

# Technische Lösungen und Potenziale zur Abstimmung von Erzeugung und Verbrauch auf Quartiersebene

**Husum Wind  
watt\_2.0-Forum 2021**

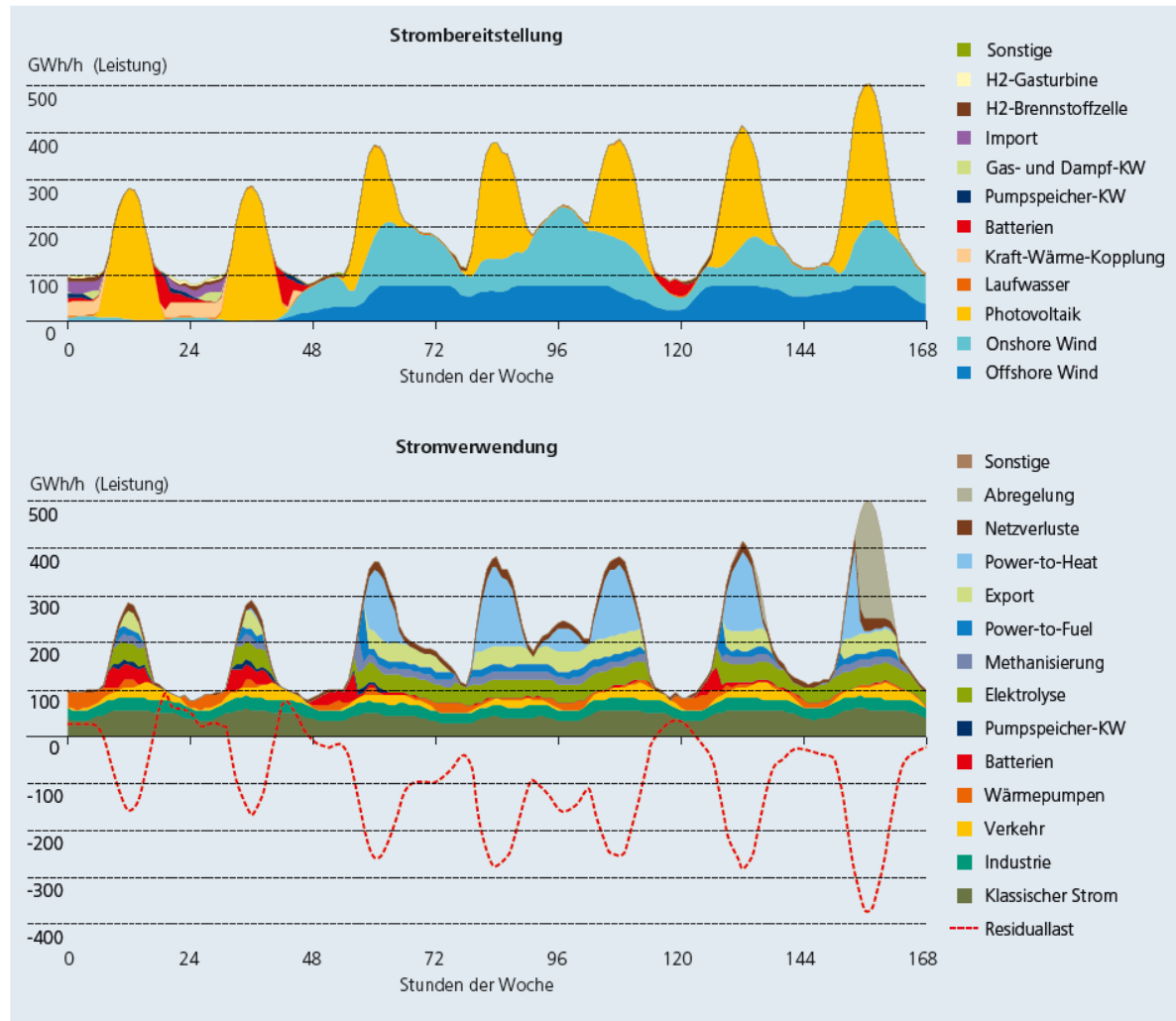
**14.09.2021**

*Fachhochschule Kiel  
Fachbereich Informatik & Elektrotechnik*

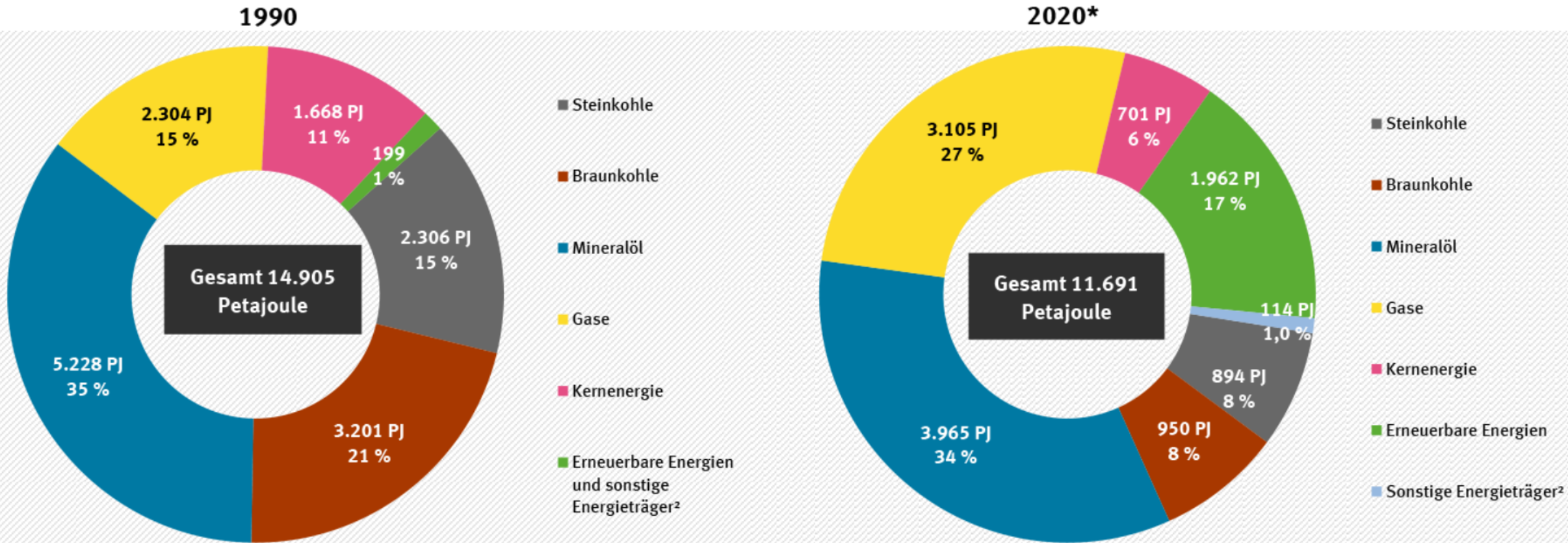
*Prof. Dr. Andreas Luczak*



# In klimaneutralem Energiesystem erhebliche Überschüsse an PV-/Windstrom vorhanden und notwendig für Sektorkopplung



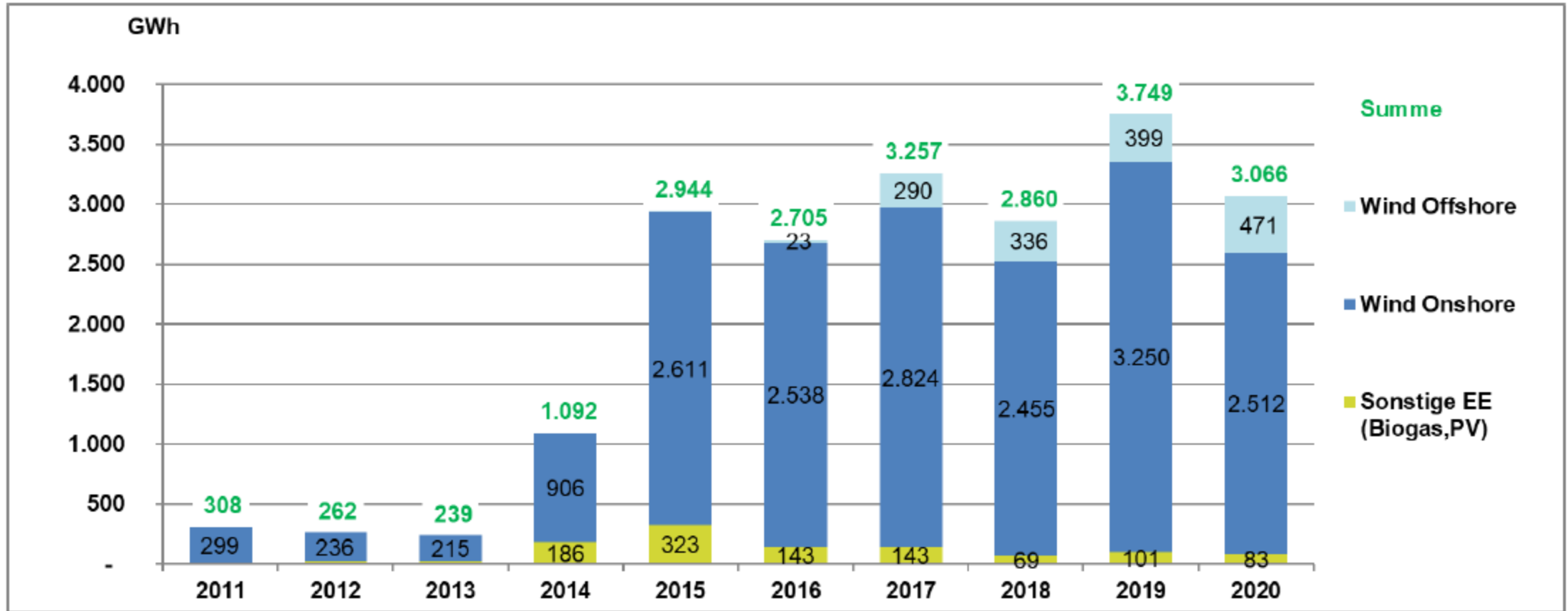
# Wind/PV-Installation muss verzehnfacht werden – alle anderen erneuerbaren Energien haben kein Potenzial mehr oder sind teurer



Elektrifizierung und Gebäudedämmung halbiert etwa Bedarf

-> Es müssen ca. **6.000 PJ** Energie aus Wind/PV erzeugt werden (aktuell: ca. **600 PJ**)

# Abregelungen in SH aufgrund lokaler Netzengpässe weit weg von Quartieren und durch Netzausbau stabilisiert



Quelle: Bundesnetzagentur

# Erheblicher Bedarf an Ausbau der Netzinfrastruktur

## Bereich Übertragungsnetz:

- Verdoppelung Stromerzeugung aufgrund von Sektorkopplung
- Geringe Volllaststundenzahl Wind/PV-Energie
- Standorte der Erzeugung richten sich nicht mehr nach Lastbedarf und vorhandener Netzinfrastruktur sondern nach Wind-/Strahlungs-Ressourcen
  - SH erzeugt 150% des aktuellen Strombedarfs, NRW nur 18%

## Bereich Verteilnetz:

Erhebliche Erhöhung des Lastbedarfs durch Sektorkopplung

- Mobilität: E-Autos
- Gebäudewärme: Wärmepumpen / Direktheizungen

# Netzengpässe im Übertragungsnetz

## Bisherige Maßnahmen:

- Redispatch (zwangswise Eingriffe in Erzeugungsleistung ab 10MW)
- Einspeisemanagement (Abregelung von Ökostromanlagen)
- Abschaltbare Lasten (freiwillige Qualifizierung ab 5MW)

## Zukünftige Maßnahmen:

- Dezentralisierung der Energieerzeugung (PV-/Wind in Verbrauchernähe bauen)
  - Mehrkosten!
- Energiespeicher
  - Aufgrund der benötigten Kapazität kommt nur H2 in Frage
  - Verluste -> nur 1/3 des abgeregelten Stromes -> unökonomisch!
- Zuschaltung von Lasten
  - aktuell auf KWK-Anlagen/Power-to-Heat ab 500kW beschränkt
- Ausweitung und Optimierung Redispatch: Erzeugungsanlagen und Speicher ab 100kW und sämtliche fernsteuerbare Anlagen
- Potenzial von Quartieren zweifelhaft

# Maßnahmen gegen Netzengpässe im Übertragungsnetz: Ökonomische Abwägung notwendig!

- Es sollte diejenige Maßnahme mit den geringsten CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten verwendet werden!
- Netzausbau und Ersatz des abgeregelten Ökostromes durch den Bau zusätzlicher Ökostromanlagen meist die ökonomischste Lösung!
  - die Netzinfrastruktur auf die maximale Erzeugungsleistung von Wind-/PV aufzulegen ist extrem unökonomisch (-> schlechte Auslastung)
- Speicherung des abgeregelten Strom ist extrem unwirtschaftlich
  - Speichereinfrastuktur nur etwa 10% der Zeit ausgelastet
  - Wegfall regulatorischer Hemmnisse würde Wirtschaftlichkeit nicht entscheidend erhöhen
  - für **vollständige** Klimaneutralität allerdings notwendig!

# Häufiges Projektziel: Maximierung der Autarkie von Quartieren

- Erhöhung des Autarkiegrades: Reduktion der Vernetzung zwischen Quartieren (Kosten-Nutzen-Abwägung notwendig)
- Bilanzielle Autarkie: Willkürliches Ziel, dass weder aus technischer, ökologischer oder wirtschaftlicher Sicht besonders vorteilhaft ist
- Lastgerechte Autarkie: Technischer Vorteil, dass Netzverbindung überflüssig wird. Extrem unwirtschaftlich und kein spezieller Klimavorteil



# Netzengpässe im Niederspannungsnetz

- Erhöhter Spitzenlastbedarf je Haushalt (E-Auto + Wärmepumpe)
- Erhöhte Netzeinspeisung durch PV-Anlagen
- Netz ist auf „Worst Case“ ausgelegt -> von den Lasten und **nicht** von PV bestimmt
- „Worst Case“ durch Lastverschiebung („Demand Side Management“ – DSM) reduzieren (= Reduktion der „Gleichzeitigkeit“ der Lasten)

		Bezug	Einspeisung
heute	$P_{\max_1}$	(5...30) kW	(1...10) kW
	$g$	0,1...0,2	0,1...0,2
	$P_{\max\_Quartier}$	(0,5...6) kW	(0,1...2) kW
Sektorkoppl. kein DSM	$P_{\max_1}$	(10...30) kW	(1...10) kW
	$g$	0,5...0,9	0,8...1,0
	$P_{\max\_Quartier}$	(5...27) kW	(0,8...10) kW
Sektorkoppl. DSM	$P_{\max_1}$	(10...30) kW	(1...10) kW
	$g$	0,3...0,5	0,8...1,0
	$P_{\max\_Quartier}$	(3...15) kW	(0,8...10) kW

# Herausforderungen Lastverschiebung in Quartieren

- Datentechnische Vernetzung
  - Technik, Kosten, Datenschutz (z.B. Ladezustand von E-Autos)
- Komplexität der Optimierungsalgorithmen aufgrund hoher Teilnehmerzahl
- Komforteinbuße (E-Auto ggfs. nicht voll geladen)
- Notwendiger finanzieller Anreiz für Haushalte ist höher als der wirtschaftliche Nutzen für den Netzbetreiber
- Ökonomischer Vorteil gegenüber stärkerem Netzausbau nicht eindeutig bewiesen!

# Lastverschiebung durch Quartierspeicher

- Potenzial recht gering:

Batteriespeicher	2017	2030
< 30 kW (private PV-Speicher)	0,6 GWh	2,1 GWh
30-150 kW (Gewerbe- / Quartierspeicher)	0,018 GWh	0,15 GWh
> 150 kW (Regelleistungsmarkt)	0,3 GWh	1,3 GWh

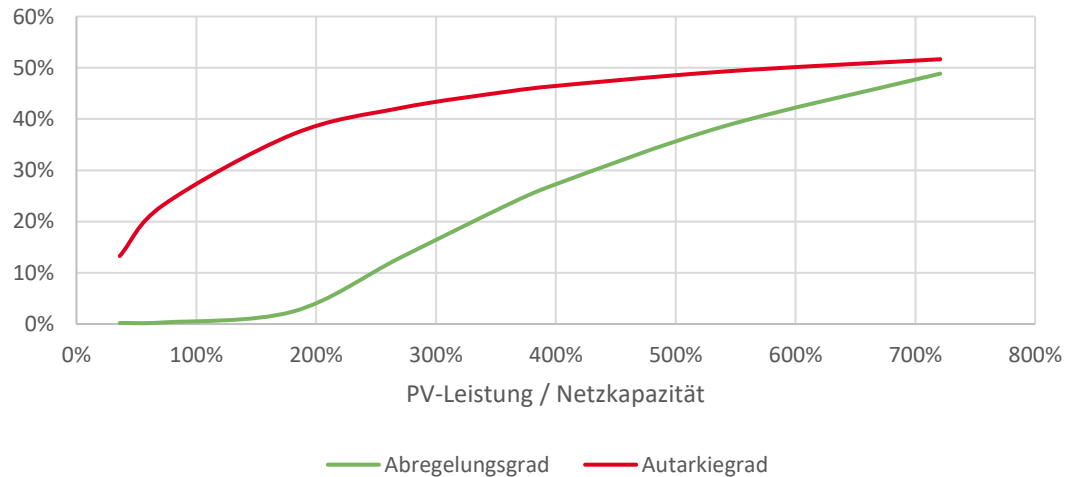
- Aufgrund marktverzerrender Steuern/Abgaben/Förderungen ist die Wirtschaftlichkeit eines Quartierspeichers nicht gleichbedeutend mit Klimaschutz
- Kein einziges Quartierspeicherprojekt bekannt, bei dem CO<sub>2</sub>-Reduktion erzielt wurde
- Abschätzung der Kosten/(Klima-)Nutzen-Relation sehr komplex und wenig erforscht
- Pauschale Förderung „mit der Gießkanne“ nicht sinnvoll

# Problematik der Eigenverbrauchs-“Förderung“

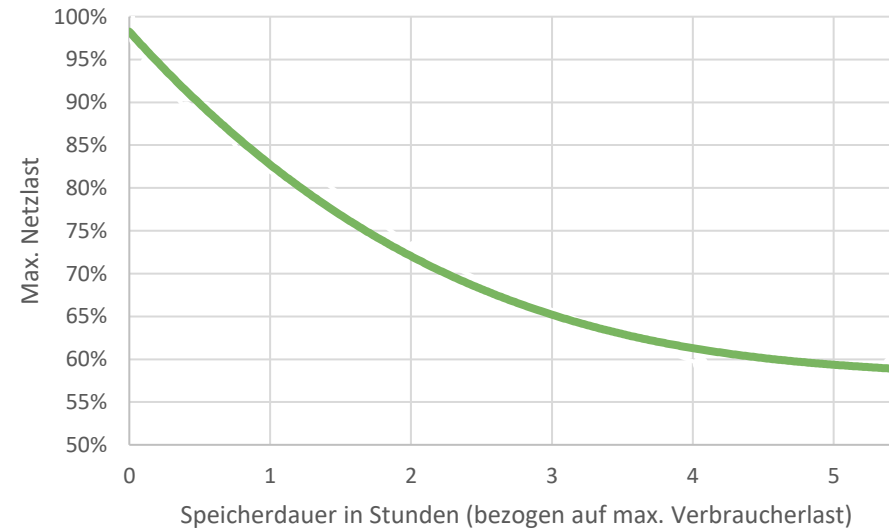
- Haushalts-Stromtarif, bei dem praktisch alle Kosten- und Abgabenanteile auf den Arbeitspreis draufgeschlagen werden
  - finanzieller Anreiz zur Reduktion des Strombezugs (z.B. durch PV-Kleinspeicher)
- Abregelung von PV-Strom in Quartieren praktisch nicht vorhanden
  - Einsatz der Speicher nicht netzdienlich
  - keine CO<sub>2</sub>-Einsparung, sondern CO<sub>2</sub>-Erhöhung durch Speicherherstellung und Verluste
- Dadurch verursachte Fehlanreize und Ungerechtigkeiten:
  - kleine PV-Anlagen ökonomischer als große
  - Haushalte mit hohem Stromverbrauch profitieren besonders viel
  - Nutzung der vollen Netzinfrastruktur, ohne voll dafür zu bezahlen
- Abhilfemöglichkeiten:
  - verursachergerechter Haushalts-Stromtarif mit niedrigem Arbeitspreis und höherem Leistungspreis (auch für Sektorkopplung sinnvoll!)
  - Speicherförderung an tatsächlich erzielten Netznutzen koppeln

# Ergebnisse Quartierssimulation

PV-Abregelung erst bei extremer Überinstallation relevant



Quartiers-Netzlast nur mit extrem großen und damit teuren Speichern signifikant reduzierbar



## Zusammenfassung / Fazit

- Aktuelle Abregelungen in SH nicht durch Lastverschiebungen in Quartieren reduzierbar
- Verteilnetzausbau in Quartieren durch Lastverschiebung reduzierbar, allerdings Kosten-/Nutzenrelation zweifelhaft
- Ökonomischer Nutzen und Klimanutzen von Quartiersspeichern zweifelhaft
- Eigenverbrauchsmaximierung durch PV-Kleinspeicher in Quartieren im allgemeinen weder netz- noch klimadienlich
- Zukünftige Quartiers(-speicher)projekte sollten neben der reinen technischen Machbarkeit stärker auf das Thema Ökonomie und tatsächlich realisierbaren Klimanutzen eingehen