

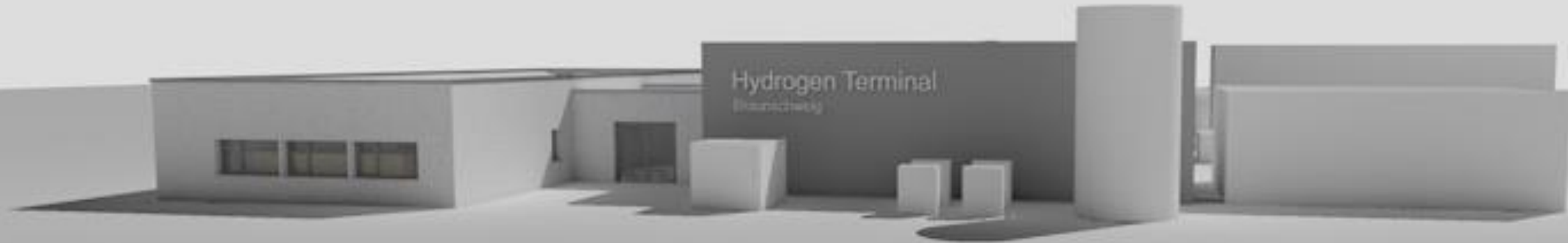


Technische  
Universität  
Braunschweig



H<sub>2</sub>  
Terminal

**elenia**  
Institut für Hochspannungstechnik  
und Energiesysteme

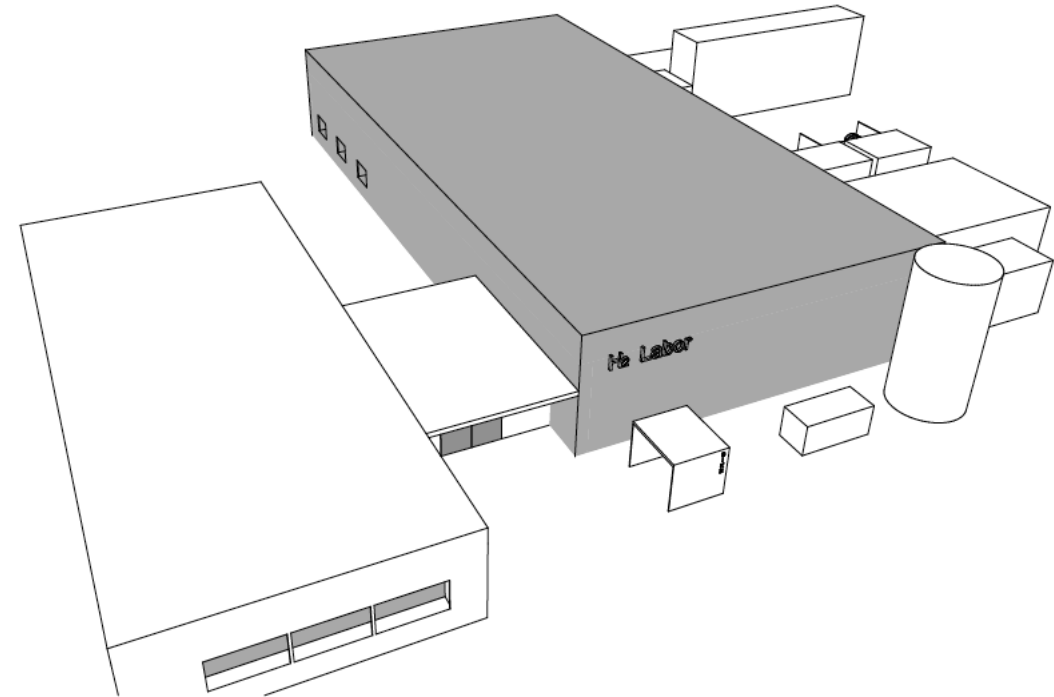


## H<sub>2</sub> Terminal Braunschweig – Netzdienliche Integration von Elektrolyseuren

Timo Sauer | elenia Institut | 12. Braunschweiger Energieseminare | 22.09.2023

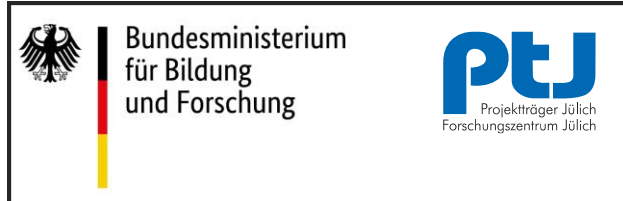
# Agenda

1. Aufbau eines Wasserstoff-Kompetenzzentrums am Forschungsflughafen
2. Forschungsfelder und elektrisches Konzept
3. Netzdienliche Integration von Elektrolyseanlagen
  - *Momentanreservebereitstellung aus Elektrolyseuren?*



# Organigramm

Förderungsinstitution und  
Projektträger



Wissenschaftliche  
Gesamtkoordination



Projektkonsortium (TU Braunschweig)



Assoziierte Partner



# Neubau des Hydrogen-Terminals am Braunschweiger Forschungsflughafen

Ziel: Forschung an Erzeugungstechnologien von grünem Wasserstoff

*„Wir haben mit diesem Forschungsprojekt die Möglichkeit, eine Energiezentrale der Zukunft umzusetzen und die Energiewende erlebbar zu machen. Nebenbei dekarbonisieren wir einen Teil der Forschung und schaffen mit der neuen Forschungsumgebung einen Nukleus für zukünftige Projekte und wissenschaftliche Arbeiten rund um das Thema Wasserstoff“*

- David Sauss, Leiter des siz energieplus und Bauherr

*„Mit dem H<sub>2</sub>-Terminal Braunschweig wird im Megawattmaßstab erforscht, wie Elektrolyseure und zugehörige Batterien das Stromnetz stabilisieren können, wenn konventionelle, fossile Kraftwerke abgeschaltet sind“*

- Prof. Bernd Engel, Leiter des elenia und Sprecher des Verbundprojektes an der TU Braunschweig



# Standort des H<sub>2</sub> Terminal Braunschweig



H<sub>2</sub> Terminal

- AEM Elektrolyseur: 1 MW

- H<sub>2</sub>-Tank: ca. 5000 Nm<sup>3</sup>

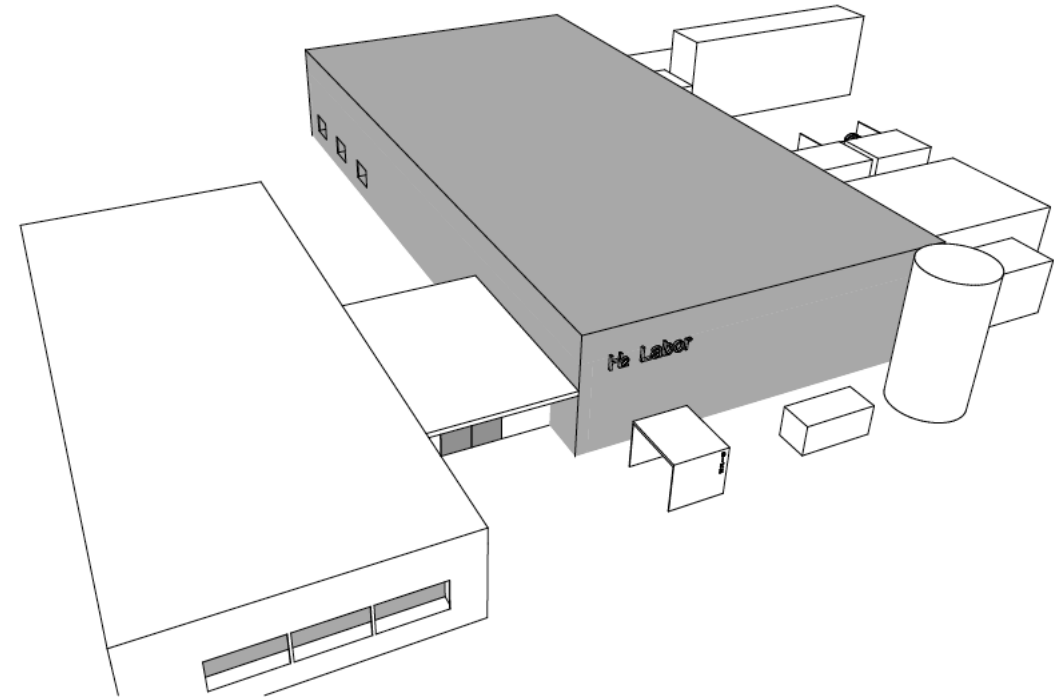
- H<sub>2</sub>-Tankstelle (LKW): 350 bar

- Batteriespeicher: 1,1 MWh

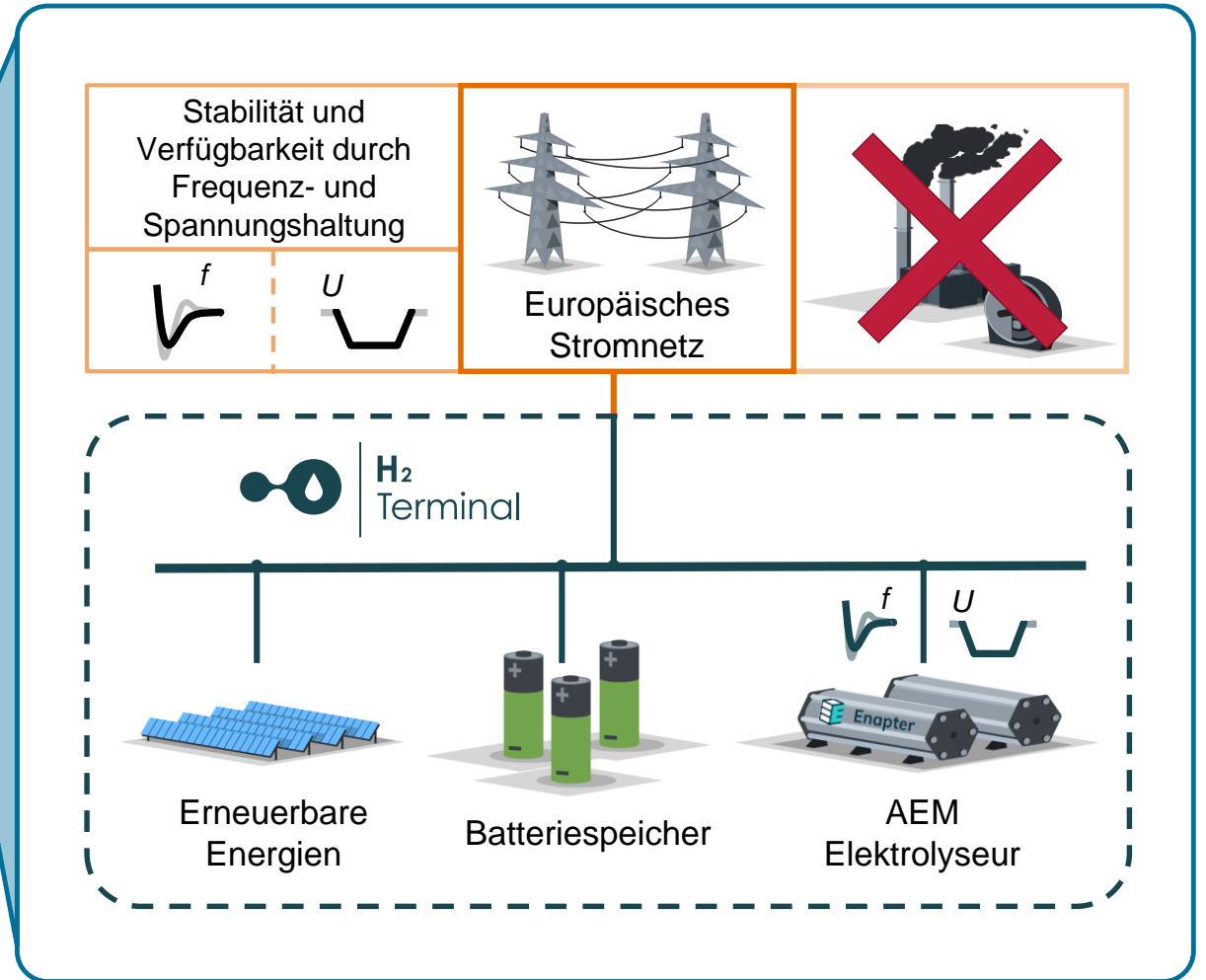
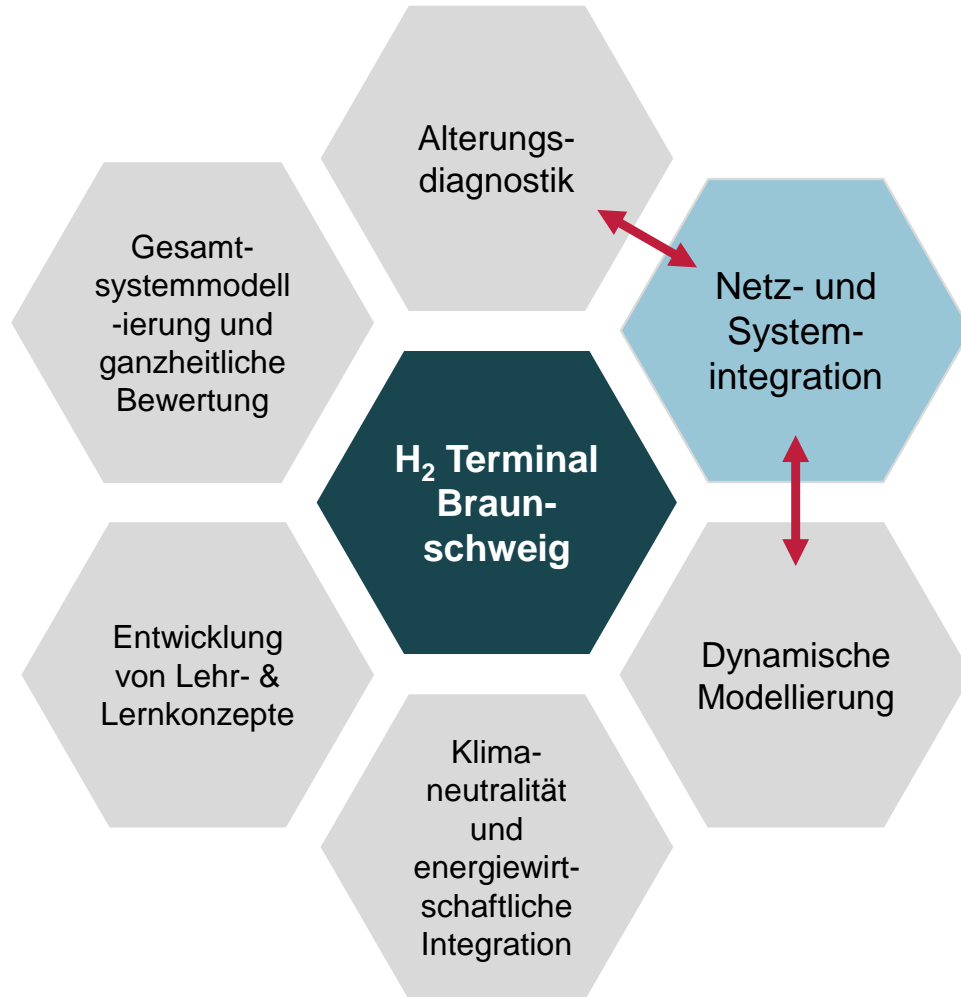
- PV-Anlage: ~150 kWp

# Agenda

1. Aufbau eines Wasserstoff-Kompetenzzentrums am Forschungsflughafen
- 2. Forschungsfelder und elektrisches Konzept**
3. Netzdienliche Integration von Elektrolyseanlagen
  - *Momentanreservebereitstellung aus Elektrolyseuren?*

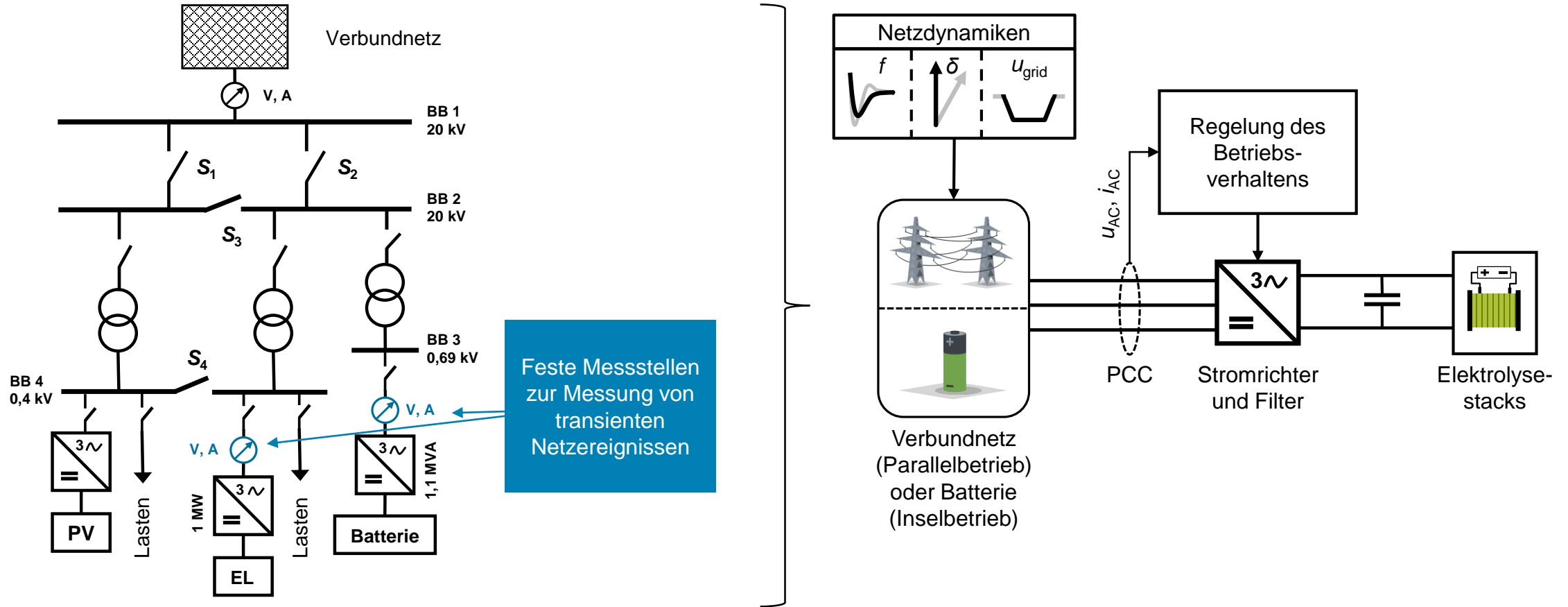


# Forschungsfelder des H<sub>2</sub> Terminal Braunschweig



# Elektrischer Aufbau des H<sub>2</sub> Terminal

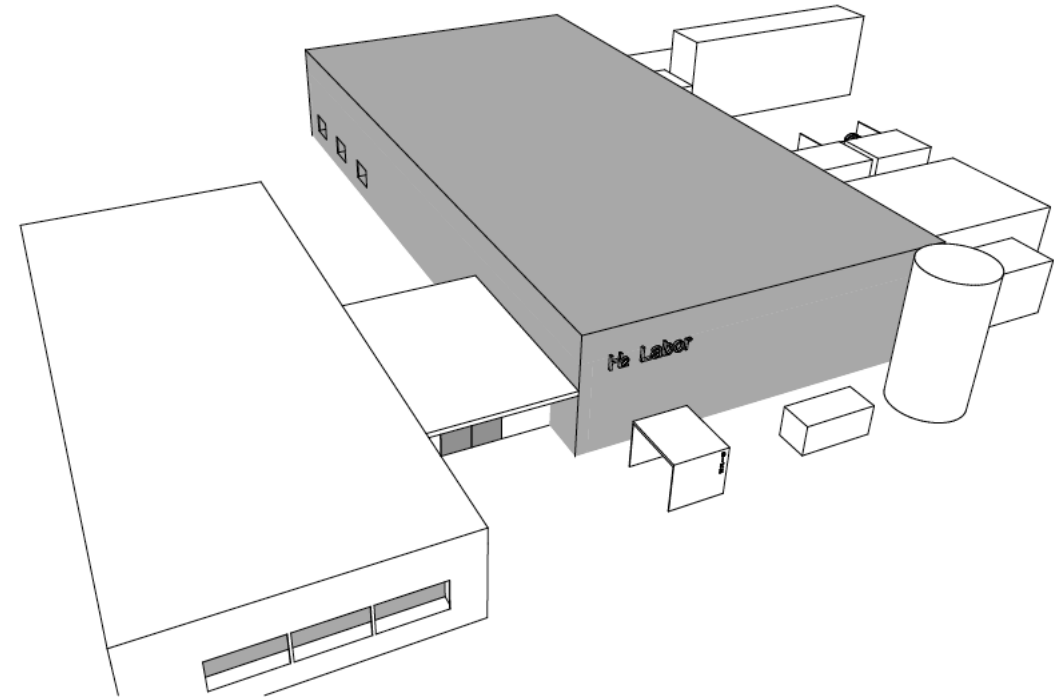
Es sind Netzuntersuchungen am Verbundnetz und im Inselnetz durchführbar





# Agenda

1. Aufbau eines Wasserstoff-Kompetenzzentrums am Forschungsflughafen
2. Forschungsfelder und elektrisches Konzept
- 3. Netzdienliche Integration von Elektrolyseanlagen**
  - *Momentanreservebereitstellung aus Elektrolyseuren?*

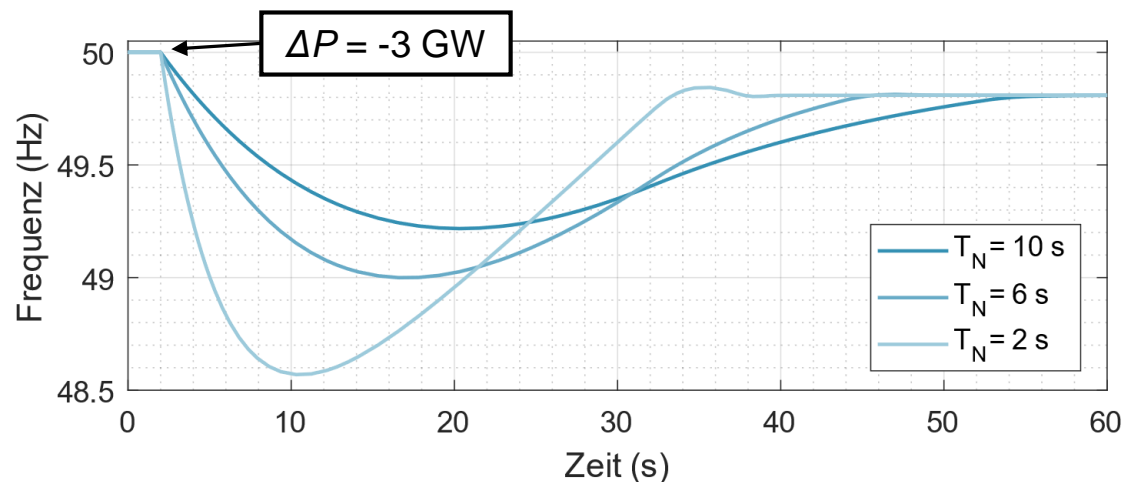


# Momentanreserve und Frequenzstabilität

Die Maßnahmen der Frequenzstabilität benötigen ein Mindestmaß an Momentanreserve, um Großstörungen des Verbundnetzbetriebes beherrschen zu können

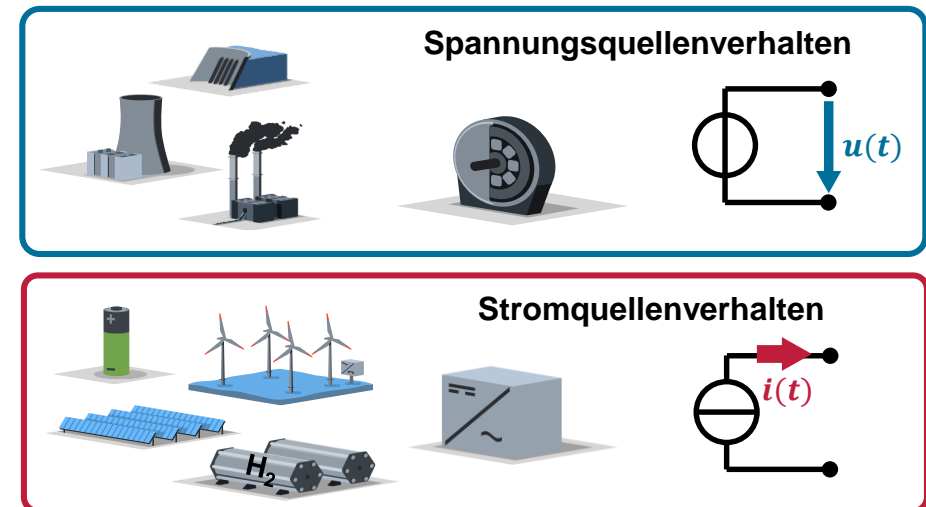
## Bedarf an Momentanreserve

- Lastereignisse werden im Kurzzeitbereich aktuell ausschließlich durch die netzstabilisierende kinetische Energie der direkt gekoppelten Synchrongeneratoren ausgeglichen
- Eine abnehmende Anzahl an Synchrongeneratoren führt demnach zu einem volatilerem Frequenzverhalten bis zum Verlust der Frequenzstabilität



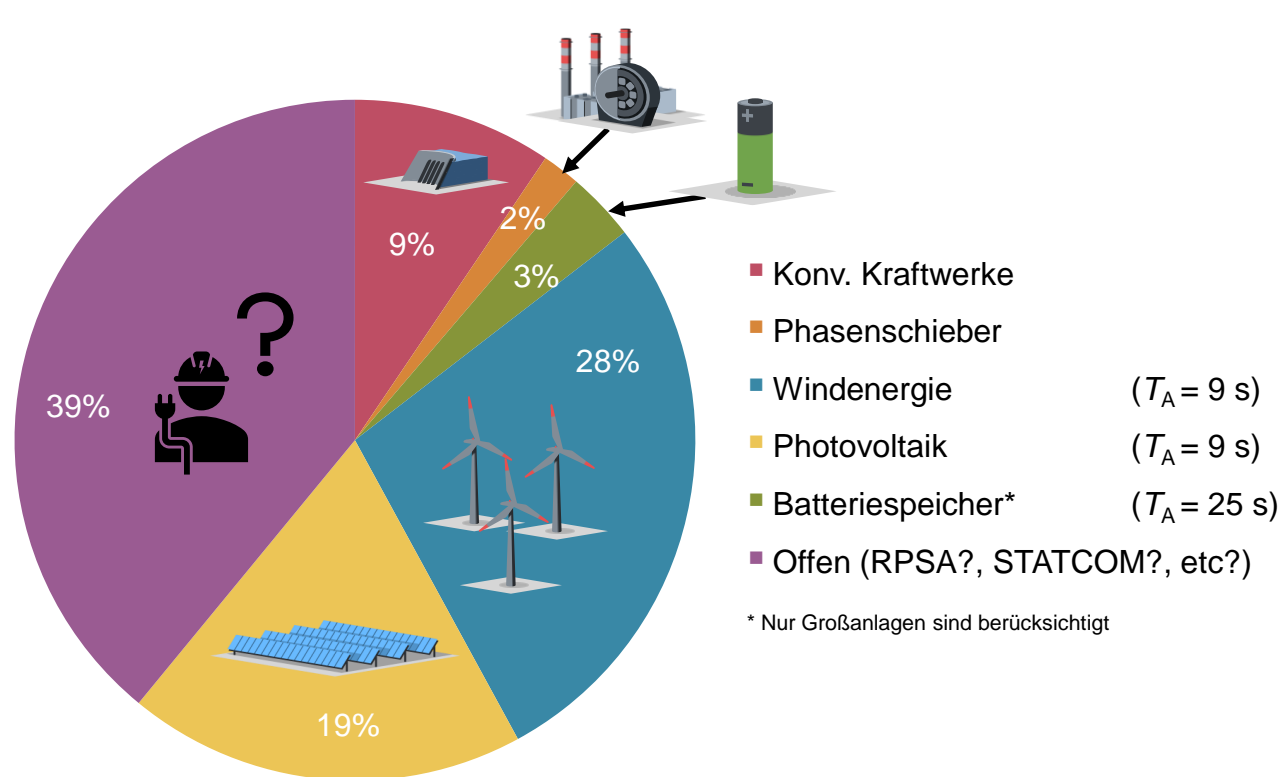
## Quellen von Momentanreserve

- Momentanreserve wird durch ein netzbildendes spannungsstellendes Klemmenverhalten bereitgestellt
- Aktuell sind die einzigen Netzbildner im Netz die Synchrongeneratoren der Großkraftwerke
- Zukünftig können netzbildende, spannungsstellende Stromrichter diese Lücke schließen

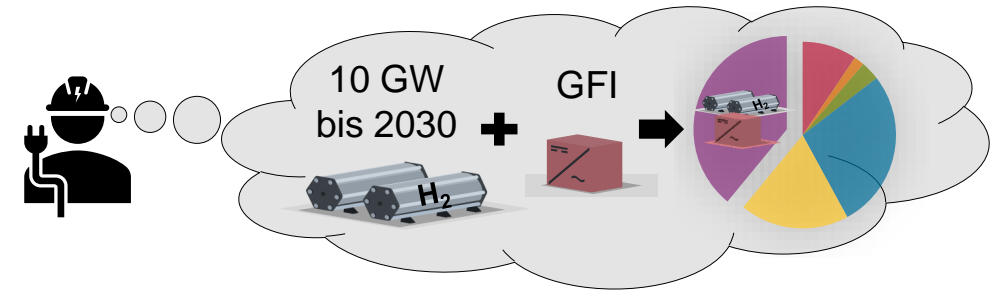


# Momentanreservepotenziale nach NEP2035 für den Überfrequenzfall

Selbst unter Berücksichtigung zukünftiger Zubauraten von EE besteht noch ein offener Bedarf



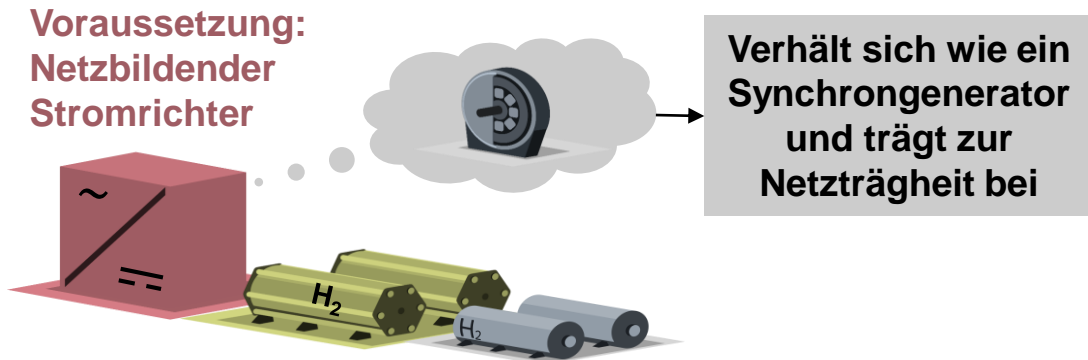
Datenquelle: Bewertung der Systemstabilität, Begleitdokument zum Netzentwicklungsplan Strom 2035, Version 2021, zweiter Entwurf



- Im Netzentwicklungsplan 2035 wird der zukünftige Bedarf an Momentanreserve analysiert und Potenziale vorgeschlagen
- Die technologiespezifischen  $T_A$  sind im NEP2035 vorgeschlagenen Werte
- Elektrolyseure können prinzipiell netzseitig spannungsstellend geregelt werden

**Frage:** Können Elektrolyseure Momentanreserve bereitstellen?

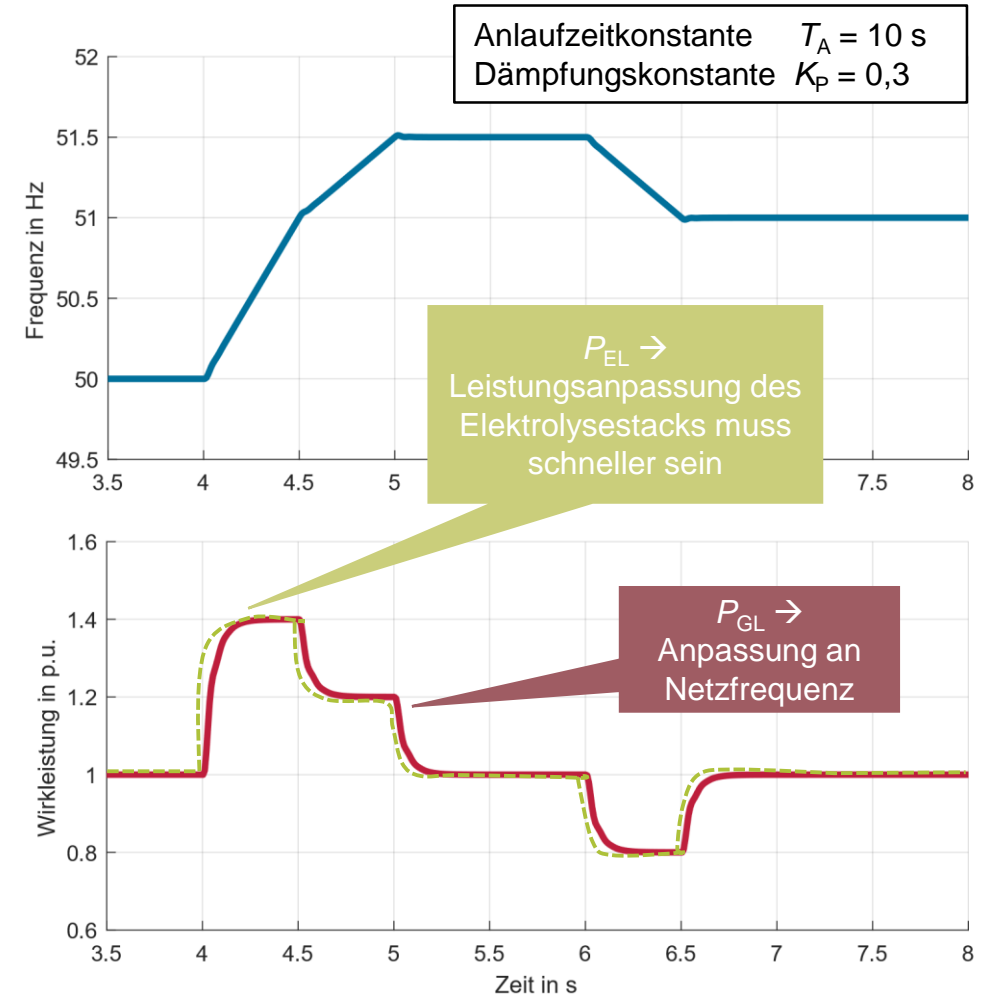
# Momentanreserve aus Elektrolyseuren



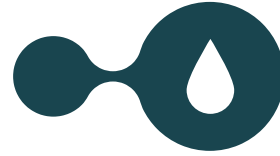
**Frage:** *Wie schnell kann die Leistung des Elektrolyseprozesses verändert werden?*

**Frage:** *Ist es physikalisch möglich, mit Elektrolyseuren Momentanreserve bereitzustellen und welche Anlaufzeitkonstante  $T_A$  ist realisierbar?*

**Frage:** *Ist auch negative Momentanreserve durch kurzzeitige Überlast (im Millisekunden- bis Sekundenbereich) möglich?*



# Kontakt und Danksagung



H<sub>2</sub>  
Terminal



**TIMO SAUER, M.Sc.**

*Wissenschaftlicher Mitarbeiter*

Teamleiter Netzdynamik und  
Systemstabilität

Arbeitsgruppe Energiesysteme

[t.sauer@tu-braunschweig.de](mailto:t.sauer@tu-braunschweig.de)

+49 531 391 7721

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Danksagung

Die vorliegenden Erkenntnisse wurden im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundvorhabens „H2\_Campus\_TUBS“ (FKZ 03EW0016A/B) ermittelt. Die Autoren danken dem BMWF für die finanzielle Unterstützung. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor und spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Projektkonsortiums H2\_Campus\_TUBS wieder.



**elena Institut für Hochspannungstechnik u.  
Energiesysteme**

Technische Universität Braunschweig

Schleinitzstraße 23  
38106 Braunschweig  
Germany



H<sub>2</sub>  
Terminal