

Pumpentausch – Teil 2

[illegible]

Mit der Installation des Konverters (im Mai 2017) verbesserte sich das Verhältnis spürbar. Dadurch wurde also eine deutliche Effizienzsteigerung der Anlage 1 erreicht; einerseits durch einige Optimierungen, aber andererseits vor allem durch den Einsatz des Konverters, durch den die Pumpe nunmehr drehzahlregelt funktioniert.

Erkenntnisse

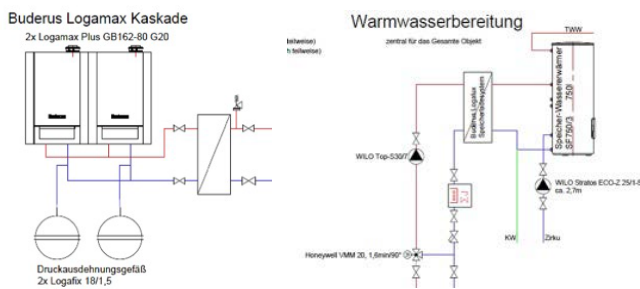
- Nicht immer erzielt der Einsatz neuerer Technik eine Verbesserung. Die Bauteile einer Anlage müssen aufeinander abgestimmt sein.
- Ist die Hocheffizienzpumpe nicht drehzahlregelt eingebaut, so bewirkt sie einen enormen Effizienzverlust.
- Eine gute Fehlersuche auf der Basis von Messreihen mithilfe geeigneter Sensoren und die richtige Analyse der Daten führt zu sinnvollen Lösungsansätzen, die eine große Effizienzsteigerung ermöglichen.

Eckdaten des Projekts

31 Sensoren zur Messung von Temperatur, Druck, Volumenstrom
Rücklaufftemperatur deutlich unter 55 °C → geringerer Brennwertbetrieb
7 – 9 % Wärmegewinn aus dem Abgas

Kosten:		ca. 4.200 €
erwartete jährliche Ersparnis:	ca. 330.000 kWh	ca. 20.000 €
Amortisation:		ca. 0,25 Jahre

Fehleranalyse 2 – schlechter Betriebszustand

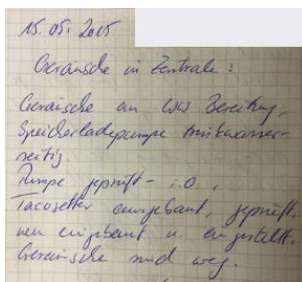


Wir betrachten eine Buderus Logamax Kaskade mit zwei Kesseln, einem Wärmetauscher und einer Warmwasserbereitung.

Die Auswertung einer Funktionsmessung ergab einen permanenten Taktbetrieb der Kessel aufgrund einer permanenten Warmwasserladeanforderung.

Damit verbunden war ein ständiges ‚Klappergeräusch‘.

Was wurde getan?



Ein SHK-Mitarbeiter baute einen TacoSetter ein – die Geräusche waren weg.

Er hinterließ einen Zettel:

,Geräusche in der Zentrale: Geräusche an Warmwasserbereitung Speicherladepumpe trinkwasserseitig, Pumpe geprüft, TacoSetter ausgebaut, geprüft, neu eingebaut und eingestellt, Geräusche sind weg.'

Was blieb?

Obwohl die Geräusche weg waren, die von Rückschlagklappen verursacht wurden, blieb die ständige Warmwasserladeanforderung.

Einstellungen am TacoSetter

Der Mitarbeiter hatte den TacoSetter auf 4 l/min eingestellt. Damit waren die Geräusche weg.

Das Problem: Das Laden des Warmwasserspeichers wurde jedoch nie richtig fertig, um den Speicher richtig durchzuladen. Daher kam es zu einer ständigen Warmwasseranforderung im Trinkwasserbereich.

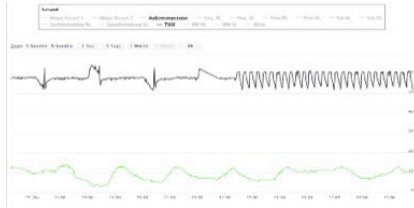
Da der TacoSetter sich nicht in der Nähe der Warmwasserbereitung befand, kam auch niemand auf die Idee, dass er die Ursache für die ständige Warmwasserladeanforderung war.

Was musste geändert werden?

Das Massevolumen bei 4 l/min reichte einfach nicht. Die Warmwassertemperatur erreichte also nie die eingestellte Abschalttemperatur von 60 °C.

In der Regel brauchen Ladesysteme um die 15 l/min bis 20 l/min, um ordentlich zu funktionieren. In diesem Fall wurde die Einstellung sogar auf 25 l/min geändert.

Ergebnis



Nach der Einstellung war eine ordentliche Ladehysterese erkennbar. Ebenso war meist nur ein Kessel in Betrieb.

Eine solche kleine Änderung führt zu

- einem Einsparpotenzial von 20 % bis 30 %,
- einer Verschleißreduzierung von ca. 50 % und
- einer längeren Lebenserwartung der Anlage von 3 – 5 Jahren mehr.

Fehleranalyse 3 – Drehzahl der Kesselpumpe

Ausgangssituation

In einem Gebäude mit Mischnutzung und 14 Wohneinheiten wurde eine Gasbrennwerttherme eingebaut.

Seit dem Einbau rissen die Mangelmeldungen nicht ab:

- Heizkörper wurden nicht ordentlich warm – Beschwerden kamen von allen Hausbewohnern.
- Über Jahre hinweg fiel die Heizung mehrmals pro Woche aus – über mehrere Stunden waren weder Heizung noch Warmwasser verfügbar.
- Mehrere kostspielige Lösungsversuche blieben erfolglos.

Lösungsansatz

Es wurden 14 Sensoren zur Bestimmung von Temperaturverläufen, Drücken und Volumenströmen eingebaut, um minutengenau über einen längeren Zeitraum Daten zur Verfügung zu haben und auswerten zu können.

Analyse des Temperaturverlaufs



In der grafischen Darstellung der Temperaturverläufe ließ sich der Ausfall der Anlage dokumentieren. Ebenso konnte eine zu geringe Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauftemperatur festgestellt werden.

Bewertung des Verlaufs

Erfahrungsgemäß lässt eine zu geringe Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf auf eine zu hoch eingestellte Pumpenleistung schließen.

Als Folge kann die Wärme nicht effektiv an die Heizungsverteilung übergeben werden, was schließlich zu einer höheren Rücklauftemperatur führt. Daraufhin schaltet der Kessel ab und nach einer Abkühlung wieder an.

Auswirkungen

Das dadurch auftretende starke Taktverhalten führte zu einem Mehrverbrauch an Primärenergie bei gleichzeitig zu geringer Wärmeverteilung im Gebäude.

Die hohen Rücklauftemperaturen bewirkten den Ausfall des Kessels, der häufig für mehrere Stunden in den Störmodus fiel.

Optimierung



Da die Pumpenleistung am Kessel zu hoch war, wurde sie im Ergebnis der Messungen reduziert. Die Drehzahl der Kesselpumpe wurde auf 60 % begrenzt.

Der Kessel läuft nunmehr effizient. Die Bewohner sparen nicht nur Nerven, sondern auch Heizkosten.

Die Kosten von 3.000 € haben sich innerhalb eines Jahres amortisiert.

Fehleranalyse 4 – erhöhter Primärenergiebedarf

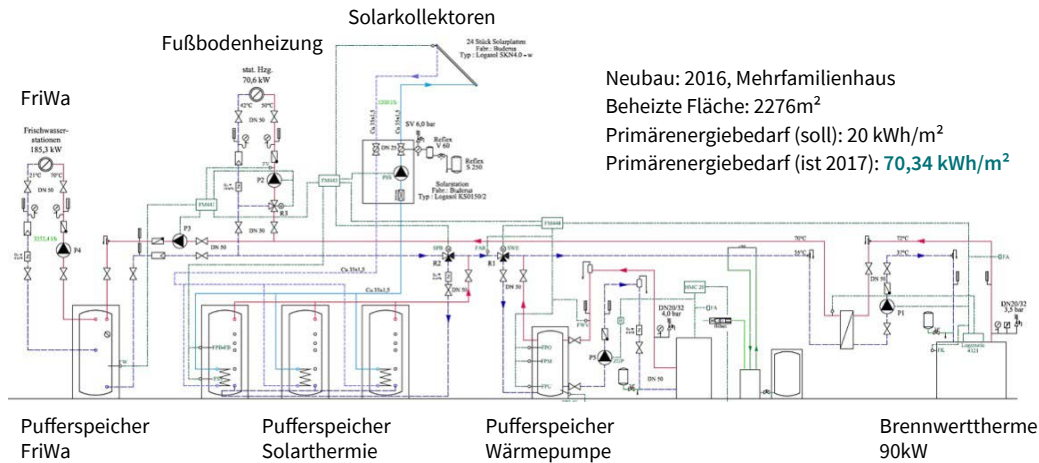
Ausgangssituation

In diesem Fall handelt es sich um ein Wohngebäude, das 2016 neu gebaut wurde.

Der berechnete Primärenergiebedarf sollte 20 kWh/m² betragen. Der 2017 ermittelte Wert lag bei etwa 70 kWh/m², also dem 3,5-fachen.

Anlage

Wir sehen eine komplexe Anlage mit Kessel, mit Wärmepumpe, mit Pufferspeicher für die Wärmepumpe, mit Solar-Heizkreis, Pufferspeicher zu den Wohnungsstationen, Warmwassererzeugung usw.



Hier traten gleichzeitig mehrere hydraulische und regelungstechnische Fehler auf.

Rückflussverhinderer

Der Heizkreis entzog dem Pufferspeicher die Wärme, die dem Wasser eigentlich durch den Kessel zugeführt werden sollte.

Was passierte? Die Heizkreispumpe pumpte das Wasser durch den Heizkreis. Das Wasser gelangte an ein T-Stück, durch das das Wasser zurück zum Kessel laufen sollte.

Jedoch hatte der defekte Rückflussverhinderer dafür gesorgt, dass das Wasser rückwärts in den Pufferspeicher läuft. Somit entzog das Wasser dem Pufferspeicher Wärme und lief aufgewärmt vorwärts in den Heizkreis.

Rücklaufanhebung

Der Volumenstrom war viel zu hoch eingestellt. Das hatte zur Folge, dass die Rücklauftemperaturen viel zu hoch wurden und der Kessel ins Takten kam.

Solar- und Wärmepumpen-Ertrag

In diesem Bereich gibt es zwei Umschaltventile, deren Aufgabe es ist, dass aus den Wärmepuffern Wärme geholt werden kann.

Problem: Zwischen Stellantrieb und dem Ventil zur Solarumschaltung gab es ein Kupplungsstück (ein ESBE-Ventil), das verkehrt herum eingebaut wurde (Damit griffen die Zähne der betreffenden Elemente nicht ineinander und die Drehzahl des Motors konnte nicht übertragen werden).

Der Kundendienst stellte fest, dass die Motoren liefen, also alles in Ordnung sei. Gemessene Temperaturverläufe zeigten aber, dass an den Ventilen nicht umgeschaltet wurde.

Das Kupplungsstück wurde ausgebaut und geprüft. Es wurde festgestellt, dass es verkehrt herum eingebaut wurde. Nach dem richtigen Einbau gab es (wieder) Solarertrag.

Wärmepumpe war nicht in Betrieb

Auch das Ventil zur Wärmepumpe schaltete nicht um. Als man den Fehler behob, stellte man fest, dass die Wärmepumpe gar nicht in Betrieb war, weil Fühlerwerte falsch eingestellt waren.

Brenner

Der Brenner am Heizkessel war nicht modulierend eingestellt. Er kannte nur ‚ein‘ und ‚aus‘. Auch dieser Fehler wurde behoben.

Ergebnis der Mangelbehebung

- Der Gasverbrauch konnte insgesamt um 22 % reduziert werden.
- Der Solarertrag stieg um 520 % bei 72 % mehr Sonnenstunden.

Fehleranalyse 5 – Nahwärmenetz Unterversorgung

Ausgangssituation

Wir betrachten einen Wohnkomplex mit ca. 100 Ein- und Zweifamilienhäusern und einen Gebäudekomplex mit 19 Reihenhäusern und einem Wohngebäude mit fünf Wohneinheiten.

Es handelt sich hier um ein Nahwärmenetz mit einem Blockheizkraftwerk mit Gaskessel und Pufferspeicher.

Der Versorger speiste 12 m³/h Warmwasser in das Netz mit einer Vorlauftemperatur zwischen 70 °C und 90 °C.

Problem und Vermutung

Problem:

Es kam immer wieder zu einer Unterversorgung beim Versorger selbst.

Vermutung:

Der Versorger hat seine Wärmeerzeugung nicht im Griff.

Aussage vom Versorger

Im Netz sind die Volumenströme schlagartig unterschiedlich. Das Netz selbst lässt 12 m³/h durch. Wenn es warm ist, sind es 8 m³/h und schlagartig sinkt der Wert auf 4 m³/h.

Ursachensuche



Bei der Suche nach der Ursache rückte das Regelventil im Mehrfamilienhaus ins Blickfeld.

Dieses Ventil hatte einen kvs-Wert von 25. Das Haus selbst sollte eigentlich nur einen Maximalvolumenstrom von 1,5 m³/h haben. Damit war das Ventil um den Faktor 10 überdimensioniert.

Was passierte?

Das Ventil ließ sofort den vollen Volumenstrom zu. Daher schloss es sofort wieder. Dieses ständige Öffnen und Schließen des Ventils führte zu Strömungsschwankungen, die sich auch auf den Versorger übertragen haben, der aber nicht so schnell nachregulieren konnte.

Dann kam es dazu, dass beim Versorger selbst sämtliche Wärmeerzeuger ausfielen.

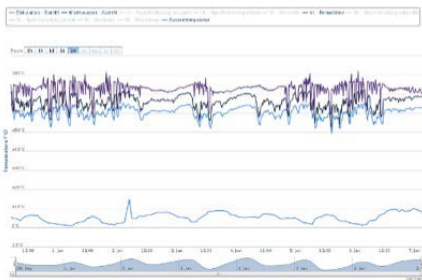
Das heißt, ein zu großer kvs-Wert des Regelventils verursachte extreme Schwankungen im Gesamtvolumenstrom des Versorgungsnetzes. Das Regelsystem des Versorgers konnte diese schlagartigen Volumenstromänderungen nicht ausgleichen.

Lösung

Es wurde ein neues Regelventil mit einem kvs-Wert von 2,5 eingebaut.

Damit konnten wieder gleichmäßigere Netztemperaturen gemessen werden – die Schwankungen fielen wesentlich geringer aus. Die Anlage lief wieder ‚normal‘.

Betriebsverhalten



Das schwankende Betriebsverhalten lässt sich gut im Diagramm mit den entsprechenden Messergebnissen erkennen – vorderes Drittel.

Die geringeren Schwankungen im weiteren Verlauf sind auf den Wechsel des Ventils mit dem geringeren kvs-Wert zurückzuführen.

Erkenntnisse

- Ein einziges Regelventil kann ein gesamtes Netz in der Nahwärmeversorgung ‚zerstören‘ und die Anlage immer wieder zu Störungen bringen, wenn es überdimensioniert ist.
- Durch eine kluge Planung und Installation solcher Anlagen können (und müssen) Überdimensionierungen vermieden werden.

Fehleranalyse 6 – Anschlusswertreduzierung

Ausgangssituation

In diesem Beispiel handelt es sich um ein Fernwärmeprojekt.

In der Planung war eine Anschlussleistung von 2.400 l/h vorgesehen.

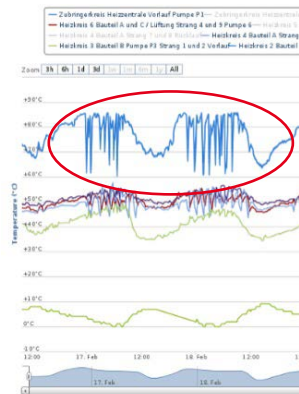
Der Ist-Wert lag jedoch bei 3.300 l/h.

Unabhängig davon, dass der Wert viel zu hoch war, wurden die Räume im Gebäude zusätzlich nicht warm.

Das Problem

Da eine Grundgebühr von 1.000 € je 100 l Anschlussleistung an den Versorger zu bezahlen sind, ging es also um einen Kostenpunkt.

Messungen



Messungen ergaben ein schwankendes Verhalten der Versorgungstemperatur.

Die Anlage kam also immer wieder ins Takten.

Übergabe der Fernwärme



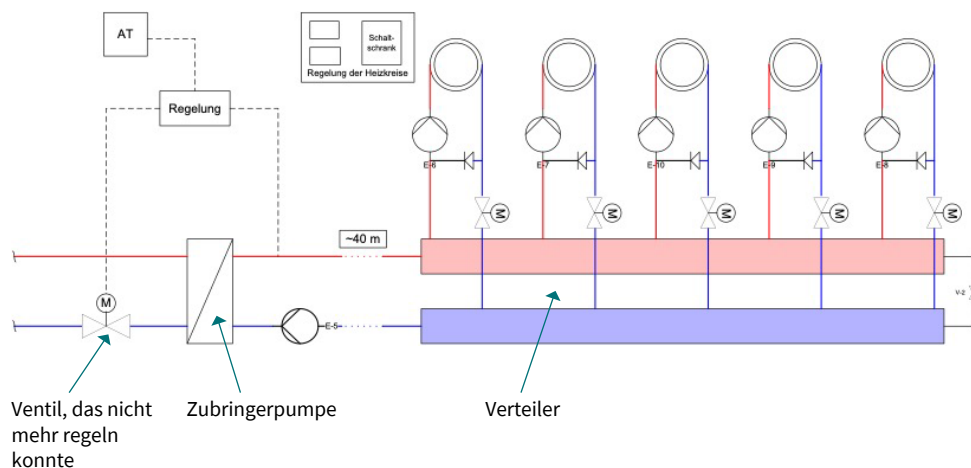
Übergabestation



Abstand 40 m
eigene Regelungen

Die Zubringerpumpe war in einer Fernwärmestation untergebracht. Der Verteiler und die Regelungen sowie alle anderen Anlagenteile befanden sich in einer Übergabestation 40 m davon entfernt.

Hintergrund



Die Zubringerpumpe drückte sehr stark auf den Verteiler. Damit kamen die einzelnen Heizkreise im Verteiler ins Schwingen (auf, zu, auf, zu, ...). Diese Schwingungen und die sehr hohe Pumpenleistung führten zu einer Rücklaufanhebung. Dies führte dazu, dass das Ventil an der Zubringerpumpe nicht mehr regeln konnte.

Die Pumpe verursachte mit dem viel zu hohen Volumenstrom das Schwingungsverhalten im Verteiler.

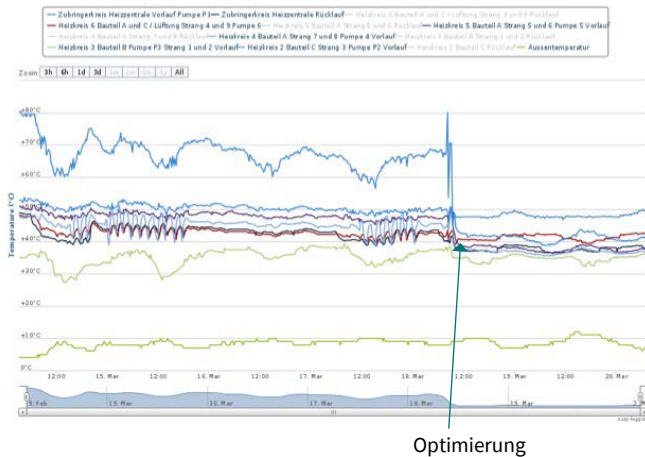
Was wurde geändert?

Die Pumpenleistung wurde auf konstante Kennlinie 10 gestellt, war vorher auf Konstantdruck 8 m eingestellt. Ebenso wurde ein Regelungsparameter für den Raumfühler von 1 auf 0 gesetzt.

Ergebnis

Der Pumpendruck wurde verringert. Die Änderungen bewirkten eine ruhigere und kontinuierliche Versorgung der Heizkreise durch die damit verbundene angepasste Vorlauftemperatur.

Zu erkennen ist dies auch an den gleichmäßigeren Verläufen im Messdiagramm. Von da an gab es wieder ein vernünftiges Regelverhalten.



Mit diesen Änderungen wurde mit der Reduzierung auf 2.200 l/h eine Reduzierung der Anschlussleistung unter den geplanten Wert von 2.400 l/h erreicht. Gleichzeitig konnten damit die Grundgebühren für die Anschlussleistung gesenkt werden.

Fehleranalyse 7 – zeitweise erhöhter Verbrauch

Ausgangssituation



In diesem Beispiel betrachten wir eine Wohnanlage (erbaut 1957) mit 52 Wohneinheiten.

Der Anschlusswert für die Fernwärme lag bei 2.100 l/h, der sich auf 2.800 l/h aufgrund einer unregelmäßigen Warmwasser- und Wärmeversorgung erhöhte, was zu Mangelmeldungen führte.

Das Problem

Es gab immer mal eine Unterversorgung. Diese trat aber nicht im Sommer auf, auch nicht im Winter. Es passierte in der Übergangszeit. Daher wurde die Leistung wegen der Unterversorgung für die Übergangszeit erhöht.

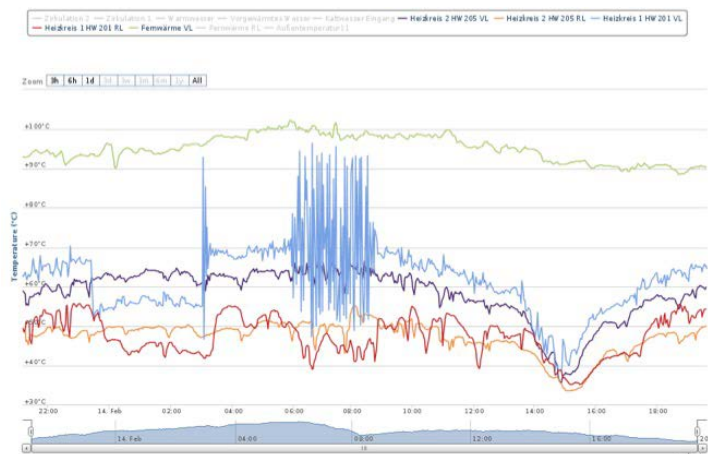
Ein paar Messauszüge bestätigen dieses Taktverhalten:



Heizkreise schalten phasenweise zwischen 14 °C – 18 °C Außentemperatur ab.



Warmwasserbereitung bricht in Spitzenzapfzeiten zusammen.



Heizkreis beginnt zu schwingen.

Tagsüber brach immer wieder die Heizungsversorgung für etwa 2 h zusammen.

Fernübergabestation



Was wurde im ersten Schritt geändert?



Zur Verhinderung des Schwingens wurde erst einmal der Proportionaldruck geändert.

Der kvs-Wert des Regelventils war zu groß und wurde von 8 auf 4 eingeregelt.

Die Vorlauftemperatur wurde um 15 K gesenkt.

Ebenso wurde ein hydraulischer Abgleich durchgeführt.

Ursache für die Unterversorgung in der Übergangszeit



Es gab einen Außenfühler, der war immer mal in der Sonne und zu anderen Zeiten im Schatten.

Aufgrund geografischer und örtlicher Gegebenheiten trat dieses Phänomen, dass der Fühler sich in der Sonne befand, nur in der Übergangszeit zwischen Sommer und Winter (und Winter zu Sommer) auf.

Stand die Sonne hoch genug, war der Fühler im Schatten des Daches.

Stand die Sonne niedriger, verhinderten eigentlich Bäume die direkte Sonneneinstrahlung.

In der Übergangszeit gab es aber Sonnenstände, da waren die Bäume zu niedrig und das Dach schirmte den Fühler auch nicht ab.

Was wurde daraufhin geändert?

Der Außenfühler musste so verschoben werden, dass ihn die Sonneneinstrahlung zu keinem Zeitpunkt ‚irritieren‘ konnte.

Ergebnis

- Regelventil wurde gedrosselt
- Heizkreispumpe auf Proportionaldruck 4 m-Kennlinie eingestellt
- Vorlauftemperatur um ca. 15 K gesenkt.
- Außenfühler wurde versetzt

Das hatte zur Folge, dass die Anschlussleistung wieder gesenkt werden konnte und mit 1.800 l/h sogar unter dem angestrebten Wert von 2.100 l/h blieb.

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Vertretungsberechtigte Geschäftsführung:
Corinna Enders, Kristina Haverkamp
Inhaltlich Verantwortliche gemäß § 55 Abs.2 RStV:
Corinna Enders
Registernummer: HRB 78448 B
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin
Tel.: +49 (0)30 66 777 - 0
Fax: +49 (0)30 66 777 - 699
info@dena.de
www.dena.de

Autorinnen und Autoren:

KEDi/dena

Konzeption & Gestaltung:

MTL Medien-Technologien Leipzig GmbH

Stand:

06/2024

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter Zustimmungsvorbehalt der dena.

Kompetenzzentrum Energieeffizienz durch Digitalisierung (KEDi)

Ein Projekt der dena
Leipziger Str. 85 a
06108 Halle (Saale)
info@kedi-dena.de
www.kedi-dena.de



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.