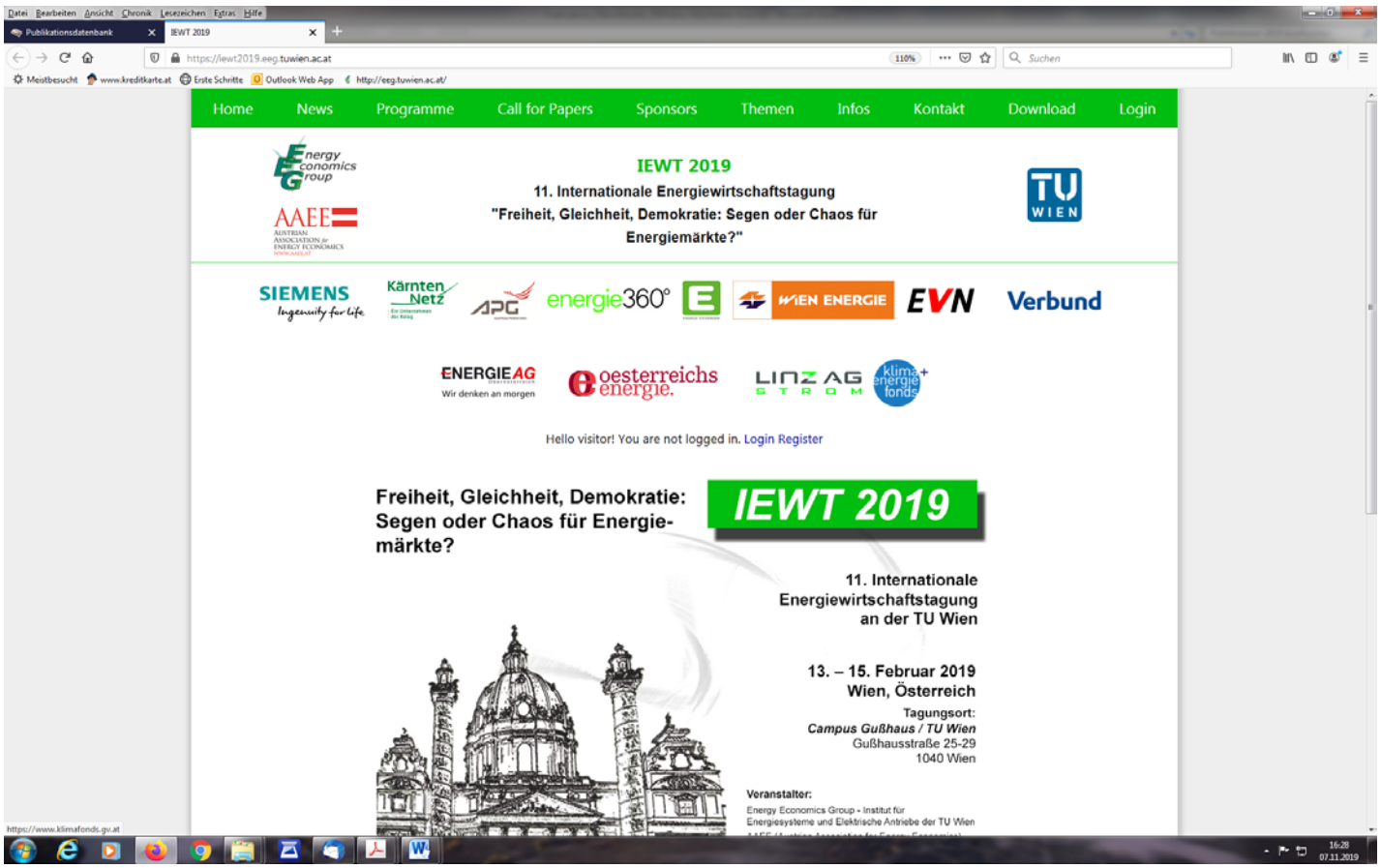

Home
News
Programme
Call for Papers
Sponsors
Themen
Infos
Kontakt
Download
Login
IEWT 2019
11. Internationale Energiewirtschaftstagung
"Freiheit, Gleichheit, Demokratie: Segen oder Chaos für Energiemärkte?"
Hello visitor! You are not logged in. Login Register
Freiheit, Gleichheit, Demokratie: Segen oder Chaos für Energiemärkte?
IEWT 2019
11. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien
13. – 15. Februar 2019
Wien, Österreich
Tagungsort:
Campus Gußhaus / TU Wien
Gußhausstraße 25-29
1040 Wien
Veranstalter:
Energy Economics Group • Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe der TU Wien

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Worin investieren?
Chancen und Risiken zukünftiger Fernwärme-Erzeugungsportfolien

Richard Büchele

Lukas Kranzl, Michael Hartner, Jeton Hasani

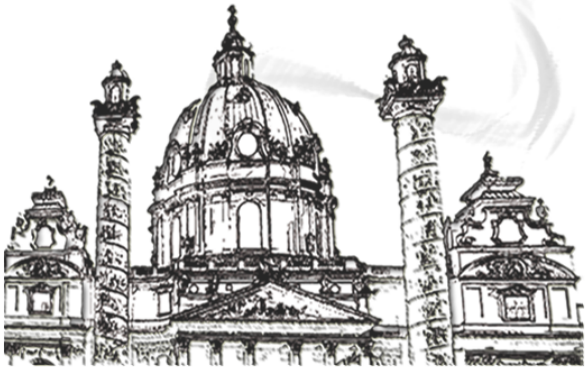
Freiheit, Gleichheit, Demokratie: Segen oder Chaos für Energiemärkte?

IEWT 2019

11. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien

13. – 15. Februar 2019
Wien, Österreich

Tagungsort:
Campus Gußhaus / TU Wien
Gußhausstraße 25-29
1040 Wien



Veranstalter:
Energy Economics Group - Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe der TU Wien
AAEE (Austrian Association for Energy Economics)

Agenda

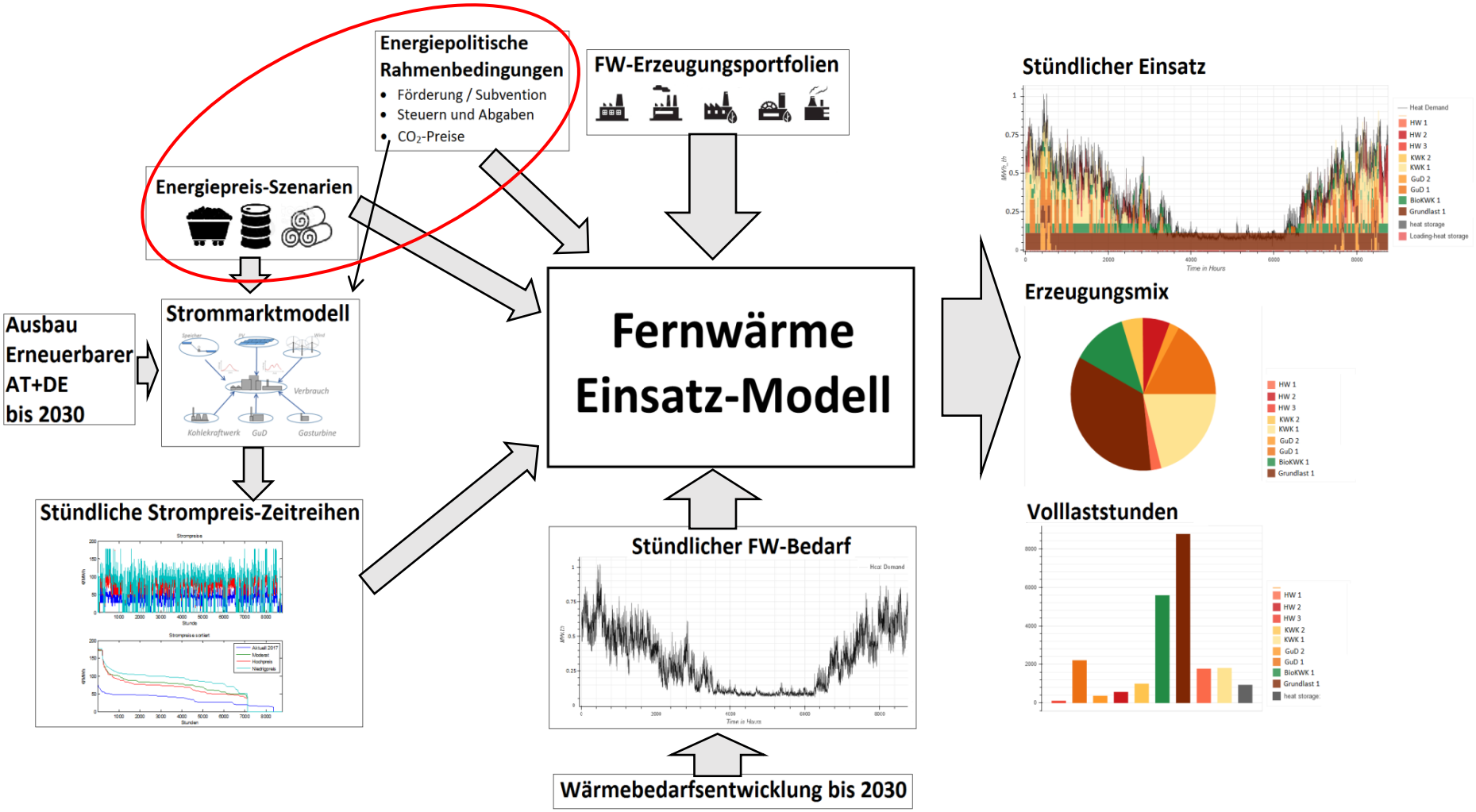
- Einführung und Hintergrund
- Methodik
- Zusammenfassung Ergebnisse Portfolien
- Schlussfolgerungen und Key-Messages

Einführung / Hintergrund

- Umbrüche in der Energiewirtschaft / Fernwärmesektor
  - Steigende Energiepreise? / Steigende CO_2 Preise?
  - Erneuerbaren- RL 2018/2001: Steigender Anteil Erneuerbarer um 1 Prozentpunkt pro Jahr im Fernwärmesektor?
  - Mission 2030: Bilanziell 100% erneuerbarer Strom in 2030 in AUT?
    - Auswirkung auf Strompreise?
    - Auswirkung auf Flexibilität?
  - Sinkender Wärmebedarf durch thermische Gebäudesanierung

→ Wie wirken sich mögliche zukünftige Rahmenbedingungen auf verschiedene Portfolio-Optionen eines Fernwärmeunternehmens aus?

Methodik-Übersicht

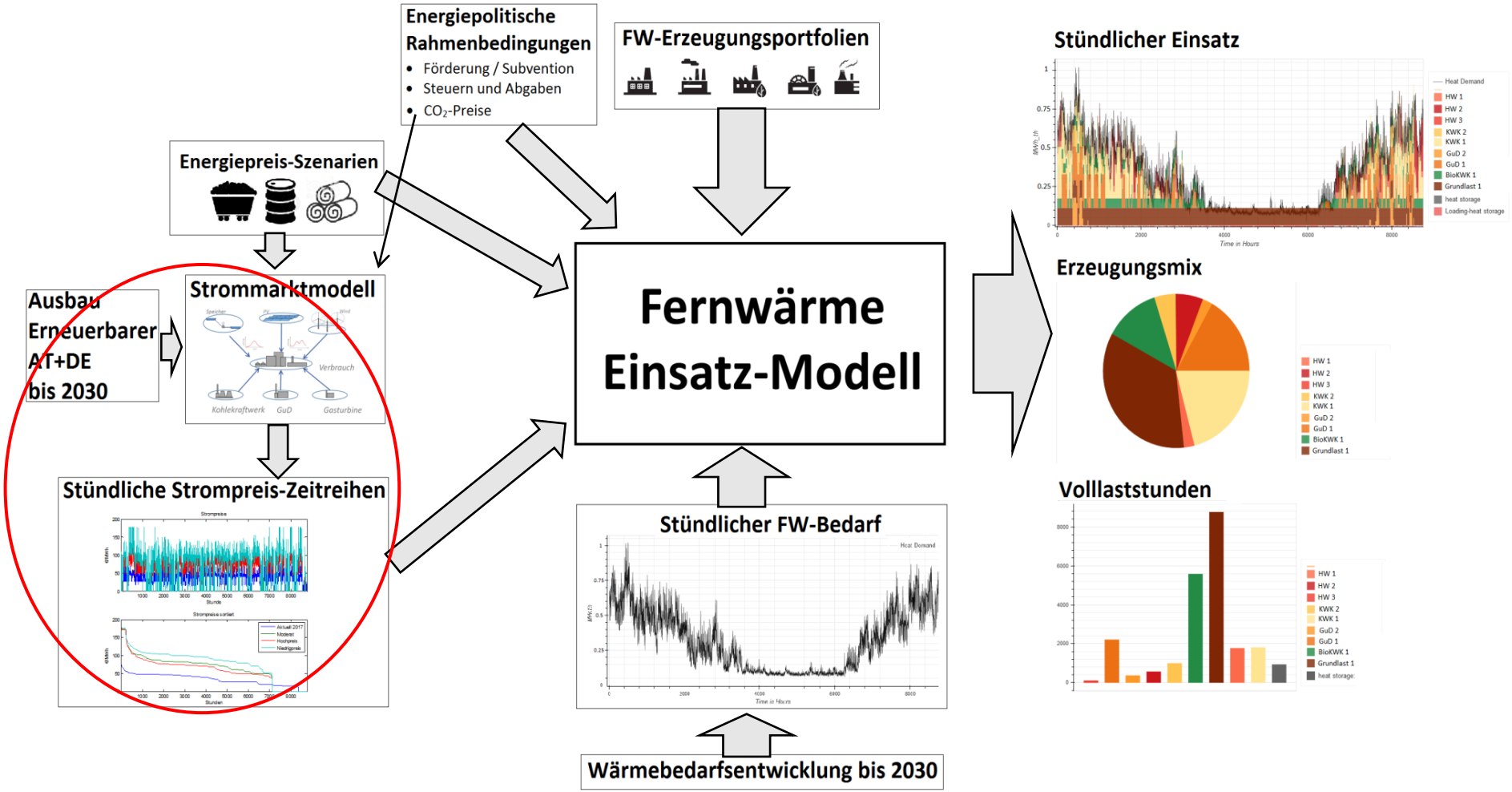


Energiepreise und weitere Rahmenbedingungen

- 3 Preis-Szenarien für Fossile & CO_2 (basierend auf World Energy Outlook 2016)
  - → Berechnung 3 stündlicher Strompreis-Szenarien für KWK und WP Einsatz
- Szenarienannahmen vergleichbar mit anderen Studien
- Netz- bzw. Transportkosten
  - Netzentgelte Stromnetz, Netznutzungsentgelt Gasnetz, Biomassetransport
- Steuern und Abgaben
  - Elektrizitätsabgabe & Ökostrombeitrag Energieabgabe auf Gas,
- Förderungen
  - Biomasse Einpeisetarif 100 EUR/MWh_{el}

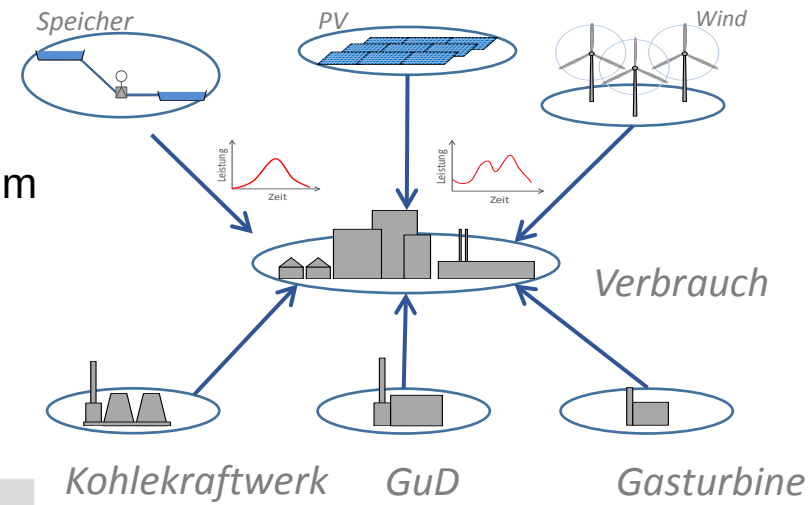
	Moderate Preise (New Policies Scenario)			
Marktpreis (€2017/MWh)	**2017**	**2020**	**2030**	**2040**
Gas (moderat)	20.3	20.6	29.8	33.3
Kohle (moderat)	5.9	6.6	7.7	8.0
Öl (moderat)	25.5	39.5	55.4	61.9
CO2 Preis (moderat) (€2017/t)	7	18	40	60
	Hohe Preise (Current Policies Scenario)			
Marktpreis (€2017/MWh)	**2017**	**2020**	**2030**	**2040**
Gas (hochpreis)	20.3	21.1	32.1	37.7
Kohle (hochpreis)	5.9	6.8	8.3	9.2
Öl (hochpreis)	25.5	41.0	63.4	72.9
CO2 Preis (hochpreis) (€2017/t)	7	15	30	50
	Niedrige Preise (450 ppm Scenario)			
Marktpreis (€2017/MWh)	**2017**	**2020**	**2030**	**2040**
Gas (niedrig)	20.3	20.0	27.2	28.7
Kohle (niedrig)	5.9	6.0	5.9	5.3
Öl (niedrig)	25.5	36.5	42.5	39.0
CO2 Preis (niedrig) (€2017/t)	7	20	60	120
Biomasse (€2017/MWh)	24.5	27.4	32.9	34.6
Abwärme Industrie direkt (€2017/MWh)	15.0	15.0	15.0	15.0
Abwärme Industrie niedertemp (€2017/MWh)	5.0	5.0	5.0	5.0

Methodik-Übersicht: Strompreis-Zeitreihen

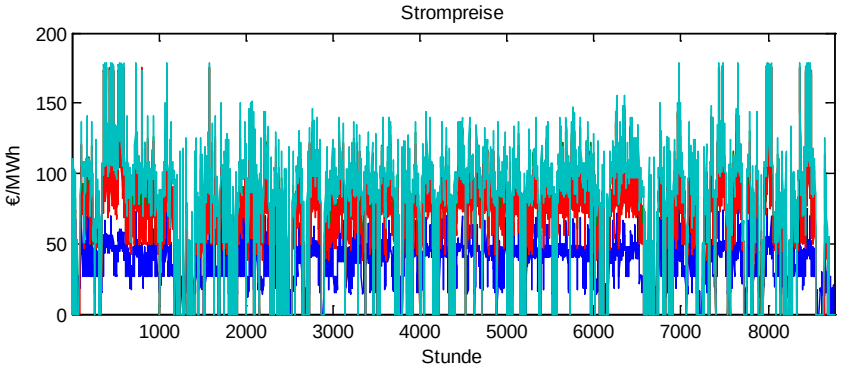


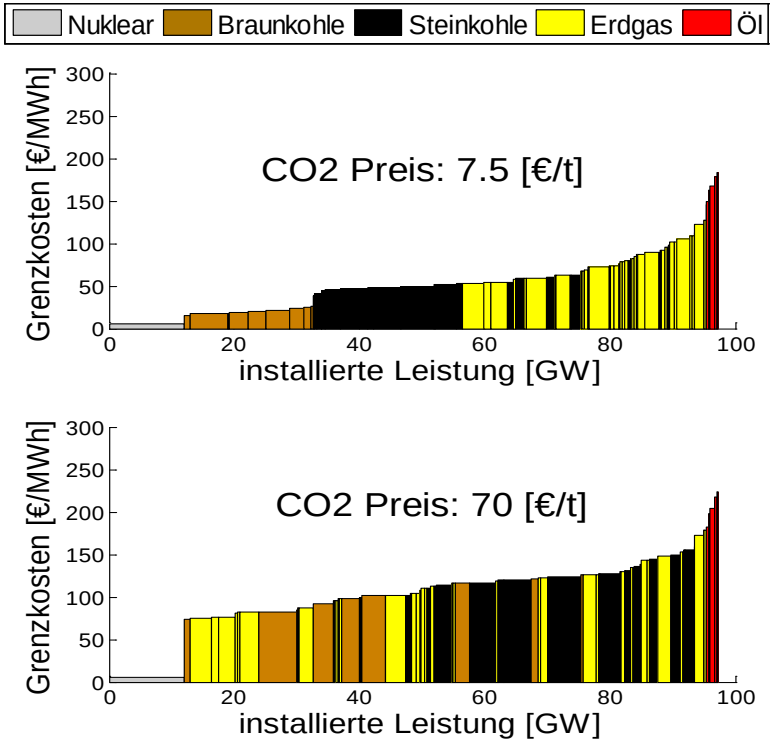
Strompreis-Szenarien

- Simulation von Strompreisen mit einfachem Marktmodell[1] (Merit Order von AT+DE)



Year	Demand AT – [TWh]	Demand DE – [TWh]	PV AT [GW]	PV DE [GW]	Wind onshore AT [GW]	Wind onshore DE [GW]	Wind offshore DE [GW]
2017	63.5	493	1	41.1	2.7	47.8	4.6
2030	75.9	589.4	12	60.6	7	85	28.1



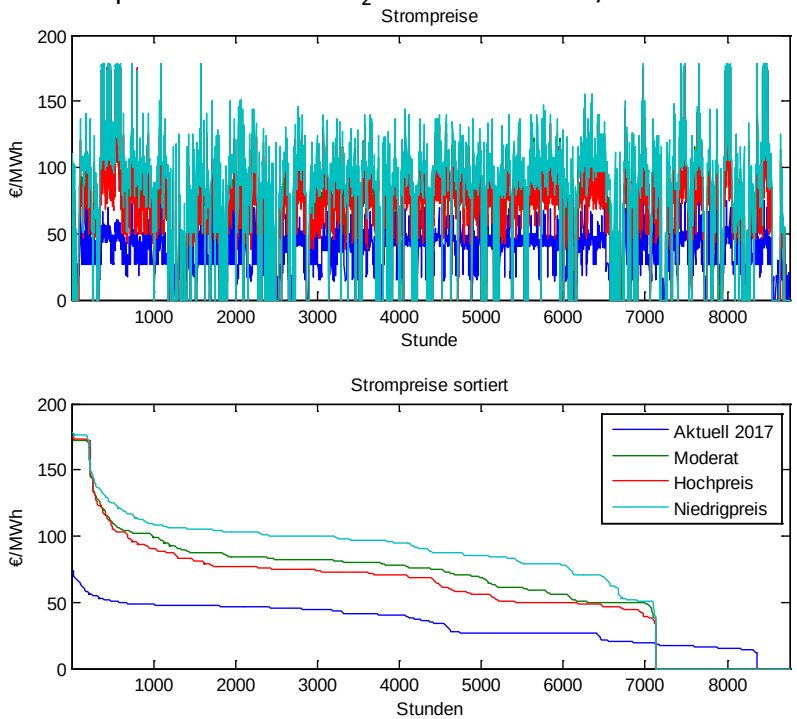


Hartner, M., Permoser, A., 2017. Through the valley: The impact of PV penetration levels on price volatility and resulting revenues for storage plants. Renewable Energy. https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.09.036

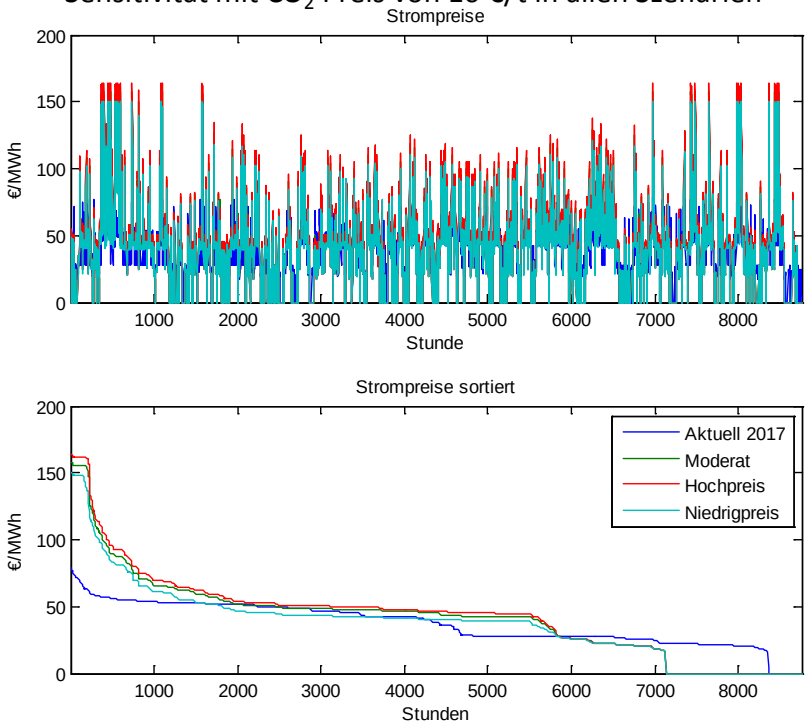
Strompreis-Szenarien

- Aufgrund der höheren CO_2 Preise ergeben sich durchwegs höhere Strompreise
  - Spitzenpreise im Bereich von 150 bis 180 €/MWh
- Preise mit 0 €/MWh steigen von 400 in 2017 auf ca. 1600 h/a in 2030
- Größte Preisunterschiede im Mittellastbereich – Kohle vs. Gaskraftwerke als Preissetzer

Hauptszenarien mit CO_2 Preis von 40-60€/t

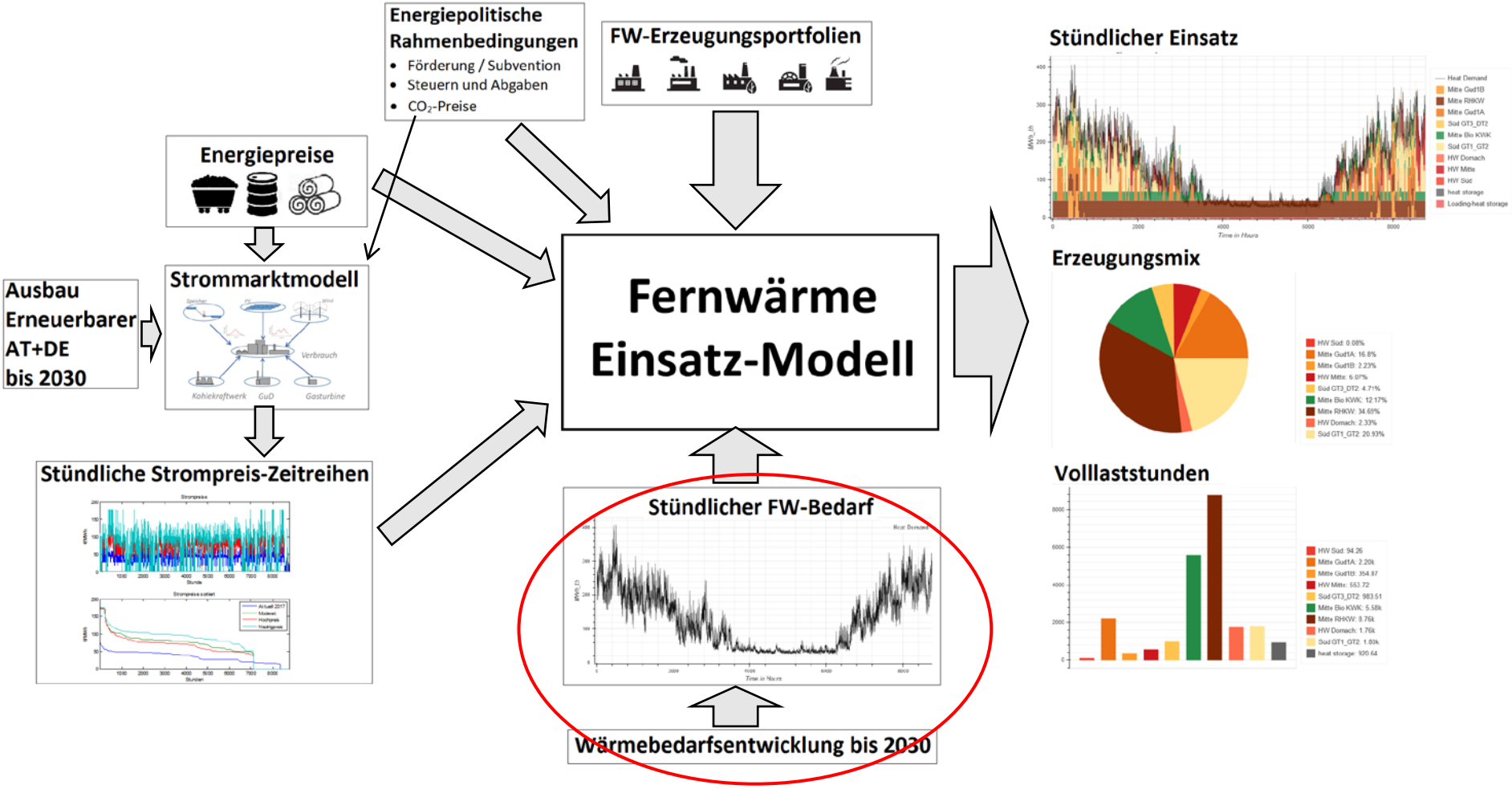


Sensitivität mit CO_2 Preis von 10 €/t in allen Szenarien



Durchschnittspreis €/MWh	2017_Aktuell	2030_Moderate	2030_FossilHi	2030_FossilLow
Basis-Annahmen (40-60€/t)	33.5	64.9	59.0	77.6
Niedriger CO2 Preis (10€/t)	37.0	41.9	43.7	38.6

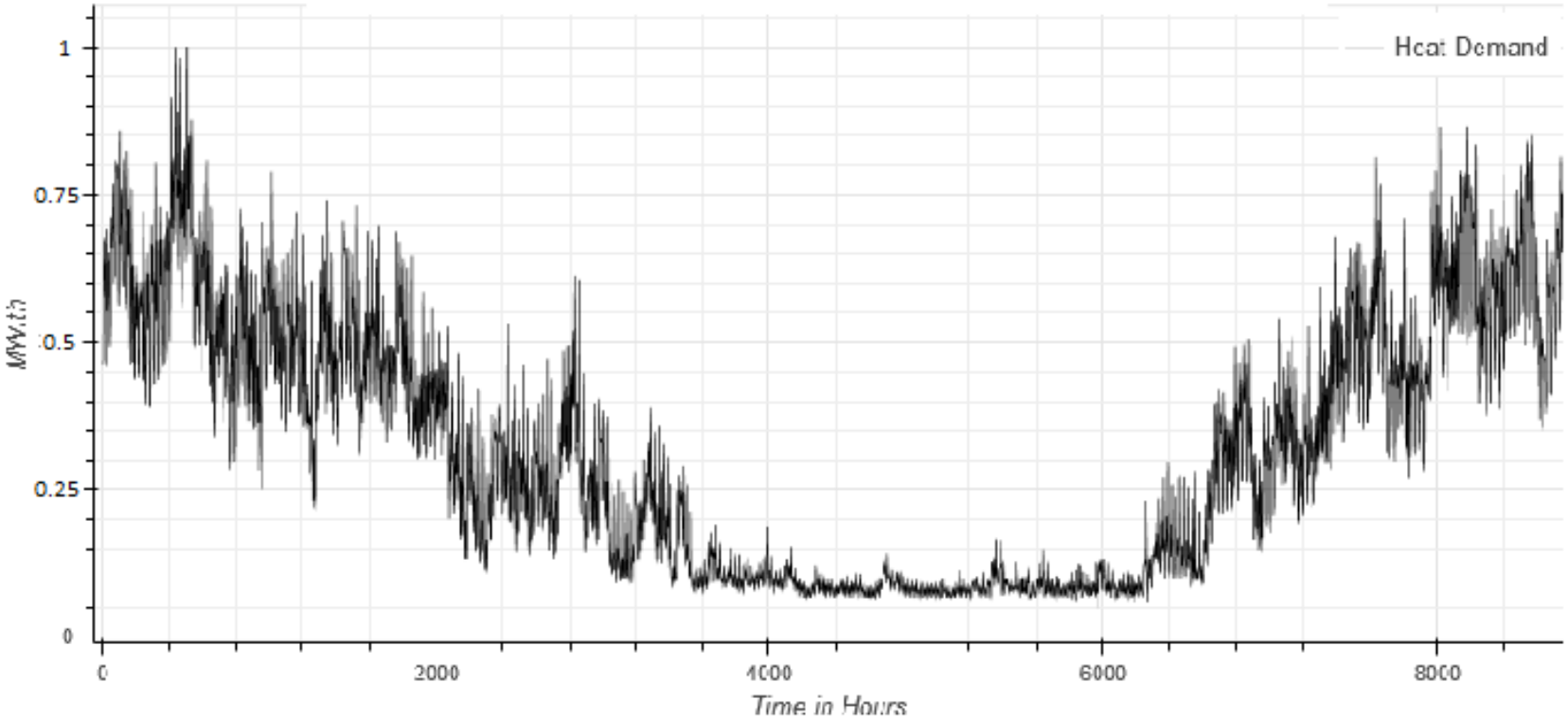
Methodik-Übersicht: Stündlicher Fernwärmebedarf



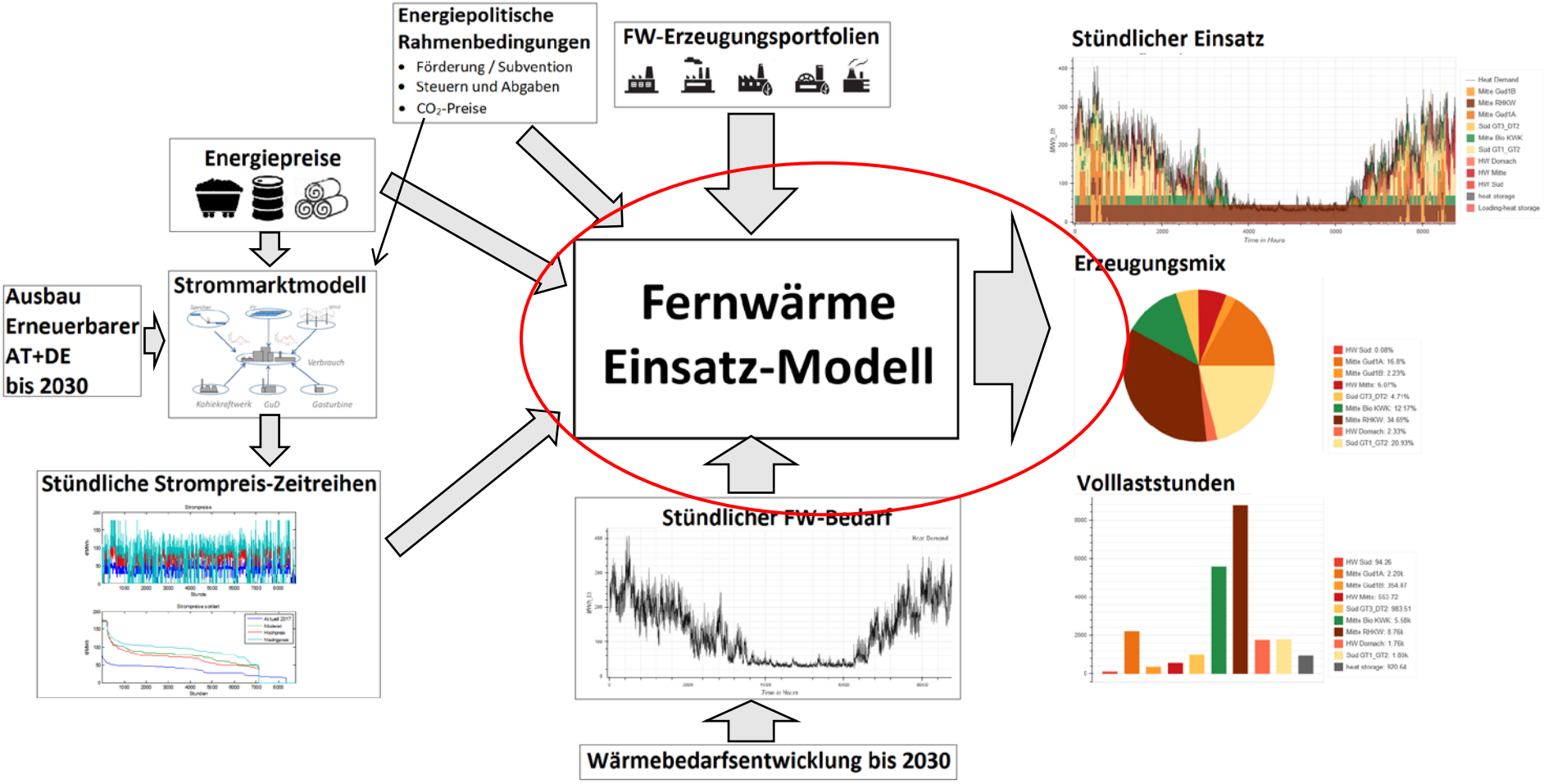
Fernwärmebedarf

- Tatsächliches FW-Erzeugungsprofil aus dem Jahr 2016
- Entwicklung Wärmebedarf für alle Hauptszenarien
  - ~ - 5% ggü. den letzten Jahren (Maximallast ~ -10%)

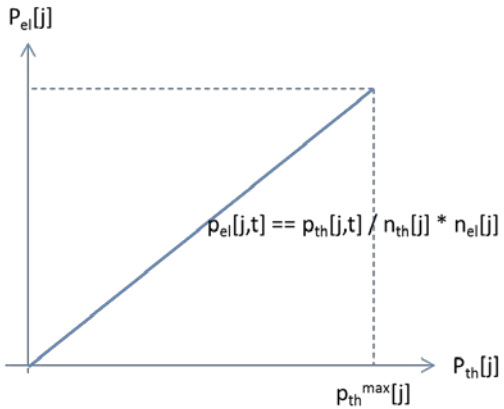
Stündliches Lastprofil:



Methodik-Übersicht: Fernwärme-Einsatz-Modell



Fernwärme-Einsatz-Optimierungs-Modell



- Einfaches lineares Optimierungsmodell:
  - Jede Anlage j wird beschrieben über
    - thermische (Nenn-) Erzeugungsleistungen: $p_{th}^{max}[j]$
    - thermische- und elektrische- (Nenn-) Wirkungsgrade: $n_{th}[j]$, $n_{el}[j]$
    - → ergibt elektr. Erzeugung zu jedem Zeitpunkt: $p_{el}[j,t] == p_{th}[j,t] / n_{th}[j] * n_{el}[j]$
  - Wärmegeführter Betrieb: $\Sigma(p_{th}[j,t] + hs_{unload}[j,t] - hs_{load}[j,t]) == demand[t]$
  - Einfache Speichergleichung:

$$hs_{level}[t] == hs_{level}[t-1]*loss - hs_{unload}[t]/loss_{unload} + hs_{load}[t-1]*loss_{load}$$

→Abbildung der wesentlichen Einsatzcharakteristik

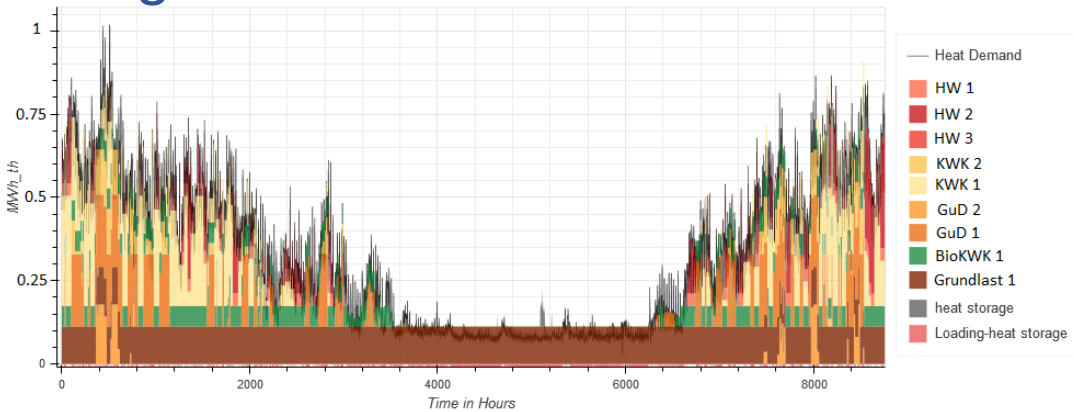
- Weitere technische Restriktionen der Anlagen sind nicht vollständig abgebildet
  - Keine Anfahr- und Laständerungszeiten bzw. notwendige Stillstandzeiten
    - Über Kosten der Laständerung abgebildet
  - Alle Betriebspunkte möglich
- Temperaturniveau des Fernwärmenetzes nicht abgebildet
  - Wärmepumpen arbeiten mit konstanten COP

Fernwärme-Einsatz-Optimierungs-Modell

- Hinterlegte Kosten je Technologie
  - (Re-)Investitionskosten
    (Annuisiert über jeweilige Lebensdauer und Investitionszinssatz)
  - Jährliche fixe Betriebskosten
    (Unabhängig vom Einsatz der Anlage)
  - Variable Betriebskosten
    (Abhängig von der erzeugten Wärmemenge)
  - Brennstoffkosten je Energieträger
    (inkl. eventueller Steuern und Abgaben)
  - eventuelle CO_2 - Zertifikatskosten
    (über spezifische Emissionsfaktoren der Energieträger)
  - Kosten für Bezug oder Einspeisen von Strom ins Netz

Fernwärme-Einsatz-Optimierungs-Modell

- Output
  - Stündlicher Einsatz aller Anlagen inkl. Speicher



→ Bereitgestellte Energiemenge je modellierter Erzeugungsanlage

→ Volllaststunden: Energiemenge je Anlage / thermische Output-Kapazität

→ Wärmetransferkosten: (Summe aller Kosten – Stromerlöse) / Fernwärmebedarf

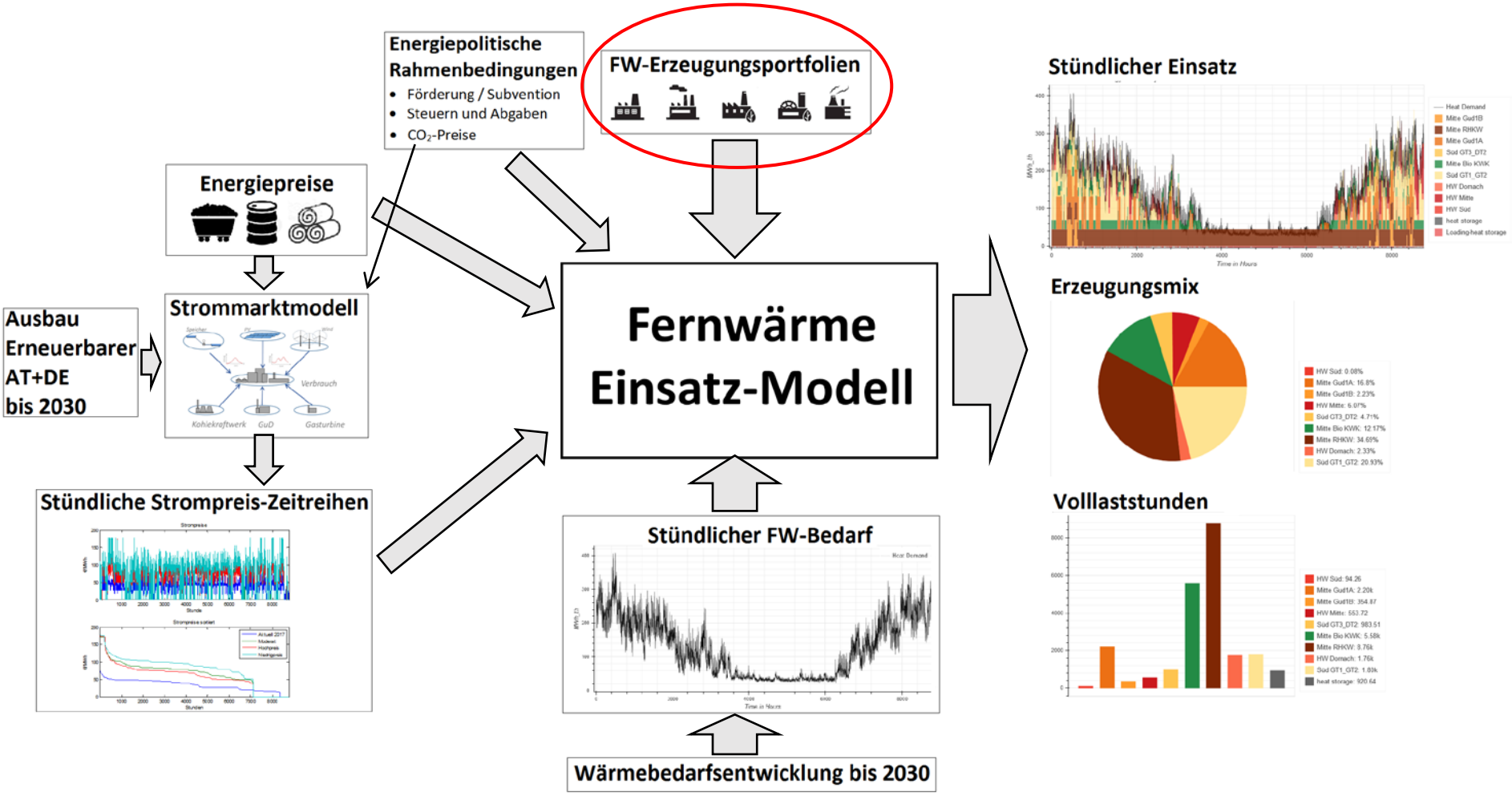
→ RES-Anteil: RES-Faktoren je Energieträger * Wärmemenge / Fernwärmebedarf

- Biomasse, Abwärme: 1
- Wärmepumpe: Anteil der Umgebungswärme (1/(COP-1))
- Erdgas: 0

→ CO_2-Emissionen im ETS: CO_2-Faktoren je Energieträger * Input-Energie

- Erdgas 0.2 t/MWh
- Biomasse, Abwärme: 0 t/MWh

Methodik-Übersicht: Erzeugungsportfolien

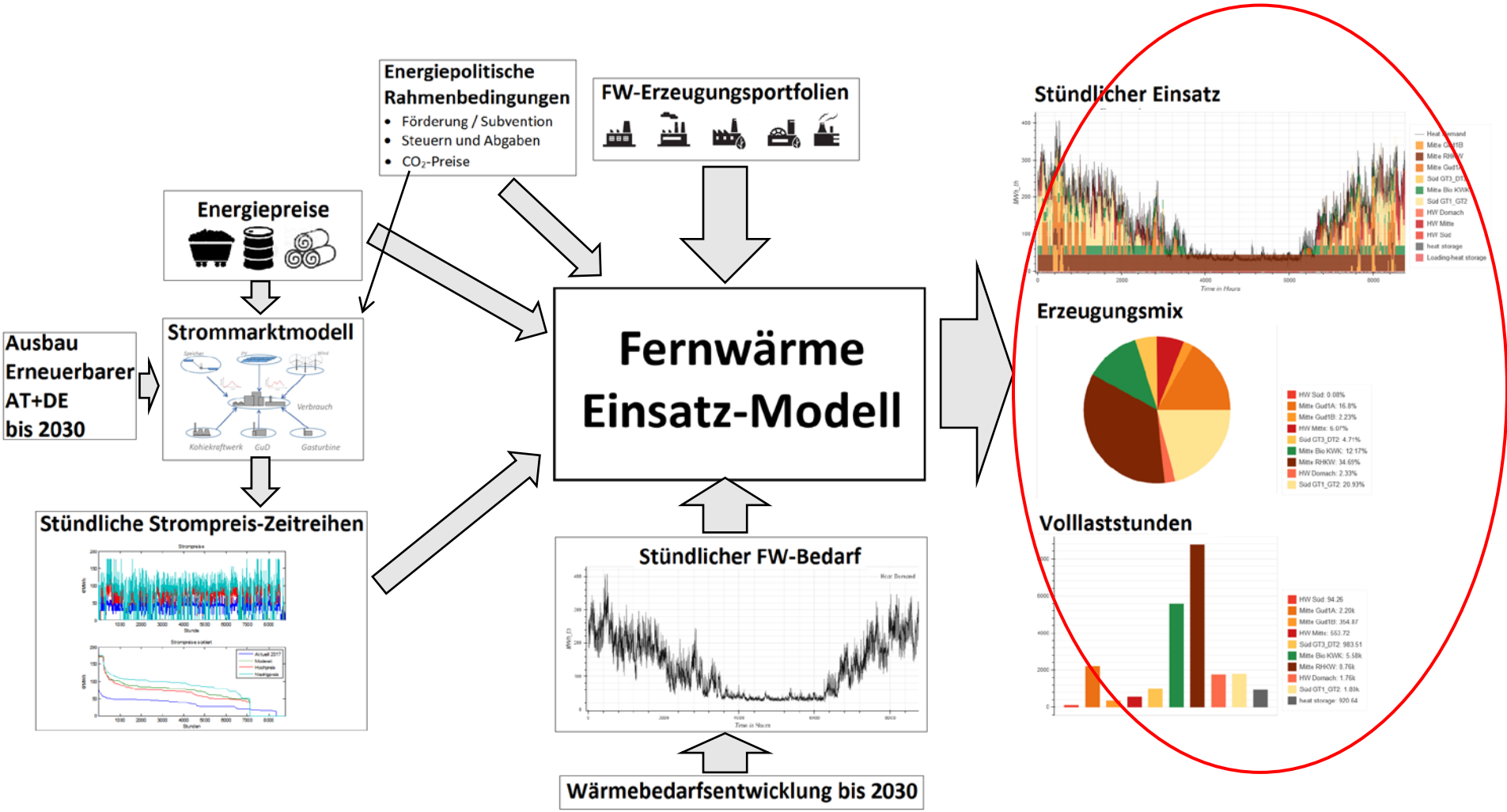


FW-Erzeugungsportfolien

- P0 - Status Quo
  - Derzeitiges Portfolio (100% thermische Leistung)
- P1 - Wärmepumpenportfolio
  - Zubau 10% Leistung an Wärmepumpen
    + 133% Speicherleistung
    + 154% Speicherkapazität
- P2 - Abwärme
  - Zubau 5% Leistung Abwärme
    + 5% Leistung Abwärme über Wärmepumpe
- P3 - Biomasse KWK
  - Zubau 5% Leistung Bio KWK
    + 3.5% Leistung Rauchgaswärmepumpe
- P4 - Erneuerbare
  - Ausstieg fossile KWK (-61%)
  - Zubau 5% Abwärme direkt + 5% MW Abwärme über Wärmepumpe
  - Zubau 17% weitere Wärmepumpen
  - Zubau 17.5% Spitzenkessel
  - + 233% Speicherleistung
    + 900% Speicherkapazität

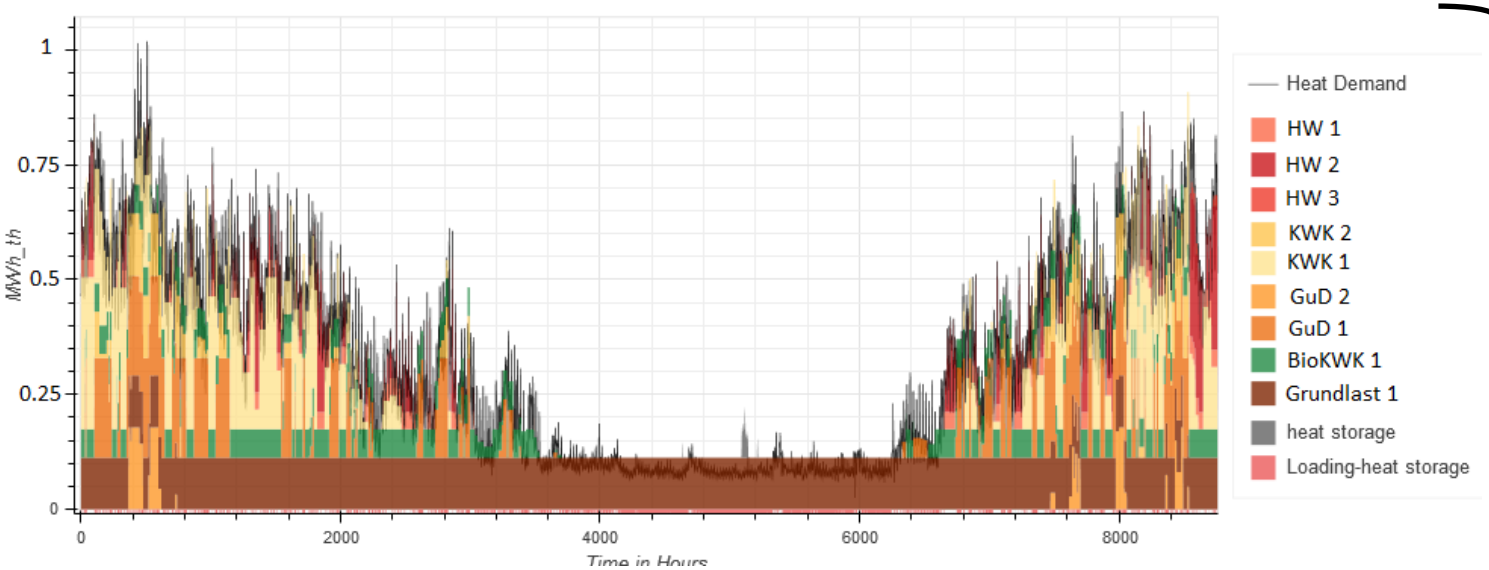
Portfolio	Erforderl. (Re-) Investitionen	Therm. Erzeugungskapazität	Speicherleistung	Speicherkapazität
P0 Status Quo	100%	100%	100%	100%
P1 Wärme-pumpe	132%	110%	233%	254%
P2 Abwärme	118%	110%	100%	100%
P3 Biomasse KWK	138%	108.5%	100%	100%
P4 RES	93%	84%	333%	1000%

Methodik-Übersicht: Ergebnisse

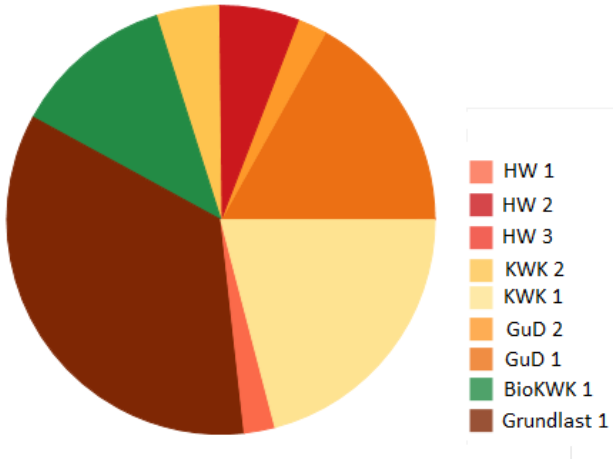


Beispielergebnisse – Status quo: Szenario Aktuell_2017
Stündlicher Einsatz, Erzeugungsmix, Volllaststunden

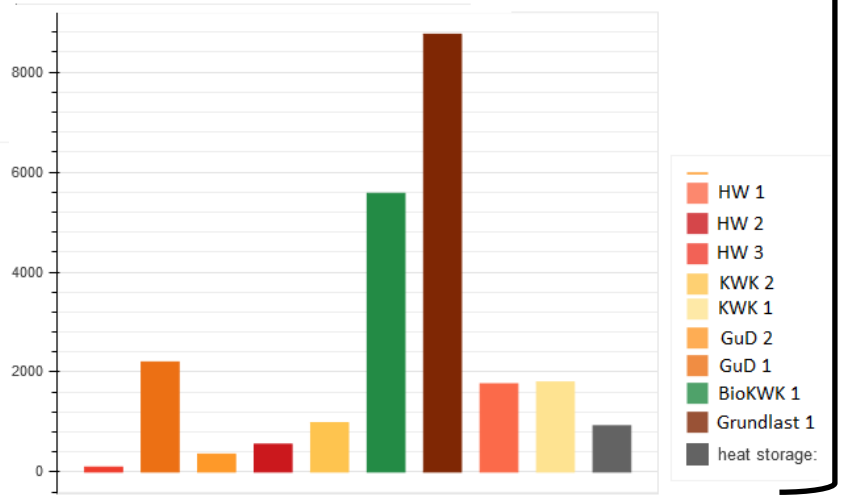
Stündlicher Einsatz



Erzeugungsmix



Volllaststunden



- Wärme-transfer-kosten
- RES-Anteile

Energy Economics Group

TU WIEN

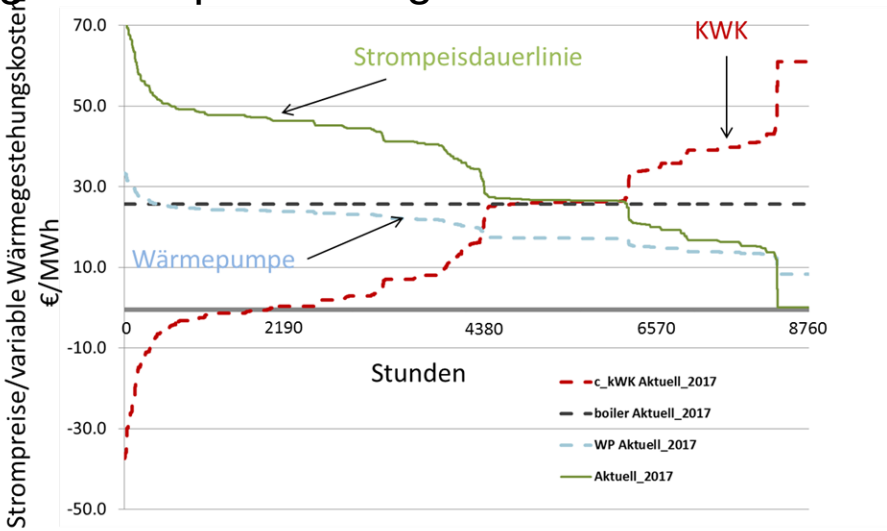
Zusammenfassung der Ergebnisse der Portfolien

- Vermehrte Stunden mit hohen Strompreisen und auch im Durchschnitt höhere Strompreise in den Strompreisszenarien
  - Fossile Gas-KWK im Szenario 2017 bis zu 2200h im Jahr wirtschaftlich
  - Im für KWK positivsten Szenario 2030 bis zu 4000h (trotz wärmegeführtem Betrieb)

  → höhere Emissionen und geringere RES Anteile in diesen Preisszenarien
- Situation für Wärmepumpentechnologien im Szenario 2017 sehr gut
  - Bei COP's zwischen 3.5 und 4 dzt. über 4000h pro Jahr möglich
  - Im für WP pessimistischsten Szenario 2030 1600h bis 1800h
    - Minimale Betriebsstunden durch Stunden mit sehr niedrigen Strompreisen
- Biomasse aktuell und auch 2030 nur mit entsprechender politischer Unterstützung konkurrenzfähig
  - Wirtschaftlichere Gas-KWK verdrängt Biomasse KWK
- Abwärmeintegration mit 15 EUR/MWh erlaubt dzt. einen erheblichen Beitrag
  - Wirtschaftlichere Gas-KWK verdrängt auch Abwärmeintegration
- Alle modellierten Speicheroptionen erfahren erhöhte Nutzung
  - Kurzfristige Entkopplung der Stromerzeugung und des Wärmebedarfes zur Optimierung des Anlageneinsatzes

Schlussfolgerungen und Key-Messages

- Erneuerbare Stromerzeugung → höhere Volatilität zukünftiger Strompreise (Stunden sowohl mit sehr niedrigen aber auch mit sehr hohen Strompreisen)
  - Anzahl der Stunden? Welche Anlagen im Mittelbereich preissetzend? CO_2 Preis?
- Höhere Flexibilitätsanforderungen an die Erzeugungsanlagen (schnelles und oftmaliges Anfahren und Ausschalten, weniger Dauerlastbetrieb)
- Portfolio muss auf hohe aber auch auf niedrige Strompreise reagieren können
  - Wärmepumpen ←→ KWK Anlagen



- Steigerung RES-H Anteils 1%-Punkt pro Jahr möglich
  - Erneuerbaren-Portfolio erzielt mit Abstand höchsten Anteil an Erneuerbaren und mit Abstand geringsten CO2 Emissionen
  - Ähnliche oder sogar niedrigere Wärmetransferkosten
    - Allerdings vergebene Erlös-Chance bei Szenarien mit hohen Strompreisen
    - Verlust der Elektrizitätserzeugung / Stützung Residuallast im Winter
- Zukünftige Rolle der konventionellen Elektrizitätserzeugung?
  - KWK? Reserveenergie? Gas-KWK verdrängt Kohle?

Richard Büchele

buechele@eeg.tuwien.ac.at

Orig. Photo: Patrick Stargardt