



Wärmewende – Vorbild Dänemark

Was können wir von der Wärmewende in Dänemark lernen?

Referent: Peter Ritter

EMD: Softwarelösungen und Dienstleistungen für die Energiewende seit 1986



Peter Ritter

- Dipl.-Ing Elektrotechnik
- 30 Jahre Erfahrungen im Bereich der Erneuerbaren Energien
- EMD Deutschland Niederlassung der dänischen Firma EMD A/S Aalborg
- Softwarevertrieb und Consulting für Energiesysteme, Wind und PV Projekte



windPRO

Weltweit führende Software für die Windenergieprojektierung



windOPS

Performance-Überwachung von Windparks



energyPRO

techno-ökonomische Simulation von Energiesystemen



energyTRADE

tägliche Einsatzoptimierung von Energiesystemen



Inhalt

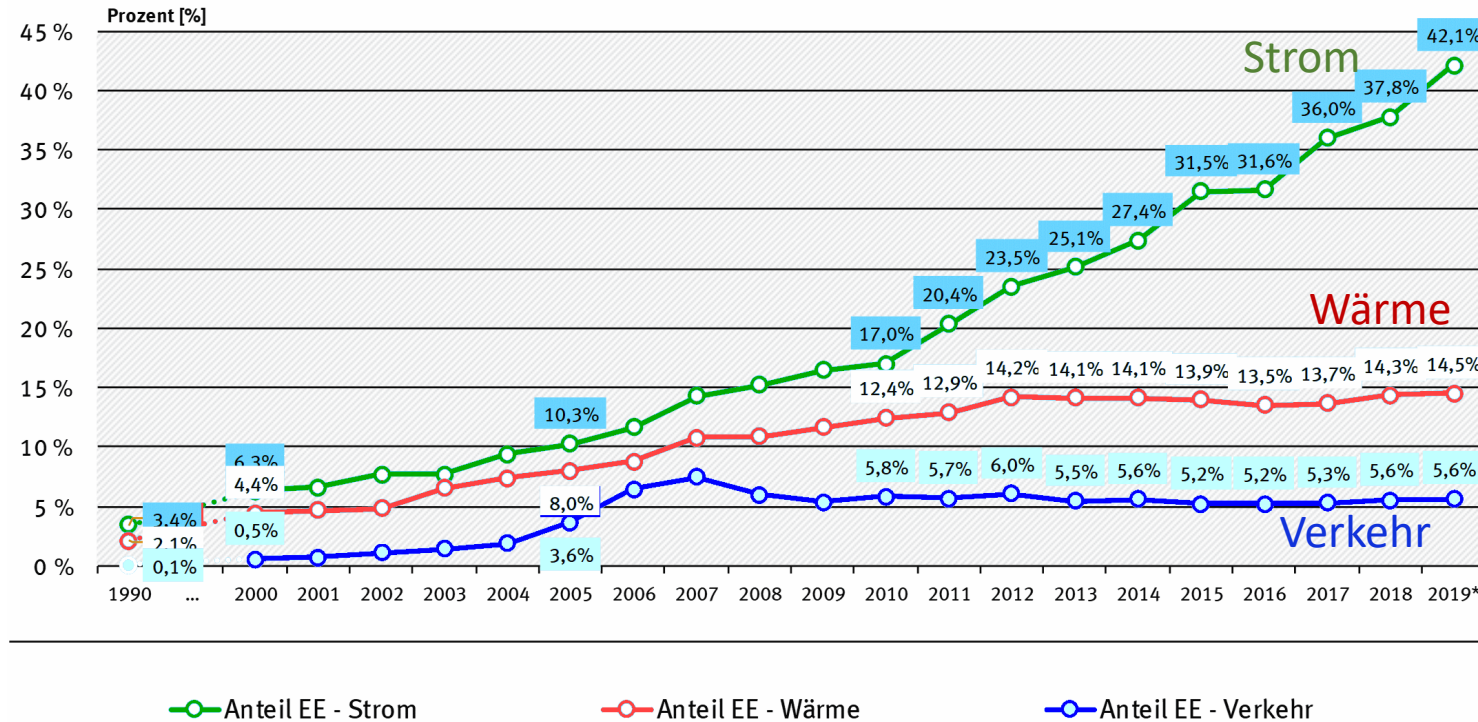
- Vergleich Energiesektor Dänemark und Deutschland
- Motivation und Erfolgsfaktoren in Dänemark
- Typische Beispiele aus Dänemark
- Herausforderungen in Deutschland
- Lösungswege in der Wärmewende in Deutschland
- Zusammenfassung

Anteile Erneuerbare Energien am Energiebedarf in DE

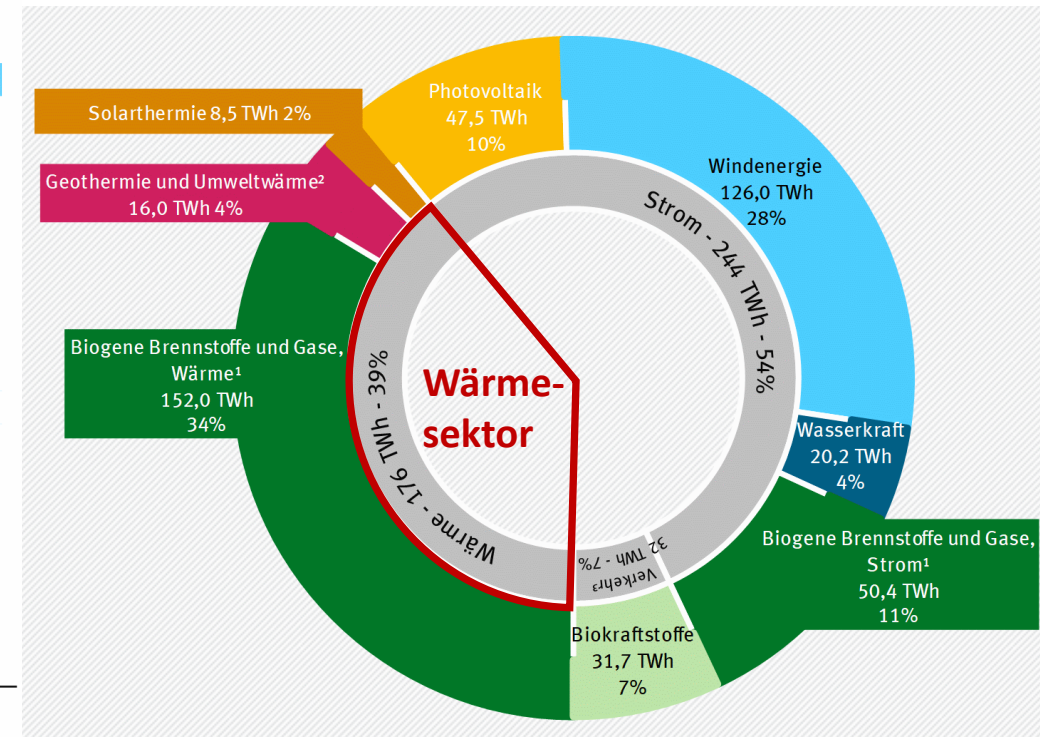
Strom 42,1%, Verkehr 5,6%, Wärme 14,5%

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch, am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte sowie am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor

Entwicklung von 1990 bis 2019





Aufteilung Erneuerbare Energien



Quelle: [UBA](#) Stand 2/2020

Vergleich Wärmewende Dänemark & Deutschland

	 Dänemark 5,8 Mio. Einw.	Deutschland 83,1 Mio. Einw.	
WÄRMESEKTOR DEKARBONISIERT BIS	~ 2030	~ 2050	
ERNEUERBARER STROM	51 %	42 %	
Strom aus KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG (KWK)	53 %	14 %	
Anteil Wärme aus NAH-/FERNWÄRME & Länge	64 % / 40Tkm	14 % / 20Tkm	
Anteil ERNEUERBARE WÄRME	45 %	14 %	
Betreiber Nah-/Fernwärmeanlagen	12,5 % Kommunen 85% Energieversorgungsgemeinschaften	Stadtwerke, Contractoren, Energieversorgungsgemeinschaften	



Beispiel Skagen:

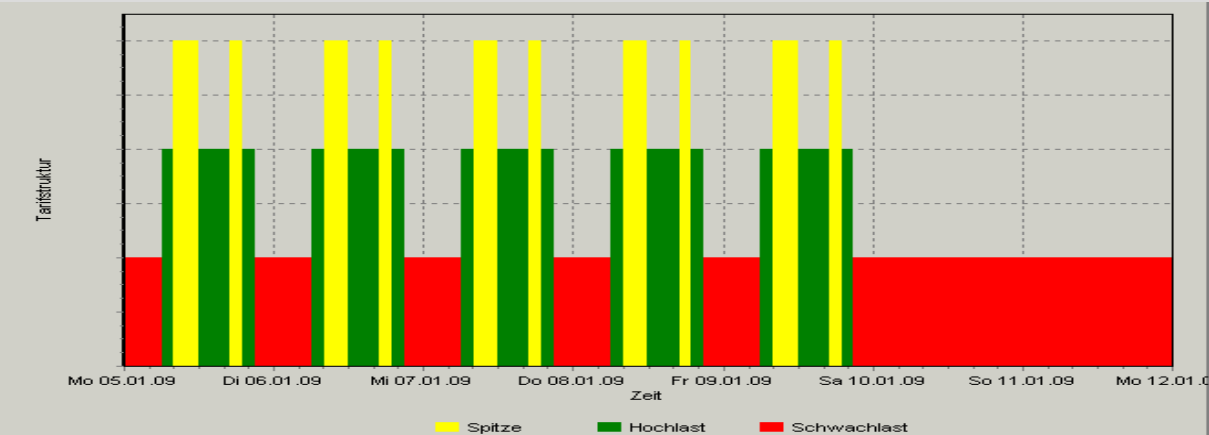
BHKWs: 3 x 4,7 MWeI

E-Kessel: 11 MW

Speicher 4.700 m³
und 6.300 m³

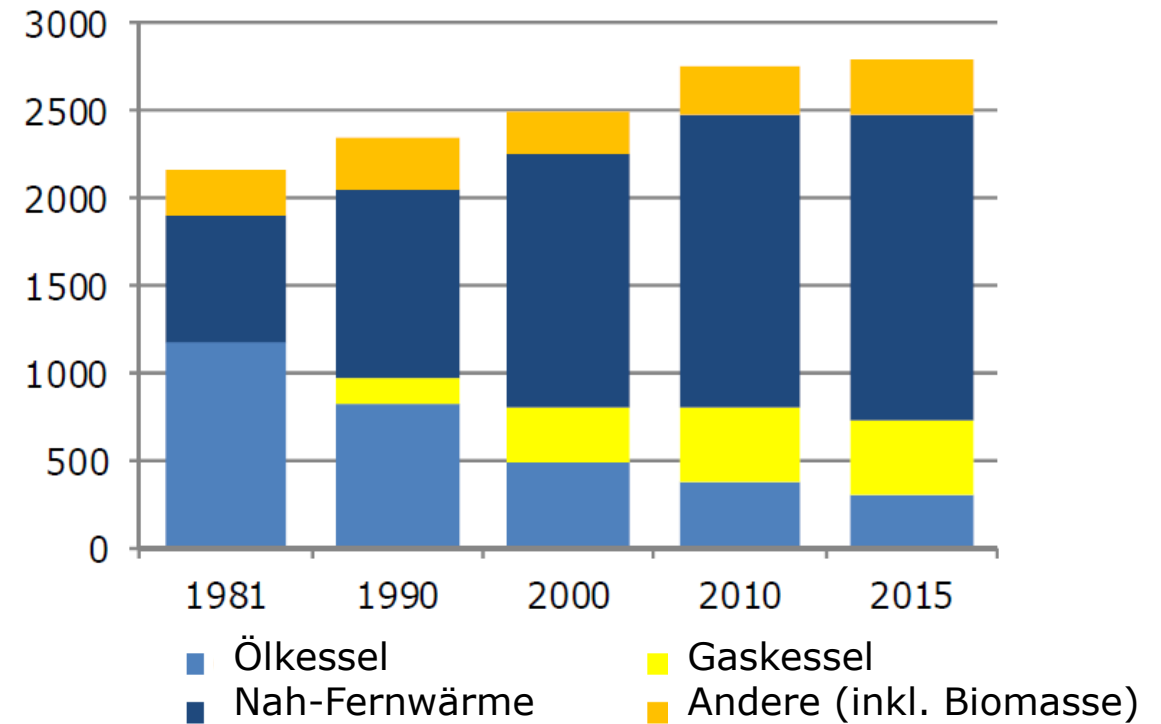


Historisches Drei-Tarif-System, heute Direktvermarktung
Anreiz zur flexiblen Auslegung mit Speicher



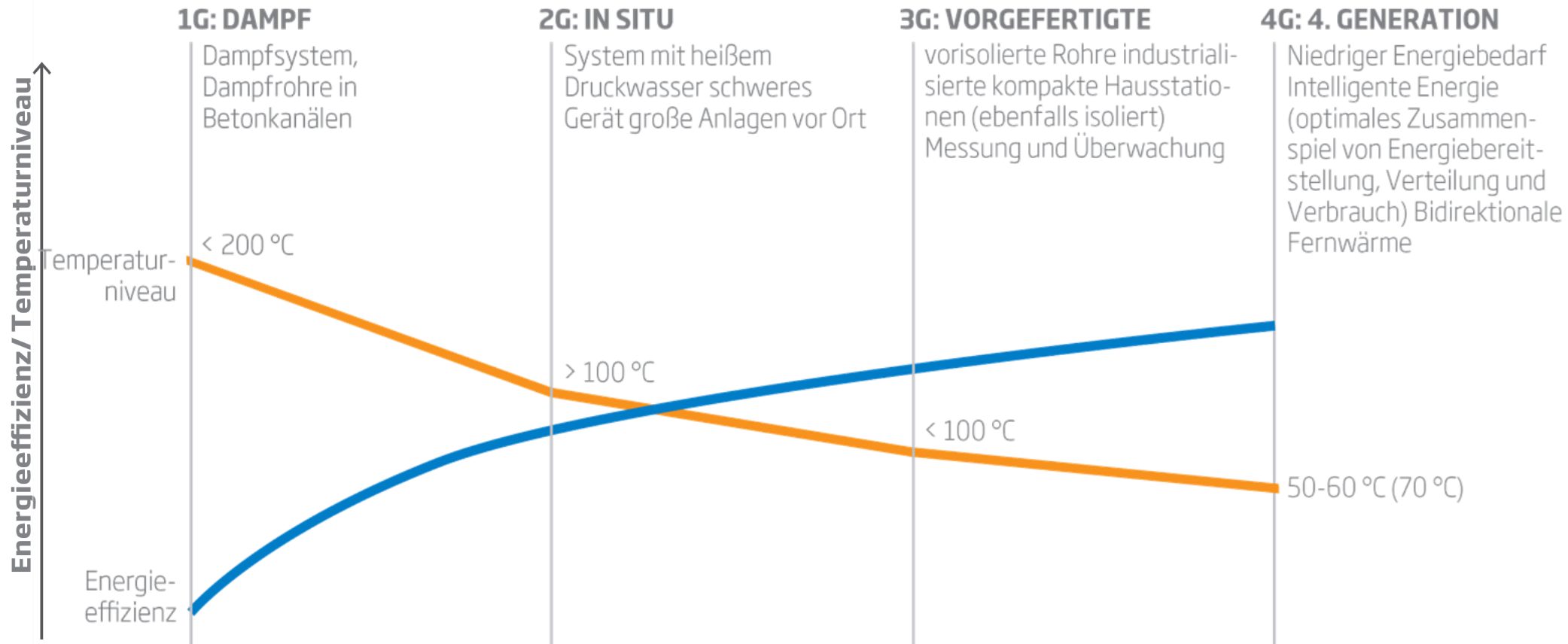
Organisatorisches Modell – hohe Akzeptanz

- Kommunale Wärmeplanung für optimale Wärmeversorgung (einheitlicher Methodik)
- Wahl der Wärmeversorgung basierend auf sozioökonomischen und Umweltaspekten
- Höchstmöglicher Anteil an KWK
- Vermeidung Konkurrenz zwischen Gas- und Fernwärmeversorgung
- Fernwärmeversorgung grundsätzlich non-profit, enthält alle Kosten
- Regulator genehmigt bzw. begrenzt Tarif
- Anspruch der Verbraucher auf günstigste Lösung (Fernwärme oder Alternative)
- Überschüsse fließen an Verbraucher zurück



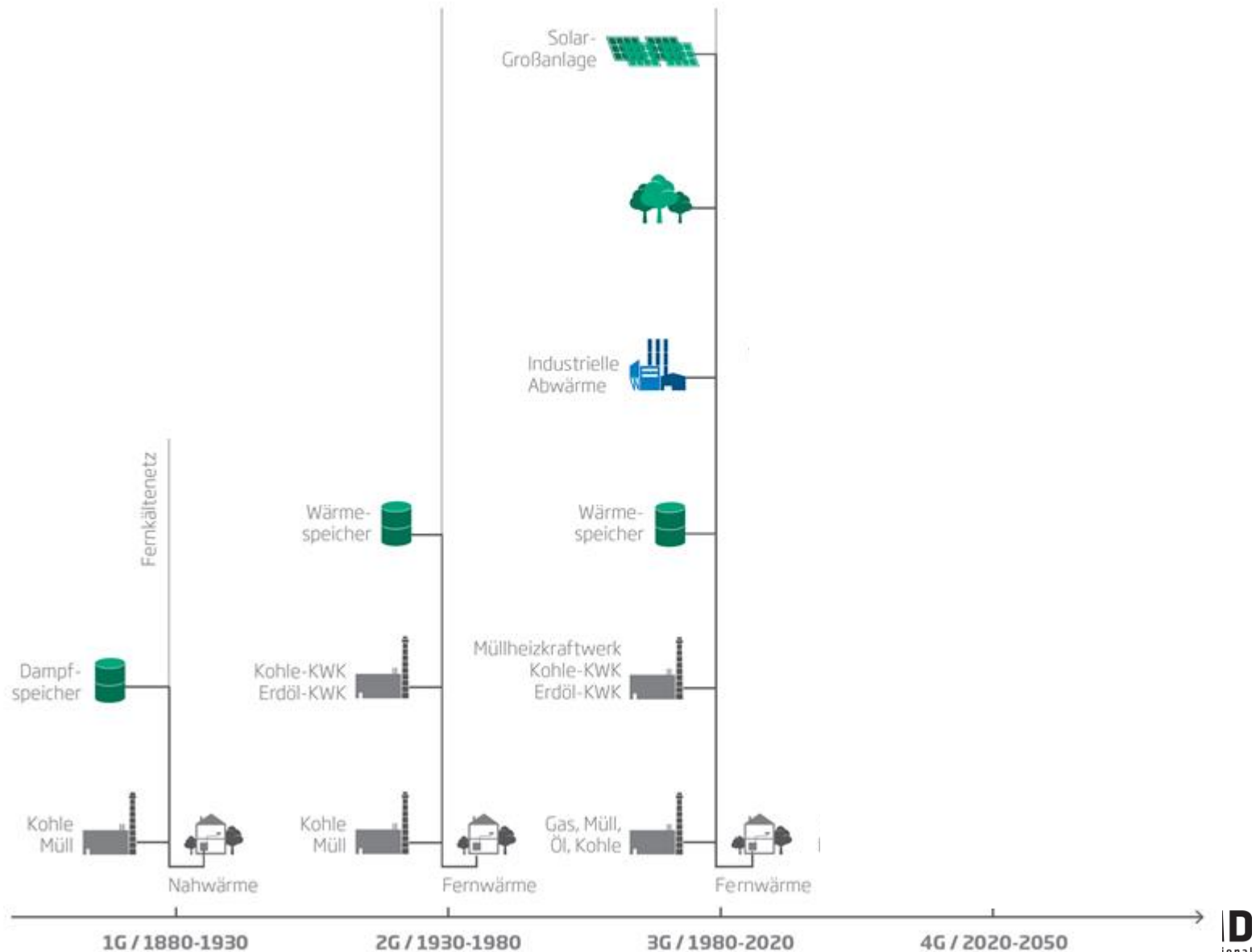
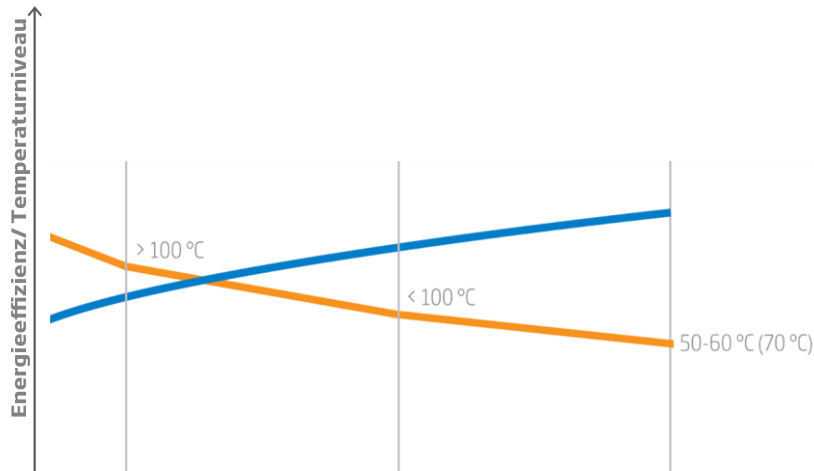
Entwicklung der Nahwärme-Fernwärme Versorgung in DK

Reduktion der Vorlauf-Rücklauftemperaturen → Steigerung der Effizienz



Quelle: State of Green
<https://stateofgreen.com/de/>

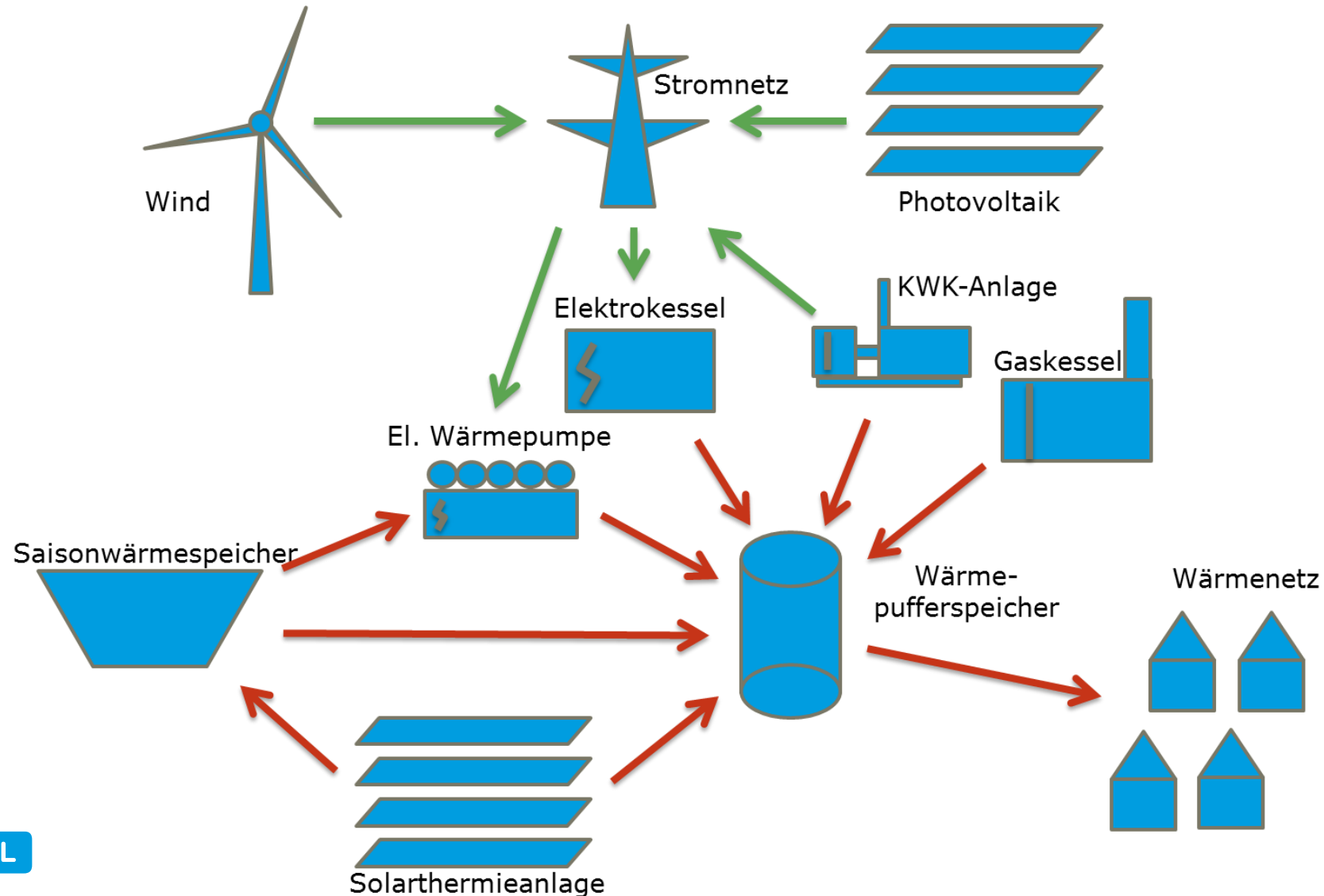
Nah- und Fernwärme der 4. Generation in DK



Entwicklung der dänischen Wärmewende

- Ausbau der Wärmenetze
 - Nutzung von Skaleneffekten – Wirtschaftliche Lösungen
 - Breiter Anlagen- und Energieträgermix
- Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung
- Errichtung von Wärmespeichern
- Umbau Kohle- und Ölkraftwerke zu Gas und Biomasse
- Absenkung der Netztemperaturen
- Ausbau der Müllverbrennung
- Integration von Abwärmenutzung, Tiefengeothermie
- Große Solarthermie
- Power-to-X (Wärmepumpen und Elektrokessel)

Hybride Energiesysteme mit hohem Anteilen regenerativer Energien



Quelle
RAMBOLL

Vojens Nahwärme

50 % solare Deckung

Daten

70.000m² Solarthermie 28,7 MW
Wärmeerz. 36.700 MWh/a
120.000 m³ Erdbeckenspeicher
Kombination mit:

- 10 MW Elektrokessel,
- 950 kW el. Wärmepumpe
- Gasmotoren und Gaskessel

Ergebnis

2.000 Haushalte erhalten erneuerbare
Wärme zu wettbewerbsfähigen Preisen
und mit höchster Versorgungssicherheit

Erweiterung der Anlagen mit Solarthermie und Wärmepumpen

Beispiel Ringkøbing District Heating (4.000 Anschlüsse)

Quelle: EMD
www.emd.dk/plants/rfvv/

Gaskessel 4 x 10 MW
Gasturbine 6,2 MW_{el}
BHKW 8,9 MW_{el}
E-Kessel 12 MW
Wärmepumpe 2 x 2 MW_{th}
Wärmespeicher 5200 m³
Wärmeabgabe 114.000 MWh

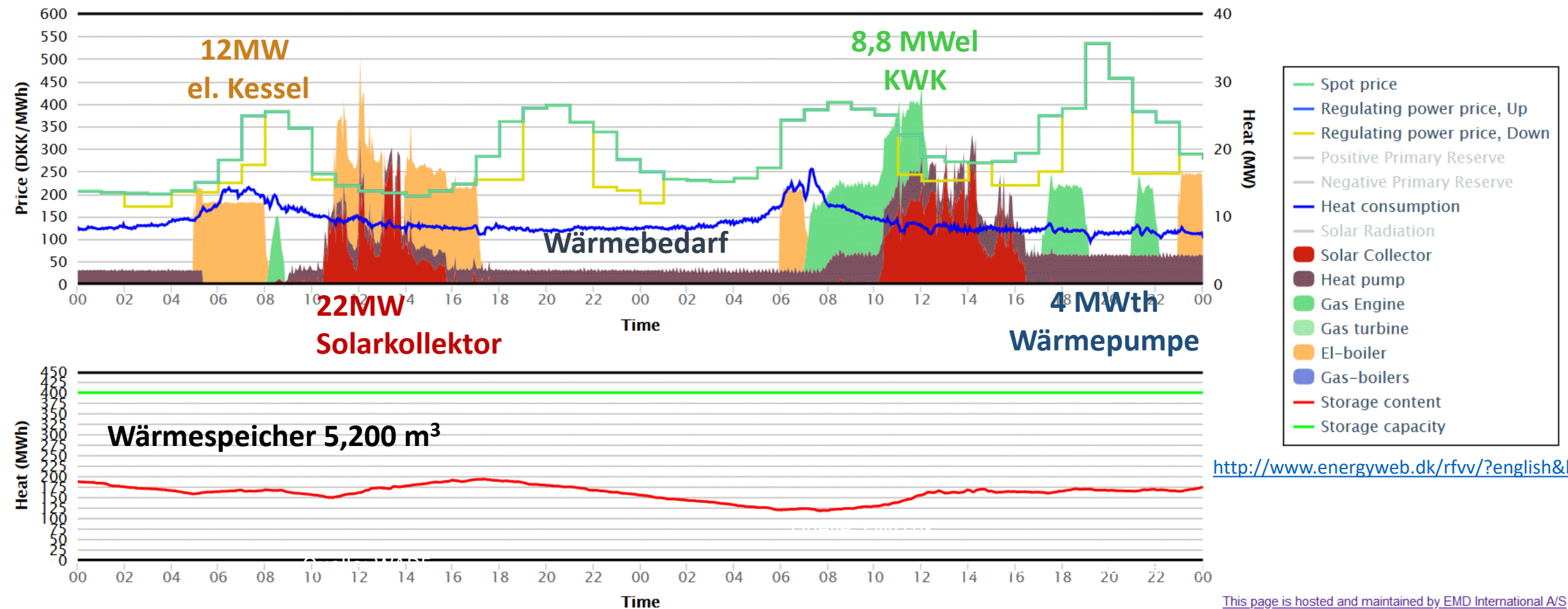


Solarthermie: 22 MW_{th}
Kollektorfläche 30.000 m²
Wärmespeicher 3000 m³ (150MWh)



Power2Heat, E-Kessel Beispiel KWK-Anlage Ringkøbing

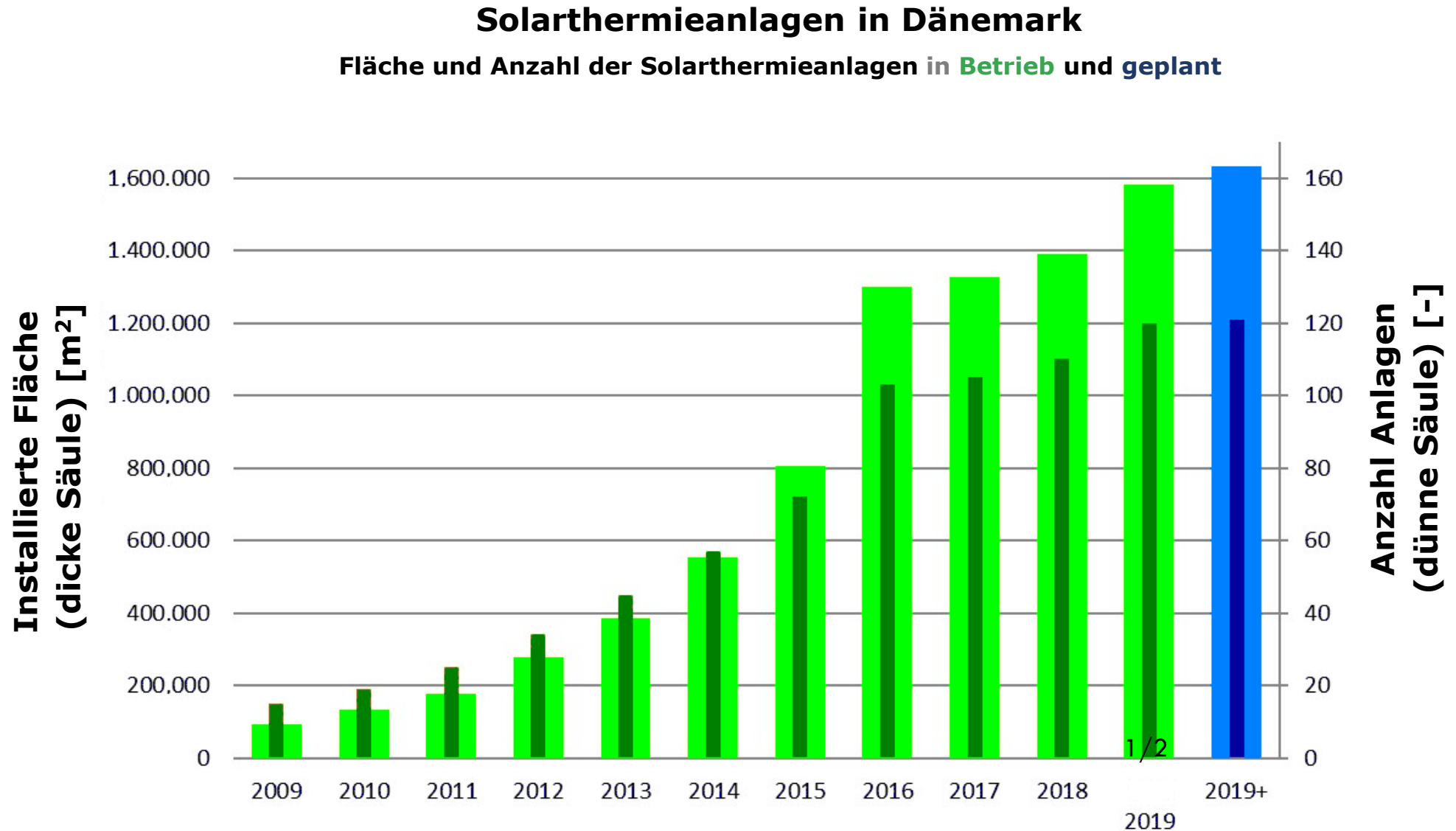
Ringkøbing District Heating, Wednesday, 2019-09-18 to Thursday, 2019-09-19



<http://www.energyweb.dk/rfvv/?english&history>

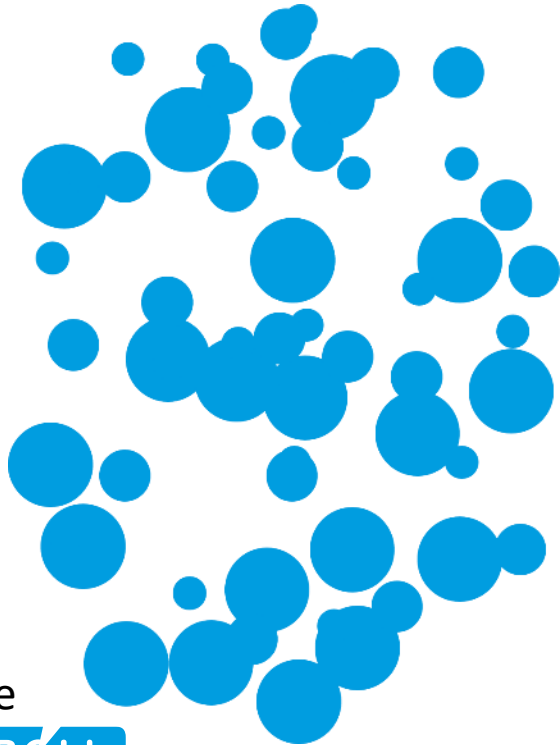
This page is hosted and maintained by EMD International A/S

Entwicklung Solarthermieranlagen in Dänemark



Strategische Kommunale Wärmeplanung unterschiedliche Vernetzungsgrade

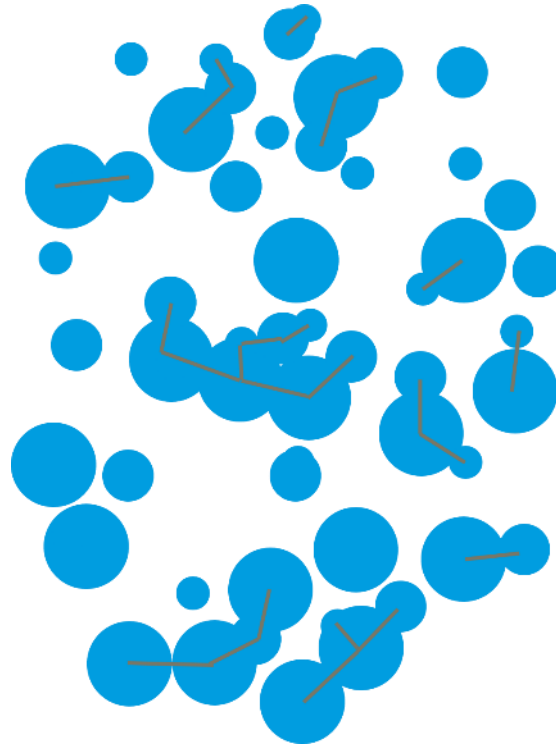
OBJEKTBEZOGEN



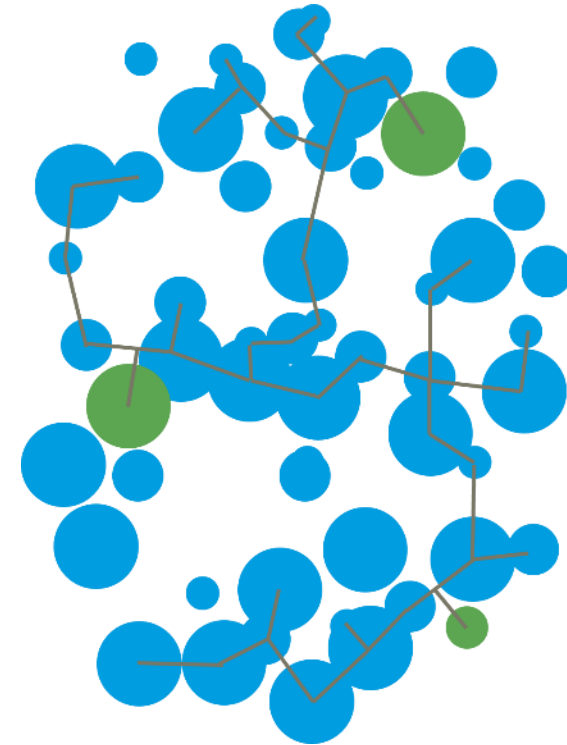
Quelle

RAMBOLL

INSELNETZE



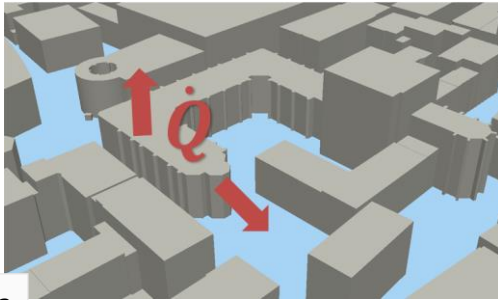
INTEGRIERTES NETZ



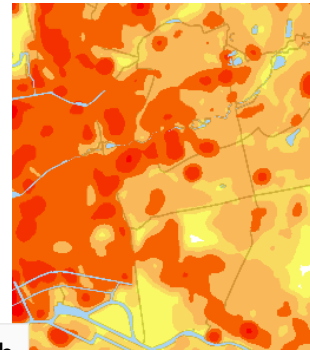
Je größer eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung, desto besser lassen sich erneuerbare Energien und Abwärme (grüne Punkte) einbinden.

Kommunale Wärmeplanung Wärmeentwicklungsplanung in sechs Schritten

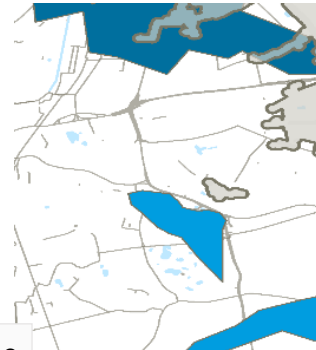
Visualisierung des Vorgehens



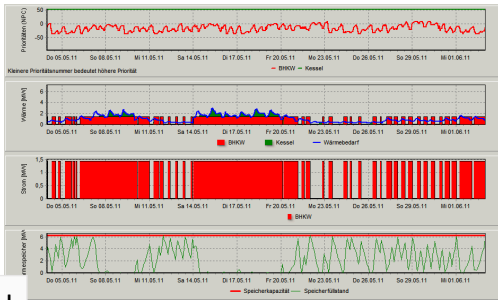
a



b



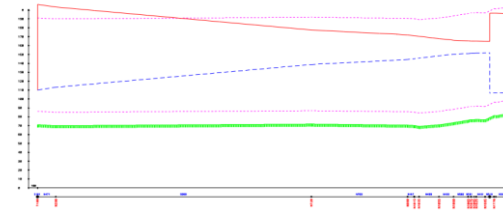
c



d

GTS-Daten		Einschüttel			
Arealname	Erweiterung	1	2	3	4
Netzmodifikation					
Szenario					
Kosten Netz					
spez. Press Hauptleitung	2200	2800			
spez. Press Verteilung	1400	1700			
spez. Press Hausanschluss	700	700			
spez. Press Hausanschluss	4200	4500			
Kosten Hauptleitung	2200000	2800000			
Kosten Verteilung	1064000	1320000			
Kosten Hausanschlüsse	11566300	121171500			
Kostenersatz Pumpstation, sonst	3609000	7089200			
Summe Investitionskosten Netz	28067200	54350700			
Summe spez. Kosten	1800	1900			
herangezogene spez. Kosten Netz	3300	3300			
herangezogene Investitionskosten	53758390	97682424			
Abschreibedauer	20	20			
Wartung und Instandhaltung (1%)	537583,9	976824,24			
jährliche Kosten Netzausbau	3225303,4	5860945,4			
Anteil Netzverdichtung - Netzlänge					
Kosten Erzeugung (bei Inselnetzen)					
Ausbauleistung					
Anlagenpreis					
spez. Ausbauleistung					
Ausbauleistung					
Abschreibedauer					
Wartung, Instandhaltung					
jährliche Kosten Erzeugung					
Anforderung					
Gesamtinvestitionskosten Netzausbau	53758390	97682424			
bei Gesamtkosten Netzausbau	3225303,4	5860945,4			
Wartung / jährliche Invest.	8,7176471	20,158913			
bedarfs-Äquivalenz	304,51363				
bedarfs-Äquivalenz	1800	4200			
bedarfs-Äquivalenz	0,9796068	1,1151984			

e



f



Beschreibung des Vorgehens

- Wärmebedarfsermittlung**
- Wärmekarten**
- Potenzialgebiete**
- Energiesysteme und Erzeugungsparks:**
Modellierung, Simulation, Optimierung
- Wirtschaftlichkeitsanalysen**
inkl. CAPEX- und OPEX
- Thermohydraulische Bewertung**
Handlungsoptionen bzgl. Netz und Erzeugung

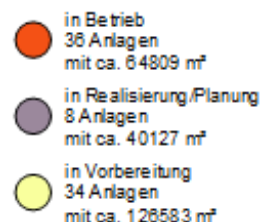
Was wir von Dänemark lernen können

- Langfristige, Legislaturperioden übergreifende Energiepolitik
- Regulierung, Besteuerung, ggf. Verbote – nicht nur Zielsetzungen
- Übergreifende, landesweite Strategien und Pläne (verpflichtend) (Energie-Masterplanung, Wärmeleitplanung)
- Kommunen Initiative abverlangen, Stadtwerken Spielräume ermöglichen, genossenschaftliche Modelle (Verbrauchereigentum)
- Gebäude-Autarkie und Dezentralisierung nicht zum Selbstzweck erheben
- Gemeinschaftliche Versorgung (“Fernwärme”, “Nahwärme”) überall dort wo sinnvoll, wirtschaftlich und ökologisch vorteilhaft
- Pragmatismus statt Ideologie: Keine prinzipiellen Vorbehalte gegen einzelne Lösungen oder Technologien
- Abwärmenutzung, Energierecycling

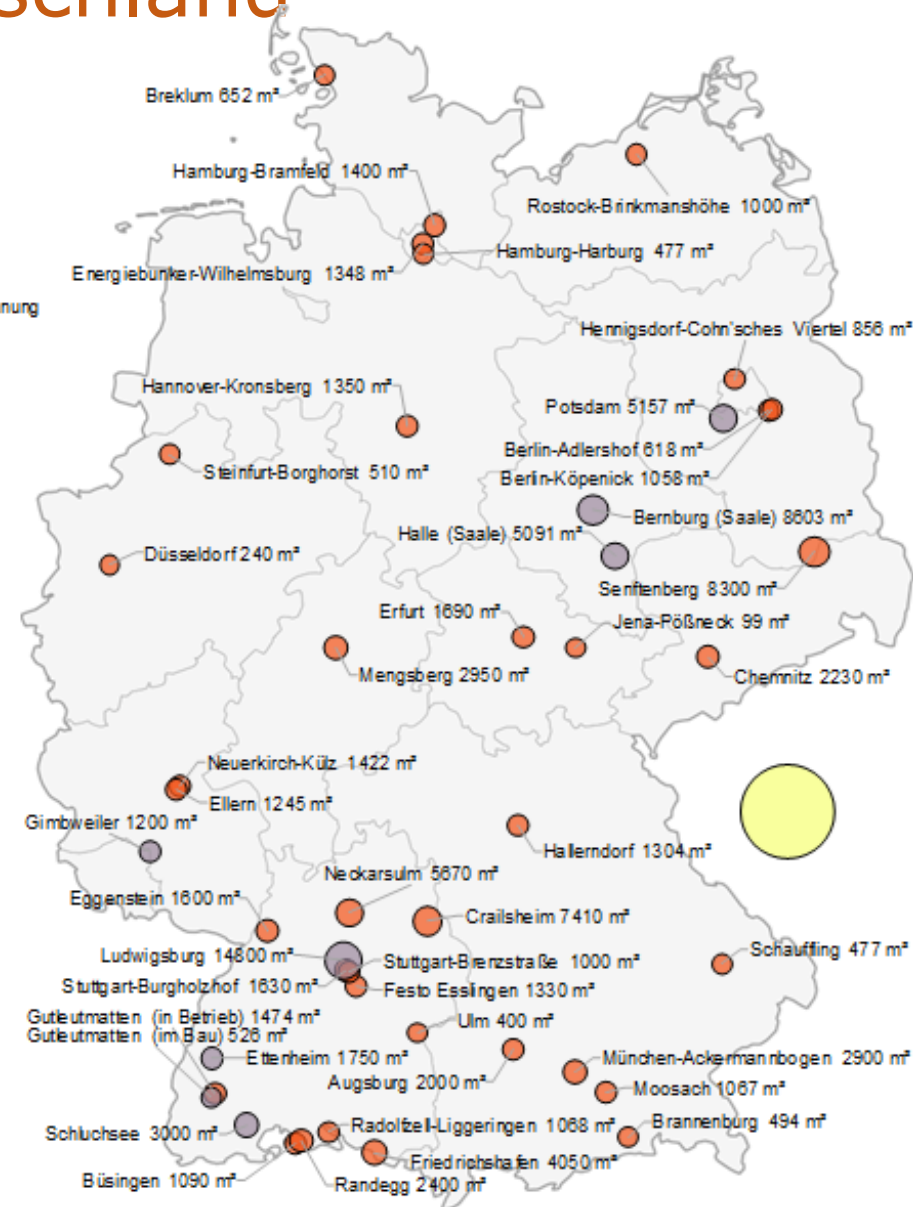
Entwicklung Solarthermie in Deutschland

SOLARTHERMIE IN DEUTSCHLAND 11.2019

ANLAGEN in VORBEREITUNG: 126,583 qm
ANLAGEN in Betrieb & Realisg.: 104,936 qm



Derzeit größte Solarthermieranlage in Ludwigsburg 14.800m², (Quelle SWLB)



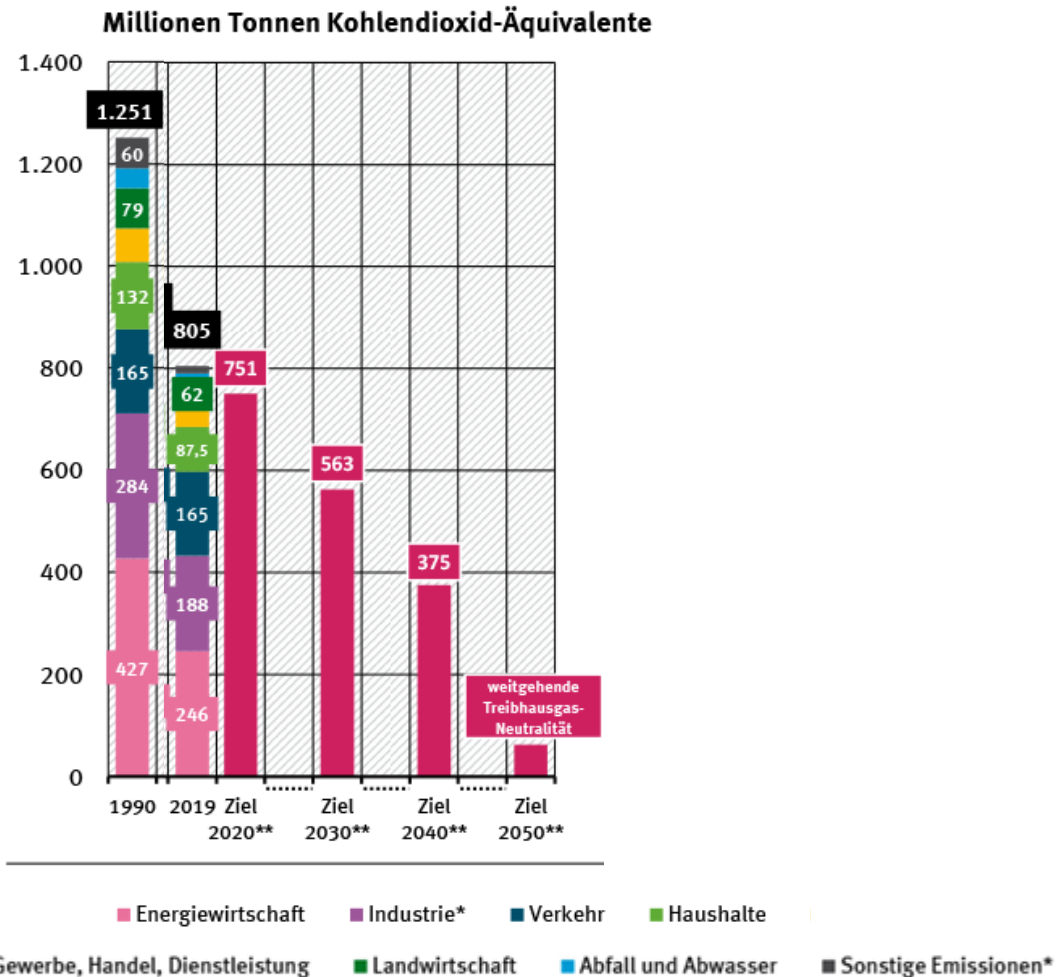
Quelle: Solites
Stand: November 2019

EU - Green Deal

CO₂ Einsparung im Energiesektor

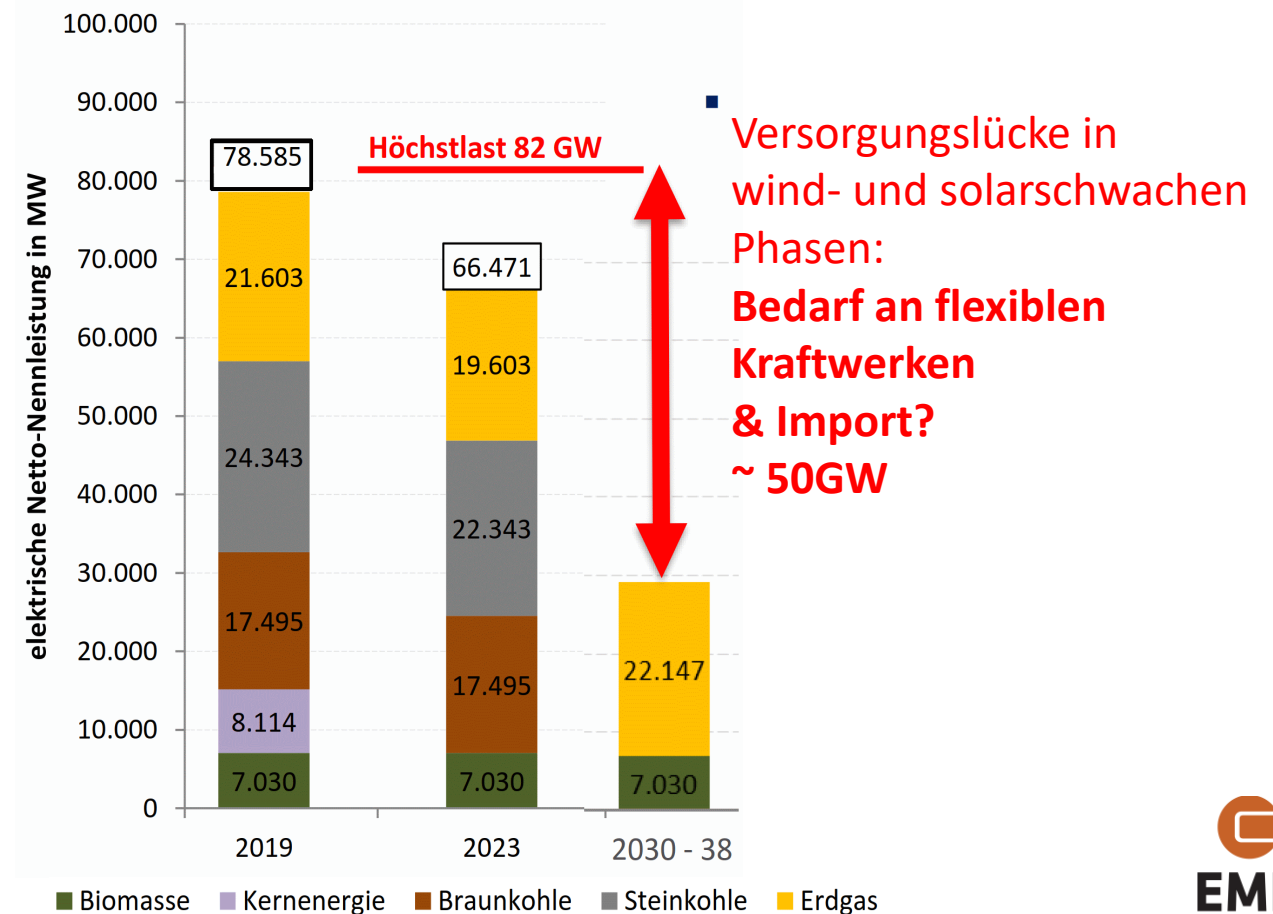


CO₂ Einsparung [Quelle UBA]



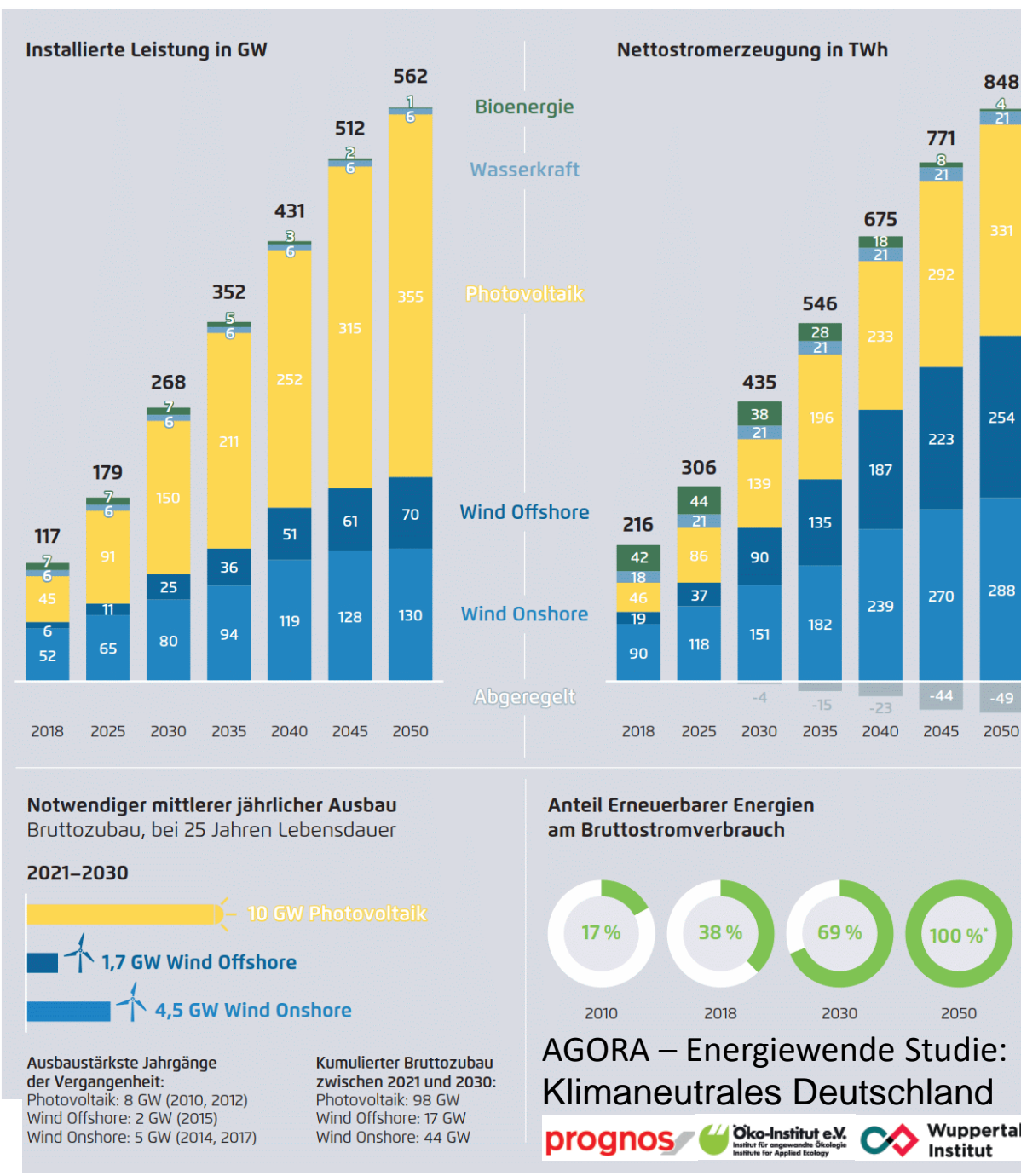
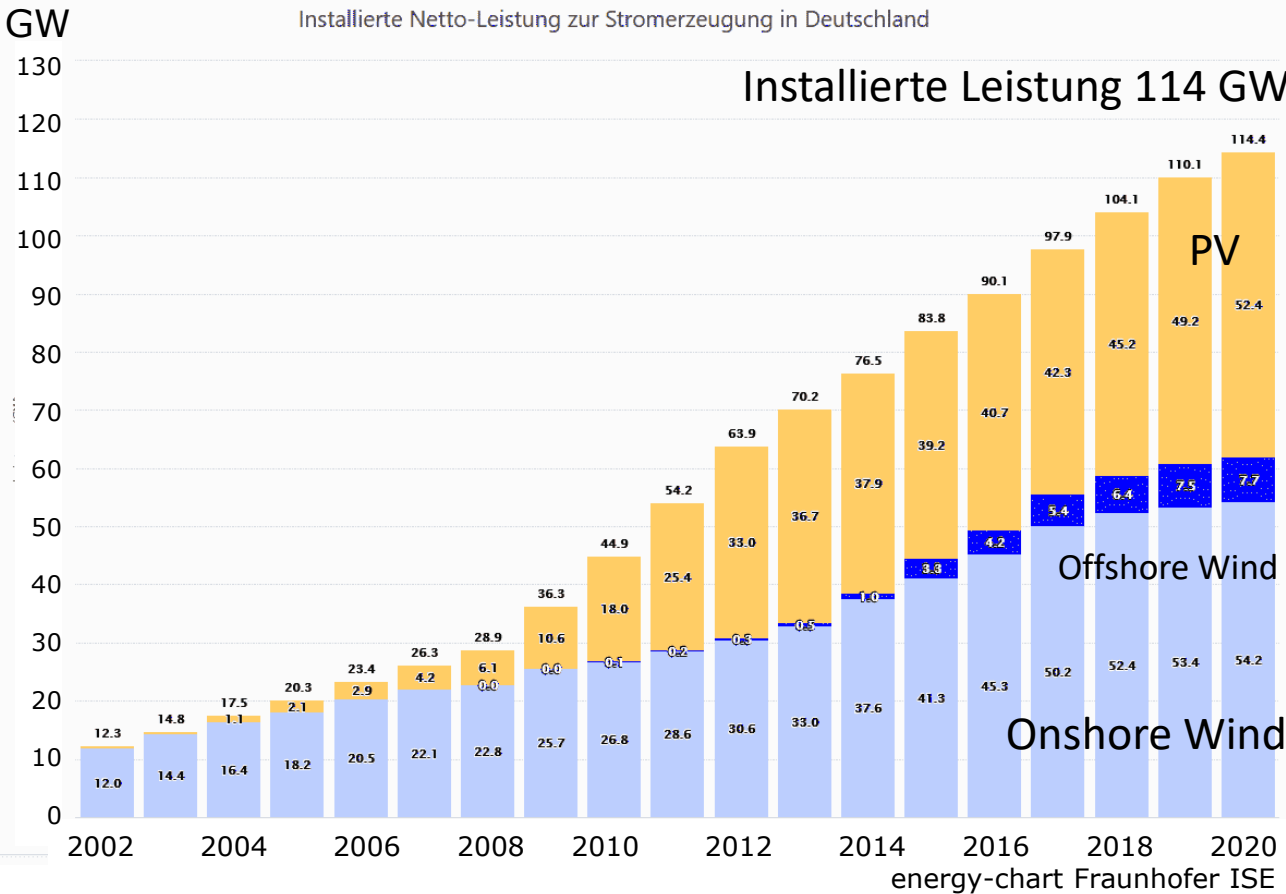
Abschaltung von Fossilen Kraftwerken

[Quelle BNetzA & FI(EX)PERTEN]



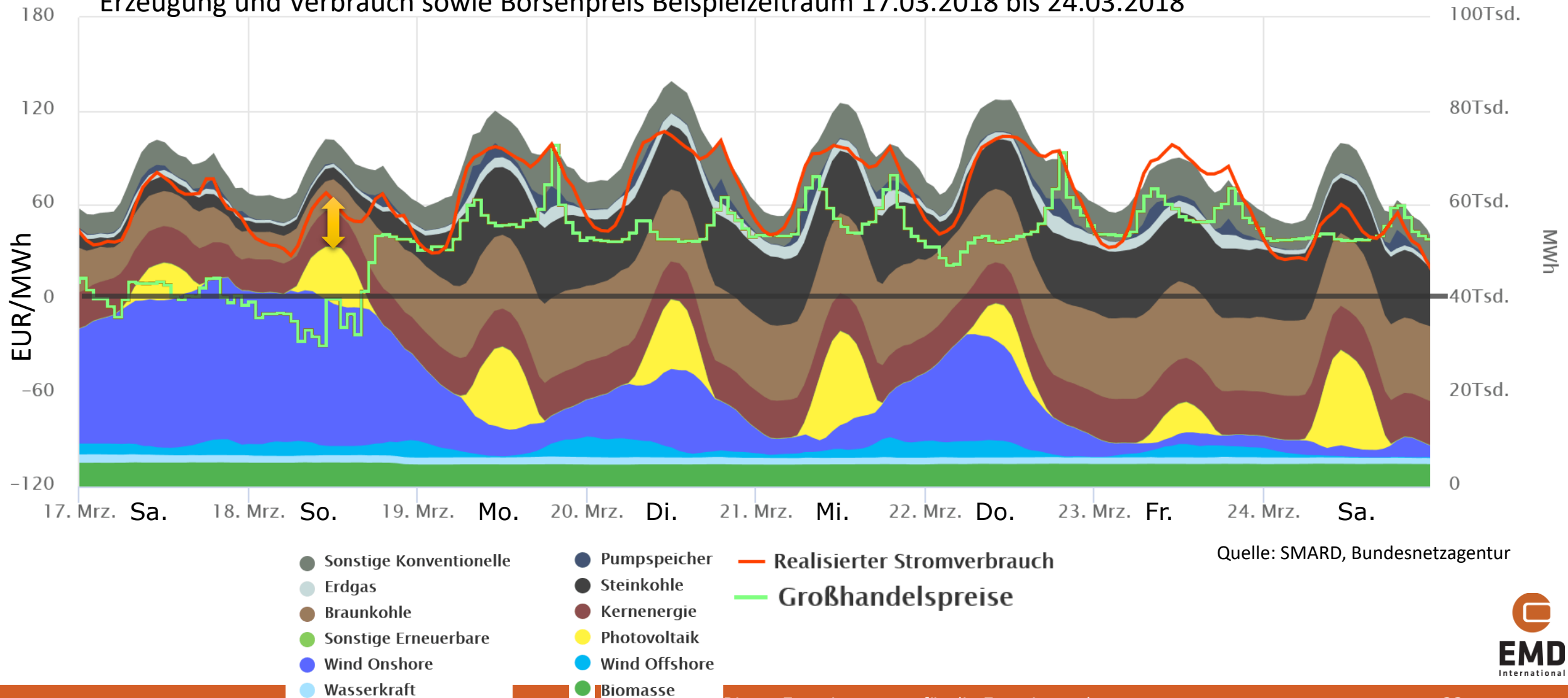
Herausforderung Klimawandel

Notwendiger Ausbau Wind & PV



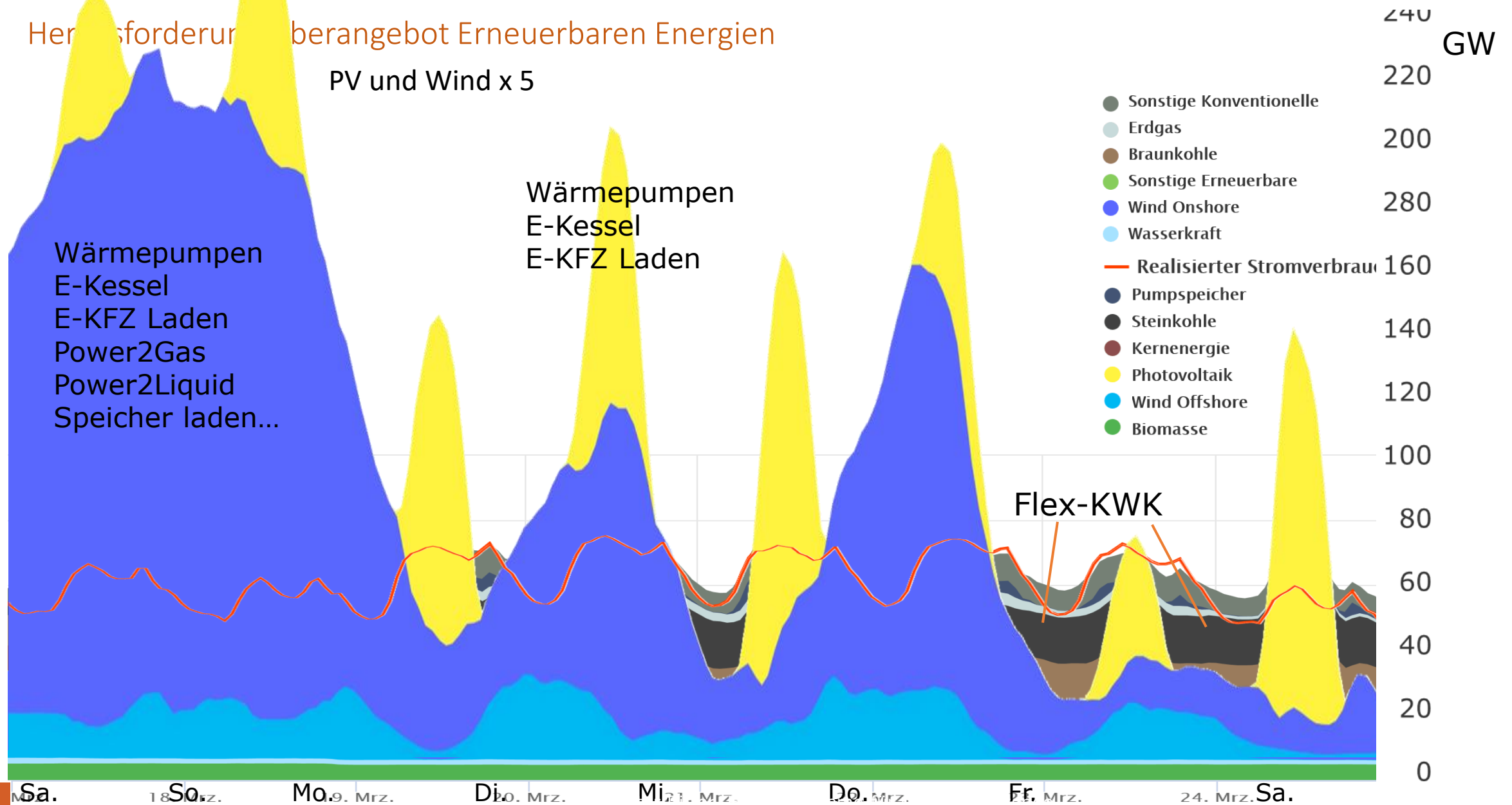
Herausforderung Volatilität

Erzeugung und Verbrauch sowie Börsenpreis Beispielzeitraum 17.03.2018 bis 24.03.2018

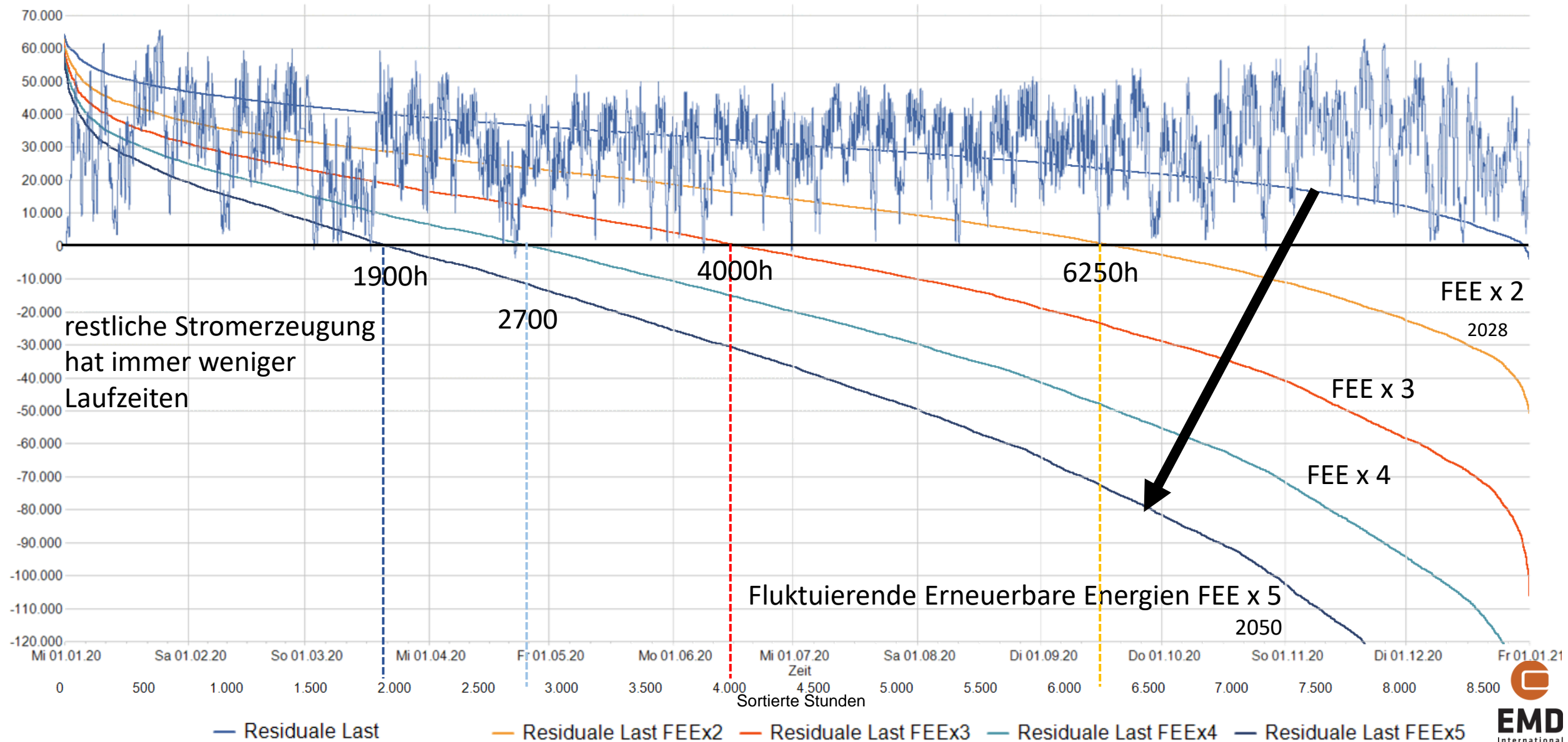


2. Flexibilität als Baustein der Energiewende

Herausforderung: Überangebot Erneuerbaren Energien



Residuale Last mit Ausbau von Wind und Solaranlagen



Fazit für Deutschland

- Die “Wärmewende” ist machbar, doch eine strategische Wärmeplanung ist notwendig
- Die Weichen müssen heute gestellt werden, damit die 2030/2050-Klimaziele erreicht werden können (Gebäude sind sehr langlebig und Heizungsanlagen haben Lebensdauern > 15 Jahre)
- Lösungen reichen von anspruchsvollen Neubaustandards, langfristigen Sanierungsstrategien bis hin zur Abkehr von fossilen Heizungssystemen
- Wärmenetze (bei hohen Wärmedichten mit niedrigen Temperaturen) sind volkswirtschaftlich sinnvoll und ermöglichen die Integration von Erneuerbaren und Abwärme und profitieren von Skaleneffekten (Kostendegression)
- Sektorenkopplung mit Hybrid Anlagen (KWK, Solarthermie, Wärmepumpen, Wärmespeicher, ...) schafft Flexibilität im Stromsektor und ermöglicht Klimaschutz im Wärmesektor (und Verkehrssektor)
- Mit dem weiteren Ausbau Wind- und Solar-Energien brauchen wir hochflexible Verbraucher und Erzeugungsanlagen
- Transparenz und Bürgerbeteiligung sind wichtige Akzeptanzmaßnahmen, besonders bei Nah- und Fernwärmenetze um hohe Anschlussdichten zu erreichen (Überzeugung)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

FRAGEN?



Peter Ritter

Tel.: +49 561 310 59-68

E-mail: pr@emd.dk

Gerne stehen wir Ihnen mit unseren Softwarelösungen und Dienstleistungen zur Verfügung

EMD Deutschland

Tel.: +49 561 310 59-60

E-mail: emd-de@emd.dk

Breitscheidstraße 6, 34119 Kassel

<https://www.emd.dk/energypro-germany/>