

# Ausblick auf 100% Strom aus Photovoltaik in Ulm

Holger Ruf

Smart Grids Week 2013  
Salzburg, 16. Mai 2013



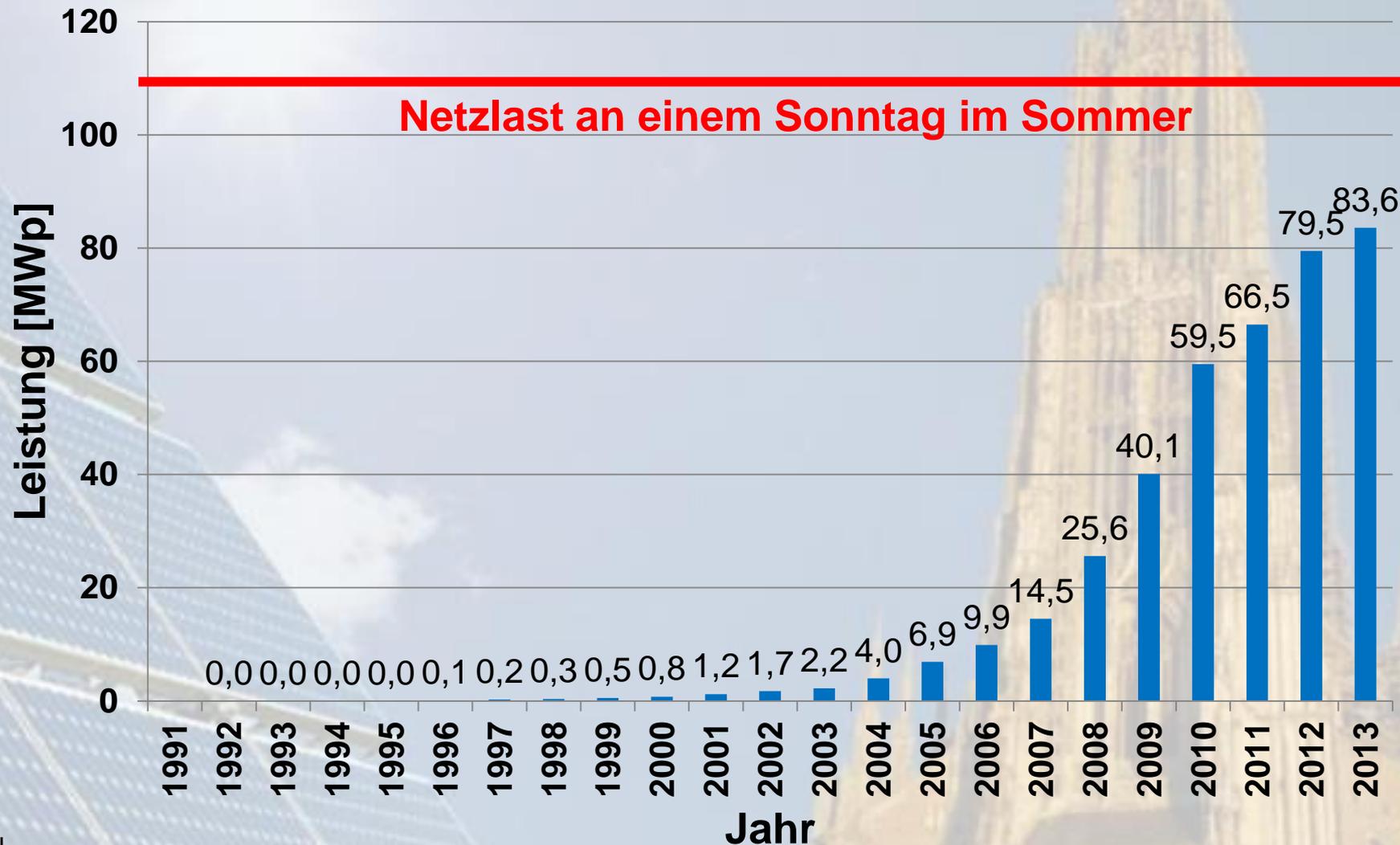


# Inhalt

- ▶ Photovoltaik in Ulm
  
- ▶ Testgebiet
  - ▶ Motivation
  - ▶ Struktur
  - ▶ Dachpotentialanalyse
  - ▶ Simulation
  - ▶ Messergebnisse
  
- ▶ Zusammenfassung



# Entwicklung Photovoltaik in Ulm





## Motivation

# Pro-Aktive Integration von Photovoltaik

- ▶ Wie muss das Stromnetz für einen hohen Anteil von PV umgebaut werden?
- ▶ Was sind nachhaltige technische Lösungen?
- ▶ Was kosten diese Lösungen?
- ▶ Welche Lösungen sind wirtschaftlich?





# Smart Solar Grid - Ulm Testgebiet 1

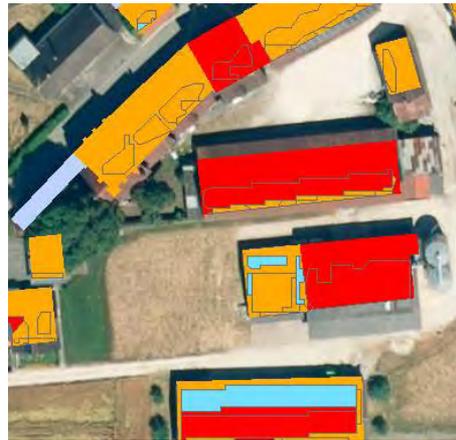


- ▶ Trafo 630 kVA
- ▶ 133 Häuser
- ▶ Photovoltaik 2012:  
230 kWp
- ▶ 2 Jahre Messdaten in  
Sekunden für alle 8  
Abgänge

# Dachpotentialanalyse Ulm – Erfahrungen

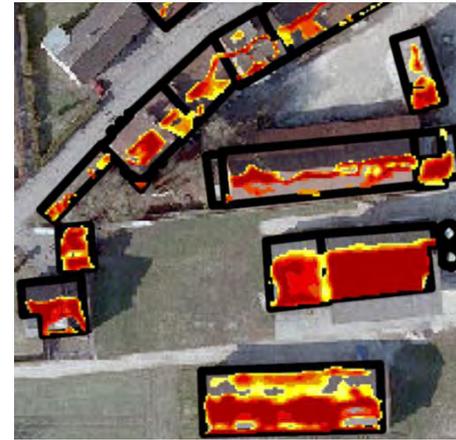


Luftbild (GoogleMaps)



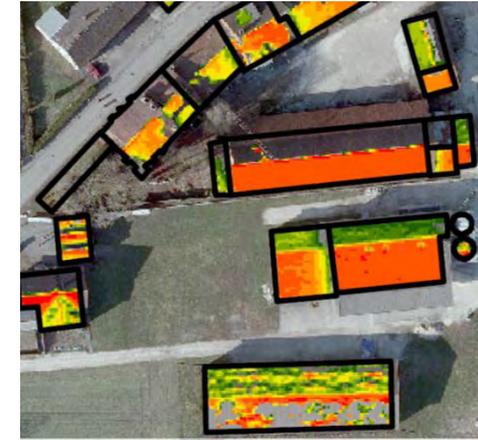
LUBW Potentialatlas EE

- Alte Daten (März 2002)
- Grobschätzung (Punktdichte und/oder Punktverteilung zu gering)



SunArea+GridIt

- Unbefriedigende Ergebnisse durch automatische photogrammetrische Analyse

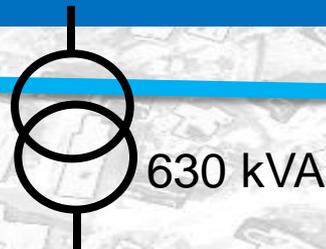


SunArea+Blom

- Bessere Ergebnisse
- Weiterhin Probleme mit bestehender PV



# Pro-Aktive Stromnetzplanung

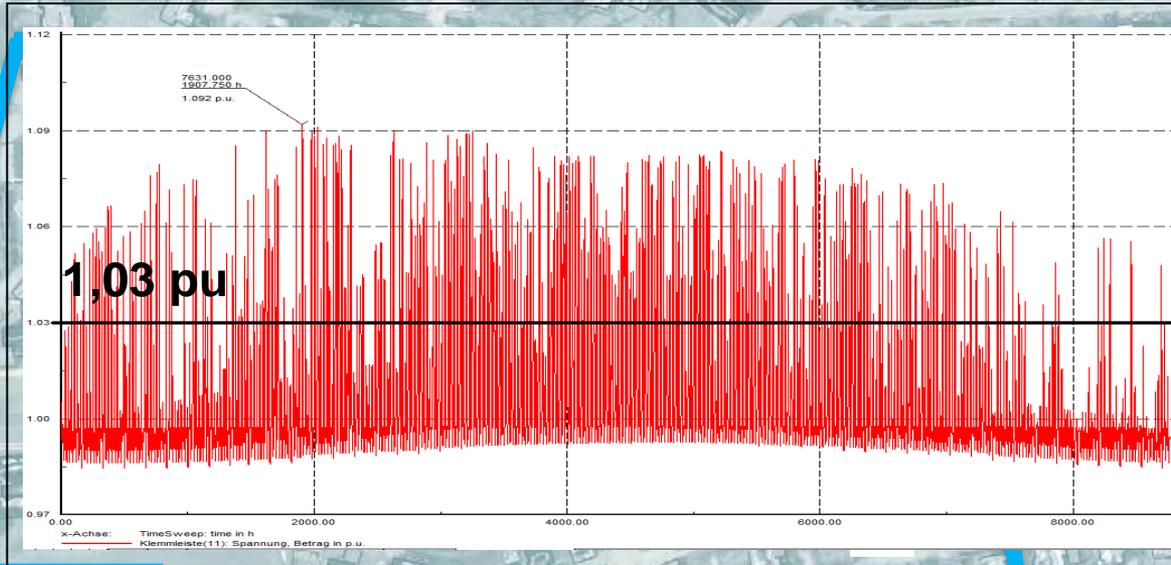


Feeder	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Buildings	5	7	43	23	11	11	7	23	130
Load (MWh)	28	31	203	67	77	76	67	173	767
PV-2011(kWp)	8	40	13	11	0	35	61	53	222
Penetration [%]	29	129	6	16	0	46	91	31	29
PV-100% [kWp]	56	45	361	245	120	215	243	145	1430
Feeder load [%]	30	14	170	96	57	111	150	22	
Voltage rise [pu]	1	1,00	1,09	1,04	1,03	1,07	1,11	1,05	



# Pro-Aktive Netzplanung – Leitungsverstärkung

Abgang 3 – PV100%



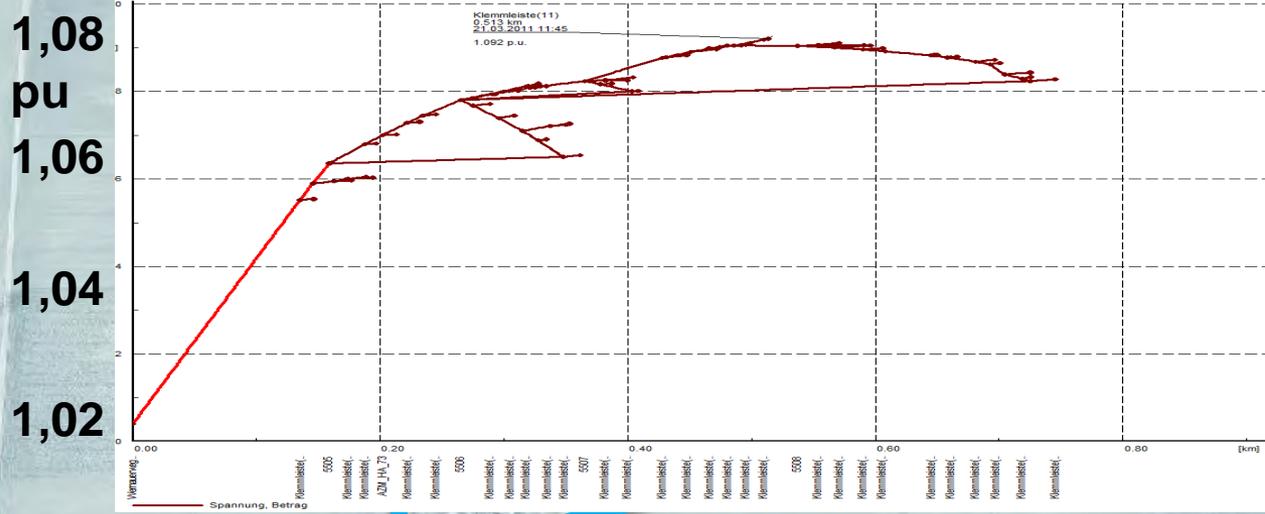
Heute:

- ▶ 130 Gebäude
- ▶ Last 767 MWh
- ▶ PV-2011 222 kWp
- ▶ Trafo 630 kVA

Morgen:

- ▶ PV-100% 1.430 kWp
- ▶ Trafo **227 %**
- ▶ Trafoabgänge

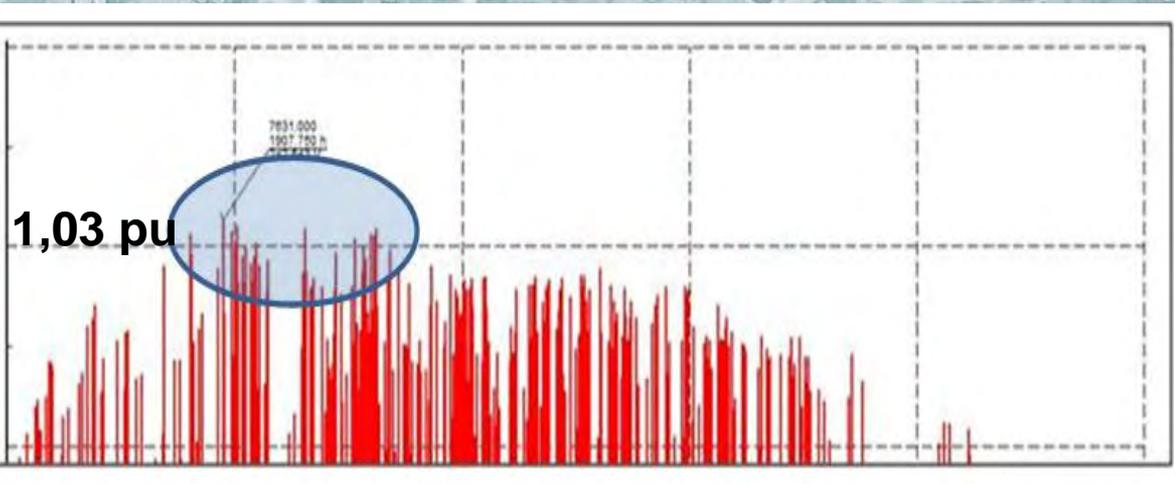
	Auslastung	Spannung
▶ 1	30%	1,00
▶ 2	14%	1,00
▶ 3	<b>170%</b>	<b>1,09</b>
▶ 4	<b>96%</b>	<b>1,04</b>
▶ 5	57%	1,03
▶ 6	<b>111%</b>	<b>1,07</b>
▶ 7	<b>150%</b>	<b>1,11</b>
▶ 8	22%	<b>1,05</b>





# Pro-Aktive Netzplanung – Einspeisemanagement

Abgang 8 – PV100%



## Einspeisemanagement statt Leitungsverstärkung

- ✓ Gezielte Abregelung an wenigen Tagen im Jahr
- ✓ Energieverlust 0,3%

Heute:

- ▶ 130 Gebäude
- ▶ Last 767 MWh
- ▶ PV-2011 222 kWp
- ▶ Trafo 630 kVA

Morgen:

- ▶ PV-100% 1.430 kWp
- ▶ Trafo **227 %**
- ▶ Trafoabgänge

	Auslastung	Spannung
▶ 1	30%	1,00
▶ 2	14%	1,00
▶ 3	<b>170%</b>	<b>1,09</b>
▶ 4	<b>96%</b>	<b>1,04</b>
▶ 5	57%	1,03
▶ 6	<b>111%</b>	<b>1,07</b>
▶ 7	<b>150%</b>	<b>1,11</b>
▶ 8	22%	<b>1,05</b> <sup>9</sup>



# Messungen Spannung an der Sammelschiene

April May June July August September October November December

Day of Month

Voltage U1

24:00

207V

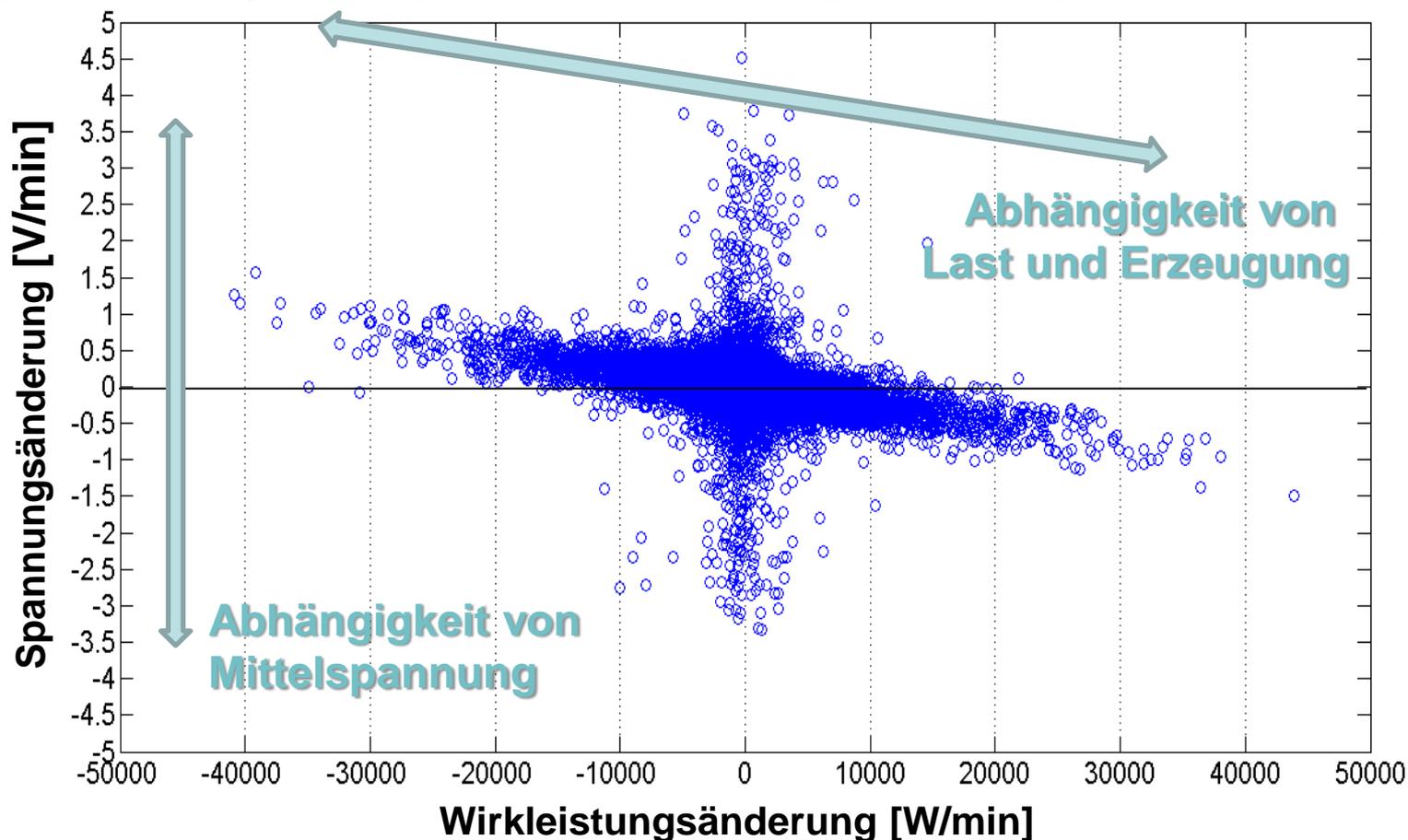
230V

253V



# Einfluss der Mittelspannung

August 2011: Spannungs- und Wirkleistungsänderung L1, Minutenmittelwerte

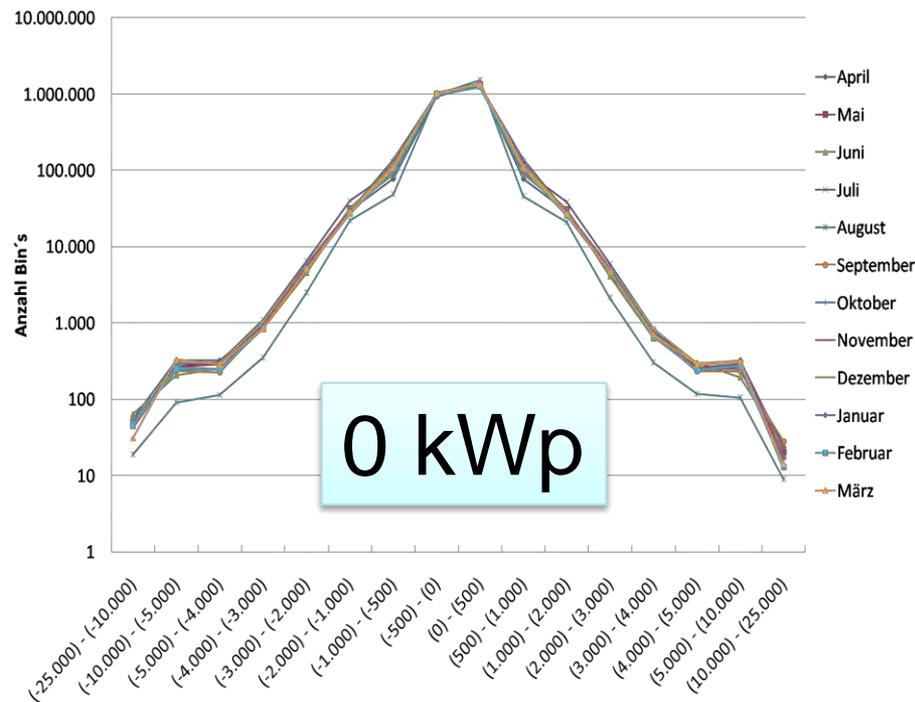




# Schnelle Solarstrahlung Dynamik in den Netzabgänge

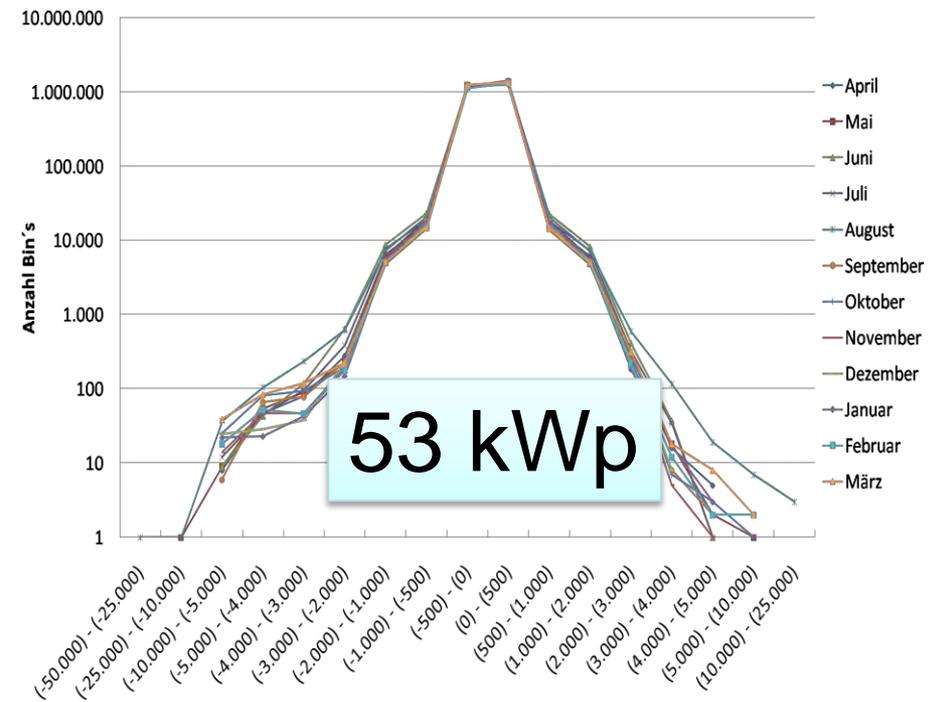
## Abgang ohne Photovoltaik

P 51 - Anzahl Leistungssprünge

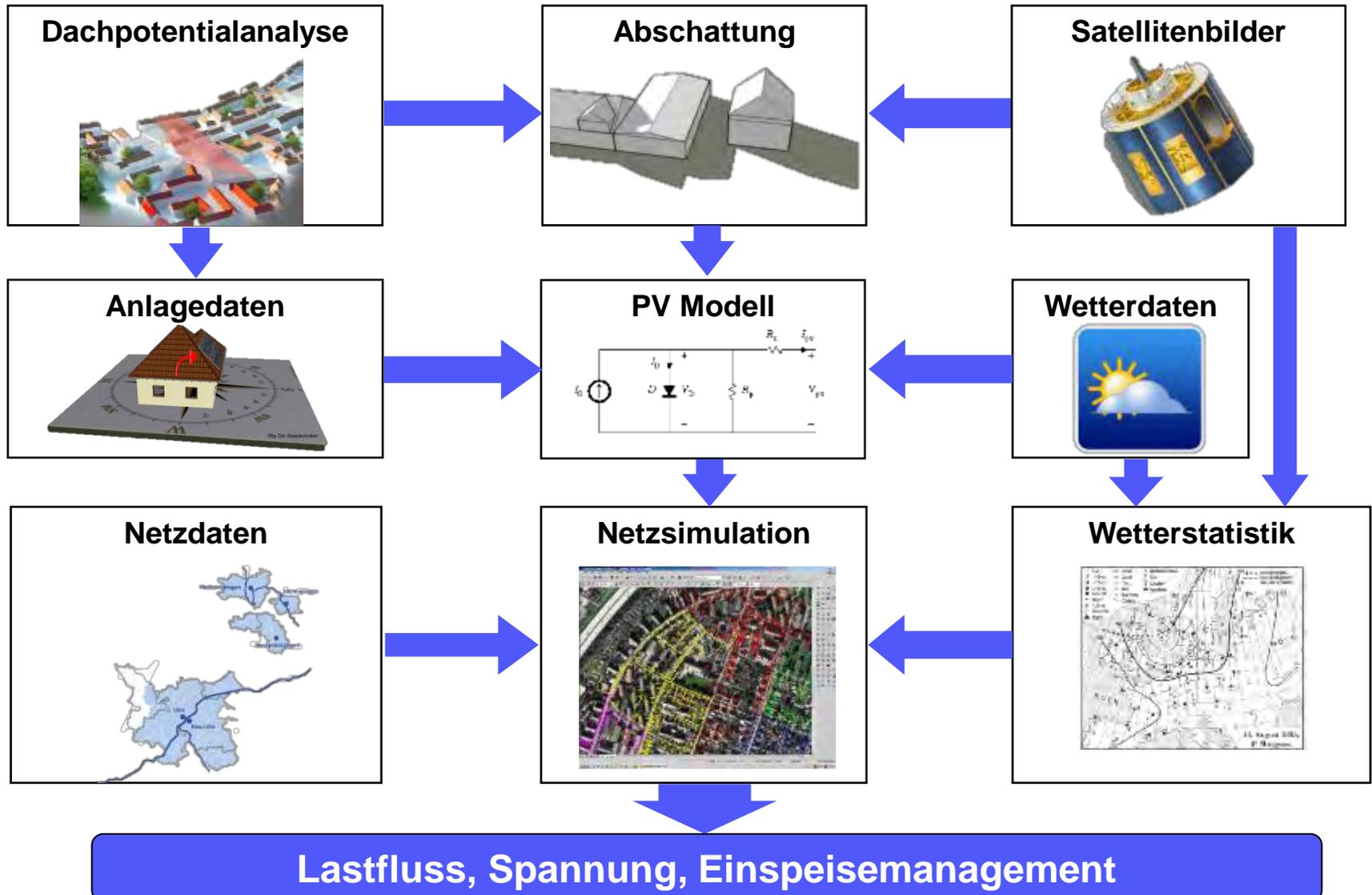


## Abgang mit Photovoltaik

P 81 - Anzahl Leistungssprünge



# Pro-Aktive Netzplanung und Netzbetrieb



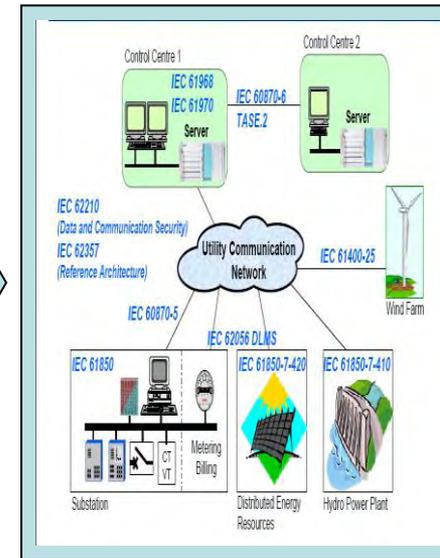
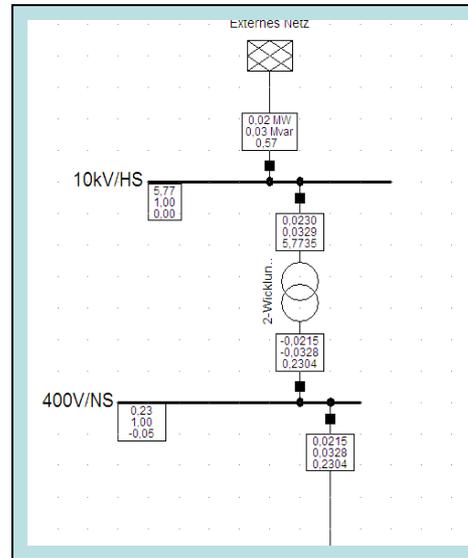


# Zusammenfassung

- ▶ 100% Strom aus Photovoltaik sind möglich, jedoch
  - ▶ VNBs benötigen Werkzeuge um pro-aktiv zu planen
  - ▶ einzelne Abgänge im NS-Netz sind unterschiedlich
  - ▶ Entkopplung der Mittelspannung durch RONT
  - ▶ Dynamik im Netz wird durch 30% PV nur gering beeinflusst
  - ▶ Ein Smart Grid kann den Leitungszubau nicht vollständig verhindern



# Nächste Schritte zum Smart Grid in Ulm



- Dachpotentialanalyse für die Hausanschlüsse
- Lastflussberechnung
- Analyse für wirksame Maßnahmen
- Investitionskosten
- Asset-Management
- Smart Metering
- Solarleistungsvorhersage
- Lastmanagement
- Neue Stromtarife
- Neue Dienstleistungen



# Kontakt

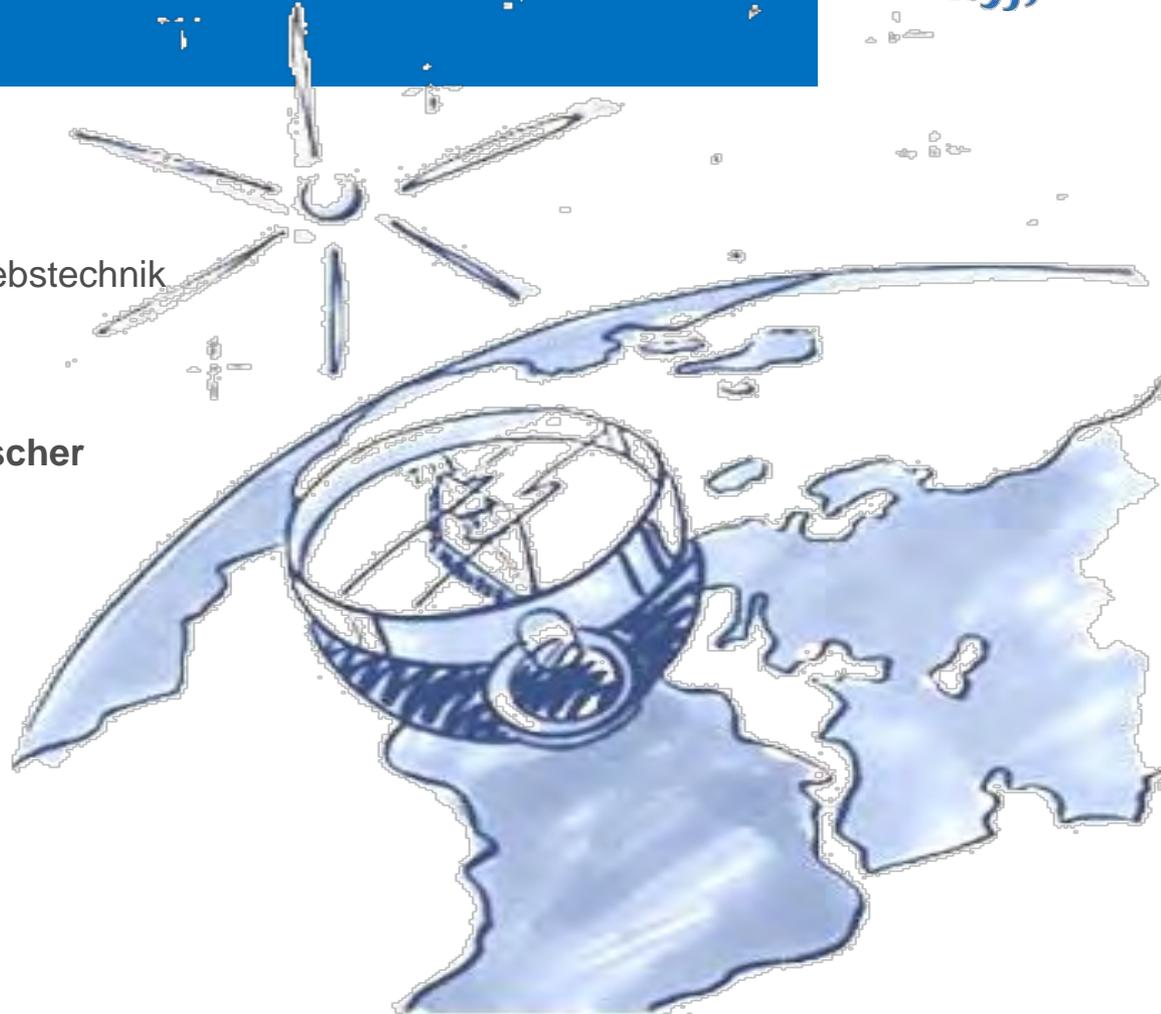
- ▶ **Hochschule Ulm**
- ▶ Institut für Energie- und Antriebstechnik
- ▶ Eberhard Finckh Str. 11
- ▶ 89075 Ulm

- ▶ **Holger Ruf, Prof. Gerd Heilscher**
- ▶ +49 731-50 28348
- ▶ [ruf@hs-ulm.de](mailto:ruf@hs-ulm.de)

- ▶ [www.hs-ulm.de](http://www.hs-ulm.de)

- ▶ **SWU Netze GmbH**
- ▶ Karlstraße 1
- ▶ 89073 Ulm

- ▶ **Florian Meier**
- ▶ +49 731-166 1810
- ▶ [florian.meier@swu.de](mailto:florian.meier@swu.de)



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Diese Analysen wurden durch die Forschungsprojekte „ENDORSE“ (Förderkennzeichen: 262892) des siebten EU-Forschungsrahmen-programms und „SYSPV-NS“ des BMBF (Förderkennzeichen: 0325385) unterstützt.