

Bau 2021 München

Konferenz „Zukunft des Bauens“ – Herausforderung Klimawandel



„Grüner“ Wasserstoff

Beitrag für klimaneutrale & ressourcenschonende Quartiere

Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch

Zielsetzung

2016 Klimaschutzprogramm Bundesregierung

- **80 %** (bis **95%!**) Reduzierung CO₂- Emissionen bis 2050
Bezug 1990
- 2050 < 3 t CO₂- Emissionen pro Person und Jahr
2014 > 11 t / Pers. / a

2020 Green Deal der EU

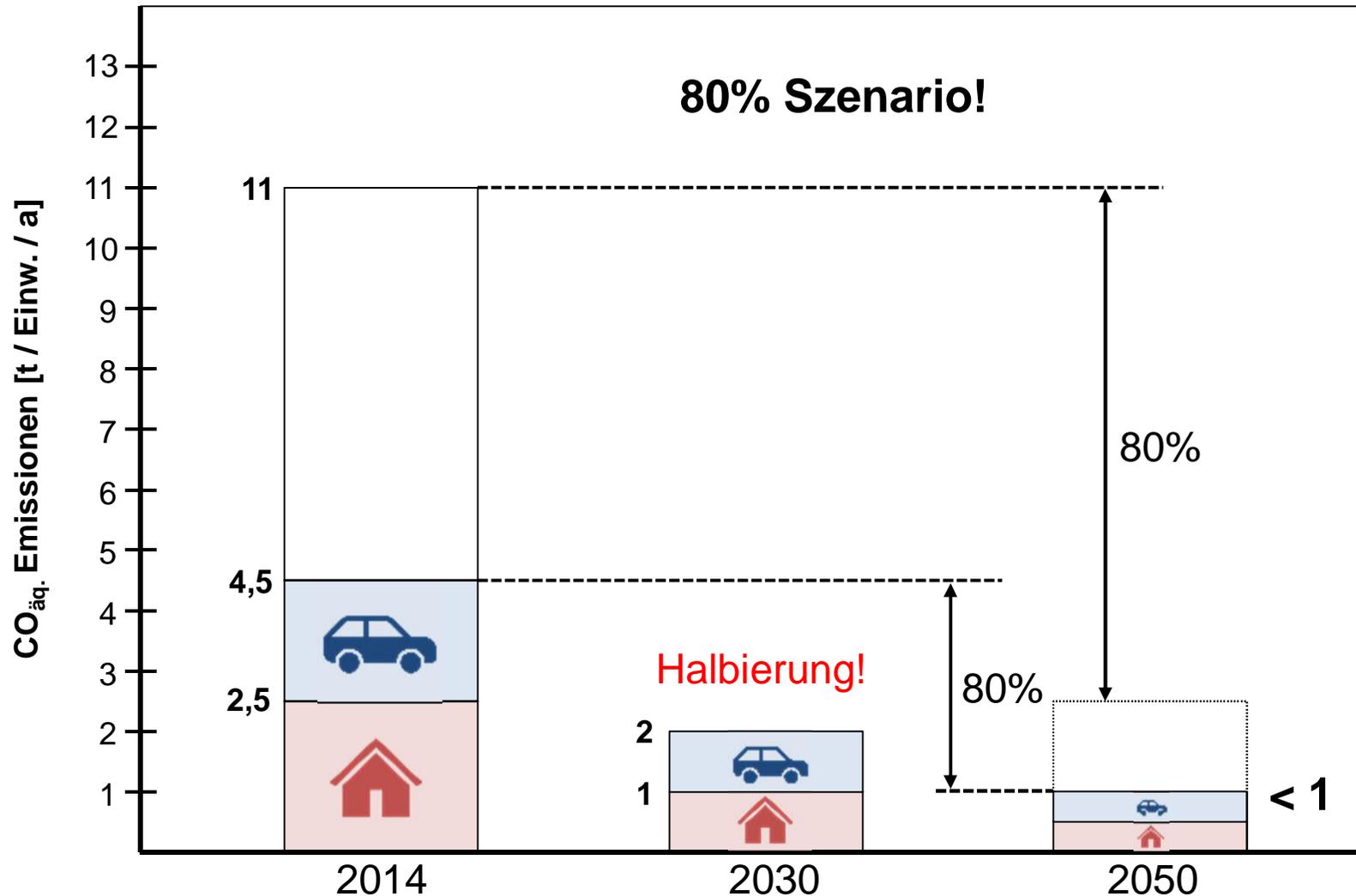
- CO₂- Emission **Nullbilanz**
100% Vermeidung klimaschädlicher Emissionen

Technisch & wirtschaftlich riesengroßer Unterschied!

Zielsetzung "Nahezu Klimaneutral"

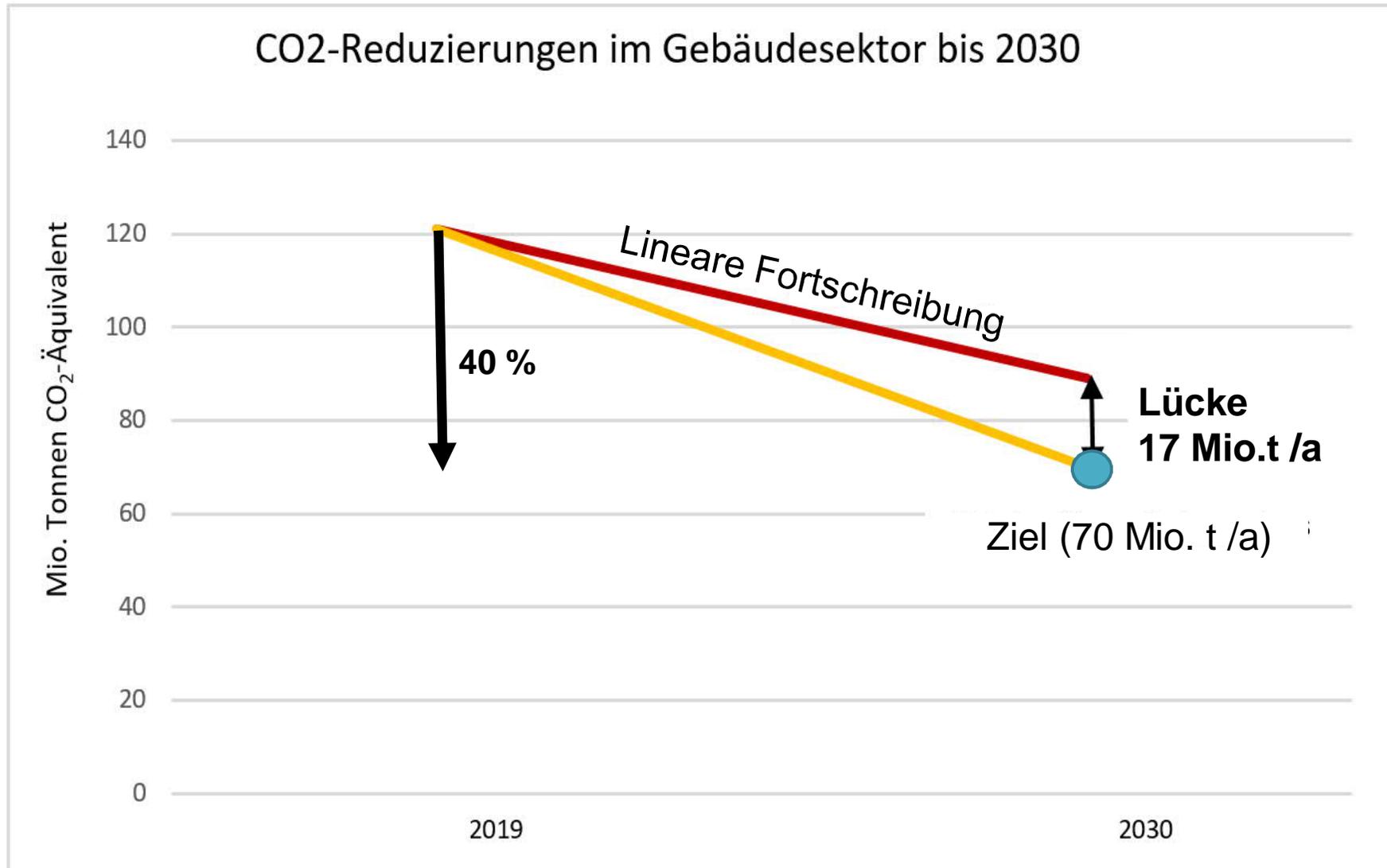
Klimaschutzplan 2016 (BMU, Deutschland)

CO₂-Emissionen Gebäude + Verkehr



Zielsetzung

Klimaschutzplan 40 % bis 2030!



Zielsetzung “Nahezu Klimaneutral”

Klimaschutzplan 2016 (BMU, Deutschland)

Bis 2030:

Einsparziel

Gebäudesektor: - 50 Mio. t CO₂ / a (- 40 %)
(Klimaschutzplan 2016)

Investition für 2 %/a Sanierungsrate
(ca. 3,8 Mrd. m² Bestand, ca. 350 €/m²_{NGF})

ca. 30 Mrd. €/a

Emissionen Herstellung

Neubau : +10 bis 15 Mio. t CO₂ /a (+ 10 %)
(ca. 22 Mio. m²/a, 500 – 700 kg CO₂/m²)

Klimaneutral | Gebäude - Quartier

CO₂ - Jahresbilanz

Energie-Import fossil, erneuerbar



StromMix



CO₂ - Last



Bilanzrahmen

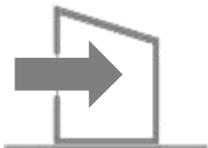
- **Konditionierung**
Wärme, Kälte, Strom
- **Nutzerstrom**
- Herstellung, Sanierung??

Energie-Export



CO₂ - Gutschrift

CO₂ - Bezug



CO₂ - Gutschrift



Zielsetzung

Definition „Nahezu“ Klimaneutrales Quartier



Gebäude < 10 kg CO₂ / (m² a) - inkl. Nutzerstrom

ressourcenschonend? - nachhaltig?



Zwillingshochhäuser, Stefano Boeri, „Bosco Verticale“, Mailand



Nachhaltig?
Wird hier CO₂ gespart?
Sind die Nutzer zufrieden?
Wer trägt Wartungskosten?

Stefano Boeris zwei Türme in Mailand („Bosco Verticale“) sind die Gründungsbauten der „Hortitecture. Foto: Boeri Studio
/.Dimitar Harizanov

Forschung

Bäume sollen horizontal wachsen??



Die Biologin Alina Schick forscht an Bäumen, die horizontal wachsen. Foto: Visioverdis GmbH

Hitze-Insel

Starkregen

Luftqualität



Hortitecture

Verbessert Klima und Wohlbefinden



Entwurf für den Balluff-Campus von Grüntuch-Ernst Foto: Balluff Standort 2022, Grüntuch Ernst Architekten

.. super – dies ist artengerecht

– bringt Aufenthalts-Qualität

.... und es bleibt Fläche zur Solarisierung



Urban Hortitecture

Kampf ums proaktive Dach?



Quelle: VDI, Nachrichten, 2020

Zielsetzung

Proaktive Aussagen – Klimawandel und Stadt!

Neubauten

- erhöhen CO₂-Emissionen (massiv)
- egal welcher Energiestandard!

„Wirtschaftliche Optimierung (LCA)“

- Effizienzsteigerung **und**
- Nutzung Erneuerbaren Energien
- kein Widerspruch zu „Efficiency First“ aber ganzheitlicher!

Zielsetzung

Proaktive Aussagen – Klimawandel und Stadt!

Solarisierung bestehender Stadt-Quartiere

- max. Nutzung von Dächern und Fassaden für PV
- aber: Beitrag zur Klimaneutralität < 50 %!

**Stadt der Zukunft muss riesige Mengen an
CO₂-freien Energien importieren!**

Verdoppelung Sanierungsrate

- > 2 % pro Jahr

Solarisierungsrate | PV auf Dächern

- Vervielfachen

Neubauten nicht entscheidend

- GEG kein Einfluss!

bei Neubauten (Öl, Gas)!

- keine Abgaskamine

Heizgerät der Zukunft

- elektr. Wärmepumpe

Wirtschaftsimmobilien

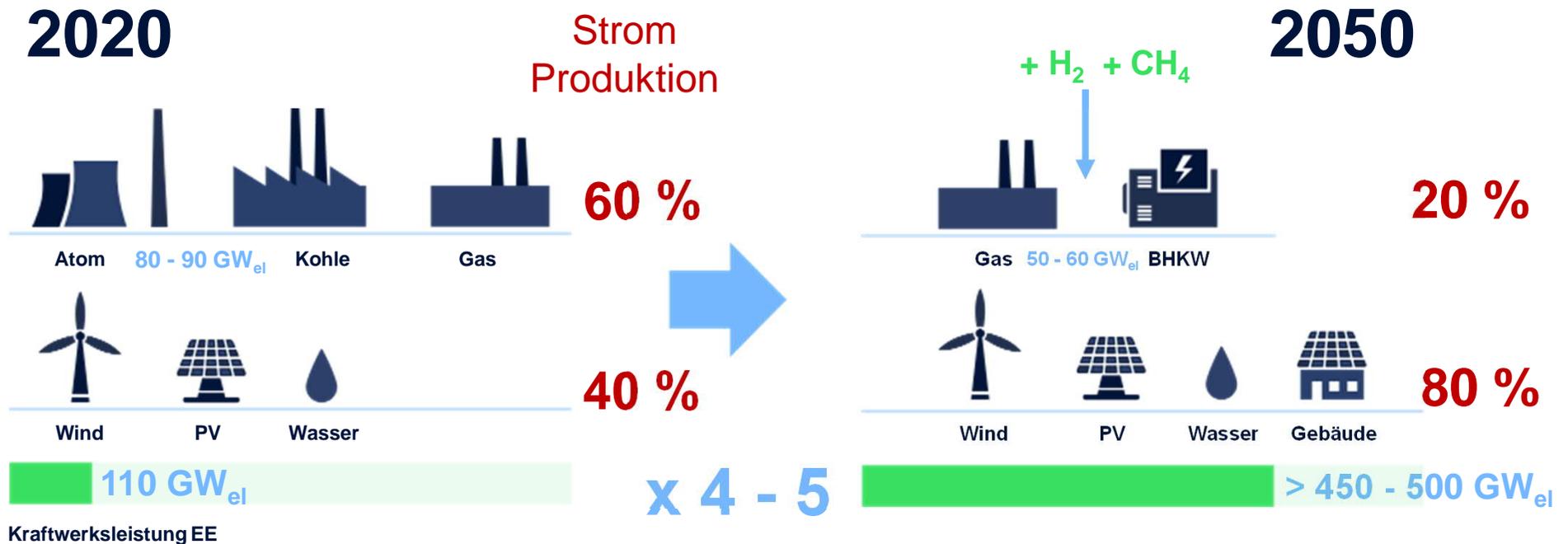
- Betriebsoptimierung

Welche Rolle spielt Grüner Wasserstoff - im Quartier?

Vervielfachung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien erforderlich!

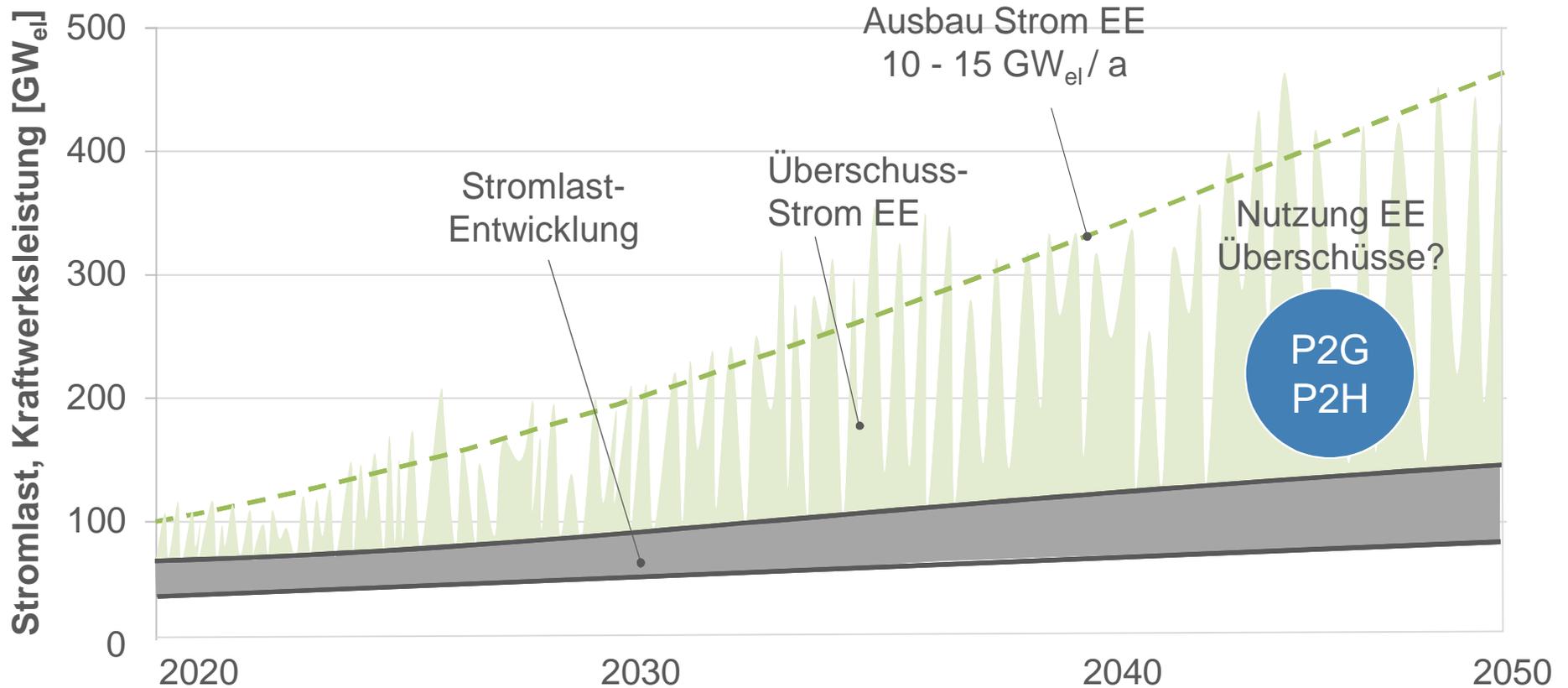


Faktor vier bis Fünf!

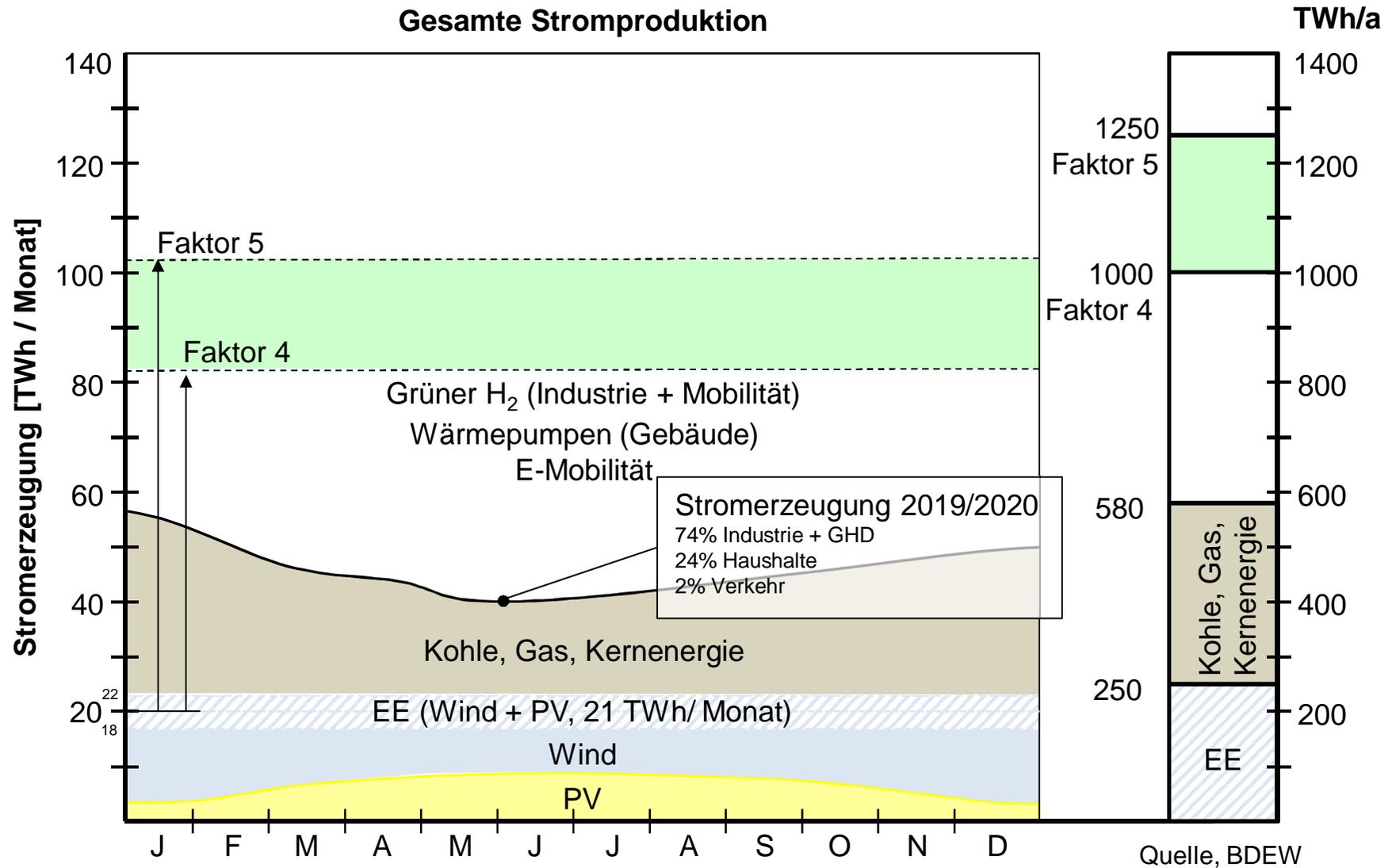


Entwicklung Stromlast & Kraftwerksleistung

Ohne Grünen Wasserstoff keine Energiewende



Stromerzeugung 2019/20 → 2050



Klimaneutral - Stromerzeugung (2050)

Investitionsbedarf



Gesamter jährlicher Investitionsbedarf

(inkl. Infrastruktur)

rd. **30 – 40 Mrd. €/a** (bis 2050)



145 Mrd. Arbeit + Soziales

43 Mrd. Verteidigung

29 Mrd. Verkehr + Digital Infrastruktur

18 Mrd. Forschung + Bildung

Einnahmen aus CO₂- Abgabe

Bei CO₂- Preis 50 €/ t_{CO2}

45 Mrd. €/ a (900 Mio. t_{CO2} / a)

Zielsetzung 2050: 550 GW_{el} (Faktor 5, Bezug 2020!)



300 GW_p ca. 25.000 km²

Erf. Zubaurate 10 GW_p/a, davon 50% onshore
2019: ca. 1 GW_p/a

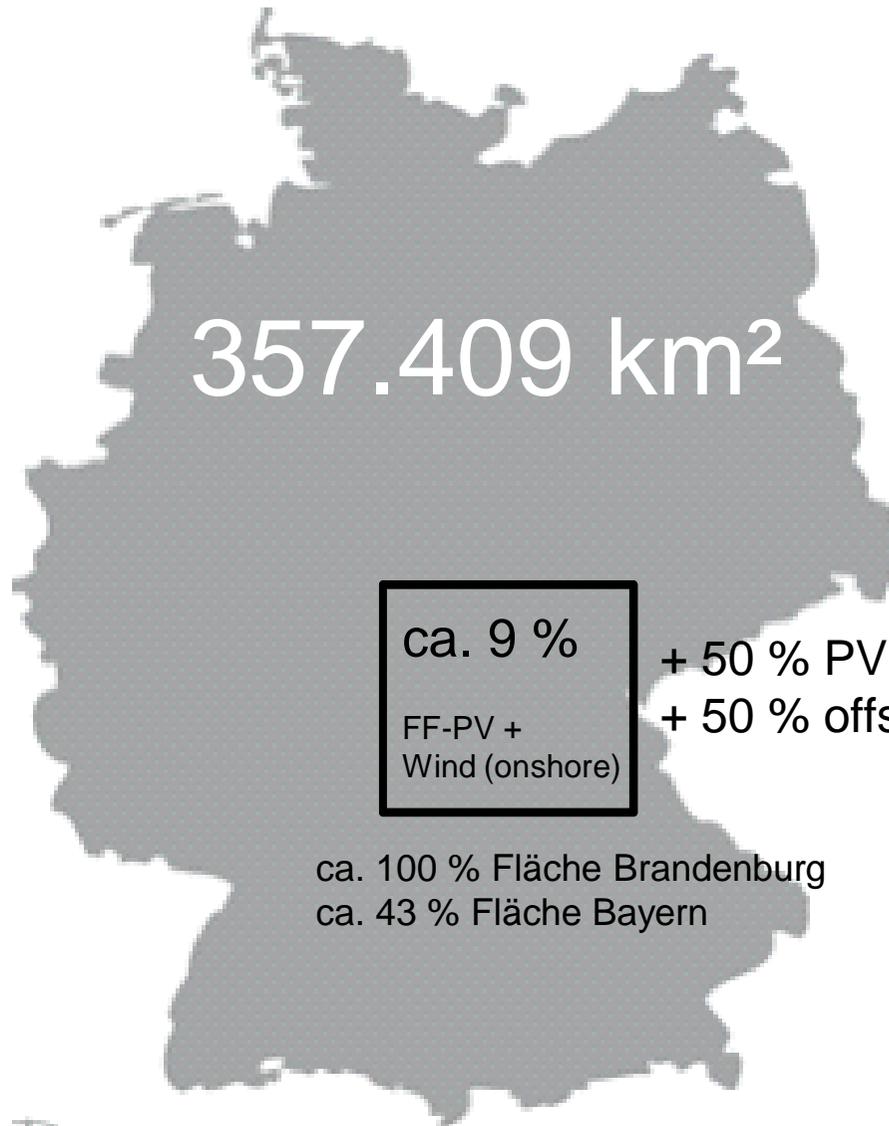


250 GW_p ca. 3.750 km²

Erf. Zubaurate 8 GW_p/a
2019: ca. 1,5 GW_p/a

Klimaneutral - Stromerzeugung (2050)

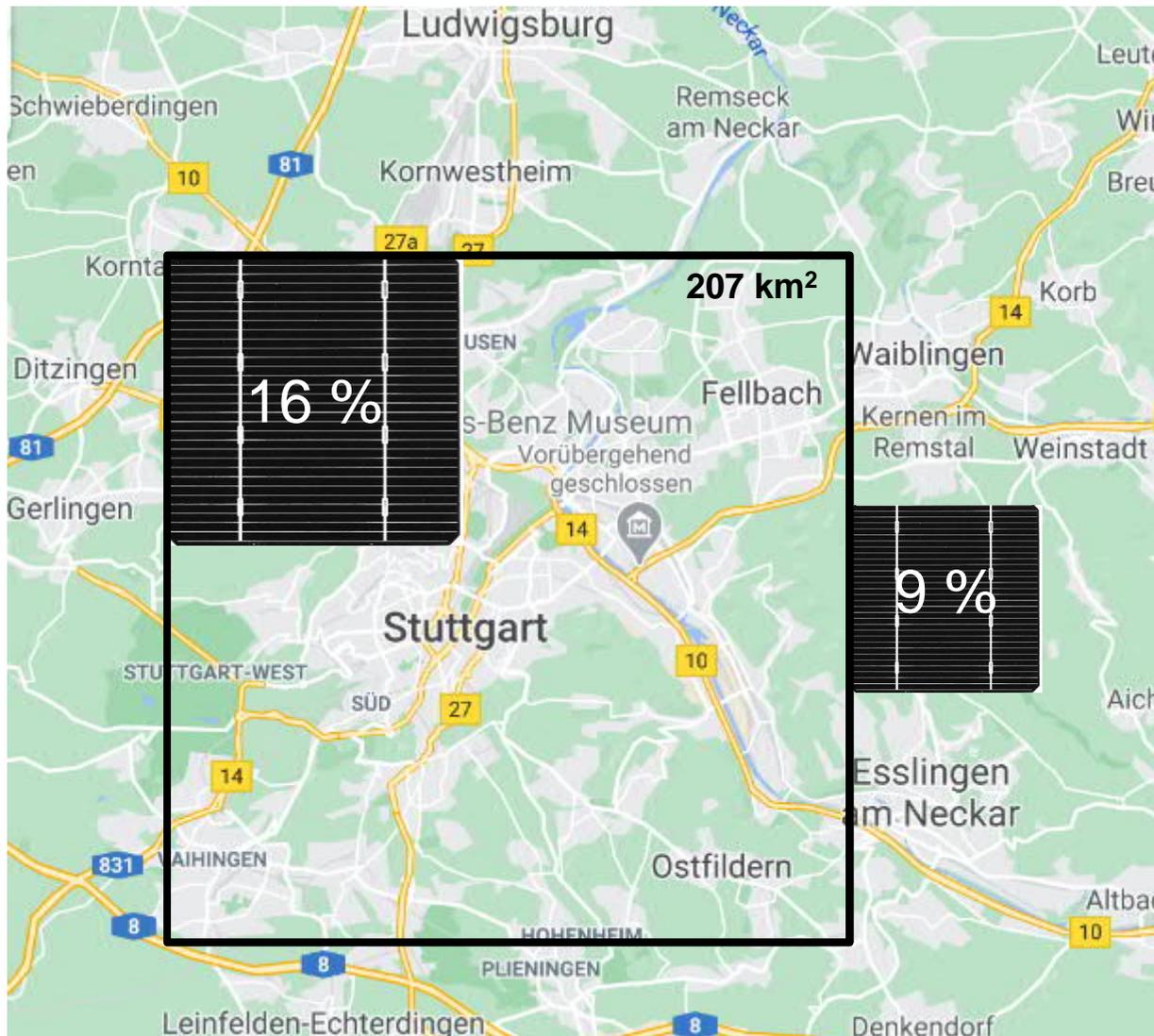
Flächenbedarf



51 % Landwirtschaft
32 % Wald
14 % Siedlung(9)+Verkehr(5)

Klimaneutral

Solarisierung Stadt Stuttgart



Jahres-Strombedarf Stuttgart

2014	4 TWh/a
2050	6 TWh/a

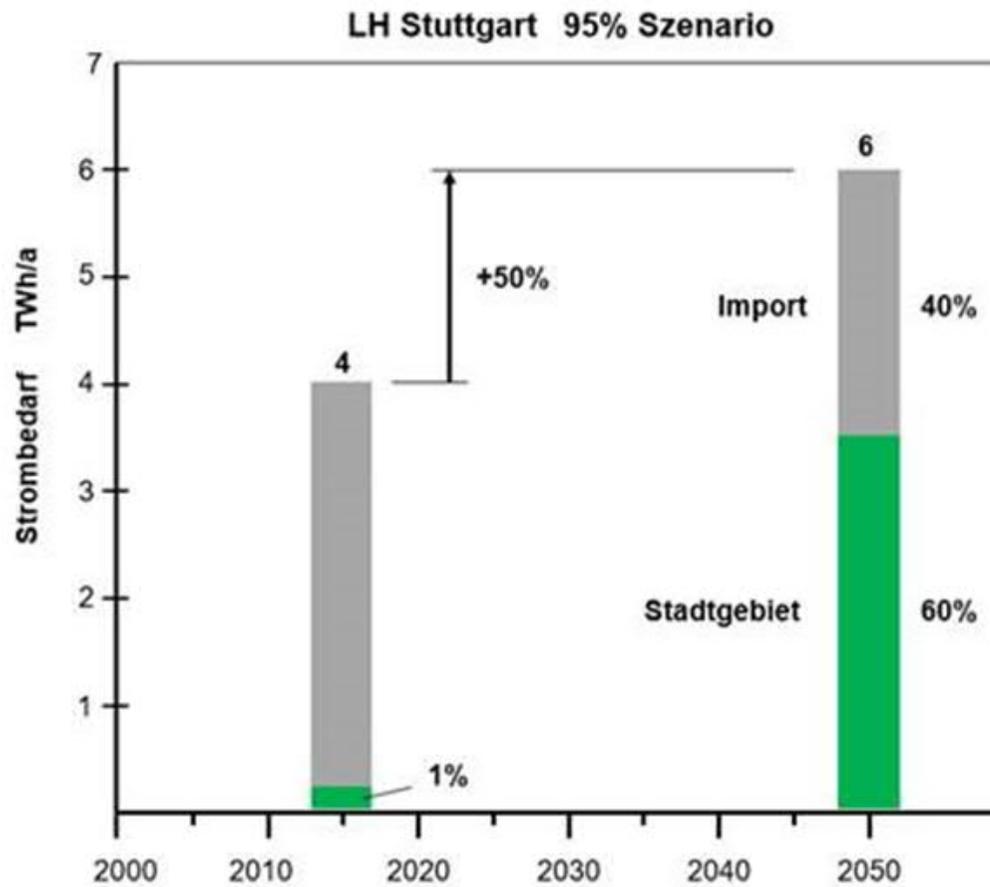
50 % Zuwachs!

Nahezu Klimaneutrale
Stromversorgung (95%)

ca. 60 % PV- Stadtgebiet
ca. 40 % PV Umland

Quelle, FhG, IBP, H. Erhorn

Strombedarf und Stromerzeugung Stuttgart 2015/2050



Klimaneutral

Solarisierung - Gebäudeentwurf



„Das Gebäude
als Kraftwerk
und e-Tankstelle“
MNF (2004)



Klimaneutral

Solarisierung Stadtquartiere – Flachdach!



Klimaneutral?

- Dachflächen sind ab 5 - 6 Geschosse nicht ausreichend!
- **Kein Konflikt mit Dach-Begrünung!**

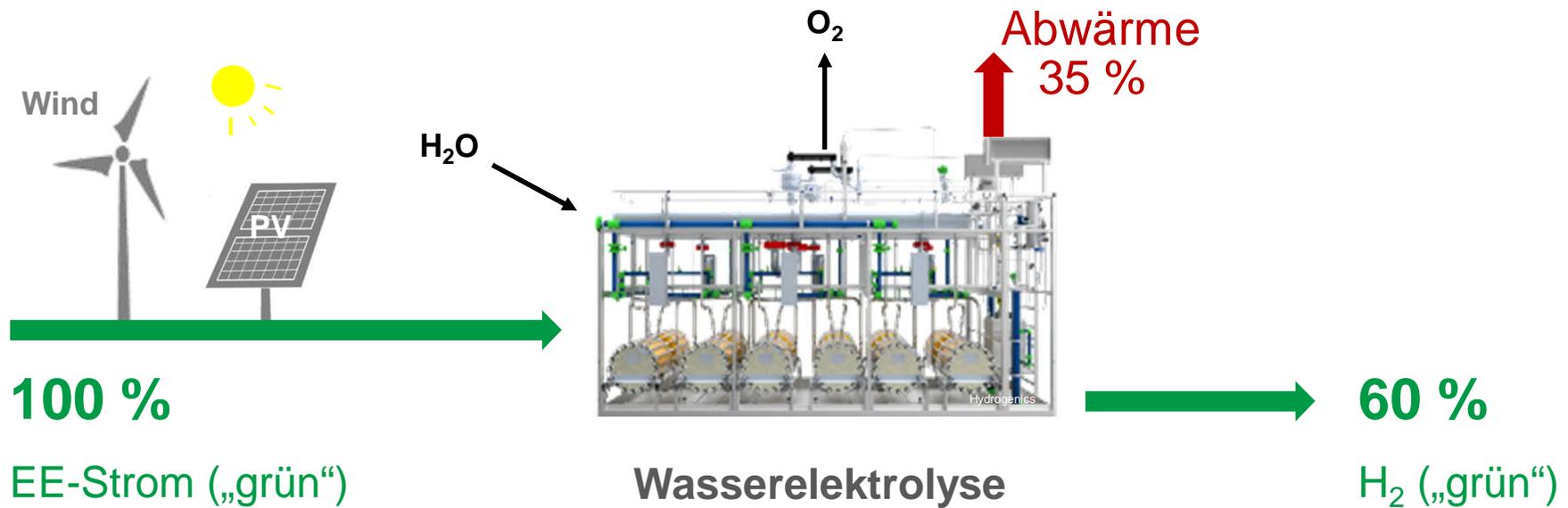


Klimaneutral

AGRO-PV – Doppelnutzung Agrar-Flächen



„Grüner“ Wasserstoff (H₂) z.B. durch Wasserelektrolyse



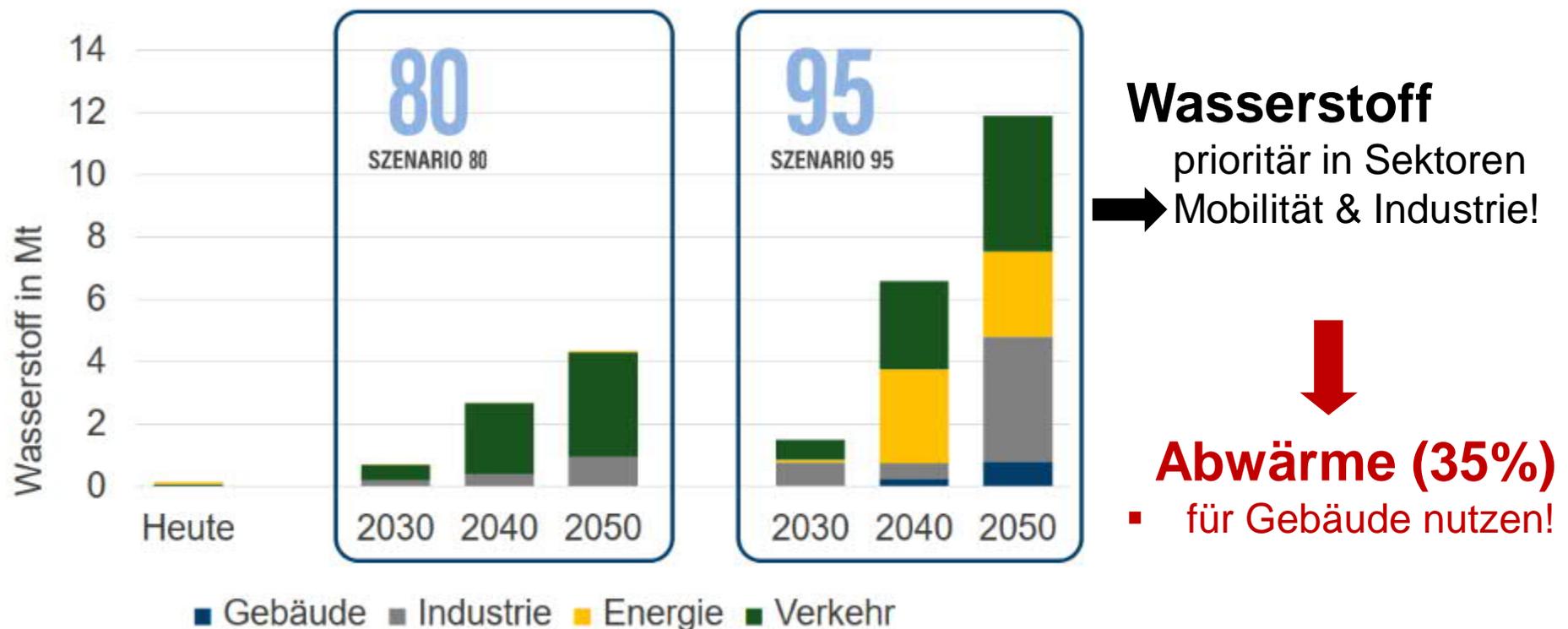
Grüner Wasserstoff = Schlüsselement der Energiewende

- **Speicherung von erneuerbarem Strom**
Langzeitspeicherung → Gasnetz, Kavernen, Tanks
- **Sektorenkopplung**
Strom → H₂ → Wärme, Gebäude, Mobilität, Industrie

Rolle H₂ in D – im Gebäudesektor?

Wasserstoff-Bedarf – 80 & 95 % Szenario

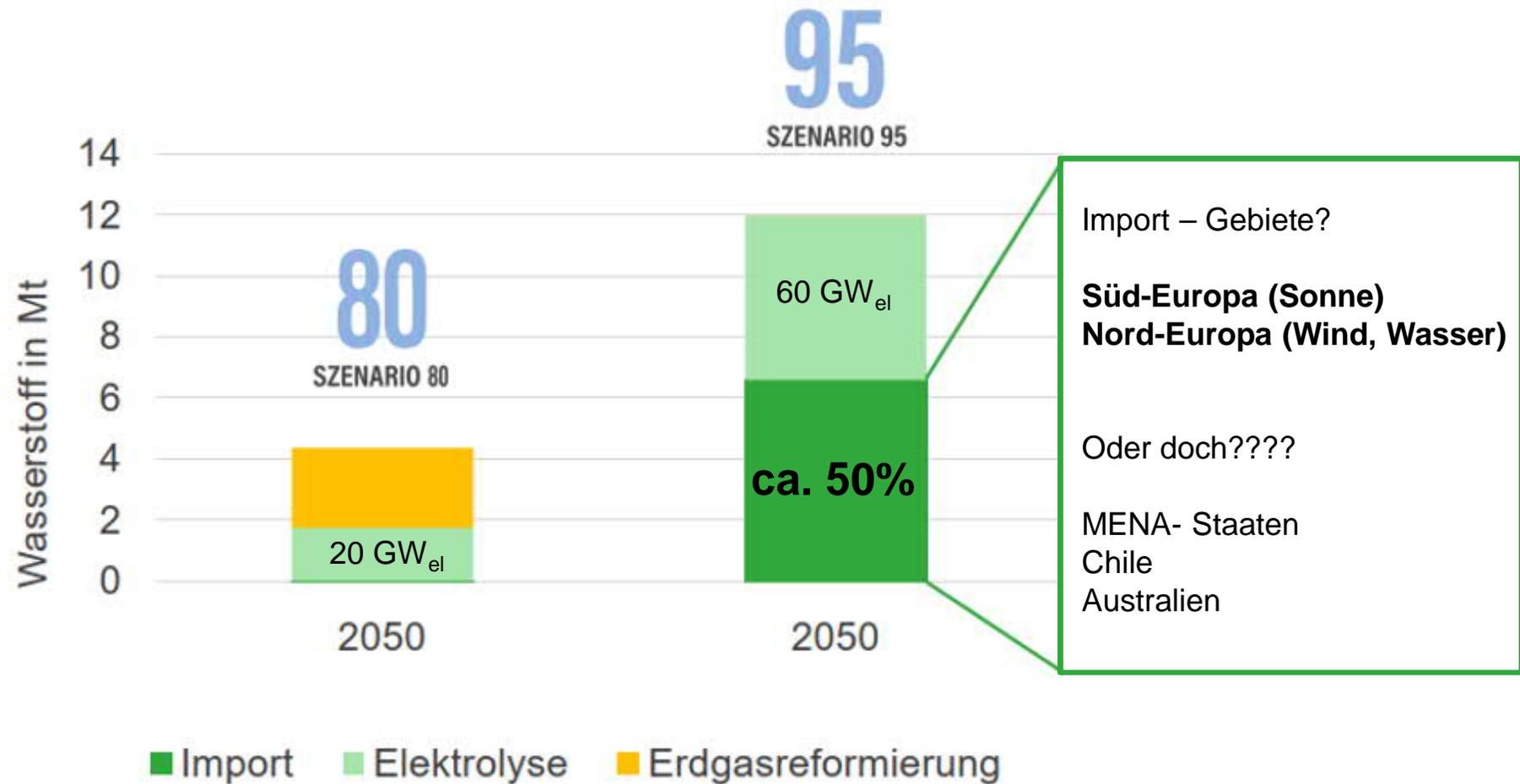
Wasserstoffbedarf und -infrastruktur



Robinius, M., Markewitz, P., Lopion, P. et al. (2019): Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050. (Kurzfassung) Forschungszentrum Jülich GmbH

Rolle H₂ in D – im Gebäudesektor?

Wasserstoff-Bedarf – 80 & 95 % Szenario



Robinius, M., Markewitz, P., Lopion, P. et al. (2019): Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050. (Kurzfassung) Forschungszentrum Jülich GmbH

Nutzung Abwärme im Quartier!

Potential Abwärme aus H₂- Produktion

60 GW_{el} Elektrolyse-Kapazität bis 2050 (nur in D!)

Abwärme-Aufkommen (65 – 70°C) >> 100 TWh/a
(rd. dem Fernwärmeaufkommen in 2020)

Ausreichend zur Wärmeversorgung von
rd. 14 Mio. sanierter WE
(2019: ca. 42,5 Mio. WE)

„Grüner“ Wasserstoff erfordert „Grünen“ Strom!
bis 2050 15 - 20 GW_{el} / Jahr

Produktionskosten für Grünen H₂ aus PV-Strom ohne Transportkosten

Standort	Global-Strahlung <i>kWh/(m²a)</i>	Stromertrag Strompreis		H ₂ – Produktionskosten		
		<i>kWh/(kWp a)</i>	<i>ct/kWh</i>	OPEX €/kg	CAPEX €/kg	GESAMT €/kg
Süd-Deutschland	1.100	1.250	5,0	2,8	1,2	4,0
Süd- Europa	1.800	1.700 *)	3,8	2,1	1,2	3,3
MENA- Staat	2.300	1.800 *)	3,5	1,9	1,1	3,0

*) Ertrag durch hohe Umgebungstemp. + Verschmutzung reduziert

Im Vergleich zu Süd-Deutschland (ohne Transport)

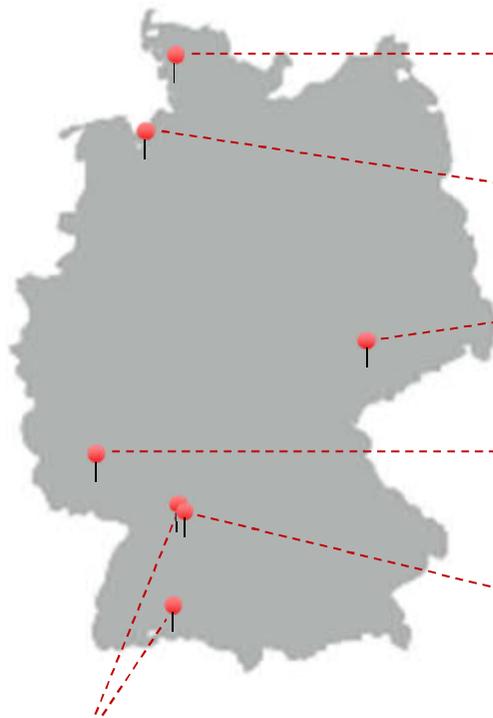
Saudi-Arabien **ca. 33 %**

Südspanien **ca. 10 %** kostengünstiger!

Machen statt Reden!

BMWi & BMBF fördern Stadtquartiere

6 Leuchtturmprojekte



„Quarree 100“ in Heide

Vermeidung der Abregelung EE, lokale Nutzung
20 Partner

„ENaQ - Energetisches Nachbarschaftsquartier“ in Oldenburg

Sektorkopplung Strom, Wärme und Elektromobilität

„ZED“ Null-Emissions-Quartier in Zwickau

Zukunftssicheres und bezahlbares elektrisch-thermisches Verbundsystem für Wohnungen
13 Partner

„Pfaff“ ehemaliges Werksgelände in Kaiserslautern

Energiewende im Quartier, Nutzung lokaler EE, denkmalgeschützten und neuen Gebäuden
9 Partner

„ES-West-P2G2P“ in Esslingen am Neckar

Klimaneutrales und energiewendedenliches Stadtquartier durch
sektorübergreifendes SmartGrid - 12 Partner

„Stadtquartier 2050 – Herausforderungen gemeinsam lösen“ in Stuttgart (Bürgerhospital) und Überlingen

Innovative Gebäudelösungen verknüpft mit Sozialverträglichkeit durch Quartiersapp

GEFÖRDERT DURCH



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

AUFGRUND EINES BESCHLUSSES DES DEUTSCHEN BUNDESTAGES

Klimaquartier - Neue Weststadt Esslingen

Planungs- und Baustand



Klimaquartier - Neue Weststadt Esslingen

Eindrücke – Baufortschritt



Quartiers-Zentrum

Block E, Crystal Rock (MVRDV, Rotterdam)

siz energieplus 
Stadsinbeeld Innovatiecentrum

Bildquellen: www.mvrdv.nl

ca. 14 Geschosse
Misch-Nutzung
BGF ca. 7.000 m²



Klimaquartier - Neue Weststadt Esslingen

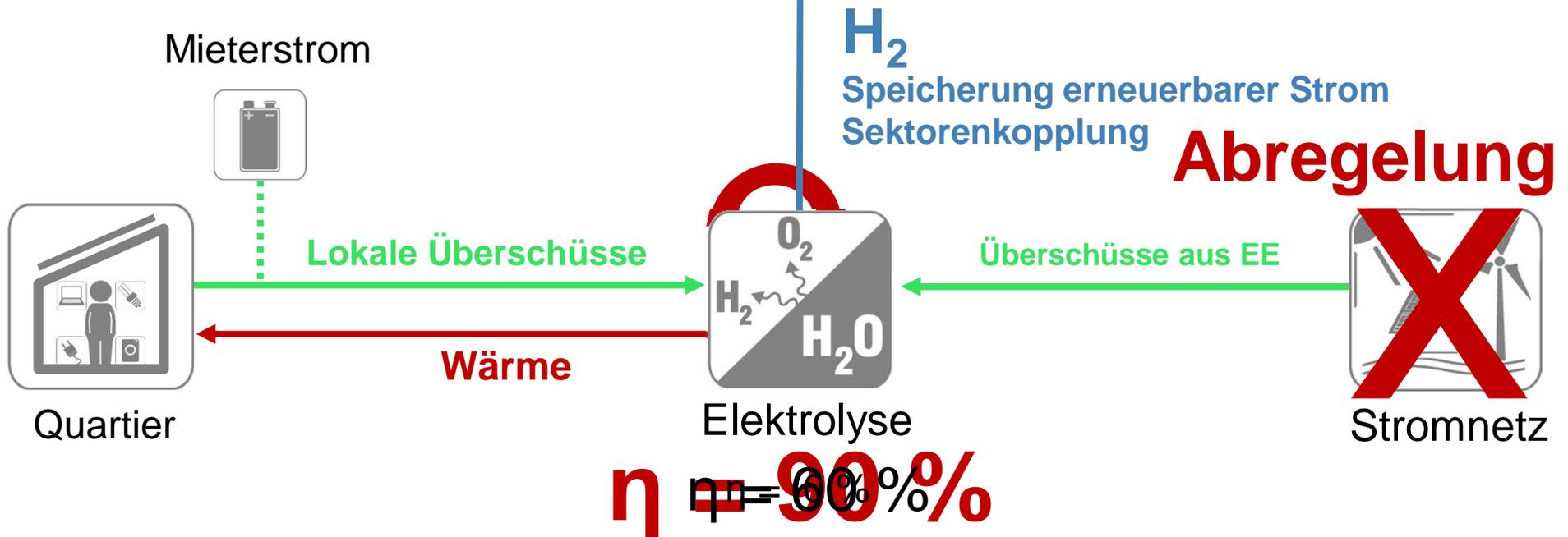
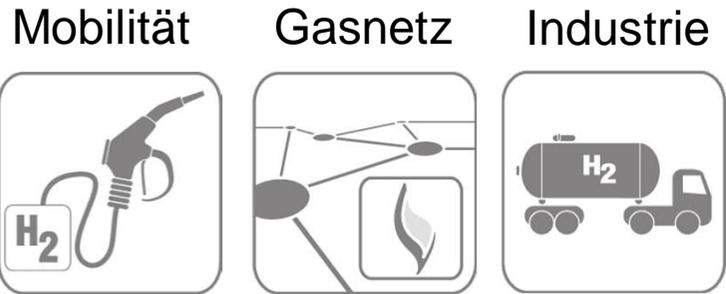
Eindrücke – Klimaneutral Wohnen



Klimaquartier - Neue Weststadt Esslingen

Energiekonzept: Klimaneutralität und lokale Energiekreisläufe

< 1 t CO₂
pro EW / Jahr
Gebäude
+ Mobilität



Klimaquartier - Neue Weststadt Esslingen

Solarisierung – PV rd. 1.300 kW_p

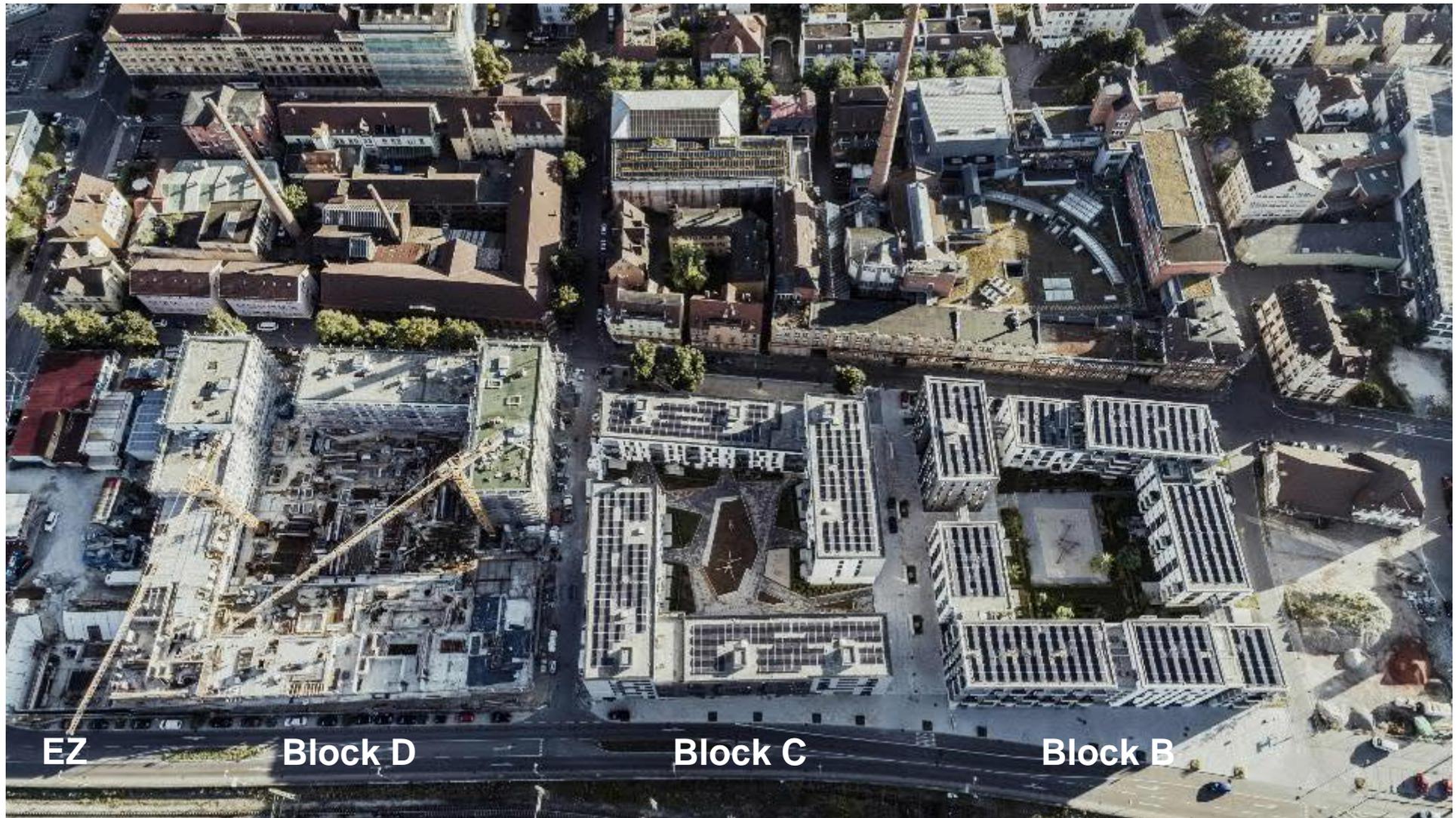




Foto: Hydrogenics, Belgien

Alkalische Elektrolyse

Power: 500 kW_{el} (Skid mit 6 IMET Cell Stacks)

Nominal: **100 m³ H₂/h**

Betriebsdruck: 10 bar

Elektrolyt: 30% Kalilauge, 500 l

Wasserbedarf: 1,5 l / m³ H₂ (18 l / kg H₂)

Nutzungsgrad: 5,2 kWh_{el} / m³ H₂ (ca. 60%)

Abwärme: **ca. 60 °C** (30 - 35%)

Investitionskosten

Elektrolyseur inkl. H₂O Aufb., H₂ Reinig.: 1.600 €/kW_{el}

Gesamtsystem, Inbetriebnahme: 2.000 €/kW_{el}

H₂- Produktion (2 Skid)

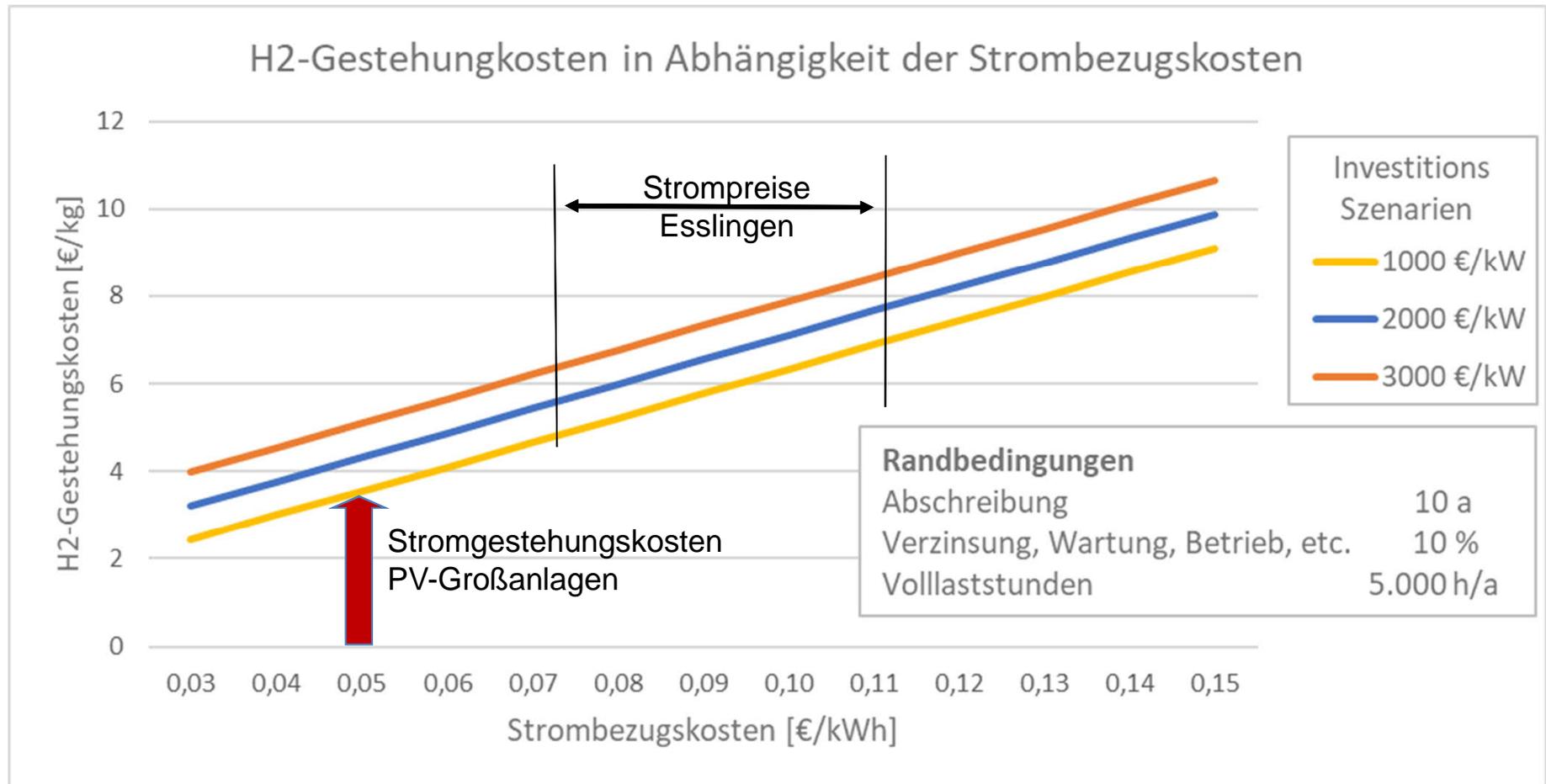
- ca. 400 kg/Tag | ca. **85 t pro Jahr**

Abwärme

- ca. **600 MWh/a** | 50% des Bedarfs

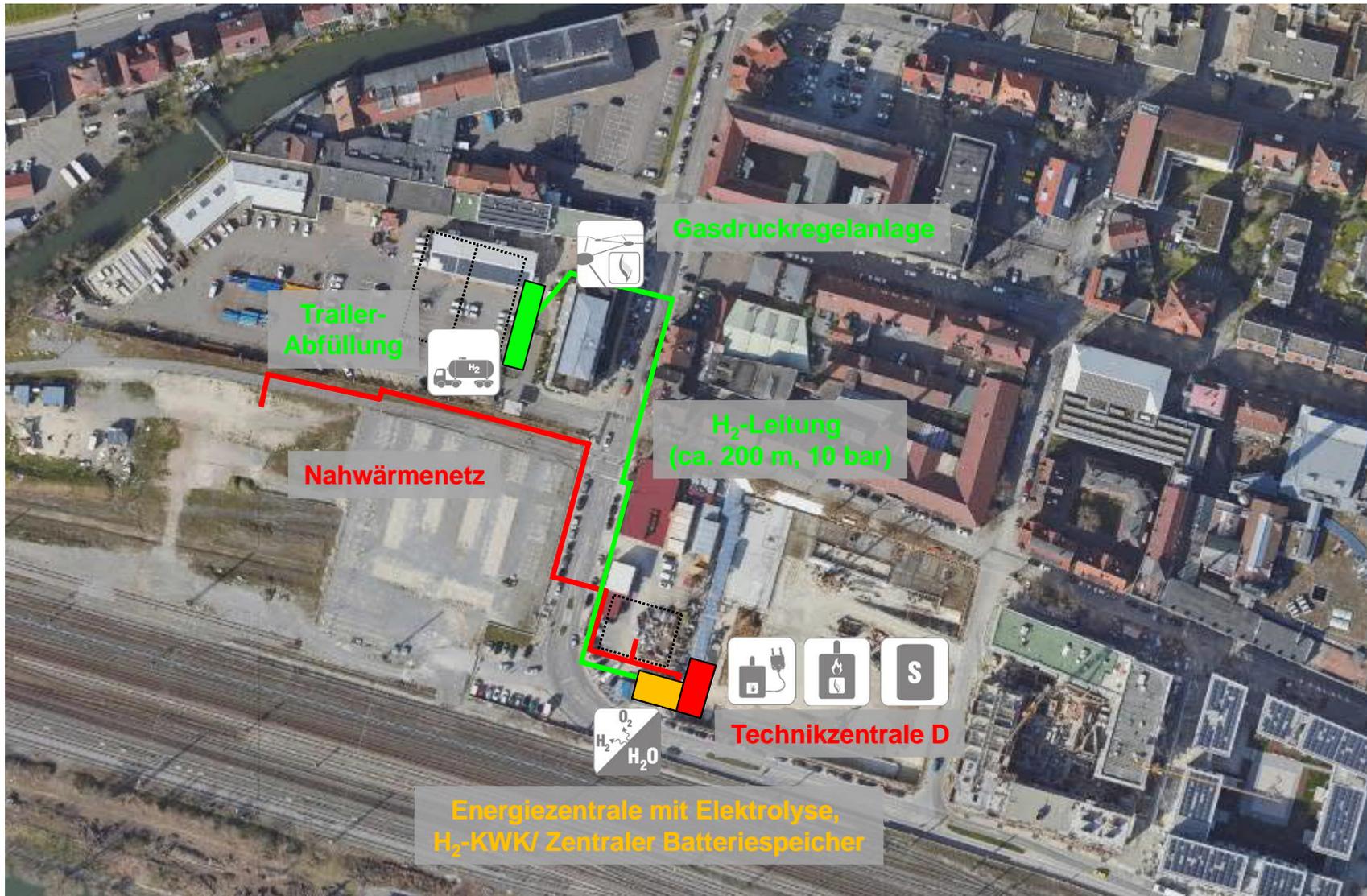
Klimaquartier - Neue Weststadt Esslingen

H₂ Gestehungskosten



Klimaquartier - Neue Weststadt Esslingen

H₂ Produktion – Verteilung – Verwertung



- Öffentlichkeitsbeteiligung nach BImSchG
- Durchführung von Bürgerveranstaltungen



**Positive Haltung und Offenheit
gegenüber Umweltschutz und
Nachhaltigkeit!**

Informations- und Besucherzentrum



Ausblick –Think BIG

Vom klimaneutralen Gebäude zum Quartier!



Ziele durch Politik gesetzt

- **EU Green Deal,**
- **BMU Klimaschutzplan**

Gesetzliche Rahmen sind geschaffen

- **CO₂- Steuer (2021)**
- **EEG – Erneuerbare Energiegesetz (2021)**
- **BEG Bundesförderung Effiziente Gebäude (2021)**
- **Nationale Wasserstoff Strategie (2020)**

Wir – die Bürger – müssen die Ziele Umsetzen!

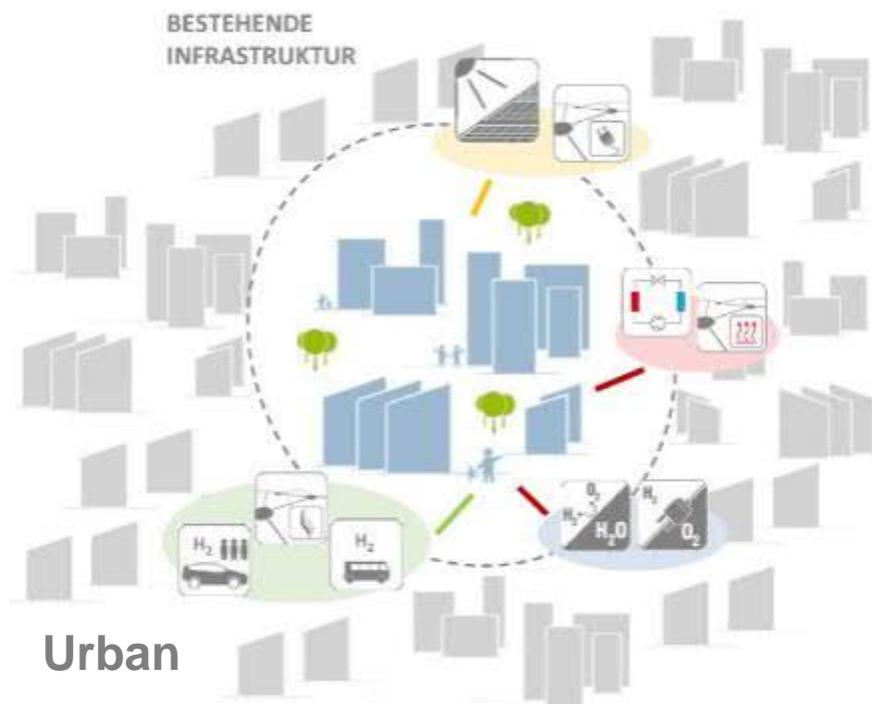
Umsetzung Klimaneutralität – Hindernisse aus dem Weg räumen!

- Haben wir den Mut zum Umbau?
- Ist die Akzeptanz der Gesellschaft vorhanden?
- Es wird viel Geld kosten!
aber:
Folgeschäden ausbleibenden Handelns werden teurer.

Klimaneutrale Quartiere – was ist zu tun?

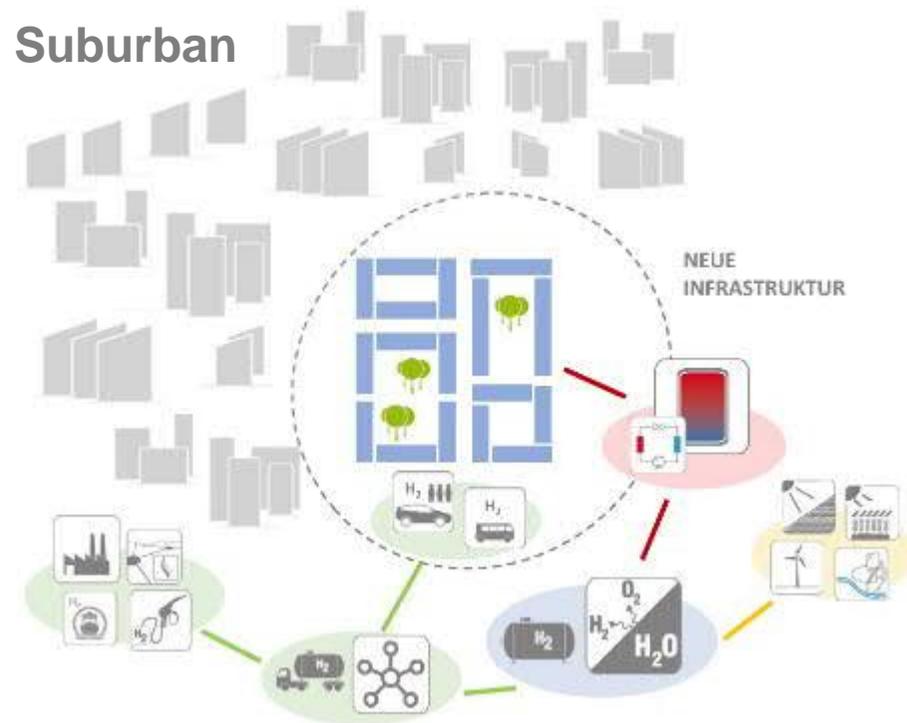
- Gebäudebestand erhalten > nachhaltig lebenswert entwerfen
- Bürger Information, Aufklärung der Investoren, Planer, Ausführenden
- PV-Technik, Elektrolysen, BZ, Batterien, **in Europa produzieren**
- Stadt- & Lokal-Politik müssen brennen!
Klimaschutz-Fahrpläne für Stadtquartiere jetzt entwickeln
- EU- und Bundes-Wettbewerb ab 2021 (jährlich 100 Kommunen)
Klimaneutrale urbane Räume 2050 – jetzt umsetzen!

Klimaneutrale MEGA- Projekte



Urban

in der Stadt



Suburban

am Rande der Stadt

Machen statt Reden! Let fossil fuels rest in peace!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

siz energieplus 
steinbeis innovations zentrum

Gropiusplatz 10
D-70563 Stuttgart

Mühlenpfordtstraße 23
D-38106 Braunschweig

su1725@stw.de
www.siz-energie-plus.de



Ingenieurgesellschaft, Stuttgart
www.egsplan.de