

| | | |
|-----|-------------------------|-----|
| 1. | Standortvoraussetzungen | 192 |
| 1.1 | Klimatische Einflüsse | 192 |
| 1.2 | Energiepotenziale | 195 |
| 1.3 | Energieinfrastruktur | 201 |
| 1.4 | Energiebedarf | 202 |



Teil F
Bestands- und Potenzialanalyse

1. Standortvoraussetzungen

Voraussetzung für die Planung einer strukturierten und optimalen Energieversorgung ist die Erhebung von wichtigen Bestandsdaten und Einflüssen des zu versorgenden Objektes. In einem ersten Schritt werden sowohl klimatische Einflüsse als auch energetische Potenziale ermittelt. Ein weiterer Arbeitsschritt ist die Analyse der Energieinfrastruktur des bestehenden Objektes. Aus diesen Datenerhebungen lassen sich im Anschluss notwendige Maßnahmen für die Konzeptentwicklung ableiten.

1.1 Klimatische Einflüsse

Der Energieverbrauch eines Gebäudes wird nicht nur durch die bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudeobjektes bestimmt. Ebenso haben die standortbezogenen Klimabedingungen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch eines Objektes. Wichtige klimatische Einflussfaktoren sind die Quantität und Qualität der Sonneneinstrahlung, die Temperaturverteilung und Niederschlagsmengen. Die ermittelten Klimadaten werden in die energetische Modernisierung und Auslegung der Energieversorgung (z. B. Auslegung eines Solarthermiesystems) miteinbezogen.

Standortspezifische Klimadetails können in einem ersten Schritt beim Deutschen Wetterdienst (DWD) angefordert werden:

www.dwd.de

Der Deutsche Wetterdienst ist für die Erfüllung der meteorologischen Erfordernisse aller Wirtschafts- und Gesellschaftsbereiche in Deutschland zuständig. Relevante Klimakarten sind im Climate Data Center (CDC) vom DWD für jeden Standort erhältlich:

- Lufttemperatur
- Niederschlag
- Sonnenscheindauer
- Globalstrahlung

Darüber hinaus können spezifische Klimadaten auch aus geeigneten Softwareprogrammen bezogen werden. Mithilfe der Klimasoftware Meteonorm der Firma Meteotest können unterschiedlichste Klimaparameter angefordert werden.

www.meteonorm.com

Die Software bezieht Daten aus weltweit 8350 Wetterstationen und stellt über 30 Klimaparameter zur Verfügung:

- Windgeschwindigkeit
- Niederschlag
- Sonnenscheindauer
- Lufttemperatur
- Globalstrahlung horizontal
- u. v. m.

Eine weitere Quelle für aktuelle Klimadaten sind neu entwickelte Energieatlanten, die von einzelnen Bundesländern zur Verfügung gestellt werden. Diese zentralen Internetportale wurden entwickelt, um Basisdaten gebündelt anzubieten. Darüber hinaus können hier bereits auch spezifische Informationen zu ausgewählten erneuerbaren Energieangeboten bezogen werden.

www.energieatlas.bayern.de/index.html

Beispiel:

Klimadaten für den Standort Regensburg

Sonneneinstrahlung

Die Globalstrahlung beträgt im jährlichen Mittel 1103 kWh pro m² mit einer Unsicherheit von 6% (Quelle Meteonorm). Die Globalstrahlung setzt sich aus direkter und diffuser Strahlung zusammen. Die höchste Einstrahlung wird im Juli erreicht. Hier wird auch der betragsmäßig höchste Anteil an direkter Strahlung erzielt. Im Dezember werden die niedrigsten Werte erreicht (vgl. Abb. 174).

Ein weiterer Kennwert zur Beschreibung der Sonneneinstrahlung ist die Sonnenscheindauer. Die Sonnenscheindauer in Regensburg zwischen 1952 bis 2012 kann der Abb. 175 entnommen werden.

Temperatur

Der Abb. 176 kann die gemittelte Lufttemperatur nach Monaten in Regensburg entnommen werden (Daten 1985–2005; Unsicherheit: 0,3°C). Darüber

Globalstrahlung (Regensburg)

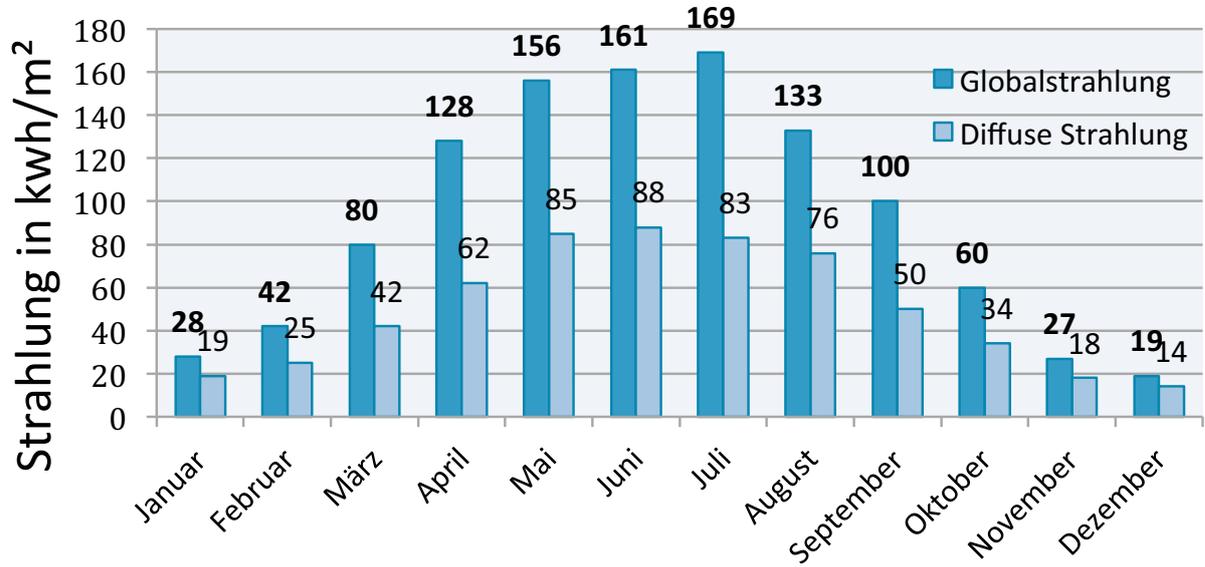


Abb. 174 Gemittelte Globalstrahlung für die Stadt Regensburg
 Quelle: Software Meteonorm Temperatur (Datenerfassung 1986–2005; 49,1° N/12,1° E 336m)

Sonnenscheindauer (Regensburg)

Quelle Deutscher Wetterdienst DWD

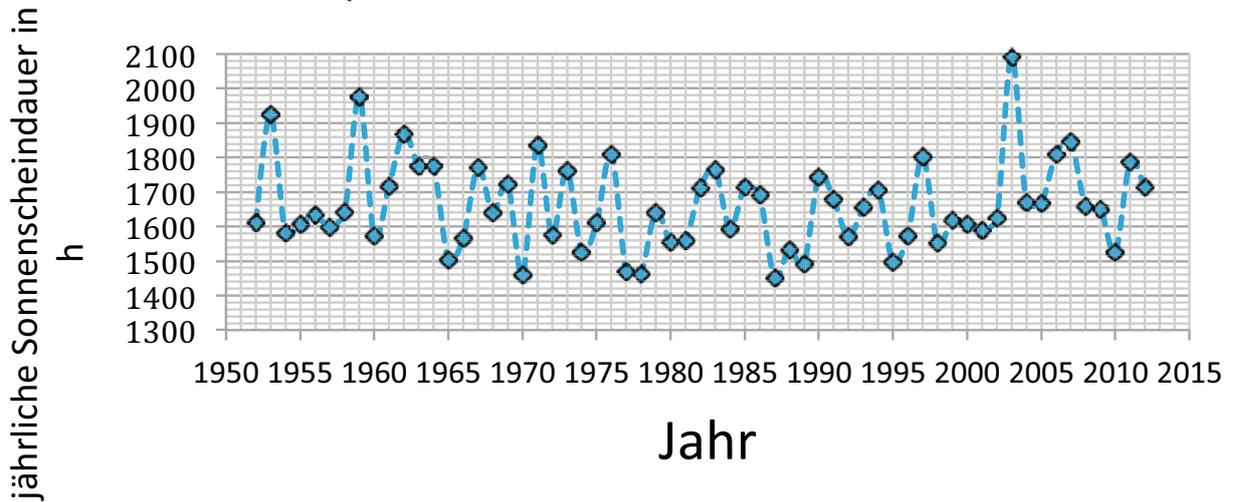


Abb. 175 Jährlich gemittelte Sonnenscheindauer für die Stadt Regensburg
 Quelle: Datensatz vom Deutschen Wetterdienst (DWD)

Lufttemperatur (Regensburg)

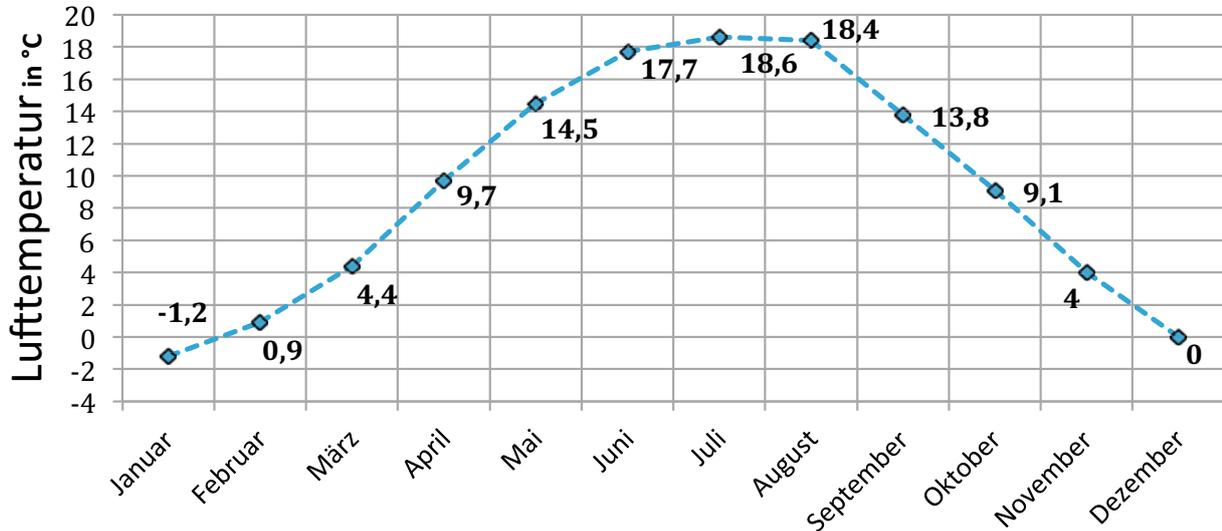


Abb. 176 Monatlich gemittelte Lufttemperatur für Regensburg
Quelle: Software Meteonorm (Datenerfassung 1986–2005; 49,1° N/12,1° E 336 m)

Jährlicher Niederschlag (Regensburg)

Quelle Deutscher Wetterdienst DWD

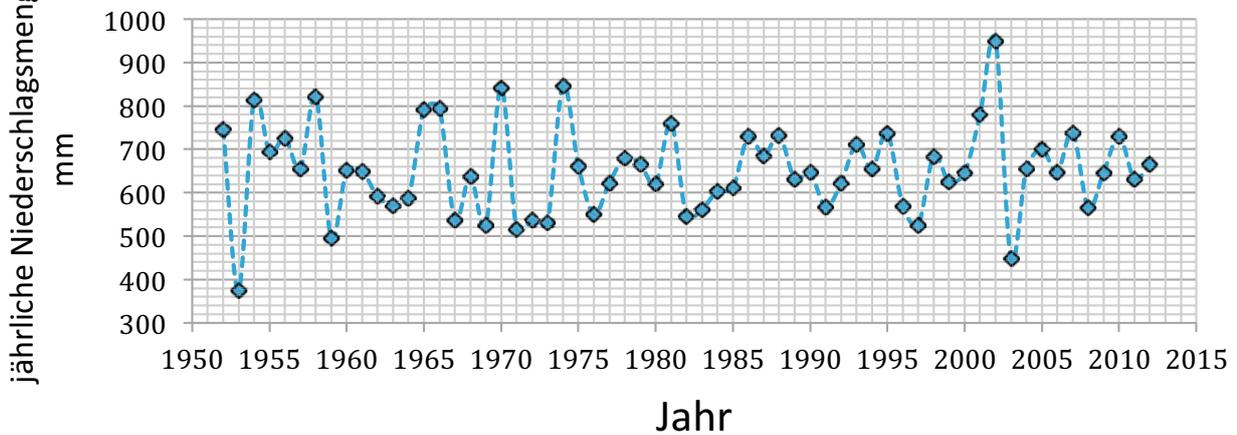


Abb. 177 Jährlich gemittelter Niederschlag in Regensburg
Quelle: Datensatz vom Deutschen Wetterdienst (DWD)

hinaus wurden Daten zur gemittelten Jahrestemperatur und maximale bzw. minimale Temperaturen über einen Zeitraum von 60 Jahren erhoben.

Niederschlagsmenge

Die Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) ergeben eine gemittelte Niederschlagsmenge zwischen 1952 und 2012 von 663 mm pro Jahr. Der Abb. 177 können die jährlichen Niederschlagsmengen entnommen werden.

1.2 Energiepotenziale

Unser Lebensraum stellt ein großes Angebot an unbegrenzten Energieströmen zur Verfügung, sodass unser Energiebedarf ohne Rückgriff auf endliche Ressourcen prinzipiell gedeckt werden kann. Zur Verfügung stehen viele regenerative energetische Potenziale.

1.2.1 Solarenergie

Im Zuge von Neubau- und Sanierungsprojekten bildet die Nutzung der Sonnenenergie oft einen festen Bestandteil des Energieversorgungskonzeptes. Die Strahlungsenergie der Sonne kann sowohl in thermische als auch in elektrische Energie umgewandelt

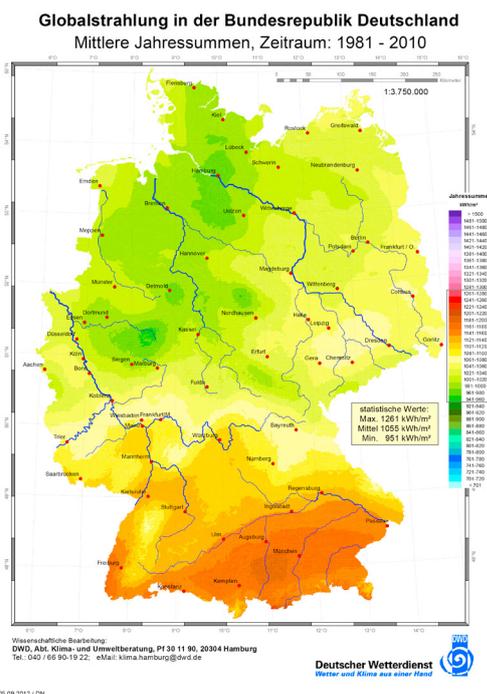


Abb. 178 Globalstrahlung in Deutschland – mittlere Jahressummen, Zeitraum: 1981–2000

werden. Für eine Beurteilung des Solarpotenzials können mithilfe von Strahlungskarten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) die statistischen Strahlungswerte je nach Standort ermittelt werden. Diese Rohdaten können auch aus anderen Quellen bezogen werden (z. B. Meteonorm).

Ein weiterer wichtiger Kennwert zur Beschreibung der Solarenergie ist die Sonnenscheindauer in Stunden pro Jahr. Auch diese kann mit entsprechenden Statistiken vom DWD ermittelt werden.¹ Ferner können diese Solarenergiekennwerte auch mit einer Software der Firma Meteonorm analysiert werden.²

Nutzungsszenario

100 % Solarthermie

Die nutzbare Solarenergie wird ausschließlich zur Wärmebereitstellung verwendet.

100 % Fotovoltaik (PV)

Gesamte Solarenergie wird in elektrische Energie umgewandelt.

Brauchwasserszenario

Dachflächenanteil zur solarthermischen Nutzung zur Bereitstellung des Warmwasserbedarfs. Verbleibende Fläche wird für PV freigegeben.

Brauchwasser und Heizungsunterstützung

Bereitstellung von Dachflächen zur Abdeckung des Warmwasser- und Heizwärmebedarfs. Restflächen für PV-Verwendung freigegeben.

Der Ertrag von solartechnischen Anlagen hängt im Wesentlichen von der Ausrichtung der Dachflächen, deren Größe, deren Neigung und vorhandener Verschattung ab. Generell werden Fotovoltaikanlagen und Solarthermiemodule auf südwestlich, südlich und südöstlich ausgerichteten Dachflächen installiert. Die optimale Dachneigung wird in Deutschland mit 30° angegeben.³ Nord-, nordost- und nordwest-orientierte

1 Deutscher Wetterdienst (DWD): Klima- und Umweltberatung, www.dwd.de, Hamburg.

2 Meteonorm: Ermittlung von Einstrahlungswerten, www.meteonorm.com/de, Bern.

3 Konrad, Frank (2007): Planung von Photovoltaik-Anlagen. Grundlagen und Projektierung. 1. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag; Friedr. Vieweg & Sohn Verlag.

Dachflächen bleiben bei der Solarenergienutzung unberücksichtigt.

Bei der Auswahl geeigneter Dachflächen ist der besondere architektonische Aspekt der hier behandelten Gebäudeobjekte zu berücksichtigen. „Der Einbau solcher Anlagen ist bei Baudenkmalern und im Ensemble ausnahmsweise denkbar, wenn

- damit keine nachteiligen Veränderungen am historischen Konstruktionsbestand (z. B. Dachwerk) einhergehen
- das historisch geprägte Gesamterscheinungsbild des Denkmals und seine räumliche Wirkung nicht beeinträchtigt wird
- die Dachfläche vom öffentlichen Raum nicht unmittelbar einsehbar ist“⁴ (zum Innenhof gerichtete Dachflächen).

Für Solaranlagen auf Baudenkmalern, im Ensemble und im Nahbereich von Baudenkmalern besteht eine Erlaubnispflicht nach Art. 6 DSchG, die bei der zuständigen Denkmalschutzbehörde eingeholt werden muss.⁵

4 Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege (BLfD) (Hg.) (2012): Erneuerbare Energien – Solarthermie, Photovoltaik, Windkraft, Geothermie und Energie aus Biomasse in denkmalgeschützten Bereichen. Beratungsrichtlinie 01/2012. München.

5 Baur, Andreas; Hambauer, Daniela; Vollmar, Bernd (2012): Solarenergie und Denkmalpflege. Hg. v. Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege (BLfD). München.

Gestaltungsziele bei Installation von Solarmodulen:

- Geschlossene Anordnung der Module
- Rahmenlose Paneele
- „Dachkonforme“ Modulfarbe
- Unauffällige Befestigungen
- Dachflächenintegriert
- Keine „Sägezahn-Lösungen“

Mithilfe von Luftbildern, Bildern und Bebauungsplänen können geeignete Dachflächen zur Nutzung von Solarenergie ermittelt werden. In der Planung unberücksichtigt bleiben ungeeignete Gebäude, nicht verwendbare Dachflächen (z. B. Dachfenster) sowie abgeschattete Flächen (z. B. Kamin).

Mithilfe der ermittelten Dachflächenpotenziale und der statistischen Solarstrahlungswerte können unter Berücksichtigung der Dachneigung und Ausrichtung der Dachflächen (Azimut) die jährlich nutzbare Solareinstrahlung untersucht werden. Mithilfe einer geeigneten Simulationssoftware (z. B. Meteonorm) kann der statistisch Solarstrahlungswert abhängig von Ort, Neigung und Azimut der Dachfläche ermittelt werden. Sind eindeutige Angaben zur Dachneigung aus vorhandenen Bebauungsplänen nicht ersichtlich, können für die Region typische Durchschnittswerte angenommen werden. Die gesamte nutzbare Solareinstrahlung wird in Kilowattstunden pro Jahr ange-

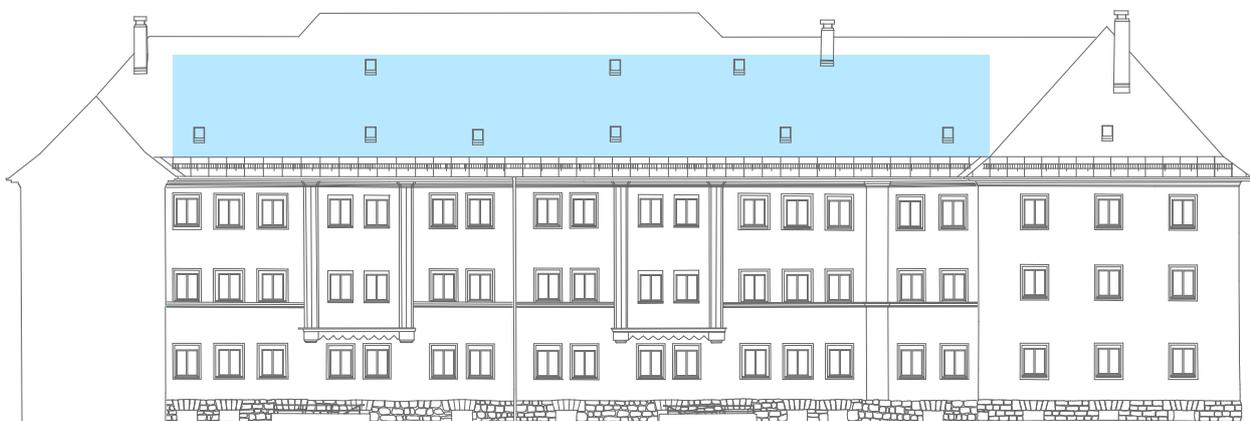


Abb. 179 Für Solarstrahlung nutzbare Dachfläche im Gebäudebereich Fünfhäusereck

geben und liefert eine Aussage über die bereitgestellte Energiemenge durch Solarenergie.

Beispiel:

Ermittlung des Potenzials der Solarenergie am Beispiel des Plato-Wild-Ensembles

In einem ersten Schritt wurden die spezifischen Solarenergiekennwerte für Regensburg bestimmt. Die nutzbare Solareinstrahlung (Globalstrahlung) erreicht auf einer horizontalen Fläche in Regensburg im Jahresmittel zwischen 1 135 und 1 149 kWh Strahlungsenergie pro m². Am Standort des behandelten Objektes beträgt die Sonnenscheindauer im Jahresmittel zwischen 1 550 und 1 600 h/a.⁶

Eine Untersuchung der geeigneten Dachflächen unter Berücksichtigung aller oben genannten Aspekte wurde im Rahmen einer Studienarbeit⁷ durchgeführt. In einem ersten Schritt wurden ausschließlich Dachflächen ausgewählt, deren Ausrichtung zum Innenhof geht. Aus diesen wurden dann jene bestimmt, deren Dachausrichtung für eine solare Nutzung infrage kommen.

6 Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV); Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hg.) (2013): Energieatlas Bayern 2.0. Online verfügbar unter: <http://www.energieatlas.bayern.de/energieatlas.html>, zuletzt geprüft am 25.10.2013.

7 Birkenseer, Andreas; Meyer, Stefan (2013): Analyse des Dachflächenpotenzials zur Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik im Plato-Wild-Ensemble. Studienarbeit. Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg.

Die Ergebnisse des Auswahlverfahrens können der Abb. 179 entnommen werden.

Die geeigneten Dachflächen verfügen alle über eine südwestliche Dachausrichtung und eine Dachneigung von 45°. Aus den Ergebnissen der Baudokumentation konnten die jeweiligen Abmaße der geeigneten Dachflächen ermittelt werden.

1.2.2 Windenergie

Das Potenzial der Windenergie vor Ort kann mithilfe einer Datenbank ermittelt werden. In vielen Bundesländern existieren mittlerweile Windatlanten zur genauen Analyse des standortspezifischen Windenergiepotenzials. Gängige Windkraftwerke lassen sich zum heutigen Zeitpunkt erst ab einer mittleren Windgeschwindigkeit [$> 4,5$ m/s] wirtschaftlich betreiben. Der ökonomische Einsatz von Windkraftanlagen in Stadtgebieten ist ohnehin fraglich, da die Windgeschwindigkeiten in den Städten häufig eher bescheiden sind. Ferner ist der Einsatz von Windkraftanlagen in Wohngebieten und angrenzenden Gebieten mit komplexen Zulassungsverfahren verbunden und nur schwer realisierbar. Kleinwindanlagen zur Selbstversorgung in Wohngebieten sind immer wieder Bestandteil von gerichtlichen Auseinandersetzungen. Der Einsatz von Windenergie zur Versorgung der in diesem Leitfaden behandelten Ensembleobjekte wird nicht weiter verfolgt.

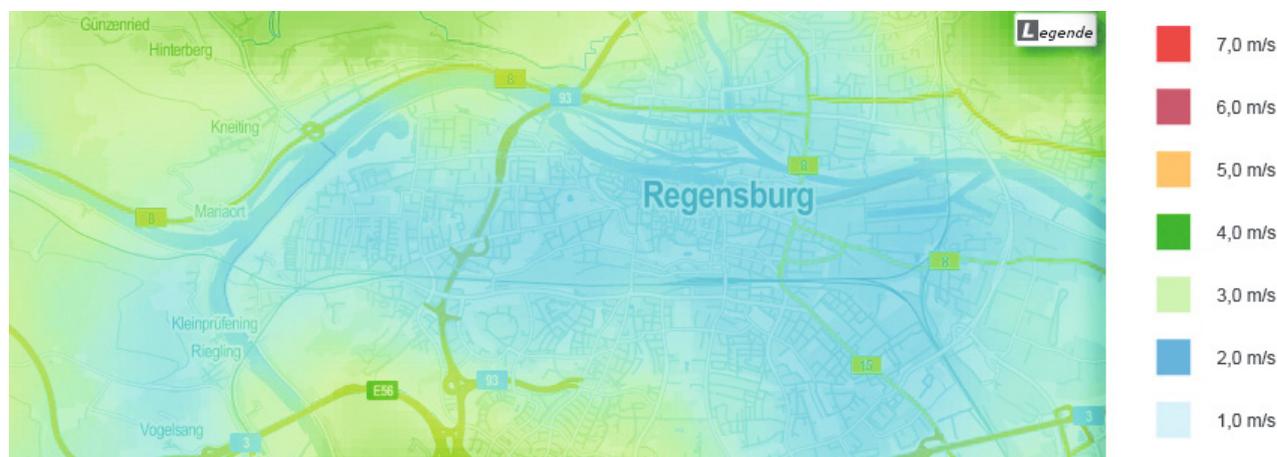


Abb. 180 Mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe über dem Grund (Jahresmittel) im Raum Regensburg („Bayerischer Windatlas – Nutzung der Windenergie“. Hg.: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie, 2014)

Beispiel:

Ermittlung des Windenergiepotenzials am Beispiel des Plato-Wild-Ensembles

Der wirtschaftliche Betrieb einer Windkraftanlage im Plato-Wild-Ensemble ist auf Basis der durchgeführten Windgeschwindigkeitsanalyse auszuschließen. Aufgrund des fehlenden Potenzials und der Schwierigkeit, Windkraftanlagen in Wohngebieten zu installieren, wurde von einer weiteren Bearbeitung abgesehen.

1.2.3 Geothermieenergie

Geothermie umfasst die Energiegewinnung aus dem Erdinneren bzw. der Erdoberfläche. Dabei wird unterschieden zwischen Tiefengeothermie und oberflächennahe Geothermie.

Oberflächennahe Geothermie

Grundwasserwärmepumpe

Grundwasser wird über einen Brunnen entnommen, der Wärmepumpe zugeführt und wieder in den Untergrund eingeleitet. Hierzu sind ein Förder- und ein Schluckbrunnen notwendig. Die Nutzung des Grundwassers bedarf grundsätzlich einer Genehmigung, die in der zuständigen Wasserbehörde eingeholt werden kann. Ein Einsatz einer solchen Anlage in Grundwasserschutzgebieten ist nicht möglich.

Erdwärmesonde

Erdwärmesonden werden senkrecht im Boden eingebracht und reichen bis zu einer Tiefe von 100 m. Konstante Temperaturen ermöglichen ganzjährige Wärmeentnahmen. Bohrungen für Erdwärmesonden erfordern auch eine wasserrechtliche Genehmigung durch die zuständigen Wasserbehörden.

Erdwärmekollektoren

Kunststoffrohre, horizontal verlegt in einer Tiefe von 1,2 bis 1,5 m, entziehen dem Erdreich Wärme. Länge und Fläche des Erdwärmekollektors sind abhängig von der gewünschten Wärmeleistung. Der Einsatz von Erdwärmekollektoren erfordert eine freistehende Fläche, die auch zukünftig nicht zur Bebauung vorgesehen ist. Geringeren Wärmeleistungen im Winter im Vergleich zu Sonden stehen niedrigere Investitionskosten gegenüber.

Oberflächennahe Geothermie nutzt den Untergrund bis zu einer Tiefe von in etwa 300 m und Temperaturen bis zu 25 °C für die Energiegewinnung. Überwiegend wird diese Art der Energiegewinnung zur Bereitstellung von Wärme genutzt. Stromgewinnung mit oberflächennaher Geothermie ist aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus nicht möglich. Als Wärmequellen kommen das Grundwasser, das Erdreich und oberflächennahe Gesteinsstrukturen infrage. Die Wärmequellen können mithilfe einer Wärmepumpe genutzt werden.⁸

Tiefengeothermie nutzt tief liegende Lagerstätten (ab 400 m) als Wärmequelle. Wärme kann Thermalwasser und/oder Gesteinsstrukturen entzogen werden. Im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie stehen hier hohe Temperaturen zur Verfügung. Die gewonnene Wärmeenergie kann ohne Einsatz einer Wärmepumpe direkt verwendet werden. Ab Temperaturen von über 200 °C ist darüber hinaus eine Verstromung der Wärme möglich.

Geothermie zählt zu den regenerativen Energieträgern und ist ganzjährig verfügbar. Im Gegensatz zu fluktuierenden Energieerzeugern (Wind- und Solarenergie) kann die Geothermie zur Grundlastdeckung beitragen. Voraussetzung für die Stromgewinnung aus Erdwärme ist ein hohes Temperaturniveau der gewonnenen Wärme, umsetzbar nur mit Tiefengeothermie. Diese ist jedoch mit einem hohen technischen Aufwand (tiefe Bohrung) verbunden und mit der Infrastruktur eines Ensembles im Stadtgebiet nur schwer zu vereinen. Darüber hinaus ist eine sinnvolle Nutzung der Tiefengeothermie auf bestimmte Regionen in Deutschland beschränkt. Eine oberflächennahe Erdwärmennutzung ist technisch einfach zu realisieren und für den Einsatz in den hier diskutierten Ensembles schon deutlich mehr geeignet. Zum heutigen Zeitpunkt finden sich in vielen Haushalten in Deutschland bereits oberflächennahe Geothermiesysteme, die aus der Erde aufsteigende Wärme nutzen, ohne aus großer Tiefe hohe Temperaturen an die Oberfläche zu fördern.

⁸ Stober, Ingrid; Fritzer, Thomas; Obst, Karsten (2011): Tiefe Geothermie. Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland. 3. Aufl. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Berlin.

Erdwärmekollektoren benötigen entsprechende oberirdische Freiflächen, die in einem Ensemble häufig nicht in der benötigten Größe zur Verfügung stehen. Flächen im Innenhof sind oftmals zu klein, um eine ausreichende Versorgung des Häuserkomplexes gewährleisten zu können. Im Gegensatz dazu ist der Einsatz von Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen mit einem niedrigen Flächenbedarf verknüpft. Die benötigten Bohrungen auf dem Quartiersgelände werden jedoch oftmals aus wasserrechtlichen Gründen als bedenklich eingestuft. Eine Überprüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen bei den zuständigen Behörden vor Ort wird dringend empfohlen. Die bereitgestellten Energieatlanten der Bundesländer geben einen ersten orientierenden Überblick über die Nutzungsmöglichkeiten der oberflächennahen Geothermie mittels Erdwärmesonden.⁹ Ferner können benötigte Bohrungen oftmals in Konkurrenz zu anderen Vorhaben (z. B. Tiefgarage) stehen. Zahlreiche Informationen bietet ein Leitfaden des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, der alle notwendigen Informationen zum Thema Erdwärmesonden bereithält.¹⁰

1.2.4 Energie aus Biomasse

Zur Biomasse zählen Roh- und Reststoffe aus der Land- und Forstwirtschaft. Biomasse ist ein nach-

9 Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV); Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hg.) (2013): Energieatlas Bayern 2.0.

10 Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) (2012): Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern. Hg. v. Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.

wachsender Rohstoff, der bei nachhaltiger Bewirtschaftung beständig bereitsteht. Die Biomasse ist häufig regional verfügbar, ein weiter Transportweg wie im Falle von fossilen Brennstoffen entfällt. Durch den örtlichen Bezug der Brennstoffe bleibt die Wertschöpfung in der Region. Eine aufwendige Aufbereitung und Bereitstellung der biogenen Brennstoffe im Vergleich zu Heizöl und Erdgas ist nicht notwendig. „Energie aus Biomasse schafft ein Stück Unabhängigkeit von Krisenregionen, schont Ressourcen und ist ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz.“¹¹ Eine nachhaltige Erzeugung und regionale Verwendung der Biomasse bedeutet eine nahezu kohlendioxidneutrale Nutzung, d. h. eine Verbrennung der Biomasse gibt nur die Menge an Kohlendioxid frei, die beim Anbau der Biomasse gebunden wurde.

Weit verbreitet ist der Einsatz von Biomasse zur Bereitstellung von Wärmeenergie. Durch die Verbrennung von biogenen Brennstoffen wird Wärme gewonnen, die beim Verbraucher zur Raumheizung, Trinkwassererwärmung oder als Prozesswärme genutzt werden kann. Seit der Einführung von staatlichen Fördermaßnahmen im Jahr 2000 gewinnt die kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung aus biogenen Brennstoffen immer mehr an Bedeutung hinzu. Biomasseheizkraftwerke erzeugen elektrische Energie aus Biomasse, die „Abwärme“ der Strom erzeugenden Anlage wird wiederum zur Raumheizung, Trinkwassererwärmung oder als Prozesswärme genutzt. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

11 CARMEN e.V.: Biomasse als Brennstoff: nachhaltig und erneuerbar. Online verfügbar unter: <http://www.carmen-ev.de/biogene-festbrennstoffe/brennstoffe>, zuletzt geprüft am 26.08.2014.

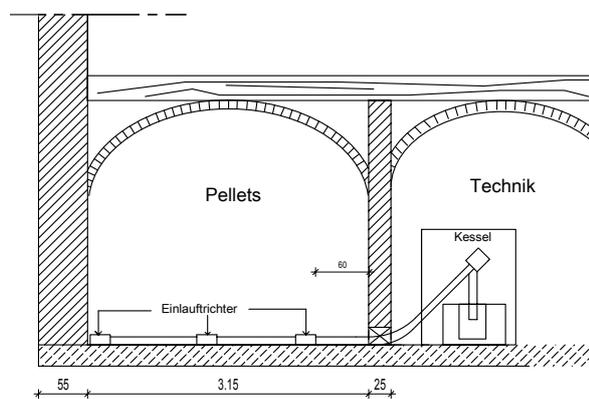
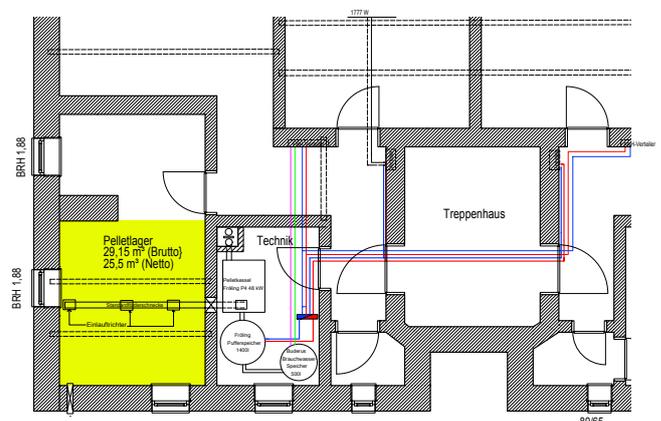


Abb. 181 Integration einer Holzpelletanlage in den Gebäudebestand (Safferlingstr. 15)
Quelle: Projektarbeit, OTH Regensburg – Melzl, Wittmann, Puff



fördert unter anderem den Einsatz von Biomasse zur Stromerzeugung, wie beispielsweise die Verbrennung von Holz in Biomasseheizwerken und Biomasseheizkraftwerken, oder die Vergärung von Gülle und Silage aus Energiepflanzen in Biogasanlagen und anschließende Verstromung des Biogases. Biomasse wird in hohem Maße auch zur ausschließlichen Bereitstellung von Wärmeenergie genutzt. Wärmeerzeugung aus Biomasse wird durch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) gefördert.

„Laut dem Biomasseaktionsplan der Bundesregierung soll der Anteil der erneuerbaren Energien im Wärmebereich im Jahr 2020 auf 14 % steigen. Die Biomasse leistet dabei mit 91,7 % im Jahr 2011 bislang den weitaus größten Anteil im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung, welche wiederum einen Anteil von 11 % an der gesamten Wärmebereitstellung hat.“¹² Biomasse ist jederzeit verfügbar und flexibel einsetzbar, daher kommt ihr eine bedeutende Rolle bei der Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien zu.

Holz als biogener Festbrennstoff nimmt im Bereich „Biomasse“ eine besondere Stellung ein. Zum heutigen Zeitpunkt kommen unterschiedlichste Holzbrennstoffe zum Einsatz und sind in vielen Fällen regional und preiswert zu erhalten. Gerade der Einsatz von Holzpellets als Energiebrennstoff hat in den letzten Jahren deutlich zugelegt.

Eine Beeinträchtigung des historischen Erscheinungsbildes ist durch die Nutzung von Biomasse im Gegensatz zu anderen bereits vorgestellten Energiepotenzialen nicht zu erwarten. Eine energetische Nutzung der Biomasse geht einher mit der schonenden Restaurierung historisch bedeutender Stadtquartiere.

Beispiel:

Biomasse am Beispiel des Plato-Wild-Ensembles

Bereits bei der Potenzialanalyse zeichnete sich die Biomasse als geeigneter Partner für eine zuverlässige Energieversorgung des Gesamtensembles ab. In zahlreichen Untersuchungen wurden mithilfe von studentischen Projektarbeiten die Hauptvertreter der biogenen Brennstoffe auf einen Einsatz im Stadtquartier

hin untersucht. Schwerpunkte der Recherchen waren die Verfügbarkeit, Lagerung und Wirtschaftlichkeit der einzelnen Brennstoffe.

Biogas

Der gasförmige Biobrennstoff kann problemlos über die bestehende Gasinfrastruktur des örtlichen Energieversorgers bezogen werden. Durch den Anschluss des Plato-Wild-Ensembles an das Erdgasnetz des regionalen Energieversorgers ist ein Bezug des Biogases jederzeit möglich. Biogas kann sowohl als Brennstoff im Blockheizkraftwerk als auch in modernen Brennwertkessel verwendet werden. Der gasförmige Biobrennstoff verfügt über die gleichen stofflichen Eigenschaften wie Erdgas. Durch die Anbindung an eine bestehende Erdgasinfrastruktur ist eine Bevorratung des Brennstoffs nicht notwendig. Auf größere Umbaumaßnahmen, die mit den besonderen architektonischen Besonderheiten eines historischen Stadtquartiers abgestimmt sein müssen, kann verzichtet werden. Probleme bereiten die deutlich höheren Brennstoffkosten, die eine Wirtschaftlichkeit in weite Ferne rücken lassen.

Holzpellets

Holzpellets sind kleine Presslinge aus Holzspänen und Sägemehl, die deutschlandweit verfügbar sind. Der Festbrennstoff kann unkompliziert bei regionalen Händlern bestellt werden und wird in den entsprechend angelegten Brennstofflagern bevorratet. Aus diesen wird der biogene Brennstoff selbstständig von einer Zuführeinrichtung (Schnecke, Förderband) automatisch in die Brennkammer transportiert. Aktuelle Pelletheizungen erreichen Wirkungsgrade von über 90 % und sind in Wartung und Betrieb mit herkömmlichen Gas- oder Ölheizungen vergleichbar. Im Rahmen einer Studienarbeit wurde in einem ersten Schritt die Integration einer Holzpelletanlage in den Gebäudebestand der Safferlingstraße 15 untersucht. Die Integration einer Pelletanlage mit Lagerraum im Gebäudekomplex kann der Abb. 181 entnommen werden. Obwohl die Lagerung des Brennstoffs im Allgemeinen einfach und unkompliziert ist, benötigt der Einsatz von Holzpellets im Gegensatz zu herkömmlichen fossilen Heizsystemen deutlich größere und aufwendigere Lagerräume. Holzpellets sind im direkten Vergleich zu fossilen Brennstoffen wesentlich preiswerter zu beziehen und kommen zum heutigen Zeitpunkt in Wohngebäuden schon verstärkt zum Einsatz.

¹² Institut für ZukunftsEnergieSysteme IZES (2014): Regionale Konzepte zum Ausbau der Bioenergie. Regionale Konzepte zum Ausbau der Bioenergieerzeugung aus Holz. Saarbrücken.

Holzhackschnitzel

Hackschnitzel werden aus Waldholz, aus Sägenebenprodukten, aus Industrierestholz oder aus Flur- und Schwemmholz hergestellt und sind weiträumig regional verfügbar. Im Vergleich zu den Holzpellets muss ein deutlich höheres Lagervolumen bereitgestellt werden. Innovative Techniken erlauben heute bereits eine Vergasung der Hackschnitzel und mit dem entstehenden Holzgas können in einem kombinierten Prozess elektrische und thermische Energie gewonnen werden. Holzackschnitzel variieren in ihrer Qualität je nach Feuchtegehalt, jedoch sind sie deutlich preiswerter als Holzpellets zu erhalten. Gerade für einen Vergasungsprozess sind qualitativ hochwertige und damit kostenintensivere Hackschnitzel jedoch eine absolute Voraussetzung.

1.2.5 Energie aus Abwärme

Unter Abwärme fällt Wärmeenergie, die ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Abwärmeenergie kann in unterschiedlichsten Formen auftreten:

- Abwasserabwärme
- Abluftabwärme
- Kühlwasser
- Abgaswärme

Voraussetzung für eine konstruktive Nutzung der Abwärme ist die Lokalisation von ungenutzten Abwärmeströmen und die Entwicklung von Konzepten, diese Abwärme an anderer Stelle wirtschaftlich zu nutzen.

Gerade nahe liegende Industriebetriebe können ein großer Abwärmeproduzent sein. Eine Nutzung der dort anfallenden Abwärme durch ein historisches Ensemble kann sinnvoll sein und muss detailliert untersucht werden:¹³

1. Ermittlung von Industriebetrieben
2. Ermittlung des Abwärmepotenzials (Abwärmeangebot)
3. Ermittlung des Abwärmenutzungspotenzials

¹³ Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (2008): Leitfaden zur Abwärmenutzung in Kommunen. Augsburg.

4. Abschätzung der Investitionen in die erforderliche Anlagentechnik

5. Abschätzung der ökonomischen Rahmenbedingungen

Eine potenzielle Wärmequelle stellen auch die Abwassersysteme dar. Durch den täglichen Warmwasserbedarf im Haushalt (Duschen, Waschmaschinen, Kochen etc.) entsteht eine nicht unerhebliche Menge an Abwasser, das erst dem Kanalnetz zugeführt und dann zu einer Kläranlage transportiert wird. Das Schmutzwasser weist direkt nach dem Verlassen des Gebäudes durchschnittlich eine Temperatur von etwa 25 °C auf, während der Jahresdurchschnitt innerhalb der Kanalisation bei ca. 15 °C liegt. Daraus ergibt sich ein Wärmepotenzial von über 1,2 kWh pro m³ Abwasser, das durch den Einsatz einer Abwasserwärmereückgewinnungsanlage zur Beheizung der Gebäude genutzt werden kann.¹⁴ Im Gegensatz zur Nutzung der Abwärme aus Industriebetrieben ist hier aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus der Einsatz einer Wärmepumpe unerlässlich.

Abwärmenutzungsanlagen bestehen aus den Komponenten:

- Abwärmeauskopplungsanlage
- Wärmetransport- und Verteilsystem einschließlich Übergabestationen

Ob das Verfahren wirtschaftlich ist, hängt stark von den jeweiligen Umständen ab. Wohnstrukturen mit Ensemblecharakter bieten sich aufgrund des hohen Wärmeverbrauchs für den Einsatz einer solchen Technik an. Jedoch muss der Einsatz einer derartigen Anlage vor Ort detailliert untersucht werden (Kanalanalyse) und ein wirtschaftlicher Betrieb belegbar sein.

1.3 Energieinfrastruktur

Im Hinblick auf eine Modernisierung der Energieversorgung ist es notwendig, Daten über die bestehende Energieinfrastruktur zu erheben. Dazu gehören bestehende Strom-, Wasser- und Erdgasleitungen, aber auch ungenutzte Schächte und Kamine, die für eine Sanierung genutzt werden könnten. In einem weiteren Schritt muss die bestehende Anlagentechnik zur

¹⁴ Amt für Stadtentwicklung Regensburg (2008): Wärmeenergiegewinnung aus Kanalabwasser. Regensburg.

Energieversorgung dokumentiert werden. Darüber hinaus sollten vorhandene Nahwärmenetze oder Anschlussmöglichkeiten an ein Fernwärmenetz festgehalten werden. Ziel ist die detaillierte Charakterisierung des Ist-Zustandes der Gebäudeinfrastruktur. Aufgrund der Analyse kann schließlich bewertet werden, welche Sanierungsmaßnahmen im Hinblick auf die Energieversorgung notwendig und möglich sind. Die Gebäudebestandsanalyse und Bewertung der bestehenden Energieversorgung sind ein wichtiger Schritt, bevor zukünftige Modernisierungsmaßnahmen geplant werden können. Die Analyse der bestehenden Energieinfrastruktur hat einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung von Konzepten zur Energieversorgung.

1.3.1 Anlagentechnik

Aufgabe ist die Aufnahme aller Energieversorgungsanlagen im Gebäudebestand mit folgenden Informationen:

- Anlagentyp (Gastherme, BHKW ...)
- Baujahr
- Verwendeter Brennstoff (Heizöl, Gas etc.)
- Leistungsklasse
- Wirkungsgrad

1.3.2 Aufbau der Wärmeversorgung

Zur Entwicklung eines ganzheitlichen Energieversorgungskonzeptes ist die Analyse des bestehenden Wärmeversorgungsnetzes ein wichtiger Schritt.

Dezentrale Wärmeversorgung

Die Wärmeerzeugung findet direkt vor Ort in den einzelnen Wohnungen statt. Die aktuelle Wärmeversorgung von Wohngebäuden basiert zu einem hohen Anteil auf wohnungsspezifischen Lösungen.

Zentrale Wärmeversorgung

Eine zentrale Versorgung produziert Wärme an einem vordefinierten Ort und verteilt die Wärme mithilfe eines Versorgungsnetzes an die nahe liegenden Verbraucher. Zum Einsatz kommen hier auch Technologien, die für eine dezentrale Versorgung aufgrund einer Mindestanlagenleistung nicht geeignet sind.

1.3.3 Gasnetz

Ein Gasnetzanschluss ist nicht an jedem Ort verfügbar. Informationen dazu können beim zuständigen Energieversorger eingeholt werden.

Ist bereits ein Anschluss an das Gasnetz realisiert, können die jeweiligen Gasnetzpläne beim Energieversorger angefordert werden.

1.3.4 Stromnetz

Stromnetze stehend flächendeckend zur Verfügung und müssen nicht detailliert erfasst werden. Auskünfte zum jeweiligen Stromnetz können beim Betreiber eingeholt werden.

Beispiel:

Dokumentation der Anlagentechnik am Beispiel des Plato-Wild-Ensembles

Eine Übersicht (Stand 2013) über die bestehende Wärmeversorgung im Plato-Wild-Ensemble wurde vom dortigen Bauverein ausgehändigt. Eine Auswertung der vorhandenen Wärmeversorgung im Baublock II des Plato-Wild-Ensembles kann der Tab. 32 entnommen werden.

1.4 Energiebedarf

Im Anschluss an die Dokumentation der Energieinfrastruktur ist der nächste Schritt die Analyse des Energiebedarfs. Die Bewohner des Stadtquartiers verbrauchen Wärme und Strom. Beides muss zuverlässig zur Verfügung gestellt werden. Damit eine geplante, teils regenerative Anlagentechnik ideal auf die Anforderungen des Stadtquartiers abgestimmt werden kann, ist eine konkrete Aussage über den Wärmebedarf und den Stromverbrauch im Objekt notwendig. Zur Bestimmung der exakten Leistungsgröße der Anlagentechnik wird ferner eine detaillierte Heizlastberechnung angestrebt.

1.4.1 Wärmebedarf

Eine fundierte Abschätzung des Wärmebedarfs ist die Voraussetzung für die Entwicklung eines nachhaltigen Energiekonzeptes. Leitungsverluste begrenzen den weitläufigen Transport von Wärmeenergie. Die Wärme muss daher ortsnahe verbraucht werden, der

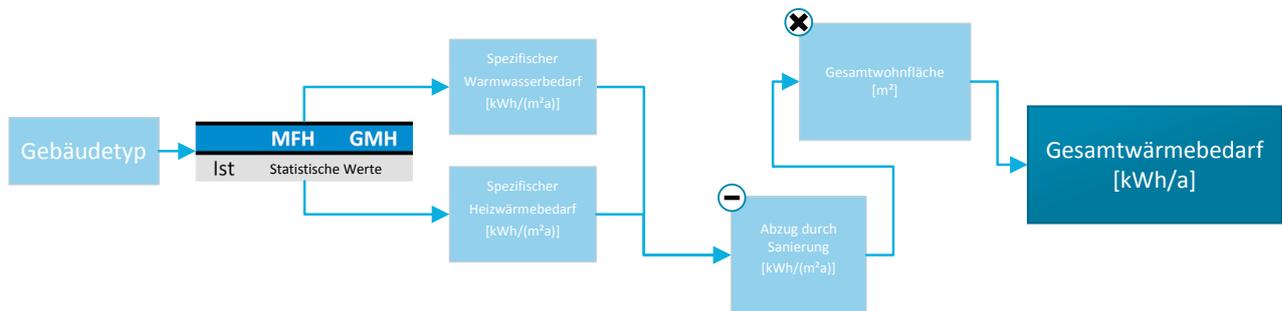


Abb. 182 Gesamtwärmebedarfsermittlung mit Hilfe von statistischen Kennwerten

Austausch mit einem übergeordneten Netz ist nicht möglich. Wärmeverbraucher und -erzeuger müssen daher genau aufeinander abgestimmt sein.

Der Gesamtwärmebedarf eines Stadtquartiers setzt sich aus Heizwärme und Brauchwarmwasser zusammen. Der Gesamtwärmebedarf einer Wohnstruktur kann mit unterschiedlichen Methoden ermittelt werden:

- Ermittlung mithilfe von statistischen Kennwerten
- Bestimmung des Wärmebedarfs aus realen Verbrauchswerten

Wärmebedarfsberechnung mithilfe von Kennwerten

Sind reale Verbrauchsdaten nicht vorhanden, kann der Wärmebedarf des Objektes über spezifische Kennwerte bestimmt werden. Grundlage der Abschätzung ist die Zuordnung des bestehenden Objektes zu Gebäudeklasse und Baujahr. Aus vorhandenen Tabellen¹⁵ des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) können spezifische Kennwerte zu Heizwärme- und Warmwasserbedarf entnommen werden. Anschließend müssen Energieeinsparungen aufgrund geplanter Sanierungsmaßnahmen abgezogen werden. Das Ergebnis wird mit der Gesamtwohnfläche multipliziert, um den Gesamtwärmebedarf des Objektes zu erhalten (vgl. Abb. 182).

¹⁵ Born, Rolf; Diefenbach, Nikolaus; Loga, Tobias (2003): Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie.



Abb. 183 Gesamtwärmebedarfsermittlung „Reale Verbrauchswerte“

Wärmebedarf aus realen Verbrauchszahlen

Aus den realen Verbrauchswerten eines Gebäudebestands lässt sich ein präziser Wärmeverbrauch ermitteln. Datengrundlage können der Brennstoffverbrauch oder die gelieferte Energie aus einem angeschlossenen Nahwärmenetz sein. Bereits vorhandene Wärmepumpen müssen mit dem Stromverbrauch in die Rechnung miteingehen. Der Gesamtwärmebedarf lässt sich gemäß der Abb. 183 ermitteln.

1.4.2 Heizlastberechnung

Die Heizlastberechnung ist die Grundlage für die Dimensionierung einer Heizungsanlage. Sie gibt im Resultat die Wärmezufuhr in Watt an, welche nötig ist, um eine Raumtemperatur bei extremen Witterungsbedingungen konstant aufrechtzuerhalten. Nicht zu verwechseln ist sie mit dem Wärmebedarf, der das Produkt aus Heizlast und Beheizungszeit ist und in kWh angegeben wird. Die Heizlast wird nach der europäischen Norm DIN EN 12831 berechnet. Zu den Standardfällen dieser Norm gehören alle Gebäude, deren Raumhöhe fünf Meter nicht übersteigt und die unter Normbedingungen im stationären Zustand beheizt werden.

F

Block II - Planungsbereich A 1919

| Gebäudeobjekt | Heizsystem | Anlagentechnik | Baujahr | Warmwasser |
|------------------|------------|----------------|-------------|------------|
| Neumannstraße 18 | Dezentral | Gastherme | 2002 - 2010 | Dezentral |
| Neumannstraße 16 | Zentral | Gas | k.A. | Zentral |

Block II - Planungsbereich B 1921

| Gebäudeobjekt | Heizsystem | Anlagentechnik | Baujahr | Warmwasser |
|---------------------|------------|----------------|-------------|------------|
| Plato-Wild-Straße 5 | Dezentral | Gastherme | 1992 - 1999 | Dezentral |
| Plato-Wild-Straße 7 | Dezentral | Gastherme | 1992 - 2013 | Dezentral |
| Neumannstraße 20 | Dezentral | Gastherme | 2001 - 2011 | Dezentral |

Block II - Planungsbereich C 1924

| Gebäudeobjekt | Heizsystem | Anlagentechnik | Baujahr | Warmwasser |
|---------------------|------------|----------------|-------------|------------|
| Plato-Wild-Straße 1 | Dezentral | Gastherme | 1995 - 2001 | Dezentral |
| Plato-Wild-Straße 3 | Dezentral | Gastherme | 1996 - 1998 | Dezentral |
| Safferlingstraße 19 | Dezentral | Gastherme | 2001 - 2009 | Dezentral |

Block II - Planungsbereich D 1925

| Gebäudeobjekt | Heizsystem | Anlagentechnik | Baujahr | Warmwasser |
|---------------------|------------|----------------|-------------|------------|
| Neumannstraße 14 | Dezentral | Gastherme | k.A. | Dezentral |
| Walderdorffstraße 6 | Dezentral | Gastherme | 1996 - 2002 | Dezentral |

Block II - Planungsbereich E 1926

| Gebäudeobjekt | Heizsystem | Anlagentechnik | Baujahr | Warmwasser |
|----------------------|------------|----------------|-------------|------------|
| Walderdorffstraße 2 | Zentral | Gas | k.A. | Zentral |
| Walderdorffstraße 4 | Zentral | Gas | k.A. | Zentral |
| Walderdorffstraße 4a | Zentral | Gas | k.A. | Zentral |
| Safferlingstraße 15 | Dezentral | Gastherme | 1992 - 2007 | Dezentral |
| Safferlingstraße 17 | Dezentral | Gastherme | 1992 - 2007 | Dezentral |

Tab. 32 Dokumentation Anlagentechnik Plato-Wild-Ensemble Block II (Quelle: Bauverein)

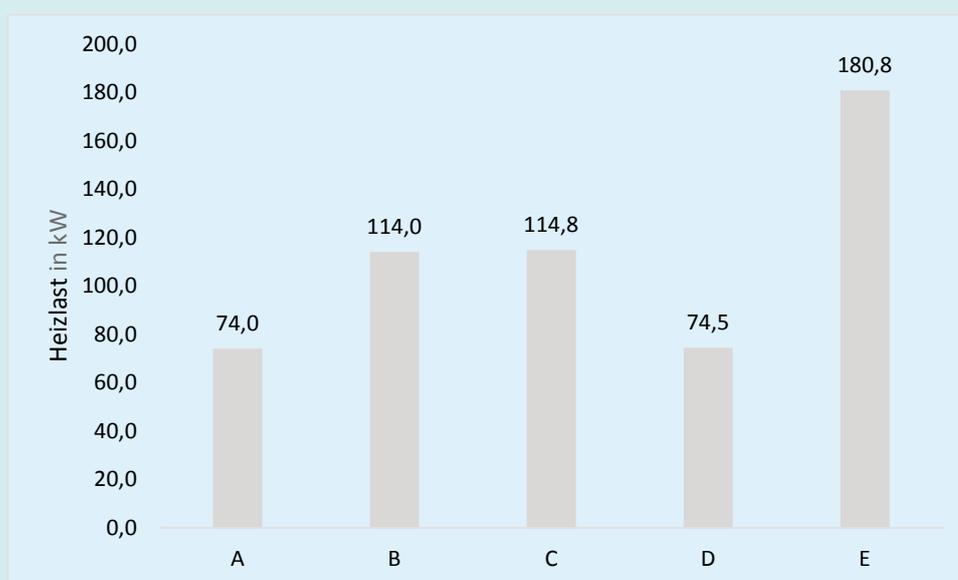


Abb. 184 Heizlastberechnung Plato-Wild-Ensemble (Planungsbereiche A-E; Quelle: C. Stich)

| Bauteil | Material | λ [W/mK] | Stärke [m] | U-Wert [W/m ² K] |
|--|--------------------------------|---------------------|---------------|--------------------------------|
| Außenwand 40cm | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | 0,66/0,85/1,48 |
| | Vollziegel | 0,81 | 0,375 | |
| | CaSiO ₃ 5cm/3cm/0cm | 0,055 | 0,05/0,03/0cm | |
| | Gipsputz | 0,35 | 0,01 | |
| Außenwand 52cm | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | 0,61/0,76/1,22 |
| | Vollziegel | 0,81 | 0,49 | |
| | CaSiO ₃ 5cm/3cm/0cm | 0,055 | 0,05/0,03/0cm | |
| | Gipsputz | 0,35 | 0,01 | |
| Kellerdecke | Dielen | 0,13 | 0,03 | 0,13 |
| | Lagerholz | - | 0,07x0,1 | |
| | Mineralwolle | 0,04 | 0,1 | |
| | Beton | 1,65 | 0,035 | |
| | Vollziegel | 0,81 | 0,12 | |
| | Styropor | 0,035 | 0,15 | |
| | Gipsputz | 0,35 | 0,01 | |
| Geschossdecke/Fussboden: | Dielen | 0,13 | 0,03 | 1,36 |
| | Balken | - | 0,2x0,135 | |
| | Lattung | 0,13 | 0,02 | |
| | Schilfmatte | 0,047 | 0,005 | |
| | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | |
| | Gipsputz | 0,35 | 0,01 | |
| Oberste Geschossdecke | Styropor | 0,035 | 0,15 | 0,21 |
| | Balken | - | 0,2x0,135 | |
| | Lattung | 0,13 | 0,02 | |
| | Schilfmatte | 0,047 | 0,005 | |
| | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | |
| | Gipsputz | 0,35 | 0,01 | |
| Kniestock/Trennwände zum unbewohnten Speicher | Mineralwolle | 0,035 | 0,2 | 0,16/0,16 |
| | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | |
| | Vollziegel | 0,81 | 0,25/0,12 | |
| | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | |
| Wand zum angrenzenden Nachbarshaus (40cm Vollziegel) | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | 1,28 |
| | Vollziegel | 0,81 | 0,4 | |
| | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | |
| Wand zur Nachbarswohnung | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | 2,28 |
| | Vollziegel | 0,81 | 0,12 | |
| | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | |
| Treppenhauswand/ Wand zum Nachbarshaus bei 25cm Vollziegel | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | 1,67 |
| | Vollziegel | 0,81 | 0,25 | |
| | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | |
| Innentrennwände | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | 2,22 |
| | Vollziegel | 0,81 | 0,13 | |
| | Kalkzementputz | 1 | 0,015 | |
| Fenster | 3-fach Verglasung | - | - | 0,8 |
| Wohnungstür | Holz | - | - | 1,8 |

Tab. 33 Bauteilparameter des Plato-Wild-Ensembles

Beispiel: Heizlastberechnung Plato-Wild-Ensemble

Zur Berechnung der Heizlast des Baublocks II im Plato-Wild-Ensemble wurde eine Abschlussarbeit¹⁶ in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse hier beispielhaft kurz vorgestellt werden sollen. Für die Berechnung der Heizlast wurden folgende Randbedingungen angenommen:

- 5 cm Innendämmung
- Dämmung der Kellerdecke und Dachgeschossdecke
- Keine Berücksichtigung der Lüftung
- Moderne Fenstereinheiten
- Norm-Außentemperatur Regensburg (EN 12831): 1–16 °C
- Norm-Innentemperatur (EN 12831): 20 °C

Ergebnisse

Die Heizlastberechnung wurde individuell für jede Wohnungseinheit der jeweiligen Planungseinheiten vorgenommen. Die Berechnungen ergaben bei den eben genannten Randbedingungen eine Gesamtheizlast von 558,0 kW für den gesamten Baublock II. Die Heizlasten für die jeweiligen Planungsbereiche können der Abb. 184 entnommen werden.

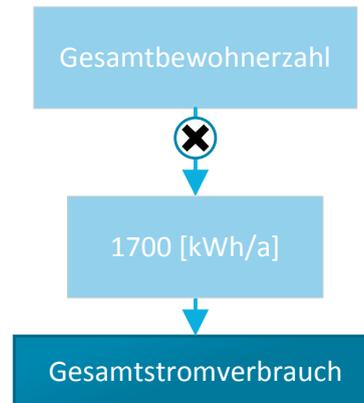
1.4.3 Strombedarf

Der jährliche Gesamtstrombedarf kann vor Ort gemessen werden oder beim örtlichen Netzbetreiber angefordert werden. Ist es nicht möglich, den tatsächlichen Stromverbrauch zu bestimmen, kann dieser auch statistisch mit unterschiedlichen Methoden abgeschätzt werden (vgl. Methode 1–3).¹⁷ Ein mit realen Verbrauchswerten ermittelter Stromverbrauch ist der statistischen Abschätzung immer vorzuziehen, da dieser das Nutzerverhalten im Gebäudeobjekt mitabbildet.

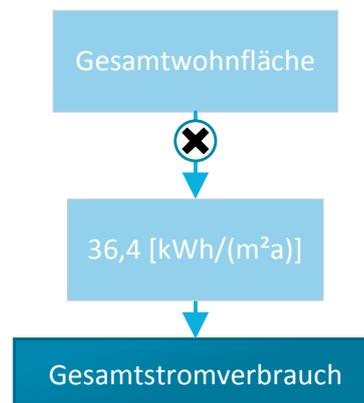
¹⁶ Stich, Christina (2013): Heizlastberechnung für ein genossenschaftliches Wohnquartier und Auslegung einer solarthermischen Warmwasserversorgung. Bachelorarbeit. Hochschule für angewandte Wissenschaften, Regensburg.

¹⁷ Frondel, Manuel et al. (2011): Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006–2008. Forschungsprojekt Nr. 54/09 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, BMWi. Hg. v. forsa. Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH/Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI).

■ Methode 1



■ Methode 2



■ Methode 3

