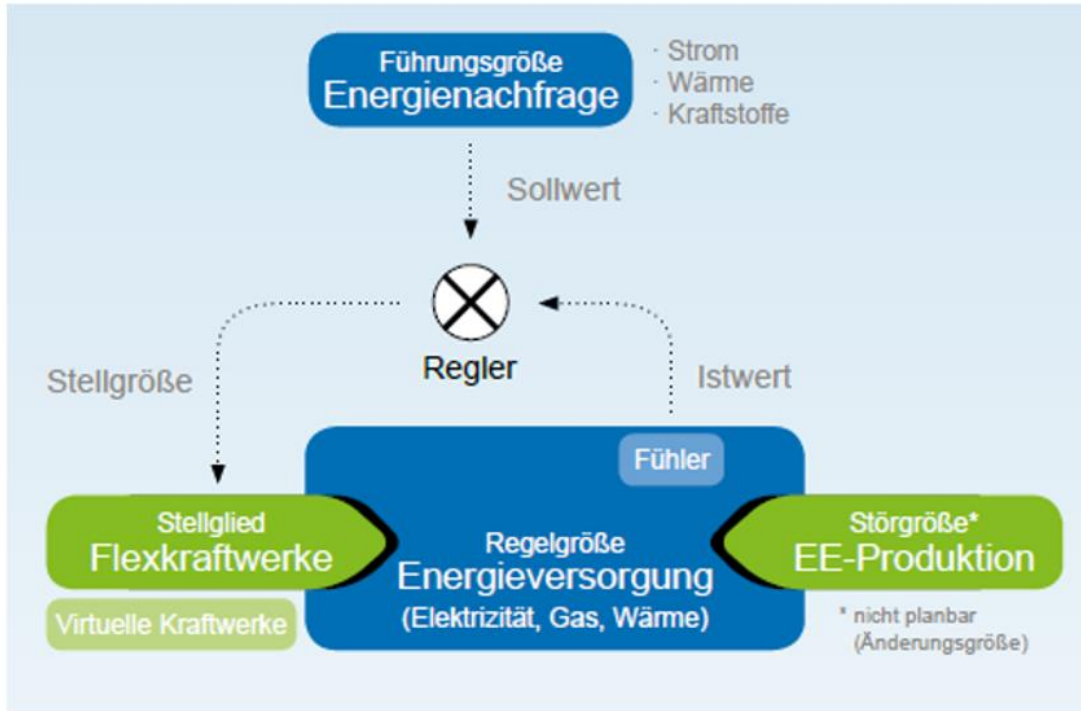
Filter, der nur die jeweils nachgefragte Menge an Strom in die Stromnetze passieren lässt

- Vermeidung von Preisverfall an der Börse
- Vermeidung von steigender EEG-Umlage
- Vermeidung von Netzausbau ausschließlich zu „Entsorgungszwecken“

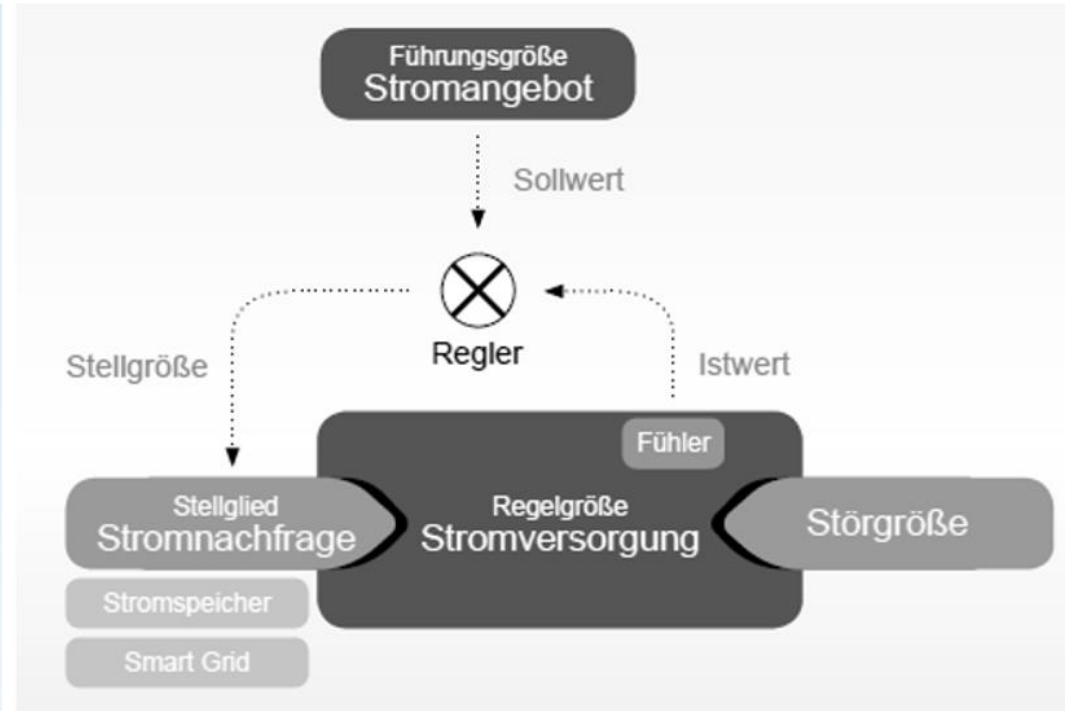
Wirtschaftsfaktor (neue Industrie) und Diversifizierung der Absatzmärkte (Stärkung der Gestaltungshoheit)

SYSTEMINTEGRATION FLE XKRAFTWERKE

NACHFRAGEORIENTIERTE ENERGIEBEREITSTELLUNG – ABGRENZUNG ZUR „ALL-ELECTRIC-WORLD“



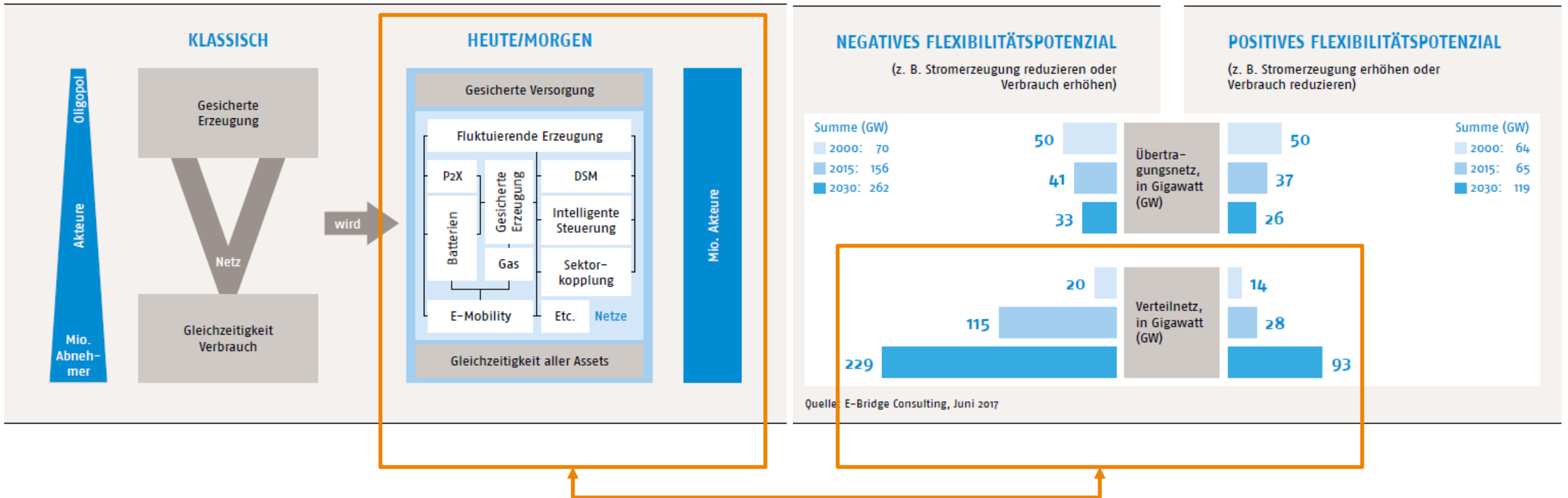
Regelkreismodell einer Energiewende mit Flexkraftwerken



Regelkreismodell einer Strommarkt-fokussierten Energiewende

ZELLULÄRER ANSATZ DER ENERGIEVERSORGUNG

„SUBSIDIARITÄT DER GLEICHZEITIGKEIT“



ZELLULÄRER ANSATZ: ENERGIE SEKTORÜBERGREIFEND AM ORT DER ERZEUGUNG KONSUMIEREN (VERBRAUCH VOR TRANSPORT)

GESTALTUNG VON TRANSFORMATIONSPROZESSEN

ANFORDERUNGEN AN DIE ENERGIEWENDE AUS REGIONALER UND GESELLSCHAFTLICHER SICHT



Technische Eignung



Energetische Effizienz



Wirtschaftlichkeit



Zeit

- **Zeit zur Re-Strukturierung** von Infrastrukturen und Marktmodellen der Energieproduktion, -verteilung / -speicherung und -nutzung
- **Zeit zum Lernen und Fehler machen** (fehlende Blaupausen)



Resilienz

- **Energieversorgungssicherheit:** Resilienz der Energieversorgungssysteme gegenüber Ausfällen, Sabotage, Schwankungen von Angebot und Nachfrage
- **Kostenstabilität:** Resilienz gegenüber ressourcenpolitischen oder wirtschaftspolitischen Entwicklungen



Motivation

- **Motivation der Investoren,** etablierte Wege zu verlassen und auf kurzfristige Rendite zu verzichten (Geschäftsmodelle)
- **Motivation der Energieverbraucher,** ihr Verhalten zu ändern und sich auf „neue“ Preismodelle einzulassen (Akzeptanz)
- **Motivation der Politik,** regulative Rahmenbedingungen zu setzen und politische Unterstützung zu sichern

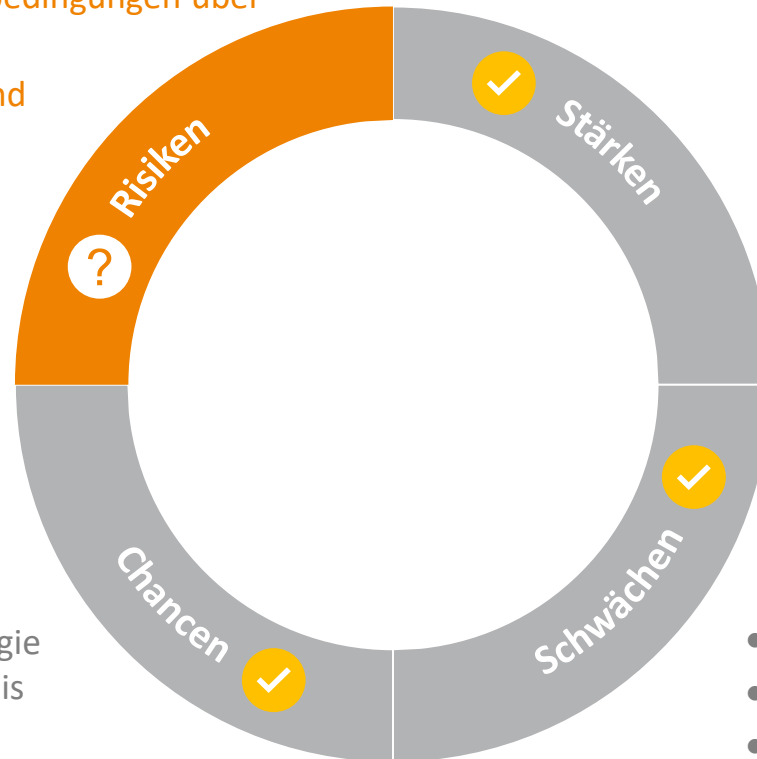


GESTALTUNG VON TRANSFORMATIONSPROZESSEN

ANFORDERUNGEN AN DIE ENERGIEWENDE AUS AKTEURSSICHT: RISIKOANALYSEN UND -MANAGEMENT

- Änderungen der regulativen Rahmenbedingungen über den Investitionszeitraum (20 Jahre)
- Marktverfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Elektrolyseuren und wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen / stationären Anwendungen
- Verhalten von Wettbewerbern
- Marktverhalten und -akzeptanz

Szenarienrechner



- Regionale Direktvermarktung von Energie (Substitution der Energieimporte von bis zu 1,5 Milliarden €/ Jahr)
- Stärkung der Gestaltungshoheit durch Diversifizierung von Märkten und Produkten
- Steigerung der regionalen Wertschöpfungsanteile

- Bürgerenergie: 927 MW installierte Leistung in 2017 (~1,5 TWh/a)
- Gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende vor Ort
- Starke Netzwerke mit langjährigem Engagement in der Energiewende und hohem Gestaltungswillen (Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Zivilgesellschaft)

- Starke Abhängigkeit von bundespolitischen Entwicklungen (EEG)
- Wenig Gestaltungshoheit / Handlungsmacht
- Kaum regionale Sektorenkopplung
- Hohe Importmengen Kraft- und Brennstoffe (7,3 TWh / Jahr)
- Hohe Exportmengen EEG-Stroms (Verkauf über die Börse)

ÜBERSICHT

01 Die regionale Energie- und Verkehrswende

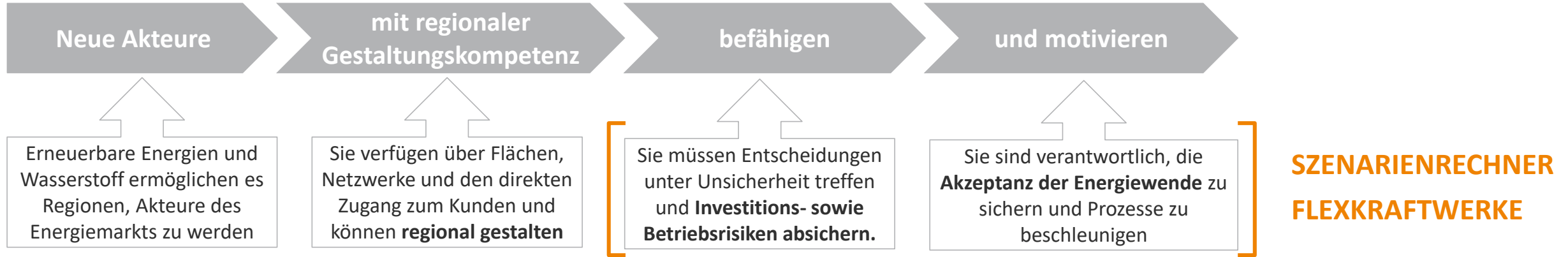
02 Der Szenarienrechner Flexkraftwerke

- 02.1 Motivation und Zielsetzung
- 02.2 Methodischer Ansatz
- 02.3 Aufbau und Struktur
- 02.4 Aktueller Stand der Entwicklung

03 Fazit

MOTIVATION UND ZIELSETZUNG

SZENARIENRECHNER FLEXKRAFTWERKE



 Technische Eignung
  Energetische Effizienz
  Wirtschaftlichkeit

Zeit




- **Zeit zur Re-Strukturierung** von Infrastrukturen und Marktmodellen der Energieproduktion, -verteilung / -speicherung und -nutzung
- **Zeit zum Lernen und Fehler machen** (fehlende Blaupausen)

Resilienz

- **Energieversorgungssicherheit:** Resilienz der Energieversorgungssysteme gegenüber Ausfällen, Sabotage, Schwankungen von Angebot und Nachfrage
- **Kostenstabilität:** Resilienz gegenüber ressourcenpolitischen oder wirtschaftspolitischen Entwicklungen

Motivation

- **Motivation der Investoren,** etablierte Wege zu verlassen und auf kurzfristige Rendite zu verzichten (Geschäftsmodelle)
- **Motivation der Energieverbraucher,** ihr Verhalten zu ändern und sich auf „neue“ Preismodelle einzulassen (Akzeptanz)
- **Motivation der Politik,** regulative Rahmenbedingungen zu setzen und politische Unterstützung zu sichern

- 
 Identifizierung eines **kostenoptimierten Zielsystems Flexkraftwerke**, das eine regionale Versorgungssicherheit bei Erfüllung der gesetzten Ziele und Rahmenbedingungen gewährleistet
- 
 Verständnis der **Systemresilienz und Risiken** von sich ändernden Rahmenbedingungen
- 
 Verständnis und Kommunikation von **Handlungsoptionen und Gestaltungsspielraum**

SZENARIENRECHNER FLEKKRAFTWERKE

METHODISCHER ANSATZ: LEITFRAGEN



Wie sieht ein EE-H2-Flexkraftwerke-Zielsystem aus, das

- 1 die gesetzten Klimaziele erreicht
- 2 die durchgängige Energieversorgungssicherheit gewährleistet
- 3 die regionalen Flächenpotentiale für Erneuerbare Energien berücksichtigt und nutzt
- 4 eine perspektivische Wirtschaftlichkeit bei moderaten Risiken ermöglicht

**SYSTEMDESIGN UND –
ZUSAMMENSPIEL**

ENERGIESYSTEMMODELL



SYSTEMLEISTUNG (KPI)

- . Installierte Kapazitäten & produzierte Mengen (H₂, Strom, Wärme, O₂, CH₄, ...)
- . Flächenbedarf
- . Klimanutzen
- . Energiebilanz (Import / Export)
- . Wirtschaftlichkeit
- . Regionale Wertschöpfung
- . Gesellschaftliche Kosten



„WHAT IF“ SZENARIEN

Welche Risiken bestehen?

Auswirkungen von Änderungen der

- . Nachfragemengen H₂ und Nebenprodukte
- . Technologie- und Systemkosten
- . Zahlungsbereitschaft der Märkte
- . Regulativen Rahmenbedingungen



„HOW TO“ SZENARIEN

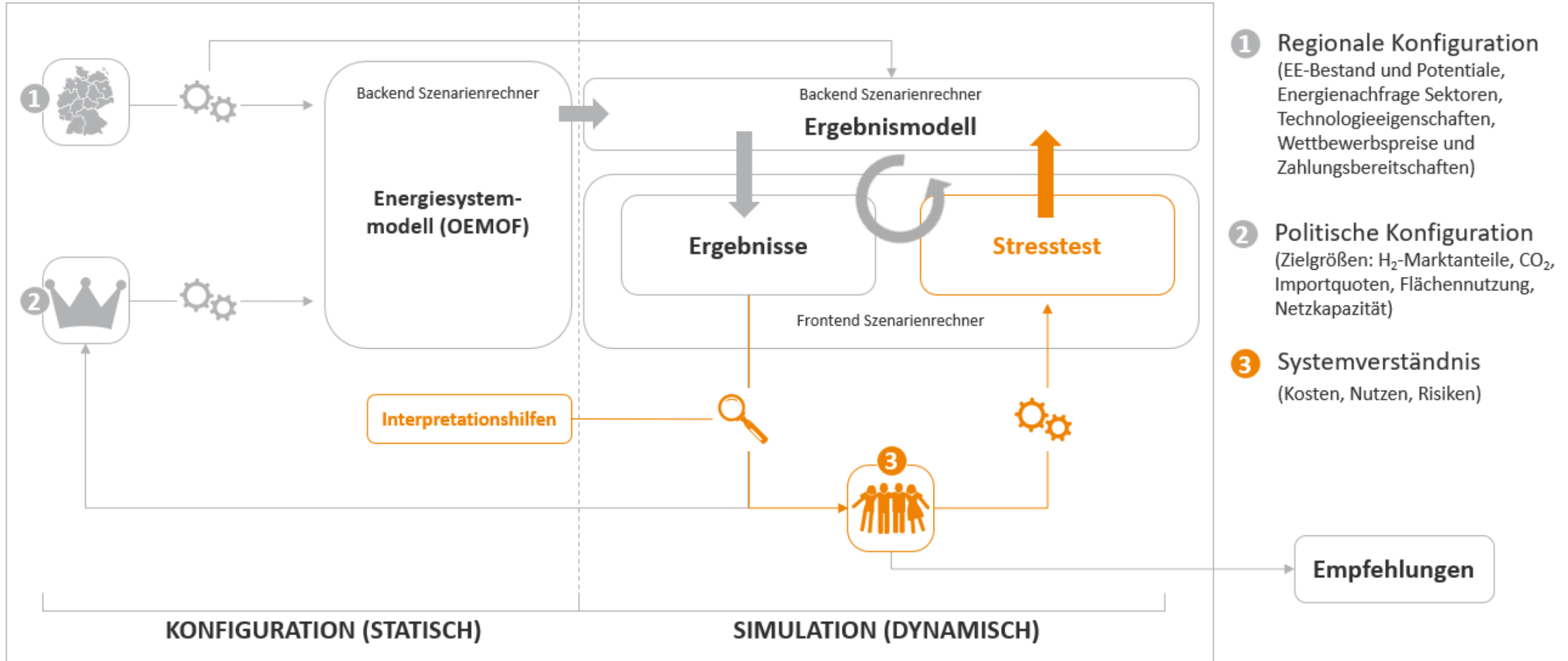
Wie kann die „schwarze Null“ (break-even) erreicht werden?

Zielwerte für

- . Wasserstoffpreis (€ / kg H₂)
- . CO₂-Bepreisung (€ / t)
- . Investitionskosten (CAPEX, € gesamt)
- . Betriebskosten (OPEX, € / Jahr)
- . Strombezugspreis (€ / MWh)
- . Diesel-Äquivalentpreis (€ / 100 km , Zahlungsbereitschaft)
- . Einnahmen aus Nebenproduktverkäufen (€ / NP, € / Jahr)

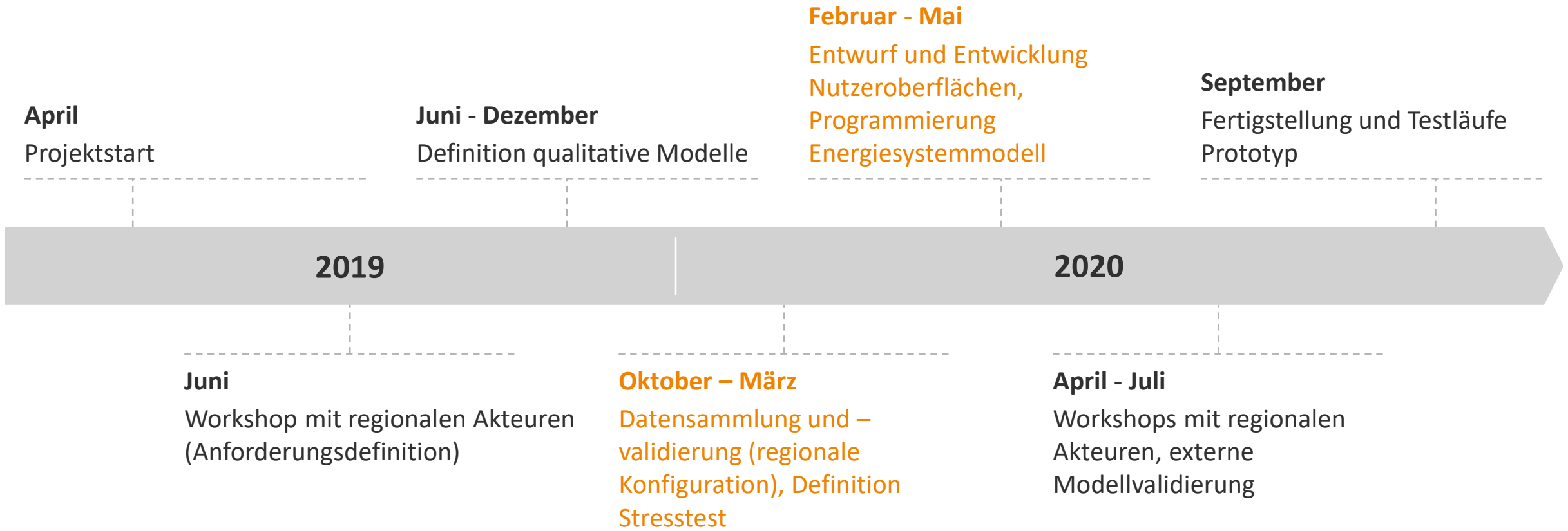
SZENARIENRECHNER FLEKKRAFTWERKE

AUFBAU UND STRUKTUR



SZENARIENRECHNER FLEKKRAFTWERKE

AKTUELLER ARBEITSSTAND



ÜBERSICHT

- 01 Die regionale Energie- und Verkehrswende
- 02 Der Szenarienrechner Flexkraftwerke
- 03 Fazit

FAZIT

- Die Zeit drängt – Entscheidungen müssen zeitnah und unter Unsicherheit getroffen werden.
- Die Komplexität und fehlende Erfahrungen mit einer Umstrukturierung der Energiewirtschaft „im Laufenden Betrieb“ erfordern ein möglichst flexibles Systemdesign, das die Pfadabhängigkeit zukünftiger Entscheidungen minimiert.
- Die Entwicklung kleinerer, dezentraler Systeme mit dem Fokus auf erzeugungsnahen Energieverbrauch können parallel zum heutigen zentralen System aufgebaut werden und dieses sukzessive ablösen (Risiken minimieren, Strukturbrüche vermeiden)
- Wasserstoff als speicherbares Energiemedium ist ein wichtiger Baustein von zellulären Energiesystemen, um fluktuierende Erneuerbare Energien (saisonal) zu speichern und allen Energiesektoren bereitzustellen.
- Flexkraftwerke sind eine attraktive Lösung für Regionen, sich neue Energiemärkte zu erschließen.
- Der Szenarienrechner identifiziert das unter definierten Rahmenbedingungen kostenoptimale Systemdesign einer regionalen EE-H2-Wirtschaft und macht Konsequenzen alternativer Rahmenbedingungen sowie möglicher Handlungsoptionen transparent.
- Der Szenarienrechner wird online und frei verfügbar sein, so dass die Ideen und Erfahrungswerte einer Vielzahl von Akteuren gesammelt, genutzt und diskutiert werden können.



© Pavlotox/Pixabay

Kontakt

Dipl.-Ing. Nadine Hölzinger

Nadine.hoelzinger@spilett.com

030 536 796 24 | 0172 8874 991

www.spilett.de

SZENARIENRECHNER | SCENARIO CALCULATOR

FLEKKRAFTWERKE

ein Projekt von | a project of



in Kooperation mit | in cooperation with



unterstützt durch | supported by

