

Koordinierter Schlussbericht – Zusammenfassung

für das Projekt

**„Digitalisierung von energieeffizienten Quartierslösungen in der
Stadtentwicklung mit intelligenten Fernwärme-
Hausanschlussstationen – iHAST (Phasen 1 – 2)“**

**Laufzeit des Vorhabens: 29.08.2018 – 30.08.2019 gem. Fördermittelbescheid vom
06. September 2019 (Az.: 54-2521/34/3)**

**Verlängerung bis 31.12.2019, Bescheid am 29.08.2019
(Az.: 54-2521/34/3-2019/55195) sowie bis 30.04.2020.**

Fördermittelempfänger: Gemeinde Olbersdorf



Die Studie wurde gefördert vom sächsischen Ministerium des Innern (SMI) im Rahmen der
städtebaulichen Entwicklung und
vom AGFW e.V., den Stadtwerken Erfurt GmbH, und der Thüringer Energie AG (TEAG)

Stand: 31.03.2020

Die komplette Studie iHAST „Digitalisierung von energieeffizienten Quartierslösungen in der Stadtentwicklung mit intelligenten Fernwärme-Hausanschlussstationen – iHAST (Phasen 1 – 2)“ gliedert sich in 3 Berichtsteile:

» **Teil 1 Zusammenfassung und Ausblick (Kurzfassung)**

Autoren: Projektkreis (PK) 3 des AGFW Expertenkreises (EK) Stadtentwicklung:

Frank Springer, SWE Erfurt (Vorsitzender des PK 3)

Holger Frey, inetz, Chemnitz (Vorsitzender des EK Stadtentwicklung)

Karsten Hummel, WVO, Olbersdorf

Jan Schubert, Netz Leipzig

Andreas Meyer, TEAG, Erfurt

Dr. Markus Blesl, IER, Stuttgart

Harald Rapp, AGFW e.V., Frankfurt am Main

Die Zusammenfassung basiert auf dem Teil 2 (Wissenschaftlicher Teil Langfassung)

» **Teil 2 Wissenschaftlicher Teil (Langversion)**

Autoren: (siehe nächste Seite)

AGFW | Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH

TUDD | Technische Universität Dresden, Institut für Energietechnik, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung

BTU | Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Stadttechnik

IER | Universität Stuttgart – Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

» **Teil 3 Anhang**

Haftungsausschluss

Die in diesem Bericht enthaltenen Informationen wurden sorgfältig zusammengestellt oder stammen aus Quellen, die als zuverlässig erachtet werden. Dennoch übernehmen die Autoren oder ihre Organisationen keine Haftung für Verluste oder Schäden, die durch die Verwendung entstehen. Die Nutzung der zur Verfügung gestellten Informationen liegt ausschließlich in der eigenen Verantwortung des Nutzers.

Dieser zusammenfassende Bericht (Teil 1 - Kurzfassung) wurde erstellt vom Projektkreis 3 des AGFW-Expertenkreises Stadtentwicklung

Die Studie Teil 2 (Langfassung) wurde erstellt von:

AGFW	Harald Rapp Dr. Norman Fricke Natalie Pöllet Sarah Bernhardt-Vautz	
TU Dresden	Prof. Dr.-Ing. Clemens Felsmann Dr. Karin Rühling Vera Volmer Stefan Hoppe	
BTU Cottbus	Prof. Dr.-Ing. Matthias Koziol Cornelia Siebke Jörg Walther	
IER Stuttgart	PD Dr. Markus Blesl Frank Wendel	

Inhalt

1	Einleitung.....	5
2	Das Projekt: Intelligente Hausanschlussstationen (iHAST):.....	7
3	Projektkonsortium und Betrachtungsraum	8
4	Die Arbeitspakete des Projektes	9
4.1	Arbeitspaket 1: Stand Digitalisierungsgrad.....	11
4.2	Arbeitspaket 2: Status Quartier	17
4.3	Arbeitspaket 3: Verknüpfungspotenzial	20
4.4	Arbeitspaket 4: iHAST Digitalisierungsgrad.....	23
4.5	Arbeitspaket 5: Bewertung der iHAST-Strategien	27
4.6	Arbeitspaket 6: Handlungsempfehlungen.....	33
4.7	Arbeitspaket 7: Betrachtung des Rechtsrahmens und Klärung der Anwendbarkeit einzelner Ergebnisse zur Umsetzung	35
5	Zusammenfassung in Stichpunkten	42
6	Ausblick (in Stichpunkten)	43

1 Einleitung

Rund 40 % des Endenergieverbrauches in Deutschland entfallen auf den Gebäudebereich. Bis zu 80 % der darin enthaltenen Wärme verbrauchen die Metropolregionen und Städte. Die Energieeffizienz in den Städten hat somit eine besondere Bedeutung bei der Umsetzung der Klimaschutzziele. Hier muss auf konzentriertem Raum die Umstellung der Energieversorgung auf effiziente Systeme (z. B. KWK mit Fernwärmesystemen), die Integration der erneuerbaren Energien und energieeffiziente Gestaltung der Gebäude erfolgen.

Als Betrachtungsebene für Systemlösungen für energieeffiziente Städte kommt dabei dem Quartier die Schlüsselrolle zu. Auf Quartiersebene können Energieeinsparung, Energieeffizienz und der Einsatz von Erneuerbaren Energien kosten- und sozialverträglich im Gesamtkontext Stadt im Sinne einer integrierten Stadtentwicklung optimiert werden.

Beim Quartiersansatz sind ortsspezifische Lösungen gefordert, die sich an den vorgefundenen Bedingungen orientieren. Diese spiegeln sich in Quartierskonzepten wieder. Kommunale, unternehmensspezifische und kundenorientierte Wirtschaftlichkeitsaspekte spielen ebenso wie der unterschiedliche Gebäudebestand und Nutzungsgrad sowie das Verbrauchsverhalten des Nutzers eine wesentliche Rolle zur erfolgreichen Umsetzung und zur Zielerreichung im integrierten Ansatz.¹ Diese hat sich bewährt und ist anerkannter Stand der Technik. Das Quartier wird dabei als „eine räumlich konstruierte Teileinheit einer Stadt bezeichnet“. Dies geschieht in Anlehnung an die Definition des BMVBS [ehem. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung] und dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) von 2013 zu den „Anforderungen an energieeffiziente und klimaneutrale Quartiere“. Als Stadt wird dabei die Kommune oder auch Gemeinde aller Größenklassen verstanden. (BMVBS 2013/AGFW Arbeitsblatt FW 703). Die Entscheidung zur Quartiersabgrenzung obliegt den lokalen Akteuren vor Ort. Sinnvollerweise wird dies als integrierter Ansatz (meist im integrierten Stadtentwicklungskonzept (InSeK), im integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) oder im Quartierskonzept (QK)) durch die kommunalen Organe unter Mitwirkung der Akteure gestaltet und begleitet.

Fernwärmesystemen kommt im Wärmebereich eine Schlüsselrolle zu. Gerade mit diesem System können Erneuerbare Energien und hohe Energieeffizienz durch Kraft-Wärme-

¹ AGFW u. a.; Kommunale Entwicklungskonzepte im Spannungsfeld zwischen Stadtentwicklung und Energieversorgung, 2010, ISBN: 3-89999-021-8; AGFW u. a.; Wertschöpfung aus Fernwärme mit KWK – Ein Modell für Dresden, März 2016, ISBN 3-89999-056-0, sowie AGFW, Sozio-demografische Verhältnisse und Anforderungen; April 2015, ISBN: 3-89999-050-1

Kopplung im Wärmemarkt etabliert werden. Hohe Versorgungssicherheit mit Komfort ergänzt das Spektrum. Rund 5,7 Mio. (14 %) der 40,6 Mio. Wohnungen Deutschlands werden mit Fernwärme versorgt. In Sachsen sind dies rund 29 %, in Thüringen 24 %. In der Versorgungskette von der Erzeugung (zentral wie dezentral) über die Wärmenetzinfrastruktur zur Kundenanlage – spielt die Übergabestelle im Kundenbereich bei Fernwärmesystemen zwischen Versorgungsunternehmen und Kunden/Verbraucher – die sogenannten Hausanschlussstationen (HAST) – eine Schlüsselrolle. Sie dient als Bindeglied des technischen Gesamtsystems der Vorkette zur individuellen Nutzung im Gebäude.

Die Digitalisierung bringt auch für die Energiewende große Chancen aber auch Herausforderungen. Unter Nutzung moderner digitaler Technologien soll auch im Wärmeversorgungsbereich die Digitalisierung der Energiewende vorangetrieben werden². Der Freistaat Sachsen fasst diese in Leitthemen seiner Digitalstrategie treffend zusammen:

- *„Flexibilität und wie man sie nutzt – Erzeugung, Netz und Last*
- *Geschäftsmodelle für Energieversorgungsunternehmen*
- *Mehrwerte durch Smart Metering in der Produktion und auch für Privatkunden*
- *Künstliche Intelligenz - Chancen für Unternehmen²“*

Die sogenannten „smarten“ oder „intelligenten (i)“ Lösungen werden die Energielandschaft verändern und zukunftsfähig aufstellen.

Mit den EFRE-Programmen 2014 - 2020 (Europäische Fonds für regionale Entwicklung) zur nachhaltigen integrierten Stadtentwicklung (ISE) in Sachsen und EFRE-Förderung zur Einsparung von CO₂-Emission durch eine nachhaltige Stadtentwicklung (NSE) in Thüringen wurde auf Quartiersebene in mehr als 30 Quartieren der Ausbau von effizienten Fernwärmesystemen gefördert. Innerhalb der aktuellen EFRE- und Städtebauförderungssystematik in Sachsen standen beim Fernwärmeausbau auch Fragen zur Digitalisierung von Hausstationen und innovativer intelligenter Systeme an. Für die kommende Strukturfondsperiode 2021 bis 2027 steht neben einem „grünerem CO₂ armen Europa auch „ein stärker vernetztes Europa“ im Mittelpunkt der fünf Themenfelder. Es gilt sich hierauf bereits heute vorzubereiten.

² Freistaat Sachsen; Sachsen Digital Anhang Maßnahmenteil 2019

2 Das Projekt: Intelligente Hausanschlussstationen (iHAST):

Digitale Technologien machen das gesamte Energiesystem intelligenter, effizienter und zuverlässiger und fördern die verstärkte Integration von erneuerbaren Energien auch in die Fernwärmesysteme. Die Digitalisierung ermöglicht es, den Anlagen- und Netzbetrieb in Fernwärmesystemen weiter zu optimieren. Hier setzt das Projekt an: Intelligente Hausanschlussstationen (iHAST) sollen im Endzustand als digitale, selbstlernende Systeme in aktuelle Quartierentwicklungen als Teil der energetischen Optimierung eingesetzt werden können. Im Rahmen der vorliegenden Vorstudie wurde erstmalig untersucht, welcher reale Ist-Stand der Digitalisierung bei Hausstationen in Quartieren vorhanden ist, welche Effekte sich durch eine Umstellung der Hausanschlussstationen auf einen hohen Digitalisierungsgrad ergeben. Daraus konnten im Vergleich Rückschlüsse auf die zukünftigen Einspareffekte, ihrer systemischen Herleitung und die damit verbundenen Effekte und Vorgehensweise gezogen werden. Mit dem untersuchten Rechtsrahmen wurden erstmalig Grundlagen für die weitere Betrachtung dieses zentralen Bereichs geschaffen. Ansätze zur Gestaltung für den regulatorischen Rahmen wie der bewährten Methodik einer staatlichen Förderung und der Preisgestaltung untersucht. In der Detailuntersuchung waren dies:

- Erfassung des Digitalisierungsgrades in der Praxis,
- Aktueller Stand der Regelwerke,
- Aufzeigen der Verknüpfungspotenziale Gebäude/Fernwärmesystem,
- Definition der notwendigen Entwicklungsschritte und Prozesse unter Berücksichtigung der städteplanerischen Prozesse,
- hardwaretechnische intelligente Verknüpfung von Hausstationen (iHAST) inkl. Rollout Strategie,
- Aufzeigen und Heben von Energieeffizienzpotenzialen im Fernwärmesystem,
- Rechtssicherheit und Datenschutz,
- Ordnungsrahmen und Regelwerke,
- Fördersystematik.

3 Projektkonsortium und Betrachtungsraum

Initiator der Studie war der AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.; Frankfurt am Main, der zusammen mit dem Sächsischen Staatsministerium des Innern (SMI), Dresden, (als Fördermittelgeber der Gemeinde Olbersdorf), den Stadtwerken Erfurt, SWE Energie GmbH, und der TEAG Thüringer Energie AG, Erfurt, Auftraggeber der Vorstudie sind. Die Förderung des SMI wurde an die Gemeinde Olbersdorf mittels SMI Fördermittelbescheid gegeben.

Partner in den Quartieren sind (vgl. auch Abbildung 3-1):

- SWE Energie GmbH, Erfurt mit den Erfurter Quartieren Borntal und Roter Berg,
- TEAG Thüringer Energie AG, Erfurt in Bad Lobenstein, Quartier Tiergarten,
- WVO Wärmeversorgungsgesellschaft Olbersdorf mbH in Olbersdorf,
- inetz GmbH, Chemnitz mit dem Quartier Brühl,
- Netz Leipzig GmbH mit dem Quartier Schönefeld sowie
- die Stadtwerke Gotha GmbH.

Die wissenschaftliche Bearbeitung wurde von der Technische Universität Dresden (TUDD), der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), dem Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart (IER) und der AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH (AGFW) durchgeführt. Fachlich unterstützt wurden die Arbeiten von der Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (ThEGA) GmbH, Landesenergieagentur für Thüringen – Bereich „Effiziente Stadt“.



Abbildung 3-1: Beteiligte Netzbetreiber aus fünf Städten in Thüringen und Sachsen am iHAST-Projekt (Quelle: GeoBasis-DE / BKG 2019)

Die Untersuchungsgebiete waren Quartiere von Städten und Gemeinden in Thüringen und Sachsen aller Größenklassen (Groß-, Mittel- und Kleinstädte).

4 Die Arbeitspakete des Projektes

Grundsätzlich wurde zu Beginn der Aufbau des Gesamtprojektes in 4 Phasen unterteilt. Mit der aktuellen Studie sollten die Phasen 1 „Ist-Erfassung“ und 2 „Potenziale und Konzeption“ als Vorstudie umgesetzt werden. Es ist angedacht mit den Phasen 3 „Entwicklung“ und Phase 4 „Umsetzung im Quartier“ eine umfassende Implementierung im Quartier vorzunehmen.

Die wissenschaftlichen Untersuchungsfelder der Vorstudie wurden in 7 Arbeitspakete (AP) auf die bearbeitenden Projektteams aufgeteilt und einem Partner als verantwortlich zugeordnet (in Klammern) (vgl. Abbildung 4-1).

Diese sind:

AP 1 Stand Digitalisierungsgrad (TUDD)

- Erfassungsmatrix
- Objektbegehung
- Erfassung HAST
- Auswertung Quartiersicht/Gesamtsicht
- Konkretisierung Zielvorgaben

AP 2 Status Quartier (BTU)

- Systematisierung, Anforderungen, Digitalisierung und Sicherheitstechnik, nach allgemein anerkannten Regeln der Technik national und international
- Abgleich Kundenbedarfswerte und Regelwerk Wärmebedarfsberechnung
- Soll-Ist-Vergleich für die Quartiere

AP 3 Verknüpfungspotential (IER)

- Analyse Ist-Struktur der Wärmebereitstellung
- Systematisierung Wärmebedarfswerte im Quartier bzw. Fernwärmenetz
- Abschätzung Wärmebedarfsentwicklung lokal und Quartier sowie Sektorkopplung
- Identifikation Kommunikationspotenzial iHAST-Kundenseite

AP 4 iHAST-Digitalisierungsgrad (TUDD)

- Hard- und Software Messwerterfassung Netzseite
- Kommunikation Kundenseite
- Umfang eines Rollouts Objektsicht/Quartiersicht

AP 5 Bewertung (BTU)

- Abschätzung Projektierungsumfang
- Kosten MSR versus Erlös im Quartierskontext (FW 703)
- Zeit-, Personal-, und Kostenplanung
- Mehrwert

AP 6 Handlungsempfehlungen (IER)

- Einbindung neuer Konzepte aus Gesamtsicht Stadt/Gemeinde
- Umfang eines Rollouts in der Quartiers- und Stadtsicht

AP 7 – Recht - Wertschöpfung - Projektbegleitende Maßnahmen (AGFW)

- Rechtsgrundlagen
- Preismodelle
- Datenschutz
- Fördersystematik

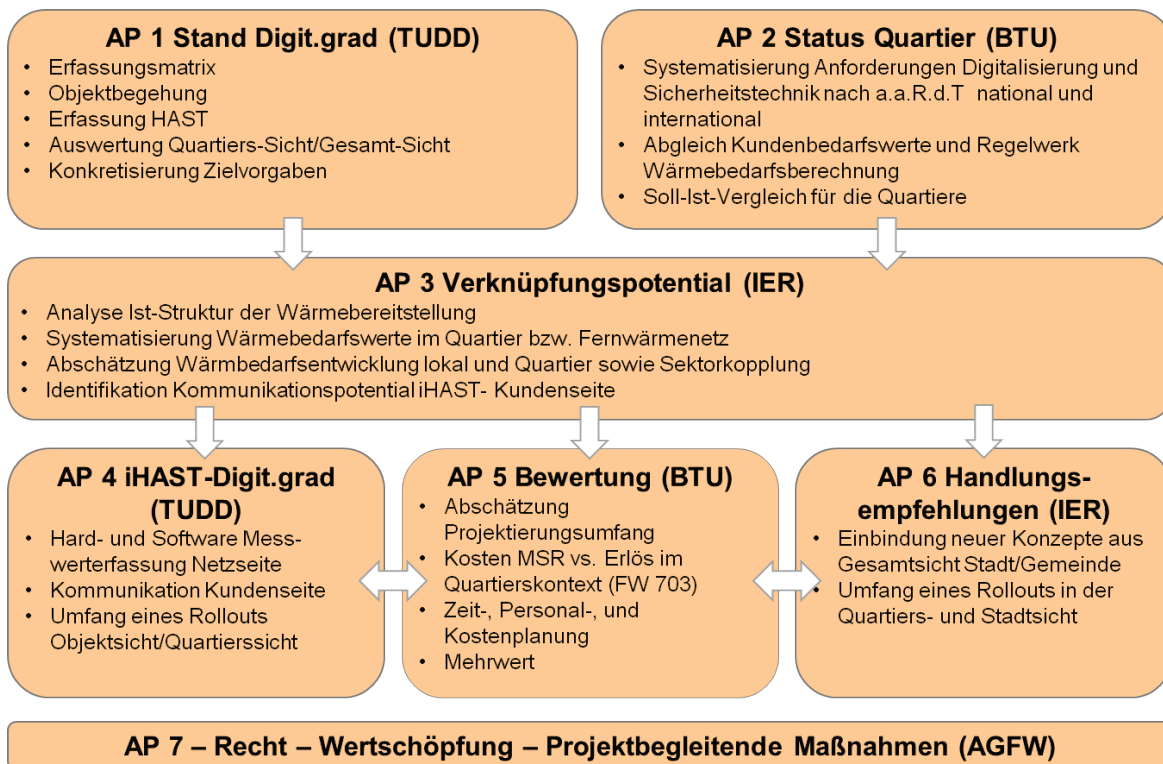


Abbildung 4-1: Arbeitspakete des Projektes

Die Reihenfolge der Arbeiten und deren Verknüpfung sind in Abbildung 4-1 dargestellt. Es folgt die Zusammenfassung der Ergebnisse nach Arbeitspaketen.

4.1 Arbeitspaket 1: Stand Digitalisierungsgrad

Eine Hausanschlussstation (HAST) stellt den Übergabepunkt zwischen dem Fernwärmenetz des Versorgers und dem zu versorgenden Gebäude bzw. dessen Hausanlage dar (vgl. auch Kapitel 3 in der Langfassung). Sie besteht aus einer Übergabestation und einer Hauszentrale (vgl. Abbildung 4-2). Dabei ist die Übergabestation das Bindeglied zwischen der Hausanschlussleitung und der Hauszentrale. Hier wird die Wärme an die Hauszentrale übergeben. Die Hauszentrale passt die Wärmelieferung hinsichtlich Druck, Temperatur oder Volumenstrom an die Hausanlage an. Die Hausanlage umfasst das Rohrleitungssystem, die Heizflächen und die Absperr-, Regel-, und Steuereinrichtungen.

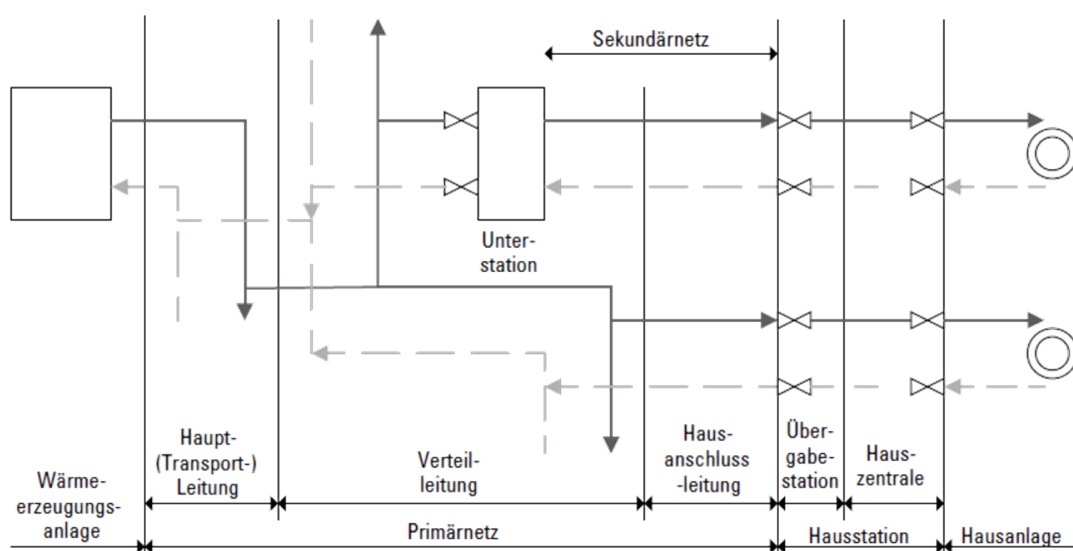


Abbildung 4-2: Systemgrenzen und Fernwärme-Anlagenstruktur in Anlehnung DIN 4747-1

HAST werden je nach Anwendungsfall entweder in Abhängigkeit der Außentemperatur und der Zeit oder bedarfsorientiert (Kundenverhalten) geregelt. Eine wesentliche Steuergröße ist die Vorlauftemperatur. Regelungseinrichtungen in verschiedenen Leistungsstufen sind standardmäßig verfügbar. Diese reichen von den Standardregleinrichtungen für Einzelgebäude über Fernbedienbarkeit (Telefon, Internet, Bussysteme) bis hin zu einer Vernetzung mit übergeordneten Leitsystemen und erfolgen heute bereits weitestgehend digital.

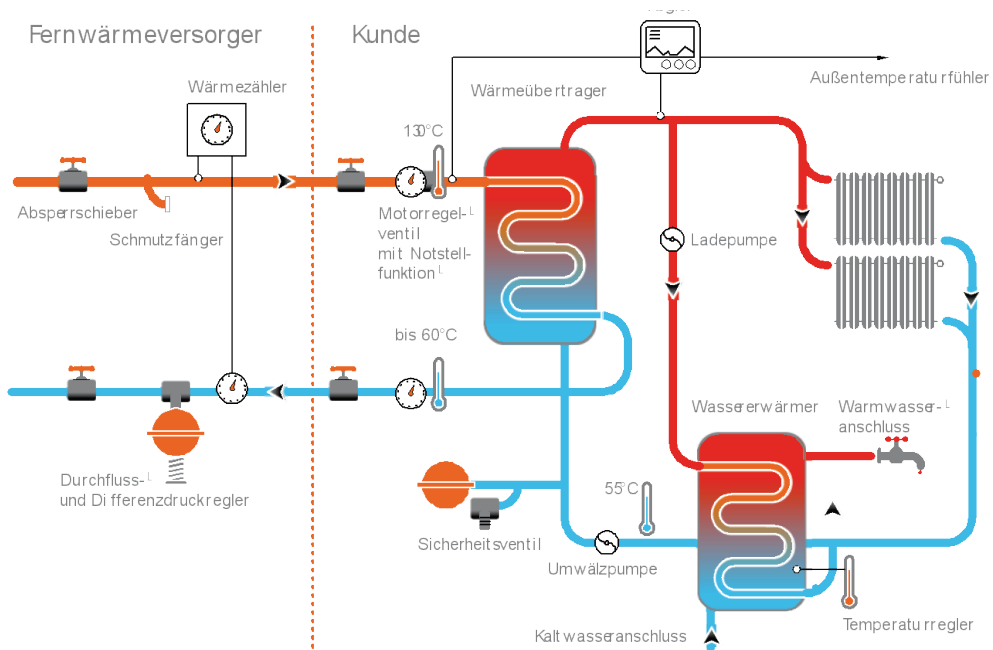


Abbildung 4-3: Grundsätzlicher Aufbau einer HAST mit indirektem Anschluss mit Trinkwassererwärmungsanlage (TWE). Die Eigentumsgrenze variiert je nach Unternehmensphilosophie (Quelle: AGFW, 2010, Schema einer Fernwärmeheizungsanlage mit TWE (indirekter Anschluss))

Die digitalisierte Hausanschlussstation – kurz iHAST genannt – unterscheidet sich von einer herkömmlichen HAST durch die Möglichkeit der Datenübertragung, Datenkommunikation und der Eingriffsmöglichkeit zwischen HAST und Energieversorgungsunternehmen (EVU). Abbildung 4-4 zeigt ein vereinfachtes Schaltbild einer iHAST, wobei die Elemente, die für die Datenübertragung interessant sind, orange eingrahmt sind:

- Der fernwärmeseitige Wärmemengenzähler (WMZ-FW)
- Der Wärmemengenzähler für die Trinkwassererwärmung (WMZ-TWE), falls vorhanden
- Der/die Regler für HAST, Raumheizung (RH) und TWE

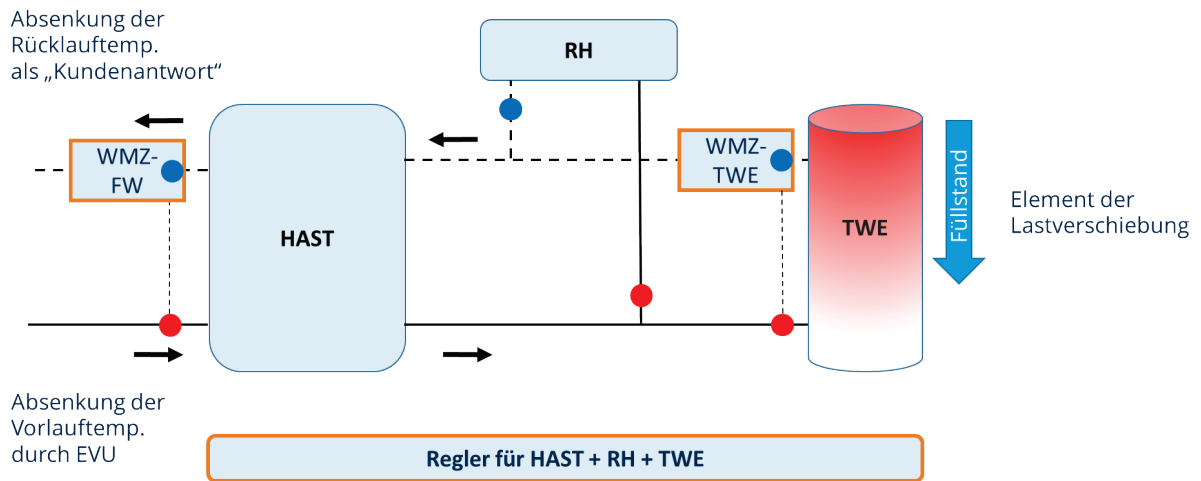


Abbildung 4-4: Schaltbild der digitalisierten Hausanschlussstation (iHAST) – orange umrahmte Elemente sind für die Datenübertragung interessant

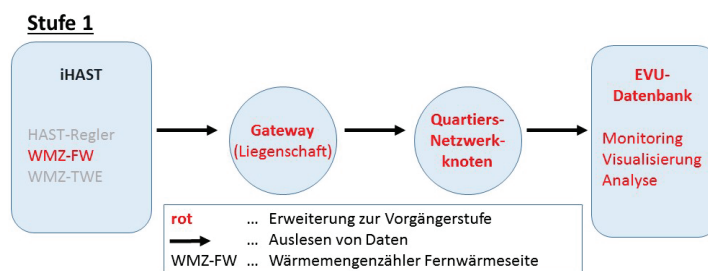
Die Digitalisierungsstufen 1 bis 6 sind für die Einführung als Branchenstandard definiert. Hierbei wurde die folgende Definition vorgenommen:

Stufe 0 alle WMZ ohne aktivierte, permanente Fernauslesung; Ablesung i. A. 1 x jährlich. Regler arbeitet nur lokal

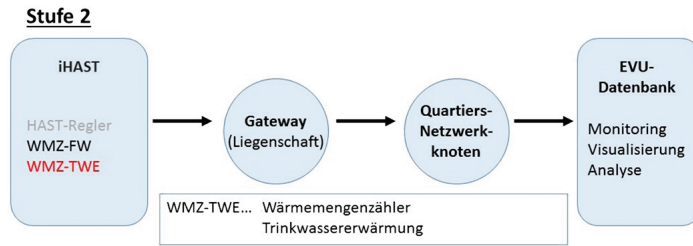


Ab Stufe 1 digitale Auslesung der WMZ-Signale (Wärmemenge und Momentanwerte der VL- und RL-Temperatur sowie des Volumenstroms) mindestens im 1/4 h-Takt möglich.

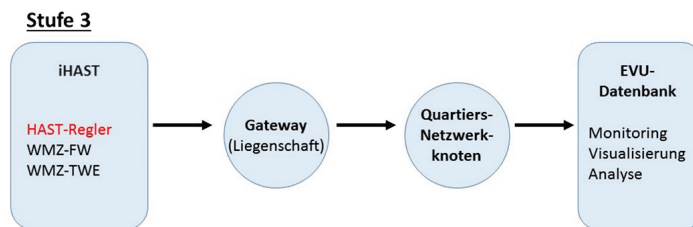
Stufe 1 Digitale Auslesung des WMZ-FW



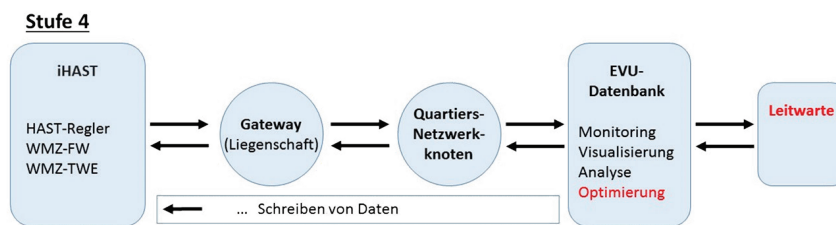
Stufe 2 wie Stufe 1 und zusätzlich digitale Auslesung des WMZ-TWE; optional auch des WMZ für Raumheizung (WMZ-RH)



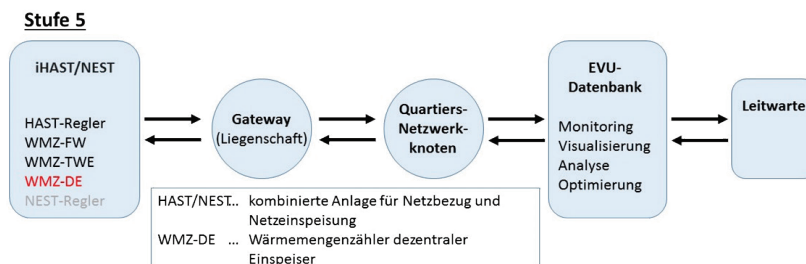
Stufe 3 wie Stufe 2 und zusätzlich digitale Auslesung von Informationen aus dem Regler über Heizkreise, Speicherladezustand TWW-Speicher etc.



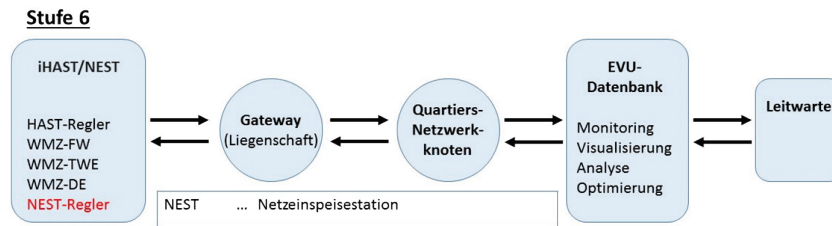
Stufe 4 wie Stufe 3, jedoch mit Schreibzugriff des EVU auf ausgewählte Regler-Parameter



Stufe 5 eine der Stufen 1 bis 4 und zusätzlich digitale Auslesung des WMZ für Einspeisung von Wärme (WMZ-DE (Dezentrale Einspeisung)) inkl. Freigabesignal

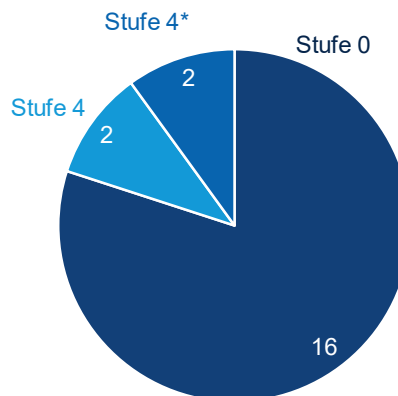


Stufe 6 wie Stufe 5, jedoch mit Schreibzugriff des EVU für Regler-Sollwerte sowie Auslesen von Prognosesignalen (z. B. Ertrag Solarthermie) des dezentralen Einspeiser



Stufen, die mit einem * markiert sind (bspw. Stufe 3*, 4*, ...) bedeuten, dass die Stufe 2 „übersprungen“ wurde, d. h. die Daten des WMZ-TWE (sowie WMZ-RH) nicht genutzt werden.

Aktuell ist bei den 20 untersuchten Liegenschaften die Digitalisierung in der Hardware bis Stufe 1, oft auch bis Stufe 4 vorbereitet (vgl. Abbildung 4-5), dennoch sind oft nur noch wenige Maßnahmen zum Erreichen einer höheren Stufe notwendig. Vor allem deshalb, weil Planung und Umsetzung auf technischer Ebene (z. B. zu verbauende Gerätetypen etc.) in den EVU bereits weit fortgeschritten ist.



* ohne WMZ-TWE

Abbildung 4-5: Aktuelle erreichte Digitalisierungsstufen in 20 untersuchten Liegenschaften

Alle beteiligten EVU haben gemäß eigenen Angaben die Digitalisierung im Sinne einer iHAST-Strategie bereits im Blick.

Die Digitalisierung ist per se deskriptiv, d. h. sie ermöglicht eine wertfreie Betrachtung der Versorgungssituation. Die Ausbringung der Digitalisierung ermöglicht erst die Steuerbarkeit der Hausstation und die Integration der Rückwirkungen aller Hausstationen. Wird zusätzlich

künstliche Intelligenz eingesetzt, können Systeme zukünftig sich selbstlernend optimieren und die Effizienz des Gesamtsystems weiter steigern.

Nur im Fall eines Vollzugriffes der EVU auf die Zähler durch die Fernauslesung, d. h. wenn die Fernwärme zähltechnisch auf das gleiche Niveau wie der Strom gestellt wird, kann die Sektorkopplung vollständig hergestellt werden und ein weiterer Baustein der Energie- und Wärmewende erfolgversprechend realisiert werden.

4.2 Arbeitspaket 2: Status Quartier

Basierend auf der Lage der Quartiere innerhalb der jeweiligen Projekte Gemeinde/Stadt können Entwicklungsprognosen und Veränderungspotenzial für die Untersuchungsgebiete abgeleitet werden. Wird zusätzlich eine Auswertung der statistischen Kennwerte hinsichtlich Bevölkerungsentwicklung und Einkommen pro Haushalt durchgeführt, können Veränderungspotenzial für das Untersuchungsgebiet und finanzielle Potenziale zur energetischen Modernisierung abgeleitet werden. Die iHAST-Quartiere in Bad Lobenstein, Chemnitz, Erfurt Borntal und Roter Berg und in Leipzig weisen derzeit keine Leerstände auf. In den nächsten Jahren wird mit einer stabilen Bevölkerungsentwicklung gerechnet. Hingegen ist im iHAST-Quartier Olbersdorf mit einer rückläufigen Bevölkerungsentwicklung zu rechnen, in Folge dessen wird mit einer geringeren Einwohnerdichte im Quartier zu rechnen sein.

Insgesamt wurden die Daten von 20 Objekten mit einer Gesamt-Anschlussleistung von etwa 3.300 kW über detaillierte Steckbriefe charakterisiert. Die Bandbreite der Anschlussleistungen liegt (bis auf ein großes Gewerbe) in einem Bereich von 40 bis 280 kW und ist relativ gleichmäßig verteilt. Es dominieren Mehrfamilienhäuser als Gebäudetyp, da alle Quartiere durch Wohngebäude mit einigen Schulen, Kindergärten und Gewerbeeinheiten geprägt sind. Meist handelt es sich um reine Mehrfamilienhäuser zu Wohnzwecken. In sämtlichen gewählten Liegenschaften wird die Fernwärme ausschließlich für Raumheizung und ggfs. Trinkwassererwärmung (TWE) genutzt. Thermisch betriebene Kälteanlagen (bspw. Absorptionskälteanlagen) sind nicht vorhanden.

Der Ausgangswert der Bilanzierungen der Wärmeverbräuche für die Quartiere sind die tatsächlichen, gemittelten Wärmeverbräuche jeweils inkl. nicht gesondert ausgewiesener Trinkwassererwärmung (TWE) über mehrere Jahre. Der Wärmebedarf zur TWE wird als konstant betrachtet. Bzgl. der Entwicklung des Wärmeverbrauchs wird zwischen zwei Szenarien unterschieden. Im Szenario „business as usual“ wird von einer Entwicklung der energetischen Sanierungsmaßnahmen entsprechend der letzten 10 Jahre für die kommenden 10 Jahre unterstellt. Im Energieeffizienzscenario wird davon ausgegangen, dass bei allen Gebäuden des Quartiers alle Bauteile der Gebäudehüllen energetisch auf das derzeit gültige Niveau für Bestandsmodernisierungen gebracht werden. Es ist anzunehmen, dass sich die reale Entwicklung sich zwischen diesen beiden Szenarien entwickeln wird.

Die Reduktion des Wärmeverbrauchs im Szenario „business as usual“ beträgt in den kommenden 10 Jahren innerhalb der Quartiere zwischen 1 % und ca. 4 %. In Abhängigkeit der bereits in den Quartieren durchgeführten Sanierungsmaßnahmen steigt die Reduktion

des Wärmebrauchs im Energieeffizienzscenario auf zwischen 13 % bis 42 % für den Zielwert in 10 Jahren an.

Normen, Standards und Regelwerke

Normen, Standards und Regelwerke sind als allgemein anerkannte Regeln der Technik für die Systeme essentiell und zur Implementierung neuer Technologien wichtig. Welche bisherigen Standards gibt es, welche sind wesentlich für die zukünftige Entwicklung und welche sind aus analogen Feldern von Bedeutung? Unter allgemein anerkannten Regeln der Technik werden technische Regeln oder Verfahren verstanden, die wissenschaftlich fundiert und in der Praxis allgemein erkannt bzw. erprobt sind. Der AGFW standardisiert Branchenmindestanforderungen über die gesamte Prozesskette der Wärme- und Kälteversorgung. Für die Betrachtung im Rahmen des Projekts iHAST sind insbesondere die Regelwerksbausteine

Arbeitsblatt AGFW FW 508 – Anforderungen an Fernwärme-Regeleinrichtungen für Hausstationen und

AGFW FW 519 - Sicherheitstechnische Ausrüstung von Unterstationen, Hausstationen und Hausanlagen zum indirekten Anschluss an Dampf-Fernwärmenetze für die Grundlegenden Anforderungen relevant.

Weiterhin sind im speziellen die DIN EN Normen für Thermische Energiemessgeräte (Smart Metering Systeme) zu nennen. Die Europäische Norm DIN EN 1434 legt in ihren Teilen die allgemeinen Anforderungen für die digitalen Wärmezähler fest.

Es wären die Normen:

DIN EN 1434-3 (Wärmezähler – Teil 3: Datenaustausch und Schnittstellen)

DIN EN 1434-4 (Wärmezähler – Teil 4: Prüfung für die Bauartzulassung)

DIN EN 1434-5 (Wärmezähler – Teil 5: Ersteichungen).

Eine Verfügbarkeit von thermischen Smart-Meter-Zählern ist nach Brancheneinschätzung noch nicht vorhanden. Die notwendigen Bauteile können aber bei Bedarf kurzfristig laut Herstellerangaben hergestellt und geliefert werden.

Neben den „klassischen“ technologischen Anforderungen der Regelwerke an die Komponenten der iHAST sind weitere IT-Sicherheitstechnische Standards von Bedeutung.

Vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) ist der „Branchenspezifischer Sicherheitsstandard für die Verteilung von Fernwärme (B3S VvFw) zu nennen.

Weitere Standards vom BSI sind:

BSI-Standard 100-1/2/3/4: Managementsysteme/IT-Grundschutz-Vorgehensweise/Risikoanalyse/Notfallmanagement

BSI-Standard 200-1/2/3: Managementsysteme für Informationssicherheit (ISMS) kompatibel zum ISO 27001 Standard definiert.

Weitere auch bereichsübergreifende Regelwerke hierzu sind:

ISO/IEC 27019:2017-10: Informationstechnik - Sicherheitsverfahren - Informationssicherheitsmaßnahmen für die Energieversorgung

DIN EN 62351: Datenmodelle, Schnittstellen und Informationsaustausch für Planung und Betrieb von Energieversorgungsunternehmen - Daten- und Kommunikationssicherheit

DIN IEC 62443-3-3: Industrielle Kommunikationsnetze - IT-Sicherheit für Netze und Systeme - Teil 3-3: Systemanforderungen zur IT-Sicherheit und Security-Level

DIN EN IEC 62443-4-2: IT-Sicherheit für industrielle Automatisierungssysteme - Teil 4-2: Technische Sicherheitsanforderungen an Komponenten industrieller Automatisierungssysteme (IACS)

Eine stetige und schnelle Anpassung der Regelwerke und Normen ist auf diesem Gebiet zu erwarten.

4.3 Arbeitspaket 3: Verknüpfungspotenzial

Aktuell sind noch keine Erfahrungen mit dem Betrieb von realen iHAST auf Quartiersebene verfügbar. Daher ist zur Ermittlung möglicher systemischer Effekte eine modelltechnische Analyse erforderlich. Die entwickelten ersten Modellansätze berücksichtigen die modelltechnische Abbildung von Fernwärmeversorgungssystemen und den aus dem iHAST-Betrieb resultierenden Systemeffekten (vgl. Kapitel 9). Die hieraus entstandenen Modelle werden eingesetzt um im Rahmen von Szenarienanalysen, welche mögliche Rolloutstrategien und Wärmebedarfsentwicklungen beinhalten, Effekte zu simulieren und deren Ergebnisse in einem ökonomischen sowie ökologischen Kontext zu stellen und zu bewerten. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden mögliche erste Handlungsempfehlungen für den Umgang mit iHAST im AP 6 vorgeschlagen.

Zu Beginn wurden Effekte definiert, die die iHAST sowohl auf die Erzeuger-, Netz- und Verbraucherseite ausüben könnte und diese modelltechnisch umgesetzt. Da die Erzeuger- und Verbraucherseite, verbunden über die Wärmeverteilnetze, eng miteinander gekoppelt sind, sind die Effekte der iHAST systemisch zu untersuchen. Hierzu werden in den Untersuchungen die einzelnen iHAST-Effekte gebündelt und deren Gesamtauswirkungen auf das Fernwärmesystem analysiert (exemplarisch in Abbildung 4-6 dargestellt).

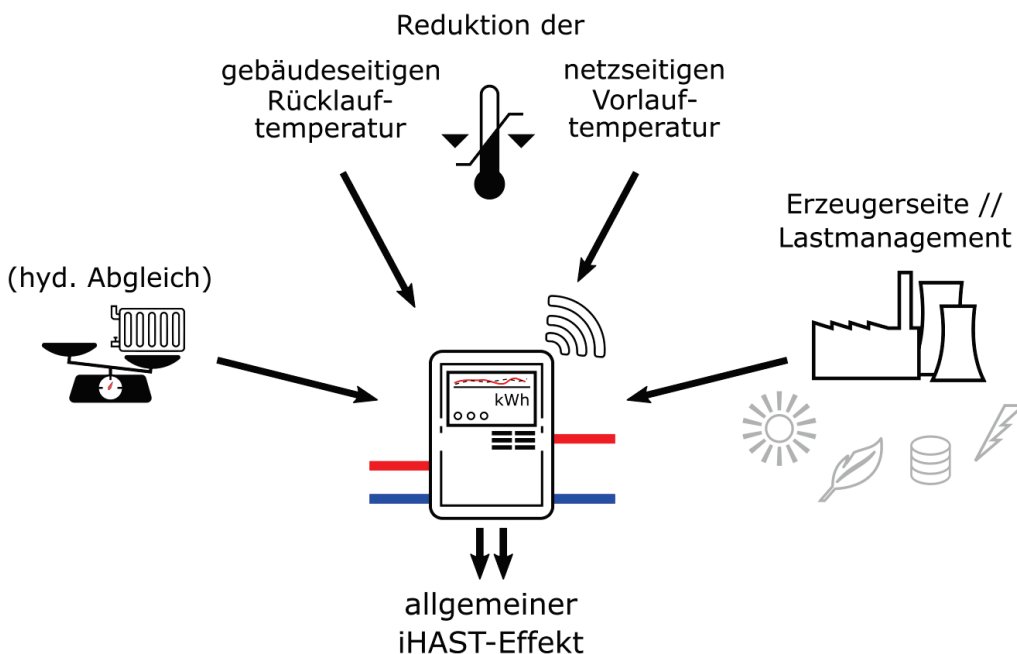


Abbildung 4-6: Zusammenspiel der einzelnen gebäude-, netz- sowie erzeugerseitigen iHAST-Effekte

Hierbei werden die gebäudeseitigen zusammen mit den netz- sowie erzeugeuseitigen Effekten überlagert. Auf der Verbraucherseite (Gebäude) ist ein hydraulischer Abgleich (= nach Effizienz optimierter Volumenstrom im Netz wie auch im Haus/Heizkörper) simultan mit der Umrüstung auf iHAST durchzuführen. Korrekt durchgeführt reduziert der hydraulische Abgleich die Endenergienachfrage zur Bereitstellung von Raumwärme. Als Resultat werden Erzeugerkapazitäten frei, die für etwaige Nachverdichtungen und Netzerweiterungen aber auch zur Reduktion des Einsatzes von Spitzenlastkesseln Verwendung finden können. Die benötigten Anschlusswerte sinken. Sowohl die gebäudeseitigen Rücklauf- als auch die netzseitigen Vorlauftemperaturen können durch die iHAST beeinflusst werden. Die umfangreiche Kommunikationstechnik der iHAST ermöglicht es, Schlechtpunktverbraucher dynamisch zu identifizieren und eröffnet somit die gezieltere Anpassung der Vorlauftemperaturen an die wirklichen Kundenanforderungen. Die kontinuierliche Regelung der iHAST ermöglicht, gebäudeseitige Rücklauftemperaturen zu reduzieren und somit die Transportkapazität des Wärmenetzes bei ansonsten gleichbleibenden Massenströmen zu erhöhen. Im Weiteren kann durch die iHAST eine zusätzliche Flexibilität des Betriebs der Erzeugeranlagen bereitgestellt werden. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Trinkwarmwasserspeicher der mittels iHAST ausgerüsteten Gebäude zu Schwachlastzeiten be- und zu Spitzenlastzeiten entladen werden. Hierdurch werden Einsatzzeiten von Anlagen zur Spitzenlastdeckung reduziert, wobei grundlastfähige Anlagen anteilig länger betrieben werden können (siehe Abbildung 4-7).

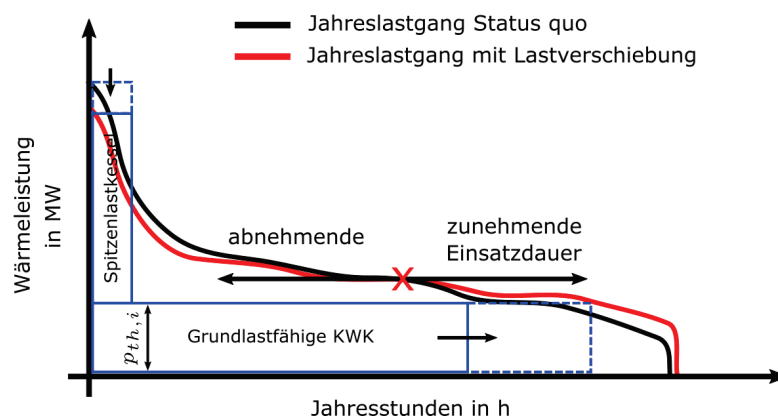


Abbildung 4-7: Generische geordnete Jahresdauerlinie der Wärmeerzeugerleistung unter Einfluss von Lastverschiebungsmaßnahmen

Die systemischen Effekte von iHAST sind vielfältig, mit Auswirkungen sowohl auf die Gebäude- als auch auf die Netz- und Erzeugerseite. Die durch iHAST erzielbaren Temperaturreduktionen des netzseitigen Vor- und Rücklaufs bedingen geringere

Wärmeverluste, was sich ebenfalls positiv auf die Brennstoffausnutzung und Emissionen der Erzeugeranlagen auswirkt. Infolge des geregelten Lastmanagements der TWW-Speicher können Spitzenlasten reduziert und somit gleichbedeutend die Einsatzdauer von Erzeugeranlagen verschoben werden.

Die Bewertung der Steuerbarkeit und der Flexibilität im Gesamtfernwärmesystem werden sich im Rahmen der Energiewende weiter verändern.

So können sich durch die iHAST-Verknüpfung auf Quartiersebene technisch optimierte Anschlusswerte (AW) für die Verbraucherseite einstellen und gleichzeitig eine Flexibilität im Fernwärmesystem ergeben. Unter normalen Situationen im System einschließlich der Sektorkopplung ermöglicht die iHAST eine regelungstechnische Anpassung unter Beibehaltung des systemischen AW-Optimum, so dass dieser auch für den Kunden optimiert bzw. angepasst und digital in das Fernwärmesystem integriert ist. Dies bedeutet keine zwangsläufige Absenkung des AW auf der technischen Seite.

Weiterhin ergibt sich eine zusätzliche Flexibilität auf der Seite des Fernwärmenetzes bzw. der Fernwärmeerzeugung. Die energetische und CO₂-seitige Bewertung, in Zeiten mit negativen Residuallasten im Strommarkt, würde sich verbessern.

D. h. im Fazit eine Anpassung hoher Anschlusswerte ist nicht notwendigerweise zwingend notwendig, wenn das Gesamtsystem Fernwärme durch die Volumenströme und die Temperaturregelung die Einzelverbraucher digital regelt. Ein höherer AW würde sogar die Möglichkeiten einer für alle Seiten optimierten Fahrweise erhöhen.

Zukünftige Preismodelle können eine steigende Optimierung und Flexibilität im Wärmemarkt ermöglichen. So besteht die Möglichkeit, dass der Fixpreis des Kunden, der sich heute noch am technischen Anschlusswert am real eingestellten Wert des Volumenbegrenzers orientiert, sich zukünftig an einen, nach Effizienzgesichtspunkten fiktiven Anschlusswert der Fernwärme in der systemoptimierten Auslegung orientiert. Ein preisliches Bonussystem sollte auf der Kundenseite zusätzlich die systemdienliche Ansteuerung der iHAST unterstützen. Der Verbraucher kann damit ohne Komfortverlust einer dynamischen Fahrweise des Fernwärmeversorgungssystems dienen. Kunden könnten über diese Bonus-Komponente im Preissystem von der optimierten Fahrweise (inkl. des eigenen hydraulischen Abgleichs auf der Hausseite) des Versorgers partizipieren, die Versorgungssicherheit auch an bei Kälteperioden wäre sichergestellt und das technische Potenzial eines optimierten AW käme der Erzeugungsseite und damit auch der CO₂-Bilanz zugute. Eine klassische win-win Situation durch die iHAST für Kunde und Versorger.

Ein weiterer Effekt der iHAST ist, dass durch aktive Steuerung der in Hochlastzeiten, der Gleichzeitigkeitsfaktor reduziert werden kann und in Niederlastzeiten die Steuerbarkeit der Fernwärmesysteme weiterhin hoch ist.

4.4 Arbeitspaket 4: iHAST Digitalisierungsgrad

Eine Roll-Outstrategie wird bei der Digitalisierung der HAST der betrachteten Quartiere auf betriebswirtschaftlicher Basis entschieden (vgl. auch Kapitel 8, Langfassung). Grundsätzlich besteht aktuell noch kein Nachfragbedarf auf der Kundenseite nach digitalisierten iHAST. Ein wirtschaftlicher Vorteil ist zu Beginn einer Um-/Nachrüstung noch nicht direkt ersichtlich. D. h. es erfolgt zunächst die Umrüstung derjenigen Liegenschaften, bei denen die geringsten Investitionen zu erwarten sind. Dies betrifft die technische Umsetzung. Als Hemmnisse zur Einführung von iHAST wurden nicht fehlende rechtliche Kenntnisse und eine unzureichende Kooperationsbereitschaft von Kunden als limitierend angeführt. Das Vorgehen zur Entwicklung und Umsetzung einer Rolloutstrategie läuft in verschiedenen Schritten ab (vgl. Abbildung 4-8). Im ersten Schritt ist zu definieren, zu welchem Zweck Messdaten bzw. Fernzugriffe benötigt werden (bspw. Lastmanagement). Anschließend erfolgt die Auswahl umzurüstender Objekte nach Kriterien wie benötigter Jahreswärmemenge, Speichergröße, Lage etc. Die Identifikation relevanter Verbraucher muss quartiersspezifisch erfolgen. Für die ausgewählten Abnehmer ist dann jeweils eine Ziel-Digitalisierungsstufe festzulegen. Im vierten Schritt erfolgt die Installation der Hard- und Software sowie die Datenverarbeitung. So wird anschließend das Digitalisierungsziel erreicht.

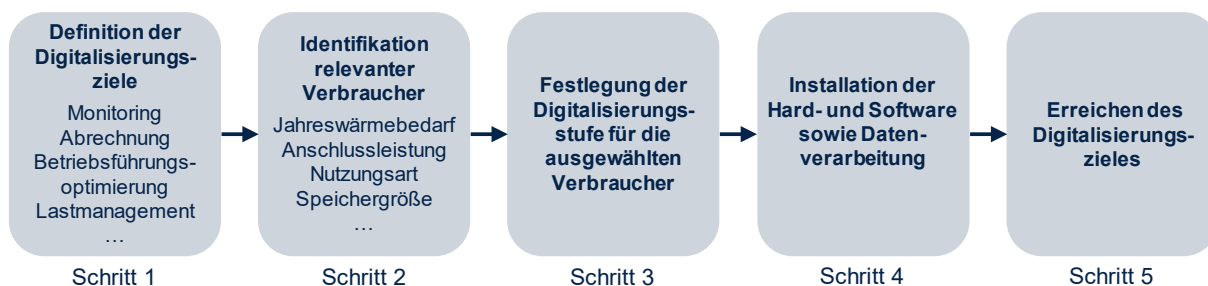


Abbildung 4-8: Vorgehen bei der Entwicklung und Umsetzung einer Rolloutstrategie

Die Umsetzung einer Rolloutstrategie kann die Strategie verfolgen, Abnehmer mit großem Jahreswärmebedarf zu identifizieren und diese als erstes umzustellen. Dies hätte die Auswirkung, dass die Abnehmer, die tendenziell besonders relevant hinsichtlich RL-Temperaturen, Fehlererkennung und -behebung und Lastprognosen sind, auch als erste umgestellt werden würden und damit die Rückwirkungen auf die Fernwärmeversorgung von Beginn an klar sichtbar ist. Wird mit einer Rolloutstrategie der Focus auf die Steigerung des Lastmanagementpotenzials gelegt so kann die Speichergröße der TWW in einem Objekt als relevantes Kriterium herangezogen werden. D. h. Objekte mit großem Speicher würden als erstes umgestellt werden. Eine weitere betrachtete Vorgehensweise einer Rolloutstrategie

könnte lageabhängig erfolgen. Diese lageabhängige Entscheidung des Verbrauchers würde berücksichtigen, dass für die Absenkung der Netz-Vorlauftemperaturen weit entfernte bzw. als problematisch bekannte Abnehmer besonders relevant („thermischer Schlechtpunkt“) für die systemische Optimierung sind. Weitere lageabhängige Entscheidungskriterien könnten im Fall einer kombinierten Zielnetzplanung sein, dass Abnehmer in Strängen mit Erweiterungspotenzial vorrangig digitalisiert werden. Bei dezentraler Wärmeeinspeisung ist die Entfernung zum zentralen Erzeuger als Kriterium eine weitere Variante zur Strategie.

Entsprechend wurden drei Rolloutstrategien entwickelt und beispielhaft an drei Quartieren demonstriert. Entsprechend unterscheiden sich die Rolloutstrategien:

Rolloutstrategie A – nach Jahreswärmemenge: Abnehmer mit großem Jahreswärmebedarf werden bevorzugt digitalisiert,

Rolloutstrategie B – nach Größe des Trinkwarmwasserspeichers (TWW): Abnehmer mit großem TWW-Speicher werden bevorzugt digitalisiert,

Rolloutstrategie C – nach Lage im Fernwärmenetz: Abnehmer werden abhängig von ihrer Lage im Fernwärmenetz bevorzugt digitalisiert.

Die Umsetzung der Rolloutstrategie A wird im Folgenden am Beispiel des iHAST-Quartier Leipzig aufgezeigt. In Abbildung 4-9 sind die Verbräuche der Liegenschaften (LS) sortiert aufgetragen (blau). Überlagert werden diese mit der kumulierten Summe des Jahreswärmeverbrauchs bezogen auf den Gesamtjahreswärmeverbrauch des Quartiers $Q_a/\sum Q_a$ (orange dargestellt).

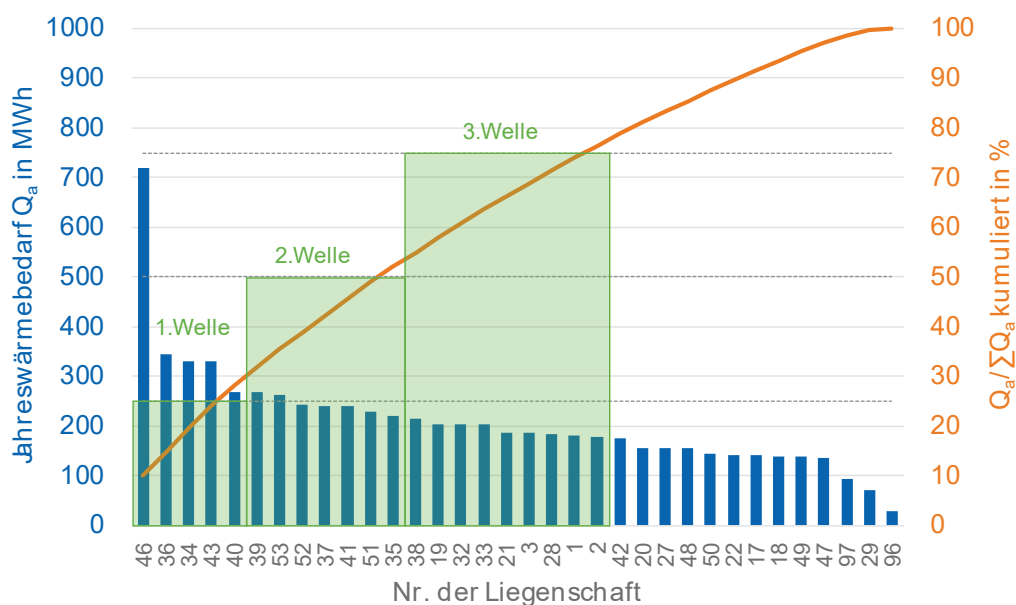


Abbildung 4-9: Rolloutstrategie A (Jahreswärmemenge) am Beispiel Leipzig, Szenario „Ist-Zustand“

In Anlehnung an das bereits gestartete Rollout für digitale Stromzähler (Smart-Meter-Rollout) werden drei Rolloutwellen festgelegt. Beginnend bei den größten Verbrauchern werden in der ersten Rolloutwelle 25 % des Quartiersjahreswärmeverbrauchs digitalisiert (15 % der LS). Nach der zweiten Rolloutwelle sind 50 % (33 % der LS) und nach der dritten Rolloutwelle 75 % des Quartiersjahreswärmeverbrauchs (62 % der LS) digitalisiert. Bis zur zweiten Rolloutwelle erhalten die LS die technische Ausstattung, die für die Digitalisierungsstufe 4 notwendig ist, da hier ein Eingriff in die hausseitige Regelung besonders starke Auswirkungen auf Netz und Erzeugung hat. In der dritten Rolloutwelle werden die LS für die Digitalisierungsstufe 2 ausgestattet, um ein Monitoring zu ermöglichen.

Die Rolloutstrategien A und C bieten den Vorteil, dass die Daten zur Auswahl der umzurüstenden Objekte dem EVU im Normalfall bekannt sind. Rolloutstrategie B hingegen setzt voraus, dass die Größe des installierten Trinkwarmwasserspeichers bekannt ist, was i. d. R. nicht der Fall ist.

Die Untersuchungen zeigten ähnliche Wirkungen für die Strategien A und B, während bei Strategie C die positiven Effekte (insbesondere Rücklauf Temperaturabsenkung) geringer ausfielen.

Tabelle 4-1 zeigt eine Übersicht über weitere sonstige Effekte, die durch iHAST zu erreichen sind (vgl. auch Kapitel 13.6 Langfassung). Diese betreffen zum einen den Kunden in Form der vereinfachten Abrechnung, der Motivation des Endkunden hinsichtlich Energieeinsparung bzw. langfristig auch ein Bonus-Malus-Preissystem zu adaptieren um ein systemdienliches Verhalten des Kunden zu fördern und bringt ggf. die Kenntnis hervor welche Anlagen bewusst oder unbewusst überdimensioniert sind.

Tabelle 4-1: Übersicht sonstiger Effekte der iHAST

Effekt	Erläuterung	Digitalisierungs- stufe	Welche Abnehmer (zuerst)?
Abrechnung	Zeit- und damit Kostenersparnis	1	Flächendeckend
Motivation Endkunden	Kenntnis der Daten motiviert zu Einsparmaßnahmen	2	Große Leistung / hoher Wärmebedarf
Auslegung von Anlagen	Überdimensionierung von Anlagen aus Sicherheitsgründen kann längerfristig verringert werden	1 ... 6	Große Leistung / hoher Wärmebedarf + lageabhängig
Fehlererkennung	Bspw. stark erhöhte Rücklauf-Temperaturen	3	Flächendeckend
Zielnetzplanung	Bspw. durch Identifikation von wenig oder stark ausgelasteten Strängen	1	Große Leistung / hoher Wärmebedarf + lageabhängig
Einbindung dezentraler Einspeiser	Bspw. Solarthermie, BHKW	5 – 6	Große Leistung / hoher Wärmebedarf + lageabhängig

Im Weiteren kann die iHAST durch die Übermittlung zeitlich aktueller Messwerte zur Fehlererkennung mit deutlich geringerem Aufwand im Fernwärmenetz bzw. bei den Kundenanlagen beitragen. Sie ist langfristig die Voraussetzung um eine strategische Zielnetzplanung durchzuführen, d. h. die iHAST könnte die Identifikation von Ausbaupotenzialen verbessern, da die Auslastung von Teilstrecken bzw. Strängen besser abgeschätzt werden kann. Im Weiteren wird durch sie die geregelte Einbindung dezentraler Einspeiser ermöglicht.

Der Wärmemengenzähler der Trinkwassererwärmung wird bisher oft noch vernachlässigt, da die Auslesung dieser Daten die Kooperationsbereitschaft des Kunden i. d. R. zwingend voraussetzt.

Die auf der Stromseite durch den Ordnungsrahmen getriebene Digitalisierung (Metering-systeme) wäre aufgrund der Querverbundstruktur der Unternehmen einen gleichlaufenden Ansatz zwischen den Medien Fernwärme und Strom erforderlich. Die Studie liefert für eine Standardisierung erste Ansätze zur weiteren Umsetzung im Ordnungsrahmen.

4.5 Arbeitspaket 5: Bewertung der iHAST-Strategien

Für die Bewertung der systemischen Effekte der iHAST wurde zwischen quartier-spezifischen, rolloutspezifischen sowie allgemeinen Effekten differenziert. Hinsichtlich der Effekte wird zwischen der Reduktion der Vorlauf- und Rücklauf-temperatur, den daraus resultierenden geringeren Wärmeverlusten, der Reduktion des Wärmebedarfs auf Verbraucherseite, den insgesamt resultierenden Brennstoffeinsparungen bei den Erzeugungsanlagen und den sich daraus ergebenden geringeren CO₂-Emissionen (vgl. Abbildung 4-10) unterschieden. Insgesamt sind die Unterschiede hinsichtlich der Spannbreiten aufgrund ähnlicher Ausgangssituationen (z. B. FW-Netzparameter oder FW-Erzeugungsstruktur) innerhalb der Quartiere im Szenarienvergleich gering. Die Effekte werden im Folgenden einzeln diskutiert.

Durch die iHAST kommt es zu Temperaturreduktionen des Vor- und Rücklaufes infolge dessen die Wärmeverluste um etwa 6 bis 8 % gegenüber dem Status quo gemindert werden. D. h. die Verluste der Wärmeverteilung werden dauerhaft gesenkt und erhöhen die Effizienz des Gesamtsystems. Im Vergleich dazu sind die durch die Nutzung der Option zur Lastverschiebung der Trinkwarmwassernachfrage resultierenden Brennstoffeinsparungen um etwa 0,6 % bzw. die der vermiedenen CO₂-Emissionen von etwa 0,5 % gering. Die Brennstoff- und CO₂-Einsparungen können jedoch in zukünftigen dekarbonisierten Fernwärmeversorgungssystemen mit einem hohen Anteil Erneuerbarer Energien in Kombination mit der iHAST wesentlich größer ausfallen.

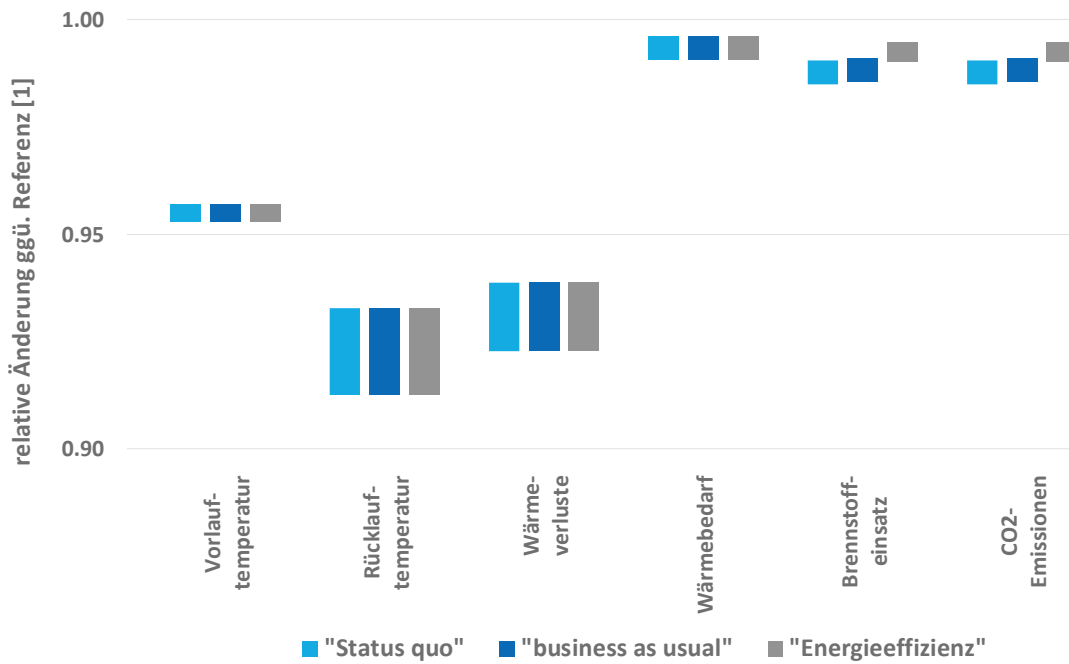


Abbildung 4-10: Spannweite der simulierten iHAST-Effekte über alle Bilanzräume und unter Variation der drei zugrundeliegenden Wärmebedarfsszenarien

Durch die quartierspezifischen Effekte der iHAST kann die Vorlauftemperatur im Netz reduziert werden. Es ist denkbar, dass die netzseitigen Vorlauftemperaturen bereits innerhalb der ersten Rolloutwelle um 5 K reduziert werden könnten. Eine fundamentale Absenkung der netzseitigen Rücklauftemperaturen ist jedoch an einem flächendeckenden Rollout, mit den sich hieraus ergebenden Anreizeffekten auf der Kundenseite, gekoppelt, da die iHAST nur indirekt über die gebäudeseitigen Rücklauftemperaturen auf die Netztemperatur Einfluss üben kann. Da die positiven Effekte der Reduktion der netzseitigen Wärmeverluste der Erzeugerseite bzw. dem Brennstoffeinsatz zugeschrieben werden, wird der kundenseitige Wärmebedarf lediglich durch den hydraulischen Abgleich beeinflusst. Allerdings sind Reduktionen zwischen 3,6 und 5,7 K für den Rücklauf unter Erschließung der Rolloutwelle 3 als plausibel anzusehen. Ein Einfluss, der aus unterschiedlichen Wärmebedarfsentwicklungen resultiert, ist auf die netzseitigen Rücklauftemperaturen im ersten Ansatz nicht evident. Im Gesamtkontext, aufgrund von Spreizungseffekten (Pumpstrombedarf) von Vorlauftemperatur zu Rücklauftemperatur, von Bedeutung für den Volumenstrom und die Wärmeverluste. In Kombination können die Temperaturreduktionen des Vor- und Rücklaufes die Wärmeverluste um etwa 6 bis 8 % gegenüber dem Status quo mindern, d. h. die Verluste der Wärmeverteilung werden dauerhaft gesenkt und erhöhen die Effizienz des Gesamtsystems.

Die dadurch und durch die weitere Wärmebedarfsreduzierung auf Verbraucherseite frei werdenden Kapazitäten in der Fernwärmeversorgung ermöglichen einen Ausbau der Fernwärmeversorgung ohne Erweiterung der Erzeugerkapazitäten.

Die rolloutspezifischen Effekte der Rolloutstrategie A („Wärmemenge“) und B („Speichergröße“) weichen geringfügig voneinander ab. Dies liegt darin begründet, dass Anschlussnehmer, die über einen großen Wärmemengenbedarf verfügen ebenfalls mit großen TWW-Speicher ausgestattet sind und die umgerüsteten Endkunden in beiden Szenarien nahezu gleiche Effekte aufweisen. Die Rolloutstrategie C („Lage“) verfügt im Vergleich zu den Rolloutstrategien A und B über geringere Potenziale, da die Umrüstung der an den Strangenden liegenden Anschlussnehmer räumlich restringierender ist, als die Umrüstung anhand der Wärmemenge oder der Speichergröße. Unter Ausschöpfung der maximalen Lastverschiebungspotenziale ist eine Rolloutstrategie gemäß B zu wählen, wobei für diese gegenüber den Strategien A und C zusätzliche, den Versorgungsunternehmen ggf. nicht vorliegenden Daten erforderlich sind.

Auf die Erzeugerseite wirken als Rückkopplung ebenfalls die quartiers- und rolloutspezifischen Effekte ein. Die hieraus resultierenden allgemeinen Effekte der iHAST entstehen zum einen aufgrund reduzierter Wärmeverluste (die netzseitigen Temperaturen nehmen ab) und zum anderen durch die Option zur Lastverschiebung der Trinkwarmwassernachfrage. Durch die Lastverschiebung können Spitzenlasten (meist durch Heizwerke erzeugt) vermieden und durch effiziente KWK-Anlagen substituiert werden. Der erweiterte Einsatz der KWK-Anlage bedingt somit in Bezug auf den Status quo eine gesteigerte Brennstoffausnutzung. Über die gesamten Wärmebedarfsszenarien kann der spezifische Brennstoffbezug in $\text{MWh}/\text{MWh}_{\text{th}}$ um bis etwa 0,6 % reduziert werden. Für die spezifischen CO_2 -Emissionen in $\text{kgCO}_2/\text{MWh}_{\text{th}}$ ergeben sich Einsparungen von maximal etwa 0,5 %. Die erweiterten Laufzeiten der KWK-Anlagen führen zu Effizienzsteigerungen der gesamten Strom- und Wärmeproduktion um 0,4 bis 0,5 %. Dies wird jedoch durch die größere Brennstoffreduktion infolge des hydraulischen Abgleichs negiert, der simultan mit dem Austausch von alten durch neue HAST durchgeführt wird.

Im Wärmebedarfsszenario „Status quo“ kann durch die iHAST ein Hebel auf den erzeugerseitigen Brennstoffeinsatz ausgeübt werden. Dieser relativiert sich jedoch mit dem Rückgang der absoluten Wärmebedarfe in den Szenarien (1) „business as usual“ sowie (2) „Energieeffizienz“. Dies liegt daran, dass sich durch die den Wärmebedarfsszenarien unterstellten energetischen Sanierungsquoten die Verhältnisse zwischen Raumwärme- und Trinkwarmwasserbedarf verschieben. Das Potenzial der iHAST zur Lastverschiebung wird geringer und des Spitzenlastkessels wird nur geringfügig durch den Einsatz von KWK

substituiert. Dies bedingt eine im Gegensatz zu dem Szenario „Status quo“ einen erhöhten Brennstoffeinsatz sowie daran gekoppelte CO₂-Emissionen.

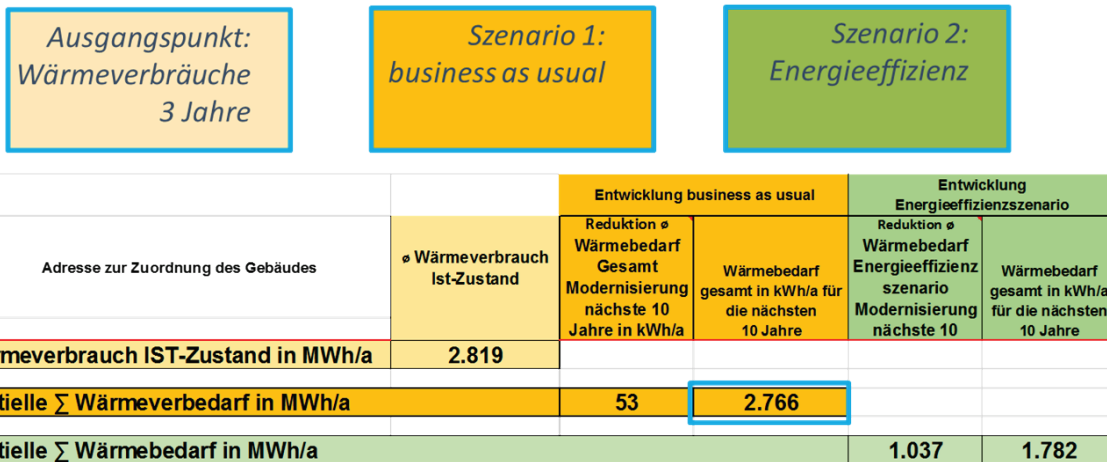


Abbildung 4-11: Szenarien der Entwicklung der Wärmebedarfe in den Untersuchungsgebieten am Beispiel

Obwohl die Einflussnahme der iHAST auf die Erzeugerseite tendenziell gering ist, so können vor allem auf der Netzebene größere Effizienzpotenziale gehoben werden. Die Vor- und Rücklauftemperaturen können signifikant reduziert werden und somit zu geringeren Wärmeverlusten beitragen. Durch einen strategisch geplanten Rollout kann ein Ansteigen der Pumpenergieaufwendungen vermieden werden, wenn die Temperaturreduktion des netzseitigen Rücklaufs annähernd synchron mit der Vorlauftemperaturreduktion verläuft und somit die Temperaturspreizung Vorlauf/Rücklauf in näherungsweise konstant bleibt.

Anhand der Wirtschaftlichkeitsrechnung (vgl. Kapitel 10 Langfassung) wurde gezeigt, dass unter den Rahmenannahmen, d. h. ohne Berücksichtigung eventueller Betrachtungen der Vorketten der Fernwärmebereitstellung und des hydraulischen Abgleichs der Kundenanlagen, keine wirtschaftliche Reinvestition einer iHAST innerhalb des Betrachtungszeitraumes von 20 Jahren bei vorzeitigem Austausch oder Nachrüstung der Anlagen gegeben ist. Die durch die Investition und den Betrieb entstehenden Kosten können durch die Opportunitätserlöse aus reduzierten Wärmeverlusten und zusätzliche Stromgutschriften infolge von Lastverschiebungsmaßnahmen nicht kompensiert werden. Ursachen hierfür liegen zum einen an der tendenziell bei alleiniger Betrachtung vorhandenen geringen Effizienzsteigerungen durch die iHAST, den damit verbunden geringen Brennstoffeinsparungen und daher, dass es sich hierbei größtenteils um vorzeitige Investitionen zum Austausch noch funktionsfähiger Infrastruktur und nicht um kosteneffektive Ersatzinvestitionen handelt. Aus rein wirtschaftlichen unternehmerischen Gesichtspunkten ist der reine Austausch älterer Hausanschlussstationen mit noch technischen Restlaufzeiten und

der flächendeckende Einsatz von iHAST aufgrund geringer techno-ökonomischer Hebel nicht rentabel. Ein Investitionsanreiz für die Unternehmen wäre daher zurzeit unabdingbar.

Doch gerade als Wegbereiter für die Digitalisierung in der Fernwärmeversorgung sind iHAST-Systeme eine Schlüsseltechnologie für die erfolgreiche Wärmewende und die damit einhergehende Transformation von Bestandswärmenetze in Richtung effizienterer Niedertemperaturwärmenetze. Die im Zuge der Installation einer iHAST notwendigen baulichen Veränderungen an der Heizungsanlage des Gebäudes sind Anlass und Gelegenheit für weitere Anlagenverbesserungen. Insbesondere der hydraulische Abgleich auf der Hausseite erschließt anlagentechnisch weiter verortete Potenziale zur Energieeinsparung. Er ist technisch nicht zwingend notwendig, verbessert aber die Betriebsbedingungen und damit die Effizienz steigernde Wirkung einer iHAST insbesondere in den Rolloutstrategien A (Wärmemenge) und C (Netzenden). Im Gesamtergebnis einer Wärmewende und energieeffizienten Quartiersentwicklung sind dabei iHAST-Systeme und hydraulischer Abgleich auf der Hausseite zur CO₂-Einsparung zwingend gemeinsam durchzuführen.

Sozialer Kontext

Als Beitrag zur nachhaltigen energetischen und städtebaulichen Entwicklung Dresdens wurden 2013 verschiedene Gebiete betrachtet. Unter den Top Ten-Maßnahmen des „Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes (IEuKK) Dresden 2030“ war im Ergebnis ein Investitionsprogramm zum Fernwärmeausbau auf Basis von Gebietsuntersuchungen u. a. in den Quartieren Friedrichstadt, Löbtau/Plauen, Pieschen, Wissenschaftsstandort Ost unter Beachtung städtebaulicher Entwicklungsziele und Vorhaben der Stadterneuerung vorgesehen. Näher betrachtet wurde, auch nach einer Analyse der „warmen Betriebskosten“ für die Bewohner, das Quartier Pieschen. Dieses liegt direkt am Bestandsgebiet des bisherigen Dresdner Fernwärmenetzes und war ein Ausbaugbiet des Energieversorgungskonzeptes der DREWAG. Innerhalb dieser Konzepte spiegeln Energie- und Wärmekosten im Verhältnis zu den monatlichen Gesamtkosten und den „Sozialfaktoren“ eine Rolle zur Entwicklung. Die Belastung der Haushalte durch die Energiekosten, nach Einkommensklassen, zeigt die Abbildung 4-12. Eine aktive Regelung durch iHAST-Systeme kann durch die erfolgte Systemoptimierung in der zeitlichen Tagesregelung eine bezahlbare und effiziente Wärmeversorgung - Stichwort „Sozialwärme“ auch für Haushalte mit niedrigen Einkommen - begünstigen. Dadurch kann der Einsatz von iHAST-Systemen im Kontext der in der Energie- und Wärmewende erwarteten Preissteigerungen (Stichwort CO₂-Preis, Einsatz EE) sicherlich auch im sozialen Kontext ihre Notwendigkeit finden.

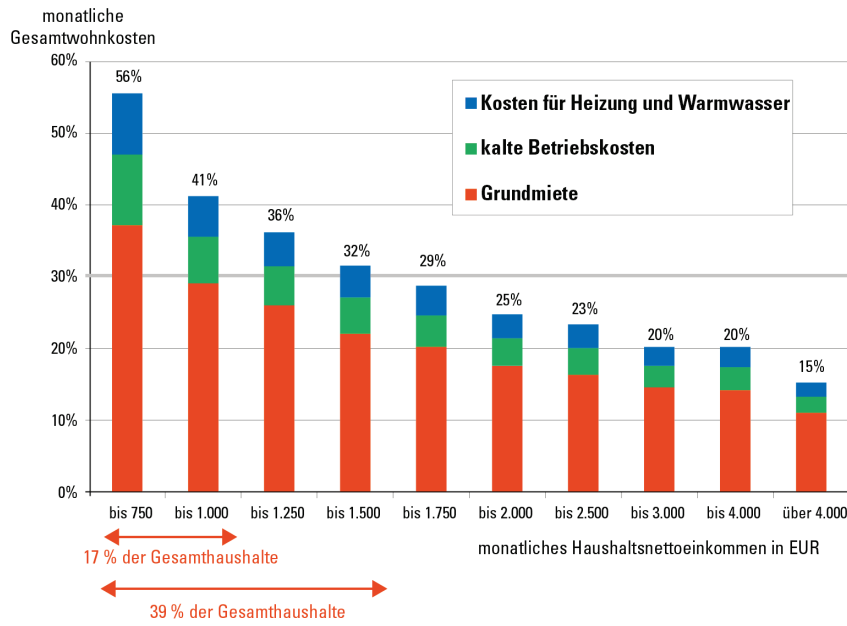


Abbildung 4-12: Anteil der Wohnkosten am Haushaltsnettoeinkommen (Quelle: Umweltamt Dresden, KBU 2012)

4.6 Arbeitspaket 6: Handlungsempfehlungen

Basierend auf dem integrierten Quartierskonzept als Teil des IEKK und Stadtentwicklungskonzeptes und deren Ziele kann sich der beschriebene, systemische Vorteil einer iHAST-Strategie nur als zielgerichtetes Gesamtsystem zur bedarfsgerechten Steuerung der Erzeugung und Wärmeverteilung entwickeln. Er ist somit Teil des optimierten Ansatzes für ein Quartier zur Reduktion der Wärmeverluste, von Effizienzsteigerungen und dem Einsatz erneuerbarer Energien ohne Komfortverluste für die Kunden. Hinzu kommen die Effektivitätssteigerungen durch die Nutzung freiwerdender Kapazitäten. Diese ist daher den individuellen Einzellösungen vorzuziehen. Dafür müssen die Daten und Systemkomponenten aller technischen Komponenten des Wärmeversorgungsystems für die Regelung einheitlich für die Gesamtoptimierung zur Verfügung stehen. Gegenüber der Einzelbetrachtung eines Gebäudes oder Verbrauchers können so die CO₂-Emissionen des Quartiers oder aber auch sozio-demografische Effekte des Gesamtsystems berücksichtigt werden. Für eine Gesamtoptimierung im Quartier ist ein technisch und digital vernetzter Fernwärmeverbund eine zwingende Voraussetzung. Hierfür sind zunächst die detaillierten individuellen Digitalisierungsziele (Vorlauf-Temperaturabsenkung (VL), Lastmanagement, ...) durch das Energieversorgungsunternehmen festzulegen. Im Anschluss lassen sich die umzurüstenden Objekte inkl. zugehöriger Digitalisierungsstufe auswählen. So ergibt sich eine effiziente Rolloutstrategie für ein Netz bzw. Teilnetz oder Quartier.

Weitere Vorteile einer flächendeckenden Ausbringung der iHAST können sich durch Maßnahmen auf der Kundenseite wie rücklauftemperatur- und netzspitzenbasierte Preismodelle und/oder in Verbindung mit dem dynamischen hydraulischen Abgleich auf der Versorgungs- und Kundenseite führen. Dies führt zu Anreizen zur Energieeinsparung und zur Steigerung der Kundentransparenz. Die flächendeckende Ausbringung der iHAST, bei gleichzeitiger Erschließung der Potentiale auf der Kundenseite, ist langfristig eine der Voraussetzung dafür, dass die Transformation zu Niedrigtemperaturnetzen (LowEx-Wärmenetzen) gelingen kann. In Folge dessen können die Vorlauf- und Rücklauftemperaturen der Hausanlagen abgesenkt bzw. eine Optimierung des Temperaturniveaus im Fernwärmenetz (Vor- und Rücklauf) bei gleichzeitiger Absenkung der Temperaturniveaus durchgeführt werden. Sie ermöglicht im Weiteren Effizienzsteigerungen durch eine standortbedingte Versorgung von Verbrauchern oder Fernwärmenetzteilen über den Fernwärmerücklauf. Durch die iHAST liegen den Erzeugeranlagen- und Fernwärmenetzbetreibern zeitlich hochaufgelöste Verbrauchskennwerte der Anschlussnehmer vor, anhand deren die Erzeugung und der Transport von Wärme bedarfsgerechter gesteuert werden können. Gerade für ein diversifiziertes Erzeugerportfolio mit konventionellen und alternativen Energieträgern und der erwartenden Zunahme an unterschiedlichen

Erzeugerquellen, bedeutet dies eine höhere Planbarkeit und zusätzliche Flexibilitätsoptionen hinsichtlich des Einsatzes der unterschiedlichen Anlagentypen. Die Erhöhung der Flexibilitätsoptionen ist Grundvoraussetzung dafür, dass die Energiewende im Allgemeinen, die Sektorkopplung und die Wärmewende im Speziellen gelingen kann. Durch eine flächendeckende Ausbringung von iHAST werden die Voraussetzungen geschaffen, dass flexible Versorgungsstrategien realisiert werden können.

4.7 Arbeitspaket 7: Betrachtung des Rechtsrahmens und Klärung der Anwendbarkeit einzelner Ergebnisse zur Umsetzung

Als Hauptaussage kann festgehalten werden, dass die Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVBFernwärmeV) einem rücklaufftemperaturbasierten und netzspitzenbasierten Preismodell nicht entgegensteht (siehe Kapitel 4.3.2).

Dies ist begründet da die AVBFernwärmeV regelt, dass der Energieverbrauch abzurechnen (§ 24 Abs. 1 AVBFernwärmeV) und dass das verbrauchsabhängige Entgelt durch eichrechtskompatible Messeinrichtungen zu ermitteln ist (§ 18 Abs. 1 S. 1 AVBFernwärmeV). Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung, dass ein verbrauchsabhängiges Entgelt (in der Praxis zumeist als Arbeitspreis bezeichnet) Teil des Wärmepreises sein muss. Für ein rücklaufftemperaturbasiertes und netzspitzenbasierten Preismodell bedeutet dies, dass der Wärmemengenzähler in der Lage sein muss, die jeweils erfasste Wärmemenge dem jeweiligen preisrelevanten Rücklaufftemperatur- bzw. Netzspitzenspektrum zuzuordnen ist. Darüber hinaus enthält die AVBFernwärmeV keine näheren Vorgaben zur Gestaltung des Wärmepreissystems. Insbesondere enthält die Verordnung keine Pflicht, zur Bildung allgemeiner oder standardisierter Preise. Damit obliegt es den Vertragspartnern, im Wege der Vertragsfreiheit Preismodelle zu vereinbaren.

In der Vertragspraxis sind Preismodelle schon seit langem bekannt, die nach der Höhe der vom Kunden bezogenen Wärmemenge bzw. der für ihn vorgehaltenen Anschlussleistung differenzieren (sog. Preisstaffel- und Preiszonenmodelle). In jüngster Zeit wird darüber nachgedacht, Preise nach der Länge der Vertragslaufzeit zu differenzieren. Solche Preisdifferenzierungen können als Vorbild dienen.

Eine Inhaltskontrolle der Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) ist daher nicht erforderlich wenn rücklaufftemperaturbasierte Preismodelle durch eine eindeutige Regelung im Zusammenhang mit den übrigen Preisbestandteilen klarstellen, dass unter den Voraussetzungen eines genau bestimmten Temperaturspektrums stets ein genau bestimmter Preis gilt. Regelungsmodelle, bei denen ein sonst geltender anderweitiger Preis ersetzt wird, sind zu vermeiden.

Im Ergebnis ist deshalb ein rücklaufftemperaturbasiertes und netzspitzenbasierten Preismodell als angemessen zu bewerten. Mit einem solchen Preismodell setzt ein Fernwärmeversorgungsunternehmen nicht vornehmlich eigene Interessen einseitig durch, sondern er setzt einen Anreiz für eine technische-wirtschaftliche Optimierung, die der Gesamtheit aller Kunden zugutekommt.

Weiterhin ergab die Prüfung, dass ein Preismodell, das nach der Rücklaufftemperatur bzw. der Netzspitze differenziert, mit dem kartellrechtlichen Diskriminierungsverbot vereinbar ist.

Weiter zu rechtlich prüfende Sachverhalte ergaben sich aus der Neuregelung zur Umsetzung der Energieeffizienz-Richtlinie - Richtlinie (EU) 2018/2002 der Gültigkeit und Anwendung des Messstellenbetriebsgesetzes (MsbG) für Wärme.

In naher Zukunft sind Änderungen der fernwärmespezifischen Messregelungen aufgrund der Umsetzung europäischer Richtlinien zu erwarten. So regelt die Energieeffizienz-Richtlinie (Richtlinie (EU) 2018/2002) neue Anforderungen an die Erfassung des Gesamtwärmeverbrauchs eines Gebäudes (Art. 9a), die gebäudeinterne Verteilung dieses Gesamtverbrauchs auf die einzelnen Nutzer (Art. 9b) sowie die Verwendung fernauslesbarer Messeinrichtungen (Art. 9c). Die Richtlinie ist in Bezug auf diese messtechnischen Anforderungen bis zum 25. Oktober 2020 in deutsches Recht umzusetzen (Art. 2 Abs. 1 UAbs. 2 Energieeffizienzrichtlinie).

Auf Grundlage des Art. 9c Abs. 1 Energieeffizienzrichtlinie müssen nach dem 25. Oktober 2020 neue installierte Zähler und Heizkostenverteiler (auch bei Austausch) fernauslesbar sein. Dabei sind die Werte von fernauslesbaren Messgeräte mindestens zweimal im Jahr, ab dem Jahr 2022 sogar monatlich zur Verfügung zu stellen.

Empfehlungen für die Digitalisierung von Hausstationen

Vor den beschriebenen Hintergründen stehen die Fernwärmeversorgungsunternehmen nun vor der strategischen Entscheidung, wie sie ihr zukünftiges Kommunikationssystem zur Übertragung der Messwerte aufbauen. Hierzu ist einmal denkbar, dass sie die Wärmemengenzähler in einen Smart-Meter-Gateway einbinden, das ohnehin unter den Voraussetzungen des MsbG für die Erfassung des Stromverbrauchs zu errichten ist. Darüber hinaus ist es möglich, dass sie ein davon getrenntes Kommunikationssystem aufbauen, das jedenfalls die Fernauslesbarkeit der Messwerte im Sinne des Art. 9c Energieeffizienz-Richtlinie ermöglicht. Die Entscheidung hängt maßgeblich von der technischen Machbarkeit und der Wirtschaftlichkeit ab. Rechtlich zulässig sind nach dem derzeitigen Stand der Dinge beide Varianten.

Es kann festgehalten werden, dass die Anreize für eine technische Optimierung des Wärmebezugs durch eine Vorlauf-Rücklauf-temperaturabsenkung und/oder einer netzspitzenbasierten Optimierung zur Lastspitzenverschiebung als Bonussystem für die versorgten Kunden, Leistungspreisanreiz ohne Veränderung des vertraglich definierten Anschlusswertes (AW) und die zeitliche Flexibilität zur technischen Reduzierung des Gleichzeitigkeitsfaktors in einem rechtskonformen Umfeld für die digitalisierten Hausstationen erfolgen.

Datenschutz und Datensicherheit

Nach Prüfung der Anwendbarkeit der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) im Kontext zu dem Projekthalt iHAST kann festgehalten werden, dass **die gleichen Regelungen und Schutzmechanismen, welche Versorgungsunternehmen bereits jetzt schon für die Daten ihrer Kunden entwickelt haben, gelten.**

Es besteht eine Rechtmäßigkeit der Verarbeitung der Kundendaten, d. h. Anspruchsgrundlage nach Aufgabe im öffentlichen Interesse, Art. 6 Abs. 1 DSGVO oder solange ein „Überwiegendes Interesse des Verantwortlichen oder Dritter“, Art. 6 Abs. 1 DSGVO, vorliegt.

Wie im **Kapitel 3.2. (Langfassung) „Anerkannte Regeln der Technik“** beschrieben, ist **das Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI-Gesetz - BSIG) - Branchenspezifischer Sicherheitsstandard für die Verteilung von Fernwärme (B3S VvFw) relevant.**

Grundsätzlich werden nach diesem Gesetz alle technischen Mittel zur Verarbeitung von Informationen in der Informationstechnik umfasst. Zuständig ist das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als Bundesoberbehörde. Das Bundesamt ist zuständig für die Informationssicherheit auf nationaler Ebene. Es untersteht dem Bundesministerium des Innern. Unter dieses Gesetz fallen auch die sogenannten „kritische Infrastrukturen“. Hierzu zählen u. a. auch die Einrichtungen und Anlagen oder Teile des Sektors Energie und damit auch die Fernwärme. Allerdings zählen nur Fernwärmenetze mit mehr als 250.000 angeschlossenen Haushalten zu den kritischen Infrastrukturen, da diese eine wichtige Bedeutung für das Gemeinwesen haben.

Das BSI hat den branchenspezifischen IT-Sicherheitsstandard für Fernwärmenetze nach § 8a Abs. 2 BSI-Gesetz mit Stand: 27. Februar 2018 im Februar 2019 offiziell anerkannt. Betreiber von Fernwärmenetzen mit mehr als 250.000 angeschlossenen Haushalten sind danach gesetzlich verpflichtet, ihre Informationstechnologie nach dem Stand der Technik abzusichern und entsprechende Nachweise vorzulegen. Als Service für die betroffenen Unternehmen und um Rechtssicherheit zu schaffen, haben die Branchenverbände AGFW und der Bundesverband der Energiewirtschaft e.V. (BDEW) gemeinsam den branchenspezifischen Sicherheitsstandard für Fernwärmenetze (B3S) erarbeitet. Dieser zeigt auf, wie Unternehmen im ersten Schritt eine Risikoanalyse vornehmen und darauf aufbauend konkrete Sicherheitsmaßnahmen umsetzen können. Es obliegt den Unternehmen, ob sie den Branchenstandard anwenden oder eigene, geeignete Nachweise vorlegen. Die Anlagen des Kunden stehen außerhalb des Geltungsbereichs des B3S VvFw.

Schlussfolgerungen und Fazit:

Die DSGVO und das B3S VvFw stehen einer technischen Anwendung der iHAST nicht entgegen. Durch neue zu erwartende gesetzliche Regelungen und Informationspflichten wird eine zunehmende Digitalisierung von Hausstationen notwendig werden.

Generell sind die Sicherheitskonzepte kontinuierlich, aufgrund der sich stetig veränderten Bedrohungslagen, anzupassen und die vorgegebenen Standards einzuhalten.

Die iHAST können zur Steigerung der Versorgungssicherheit durch die zentrale Steuerung über die Netzleitwarten in Krisensituationen beitragen, da diese zur Verringerung von Kapazitätsengpässen bzw. zu Kontaktminimierung dienen.

Die regionale Wertschöpfung und Arbeitplatzeffekte von iHAST im Fernwärmesystem

Eine Region oder eine Stadt profitiert von der Nutzung ihrer eigenen Ressourcen und lokal erbrachten Leistungen, das ist der Grundgedanke der regionalen Wertschöpfung. Eine wichtige Ressource ist die Energieversorgung und -infrastruktur einer Stadt. Unter regionaler Wertschöpfung versteht man nicht nur monetäre, sondern alle zusätzlichen Werte, welche in einer Region in einem bestimmten Zeitraum entstehen und Mehrwert erwirtschaften sowie die dazugehörigen Arbeitplatzeffekte. Durch den Ausbau und die Umstellung der Fernwärmeversorgung gilt dies auch im Speziellen für die Digitalisierung von Hausstationen.

Die Wertschöpfung ist aufgrund seiner regionalen Vielschichtigkeit jeweils auf die einzelnen Gebiete, Kommunen und Quartiere zu beziehen. Im Jahr 2017 wurden die Wertschöpfungseffekte für Fernwärmesysteme im Rahmen eines bundesweiten AGFW-Modellprojektes u. a. auch in einer iHAST-Großstadt errechnet. Die durchgeführte Studie „Regionale Wertschöpfung aus Fernwärme“ kam zum Ergebnis, dass die Gesamtwertschöpfung zwischen 25 bis 60 Mio. € je nach betrachteten Ausbau-Szenarien (siehe Kapitel 11 Langfassung) liegen kann. Der durchschnittliche regionale Wertschöpfungseffekt liegt dabei zwischen 1,65 und 3,53 €/€ Invest.

Spezifische Kennwerte	Standard Status Quo regressiv	Standard Status Quo	Stagnation Status Quo	Standard Wirtschaftlich	Stagnation Wirtschaftlich
Wertschöpfung kumuliert in Euro pro Wärmeverbrauch	0,018 €/kWh a	0,019 €/kWh a	0,020 €/kWh a	0,023 €/kWh a	0,025 €/kWh a
Wertschöpfung in Euro pro investiertem Euro	3,53 €/€invest	2,53 €/€invest	2,10 €/€invest	1,86 €/€invest	1,65 €/€invest

Abbildung 4-13: Regionale Wertschöpfung am Beispiel einer iHAST-Großstadt (Quelle: AGFW: Projekt Wertschöpfung, Phase 2, 2018)

Für Neu- und Ersatzinvestitionen sowie Planung-/Bau- und Betrieb im Bau- und Installationshandwerk, die den Teil der iHAST-Umstellung beinhalten, würde ein Anteil von 6 % -10 % der Nachsteuergewinne in den verschiedenen betrachteten Ausbau-Szenarien erwirtschaftet werden. Die Größenordnung liegt demnach im Bereich zwischen 0,6 - 2,5 Mio. €. Je nach betrachtetem Wertschöpfungsszenario wären dies für die Gesamtstadt unter Berücksichtigung von einem 50 % Anteil der iHAST-Komponenten im Bau- und Installationshandwerk, ein Wertschöpfungsgewinn von rd. 0,5 bis 1,5 Mio. €/a zu verzeichnen.

Mit den betrachteten Entwicklungsszenarien sind neben den Wertschöpfungseffekten zusätzlich Arbeitplatzeffekte verbunden. Die Abbildung 4-14 zeigt die absoluten kumulierten Arbeitplatzeffekte im Betrachtungszeitraum bis 2030 sowie die jeweiligen prozentualen Anteile der Branchen. Besonders positive Arbeitplatzeffekte ergeben sich bei allen Fernwärmeausbauvarianten. Das Bau- und Installationshandwerk mit dem Teilbereich iHAST würde ebenfalls zwischen 14 – 21 % anteilig erheblich profitieren.

Varianten	Standard Status Quo regressiv	Standard Status Quo	Standard Wirtschaftlich	Stagnation Status Quo	Stagnation Wirtschaftlich
Gesamte kumulierte Arbeitsplatzeffekte (gerundet)	4.500 VZÄ	5.300 VZÄ	7.200 VZÄ	5.200 VZÄ	7.000 VZÄ
Energieversorgung	68%	60%	58%	54%	55%
Architektur- und Ingenieurbüros	5%	6%	8%	7%	8%
Tiefbau	12%	22%	16%	24%	17%
Bau, Installation und Handwerk	14%	12%	18%	15%	21%

Abbildung 4-14: Arbeitsplatzeffekte (in Prozent) am Beispiel einer iHAST-Großstadt

Betrachtet man die verschiedenen Ausbauszenarien im Gesamtsystem absolut so können im Betrachtungszeitraum bis 2050 zwischen 20 - 77 äquivalente Vollzeitarbeitsplätze (VZÄ)/a zusätzlich entstehen. Für den Bereich iHAST wäre dies zwischen 4 bis 14 VZÄ/a in einer iHAST-Großstadt.

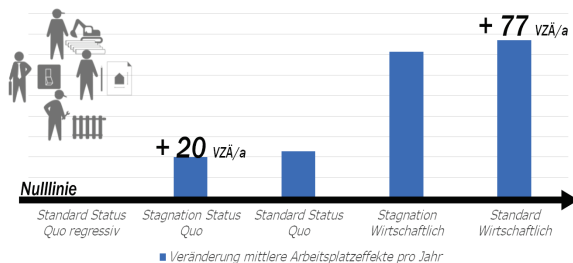


Abbildung 4-15: Arbeitsplatzeffekte (absolut) am Beispiel einer iHAST-Großstadt

Sonderbetrachtung: Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke nach AGFW Arbeitsblatt FW 703

In den Richtlinien zur aktuellen EFRE-Förderung in Sachsen (Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums des Innern (SMI) zur Förderung von Maßnahmen der integrierten Stadtentwicklung - Nachhaltige Stadtentwicklung EFRE 2014 - 2020) bzw. der analogen Verfahren in der Städtebauförderung in Thüringen (ThStBauFR) wird zur Umsetzung der Vorgaben zur Vergabe der Fördermittel als „Stand der Technik“ zur Anwendung das AGFW Arbeitsblatt FW 703 „Berechnungsverfahren zum Nachweis der unrentierlichen Kosten“ herangezogen. Dieses hat sich, auch in weiteren Bundesländern bewährt.

Grundgedanke ist es in einem ganzheitlichen Verfahren, unter Beachtung der relevanten EU-Anforderungen, in einem transparenten und standardisierten Verfahren die sogenannte Wirtschaftlichkeitslücke („Financing gap“) zu berechnen. Das Ergebnis ist die Grundlage, nach der Vorgaben der AGVO (Allgemeine Gruppen Freistellungsverordnung), zur Feststellung der Förderhöhe.

Gegenstand der Überlegungen waren dabei auch die Umsetzung des bewährten Verfahrens auch bei der Digitalisierung von Hausstationen vorzubereiten, um Investitionsanreize für eine beschleunigte Digitalisierung zu schaffen. Das Grundproblem dabei war, dass eine Digitalisierung der Hausstationen per se keine Einnahmen generiert, sondern nur im Gesamtsystem Fernwärme dies erwirtschaftet. So war es zwingend, diese singulären auch monetär zu bewerteten Vorteile zu definieren und durch die Untersuchungen zu belegen. So kann für die zukünftige Anwendbarkeit folgende Eckpunkte festgehalten werden:

- Die bisherige Anwendbarkeit der Wirtschaftlichkeitslücken Verfahren nach AGFW Regelwerk FW 703 ist auch für die iHAST-Anlagen möglich.
- Die „Einnahmen“ fließen über den Fernwärmemischpreis des Antragstellers in die Kalkulation der Wirtschaftlichkeitslücke ein. Dem gegenüber stehen die Wärmeerzeugungskosten. Beide können direkt über die iHAST optimiert werden.
- Die Kosten für die neuen Hausanschlussstationen (HA-Stationen) werden anteilig berücksichtigt. Dabei ist der prozentuale Anteil förderfähig, der aufgrund des frühzeitigen Austauschs der Anlagen zu einem monetären Nachteil führt. Dies bedeutet die (technische) Restnutzungsdauer ist festzulegen. Sie wird bei bisherigen HA-Stationen im Bestand auf 15 bis 20 Jahre definiert. Im Rahmen der Quartiersbetrachtung kann das durchschnittliche Alter der vorhandenen HA-Stationen im betreffenden Quartier angegeben werden. Der Austausch der weiteren Bestandsanlagen wird anteilig berücksichtigt.
- Die Wiederbeschaffungskosten sind ausschlaggebend (Kosten der neuen Station, nicht der Bestandsstation). So kann auf aktuelle Kostenwerte zurückgegriffen werden.
- Der (technische) iHAST-Bestandteil der Stationen fließt zu 100 % in die Berechnung ein. Er liegt aktuell bei ca. 35 – 40 % der Gesamtinvestitionskosten (erste Näherung). Diese verteilen sich dabei anteilig mit 65 % auf die Anlagen und mit 35 % auf die Regeltechnik

- Der unrentierliche Anteil ist im ersten Ansatz weiterhin von rund 60 – 70 % der Investitionshöhe bei der Rolloutstrategie C anzusetzen. Dies entspricht im Durchschnitt den bisherigen Ergebnissen aus rund 30 EFRE-Projekten in fünf Bundesländern. Bei den Rolloutstrategie A und B stellt sich keine Rentierlichkeit im Betrachtungszeitraum von 20 Jahren ein. Eine Veränderung ergibt sich durch eine Änderung der Ausbaustufen.
- In der Bewertung wird der Ansatz vertreten, dass die erreichten Einsparungen im Zuge des Netzausbaus auf der Hausseite (Stichwort hydraulischer Abgleich, Netzerweiterung, optimiertes Ladeverhalten durch einen entsprechenden Anschlusswert) vermarktet werden kann. Das heißt, die Einsparungen werden nicht in Form von Einsparungen im Bereich Primärenergieerzeugung kalkuliert.

Mit dem Verfahren ist eine klare Zuordnung der systemischen Kosten zur Berechnung einer rechtskonformen „Wirtschaftlichkeitslücke“ auch im Bereich der digitalisierten Hausstationen möglich. Weiterhin kann eine klare Abgrenzung zu den rechtlichen Vorgaben zu anderen Medien (z. B. Strom – Gateway, Metering) vorgenommen werden. Dies dient zur weiteren Transparenz und Gleichbehandlung zukünftiger Investitionsreize in diesem Segment im regulatorischen Umfeld.

5 Zusammenfassung in Stichpunkten

1. Erfassung des Digitalisierungsgrades ist erfolgt.
2. Alle beteiligten EVU haben bereits die Digitalisierung im Sinne einer iHAST-Strategie im Blick.
3. Die Digitalisierungsstufen sind für die Einführung als Branchenstandard definiert.
4. Es wurden die Rolloutstrategien A bis C entwickelt und beispielhaft an drei Quartieren untersucht.
5. Die Verbesserung der Regelfähigkeit der Vor- und Rücklauftemperaturen durch die verschiedenen Digitalisierungsstufen wurde untersucht.
6. Durch die iHAST kommt es zu Temperaturreduktionen des Vor- und Rücklaufes infolge dessen die Wärmeverluste um etwa 6 bis 8 % gegenüber dem Status quo gemindert werden. D. h. die Verluste der Wärmeverteilung werden dauerhaft gesenkt und erhöhen die Effizienz des Gesamtsystems.
7. Die Nutzung der Option zur Lastverschiebung der Trinkwarmwassernachfrage mit den daraus resultierenden Brennstoffeinsparungen liegt bei etwa 0,6 % bzw. die der direkt vermiedenen CO₂-Emissionen bei etwa 0,5 %.
8. iHAST ermöglicht rücklauftemperatur- und netzspitzenbasierte Preismodelle
9. Die AVBFernwärmeV steht einem rücklauftemperatur-/netzspitzenbasierten Preismodell nicht entgegen.
10. Es gelten die gleichen Regelungen und Schutzmechanismen, welche Versorgungsunternehmen bereits jetzt schon für ihre bzw. die Daten ihrer Kunden entwickelt haben.
11. Bei der Umsetzung der Maßnahmen einer flächendeckenden Einführung der iHAST entstehen sogenannte „unrentierliche Kosten“ in Größenordnung von 60 bis 70 %.
12. Der Ausbau der iHAST kann zwischen 6 % bis 10 % an der regionalen Wertschöpfung bzw. mit 14 % bis 21 % der Arbeitplatzeffekte des Fernwärmeausbaus beitragen.

6 Ausblick (in Stichpunkten)

1. Ein zielgerichtetes Gesamtsystem mit iHAST wird Teil des als optimierten Ansatzes für ein Quartier → **integrierter Quartiersansatz**
2. iHAST **wird Teil der nationalen Digitalisierungsstrategie sein**
3. Durch die iHAST kann die Erzeugung und der Transport von Wärme bedarfsgerechter gesteuert werden. Die Erhöhung der Flexibilitätsoptionen ist Grundvoraussetzung dafür, dass die Energiewende im Allgemeinen und die Wärmewende im Speziellen gelingen kann → **Sektorkopplung**
4. Temperaturreduktionen des Vor- und Rücklaufes mit der Verringerung der Wärmeverluste erhöhen die Effizienz des Gesamtsystems und verringern die Wärmeverluste → **Effizienzsteigerung ohne Komfortverlust**
5. Die Brennstoff- und CO₂-Einsparungen werden in zukünftigen dekarbonisierten Fernwärmeversorgungssystemen mit erneuerbaren Energien in Kombination mit der iHAST wesentlich größer ausfallen → **CO₂-Einsparung**
6. Die Nutzung der freiwerdenden Kapazitäten ermöglicht einen Ausbau der Fernwärmeversorgung ohne Erweiterung der Erzeugerkapazitäten → **Effektivitätssteigerung**
7. Rücklaufftemperatur- und netzspitzenbasierte Preismodelle werden zum einen die Transparenz für den Kunden erhöhen zum anderen tragen sie zur Verringerung von besteuertem CO₂ für den Kunden bei. → **Kundenorientierung**
8. iHAST in Verbindung mit dem dynamischen hydraulischen Abgleich auf der Versorgungs- und Kundenseite führt zu Anreizen zur Energieeinsparung auf der Kundenseite (auch unter dem Begriff Sozialwärme) → **Energieeinsparung durch Innovation**
9. Eine frühzeitige iHAST-Einführung setzt die nationale Digitalisierungsstrategie in der Fernwärme um. Investitionsanreize zur notwendigen schnellen Marktdurchdringung setzen! → **Investitionsanreize**
10. Die Investitionsanreize können nach dem „unrentierliche Kosten“ Prinzip (= „Wirtschaftlichkeitslücken Verfahren“ nach AGFW Arbeitsblatt FW 703) weiterhin berechnet werden. Die Refinanzierung der Investitionsanreize ist durch die Wertschöpfungs- und Arbeitplatzeffekte gesichert → **Wertschöpfung und Arbeitsplätze**
11. Erhöht die Versorgungssicherheit durch zentrale Steuerung über die Netzleitwarten in Krisensituationen → **Kapazitätsengpässe und Sicherheit**