

Optimierung der Fernwärmegestehungskosten

Merit-Order-Steuerung, tagesscharfe Einsatzplanung, Pufferspeichernutzung, Netzverluste und fernausslesbare Zähler als Hebel für die Optimierung der Wärmegestehungskosten

AGENDA

Was Sie in diesem Vortrag erwartet

01

Jahresbetrachtung

02

Ausgangslage & Zielsetzung

Warum die Wärmegestehungskosten im Fokus stehen

03

Merit-Order-Prinzip

Einsatzreihenfolge der Erzeuger nach Grenzkosten

04

Dashboard live: Sommer-Einsatzvergleich

Abwärme- vs. BHKW-Priorität im Kostenvergleich

05

Tagesscharfe Optimierung

Planungsvorschau entlang der Day-Ahead-Preiskurve

06

Pufferspeicher

Erzeugungsflexibilisierung

07

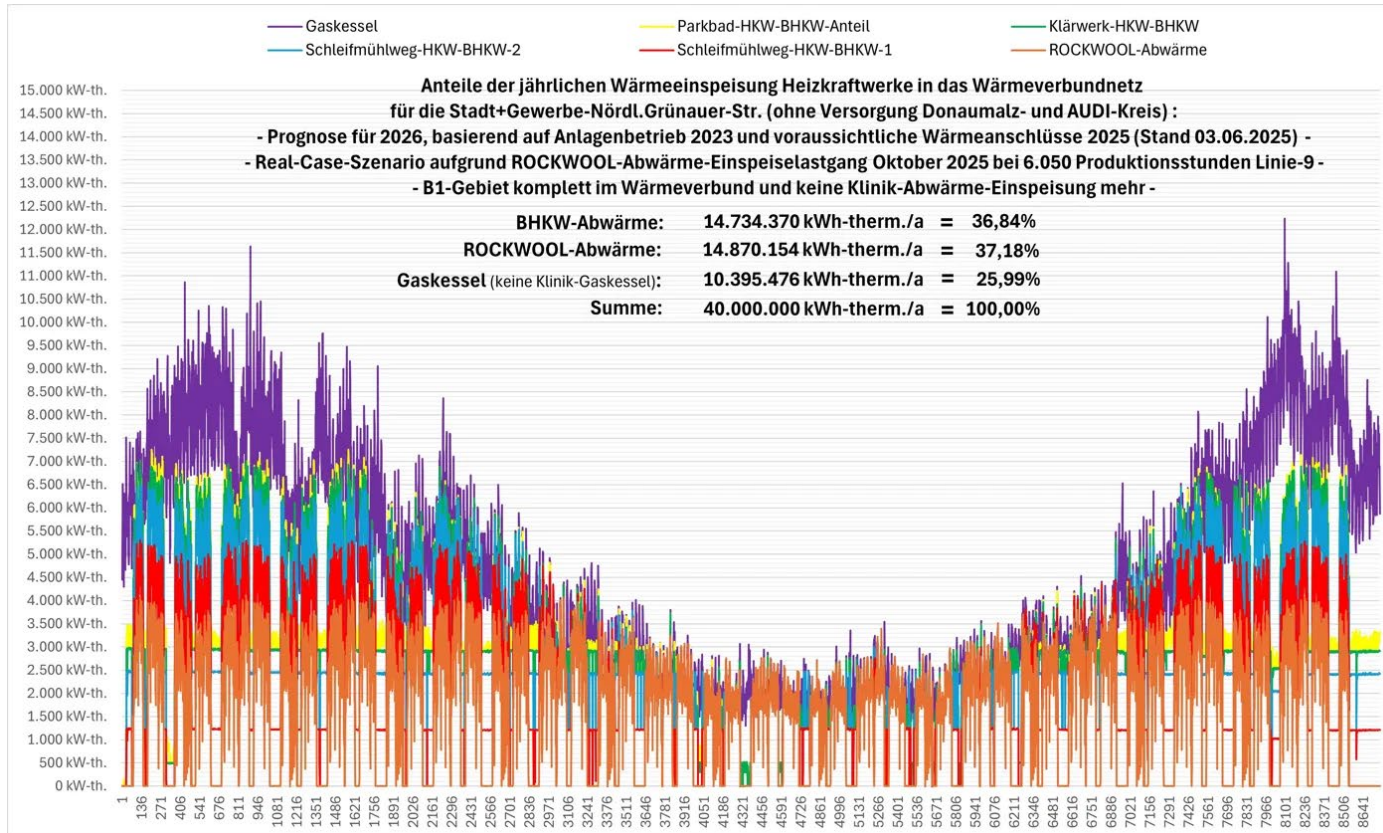
Temperatursenkung im Leitungsnetz

08

Fernauslesbare Zähler

Erzeugungsmix 2026: Abwärme trägt fast drei Viertel der Wärme

Prognose für den Wärmeverbund Stadt + Gewerbe Nördl. Grünauer Str., Real-Case-Szenario auf Basis des ROCKWOOL-Einspeiselastgangs Oktober 2025 bei 6.050 Produktionsstunden Linie 9.



36,84 %

BHKW-Abwärme jährliche Wärmeeinspeisung

37,18 %

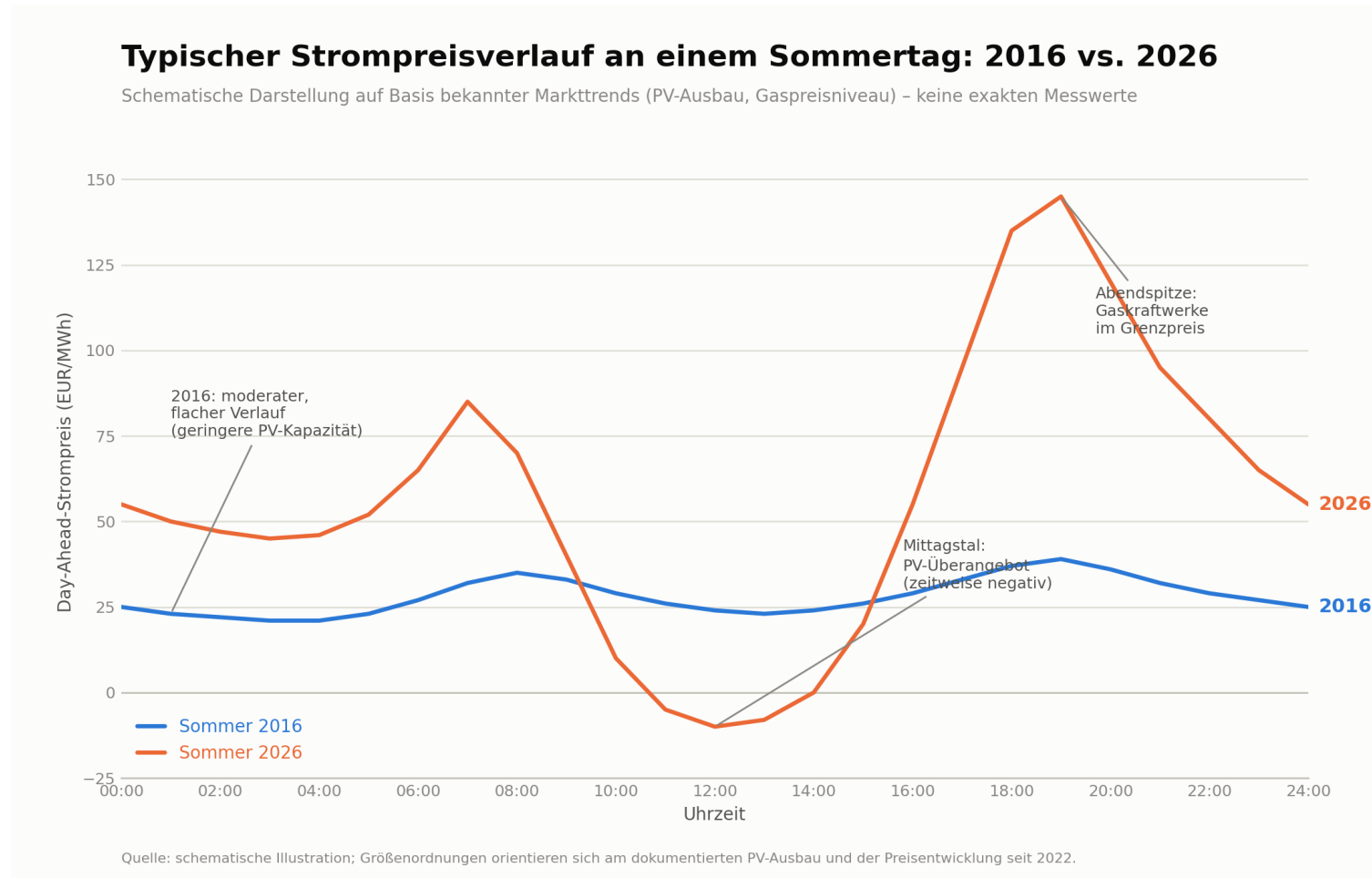
ROCKWOOL-Abwärme jährliche Wärmeeinspeisung

25,99 %

Gaskessel jährliche Wärmeeinspeisung

Zusammen 40.000.000 kWh_th/a — keine Klinik-Einspeisung mehr, B1-Gebiet vollständig im Wärmeverbund.

Veränderung der Strompreise innerhalb eines Tages in den letzten Jahren



Sommerbetrieb: Wenn das Angebot die Netzlast übersteigt

- **Zwei Quellen, eine Leitung**

Im Sommer übersteigt das kombinierte Angebot aus ROCKWOOL-Abwärme (Linie 9), Klärgasnutzung und BHKW-Wärme beständig die Netzlast des Wärmeverbunds.

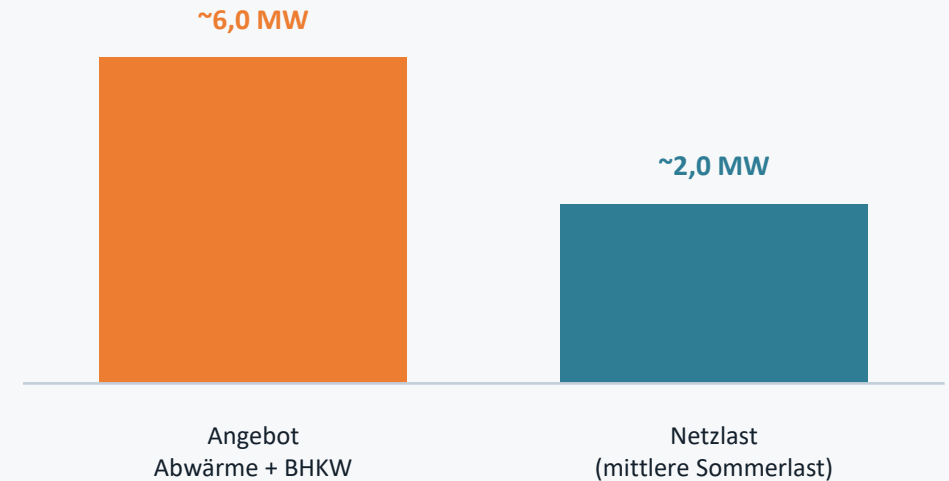
- **Wer hat Vorrang?**

Es muss entschieden werden, welche Quelle bevorzugt eingespeist und welche gedrosselt (curtailed) wird – im Winter stellt sich diese Frage kaum, da dort der Kessel ohnehin die Spitze deckt.

- **Nachvollziehbar statt Bauchgefühl**

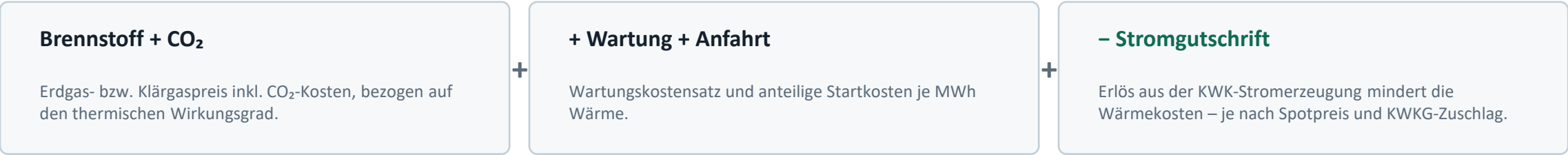
Ziel ist eine transparente, rechnerische Entscheidungsgrundlage: Grenzkosten je Erzeuger statt Erfahrungswert.

SOMMERTAG · SCHEMATISCH

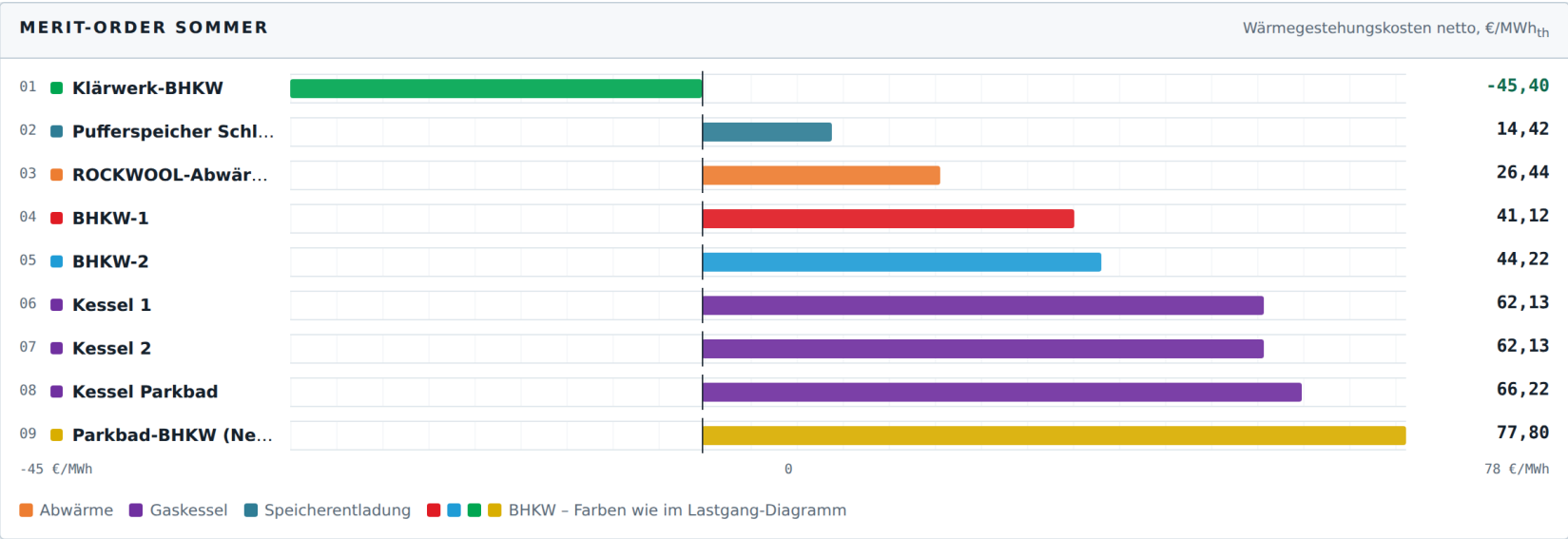


Überschuss muss gedrosselt oder gespeichert werden – die Frage ist nur: welche Quelle zuerst?

Einsatzreihenfolge nach Grenzkosten – nicht nach Gewohnheit



= Wärmegestehungskosten netto, €/MWh_{th} — sortiert aufsteigend ergibt sich die Merit-Order



Demo-Ansicht aus dem Merit-Order-Dashboard (Sommer-Überschlag, Platzhalterdaten)

Planungsvorschau morgen: stundenscharf entlang der Stromspotpreiskurve

Die Merit-Order dreht sich über den Tag: In teuren Stunden lohnt sich der BHKW-Betrieb, während günstige Spotstunden die Abwärme attraktiver machen. Die Planungsvorschau rechnet das für alle 24 Stunden entlang der Day-Ahead-Preise.

Datum morgen

09/10/2024

Linie 9 morgen

Volllauf

Abwärme-Angebot bei Volllauf

4,00

Netzlaster morgen

2,00

Temperatur morgen

TEMPERATUR LADEN (OPEN-METEO, VORHERSAGE)

Standort für den Abruf: 48,7331°N / 11,1746°O – ändern unter „Jahresbetrachtung → Historische Marktdaten“.

Vorschlag Abwärme aus den letzten Ist-Einträgen: 0 – kein Tagesprofil importiert, Verteilung wird flach angenommen

Last-Temperatur-Modell nicht verfügbar (zu wenige überlappende Tage aus Lastgang und Wetter (0)) – Vorschlag bleibt der reine Rückblick.

Day-Ahead-Spotpreise morgen · 24 Werte, mit Komma/Zeilenumbruch getrennt, in €/MWh

38, 36, 35, 34, 35, 38, 52, 78, 92, 68, 58, 52, 48, 46, 45, 48, 58, 88, 105, 96, 72, 58, 40

AUTOMATISCH LADEN (AWATTAR, DE-MARKT)

Öffentliche Day-Ahead-Preise für den deutschen Marktbereich, ohne Anmeldung. Erst ab ca. 13 Uhr des Vortags für den Folgetag verfügbar, und nur mit Internetverbindung – ansonsten Werte oben manuell einfügen.

00

03

06

09

12

15

18

21

VORSCHLÄGE ÜBERNEHMEN

PLANUNGSVORSCHAU BERECHNEN

Day-Ahead-Spotpreise (Beispielkurve) — rot: über Tagesdurchschnitt, grün: darunter.

ABWÄRME-PRIORITÄT · GÜNSTIGER		BHKW-PRIORITÄT	
Wärmemenge morgen	48,0 MWh th	Wärmemenge morgen	48,0 MWh th
davon ROCKWOOL genutzt	38,4 MWh th	davon ROCKWOOL genutzt	0,0 MWh th
ROCKWOOL nicht abnehmbar	57,6 MWh th	ROCKWOOL nicht abnehmbar	96,0 MWh th
Gaskessel	0,0 MWh th	Gaskessel	0,0 MWh th

MERIT-ORDER-UHR

Für jede der 24 Stunden zeigt das Dashboard, ob Abwärme oder das günstigste BHKW gerade die Grenzquelle ist – nachvollziehbar bis auf die einzelne Stunde, nicht nur als Tagesmittel.

Pufferspeicher überbrückt Stillstandszeiten von Linie 9

Steht ROCKWOOL-Linie 9 planmäßig oder ungeplant still, fehlt das Abwärme-Angebot für den Wärmeverbund. Die Tagesplanung bildet diese Betriebsart ab, der Pufferspeicher kauft Zeit, bis andere Quellen vollständig übernehmen.

Pufferspeicher Schleifmühlweg

☒ aktiv

SPEICHERGRÖSSE		LEISTUNG UND VERLUSTE		BETRIEBSKOSTEN	
Volumen m³	1.000	Max. Ladeleistung MW th	2,50	Wartung €/MWh th · ausgespeichert	1,20
Obere Temperatur °C	95	Max. Entladeleistung MW th	3,00	Zyklen je Sommerperiode	120
Untere Temperatur °C · Rücklauf	60	Wärmeverlust % je Tag	1,50		
Nutzbarer Anteil % · Schichtung	90	Ø Verweildauer je Zyklus h	12		

KAPAZITÄT ⓘ
36,6 MWh

SPREIZUNG ⓘ
35 K

VERSORGT NETZ ⓘ
18,3 h

DECKUNG DER LAST ⓘ
100 %

ÜBERBRÜCKT
ABWÄRME-AUSFALL ⓘ
18,3 h

LADEZEIT ⓘ
14,7 h

ZYKLUSVERLUST ⓘ
0,8 %

Live-Ansicht Pufferspeicher Schleifmühlweg (Platzhalterdaten) — „Versorgt Netz“ und „Überbrückt Abwärme-Ausfall“ als Kern-Kennzahlen.

Planbare und ungeplante Stillstände

Wartungsfenster ebenso wie Störungen an Linie 9 nehmen dem Wärmeverbund kurzfristig das Abwärme-Angebot.

Der Speicher kauft Zeit

Der Pufferspeicher deckt die Netzlast für die im Dashboard ausgewiesene Überbrückungsdauer, bevor BHKW und Kessel vollständig übernehmen müssen.

ABWÄRME-PRIORITÄT · GÜNSTIGER		BHKW-PRIORITÄT	
Wärmemenge morgen	48,0 MWh th	Wärmemenge morgen	48,0 MWh th
davon ROCKWOOL genutzt	0,0 MWh th	davon ROCKWOOL genutzt	0,0 MWh th
ROCKWOOL nicht abnehmbar	0,0 MWh th	ROCKWOOL nicht abnehmbar	0,0 MWh th
Gaskessel	0,0 MWh th	Gaskessel	0,0 MWh th

Tagesplanung mit Linie 9 = Stillstand: die Wärmemenge morgen wird vollständig durch BHKW gedeckt, ein Gaskessel ist nicht nötig (Platzhalterdaten).

STILLSTAND ALS PLANUNGSFALL

Neben Volllauf und Teilweise kennt die Tagesplanung für Linie 9 morgen die Betriebsart „Stillstand“ – der Tag wird dann vollständig ohne Abwärme-Angebot durchgerechnet. Der Pufferspeicher überbrückt einen Ausfall, bevor BHKW und Kessel oder ein Mischbetrieb die Last allein tragen müssen.

Netzverluste senken: Temperaturabsenkung im Leitungsnetz

Merit-Order optimiert die Erzeugung – der Leitungsverlustrechner zeigt den zweiten Hebel: weniger Wärme verlieren, bevor sie beim Kunden ankommt. Schematischer Vergleich Szenario A (90/60 °C, Status quo) gegen Szenario B (85/55 °C, moderate Absenkung) mit Beispielwerten.

STATUS QUO

90 / 60 °C

Vorlauf / Rücklauf

ABSENKUNG

85 / 55 °C

Vorlauf / Rücklauf

VERLUSTREDUKTION

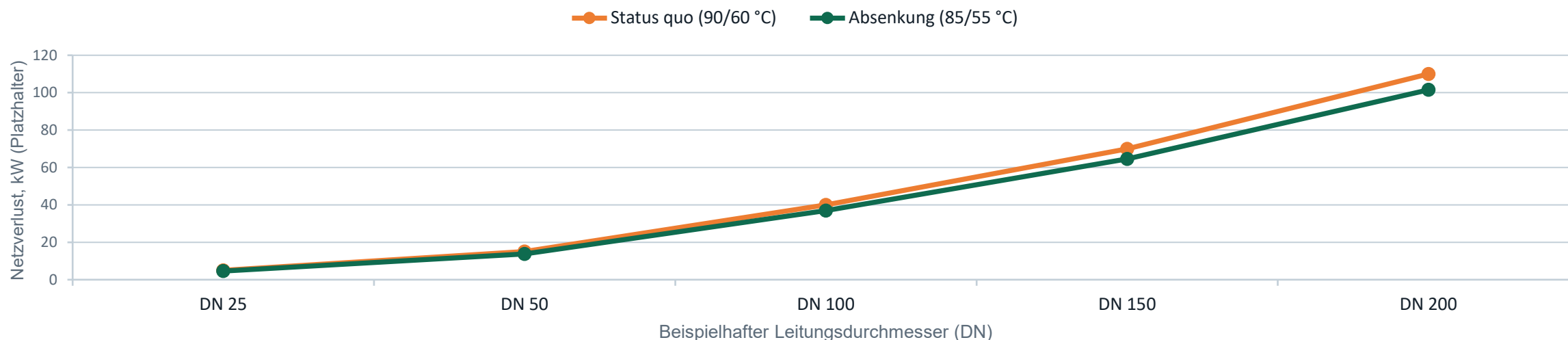
≈ 8 %

weniger Netzverlust (Beispielrechnung)

FINANZIELLER & CO₂-EFFEKT

Geringere Kosten

und CO₂-Ausstoß durch weniger Netzverlust



Schematische Darstellung mit Beispielwerten: Der Netzverlust steigt mit dem Leitungsquerschnitt, sinkt aber bei jeder Leitungsgröße um einen vergleichbaren Anteil durch die Temperaturabsenkung. Die reale Größenordnung je Leitungsabschnitt liefert der Leitungsverlustrechner anhand der tatsächlichen Netzlängen.

Wärmeermittlung: reale Messwerte statt Platzhalterdaten

Alle Tools in diesem Vortrag rechnen heute mit Beispieldaten – fernauslesbare Wärmemengenzähler liefern künftig die tatsächlichen Werte dafür, stundenscharf statt nur zur Jahresablesung.

Volumenstrom $\dot{V}$

Durchfluss durch den Zähler – bei modernen Geräten per Ultraschall gemessen, ohne bewegliche Teile.

× Temperaturdifferenz ΔT

Vorlauf- minus Rücklauftemperatur, direkt am Zähler erfasst.

× spez. Wärmekapazität

Stoffkonstante des Wassers (c_p) – rechnerisch hinterlegt.

= Wärmemenge Q , kontinuierlich erfasst statt nur einmal jährlich abgelesen

450

Fernwärmemengenzähler bereits fernauslesbar umgerüstet

Umrüstung der übrigen Zähler bis 2027 abgeschlossen



Stundenwerte statt Jahreswert

Automatisierte Abrechnung und deutlich genauere Bedarfs- und Lastprognosen auf Tages- und Stundenbasis.



Reale Werte für Merit-Order & Netzverlust

Merit-Order-Dashboard und Leitungsverlustrechner könnten künftig mit tatsächlichen Verbrauchs- und Temperaturwerten statt Beispieldaten rechnen.

Bedarfsgerechtere Erzeugung senkt die Wärmegestehungskosten – weniger Anfahrverluste, optimierter Einsatz von KWK und Wärmespeicher.

Fünf Hebel, ein gemeinsames Ziel: geringere Gestehungskosten

Hebel	Werkzeug	Effekt
Merit-Order-Einsatzsteuerung	Merit-Order-Dashboard, Sommer-Überschlag	Gestehungskosten-Priorität deutliche Effekte in der Übergangs- und Sommerzeit
Tagesscharfe Einsatzplanung	Planungsvorschau entlang Day-Ahead-Preisen	Merit-Order-Umkehr auch innerhalb eines Tages nutzbar
Pufferspeicher-Einsatz	Pufferspeicherrechner (Autonomie- und Überbrückungszeit)	Überbrückung Rockwoolstillstand für mehrere Stunden bis Tage, bevor BHKW/Kessel übernehmen
Netz-Temperaturabsenkung	Leitungsverlustrechner (90/60 → 85/55 °C)	geringerer Netzverlust, weniger Kosten & CO ₂
Zählerfernauslesung	Reale Messwerte	Noch bedarfsgerechtere Erzeugung

Alle Effektwerte stammen aus den Live-Berechnungen der Tools auf Basis der hinterlegten Platzhalter- und Beispieldaten und sind vor einer Investitionsentscheidung durch reale Anlagen- und Vertragsdaten zu ersetzen.

Nächste Schritte

01

Reale Anlagendaten einpflegen

Synthetischewerte in beiden Tools durch tatsächliche Anlagen-, Vertrags- und Netzdaten ersetzen.

02

Planungsvorschau in den Tagesbetrieb übernehmen

Stundenscharfe Einsatzplanung entlang der Day-Ahead-Preise als festen Bestandteil der Disposition etablieren.

03

Temperaturabsenkung stufenweise umsetzen (2027)

Bestandsdaten zur Dämmstufe im Leitungsverlustrechner nachpflegen, Absenkpotenzial abschnittsweise bewerten.

04

Tools als Entscheidungsgrundlage nutzen

Beide Rechner weiterentwickeln und als transparente, nachvollziehbare Basis für Investitions- und Betriebsentscheidungen verankern.

05

Zählerfernauslesung und Auswertung (2027)

Bedarfsgerechtere Erzeugung senkt die Wärmegestehungskosten
– weniger Anfahrverluste, optimierter Einsatz von KWK und Wärmespeicher

Ein gemeinsames Ziel

Transparente Merit-Order-Steuerung und ein datengestützter Blick auf die Netzverluste senken die Fernwärmegestehungskosten – nachvollziehbar, ohne Black-Box-Optimierung.

Merit-Order-Dashboard

Tagesscharfe Planung

Pufferspeicher

Leitungsverlustrechner

Fernauslesbare Zähler

Fragen & Diskussion

Markus Ruhstorfer · Stadtwerke Neuburg an der Donau
markus.ruhstorfer@stadtwerke-neuburg.de