

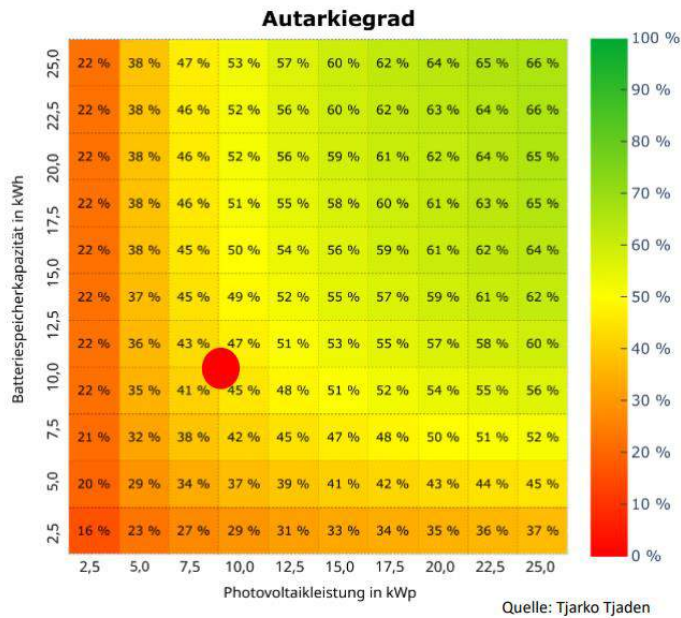


Kommunale Wärmeplanung für Langeoog, September 2024

Anhang zur Präsentation

Autarkiegrad

Der Autarkiegrad beziffert, welchen Anteil an der Strom- und Wärmeversorgung eines Haushalts selbst erzeugter Solarstrom ausmacht; und zwar durch die direktverbrauchte Energie oder die Entladung der Batterie und den Einsatz der Wärmepumpe. Der Autarkiegrad ist abhängig von Strombedarf, PV-Größe und Speicher. Beispiel: Wer einen jährlichen Strombedarf für Haushalt und E-Fahrzeug von 5000 kWh hat und weitere 5000 kWh für die Wärmepumpe benötigt, der erreicht mit 10 kWpeak auf dem Dach und einem 10 kWh-Speicher im Keller etwa 44 % Selbstversorgung. Quelle: Dr. rer. pol. Dipl. Ing. Jens Clausen, Borderstep Institut Hannover 2024, Tjarko Tjaden, Klimaschutzmanager Stadt Aurich



Bilanzierungssystematik Kommunal (BISKO)

Systematik zur Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz), die sicherstellen soll, dass die Ergebnisse interkommunal vergleichbar sind. Dabei handelt es sich um einen Minimal-Konsens, dessen einzelne Elemente im Entwicklungsprozess auch teilweise kritisch betrachtet wurden. Aktuell lassen sich folgende Elemente als Teil des BISKO-Standards zusammenfassen:

Bislang festgelegte Elemente des BISKO-Standards

Endenergiebasierte Territorialbilanz für den stationären und mobilen Bereich
Differenzierte Aufteilung in Sektoren und Energieträger

Ausweisung der Datengüte

CO₂-Faktoren mit Äquivalenten und Vorketten

Bundesweiter Emissionsfaktor (Bundesmix) bei der Berechnung der Emissionen aus dem Stromverbrauch vor Ort
Exergetische Allokation bei der Berechnung der Fern- und Nahwärmeemissionen

Bilanzierung ohne Witterungskorrektur

Quelle: Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu), Heidelberg 2024

Biogas / Rentabilität von Biogasanlagen

Biogas ist ein brennbares Gas, das durch Vergärung von Biomasse jeder Art entsteht. Es wird in Biogasanlagen hergestellt, wozu sowohl Abfälle als auch nachwachsende Rohstoffe vergoren werden. Bioabfälle weisen dabei mit 61% einen hohen Methangehalt auf, der z.B. nur von Schweinegülle (65%) übertroffen wird. Das Gas kann zur Erzeugung von elektrischer Energie, zum Betrieb von Fahrzeugen oder zur Einspeisung nach Aufbereitung als Biomethan in ein Gasversorgungsnetz eingesetzt werden. Bisher werden die meisten Biogasanlagen kontinuierlich, quasi als Grundlastkraftwerk, betrieben. Zur Nutzung der enthaltenen Energie stehen die folgenden Möglichkeiten zur Wahl: Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) vor Ort: Biogas wird in einem Blockheizkraftwerk für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt; der Strom wird vollständig ins Netz eingespeist, die ca. 60 Prozent ausmachende Abwärme kann vor Ort genutzt werden. Alternativ kann das Biogas nach entsprechender Aufbereitung ins Versorgungsnetz eingespeist werden. Quelle: Wikipedia 2024

Die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage hängt maßgeblich von den optimalen Substratmengen ab. Je nach Land und den zugehörigen Bedingungen, Förderungen und Vergütungen können die empfohlenen Mindestmengen variieren. In Deutschland liegt die Empfehlung des Fachportals renergon-biogas.com für die Basismenge bei etwa 10.000 Tonnen jährlich (vergleichbar mit dem Mist von etwa 1.000 Pferden). Aufgrund der besonderen deutschen Bedingungen und den zugehörigen Vergütungen ist eine größere Substratmenge demnach wirtschaftlich vorteilhaft. Quelle: Renergon 2024

CO₂-Äquivalente

Treibhausgase halten Wärme in der Erdatmosphäre. Die natürlich vorkommenden Treibhausgase ermöglichen dadurch überhaupt erst ein Leben auf der Erde, an deren Oberfläche ohne die schützende Atmosphäre Temperaturen um die -18°C herrschen würden. Das wohl bekannteste Treibhausgas ist Kohlenstoffdioxid (CO₂). Weitere wichtige Treibhausgase sind Wasserdampf, Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Menschliche Aktivitäten wie etwa das Verbrennen fossiler Energieträger, die landwirtschaftliche Tierhaltung oder der Einsatz von Halogenkohlenwasserstoffen als Lösungs- und Kühlmittel setzen Treibhausgasen frei und erhöhen ihre Konzentrationen in der Atmosphäre. Je nach Art verstärken sie die wärmeisolierende Wirkung der Atmosphäre mehr oder weniger, insgesamt erwärmt sich die Erde. Um den Effekt ausgestoßener Mengen und atmosphärischer Konzentrationen verschiedener Treibhausgase auf die Temperatur an der Erdoberfläche zu vergleichen, benutzt man das Konzept der „CO₂-Äquivalente“. Dabei wird die Menge eines Treibhausgases in die entsprechende Menge CO₂ umgerechnet, die über einen gegebenen Zeitraum dieselbe Erwärmung bewirkt. Das Ergebnis wird als CO₂-Äquivalent angegeben. Der Faktor, anhand dessen eine Menge eines Treibhausgases in die entsprechenden CO₂-Äquivalente umgerechnet wird, ist das Treibhauspotential des jeweiligen Gases. Die Wirkung von CO₂ dient als Vergleichswert, deshalb wird CO₂ mit 1 angegeben. Auf 100 Jahre betrachtet, wirkt Methan 28-mal so stark auf die Erderwärmung wie CO₂, es hat also ein Treibhauspotential von 28; Lachgas hat eines von 298. Um Emissionen zu berechnen, wird der Vergleichbarkeit wegen ein Zeitraum von 100 Jahren zugrunde gelegt. Quelle: Helmholtz Klima Initiative 2024

Effizienzhausklassen (der KfW Bank)

Ein Effizienzhaus ist ein energetischer Standard für Wohngebäude. Er setzt sich aus zwei Kriterien zusammen: Wie hoch ist der Gesamtenergiebedarf der Immobilie? Und wie gut ist die Wärmedämmung der Gebäudehülle? Das wird mit den Werten (>) Primärenergiebedarf und (>) Transmissionswärmeverlust angegeben. Die Effizienzhaus-Stufe gibt die Klasse der Energieeffizienz an. Die Werte 40 bis 85 definieren die unterschiedlichen Effizienzhaus-Stufen. Je kleiner die Kennzahl ist, desto geringer ist der Energiebedarf der Immobilie. Als Vergleich dient ein Referenzgebäude, das den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) entspricht. Ein Beispiel: Im Vergleich zum Referenzgebäude des GEG benötigt das Effizienzhaus 55 nur 55 % der Primärenergie. Zudem liegt der Transmissionswärmeverlust bei nur 70 % des Referenzgebäudes. Der bauliche Wärmeschutz ist somit um 30 % besser. Quelle: KfW 2024

Effizienzhaus-Stufen und Förderung im Überblick

Wenn Sie ein Wohngebäude zum Effizienzhaus sanieren oder ein frisch saniertes Effizienzhaus kaufen, fördern wir Sie mit einem Kredit mit Tilgungszuschuss 

Effizienzhaus	Primärenergiebedarf	Transmissionswärmeverlust	Maximale Kredithöhe je Wohneinheit 
Effizienzhaus 40	40 %	55 %	120.000 Euro mit 20 % Tilgungszuschuss
Effizienzhaus 40 Erneuerbare-Energien-Klasse  oder Nachhaltigkeits-Klasse 	40 %	55 %	150.000 Euro mit 25 % Tilgungszuschuss
Effizienzhaus 55	55 %	70 %	120.000 Euro mit 15 % Tilgungszuschuss
Effizienzhaus 55 Erneuerbare-Energien-Klasse  oder Nachhaltigkeits-Klasse 	55 %	70 %	150.000 Euro mit 20 % Tilgungszuschuss
Effizienzhaus 70	70 %	85 %	120.000 Euro mit 10 % Tilgungszuschuss
Effizienzhaus 70 Erneuerbare-Energien-Klasse  oder Nachhaltigkeits-Klasse 	70 %	85 %	150.000 Euro mit 15 % Tilgungszuschuss
Effizienzhaus 85	85 %	100 %	120.000 Euro mit 5 % Tilgungszuschuss
Effizienzhaus 85 Erneuerbare-Energien-Klasse  oder Nachhaltigkeits-Klasse 	85 %	100 %	150.000 Euro mit 10 % Tilgungszuschuss

Energieeffizienzklassen für Gebäude (wie in der kommunalen Wärmeplanung zugrunde gelegt)

Die Energieklassen, die in der kommunalen Wärmeplanung Anwendung finden, verdeutlichen, wie viel Energie ein Haus verbraucht. Sie sind im Gebäudeenergiegesetz (GEG) § 86 in Verbindung mit Anlage 10 GEG Energieeffizienzklasse eines Wohngebäudes geregelt. Als Klassifizierungsgrundlage dient der jährliche (Endenergie-) Verbrauch/Bedarf in Kilowattstunden pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche. Die beste Energieklasse für ein Haus ist A+, diese Kategorie erreichen jedoch nur besonders effiziente Energiesparhäuser wie z.B. KfW-Effizienzhäuser und Passivhäuser. Auch in der Klasse A finden sich nur besonders energieeffiziente Gebäude wie z.B. das sogenannte 3-Liter-Haus. In den ersten beiden Klassen, aber auch in der Klasse B, finden sich fast nur Neubauten, die bereits besonders energieeffizient geplant wurden. In der Energieklasse C mit einer Endenergie von bis zu 100 kWh pro m² finden sich oftmals neuere Bauten oder hochwertig sanierte Bestandsbauten. In die Spanne von Energieeffizienzklasse D bis H fallen in der Regel ältere Gebäude und Altbauten, die bis heute mehr oder weniger stark saniert wurden. Quelle: ista 2024

Energieeffizienzklassen in Energieausweisen für Wohngebäude ab Mai 2014

Energieeffizienzklasse	Endenergiebedarf oder -verbrauch*	Ungefähre jährliche Energiekosten pro Quadratmeter Wohnfläche**
A+	unter 30 kWh/(m ² a)	etwa 3 Euro
A	30 bis unter 50 kWh/(m ² a)	8 Euro
B	50 bis unter 75 kWh/(m ² a)	13 Euro
C	75 bis unter 100 kWh/(m ² a)	18 Euro
D	100 bis unter 130 kWh/(m ² a)	24 Euro
E	130 bis unter 160 kWh/(m ² a)	30 Euro
F	160 bis unter 200 kWh/(m ² a)	37 Euro
G	200 bis unter 250 kWh/(m ² a)	47 Euro
H	über 250 kWh/(m ² a)	60 Euro und mehr

Achtung:

1. Ohne CO₂-Preis
2. Ohne Krieg

➤ 2,5 € (Heizung, WW, Strom)

Anmerkungen: * Ist bei einem vor dem 1. Mai 2014 erstellten Energieausweis der Wasserverbrauch nicht enthalten, muss der auf dem Ausweis genannte Energieverbrauchsleistungswert um eine Falschale von 20,0 kWh/m²a erhöht werden. ** die berechneten Energiekosten sind Durchschnittswerte, inklusive Mehrwertsteuer, die je nach Lage der Wohnung und individuellem Verbrauch stark abweichen können. Der Unterschied zwischen der Wohnfläche und der Nutzfläche, auf die sich der Energieausweis bezieht, ist rechnerisch berücksichtigt worden. Angegebener Energiepreis: 13 ct je Kilowattstunde. Quelle: Verbraucherzentrale NRW

Endenergie

Derjenige Teil der eingesetzten (>) Primärenergie, der den Verbrauchern nach Abzug von Energie-wandlungs- und Übertragungsverlusten zur Verfügung steht. Bei bedarfsorientierten Energieausweisen beruht der Endenergiekennwert auf der Betrachtung des theoretischen Energiebedarfs anhand bauphysikalischer Eigenschaften der Gebäudehülle sowie der Anlagentechnik. Der Endenergiekennwert bildet die Grundlage für die Einteilung eines Gebäudes in Energieeffizienzklassen. Durch die unterschiedlichen Faktoren ist der Primärenergiekennwert in der Regel höher als der Endenergiekennwert. Ausnahmen bilden hier lediglich Objekte, bei denen die Wärme aus erneuerbaren Energien gewonnen wird. Die Energieeffizienzklassen gemäß GEG § 86 Anlage 10 ergeben sich unmittelbar aus dem Endenergiekennwert eines Gebäudes. Quelle: ista 2024

Energie- und Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz)

Die Energie- und Treibhausgas-Bilanz gibt an, wie viele Tonnen klimarelevanter Treibhausgase (THG) in einer Kommune durch den stationären Energieverbrauch und den Verkehr jährlich verursacht werden. THG-Bilanzen bilden außerdem die Grundlage für das Controlling kommunaler Klimaschutzstrategien und für interkommunale Vergleiche („Benchmarking“). Quelle: Nationale Klimaschutzinitiative 2024

Fernwärme

Fernwärme umfasst die Versorgung von Gebäuden mit Heizwärme und Warmwasser ausgehend von einem Kraftwerk. Über ein System aus gedämmten, unter- oder oberirdischen Rohrleitungen wird die Wärme vom Kraftwerk in die Häuser geleitet, sorgt dort in Heizkörpern für Raumwärme und kann zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Bei den Heizkraftwerken handelt es sich meist um sogenannte Blockheizkraftwerke (BHKW), die über Kraft-Wärme-Kopplung sowohl Strom als auch Wärme erzeugen. Aber auch Abwärme aus Müllverbrennungsanlagen, der Verbrennung fossiler Brennstoffe oder industriellen Prozessen wie beispielsweise der Stahlerzeugung kann in ein Fernwärmenetz gespeist werden. Dies hat den Vorteil, dass ohnehin entstehende Wärme effizient ausgenutzt werden kann. Quelle: EWE 2024 (> Nahwärme)

Gebäudeenergiegesetz (GEG)

In Neubaugebieten muss seit dem 1. Januar 2024 jede neu eingebaute Heizung mindestens 65 Prozent erneuerbare Energie nutzen. Für Bestandsgebäude und Neubauten, die in Baulücken errichtet werden, gilt diese Vorgabe abhängig von der Gemeindegröße nach dem 30. Juni 2026 bzw. 30. Juni 2028. Diese Fristen sind angelehnt an die im Wärmeplanungsgesetz vorgesehenen Fristen für die Erstellung von Wärmeplänen. Ab den genannten Zeitpunkten müssen neu eingebaute Heizungen in Bestandsgebäuden und Neubauten außerhalb von Neubaugebieten die Vorgaben des Gesetzes erfüllen. Um es den Eigentümern zu ermöglichen, die für sie passendste Lösung zu finden, kann für eine Übergangsfrist von fünf Jahren noch eine Heizung eingebaut werden, die die 65-Prozent-EE-Vorgabe nicht erfüllt. Bestehende Heizungen sind von den Regelungen nicht betroffen und können weiter genutzt werden. Auch wenn eine Reparatur ansteht, muss kein Heizungsaustausch erfolgen.

Der Umstieg auf Erneuerbare erfolgt technologieoffen. Bei einem Heizungseinbau oder -austausch können Eigentümer frei unter verschiedenen Lösungen wählen: Anschluss an ein Wärmenetz, elektrische Wärmepumpe, Stromdirektheizung, Biomasseheizung, Hybridheizung (Kombination aus Erneuerbaren-Heizung und Gas- oder Ölkessel), Heizung auf der Basis von Solarthermie und „H2-Ready“-Gasheizungen, also Heizungen, die auf 100 Prozent Wasserstoff umrüstbar sind. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass es einen rechtsverbindlichen Investitions- und Transformationsplan für eine entsprechende Wasserstoffinfrastruktur vor Ort gibt. Daneben ist jede andere Heizung auf der Grundlage von Erneuerbaren Energien bzw. eine Kombination unterschiedlicher Technologien zulässig. Dann ist ein rechnerischer Nachweis für die Erfüllung des 65%-Kriteriums zu erbringen.

**KLIMAFREUNDLICHES HEIZEN:
DAS GILT AB 1. JANUAR 2024***

NEUBAU
Bauantrag ab dem
1. Januar 2024



IM NEUBAUGEBIET
Heizung mit mindestens 65 Prozent
Erneuerbaren Energien

AUSSERHALB EINES NEUBAUGEBIETES
Heizung mit mindestens 65 Prozent
Erneuerbaren Energien frühestens ab 2026

BESTAND



**HEIZUNG FUNKTIONIERT ODER
LÄSST SICH REPARIEREN**
Kein Heizungstausch vorgeschrieben

**HEIZUNG IST KAPUTT -
KEINE REPARATUR MÖGLICH**
Es gelten pragmatische **Übergangslösungen.***
Bereits **jetzt** auf Heizung mit **Erneuerbaren Energien**
umsteigen und Förderung nutzen.

*Diese Grafik bietet einen ersten Überblick. Informieren Sie sich über Ausnahmen und Übergangsregelungen. Mehr: energiewechsel.de/gcg Quelle: BMWK, Stand 09/2023

Um auch bei Öl- und Gasheizungen, die ab dem 1. Januar 2024 eingebaut werden, den Weg Richtung klimafreundliches Heizen einzuschlagen, müssen diese ab dem Jahr 2029 stufenweise ansteigende Anteile von grünen Gasen oder Ölen verwenden: Ab dem 1. Januar 2029 15 Prozent, ab dem 1. Januar 2035 30 Prozent und ab dem 1. Januar 2040 60 Prozent. Das Gebäudeenergiegesetz enthält weitere Übergangsregelungen, z.B. wenn der Anschluss an ein Wärmenetz in Aussicht steht, und eine allgemeine Härtefallregelung, die auf Antrag Ausnahmen von der Pflicht ermöglicht. Im Einzelfall wird dabei etwa berücksichtigt, ob die notwendigen Investitionen in einem angemessenen Verhältnis zum Ertrag oder in einem angemessenen Verhältnis zum Wert des Gebäudes stehen. Auch Fördermöglichkeiten und Preisentwicklungen fließen hier ein. Darüber hinaus kann aufgrund von besonderen persönlichen Umständen, wie etwa einer Pflegebedürftigkeit, eine EE-Befreiung gewährt werden. Quelle: Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) 2024

GIS-Analyse

Geoinformationssysteme (GIS) sind Informationssysteme zur Erfassung, Bearbeitung, Organisation, Analyse und Präsentation räumlicher Daten. Geoinformationssysteme umfassen die dazu benötigte Hardware, Software, Daten und Anwendungen. Geoinformationssysteme werden in vielen Bereichen genutzt. Bekanntes Beispiel: Google Maps. Im Zuge der Energiewende kommen GIS-Analysen etwa zum Einsatz, um eine umfassende, multikriterielle Wärmeleitplanung zu erarbeiten. Bisherige Ansätze beruhen meist auf wenigen Kriterien, die auf Fernwärmenetze zugeschnitten sind. Das Ziel einer multikriteriellen Wärmeleitplanung ist hingegen, ein systematisches und technologieoffenes Vorgehen zu ermöglichen. Mithilfe einer GIS-Analyse werden z.B. Straßenlängen ermittelt, die Dichte der Bebauung und der jeweils kürzeste Abstand der Gebäude zur Straße. Dies erlaubt beispielsweise Rückschlüsse auf die Möglichkeit einer weiteren Leitungsversorgung der betrachteten Stadtquartiere. Auch die Neigung von Dächern, ihre Ausrichtung zur Sonne und eventuelle Verschattungen können mit einer GIS-Analyse ermittelt werden, um Potenziale zur Strom- und Wärmegewinnung mittels Photovoltaik bzw. Solarthermie einzugrenzen. Quelle: AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik, 2021

Gleichzeitigkeitsfaktor

Der Gleichzeitigkeitsfaktor dient zur Abschätzung, wie stark ein Versorgungssystem ausgelastet sein wird, um es passend zu dimensionieren. Er beruht auf Erfahrungswerten und Entscheidungen. Werden beispielsweise für ein Neubaugebiet die Versorgungsleitungen für Wasser, Strom, Gas und Kommunikation ausgelegt, so muss einerseits die Versorgung zu Spitzenzeiten sichergestellt sein und andererseits soll keine Überdimensionierung mit höheren Herstellkosten erfolgen. Wenn alle Anschlüsse gleichzeitig zu 100 % beansprucht werden, dann ist der Wert des Faktors 1. Werden nur 10 % der Leistung abgerufen, beträgt dieser entsprechend 0,1. Der Gleichzeitigkeitsfaktor wird auch bei Elektroinstallationen in Gebäuden betrachtet. Quelle: Wikipedia 2024

Heizwärmebedarf

Mit dem Heizwärmebedarf (HWB), auch Jahresheizwärmebedarf genannt, wird der Energiestandard eines Gebäudes bestimmt. Dabei wird berechnet, wie viel Wärmeenergie ein Gebäude innerhalb eines Jahres benötigt, um eine bestimmte Temperatur zu erreichen. Der Heizwärmebedarf wird in Kilowattstunde pro Jahr angegeben. Damit sich Gebäude anhand des Wertes vergleichen lassen, wird der Wert zusätzlich auf die beheizte Fläche bezogen. Die Einheit lautet dann: Kilowattstunde pro Quadratmeter im Jahr (kWh/m²a). Es wird auch vom *spezifischen Wärmebedarf* eines Hauses gesprochen. Quelle: thermondo.de 2024 (> Wärmebedarf)

Integriertes Klimaschutzkonzept

Das Integrierte Klimaschutzkonzept (IKK) ist ein von der Bundesebene der Bundesrepublik Deutschland entwickeltes Konzept für die Kommunen, das dem Klimaschutz-orientierten Umbau der kommunalen Energieversorgung dient. Es wird finanziell mit Fördergeldern des Bundes unterfüttert. Die Aufgabe des IKK ist, konkrete Maßnahmen zur Erreichung der beschlossenen nationalen Klimaschutzziele zu benennen sowie den Klimaschutz als Bestandteil des kommunalen Umweltschutzes zu integrieren. Ein IKK stellt somit eine strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für Kommunen dar. Eine detaillierte Bestandsanalyse für klimarelevante Bereiche geht mit diesem Maßnahmenkonzept am Beginn der Umsetzung einher. Zu diesen Bereichen zählen:

- öffentliche Liegenschaften,
- Straßenbeleuchtung,
- private Haushalte,
- GHD (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen),
- Industrie,
- Verkehr,
- Abwasser und
- Abfall

Die Betrachtung findet innerhalb einer definierten räumlichen Einheit (Stadt, Landkreis etc.) statt. Dabei werden Potenziale für Energieeffizienz, Energieeinsparmöglichkeiten und den Ausbau erneuerbarer Energien zum verminderten CO₂-Ausstoß ausgewiesen. Die erarbeiteten Maßnahmen sollten dem Prinzip der Nachhaltigkeit entsprechen. Das IKK wird in Deutschland finanziell unterfüttert mit einem Förderprogramm des Bundes für die Kommunalebene. Es ist Bestandteil der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und entstand aus der im Jahr 2008 verabschiedeten „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen“, auch *Kommunalrichtlinie* genannt. Quelle: Wikipedia 2024

Kommunale Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein wichtiger Baustein für das Gelingen der Wärmewende und das Erreichen der Klimaneutralität. Sie soll einen Weg aufzeigen, wie die heute überwiegend auf fossilen Energieträgern basierende Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien umgestellt werden kann. Dazu werden die aktuellen Energieverbräuche analysiert und geeignete Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Integration erneuerbarer Energien entwickelt. Im Mittelpunkt der kommunalen Wärmeplanung steht die Frage, was die kostengünstigste und nachhaltigste Lösung für eine klimaneutrale Wärmeversorgung in der Zukunft bzw. im sogenannten Zielszenario ist, welche Brückentechnologien eingesetzt werden können und – mindestens ebenso relevant – mit welchen Maßnahmen dieser Zustand erreicht werden kann.

Das im Januar 2024 in Kraft getretene Wärmeplanungsgesetz bildet die juristische Grundlage für die verpflichtende und systematische Einführung einer flächendeckenden Wärmeplanung im gesamten Bundesgebiet. Für Gemeindegebiete mit mehr als 100.000 Einwohnern ist bis zum 30. Juni 2026 ein Wärmeplan zu erstellen. Für Gemeindegebiete mit weniger als 100.000 Einwohnern gilt eine Frist bis zum 30. Juni 2028. Für Gemeinden mit bis zu 10.000 Einwohnern ist ein vereinfachtes Verfahren der Wärmeplanung möglich. Zusammen mit dem zeitgleich in Kraft getretenen Gebäudeenergiegesetz (GEG) soll so eine schnellere und zielgerichtetere Wärmewende erreicht werden, mit dem zentralen Ziel, die übergeordneten Klimaschutzziele der Bundesregierung bis spätestens 2045 zu erreichen.

Dieses Ziel kann in den einzelnen Bundesländern bereits früher angestrebt werden und hat somit direkten Einfluss auf die kommunale Wärmeplanung. Quelle: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. 2024

Modal split

Als Modal split, oft auch *Modalsplit* geschrieben, wird in der Verkehrsstatistik die Verteilung des Personentransportaufkommens auf verschiedene Verkehrsträger oder Verkehrsmittel bezeichnet (von lateinisch „Modus“, *Art* [des gewählten Verkehrsmittels] und englisch „to split“, *aufteilen, spalten* usw.). Ein anderer gebräuchlicher Begriff ist Verkehrsmittelwahl. Der Modal Split beschreibt dabei individuelles Mobilitätsverhalten, seine Zusammensetzung hängt unter anderem vom jeweiligen Verkehrsangebot und wirtschaftlichen Entscheidungen ab. Quelle: Wikipedia 2024. Anm. d. Verf.: Der Modal split wurde in der kommunalen Wärmeplanung für Langeoog vom März 2024 ausdrücklich nicht berücksichtigt.

Nahwärme

Als Nahwärme wird die Lieferung von Wärme zum Zweck der Gebäudeheizung bezeichnet, wenn dies nur über eine verhältnismäßig kurze Strecke erfolgt. Der Übergang zur (>) Fernwärme und den dort vorherrschenden größeren Wärmemengen und dem ausgedehnteren Leitungsnetz ist fließend. Die Versorgung mit Nahwärme erfolgt über ein Wärmenetz. Durch ein verzweigtes Leitungsnetz wird als Wärmespeicher und Transportmedium Wasser im Heizkreis gepumpt. Über Wärmetauscher wird das Wasser durch die von einem oder mehreren Wärmeerzeugern abgegebene Wärmeenergie erhitzt, die Wärme wird mit dem Wasser zum Verbraucher transportiert (Vorlauf) und dort ebenfalls über Wärmetauscher an den Heizkreislauf des Abnehmers abgegeben. Das abgekühlte Wasser fließt über den Rücklauf zurück. Für die Wärmeverteilung werden wegen der einfachen Verlegung meist flexible Verbundrohre verlegt, daneben kommen auch Kunststoffmantelverbundrohre zum Einsatz.

Im Unterschied zu Fernwärme wird Nahwärme in kleineren Einheiten dezentral realisiert, für Nahwärmenetze typische thermische Leistungen liegen zwischen 50 Kilowatt und einigen Megawatt. Zudem kann die Wärme bei relativ niedrigen Temperaturen übertragen werden. Daher lässt sich neben der in Heizwerken und Blockheizkraftwerken erzeugten thermische Energie auch die bei niedrigeren Temperaturen anfallende Wärme aus Sonnenkollektoren oder niedertemperaturigen Erdwärmeeinrichtungen durch Nahwärme verwerten. Nahwärmenetze bedienen mehrere Gebäude eines Wohn- oder Gewerbegebietes oder einer Gemeinde. Der für die Versorgung von Nahwärmenetzen benötigte Leistungsbereich passt zur Leistungsabgabe dezentraler Energieerzeugungsanlagen, wie sie vor allem bei der Nutzung von Bioenergie eingesetzt werden. Daher entstehen Nahwärmenetze oft gemeinsam mit Biogasanlagen und Biomasseheizwerken. Quelle: Wikipedia 2024

Netzentgelte

Strommasten, Stromleitungen und Umspannwerke müssen durch die Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber (ÜNB und VNB) gebaut und gewartet werden. Die Kosten hierfür finanzieren sich nicht aus Steuermitteln, sondern über die Netznutzungsentgelte, welche jeder Netznutzer an die Netzbetreiber zahlen muss. Denn die Stromnetze sind seit der Strommarktliberalisierung in den späten 1990er-Jahren nicht mehr Eigentum des Staates, sondern der Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber, welche auch die anfallenden Gebühren erheben. Die Netzentgelte können sich daher bereits zwischen zwei benachbarten Verteilnetzbereichen erheblich unterscheiden. Die größte Herausforderung des Stromnetzausbaus ist derzeit die Transformation der bestehenden Netzinfrastruktur von einem zentralen Netz mit wenigen Großkraftwerken in ein dezentrales Netz mit vielen Stromerzeugern auf der Niederspannungsebene. Dies ist notwendig, um die vielen zusätzlichen dezentralen Stromerzeuger auf Basis erneuerbarer Energien aufzunehmen. Problematisch ist, dass der Ausbau der Netze, insbesondere im dünnbesiedelten, aber windenergiereichen Norden und Osten Deutschlands seit Jahren für steigende Netzentgelte sorgt.

Netzentgelte legen sich nicht auf marktwirtschaftlicher Grundlage fest, da es sich beim Stromnetz um ein natürliches Monopol handelt. Um dennoch Kosteneffizienz und Marktgerechtigkeit für kleinere Strommarktteilnehmer zu schaffen, entwickelte der Gesetzgeber die Anreizregulierungsverordnung (ARegV). Es findet zwar kein freier Wettbewerb statt, das System ist über die Anreizregulierung aber dennoch effizienzgetrieben. Ganz praktisch funktioniert die Festlegung der Netzentgelte so: Nach Maßgabe der ARegV und der Stromnetzentgeltverordnung (StromNEV) legt die Bundesnetzagentur (BNetzA) Erlösobergrenzen für die deutschen Netzbetreiber fest. Diese Erlösobergrenzen gelten für eine Regulierungsperiode von fünf Jahren – jedes dieser fünf Jahre erhält aber eine eigene, auf Prognosen und Analysen basierende Erlösobergrenze. Die

Einnahmen der Netzbetreiber aus Netzentgelten und anderen Quellen dürfen in Summe diesen festgelegten Wert nicht überschreiten. Die Netzbetreiber müssen die Höhe der Netzentgelte öffentlich ausweisen und durch die BNetzA und unabhängige Wirtschaftsprüfer prüfen lassen. Änderungen an der Erlösobergrenze können die Netzbetreiber zur Vermeidung von unzumutbaren Härten beantragen, auch die BNetzA kann begründete Anpassungen vornehmen – allerdings müssen beide Seiten hierfür triftige Gründe haben.

Die tatsächlichen Kostenbestandteile der Netznutzungsentgelte zu bestimmen ist nicht ganz einfach. Es gibt bundesweit und von allen Netzbetreibern zu tragende Kosten. Der Posten unter „Sonstige“ macht jedoch einen großen Anteil der Verwendung der Netzentgelte aus – und ist sehr schwierig aufzuschlüsseln. Erster Grund für zum Teil deutliche Unterschiede ist die Auslastung der Netze, wobei nicht nur eine zu hohe, sondern auch eine zu geringe Auslastung der Netze Grund für höhere Netznutzungsentgelte sein kann. Insbesondere in Gegenden mit starkem Zubau erneuerbarer Energien, wie z.B. die windenergiereichen Küstenregionen, sorgt die ansteigende Stromerzeugung in den unteren Spannungsebenen für einen Anstieg der Ausbau- und Wartungskosten. Der Hauptstromfluss verlagert sich hier von den höheren Spannungsebenen in die niedrigeren, wodurch sich die Kosten auf eine kleinere Strommenge verteilen und somit steigen. Quelle: next-kraftwerke.de 2024

Niedrigenergiehaus

Hausbauer oder -eigentümer können im Begriffsdschungel rund um das Thema Niedrigenergiehaus schnell den Überblick verlieren. Alleine in Deutschland existieren diverse Bezeichnungen oder Standards, die alle unterschiedlichen Regeln unterliegen, von unterschiedlichen Behörden geprüft und teilweise staatlich gefördert werden. Ein Haus, das in Sachen seines Primärenergiebedarfs mindestens der Energieeinsparverordnung von 2009 (EnEV) genügt, bezeichnet man als EnEV-Haus. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) wiederum fördert Projekte von Bauherren finanziell, wenn sie dabei verschiedene Energiestandards erfüllen (> Energieeffizienzklassen). Als Niedrigenergiehaus wird meistens ein EnEV-Haus oder ein KfW-Effizienzhaus bezeichnet. In einigen Regionen Deutschlands gelten gesonderte Regelungen für energieeffiziente Gebäude, welche ebenfalls so bezeichnet werden können. Mit einem Niedrigenergiehaus spart der Eigentümer langfristig Heiz- und gegebenenfalls Stromkosten und sorgt für ein angenehmes Klima in den Räumen. Beim Kaufen oder Renovieren muss er allerdings mit Mehrkosten rechnen, die sich erst im Laufe der Zeit wieder ausgleichen. Der international gängige Richtwert für ein Niedrigenergiehaus liegt bei einem Heizwärmebedarf von maximal 70 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr, was einem durchschnittlichen Verbrauch von circa sieben Litern Heizöl pro Quadratmeter und Jahr gleichkommt. Allerdings muss seit der Energieeinsparverordnung von 2009 jeder Neubau in Deutschland mindestens dieser Norm genügen und darf sich demnach auch als Niedrigenergiehaus bezeichnen. Auch ein Altbau kann diesem Energiestandard gerecht werden, wenn er entsprechend saniert wird. Der bedeutendste Faktor beim Bauen oder Nachrüsten eines Niedrigenergiegebäudes ist eine optimale Wärmedämmung: Weniger Wärmeverlust verursacht geringere Heizkosten. Quelle: verivox 2024

Passivhaus & Co.

Niedrigenergiehäuser sind nicht zu verwechseln mit anderen nachhaltigen Baukonzepten. Das Passivhaus ist beispielsweise nicht nur optimal gedämmt, sondern nutzt auch die Energie der Sonne bestmöglich, zum Beispiel durch nach Süden ausgerichtete Glasfronten, die deren Wärme einfangen. Bei der Konstruktion wird zudem darauf geachtet, dass keine sogenannten Wärmebrücken entstehen, über die die Wärme schneller nach draußen gelangen würden. Stattdessen wird eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingebaut. Ein Passivhaus wird an seinem Jahresheizbedarf gemessen – er darf höchstens bei 15 Kilowattstunden pro Quadratmeter liegen. Null- oder Plusenergiehäuser sind sogar dazu in der Lage, ihren eigenen Energiebedarf selbst zu decken beziehungsweise ein Plus an Energie zu erzeugen. Dies wird in der Regel durch eine Passivhaus-Bauweise erreicht, die ein aktives System zur Energieerzeugung ergänzt. Das können zum Beispiel eine Wärmepumpe oder Solarzellen auf dem Dach sein. Das Niedrigenergiehaus ist ein vom Europäischen Parlament geprägter Begriff. Es zeichnet sich laut Definition durch einen sehr geringen Energiebedarf aus, der wiederum größtenteils aus nachhaltigen Energiequellen gedeckt werden soll. In Deutschland legt man diese Bestimmungen so aus, dass die Anforderungen für den Niedrigenergiestandard mit maximal 40 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr sogar noch unter den Höchstwerten eines Passivhauses liegen. Quelle: verivox 2024

Primärenergie

Primärenergie ist der nutzbare Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers. Mit anderen Worten: Sie ist die Energie, die direkt in den Energiequellen vorhanden ist. Darunter z.B. Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas oder auch Sonnenenergie, Windkraft, Wasserkraft, Erdwärme und Gezeitenenergie. Primärenergie steckt also sowohl in fossilen als auch in erneuerbaren Energiequellen. Sie ist sozusagen die Kraft, die die Natur selbst in diese Quellen gesteckt hat. Das Ziel der derzeitigen Bundesregierung ist es, den Primärenergieverbrauch zu senken. Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) 2024 (> Endenergie)

Quartierskonzept

Mit einem energetischen Quartierskonzept können Kommunalverwaltungen den Gebäudebestand in ihren Quartieren erfassen und anhand der Energieverbrauchszahlen konkrete Minderungspotenziale erkennen. Daraus lassen sich Strategien und Maßnahmen ableiten und gezielt auf die Umsetzung hin planen. Ein Quartierskonzept zeigt nicht nur die Möglichkeiten einer zukunftsgerichteten Quartiersentwicklung auf, es kann auch als Grundlage für die Ausweisung eines Sanierungsgebietes nach den §§ 136 ff BauGB genutzt werden. Weist die Kommune das untersuchte Quartier als Sanierungsgebiet aus, so können Private oder Gewerbetreibende entsprechend des Einkommenssteuergesetzes (§§ 10 f und 7 h EStG) ihre (energetischen) Investitionen in die Bausubstanz um 90 bzw. 100 Prozent von der zu zahlenden Steuer abziehen. Quelle: Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN) 2024

Solarertrag

Der Solarertrag ist eine Kenngröße für den energetischen Ertrag einer Solaranlage oder eines Gebäudes, das mit solarer Energie versorgt wird. Er wird als spezifischer Wert für Sonnenkollektoren angegeben und hat die Einheit kWh/m². Einheitliche Vorgaben für die Ermittlung des Solarertrages macht die DIN 4757. Quelle: Wikipedia 2024 (> Watt-peak-Leistung)

Trendszenario vs. Klimaschutzszenario

Das Trendszenario beschreibt ein Szenario, bei der eine Weiterentwicklung wie bisher zugrunde gelegt wird. Dabei sind nicht nur Effizienzsteigerungen zu erwarten, sondern auch Rebound-Effekte. Die Annahmen für das Trendszenario beruhen auf Vorgaben des ifeu für die Emissionsfaktoren und auf Studien zur Entwicklung der Erneuerbaren Energien und Einsparungen für Deutschland. Zusammengefasst wurden folgende Annahmen getroffen:

- Für den Wärmebedarf nach Sanierung ein höherer (schlechterer) Zielwert
- eine Steigerung des Bedarfs bei Warmwasser und Prozesswärme,
- eine gleichbleibend schlechte Sanierungsrate von 1,1 %,
- ein sich konservativ entwickelnder Bundesstrommix,
- eine geringe Potenzialausschöpfung bei Solar- und Geothermie,
- eine geringe Stromeinsparung in Industrie und GHD,
- eine geringe Verkehrsvermeidung und -verlagerung,
- ein geringer Anteil E-Mobile sowie
- eine Steigerung im Güter- und Schiffsverkehr.

Diese Annahmen wirken sich auf die Potenzialausschöpfung aus. Der Endenergiebezug von Langeoog sinkt nach dem Trendszenario von 2019 bis 2040 von 77,8 GWh auf 40,7GWh pro Jahr

Das Klimaschutzszenario setzt sich demgegenüber eine Treibhausgasneutralität bis 2040 zum Ziel. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Annahmen zur Entwicklung bis 2040 so gesetzt werden, dass die theoretischen Potenziale entsprechend den Möglichkeiten ausgeschöpft werden. Die Annahmen müssen daher realistisch sein und zu den speziellen Gegebenheiten der Inselgemeinde Langeoog passen. Aus den Annahmen im Klimaschutzszenario müssen Strategien und Maßnahmen abgeleitet werden, die zur Realisierung und somit zur Erreichung der Ziele führen. Dadurch ergibt sich ein Spannungsfeld, in dem unter realistischen Annahmen eine weitgehende Klimaneutralität erreicht werden kann. Zusammengefasst sind die entscheidenden Annahmen des Szenarios:

- Ein niedriger Zielwert für den Wärmebedarf nach Sanierung,
- kein Anstieg des Bedarfs bei Warmwasser und Prozesswärme,
- eine höhere Sanierungsrate mit 1,5 % für Haushalte sowie für Industrie und GHD,
- ein mit großen EE-Anteilen sich entwickelnder Bundesstrommix,

- eine mittlere Potenzialausschöpfung bei Solar- und Geothermie,
- eine mittlere Stromeinsparung in Industrie und GHD,
- eine starke Sektorkopplung zwischen Strom und Wärme

Ausgehend vom Stand 2019 kann auf der Grundlage dieser Annahmen dargestellt werden, wie die Potenziale der Inselgemeinde Langeoog bis zum Jahr 2040 ausgeschöpft werden können. Dabei wird berücksichtigt, dass dies gleichbleibend (linear), stärker am Anfang, am Ende oder in Stufen bis zum Zieljahr geschehen kann.

Watt-peak-Leistung

Wie viel Leistung hat ein Solarmodul? Die Spitzen-Leistung eines Solarmoduls wird in Kilowatt peak (Abkürzung: kW_p) bzw. Watt peak (W_p) angegeben und variiert je nach Typ und Größe des Moduls. Durchschnittlich haben heutige Solarmodule für den Privatgebrauch eine Leistung von 350 bis 450 Watt peak. Überschlüssig kann man in Deutschland pro 1 kW_p einen Ertrag von rund 1.000 Kilowattstunden (kWh) im Jahr berechnen. Im Ergebnis heißt das: Eine Photovoltaik-Anlage mit 10 kW_p Leistung würde im Jahr rund 10.000 kWh Strom erzeugen. Um die Leistung eines Solarmoduls zu berechnen, nutzt man die Formel „Leistungsdichte = Gesamtleistung / Fläche“. Bei einer Fläche von ungefähr 1,7 m² und einer Gesamtleistung von 400 Watt peak, ergibt sich eine Leistungsdichte von 235 Watt Peak oder 0,235 kW_p pro m². Quelle: energie-experten.org 2024

Wärmebedarf (Heizlast)

Der Wärmebedarf eines Hauses ist einerseits abhängig von der Außentemperatur und den Witterungsbedingungen wie Bewölkung, Niederschlag, Windstärke und Sonneneinstrahlung, andererseits von den gewünschten Innentemperaturen. Die Heizleistung muss nach der Norm so bemessen sein, dass auch bei sehr kalten Außentemperaturen in den Räumen behagliche Temperaturen herrschen. Während der Wärmeverbrauch eines Gebäudes gemessen werden kann, muss der Wärmebedarf berechnet werden, um bei Neuerrichtung oder Erneuerung einer Heizungsanlage die Leistungsgröße des Wärmeerzeugers zu ermitteln. Grundlage hierfür ist seit Oktober 2004 eine neue europäische Norm, die DIN EN 12831, welche die bislang geltende DIN 4701 ersetzt hat.

Die Größe des Gebäudes sowie Lage und Bauweise haben maßgeblichen Einfluss auf den Wärmebedarf. Für die Berechnung wird zunächst die am Standort des Gebäudes statistisch niedrigste Außentemperatur herangezogen. Die Wärmebedarfsberechnung erfolgt auf der Grundlage, wie hoch bei dieser Norm-Außentemperatur die Wärmeverluste über die Außenflächen des Gebäudes sind. Für jeden einzelnen Raum des Hauses werden die Wärmeverluste berechnet und zu einem Gebäudegesamtwert zusammengefasst. Diesem wird der Lüftungswärmeverlust hinzuaddiert. Das Ergebnis ist der gesamte Wärmebedarf des Gebäudes, nach dem die Nennwärmeleistung des Wärmeerzeugers bestimmt wird. Quelle: Vaillant 2024

Seit der Einführung der DIN EN 12831 wird der Wärmebedarf auch als „Heizlast“ bezeichnet. Damit soll verhindert werden, dass der Begriff mit dem Heizwärmebedarf der Energieeinsparverordnung (EnEV) verwechselt wird. Der Heizwärmebedarf der EnEV wird herangezogen, um die Energieeffizienz eines Hauses zu bestimmen. Dagegen wird die Normheizlast in Watt angegeben und bestimmt mit, mit welcher Leistung Heizflächen und Heizkessel ausgestattet sind. Der Vergleich mit einem PKW bringt Klarheit: Der Heizwärmebedarf entspricht dem Jahresverbrauch an Kraftstoff. Die Heizlast entspricht der PS-Leistung des PKW. Quelle: thermondo.de 2024, (> Heizwärmebedarf)

Wärmedichte / Wärmeliniendichte

Die Wärmedichte ist eine Kennzahl zur Erstbeurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Netzes der Nahwärme oder Fernwärme. Die Wärmedichte kann eine spezifische Leistungsgröße oder eine spezifische Energieverbrauchsgröße sein. Die Wärmedichte kann als Bezug zur Fläche des Versorgungsgebietes oder zur Trassenlänge gesetzt sein. Als Leistungsgröße beschreibt die Wärmedichte das Verhältnis der Summe der Anschlussleistungen zur Fläche im Versorgungsgebiet oder zur Trassenlänge. Statt der gesamten Anschlussleistung kann als Wärmedichte auch das Verhältnis des Gesamtwärmeverbrauchs der angeschlossenen Gebäude zur Fläche des Versorgungsgebietes bzw. der Trassenlänge bezeichnet werden.

Die Wärmedichte hängt von der Bebauungsdichte und der Bausubstanz ab. Je höher die Wärmedichte ist, desto besser ist die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes. Die bessere Wirtschaftlichkeit bei höherer Wärmedichte erklärt sich dadurch, dass die wohnflächenbezogenen Netzverluste bei geringerer Trassenlänge entsprechend kleiner sind. Auch die spezifischen Investitionskosten nehmen mit der steigenden Anzahl der Hausanschlüsse ab. Somit ist die Wirtschaftlichkeit optimal bei geringer Trassenlänge und vielen Anschlüssen. Aber auch die Großabnehmer wie Schwimmbäder oder Industriebetriebe wirken sich günstig auf die Wärmedichte aus, da mit nur wenigen Leitungen hohe Leistungen und Energiemengen übertragen werden. Ein ähnlicher Kennwert ist die Anschlussdichte. Die Anschlussdichte bezeichnet die Anzahl der Anschlüsse bezogen auf die betrachtete Fläche bzw. Trassenlänge. Quelle: Forschungszentrum Jülich 2024

Tabelle 13-2: Empfohlene Wärmeversorgungsoptionen in Abhängigkeit der Wärmedichte im Quartier (nach Peters et al. 2020)

Wärmedichte [kWh/m ² a]	Empfohlene Wärmeversorgungslösung
< 7	Einzelversorgung
7 – 17,5	Bedingte Wärmenetzeignung
17,5 – 41,5	Moderate Wärmenetzeignung
41,5 – 105	Hohe Wärmenetzeignung
> 105	Sehr hohe Wärmenetzeignung

Basierend auf den ermittelten Wärmedichten sind die verschiedenen Wärmeversorgungslösungen für die Anzahl der Quartiere in der Inselgemeinde Langeoog gemäß Abbildung 13-2 zu empfehlen.

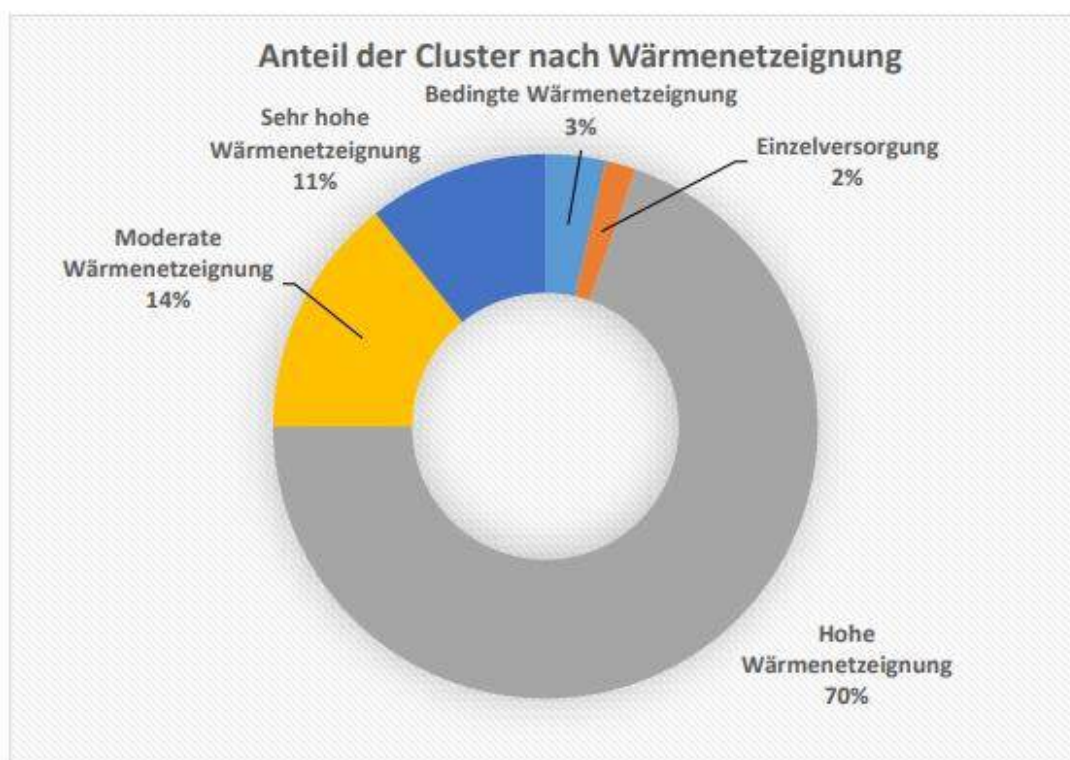


Abbildung 13-2: Anzahl der Quartiere nach empfohlener Wärmeversorgungslösung in der Inselgemeinde Langeoog (Quelle: IP SYSCON GmbH)

Wirkungsgrad

Der Begriff bezeichnet das Verhältnis von abgegebener Leistung zu zugeführter Leistung und wird genutzt, um die Effizienz von Energiewandlung und -übertragung zu beschreiben. Die Differenz zwischen zugeführter und abgegebener Leistung wird „Verlustleistung“ genannt. In einem Kohlekraftwerk wird beispielsweise die zugeführte Kohle in elektrische Energie umgewandelt. Dabei soll das Kohlekraftwerk (Energiewandler) besonders effizient sein, also von der zugeführten Energie (Kohle) möglichst viel in die gewünschte Energieform (Strom) umwandeln. Der Wirkungsgrad η kann einen Wert zwischen 0 und 100 Prozent aufweisen. Wirkungsgrade von über 100 Prozent sind in der Realität unmöglich. Beispiele ausgewählte Energiewandler und Wirkungsgrad (Quelle: verivox 2024):

- Atomkraftwerk: 35%
- Kohlekraftwerk (in Dtl.): 38%
- Photovoltaik: bis zu 25%
- Wasserkraftwerk: 80-90%
- Dieselmotor: bis zu 50%
- Elektromotor: bis zu 99%
- Glühbirne: bis 5%
- Energiesparlampe: 25%

Bei Fragen:

Thomas Hönscheid
Klimaschutzmanager
E-Mail: t.hoenscheid@langeoog.de
Durchwahl -300