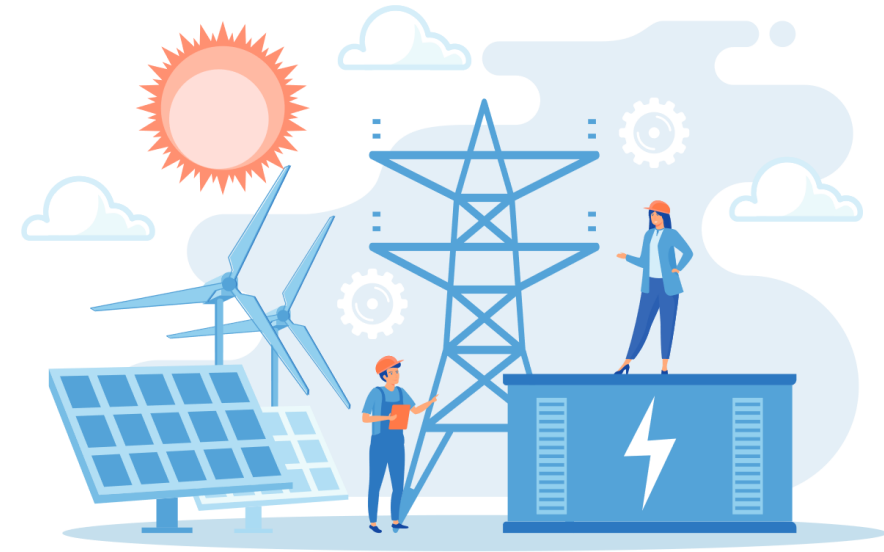


15. Göttinger Energietagung

Die Spannung steigt: Was gehört ins
„Lastenheft“ für ein stabiles Energiesystem?

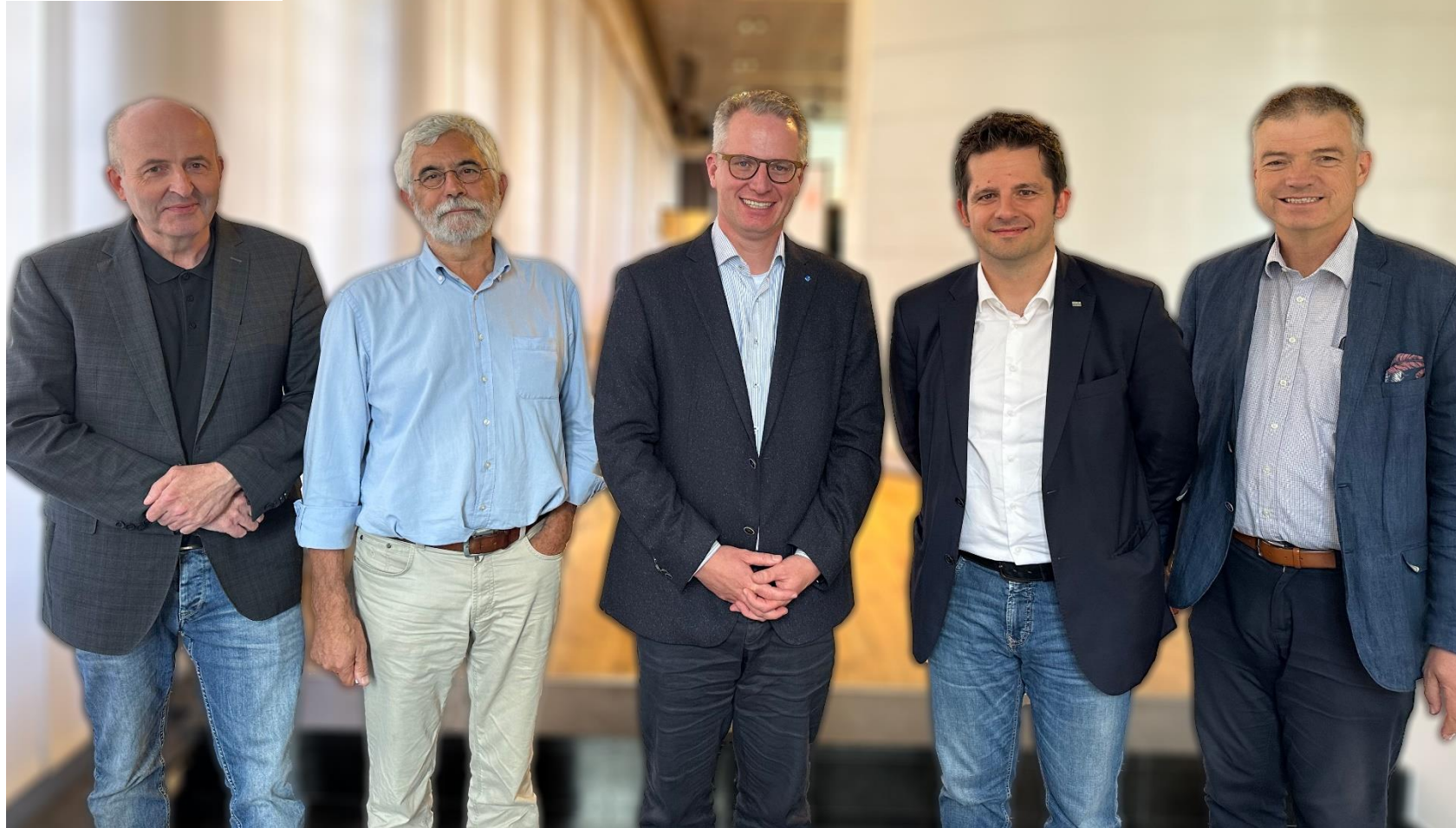
Begrüßung und Einführung durch das EFZN

Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel,
Vorstand EFZN und Institutsleiter elenia, TU Braunschweig



Der EFZN-Vorstand

heißt Sie herzlich zur
**15. Göttinger
Tagung** zu aktuellen
Entwicklungen des
Energieversorgungssystems **willkommen!**



Das EFZN...

- ist die zentrale Forschungs-, Vernetzungs- und Kommunikationsplattform für die niedersächsische Energieforschung.
- inspiriert und koordiniert Forschung und Wissenstransfer für ein nachhaltiges Energiesystem der Zukunft.
- fördert das Zusammenspiel der Disziplinen und betrachtet Forschungsziele in ihrem ökonomischen, sozialen, rechtlichen und ethischen Kontexten.
- erleichtert den Zugang zu wissenschaftlichen Erkenntnissen für Akteure aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft und macht diese Erkenntnisse nutzbar.



Vision

„Das EFZN bereitet durch exzellente disziplin- und institutionenübergreifende Energieforschung seiner niedersächsischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den Weg in eine klimaneutrale und klimagerechte Gesellschaft.“



Ein niedersächsischer Wissenschaftsraum

- Gemeinsames wissenschaftliches Zentrum von fünf niedersächsischen Universitäten
- Forschungsvorhaben und Kooperationen mit Universitäten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen im ganzen Land
- Nationale und internationale Vernetzung und Zusammenarbeit



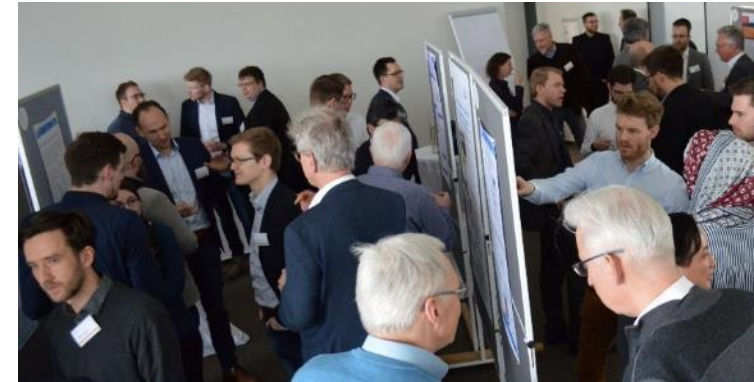
Forschungsbereiche

- Solarenergie
- Windenergie
- Batterietechnologien
- Digitalisierung
- Gesellschaftswissenschaften
- Materialwissenschaften
- Vernetzte Energiesysteme/Sektorenkopplung
- P2X-Technologien
- Wasserstoff
- Wärme



EFZN-Veranstaltungen

- *Niedersächsische Energietage*
- *Göttinger Energietagung* mit der BNetzA
- *Niedersächsisches Forum Solarenergie* mit ISFH & KEAN
- *Dialogplattform Power-to-Heat* mit VDE/ETG
- *Niedersächsische Summer School Brennstoffzellen und Batterien* in Kooperation mit CUTEC
- Forschungsworkshops
- uvm.



Inhaltlicher Impuls

Roadmap Systemstabilität

„Fahrplan zur Erreichung eines sicheren und robusten Betriebs des zukünftigen Stromversorgungssystems mit **100 % erneuerbaren Energien**“

Beschlossen am 6.12.2023 von der Bundesregierung

Von vielen Expertinnen und Experten von ÜNB, VNB, Hersteller und Wissenschaft ehrenamtlich unter Leitung von ef.ruhr und dena erstellt

Auf 118 Seiten stehen an 78 Stellen „**netzbildenden Wechselrichter**“ als eines der sieben **Handlungsfelder**



>100 % Strom aus EE kommt immer öfter vor in D

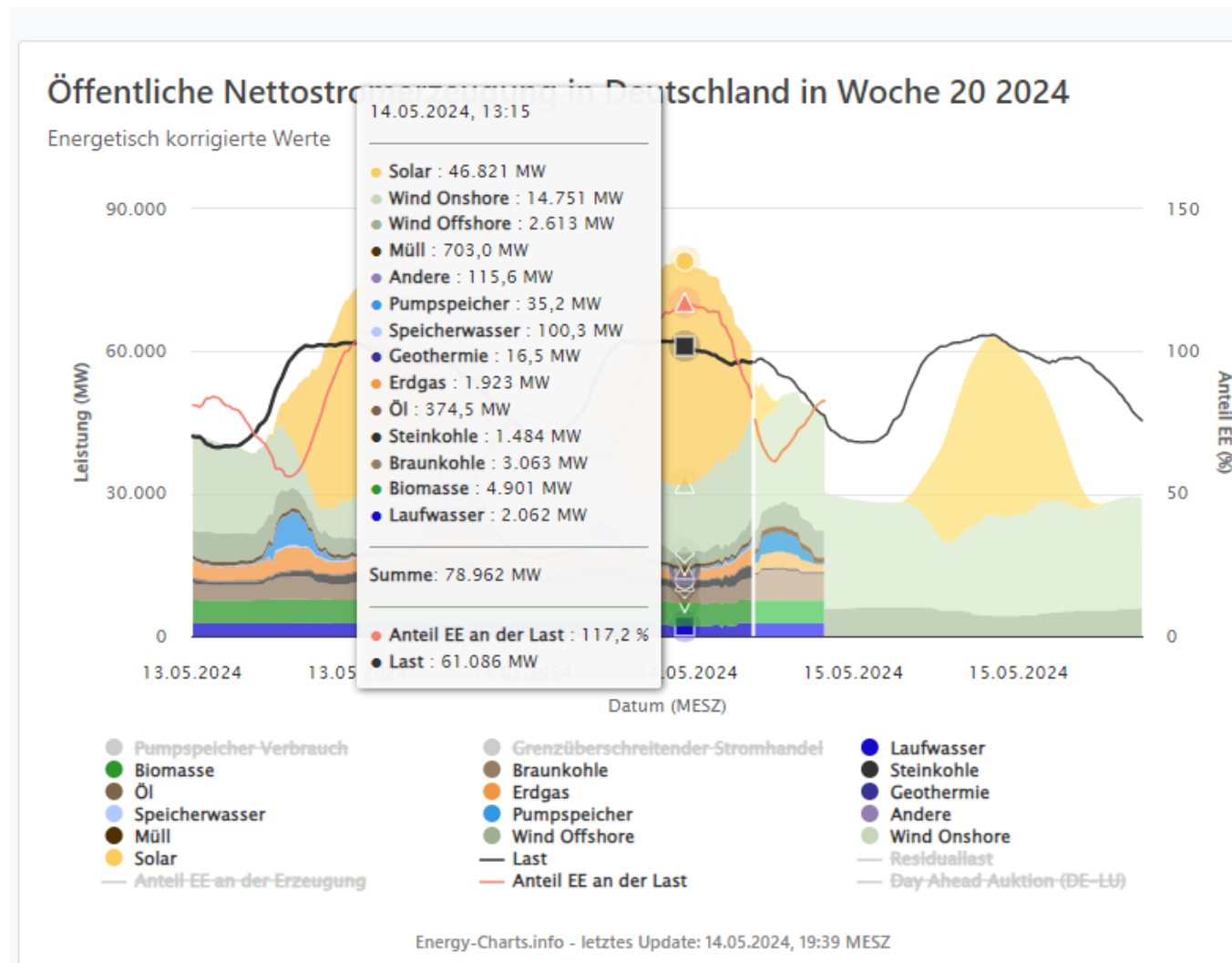
14.05.2024 13:15 Uhr

Anteil EE an der Last: 117%

Aber:

Wir haben ein **europäisches Verbundnetz** mit vielen konventionellen Kraftwerken im Osten und Westen von D

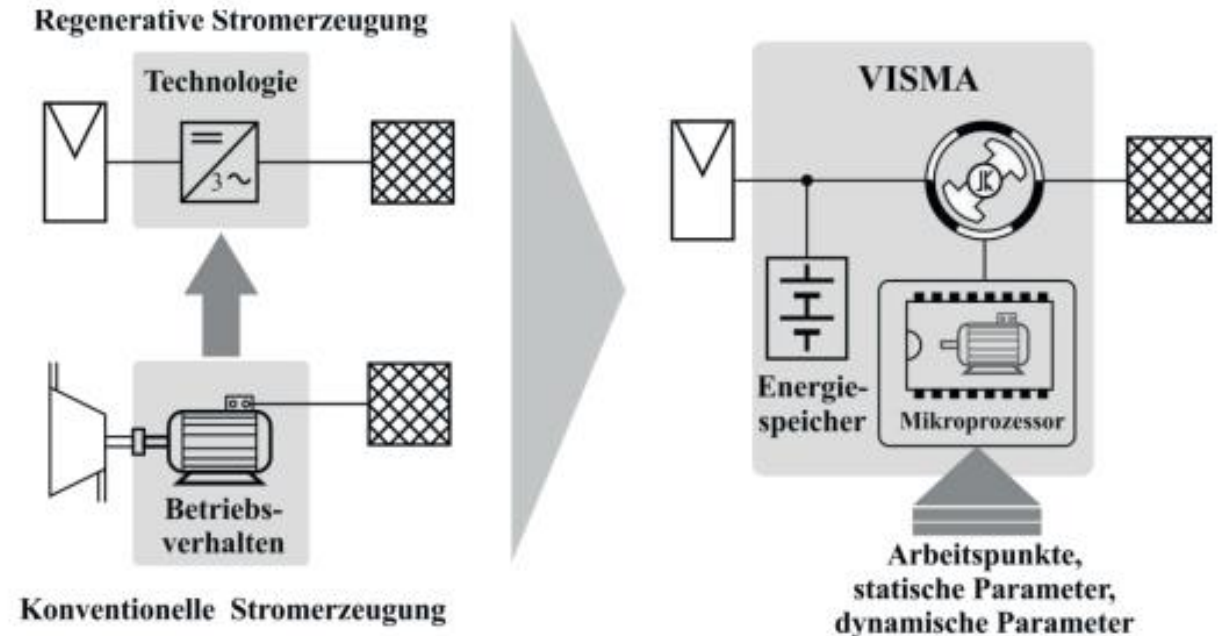
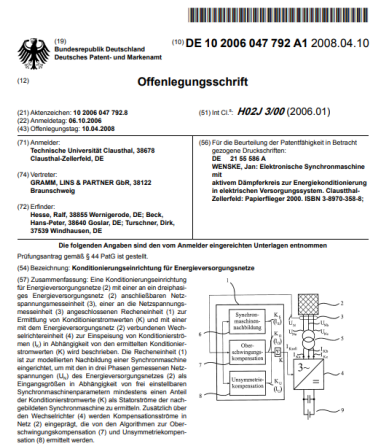
Herausforderung: Sichere Beherrschung des **System Splits**



Synchronmaschinen-Eigenschaften in Wechselrichtern wurden in Niedersachsen in den 90er mit erfunden („VISMA“)



Gründer und 1. Vorstandsvorsitzender EFZN:
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck



Quelle: Dissertation Y. Chen, Virtuelle Synchronmaschine (VISMA) zur Erbringung von Systemdienstleistungen in verschiedenen Netzbetriebsarten

Netzbildende Wechselrichter als Lösung - vom Spezialistenwissen zum Allgemeingut (1/2)

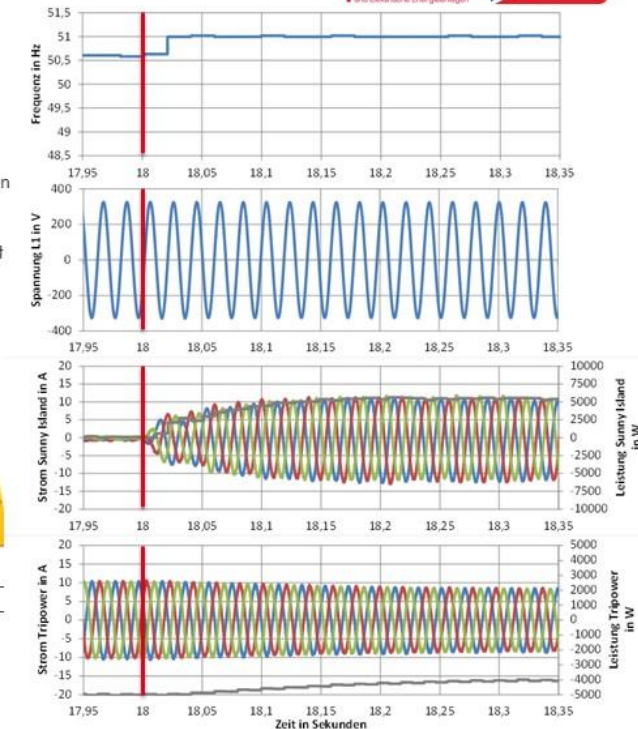
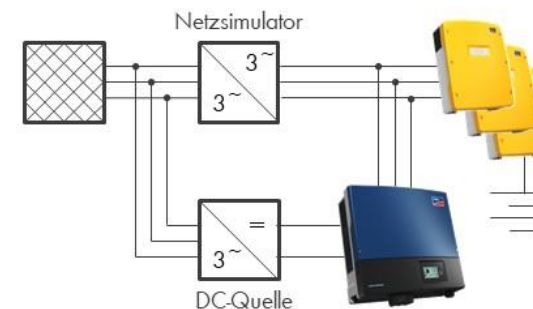
12/2015 musste noch bei der **dena Plattform Systemdienstleistungen** in einem Expertengespräch dafür argumentiert werden, dass netzbildende Wechselrichter „**instantan**“ (ohne Verzögerung durch Frequenzmessung) **Momentanreserve** bereitstellen können

LABORMESSUNG MIT SERIENGERÄTEN



Reaktion auf Frequenzsprung

- > Sprung der Netzfrequenz von 50,6 Hz auf 51 Hz
- > Spannungsgeregelte Batteriewechselrichter speisen unmittelbar einen dem Frequenzsprung entgegenwirkenden Strom ein
- > PV-Wechselrichter beginnt mit entsprechender Reaktion mit einer Verzögerung von ca. 50ms
- > Leistung kann bei Bedarf innerhalb von wenigen Netzperiodendauern eingeregelt werden (aktuell im Netzparallelbetrieb aktiv begrenzt)



> Spannungsgeregelte, netzbildende Wechselrichter reagieren instantan (vor der f-Messung)

10.12.2015 Momentanreserve aus Speichersystemen und PV-Anlagen, T. Bülo

Messung: elenia, TU Braunschweig

Netzbildende Wechselrichter als Lösung - vom Spezialistenwissen zum Allgemeingut (2/2)

Inzwischen können im **Entwurf** 12/2023 der ACER für den neuen „*network code on requirements for grid connection of generators*“ (**RfG2.0**) für **alle Wechselrichter ab 800 W** netzbildende Eigenschaften ab 2028 **gefordert** werden.

Realitätsfernes „Wünsch-dir-was“ deutscher ÜNB?

RTE: „Wir warten ab, ob die Deutschen das hinbekommen“



COMMISSION REGULATION (EU) .../...

of ...

establishing a network code on requirements for grid connection of generators

5. The relevant TSO in coordination with the relevant system operator may specify that type A power park modules shall be capable of providing **grid forming** capability at the connection point.

Die 3 Säulen der Beschaffung der Momentanreserve

Wichtige Kriterien:

- Bedarfe
- Wirtschaftliche Effizienz
- Mindestanforderungen nur nach Kosten-Nutzen-Analyse

VORSCHLAG ZUR ZUKÜNFTIGEN BESCHAFFUNG VON MOMENTANRESERVE ÜBER 3 SÄULEN



Quelle: Dr. Maßmann, Amprion FNN Infotag 12.9.23

VDE FNN Infotag Systemanforderungen

12.09.2023

11

Risiko: zu ambitionierte Einführung unreifer Technologien im Massengeschäft jenseits von Wissenschaft und Pilotierung gefährdet Energiewende und Netzstabilität

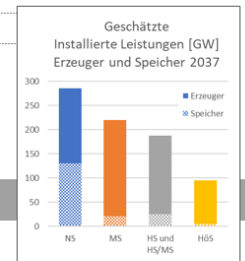
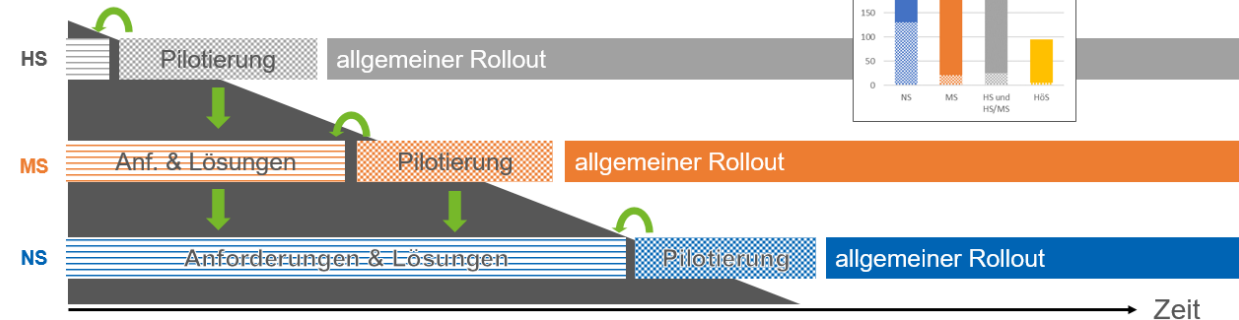
- Technology Readyness Level (**TRL**) und System Readyness Level (**SRL**) sehr **unterschiedlich** für verschiedene **Technologien**

Einschätzungen zum TRL und SRL bezügl. netzbildender Eigenschaften energietechnischer Anlagen

Technologie		TRL-Einschätzung		SRL-Einschätzung	
Speicher	Großspeicher	9		9	
	Kleinspeicher (NS)	8-9		2-3	
	PV	2		1	
Windkraft	Onshore	5-7		2	
	Offshore	5-7		2	
	Elektrolyse	1		<1	
Elektromobilität	(Schnell-)Ladesäule	1		<1	
	Wallbox	1		<1	

Kapitelname

Qualitativer 3-Stufen-Fahrplan Umsetzung netzbildende WR im Verteilnetz




westnetz

- Klärung Systembedarfe
- Klärung Stabilitätsbeiträge
- Klärung technisch-wirtschaftliche Lösungen
 - ungewollte Inselnetzbildung
 - Schutzkonzepte
 - weitere Netzbetriebskonzepte

Westnetz GmbH · Wippenbeck · 11. November 2022

Wir sind das Netz der westenergie

Mein Wunsch als Wissenschaftler: mehr Realismus und Pragmatismus

- Schnellere Einführung **marktgestützter Beschaffung** von Momentanreserve aus reifen Technologien (netzbildende Großspeicher im HöS/HS-Netz) - zurzeit von der BNetzA bearbeitet 
- Einführung in unteren Spannungsebenen (MS und insbesondere NS wegen Risiko **ungewollter Inselnetzbildung** mit **Gefahr** für **Personen** und Geräte) erst nach **positiven Forschungsergebnissen** und **erfolgreichen Pilotierung**
- Speziell PV-Anlagen: Warum müssen **PV-Wechselrichter** mit **riesigen F&E-Aufwand eingeschränkt netzbildend** werden (bleiben immer eine „Krücke“!), wenn sowieso zukünftig Speicher (**netzbildende Speicherwechselrichter viel einfacher** zu realisieren!) in jeder neuen PV-Anlagen zum Quasi-Standard werden (215 GW PV in D bis 2030, heute ca. 88 GW)?
- Wenn **Netzbildung** für große PV-Anlagen über **RfG 2.0** und **nationale TAR** verpflichtend wird, könnten die netzbildenden Eigenschaften an Großspeicher teilweise an geeigneteren Netzanschlüssen ausgelagert und zentralisiert werden. („Sekundärmarkt“)
- Wir brauchen nur etwa **30 % netzbildende Eigenschaften** für einen **stabilen Teilnetz-Betrieb** (Ergebnis aus BMWK-Forschungsprojekt „Netzregelung 2.0“)

**Ich wünsche Ihnen eine interessante Tagung in Präsenz
mit lebhaften Diskussionen, wie es digital eben nicht geht.**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gibt es Fragen oder Diskussionspunkte?



Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel

Geschäftsführender Institutsleiter

Fachgebiet Komponenten
nachhaltiger Energiesysteme

Bernd.Engel@tu-braunschweig.de
+49 531 391 7740



**elenia Institut für
Hochspannungstechnik und
Energiesysteme**

TU Braunschweig

Schleinitzstraße 23
38106 Braunschweig

elenia@tu-braunschweig.de
+49 531 391 7700