

# Grüner Wasserstoff real: Erfahrungen aus der Planung und Errichtung des Klimaquartiers „Neue Weststadt Esslingen“

Verbundprojekt im Förderschwerpunkt EnEff:Stadt

Univ. Prof. Dr. M. Norbert Fisch (PL)  
M.Sc. Tobias Nusser  
M.Sc. Simon Marx

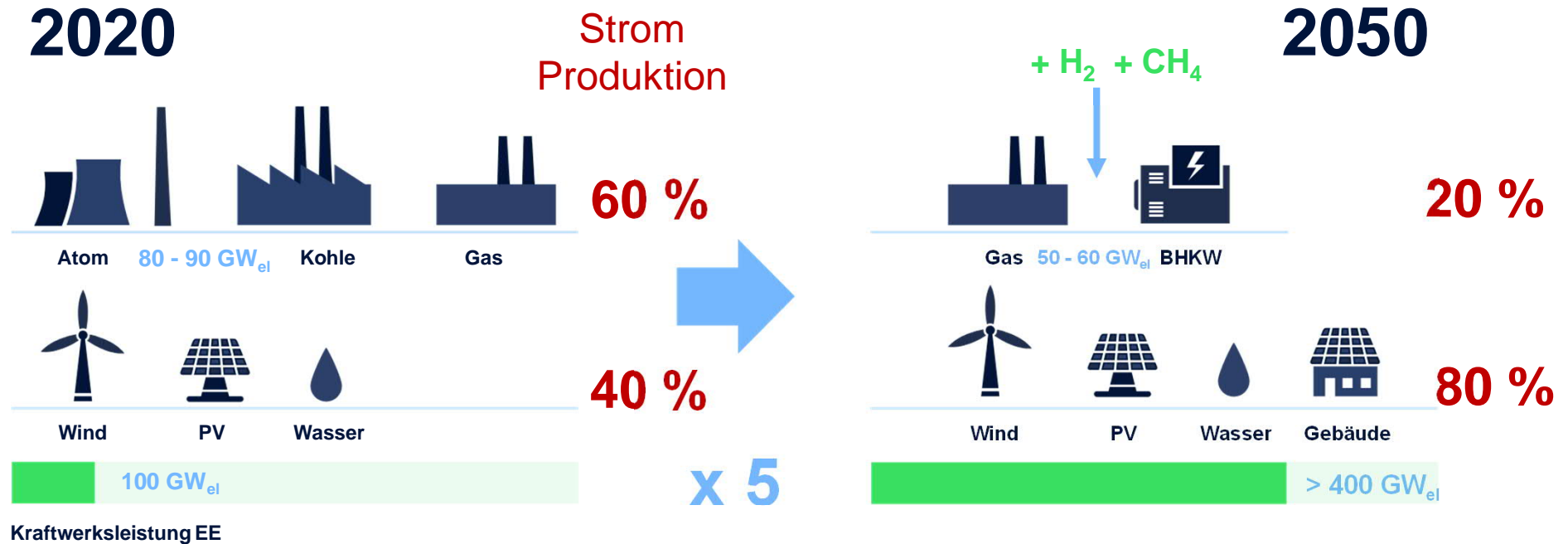


Durch gemeinsame Förderung von:

# Motivation – Klimaneutral bis 2050!

# Klimaneutralität aber wie?

Vervielfachung der Stromerzeugung aus EE erforderlich

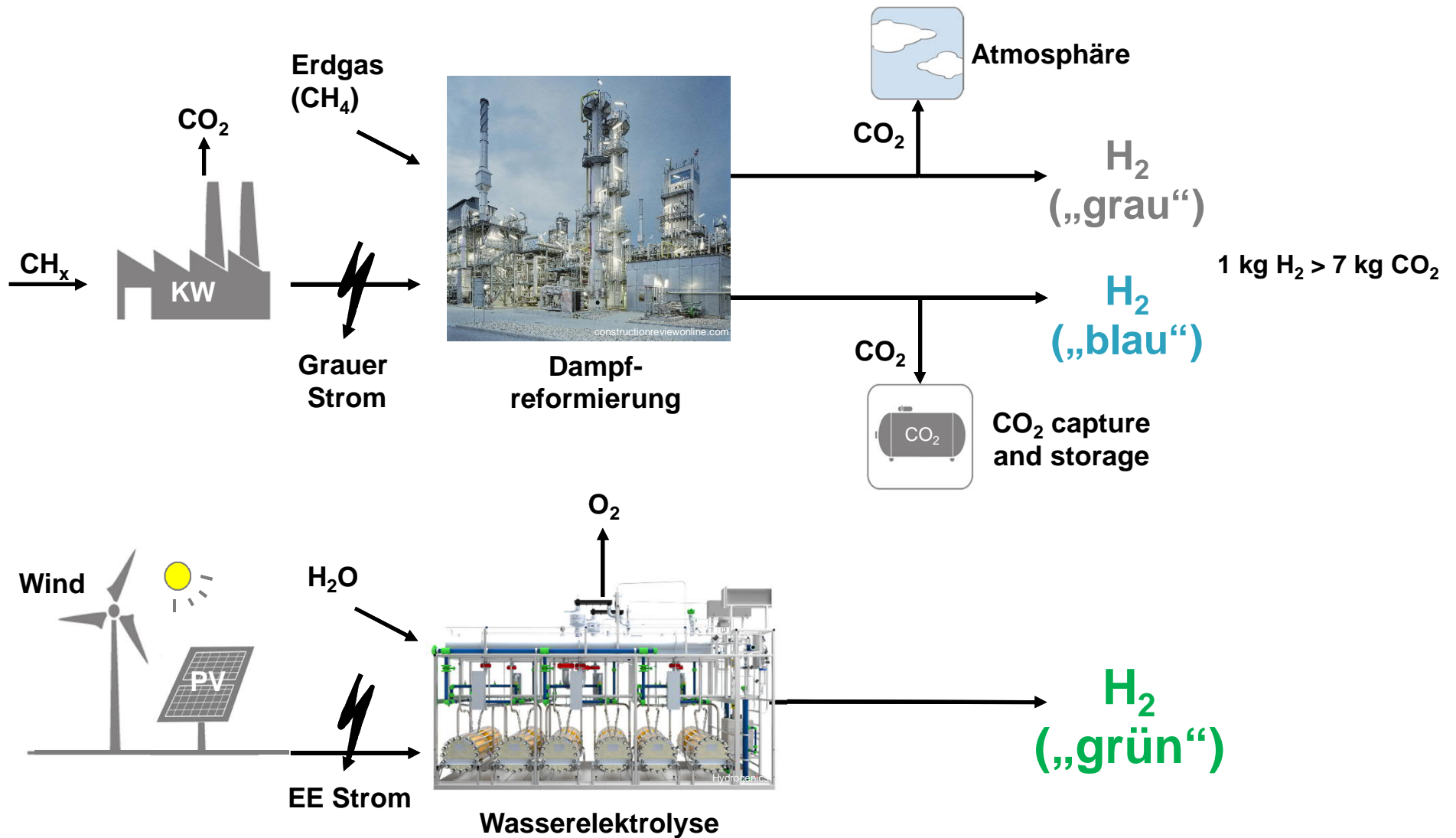


## Grüner Wasserstoff ist Schlüsselement der Energiewende

- Speicherung von erneuerbarem Strom (Langzeitspeicherung → Gasnetz, Tanks)
- Sektorenkopplung (Strom → H<sub>2</sub> → Wärme, Mobilität, Industrie)

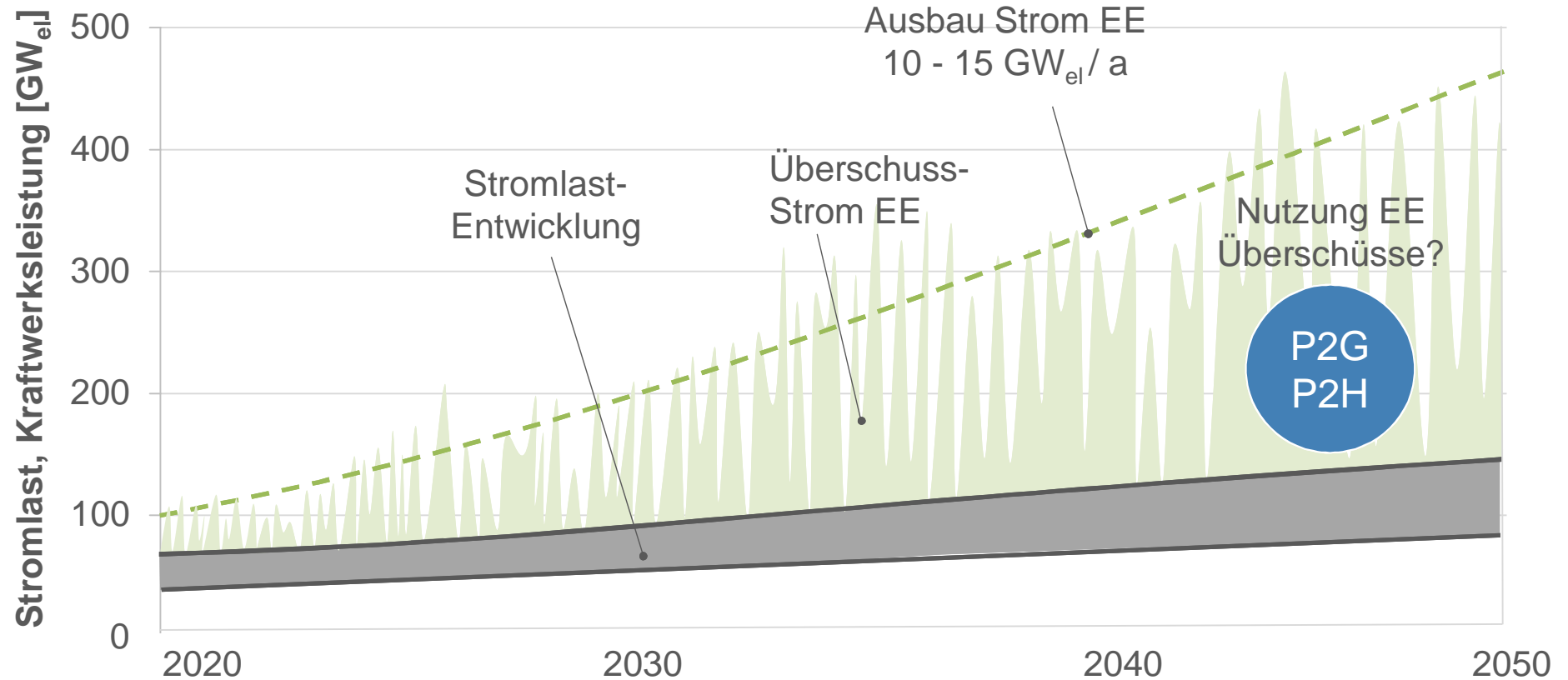
# Grauer - Blauer - Grüner Wasserstoff

## Dampfreformierung - Wasserelektrolyse



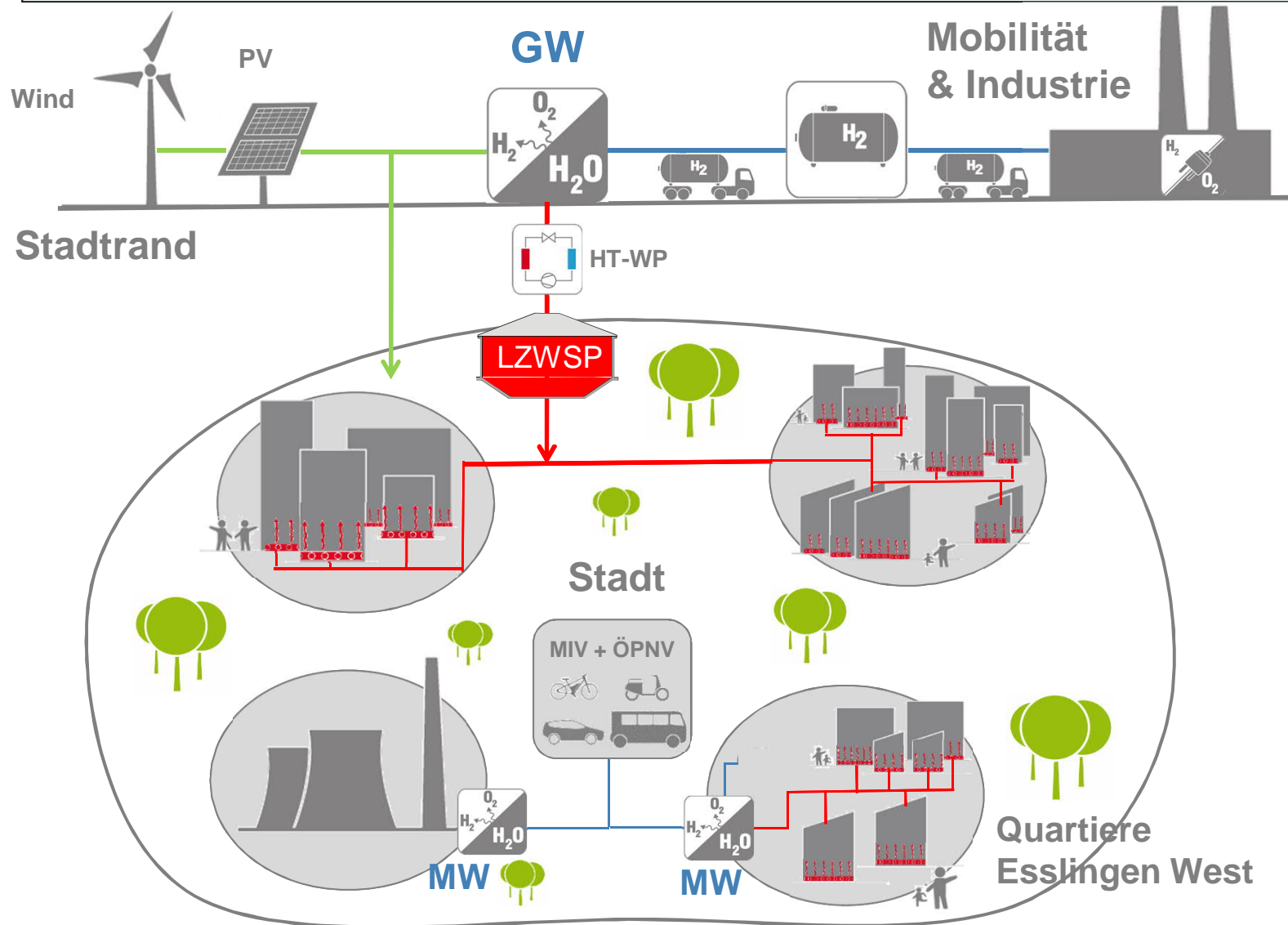
# Entwicklung Stromlast & Kraftwerksleistung

Ohne Grünen Wasserstoff keine Energiewende



# Grüner Wasserstoff

Dezentrale (Quartier) / Zentrale (Stadtrand) Produktion



# Förderinitiative Energieeffiziente Stadt (2017 – 2022)

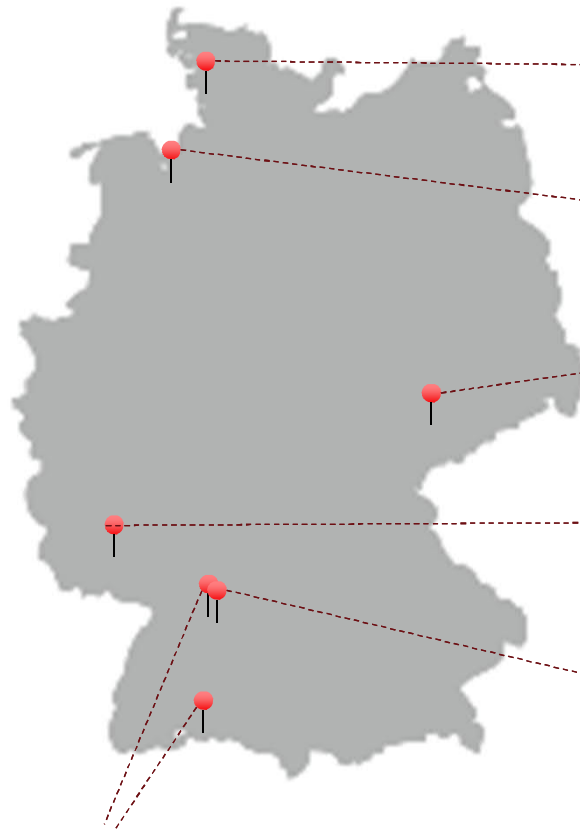
## die sechs Leuchtturmprojekte



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



### „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

# Forschungsprojekt „Es\_West\_P2G2P“

## Konsortium und Fördergeber



6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung  
 Förderinitiative: „Solares Bauen/ Energieeffiziente Stadt“  
 Laufzeit: 11/2017 – 11/2022



**Hauptantragsteller**  
 Stadt Esslingen



**Verbundkoordinator**  
 Steinbeis-Innovationszentrum EGS  
 Stuttgart



Weitere Partner:



Gefördert von:





# Baugebiet „Neue Weststadt“ Stadtzentrum Esslingen

## Planungs- und Baustand

85.000 m<sup>2</sup> BGF, 20 % Gewerbe, > 550 WE,

Hochschule Esslingen: 1. BA 19.500 m<sup>2</sup> NGF  
Baubeginn 2021, Fertigstellung 2024

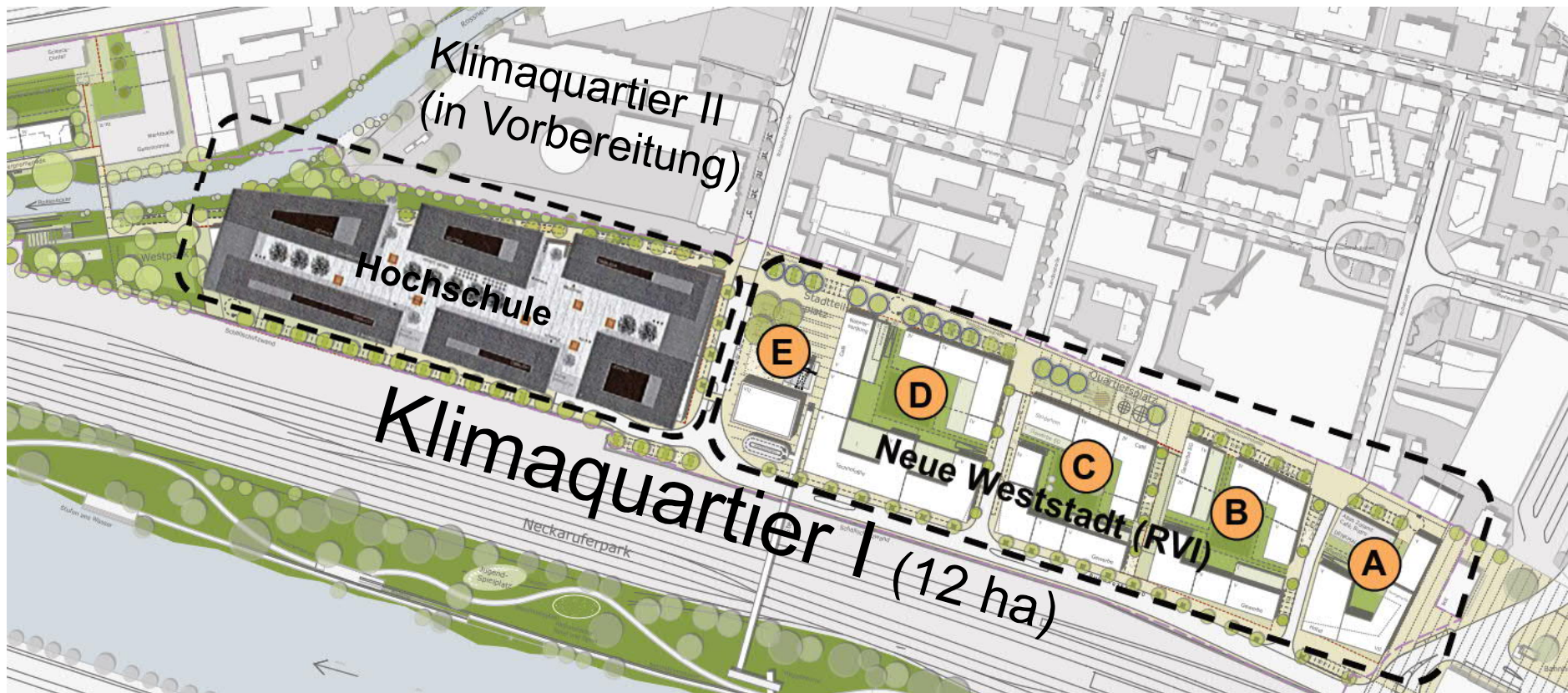
Block A: Bauantrag Ende 2020, Start Mitte 2021

Block B: 132 WE fertiggestellt, bewohnt

Block C: 128 WE fertiggestellt

Block D: 167 WE, im Bau, Fertigstellung 2020

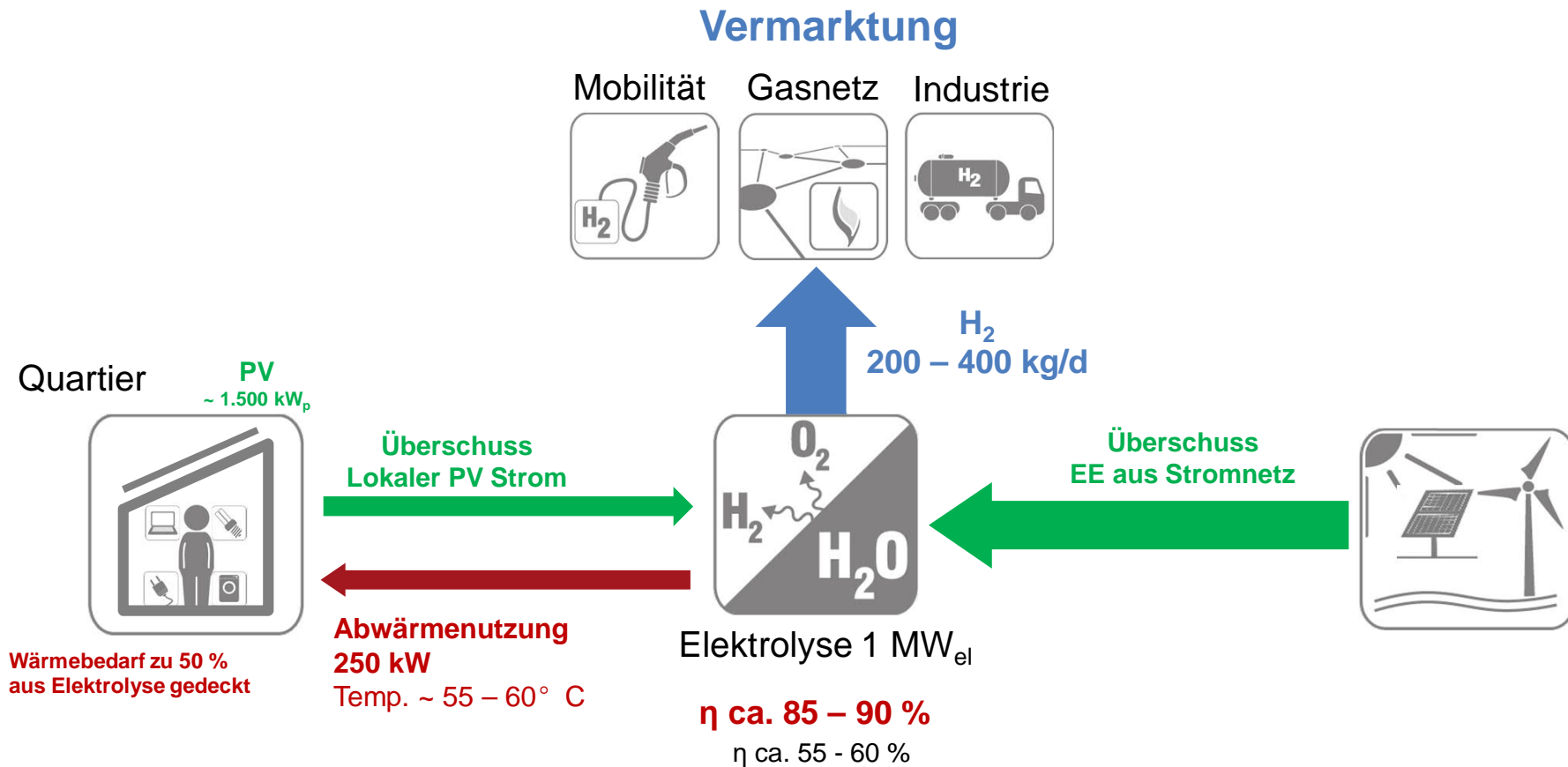
Block E: in Planung. Baubeginn 2022



Bildquelle: Lehen drei, SIZ

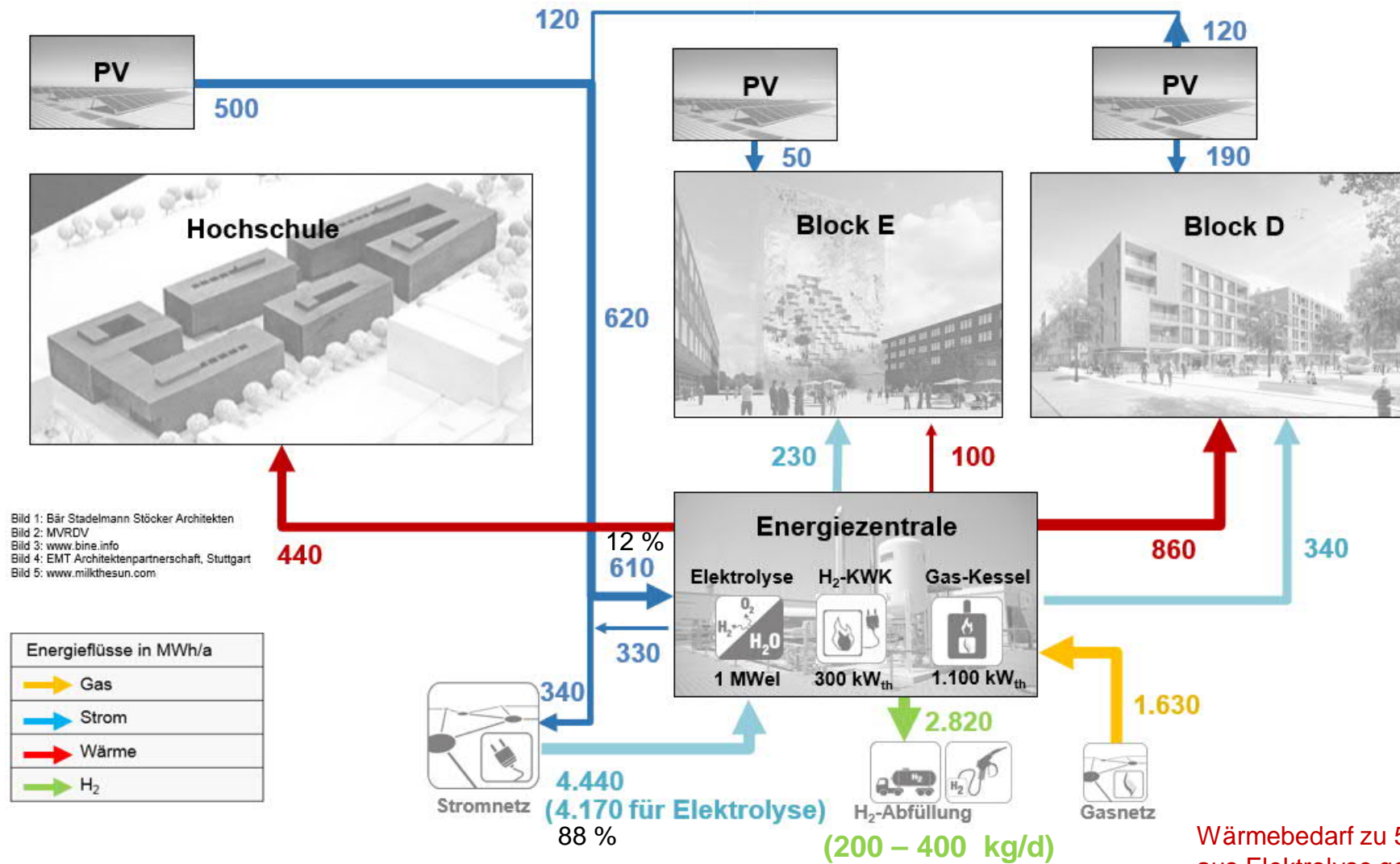
# Wasserstoff in der Stadt

## Warum?

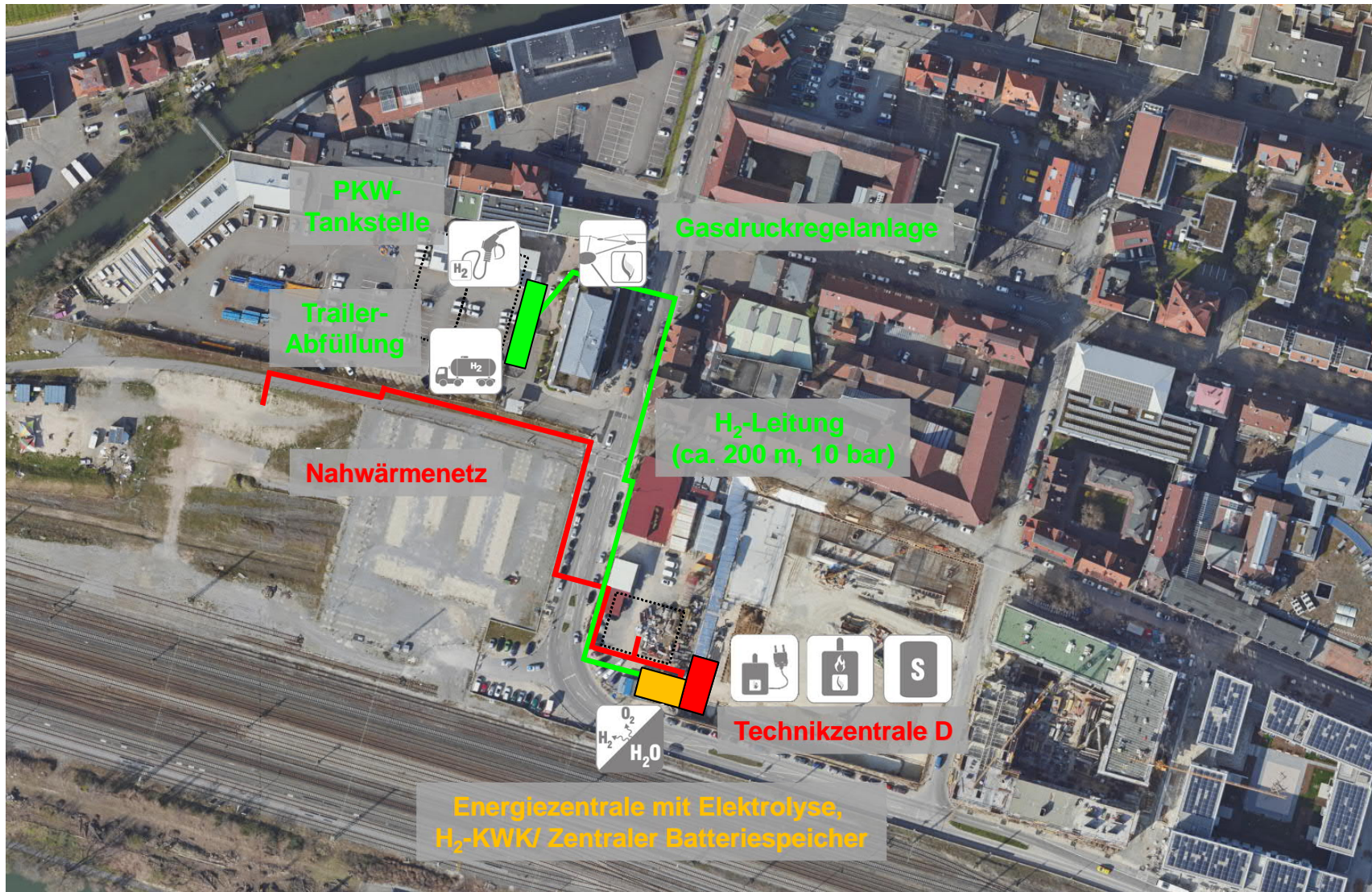


# Energiezentrale – Sankey-Diagramm

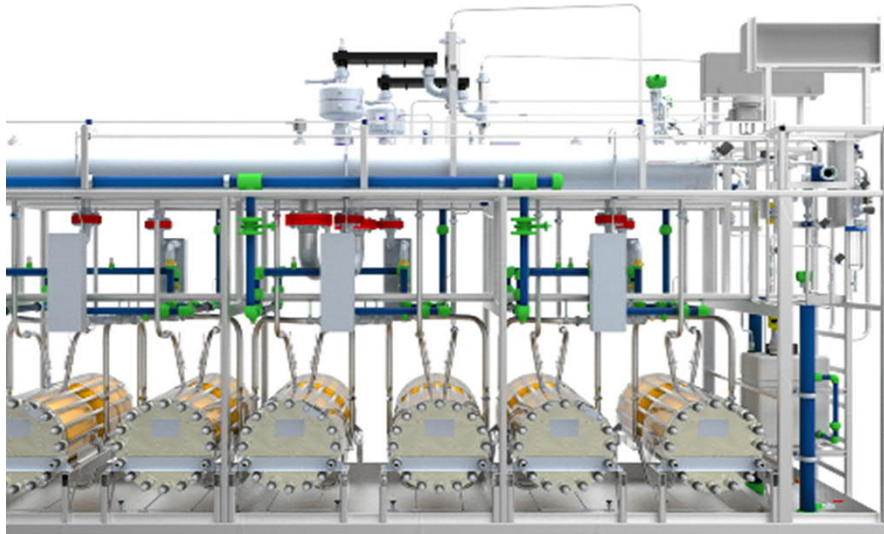
## Ergebnis aus Simulationstool „QUASI“



# H<sub>2</sub>-Produktion – Verteilung – Abfüllung - Einspeisung Lageplan



# Alkalische Elektrolyse (Hydrogenics)



## Skid mit 6 IMET Cell Stacks

Power 500 kW<sub>el</sub>  
Nominal: **100 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>/h**  
Betriebsdruck: 10 bar  
Elektrolyt: 30% Kalilauge, 500 l  
Wasserbedarf 1,5 l / m<sup>3</sup> H<sub>2</sub> (18 l / kg H<sub>2</sub>)

**Nutzungsgrad: 5,2 kWh<sub>el</sub> / m<sup>3</sup> H<sub>2</sub> (ca. 60%)**  
Abwärme: **ca. 60 ° C (30 - 35%)**

## Investitionskosten

Elektrolyseur inkl.

H<sub>2</sub>O Aufber., H<sub>2</sub> Pur.: 1.400 – 1.500 €/kW<sub>el</sub>

**Gesamtsystem, Inbetr.: 1.850 – 2.000 €/kW<sub>el</sub>**

# Genehmigungsverfahren Energieversorgung

## Übersicht

### Errichtung und Betrieb der Energiezentrale mit Elektrolyseur



§§ 4, 10 BImSchG, Neuanlagen mit Öffentlichkeitsbeteiligung,  
Einstufung als Anlage zur Herstellung von chemischen Erzeugnissen (4.1.12)  
**Regierungspräsidium Stuttgart**



### Errichtung und Betrieb der H<sub>2</sub>-Leitung



Technisches Regelwerk der DVGW (§ 49 Absatz 2 EnWG)  
**SWE Esslingen**



### Errichtung und Betrieb der H<sub>2</sub>-Abfüllung & ggf. Tankstelle

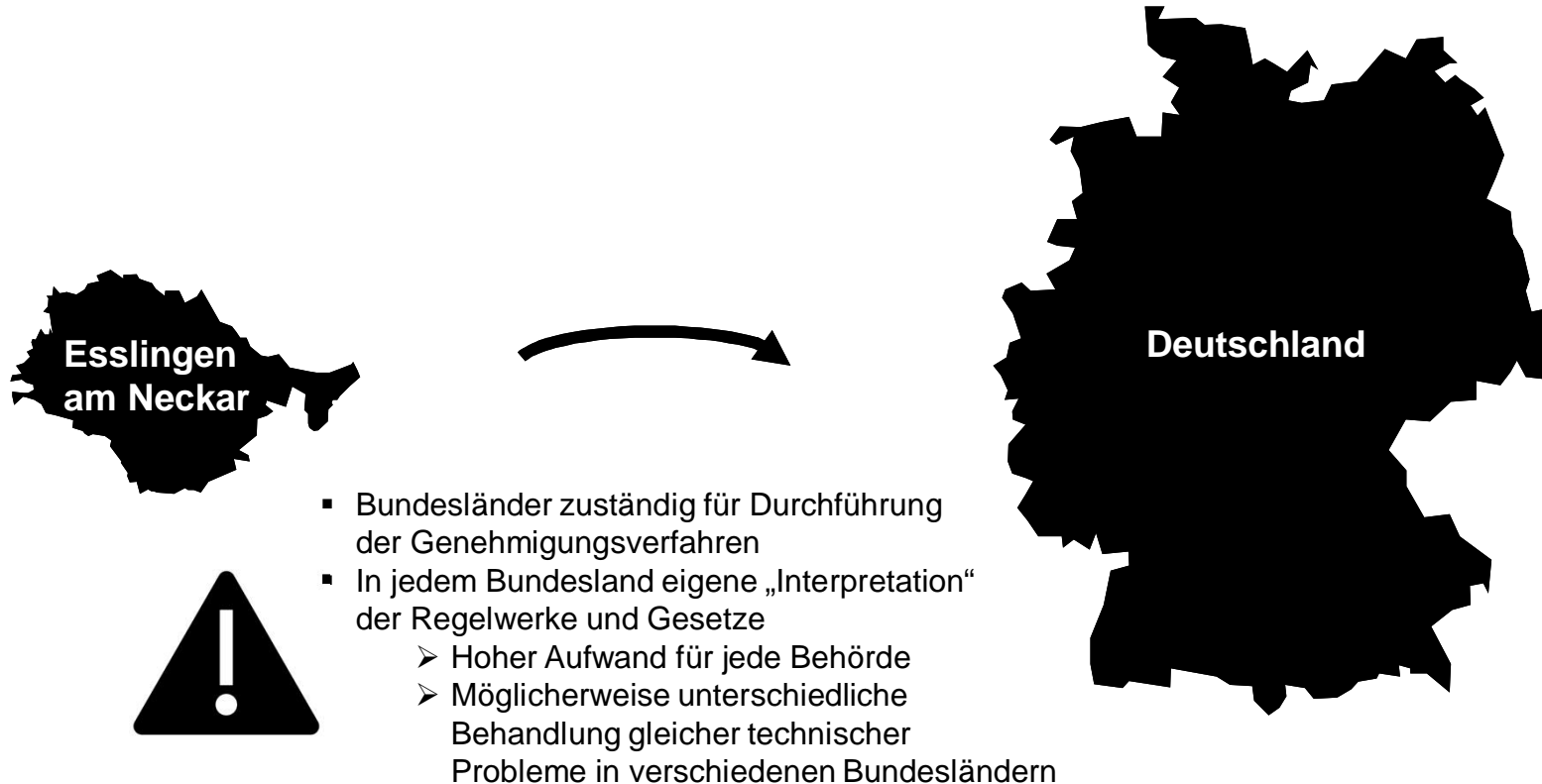


Erlaubnis nach BetrSichV  
**Landratsamt Esslingen**



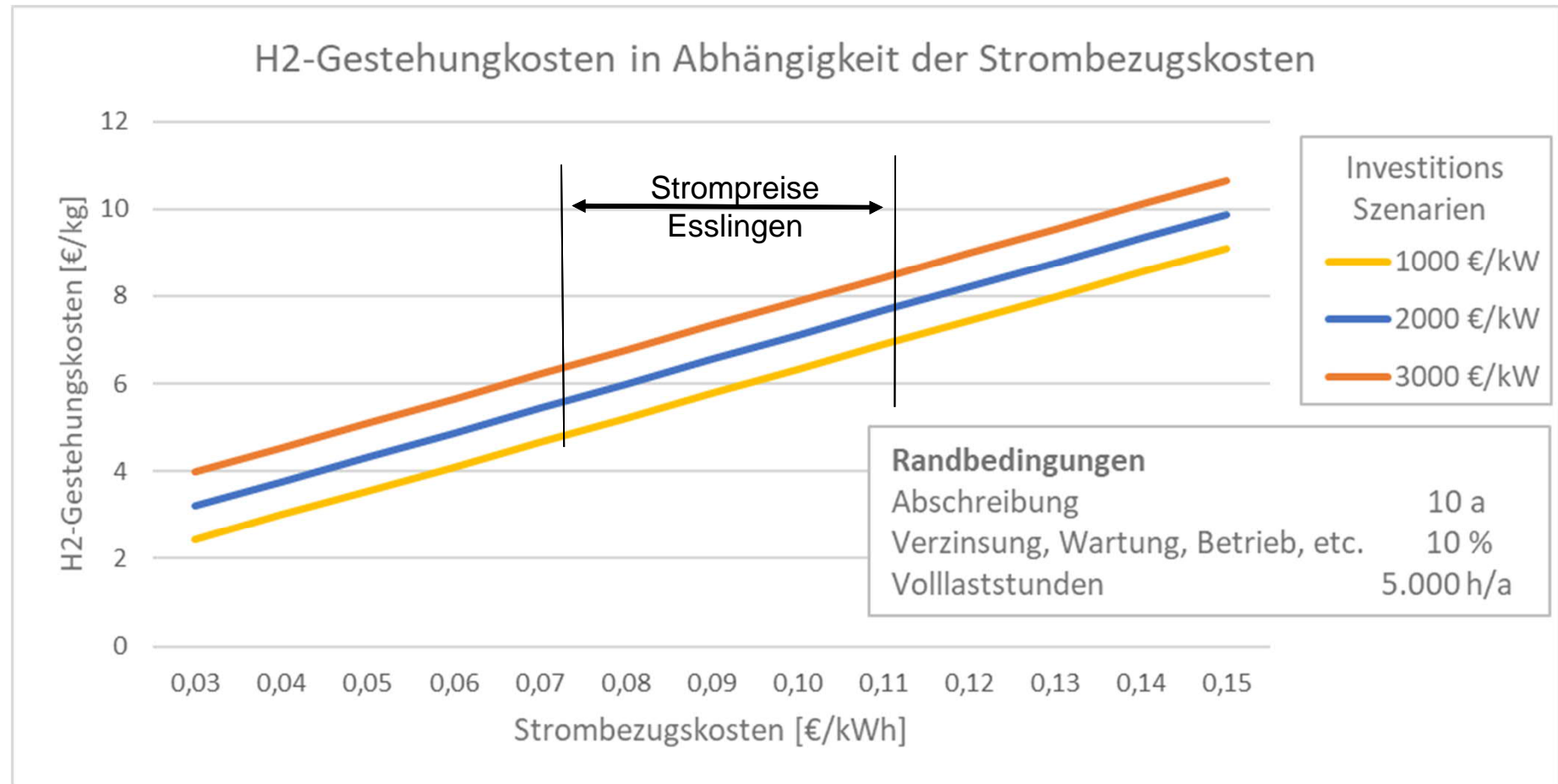
# Genehmigungsverfahren Elektrolyseur

## Lessons Learned – Transformation



- Forschungsprojektübergreifende Mitarbeit am Genehmigungsleitfaden PORTAL GREEN (Konsortium unter DVGW-Beteiligung entwickelt Genehmigungsleitfaden für PtG-Technologie)
- Entwicklung eines eigenen Planungsleitfadens zur Umsetzung weiterer städtebaulich integrierter Projekte

# H<sub>2</sub> Gestehungskosten





# H<sub>2</sub>-Verwertung

## Bewertung der Wirtschaftlichkeit



# Trailer-Abfüllstation + Tankstelle

## Ansichten und Energieinhalt



Ionenverdichter



Bild: nel

Modulare Druckspeicher



Bild: wystrach

Standardtrailer:  
300 bar Röhrenspeicher  
Ca. 440 kg H<sub>2</sub> = 15 MWh



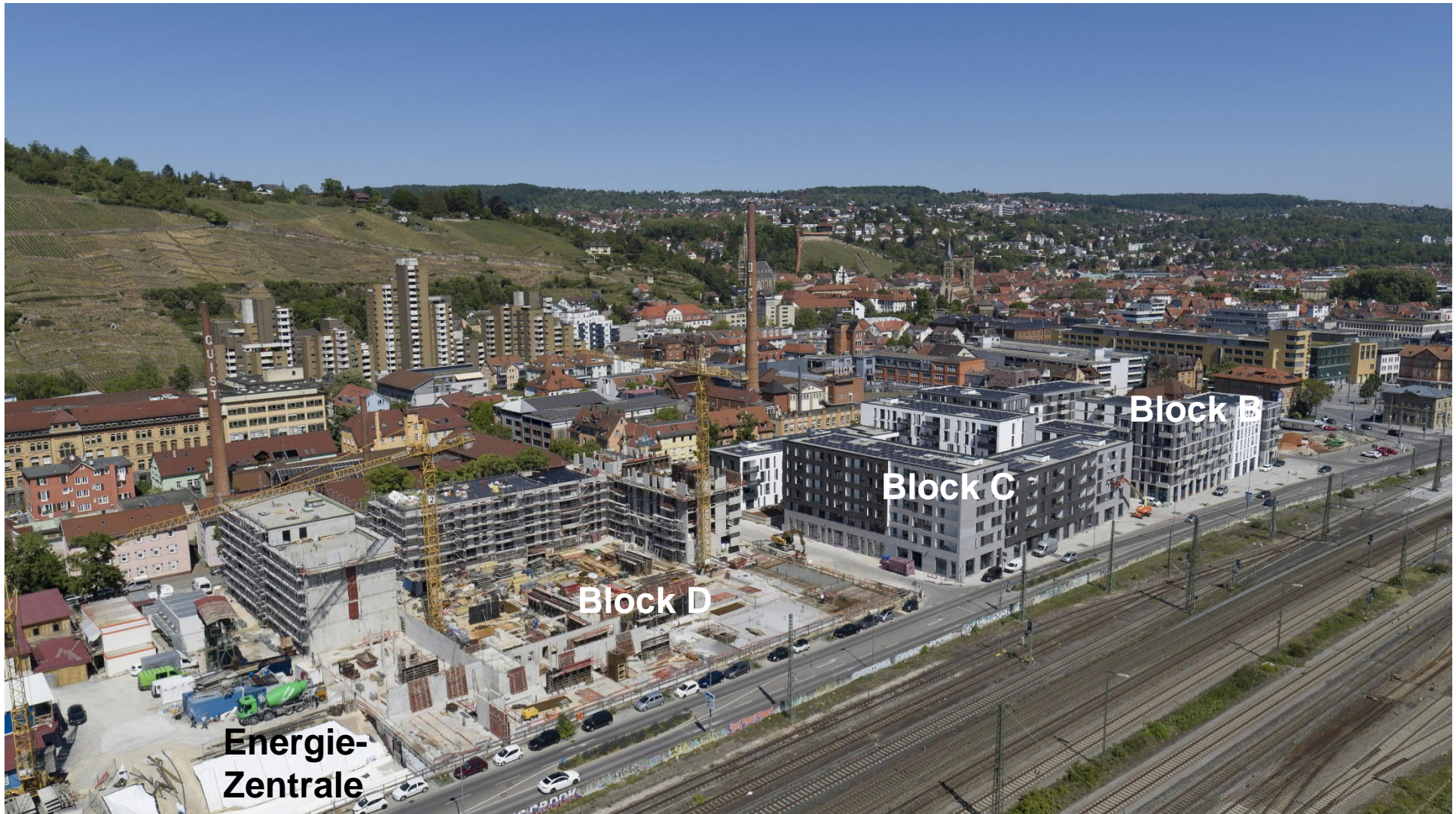
Bild: ZSW-Tankstelle Ulm



Bild: Hydrogenics, Cevel

Angestrebte Abnahmemenge:  
bis 50 - 100 kg/d  
(Perspektive 2020-2022)

# Baufortschritt 9. Mai 2020



# Solarisierung – max. PV auf den Gebäudeblöcken



# Klimaneutral Wohnen!



# Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

## Grundsätzliches

- Stadt / Lokalpolitik / OB müssen brennen!
- Städtebau - und Hochbau-Wettbewerbe dem Ziel ausrichten!
- Ziele in B-Plan verankern!
- Bürger-Partizipation!
- Bauherren, Energieversorger, ... Motivation!
- Förderprogramme Bund-Land-Stadt
- Interdisziplinäres Projektteam

## Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

### Akzeptanz und Genehmigungsfähigkeit

- Klimaneutralität: Max. Solarisierung, Biomethan, Grüner Wasserstoff
- Städtebauliche Integration Elektrolyse (1 MW<sub>el</sub>)
- Genehmigung nach BImSchG (Sicherheitskonzept)
- H<sub>2</sub>-Abfüllung & Vermarktung lokal  
(direkte Sektorenkopplung, nachfrageorientierte Systemdimensionierung)

# Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

## Wirtschaftlichkeit

- Strompreis entscheidend ( $< 5$  ct/kWh)
- Investitionskosten Elektrolyse ( $< 1.000$  €/kW<sub>el</sub>)
- Einspeisevergütung Grüner Wasserstoff!
- Effizienzsteigerung Elektrolyse durch Wärmenutzung im Quartier ( $\eta$  von 55 % auf bis zu 90 %)
  - ca. 10 % Verbesserung Wirtschaftlichkeit
  - ca. 50 bis 60 % CO<sub>2</sub>- Reduzierung (Wärmeversorgung Gebäude)



# **Machen statt Reden!**

## **Let the fossil fuel rest in peace!**



Entwurf: Lehen Drei Architekten und Frei Raum Konzept

## **Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Gropiusplatz 10  
D-70563 Stuttgart

Tel. +49 711 99 007 - 5  
Fax +49 711 99 007 - 99

[www.siz-egs.de](http://www.siz-egs.de)

