

Kurzbericht



Energienutzungsplan unter besonderer Berücksichtigung des Denkmalschutzes am Beispiel der Stadt Iphofen

Untersuchung des Potenzials von Nahwärmeversorgungskonzepten in Verbindung mit Sanierungskonzepten denkmalgeschützter, historischer Gebäude in innerörtlichen Quartieren

Forschung im Auftrag des BBR im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau
Technische Universität München
Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Gerhard Hausladen

Energienutzungsplan unter besonderer Berücksichtigung des Denkmalschutzes am Beispiel der Stadt Iphofen

Untersuchung des Potenzials von Nahwärmeversorgungskonzepten in Verbindung mit Sanierungskonzepten denkmalgeschützter, historischer Gebäude in innerörtlichen Quartieren

- Kurzbericht -

Impressum:

Abschlussbericht Oktober 2012

Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Gerhard Hausladen

Autoren:

Dipl. Ing. (FH) Julia Drittenpreis, M. Eng.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Thomas Schmid, M. Sc.

Dipl.-Ing. Oliver Zadow, Architekt

Mitarbeiter:

B.A. Johanne Schöner, M. Sc.

B.A. Sc. Amelie Lesser

Projektlaufzeit:

01.01.2011 - 30.10.2012

Tel.: +49 89 289 - 22475

Fax: +49 89 289 - 23851

Email: hausladen@lrz.tu-muenchen.de

„Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung unter dem Titel „Untersuchung des Potenzials von Nahwärmeversorgungskonzepten in Verbindung mit Sanierungskonzepten denkmalgeschützter, historischer Gebäude in innerörtlichen Quartieren“ gefördert.

(Aktenzeichen: SF - 10.08.18.7 - 10.19/ II 3 - F 20-09-1-200)

„Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.“



Abb. 1: Betrachtungsebenen für die Erstellung von Energienutzungsplänen historischer Quartiere - Gemeinde - Quartier - Typische Gebäude

1.1. Einleitung

Ziel der Bundesregierung bis 2050 ist ein klimaneutraler Gebäudebestand der mit regenerativen Energien versorgt wird. Die Sanierungsrate des deutschen Gebäudebestands liegt seit zwei Jahren bei ca. 1 % und ist seither rückläufig. Damit aber die gesteckten Klimaziele der Bundesregierung erreicht werden, muss dem Deutschen Bundestag zufolge die Sanierungsrate jährlich auf 2 % angehoben werden (vgl. [bmu, 2012]). Der klimagerechte Stadtumbau wird einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende beitragen. Denn 75 % des deutschen Gebäudebestands wurden bereits vor 1975 erbaut (vgl. [Erhorn et al., 2007]) und fallen unter den sowieso anfallenden Sanierungszyklus. Zwar ist der Anteil denkmalgeschützter Gebäude am Gesamtgebäudebestand mit 3-5 % [VdLd, 2005] gering, doch geht es bei dieser Fragestellung vielmehr um den Erhalt von wichtiger Baukultur und die Stärkung von Regionen mit einem hohen Anteil an historischen Gebäuden.

Auch in Hinblick auf den demografischen Wandel und den Rückgang der Bevölkerungszahlen kommt der Erhaltung des Bestands eine wichtige Rolle zu. Derzeit zeichnet sich eine Rückkehr in die Stadt ab und damit die Entvölkerung ländlicher Gebiete. Dies hängt zum einen mit dem demografischen Wandel und zum anderen mit den geringeren Lebenskosten (vgl. [Weeber et al., 2005]) in der Stadt zusammen. Oftmals sind ganze Quartiere betroffen, die durch einen hohen Anteil an Altbaubestand gekennzeichnet sind. Vor allem für Gemeinden mit einem hohen Anteil an historischen Gebäuden ist die Vermarktung von diesen Gebäuden schwierig. Um diesen wertvollen Gebäudebestand zu erhalten, ist es wichtig, dass diese Gebäude bewohnt und dadurch instandgehalten werden. Leer stehende Altbauten bergen die Gefahr des Verfalls. Deshalb sind zeitgemäße Lösungen gefragt, um die Attraktivität für Käufer und Mieter zu steigern, in einem historischen Gebäude zu wohnen.

Um die Baukultur unserer Vergangenheit zu wahren, aber gleichzeitig auch eine zeitgemäße und behagliche Wohnbarkeit zu gewährleisten, sind Strategien für

den klimagerechten Stadtumbau erforderlich. Um diese Ziele zu erreichen sind neue Denkansätze für das Planen, Bauen und Sanieren von Gebäuden erforderlich. Insbesondere historische Gebäude und Quartiere haben ihre Stärke im Ensemble. Gebäude sind immer in eine übergeordnete Struktur eingebunden - das städtische Gefüge. Dadurch wird das Potenzial der Energieeinsparung und die Nutzung erneuerbarer Energien stark beeinflusst. Das bedeutet, dass künftig neben der erforderlichen individuellen Betrachtung des Einzelgebäudes die erweiterte Betrachtung auf das Quartier und die Gemeinde erfolgen muss. So steht nicht die objektbezogene Sanierung und die Umsetzung von Einzelmaßnahmen im Gemeindegebiet im Fokus, sondern eine Betrachtungsweise auf städtebaulicher Ebene. Die Energieproblematik wird nicht auf einzelne Gebäude reduziert, sondern erweitert sich auf die energetische Konzeption von Quartieren und weit darüber hinaus auf die Ebene der Gemeinde (→ Abb. 1).

Durch diese Betrachtungsweise eröffnen sich neue ganzheitliche Lösungsansätze für historische Quartiere. Es entsteht das Potenzial, Synergieeffekte und lokale Energieressourcen nutzen zu können. Dadurch können Energie- und Sanierungskonzepte entwickelt werden, die auf den individuellen Ort reagieren und die Wertschöpfungskette stärken. Dabei sind keine Standardlösungen - sondern individuelle Lösungen für einen Ort erforderlich. Dies setzt eine intensive Auseinandersetzung mit den historischen Gebäuden und Ensembles, lokalen Energiepotenzialen, Energieabnahmestrukturen und Infrastrukturen voraus.

Hierfür sind geeignete Planungsinstrumente erforderlich, um auf kommunaler Ebene einzelne Maßnahmen zur Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und erneuerbaren Energien gezielt zu entwickeln und aufeinander abzustimmen. Ein Energienutzungsplan* (ENP) ist ein informelles Planungswerkzeug, welches die Verknüpfung komplexer Fragestellungen zum Thema Energie ermöglicht (vgl. [Hausladen et al., 2011]) (→ Abb. 2). Im Rahmen der Stadtentwicklungsplanung und Stadtsanierung ist er ein wichtiges Instrument, um den Teilbereich Energieeffizienz zu koordinieren.

* Ein Energienutzungsplan ist ein informelles Planungsinstrument für Gemeinden zum Thema Energie. Vergleichbar mit dem Flächennutzungsplan in der räumlichen Planung zeigt ein Energienutzungsplan ganzheitliche Energiekonzepte und Planungsziele auf.

1.2. Zusammenfassung

Das Ergebnis des Forschungsprojekts zeigt, dass die energetische Stadtsanierung historischer Quartiere - mit ganzheitlichen Lösungswegen möglich ist. Dabei spielt die übergeordnete Betrachtung auf städtebaulicher und kommunaler Ebene eine bedeutende Rolle. Die baulichen und städtebaulichen Charakteristiken historischer Quartiere bieten ein hohes Potenzial für die Umsetzung energieeffizienter Lösungen.

In der Vergangenheit wurden auf kommunaler Ebene viele Einzelmaßnahmen im Bereich der regenerativen Energieversorgung erarbeitet und umgesetzt. Bei den geplanten und durchgeführten Projekten ist ein verstärkter Trend zur Umsetzung von Einzelmaßnahmen ohne eine übergeordnete regionale Planung zu verzeichnen. Aufgrund der Beschränktheit der regenerativen und wirtschaftlichen Ressourcen und im Sinne der Steigerung der Energieeffizienz erfordern diese einzelnen Bestrebungen zwingend eine übergeordnete Koordination.

Die Stadt Iphofen hat es sich zum Ziel gemacht, längerfristig einen Energienutzungsplan für eine effizientere Energienutzung im Gemeindegebiet umzusetzen. Als oberstes Ziel soll dabei die Energieeinsparung festgeschrieben werden. Zur Erstellung des Energienutzungsplans sind Aussagen zur bestehenden und zukünftigen Abnehmerstruktur, zu bestehenden Energiepotenzialen und Energienetzen, sowie Strategien für zukünftige Energienutzungen notwendig. So können vorhandene Energiekonzepte gebündelt und Synergieeffekte zur effizienten Ausschöpfung der Energiepotenziale genutzt werden.

Die historische Altstadt von Iphofen stellt dabei eine besondere Herausforderung dar, da in Anbetracht ihrer denkmalgeschützten Situation besondere Auflagen bestehen. Prägend für Iphofen ist der hohe Anteil historischer Fachwerk- und Massivgebäude aus dem 17. und 18. Jahrhundert.

Die Fragestellung nach zukunftsfähigen Energiekonzepten, mit der besonderen Aufgabe der Einbindung historischer Ge-

bäude, ist nicht nur für die Stadt Iphofen von Interesse. In Deutschland gibt es eine Vielzahl an innerstädtischen, historischen Quartieren die unter den komplexen Anforderungen des Klimaschutzes und der Erhaltung prägender Baukultur Lösungswege erfordern. Darum war es Ziel des Forschungsprojekts "Energienutzungsplan unter besonderer Berücksichtigung des Denkmalschutzes am Beispiel Iphofen – Untersuchung des Potenzials von Nahwärmeversorgungskonzepten in Verbindung mit Sanierungskonzepten denkmalgeschützter, historischer Gebäude in innerörtlichen Quartieren", Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, wie kleine Kommunen mit einem hohen Anteil an historischen Gebäuden energetisch effizient und mit einem hohen Anteil an regenerativen Energien versorgt werden können.

Eingebettet ist das Projekt in den Forschungsbereich "Energienutzungsplan – kommunale Energiekonzepte". Demgegenüber fokussiert der Forschungsschwerpunkt auf einzelnen Quartieren mit hohem Bestand an historischen Gebäuden, die durch folgende Besonderheiten charakterisiert sind:

- Der effiziente Einsatz von regenerativen Energien ist aufgrund der Denkmalschutzbestimmungen und der städtebaulichen Gegebenheiten häufig eingeschränkt. Im vorliegenden Forschungsprojekt werden deshalb Wege aufgezeigt, wie deren Einsatz dennoch möglichst effizient gewährleistet werden kann.
- Historische Gebäude und Quartiere lassen nur ein begrenztes Maß an energetischer Sanierung zu. Auf Gebäudeseite werden dazu Sanierungs- und technische Nachrüstungsmöglichkeiten aufgezeigt, um die Erschließung effizienter Versorgungsmöglichkeiten sicherstellen zu können.
- Zudem sind die Quartiere meist geprägt durch eine hohe bauliche Dichte - was zu einer langfristig hohen Energiedichte solcher Siedlungen führt.

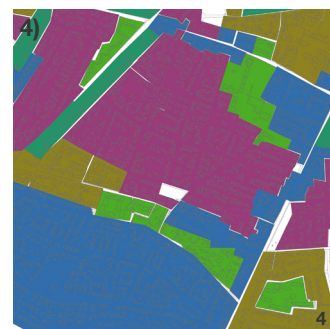
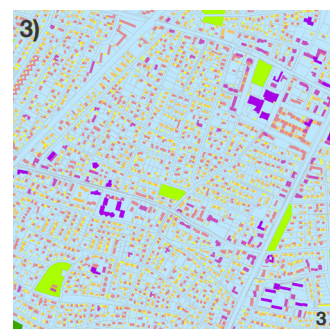


Abb. 2: Ebenen eines Energienutzungsplans (Kartenausschnitte)

zu Abb.
Analyse der ortsbezogenen Wärmebedarfsdichte (1) - der Infrastruktur (2) und der erneuerbaren Energiepotenziale (3). Auf Grundlage dieser Analyse können Energiekonzepte (4) entwickelt werden, die auf den individuellen Ort reagieren und diesen stärken.

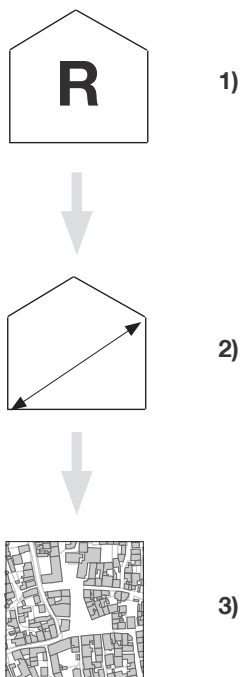


Abb. 3: Referenzgebäudeverfahren nach GemEB (Gemeinde-Energieberater Bilanzierungssoftware)

zu Abb.

1) Referenzgebäude

Die spezifischen Heizwärmebedarfswerte der HEGT-Typologie basieren auf exemplarischen Berechnungen von typischen historischen Gebäuden. Diese Gebäude sind auch in GemEB 2.0 als Referenzgebäude hinterlegt.

2) Geometrische Anpassung

Da der Einfluss der Gebäudegröße einen entscheidenden Einfluss auf den Heizwärmebedarf hat, werden die Referenzgebäude nach HEGT geometrisch an die real vorhandenen Gebäude angepasst. Diese Anpassung erfolgt mit der Bilanzierungssoftware GemEB 2.0.

3) Ortsbezogene Heizwärmebedarfswerte

Dadurch lassen sich gezielt Wärmebedarfsdichten ermitteln, die den Faktor der individuellen Bebauungsstruktur und Gebäudegrößen vor Ort berücksichtigen.

Um die historischen Gebäude Iphofens in ein kommunales Energiekonzept einbinden zu können, war die Entwicklung neuer Methoden und Herangehensweisen erforderlich. Durch den iterativen Arbeitsprozess von Forschung und Anwendung der Ergebnisse, können allgemeingültige Empfehlungen, Kennwerte und wichtiges Hintergrundwissen zusammengefasst werden. Diese werden in Form eines Leitfadens allgemeingültig dargestellt.

Die Schwerpunkte der Forschungsarbeit gliedern sich in drei wesentliche Bausteine:

- Erarbeitung einer Methode für die Ermittlung des Wärmebedarfs historischer Quartiere (→ Pkt. 1.2.1)
- Ermittlung von Sanierungs- und Einsparpotenzialen historischer Quartiere (→ Pkt. 1.2.2)
- Aussagen zu zentralen Versorgungslösungen und Einsatzmöglichkeiten regenerativer Energien (→ Pkt. 1.2.3)

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse zu den einzelnen Punkten zusammengefasst.

1.2.1. Methode für die Ermittlung des Wärmebedarfs historischer Quartiere

Die Ermittlung des räumlich bezogenen Energiebedarfs in Quartieren bildet die Grundlage für die Entwicklung von Energiekonzepten. Hierfür muss der aktuelle und der zukünftige Wärmebedarf (→ Pkt. 1.2.2) und seine räumliche Verteilung auf dem Gemeindegebiet (Wärmebedarfsdichte) ermittelt und in Karten dargestellt werden. Im Rahmen der Ermittlung derzeitiger und zukünftiger Wärmebedarfsstrukturen historischer Quartiere kommen mehrere Besonderheiten zum tragen, die eine erweiterbare Herangehensweise und eine Anpassung der bisherigen Methoden erfordern. Charakteristisch für historische Quartiere ist die Verwendung regional vorhandener Baumaterialien und gewachsene bzw. dichte städtebauliche Strukturen. Um dies bei der Ermittlung der Wärmebedarfsdichte zu berücksichtigen, wurde eine Historisch-Energetische

Gebäudetypologie (HEGT) (→ Abb. 4) entwickelt. Dadurch können unabhängig von Baualtersklassen und historischen Klassifizierungen Wärmebedarfsdichten ermittelt werden. Die Typologie baut auf energie-relevanten Kriterien, des Anbaugrads und der thermischen Qualität der Konstruktion, die regional bestimmt ist, auf.

Die Untersuchungen zur Entwicklung der Typologie haben gezeigt, dass die Kompaktheit der Gebäude den entscheidendsten Einfluss auf den Heizwärmebedarf ausübt. Das Maß an Kompaktheit ist abhängig vom Anbaugrad und der Anzahl der Geschosse. Gebäude mit einem hohen Anbaugrad weisen bis zu 50 % niedrigere Heizwärmebedarfswerte auf. In zweiter Linie ist die thermische Qualität der Konstruktion energetisch relevant. Je kompakter die Gebäude, desto geringer ist der Einfluss der thermischen Qualität der Konstruktion.

Um die thermische Qualität der Konstruktionen der typischen Gebäude in Iphofen abzubilden, wurden Konstruktionsklassen gebildet. Diese Konstruktionsklassen sind auf eine Vielzahl von Gebäuden auch regional übertragbar. Bei Bedarf kann die Konstruktionsklasse angepasst werden.

Die verorteten Heizwärmebedarfe zur Erstellung der Wärmebedarfsdichtekarten können softwaregestützt ermittelt werden. Hierfür fließt die HEGT-Typologie als Referenzgebäudeverfahren in die Bilanzierungssoftware GemEB ein. Mit dieser Software wird der Wärme- und Trinkwarmwasserbedarf verbrauchsangenähert auf Grundlage geometrisch angepasster Referenzgebäudes ermittelt. Dadurch können Heizwärmebedarfswerte für eine individuelle, städtebauliche Struktur berechnet werden (→ Abb. 3).

HEGT			Geschosse	Konstruktionsklasse A $Q_{h,1}$ [kWh/(m ² Wohnfläche *a)]	Konstruktionsklasse B $Q_{h,2}$ [kWh/(m ² Wohnfläche *a)]
1 freistehend / geringer Anbaugrad				1	227
			2-4	176	230
2 mittlerer Anbaugrad			1	202	239
			2-4	149	188
3 hoher Anbaugrad			1	167	182
			2-4	110	127

zu Abb.
Anhand der Historisch-Energetischen Gebäudetypologie (HEGT) kann auf einfache Weise über die Kriterien des Anbaugrads und die Konstruktionsklasse eine Einschätzung des Wärmebedarfs vorgenommen werden. Die HEGT-Tabelle zeigt eine erste Tendenz des Heizwärmebedarfs der Gebäude auf.

Der Heizwärmebedarf ist abhängig von der Kompaktheit bzw. dem Anbaugrad 1, 2, 3 und der Anzahl der Geschosse. Gebäude mit einem hohen Anbaugrad weisen niedrigere Heizwärmebedarfswerte auf. In zweiter Linie ist die Konstruktionsklasse energetisch relevant.

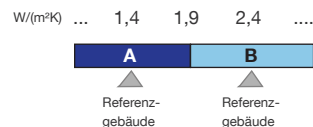
Für Iphofen wurden zwei typische Konstruktionsklassen gebildet. Diese Klassen sind jedoch auf eine Vielzahl von Gebäuden auch regional übertragbar. Bei Bedarf kann die Konstruktionsklasse interpoliert und angepasst werden.

Konstruktionsklasse A
z.B. Fachwerkwände mit Lehmgefach, sowie massive Steinwände mit geringer Rohdichte wie z.B. Ziegelwände; diese Wände weisen eine thermische Tendenz von $U=1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ auf

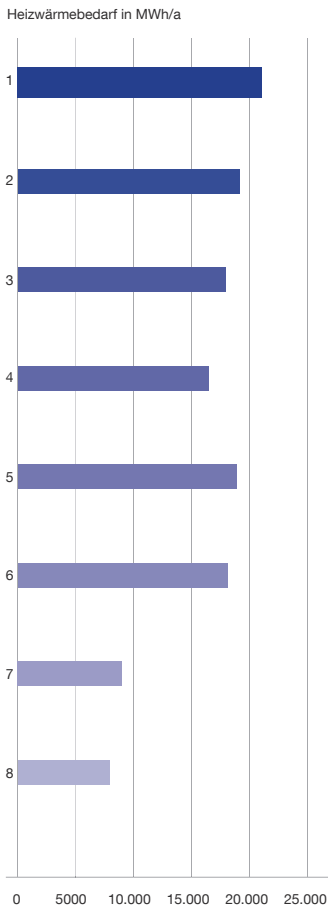
Konstruktionsklasse B
z.B. Fachwerke mit Steingefach, massive Natursteinwände aus Sandstein, Muschelkalk, Bruchstein, Fachwerke mit Bruchstein-Mauerwerk aus Naturstein oder Lessstein/Feldstein, Fachwerke mit Lehmziegelgefach; je nach Wandstärke können diese Wände eine thermische Tendenz von $U= 2,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ aufweisen

Hinweis:
Mithilfe der entwickelten Bilanzierungssoftware GemEB können Bedarfswerte geometrisch angepasst und auf die jeweiligen Gebäudestrukturen justiert werden. So lässt sich für individuelle Quartiere die Wärmebedarfsdichte errechnen. GemEB greift dabei auf die Referenzgebäude der Historisch-Energetischen Gebäudetypologie (HEGT) zurück (→ Abb. 3).

Abb. 4: Historisch-Energetische Gebäudetypologie HEGT



Tab. 1: Zukunftsszenarien Stadt Iphofen (Altstadt + neuere Gebiete)



- zu Tab.
- 1 Wärmebedarf IST
- 2 Sanierungsrate nicht historisch (NH) jährlich 1,5 % - historisch (H) 0,5 %
- 3 Sanierungsrate (NH) 1,5 % - (H) 1,0 %
- 4 Sanierungsrate (NH) 1,5 % - (H) 1,5 %
- 5 Sanierungsrate (NH) 1,5 % - (H) Dämmung aller möglichen Geschossdecken
- 6 Sanierungsrate (NH) 1,5 % - (H) Dämmung aller Hinterhoffassaden und Geschossdecken
- 7 Sanierungsrate (NH) 100 % - (H) Dämmung Hinterhof und Straßenfassaden, Geschossdecken (Vergleichsszenario)
- 8 Sanierungsrate (NH) 100 % - (H) Dämmung Hinterhof- und Straßenfassaden, Geschossdecken und Bodenplatten (Vergleichsszenario)

1.2.2. Sanierungs- und Einsparpotenziale historischer Quartiere

Neben der Analyse der derzeitigen Energieabnahmestruktur ist die Analyse der zukünftigen Wärmeabnahme ausschlaggebend. Denn die Wärmebedarfsdichte steht in engem Zusammenhang damit, ob erneuerbare Energien zentral oder dezentral genutzt werden können. Hierfür müssen energetische Einsparpotenziale historischer und nicht-historischer Gebäude über einen längeren Zeitraum untersucht werden.

Eine wichtige Fragestellung für die behutsame Sanierung historischer Quartiere ist, inwieweit energetische Sanierungsmaßnahmen als historisch verträglich zu bewerten sind und welche Energieeinsparungen dadurch erzielt werden können. Grundsätzlich zeigen die Ergebnisse der Untersuchungen und die Experteninterviews, dass energetische Sanierungen historischer Gebäude unter dem Leitgedanken der Behutsamkeit durchaus möglich sind. Das energetische Einsparpotenzial ist nicht obligat von der Denkmalschutzklassifizierung abhängig. Durch abgestimmte Sanierungspakete können hohe Energieeinsparungen bei gleichzeitig hoher historischer Verträglichkeit erreicht werden. Dies erfordert eine intensive Auseinandersetzung mit dem Ort. Die Analyse der städtebaulichen Struktur, geprägt durch die bauliche Dichte und die typischen historischen Gebäude, bildet die wichtigste Grundlage für die Entwicklung von Sanierungsstrategien. Dabei ist eine Betrachtungsweise erforderlich, welche die Aspekte der Bauphysik, der energetischen Relevanz, des Denkmalschutzes und der gestaltprägenden Wirkung von energetischen Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt. Auf dieser Basis können Sanierungskonzepte entwickelt werden, die auf ein Quartier abgestimmt sind und dieses stärken.

Um für die typischen Gebäude eines Quartiers Sanierungsstrategien festzulegen, ist die Kenntnis der energetischen Relevanz verschiedener Sanierungsmaßnahmen wichtig. Darum wurde als Hilfestellung eine Sanierungsmatrix (→ Tab. 2

und 3) entwickelt, die Tendenzen der Energieeinsparpotenziale aufzeigt. Diese knüpft an die HEGT-Typologie an und berücksichtigt die Aspekte des Anbaugrads und der thermischen Qualität der Konstruktion. Durch den Abgleich der gestaltprägenden Wirkung dieser Sanierungsmaßnahmen und den energetischen Einsparpotenzialen kann eine erste Einschätzung getroffen werden, welche Sanierungsmaßnahmen sinnvoll und für ein Quartier als historisch-verträglich bewertbar sind.

Wurden auf dieser Basis mögliche Sanierungsmaßnahmen für ein Quartier festgelegt, können Sanierungsszenarien und Einsparpotenziale berechnet werden. Die Berechnungen können mit Hilfe der Bilanzierungssoftware GemEB durchgeführt werden. Für Iphofen wurden verschiedene Sanierungsvarianten berechnet (→ Tab. 1). Wird in der historischen Altstadt Iphofens eine Sanierungsrate von 1,5 % angestrebt, müssen jährlich circa fünf Gebäude historisch-verträglich* saniert werden. Wird dieses Ziel erreicht, kann bis 2035 der jährliche Energiebedarf um ca. 23 % reduziert werden.

Als weiteres wichtiges Ergebnis ist zu nennen, dass historische Quartiere mit einer hohen baulichen Dichte ein hohes Potenzial für wirtschaftliche energetische Sanierungsmaßnahmen aufweisen. Dies lässt sich auf Folgendes zurückführen: Je geringer der Außenwandanteil im Verhältnis zum beheizten Volumen, desto geringer sind auch die Investitionskosten pro Quadratmeter Wohnfläche. Je schlechter die thermische Qualität der Gebäudehülle, desto kürzer wird die Amortisationszeit und desto wirtschaftlicher stellen sich energetische Maßnahmen dar.

* Historisch-verträgliche Sanierung bedeutet, dass je nach Gebäude die Obersten Geschossdecken, Innendämmung und/oder ggf. bei Gebäuden mit mittlerem und hohem Anbaugrad die Hoffassaden gedämmt werden. Die Berechnung mit GemEB erfolgt nach einer Einteilung der Denkmalschutzklassifizierung und hinterlegten Wahrscheinlichkeiten.

1.2.3. Zentrale Versorgungslösungen und Nutzung erneuerbarer Energien

Im Rahmen von Umgestaltungsmaßnahmen bietet sich die Möglichkeit der Integration von neuen Versorgungsstrukturen an. Innerstädtische historische Quartiere weisen ein hohes Potenzial für die Umsetzung zentraler Lösungen auf. Grund dafür ist die hohe Energieabnahmedichte und die bessere Anlagenauslastung durch Gleichzeitigkeit gegenüber dezentralen Heizungssystemen. Die Umstellung von dezentraler auf zentrale Energieversorgung bietet auch wirtschaftliche Vorteile für die Gemeinde, insbesondere wenn kommunale Gebäude mit angeschlossen werden. Zusätzlich kann die Einbindung des künftig gesetzlich geforderten Anteils an erneuerbaren Energien erfolgen, was sonst aufgrund des Denkmalschutzes und innerstädtischer Lagen problematisch sein kann. Im Hinblick auf die gesetzlichen Vorgaben, wie z.B. die Energieeinsparverordnung (EnEV), können somit auch in historischen Gebäuden durchaus gute primärenergetische Niveaus erreicht werden.

Das Potenzial für die Umsetzung zentraler Lösungen ist von den energetischen Einsparpotenzialen durch künftige Sanierungen und die zu erwartenden Anschlussquoten abhängig. Wobei dies maßgeblich in Zusammenhang mit der städtebaulichen Struktur steht (→ Abb. 5).

Es lassen sich zwei wesentliche Ergebnisse zusammenfassen:

- Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes hängt bei Siedlungsgebieten mit einer hohen baulichen Dichte in einem geringen Maße vom zu erwartenden Anschlussgrad und der zukünftigen Entwicklung der energetischen Sanierung ab. Der Einfluss der Energiebereitstellung überwiegt.
- Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes hängt bei Siedlungsgebieten mit einer geringen baulichen Dichte in einem erheblichen Maß vom zu erwartenden Anschlussgrad, der zukünftigen Entwicklung der energetischen Sanierung und der Energiebereitstellung ab.

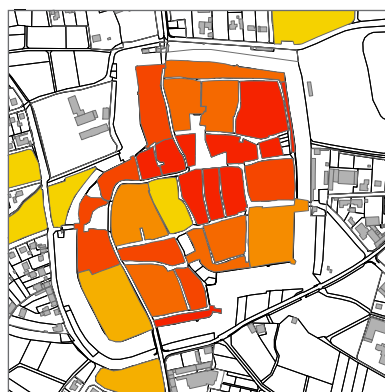


Abb. 5: Potenzial zentraler Wärmenetze in Abhängigkeit der städtebaulichen Struktur, künftiger Sanierungen und Anschlussquote

Farbig gekennzeichnet sind Quartiere die sich nach erster Grobabschätzung für zentrale Lösungen eignen. Angenommen wurde die Umsetzung historisch-verträglicher, energetischer Sanierungen von jährlich 1,5 % und eine Anschlussquote von 70 %. Das Potenzial zentraler Versorgungslösungen ist maßgeblich von der städtebaulichen Struktur abhängig. Zudem steht die Sanierungsrate und die Senkung des Energiebedarfs in Quartieren in engem Zusammenhang mit dem Potenzial, erneuerbare Energien zentral oder dezentral nutzen zu können. Somit sind die Sanierungsszenarien auch als obere Grenzwertabsteckung für die Nutzbarkeit zentraler Netze zu sehen. Je höher die bauliche Dichte, desto geringer wird der Einfluss der Anschlussquoten und der Sanierungen auf die Umsetzbarkeit von zentralen Lösungen. Daraus lässt sich für Quartiere mit hoher baulicher Dichte folgern, dass diese ein hohes Potenzial für zentrale Versorgungsvarianten bieten, auch unter Berücksichtigung historisch-verträglicher Sanierungen und realistischer Anschlussquoten. Hingegen sind in Quartieren mit geringer baulicher Dichte die Grenzen für eine wirtschaftliche Umsetzung eng gesteckt.

Tab. 2: HEGT:Sanierungsmatrix - Konstruktionsklasse A

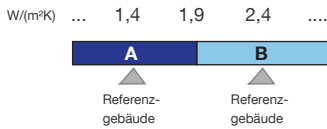
zu Tab.

Die HEGT:Sanierungsmatrix knüpft an die HEGT:Gebäudetypologie (→ Abb. 4) an und zeigt Tendenzen von Energiekennwerten und Einsparpotenzialen unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen historischer Gebäude auf. Die Ergebnisse können als Entscheidungsgrundlage für eine Abwägung der historischen Verträglichkeit und der energetischen Relevanz herangezogen werden. Die Ergebnisse beziehen sich auf ein berechnetes Referenzgebäude. Die Werte sind als Tendenzen zu verstehen. Die Eingangsgrößen für die Berechnungen des Referenzgebäudes sind im Anhang des Abschlussberichts dargestellt.

Zu den einzelnen Maßnahmen sind Datenblätter mit wichtigen Hinweisen zu Bauphysik, historischer Verträglichkeit und gesetzlichen Anforderungen hinterlegt.

Konstruktionsklasse A

z.B. Fachwerkwände mit Lehmgefach sowie massive Steinwände mit geringer Rohdichte wie bspw. Ziegelwände; diese Wände weisen eine thermische Tendenz in einem Bereich von $U=1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ auf



Gebäudematrix A	Gschosse	nicht saniert OH: kWh/(m ² ·a) 176 kWh/(m ² ·a)	WDVS oder Hinterlüftete Konstruktion 15cm, λ= 0,035 W/mK 104 kWh/(m ² ·a)	Innendämmung Calciumsilikat, 7cm, λ= 0,06 W/mK 125 kWh/(m ² ·a)	Austausch Fenster U=2,6 -> 1,3 W/(m ² K) 167 kWh/(m ² ·a)	Dämmung Oberst- Geschossdecke (OGD) Holzbohlendecke mit Strohhemwickel mit 23cm WLG 040 163 kWh/(m ² ·a)	Dämmung Kellerdecke Kappendecke U=0,8 W/(m ² K) mit 6cm WLG 035 171 kWh/(m ² ·a)	Wärmedämmputz mit 5cm WLG 090 140 kWh/(m ² ·a)	Variante I Innendämmung + Fenster 115 kWh/(m ² ·a)	Variante II Innendämmung + Fenster + OGD 101 kWh/(m ² ·a)	Variante III WDVS + Fenster Hoffassade 148 kWh/(m ² ·a)	Gestaltung	Anbaugrad
freistehend / geringer Anbaugrad	2-4	176 kWh/(m ² ·a)	104 kWh/(m ² ·a)	125 kWh/(m ² ·a)	167 kWh/(m ² ·a)	163 kWh/(m ² ·a)	171 kWh/(m ² ·a)	140 kWh/(m ² ·a)	115 kWh/(m ² ·a)	101 kWh/(m ² ·a)	148 kWh/(m ² ·a)		hoher Anbaugrad
	% ESP*	41% -72 kWh/(m ² ·a)	29% -50 kWh/(m ² ·a)	5% -9 kWh/(m ² ·a)	7% -13 kWh/(m ² ·a)	3% -5 kWh/(m ² ·a)	20% -36 kWh/(m ² ·a)	34% -61 kWh/(m ² ·a)	43% -75 kWh/(m ² ·a)	16% -28 kWh/(m ² ·a)			
mittlerer Anbaugrad	2-4	149 kWh/(m ² ·a)	98 kWh/(m ² ·a)	113 kWh/(m ² ·a)	140 kWh/(m ² ·a)	135 kWh/(m ² ·a)	143 kWh/(m ² ·a)	124 kWh/(m ² ·a)	103 kWh/(m ² ·a)	88 kWh/(m ² ·a)	119 kWh/(m ² ·a)		hoher Anbaugrad
	% ESP*	34% -51 kWh/(m ² ·a)	24% -36 kWh/(m ² ·a)	6% -9 kWh/(m ² ·a)	10% -14 kWh/(m ² ·a)	4% 6 kWh/(m ² ·a)	17% -25 kWh/(m ² ·a)	31% -46 kWh/(m ² ·a)	41% -61 kWh/(m ² ·a)	20% -30 kWh/(m ² ·a)			
hoher Anbaugrad	2-4	110 kWh/(m ² ·a)	90 kWh/(m ² ·a)	95 kWh/(m ² ·a)	100 kWh/(m ² ·a)	96 kWh/(m ² ·a)	104 kWh/(m ² ·a)	100 kWh/(m ² ·a)	85 kWh/(m ² ·a)	70 kWh/(m ² ·a)	96 kWh/(m ² ·a)		hoher Anbaugrad
	% ESP*	19% -20 kWh/(m ² ·a)	14% -15 kWh/(m ² ·a)	9% -10 kWh/(m ² ·a)	13% -14 kWh/(m ² ·a)	6% 6 kWh/(m ² ·a)	9% -10 kWh/(m ² ·a)	23% -25 kWh/(m ² ·a)	37% -40 kWh/(m ² ·a)	13% -14 kWh/(m ² ·a)			

* Abkürzungen:
ESP: Energieeinsparpotenzial
WDVS: Wärmedämmverbundsystem
WLG: Wärmeleitgruppe

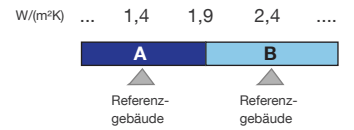
Gebäudematrix B		Giebelhöhe	nicht saniert	WDVS oder hinterlüftete Konstruktion 15cm, $\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$	Innendämmung Calciumsilikat, 7cm, $\lambda = 0,08 \text{ W/mK}$	Austausch Fenster $U_{2,6} > 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	Dämmung Oberseite (OGD) Holztafelkassendecke mit Strohhelmweckel $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ mit 20cm WLG 040	Dämmung Kellerdecke Kappendecke $U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ mit 6cm WLG 035	Wärmedämmputz mit 5cm WLG 090	Variante I Innendämmung + Fenster	Variante II Innendämmung + Fenster + OGD	Variante III WDVS + Fenster Hoffassade
freistehend / geringer Anbaugrad		2-4	230 kWh/(m² _{nominal} ·a)	105 kWh/(m²a)	131 kWh/(m²a)	222 kWh/(m²a)	218 kWh/(m²a)	225 kWh/(m²a)	155 kWh/(m²a)	122 kWh/(m²a)	107 kWh/(m²a)	184 kWh/(m²a)
			% ESP*	54% -125 kWh/(m²a)	43% -99 kWh/(m²a)	3% -8 kWh/(m²a)	5% -12 kWh/(m²a)	2% -5 kWh/(m²a)	33% -75 kWh/(m²a)	47% -108 kWh/(m²a)	53% -123 kWh/(m²a)	20% -48 kWh/(m²a)
mittlerer Anbaugrad		2-4	188 kWh/(m²a)	98 kWh/(m²a)	117 kWh/(m²a)	180 kWh/(m²a)	176 kWh/(m²a)	183 kWh/(m²a)	134 kWh/(m²a)	107 kWh/(m²a)	92 kWh/(m²a)	140 kWh/(m²a)
			% ESP*	48% -90 kWh/(m²a)	38% -71 kWh/(m²a)	4% -8 kWh/(m²a)	7% -12 kWh/(m²a)	3% 5 kWh/(m²a)	29% -54 kWh/(m²a)	43% 81 kWh/(m²a)	51% -96 kWh/(m²a)	26% -48 kWh/(m²a)
hoher Anbaugrad		2-4	127 kWh/(m²a)	90 kWh/(m²a)	97 kWh/(m²a)	117 kWh/(m²a)	113 kWh/(m²a)	121 kWh/(m²a)	104 kWh/(m²a)	87 kWh/(m²a)	72 kWh/(m²a)	104 kWh/(m²a)
			% ESP*	29% -37 kWh/(m²a)	23% -30 kWh/(m²a)	8% -10 kWh/(m²a)	12% -14 kWh/(m²a)	5% -6 kWh/(m²a)	18% -23 kWh/(m²a)	31% -40 kWh/(m²a)	44% -55 kWh/(m²a)	18% -23 kWh/(m²a)

Tab. 3: HEGT:Sanierungsmatrix - Konstruktionsklasse B

zu Tab.

Konstruktionsklasse B

z.B. Fachwerke mit Steingefach, massive Natursteinwände aus Sandstein, Muschelkalk, Bruchstein, Fachwerke mit Bruchstein-Mauerwerk aus Naturstein oder Lesstein/Feldstein, Fachwerke mit Lehmziegelgefach; je nach Wandstärke können diese Wände eine thermische Tendenz von $U = 2,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ aufweisen



Das energetische Einsparpotenzial der Konstruktionsklasse B ist höher, da der Heizwärmebedarf des Bestandsgebäudes im unsanierten Zustand höher ist. Dies wirkt sich auch positiv auf die Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen aus.

* Abkürzungen:

- ESP: Energieeinsparpotenzial
- WDVS: Wärmedämmverbundsystem
- WLG: Wärmeleitgruppe

Quellen & Hintergrundinformationen:

[bmu, 2012] http://www.bmu.de/energiewende/beschluesse_und_massnahmen/doc/46507.php [Stand 27.09.2012]

[Erhorn et al., 2007] Erhorn, H., Erhorn-Kluttig, H., Hauser, G., Sager, C., Weber, H., co2online gemeinnützige GmbH; Friedrich, M., Becker, D., Grondey, G., Laskowski, F.: CO2 Gebäudereport 2007, (Hrsg.) Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Berlin, 2007

[VdLd, 2005] Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland: Arbeitsblatt 25 Stellungnahme zur Energieeinsparverordnung (EnEV) und zum Energiepass, Wiesbaden, 2005

[Weeber et al., 2005] Weeber H., Weeber R., Fritz A., Dörrie A.: Besser Wohnen in der Stadt. Konzepte und Beispiele für Familienwohnungen, Fraunhofer IRB Verlag, 2005

[Hausladen et al., 2011] Hausladen, G., Wagner, T., Schmid, T., Bonnet, C., Hamacher, T., Tzscheuschler, P., Burhenne, R.: Leitfaden Energienutzungsplan, (Hrsg.) Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit StMUG, Bayerisches Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT), Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (OBB), München, 2011

[EnEV, 2009] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden von 29. April 2009, Bundesgesetzblatt, 2009