



# Grüne Grundlastfähigkeit für die Industrie

Projektergebnisse für das SAPB-Treffen von 50Hertz

21.06.2023

Fraunhofer IEG & Lehrstuhl Energiewirtschaft BTU

Prof. Dr. Mario Ragwitz (Fh IEG / BTU) & Felix Müsgens (BTU)

# Ziele des Projekts: „Grüne Grundlastfähigkeit“ konzeptionieren und für Industrie-Projekt vordenken

- **Vorstudie:** Konzeptpapier zur Versorgung von energieintensiven Industrien mit 100% erneuerbarer Energie, welche folgende Kriterien erfüllt
  - Klimaneutralität: Bis zu 100% 24/7-Echtzeit-Versorgung mit grünem Strom
  - Zeitrahmen: Umsetzung deutlich vor 2030, d.h. wesentlich früher als das Gesamtsystem
  - Kosteneffizienz: Idealerweise sollten Kosten der Versorgung nicht höher als 10 €-Ct/kWh sein („10-Cent-Challenge“)
  - Versorgungssicherheit: Sichere Energieversorgung 24/7, ggf. Systemdienstleistungen
  - Systemoptimalität: Flexibilität auf der Nachfrageseite und Infrastrukturausbau wird maximal mobilisiert, um eine kostenoptimale Transformation zu erreichen und Grundlastbedarf zu minimieren
  - Skalierbarkeit: Konzept soll auf andere Regionen und auf Unternehmen verschiedener Sektoren übertragbar sein
- **Geplantes Hauptprojekt:** Umsetzung in Form eines Demonstrators im Industriemaßstab (Orientierung:  $> 10 \text{ MW}_{\text{el}}$ )
- **Projektteam:**
  - Projektleitung durch Fraunhofer IEG und BTU Cottbus-Senftenberg in Abstimmung mit 50Hertz
  - Unterstützung durch TU Dresden, TU Berlin, TU Clausthal und HTW Berlin

# Nutzen für die Industrie: Die „10-Cent-Challenge“ – komplett grüne Preis- und Versorgungssicherheit

**Kunden halten und gewinnen**



Kundenwunsch nach grünen  
und nachhaltigen Produkten



Imagesteigerung



Grüner Vorreiter („schneller als  
Google“)

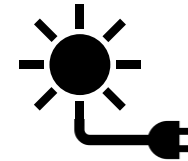
**Internationale  
Wettbewerbsfähigkeit steigern**



Stabile, planbare und günstige  
Energiekosten



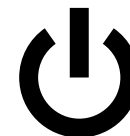
Konzentration auf das  
Kerngeschäft



Unabhängig von unsicheren  
Energiebezugsquellen



Überbrückung von kurzen  
Versorgungsengpässen im  
Stromnetz



Kontrolliertes Herunterfahren  
von Produktionsprozessen bei  
längeren Versorgungs-  
engpässen im Stromnetz

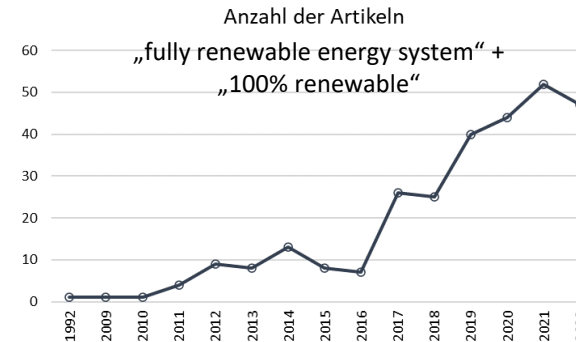
# Das Konzept der „Grünen Grundlast für die Industrie“ besitzt einen hohen Neuigkeitswert

## • Zunehmendes Interesse in der Wissenschaft

- Die meiste Literatur erforscht grünes Gesamtsystem.
- Es gibt wenig Literatur zu „24/7 renewable“-Einzelprojekten.
- Mit „GG“ gehen wir konsequenter zur Dekarbonisierung als alle bislang etablierten Ansätze.

## • Zunehmendes Interesse in der Wirtschaft

- Ein stündlicher Ausgleich mit einer 100%-igen 24/7-Beschaffung wird von verschiedenen multinationalen Unternehmen wie Google, Microsoft, Amazon geplant.
- Der durchgeführte Industrie-Workshop und die Unternehmensanfragen bei 50Hertz zeigen hohes Interesse auch in Deutschland.



	Carbon Offsets <small>Can enable carbon neutrality and maximize emissions reductions per dollar spent achieved by purchasing carbon offsets that reduce or prevent global emissions</small>	100% Annual Matching (Unbundled RECs) <small>Can indirectly reduce emissions and support renewable energy achieved by purchasing renewable electricity attributes / credits (RECs) separately from electricity purchases</small>	100% Annual Matching (Electricity contracts) <small>Can reduce emissions and directly support renewable energy achieved by purchasing renewable electricity attributes / credits and electricity via long-term contracts</small>	24/7 Carbon-free Electricity <small>Can eliminate emissions from electricity consumption and transform electricity grids achieved by procuring electricity and associated attributes from a portfolio of resources to match a buyer's electricity demand, hour-by-hour, 24/7 with corresponding clean electricity generation within the same electricity grid region</small>
Helps combat climate change	✓	✓	✓	✓
Accelerates full-scale transformation of electricity grids	✗	✗	✗	✓
Eliminates all carbon emissions associated with the buyer's electricity use	✗	✗	✗	✓
Directly reduces carbon emissions associated with the buyer's electricity use	✗	✗	✓	✓
Matches annual electricity consumption with clean energy	✗	✓	✓	✓
Matches hourly electricity consumption with clean energy	✗	✗	✗	✓
Supports investment in clean electricity	✗	?	✓	✓
Supports investment in clean electricity in the electric grid region where your electricity is consumed	✗	✗	✓	✓
Hedges price volatility/risk for the electricity buyer	✗	✗	?	✓
Maximizes overall emissions reductions per \$ spent	✓	✗	✗	✗
Maximizes overall emissions reductions per megawatt-hour generated	✗	✗	✗	✗

To Announce New Environmental Management Strategy  
**Samsung Electronics Expected to Join RE100 This Week**  
By Kim Eunjin | September 13, 2022, 12:10

How Microsoft and Vattenfall partnered for data centers that use 100 percent renewable energy, 24/7 - with Conapto set to follow

24/7 matching solution enables data centers and power to precisely match production and consumption  
By Georgia Butler | Comment

T Time  
**How Amazon Became World's Largest Buyer of Renewable**  
... and the potential director at the CI

**Google aims to become 100% carbon-free energy by 2030 — here's how it's planning to do it**  
Home > Tech > News > Google Aims To Become 100% Carbon-Free Energy By 2030 — Here's How It's Planning To Do It  
By RAHUL VERMA | APR 14, 2022, 11:53 IST

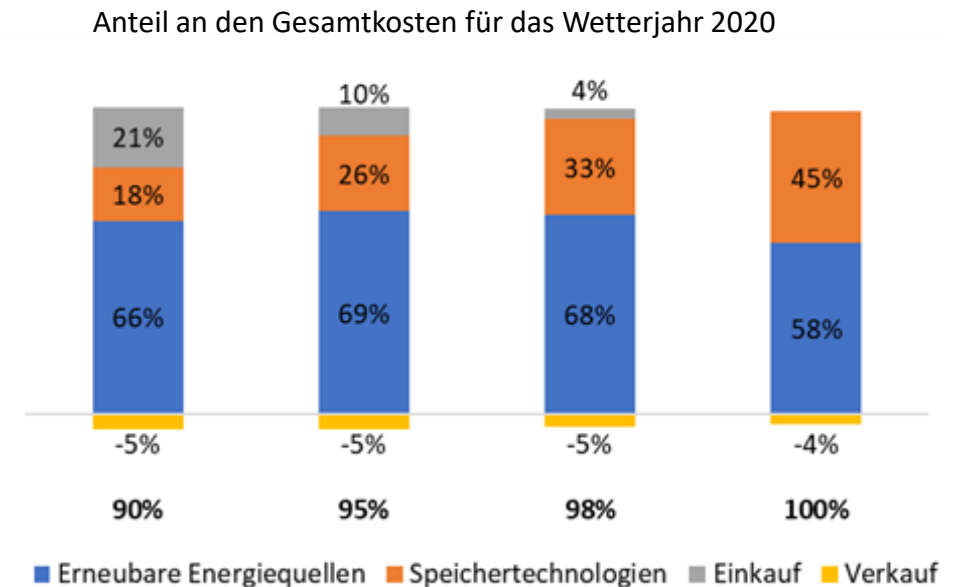
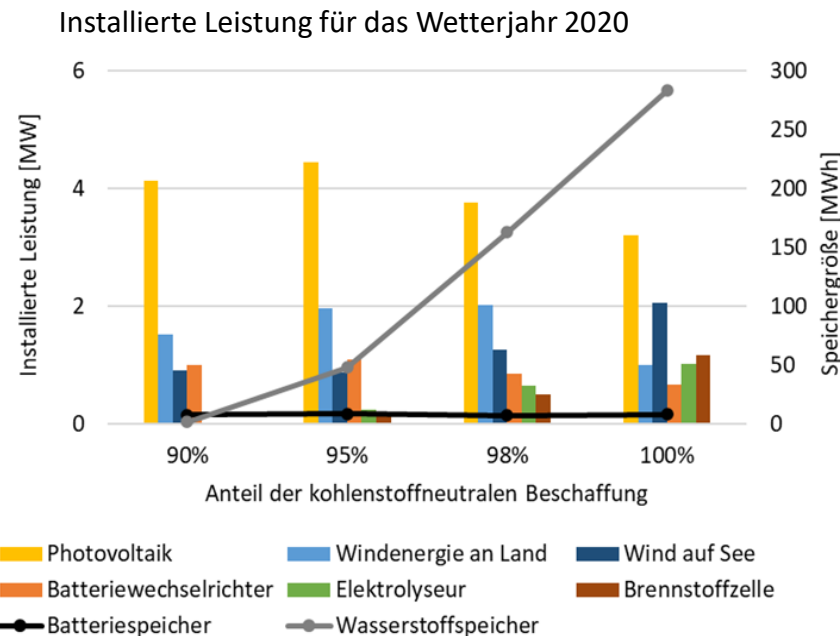
# Wir definieren die Systemgrenzen für „GG“ pragmatisch aus konkreten Industrie-Use-Cases

„Grüne Grundlastfähigkeit“ ist die Fähigkeit, den Stromverbrauch von Industriekunden sicher und zuverlässig aus grünen Energiequellen zu decken. Anstelle einer rigorosen, deduktiven Definition setzen wir auf die Ausprägung anhand konkreter Use Cases aus der Industrie. Wir erwarten, dass diese durch folgende Eckpunkte gekennzeichnet sind:

- **Systemgrenzen / Standortwahl:** Wir verlangen *keine* strenge Regionalität („zellulärer Ansatz“) oder gar Autarkie für die Nähe zwischen Erzeugung und industrieller Nutzung, sondern lassen in erster Näherung alle Anlagen innerhalb der 50Hertz-Regelzone zu. Die Standortwahl kann ebenfalls in erster Näherung gelegentlichesgetrieben im Rahmen existierender Netzstrukturen erfolgen.
- **Energieträger:** Es werden Strom, Wasserstoff und (Prozess-)Wärme zu betrachten sein. Deren Anteile richten sich nach dem jeweiligen Industrie-Use-Case.
- **Wirtschaftlichkeit:** Es ist davon auszugehen, dass zunächst alle technisch-wirtschaftlich sinnvollen Flexibilitätspotenziale zu nutzen sind, bevor „grüne Grundlast“ als mutmaßlich aufwendigste „High-Quality-Energie“ zum Einsatz kommt. Eine wesentliche Frage sollte daher die Untersuchung von Amortisationszeiten von Investitionen zur Herstellung von Flexibilitätsoptionen sein.
- **Technische Komponenten:** Da die bei uns verfügbaren Erneuerbaren (Wind, Sonne) intermittierend und stochastisch sind, benötigt grüne Grundlastfähigkeit ein Anlagenportfolio, welches mindestens folgende Komponenten umfassen wird: EE-Erzeugung, Netzanbindung, Kurzfristspeicher (z.B. Li-Ion-Akku) und Langfristspeicher (z.B. Elektrolyse, H<sub>2</sub>-Speicher & Rückverstromung). Weitere, insbesondere auch digitale Komponenten (z.B. Energiemanagement zur Nutzung von Flexibilitäten), bleiben zu diskutieren.
- **Potenzielle Partner:** Industrieunternehmen, Projektentwickler, Flexibilitätsanbieter und Vermarkter
- **Regulatorik & ggf. Förderbedarf:** Es ist davon auszugehen, dass insbesondere die letzten Prozentpunkte (z.B. von 98% auf 100% Echtzeit-Grünstrom) teuer sein werden, so dass hier Förderbedarf besteht.

# „GG“ erfordert „Überbauung“ von erneuerbaren Energien

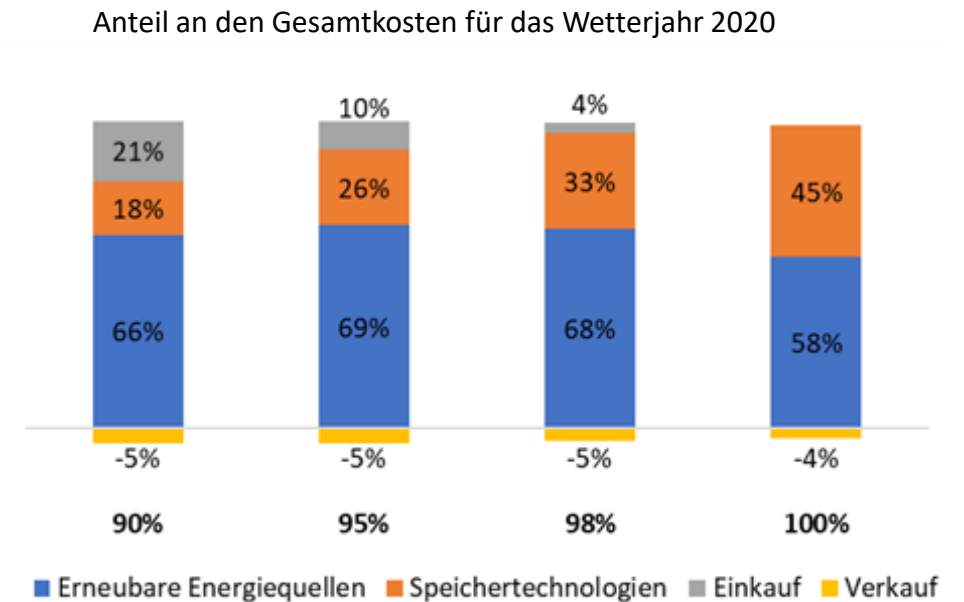
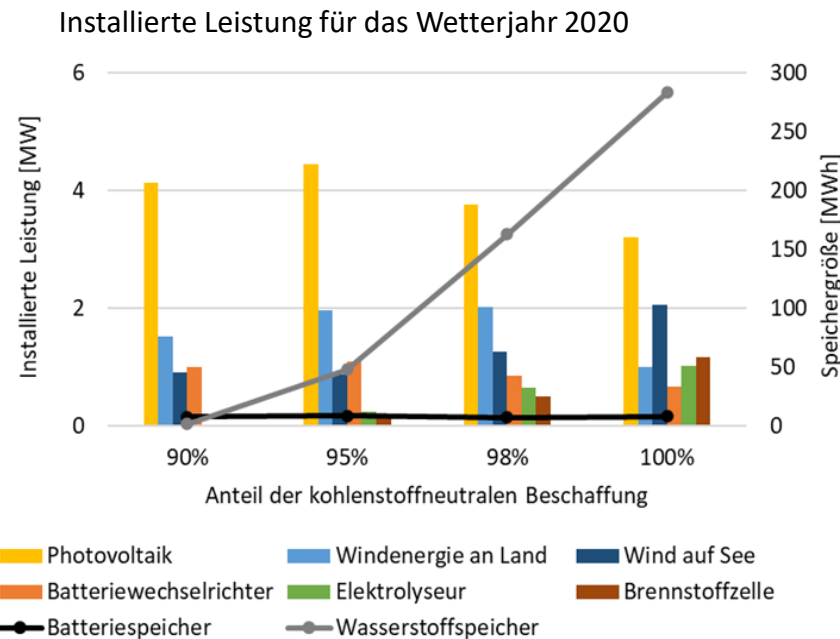
- Für die Bereitstellung von **1 MW grüner Grundlast** sind in den betrachteten Wetterjahren **6,3 bzw. 7,6 MW aggregierter EE-Kapazität** nötig.
- Photovoltaikanlagen machen den größten Anteil an der installierten Leistung aus. Windenergie insbesondere auf See nimmt mit dem Grad an geforderter Kohlenstoffneutralität zu.
- **Erneuerbare Energien** machen den **größten Teil des erzeugten Stroms**, wobei Ihr **Anteil an den Erzeugungskosten** in den betrachteten Szenarien **relativ konstant um die 2/3** liegen.



# „GG“ erfordert Einsatz relativ teurer Speichertechnologien

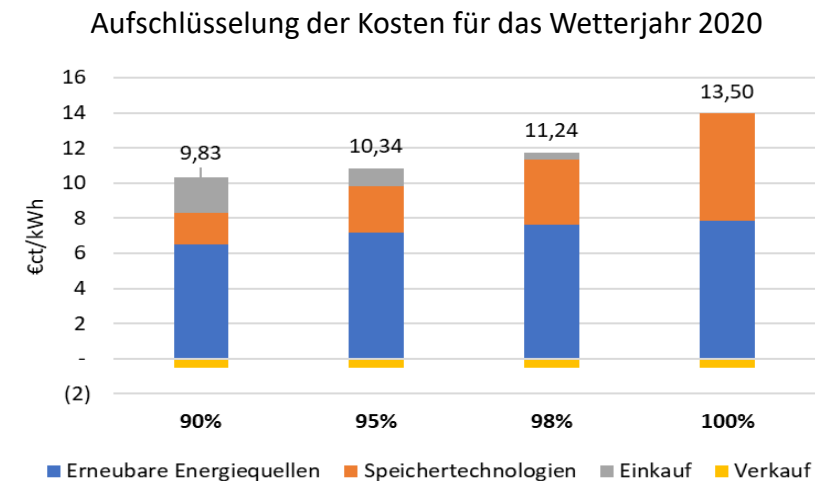
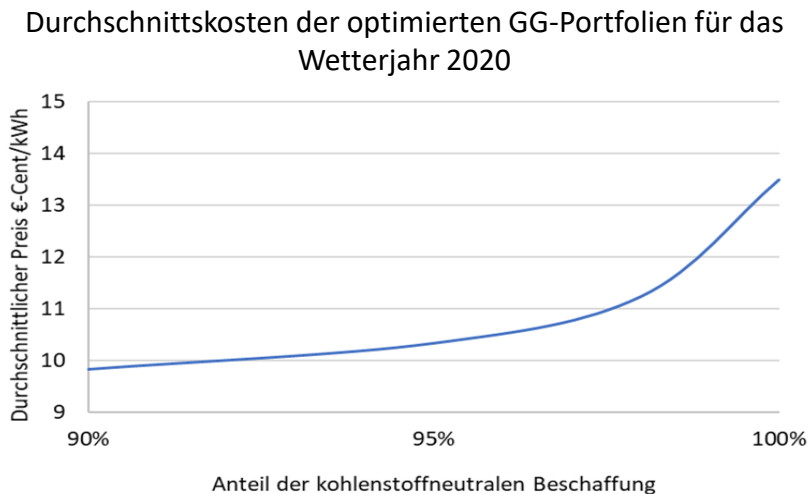
- Mit den Grad an geforderter Klimaneutralität ...
  - ... nimmt der Bedarf an Langzeitspeicherung und Rückverstromung zu,
  - ... bleibt die Investition in Kurzzeitspeicherung relativ konstant.
- Mit den Grad an geforderter Kohlenstoffneutralität ...
  - ... steigt der Kostenanteil von (Langzeit-)Speichern,
  - ... sinkt der Kostenanteil des (teuren) Einkaufs,
  - ... bleiben die Erlöse durch den Verkauf von Stromüberschüssen relativ konstant

⇒ **Ausnutzung aller wirtschaftlichen Flexibilitätspotenziale notwendig um den Investitionsbedarf in relativ teure Speicher zu minimieren**



# Die „10-Cent-Challenge“ erscheint zumindest näherungsweise erreichbar.

- Ein hoher Anteil klimaneutraler Beschaffung ist bereits nahezu zu den geforderten Durchschnittskosten erreichbar.
- Die letzten 2 % an Kohlenstoffneutralität verursachen starke Kostensteigerungen.
- „10-Cent-Challenge“ scheint erreichbar, wenn ...
  - ... Kosten insbesondere für Langzeitspeicher sinken (Lernkurven durch Ausbau der Produktionskapazitäten in Elektrolyse, Brennstoffzelle etc.),
  - ... Flexibilitätspotenziale bei der Stromnachfrage gehoben und weitere systemische Flex-Optionen berücksichtigt werden.





# Stakeholder zeigen hohes Interesse an der Umsetzung des „GG“-Konzeptes

- Die Projektidee sowie die ersten Ergebnisse der Vorstudie wurden mit Industrieunternehmen, Erneuerbaren-Entwicklern und Flexibilitätsanbietern in einem Workshop besprochen.
- Dem Konzept der „Grünen Grundlast“ wird grundsätzlich zugestimmt. Insbesondere wird es als wichtig erachtet, dass das Konzept zeitlich und räumlich „echt“ ist.
- Gleichzeitig sollten die Systemgrenzen nicht allzu eng sein, um Ausgleichseffekte über größere Räume zu nutzen und sich gegen Risiken wie z. B. Unwetter abzusichern.
- Ein Modellprojekt ist notwendig, um ...
  - ... das Konzept unter Mitwirkung von 1-2 Industrieunternehmen an einer „getesteten Blaupause“ zu kalibrieren,
  - ... die Politik zu überzeugen,
  - ... Vertragsstrukturen zu entwickeln, die es ermöglichen, das Konzept über Modellprojekte hinaus bereits kurzfristig wirken zu lassen.
- Die Teilnehmenden zeigen großes Interesse das Konzept im Industriemaßstab umzusetzen.
  - HH2E: „Priorität-1 Projekt im Unternehmen“
  - Wacker Chemie: Haben bereits ein geeignetes Produkt
  - Leipziger Energiegesellschaft/ENERTRAG: Verfügen über geeignete EE-Flächen

Vielen Dank!