

EnEff:Wärme: HybridBOT_FW - Transformation und Betriebsoptimierung von Wärmenetzen für die Entwicklung hybrider Netzstrukturen zur netzdienlichen Quartiersversorgung

Wichtige Definitionen im Projektkontext

Herausgeber:
AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
Stresemannallee 30 | D-60596 Frankfurt am Main
E-Mail: h.huther@agfw.de | Internet: www.agfw.de

Förderkennzeichen: 03EN3041

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Bearbeitung:
AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH
Stresemannallee 30 | D-60596 Frankfurt am Main
Telefon: +49 69 6304-416 | Telefax: +49 69 6304-391
E-Mail: bestellung@agfw.de | Internet: www.agfw.de

BBH Consulting AG
Magazinstraße 15 -16 | 10179 Berlin
Telefon: +49 30 6112840-910 | Telefax: +49 30 6112840-929
E-Mail: berlin@bbh-beratung.de | Internet: www.bbh-beratung.de

ENERPIPE GmbH
An der Autobahn M1 | 91161 Hilpoltstein
Telefon: +49 9174 976507-0 | Telefax: +49 9174 976507-11
E-Mail: info@enerpipe.de | Internet: www.enerpipe.de

Fraunhofer IEE
Joseph-Beuys-Straße 8 | 34117 Kassel
Telefon: +49 561 7294-0 | Telefax: +49 561 7294-100
E-Mail: web@iee.fraunhofer.de | Internet: www.iee.fraunhofer.de

Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e. V. (IKEM)
Magazinstraße 15 -16 | 10179 Berlin
Telefon: +49 30 4081870-10 | Telefax: +49 30 4081870-29
E-Mail: info@ikem.de | Internet: www.ikem.de

Stadtwerke Neuburg a. d. Donau
Heinrichsheimstraße 2 | 86633 Neuburg a. d. Donau
Telefon: +49 8431 509-0
E-Mail: info@stadtwerke-neuburg.de | Internet: www.stadtwerke-neuburg.de

Hinweis:
Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages unter den Förderkennzeichen 03EN3041 (A, B, C, D, E, F) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Trotzdem kann von den Autoren, den Herausgebern und dem Verlag keine Haftung für etwaige Fehler übernommen werden. Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung der Herausgeber gestattet.

November 2022

© AGFW, Frankfurt am Main

WÄRME | KÄLTE | KWK



Forschungsvorhaben HybridBOT_FW

„Transformation und Betriebsoptimierung von Wärmenetzen für
die Entwicklung hybrider Netzstrukturen zur netzdienlichen
Quartiersversorgung“

Wichtige Definitionen im Projektkontext

Förderkennzeichen: 03EN3041 A bis F
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2021 – 30.06.2025

Projektpartner:

- AGFW | Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH (AGFW)
- Becker Büttner Held Consulting AG (BBH Consulting AG)
- ENERPIPE GmbH (ENERPIPE)
- Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE)
- Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM)
- Stadtwerke Neuburg a. d. Donau (SWND)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Einleitung	3
1.1 Vorgehensweise gesamt.....	3
1.2 Maßgebliche Begriffe einschließlich Hierarchie	3
1.3 Zielsetzung der Begriffsdefinitionen	4
2 Begriffsdefinitionen	5
2.1 Hybride Energiesysteme.....	5
2.2 Hybride Netze	5
2.3 Hybridnetzstrukturen	5
2.4 Sektorenkopplung	6
2.5 Transformationsszenarien	6
2.6 Netzdienlichkeit.....	7
2.7 Netzdienliche Betriebsstrategie	7
2.8 Kopplungstechnologien.....	8
2.9 Auslegungsmethodik.....	8
2.10 Regulatorische Rahmenbedingungen.....	8
2.11 Funktionaler Energiespeicher	9
Literaturverzeichnis	10

1 Einleitung

Hauptziel des Vorhabens HybridBOT_FW ist es, die Möglichkeiten der Betriebsoptimierung von Wärmenetzen als Teil eines hybriden Energiesystems aufzuzeigen.

1.1 Vorgehensweise gesamt

Konkret soll dies durch die Entwicklung eines erzeugungsorientierten beziehungsweise netzdienlichen Betriebs von zwei existierenden physikalisch getrennten Energiesystemen erfolgen. Das erste Energiesystem stammt aus dem Sektor "Strom" (elektrische Energiesysteme). Das zweite Energiesystem stammt aus dem Sektor "Wärme" (thermische Energiesysteme).

Es werden Ansätze für den optimierten und integrierten Betrieb entwickelt, erprobt, evaluiert und implementiert. Konkret erfolgt dies durch die Zusammenführung von elektrischen Verteilnetzen und Fernwärmenetzen.

1.2 Maßgebliche Begriffe einschließlich Hierarchie

Im Kontext des Forschungsvorhaben sind folgende Begriffe von wichtiger Bedeutung:

- Hybride Energiesysteme
- Hybride Netze
- Hybridnetzstrukturen
- Sektorenkopplung
- Transformationsszenarien
- Netzdienlichkeit
- Netzdienliche Betriebsstrategie
- Kopplungstechnologien
- Auslegungsmethodik
- Regulatorische Rahmenbedingungen
- Funktionaler Energiespeicher

Die maßgeblichen Begriffe stehen in einem hierarchischen Zusammenhang. Abbildung 1 zeigt diesen und gibt zu den jeweiligen Begriffen einen stichwortartigen Hinweis. Abbildung 1 ist im Detail von außen nach innen bzw. links nach rechts in Verbindung mit den Definitionen zu lesen.

Allgemein gilt: Den Rahmen bildet das Hybride Energiesystem, in dem verschiedene Sektoren gekoppelt werden. Konkret erfolgt dies in Hybriden Netzen mit zugehörigen Netzstrukturen. Durch die entstehende Sektorenkopplung wird die übergreifende Energieumwandlung möglich, wobei hierfür die Energiesysteme hin zu Hybriden Energiesystemen zu transformieren sind. Maßgebliche Leitaspekte sind im konkreten Fall die Netzdienlichkeit, die durch eine netzdienliche Betriebsstrategie erreicht wird. Hierfür bedarf es auf den Einzelfall abgestimmte Kopplungstechnologien, für die wiederum eine Auslegungsmethodik vorhanden sein muss. Das Hybride Energiesystem steht im Kontext Regulatorischer Rahmenbedingungen.

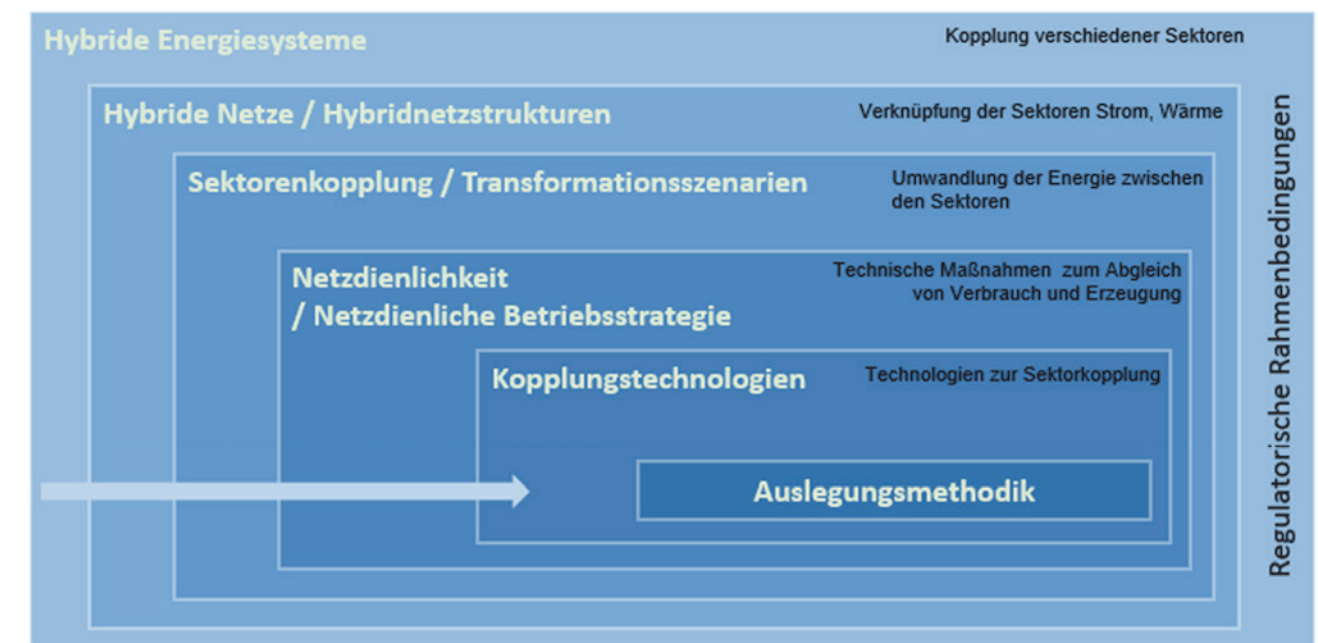


Abbildung 1: Begriffshierarchie

1.3 Zielsetzung der Begriffsdefinitionen

Definitionen bestimmen die Bedeutung eines Begriffes so, dass man ohne Vorkenntnis des Begriffes erfährt, was dessen Bedeutung ist. Definitionen erheben unter anderem keinen Anspruch auf Vollständigkeit, stellen einen Konsens hinsichtlich des Begriffsverständnisses dar und sind zweckdienlich.

In diesem Dokument sind die Definitionen der im Abschnitt 1.2 aufgeführten Begriffe im projektspezifischen Kontext, das heißt klar auf das Projektverständnis ausgerichtet, enthalten. Die Anforderungen aus dem Zieldreieck der Energiepolitik (Wirtschaftlichkeit (Bezahlbarkeit),

Umweltverträglichkeit und Versorgungssicherheit) als Ziele sind Leitlinien für das Projekt. In den Definitionen werden diese daher nicht gesondert berücksichtigt.

2 Begriffsdefinitionen

Die Definitionen basieren auf Erfahrungswissen der Projektbeteiligten und Literatur; die verwendete Literatur ist bei den jeweiligen Definitionen mit angegeben.

2.1 Hybride Energiesysteme

Unter **Hybriden Energiesystemen**¹ verstehen wir ein sich durch Kopplung von aus verschiedenen Sektoren stammenden Erzeugern, Verbrauchern und Speichermöglichkeiten ergebendes Energiesystem. Die Kopplung der Erzeuger, Verbraucher und Speichermöglichkeiten sowie die Konversion der Energie erfolgt mit zentraler und/oder dezentraler Anlagentechnik im Hybriden Netz. Die Erzeugung² basiert auf Erneuerbaren Energiequellen und/oder unkonventioneller, dezentraler Energieerzeugung.

2.2 Hybride Netze

Unter **Hybriden Netzen**³ verstehen wir konkret die Verknüpfung des physikalisch getrennten Strom- und Wärmenetzes zu einem funktionalen Strom- und Wärmespeicher für Erzeugung, Transport und Verbrauch anhand unterschiedlicher Kopplungstechnologien.

Ziel der Verknüpfung ist es, das Wärmenetz in einen funktionalen Energiespeicher umzuwandeln, welcher größere Mengen an Energie speichern kann.

2.3 Hybridnetzstrukturen

Unter **Hybridnetzstrukturen** verstehen wir die topologischen Informationen eines Hybriden Netzes mit ggf. deren Darstellung auf den zugehörigen Betrachtungsebenen wie zum Beispiel

- Netzgebiet (zum Beispiel: Stadt, Quartier)
- Spannungsebene (zum Beispiel: Mittelspannung, Niederspannung)
- Netzstruktur (zum Beispiel: Strahlennetz, Ringnetz)

¹ Unter Berücksichtigung von [2] und [3]

² Physikalisch korrekt ist, dass Energie nicht erzeugt, sondern nur umgewandelt werden kann. Der Begriff der zum Beispiel Energieerzeugung – eigentlich Energieumwandlung in für den Menschen nutzbarer Form – und weiterer wie Energieverbrauch sind im Kontext zu verstehen und haben sich in diesem eingebürgert.

³ Unter Berücksichtigung von [2] und [3] und [4]

- Erzeugungs- und Lastsituation (zum Beispiel: Lage und Dimensionierung der Erzeugeranlagen, Lage und Bedarf der Verbraucher)
- Kopplungspunkte (zentral, dezentral)

Hybridnetzstrukturen dienen dazu, den vorhandenen Netzzustand/die Netzsituation in Hinblick auf folgende Zwecke zu beurteilen:

- Integrationsfähigkeit der Erzeuger- Verbraucher und Speicherstrukturen
- mögliche Kopplungstechnologien

2.4 Sektorenkopplung

Unter **Sektorenkopplung**⁴ verstehen wir die Verknüpfung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr⁵, bei der ein Sektor die Energie bereitstellt, die in einem anderen Sektor genutzt wird, wobei eine neuerliche Umwandlung der Energie zwischen den Sektoren möglich ist.

Ziel der Sektorenkopplung ist

- die Dekarbonisierung mit einhergehender Substitution fossiler Energieträger und damit Senkung von Treibhausgasemissionen,
- die Flexibilisierung des zugrunde liegenden Energiesystems und die
- Effizienzsteigerung des zugrunde liegenden Energiesystems.

2.5 Transformationsszenarien

Unter **Transformationsszenarien**⁶ verstehen wir mögliche künftige Entwicklungen eines Energiesystems hin zu einem Hybriden Energiesystem unter Berücksichtigung

- des Ziels der Dekarbonisierung,
- der Ebenen Erzeugung, Verbrauch und Speicherung mit Erzeugungsoptionen und Anlagentechnik,
- der zur Verfügung stehenden Kopplungstechnologien,
- der Optionen
 - Kopplung bestehender Netze
 - Weiterentwicklung zu/Umwandlung in neue Netze

⁴ Unter Berücksichtigung von [6] und [9]

⁵ Der Sektor Verkehr wird im Forschungsvorhaben in der Modellierung prinzipiell berücksichtigt, aber nur sehr stark vereinfacht in dieser abgebildet.

⁶ Im Forschungsvorhaben ist die Transformation von Wärmenetzen Gegenstand der Bearbeitung.

- Kombination mit neu gebauten Netzen der jüngsten Generation,
- der Anforderungen der Stakeholder und
- der Netzdienlichkeit mit Ihrem Niederschlag in der netzdienlichen Betriebsstrategie,

wobei im Forschungsvorhaben für Fernwärmeanwendungen/Fernwärmesysteme und Strom-Wärme-Interaktion konkret folgende Innovationen erarbeitet werden sollen:

- Netzdienliche und wirtschaftliche Betriebsweise des Wärmenetzes durch Nutzung von Wärmespeicherkapazitäten.
- Reduktion von Lastspitzen sowohl wärmenetz-, als auch stromnetzseitig durch sektorenübergreifende Regelungstechnik.
- Innovative Versorgungsmodelle durch Absenkung der Netztemperaturen, insbesondere durch eine hochgleitende Fahrweise (Reduktion Wärmeverluste und Einbindung erneuerbarer Wärmeerzeuger) im Kontext der betriebsoptimierten und netzdienlichen Interaktion „Strom-Wärme“.

In der vertieften Betrachtung spielen im Einzelfall wirtschaftliche Betrachtungen und damit auch die Berücksichtigung von Strommarktszenarien und Preisveränderungen in der derzeit volatilen Situation eine Rolle.

2.6 Netzdienlichkeit

Unter **Netzdienlichkeit**⁷ verstehen wir

- Positive technische Auswirkungen auf das Netz durch das Hybride Energiesystem. Dies kann zum Beispiel durch Lastspitzenglättung im Strom- oder Wärmenetz oder der (Aus)Nutzung von Lastverschiebungen geschehen.
- Die Vermeidung von lokalen Netzengpässen durch zum Beispiel einzelne oder mehrere elektrische Anlagen oder den Ausfall von Betriebsmitteln.
- Die langfristige Reduzierung des Netzausbaus, die Reduzierung von Netzkosten und damit die Steigerung der Wirtschaftlichkeit.

2.7 Netzdienliche Betriebsstrategie

Unter **Netzdienlicher Betriebsstrategie**⁸ verstehen wir im komplexen und gegenseitigen Wechselwirkungen unterliegenden Hybriden Energiesystem die Identifizierung der und den Plan für die Auswahl der sinnvollsten Betriebsmöglichkeiten beziehungsweise des optimalen Betriebspunktes einschließlich der Umsetzung. Dies erfolgt insbesondere durch

⁷ Unter Berücksichtigung von [5]

⁸ Unter Berücksichtigung von [7]

kontextgerechte technische Maßnahmen zum Abgleich von Verbrauch und Erzeugung durch entsprechende Steuerung und Regelung mit möglichst optimaler Ausnutzung und Einsatz der Betriebsmittel. Übergeordnetes Ziel ist die Netzdienlichkeit einschließlich der dort angesetzten Kriterien (siehe Abschnitt 2.6), wozu auch die Wirtschaftlichkeit gehört; insbesondere die wirtschaftliche Optimierung der Wärmegestehungs- und Energiebezugskosten für den Kunden und das Versorgungsunternehmen.

2.8 Kopplungstechnologien

Unter **Kopplungstechnologien** verstehen wir Technologien zur Sektorenkopplung einschließlich der jeweils benötigten technischen Anlagen und zugehörigen Software, die im konkreten Einzelfall auf das Hybride Energiesystem mit dem dazugehörigen Hybriden Netz abgestellt sind. Konkret umfassen diese im Forschungsvorhaben Technologien zur Kopplung von Photovoltaikanlagen, BHKW, Wärmepumpen, elektrischen Heizstäben und Wärmeübergabetechnik mit Pufferspeicher.

2.9 Auslegungsmethodik

Unter **Auslegungsmethodik** verstehen wir die auf Hybride Energiesysteme und Hybride Netze abgestimmte und systematische Vorgehensweise zur Auslegung und Dimensionierung von Kopplungstechnologien einschließlich der benötigten technischen Anlagen. Diese beruhen zwar auf der Standardauslegung für bisher getrennte Systeme, berücksichtigen aber die Notwendigkeiten und Änderungen sowie Ergänzungen aus der Koppelung. Ziel ist es, den technisch und wirtschaftlich dauerhaft zuverlässigen Betrieb zu erreichen und insbesondere Überdimensionierungen zu vermeiden.

2.10 Regulatorische Rahmenbedingungen

Unter **Regulatorischen Rahmenbedingungen** verstehen wir den gesetzgeberischen Rahmen,

- der die Planung und Umsetzung der Geschäftsstrategie sowie
- die Ausgestaltung von Geschäftsmodellen zur Umsetzung der netzdienlichen Betriebsstrategie und
- die Planung, sowie den Bau und Betrieb der hybriden Netze

beeinflusst und die Wirtschaftlichkeit hemmt oder anreizt. Im weiteren Sinne gehören dazu auch Förderprogramme wie zum Beispiel die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), die Bundesförderung effiziente Wärmenetze (Wärmenetze 4.0 vom 11. Dezember 2019) [1] und weitere relevante, insbesondere den Neubau betreffende Bundesförderungen.

2.11 Funktionaler Energiespeicher

Unter einem **Funktionalen Energiespeicher**⁹ verstehen wir vorrangig zentrale oder dezentrale, elektrische oder thermische Speichereinrichtungen, die die Abdeckung nicht zeitgleichen Angebotes und Nachfrage an Energie durch Speicherung zum Angebotszeitpunkt und Bereitstellung zum Nachfragezeitpunkt erlauben. Ergänzt wird dies durch Lastmanagement und Flexibilisierung von Energieerzeugung und Energieverbrauch.

Abbildung 2 zeigt die Flexibilisierung durch funktionale Energiespeicher im Zusammenspiel von konventionellen Speichern, Erzeuger und Verbraucher. Als Beispiele lassen sich, auch in Verbindung mit Abbildung 2, über bekannte, rein klassische Speicher als funktionale Energiespeicher (Lastmanagement und Flexibilisierung) hinaus nennen:

- Power2Heat-Anwendungen
- Wärmespeicher in Verbindung mit KWK-Anlagen
- Gesteuertes Laden und Entladen von Elektrofahrzeugen
- Flexibilisierung mit Wärmepumpen durch zum Beispiel Nutzung der Gebäudemasse

Durch die zeitliche Entkoppelung von Angebot und Nachfrage tragen Funktionale Energiespeicher zur Lastspitzenglättung und Lastflexibilisierung bei und wirken damit netzdienlich.

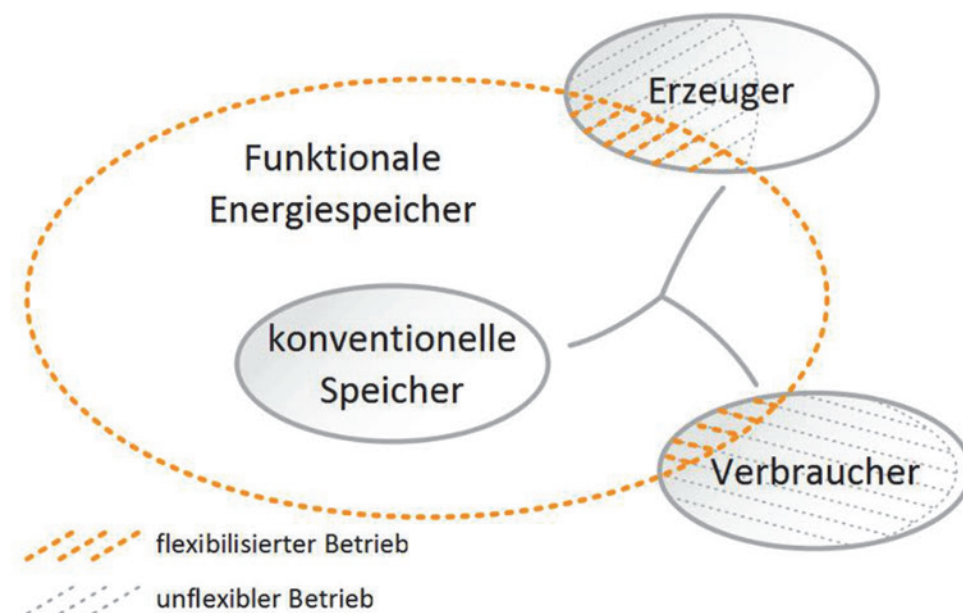


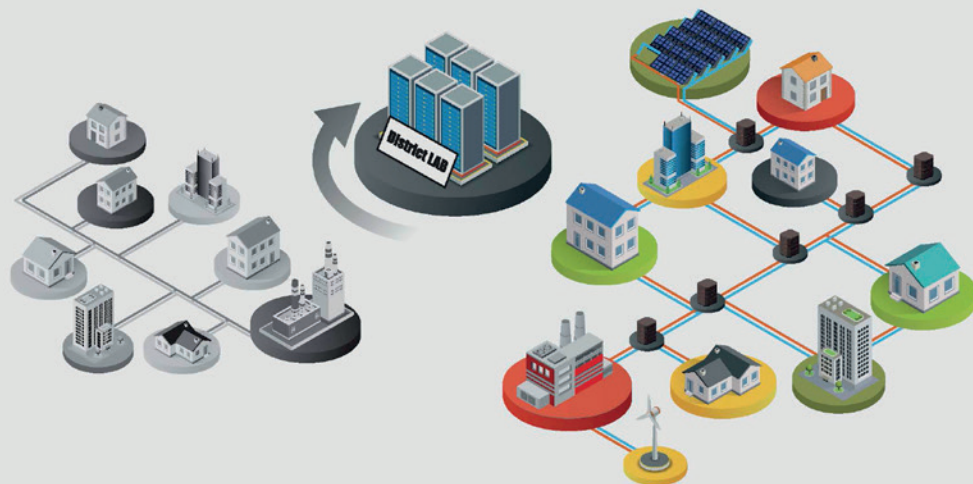
Abbildung 2: Illustration des Begriffsbereichs Funktionaler Energiespeicher ([8], dortige Abbildung 2-1)

⁹ Unter Berücksichtigung von [10]

Literaturverzeichnis

- [1] [Online]. Available: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/iWrOAbNtQ7qTa0GkMrh?0>. [Zugriff am 24 05 2022].
- [2] „IEA EBC Annex 67: Energy Flexible Buildings,“ [Online]. Available: <https://www.annex67.org/about-annex-67/>. [Zugriff am 05 04 2022].
- [3] „Annex TS3: Hybrid Energy Networks,“ [Online]. Available: <https://www.iea-dhc.org/the-research/annexes/2017-2021-annex-ts3-draft.html>. [Zugriff am 11 01 2021].
- [4] [Online]. Available: <https://www.acatech.de/publikation/hybridnetze-fuer-die-energiewende-forschungsfragen-aus-sicht-der-ikt/download-pdf/?lang=de>. [Zugriff am 05 04 2022].
- [5] [Online]. Available: https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2021/07/20210428_Was-ist-Netzdienlichkeit_HP.pdf. [Zugriff am 05 04 2022].
- [6] [Online]. Available: https://usercontent.one/wp/www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/02/WP_Sustainability-and-Innovation_Sektorenkopplung_S01-2018.pdf?media=1628501676dort:%20S.%2013.%20ff.. [Zugriff am 05 04 2022].
- [7] [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-04451-0_9. [Zugriff am 05 04 2022].
- [8] [Online]. Available: https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2021/10/20160531_MOS_Hauptbericht-komprimiert-1.pdf. [Zugriff am 08 04 2022].
- [9] [Online]. Available: https://epub.ub.uni-greifswald.de/frontdoor/deliver/index/docId/5601/file/NetzStabil_Bestandsaufnahme_Sektorenkopplung.pdf. [Zugriff am 23 05 2022].
- [10] C. M. H. Peller, Mehrwert Funktionaler Energiespeicher aus System- und Akteurssicht, Diss., Technische Universität München, 2016.

Fernwärmenetze im Kontext nationaler Klimaziele: **Potenziale für „UrbanTurn“**



Gefördert durch:
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz
Willy Brandt Stiftung
des Deutschen Bundestages

BRUGG
Pipes

Danfoss

Fraunhofer
IEE

GEF
Ingenieur AG

hcu
HafenCity
Universität
Hamburg

Eine Studie des AGFW | Der Energieeffizienzverband
für Wärme, Kälte und KWK e. V.

Zum Download der Studie



EnEff:Wärme Nemo: Wärmenetze im energetischen Monitoring

Abschlussbericht des Verbundforschungsvorhabens

www.agfw.de



**Bestellen Sie online
unter shop.agfw.de!**



fernwärme
digital

www.fernwaerme-digital.de

Hybride Energiesysteme Hybride
Transformationsszenarien Netzd
Kopplungstechnologien Auslegu
Funktionale Energiespeicher Wä
Netzdienlichkeit Netzdienliche B
Auslegungsmethodik Regulatoris
Energiespeicher Wärmenetze Q
Hybride Netze Hybridnetzstrukt
Netzdienlichkeit Netzdienliche B
Auslegungsmethodik Regulatoris
Energiespeicher Wärmenetze Q
Netzdienliche Betriebsstrategie B
Regulatorische Rahmenbedingun
Wärmenetze Quartiersversorgun