



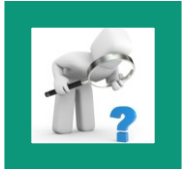
Informationen
Ressourcen
Energie

Dialogplattform Power to Heat
Goslar, 14. Juni 2016

Anwendung von Wärmespeichern in modernen dezentralen Energieversorgungssystemen

Ali Hashemifarzad
Dr. Werner Siemers
Dr. Jens zum Hingst

Überblick



Einleitung



Energiepark CUTEC



Simulation



Ergebnisse

Überblick



Einleitung



Energiepark CUTEC



Simulation

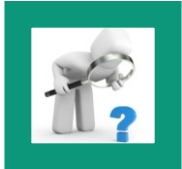


Ergebnisse

Einleitung

- Motiv: Nutzung des vollen Potenzials der Abwärme aus industriellen Prozessen
- Lösung: Wärmespeicher bzw. Latentwärmespeicher
- Überprüfung der technischen Vorteile von Einsatz eines Latentwärmespeicher
anhand der Simulation von Energiepark CUTEC

Überblick



Einleitung



Energiepark CUTEC



Simulation



Ergebnisse

| Anlage | Elektrische Leistung (kW) | Thermische Leistung (kW) | Kapazität | Bemerkungen |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------------------|
| Erdgas Brennwertkessel | - | 650 | - | - |
| Hachschnitzelkessel | - | 150 | - | - |
| Buderus | 70 | 109 | - | modulierungsfähig |
| Powertherm | 20 | 43 | - | modulierungsfähig |
| Senertec Dachs | 5,5 | 12,5 | - | - |
| Solar Kollektoren | - | - | - | 59 m ² Gesamtfläche |
| Photovoltaik | - | - | - | 70,98 m ² Gesamtfläche |
| Batteriespeicher | - | - | 120 kWh | - |
| Latentwärmespeicher | - | - | 2,3 MWh | - |
| Wärmepumpe | -3 | 13 | - | - |
| Stirlingmotor | 9 | 24 | - | - |
| Absorptionskälteanlage | - | -40 | - | 10 kW Kaltwasserleistung |



Latentwärmespeicher



Powertherm und Buderus



Leitstand Modellsystem

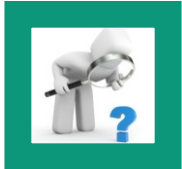


Hackschnitzelkessel

Technische Daten des Latentwärmespeichers im Energiepark CUTEC

| Maße | | Werte | |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------|
| Länge | | 6,06 m | |
| Breite | | 2,44 m | |
| Höhe | | 6,06 m | |
| Gewicht (ohne Trailer) | | ca. 29 t | |
| Speichermaterial | | Werte | |
| Bezeichnung | | Natriumacetat-Trihydrat | |
| Volumen | | ca. 17 m ³ | |
| Wärmeinhalt | | Temperaturspreizung | Werte |
| Auflade-/Entladetemperatur | 100°C / 30 °C | | ca. 2,5 MWh |
| | 100°C / 40 °C | | ca. 2,3 MWh |
| | 90°C / 30 °C | | ca. 2,1 MWh |
| Leistungsdaten | | Temperaturspreizung | Werte |
| Aufladedauer | 40°C / 100 °C | | 6,5 Stunden |
| Entladedauer | 100°C / 40 °C | | 15 Stunden |
| Druck | | Volumenstrom | Werte |
| Betriebsdruck | | | bis 2,5 bar |
| Druckverlust | 10 m ³ / h | | ca. 200 mbar |
| Entladedauer | 20 m ³ / h | | ca. 400 mbar |

Überblick



Einleitung



Energiepark CUTEC



Simulation



Ergebnisse

Simulation

■ EnergyPRO:

- Eine fortschrittliches Modellierungswerkzeug zur Simulation und Optimierung von Energiesystemen mit Berücksichtigung von Erzeugung, Speicherung und Verbrauch

■ Szenarien:

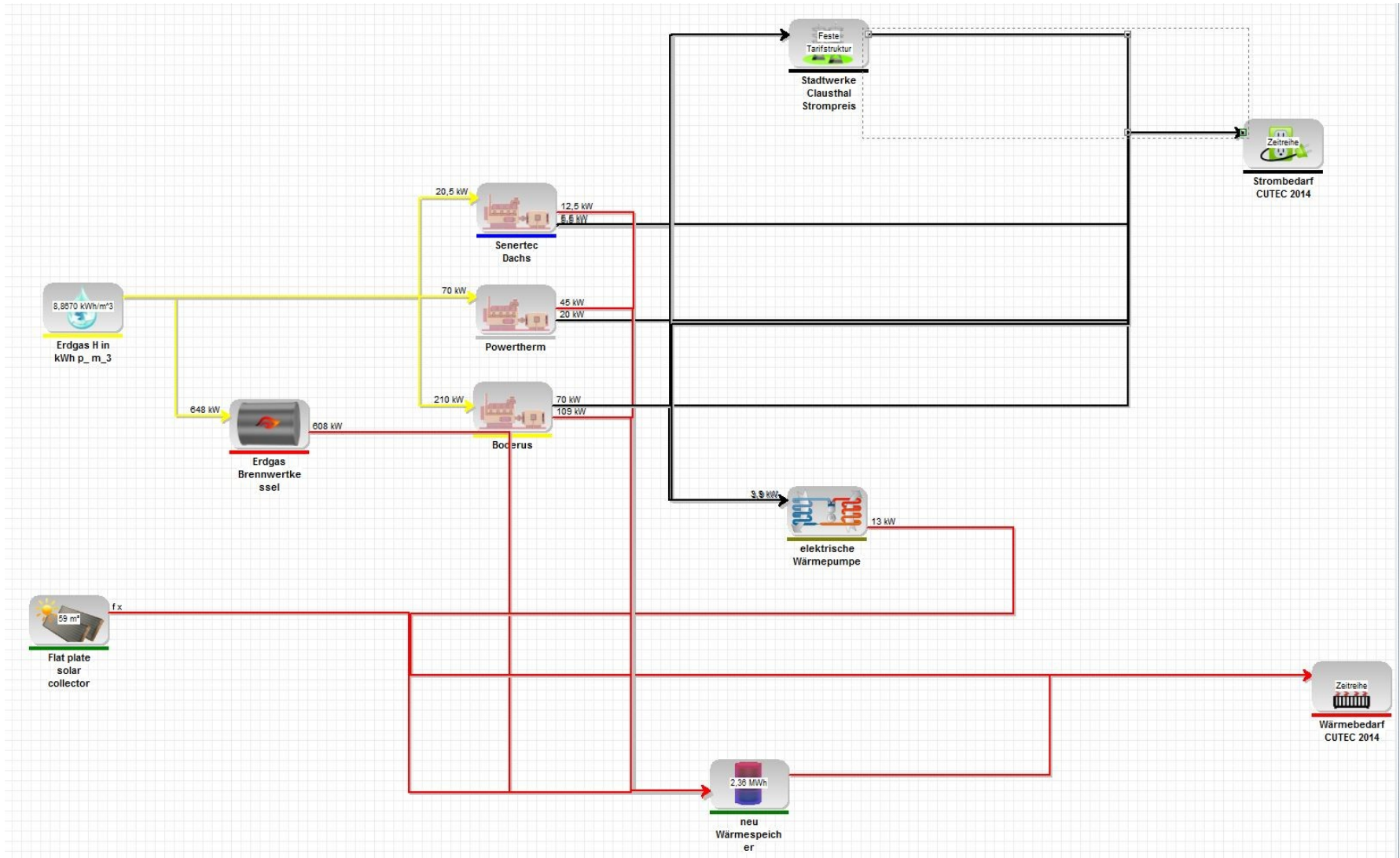
- Simulation des Systems mit und ohne Latentwärmespeicher und Untersuchung der Ergebnisse

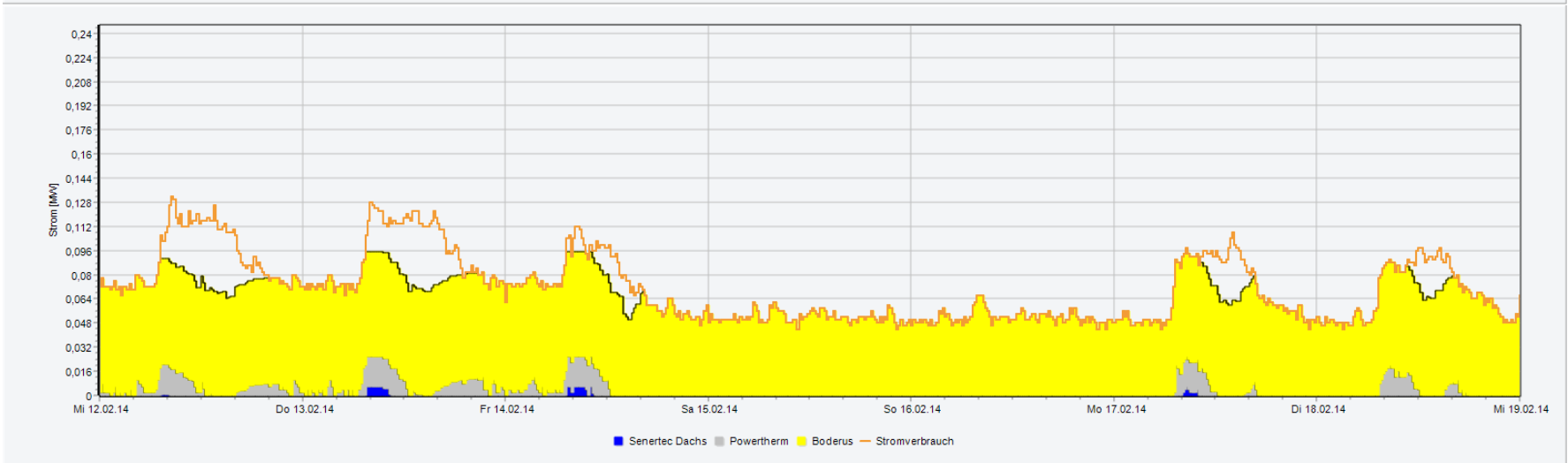
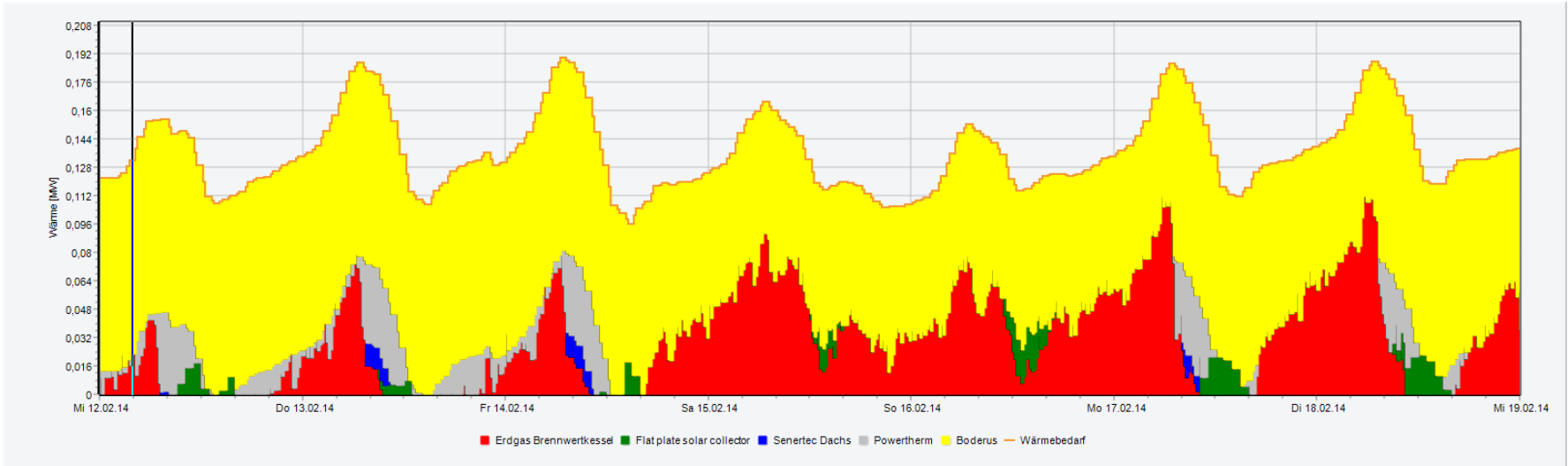
■ Strategie:

- Eine technische Simulation der Anlagen, fokussiert auf minimale Wärmegestehungskosten
- Zeitraum: Ein Jahr – Zeitauflösung: 15 Minuten

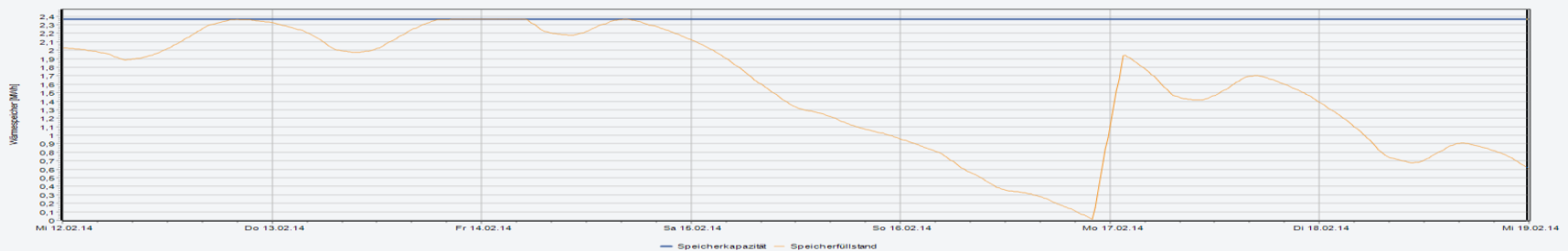
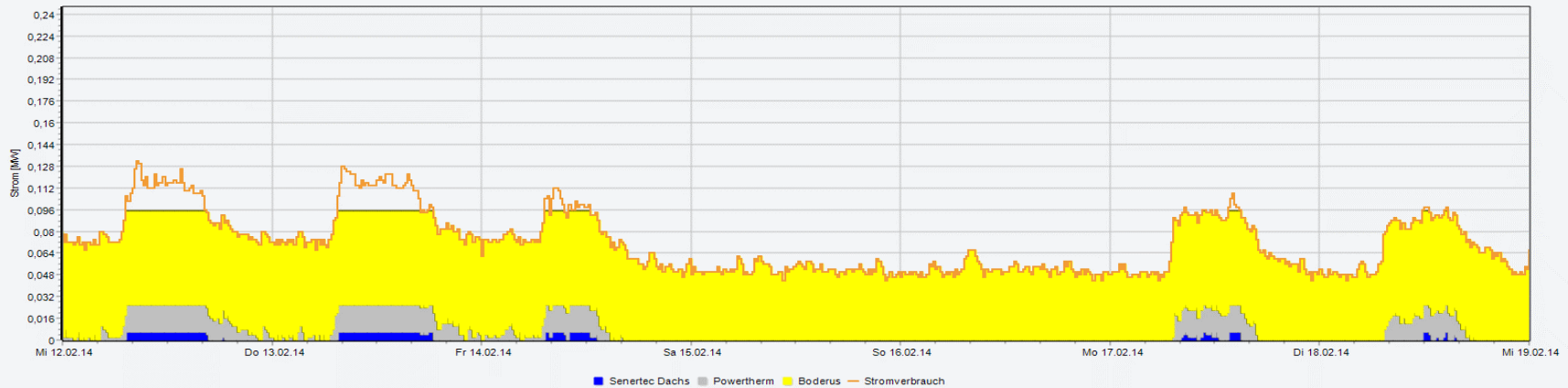
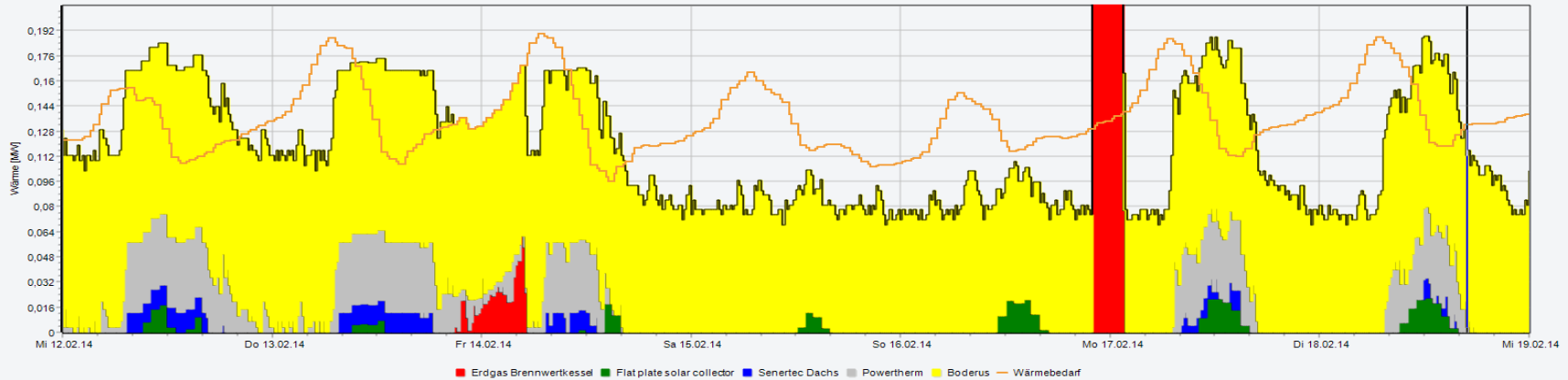
Wärmespeicher in modernen dezentralen ES

Simulation

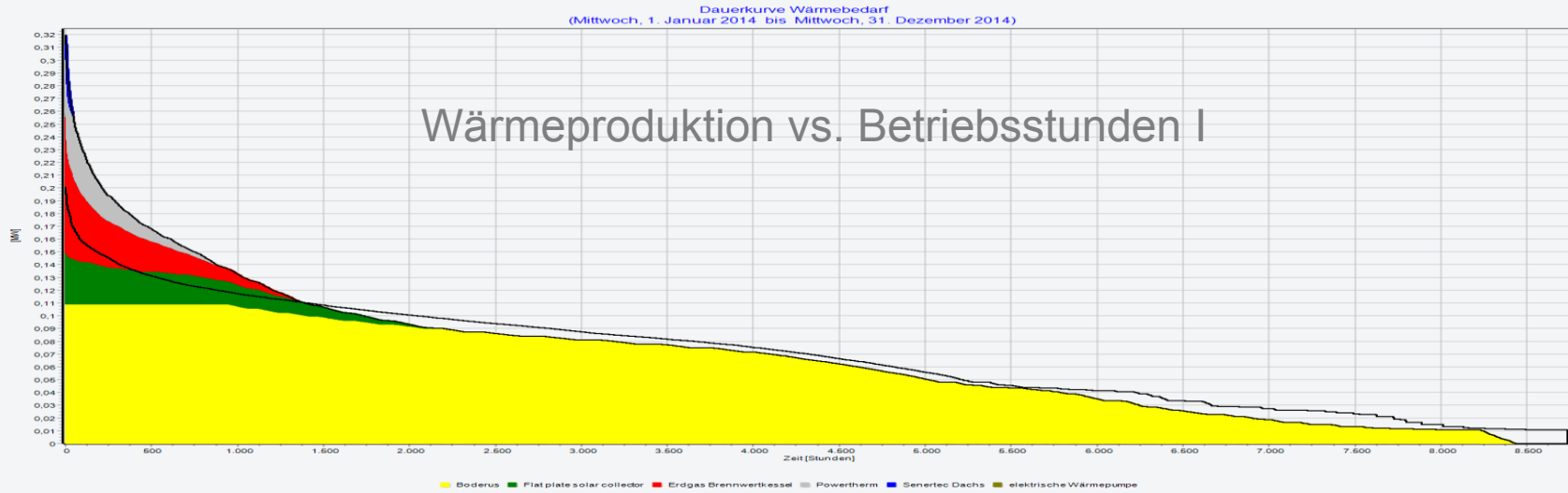




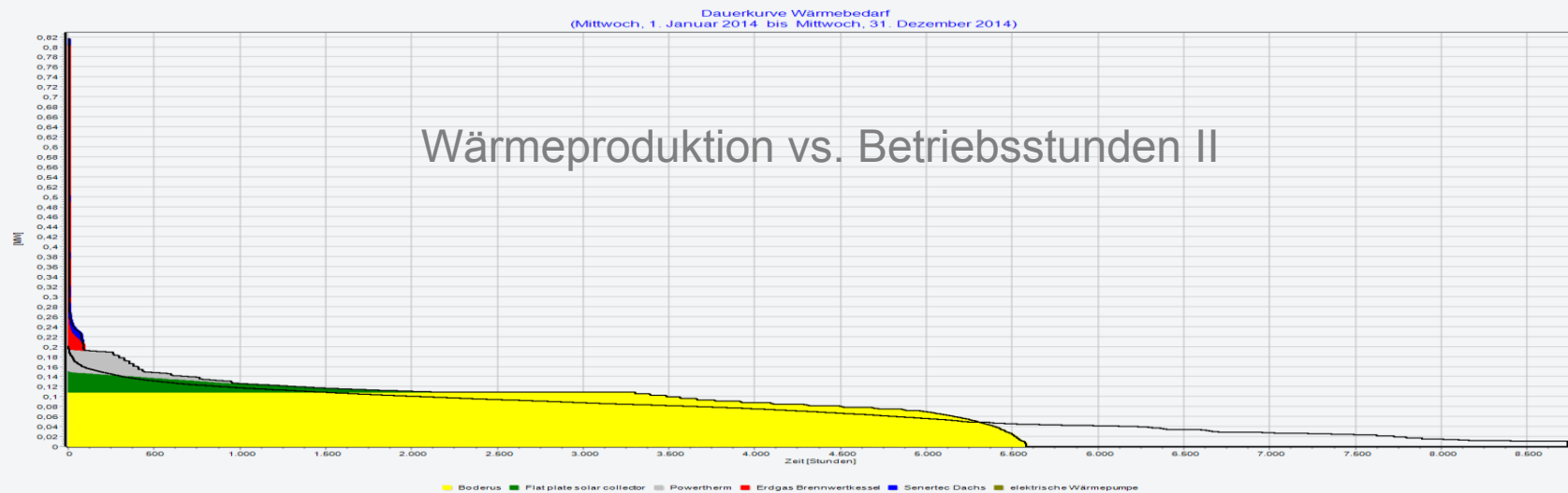
Simulation: Stromproduktion

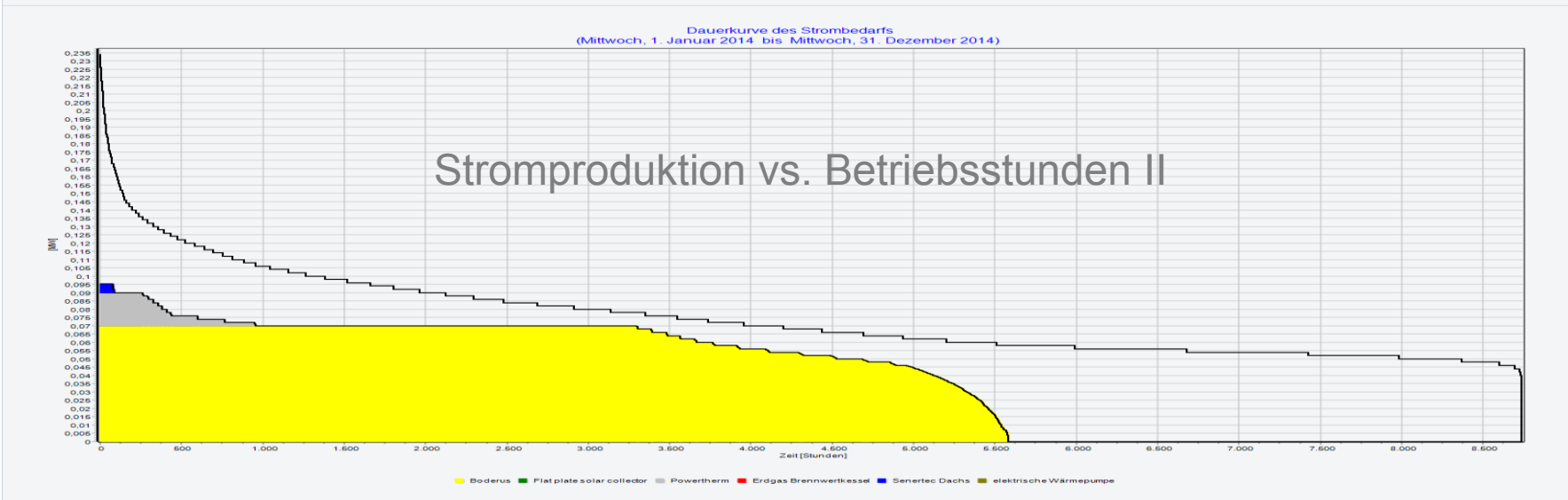
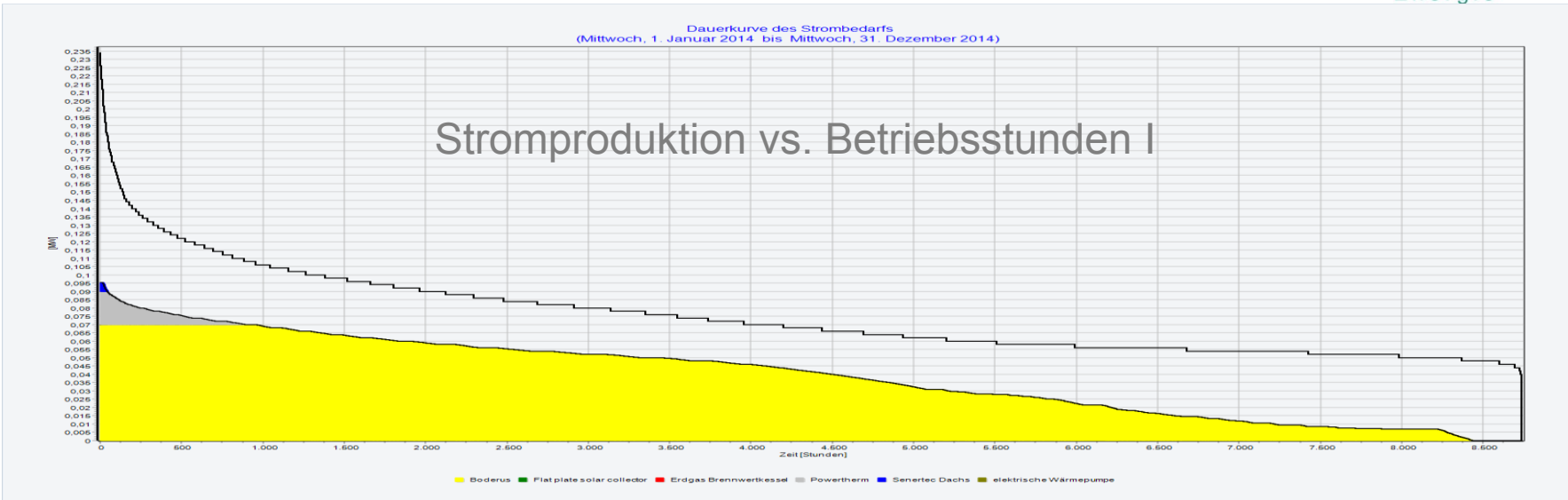


Wärmeproduktion vs. Betriebsstunden I

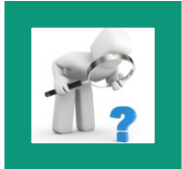


Wärmeproduktion vs. Betriebsstunden II





Überblick



Einleitung



Energiepark CUTEC



Simulation



Ergebnisse

Wärmeproduktion der Anlagen ohne und mit Latentwärmespeicher

| Anlage | <u>ohne</u> Latentwärmespeicher | | <u>mit</u> Latentwärmespeicher | |
|-------------------------------|---------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| | Wärmeproduktion | Anteil | Wärmeproduktion | Anteil |
| Erdgas Brennwertkessel | 29,6 MWh/Jahr | 5,0 % | 5,5 MWh/Jahr | 0,9 % |
| Solar Kollektoren | 34,6 MWh/Jahr | 5,8 % | 37,3 MWh/Jahr | 6,2 % |
| Senertec Dachs | 0,5 MWh/Jahr | 0,1% | 1,1 MWh/Jahr | 0,2% |
| Powertherm | 13,2 MWh/Jahr | 2,2 % | 17,1 MWh/Jahr | 2,9 % |
| Buderus | 519,4 MWh/Jahr | 87,0 % | 536,1 MWh/Jahr | 89,7 % |
| Gesamt | 597,3 MWh/Jahr | 100 % | 597,3 MWh/Jahr | 100 % |



Betriebsstunden der Anlagen im Vergleich ohne und mit Latentwärmespeicher

| Anlage | <u>ohne</u> Latentwärmespeicher | | <u>mit</u> Latentwärmespeicher | |
|------------------------|---------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| | Betriebsstunden | Anteil | Betriebsstunden | Anteil |
| Erdgas Brennwertkessel | 1359 h/Jahr | 15,6 % | 16,5 h/Jahr | 0,2 % |
| Solar Kollektoren | 2145 h/Jahr | 24,6 % | 2145 h/Jahr | 24,6 % |
| Senertec Dachs | 58,3 h/Jahr | 0,7% | 94 h/Jahr | 1,1% |
| Powertherm | 877 h/Jahr | 10 % | 662 h/Jahr | 7,6 % |
| Buderus | 8434,3 h/Jahr | 96,5 % | 7940 h/Jahr | 90,9 % |
| Jahresstunden | 8736 h/Jahr | | 8736 h/Jahr | |

Powertherm und Buderus BHKWs modulierungsfähig

Mit Latenwärmespeicher: geringere Betriebsstunden, aber erhöhte Wärmeproduktion durch eine höhere Leistung der BHKWs

Ergebnisse

■ Anzahl der Starts verringert:

- Z.B: Erdgaskessel von 456 auf 4 und Buderus von 111 auf 94
- Wartungskosten der Anlagen werden verringern

■ Brennstoffverbrauch der Anlagen in beiden Fällen:

- Erdgas-Kessels: von 3.558,5 m³ auf 660,2 m³
- Senertec Dachs , Powertherm und Buderus angestiegen
- Insgesamt eine Minderung von 2% realisierbar

■ Gesamtkosten:

- Reduzierung von ca. 4,000 € realisierbar

■ Schlussfolgerung:

- Einsatz eines Wärmespeichers technisch vorteilhaft
- Wirtschaftlichen Aspekt vom Einsatz eines Latentwärmespeichers berücksichtigt (Minimierung der Wärmegestehungskosten)

■ Zukünftige Studien:

- Detaillierte wirtschaftliche Optimierung
- Untersuchung solcher Wärmespeichersysteme in Haushalten oder größeren Maßstäben

***CUTEC,
Abteilung Energiesystemanalyse***

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**