



Handbuch für Energienutzungspläne

Ergänzung zum Leitfaden Energienutzungsplan

Erarbeitet im Rahmen der ARGE „Energienutzungspläne“
des Bayerischen Gemeindetags

Erstellt von:

Hochschule Landshut,

Institut für Systemische Energieberatung

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
2	Erste Schritte	6
2.1	Arbeitsgrundlagen	6
2.2	Analyse der Gemeindestruktur – Bearbeitungsraster.....	6
3	Bestands- und Potenzialanalyse	7
3.1	Wärme.....	7
3.1.1	Witterungsbereinigung.....	7
3.1.2	Methodenübersicht	7
3.1.3	Datengrundlage für reale thermische Verbrauchswerte	8
3.1.4	Straßenzugsweise Wärmebedarfsermittlung	9
3.1.5	Gebäudebezogene Wärmebedarfsermittlung (LoD-Modell)	9
3.1.6	Ermittlung zukünftiger Wärmebedarfe.....	10
3.1.7	Datenquellen zur gebäudebezogenen Wärmebedarfsermittlung.....	11
3.1.8	Temperaturniveaus und Leistung	11
3.2	Strom	11
3.3	Energieinfrastruktur	12
3.4	Energiebilanzen.....	12
3.4.1	Endenergiebilanz.....	12
3.4.2	Primärenergiebilanz.....	13
3.4.3	CO ₂ -Bilanz.....	13
3.5	Energieeinsparung (verbraucherseitig) - Grundlagen	14
3.5.1	Bauliche Maßnahmen	14
3.5.2	Nutzerverhalten	14
3.6	Energiepotenziale.....	14
3.6.1	Solarenergie	15
3.6.2	Biomasse	17
3.6.3	Oberflächennahe Geothermie.....	17
3.6.4	Tiefengeothermie.....	17
3.6.5	Abwärme	17
3.6.6	Abwasser	17
3.6.7	Wind	17
3.6.8	Wasser	18
4	Konzeptentwicklung	19
4.1	Schnelleinstieg – Übersicht	19

4.2	Vorgehensweise.....	19
4.2.1	Schritt 1: Wärmenetze oder Einzellösungen?	19
4.2.2	Schritt 2: Handlungsbedarf und Handlungsoptionen	19
4.2.3	Schritt 3: Entwerfen von Energiekonzepten	19
4.2.4	Schritt 4: Energienutzungsplan	19
4.3	Effiziente Energieversorgung - Grundlagen	20
4.4	Energieversorgungsanlagen - Grundlagen	20
4.5	Maßnahmen aus dem Energienutzungsplan	20
5	Umsetzung.....	23
6	Akteursbeteiligung	23
Anhang 1	24
Anhang 2	25
Anhang 3	26
Anhang 4	27
Literaturverzeichnis	28

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der in der Praxis verwendeten Methoden.....	8
Abbildung 2: Template f. die Datenabfrage thermischer Energie b. Gasnetzbetreiber ...	8
Abbildung 3: Flussdiagramm Berechnungsmethode LoD-Modell.....	10
Abbildung 4: Template zur Abfrage der elektrischen Energieverbräuche beim Netzbetreiber	11
Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung der Endenergiebedarfe nach Sektoren	13
Abbildung 6: Grobskizze zur Zielesetzung.....	22

1 Einführung

Im von der TU München im Jahr 2011 publizierten Leitfaden Energienutzungsplan¹ (S. 5) werden ausführlich die Inhalte eines Energienutzungsplans beschrieben und es wird aufgezeigt, wie die Erstellung erfolgen sollte. Insbesondere wird der Energienutzungsplan (ENP) als ein informelles Planungsinstrument für Kommunen definiert. Der räumliche Bezug steht dabei im Vordergrund, um optimale Lösungen für die nachhaltige Energieversorgung von Gemeinden zu entwickeln. Daher ist die Erstellung eines detaillierten Wärmekatasters der zentrale Bestandteil des Energienutzungsplans.

Trotz der ausführlichen Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung eines ENP im Leitfaden Energienutzungsplan bleiben jedoch bei der konkreten Erstellung eines ENP zum Teil Fragen offen bzw. können unterschiedliche Möglichkeiten der Herangehensweise bei der Erstellung gewählt werden. Ziel dieses Handbuchs ist es, ergänzend zum Leitfaden weitere Bearbeitungshinweise zu geben, um eine einheitliche Vorgehensweise verschiedener Ersteller sicherzustellen.

Ein einheitliches Vorgehen ist wichtig damit:

- eine erhöhte Vergleichbarkeit zwischen ENPs verschiedener Kommunen vorhanden ist,
- verschiedene ENPs konsolidiert werden können,
- Daten, unabhängig vom Ersteller, nachvollzogen und fortgeschrieben werden können.

Das Handbuch soll als eine praktische Anleitung für die Erstellung von Energienutzungsplänen fungieren und Mindeststandards hinsichtlich Inhalten, Methodik und Detailtiefe festlegen.

Obwohl im Leitfaden nicht explizit als Bestandteil eines ENP genannt, wird im vorliegenden Handbuch auf die Erstellung von Energie- und CO₂-Bilanzen sowie auf die Ableitung konkreter Maßnahmen eingegangen.

Der Aufbau des Handbuchs ist an dem des Leitfadens ENP angelehnt. So wurde i. W. die Gliederung des Leitfadens beibehalten und pro Kapitel wurden Kommentare zur Konkretisierung der Vorgehensweise verfasst. Die Kapitel 3.1.1, 3.1.4, 3.1.6 sowie 3.4 und 4.5 sind als eigenständige Ergänzung zum Leitfaden zu verstehen.

Das Handbuch wurde im Rahmen der ARGE „Energienutzungspläne“ des bayerischen Gemeindetags erstellt und dokumentiert die in den Workshops der ARGE erzielten Ergebnisse.

Hauptanliegen der ARGE ist es, den Praxisnutzen der Energienutzungspläne für die kommunalen Entscheider zu erhöhen.

¹ Hausladen, G. Wagner, T. Schmid, T. Bonnet, C. Hamacher, T. Tzscheutschler, P. Technische Universität München 2011: Leitfaden Energienutzungsplan, StMUG, StMWIVT, OBB.

2 Erste Schritte

2.1 Arbeitsgrundlagen (vgl. Leitfaden ENP S. 9 -10)

Wie im Leitfaden ENP (S. 9) beschrieben, ist das Grundprinzip bei der Erstellung von Energienutzungsplänen die „Verortung“ der Daten. Über die Empfehlung des Leitfadens hinaus, ein Geoinformationssystem (GIS) zu verwenden, wird im Folgenden die Verwendung eines GIS als unabdingbar vorausgesetzt.

2.2 Analyse der Gemeindestruktur – Bearbeitungsraster

(vgl. Leitfaden ENP S. 11-12)

Keine Anmerkungen

3 Bestands- und Potenzialanalyse

3.1 Wärme

3.1.1 Witterungsbereinigung

Für eine konsistente Darstellung des Wärmebedarfs ist für alle IST-Daten eine Witterungsbereinigung durchzuführen. Damit ist auch die Konsistenz mit den Kaminkehrerdaten sichergestellt. Die Berechnung ist nach VDI 3807, Blatt 1 durchzuführen und es werden die Korrekturfaktoren vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) empfohlen.²

Zur Vergleichbarkeit der Daten hat sich die „ARGE“ darauf verständigt, stets den Wärmebedarf bezogen auf den Heizwert anzugeben.

3.1.2 Methodenübersicht (vgl. Leitfaden ENP S. 16-17)

Je nach Datengrundlage können reale Verbrauchswerte, siedlungs-, straßen- oder gebäudegeometriebezogene Bedarfe verwendet werden.

Die siedlungsbezogene Methode fasst im Allgemeinen großflächig Gebiete zusammen. Die geringe Detailtiefe ist aus Sicht der ARGE als Basis zur Ableitung konkreter Maßnahmen nicht ausreichend. Daher wird dieses Verfahren abweichend vom Leitfaden Energienutzungsplan (S. 18) nicht empfohlen, außer es wird vom Auftraggeber ausdrücklich erwünscht.

Reale Verbrauchswerte von Gasnetzbetreibern sind die genauesten Daten und daher vorrangig zu verwenden.

Für die Ermittlung der verbleibenden Wärmebedarfe je Gebäude (bzw. für den gesamten Gebäudebestand, falls keine IST-Daten vorhanden sind) haben sich in der Praxis zwei Methoden bewährt:

- verbrauchsorientierte Methode auf Basis von Kaminkehrerdaten: Bestimmung des Wärmebedarfs mittels Leistungsdaten der eingebauten Heizungsanlagen und angenommener Volllaststunden.
- bedarfsorientierte Methode (LoD-Modell): Bestimmung des Wärmebedarfs mittels Baualtersklassen (BAK) und der Gebäudegeometrie (Höhe, Stockwerkszahl, Energiebezugsfläche).

Beide Methoden haben Vorteile und auch eine Mischung der Methoden kann sinnvoll sein. Wichtig ist es, die verwendete Methode im ENP nachvollziehbar zu dokumentieren.

Im Leitfaden ENP selbst ist lediglich die bedarfsorientierte Methode dargestellt.

² Klimadaten auf Basis vom Deutscher Wetterdienst, IWU.

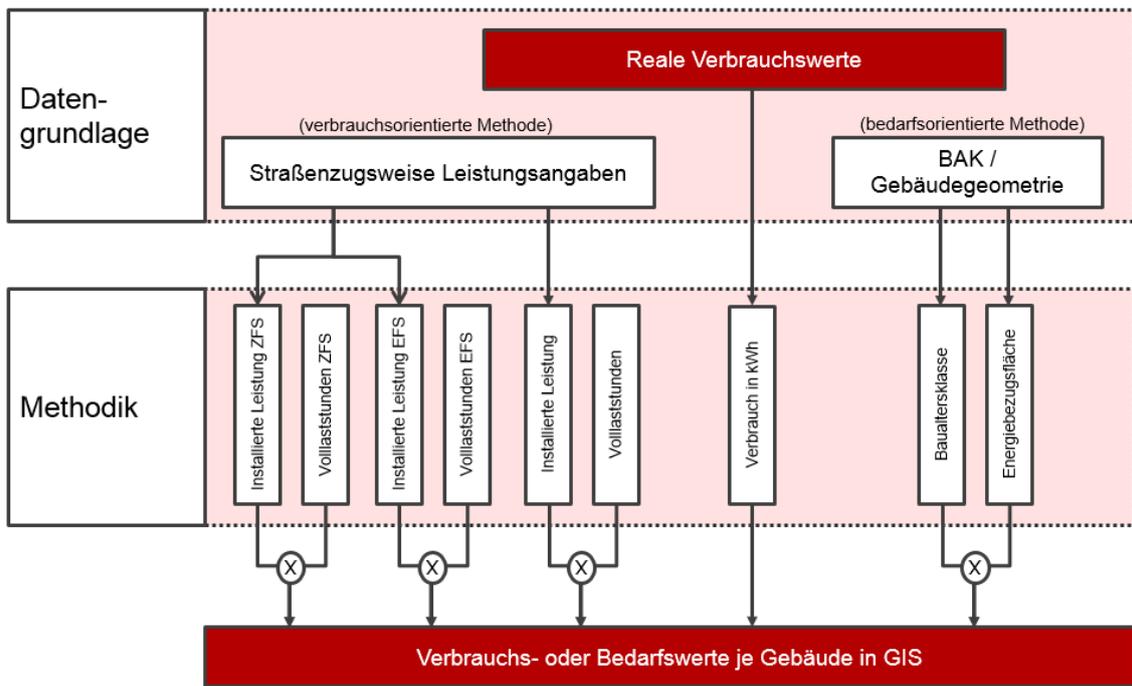


Abbildung 1: Übersicht der in der Praxis verwendeten Methoden

3.1.3 Datengrundlage für reale thermische Verbrauchswerte

Die IST-Daten für thermische Energie (Erdgasbedarf) können zumeist beim Verteilnetzbetreiber aufsummiert nach Kundengruppen und straßenzugswise abgefragt werden. Wie in Abbildung 2 gezeigt, kann aus den Daten eine Zuordnung der einzelnen Sektoren erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass die kommunalen Liegenschaften bei GHD/Industrie enthalten sind, während das Kleingewerbe bei den privaten Haushalten inkludiert ist. Der Energiebedarf der Liegenschaften muss separat von der Kommune abgefragt und vom Bedarf des Sektors GHD/Industrie subtrahiert werden.

Netzdatenabfrage thermische Energie

Jahr: _____

Kundengruppen nach Lastprofilen	abgerechnete Anlagen	Arbeit [kWh]
Monatliche Letztverbraucher		
Summe Monatlich		
Jährliche private Letztverbraucher		
Jährliche gewerbliche Letztverbraucher		
Summe jährlich abgerechneter Anlagen		
Summe gesamt		

Sektor:

- } GHD / Industrie
- } Haushalte und Kleingewerbe
- } GHD (- kommunale Liegenschaften)

Abbildung 2: Template für die Datenabfrage thermischer Energie beim Gasnetzbetreiber

Zusätzlich sollten reale Verbrauchswerte des Sektors GHD/Industrie über einen Fragebogen erhoben und soweit möglich im GIS verortet werden.

3.1.4 Straßenzugsweise Wärmebedarfsermittlung

Vom zuständigen Bezirkskaminkehrer kann eine Aufstellung über die Feuerstätten im Untersuchungsgebiet – vorzugsweise je Straßenzug - abgefragt werden. Die Aufstellung sollte folgende Kenngrößen pro Straßenzug enthalten:

- Straßename
- Anlagenanzahl je Brennstoff (optimaler Weise untergliedert nach Einzel- und Zentralfeuerstätte)
- Nennwärmeleistung je Brennstoff

Ferner sind die zur Ermittlung der Wärmebedarfe anzunehmenden Volllaststunden auf Basis vorhandener IST-Daten möglichst projektspezifisch zu ermitteln. Ist dies nicht möglich, so schlägt die ARGE vor, eine einheitliche Volllaststundenzahl von 1.200 h zu verwenden. Wenn eine Trennung nach Einzelfeuerstätten (EFS) und Zentralfeuerstätten (ZFS) vorgenommen werden kann, sind für die Zentralfeuerstätten jährliche Volllaststunden in Höhe von 1.500 h und für die Einzelfeuerstätten 150 h anzunehmen. Diese Durchschnittswerte sind gebäudespezifisch im GIS zu hinterlegen.

3.1.5 Gebäudebezogene Wärmebedarfsermittlung (LoD-Modell)

(vgl. Leitfaden ENP S. 20-26)

Erfolgt die Ermittlung des Wärmebedarfs gebäudebezogen (=bedarfsorientierte Methode, LoD-Modell), besteht die Notwendigkeit, die Geschoßanzahl des jeweiligen Gebäudes zu ermitteln (vgl. Leitfaden ENP S. 20 und S. 21). Wie die Geschoßanzahl zu ermitteln ist, geht allerdings nicht aus dem Leitfaden hervor.

Es bieten sich folgende drei Möglichkeiten an:

- Entnahme der Geschoßanzahl aus dem LoD-Modell (oft nicht verfügbar).
- Ermittlung durch eine Vor-Ort Begehung und manueller Eintragung in das GIS (nur möglich bei kleinen Gemeinden).
- Ermittlung über die Gebäudehöhe aus dem LoD-Modell sowie einer spezifischen Annahme über die Höhe eines Geschoßes (Annahme: 3,5 m pro Geschoß).³

Eine detaillierte Beschreibung der Berechnungsmethode ist im Leitfaden ENP (S. 20-26) enthalten.

³ Landesamt für Vermessung und Geoinformation 2013: 3D-Gebäudemodell LoD1

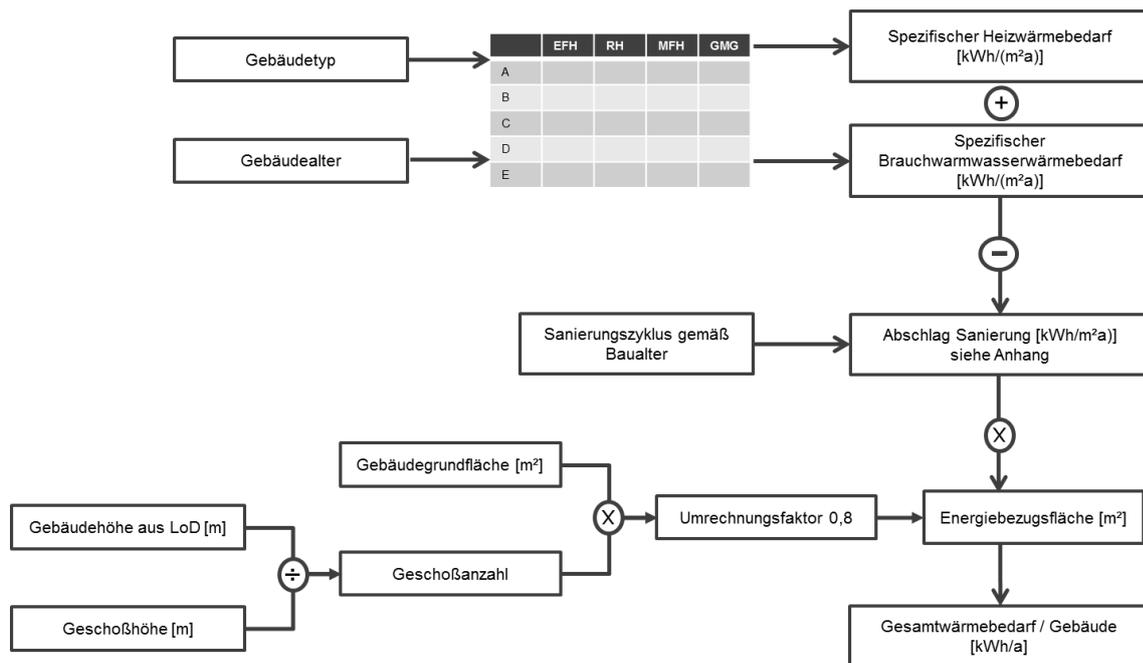


Abbildung 3: Flussdiagramm Berechnungsmethode LoD-Modell

3.1.6 Ermittlung zukünftiger Wärmebedarfe

Um einen aussagekräftigen Wärmekataster zu erhalten, ist es notwendig, auch die zukünftigen Wärmebedarfe der jeweiligen Kommune zu ermitteln. Sinnvoll erscheint es, den Wärmebedarf in 10 und 20 Jahren auszuweisen und in entsprechenden Karten darzustellen. Die Gebiete mit besonders hohem Sanierungs- bzw. thermischen Energieeinsparpotenzial sollten aus diesen Karten ersichtlich werden.

Zu diesem Zweck ist in jedem Fall (bei verbrauchs- und bedarfsorientierter Methode) die Kenntnis über die dominierende Baualtersklasse je Bearbeitungsraster bzw. falls bekannt, je Gebäude notwendig. Der zukünftige Wärmebedarf wird dann mittels eines Sanierungszyklus (i.d.R. 45 Jahre, Dokumentation notwendig) sowie spezifischer Abschläge berechnet.

Der Leitfaden ENP (S. 21) empfiehlt die Verwendung der Studie des IWU⁴, bei der ein typischer Sanierungsstandard hinterlegt ist. Abweichend hierzu hat sich die ARGE auf die Sanierung der Gebäude auf den jeweiligen EnEV-Standard (derzeit EnEV 2009) bzw. die exakte Dokumentation des angenommenen Sanierungsstandards geeinigt. Entsprechende Abschlagswerte zum Erreichen des EnEV Standards 2009 enthält die Tabula Studie des IWU⁵. Diese ist auszugsweise dem Anhang 3 zu entnehmen.

⁴ Born, R. / Diefenbach, N. / Loga, T. Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU): Energieeinsparungen durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie.

⁵ Tobias Loga, Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU): Deutsche Gebäudetypologie – Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden, IWU.

3.1.7 Datenquellen zur gebäudebezogenen Wärmebedarfsermittlung

(vgl. Leitfaden ENP S. 27-30)

Abweichend vom Leitfaden ENP (S. 27), der die Aufnahme und Überprüfung jedes einzelnen Gebäudes vorsieht, wird seitens der ARGE empfohlen, die mittels Bebauungspläne ermittelten Baualtersklassen und Gebäudetypen durch Vor-Ort-Begehungen/Fahrten zu plausibilisieren.

Sind keine Bebauungspläne vorhanden, ist eine Abstimmung mit den Vor-Ort Verantwortlichen und/oder eine Vor-Ort-Begehung allerdings zwingend notwendig.

3.1.8 Temperaturniveaus und Leistung (vgl. Leitfaden ENP S. 31-32)

Keine Anmerkungen

3.2 Strom (vgl. Leitfaden ENP S. 33)

Zur Stromabfrage bei dem zuständigen Verteilnetzbetreiber ist ein Template, analog dem in Abbildung 4 dargestellten, zu verwenden. Dieses ermöglicht die Zuordnung der Stromverbräuche zu den einzelnen Sektoren. Zu beachten ist, dass die Zeilen Speicherheizung/Wärmepumpe nicht dem elektrischen Endenergiebedarf zuzurechnen sind. Ferner sind aus dem Sektor GHD/Industrie die elektrischen Endenergieverbräuche der kommunalen Liegenschaften zu subtrahieren.

Netzabsatzdatenabfrage Energienutzungsplan

Jahr: _____

Kundengruppe / Lastprofil	abgerechnete Anlagen	Arbeit (kWh)
Stromabsatz		
Haushalt / H0		
registrierende Lastgangmessung		
Gewerbe / G0* (inkl. kommunale Liegenschaften)		
Landwirtschaft / L0*		
Straßenbeleuchtung / SBN		
Speicherheizung sep.Messung / HZ0		
Speicherheizung gem.Messung / HZ1		
Wärmepumpe, Direktheizung sep. Messung / HZ2		

Sektor:

Haushalt

GHD / Industrie
(- kommunale Liegenschaften)

Komm. Liegenschaften

(zu Wärmebedarf hinzuzurechnen)

Abbildung 4: Template zur Abfrage der elektrischen Energieverbräuche beim Netzbetreiber

3.3 Energieinfrastruktur (vgl. Leitfaden ENP S. 34-35)

Abweichend vom Leitfaden ENP empfiehlt die ARGE, systemrelevante Großkraftwerke zwar zu erwähnen, jedoch nicht in der kommunalen Energiebilanz darzustellen. Etwaiges Abwärmepotenzial sollte dokumentiert werden.

In Übereinstimmung mit dem Leitfaden ENP sind die folgenden IST-Erzeugungsanlagen georeferenziert aufzuführen:

- Windkraftanlagen
- PV-Anlagen
- Biomasseanlagen
- Wasserkraft (EEG und nicht EEG gefördert)
- BHKW-Anlagen

Eine Georeferenzierung der Solarthermieanlagen und Wärmepumpen ist in der Regel aufgrund der fehlenden Daten nicht möglich.

Zudem sind vorhandene Wärme- und Gasnetze kartografisch darzustellen.

3.4 Energiebilanzen

Abweichend vom Leitfaden ENP sollte sowohl eine Energiebilanz als auch eine CO₂-Bilanz Bestandteil eines ENP aus Sicht der ARGE sein. Diese sollten sinnvoll unterteilt werden, wie im Folgenden beschrieben.

3.4.1 Endenergiebilanz

Die Darstellung der Endenergiebilanz ist in tabellarischer und grafischer Form darzustellen.

Dazu sollte folgende Strukturierung verwendet werden:

- Endenergieverbrauch: Elektrischer, thermischer und mobiler Endenergieverbrauch sowie die Summe dieser.
- Verbrauchssektoren: private Haushalte (inklusive Kleingewerbe), Industrie/ GHD sowie kommunale Liegenschaften, Verkehr sowie deren Summe.

Bei der Ausweisung ist ferner folgendes zu beachten:

- Abweichend vom Leitfaden ENP (S. 6) soll der Sektor Verkehr berücksichtigt werden, da er einen wesentlichen Teil des Endenergiebedarfs darstellt. Dieser kann quantifiziert werden, indem der Fahrzeugbestand bei dem zuständigen Zulassungsamt mit der Art des Antriebs, abgefragt wird. Über die durchschnittlich gefahrenen Kilometer pro Jahr und Durchschnittsverbräuche wird der entsprechende Endenergiebedarf ermittelt.

- Der elektrische Endenergiebedarf der Landwirtschaft ist dem Sektor „Industrie / GHD“ zuzuordnen.
- Der elektrische Endenergiebedarf für Speicherheizungen sowie Wärmepumpen ist nicht in der elektrischen sondern in der thermischen Endenergiebilanz zu berücksichtigen, da die elektrische Energie zur Erzeugung thermischer Endenergie verwendet wird.
- Zur Erstellung der thermischen Endenergiebilanz sind die witterungsbereinigten Daten aus dem Wärmekataster zu verwenden.

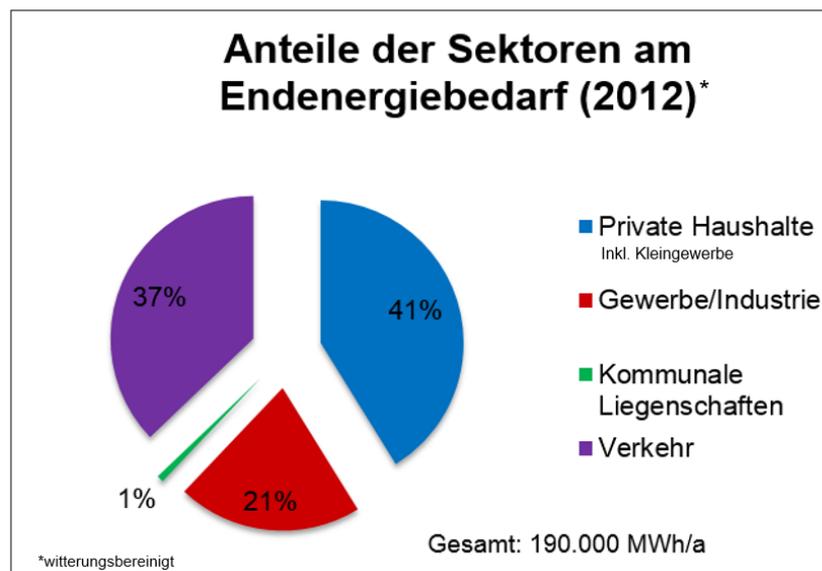


Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung der Endenergiebedarfe nach Sektoren

3.4.2 Primärenergiebilanz

Eine Primärenergiebilanz stellt transparent die Effizienz der Energieerzeugung sowie den Anteil der erneuerbaren Energien in der jeweiligen Kommune dar. Im Leitfaden ENP (S. 52) wird für die Primärenergiefaktoren die Datengrundlage der DIN V 4701-10 empfohlen. Aufgrund der aktuelleren Daten in der DIN V 18599-1 soll diese seitens der ARGE verwendet werden. Unerlässlich ist eine entsprechende Dokumentation der verwendeten Primärenergiefaktoren.

3.4.3 CO₂-Bilanz

Auf die Erstellung einer CO₂-Bilanz wird im Leitfaden ENP nicht eingegangen, jedoch ist diese für den Vergleich unterschiedlicher Kommunen eine wichtige Kenngröße. Daher wird die CO₂-Bilanz als wesentlicher Bestandteil eines jeden ENP gesehen. Wichtig ist die Darstellung der CO₂-Äquivalente (bei Strom sollte der bundesdeutsche Strommix zugrunde gelegt werden) und nicht der CO₂-Emissionsfaktoren, da bei letzterem die Emissionen von anderen Gasen, z.B. Methan, nicht berücksichtigt werden.

Eine umfangreiche Datenbasis von CO₂-Äquivalenten findet sich in Gemis.⁶ Gemis bietet eine Vielzahl von Faktoren für jeden Energieträger/Prozess. Dadurch können Unterschiede bei den verwendeten Faktoren entstehen. Da das wesentliche Ziel von CO₂-Bilanzen die Vergleichbarkeit von Kommunen ist, ist im Anhang 2 eine Auswahl von CO₂-Äquivalenten für die praktische Anwendung aufgeführt.

Die Ergebnisse der Endenergie- und CO₂-Bilanz sind sektorenbezogen und einwohnerspezifisch zu ermitteln und mit Werten von Kommunen ähnlicher Größenordnung bzw. dem bundesdeutschen Durchschnittswert zu vergleichen. Es ist hierbei zu beachten, dass die Bilanzen der Kommunen, die miteinander verglichen werden, in derselben Methode und mit derselben Systematik erstellt wurden. Die Einordnung im Benchmark mit anderen Kommunen hilft bei der Bewertung der IST-Bilanz und der Abschätzung des bestehenden Handlungsbedarfs.

3.5 Energieeinsparung (verbraucherseitig) - Grundlagen

3.5.1 Bauliche Maßnahmen (vgl. Leitfaden ENP S. 61-62)

Wie bereits im Kapitel 3.1.6 beschrieben ist das Sanierungspotenzial in Abhängigkeit der Baualtersklasse pro Gebiet quantifiziert und georeferenziert auszuweisen.

3.5.2 Nutzerverhalten (vgl. Leitfaden ENP S. 63)

Keine Anmerkungen

3.6 Energiepotenziale (vgl. Leitfaden ENP S. 36)

Im Leitfaden ENP wird nicht explizit zwischen unterschiedlichen Potenzialarten (theoretisches/technisches/wirtschaftliches) unterschieden. Daher wird auch in den erstellten ENPs häufig das dargestellte Potenzial nicht näher definiert, so dass die Vergleichbarkeit ausgewiesener Potenziale verschiedener ENPs stark eingeschränkt ist. Aus diesem Grund sollen im ENP die ausgewiesenen Potenziale explizit definiert werden. Eine ausführliche Begriffsbestimmung findet sich in Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte (Kaltschmitt, S. 25-29)⁷.

Die folgende Übersicht zeigt, welche Potenzialarten bei welchen Energieträgern als Mindeststandard auszuweisen sind und ob die Potenziale kartografisch darzustellen sind. Über den Mindeststandard hinaus können zusätzlich weitere Potenzialarten ausgewiesen werden.

⁶ GEMIS - Globales Emissions-Modell integrierter Systeme, Internationale Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS).

⁷ Kaltschmitt, 2013: Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Tabelle 1: Übersicht der Potenzialarten und Darstellung

	Potenzialart	Kartografische Darstellung
Solarthermie / PV	Technisches Potenzial	Nein
PV-Freiflächen Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial (nach geltendem EEG)	Ja
Biogas	Technisches Potenzial	Nein
Abwärme	Technisches Potenzial, falls möglich	Ja
Oberflächennahe Geothermie	Quantifizierung nur für Neubaugebiete, hier des technischen Potenzials	Ja
Tiefengeothermie	Quantifizierung nicht möglich, damit keine Ausweisung eines Potenzials	Ja
Windkraft	Technisches Potenzial	Ja
Wasserkraft	Technisches Potenzial	Ja
Wärmenetz	Wirtschaftliches Potenzial	Ja

Die Differenz aus Gesamtpotenzial und Bestand an erneuerbaren Energien bildet das Ausbaupotenzial, das zum Ausschöpfen der erneuerbaren Energiequellen im Betrachtungsgebiet noch zur Verfügung steht. Daher sollte lediglich das Potenzial ausgewiesen werden, welches noch nicht genutzt wird. Eine separate grafische Darstellung des einerseits bereits genutzten und andererseits des noch nutzbaren Potenzials pro Energieträger ist wünschenswert.

3.6.1 Solarenergie (vgl. Leitfaden ENP S. 36-39)

In der Praxis wird bei der Erstellung ausschließlich die Methode geringer Genauigkeit aus dem Leitfaden ENP (S. 36 und 37) verwendet. Grund hierfür ist, dass in der Regel die einzelnen Dachflächen und deren Ausrichtungen nicht bekannt sind. Daher soll im Weiteren auch nicht auf die Methode mit hoher Genauigkeit eingegangen werden.

Abweichend vom Leitfaden Energienutzungsplan (S. 36) reicht der ARGE zur Aufteilung der Dachflächen für Solarthermie und Photovoltaik das Szenario II (Brauchwasser und Heizungsunterstützung) des Leitfaden ENP aus.

Für die Deckung des Brauchwasserbedarfs sowie des Bedarfs zur Heizungsunterstützung sind ausschließlich die Dachflächen der Hauptgebäude zu verwenden. Ist dieser Bedarf gedeckt, können alle weiteren Dachflächen der Hauptgebäude für PV Anlagen verwendet werden. Die Dachflächen der Nebengebäude sind ausschließlich dem Photovoltaikpotenzial hinzuzurechnen.

Auch wenn in der Praxis bei der Erstellung teilweise zusätzliche Abschläge für die Ausrichtung, Dachaufbauten und Verschattung verwendet wurden, soll hier drauf hingewiesen werden, dass dies schon in der im Leitfaden ENP aufgeführten typisch nutzbaren Solareinstrahlung berücksichtigt ist.

Unter Berücksichtigung des geltenden EEG-Gesetzes ist das wirtschaftliche Potenzial von PV-Freiflächen auszuweisen; ebenfalls ist dieses entsprechend kartografisch darzustellen.

Optional kann ein zusätzliches Potenzial durch die Berücksichtigung großer Parkplätze und Industrie- und Gewerbeflächen zur Eigenstromnutzung ausgewiesen werden.

3.6.2 Biomasse (vgl. Leitfaden ENP S. 40-41)

Das technische Potenzial von Biomasse ist wie im Leitfaden ENP (S. 40 und 41) zu berechnen.

Eine kartografische Darstellung ist im Allgemeinen nicht möglich, da hierfür die Festlegung eines Standorts der Biogasanlage Voraussetzung wäre. Sollte jedoch bereits ein Standort seitens der Kommune definiert worden sein, sollte dieser dargestellt werden.

3.6.3 Oberflächennahe Geothermie (vgl. Leitfaden ENP S. 42)

Die Bestimmung des technischen Potenzials ist nur für Neubaugebiete sinnvoll, da eine Nachrüstung im bestehenden Gebäudebestand nicht realitätsnah quantifiziert werden kann.

Eine kartografische Darstellung der für oberflächennahe Geothermie geeigneten Flächen sollte für das gesamte Gemeindegebiet erfolgen.

3.6.4 Tiefengeothermie (vgl. Leitfaden ENP S. 43)

Ein Tiefengeothermiepotenzial kann nicht quantifiziert werden. Ein etwaiges Potenzial auf Grundlage günstiger Temperaturen sollte auf Basis des Energieatlas Bayern kartografisch dargestellt werden.

3.6.5 Abwärme (vgl. Leitfaden ENP S. 44)

Grundsätzlich soll die Analyse des Abwärmepotenzials Bestandteil eines jeden ENP sein. Die erforderliche Datengrundlage ist durch eine Umfrage sowie durch persönliche Gespräche zu ermitteln. Etwaige Abwärmepotenziale sind georeferenziert darzustellen, ebenfalls ist zu dokumentieren, sofern kein Abwärmepotenzial vorhanden ist.

3.6.6 Abwasser (vgl. Leitfaden ENP S. 44)

Der Leitfaden ENP empfiehlt, das Abwasserpotenzial einer Kommune stets zu untersuchen. Die Praxis zeigt aber, dass ein Potenzial lediglich in ausgewählten Kommunen vorhanden ist. Daher ist aus Sicht der ARGE die Untersuchung des Abwasserpotenzials nicht zwingend erforderlich.

3.6.7 Wind (vgl. Leitfaden ENP S. 45)

Für das Windkraftpotenzial ist das technische Potenzial auf Basis der Daten des Deutschen Wetterdienstes, einer typischen Windkraftanlage (z.B. Nordex 117) und einer Weibull-Verteilung auszuweisen.

Entsprechende Potenzialflächen sind georeferenziert darzustellen. Hierbei ist zu beachten, dass auch Ausschlusskriterien – die teilweise über die des jeweiligen regionalen Planungsverbandes definierten hinausgehen, bspw. 20 kV Stromnetze – berücksichtigt werden.

3.6.8 Wasser (vgl. Leitfaden ENP S. 45)

Für den Ausbau der Wasserkraft ist das technische Potenzial zu ermitteln. Ein allgemeines Ausschließen des Potenzials ist nicht ausreichend.

4 Konzeptentwicklung

4.1 Schnelleinstieg – Übersicht

Keine Anmerkungen

4.2 Vorgehensweise

4.2.1 Schritt 1: Wärmenetze oder Einzellösungen? (vgl. Leitfaden ENP S. 48-50)

Zur Identifikation möglicher Gebiete für Wärmenetze wird im Leitfaden ENP (S.48) die Ermittlung der Kenngröße „Wärmedichte“ (:= Wärmebedarf /ha*a) vorgeschlagen. Nachteil dieser Kenngröße ist, dass die Geometrie von Grundstücken hierbei unberücksichtigt bleibt, da die Kenngröße lediglich den Bezug zur Fläche darstellt. Eine genauere Kenngröße stellt die „Wärmebelegungsdichte“ (:=Wärmebedarf /m*a) dar. Die Ermittlung dieser Kenngröße erfordert die Verlegung eines fiktiven Netzes.

Aus Sicht der ARGE ist der Wärmekataster, wenn nicht flächendeckend, dann zwingend in Gebieten mit hoher Wärmebedarfsdichte, beispielsweise dem Stadtzentrum, auf Basis der Wärmebelegungsdichte zu erstellen. Ausgenommen davon sind abgrenzbare Außenbereiche (Einöden, Weiler).

4.2.2 Schritt 2: Handlungsbedarf und Handlungsoptionen

(vgl. Leitfaden ENP S. 50-52)

Für die Gebiete mit potenziellen Wärmenetzen sind verschiedene zentrale Erzeugungsvarianten darzustellen und wirtschaftlich zu bewerten (vgl. Kapitel 4.5). Der etwaige Trassenverlauf ist im Detail kartografisch darzustellen.

Auf Basis der bis dato erhaltenen Ergebnisse sollen nun die für die Umsetzung des Energienutzungsplans wichtigen Fragestellungen gemeinsam mit den relevanten Akteuren vor Ort diskutiert und für dabei auftretende Problemstellungen Lösungsansätze aufgezeigt werden.

4.2.3 Schritt 3: Entwerfen von Energiekonzepten (vgl. Leitfaden ENP S. 52-57)

Im dritten Schritt ist ein Gesamtkonzept für die zukünftige Energieversorgung zu erstellen. Dazu sind die Informationen aus der IST- und Potenzialanalyse zu konsolidieren wie im Leitfaden Energienutzungsplan (S. 52 - 56) beschrieben.

4.2.4 Schritt 4: Energienutzungsplan (vgl. Leitfaden ENP S. 57-60)

Wie im Leitfaden ENP (S. 57) beschrieben, umfasst der Energienutzungsplan folgende Bestandteile:

1. Erläuternder Text
2. Bestandskarten:
 - Wärmebedarfs/ -belegungs dichtekarte
 - Karten zum zukünftigen Wärmebedarf
 - Karten zur Infrastruktur
 - Karten zu vorhandenen Energiepotenzialen
3. Ergebniskarte:
 - Wärmeversorgungskonzept
 - Hinweise für geeignete Flächen zur regenerativen Stromerzeugung
4. Daten:
 - Den Karten hinterlegtes Material
 - Zusätzliche Daten auf Gemeindeebene (nicht rasterbezogen): Strombedarf, Solarpotenzial und Biomassepotenzial

Wichtig ist der ARGE, dass der Kommune georeferenzierte Datensätze übergeben werden, selbst dann, wenn die Kommune nicht unmittelbar hierfür Verwendung hat. So ist sichergestellt, dass zu einem späteren Zeitpunkt ggf. andere Ingenieurbüros auf entsprechend strukturiertes Datenmaterial zurückgreifen können.

4.3 Effiziente Energieversorgung - Grundlagen

(vgl. Leitfaden ENP S. 64-66)

Keine Anmerkungen

4.4 Energieversorgungsanlagen - Grundlagen

(vgl. Leitfaden ENP S. 67-73)

Keine Anmerkungen

4.5 Maßnahmen aus dem Energienutzungsplan

Ergänzend zum ursprünglichen Ziel des ENP, insbesondere als Planungsinstrument für die Kommunen zu fungieren, hat die Ausweisung konkreter Maßnahmen aus Sicht der ARGE einen hohen Zusatznutzen.

Als Umfang sind 5-10 konkrete Maßnahmen („priorisierte Maßnahmen“), die in einem Zeitraum von ca. zehn Jahren umgesetzt werden können, für die Kommune ausreichend. Zusätzlich sind, über den Zeitraum hinaus, langfristige Maßnahmen aufzuzeigen. Für die Wirtschaftlichkeitsrechnungen sind dynamische Verfahren anzuwenden. Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wärmenetzen sind die Wärmegestehungskosten verschiedener Erzeugervarianten anzugeben. Weitere sinnvolle Kenngrößen stellen insbesondere der Kapitalwert, die interne Verzinsung sowie die dynamische Amortisationszeit dar. Sensitivitäten (z.B.

Variation des Energieertrags, der Kapitalkosten, etc.) sollten pro Wirtschaftlichkeitsrechnung dargestellt werden.

Für die „priorisierten Maßnahmen“ sollte neben der Wirtschaftlichkeitsrechnung, ein Zeitplan sowie das Aufzeigen der nächsten seitens der Kommune vorzunehmenden Schritte enthalten sein. Ferner ist das CO₂-Einsparpotenzial durch Umsetzung der jeweiligen Maßnahme aufzuzeigen.

Der genaue Umfang der Beschreibung einer Einzelmaßnahme ist abhängig von ihrer Art, enthält aber üblicherweise folgende Informationen:

- Genaue Beschreibung der Maßnahme.
- Bei Erzeugungsanlagen:
Technische Ausführung, gelieferte Energiemenge, Erzeugungslastgang, belieferte Kunden, Verbrauch an Einsatzstoffen, Standort.
- Bei Wärmenetzen:
Räumliche Lage, Rohrdurchmesser, Lage und Leistung der Hausanschlüsse.
- Bei Energieeffizienzmaßnahmen:
Genaue Beschreibung der Einzelmaßnahmen, Bewertung des Einspareffekts.
- Anwendbare Förderprogramme und Fördergeber, erreichbare Förderquoten.
- Dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung, Betrachtung von Investitionen, Betriebskosten, Erlösen, Gesamtkapitalrendite, Berücksichtigung der Förderung.
- Ökologische Bewertung: Einsparung an Primärenergie, durch regenerativ ersetzte Mengen an fossilen Brennstoffen, Minderung der CO₂-Emissionen.

Um eine höhere Verbindlichkeit zur Umsetzung von Maßnahmen zu schaffen, sollen mit der Kommune quantitative Ziele vereinbart werden.

So soll der ENP zwar einerseits als langfristiges Planungsinstrument fungieren, andererseits aber durch das Aufzeigen konkreter Maßnahmen eine hohe Umsetzungsorientierung aufweisen.

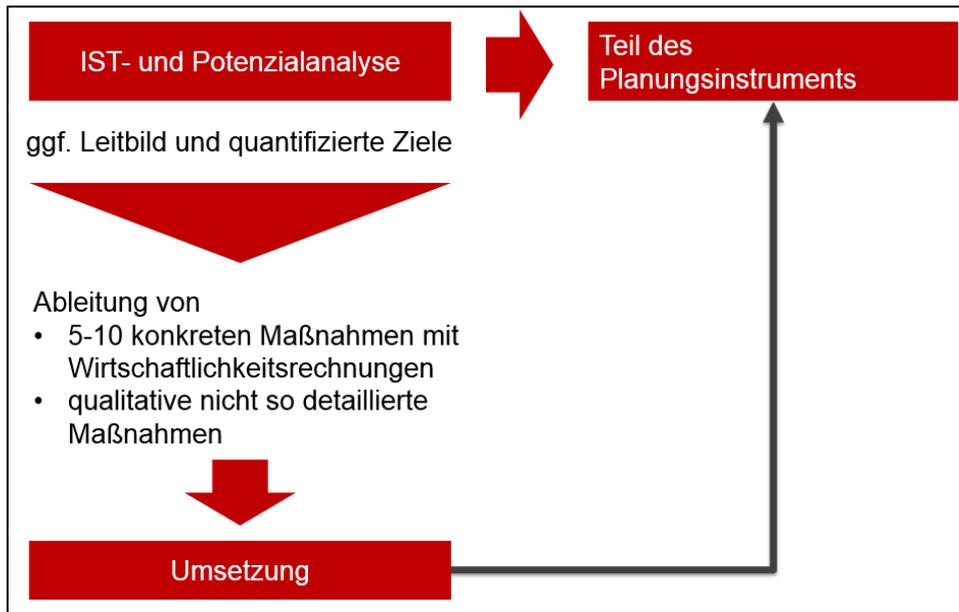


Abbildung 6: Grobskizze zur Zielesetzung

5 Umsetzung (vgl. Leitfaden ENP S. 74-80)

Die Umsetzung ist nach dem aktuellen Stand nicht im ENP förderungsfähig und kann somit nur auf Wunsch der Kommune optional erfolgen oder muss durch ein gesondertes Förderprogramm unterstützt werden.

Ziel ist es daher, schon bei der Vorstellung der Ergebnisse des ENP auf weiterführende Maßnahmen hinzuweisen.

6 Akteursbeteiligung (vgl. Leitfaden ENP S. 81-89)

Wie in Kapitel 4.2.2 beschrieben, sind die relevanten Akteure in die Konzepterarbeitung einzubeziehen.

Anhang 1

Template zur Datenabfrage für die Kaminkehrerdaten

Zu ergänzen

Anhang 2

Zu ergänzen

Anhang 3

Auszug aus der Tabula Studie Seite 81 und 82

Ist-Zustand	Gebäudetyp		Baualters-klasse	TABULA Energie-bezugs-fläche	beheizte Wohn-fläche	Heiz-wärme-bedarf	Endenergiebedarf (Heizung + Warmwasser) bezogen auf oberen Heizwert					Primärenergie-bedarf (Heizung + WW)		CO2-Emissionen (Heizung + WW)	Energie-kosten (Heizung + WW)	
	Code	TABULA Code					fossile Brennstoffe	Biomasse	Strom	Fern-wärme	nicht-erneuer-bar	gesamt	kg/(m²a)			€/ (m²a)
	Bezugsfläche: beheizte Wohnfläche															
EFH	EFH_A	DE.N.SFH.01.Gen	... 1859	218,9	199,0	183,0	267,8	0,0	4,0	0,0	306,5	304,9	69,7	16,9		
	EFH_B	DE.N.SFH.02.Gen	1860 ... 1918	141,8	128,9	180,5	265,5	0,0	4,1	0,0	304,3	302,7	69,2	16,7		
	EFH_C	DE.N.SFH.03.Gen	1919 ... 1948	302,5	275,0	164,8	249,2	0,0	4,6	0,0	287,8	286,0	65,4	15,9		
	EFH_D	DE.N.SFH.04.Gen	1949 ... 1957	111,1	101,0	181,3	266,3	0,0	4,0	0,0	305,1	303,4	69,3	16,8		
	EFH_E	DE.N.SFH.05.Gen	1958 ... 1968	266,2	242,0	146,5	228,7	0,0	5,0	0,0	266,5	264,5	60,6	14,7		
	EFH_F	DE.N.SFH.06.Gen	1969 ... 1978	173,3	157,5	155,6	239,0	0,0	4,8	0,0	277,3	275,3	63,0	15,3		
	EFH_G	DE.N.SFH.07.Gen	1979 ... 1983	215,6	196,0	118,4	198,1	0,0	5,7	0,0	234,9	232,7	53,4	13,0		
	EFH_H	DE.N.SFH.08.Gen	1984 ... 1994	150,2	136,6	132,7	213,9	0,0	5,3	0,0	251,9	249,2	57,1	13,9		
	EFH_I	DE.N.SFH.09.Gen	1995 ... 2001	121,9	110,8	110,1	188,9	0,0	5,8	0,0	225,3	223,0	51,2	12,5		
	EFH_J	DE.N.SFH.10.Gen	2002 ... 2009	146,5	133,2	88,8	164,8	0,0	6,3	0,0	200,0	197,5	45,4	11,1		
RH	RH_B	DE.N.TH.02.Gen	1860 ... 1918	96,0	87,2	153,7	237,0	0,0	4,8	0,0	275,1	273,2	62,5	15,2		
	RH_C	DE.N.TH.03.Gen	1919 ... 1948	112,8	102,5	137,1	218,7	0,0	5,2	0,0	256,2	254,1	58,2	14,2		
	RH_D	DE.N.TH.04.Gen	1949 ... 1957	149,6	136,0	156,6	240,3	0,0	4,8	0,0	278,6	276,7	63,3	15,4		
	RH_E	DE.N.TH.05.Gen	1958 ... 1968	117,4	106,7	106,3	184,5	0,0	5,9	0,0	220,7	218,3	50,1	12,3		
	RH_F	DE.N.TH.06.Gen	1969 ... 1978	106,3	96,6	127,9	208,7	0,0	5,5	0,0	246,0	243,8	55,9	13,6		
	RH_G	DE.N.TH.07.Gen	1979 ... 1983	108,3	98,4	127,5	208,3	0,0	5,5	0,0	245,6	243,4	55,8	13,6		
	RH_H	DE.N.TH.08.Gen	1984 ... 1994	127,6	116,0	98,8	176,0	0,0	6,1	0,0	211,8	209,3	48,1	11,8		
	RH_I	DE.N.TH.09.Gen	1995 ... 2001	148,8	135,3	78,1	152,5	0,0	6,5	0,0	187,2	184,6	42,5	10,4		
	RH_J	DE.N.TH.10.Gen	2002 ... 2009	151,9	138,1	86,8	162,5	0,0	6,3	0,0	197,7	195,2	44,9	11,0		
	MFH_A	DE.N.MFH.01.Gen	... 1859	677,5	615,9	190,1	268,4	0,0	1,5	0,0	299,8	299,2	68,1	16,4		
MFH	MFH_B	DE.N.MFH.02.Gen	1860 ... 1918	312,4	284,0	143,8	221,5	0,0	1,9	0,0	249,5	248,7	56,7	13,7		
	MFH_C	DE.N.MFH.03.Gen	1919 ... 1948	385,0	350,0	168,1	246,8	0,0	1,7	0,0	276,7	276,0	62,9	15,2		
	MFH_D	DE.N.MFH.04.Gen	1949 ... 1957	632,3	574,8	156,2	234,1	0,0	1,8	0,0	263,0	262,3	59,8	14,4		
	MFH_E	DE.N.MFH.05.Gen	1958 ... 1968	3129,1	2844,6	129,7	207,0	0,0	2,1	0,0	233,9	233,1	53,2	12,8		
	MFH_F	DE.N.MFH.06.Gen	1969 ... 1978	468,6	426,0	134,0	211,5	0,0	2,0	0,0	238,7	237,9	54,2	13,1		
	MFH_G	DE.N.MFH.07.Gen	1979 ... 1983	654,0	594,5	118,3	194,9	0,0	2,1	0,0	220,8	219,9	50,2	12,1		
	MFH_H	DE.N.MFH.08.Gen	1984 ... 1994	778,1	707,4	122,9	200,1	0,0	2,1	0,0	226,4	225,6	51,4	12,4		
	MFH_I	DE.N.MFH.09.Gen	1995 ... 2001	834,9	759,0	92,8	167,7	0,0	2,3	0,0	191,5	190,5	43,5	10,5		
	MFH_J	DE.N.MFH.10.Gen	2002 ... 2009	2190,1	1991,0	79,9	153,7	0,0	2,4	0,0	176,2	175,3	40,1	9,7		
	GMH_B	DE.N.AB.02.Gen	1860 ... 1918	829,4	754,0	127,4	204,6	0,0	2,1	0,0	231,3	230,4	52,6	12,7		
GMH / HH	GMH_C	DE.N.AB.03.Gen	1919 ... 1948	1484,0	1349,1	144,4	222,1	0,0	1,9	0,0	250,1	249,3	56,8	13,7		
	GMH_D	DE.N.AB.04.Gen	1949 ... 1957	1602,7	1457,0	142,7	220,5	0,0	1,9	0,0	248,3	247,6	56,4	13,6		
	GMH_E	DE.N.AB.05.Gen	1958 ... 1968	3887,4	3534,0	131,5	208,9	0,0	2,0	0,0	235,9	235,1	53,6	12,9		
	GMH_F	DE.N.AB.06.Gen	1969 ... 1978	3322,0	3020,0	117,9	194,5	0,0	2,1	0,0	220,4	219,6	50,1	12,1		
	HH_E	DE.N.AB.05.HR	1958 ... 1968	11448,8	10408,0	114,1	190,5	0,0	2,2	0,0	216,1	215,2	49,1	11,9		
	HH_F	DE.N.AB.06.HR	1969 ... 1978	19813,2	18012,0	113,9	190,2	0,0	2,2	0,0	215,7	214,8	49,0	11,8		
	EFH_F/F	DE.N.SFH.06.LichtFrame	1969 ... 1978	184,8	168,0	121,0	201,1	0,0	5,6	0,0	238,0	235,8	54,1	13,2		
	NBL_MFH_D	DE.East.MFH.04.Gen	1949 ... 1957	1928,3	1753,0	134,6	212,1	0,0	2,0	0,0	239,4	236,6	54,4	13,1		
	NBL_MFH_E	DE.East.MFH.05.Gen	1958 ... 1968	2742,3	2493,0	113,1	194,8	0,0	2,1	0,0	220,7	219,9	50,2	12,1		
	NBL_MFH_F	DE.East.MFH.06.Gen	1969 ... 1978	3107,5	2825,0	103,4	170,0	0,0	2,2	0,0	203,6	202,7	46,3	11,2		
Sub-Typen	NBL_GMH_G	DE.East.AB.07.Gen	1979 ... 1983	3107,5	2825,0	95,8	170,8	0,0	2,3	0,0	194,7	193,8	44,3	10,7		
	NBL_GMH_H	DE.East.AB.08.Gen	1984 ... 1994	3107,5	2825,0	90,6	165,3	0,0	2,3	0,0	188,8	187,9	42,9	10,4		
	NBL_HH_F	DE.East.AB.06.HR	1969 ... 1978	5275,6	4796,0	102,4	177,8	0,0	2,3	0,0	202,4	201,5	46,0	11,1		
	NBL_HH_G	DE.East.AB.07.HR	1979 ... 1983	7997,0	7270,0	103,5	179,3	0,0	2,2	0,0	203,9	203,0	46,3	11,2		

Modernerisierungspaket 1: "Konventionell"	Gebäudetyp		Baualters-klasse	TABULA Energie-bezugs-fläche	beheizte Wohn-fläche	Heiz-wärme-bedarf	Endenergiebedarf (Heizung + Warmwasser) bezogen auf oberen Heizwert					Primärenergie-bedarf (Heizung + WW)		CO2-Emissionen (Heizung + WW)	Energie-kosten (Heizung + WW)	
	Code	TABULA Code					fossile Brennstoffe	Biomasse	Strom	Fern-wärme	nicht-erneuer-bar	gesamt	kg/(m²a)			€/ (m²a)
	Bezugsfläche: beheizte Wohnfläche															
EFH	EFH_A	DE.N.SFH.01.Gen	... 1859	218,9	199,0	101,1	139,5	0,0	6,7	0,0	173,4	170,8	39,4	9,7		
	EFH_B	DE.N.SFH.02.Gen	1860 ... 1918	141,8	128,9	104,2	142,7	0,0	6,6	0,0	176,8	174,2	40,2	9,9		
	EFH_C	DE.N.SFH.03.Gen	1919 ... 1948	302,5	275,0	91,0	129,3	0,0	6,8	0,0	162,6	159,9	36,9	9,1		
	EFH_D	DE.N.SFH.04.Gen	1949 ... 1957	111,1	101,0	121,3	159,8	0,0	6,3	0,0	194,9	192,3	44,3	10,9		
	EFH_E	DE.N.SFH.05.Gen	1958 ... 1968	266,2	242,0	92,7	131,0	0,0	6,8	0,0	164,4	161,7	37,4	9,2		
	EFH_F	DE.N.SFH.06.Gen	1969 ... 1978	173,3	157,5	98,3	136,7	0,0	6,7	0,0	170,4	167,8	35,7	8,9		
	EFH_G	DE.N.SFH.07.Gen	1979 ... 1983	215,6	196,0	76,7	114,7	0,0	7,0	0,0	147,2	144,4	33,4	8,3		
	EFH_H	DE.N.SFH.08.Gen	1984 ... 1994	150,2	136,6	102,6	141,1	0,0	6,6	0,0	175,1	172,5	39,8	9,8		
	EFH_I	DE.N.SFH.09.Gen	1995 ... 2001	121,9	110,8	114,4	153,0	0,0	6,5	0,0	187,7	185,1	42,6	10,5		
	EFH_J	DE.N.SFH.10.Gen	2002 ... 2009	146,5	133,2	104,8	143,3	0,0	6,6	0,0	177,4	174,8	40,3	9,9		
RH	RH_B	DE.N.TH.02.Gen	1860 ... 1918	96,0	87,2	101,0	139,4	0,0	6,7	0,0	173,3	170,7	39,4	9,7		
	RH_C	DE.N.TH.03.Gen	1919 ... 1948	112,8	102,5	71,4	109,3	0,0	7,1	0,0	141,4	138,6	32,1	8,0		
	RH_D	DE.N.TH.04.Gen	1949 ... 1957	149,6	136,0	88,7	127,0	0,0	6,8	0,0	160,2	157,5	36,4	9,0		
	RH_E	DE.N.TH.05.Gen	1958 ... 1968	117,4	106,7	59,6	97,1	0,0	7,2	0,0	128,4	125,5	29,2	7,3		
	RH_F	DE.N.TH.06.Gen	1969 ... 1978	106,3	96,6	76,0	114,0	0,0	7,0	0,0	146,4	143,6	33,3	8,2		
	RH_G	DE.N.TH.07.Gen	1979 ... 1983	108,3	98,4	94,1	132,4	0,0	6,8	0,0	166,0	163,2	37,7	9,3		
	RH_H	DE.N.TH.08.Gen	1984 ... 1994	127,6	116,0	72,6	110,5	0,0	7,1	0,0	142,7	139,9	32,4	8,0		
	RH_I	DE.N.TH.09.Gen	1995 ... 2001	148,8	135,3	74,0	111,9	0,0	7,0	0,0	144,2	141,4	32,8	8,1		
	RH_J	DE.N.TH.10.Gen	2002 ... 2009	151,9	138,1	97,1	135,5	0,0	6,7	0,0	169,2	166,5	38,4	9,5		
	MFH_A	DE.N.MFH.01.Gen	... 1859	677,5	615,9	107,6	144,3	0,0	2,7	0,0	166,8	165,7	37,9	9,2		
MFH	MFH_B	DE.N.MFH.02.Gen	1860 ... 1918	312,4	284,0	86,5	123,3	0,0	2,8	0,0	143,9	142,8	32,7	8,0		
	MFH_C	DE.N.MFH.03.Gen	1919 ... 1948	385,0	350,0	89,2	126,0	0,0	2,8	0,0	146,9	145,8	33,4	8,1		
	MFH_D	DE.N.MFH.04.Gen	1949 ... 1957	632,3	574,8	84,8	121,6	0,0	2,8	0,0	142,1	141,0	32,3	7,9		
	MFH_E	DE.N.MFH.05.Gen	1958 ... 1968	3129,1	2844,6	70,2	106,9	0,0	2,9	0,0	126,2	125,1	28,7	7,0		
	MFH_F	DE.N.MFH.06.Gen	1969 ... 1978	468,6	426,0	78,4	115,2	0,0	2,8	0,0	135,1	134,0	30,7	7,5		
	MFH_G	DE.N.MFH.07.Gen	1979 ... 1983	654,0	594,5	71,7	108,5	0,0	2,9	0,0	127,9	126,7	29,1	7,1		
	MFH_H	DE.N.MFH.08.Gen	1984 ... 1994	778,1	707,4	77,0	113,8	0,0	2,8	0,0	133,6	132,5	30,4	7,4		
	MFH_I	DE.N.MFH.09.Gen	1995 ... 2001	834,9	759,0	85,0	121,8	0,0	2,8	0,0	142,4	141,2	32,3	7,9		
	MFH_J	DE.N.MFH.10.Gen	2002 ... 2009	2190,1	1991,0	79,4										

Anhang 4

Zu ergänzen

Literaturverzeichnis

Hausladen, Gerhard. Wagner, Tobias. Schmid, Thomas. Bonnet, Celine. Hamacher, Thomas. Tzscheuschler, Peter. Technische Universität München 2011: Leitfaden Energienutzungsplan, StMUG, StMWIVT, OBB, Wallenfels 2011.

Merkblatt zum Förderschwerpunkt Energieeinsparkonzepte und Energienutzungspläne, StMWIVT, 1. August 2012

Online: http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/Merkblatt_Energieeinsparkonzepte_und_Energienutzungsplaene.pdf (14. Mai 2014).

Klimadaten auf Basis vom Deutscher Wetterdienst, Institut Wohnen und Umwelt (IWU)

Online:

http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/Gradtagszahlen_Deutschland.xls (14. Mai 2014).

Landesamt für Vermessung und Geoinformation 2013: 3D-Gebäudemodell LoD1,

Online: http://www.vermessung.bayern.de/file/pdf/4211/Faltblatt_LoD1.pdf, (14. Mai 2014).

Born, R. / Diefenbach, N. / Loga, T. Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU): Energieeinsparungen durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie

Online:

http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/klima_altbau/GebTyp_Impulsprogramm_Hessen_22_01_2003.pdf (14. Mai 2014).

Tobias Loga, Deutsche Gebäudetypologie – Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden, IWU

Online: http://www.building-typology.eu/downloads/public/docs/brochure/DE_TABULA_TypologieBrochure_IWU.pdf (14. Mai 2014).

GEMIS - Globales Emissions-Modell integrierter Systeme, Internationale Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS)

Online: <http://www.iinas.org/gemis-de.html> (14. Mai 2014).

Kaltschmitt, Martin; Wiese, Andreas; Streicher, Wolfgang 2013: Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 25. Oktober 2008, Stand: 20. Dezember 2012

Online: http://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2009/__32.html (14. Mai 2014).

o.V. Förderung der CO₂-Vermeidung durch Biomasseheizanlagen, Förderdatenbank

Online: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder->

[DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=4aa561e46ff16fb87d819d09c769842;print;index&doc=10702&typ=FL](http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=4aa561e46ff16fb87d819d09c769842;print;index&doc=10702&typ=FL) (14. Mai 2014).