



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Wie wird Deutschland klimaneutral?

Prof. Dr. Mario Ragwitz
2. Februar 2023

Prof. Dr. Anke Weidlich

www.energiesysteme-zukunft.de



AG Klimaneutrales Energiesystem



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

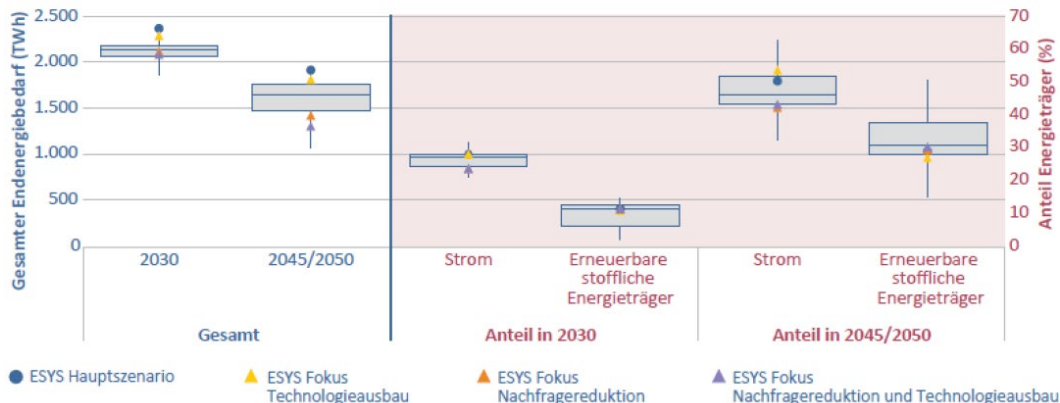
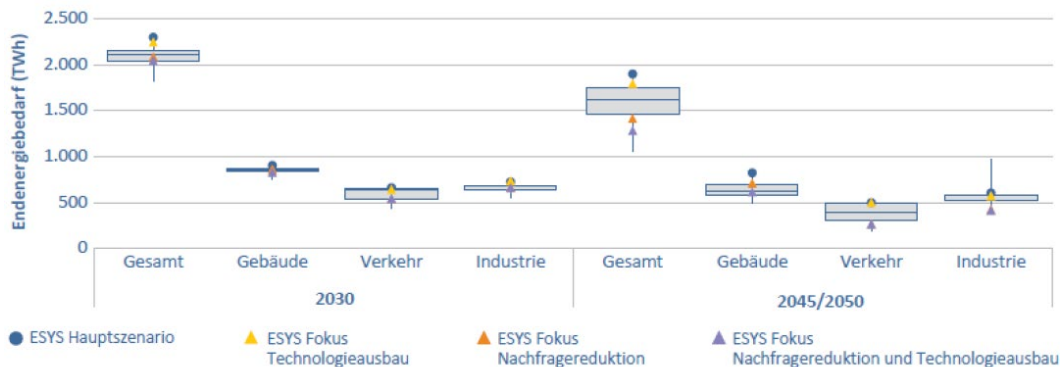


- Eigene Szenariorechnungen (mit REMod)
 - KN2045
 - KN2040
 - KN2035
 - KN2045 mit hohen Gaspreisen
- Meta-Analyse bestehender Szenarien
- Expert*innendiskussion



Ergebnisse: Endenergiebedarf

Reduktion und Verwendung



Studienvergleich und eigene Rechnungen

- Reduktion des Endenergiebedarfs in allen Studien
- Gleichzeitig starke Erhöhung des Strombedarfs
- ESYS KN2045 im Spektrum der Studien eher bei hohem Energiebedarf
- Fokus Nachfragereduktion am unteren Rand

Ausbau erneuerbarer Energien (1 | 2)

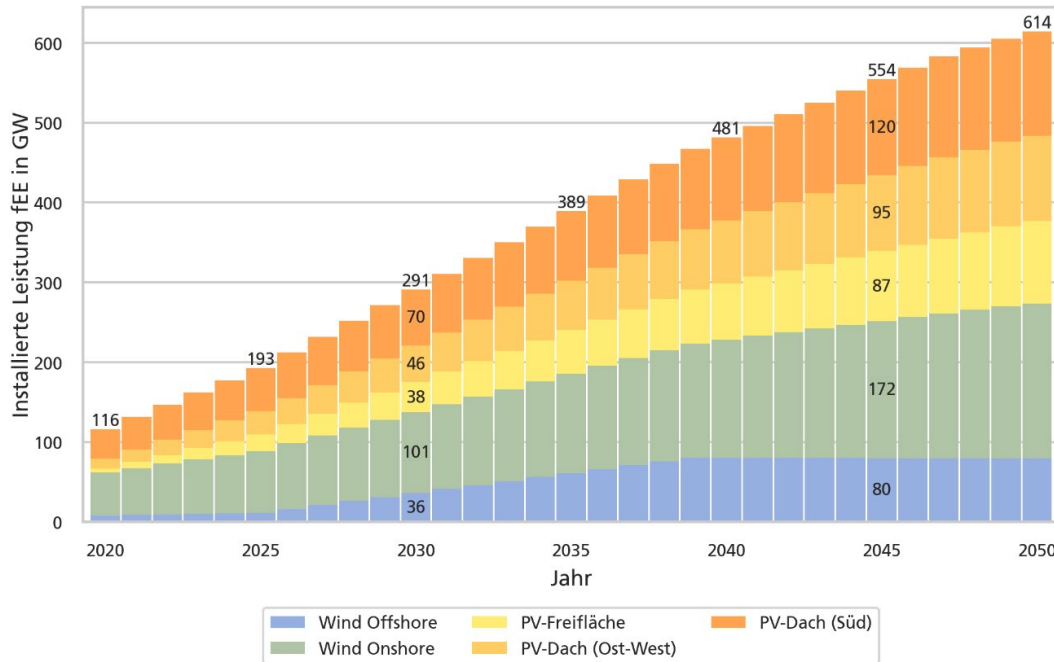
Ambitionierter EE-Ausbau zur Deckung der Stromlast



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



EE-Ausbau bis 2045 (ESYS-Hauptszenario)



- Deutlicher Ausbau der installierten Leistung von Wind und Photovoltaik
- Bis 2030 ca. 144 GW PV, 100 GW Onshore-Wind, 36 GW Offshore-Wind
- Bis 2045 werden 554 GW EE benötigt
- Zahlen aus anderen Szenarien

Ausbau erneuerbarer Energien (2|2)

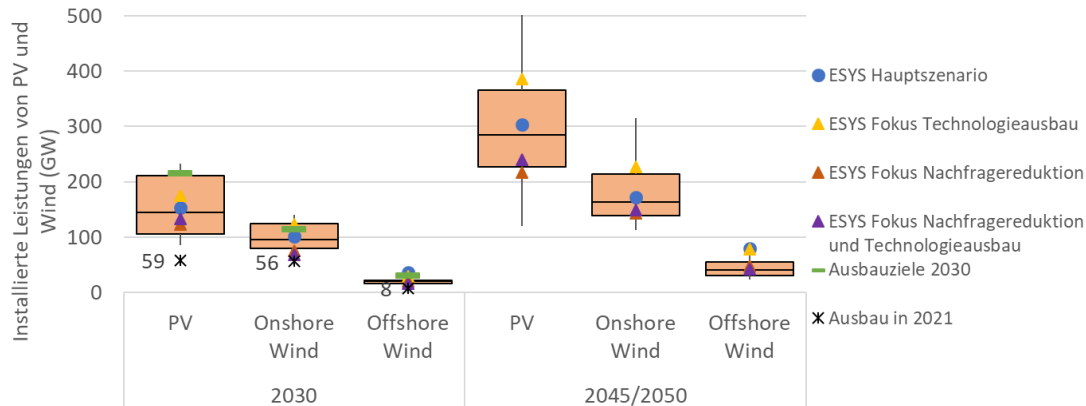
Studienvergleich 2030 und Ziele der Bundesregierung



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



EE-Ausbau bis 2045 (ESYS + Studienvergleich)



- Fokus auf Technologieausbau bringt hohe Ausbauraten von Wind und PV mit sich
- Erheblich weniger Ausbaubedarf bei Nachfragereduktion
- PV- und Windausbau bis 2030 in ähnlicher Größenordnung wie Ziele der Bundesregierung

Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft

Vor allem für klimaneutrale Industrie nötig

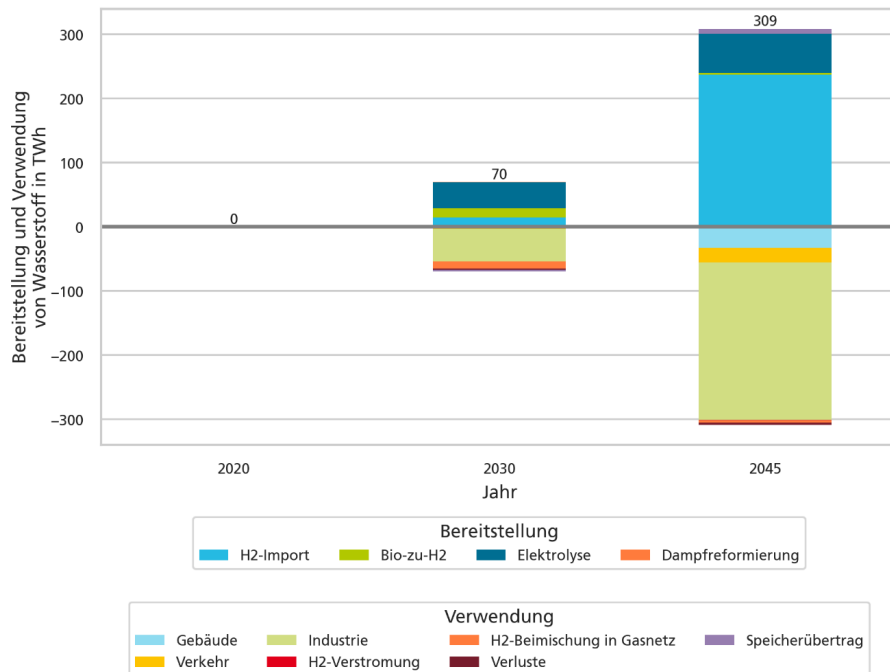


Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN

Wasserstoff-Hochlauf (ESYS-Hauptzenario)



- Im Hauptzenario wird in 2030 bereits viel Wasserstoff in der Industrie eingesetzt
- In 2030 kommt ca. 80% des Wasserstoffs aus heimischer Erzeugung
- Starker Anstieg des Wasserstoffbedarfs bis 2045, insb. in der Industrie
- In 2045 kommt ca. 80 % des Wasserstoffs aus Importen

Handlungsoptionen

Vielfältige Maßnahmen möglich und nötig



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEEN
DER WISSENSCHAFTEN



Übergreifende Handlungsoptionen



Rahmenbedingungen für Verbrauchsreduktion politisch gestalten



Modernisierung der Energieversorgung vorantreiben und Innovationen fördern: die Gestaltung des Technologieumbaus



Prozesse umstellen und Ressourcen schonen: Strategien zur klimaneutralen Industrie

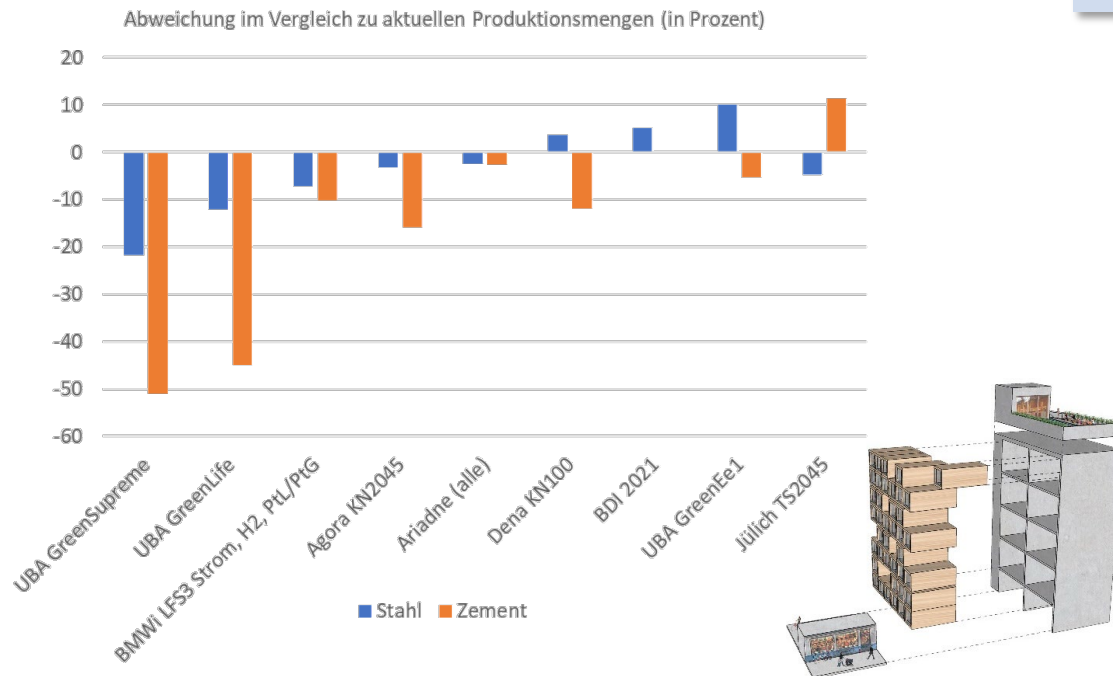


Kohlenstoffmanagement für einen Transformationspfad zu nettonegativen Emissionen

Schwerpunkt Nachfragereduktion

Effizienz steigern, Verbrauchsmuster ändern

Produktionsmengen Stahl & Zement 2045/2050



Beispiel Handlungsfeld 11: Energiebedarfe durch nachhaltige Gestaltung von Konsum und Produktion senken

- Kennzeichnung der Klimawirkung und Reparierbarkeit von Produkten
- Reparaturbonus
- Sharing-Konzepte fördern
- Modulare Konzepte bei Neuproduktion fördern



Schwerpunkt industrielle Produktion

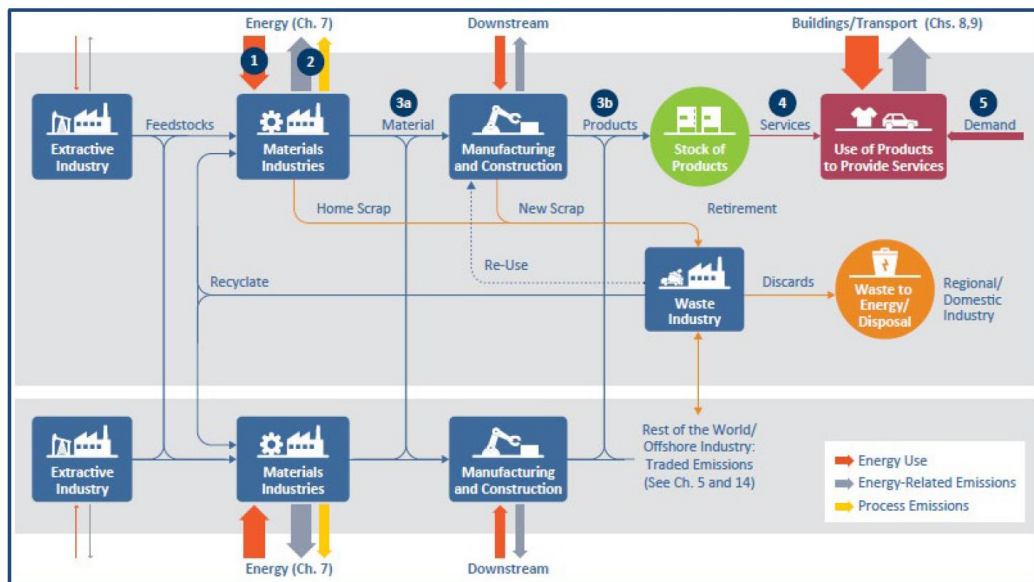
Prozesse, Kreislaufwirtschaft und Materialeffizienz



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



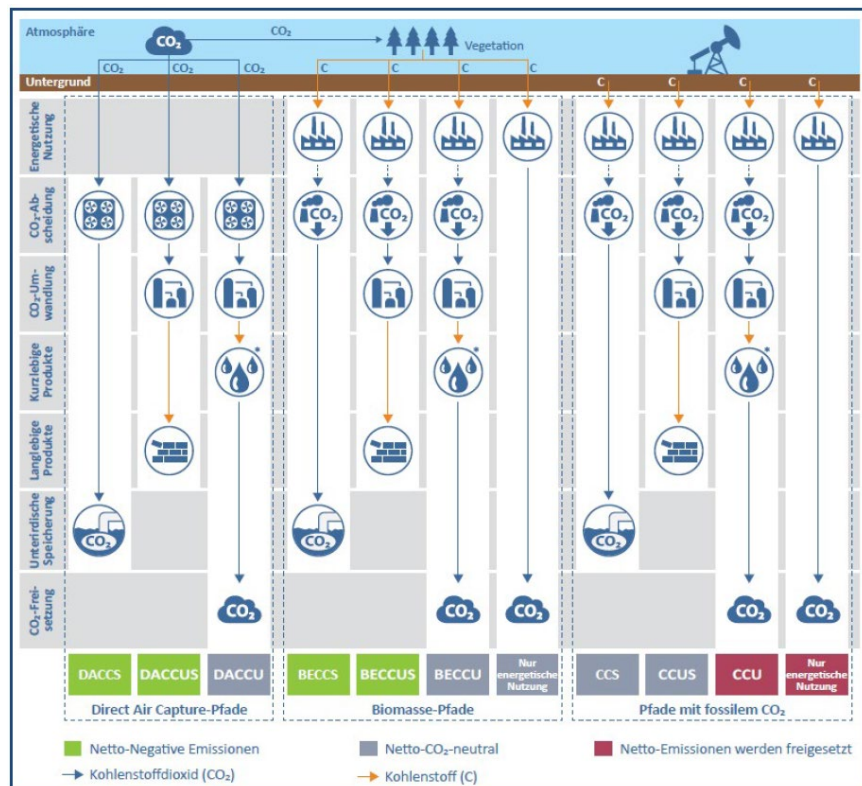
Beispiel Handlungsfeld 16: Klimaneutrale Prozesse



- Elektrifizierung überall dort, wo sinnvoll
- Wechsel von grauem zu grünem Wasserstoff
- Anteile klimaneutraler Grundstoffe erhöhen
- Investitionszyklen berücksichtigen, Marktreife fördern

Schwerpunkt negative Emissionen

CCU und CCS sind für Klimaneutralität erforderlich



Beispiel Handlungsfeld 20: CDR – CO₂ aus der Atmosphäre entfernen

- Aussicht auf CO₂-Entnahme soll Ambitionen in Vereidung nicht schmälern
- Forschungsbedarf zu Risiken und Umweltauswirkungen der Entnahmeverfahren
- Accountingregeln müssen klar definiert werden
- Anreize für CDR-Einsatz sind erforderlich

Schlussfolgerungen

Tiefgreifende Transformation in vielen Bereichen

- Das Ambitionsniveau der Transformation ist sehr hoch!
- Umstellungsbedarfe über Effizienz hinaus, v.a. in Industrie, Gebäude & Verkehr
- Suffizienz ist wichtiger Teil der Transformation
→ politische Gestaltung nötig
- 100 % erneuerbare Energien rasch benötigt
- Sektorenübergreifende Infrastrukturen erforderlich
→ Systementwicklungsstrategie
- Schwer vermeidbare Emissionen müssen ausgeglichen werden → Kohlenstoffmanagement
- Alle Bereiche müssen zeitgleich adressiert werden



Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

UNION
DER DEUTSCHEN AKADEMIEN
DER WISSENSCHAFTEN





Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Union der deutschen Akademien der Wissenschaften