



saisonale Wärmespeicherung

Der Schlüssel
zur Nutzung des wertvollen Überschusses an
erneuerbarer Wärmeenergie





cupasol GmbH



Robert Hegele, Dipl.-Ing. Univ. Maschinenbau
kaufmännischer Bereich, Vertrieb

Marco Eckardt, Dipl.-Ing. Univ. Werkstoffwissenschaften
Entwicklung, Technik, Projektierung

cupasol GmbH

- junges Unternehmen mit Firmensitz in Ravensburg
- gegründet Dez 2011, Entwicklungstätigkeit bereits seit 4 Jahren
- kleine und große solarthermische Anlagen
- saisonale Wärmespeicher für große thermische Energiemengen
- Vertrieb von Vakuumröhrenkollektoren des Herstellers AkoTec



Biogasanlage mit BHKW

Dauerbetrieb BHKW



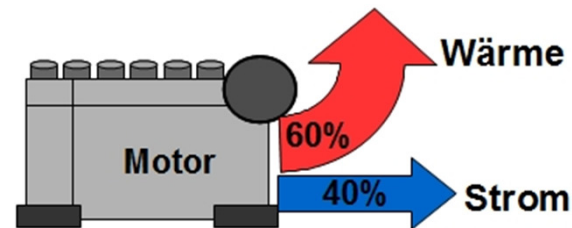
Aktuelle Situation

- über 7.000 Biogasanlagenbetreiber in Deutschland erzeugen Strom
- bis über 60% der Energie aus Biogasanlagen geht als ungenutzte Abwärme zurück in die Atmosphäre
- ein Teil der Biogasanlagenbetreiber nutzt Abwärme, nur die wenigsten nutzen mehr als 50% des Wärmepotentials



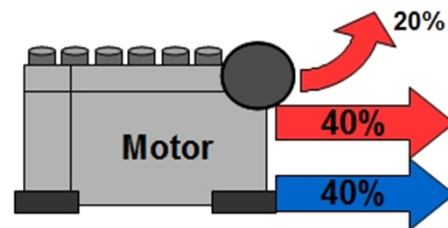
Situation des Betreibers:

- erzeugt ca. 40% Strom, restliche 60% Abwärme



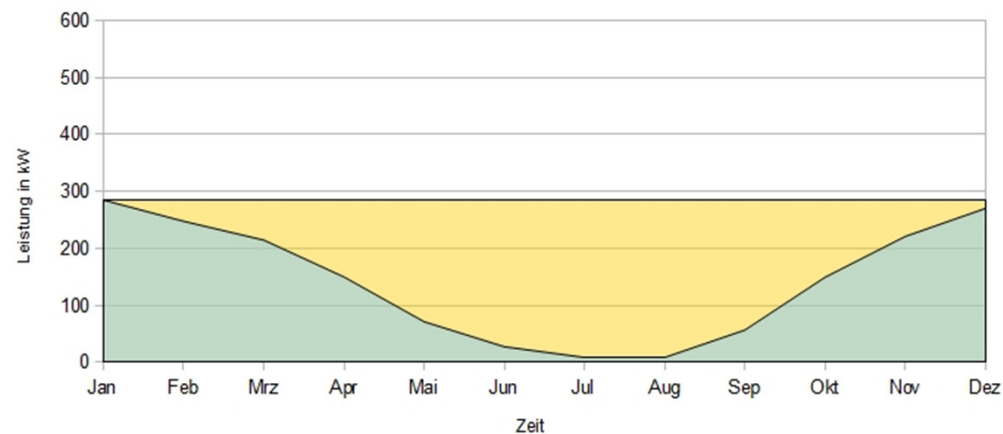
Wie kann der Betreiber die Abwärme nutzen?

- Vermarktung der Wärme über Nahwärmenetz
- Nutzung zur Raumheizung, Trinkwassererwärmung oder als Prozesswärme
- öffentliche, gewerbliche oder private Verbraucher

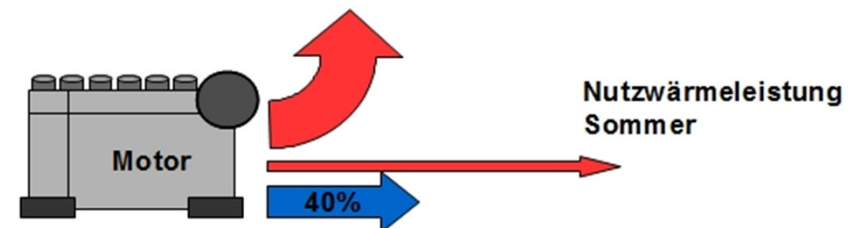
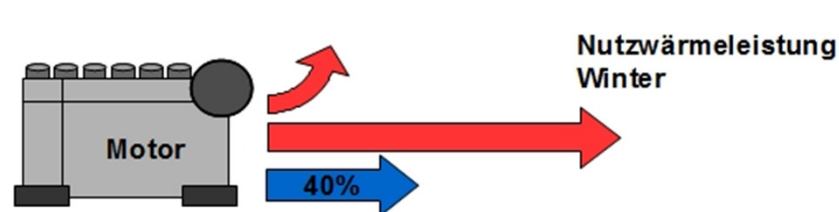


zeitlicher Versatz zwischen Angebot und Nachfrage der Wärme

- verfügbare Wärmeleistung bleibt nahezu konstant
- Nachfrage unterliegt täglichen, monatlichen und saisonalen Schwankungen
- Heizleistung orientiert sich an der Maximallast an sehr kalten Tagen

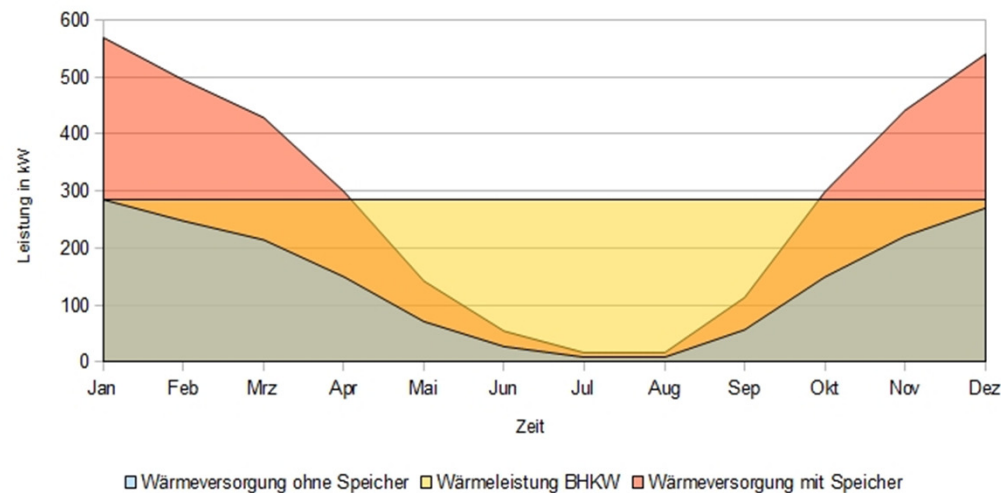


□ Wärmeversorgung ohne Speicher □ Wärmeleistung BHKW



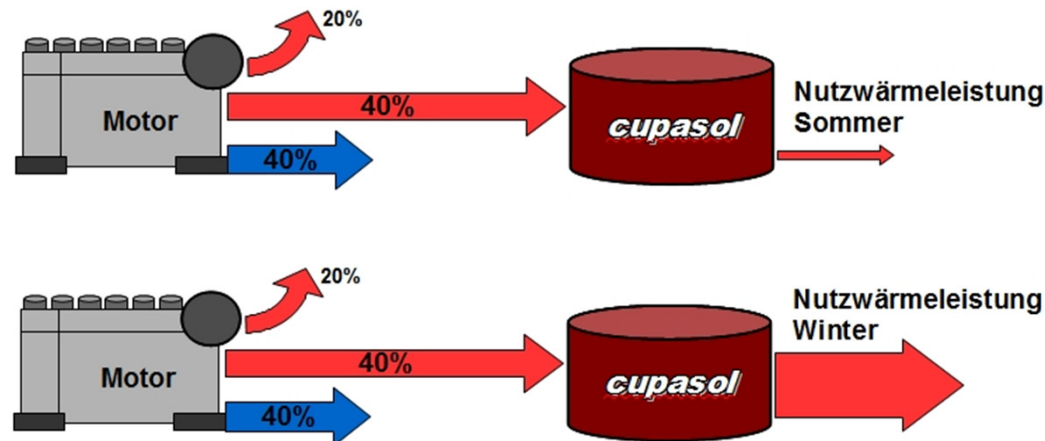
herkömmliche Methode zur Nutzungssteigerung

- Abdeckung von Leistungsspitzen mit anderen Energieträgern, z.B. Hackschnitzel-Heizwerk
- Verlust überschüssiger Abwärme



Alternative großer Wärmespeicher

- Wärmespeicher mit 1.000 – 5.000 m³ Wasservolumen
- Speicherung der überschüssigen Abwärme
- Leistungssteigerung aus großer Speicherkapazität an kalten Tagen
- kein zusätzliches Hackschnitzel-Heizwerk erforderlich

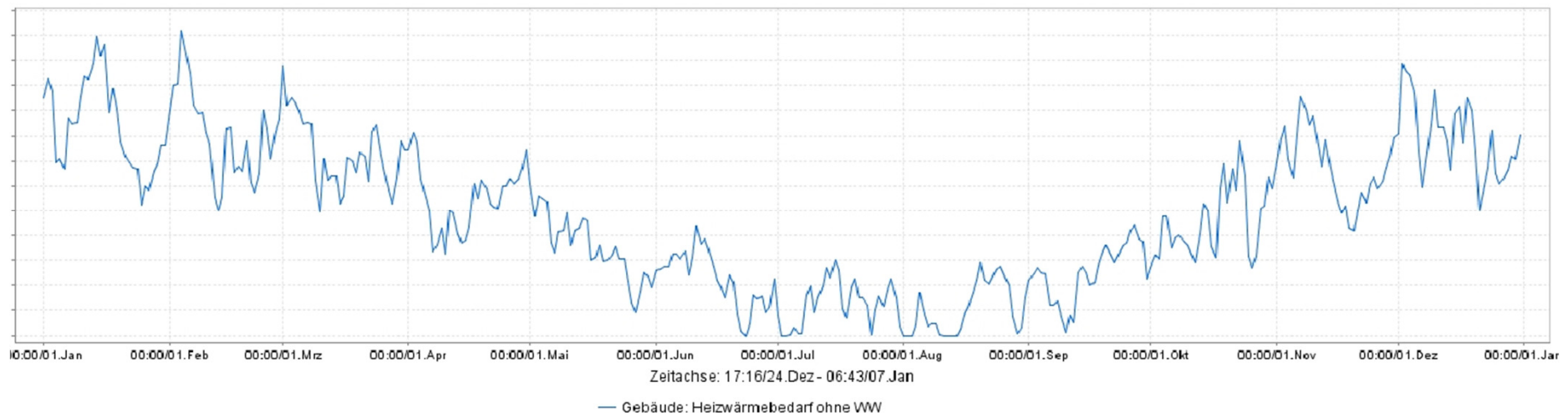


Heizlastkurve Raumheizung Jahreslastgang für Wärmeenergie



Kenngroßen Jahreslastkurve:

- Nahwärmenetz mit ca. 50 Wohngebäuden, unsanierte Bestandsgebäude
- ca. 400-500 kW Spitzenlast an kalten Tagen
- Standort Norddeutschland

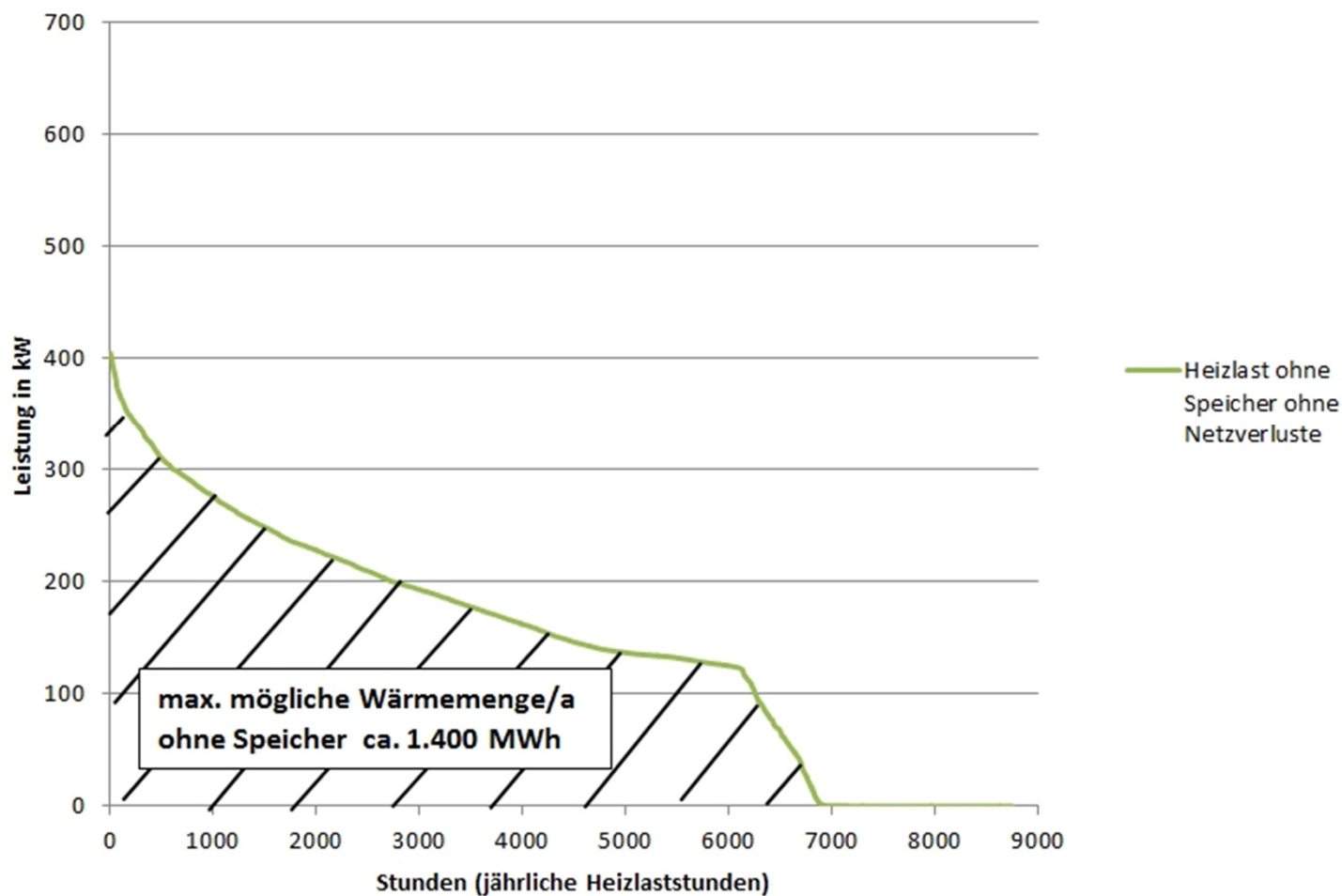


energetischer Nutzen

BHKW 350kW thermisch, Wärmespeicher 3.000m³



Heizlastdiagramm BHKW ohne Speicher ohne Netzverluste

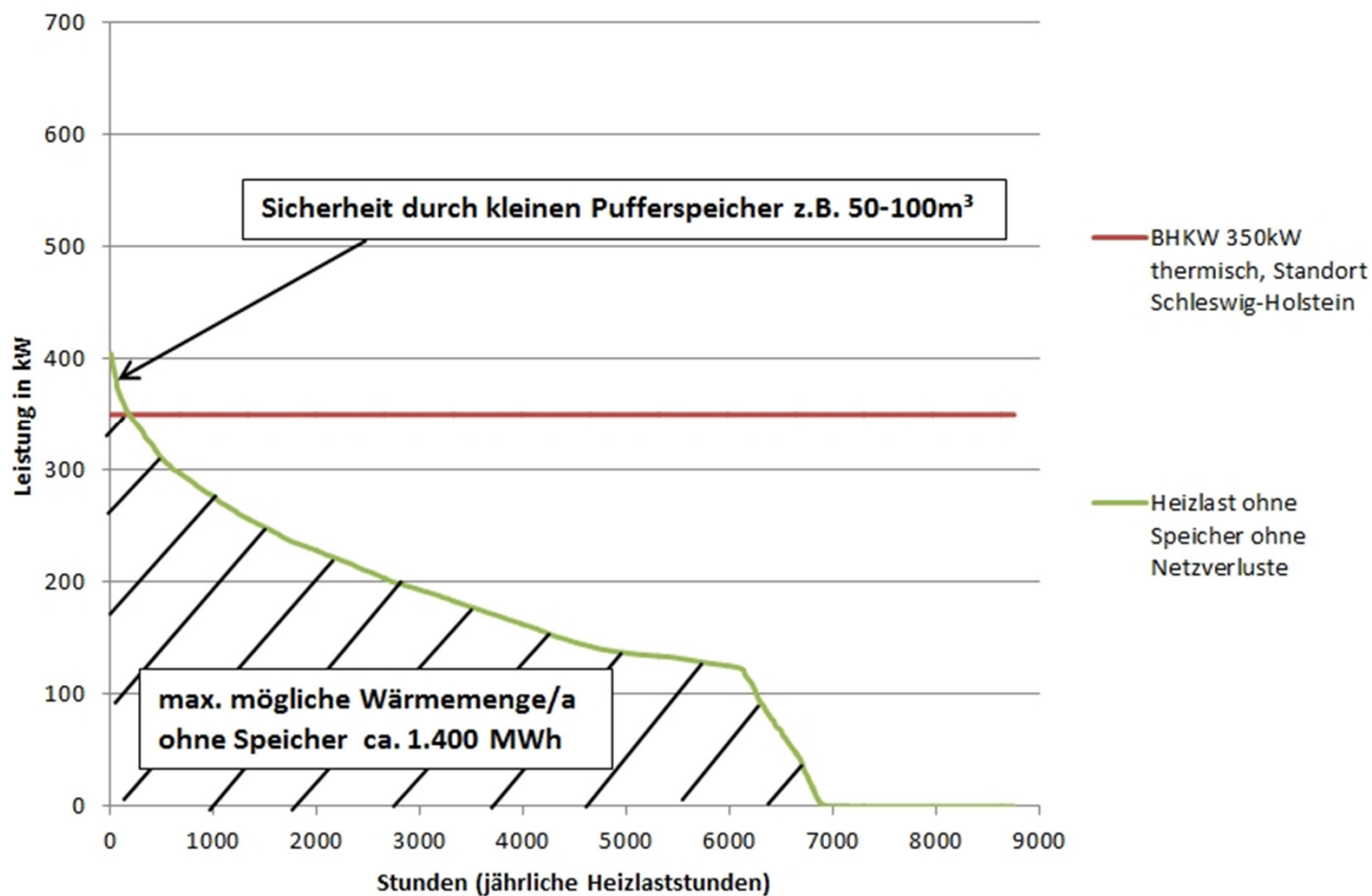


energetischer Nutzen

BHKW 350kW thermisch, Wärmespeicher 3.000m³



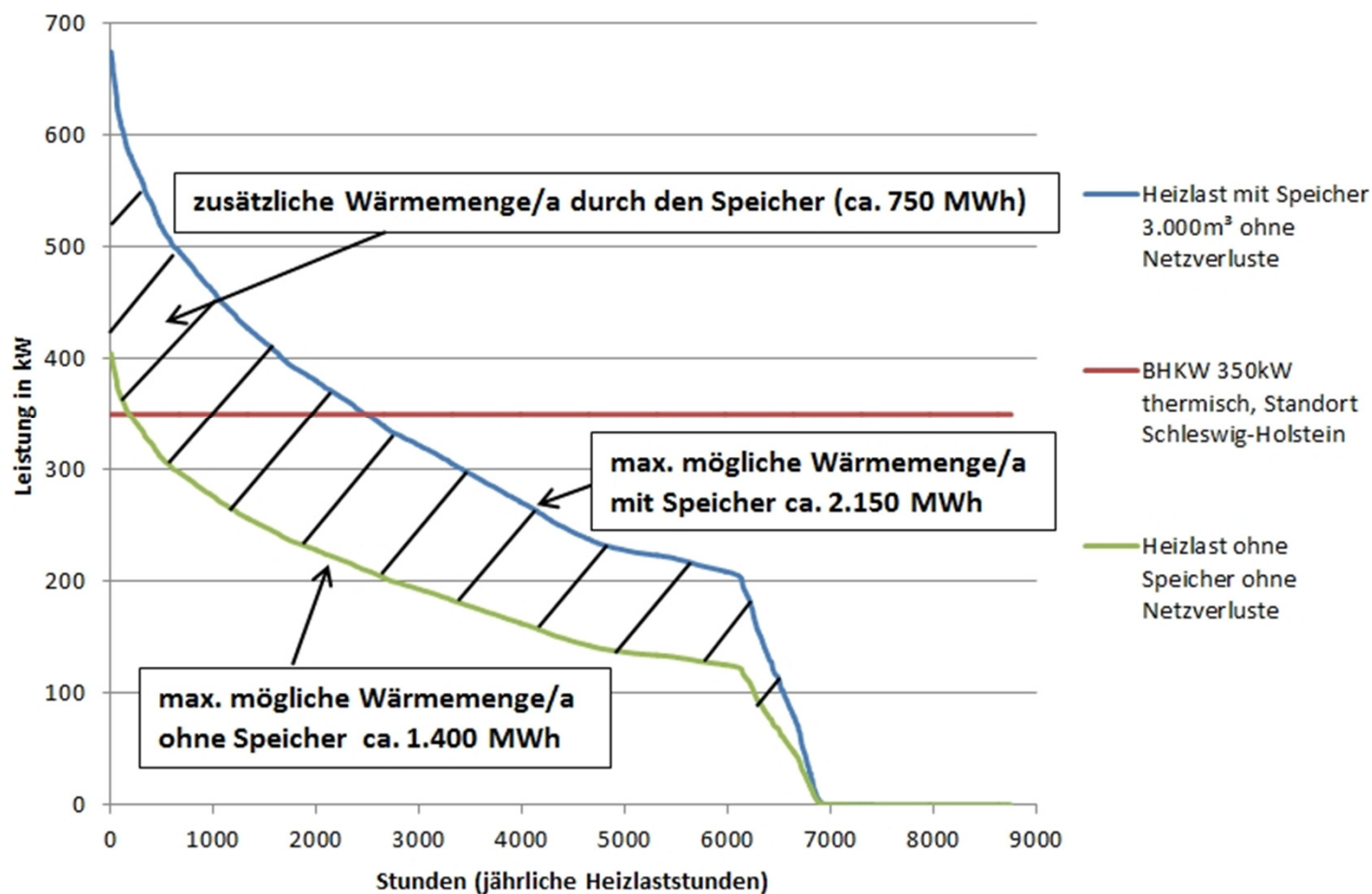
Heizlastdiagramm BHKW ohne Speicher ohne Netzverluste



energetischer Nutzen

BHKW 350kW thermisch, Wärmespeicher 3.000m³

Heizlastdiagramm BHKW mit Speicher ohne Netzverluste

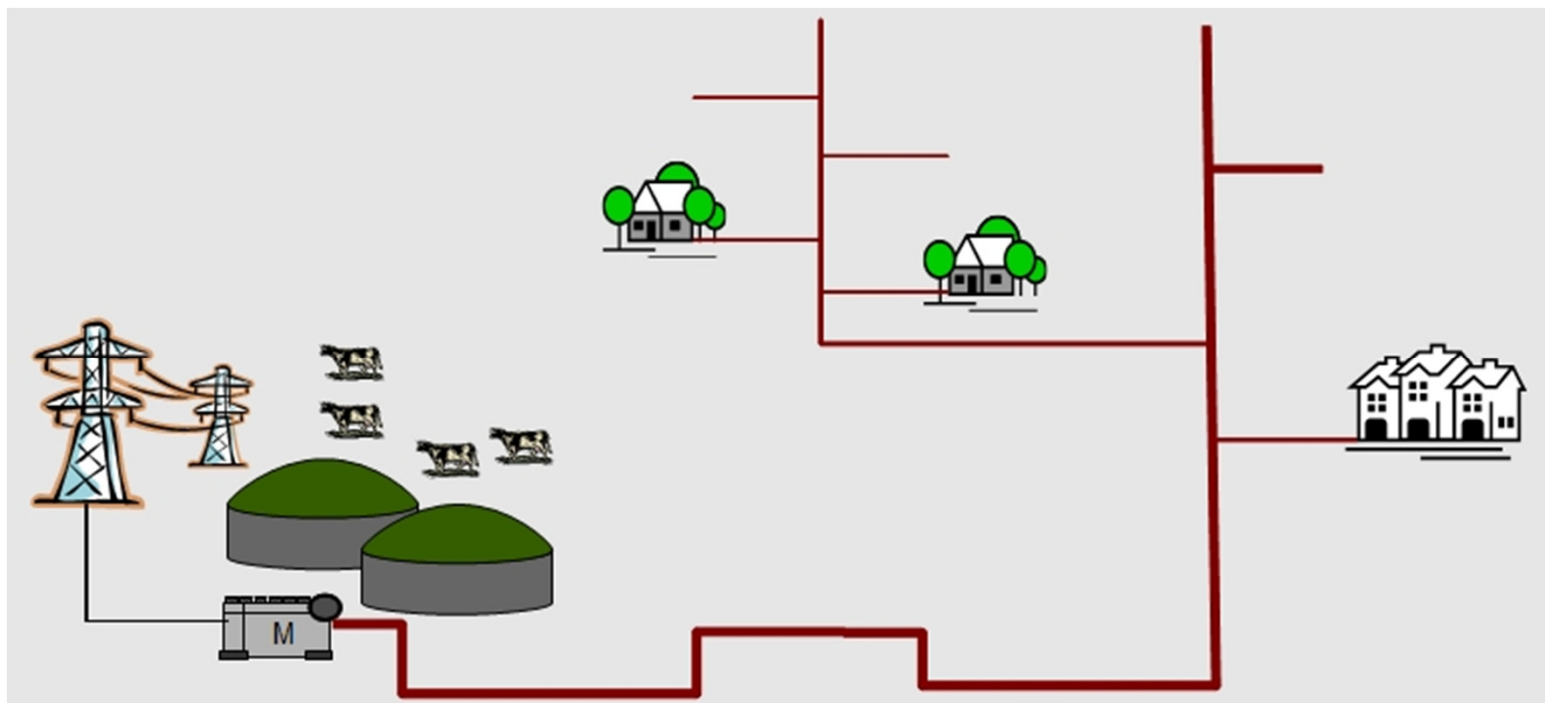


Systemschema – Biogasanlage mit BHKW und Nahwärmenetz



Einfaches Systemschema Nahwärmenetz

mit Verbrauchern für Raumheizung und Trinkwassererwärmung

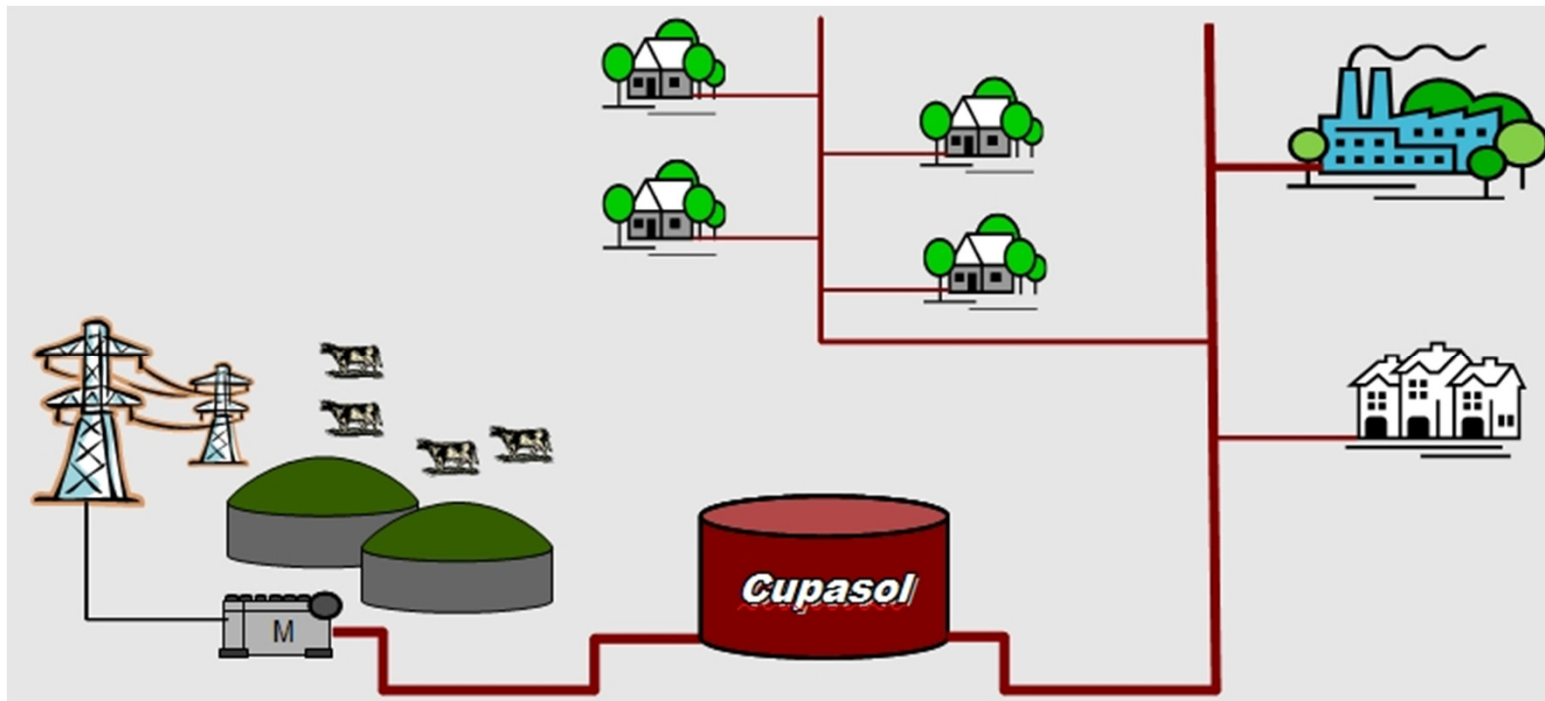


Systemschema – Biogasanlage mit BHKW, Nahwärmenetz und saisonalem Wärmespeicher



Einfaches Systemschema Nahwärmenetz

ergänzt durch einen saisonalen Wärmespeicher
mit größerer Wärmeleistung und damit zusätzlichen Verbrauchern





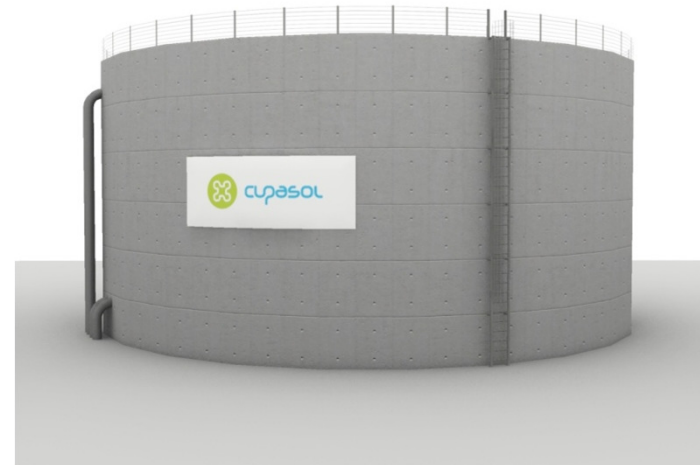
Wärmespeicher

Eigenschaften, Bauweise



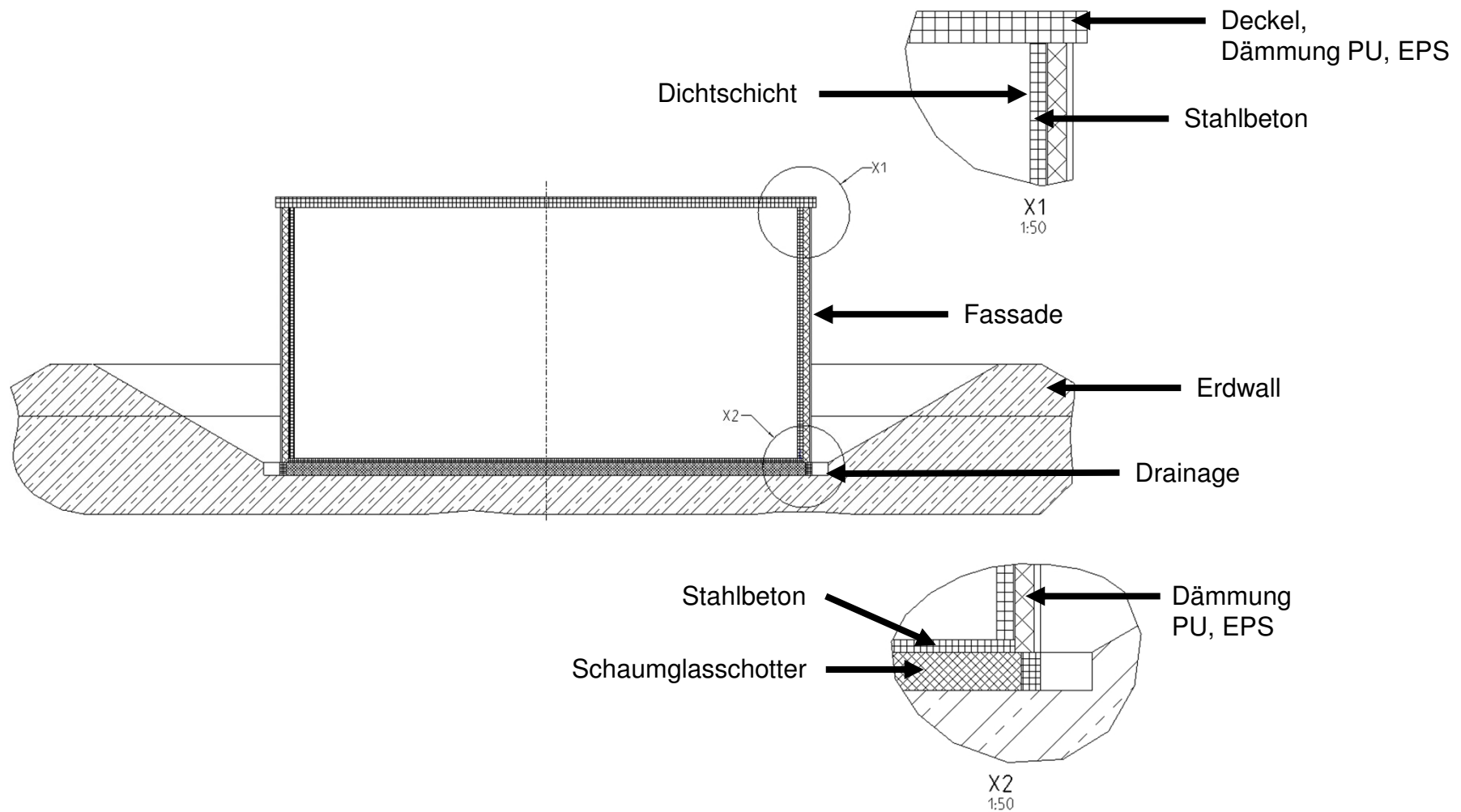
besondere Eigenschaften des Langzeit-Energiespeichers

- Speichermedium Wasser
- druckloser Betrieb
- zylindrische Bauform
- Speichertemperatur bis ca. 95°C
- allseitig isoliert
- oberirdisch, freistehend
- geschlossenes System, Wasser bleibt im Speicher
- Wärmetauscher für Be- und Entladung der Wärmeenergie
- beliebige Größen von 500m³ bis 5.000m³ oder mehr realisierbar



Wärmespeicher cupasol GmbH

Bauweise



Wärmespeicher - Größe

Vergleich verschiedener Speichergrößen



Energieverlust und Speichergröße

- Annahme: gleiche Dämmung, gleicher U-Wert
- der Wärmeverlust findet nur über die Oberfläche statt

Speicher Volumen in m ³	Oberfläche in m ²	Quotient aus Oberfläche/Volumen
1	6	6,00
100	120	1,20
1.000	580	0,58
5.000	1.670	0,33





Wärmespeicher

Betrachtung der Wirtschaftlichkeit



Wärmemengen-Simulation für 200 kW thermische Leistung des BHKW	kWh		
jährliche Wärmemenge ab BHKW (200kW x 24h x 365Tage)	1.752.000		
jährliche Wärmeabgabe an Nahwärmenetz ohne Wärmespeicher	750.000	⇒	43 %
jährliche Wärmeabgabe an Nahwärmenetz mit Wärmespeicher 5.000m³	1.450.000	⇒	83 %

Saisonale Wärmespeicherung – doppelte Wärmeleistung im Winter

- ohne Speicher hängt die Wärmeleistung direkt vom Motor ab
- ein Wärmespeicher entsprechender Größe ermöglicht eine Vervielfachung der kurzzeitigen Spitzenleistung
- ein Wärmespeicher kann die gesamte jährliche Wärmeabgabe an Nahwärmenetz verdoppeln

energetischer Nutzen

BHKW 200kW thermisch, Wärmespeicher 5.000m³



Wärmemengen-Simulation für 200 kW thermische Leistung des BHKW	kWh
jährliche Wärmemenge ab BHKW (200kW x 24h x 365Tage)	1.752.000
jährliche Wärmeabgabe an Nahwärmenetz ohne Wärmespeicher	750.000
jährliche Wärmeabgabe an Nahwärmenetz mit Wärmespeicher 5.000m³	1.450.000
jährlich zus. verkäufliche Energiemenge durch Wärmespeicherung	700.000

Berechnungsgrundlage Fallbeispiel:

- thermische Leistung ab BHKW: 200 kWh
- Verfügbarkeit: 100%
- Nutzerprofil: ganzjährige Nutzung für Raumheizung
- max. Vorlauftemperatur: 85°C
- max. Rücklauftemperatur: 50°C
- Simulationsprogramm: Polysun
- Speichergröße 5.000m³



zusätzliche Einnahmen jährlich durch Wärmespeicher 5.000m³



Einnahmen	EUR
jährliche Mehreinnahmen durch Wärmespeicherung	
9ct x 700.000kWh x 80% Wirkungsgrad = ca.	50.000
abzgl. Sachkosten (Wartung, Betriebsstrom, Versicherung, Verwaltungsaufwand, ...)	5.000
jährlicher Mehrwert durch Wärmespeicherung	45.000

Grundlage für Energiepreis:

- Annahme Verkaufserlös: 9,0 ct/kWh (6 ct/kWh zzgl. 3 ct/kWh KWK-Bonus)
- Verbraucherpreis Gemeinde Hochdorf: 7,5 ct/kWh (Netto)
- Energieversorger: 8-15 ct/kWh
- Verbraucherpreis ASUE: ca. 10 ct/kWh (Netto, Grundpreis + Arbeitspreis ohne Anschlusskosten)



Vollkosten aus Verbrauchersicht - heute -



Vollkosten für Raumwärme und Trinkwassererwärmung

- für EFH Neubau 150 m², EnEV Standard
- für Wärmeerzeugung, ohne Verteilsystem im Haus
- dargestellte Kosten in ct/kWh incl. MWSt.

Heizsystem	Heizöl-NT + Speicher	Fernwärme + Speicher	Nahwärme Gemeinde Hochdorf	Nahwärme Biogas BHKW
jährlicher Wärmebedarf	9.375kWh	9.375kWh	9.375kWh	9.375kWh
Kapitalgebundene Kosten	8,7	2,3	3,5	3,9
Betriebsgebundene Kosten	2,7	0	0	0
Verbrauchsgebundene Kosten	10,1	12	8,9	7,2
Kosten in ct/kWh heute	21,5	14,3	12,4	11,1

- 1) Quelle Kostenrechnung: ASUE-Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch E.V.
- 2) Quelle Preisblatt Gemeinde Hochdorf
- 3) Quelle Annahme 6ct (Netto, Grundpreis + Arbeitspreis)

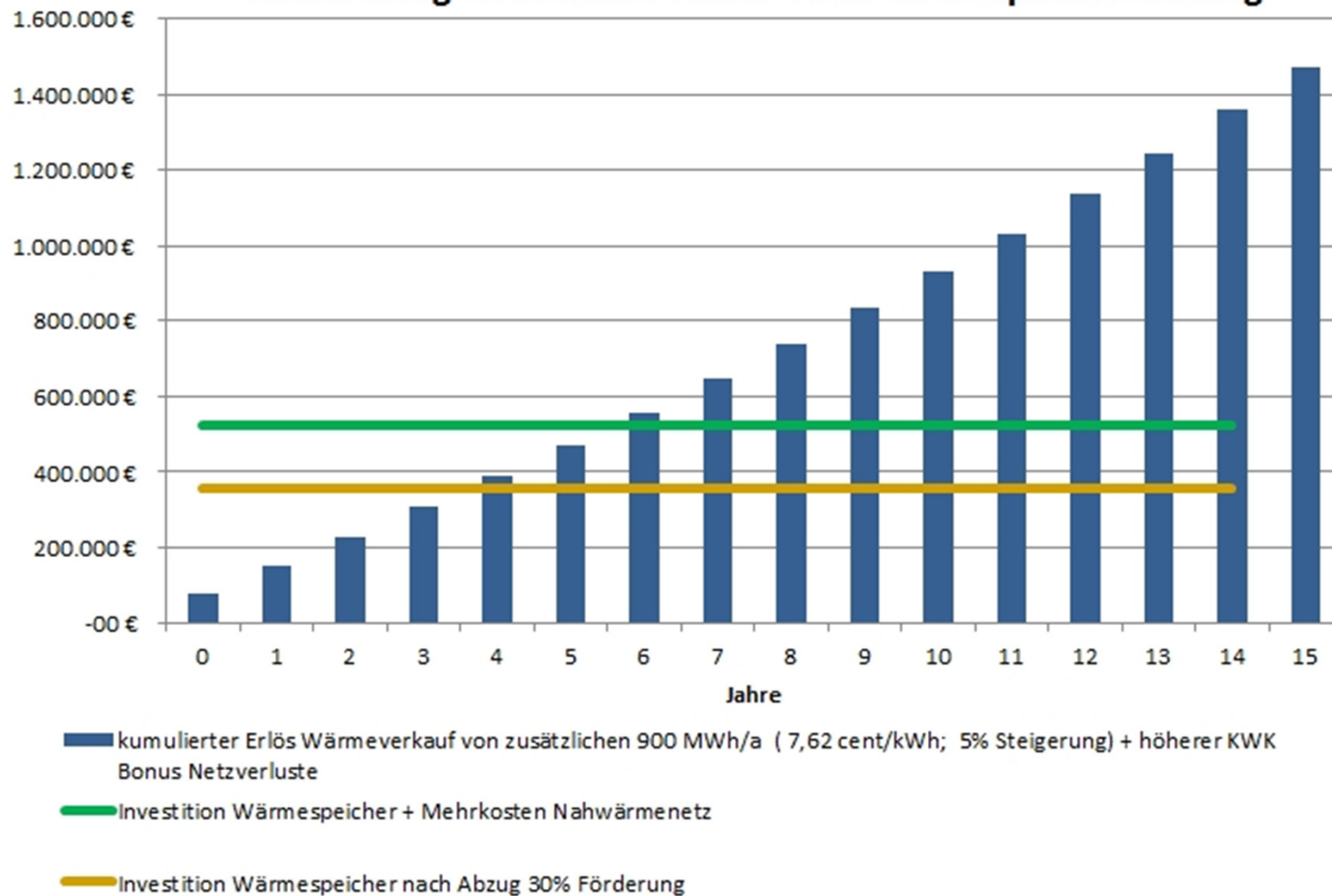


Amortisation

Beispiel: BHKW 450kW thermisch mit 3000m³ Speicher + Netzvergrößerung



Entwicklung zusätzlicher Netto- Erlös durch Speichernutzung



cupasol GmbH

Bahnhofstraße 11
88214 Ravensburg

Tel: 0751 - 76 96 26 - 70

Fax: 0751 - 76 96 26 - 75

E-mail: info@cupasol.com

Internet: www.cupasol.com

