

# **IMPLIKATIONEN DER HYBRIDEINSPEISUNG PV-WIND**

*AUS SICHT DER DWAG*



[www.denkerwulf.de](http://www.denkerwulf.de)

## **ÜBERBLICK**

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

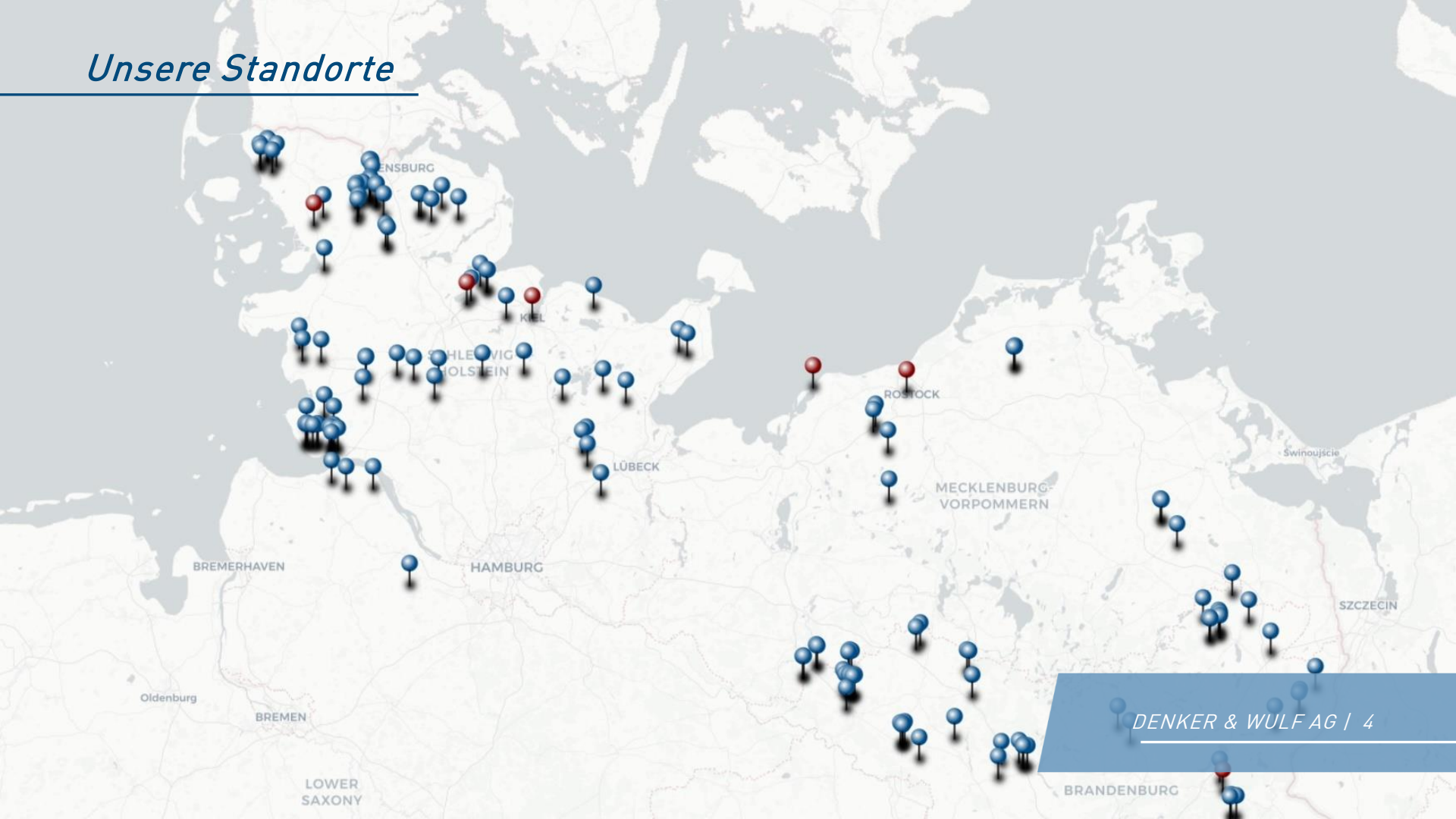


## **ÜBERBLICK**

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



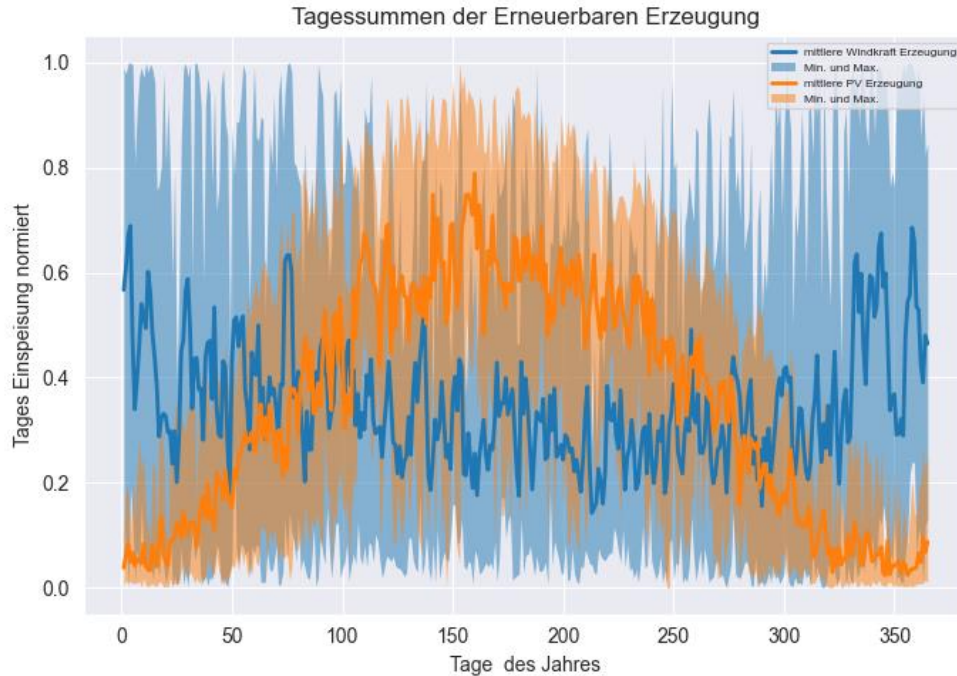
## **ÜBERBLICK**

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

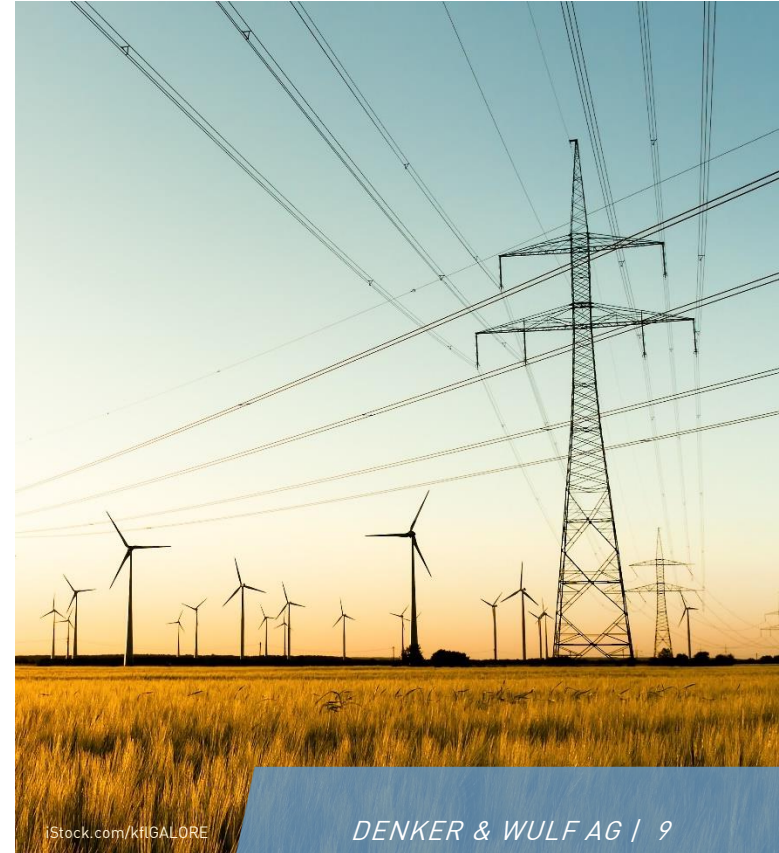




## SAISONALE UNGLEICHZEITIGKEIT



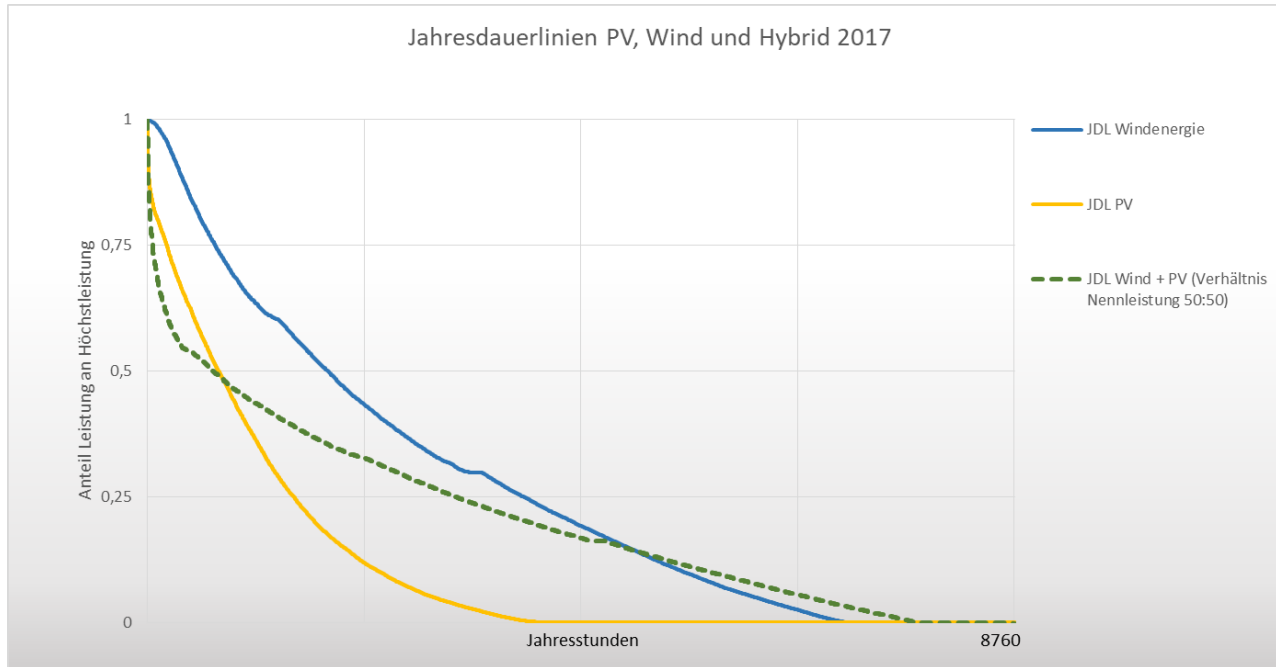
Eigene Darstellung



Stock.com/ktGALORE

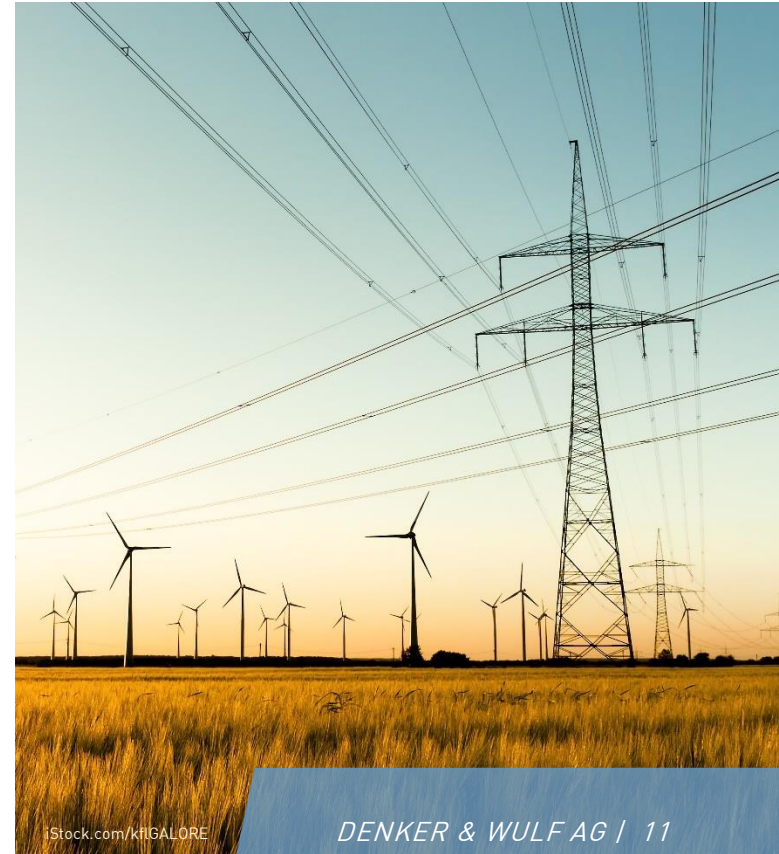
DENKER & WULF AG | 9

## JAHRESDAUERLINIEN GLÄTTEN SEIT 2017



### **MOTIVATION DER STUDIE**

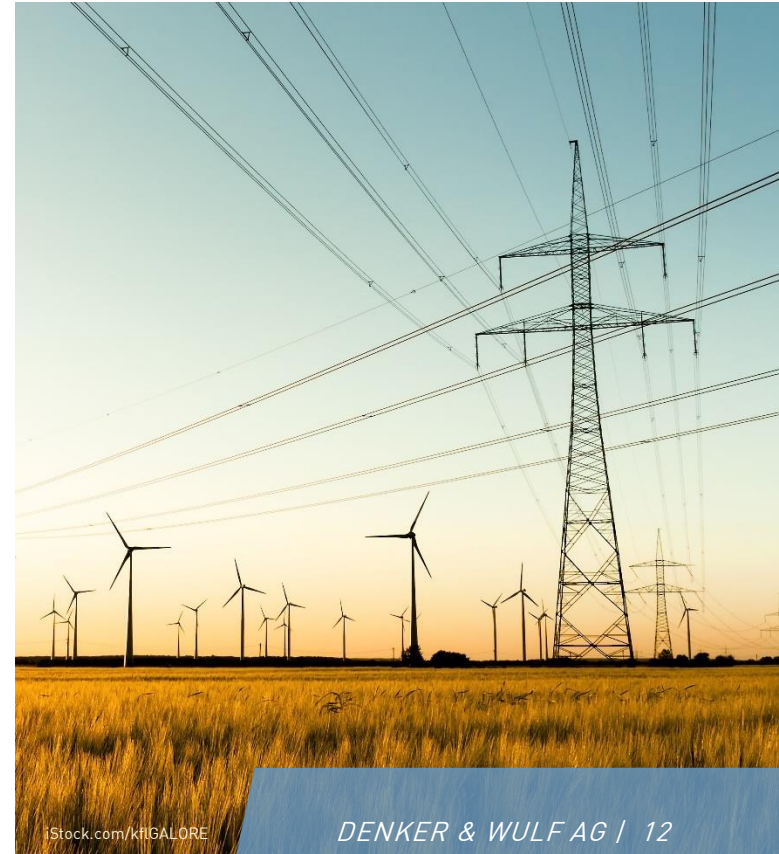
- Kosten und Lieferzeiten für Komponenten steigen
- Verzicht auf weitestgehend ungenutzte Kapazitäten schont knappe Ressourcen
- Neue NVP zu realisieren wird mit zunehmendem und beschleunigtem Ausbau von Wind und PV herausfordernder
- Aufwand für VNB kann durch weniger Anschlusspunkte reduziert werden



Stock.com/ktGALORE

### **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
```

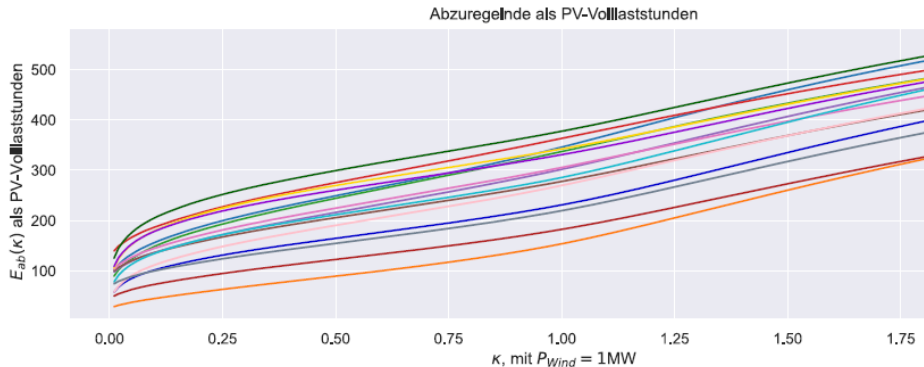
```
In [28]: fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(1, 1, 1)
sns.histplot(typical_hour10['power_total'], bins=500)
ax.set_title('Histogram Erzeugung')
```

```
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

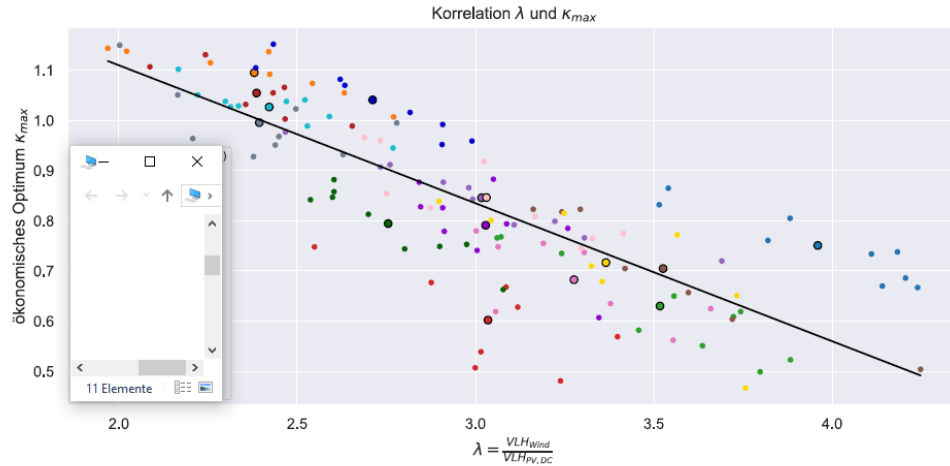


Abbildung 6.5: Korrelation des ökonomischen Optimums  $\kappa_{max}$  und  $\lambda$



### **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

