

IMPLIKATIONEN DER HYBRIDEINSPEISUNG PV-WIND

AUS SICHT DER DWAG



www.denkerwulf.de

ÜBERBLICK

1. Zur DWAG
2. Motivation und Betrachtungsweise
3. Zentrale Ergebnisse der Studien
4. Weiterführende Fragen und Problemstellungen

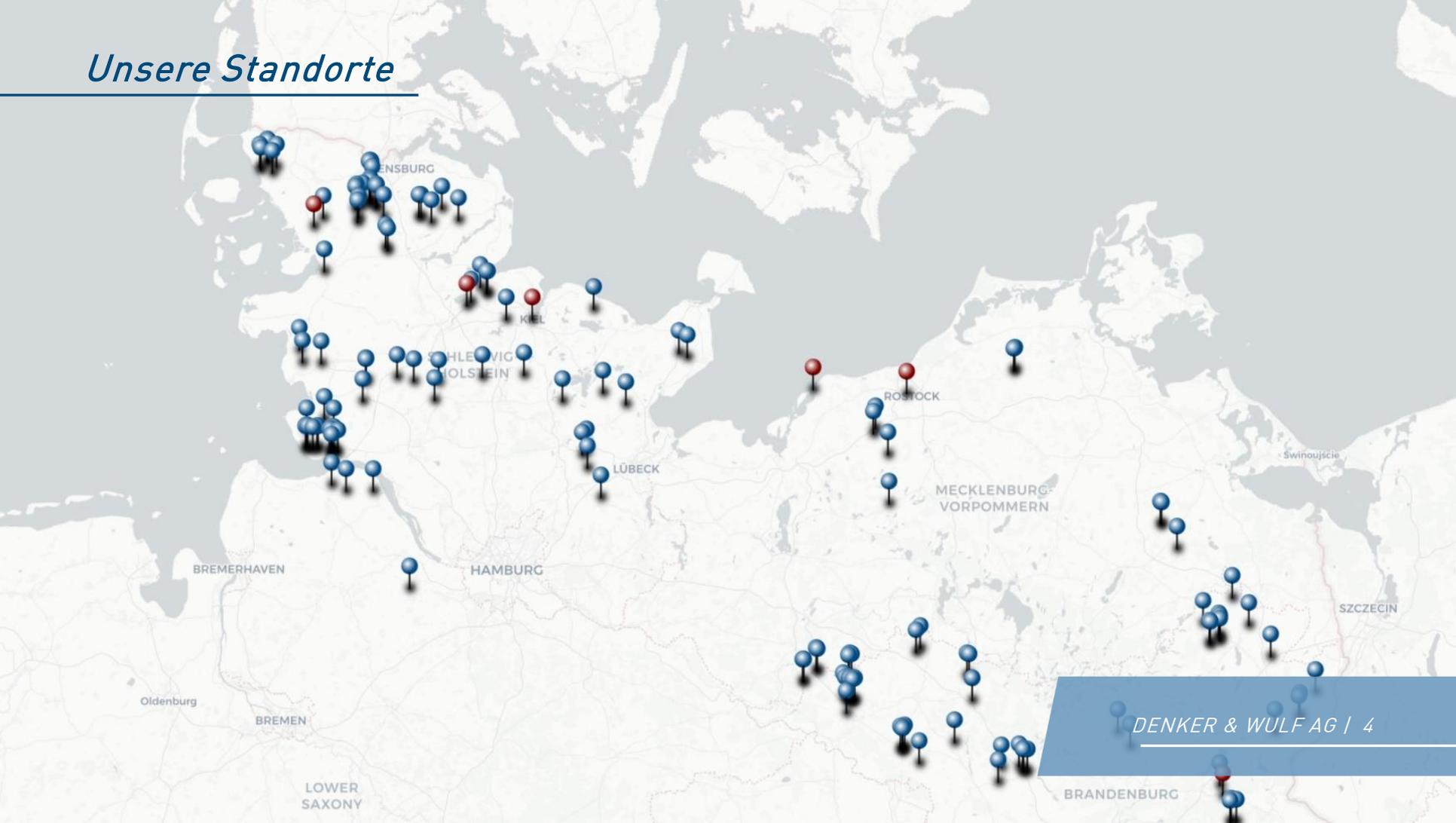


ÜBERBLICK

1. Zur DWAG
2. Motivation und Betrachtungsweise
3. Zentrale Ergebnisse der Studien
4. Weiterführende Fragen und Problemstellungen



Unsere Standorte



Neue Märkte



Freiflächen-PV



Großspeicher



Wärmeconzepte



Energetische Gebäudeconzepte

- Aufdach-PV
- Energiespeicher
- Wärmeversorgung



Innovative PV

- Agri-PV
- Moor-PV
- Biodiversitäts-PV



Ladeparks



Power-to-X



**iKWK: INNOVATIVE
KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG
IN PAPENBURG**



Hafenwärme

Ein Joint Venture mit der
Glood GmbH | Power to Heat



**RECHENZENTRUM MIT
ABWÄRME-NUTZUNG
FÜR ALGENFARM**



Rechnen Sie mit Wind

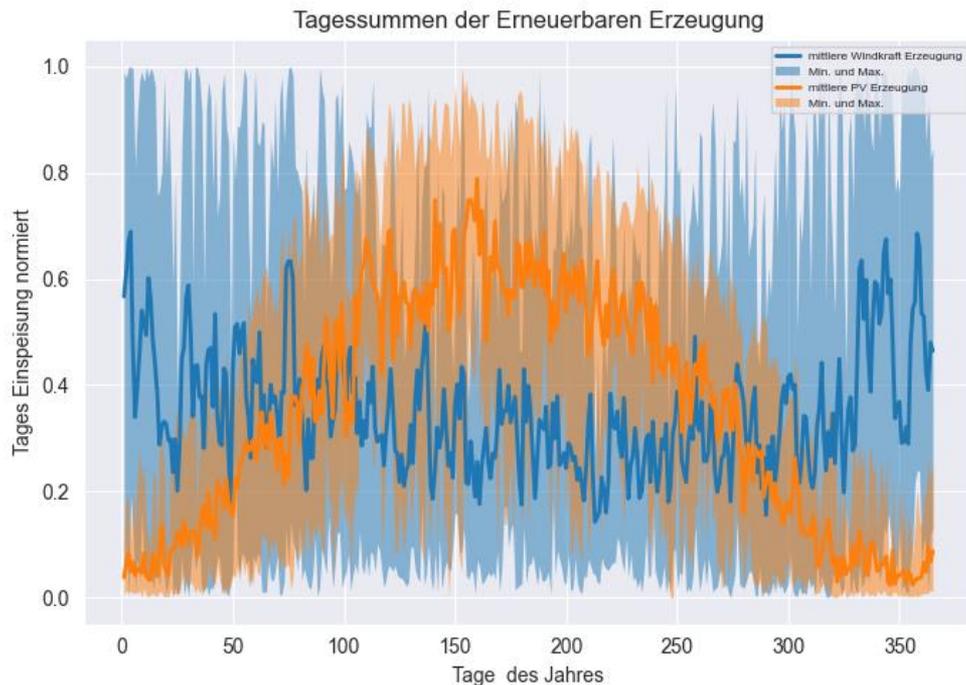


ÜBERBLICK

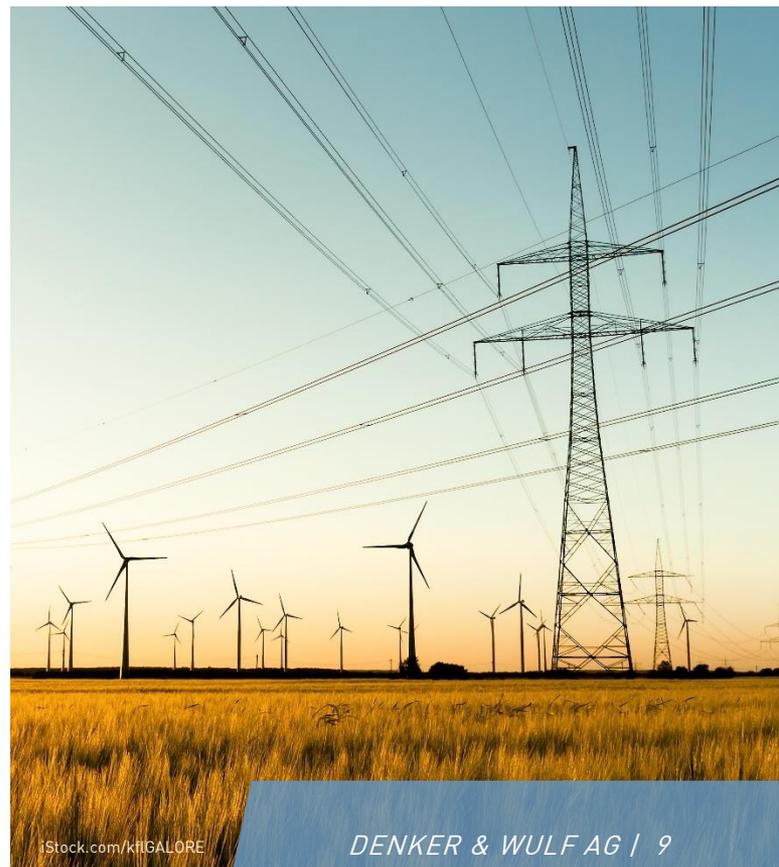
1. Zur DWAG
2. Motivation und Betrachtungsweise
3. Zentrale Ergebnisse der Studien
4. Weiterführende Fragen und Problemstellungen



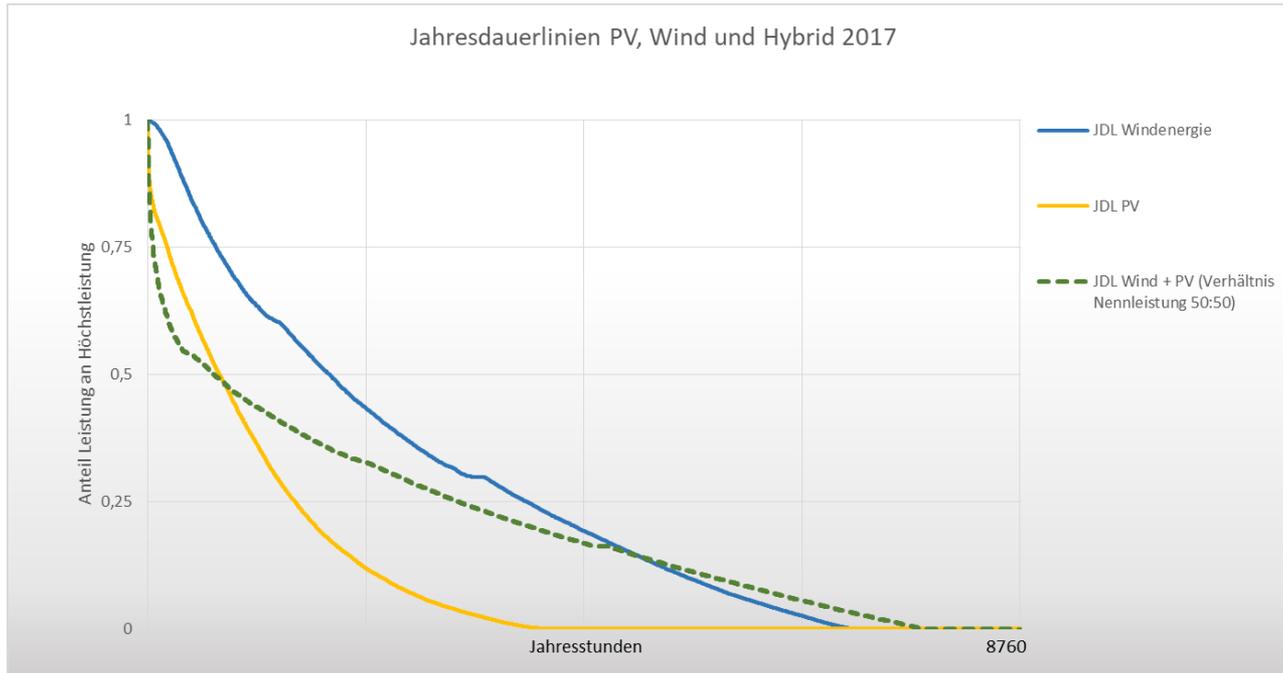
SAISONALE UNGLEICHZEITIGKEIT



Eigene Darstellung

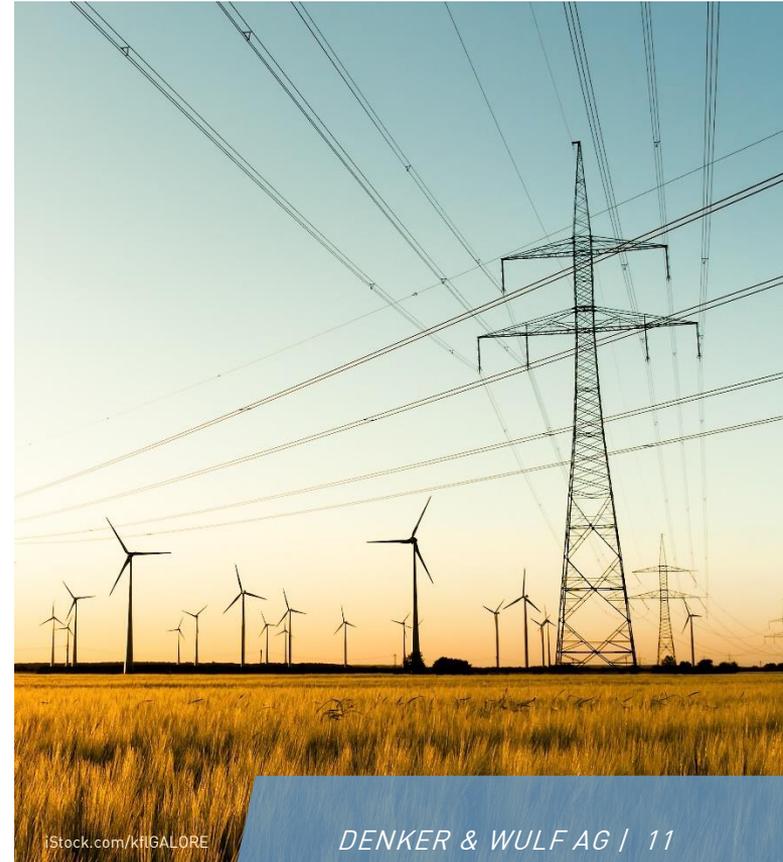


JAHRESDAUERLINIEN GLÄTTEN SEIT 2017



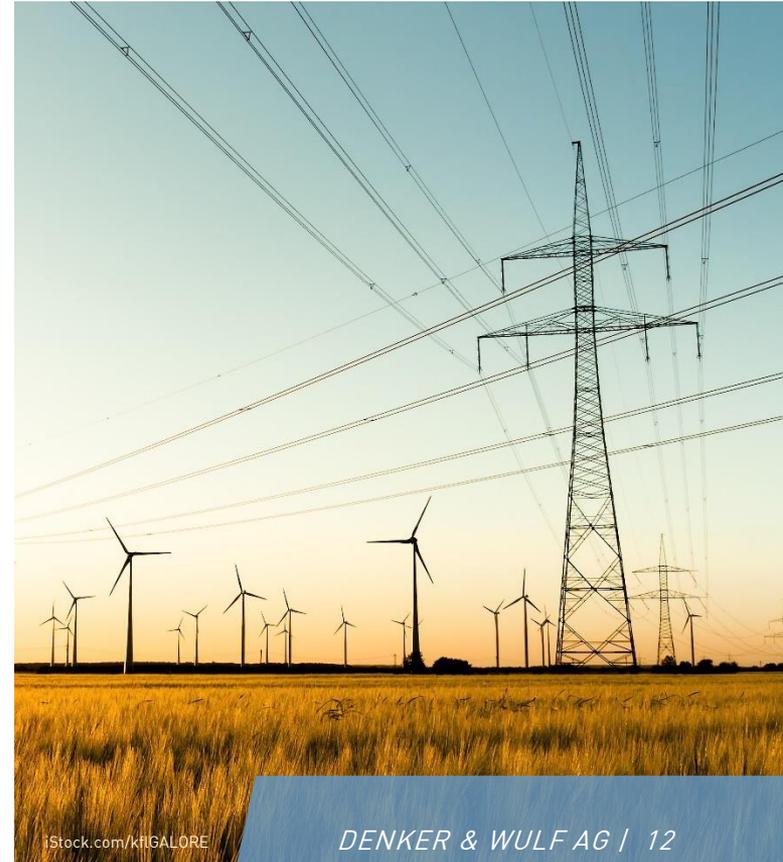
MOTIVATION DER STUDIE

- Kosten und Lieferzeiten für Komponenten steigen
- Verzicht auf weitestgehend ungenutzte Kapazitäten schont knappe Ressourcen
- Neue NVP zu realisieren wird mit zunehmendem und beschleunigtem Ausbau von Wind und PV herausfordernder
- Aufwand für VNB kann durch weniger Anschlusspunkte reduziert werden



KONTEXT DER STUDIE

- Nebenprodukt des F&E-Projekts *SAIAFLEX*
- Begriffsbestimmung „Hybrideinspeisung“
- Grundidee stammt bereits aus ersten Überlegungen zur Ausgestaltung der Innovationausschreibung (2016/17)
- Techno-ökonomische Betrachtung
- Ausgangspunkt **Bestandswindpark mit zusätzlicher PV-Leistung**
- Fokus auf südausgerichtete Anlagen



ÜBERBLICK

1. Zur DWAG
2. Motivation und Betrachtungsweise
3. Zentrale Ergebnisse der Studien
4. Weiterführende Fragen und Problemstellungen



BEISPIEL DW-SIMULATIONSTOOL

```
In [17]: crutailment = (typical_hour10['power_crutailed'].sum())
sum_generation = (typical_hour10['power_total']-typical_hour10['power_crutailed']
pv_generation = (typical_hour10['PV_output'].sum())
pv_fullloadhours = (typical_hour10['PV_output'].sum())/(1.2*37660)
wea_generation = (typical_hour10['WEA_Power'].sum())
wea_fullloadhours = (typical_hour10['WEA_Power'].sum())/63000
print(f'Summe der Abgeregelten Energie in kWh: {round(crutailment,2)}')
print(f'Summe der Abgeregelten Energie in %: {round((crutailment/sum_generation)
print(f'Summe der eingespeisten Energie in kWh: {round(sum_generation,2)}')
print(f'Summe der erzeugten PV-Energie ohne Abregelung in kWh: {round(pv_generat
print(f'Summe der erzeugten PV-Energie ohne Abregelung in kWh: {round(pv_generat
print(f'Summe erzeugten WEA-Energie ohne Abregelung in kWh: {round(wea_generatio
print(f'Summe erzeugten WEA-Energie ohne Abregelung in kWh: {round(wea_generatio
```

```
Summe der Abgeregelten Energie in kWh: 897913.42
Summe der Abgeregelten Energie in %: 0.35
Summe der eingespeisten Energie in kWh: 260239670.73
Summe der erzeugten PV-Energie ohne Abregelung in kWh: 40033011.87
PV Vollaststunden: 885.84
Summe erzeugten WEA-Energie ohne Abregelung in kWh: 221111283.47
WEA Vollaststunden: 3509.7
```

```
In [18]: crutailment = (typical_hour15['power_crutailed'].sum())
sum_generation = (typical_hour15['power_total']-typical_hour10['power_crutailed']
pv_generation = (typical_hour15['PV_output'].sum())
pv_fullloadhours = (typical_hour15['PV_output'].sum())/(1.2*37660)
wea_generation = (typical_hour15['WEA_Power'].sum())
wea_fullloadhours = (typical_hour15['WEA_Power'].sum())/63000
print(f'Summe der Abgeregelten Energie in kWh: {round(crutailment,2)}')
print(f'Summe der Abgeregelten Energie in %: {round((crutailment/sum_generation)
print(f'Summe der eingespeisten Energie in kWh: {round(sum_generation,2)}')
print(f'Summe der erzeugten PV-Energie ohne Abregelung in kWh: {round(pv_generat
print(f'Summe der erzeugten PV-Energie ohne Abregelung in kWh: {round(pv_generat
print(f'Summe erzeugten WEA-Energie ohne Abregelung in kWh: {round(wea_generatio
print(f'Summe erzeugten WEA-Energie ohne Abregelung in kWh: {round(wea_generatio
```

```
Summe der Abgeregelten Energie in kWh: 1004337.25
Summe der Abgeregelten Energie in %: 0.38
Summe der eingespeisten Energie in kWh: 261048865.56
Summe der erzeugten PV-Energie ohne Abregelung in kWh: 40842206.69
PV Vollaststunden: 983.75
Summe erzeugten WEA-Energie ohne Abregelung in kWh: 221111283.47
WEA Vollaststunden: 3509.7
```

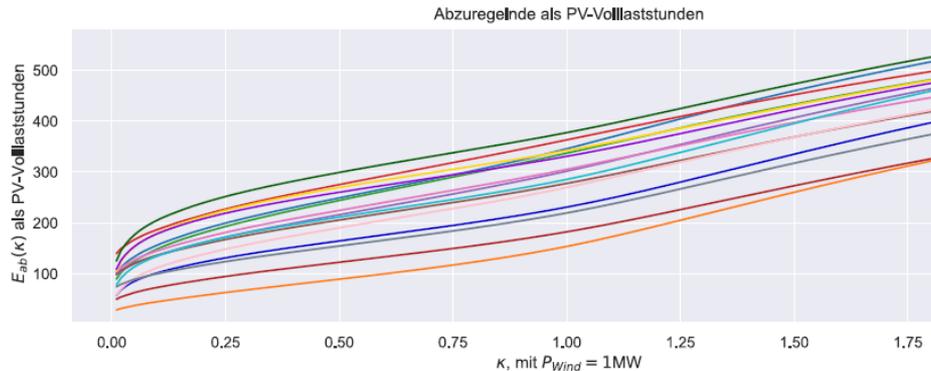
```
In [28]: fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(1, 1, 1)
sns.histplot(typical_hour10['power_total'], bins=500)
ax.set_title('Histogram Erzeugung')
```

```
Out[28]: Text(0.5, 1.0, 'Histogram Erzeugung')
```



ABZUREGELNDE ENERGIE

- 15-30% abzuregelnde Energie (bezogen auf PV-Erzeugung) im gewinnmaximierenden Punkt
- Hohe Standortabhängigkeit



STANDORTEINFLUSS

- 15 Standorte
- Entscheidend für die Abregelung ist das Verhältnis der Volllaststunden, wobei die Windhöffigkeit ausschlaggebend ist
- Grobe Schätzfunktion zur Ermittlung des „optimalen“ PV-Wind-Verhältnisses, in Abhängigkeit der VLH-Ratio



STANDORTEINFLUSS

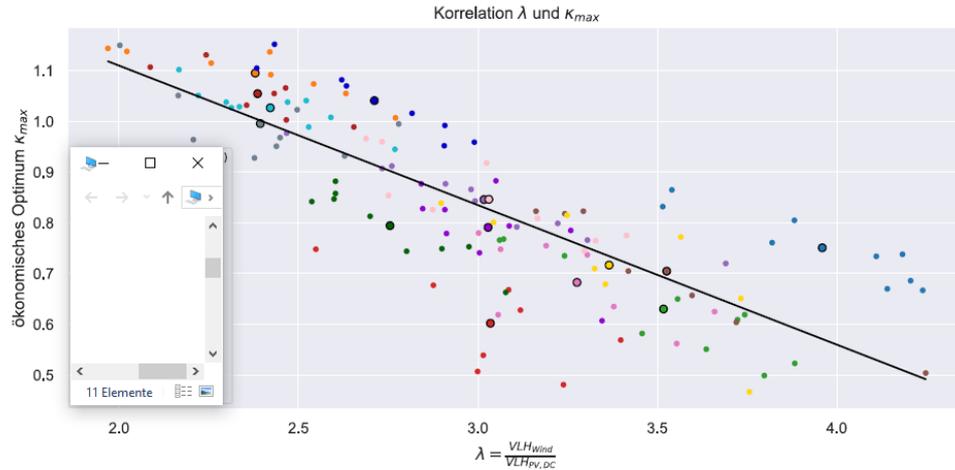


Abbildung 6.5: Korrelation des ökonomischen Optimums κ_{max} und λ



ÖKONOMISCHES OPTIMUM

- Abnehmender Grenznutzen:
Gewinnmaximum liegt an dem Punkt, an dem der Grenzerlös den Grenzkosten entspricht (bezogen auf zusätzliche installierte Leistung)
- Gewinnmaximierendes PV-Wind-Verhältnis unter den verwendeten Annahmen zwischen 0,6 und 1,1
- Aber Vorsicht: Hier wird die Annahme getroffen, dass die zusätzliche PV-Leistung immer abregelt.



UNTERSCHIEDE BEE-TOOL

- Betrachtung abgeregelter Energie in Bezug auf PV als **zusätzliches** Projekt im betriebswirtschaftlichen Kontext (DW), im Gegensatz zu prozentualer Abregelung im Verhältnis zur Gesamtenergie (BEE)
- Geographische Granularität des BEE-Tools ist deutlich höher; dafür können bei DW beliebige Wetterdatenformate verwendet werden
- DW unterscheidet zwischen drei WEA-Typen, je nach Region – führt zu (tolerierbaren) Abweichungen der Ergebnisse
- Bezogen auf die Ausgabe der abgeregelten Energiemengen allgemein deckungsgleiche Aussagen (gewisse Adjustierung bei der Eingabe vorausgesetzt)



ÜBERBLICK

1. Zur DWAG
2. Motivation und Betrachtungsweise
3. Zentrale Ergebnisse der Studien
4. Weiterführende Fragen und Problemstellungen



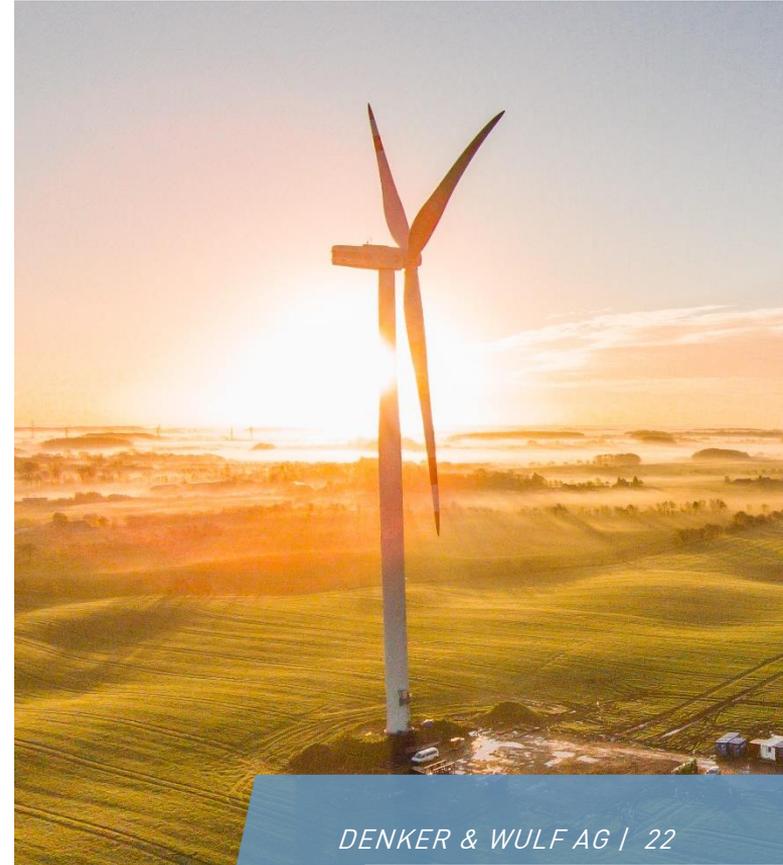
AUSBLICK

- Von der Glättung der Jahresdauerlinie zu fahrplanbasierter Einspeisung?
- Wirtschaftlicher Vergleich zwischen Hybrideinspeisung mit hohem Überbauungsgrad vs. kleiner dimensionierter AC-Komponenten?
- Einfluss von Hybrideinspeisung auf die konkreten Kosten des Netzbetriebs, einschließlich Redispatch 2.0?
- Transparenz der Netzbetreiber hinsichtlich des Umgangs mit Hybrideinspeisungsanfragen: Differenzierung des Einspeiseprofiles? Was ist mit Speichern?



OFFENE PROBLEME

- Hybrideinspeisung selbst löst keine netzbedingten Engpässe
- Bei Gleichzeitigkeit von Redispatch und örtlich bedingter Abregelung Verlagerung der Kosten auf den Anschlussnehmer → erübrigt sich das künftig aufgrund des Marktes?
- Unterstützung von Hybrideinspeisung durch die VNB scheint bislang noch überwiegend deklaratorischer Natur zu sein
- Weitergedacht: Wann müssen die Netzbetreiber beginnen, ihre Komponenten (einspeise)anschlusstechnisch zu „überbauen“?



Hybrideinspeisung PV-Wind

VIELEN DANK!

Implikationen der Hybrideinspeisung PV-
Wind aus Sicht der DWAG

Christian Jonathan Castro
Head of Business Development
castro@denkerwulf.de

