



TECHNISCHE MACHBARKEIT UNTERSCHIEDLICHER OPTIMIERUNGSMABNAHMEN – ERGEBNISSE AUSGEWÄHLTER FALLBEISPIELE

Nahwärmesysteme nachhaltig (um)gestalten

Abschluss-Workshop des Forschungsprojekts „heat_portfolio“

Wien, 28.02.2018

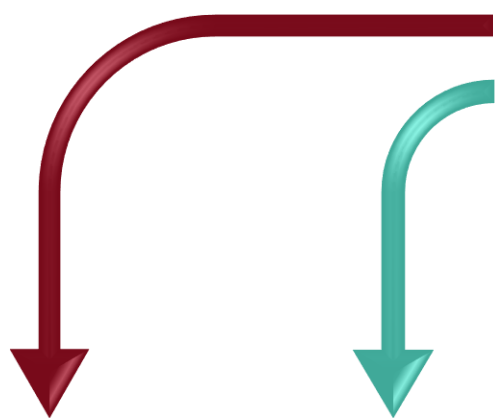
Paolo Leoni



INHALT

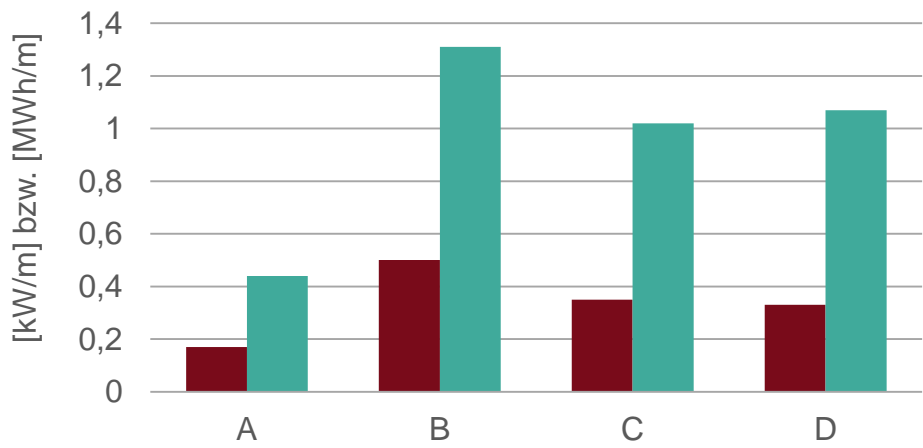
- Screening von 4 österreichischen Fallbeispielen
- Erstellung von aggregierten Simulationsmodellen
- Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz
- Machbarkeitsanalyse mit Parametrisierung und Szenarienbewertung

FALLBEISPIELE



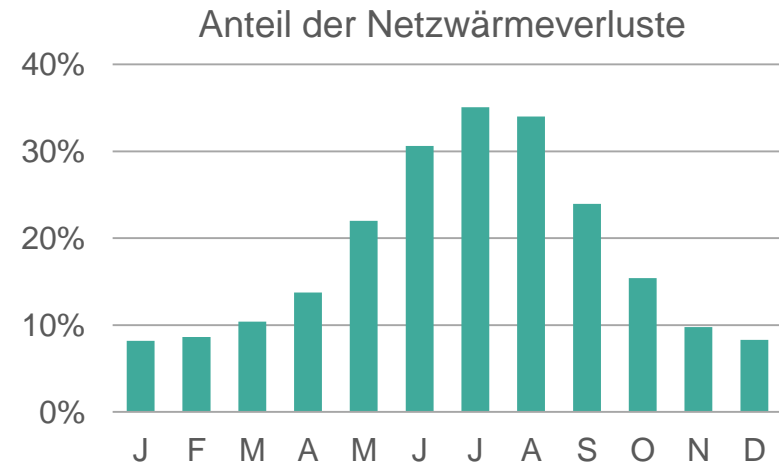
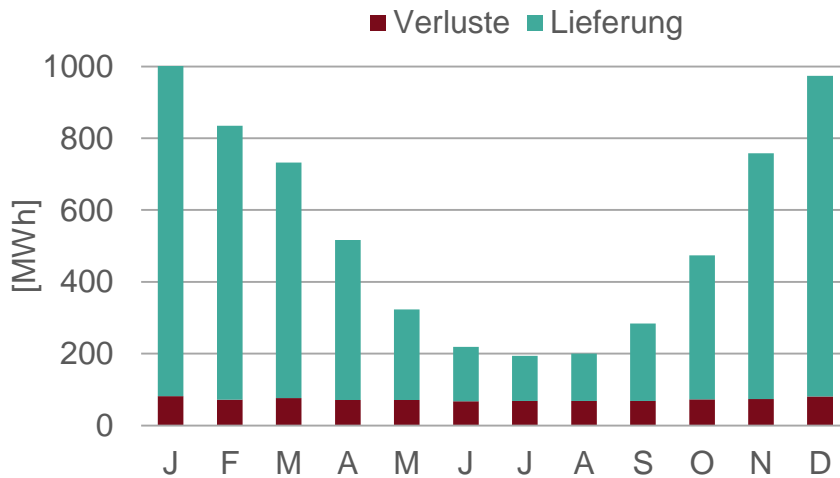
Trassenlänge	km	2,1÷14,4
Leistungsdichte	kW/m	0,17÷0,50
Anschlussdichte	MWh/m	0,44÷1,31
Max. stündliche Last	MW	0,5÷5
Volumenstrom	m ³ /MWh	22÷52
Vorlauftemperatur	°C	75÷95
Rücklauftemperatur	°C	50÷70
Anteil der Netzverluste	%	14÷27

■ Leistungsdichte ■ Anschlussdichte



FALLBEISPIELE

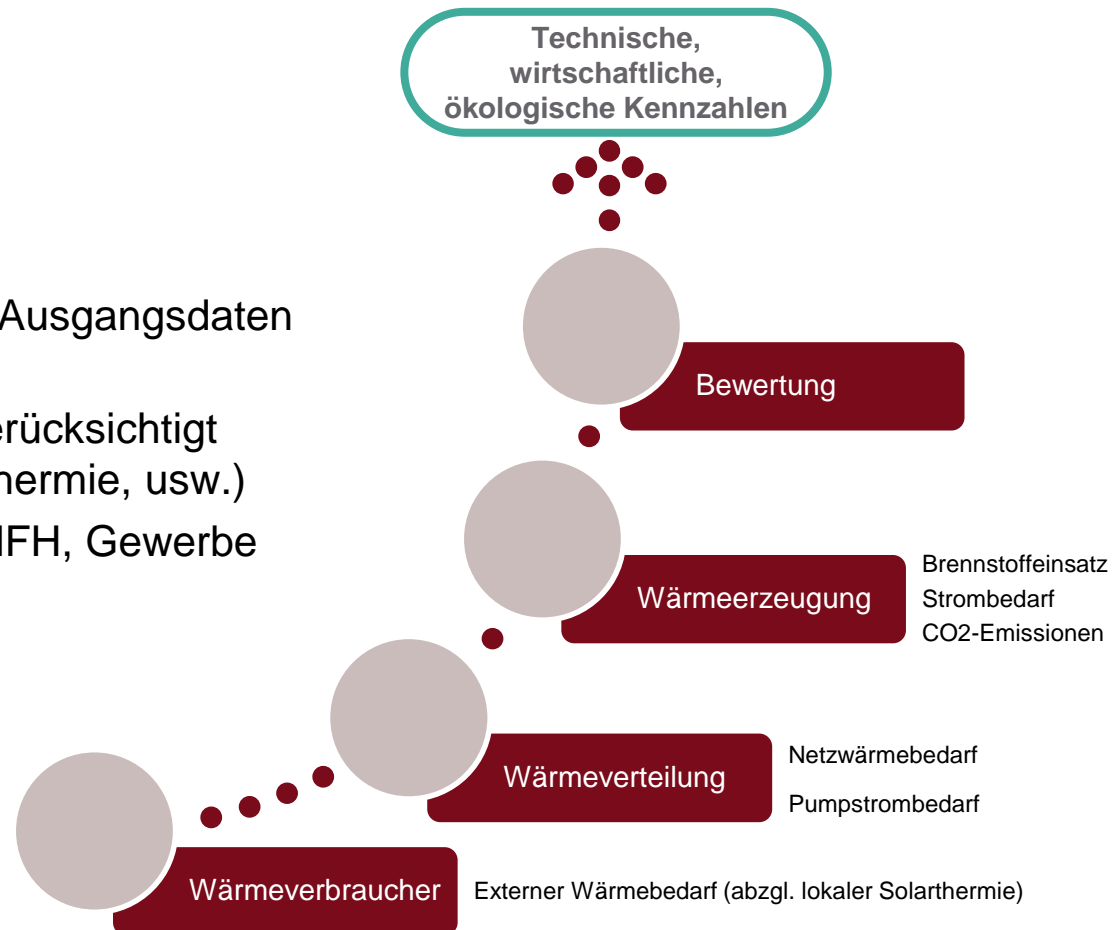
TYPISCHE THERMISCHE NETZVERLUSTE



Geringer Wärmebedarf → Erhöhter Anteil der Wärmeverluste

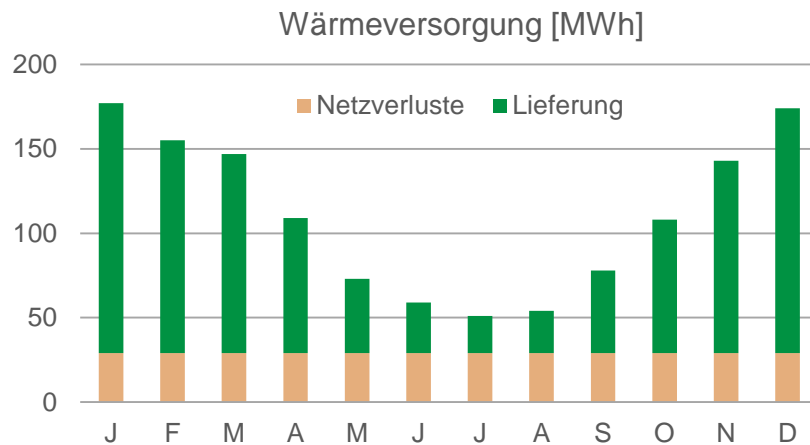
BEWERTUNGSMETHODIK STRUKTUR DES BERECHNUNGSTOOLS

- Selbst erstelltes Tool
- Stündliche Eingangs- und Ausgangsdaten über ein gesamtes Jahr
- Verschiedene Erzeuger berücksichtigt (Kessel, KWK, WP, Solarthermie, usw.)
- 3 Abnehmertypen: EFH, MFH, Gewerbe

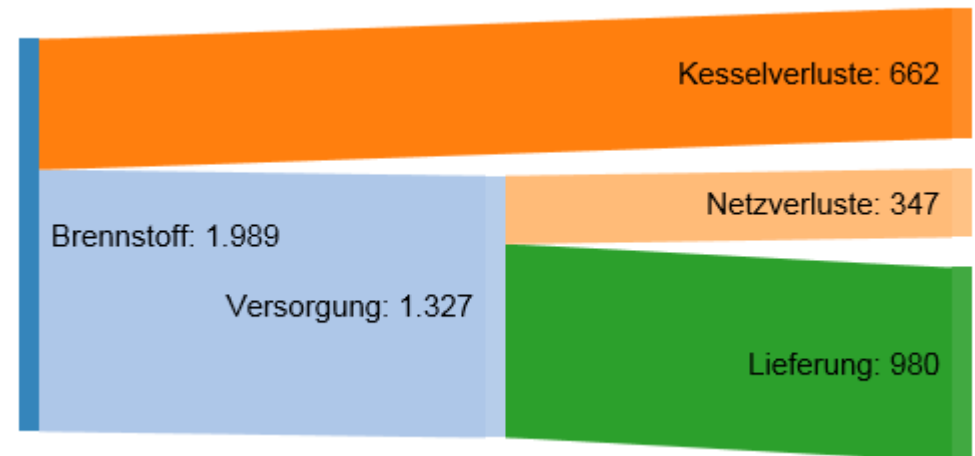


FALLBEISPIEL A

IST-SITUATION



Jahresenergiebilanz [MWh]



1. Kessel überdimensioniert für den Sommerbedarf → Ineffizienter Betrieb in Schwachlast und Gluterhaltung (2366 h/a Vollast) → Hohe Kesselverluste (33% des Brennstoffeinsatzes)
2. Netzverluste: 26% der Versorgung im Jahr (53% in Juni-August)

FALLBEISPIEL A

SZENARIO 1

Zentraler Pufferspeicher mit paralleler Einbindung

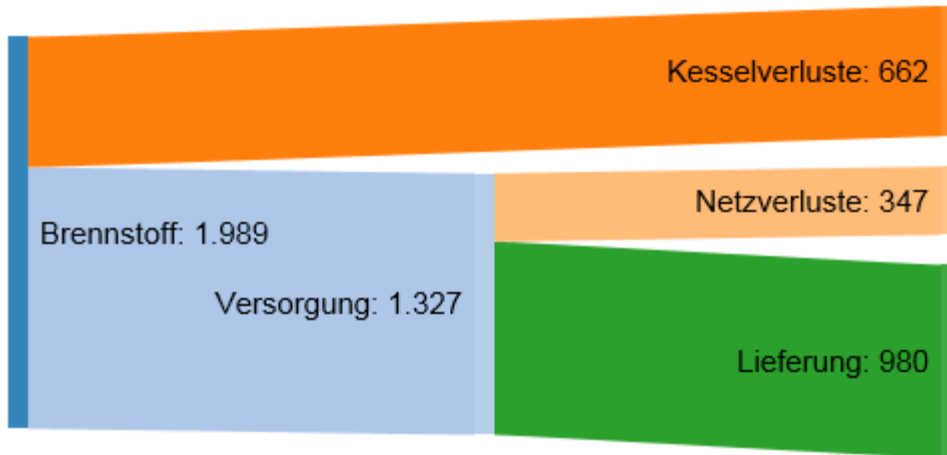


- **Optimale Speichergröße:** 14 m³
- **Vorteil:** effizienterer Kesselbetrieb durch Senkung der Gluterhaltungsstunden um 24% (von 3.600 bis 2.730 pro Jahr)
- **Nachteil:** um 5% häufigere Ein- und Ausschaltungen können die Lebensdauer des Kessels verkürzen

FALLBEISPIEL A

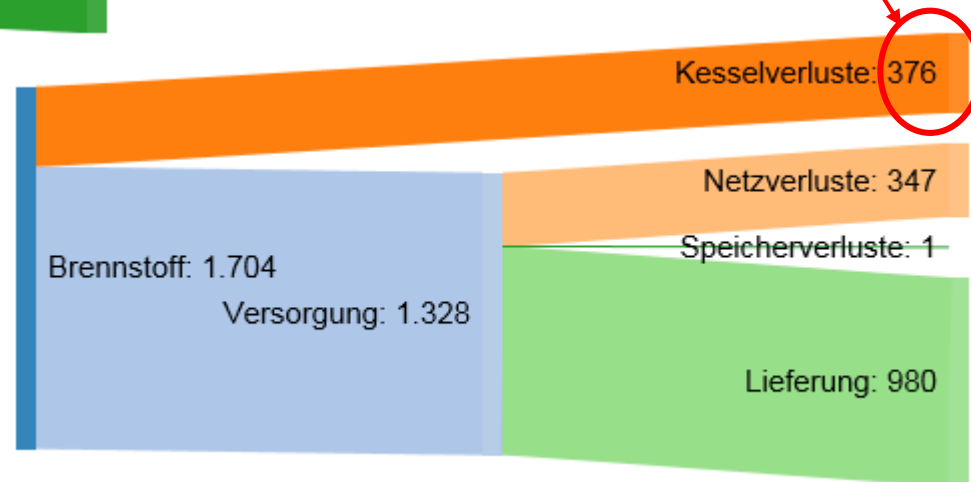
SZENARIO A1 - ERGEBNISSE

Bestand [MWh/a]



43% Reduktion
der Kesselverluste

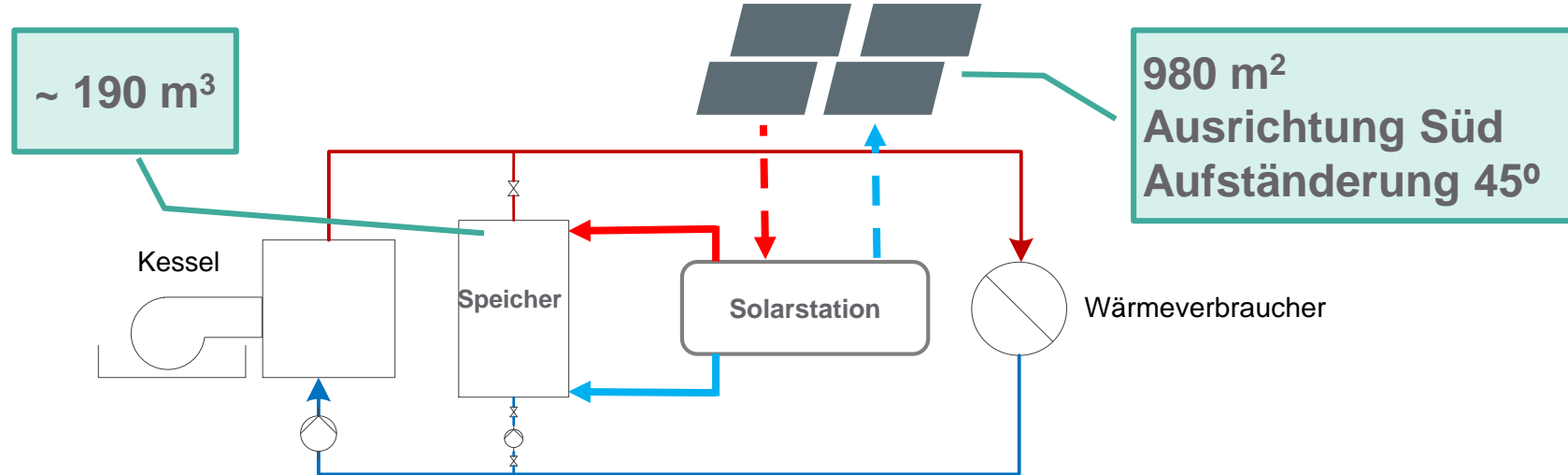
Szenario A1 [MWh/a]



FALLBEISPIEL A

SZENARIO 2

Zentrale Solarthermie 100% Deckung im Juni-August

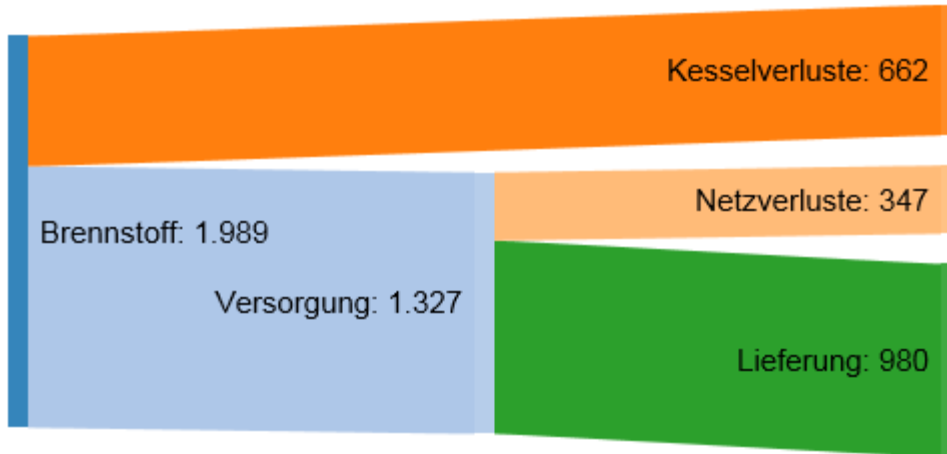


- **Vorteil:** Holzkessel im Sommer ausgeschaltet
- **Nachteile:** Hohe Investitionskosten, Flächeninanspruchnahme 3.500 m²

FALLBEISPIEL A

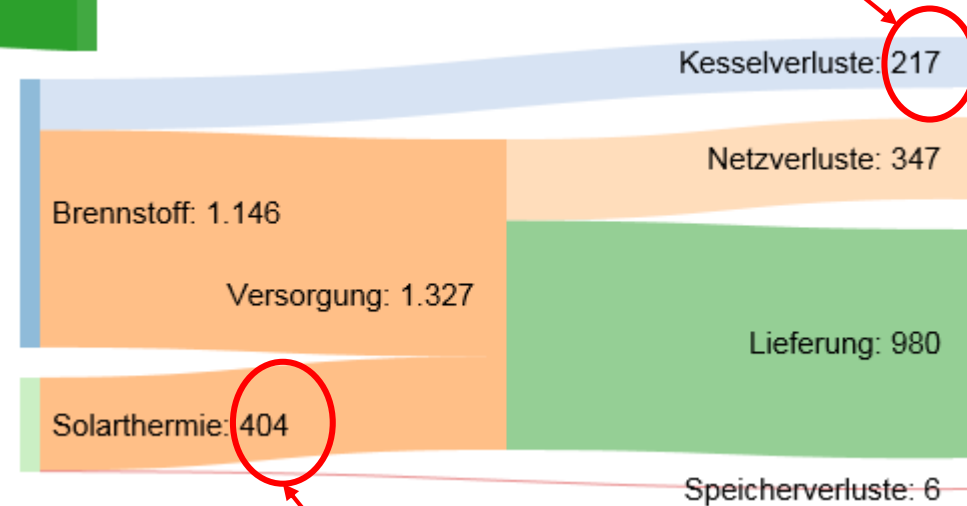
SZENARIO 2 - ERGEBNISSE

Bestand [MWh/a]



67% Reduktion
der Kesselverluste

Szenario A2 [MWh/a]



31% Solarer Anteil
an der Erzeugung

FALLBEISPIEL A

SZENARIO 3

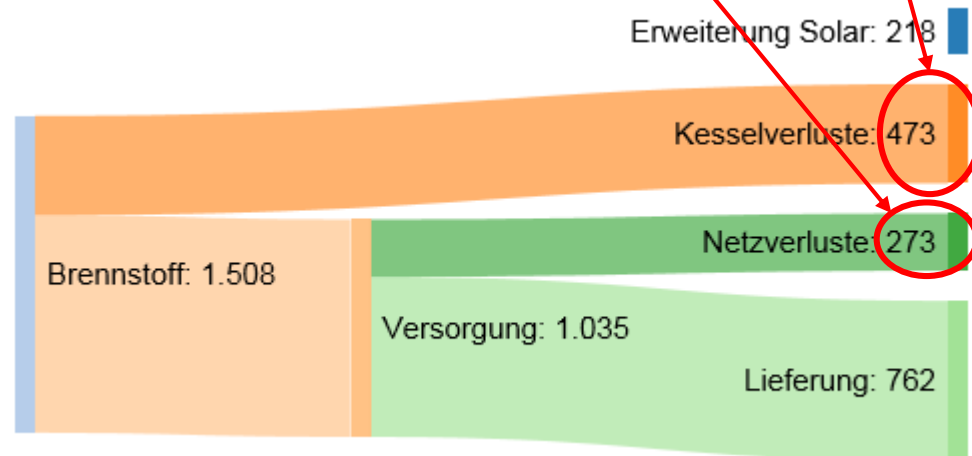
Dezentrale Warmwasserbereitung mittels Solarthermie:

- Bestand: insg. ca. 110 m² → ermittelter Deckungsgrad im Juni-August 24%
- Deckung Juni-August 100% erreichbar mit insg. 620 m² Kollektoren und 40 m³ Speicher

29% Reduktion
der Kesselverluste

21% Reduktion
der Netzverluste

Jahresenergiebilanz [MWh]



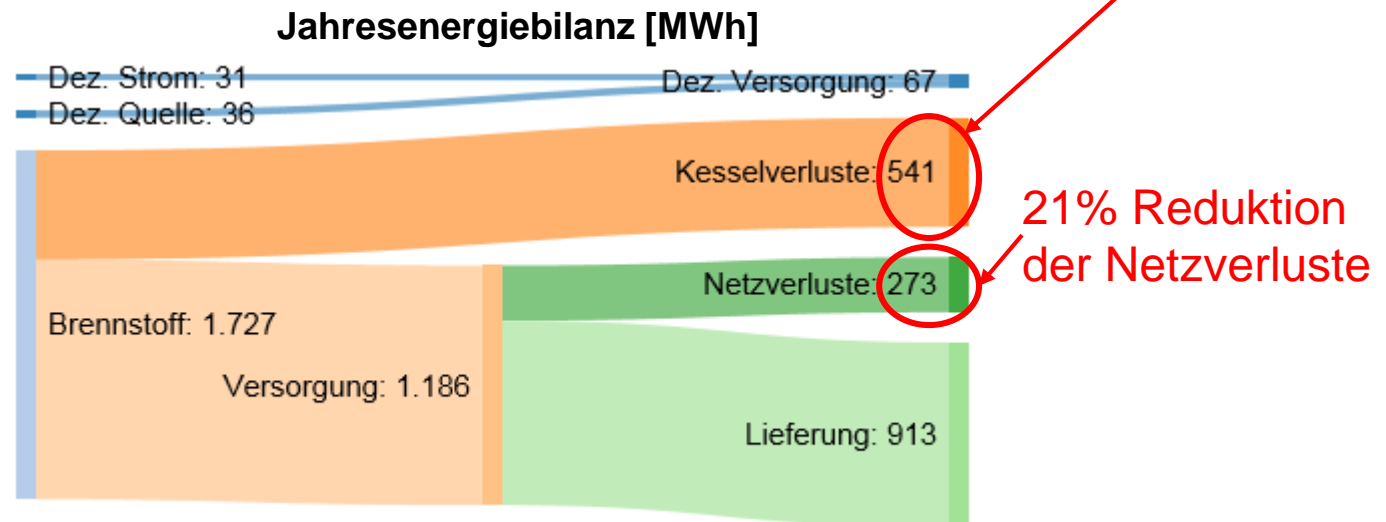
- **Vorteile:** Holzkessel im Sommer ausgeschaltet, sommerliche Netzverluste und Pumpstrom ausgeglichen
- **Nachteile:** Hohe Investitionskosten, einzelne Abstimmungen mit allen Verbrauchern, Platz für alle Speicher erforderlich

FALLBEISPIEL A

SZENARIO 4

Dezentrale elektrische Warmwasserbereitung + Speicher:

- 300 Liter für EFH, Büros, öffentliche Gebäude
- 2000 Liter für MFH und Betriebsgebäude

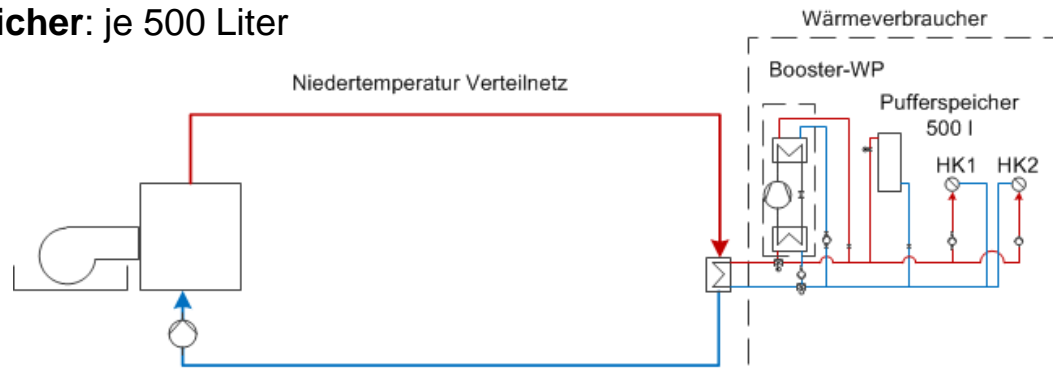


- **Vorteil:** Holzkessel im Sommer ausgeschaltet, sommerliche Netzverluste und Pumpstrom ausgeglichen
- **Nachteil:** einzelne Abstimmungen mit allen Verbrauchern

FALLBEISPIEL A

SZENARIO 5 - KONZEPT

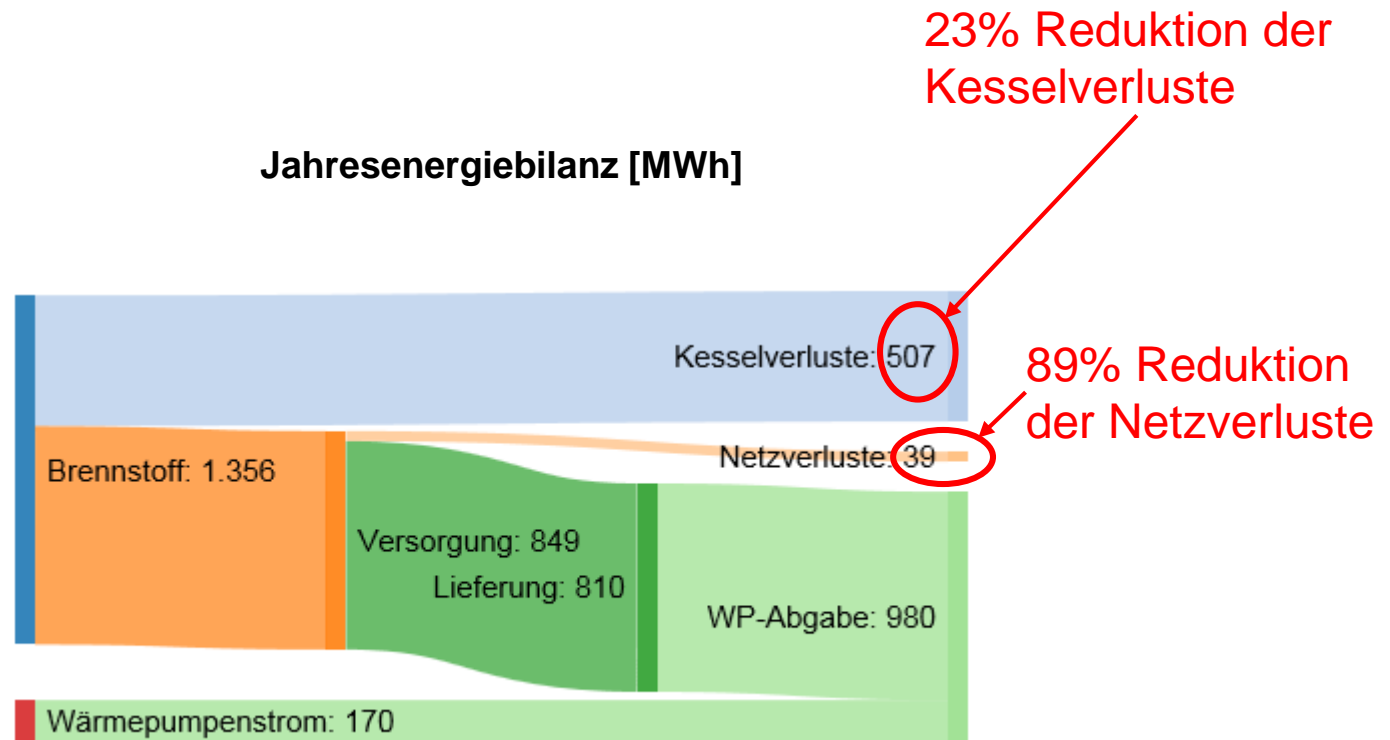
- **Netztemperaturabsenkung:** Mittelwert VL 30 °C (55 °C bei Spitzenlast), RL 5 °C
- **Lokale Wärmepumpen:**
 - 12 kW bei EFH, 70 kW bei größeren Gebäuden
 - Senketemperatur: 65 °C (ggf. gebäudenseitige Sanierung)
- **Lokale Speicher:** je 500 Liter



- **Vorteil:** stark verminderte Netzverluste, mögliche Einbindung weitere Niedrigtemperaturquellen, geringere Durchfluss und Netzpumpstrom, ggf. Kühlung möglich (hier aber nicht berücksichtigt)
- **Nachteil:** einzelne Abstimmungen mit allen Verbrauchern, Betrieb des Kessels bei niedrigen Temperaturen, Investitionskosten für dezentrale WP, ggf. zusätzliche hydraulische Engpässe aufgrund sinkender Temperaturspreizungen

FALLBEISPIEL A

SZENARIO 5 - ERGEBNISSE



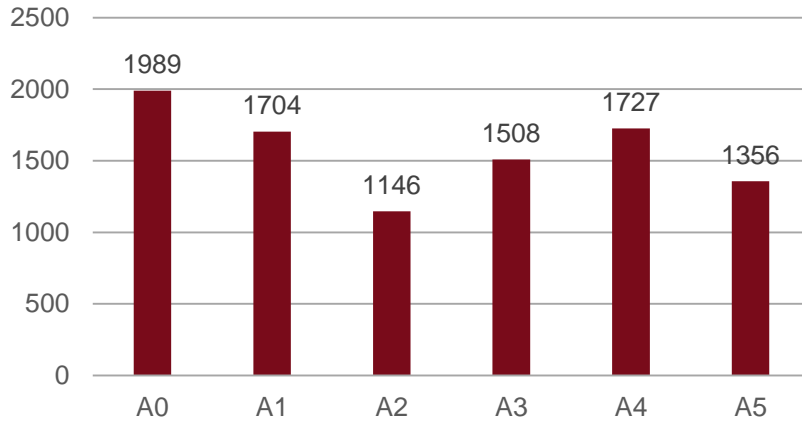
- Wärmepumpen: Jahresarbeitszahl 5,8
- Durchschnittliche Fließgeschwindigkeit im Netz: 0,45 m/s → Umwälzpumpenstrom pro Jahr um 12% (9 MWh) gesenkt

FALLBEISPIEL A

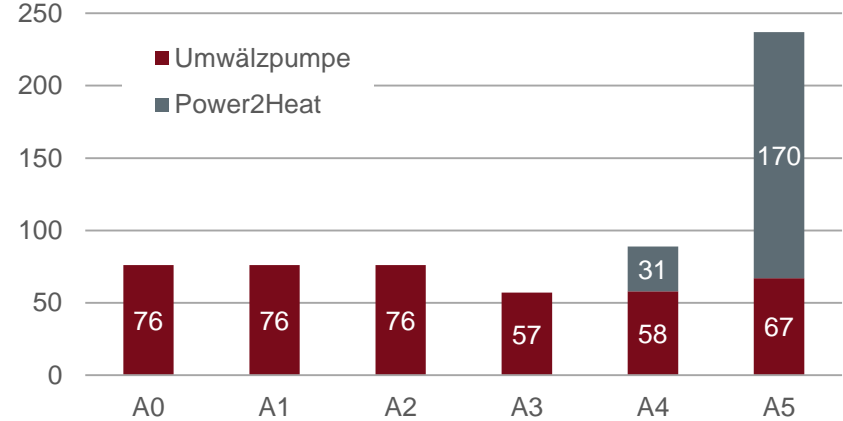
SZENARIENVERGLEICH

- A1: Zentraler Pufferspeicher
- A2: Zentrale Solarthermie
- A3: Dezentrale Solarthermie
- A4: Dezentraler Power2Heat
- A5: Anergienetz + dez. WP

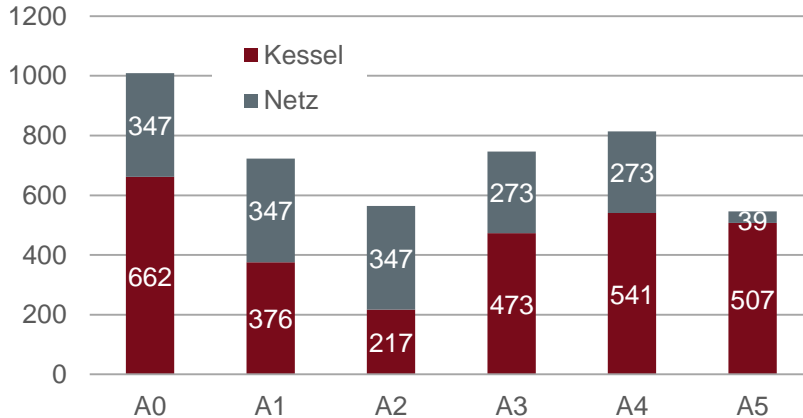
Brennstoffeinsatz [MWh/a]



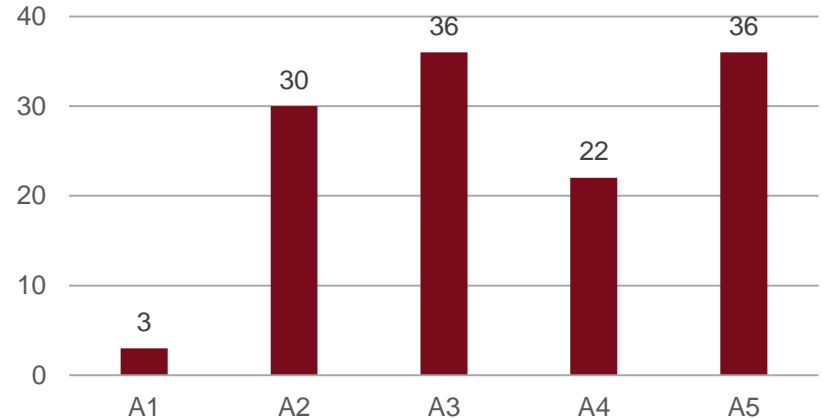
Stromverbrauch [MWh/a]



Wärmeverluste [MWh/a]



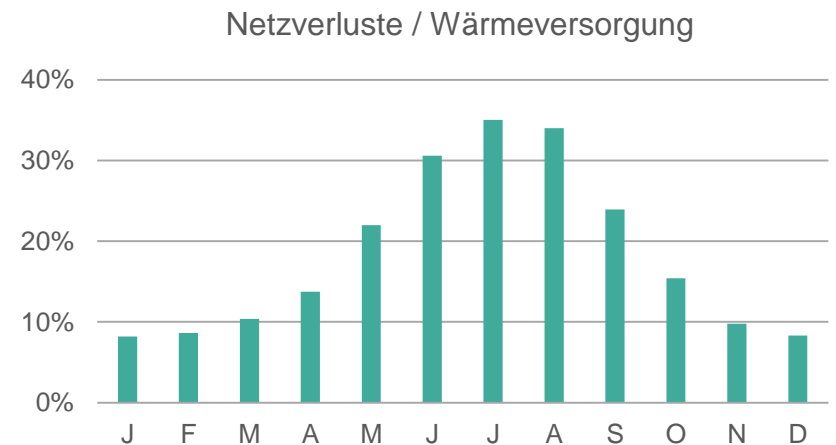
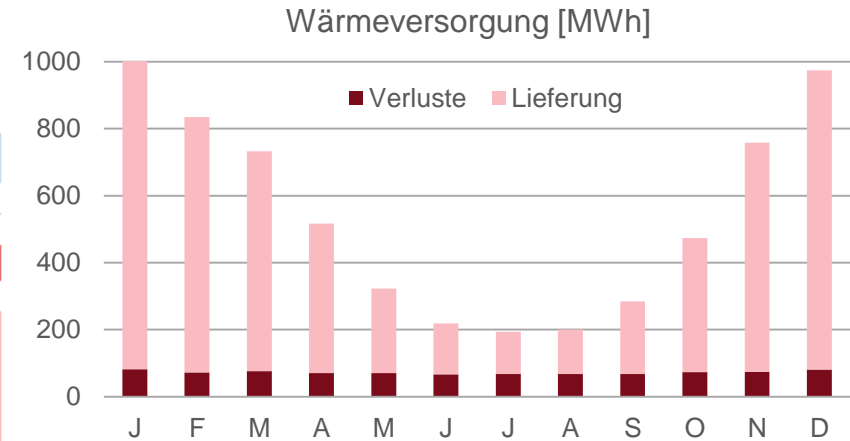
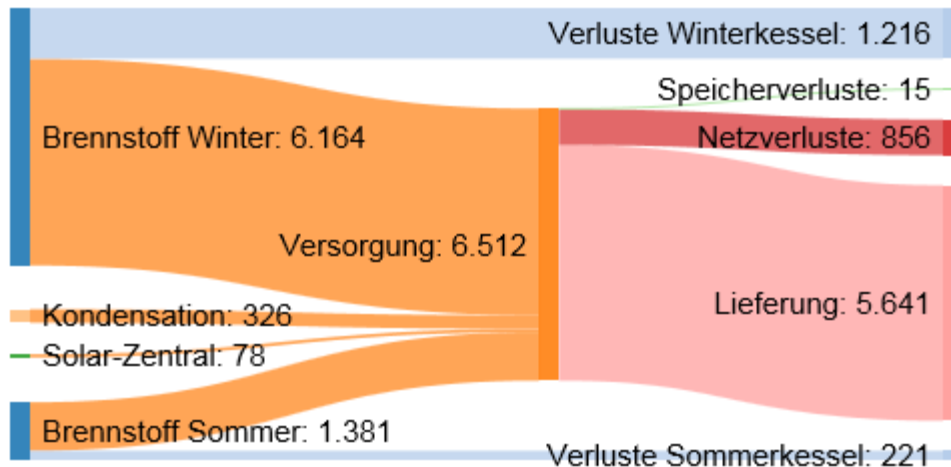
Amortisationszeit [a]



FALLBEISPIEL B

IST-SITUATION

Jahresenergiebilanz [MWh]



1. Geringe Netzdichte → Hoher Anteil der Netzverluste: ca. 13% der Versorgung im Jahr, bis auf ca. 35% in Juli-August

FALLBEISPIEL B

SZENARIENVERGLEICH

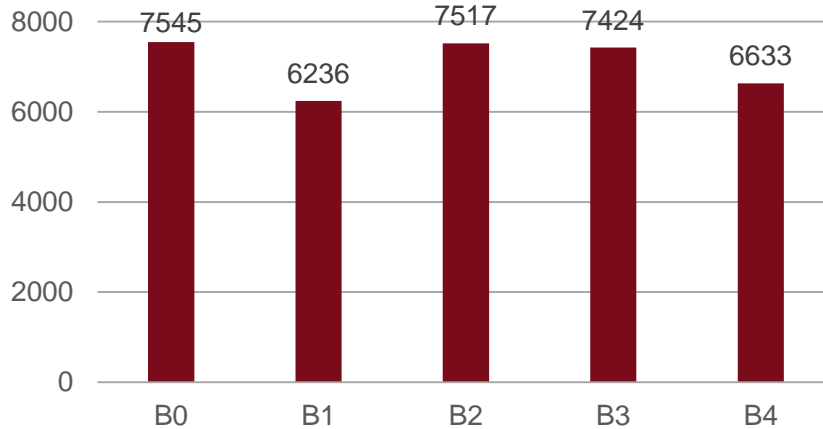
B1: Dezentrale Solarthermie 4-Monate Deckung

B2: Dezentrale Speicher

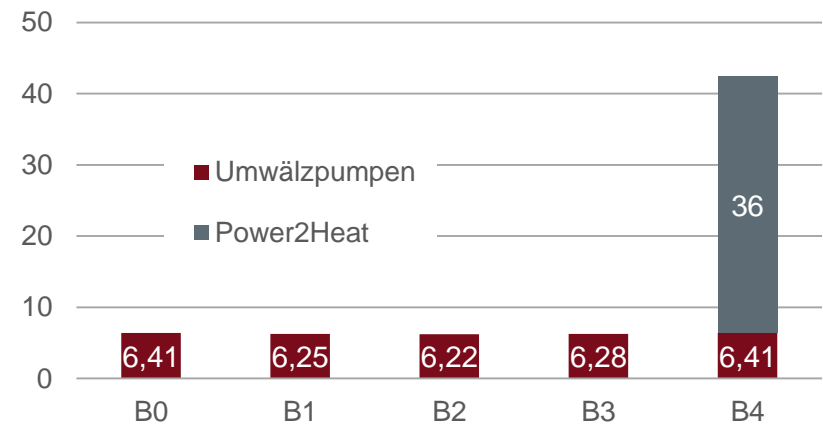
B3: Dez. Speicher + Strömungsumkehr

B4: WP für Rauchgaskondensation

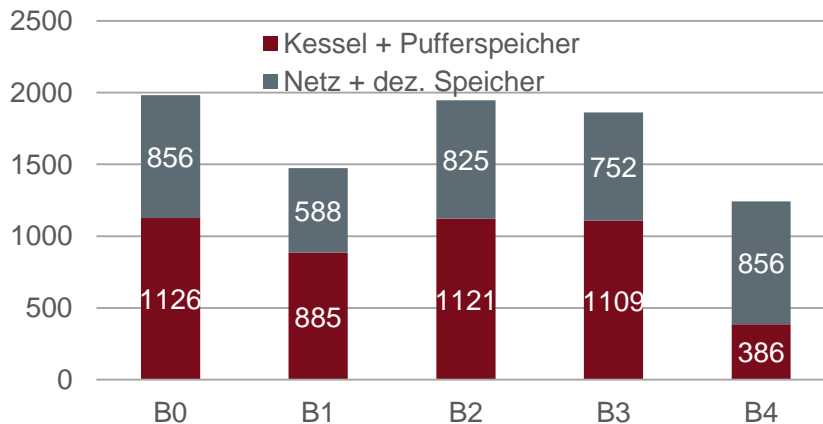
Brennstoffeinsatz [MWh/a]



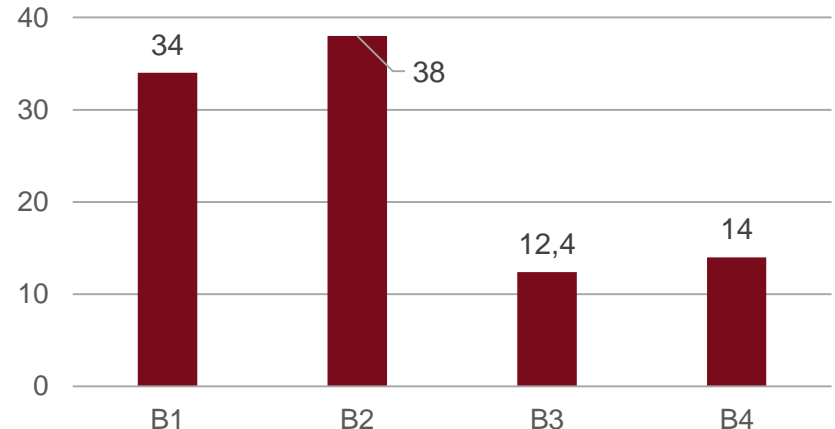
Stromverbrauch [MWh/a]



Wärmeverluste [MWh/a]



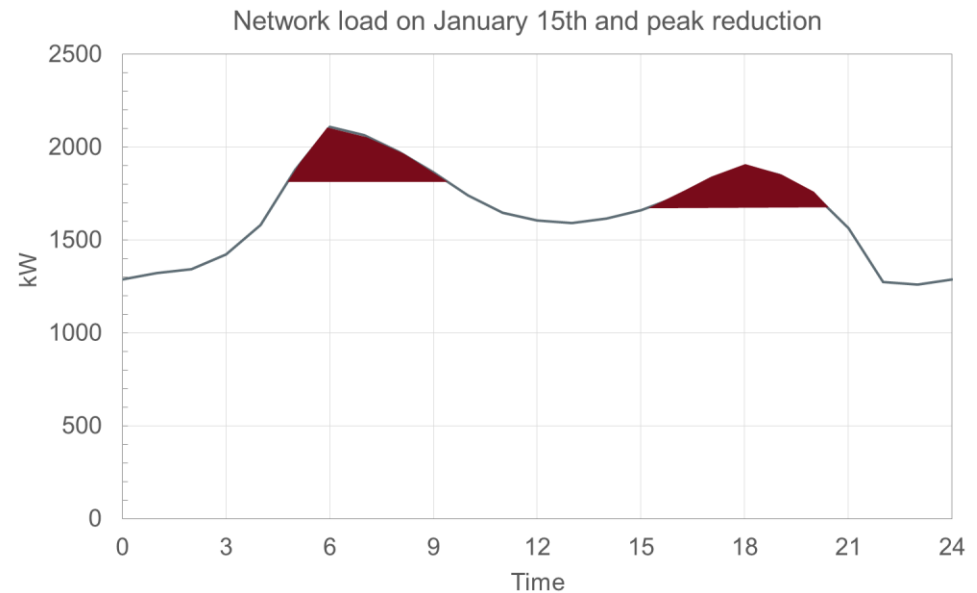
Amortisationszeit [a]



FALLBEISPIEL B

SZENARIO 2 - KONZEPT

- Vom Mai bis September, Kessel und I Beladung der dezentralen Speicher → dementsprechend sinken die thermisc
- Durchschnittliche Speichergöße:
 - 150 Liter für Einfamilienhäuser
 - 400 Liter bei Mehrfamilienhäuser, (

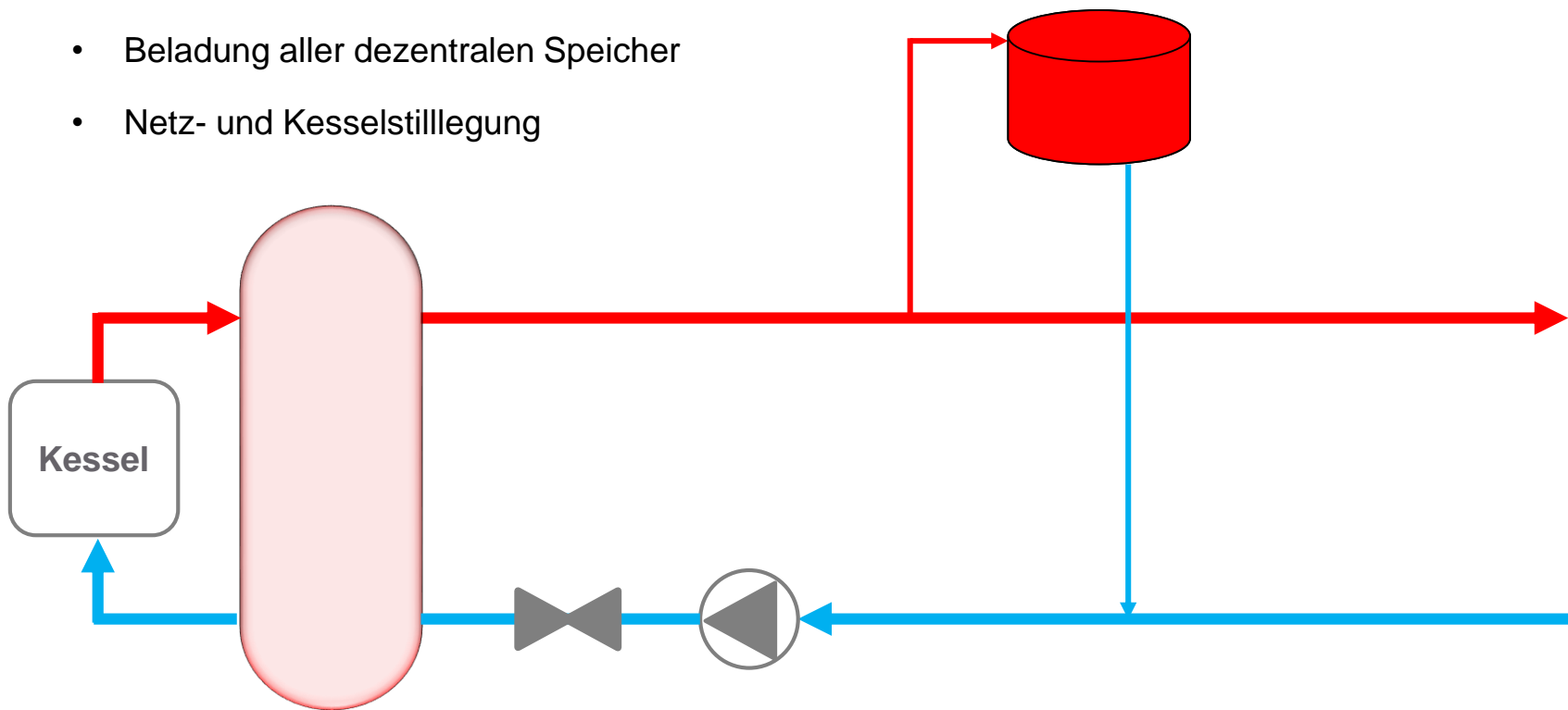


- **Vorteile:**
 - reduzierte Netzverluste und Pumpstrom Mai-September
 - ggf. möglicher Einsatz bzw. Adaptierung bestehender Speicher bei den Wärmeabnehmern
 - mögliche Verwendung der Speicher im Winter zur Spitzenlastreduktion → kein Bedarf am Spitzenlastkessel, noch an deren Wartung
 - während der Beladung, Kesselbetrieb beim Nennlast → höherer Kesselwirkungsgrad
- **Nachteile:** einzelne Abstimmungen mit allen Verbrauchern, Platz für Speicher bei jedem Verbraucher erforderlich, Temperaturschwankungen in der Rohrleitung (Materialermüdung?)

FALLBEISPIEL B

SZENARIO 2 – KONZEPT

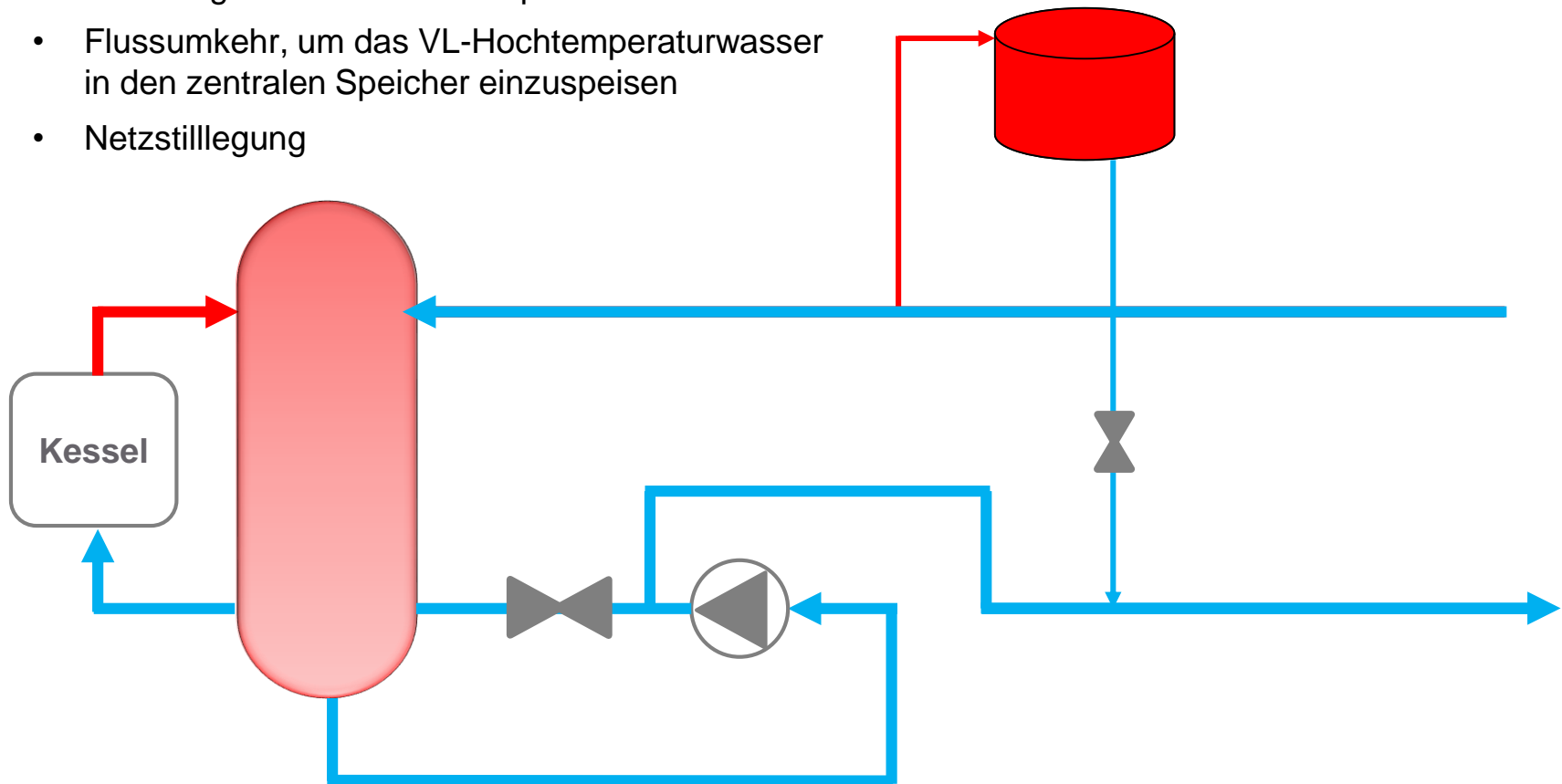
- Beladung aller dezentralen Speicher
- Netz- und Kesselstilllegung



FALLBEISPIEL B

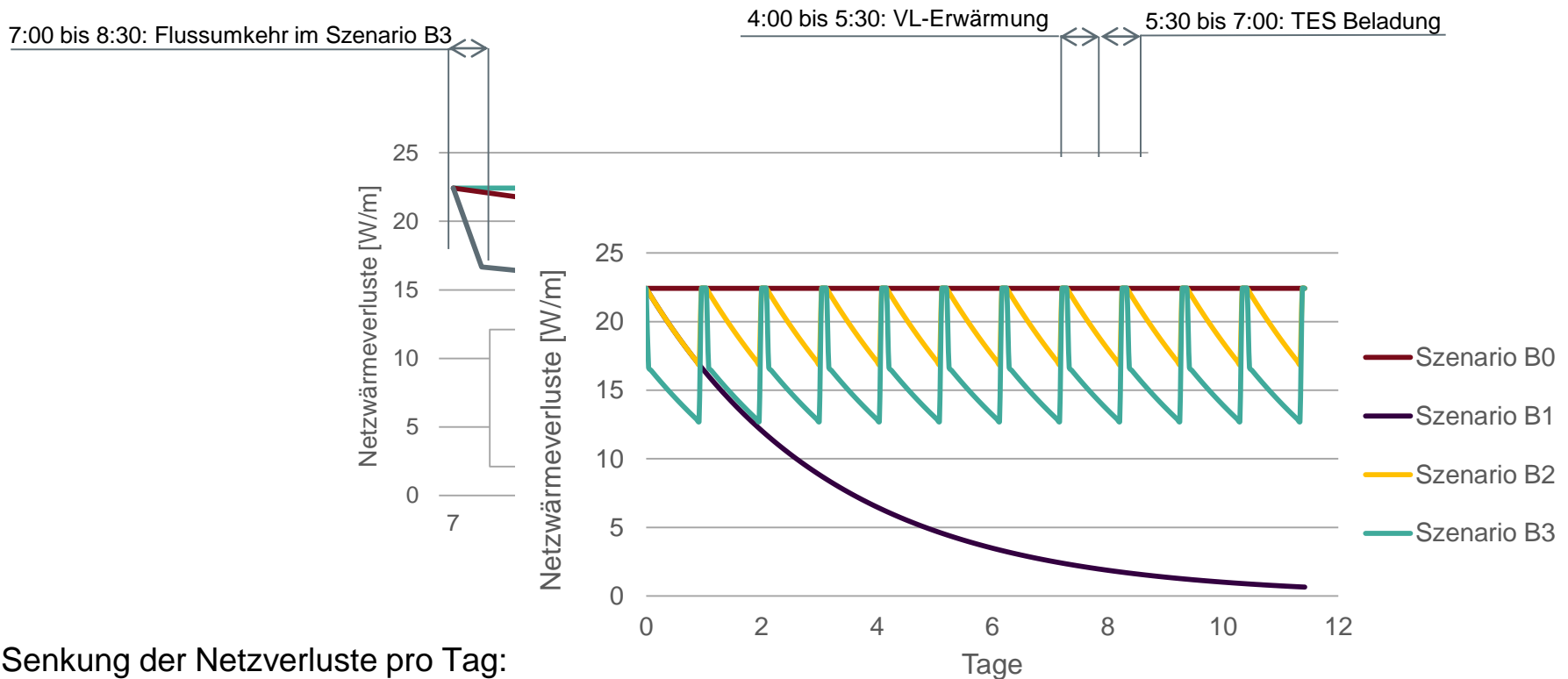
SZENARIO 3 – KONZEPT

- Beladung aller dezentralen Speicher
- Flussumkehr, um das VL-Hochtemperaturwasser in den zentralen Speicher einzuspeisen
- Netzstilllegung



FALLBEISPIEL B

SZENARIEN 2-3 - TAGESABLAUF



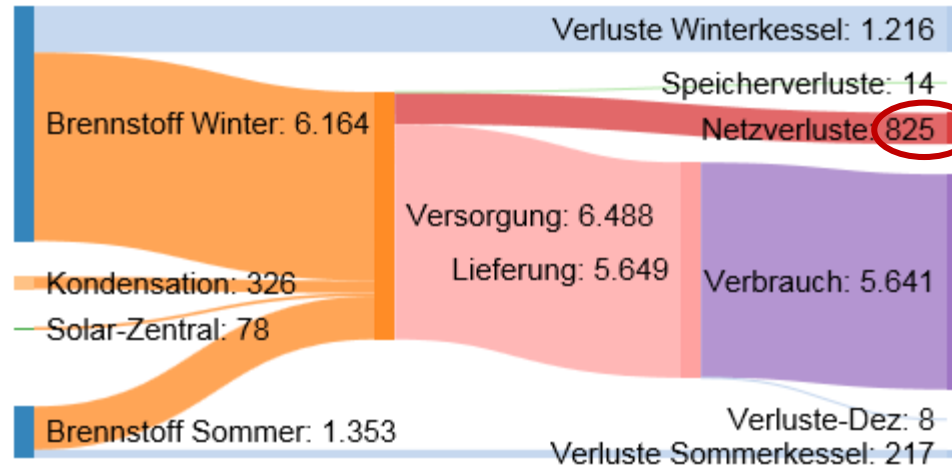
Senkung der Netzverluste pro Tag:

- Szenario B2: um **9,7%**
- Szenario B3: um **33,0%**

FALLBEISPIEL B

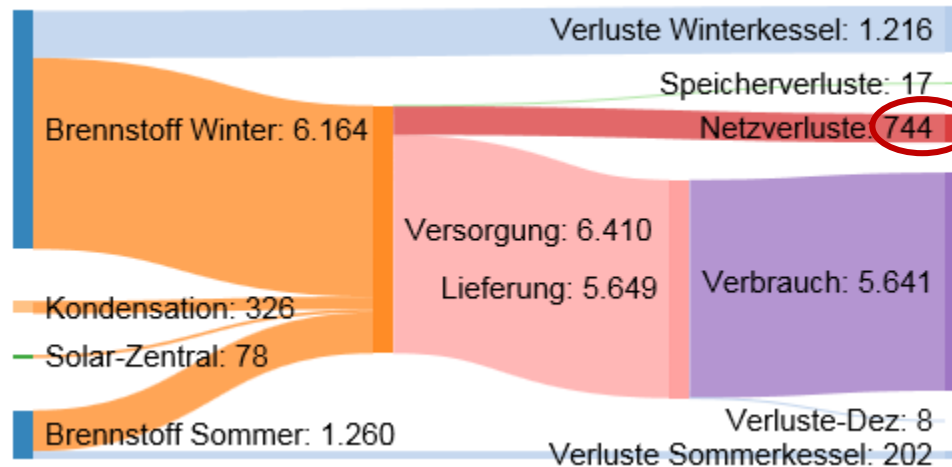
SZENARIEN 2-3 - ERGEBNISSE

Szenario 2 [MWh/a]



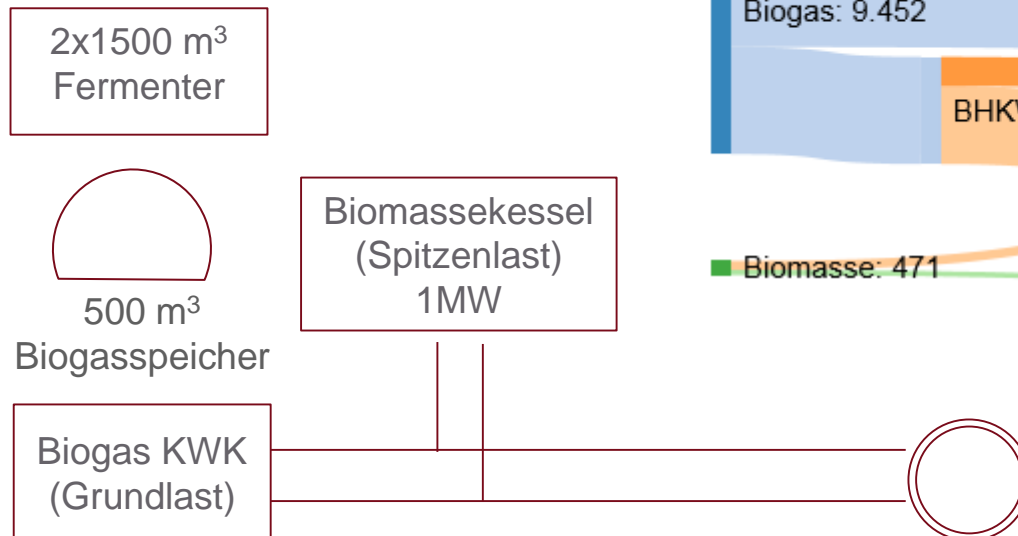
3,6% Reduktion der Netzverluste

Szenario 3 [MWh/a]

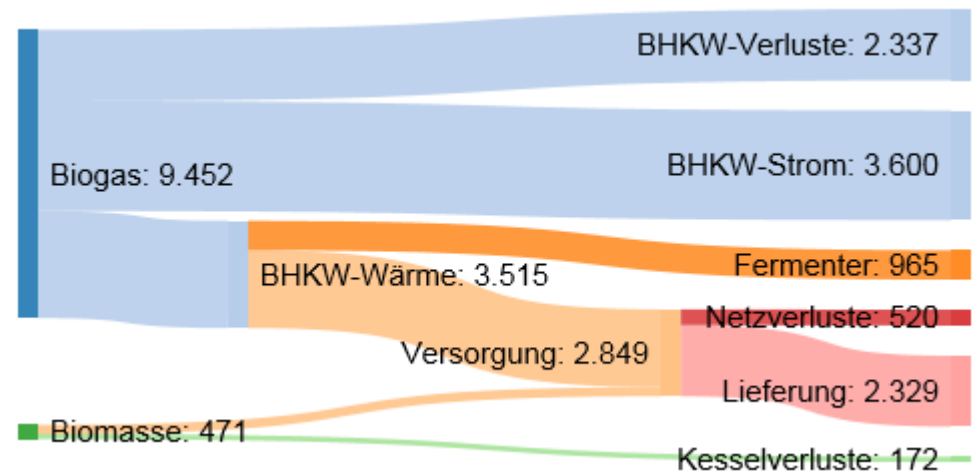


13% Reduktion der Netzverluste

FALLBEISPIEL D BESTAND



Jahresenergiebilanz [MWh]



FALLBEISPIEL D

BETRACHTETE MAßNAHMEN

Mögliche Szenarien nach dem Wegfall der Ökostromförderung:

- Weiterführung des bestehenden Biogas-BHKWs:

- Direktvermarktung über Spotmarkt
- Direktvermarktung über Spot- und Regelenergiemarkt

Szenario D0

Szenario D1

- Beendigung des bestehenden Biogas-BHKWs:

- Ersetzt durch Biogaskessel
- Ersetzt durch Holzvergaser und Holzgas KWK

Szenario D2

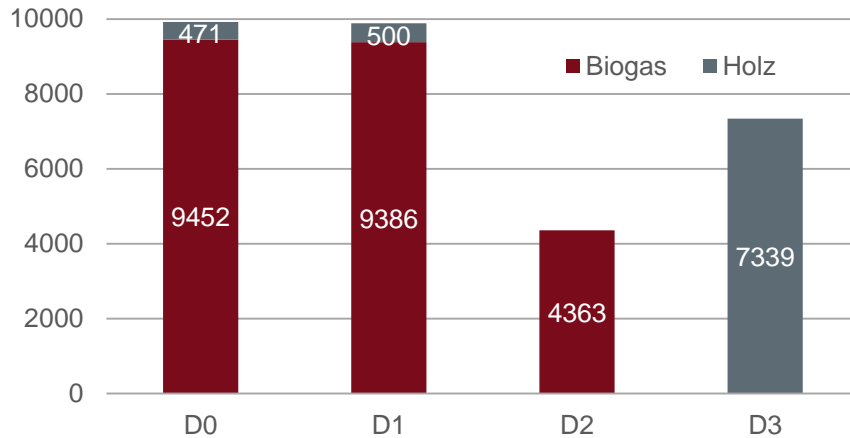
Szenario D3

FALLBEISPIEL D

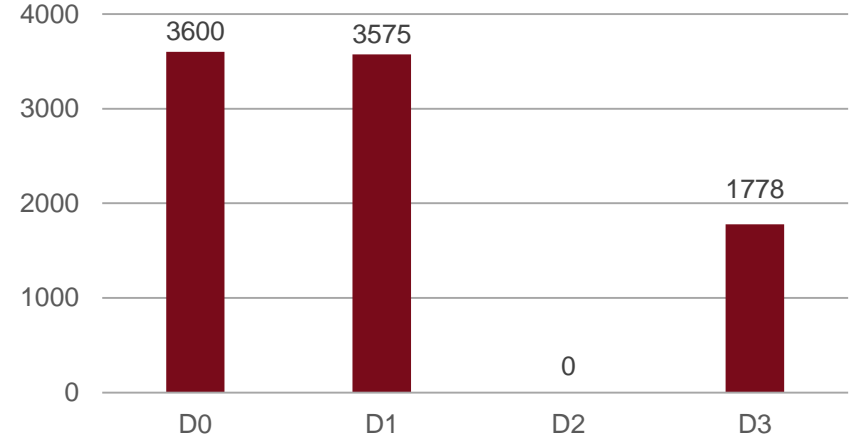
SZENARIENVERGLEICH

- D0: Spotmarkt
- D1: Spot- und Regelenergiemarkt
- D2: Ersatz durch Biogaskessel
- D3: Ersatz durch Holzvergaser + BHKW

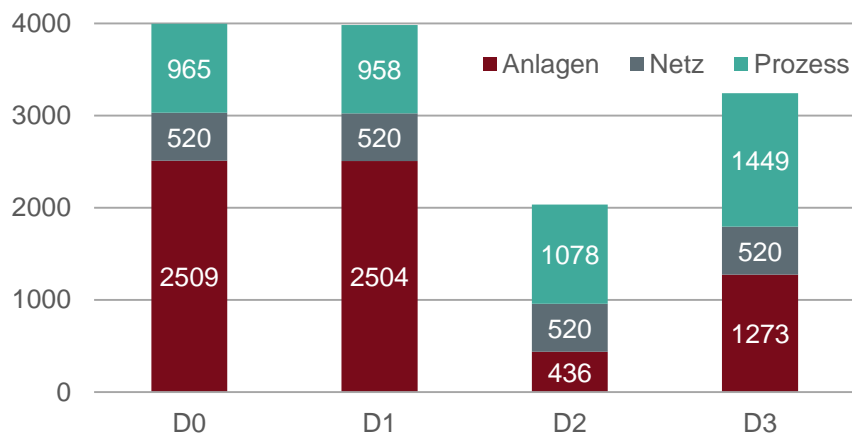
Brennstoffeinsatz [MWh/a]



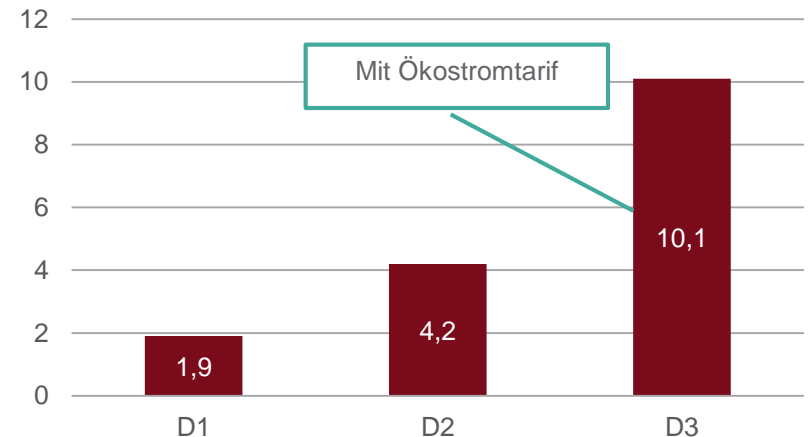
Stromerzeugung [MWh/a]



Wärmeverluste [MWh/a]



Amortisationszeit [a]



ANMERKUNGEN

- Zentraler Pufferspeicher sehr wirtschaftlich und wirksam, um sommerliche Gluterhaltungsstunden zu senken (Kesselverluste-Rückgewinnung 43%, in 3 Jahren amortisiert)
- Solarthermie (zentral sowie dezentral) für 100%-Sommerdeckung in bestehenden FW-Systemen hat Amortisationszeiten >30 Jahre
- Weitere Optionen für sommerliche Netzstilllegung:
 - Dezentrale Speicher mit Wärmepumpen: amortisiert in 22 Jahren
 - Beladung dezentraler Speicher mittels zentraler Anlagen:
 - ohne Strömungsumkehr sinnvoll nur wenn dezentrale Speicher schon vorliegen
 - mit Strömungsumkehr: technisch realisierbar? Materialermüdung, Vermischung von kaltem/warmem Wasser im Vorlauf und in den Speicherschichten? Sophistizierter Regelkreis?

ANMERKUNGEN

- Wärmepumpen zur Rauchgaskondensation amortisiert in 14 Jahren
- Betrieb der bestehenden FW-Systeme als Anergienetze und Einsatz dezentraler Booster-WP: amortisiert in >30 Jahren → ggf. sinnvoll nur wenn:
 - neue Niedertemperaturquellen ins Spiel kommen
 - Interesse an Kombinationen mit Kühlung
- Neue KWK sinnvoll nur mit Ökostromtarif
- Regelenergiemarkt für bestehenden KWK: Tertiärregelung möglich ggf. mit Pooling, Erlöse vom Spotmarkt erhöht um ca. 10%
- Saisonspeicher für sommerliche Abwärme- bzw. Solarthermie-Überschüsse thermodynamisch sehr vorteilhaft, aber schneiden wirtschaftlich schlecht ab (großer Investitionsaufwand)



HERZLICHEN DANK!

Dipl.-Ing. Paolo Leoni

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria

T +43 50550-6361

Paolo.Leoni@ait.ac.at

