HYPOS

zwanzig20
PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATION

Energie mit Zukunft.
Umwelt und Verantwortung.

DBI GTI
Gastechnologisches Institut

Potenzialanalyse zur Erzeugung und Bedarf von Grünem Wasserstoff aus P2G für die Sektorkopplung in der mitteldeutschen Chemieregion

Prof. Dr. Hartmut Krause

DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg

An-Institut der TU Bergakademie Freiberg

Dezentrale Sektorkopplung und Hybride Energiespeichersysteme

TU Dresden, 15.11.2016

DVGW

Inhalt

- Motivation zur Potenzialanalyse im Rahmen der HYPOS-Initiaive
- Status Quo des Wasserstoffverbrauches in der Region Mitteldeutschland
- Entwicklung der Erzeugungskapazitäten von EE-Strom in der Region
- Potenziale zur Wasserstofferzeugung und deren Einsatz
- Zusammenfassung und kurzer Ausblick

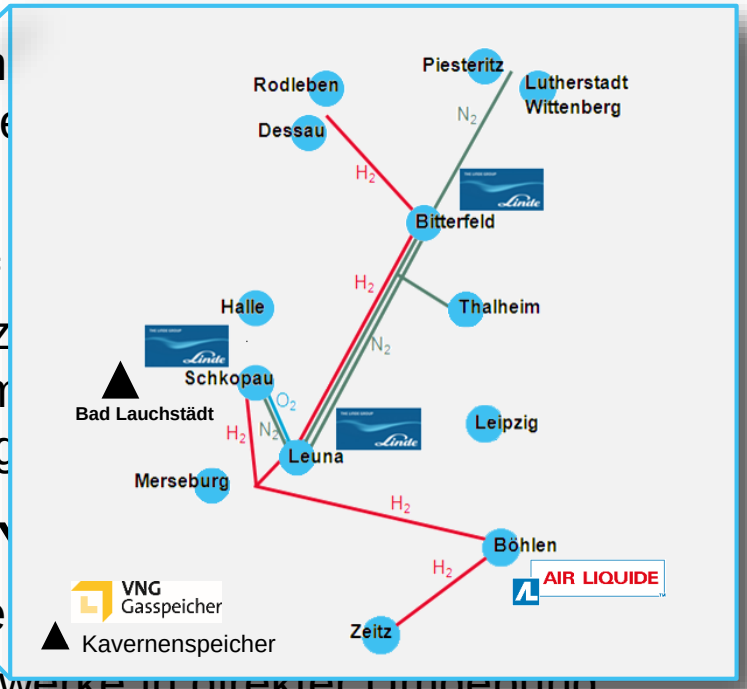
Motivation zur Potenzialanalyse im Rahmen der HYPOS-Initiative

- Ziele der HYPOS-Initiative
- Ein Ansatz zur Sektorkopplung
- Die Region

- **Herausforderungen als Chance**
  - Sektorkopplung und Netzintegration erneuerbarer Energien über Wasserstoffspeicherung
  - Wirtschaftliche Bereitstellung von grünem Wasserstoff für Chemie, Mobilität und urbane Energieversorgung
- **Mission**

  HYPOS will über grünen Wasserstoff das Chemiestoffstromnetz, das Erdgasnetz und die elektrischen Netze in Ostdeutschland modellhaft verbinden und damit fehlende System- und Netzwerkinnovationen für eine Wirtschaftlichkeit von sicherem grünen Wasserstoff erreichen.
- **Alleinstellungsmerkmale der HYPOS-Region**
  - Zweitgrößtes Wasserstoffpipelinenetz in Deutschland (150 km)
  - Kavernenspeicher und Umspannwerke in direkter Umgebung
  - Höchstes Potential an kombinierter PV + Windkraft in Deutschland

- **Herausforderungen als Chance**
  - Sektorkopplung und Netzintegration erneuerbarer Energien über
- **M**
  - H
  - E
  - v
  - e
- **A**
  - Höchstes Potential an kombinierter PV + Windkraft in Deutschland

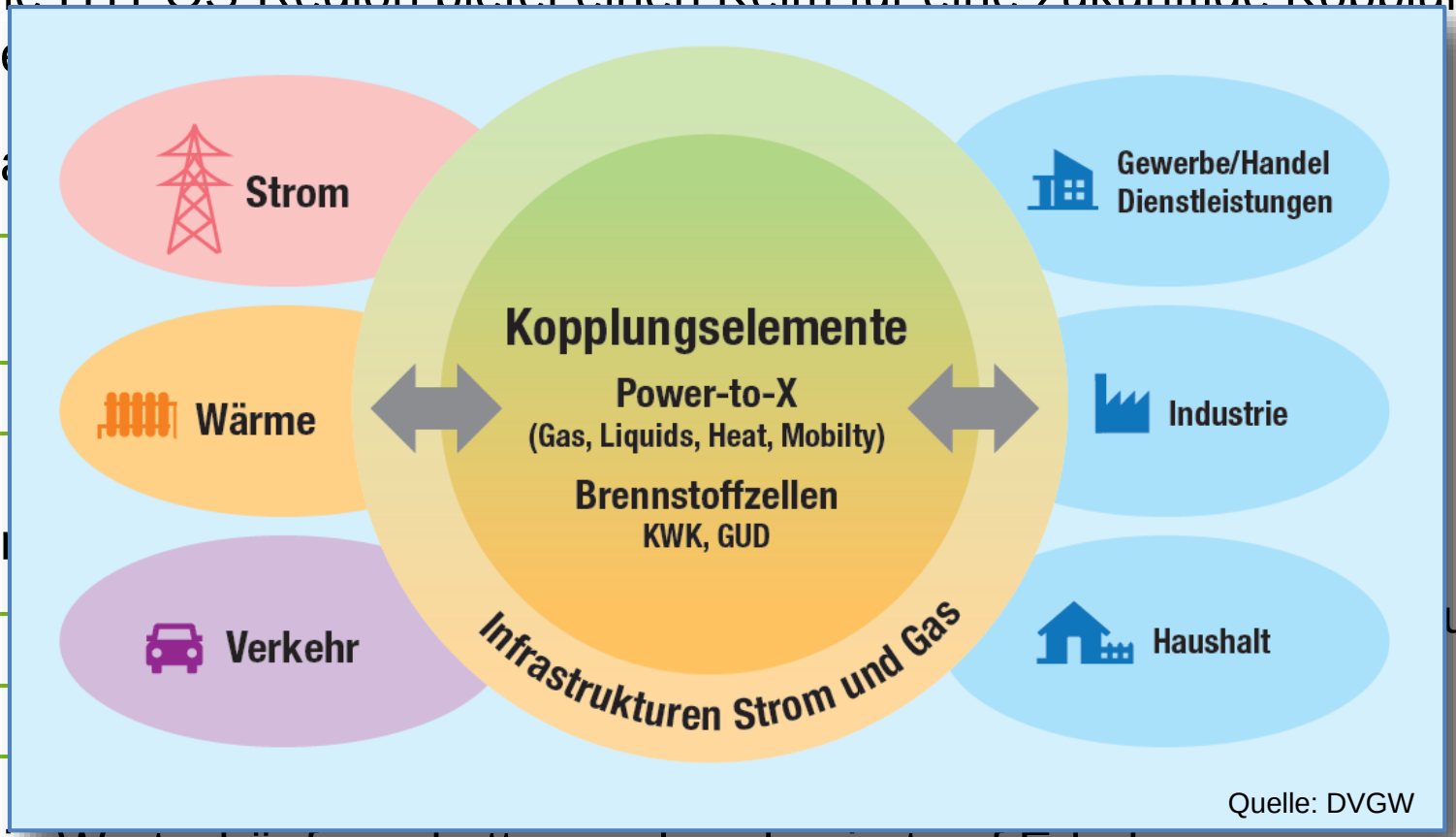


Ein Ansatz zur Sektorkopplung

- Die HYPOS-Region bietet einen Keim für eine zukünftige Kopplung der Sektoren durch ihre Potenziale in Erzeugung und Bedarf
- Basis sind Wertschöpfungsketten entlang derer
  - die Kosten (Investitions-, Betriebs- und Gestehungskosten) für die einzelnen Elemente ermittelt
  - die Endverbraucherpreise für Wasserstoff/Endenergie abgeleitet
  - das Kostensenkungspotenzial durch F&E-Entwicklungen bestimmt
- Anhand der Endverbraucherpreise können
  - Handlungsempfehlungen für Forschung und Entwicklung abgeleitet und
  - Geschäftsmodelle entwickelt, bewertet, verbessert werden
  - die Potenziale verschiedener Märkte für EE-Gase bewertet
- Die Wertschöpfungskettenanalyse basiert auf Erhebungen verschiedener Studien (NOW, DVGW, HYPOS)

Ein Ansatz zur Sektorkopplung

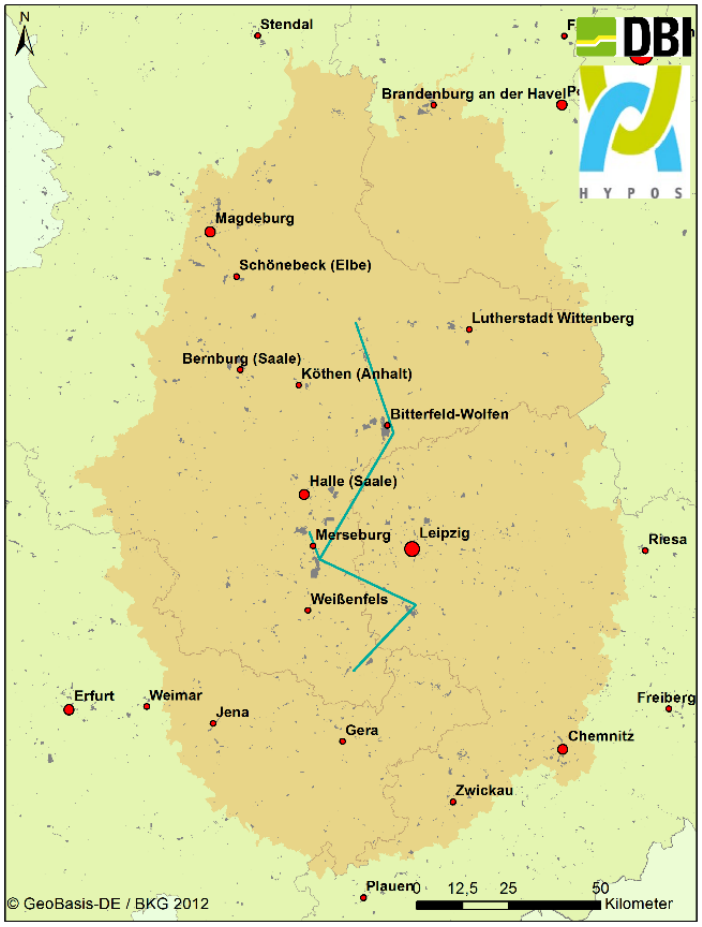
- Die HYPOS-Region bietet einen Keim für eine zukünftige Kopplung der Se
- Ba
- Al
- Die Wertschöpfungskettenanalyse basiert auf Erhebungen verschiedener Studien (NOW, DVGW, HYPOS)

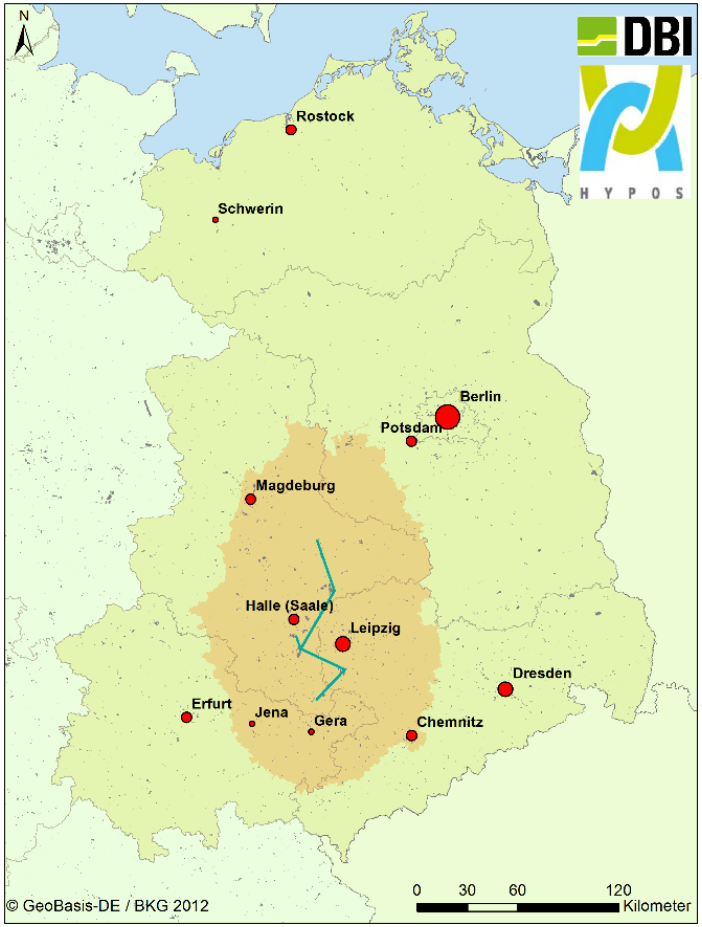


Quelle: DVGW

und

HYPOS Kernregion: 50 km um H_2-Pipeline (gemeindegenau)





Wasserstoffpipeline
Industriegebiete
HYPOS Modellregion
HYPOS Kernregion

Status Quo des Wasserstoffverbrauches in der Region Mitteldeutschland

- Ansätze der Analyse
- H_2-Erzeugung und Verbrauchsdaten

Wasserstoffproduktion und -verbrauch in der HYPOS-Region

Analyse von Wasserstoffproduktion und -verteilung

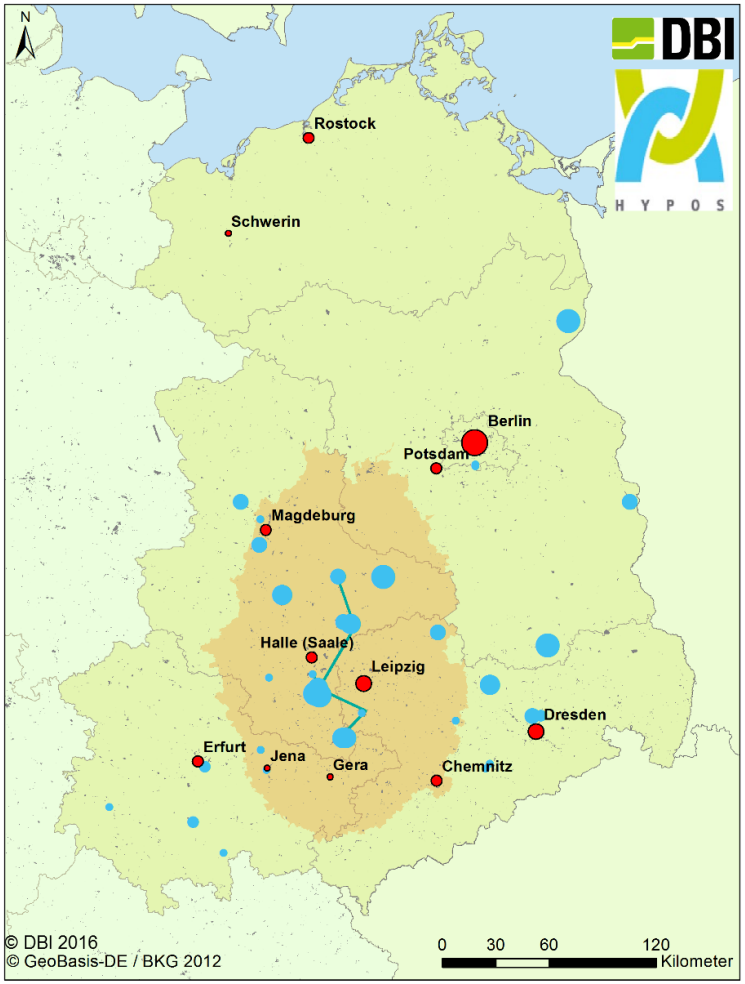
- Lage/Kapazität der bestehenden Wasserstoffpipeline
- Recherche von Standorten und Kapazitäten zur Wasserstofferzeugung
- Bedingt durch Compliance-Vorgaben in den Produktionsunternehmen liegen nur sehr wenige Informationen zur Vertriebsseite vor

Analyse der Wasserstoffverbraucher in HYPOS-Region

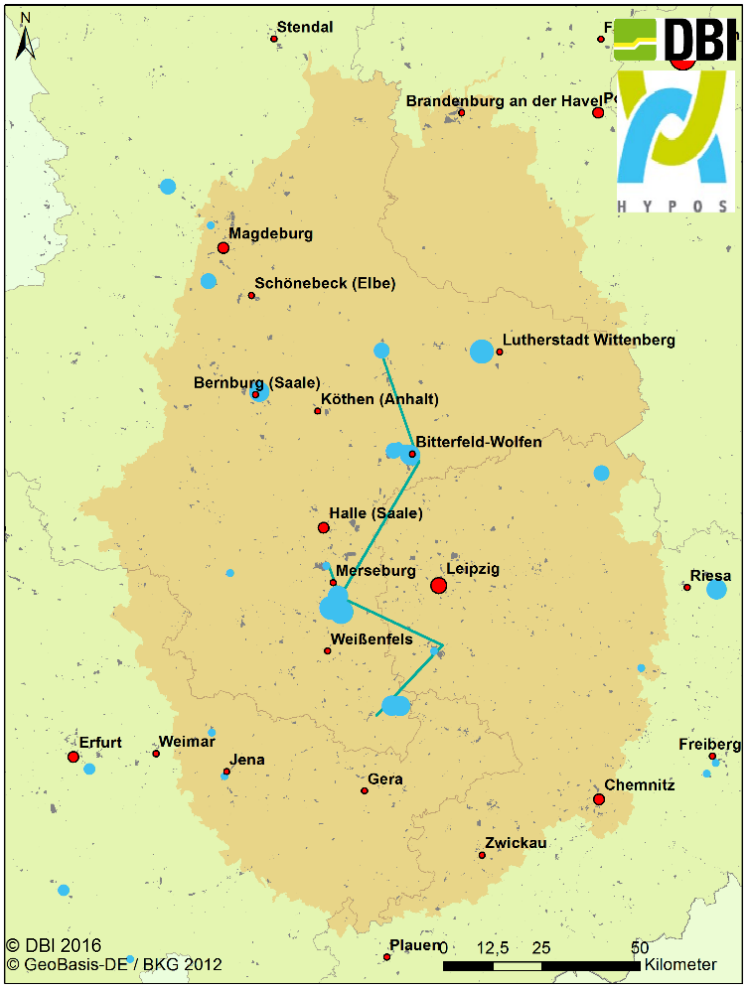
- Screening von Unternehmen mit potenziellem Wasserstoffverbrauch
- GIS-Erfassung, Adressidentifizierung
- Befragung der Unternehmen mit Wasserstoffverbrauch (>50, Rücklauf >45 %), Ergänzung durch Berechnungen anhand von Produktionsdaten (>25 %), wesentliche Bedarfsträger erfasst

Wasserstoffproduktion und -verbrauch in der HYPOS-Region

Modellregion



Kernregion



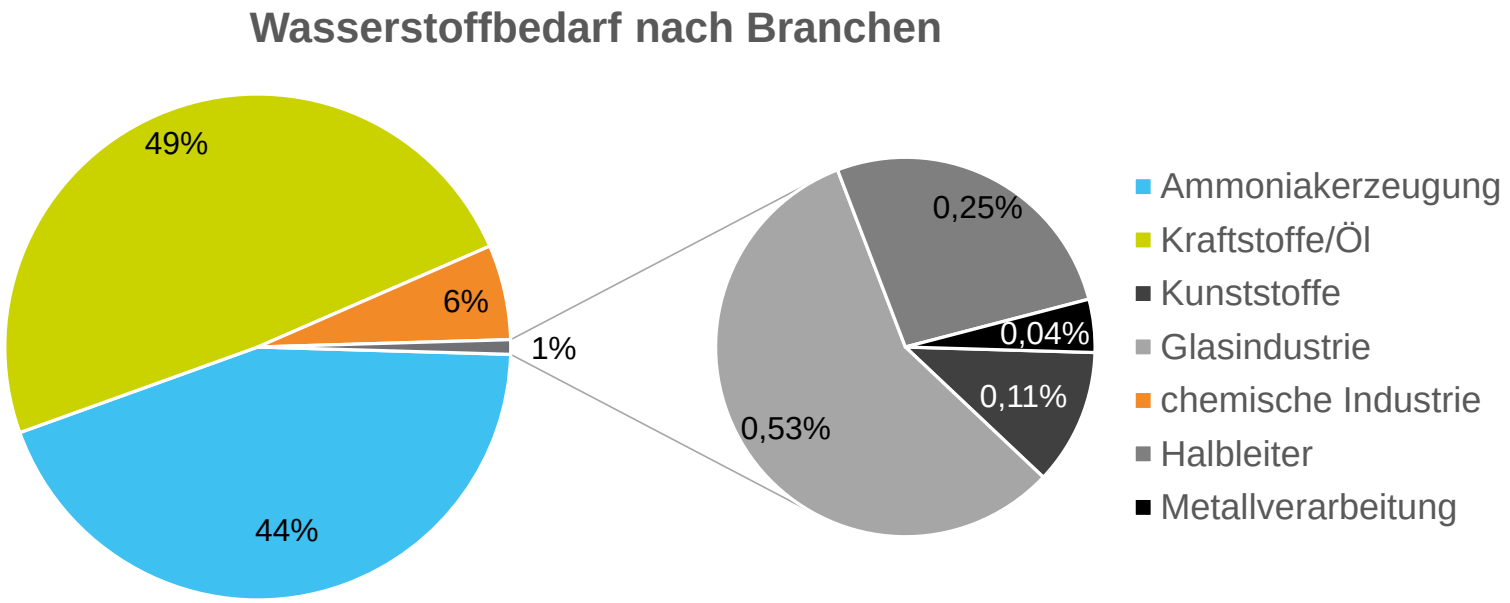
Wasserstoffbedarf in m³/a

- keine Angabe möglich
- 1.000 - 1 Mio.
- 1 Mio. - 10 Mio.
- 10 Mio. - 100 Mio.
- über 100 Mio.

- Wasserstoffpipeline
- Industriegebiete
- HYPOS Kernregion

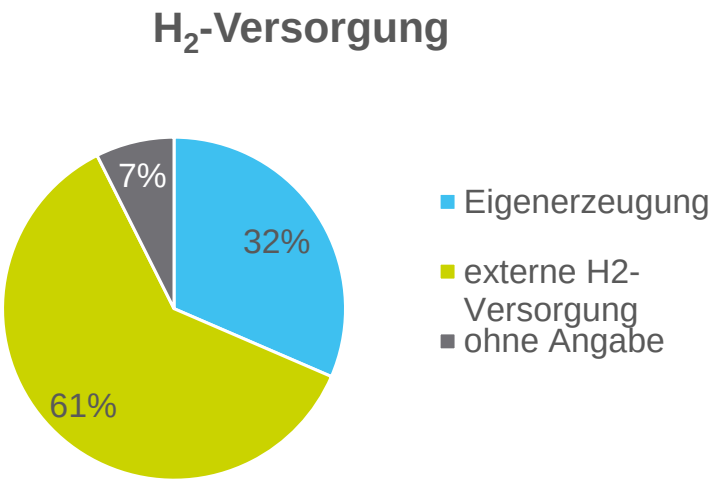
Wasserstoffproduktion und -verbrauch in der HYPOS-Region

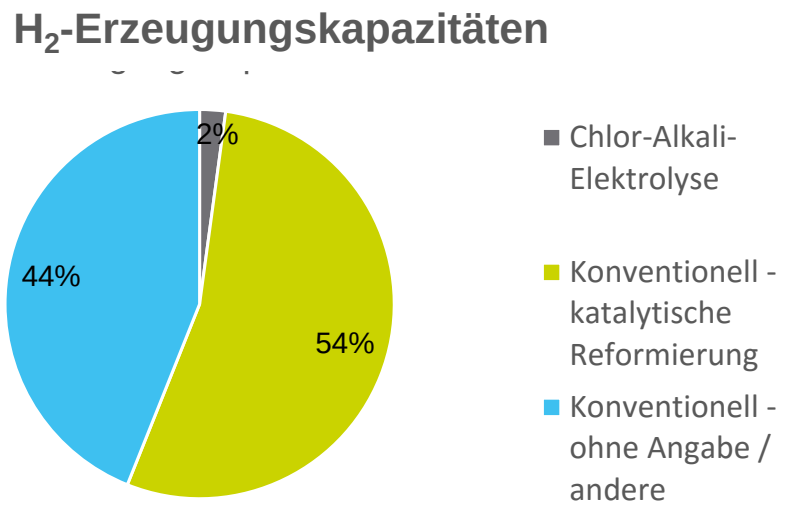
- Erfassung von Bedarf und Branche der Wasserstoffverbraucher
- Identifikation eines Bedarfes von ca. 4,8 Mrd. m³/a in 7 Branchen
- Große Spannbreite des Bedarfs einzelner Verbraucher von <1.000 m³/a bis >100 Mio. m³/a



Analyse der Versorgungs- und Erzeugungsstruktur

- Großteil der Bedarfsträger wird mit Wasserstoff beliefert (Pipeline, Trailer o.ä.)
- Anzahl der Nutzer mit Eigenerzeugung geringer (32 %), Bedarf dieser Nutzer ist aber wesentlich höher
- Erzeugung (insgesamt 5,3 Mrd. Nm³ p.a.) wird dominiert von Reformierungsverfahren

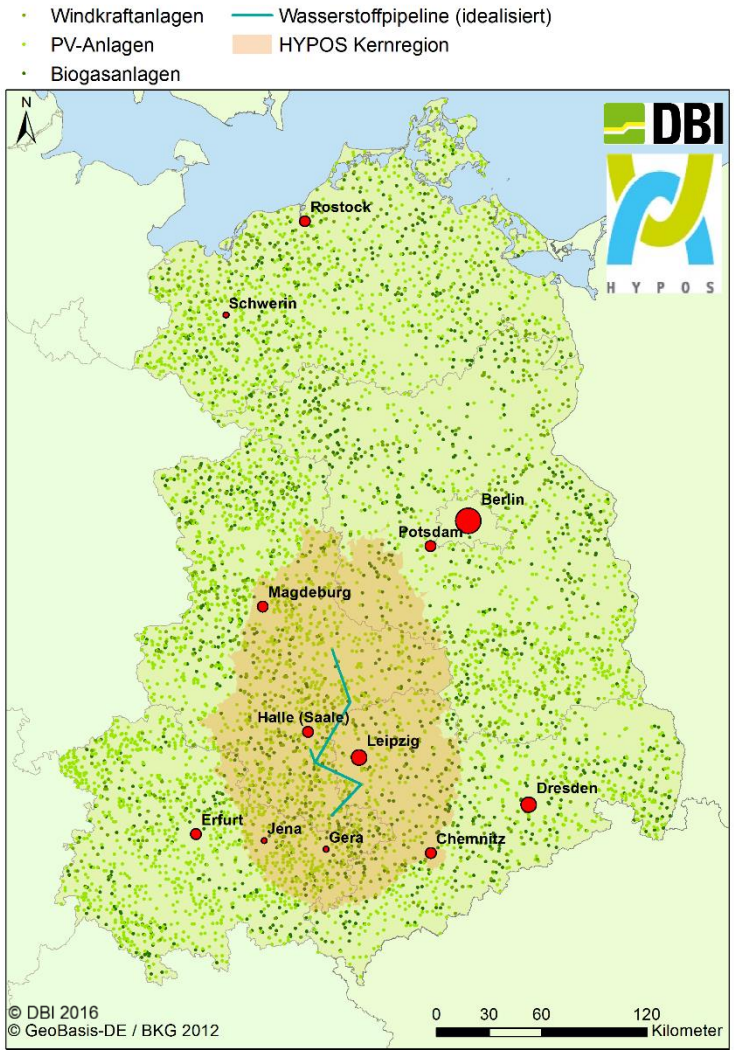


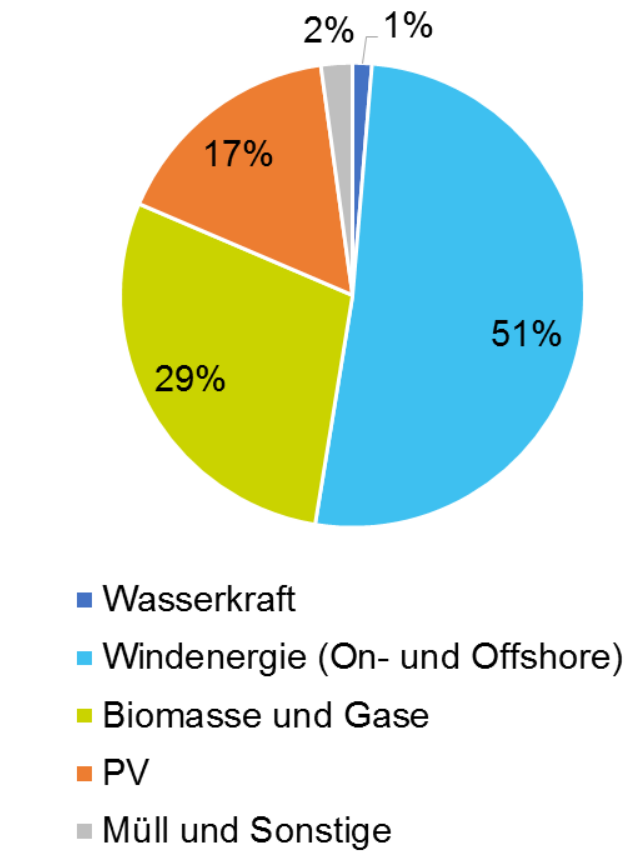


Entwicklung der Erzeugungskapazitäten von EE-Strom in der Region

- Strommix aktuell
- Prognose der Erzeugungskapazitäten

EE-Stromerzeugung in der HYPOS-Region
Analyse aktueller EE-Standorte





Ermittlung von Residuallasten in der HYPOS-Region

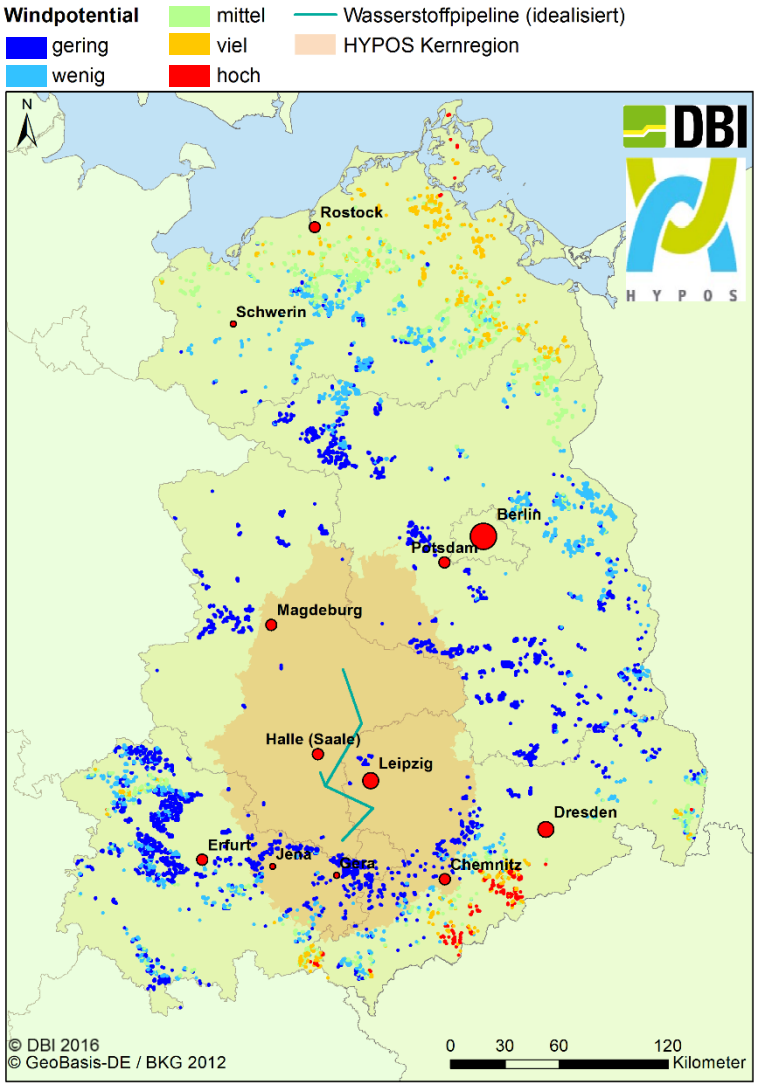
- Zuordnung von Lasten und anderen Erzeugern der Region
- Bestimmung der Residuallast in der HYPOS-Region
- Abgleich mit anderen Studien (u.a. GridLab, IWES, FZJ)
- Ermittlung des Wasserstofferzeugungspotenzials per Elektrolyse

Prognose der Stromproduktion

- Ausgangsjahr 2013 (Abgleich mit BDEW-Statistik und EE-Anlagenregister)
- Berechnung nach NEP 2014 (Stützjahre 2024 und 2034, Bundesland-ebene) und EEG 2014
- Lineare Fortschreibung des Zubaus an EE-Anlagen
- Berücksichtigung inner-/außerdeutsche Exporte

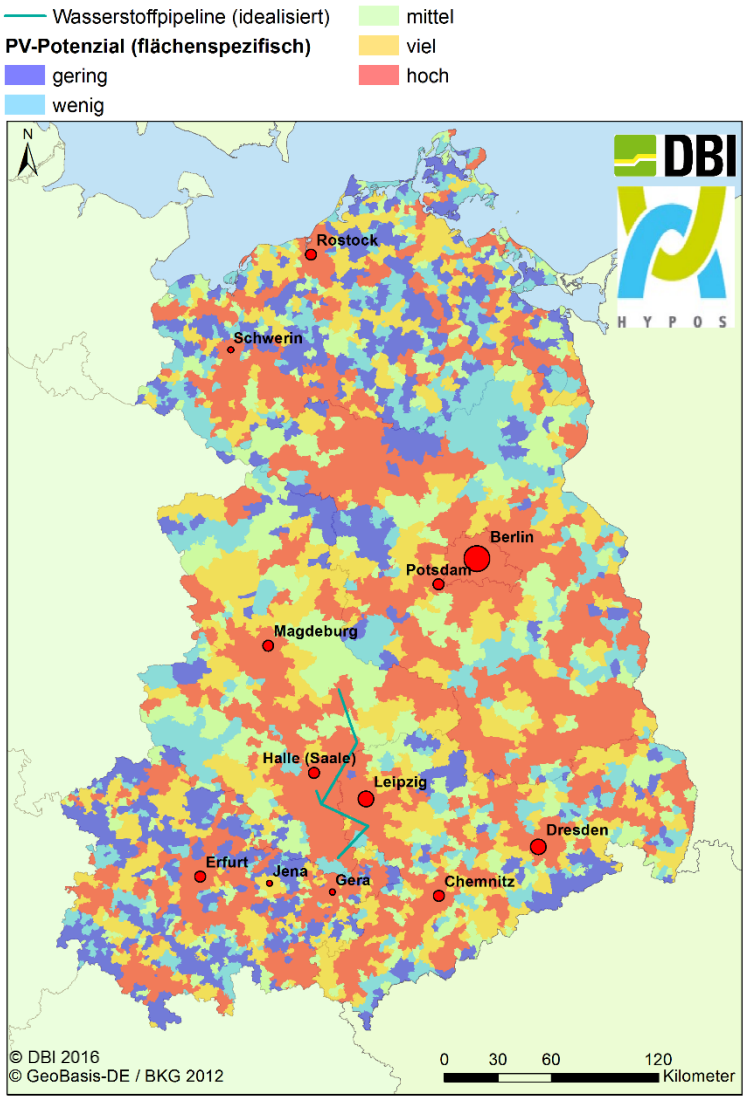
Prognose Windkraftanlagen - Ausbaupotenzial

- ausreichend Potenzialflächen trotz restriktivster Faktoren vorhanden, um Ausbauziele zu erreichen (105 TWh/a)
- Annahme:
  Repowering mit konstanter Leistung
- innerhalb der HYPOS-Kernregion nur im Süden potenzieller Zubau
- für jedes Stützjahr werden die Ausbauziele auf die potenziellen Standorte übertragen (Priorisierung nach spezifischem Ertrag)

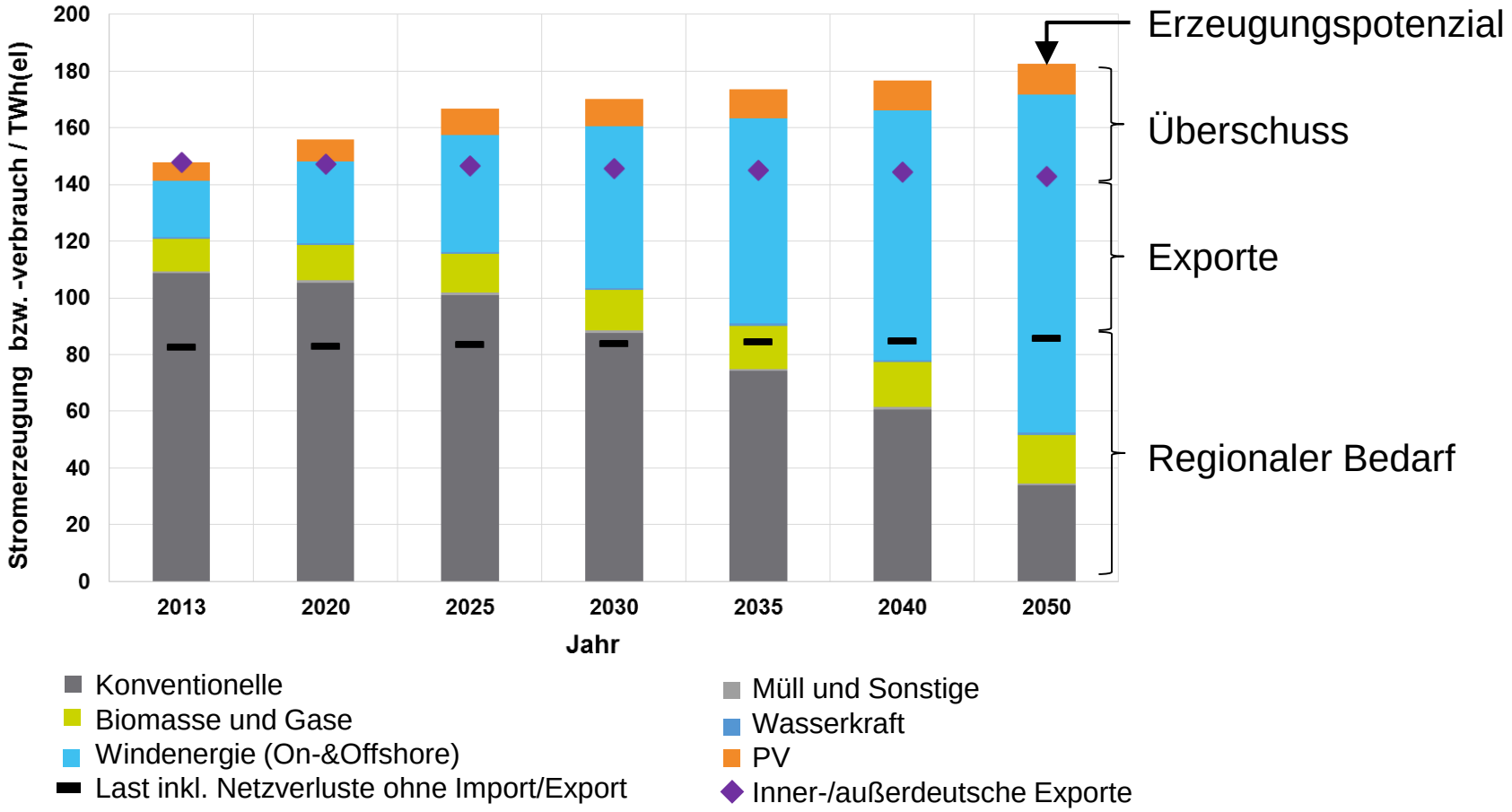


Prognose Photovoltaik – Ausbaupotenzial

- ausreichend Potenzialflächen vorhanden, um Ausbauziele zu erreichen (33 TWh/a)
- Annahme:
  Repowering mit konstanter Leistung
- urbane Gebiete zeigen hohes Potenzial für Dachanlagen
- Auswertung erfolgt aufgrund umfangreicher Datenmenge auf Gemeindeebene



Prognose Strommix in der HYPOS-Modellregion bis 2050

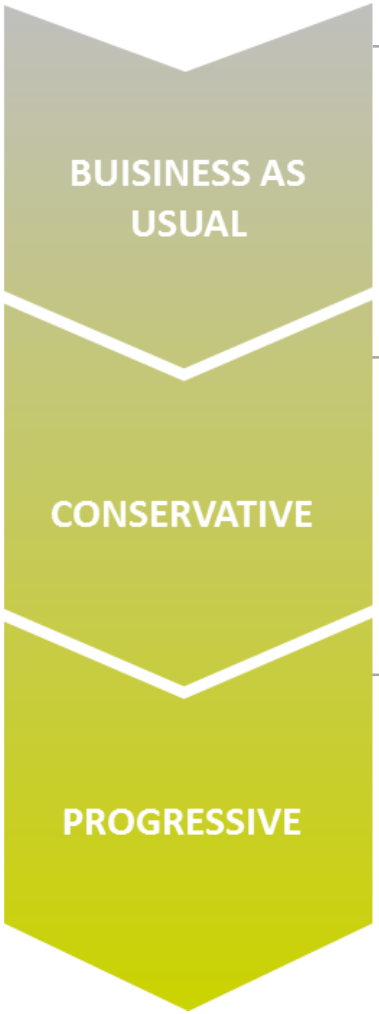


Konservative Prognose, bei gleichbleibenden Exporten in Nachbarregionen

Potenziale zur Wasserstofferzeugung und deren Einsatz

- Ein Szenarienansatz
- Prognose des Wasserstoffbedarfes

Entwicklungsszenarien für die Prognose des Wasserstoffverbrauches



Fortführung des gegenwärtigen Trends wirtschaftlicher Entwicklungen

- wirtschaftliche Entwicklung Chemie, Energie- und Rohstoffpreise, Verzögerter Ausbau der Übertragungsnetze
- Keine Änderung der gesetzl. Rahmenbedingungen

⇨ kein EE-Wasserstoff

Begrenzter Ausbau in einzelnen Bereichen

- Einsatz in der konventionellen Kraftstoffproduktion & in der Feinchemie
- Moderate Absatzsteigerung in der Mobilität (Flottenverkehr)
- Anrechnung auf Biokraftstoffquote
- Befristete Steuerbefreiung von H_2 als Kraftstoff

Forcierter Ausbau in allen Bereichen inkl. politischer Unterstützung

- Einsatz in allen Bereichen der Chemieindustrie, Mobilität (Flotten- und Individualverkehr)
- Energetische Nutzung durch KWK in Industrie, Gewerbe und Wohnungsbau
- Preisanstieg CO_2-Zertifikate
- Anerkennung von grünem H_2 als EE in EEWärmeG bzw. EnEV

Randbedingungen der Szenarien

- Wasserstoffverbrauch der chemischen Industrie ist annähernd konstant, Produktionssteigerungen werden durch Effizienz ausgeglichen
- Szenario Trend: Grüner Wasserstoff nur über Chlor-Alkali-Elektrolyse (EE-Anteil Strommix berücksichtigt)
- Szenario Konservativ: Überschussstrom wird bis max. 50% zu Wasserstoff umgesetzt (linearer Anstieg von 0% 2015 bis 50% 2050)
- Szenario Progressiv: Überschussstrom wird bis max. 100% zu Wasserstoff umgesetzt (linearer Anstieg von 0% 2015 bis 100% 2050)

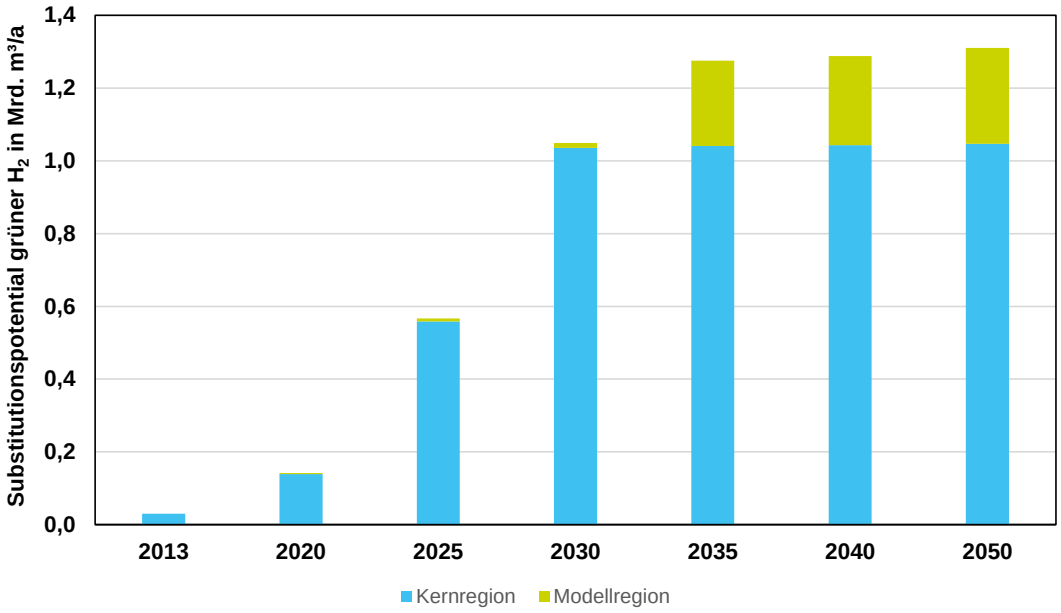
Konservatives Szenario

Ansätze:

- Zusätzliche H_2-Erzeugung durch Elektrolyse
  - Nutzung von 50 % des Überschussstroms
- Nutzung des grünen H_2 in:
  - Industrie nach technischen Möglichkeiten
    - Kraftstofferzeugung und Feinchemie
    - Übrige Industrie in der HYPOS-Kernregion
    - Industrie außerhalb der Kernregion
  - Flottenverkehr (Busse) in Ballungszentren

Ergebnisse:

- Substitutionspotential Industrie ca. 1,3 Mrd. m³/a
- Deckung des Substitutionspotentials
  - in der Kernregion ab 2025
  - In der Modellregion ab 2035
- Alternative Nutzung des Überschussstroms (PtH, Export, Abschaltung)



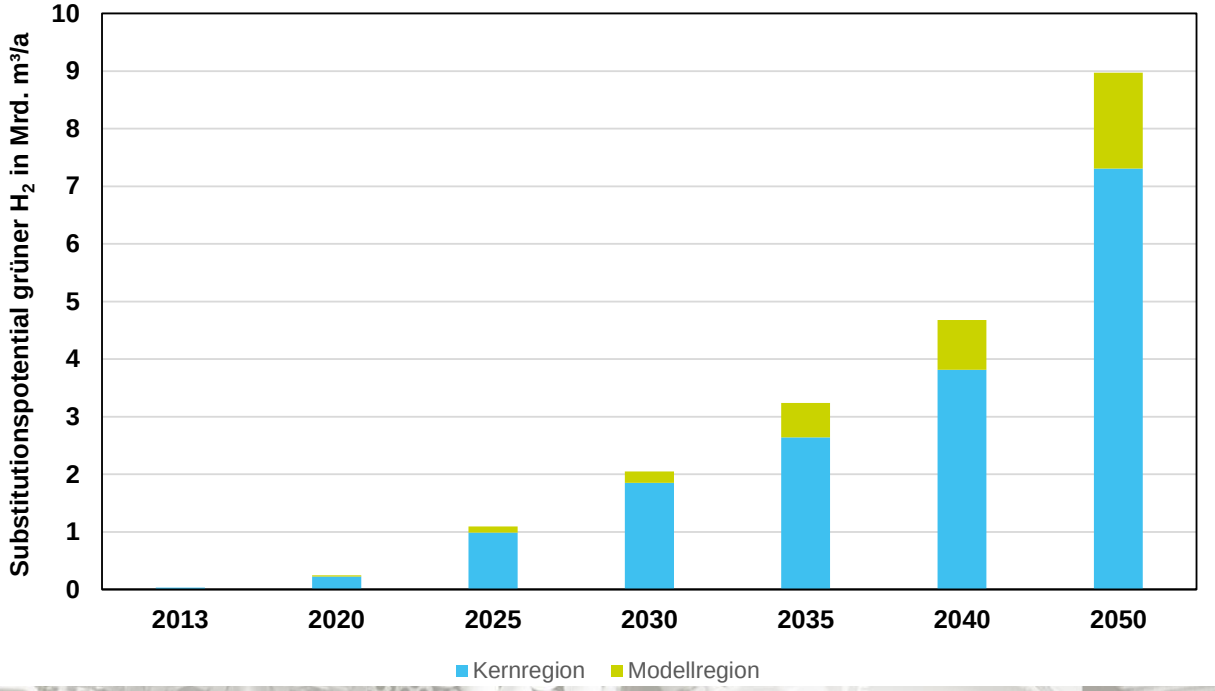
Progressives Szenario

Ansätze:

- Zusätzliche H_2-Erzeugung durch Elektrolyse
  - Nutzung von 100 % des Überschussstroms
- Nutzung des grünen H_2 wie konservatives Szenario plus:
  - Strom- und Wärmeerzeugung durch Substitution von Erdgas
  - Erweiterung auf Individualverkehr

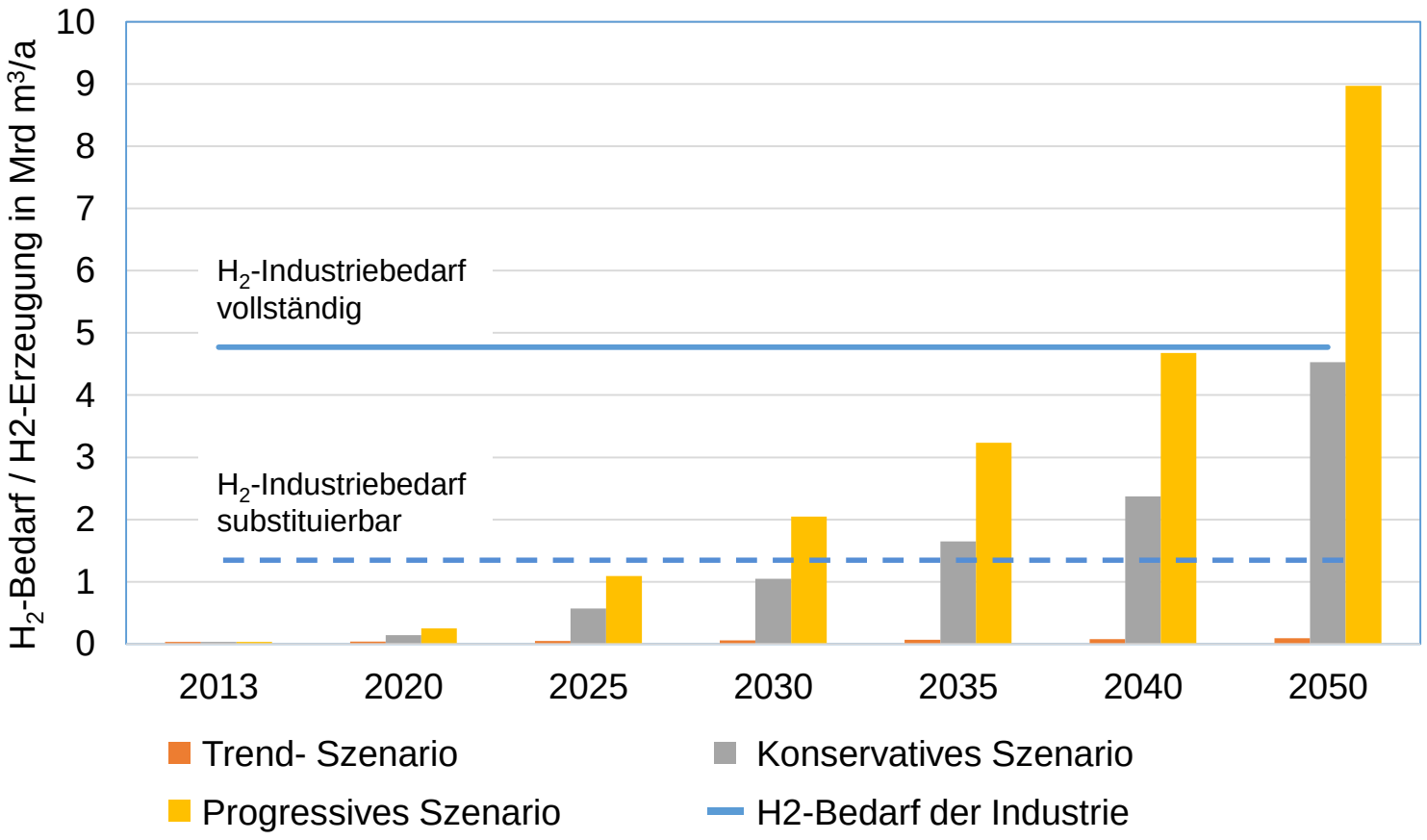
Ergebnisse:

- Vollständige Nutzung des prognostizierten grünen H_2 möglich
- Ab etwa 2025 wird Nutzung auf Modellregion erweitert
- Vermeidung der Abschaltung von EE-Anlagen



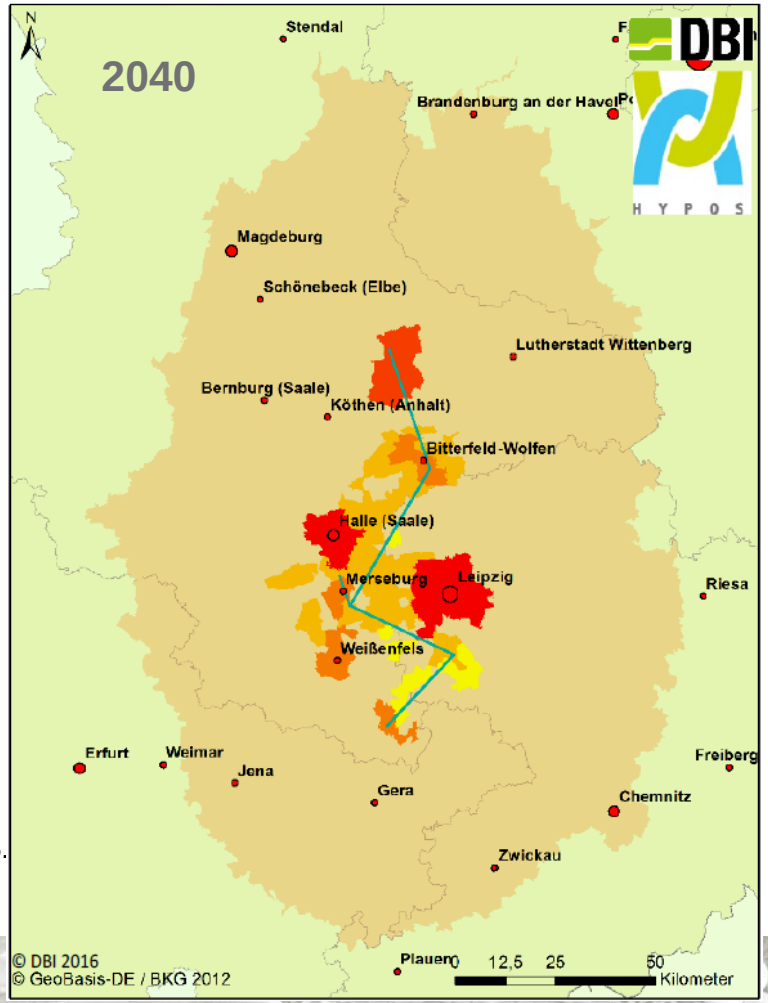
Ergebnis der Szenarien-Berechnung

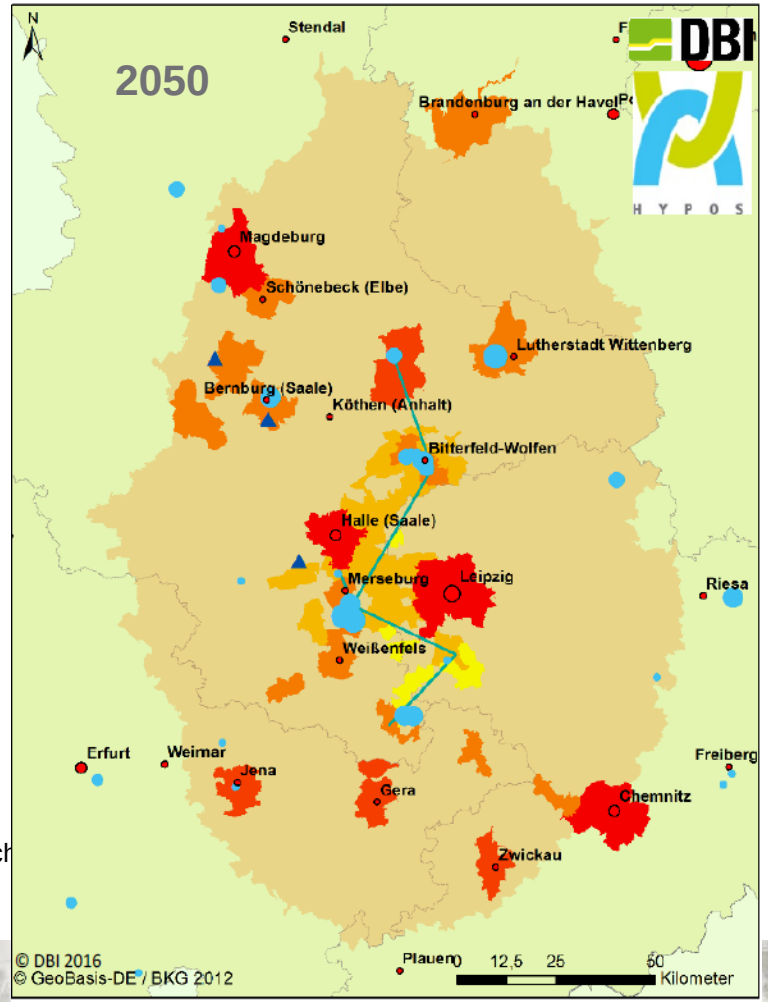
Wasserstoffabsatz nach Szenarien in den Sektoren Chemie, Mobilität und Energieversorgung im Vergleich zum H2-Bedarf in der Chemieindustrie



Verteilung der Verbrauchsregionen Progressives Szenario

- 2040: 87 % Abdeckung Strom/Wärme im 3km-Umfeld der Pipeline (ca. 3 Mrd. Nm³/a)
- 2050: Abdeckung Strom/Wärme im 3 km-Umfeld, Erweiterung auf Verbrauchszentren



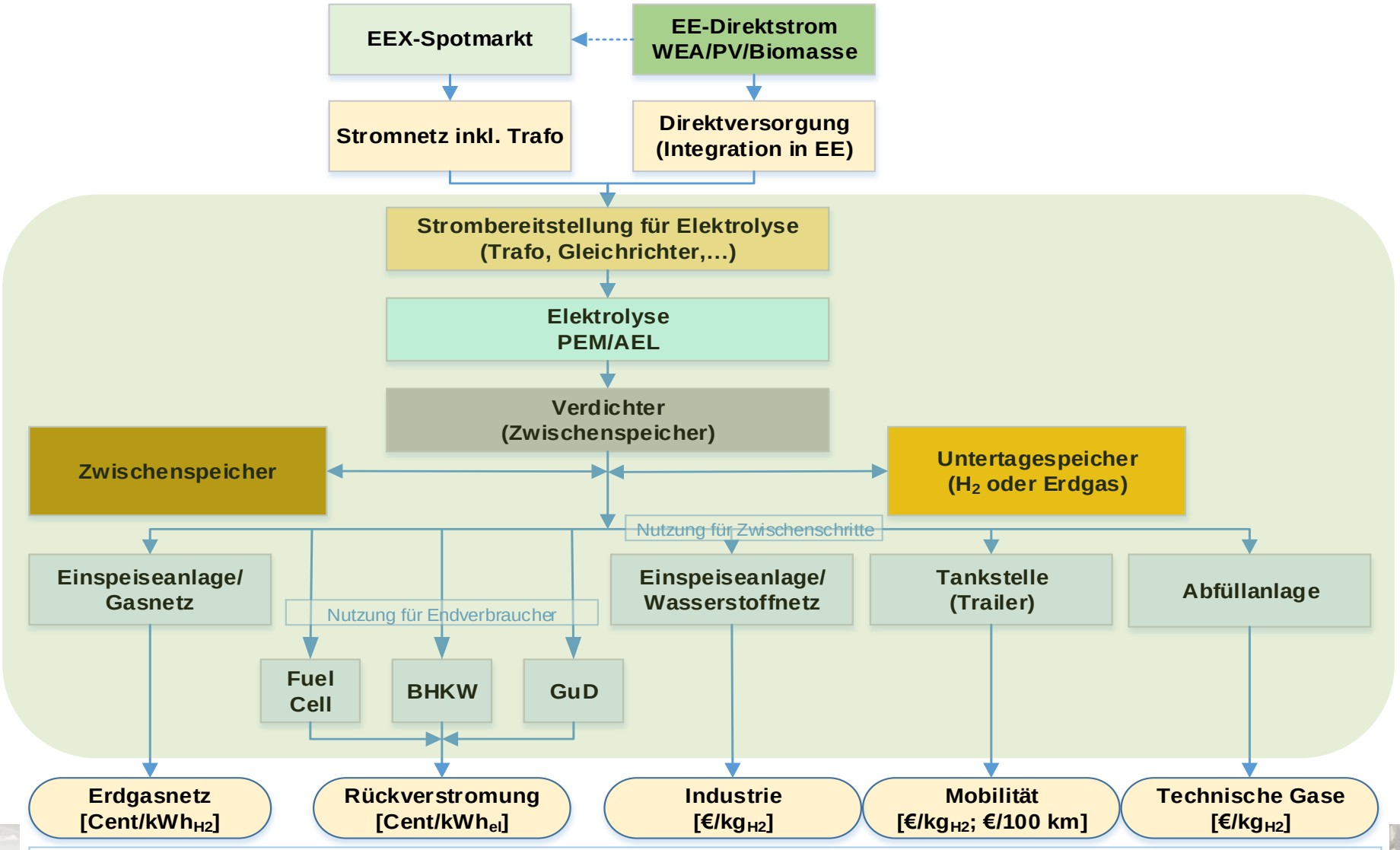


Zusammenfassung und kurzer Ausblick

Zusammenfassung

- Wertschöpfungskettenanalyse zu grünem Wasserstoff
- Potentialanalyse zur Erzeugung von EE-Strom im HYPOS Modellgebiet (NBL + Berlin)
- Gemeindegenaue Bewertung der Potenziale für Windkraft und PV
- Standortgenaue Analyse des aktuellen Wasserstoffverbrauchs (ca. 4,8 Mrd. m^3/a) und der Wasserstofferzeugung
- Berechnung von Szenarien zur Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff aus Erneuerbarem Strom bis 2050
  - Trend (ca. 0,1 Mrd. m^3 2050)
  - Konservativ (H_2-Potential ca. 4,5 Mrd. m^3; Nutzung ca. 1,3 Mrd. m^3 2050)
  - Progressiv (ca. 9,0 Mrd. m^3 2050)

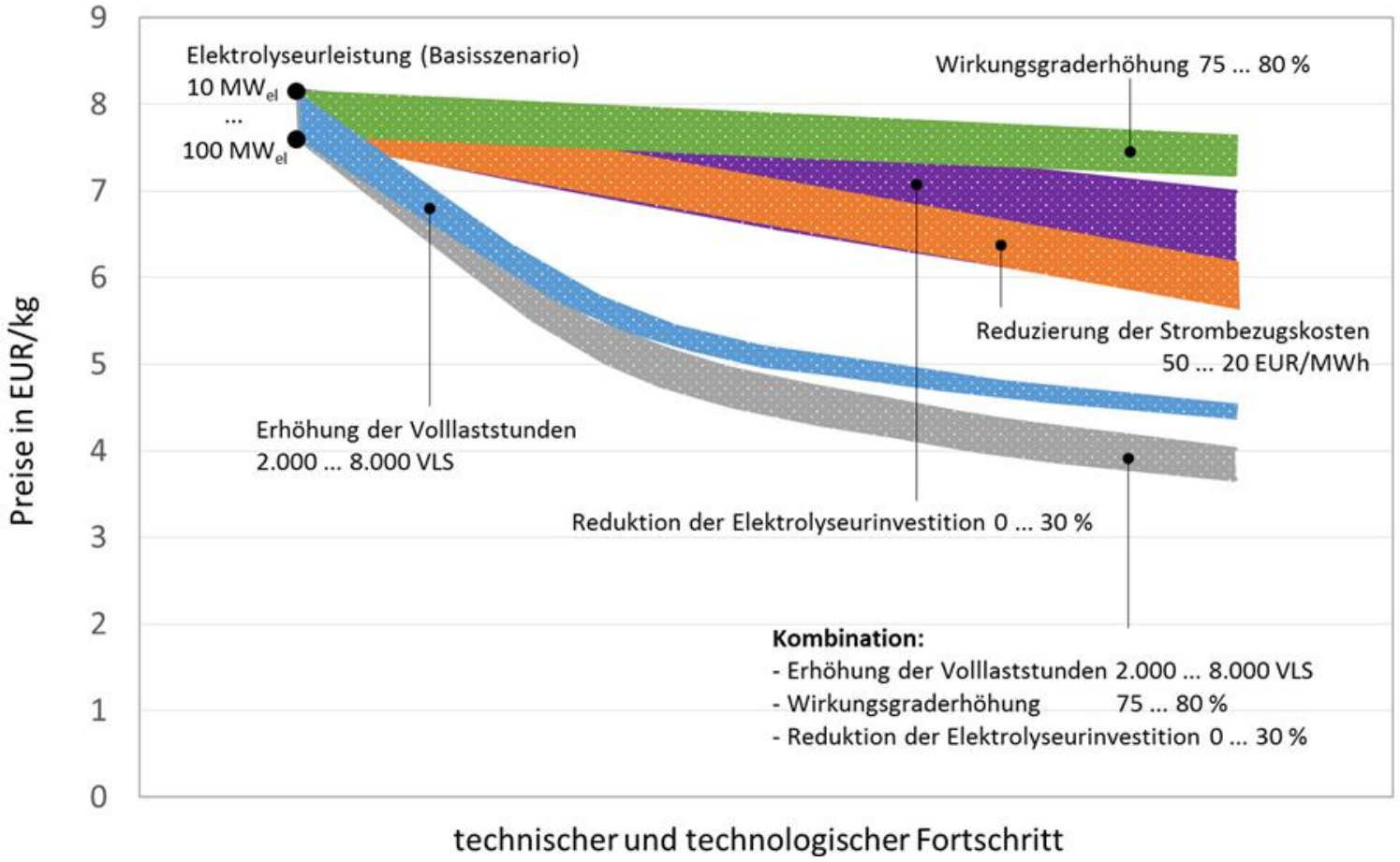
WERTSCHÖPFUNGSKETTENANALYSE – GESAMTÜBERSICHT



HYPOS

DBI GTI Gastechnologisches Institut

Analyse des Kostensenkungspotenzial an Einzelparametern



HYPOS

zwanzig20
PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATION

Energie mit Zukunft.
Umwelt und Verantwortung.

DBI GTI
Gastechnologisches Institut

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Ihr Ansprechpartner

Prof. Dr. H. Krause

Geschäftsführer

DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg
Halsbrücker Straße 34
D-09599 Freiberg

Tel.: (+49) 3731 4195-300
Fax: (+49) 3731 4195-319

E-Mail: Hartmut.krause@dbi-gruppe.de
Web: www.dbi-gti.de

DVGW