



Branchenforum

) BHKW und virtuelle Kraftwerke – Von der Eigenerzeugung zum Schwarmkraftwerk?

Seien Sie dabei!
Wir freuen uns über Ihre Anmeldung
bis zum 11.11.09.

Kommunikation@hannoverimpuls.de

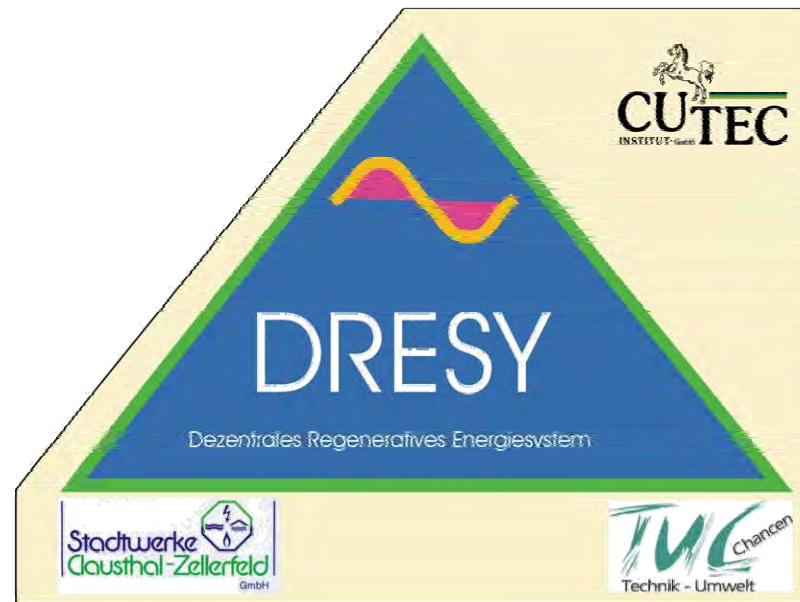
18.11.2009

Ansätze BHKWs zu virtuellen Kraftwerken zu vernetzen

- Dr.-Ing. Ernst-August Wehrmann
- Mail: wehrmann@iee.tu-clausthal.de, Tel.: 05323/72-2595
- URL: www.iee.tu-clausthal.de

- Laborumgebung „Energiepark Clausthal“
- Projekt „Virtuelles Kraftwerk Harz“

- Laborumgebung „Energiepark Clausthal“
- Projekt „Virtuelles Kraftwerk Harz“

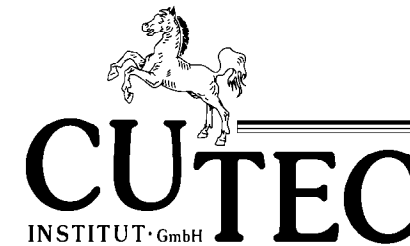


Clausthaler Lehr- und Demonstrationsanlage für Dezentrale Regenerative Energieversorgungssysteme



Partner

- CUTEK-Institut GmbH
- Technische Universität Clausthal mit
 - Institut für Elektrische Energietechnik



- Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik

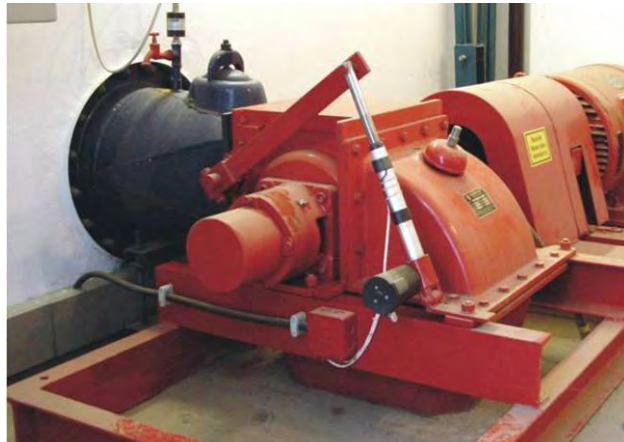


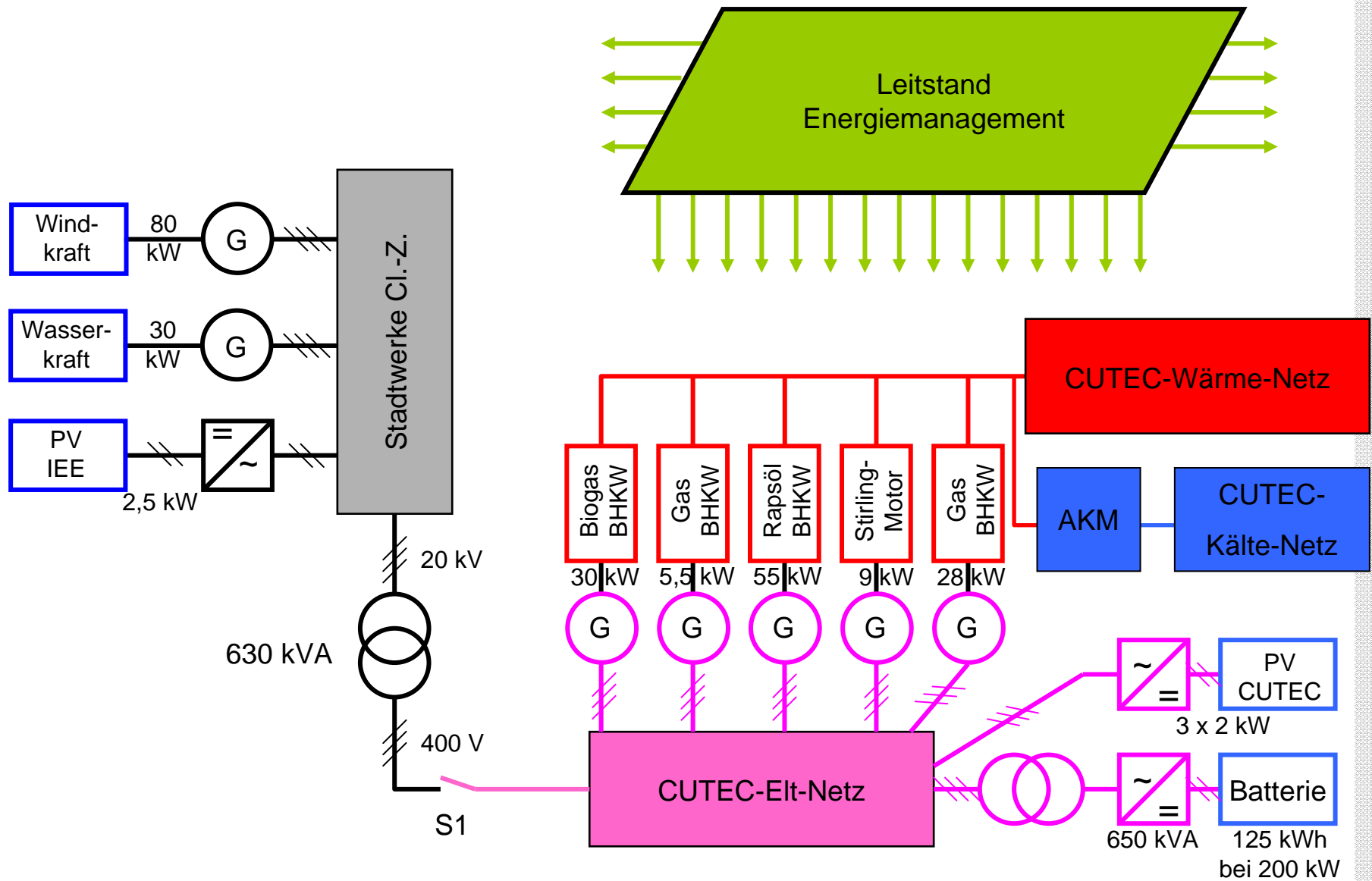
- Stadtwerke Clausthal-Zellerfeld GmbH

Stadtwerke
Clausthal-Zellerfeld



Überimpuls Branchenforum
Ws und virtuelle Kraftwerke







Biogas-Motor-BHKW



Serienmäßiges BHKW,
Energiewerkstatt

Gas-Otto-Motor
leistungsgeregelt,
fernsteuerbar

Elektr. Leistung 15 - 28 kW
Therm. Leistung max. 58 kW

Dual-Fuel-Betrieb möglich,
Anforderung: Gereinigtes
Biogas



Serienmäßiges BHKW,
Senertec Dachs

Mager-Motor
Blockbetrieb, wärmegeführt

Elektrische Leistung 5,5 kW
Thermische Leistung 12,5 kW
Konstant

Hohe Stückzahl (> 20.000) in
Deutschland installiert



Eigenkonstruktion mit Serien-PKW-Dieselmotor (VW-TDI)
Pflanzenöl-tauglich, leistungsgeregelt, zuk. fernsteuerbar
Elektrische Leistung 55 kW
Thermische Leistung 70 kW



Serienmäßiges Komplett-Stirling-BHKW, Solo
Elektrische Leistung 9 kW
Thermische Leistung 24 kW
Dual-Fuel-Betrieb mit Erdgas und Biogas



Serienmäßiges BHKW,
Spilling PowerTherm

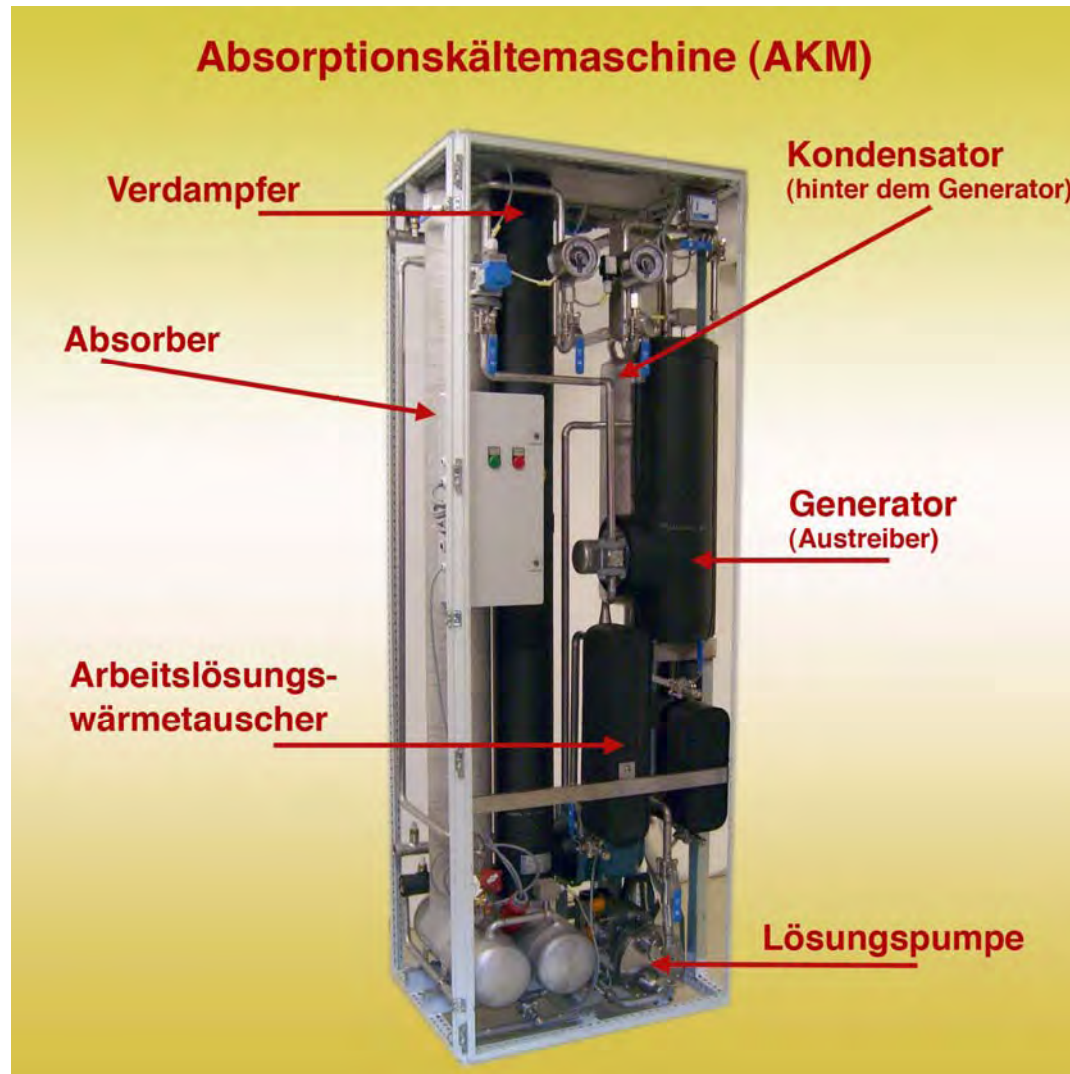
Mager-Motor 2,2l mit
permanentem Synchron-
generator und Umrichter,
drehzahlmodulierend

Elektr. Leistung 5-20 kW
Therm. Leistung 10-43 kW

Mehrere hundert Stück in
Deutschland im Einsatz



Absorptionskältemaschine (Chili PSC 10)



- Kontinuierlicher Absorptionsprozess
- Arbeitsstoffpaar: Ammoniak/Wasser
- Niedertemperaturprozess
- Thermischer Antrieb mindestens 80°C
- Kaltwassererzeugung: 6 bis 12°C
- Erzeugte Kälteleistung: 10 kW
- Wärmeverhältnis: COP = 0,65
- Maße (L x B x H): 0,8 x 0,6 x 2,2 m



Zusatzaggregate durch weitere Projekte



Mikrogasturbine auf Erdgasbetrieb
Elektrische Leistung 28 kW
Thermische Leistung 60 kW

BHKW, EcoPower
Elektrische Leistung 4,7 kW
Thermische Leistung 12,5 kW

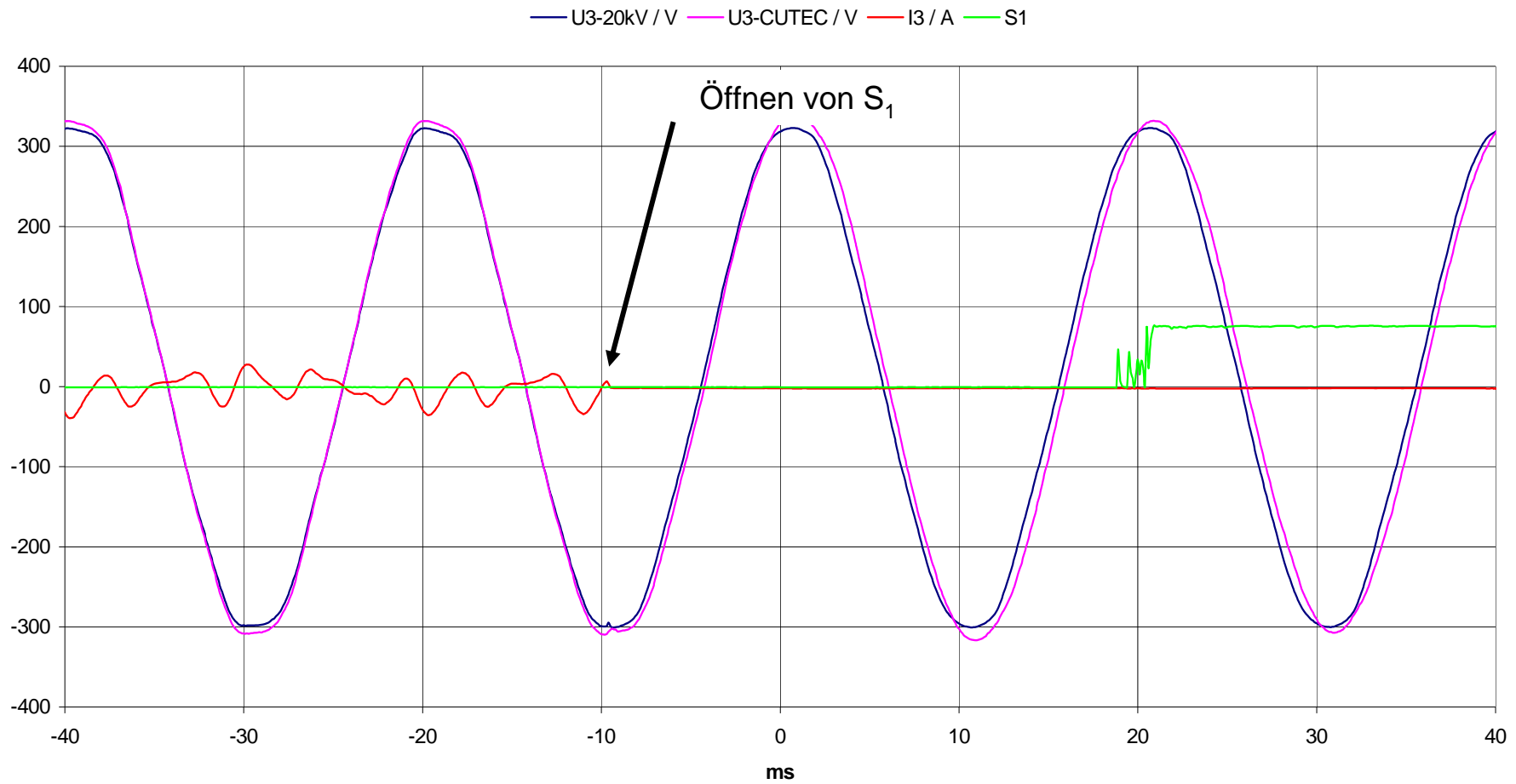


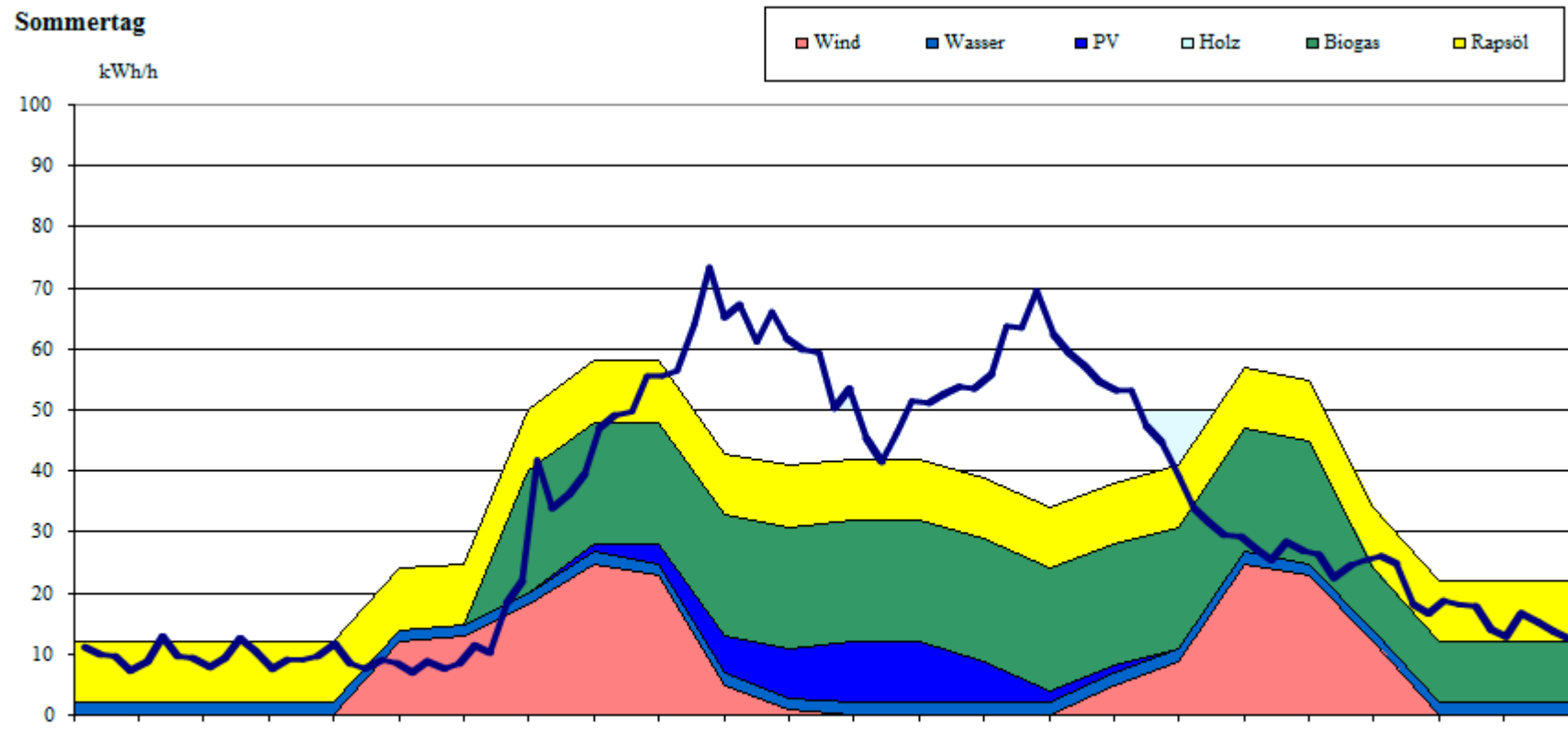
Stirling Whispergen
Elektrische Leistung 1,2 kW
Thermische Leistung 8 kW



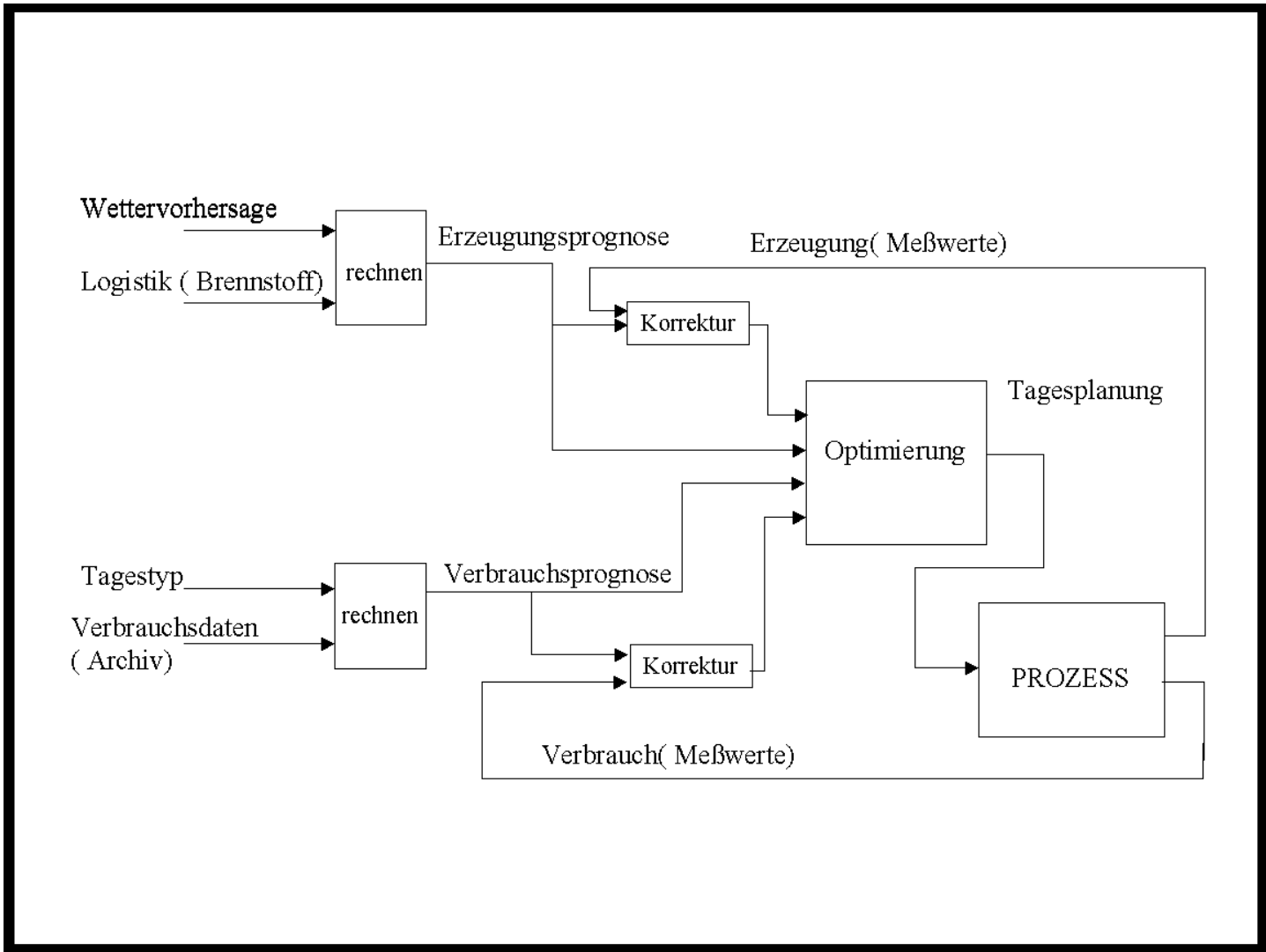
- IGBT-Pulswechselrichter mit 650 kVA, Alstom
Batteriespeicher (Blei-Gel) mit 125 kWh bei 200 kW
- Dynamischer Ausgleich von Last und Erzeugung
 - Netzparallelbetrieb: Leistungsregelung am Verknüpfungspunkt
 - Inselbetrieb: Spannungs-Frequenz-Regelung (Netzführung)

Übergang vom Netzparallel- in den Inselnetzbetrieb, $P_{S1} = 0 \text{ kW}$, $Q_{S1} = 0 \text{ kVAr}$
über VSR ausgelöst





Verbrauch und Erzeugung an einem mittleren Sommertag



- Laborumgebung „Energiepark Clausthal“
- Projekt „Virtuelles Kraftwerk Harz“

„Virtuelle Kraftwerke“ - Definition

- **Imaginäre Zusammenschlüsse von räumlich getrennten elektrischen Energieanlagen, die**
 - mindestens über das öffentliche Energieversorgungsnetz miteinander verbunden sind
 - eine oder mehrere Funktionen von elektrischen Kraftwerken erfüllen
 - hinsichtlich dieser Funktion eine wirtschaftliche oder technische Einheit sind

- **Fazit:**
 - ständige informationstechnische Kopplung der einzelnen Anlagen nicht notwendig
 - Virtuelle Kraftwerke lassen sich nach den Funktionen gliedern: Grund-, Mittel-, Spitzenlast-, Regel-, Reserve-, Netznutzungskraftwerke...
 - Multi-Fuel, Multi-Location, Multi-Technology, Multi-Ownership

Das Virtuelle Kraftwerk Harz



- Das Virtuelles Kraftwerk:
 - Zusammenfassen vieler kleiner Erzeuger zu einer Organisationseinheit
- Das Ziel:
 - Senken der Kosten für die Nutzung der vorgelagerten Netze =>
 - Minimierung des Regelenergiebedarfs
- Das Besondere:
 - wirtschaftliche Einbindung kleiner „Haushalterzeuger“, z.B. Mikro-Blockheizkraftwerke

Anforderungen an das Virtuelle Kraftwerk

- Planbarkeit
 - verlässliche Langzeitplanung
 - gute Tagesplanung
- Zuverlässigkeit
 - Überwachung des Kraftwerks
 - Abrechnungsdaten aus geeichten Messgeräten
- Flexibilität
 - kurzfristige Eingriffsmöglichkeiten
- Umwelt- und Sozialverträglichkeit
 - Großkraftwerk passt nicht in den Harz
- Wirtschaftlichkeit
 - Interessen der Beteiligten

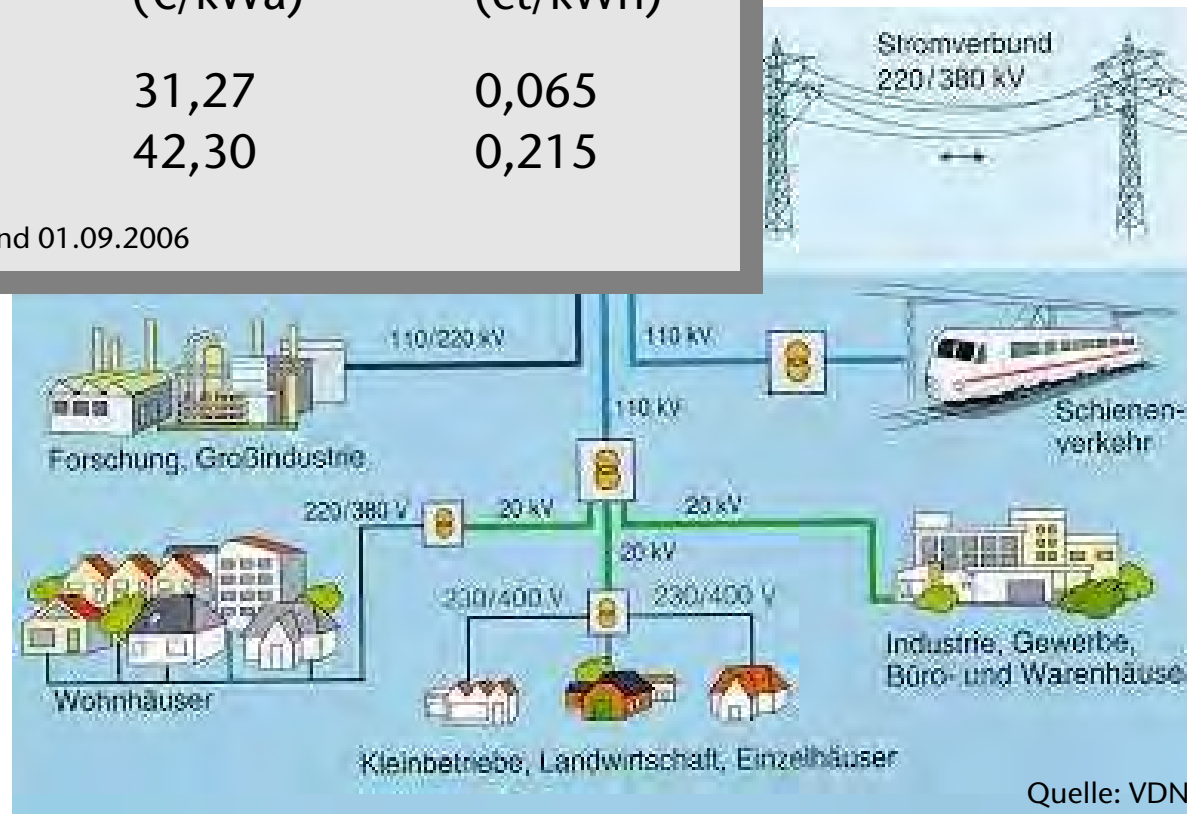
Vermiedene Netznutzung - Bedeutung

| Einspeisung §18 StromNEV | Leistungspreis (€/kWa) | Arbeitspreis (ct/kWh) |
|------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Hochspannung | 31,27 | 0,065 |
| Mittelspannung | 42,30 | 0,215 |

Quelle: E.On Netz GmbH Stand 01.09.2006

Bedeutung:
 Beispiel
 Haushaltskunde
 44% der Stromrechnung für
 Netznutzung

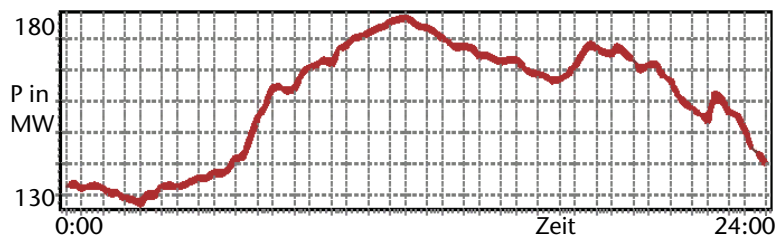
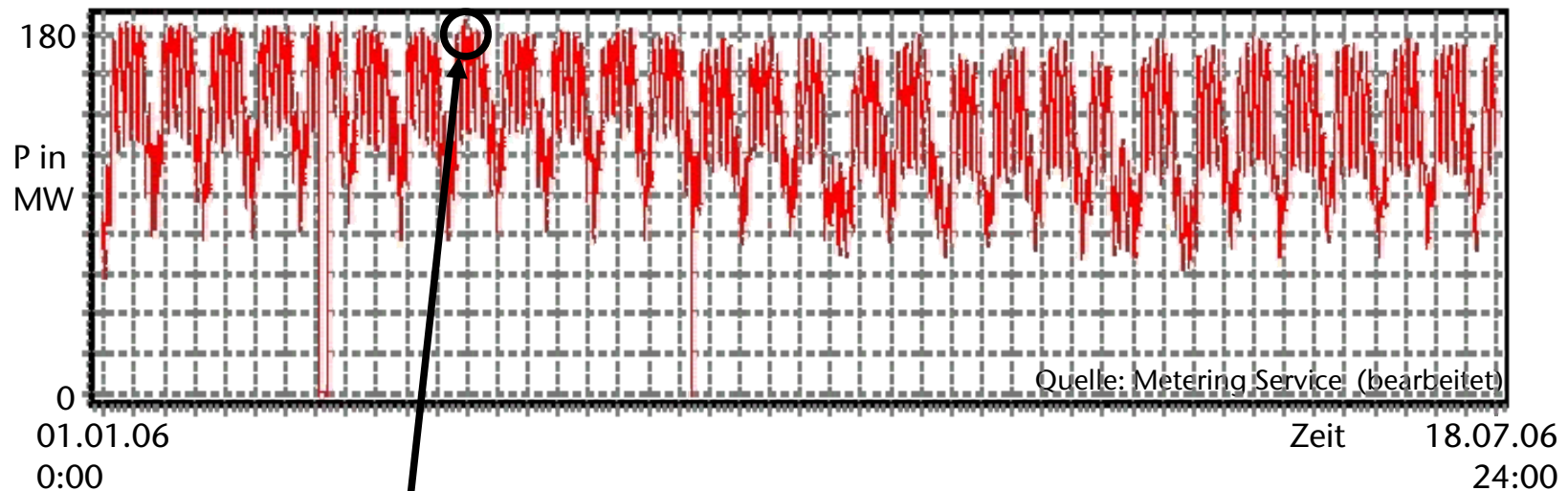
Quelle: SWH



Quelle: VDN

Jahreshöchstlast - Berechnungsgrundlage der Netznutzung

Netzsumme Harz Energie 01.01.2006 - 18.07.2006



Netzspitze:

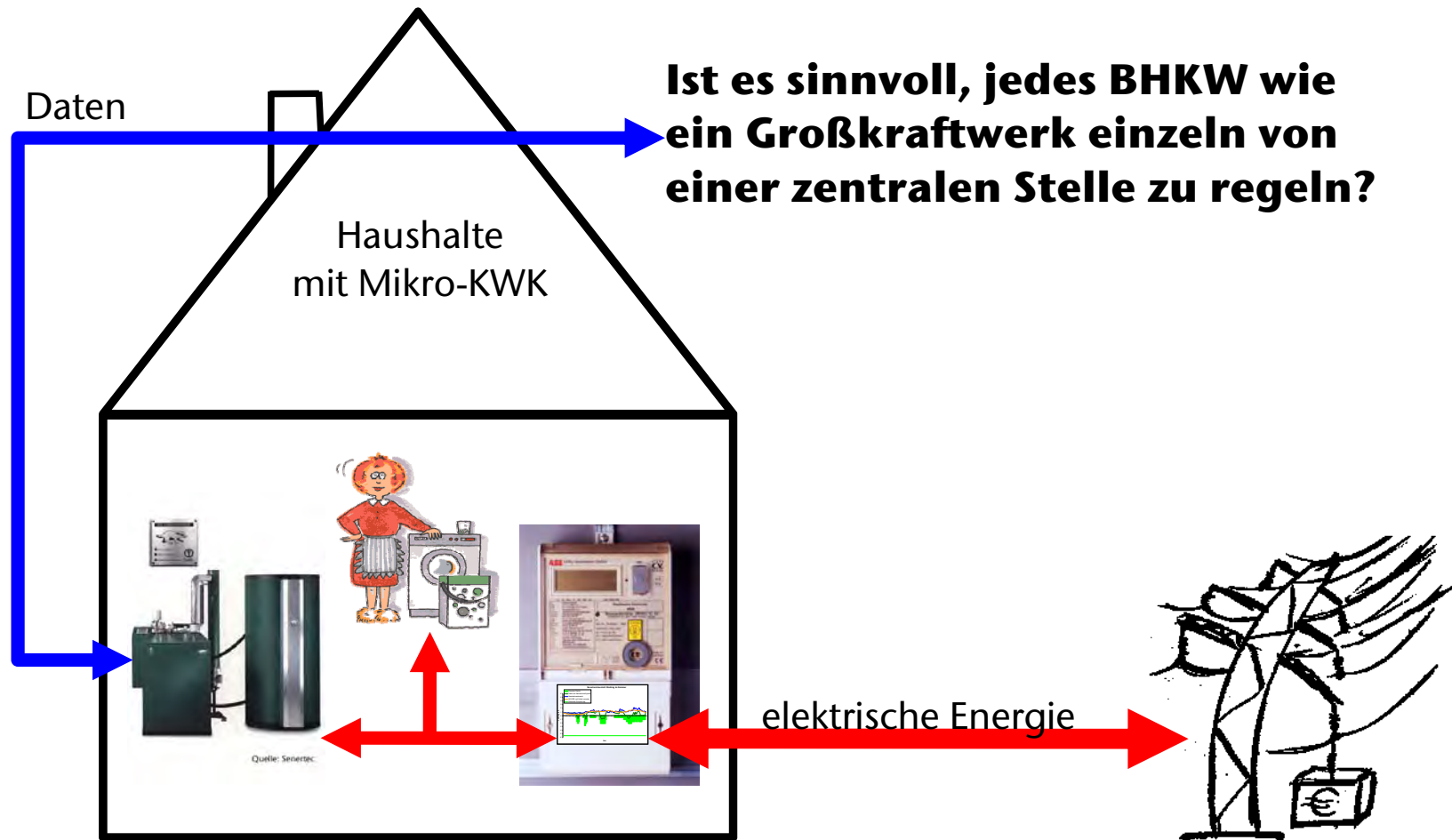
Dienstag, 21.02.2006, 11:45 Uhr

Leistung: 186.439,68 kW

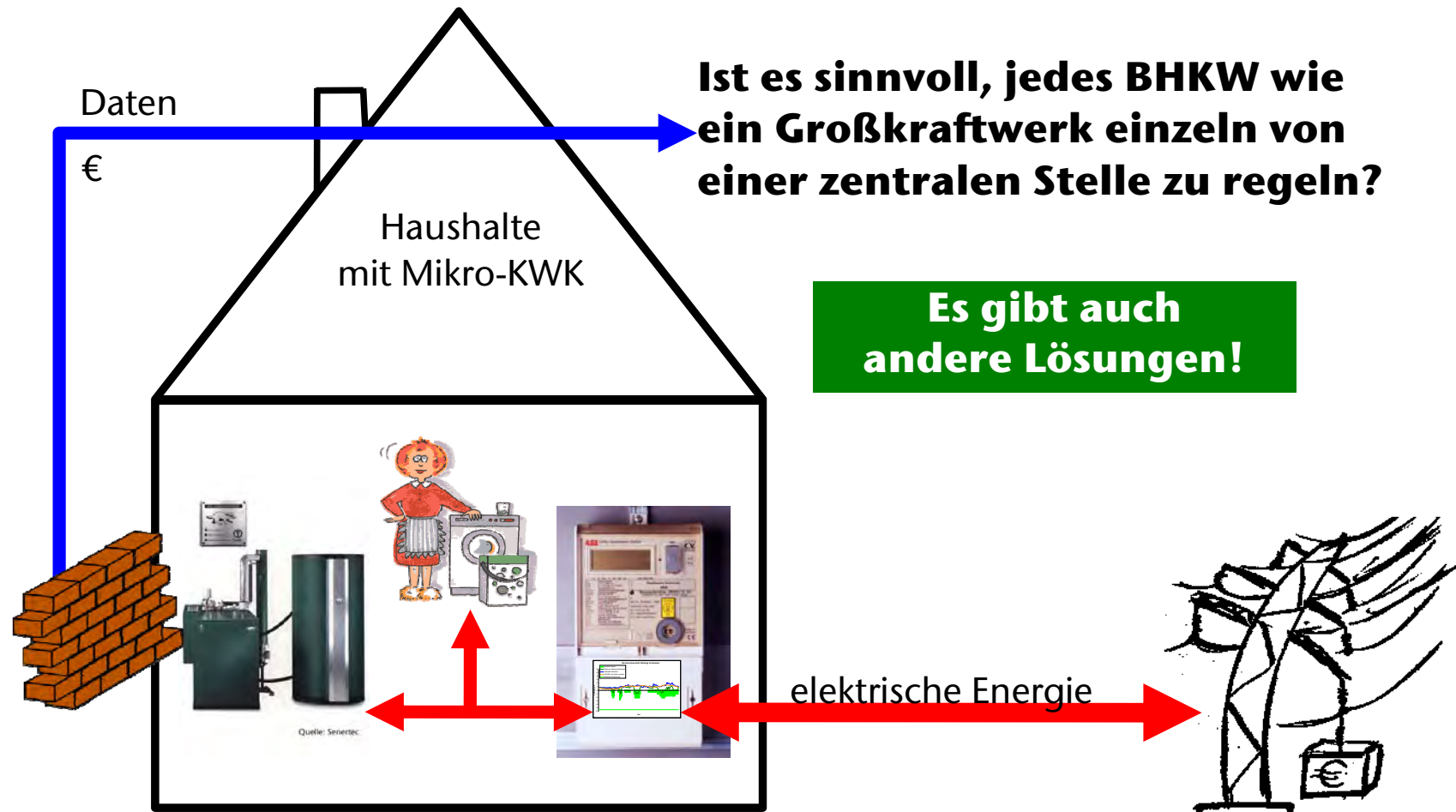
Wert bei Einspeisung aus dem Hochspannungsnetz: 5.829.968,79 €

Einspeisung von 5.000 kW (2,5%) hat einen Wert von 150.000 €!

Das Virtuelle Kraftwerk Harz – ein stochastischer Ansatz



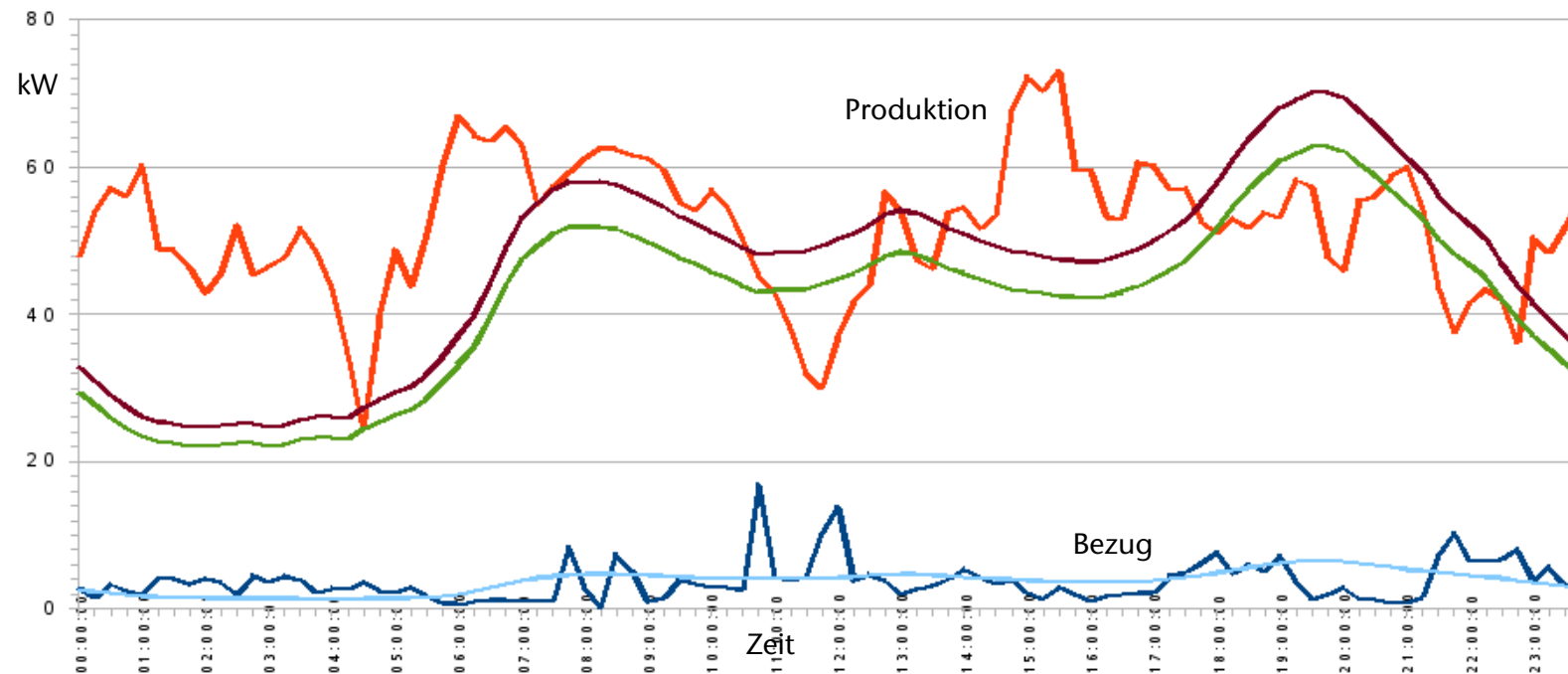
Das Virtuelle Kraftwerk Harz – ein stochastischer Ansatz



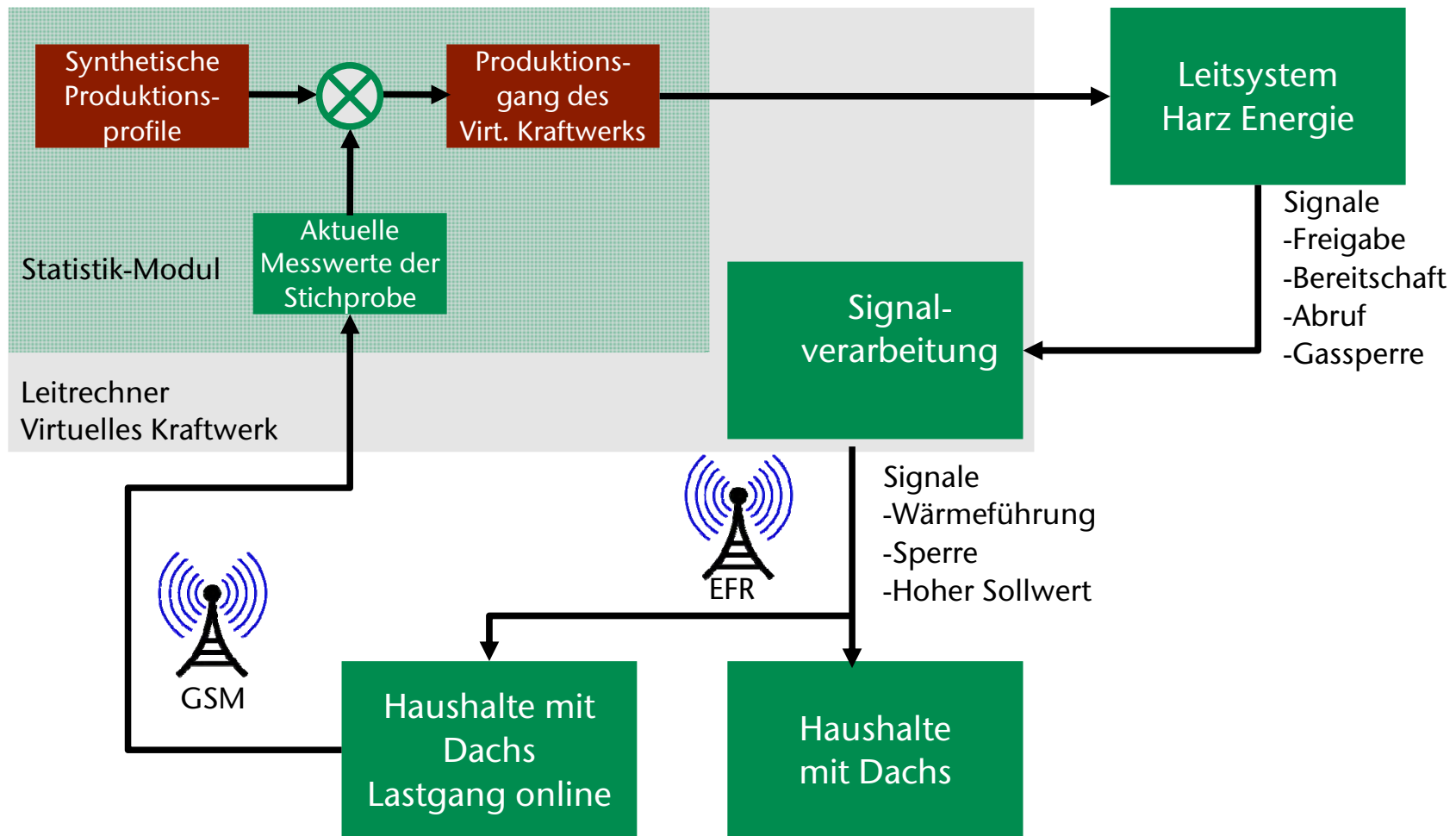


Langzeitplanung mit dem synthetischen Produktionsprofil

- Prognostizierbarkeit der Mikro-KWK-Anlagen signifikant verbessern
- Bezugsprofil (hier H0) leicht durch andere Profile oder Zeitreihen substituierbar
- nur von wenigen Parametern abhängig



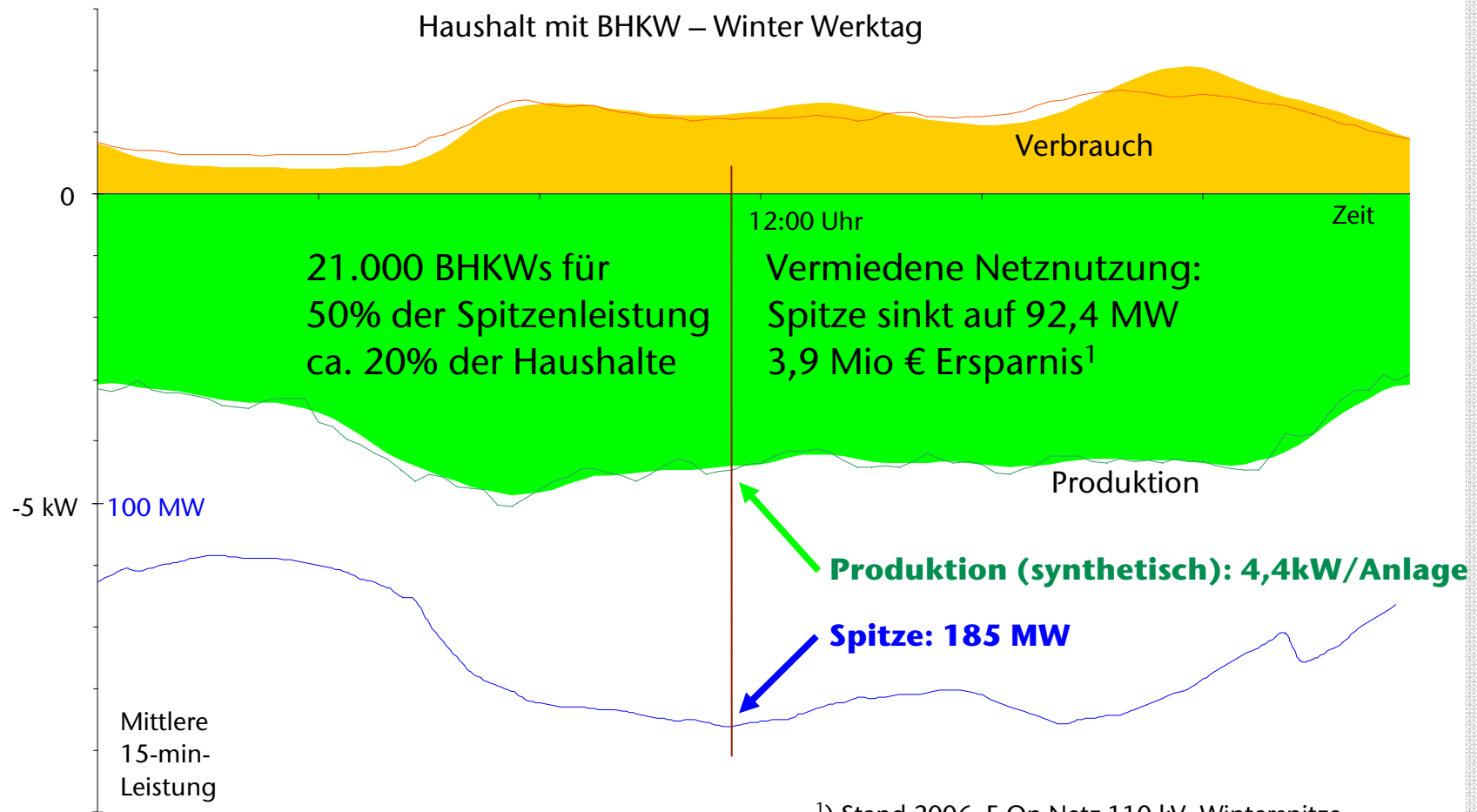
Funktionsweise des Virtuellen Kraftwerks



Zusammenfassung

- (1) Die technischen Probleme sind anspruchsvoll, aber lösbar.
Entscheidend ist die Wirtschaftlichkeit des Konzepts
=> Software muss sich an den Geschäftsprozessen orientieren!
=> „Businessplan“
- (2) Dezentrale Erzeugung kann sich mit dem Virtuellen Kraftwerk Harz lohnen
langfristiges Ziel: 50 % dezentral im Harz
- (3) Statistische Methoden ersetzen die herkömmliche Kraftwerkssteuerung bei
vielen Kleinsterzeugern (vgl. Lebensversicherung)
- (4) VDEW-Lastprofile werden durch synthetische Produktionsprofile ergänzt
- (5) Die künftigen Netzstrukturen zur Nutzung regenerativer Quellen und
Brennstoffzellen werden vorbereitet (Nachhaltigkeit)

Vision: „50% dezentral“ - in der Region Harz



¹) Stand 2006, E.On Netz 110 kV, Winterspitze