

Studienergebnisse transform.industry

Präsentation: Christian Schützenhofer¹

Autoren

Christian Schützenhofer¹, Verena Alton¹, Bernhard Gahleitner¹, Sophie Knöttner¹, Klaus Kubeczko¹, Karl-Heinz Leitner¹, Wolfram Rhomberg¹
Martin Baumann², Christoph Dolna-Gruber², Bernhard Felber², Andreas Indinger²,
Thomas Kienberger³, Maedeh Rahnema Mobarakeh³, Peter Nagovnak³,
Hans Böhm⁴, Sebastian Goers⁴, Simon Moser⁴, Mario Reisinger⁴

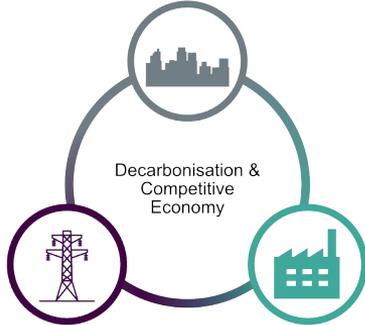
15. Februar 2024

¹AIT Austrian Institute of Technology GmbH, ²Österreichische Energieagentur,
³Montanuniversität Leoben, ⁴Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz

Vision

KLIMANEUTRALITÄT 2040

Ausbau der Wertschöpfung



Energie-
verfügbarkeit &
Preise

Technologien &
Planungssicherheit

transform
industry ▶▶

UND DIE RAHMENBEDINGUNGEN



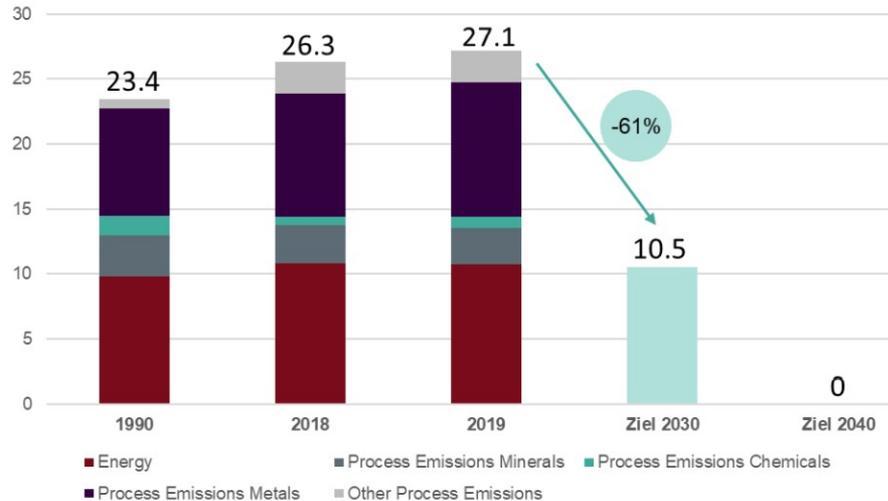
„nicht weil es einfach ist“ ... setzen wir uns hohe Ziele

- ▶▶ Klimaneutralität 2040 verstanden als **Wertschöpfung von Emissionen abkoppeln**

Randbedingungen

- ▶▶ Lange Investitionszyklen
- ▶▶ Kostennachteil erneuerbarer Energieträger durch Technologische Vorteile kompensieren,
- ▶▶ Technologien **Made in Austria** vermarkten

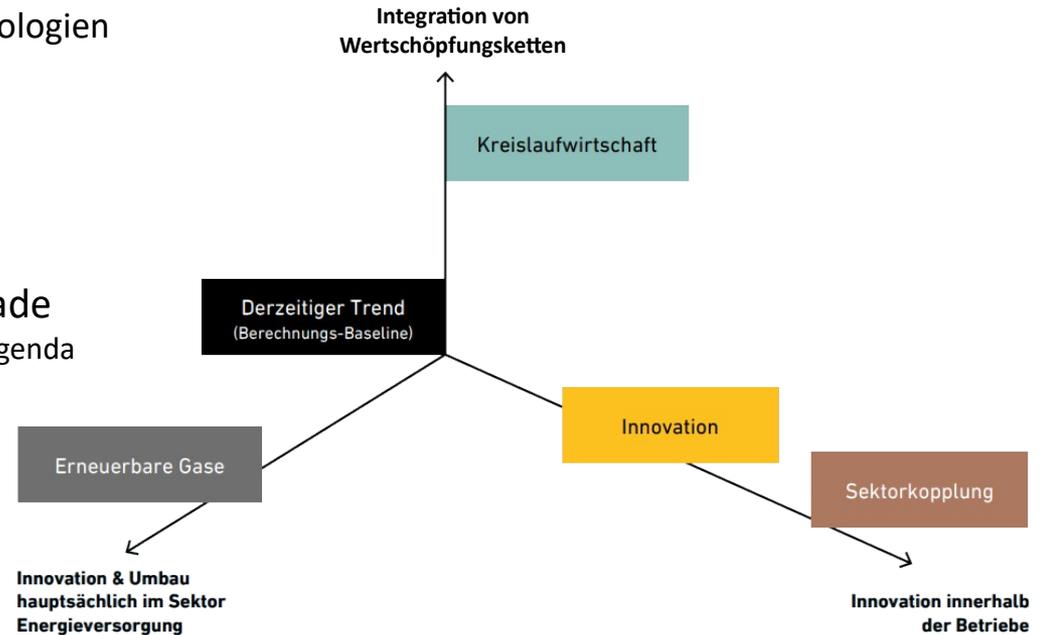
THG-Emissionen der Industrie in Mt CO_{2-e}



Methode: Aus vier Extremszenarien robuste Handlungsempfehlungen ableiten

- ▶▶ Modellierung der Energie-Nachfrage bottom-up, basierend auf ausgewählten Technologien
- ▶▶ differenziert nach 13 Branchen und 6 Nutzenergiekategorien
- ▶▶ Grundprämisse: Klimaneutralität 2040 inklusive Grundstoffe für Stahl und Chemie
- ▶▶ Ableitung der günstigsten Technologiefade und einer strategischen Forschungs- und Innovationsagenda

Die Vier Szenarien



transform.industry

Ergebnisse



Technologien & Produktmenge definieren Energiebedarfe

Beispiel: Branchenaktionsplan „Eisen und Stahl“

Schlüsseltechnologien für die Branche „Eisen und Stahl“

Anwendungsbereich	Kurzbezeichnung Maßnahme	Emissionsreduktionspotenzial in der Branche bzw. branchenübergreifend (hoch, mittel, niedrig)	Invest-Bedarf in Relationen zu Alternativen im Anwendungsbereich (günstig, mittel, teuer)	Energiekosten in Relation zu Alternativen im Anwendungsbereich (günstig, mittel, teuer)	Primärenergie-reduktionspotenzial in Relation zu Alternativen im Anwendungsbereich (hoch, mittel, niedrig)	Reifegrad (vor-marktreif, marktreif, marktverfügbar, etabliert)	Klassifikation der Maßnahme (empfehlenswert, bedingt empfehlenswert, nicht empfehlenswert)
Prozess-emissionen	Prozesswechsel vom konventionellen Hochofen zum Bio CH ₄ -Direktreduktion und EAF	Hoch	Teuer	Teuer	Niedrig	Etabliert	Empfehlenswert
	Prozesswechsel vom konventionellen Hochofen zum H ₂ -Direktreduktion und EAF	Hoch	Teuer	Teuer	Niedrig	Marktreif	Empfehlenswert
	Nutzung von Stahlschrott – vermehrte Kreislaufwirtschaft	Mittel	Mittel	Günstig	Hoch	Etabliert	Empfehlenswert
	Elektrolichtbogenofen (EAF)	Mittel	Mittel	Günstig	Hoch	Etabliert	Empfehlenswert
Prozesswärme > 200 °C	Erhalt Bestandsstruktur & Energieträgerwechsel für fossile Energieträger (erneuerbare Gase – grüner H ₂ oder erneuerbares CH ₄)	Hoch	Günstig	Teuer	Niedrig	Etabliert	Empfehlenswert
	Erhalt Bestandsstruktur für feste Energieträger wie Biomasse oder Ersatz-Energieträger	Hoch	Günstig	Mittel	Niedrig	Etabliert	Empfehlenswert
	Elektrifizierung der Prozesswärmebereitstellung < 1000 °C	Hoch	Mittel	Teuer	Hoch	Marktverfügbar	Empfehlenswert

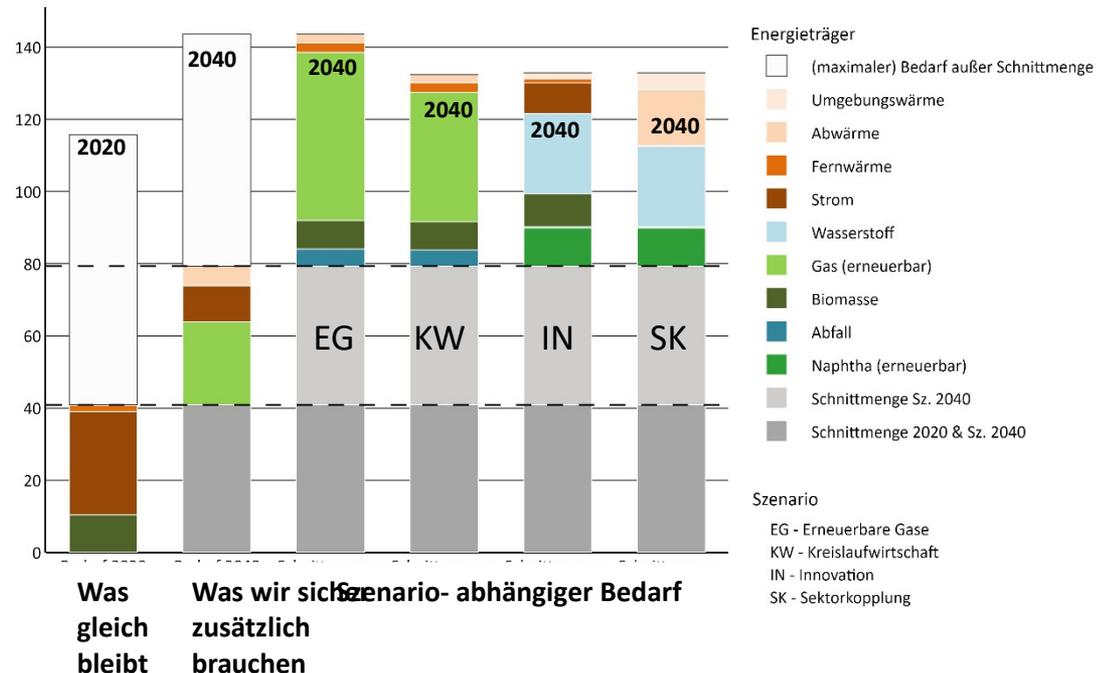
Energieträgerbedarf: 60% ist "No-Regret-Option"

▶ Energiebedarf der Industrie 2040 zwischen **133** und **143 TWh** (+13%)

Verbrauchsstruktur besteht aus

- ▶ 30% des Energieeinsatzes von heute: Strom und Biomasse
- ▶ **30% Zuwachs** in allen Szenarien: Strom, ernb. Gas und Abwärme
- ▶ 40% Szenarien-abhängigen Anteile
- ▶ **Jedenfalls mehr ernb. Gas und Strom.**

Energieträgerbedarf im Szenarien-Vergleich

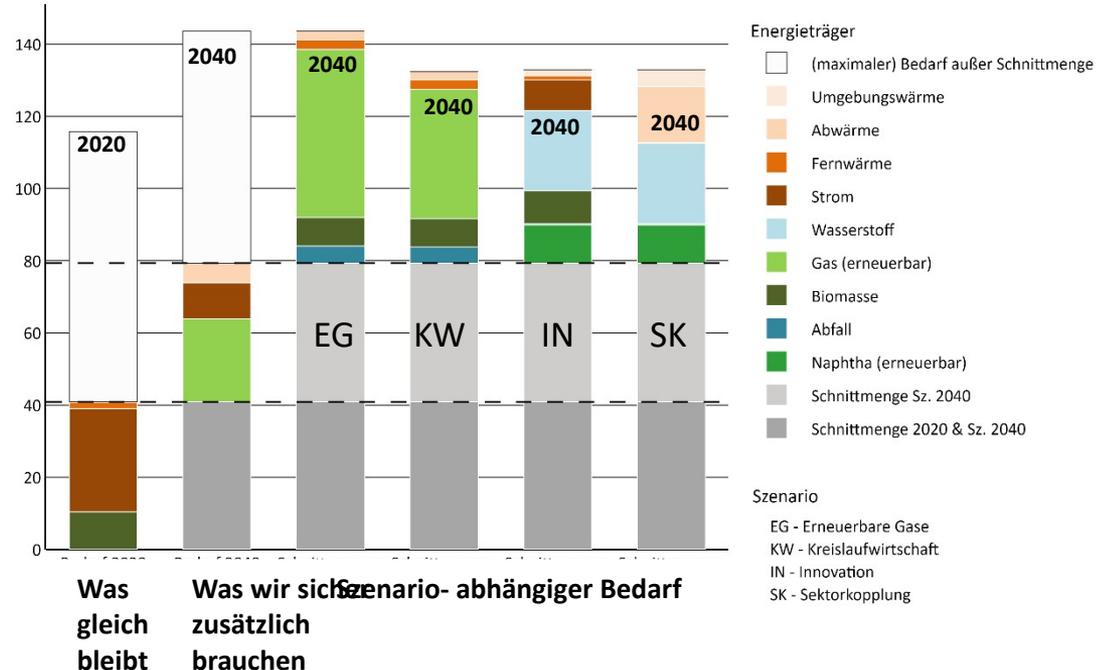


Ausbau von Strom- und Gasnetzen für Erzeugung und Import in großem Volumen erforderlich

Rückschlüsse aus den Szenarien

- ▶ Strom und Gas sind technologisch zu 35% substituierbar
- ▶ „Kreislaufwirtschaft“: reduziert den Wärmebedarf (Gase)
- ▶ „Sektorkopplung“: Abwärmennutzung verringert Biomasse- und Strombedarf
- ▶ **Integration reduziert Betriebskosten**

Energieträgerbedarf im Szenarien-Vergleich



90% der Investitionen in den vier energieintensiven Branchen

Die **Gesamtinvestitionen** belaufen sich, je nach Szenario, auf insgesamt **17 bis 24 Mrd.€** bis 2040.

Etwa **33 %** davon entfallen auf direkte **Technologiekosten**
Integrationskosten sind maßgeblich.

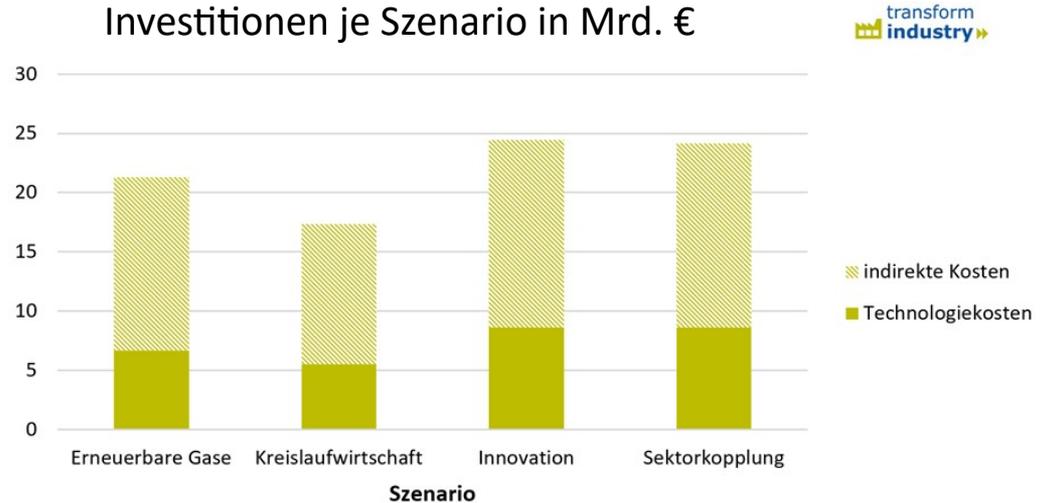
Investitionen je Branche bis 2040 in Mrd. €



Integration und Infrastruktur sind der wesentliche Kostenfaktor

Direkte und indirekte Investitionen berücksichtigen:

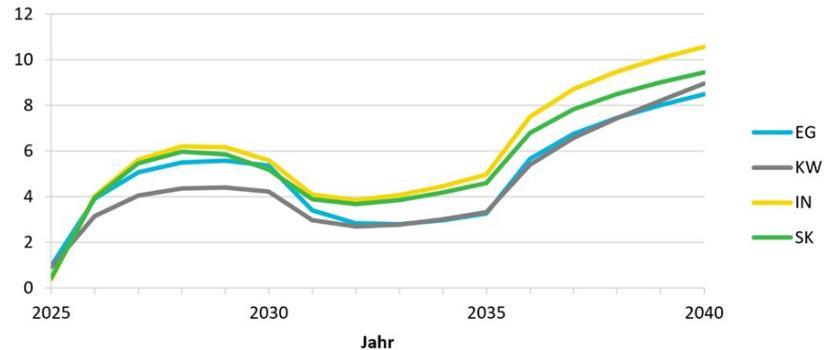
- ▶▶ **8** verfügbare Technologien zur Wärmebereitstellung
- ▶▶ **9** neue Technologien zur Prozesstransformation in den Branchen Eisen & Stahl, Chemie, und Zement



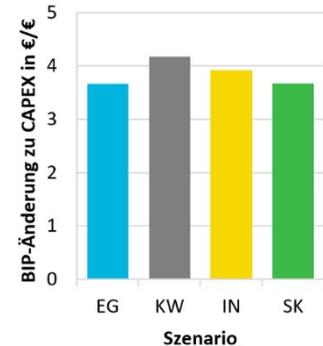
Volkswirtschaftliche Effekte¹

- ▶ Alle Szenarien zeigen langfristig **positive volkswirtschaftliche Effekte** (BIP, Beschäftigte).
- ▶ **Innovation** und **Sektorkopplung** heben sich deutlich positiv ab – **nachhaltiger volkswirtschaftlicher Nutzen bei höheren Investitionen**.
- ▶ **Positive Effekte** aus Einsparungen bei Energiebedarf und Anlagenkosten durch **Kreislaufwirtschaft** sind deutlich, aber alleine wenig effektiv.
- ▶ Die Importbedarfe der wenig invasiven Szenarien **Erneuerbares Gas**, und **Kreislaufwirtschaft** sind langfristig bedeutend höher
- ▶ **Der Fokus sollte auf Nutzung heimischer Potenziale bei möglichst hoher Energieeffizienz liegen.**
- ▶ **Energieimporte werden weiterhin nötig sein.**

BIP Auswirkung im Szenario-Vergleich, Mrd. €



BIP Auswirkung je investiertem Euro



Handlungsempfehlungen: Überblick

- ▶ Handlungsempfehlungen gehen über die klassische F&E-Politik hinaus
- ▶ Verstärkte Abstimmung unterschiedlicher Politikfelder und insbesondere der FTI-, Industrie-, Regional- und Energiepolitik ist gefordert

Neun Handlungsfelder

1. Förderung von F&E

2. Anreize und Förderungen von Investitionen

3. Energie-
infrastrukturen &
Energiebereitstellung

4. Bereitstellung von
Material und
Rohstoffen

5. Auf- und Ausbau
von Infrastrukturen

6. Kooperation und
Vernetzung

7. Gesetzliche
Rahmenbedingungen,
Standards & Normen

8. Öffentliche
Beschaffung und
Nachfrage

9. Aus- und
Weiterbildung sowie
gesellschaftlicher
Wandel

Handlungsempfehlungen

- ▶▶ Direkte F&E-Förderung: Integration von Technologien
- ▶▶ OPEX Förderungen für Industry-scale Erstanlagen
- ▶▶ (Energie)Infrastruktur: Aufbau von Wasserstoff- und CO₂ Netz, Ausbau Stromnetz
- ▶▶ Die Vereinfachung und Beschleunigung von Genehmigungs- und Verwaltungsverfahren
- ▶▶ Aus- und Weiterbildungsinitiativen mit Industriepartnerschaft

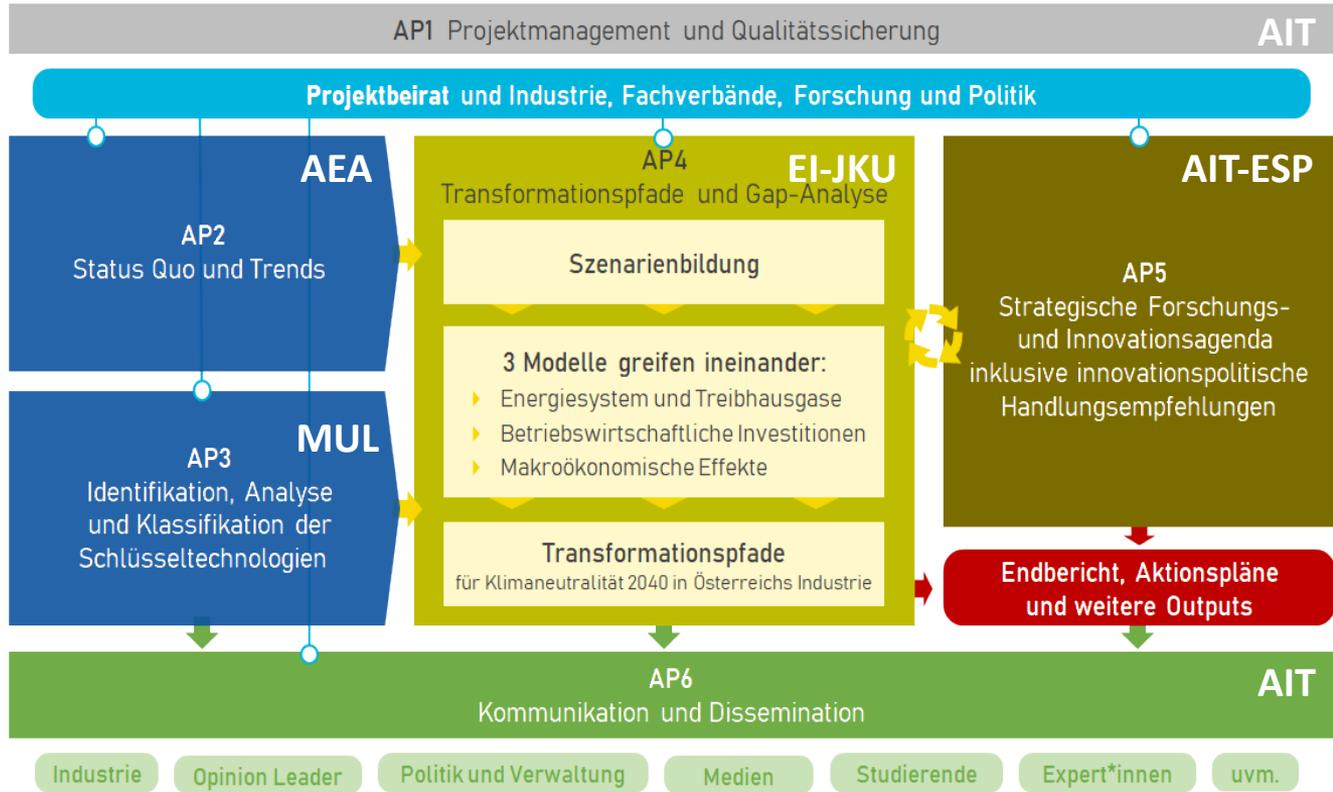


Danke!

Für Rückfragen wenden Sie sich bitte an die Projektleitung
Christian Schützenhofer
christian.schuetzenhofer@ait.ac.at

Backup

Methodik und interne Schnittstellen

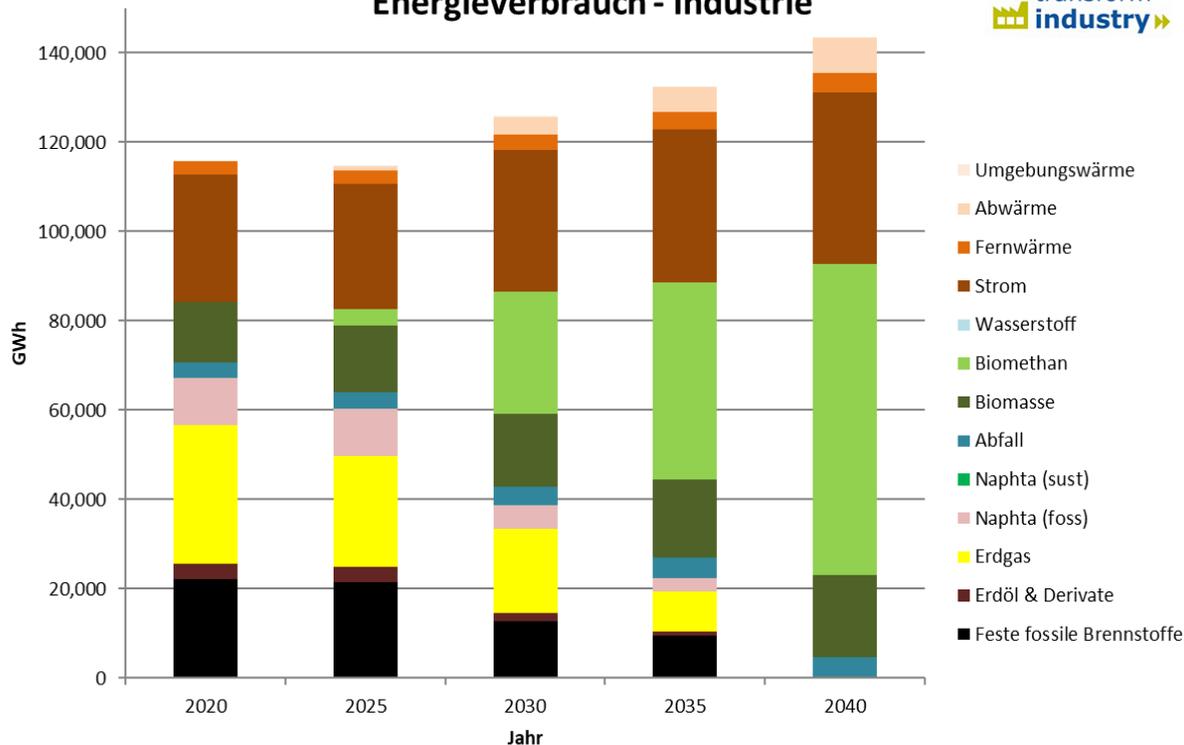


AP-Leitung: oben rechts im Feld

Szenario Erneuerbare Gase

- ▶▶ Dekarbonisierung durch **Ersatz von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Gase**
- ▶▶ **Stahlerzeugung durch Direktreduktion mit Methan und E-Lichtbogenofen**
- ▶▶ **Chemische Industrie nutzt Biomethan als Feedstock**
- ▶▶ **Strombedarf steigt um 35%**
- ▶▶ **50% des Bedarfs wird durch erneuerbare Gase gedeckt**

Energieverbrauch - Industrie

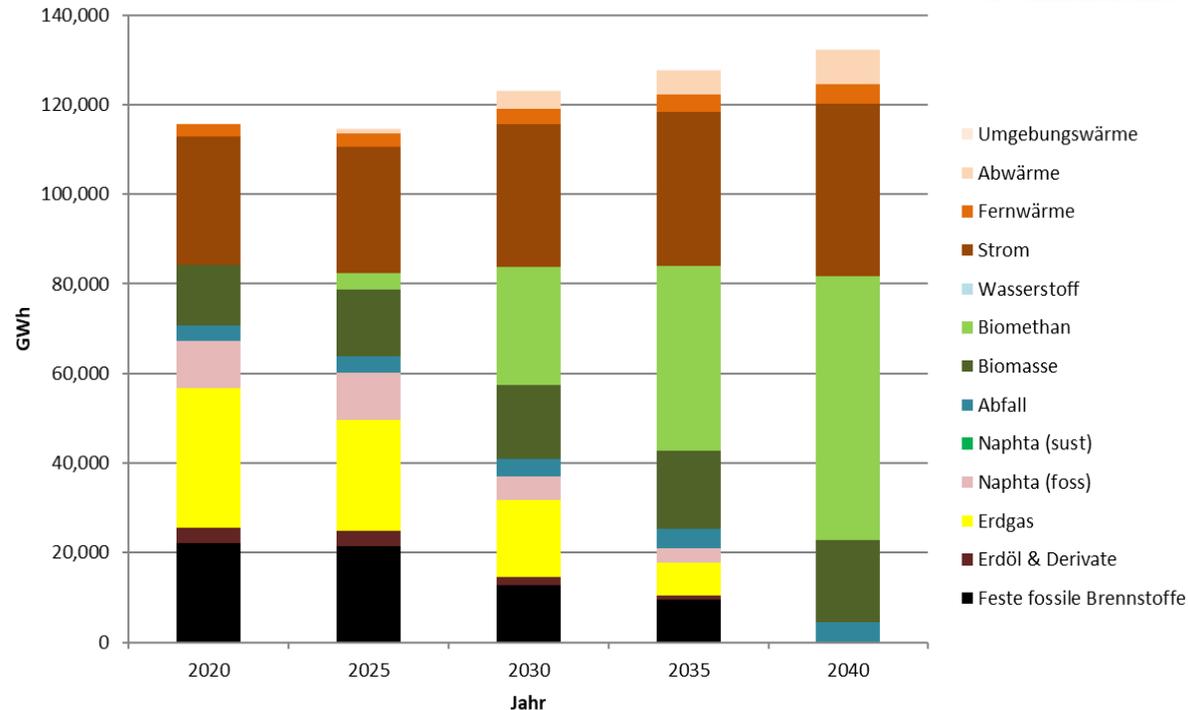


Szenario Erneuerbare Gase

Szenario Kreislaufwirtschaft

- ▶▶ Aufbauend auf das Szenario Erneuerbare Gase
- ▶▶ Reduktion des Energiebedarfs durch **Verschiebung von Primär- zu Sekundärproduktion**
- ▶▶ Verbesserte Ressourcennutzung
- ▶▶ 10 TWh geringerer Verbrauch gegenüber Erneuerbare Gase

Energieverbrauch - Industrie

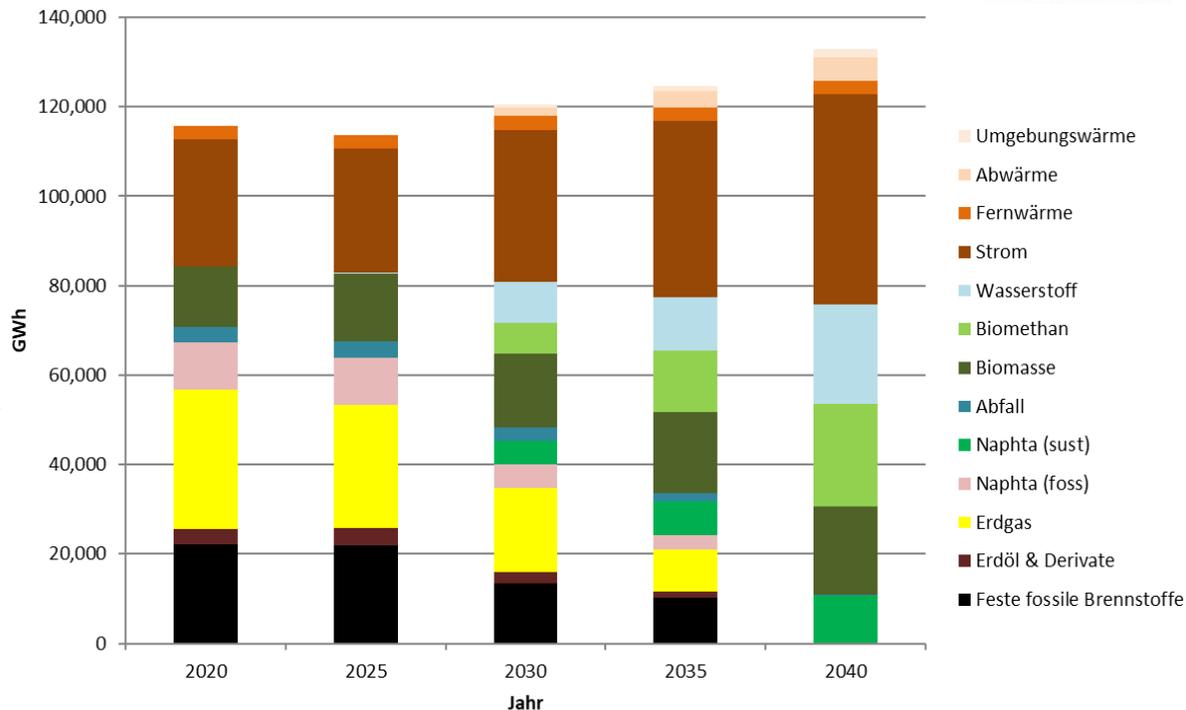


Szenario Kreislaufwirtschaft

Szenario Innovation

- ▶ Energieeinsatz orientiert sich an Art des Energiebedarfs und ermöglicht dadurch Ersatz von fossiler Energie durch **Nutzung von Umgebungs- und Abwärme** mittels Wärmepumpen
- ▶ Stahlerzeugung durch Direktreduktion mit Wasserstoff und E-Lichtbogenofen
- ▶ Chemische Industrie nutzt Sustainable Naphtha und Wasserstoff
- ▶ Zuwachs des Strombedarfs um 65%, stark reduzierter Nachfrage nach erneuerbaren Gasen

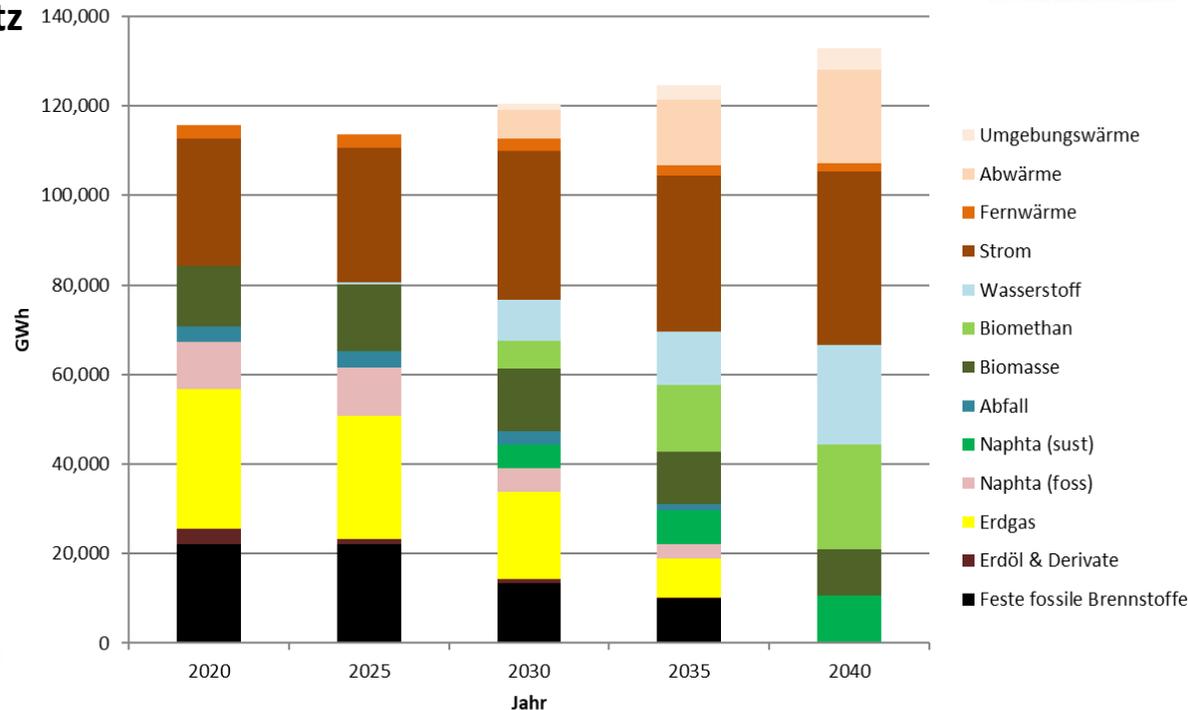
Energieverbrauch - Industrie



Szenario Sektorkopplung

- ▶▶ **Exergieoptimierter Energieeinsatz und standort-übergreifender Austausch von Energieträgern**
- ▶▶ **Verringerter Zuwachs des Stromverbrauchs und Biomassenutzung durch verstärkten Abwärmeeinsatz**
- ▶▶ **Exergetisch sinnvolle Biomassevergasung (sektorübergreifende Nutzung im Netz für HT-Anwendungen)**

Energieverbrauch - Industrie



Szenario Sektorkopplung

Grafiken