

1.	Methodik zur Entwicklung eines Energiekonzeptes	210
1.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen	210
1.2	Energieeffiziente Wärmeversorgung	210
1.3	Konzeptentwürfe	213
1.4	Entwurf Energieversorgungsmatrix	218
1.5	Primärenergiefaktor	225
2.	Integration einer Energiezentrale	226
2.1	Normen und Richtlinien	226
2.2	Aufstellung von Feuerstätten	226
2.3	Planungsgrundlagen Heizraum	227
2.4	Brennstofflagerung	229
2.5	Abgasanlagen	229
2.6	Architektonische Integration	231
3.	Einsatz eines Nahwärmenetzes	235
3.1	Grundlagen der Wärmeverteilung	235
4.	Einsatz eines Sockelheizungssystems	241
4.1	Sockelheizleisten	241
4.2	Anwendung im Altbau	242
4.3	Fazit	243



Teil G Versorgungskonzepte

1. Methodik zur Entwicklung eines Energiekonzeptes

Ein neu konzipiertes Energiekonzept sollte neben der Verbesserung der thermischen Gebäudehülle auch eine energieoptimierende Modernisierung der Anlagentechnik beinhalten. Eine kostengünstige und ressourcenschonende Energieversorgung kann ganz allgemein durch:

- Reduktion des Energiebedarfs,
- Effizienzsteigerung,
- Einsatz erneuerbarer Energien
- erreicht werden.

Diese Maßnahmen tragen zu einer erheblichen Verbesserung des Primärenergiefaktors und der damit einhergehenden Senkung der CO₂-Emissionen bei.

Die Einbindung erneuerbarer Energien in das Gesamtkonzept trägt maßgeblich zum Erreichen dieser Ziele bei. Verschiedene Energieträger können als erneuerbare Quellen betrachtet werden:

- Solarenergie
- Erdwärme
- Umweltenergie
- Windenergie
- Biomasse/Biogas/Bioöl

Da erneuerbare Energien äußerst geringe Primärenergie- und CO₂-Emissionsfaktoren aufweisen, leisten sie einen erheblichen Beitrag zur umweltschonenden Energieversorgung eines Gebäudes. Parallel zur Integration von regenerativen Energien sind effizienzsteigernde Maßnahmen sinnvoll:

- Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Einsatz von Wärmepumpentechnologie

Schritt für Schritt werden im folgenden Kapitel die einzelnen Stationen hin zu einem effizienten Energiekonzept für ein Stadtquartier erörtert. Mit den Randbedingungen und Nutzungsanforderungen aus dem Kapitel „Energiepotenziale“ können umweltschonende und effiziente Energiekonzepte entwickelt werden, die zu einer deutlichen energetischen Verbesserung des vorliegenden Gebäudekomplexes führen.

1.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Auf Basis der vom Staat initiierten „Energiewende“ wurden zahlreiche Gesetze und Verordnungen verabschiedet, die bei der Konzeption einer Energieversorgung berücksichtigt werden müssen:

- Energieeinsparverordnung (EnEV-Novellierung 2014)
- Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)
- Bauordnungen
- Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)
- Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG-Gesetz)
- Verordnungen der Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

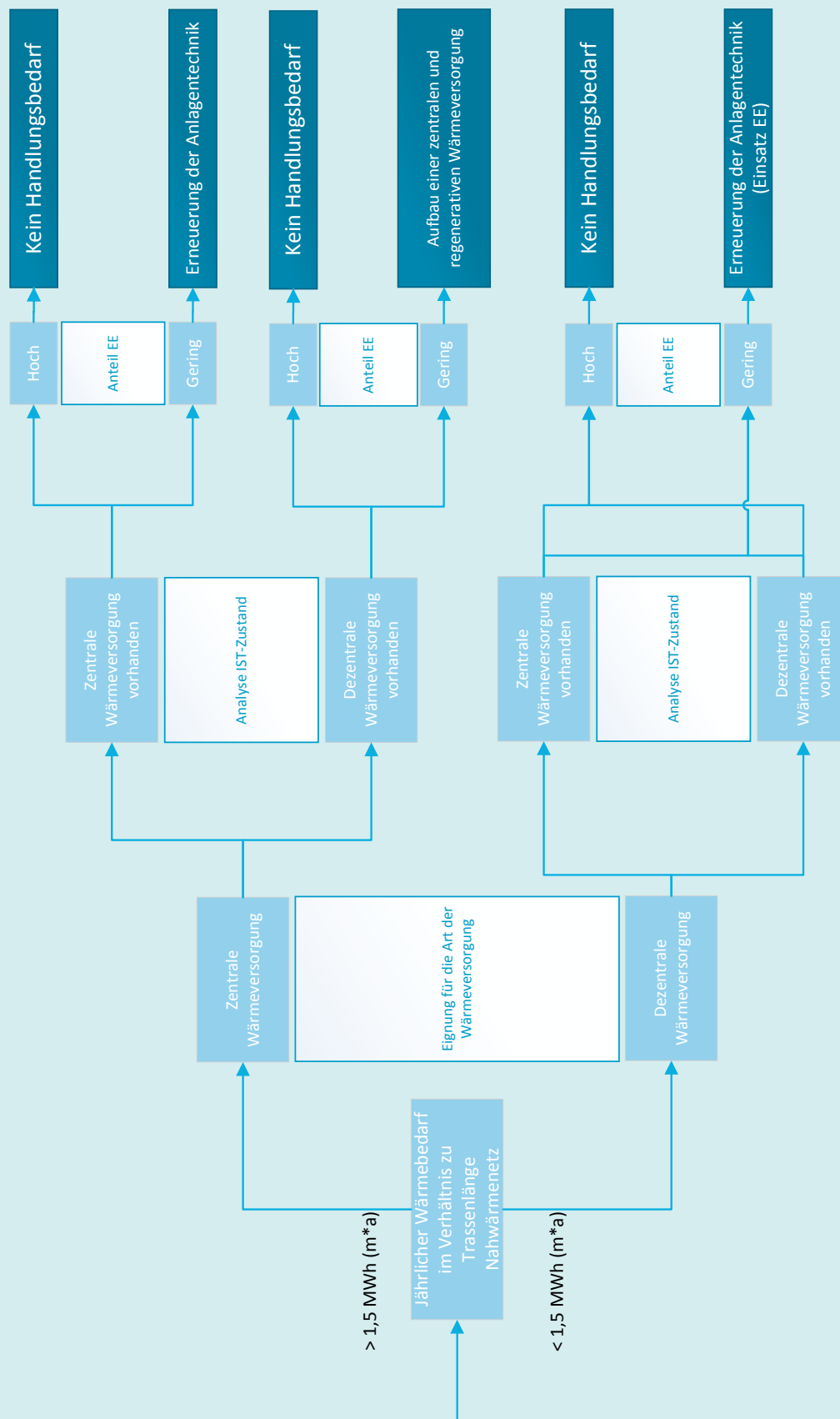
1.2 Energieeffiziente Wärmeversorgung

Einleitend ist die Frage der Wärmeversorgung zu klären. Die Versorgung eines Stadtquartiers mit Wärmeenergie kann dezentral oder zentral erfolgen. Diese unterscheiden sich nach „zentralen“ Systemen mit zentralem Wärmeerzeuger für das gesamte Quartier und „dezentralen“ Systemen, bei denen jedes Haus oder jede einzelne Wohnung über einen eigenen Wärmeerzeuger verfügt. Wenn im vorliegenden Leitfaden von zentraler Wärmeversorgung die Rede ist, dann handelt es sich um die Versorgung des gesamten Ensembles durch einen zentral stationierten Wärmeerzeuger.

Vorteile einer zentralen Wärmeversorgung:

- Basis für den Einsatz ausgewählter erneuerbarer Energien
- Wartungsfreundliche und platzsparende Übergabestationen in den einzelnen Häusern
- Einsatz von hocheffizienter Anlagentechnik (Wechsel zur Kraft-Wärme-Kopplung)

1 Hausladen, Gerhard; Wagner, Tobias; Schmid, Thomas; Bonnet, Cécile; Hamacher, Thomas; Tzscheutschler, Peter; Burhenne, Roman (2011): Leitfaden Energienutzungsplan. (Hg.) Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur und Technologie (StMWIVT), Stand: 21. Februar 2011. München.



Bestandsanalyse Gebäudetechnik

Abb. 185 Entscheidungsbau Nahwärmenetz¹

- Investitionsförderungen von Wärmenetzen möglich
- Effizienz und Wirtschaftlichkeit steigt mit dem Einsatz größerer Anlagen
- Günstigere Anschaffungskosten der Anlagentechnik
- Optimaler Betrieb durch regelmäßige Wartung der Anlagentechnik

Nachteile einer zentralen Wärmeversorgung:

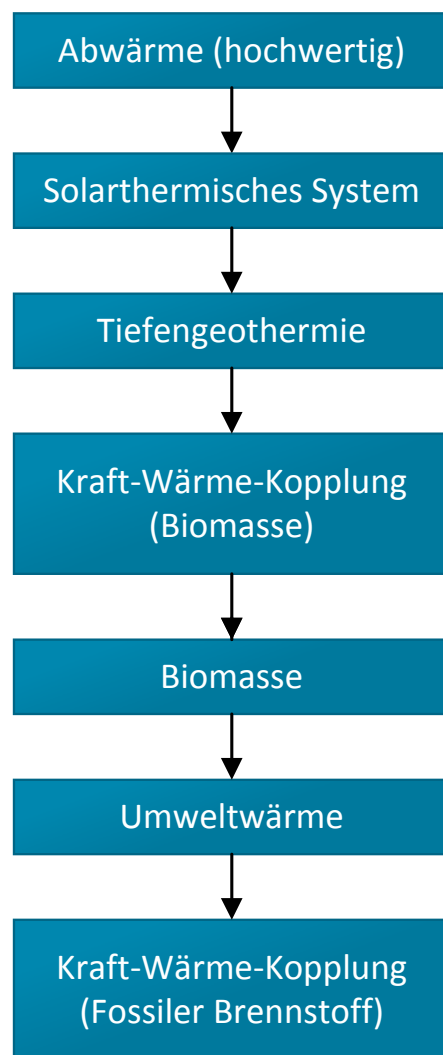
- Wärmeverteilverluste im Nahwärmenetz
- Notwendigkeit einer Heizungszentrale
- Keine individuelle Wärmeversorgung der einzelnen Objekte/Wohnungen möglich
- Umlage der Heizkosten
- Investitionskosten für Wärmenetz

Historische Quartiere in Städten weisen ein hohes Potenzial für die Umsetzung zentraler Lösungen auf. Ein Grund dafür ist die hohe Energieabnahmedichte und die gute Auslastung der Anlagen durch Gleichzeitigkeit gegenüber dezentralen Heizungssystemen. Welche Wärmeversorgung zum Einsatz kommt, muss allerdings bei jedem Stadtquartier neu untersucht und bewertet werden. „Wärmenetze sind in der Regel aber nur dann wirtschaftlich zu betreiben, wenn die Länge des Netzes in einem sinnvollen Verhältnis zur genutzten Wärmemenge steht.“² Eine zentrale Versorgung ist daher nicht für jeden Fall zu empfehlen und muss im Einzelfall detailliert untersucht werden.

Für eine erste Abschätzung empfiehlt Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Energie-Netzwerk (C.A.R.M.E.N.) eine Mindest-Wärmebelegungsichte von 1,5 MWh/(m*a).

Die Wärmebelegungsichte beschreibt die jährliche Wärmeabnahme im Verhältnis zur Länge der Wärmetrasse. Der jährliche Wärmeverbrauch kann dem Kapitel „Energiepotenziale“ entnommen werden (siehe F 1.2). Die Trassenlänge des Nahwärmenetzes muss vorsichtig abgeschätzt werden. Für eine erste Orientierung wurde ein Entscheidungsbaum (Abb. 185) entwickelt,

der bei der Entscheidung, welche Wärmeversorgung für das vorliegende Ensemble zum Einsatz kommen soll, helfen soll. Nicht immer besteht automatisch Handlungsbedarf. Wird ein bestehendes Stadtquartier dezentral mit Wärme versorgt und wurde die vorhandene Anlagentechnik erst kürzlich erneuert, eventuell sogar mit erneuerbaren Energien ergänzt, dann ist ein Umstieg auf eine zentrale Wärmeversorgung mit zusätzlichen Investitionskosten trotz ausreichender Wärmebelegungsichte nicht zwangsweise notwendig. Mehr Informationen zum Thema Wärmeversorgung mithilfe eines Nahwärmenetzes können im Kapitel „Einsatz eines Nahwärmenetzes“ nachgeschlagen werden (siehe G 3).



² C.A.R.M.E.N. (Hg.): Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen. Ein Beitrag zur effizienten Wärmenutzung und zum Klimaschutz. Merkblatt, zuletzt geprüft am 21.04.2014.

Abb. 186 Priorisierung Energiebereitstellung³

1.3 Konzeptentwürfe

Das Modellieren von Energiekonzepten kann nicht pauschal vorgegeben werden, sondern richtet sich spezifisch nach den örtlichen Gegebenheiten im jeweiligen Stadtquartier. Ziel ist ein der baulichen und infrastrukturellen Situation angepasstes Energieversorgungskonzept, das auch ökologische Zielsetzungen umfasst. Die Integration von regenerativen Energien zur Reduktion von CO₂-Emissionen ist ein wesentlicher Bestandteil der Konzeptentwicklung. Die Auswahl eines Energiesystems ist ferner eng mit den Vorgaben der architektonischen Modernisierung verknüpft. Hier muss bei der Konzeptentwicklung besonders auf die Denkmalverträglichkeit der Energieversorgung Rücksicht genommen werden. Die regenerativen Energiepotenziale werden dahingehend vor der Konzeptintegration detailliert überprüft. Liegt beim zu modernisierenden Stadtquartier kein Denkmalschutz vor, wird eine Umsetzung der Richtlinien zum Erhalt des architektonischen Charakters trotzdem empfohlen.

Der Gesetzgeber wünscht die zügige Integration von erneuerbaren Energien im Gebäudesektor und hat dazu das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) verabschiedet. Das Gesetz sieht dabei vor, Gebäudeobjekte in Höhe eines vorgeschriebenen Prozentsatzes mit erneuerbaren Energien zu versorgen. Die Regelungen des EEWärmeG gelten in Bayern zurzeit nur für Neubauten (Bauantrag ab dem 01. Januar 2009). Aber ab 2015 sollen nach Vorgabe der EU auch alle Bestandsbauten erneuerbare Energien nutzen, wenn sie umfassend saniert werden. Als erneuerbare Energien im Sinne des EEWärmeG gelten Solarenergie, Biomasse, Geothermie und Umweltwärme.

In einem ersten Schritt muss eine Bewertung und Einteilung der regenerativen Energien erfolgen. Zur Kategorisierung können die Primärfaktoren der einzelnen Energieformen aus DIN V 4701-10 herangezogen werden. Der Primärenergiefaktor zeigt das Verhältnis von eingesetzter Primärenergie zur abgegebenen Endenergie. Je kleiner der Primärenergiefaktor, desto umweltverträglicher und effizienter ist der Energieeinsatz und -aufwand von der Quelle bis zum Endverbraucher (vgl. Abb. 186).

3 Hausladen, Gerhard; Wagner, Tobias; Schmid, Thomas; Bonnet, Cécile; Hamacher, Thomas; Tzscheutschler, Peter; Burhenne, Roman (2011): Leitfaden Energienutzungsplan. (Hg.): Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG), Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur und Technologie (StMWIVT), Stand: 21. Februar 2011. München.

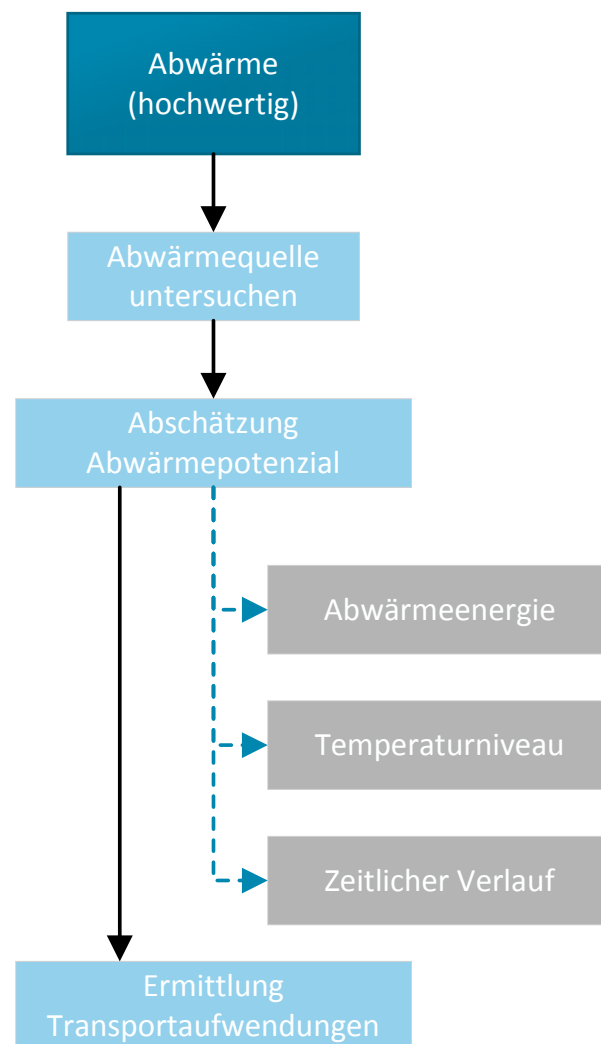


Abb. 187 Flussdiagramm Abwärme

1.3.1 Hochwertige Abwärme

Hochwertige Abwärme aus Industrie und Stromerzeugungsprozessen lässt sich nicht vermeiden. Hochwertige Abwärme zeichnet sich durch ein hohes Temperaturniveau aus, das ohne Hilfsenergie direkt genutzt werden kann. Der Primärenergieeinsatz wird mit null beschrieben, da der Brennstoffeinsatz dem primären Ziel zugewiesen wird, z. B. fallen in großen Kraftwerken zur Stromproduktion erhebliche Mengen an nicht genutzter Wärmeenergie an, die sinnvoll eingesetzt werden kann.

Typische Abwärmequellen in Betrieben sind z. B.:

- Abgase aus Kesselanlagen und anderen Verbrennungsvorgängen
- Abluft aus Prozessen oder Fertigungsbereichen

- Abwasser aus Prozessen
- Kühlwasser aus Produktionsverfahren, Kälteanlagen oder Kompressoren
- Dampfsysteme
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Eine zielgerichtete und vielversprechende Nutzung der hochwertigen Abwärme hängt von mehreren Faktoren ab:

- Temperaturniveau
- Zeitlicher Verlauf des Abwärmepotenzials
- Verfügbare Wärmemenge
- Räumliche Distanz zwischen Abwärmequellen und Wärmeverbraucher

1.3.2 Solarthermische Systeme

Sonnenenergie ist ein wichtiger Bestandteil der Energiewende. Solarpotenziale können sinnvoll zur Energieversorgung eines Stadtquartiers beitragen. Allerdings stellt sich dabei die Frage nach der Vereinbarkeit von Denkmal- und Klimaschutz, die im Einzelfall überprüft werden muss. Installierte Solaranlagen verändern das Erscheinungsbild von historischen Ensembles, jedoch schließen sich die Bewahrung des architektonischen Charakters des Stadtquartiers und die Nutzung der Solarenergie nicht gegenseitig aus. Ist am bestehenden Standort eine ausreichende Globalstrahlung gewährleistet, müssen „qualifizierte“ Flächen zur Nutzung der Solarenergie identifiziert werden. Das Landesamt für Denkmalschutz (BLfD) hat dazu Richtlinien entwickelt.

Auszug aus den Beratungsrichtlinien 01/2012 des Bayerischen Landesamtes für Denkmalspflege⁴

„Spezielle Hinweise zu solarthermischen Anlagen

a) Solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung können oberflächenbündig in die umgebende Dachfläche eingebaut werden. Sie sind in ihrer Wirkung deshalb unauffälliger als andere Dachaufbauten.

⁴ Bayerisches Landesamt für Denkmalspflege (BLfD) (Hg.) (2012): Erneuerbare Energien – Beratungsrichtlinie 01/2012. München.

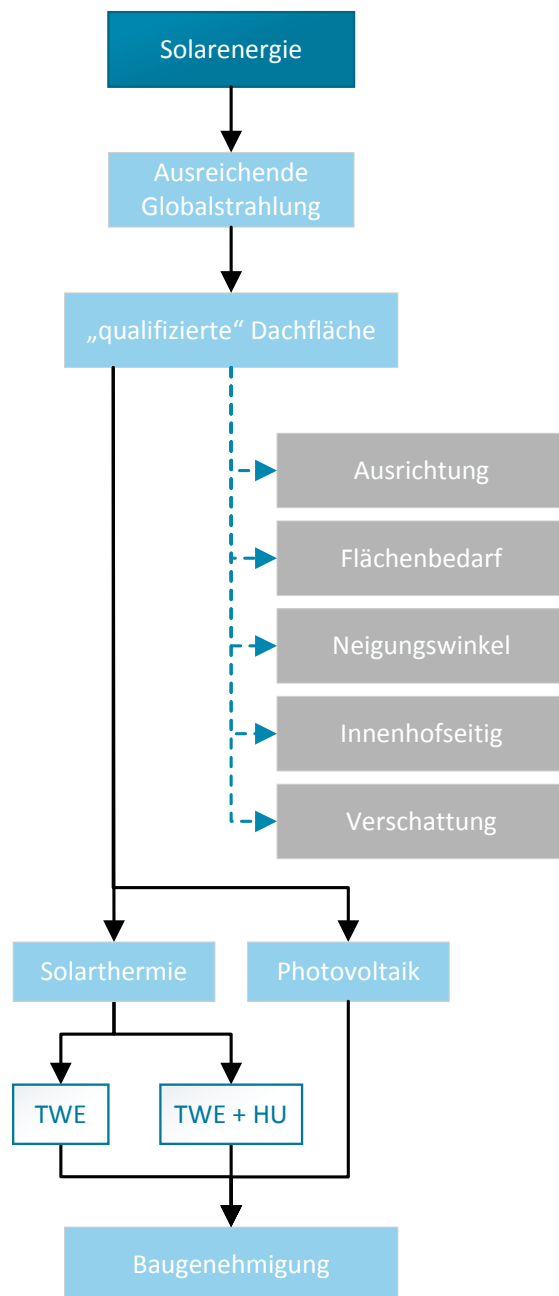


Abb. 188 Potenzialermittlung Solarenergie

Spezielle Hinweise zu Photovoltaikanlagen

a) Photovoltaikanlagen können nach dem derzeitigen Stand der Technik wegen der Wärmeentwicklung und der erforderlichen Hinterlüftung im Regelfall nur auf die Dachoberfläche montiert werden: Sie sind in ihrer kastenartigen Wirkung auffälliger. Die Installation derartiger Anlagen an einsehbaren Stellen auf Baudenkmalern und in Ensembles sowie in deren Nähe ist regelmäßig abzulehnen.

b) Großflächige Photovoltaikanlagen, die vornehmlich einer kommerziellen Nutzung dienen, sind für die Anbringung auf Baudenkmälern, innerhalb von Ensembles und in deren Nähe in der Regel nicht geeignet.

c) Anders als bei solarthermischen Anlagen zur Warmwassergewinnung wird bei Photovoltaikanlagen die gewonnene Energie häufig in das Stromnetz eingespeist und nicht unmittelbar an Ort und Stelle verbraucht. Der Anbringungsort der Kollektoren ist damit variabel.

d) Photovoltaikanlagen erfordern meist umfangreichere Modulflächen als Solaranlagen zur Warmwassergewinnung. Die Modulflächen müssen bedarfsorientiert auf ein Mindestmaß reduziert und gestalterisch angepasst werden. [...]“

Solarthermische Anlagen können nur unterstützend auftreten. Eine monovalente Versorgung mit einer derartigen Anlage ist nicht möglich. Gaskessel und Pelletkessel können mit solarthermischen Systemen gut ergänzt werden. Bei der Planung ist darauf zu achten, dass die vorgesehenen Dachflächen nach Süden, Südosten oder Südwesten ausgerichtet sind. Optimale Ergebnisse werden bei einer Dachneigung im Bereich von 20° bis 60° erreicht. Solarthermie kann zur Trinkwassererwärmung (TWE) eingesetzt werden, seit einigen Jahren wird darüber hinaus oft eine zusätzliche Heizungsunterstützung (HU) durch Solarenergie realisiert. Die exakte Auslegung und Planung einer Anlage ist jedoch im Einzelfall zu prüfen.

Der Anteil am Gesamtverbrauch muss nach § 5 des EEWärmeG nachstehende Voraussetzung erfüllen:

„(1) Bei Nutzung von solarer Strahlungsenergie nach Maßgabe der Nummer I der Anlage zu diesem Gesetz wird die Pflicht nach § 3 Abs. 1 dadurch erfüllt, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 15 Prozent hieraus gedeckt wird.“

Weitere umfassende Informationen zur Implementierung von thermischen Solaranlagen liefert der Leitfa-den „Solarthermie im Denkmalschutz“⁵

Fotovoltaik ist eine weitere beliebte Möglichkeit, nachhaltig zur Energieversorgung eines Stadtquartiers beizutragen. Die Nutzung der Fotovoltaik folgt den gleichen Bedingungen wie in der Solarthermie.

Beide Technologien konkurrieren um die „qualifizierten“ Dachflächen.

Priorisiert wird dabei die Nutzung der Solarthermie. Ungenutzte Energiegewinne aus solarthermischen Systemen können in vorgesehenen Wärmespeichern vor Ort im Quartier gespeichert und zeitlich verzögert abgerufen werden. Überschüssige elektrische Energie aus Fotovoltaikanlagen wird häufig in das übergeordnete Stromnetz eingespeist und nur mäßig vergütet. Prinzipiell wird empfohlen, entsprechende Dachflächen für eine solarthermische Nutzung zu dimensionieren und verbleibende Flächen der Fotovoltaik zuzuweisen.

„Abweichend von der sonstigen Genehmigungsfreiheit ist bei der Installation von Solaranlagen auf Baudenkmälern, in Ensembles, in der Nähe von Denkmälern [...] ausnahmslos ein Erlaubnisverfahren nach Art. 6 [...] DSchG (Denkmalschutzgesetz) erforderlich. Örtliche Vorschriften, z.B. Gestaltungs- und Erhaltungssatzungen, sind ebenfalls zu berücksichtigen.“⁶

1.3.3 Umweltwärme (Wärmepumpe)

Der Begriff Umweltwärme umfasst die Energiegewinnung aus dem Erdreich, dem Wasser und der Luft. Der Themenkomplex beinhaltet verschiedenste Technologien, die alle dazu beitragen können, Stadtquartiere umweltschonender mit Wärme zu versorgen. Umweltwärme kann dazu beitragen, historisch wertvolle Gebäudeobjekte regenerativ zu versorgen, ohne dabei massiv in die Architektur einzugreifen. Sie können daher einen wesentlichen Beitrag zur Versorgung von historisch wertvollen Ensembles leisten. Die Nutzung von Umweltwärme ist häufig mit dem Einsatz einer Wärmepumpe verbunden. Die Effizienz der Wärmepumpe ist abhängig von der Temperaturdifferenz, die sie überwinden muss. Vorteilhaft sind daher Nieder-temperaturheizsysteme mit geringen Vorlauftemperaturen. Bei Altbauten ist eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Heizkörper erforderlich, gegebenenfalls muss ein Austausch der Heizkörpersysteme mit-eingeplant werden. Eine Nutzung der Umweltwärme sollte immer mit einer ausreichenden Dämmung des Gebäudeobjektes einhergehen.

Tiefengeothermie ist aufgrund ihrer Komplexität und strengen Genehmigungspflicht für den Einsatz in einem dicht besiedelten Stadtquartier nicht geeignet.

⁵ Binder, Thomas; Leukefeld, Timo (2014): Solarthermie im Denkmalschutz. Handlungsmöglichkeiten für Hauseigner und Architekten. UrbanSolPlus. Stuttgart.

⁶ Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege (BLfD) (Hg.) (2012): Erneuerbare Energien – Solarthermie, Photovoltaik, Windkraft, Geothermie und Energie aus Biomasse in denkmalgeschützten Bereichen. Beratungsrichtlinie 01/2012. München.

Bei der oberflächennahen Geothermie gibt es verschiedene Systeme, mit deren Hilfe dem Untergrund Wärme entzogen werden kann. Die unterschiedlichen Systeme wurden bereits im Kapitel „Energiepotenziale“ vorgestellt (siehe F 1.2).

Der Einsatz von Erdwärmekollektoren zur Wärmeversorgung eines ganzen Stadtquartiers gestaltet sich aufgrund des großen Flächenbedarfs der Kollektoren schwierig. Erdwärmekollektoren sind in der Regel nicht genehmigungspflichtig.

„Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist aber erforderlich, wenn der Erdwärmekollektor:

- nicht mindestens 1 m über dem höchsten Grundwasserstand,
- innerhalb von Überschwemmungsgebieten, in Uferbereichen von Gewässern oder
- im Wasserschutzgebiet liegt.“⁷

Flächen, für die ein Einsatz der Kollektoren vorgesehen ist, dürfen nicht überbaut oder versiegelt werden.

Erdwärmesonden beziehen Wärme über tiefere Gesteinsschichten und stellen sie dem Verbraucher mittels Wärmepumpe zur Verfügung. Wesentlich für die Installation einer Erdwärmesonde ist die möglichst detaillierte Kenntnis des Untergrundes durch Ermittlung des hydrogeologischen Profils. Eine Standortauskunft, oftmals bereitgestellt von den Landesbehörden, dient einer ersten Übersicht über die Bedingungen am gewählten Standort.

Der Einsatz von Erdwärmesondenanlagen wird durch die Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in Verbindung mit den regionalen Verordnungen geregelt. Tiefe Bohrungen können darüber hinaus bei den regionalen Bergbehörden anzeigepflichtig sein. Ausführliche Informationen zu Genehmigungen von Erdwärmesonden finden sich in jeweiligen Leitfäden und Merkblättern der Landesbehörden.

Grundwasser-Wärmepumpen sind in ihrer Kapazität begrenzt und nur bedingt geeignet für die Wärmeversorgung eines gesamten Stadtquartiers. Ein möglicher Einsatz eines derartigen Systems muss vor Ort überprüft werden.

⁷ Töpfner, Christoph; Fritzer, Thomas (2007): Oberflächennahe Geothermie. Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund. Hg. v. Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV). München.

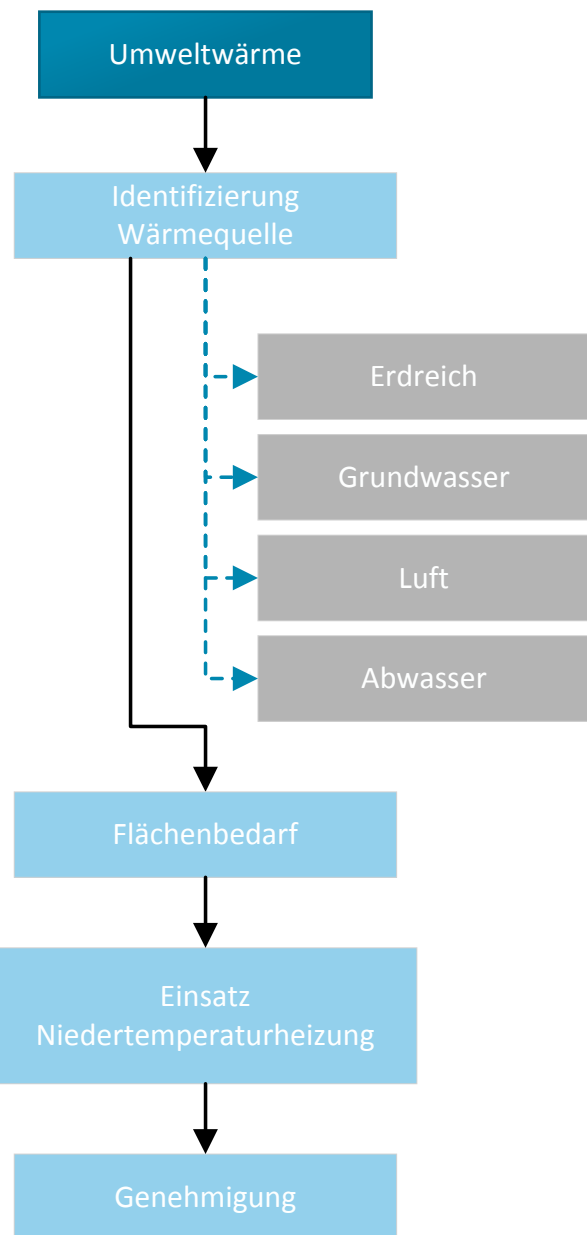


Abb. 189 Potenzialermittlung Umweltwärme

Weiterführende Informationen können aus dem Informationssystem zur oberflächennahen Geothermie bezogen werden.

Beispiel Bayern:

<http://www.bis.bayern.de/bis/initParams.do>

Hier können auch detaillierte Standortauskünfte abgerufen werden. Ob und welche Technologie der oberflächennahen Geothermie zum Einsatz kommt, sollte immer mit einem Experten vor Ort abgestimmt werden.

Die Wärmequelle Luft kann mithilfe einer Wärmepumpe auch genutzt werden; bei niedrigen Außentemperaturen, z. B. im Winter, ist die Energieeffizienz der Anlage niedrig. Der große Vorteil von Luftwärmepumpen besteht darin, dass sie unabhängig von berg- und wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren installiert werden können. Für den Einsatz in einem Stadtquartier sind sie jedoch nur bedingt geeignet.

Abwasser stellt in einem Stadtquartier ein hohes Wärmequellenpotenzial dar. Die nutzbare Wärmeenergie muss mithilfe von Daten zu Durchflussmenge und Abwassertemperatur bestimmt werden. Dazu sind zahlreiche Messungen notwendig, die angeordnet werden müssen. Zur Nutzung dieser Wärmequelle müssen große Wärmetauscher in das Kanalnetz eingesetzt werden. Ob ausreichend Raum für ein derartiges Element im Kanalsystem vorhanden ist, muss vorab geklärt werden. Wird nur Grauwasser zur Wärmerückgewinnung genutzt, können Wärmetauscher auch kanalextern installiert werden. Ein zeitiges Hinzuziehen der örtlichen Behörden zur Planung und Auslegung einer Anlage zur Wärmerückgewinnung aus Abwassersystemen wird empfohlen.

1.3.4 Biomasse

Der Einsatz von Biomasse zur Energiebereitstellung ist zum heutigen Zeitpunkt weit verbreitet. Inwiefern Biomasse als Brennstoff für die Energieversorgung eines Stadtquartiers infrage kommt, hängt von einigen Faktoren ab. Zu überprüfen ist die regionale Verfügbarkeit des Brennstoffs. Ist ein Anschluss an das Gasnetz vorhanden, ist der problemlose Zugang zu Biogas gewährleistet. Die Verfügbarkeit von Pflanzenöl ist regional meist stark eingeschränkt. Eine Überprüfung der Verfügbarkeit vor Ort muss erfolgen. Auch Festbrennstoffe sind in ausreichender Menge und geforderter Qualität (z. B. Feuchtegehalt) nicht immer regional verfügbar. Dies muss vor Ort ausreichend geprüft werden. Informationen zur Verfügbarkeit von biogenen Festbrennstoffen werden hier bereitgestellt:

www.carmen-ev.de/biogene-festbrennstoffe

Biogas kann ohne großen Mehraufwand aus dem vorhandenen Gasversorgungsnetz entnommen werden. Festbrennstoffe hingegen müssen per Lkw angeliefert werden. Es ist daher darauf zu achten, dass eine problemlose Anfahrt zum Lagerraum gewährleistet ist. „Ein Zufahrtsweg im Stadtquartier sollte eine Breite von mindestens 3 m und eine Höhe von mindestens

4 m aufweisen. Die Belastbarkeit der Zufahrt muss eine Anlieferung mit Lastwagen bis 26 t bzw. bei großen Objekten Hängerzügen bis 40 t zulassen.“⁸ Mit modernen Pumpanlagen können sowohl Pellets als auch Hackschnitzel direkt vom Transporter in den Lagerraum geblasen werden. Aufwendige Vorgänge zur Einlagerung (Einkippen etc.) entfallen damit und ermöglichen eine unkomplizierte Einlagerung. „Eine fehlende für Schwerlasten geeignete Zufahrt, chronische Parkplatzprobleme bei Blockrandbebauung in Großstädten oder auch zu enge Straßen (Altstadtquartiere) schränken die Nutzung [...] in Städten ein.“⁹ Für Festbrennstoffe müssen vor Ort entsprechende Lagerräume eingeplant werden. Anforderungen an die Lagerung von Holzpellets können der VDI 3464 „Lagerung von Holzpellets beim Verbraucher“ entnommen werden:

- Entfernung Lager – Lkw
- Lagerkonzeption
- Lagergröße
- Lagerzugänglichkeit
- Staubdichte Bauweise
- Belüftung
- Brandschutz

Bei der Lagerung der Hackschnitzel muss ausreichend Raumvolumen zur Verfügung gestellt werden.

Folgende Maßnahmen haben sich bei der Lagerung bewährt:¹⁰

- Kurze Lagerdauer
- Ausreichende Luftzufuhr
- Aktive Trocknung

Das Technologie- und Förderzentrum C.A.R.M.E.N. hat ein Merkblatt „Richtiges Lagern von Holzhackschnitzeln für Heizwerke: Vermeidung von Bränden durch Selbstentzündung“ veröffentlicht. Eine aufwendige Aufbereitung der Hackschnitzel im Stadtquartier ist

⁸ Clausnitzer, Klaus-Dieter (2007): Biomasseheizungen für Wohngebäude mit mehr als 1000 m² Gesamtnutzfläche.

⁹ Clausnitzer, Klaus-Dieter (2007): Biomasseheizungen für Wohngebäude mit mehr als 1000 m² Gesamtnutzfläche.

¹⁰ Quelle: C.A.R.M.E.N. e. V.

zu vermeiden. Es sollte darauf geachtet werden, die Hackschnitzel „getrocknet“ einzukaufen.

Die Verwendung von biogenen Festbrennstoffen ist oftmals mit dem Aufbau einer Energiezentrale verbunden. Bestehende Bestandsgebäude verfügen häufig nicht über die notwendige Kapazität zur Unterbringung der Anlagentechnik und der Lagerung des Brennstoffs. Details zur Planung, Auslegung und Einbindung der Energiezentrale können im Kapitel „Integration einer Energiezentrale“ nachgeschlagen werden (siehe G 2).

Biomasse als Brennstoff erfordert in den überwiegenden Fällen eine zentrale Wärmeversorgung, realisiert mithilfe eines Nahwärmenetzes. Auch hier muss im Einzelnen geklärt werden, ob der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung technisch und wirtschaftlich möglich ist. Informationen dazu finden sich im Kapitel „Einsatz eines Nahwärmenetzes“ (siehe G3).

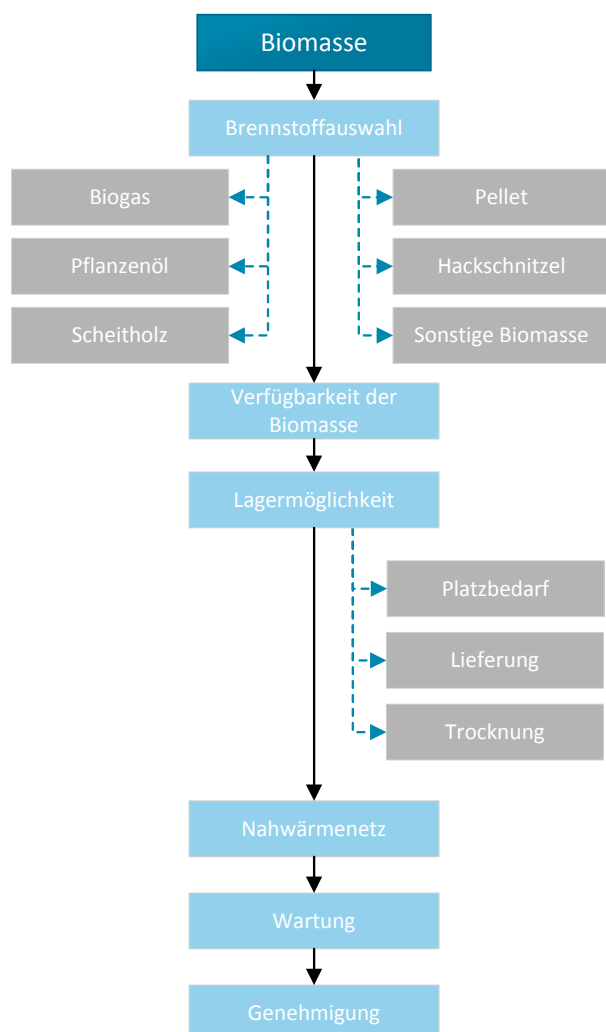


Abb. 190 Visio-Flussdiagramm Biomasse.pdf

Der Einsatz von Biomasse ist häufig mit einem hohen Wartungsaufwand verbunden. Das heißt, hier muss frühzeitig abgeklärt werden, inwiefern der Wartungsaufwand abgedeckt werden kann. Bis heute ist nur der Einsatz von Holzpellets schon dahingehend weiterentwickelt, dass ein nahezu automatisierter Betrieb möglich ist.

Bei der Nutzung von Biomasse entsteht eine Reihe unerwünschter Emissionen, deren maximaler Ausstoß über Grenzwerte in rechtlichen Regelungen festgesetzt ist. Gerade in städtischen Wohnsiedlungen ist hier besondere Vorsicht geboten. Daher sollte frühzeitig Kontakt zu den Behörden aufgenommen werden und gemeinsam eine Realisierung vorangetrieben werden.

Umfassende Informationen zur Realisierung eines „Bioenergie“-Projektes liefert der „Leitfaden Bioenergie“. ¹¹

1.3.5 Windenergie

Die baulichen Anlagen zur Nutzung von Windenergie lassen sich aufgrund ihrer Höhenentwicklung und ihres Flächenbedarfs nicht in die vorhandenen Strukturen eines historischen Ensembles einfügen. Der Windenergieerlass Bayerns aus dem Jahre 2011 formuliert zum Ziel, dass die „Umgebung landschaftswirksamer Denkmäler regelmäßig von Windkraftanlagen freizuhalten ist“. ¹² Energiebereitstellung aus Windkraft stellt keine Option für die Versorgung von historischen Stadtquartieren dar.

1.4 Entwurf Energieversorgungsmatrix

Aus den Ergebnissen der einzelnen Checklisten lässt sich eine Matrix zur Energieversorgung entwickeln. Der Fokus liegt dabei auf der Bewertung einzelner regenerativer Energien. Folgende Kriterien werden in der Aufstellung bewertet:

- Marktreife
- Dieses Kriterium stellt den Entwicklungsstatus einer vorgegebenen Anlagentechnologie zum heutigen Zeitpunkt dar. Während sich einige An-

¹¹ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR 2014): Leitfaden Bioenergie. Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen.

¹² Bayerische Staatsregierung (Dezember 2011): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA).

Wärmeversorgung	Energieträger	Stand der Technik	Architektonische Integration	Ökologischer Aspekt	Effizienz	Wartungsaufwand	Lagerung Brennstoff	Investitionskosten	Betriebskosten	Bewertung Plato-Wild
Gaskessel	Erdgas	+++	+++	---	++	+++	+++	+++	--	Variante 0 (Vergleich)
		+++	---	+++	+	++	+++	++	+++	Variante A
Kraft-Wärme-Kopplung	Erdgas	+++	++	---	+++	++	+++	-	--	Keine regenerative Komponente
	Biogas	++	++	++	+++	++	+++	-	--	Zu hohe Brennstoffkosten
	Pflanzenöl	++	++	++	+++	-	-	-	--	Zu hohe Brennstoffkosten
	Hackschnitzel	+	++	++	+++	---	-	-	++	Variante B
Wärmepumpe	Strom - Außenluft	++	+++	---	+	+++	+++	-	-	kostenintensiv
	Strom - Geothermie	++	++	-	+	+++	+++	-	-	Standort nicht geeignet
	Strom - Abwasser	-	+++	-	+	+	+++	-	-	Kaum Erfahrungswerte
Feststoffkessel	Hackschnitzel	++	++	++	-	---	-	-	+++	Variante B wirtschaftlicher
	Holzpellets	+++	++	++	-	+	-	+	++	Variante A (ergänzend)
		+++ Excellent	++ Gut	++ Befriedigend	- Ausreichend		--- Ungenügend	-- Mangelhaft		

Abb. 191 Energieversorgungsmatrix am Beispiel Plato-Wild-Ensemble (Quelle: Energiekonzept Morschenich, Stefan Günther)

lagentechnologien der Energieversorgung noch in der Entwicklungsphase bzw. erst kurz auf dem Markt befinden, haben sich andere Systeme hingegen schon über mehrere Jahre bewährt. Der Betreiber kann hier auf eine zuverlässige und über Jahre entwickelte Technik setzen, während bei Systemen, die erst kurz auf dem Markt sind, noch mit Fehlern und möglichen Stillstandszeiten zu rechnen ist.

■ Architektonische Integration

In diesem Leitfaden liegt ein besonderer Fokus auf dem schonenden Umgang mit dem architektonischen Erscheinungsbild vorliegender Stadtquartiere. Daher ist auf eine sensible Integration regenerativer Versorgungssysteme zu achten.

■ Ökologischer Aspekt

Ziel des Leitfadens ist eine nachhaltige Versorgung des historischen Ensembles. Neben Energieeinsparmaßnahmen ist eine ökologisch sinnvolle Energieerzeugung im Ensemble ein wichtiger Schritt. Eine ökologische Bewertung der einzelnen Systeme ist daher sinnvoll.

■ Effizienz

Eine Energieversorgung ist dann effizient, wenn eine vordefinierte Nutzenergie mit einem minimalen Energieaufwand erreicht wird. Systeme zur Energieversorgung, sowohl regenerative als auch konventionelle, unterscheiden sich in ihrer Effizienz und müssen dahingehend untersucht werden.

■ Wartungsaufwand

Systeme zur Energieversorgung werden ständig weiterentwickelt. Dabei spielt auch eine Automatisierung eine entscheidende Rolle, damit der Wartungsaufwand nachhaltig verringert werden kann.

■ Lagerung Brennstoff

Zahlreiche Technologien können jederzeit und zuverlässig Brennstoff aus einem Versorgungsnetz beziehen. Andere Systeme erfordern eine Lagerung des Brennstoffes vor Ort, die zusätzlichen Platz in Anspruch nimmt, der in Stadtgebieten nicht immer vorhanden ist. Darüber hinaus müssen ausgewählte Brennstoffe sehr

vorsichtig gelagert werden, was Risiken mit sich bringt.

■ Investitionskosten

Auf dem derzeitigen Markt für Anlagentechnik zur Energieversorgung finden sich hochtechnologisch und effiziente Systeme, die aber auch hohe Investitionskosten verursachen.

■ Betriebskosten

Zu den laufenden Betriebskosten zählen Ausgaben für Brennstoffe, Hilfsenergie und Wartung.

Die Energieversorgungsmatrix vermittelt einen ersten Eindruck, welche Systeme sinnvoll zur Versorgung des Ensembles eingesetzt werden können. Aus dieser Matrix lassen sich unterschiedliche Varianten ableiten, die im Anschluss daran weiterentwickelt und auf ihre Wirtschaftlichkeit hin geprüft werden.

Beispiel: Konzeptentwicklung am Beispiel Plato-Wild-Ensemble

Für das Plato-Wild-Ensemble wurde eine Energieversorgungsmatrix (vgl. Abb. 191) angefertigt. Aus den Ergebnissen der Matrix wurden zwei Varianten entwickelt, die nachhaltig, aber auch ökonomisch vertäglich das Ensemble mit Energie versorgen sollen. Bereits im Konzeptentwurf wurden erste schemenhafte Einordnungen vorgenommen (Nachhaltigkeit der Systeme, Wirtschaftlichkeit usw.), die bei den vorliegenden Varianten nun noch ausführlicher untersucht werden müssen.

Variante A

Diese Variante beinhaltet die Integration einer solarthermischen Anlage in Kombination mit einer unterstützenden Holzpelletanlage. Die Ausführung wird ergänzt mit einer bauphysikalisch maximal möglichen Dämmung der Gebäudehülle. Solarthermie kann zur Erwärmung des Brauchwassers eingesetzt werden. Darüber hinaus wird Solarthermie immer häufiger zur Brauchwasserbereitstellung und Unterstützung des Heizsystems angewandt. Am Stadtquartier Plato-Wild wurden beide Varianten untersucht. Parallel zur Integration einer solarthermischen Anlage in das Stadtquartier sind Maßnahmen zur Reduzierung des Energiebedarfs sinnvoll. Bei der Planung am Beispiel des Plato-Wild-Ensembles wurden folgende Schritte vorgenommen:

- Aufnahme Wetterdaten „Regensburg“

Relevante Klimadaten sind die Sonnenscheindauer und die Globaleinstrahlung. Jene wurden im Kapitel F bereits ermittelt.

- „Qualifizierte“ Dachflächen

Hier wurde im Besonderen darauf geachtet, dass nur Dachflächen ausgewählt werden, die das äußere Erscheinungsbild des Stadtquartieres nicht verändern. Die geeigneten Dachflächen sind in Abb. 192 und Abb. 193 dargestellt. Die ausgewählten Dachflächen verfügen über eine Süd-West-Ausrichtung, einen Neigungswinkel von 45° und sind zum Innenhof ausgerichtet.

- Erste Abschätzung mithilfe einer geeigneten Simulationssoftware

Mit einer geeigneten Software können erste Abschätzungen zur Größe der Solarthermieanlage getroffen werden. Im Folgenden wurden Simulationen zur Auslegung einer solarthermischen Anlage für das Gebäude E_1926 im Plato-Wild-Bestand mit der Software GetSolar durchgeführt.

- Die detaillierte Planung und Inbetriebnahme der solarthermischen Anlage müssen entsprechend vor Ort gemeinsam mit einem Fachbetrieb vorgenommen werden.

Solarthermische Anlagen lassen sich zur Bereitstellung von Warmwasser auch nachträglich komfortabel in bestehende Gebäude einbauen. Ist eine zusätzliche

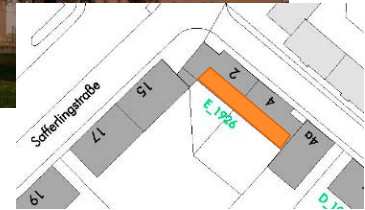


Abb. 193 Geeignete Dachflächen Baublock II E_1926

Unterstützung der Heizung vorgesehen, müssen dementsprechend die Heizsysteme des Gebäudeobjektes angepasst werden. Infolge der geringen Sonneneinstrahlung in den Wintermonaten erreichen Kollektoren zur Bereitstellung von Warmwasser einen solaren Deckungsanteil von etwa 60 % des Warmwasserjahresbedarfs und benötigen eine Zusatzbeheizung. Eine Solarthermieanlage zur Wärmeerzeugung kann im Verbund mit einer Holzpelletsheizung sinnvoll sein. In den Sommermonaten und in der Übergangszeit verhindert die Solaranlage kurze Betriebszeiten der Holzpelletanlage zur Warmwasserbereitstellung, wodurch die energetische Effektivität der Holzpelletkessel-Heizung im laufenden Betrieb erhöht wird. Kombiniert wird die Nutzung einer Solarthermieanlage zur Wärmeversorgung mit einer maximalen bauphysikalisch verträglichen Dämmung der Gebäudehülle, die bei der Vorgabe des Heizwärmebedarfs bereits berücksichtigt worden ist.

Variante B

An dieser Stelle kommt ein Blockheizkraftwerk auf Basis eines erneuerbaren Brennstoffs zum Einsatz. Kombiniert wird diese Anlagentechnik mit einer reduzierten Dämmung, damit hohe Laufzeiten des Kraftwerks gewährleistet sind. Hohe Vorlauftemperaturen ermöglichen auch den Einsatz einer Bauteiltemperierung im feuchten Sockelbereich.

Bedingt durch die hohen Investitionskosten lassen sich BHKW nur wirtschaftlich sinnvoll betreiben, wenn lange Laufzeiten, d.h. eine hohe Wärmeabnahme, ganzjährig gewährleistet sind. Je länger ein



Abb. 192 Geeignete Dachfläche Baublock II D_1925

BHKW sinnvoll Wärme und Strom in ein vorhandenes System abgeben kann, desto eher amortisiert es sich. Gerade bei Altbauten, die aufgrund ihrer baulichen Substanz einen hohen Wärmebedarf aufweisen und eine vollständige Sanierung aus Gründen des Denkmalschutzes nicht machbar ist, kann die Nutzung eines Blockheizkraftwerks sinnvoll sein. Für den Einsatz im vorliegenden Stadtquartier wird eine wärmegeführte Betriebsweise angestrebt, d. h. das BHKW ist nur in Betrieb, wenn eine Wärmeanforderung seitens der Bewohner bzw. des Wärmespeichers besteht.

Für das Plato-Wild-Ensemble wurde die Planung, Auslegung und Inbetriebnahme eines Blockheizkraftwerks näher untersucht. Ausgangspunkt für die Auslegung einer derartigen Anlage ist die Jahresdauerlinie des Stadtquartiers.

Für das Plato-Wild-Objekt wurde eine ausführliche Jahresdauerlinie auf Basis der Heizlastberechnung, des Warmwasserverbrauchs und der meteorologischen Klimadaten vom Standort Regensburg erstellt. Im Idealfall sollten im Objekt vor Ort Messungen durchgeführt werden, deren Ergebnisse für die Auslegung verwendet werden können. „Dazu muss das betreffende Gebäude mit einer Leistungsmessung ausgestattet werden, welche im Viertelstundentakt die benötigte Wärmeleistung misst und abspeichert.“¹³ Im Plato-Wild-Ensemble konnten derartige Messungen nicht vorgenommen werden. Die Jahresdauerlinie wurde im vorliegenden Fall auf Grundlage von Werten aus der Literatur ausgearbeitet (Abb. 194).

„Im Sinne einer Faustformel kann die BHKW-Leistungsgröße mit ca. 10 bis 20 Prozent der Maximalleistung abgeschätzt werden.“¹⁴ Die „Heizlastberechnung“ auf Seite 243 ergab für den Baublock II des Plato-Wild-Ensembles eine Maximalleistung von 590 kW. Darüber hinaus muss für die Bereitstellung des Warmwassers eine zusätzliche Leistung berücksichtigt werden. Hier wurde mithilfe von Anhaltswerten aus der Energie-sparverordnung (12,5 kWh/m²) der Leistungsbedarf für die Trinkwassererwärmung mit 10,22 kW ermittelt.

Wird nun eine Maximalleistung von 600 kW zur Bereitstellung von Heizwärme und Trinkwasser zugrunde gelegt, können Blockheizkraftwerke mit einer thermischen Leistung im Bereich von 70 bis 100 kW gemäß der Faustformel zum Einsatz kommen. Die dargestellte Auslegung hat nur Übersichtscharakter

und muss in jedem Fall mit einem Ingenieurbüro gemeinsam präzisiert werden.

Für das vorliegende Stadtquartier wurde ein Blockheizkraftwerk mit einer thermischen Leistung von 80 kW der Firma Holz-Kraft (Spanner RE²) ausgewählt. Die technischen Details dieser Anlage können der Tab. 34 entnommen werden. Das System setzt sich aus einem Holzvergaser und einem Blockheizkraftwerk zusammen. Das Herzstück der Anlage ist der sogenannte Reformer, der durch einen kontrollierten Prozess aus naturbelassenen Holzhackschnitzeln reines Holzgas produziert. Dieses Holzgas wird anschließend über eine Filtereinrichtung gereinigt und im nachgeschalteten Blockheizkraftwerk verbrannt.

Für einen wirtschaftlich effizienten Betrieb muss das Blockheizkraftwerk jährlich eine möglichst hohe Anzahl von Betriebsstunden erreichen. „Angestrebt werden jährliche Laufzeiten in einer Größenordnung oberhalb 6 000 h/a.“¹⁵ In Kombination mit weiteren Wärmeerzeugern, die aufgrund der bivalenten Auslegung notwendig sind, ist das Blockheizkraftwerk vorrangig zu betreiben. Der Einsatz von Pufferspeichern zur Reduzierung von Taktzeiten und zur Verlängerung der Gesamtlaufzeit ist anzustreben.

Der Einsatz einer Holzvergasung in Stadtquartieren ist mit Herausforderungen verbunden, die umfassend untersucht wurden. Die Ergebnisse dieser Analyse werden im Folgenden kurz vorgestellt:

• Brennstoffinformationen:

- Holzhackschnitzel der Größe G30 – G40
- Feuchtegehalt von maximal 15 %
- Feinanteil (Körnung < 3–4 mm von maximal 30 %)

Die Qualität des Brennstoffs entscheidet signifikant über die Wartungsintervalle und die Lebensdauer der Gesamtanlage. Hackschnitzel mit einem erhöhten Feuchtegehalt stören den Reformerprozess. Daher ist auf eine trockene Lagerung des Brennstoffs zu achten.

¹³ Krimmling, Jörn (2011): Energieeffiziente Nahwärmesysteme. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

¹⁴ Krimmling, Jörn (2011): Energieeffiziente Nahwärmesysteme. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

¹⁵ Krimmling, Jörn (2011): Energieeffiziente Nahwärmesysteme. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

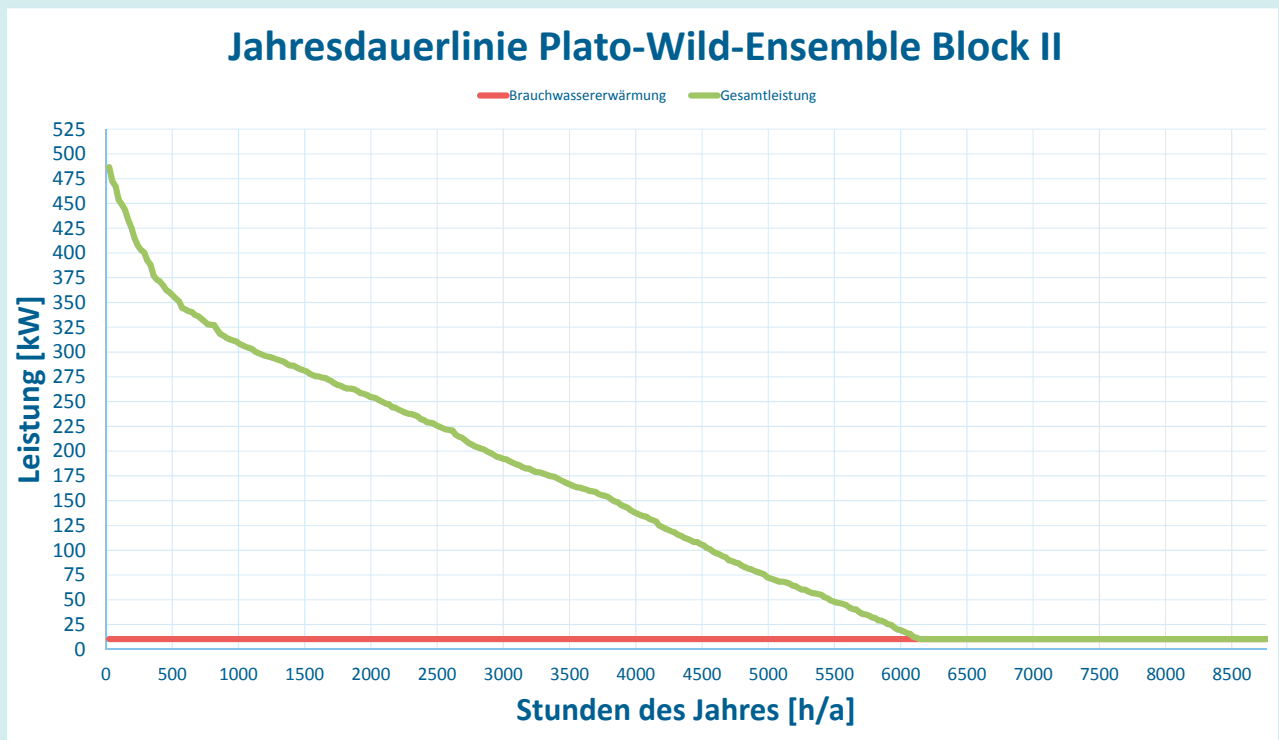


Abb. 194 Jahresdauerlinie Plato-Wild-Ensemble

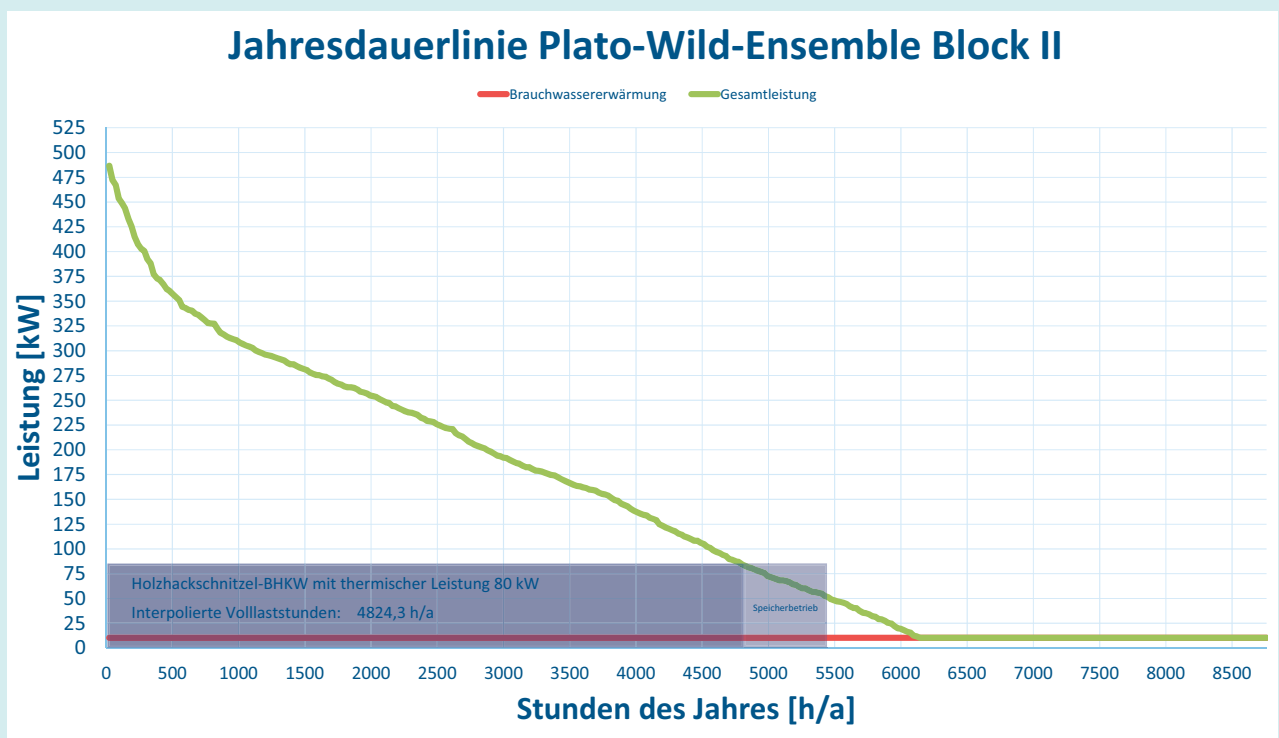


Abb. 195 Auslegung Blockheizkraftwerk mithilfe der Jahresdauerlinie

■ Brennstoffverbrauch:

- 30 kg Hackschnitzel pro Stunde
- Vergleich Bioenergiedorf Engelsberg

600 – 700 m³ bei einer Laufzeit von ~5 000 h

Zur Bereitstellung der Wärmeenergie müssen große Mengen Brennstoff angeliefert werden. Eine wöchentliche Befüllung der Brennstofflager ist unumgänglich. Das Plato-Wild-Ensemble befindet sich in einem Wohngebiet. Es ist sicherzustellen, dass potenzielle Transportunternehmen zur Anlieferung der Hackschnitzel uneingeschränkter Zugang zur Entladezone haben. Über die Safferlingstraße können Zugmaschinen durch eine Zufahrt die Brennstofflager erreichen. Ein „Einblasen“ der Hackschnitzel in das jeweilige Brennstofflager ist möglich, aufwendige Rangierarbeiten im Innenhof müssen nicht vorgenommen werden.

■ Platzbedarf:

- Abmessungen Anlage:

BHKW: 2 250 x 990 x 1 470 mm

Holzgas: 5 406 x 2 050 x 2 350 mm

- 36 m² Raumfläche
- Raumhöhe 2,60–3,40 m

Die Anlage soll in einer separaten Energiezentrale untergebracht werden. Informationen zur Energiezentrale und weitere Details zur Lagerung des Brennstoffs finden sich im Kapitel 2 „Integration einer Energiezentrale“ auf Seite 226.

■ Anmeldeformalitäten

Vor der Inbetriebnahme einer Holzvergasanlage müssen einige Anmeldungen vorgenommen werden. Der Kontakt zu den jeweilig zuständigen Behörden sollte zu einem möglichst frühen Zeitpunkt aufgenommen werden, um auf mögliche Änderungen und Vorgaben reagieren zu können.

Blockheizkraftwerke mit einer Feuerungswärmeleistung kleiner 1 MW sind gemäß dem Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) keine genehmigungsbedürftigen Anlagen.

Bei einer Feuerungsleistung über 50 kW muss jedoch ein Antrag beim jeweiligen Bauamt gestellt werden.

Wird eine Vergütung für den in das öffentliche Stromnetz eingespeisten Strom angestrebt, ist eine Anmeldung beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zwingend vorgeschrieben.

Die Anlage muss darüber hinaus beim Netzbetreiber angemeldet werden.

■ Schadstoffemissionen

Der Hersteller der Anlage hat umfassende Analysen der Schadstoffemissionen in Auftrag

Angabe	HK 30
Elektrische Leistung	30 kW
Thermische Leistung	~80 kW
Vergasereinheit	~10 kW
BHKW-Einheit	~60 kW
Nachreformer	~10 kW
Feuerungsleistung	129 kWh
Thermischer Ausgang	
Vorlauftemperatur	max. 90°C
Rücklauftemperatur	max. 75 °C
Elektrischer Ausgang	400 V / 50 Hz
Wirkungsgrad	
Elektrisch	23%
Thermisch	62%
Gesamt	85%
Stromkennzahl	
	0,48
Nutzungsgrad	90%

Tab. 34 Datenblatt Holzvergaser-BHKW

gegeben und eine Zulassung erhalten. Trotzdem ist die Verbrennung von Festbrennstoffen in Stadtgebieten mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden und unterliegt strengsten Auflagen. Neben den allgemein gültigen Gesetzen und Verordnungen (Bund und Land) hat die Stadt Regensburg eine „Verordnung über die Verwendung fester Brennstoffe“ erlassen, die Verbrennung von Festbrennstoffen im Stadtgebiet regelt. Bereits in der Planungsphase sollte der

Kontakt zu dem jeweiligen Umweltamt und dem zuständigen Bezirkskaminkehrer gesucht werden, um möglichen Schwierigkeiten rechtzeitig zu begegnen.

1.5 Primärenergiefaktor

Die Primärenergiefaktoren (PEF) der einzelnen Energieträger sind in der DIN V 18599-1 festgelegt und können dort bezogen werden. „Wärme, die durch eine KWK im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang mit dem Gebäude und ausschließlich für dieses Gebäude und seine Versorgung erzeugt wird, ist nach DIN V 18599-9 zu berechnen.“¹⁶ Hier berechnet sich der Primärenergiefaktor nach folgender Formel:

$$f_p = f_{p,HP} * \frac{1 - \kappa}{\eta_{HP}} + f_{p,CHP} * \frac{(1 + \sigma) * \kappa}{\eta_{CHP}} - f_{p,Strom} * \sigma * \kappa$$

mit:

f_p Primärenergiefaktor (PEF) des Gesamtsystems

$f_{p,HP}$ PEF für den Energieträger des Spitzenerzeugers

$f_{p,CHP}$ PEF für den Energieträger der KWK

$f_{p,Strom}$ PEF für Strom

η_{HP} Nutzungsgrad des Spitzenerzeugers

η_{HP} Nutzungsgrad der KWK-Anlage

κ KWK-Deckungsanteil

σ Stromkennzahl der KWK-Anlage

Die Stromkennzahl beschreibt das Verhältnis von elektrischer Arbeit und Nutzwärme einer Anlage

Beispiel: Ermittlung Primärenergiefaktor am Beispiel der Variante B

Der Primärenergiefaktor für die Variante B (BHKW) wurde gemäß der DIN V 18599-9 berechnet:

Nutzwärme		1200,0 MWh / a
Primärenergiefaktoren (Quelle VDI 18599 -1)	Erdgas	1,1
	Hackschnitzel	0,2
	Strom	2,4
Angaben BHKW	P_{th}	80,0 kW
	P_{el}	30,0 kW
	Feuerungsleistung	125,0 kW
	Nutzungsgrad η_{BHKW}	0,88
	Stromkennzahl	0,375
	Laufzeit pro Jahr	5000,0 h
Angaben Kessel	Nutzungsgrad η_{Kessel}	0,90
Angaben Netz	Nutzungsgrad η_{Netz}	0,90
Deckungsanteil		0,33
Wärmeabgabe BHKW		400,0 MWh / a
	Stromabgabe BHKW	150,0 MWh / a
	Endenergie BHKW	625,0 MWh / a
Wärmeabgabe Kessel		800,0 MWh / a
	Endenergie Kessel	888,9 MWh / a
Endenergie "System"		1333,3 MWh / a
Primärenergiefaktor		0,62

¹⁶ DIN V 18599-1: Abgrenzungen und Ansätze für die Berücksichtigung der KWK.

2. Integration einer Energiezentrale

Die Konzeption einer Energiezentrale ist die wesentliche Voraussetzung für den Aufbau eines zentralen Energieversorgers. Die notwendige Energie wird in der Zentrale erzeugt und mithilfe eines Nahwärmenetzes zum Verbraucher transportiert. Dieses Kapitel erörtert die technischen Anforderungen an eine derartige Zentrale unter Berücksichtigung der bestehenden Normen und Richtlinien. Zur Heizzentrale gehört der Aufstellraum mit Wärmeerzeuger, Abgasanlage und Lagerstätten für Brennstoffe und Verbrennungsrückstände. Außerdem betriebstechnische Nebenräume für die Wärmeverteilung, Regelung, Trinkwassererwärmung und weitere Betriebsapparaturen. Besondere Beachtung findet die architektonische Integration des Funktionsbauwerks in die bestehende Siedlung, auch im Hinblick auf die soziale Akzeptanz. Eine Studiengruppe der Fakultät Architektur an der Hochschule Regensburg hat dazu Lösungen erarbeitet, die in diesem Kapitel vorgestellt werden sollen.

2.1 Normen und Richtlinien

Für die bauliche Ausführung gilt die Landesbauordnung bzw. -Feuerungsverordnung. Darüber hinaus sind weitere Vorschriften wie z.B. das Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (EnEG) oder das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) zu berücksichtigen. Zur Planung und Auslegung einer Zentrale zur Energieversorgung können Informationen aus folgenden Normen und Richtlinien herangezogen werden:

- Bayerische Landesbauordnung (BayBO)

Die Landesbauordnung regelt die Durchführung einzelner Bauvorhaben, sie ist in jedem Bundesland eigenständig. Im Allgemeinen befasst sich die Landesbauordnung mit der Nutzung, Instandsetzung, Änderung, Errichtung und dem Abbruch einzelner Gebäude. Sie dient dem Ziel, die Allgemeinheit vor Gefahren durch Baumaßnahmen zu schützen, eine Verunstaltung der Umgebung durch ästhetisch schlecht gestaltete Bauten zu verhindern und die Belange des Straßenverkehrs zu wahren.

- Feuerungsverordnung (FeuVo)

Anhand der Musterfeuerungsverordnung leiten die einzelnen Länder unter Einbezug der länderspezifischen Richtlinien ihre eigene Feu-

erungsverordnung ab. Allen zugleich gilt die Feuerungsverordnung für „das Aufstellen von Feuerstätten, Wärmepumpen, BHKW, soweit diese zur Beheizung von Räumen, der Warmwassererzeugung oder Gashaushaltskochgeräte sind.“ (§ 1 FeuVO)

- Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

Der Verein Deutscher Ingenieure gibt lediglich Richtlinien vor, wobei die Richtlinien sich an der deutschen Industrienorm orientieren. Für die Planung und Auslegung einer Energiezentrale werden die Blätter 1 und 2 der VDI 2050 benötigt. In der VDI 2050 werden die Anforderungen an eine Technikzentrale beschrieben. Im Blatt 1 wird näher auf die technischen Grundlagen für die Planung und Ausführung einer Zentrale eingegangen. Zu diesem Punkt gehören die Gebäudenutzung und Anforderungen an die TGA, Flächenermittlung, strukturelle Anordnung der Technikzentrale und die baulichen Anforderungen.

2.2 Aufstellung von Feuerstätten

Energiezentralen sollten immer möglichst nah am Verbraucher positioniert werden. Weite Versorgungsstrecken müssen so weit wie möglich vermieden werden.¹⁷

- Energiezentralen im Kellergeschoss

Gewöhnlich werden Energiezentralen im Keller untergebracht. Leitungen können ohne Mehraufwand kostengünstig an der Kellerdecke installiert werden. Statisch ergeben sich kaum Probleme und es müssen keine neuen Räumlichkeiten geschaffen werden. Einbringmöglichkeiten für die Anlagentechnik müsse berücksichtigt werden. Darüber hinaus müsse eine ausreichende Luftzuführung (Verbrennungsluft und Raumlüftung) gewährleistet sein. Eine einheitliche Energieversorgung des gesamten Stadtquartiers in bestehenden Kellerräumlichkeiten ist nur in seltenen Fällen realisierbar.

- Dachenergiezentralen

Energiezentralen können heute auch im Dachgeschoss realisiert werden. Eine derartige Ausführung ist allerdings an zahlreiche Auflagen

¹⁷ Pistohl, Wolfram; Rechenauer, Christian; Scheuerer, Birgit (2013): Handbuch der Gebäudetechnik. Planungsgrundlagen und Beispiele. 8. Aufl. Werner Verlag

gebunden. Notwendig sind detaillierte Untersuchungen der Statik, da die gesamte Anlage inklusive Pufferspeicher die zulässige Höchstlast schnell überschreitet. Zugänge und Fluchtwege sind nicht ohne Weiteres zu realisieren. Durch die räumliche Nähe der Anlagentechnik zu den Wohnräumen ist auf eine geringe Schallübertragung zu achten.

■ Frei stehende Energiezentralen

Übersteigt die Anlagentechnik eine bestimmte Kapazität (z.B. zur Versorgung einer gesamten Gebäudegruppe), wird die Energiezentrale in der Regel in einem eigenen Gebäude untergebracht. Frei stehende Heizzentralen haben den Vorteil, dass sie häufig neu errichtet werden und der Neubau den anlagentechnischen Spezifikationen angepasst werden kann. Auflagen aus bestehenden Normen und Gesetzen können bereits in den Planungen der Zentrale berücksichtigt werden und stellen kein Problem dar.

Die Feuerungsverordnung regelt die Aufstellung der Anlagentechnik und unterscheidet dabei bei großer Anlagenleistung, wie sie gewöhnlich in einem Stadtquartier zum Einsatz kommt, zwischen:

- Aufstellräumen für Feuerstätten
- Heizräumen

2.3 Planungsgrundlagen Heizraum

Feuerstätten für feste Brennstoffe mit einer Nennleistung von insgesamt mehr als 50 kW, die gleichzeitig betrieben werden sollen, dürfen nur in besonderen Räumen aufgestellt werden. Die Feuerungsverordnung spricht an dieser Stelle von Heizräumen. In den folgenden Kapiteln werden die spezifischen Anforderungen an einen Heizraum gemäß der FeuVO näher erläutert.

2.3.1 Verbrennungsluftversorgung

Je nach Gesamtnennwärmeleistung werden unterschiedliche Anforderungen an die Verbrennungsluftversorgung des geplanten Aufstellortes gestellt:¹⁸

■ Raumluftunabhängige Feuerstätten

Keine Anforderungen an das Luftvolumen des Aufstellraums und keine speziellen Einrichtungen zur Raumlüftung notwendig

■ Raumluftabhängige Feuerstätten bis zu 35 kW

Fenster/Tür ins Freie sowie einen Mindestrauminhalt von $4 \text{ m}^3/\text{kW}$ Nennwärmeleistung oder eine ins Freie führende Öffnung (150 cm^2) oder Leitungen ins Freie mit gleichem Gesamtquerschnitt

■ Raumluftabhängige Feuerstätten bis zu 50 kW

Eine ins Freie führende Öffnung (150 cm^2) oder Leitungen ins Freie mit entsprechendem Gesamtquerschnitt

■ Raumluftabhängige Feuerstätten über 50 kW

Eine ins Freie führende Öffnung (150 cm^2) oder Leitungen ins Freie mit entsprechendem Gesamtquerschnitt zzgl. 2 cm^2 für jedes kW Nennleistung, das über 50 kW hinausgeht (maximal zwei Öffnungen)

Die Öffnungen zur Verbrennungsluftversorgung dürfen nicht verschlossen werden und gesetzlich geregelte Lüftungsöffnungen nicht durch Gitter oder Ähnliches reduziert werden. Die detaillierten Vorgaben können der Feuerungsverordnung entnommen werden.

2.3.2 Bauliche Anforderungen

Bauliche Maßnahmen müssen mit der jeweiligen landesrechtlichen Bauordnung abgestimmt sein und die Regelungen der gültigen Feuerungsverordnung (MFeuVO) berücksichtigen. Erste Anhaltswerte für die räumliche Größe einer Energiezentrale liefert die VDI Norm 2050. Raumgrundflächen sind aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an die Anlagentechnik und Brennstoffbevorratung nicht exakt definiert. Angaben aus der VDI-Norm 2050 können als erste Anhaltswerte verwendet werden. Abweichende Regelungen in landesrechtlichen Vorschriften sind zu beachten.

¹⁸ Bayerisches Staatsministerium des Innern (11.11.2007): Feuerungsverordnung. FeuVO. Fundstelle: GVBl 2007, S. 800.

2.3.3 Schallschutzanforderungen

Die Schallschutzanforderungen sind in der DIN 4109 und VDI 4100 nachzuschlagen. Sie definiert den maximal zulässigen Geräuschpegel, der an den nächsten Wohneinheiten anliegt. Der Schalldruckpegel von haustechnischen Anlagen darf bei Wohn- und Schlafräumen den Wert von 30 dB(A) nicht überschreiten. Hierbei wird zwischen Tagesbetrieb (35 dB(A)) und Nachtbetrieb (25 dB(A)) unterschieden.

2.3.4 Brandschutzanforderungen

Die Brandschutzanforderungen an einen Heizraum sind der Feuerungsverordnung (MFeuVO) § 6 zu entnehmen. Hier wird unter anderem festgelegt, dass an die Energiezentrale anschließende Wände (ausgenommen nichttragende Außenwände), Decken und Böden der Feuerschutzklasse F 90 (feuerbeständig) unterliegen. Türen, die nicht direkt ins Freie verlaufen, haben einen Anspruch von mindestens F 30 (feuerhemmend) und sind selbstschließend zu planen. Die Lüftungsleitungen für Heizräume müssen feuerbeständig dimensioniert werden. Lüftungsleitungen, die durch den Heizraum führen, sind ohne Öffnung und mit einer Absperrvorrichtung der Klasse F 90 oder mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten (L 90) zu konzipieren. Wandverkleidungen, Dämmschichten und Fußbodenbeläge müssen feuerbeständig sein. Weiter ist der Feuerungsraum von brennbaren Bauteilen zu befreien. Für Feuerungsstätten mit festen Brennstoffen gelten gesonderte Anforderungen an den Fußboden. Hier ist zu beachten, dass der Boden mindestens 50 cm nach vorne und mindestens 30 cm seitlich von der Feuerungsöffnung mit einem nichtbrennbaren Material zu schützen ist.

2.3.5 Sonstige Anforderungen

- Raumlüftung
- Heizräume benötigen zur Raumlüftung jeweils eine obere und untere Öffnung ins Freie mit einem Querschnitt von mind. 150 cm². Der Querschnitt einer Öffnung darf auf die Verbrennungsluftversorgung angerechnet werden.
- Feuerlöschanlagen
- Feuerlöschanlagen sind in allen Heizeinrichtungen mit einzuplanen. Sie können entweder aus Handfeuerlöschern oder einer Sprinkleranlage bestehen.

Aufstellung Anlagentechnik gemäß Feuerungsverordnung (MFeuVO)

Aufstellräume für Feuerstätten nach § 5 der MFeuVO

Vorgesehen für Feuerstätten mit einer Nennleistung von insgesamt mehr als 100 kW

Feuerstätten für feste Brennstoffe dürfen jedoch nur aufgestellt werden, wenn deren Nennleistung insgesamt nicht mehr als 50 kW beträgt.

Wichtigste Anforderungen an Aufstellräume für Feuerstätten:

- keine anderweitige Nutzung
- keine Öffnungen (ausgenommen dicht- und selbstschließende Türen) zu anderen Räumen
- ausreichende Verbrennungsluftversorgung $150 \text{ cm}^2 + 2 \text{ cm}^2/\text{kW}$

Heizräume nach § 6 der MFeuVO

Feuerstätten für feste Brennstoffe mit einer Nennleistung von insgesamt mehr als 50 kW, die gleichzeitig betrieben werden sollen, dürfen nur in Heizräumen aufgestellt werden.

Wichtigste Anforderungen an Heizräume:

- keine anderweitige Nutzung
- Mindestrauminhalt von 8 m³
- Mindestraumhöhe von 2 m
- Ausgang ins Freie oder in einen Flur
- feuerbeständige Wände
- obere und untere Öffnung ins Freie zur Raumlüftung (Mindestfläche je Öffnung: 150 cm²)
- ausreichende Verbrennungsluftversorgung $150 \text{ cm}^2 + 2 \text{ cm}^2/\text{kW}$

Weitere Details zur Aufstellung von Anlagentechnik können der Feuerungsverordnung (FeuV) entnommen werden. Bei Unklarheiten kann auch bei den zuständigen Baubehörden angefragt werden.

- Wasseranschluss und Entwässerung
- Heizräume sollten über einen Wasseranschluss verfügen und Vorrichtungen zur Entleerung der Wärmeerzeuger bereitstellen.
- Elektroinstallation
- Heizräume benötigen eine elektrische Beleuchtung und einen Anschluss an das elektrische Netz.

2.4 Brennstofflagerung

Auflagen für die Brennstofflagerung beinhalten folgende Verordnungen:

- Feuerungsverordnung (MFeuVO)
- VDI 2050 Blatt 1 (feste Brennstoffe)
- TRF 1996 – technische Regeln Flüssiggas
- Verordnung über Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe (Heizöl)

Das Lagern von Brennstoffen, egal welcher Art, ist mit einer erhöhten Feuergefährdung verbunden. Geringe Brennstoffmengen dürfen ohne größere Auflagen gelagert werden. Detaillierte Angaben dazu finden sich im § 12 der MFeuVO.

Grenzwerte zur Lagerung von Brennstoffen außerhalb von Brennstofflagerräumen je Gebäude oder Brandabschnitt:

- bis zu 10 000 l Holzpellets
- bis zu 15 000 kg sonstige feste Brennstoffe
- bis zu 5 000 l Heizöl oder Dieseldieselkraftstoffe
- 16 kg Flüssiggas in geeigneten Behältern

Bei größeren Anlagen wird die erlaubte Brennstoffmenge schnell überschritten und eine Lagerung in Brennstofflagerräumen gemäß § 11 der MFeuVO ist unausweichlich.

Brennstofflagerräume dürfen nur zur Bevorratung von Brennstoff genutzt werden. Flüssiggas, Heizöl und Dieseldieselkraftstoff dürfen auch in Brennstoffla-

gerräumen nicht in unbegrenzten Mengen gelagert werden. Informationen dazu können dem § 11 der MFeuVO entnommen werden. Wände und Stützen von Brennstofflagerräumen sowie Decken über oder unter ihnen müssen feuerbeständig sein. Öffnungen in Decken und Wänden müssen, soweit sie nicht unmittelbar ins Freie führen, mindestens feuerhemmende und selbstschließende Abschlüsse haben.

Weitere spezifische Details zur Beschaffenheit von Brennstofflagerräumen können in der MFeuVO nachgeschlagen werden.

2.5 Abgasanlagen

Vorschriften zur Planung und Ausführung von Abgasanlagen enthalten u. a.:

- Feuerungsverordnung (MFeuVO)
- Feuerungsverordnung der Länder
- Landesbauordnung (BayBO)
- DIN 18160
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Regionale Verordnungen

Maßgeblich sind die jeweils gültigen Fassungen der Bauordnungen und der Feuerungsverordnungen. Deren Einhaltung ist im Gegensatz zur Einhaltung anderer technischer Regeln (DIN, VDI usw.) zwingend. Die Bauordnung unterliegt ständigen Änderungen. Es gilt für den Anwender, den jeweils neuesten Stand der Richtlinien zu beschaffen und anzuwenden.

Die Aufgabe der Abgasanlage liegt darin, gesundheitsschädliche Stoffe, die bei der Verbrennung entstehen, sicher in die Umwelt zu leiten. Die Abgase von Feuerstätten müssen bei allen bestimmungsgemäßen Betriebszuständen ordnungsgemäß ins Freie abgeführt werden. Die Abgase von Feuerstätten für feste Brennstoffe müssen in Schornsteine, die Abgase von Feuerstätten für flüssige oder gasförmige Brennstoffe dürfen auch in Abgasleitungen eingeleitet werden.

Die zentralen Aufgaben von Abgasanlagen sind das Abführen der Abgase einer Feuerstätte ins Freie und das Ansaugen der benötigten Verbrennungsluft mittels Unterdruck.

2.5.1 Allgemeine Anforderungen an Abgasanlagen

Abgasanlagen müssen so angeordnet sein, dass ihre Mündungen nicht in unmittelbarer Nähe von Fenstern, Zuluftöffnungen und Balkonen liegen. Eine Platzierung der Abgasanlage unweit vom Dachfirst ist aus gestalterischen, aber auch funktionellen Gründen anzustreben. Die Abgase werden günstig vom Gebäude weg in die Atmosphäre abgeführt.

Abgasanlagen sind im Inneren so zu planen, dass Feuer und Rauch nicht in andere Geschosse oder Brandabschnitte übertragen werden können. Einzelheiten zu den Abständen von Abgasanlagen zu benachbarten brennbaren Bauteilen können der DIN V 18160 -1 und den jeweiligen Landes-Feuerordnungen entnommen werden.

Die Mündungen von Abgasanlagen müssen¹⁹

- den First um mindestens 40 cm überragen oder von der Dachfläche mindestens 1 m entfernt sein (vgl. Abb. 196),
- Dachaufbauten, Gebäudeteile, Öffnungen zu Räumen und ungeschützte Bauteile aus brennbaren Baustoffen, ausgenommen Bedachungen, um mindestens 1 m überragen, soweit deren Abstand zu den Abgasanlagen weniger als 1,5 m beträgt (vgl. Abb. 197),
- den First um mindestens 80 cm überragen bei einer Feuerstätte für feste Brennstoffe und einer weichen Gebäudebedachung.

Gemäß 1. BImSchV § 19 müssen die Austrittsöffnungen von Schornsteinen bei Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe mit einer Gesamtwärmeleistung bis

¹⁹ Bayerisches Staatsministerium des Innern (11.11.2007): Feuerungsverordnung. FeuVO. Fundstelle: GVBl 2007, S. 800.

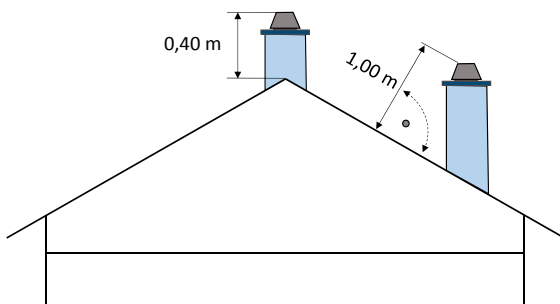


Abb. 196 Vorgaben zur Schornsteinmündung

50 kW in einem Umkreis von 15 m die Oberkanten von Lüftungsöffnungen, Fenstern oder Türen um mindestens 1 m überragen. Der Umkreis vergrößert sich um 2 m je weitere angefangene 50 kW bis auf höchstens 40 m.²⁰

Die Abgase von raumluftunabhängigen Feuerstätten für gasförmige Brennstoffe dürfen unter bestimmten

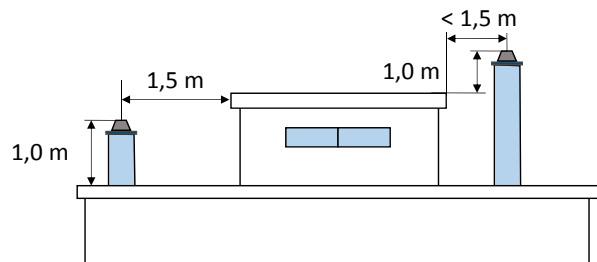


Abb. 197 Schornsteinmündung bei Dachaufbauten

Umständen (MFeuVO § 9 (2)) durch die Außenwand ins Freie geleitet werden.

Weitergehende Anforderungen an die Höhe der Mündungen über Dach können aufgrund bauaufsichtlicher Vorschriften, aus Gründen des Umweltschutzes oder der örtlichen Gegebenheiten erforderlich sein.

Die Planung einer Abgasanlage sollte eng mit den zuständigen Behörden abgestimmt werden.

2.5.2 Schornstein

Feuerstätten für feste Brennstoffe (Holz, Kohle) müssen an Schornsteine angeschlossen werden. Bei der Verbrennung von festen Brennstoffen kann Ruß entstehen. Lagert sich dieser Ruß innerhalb des Schornsteins ab, ist nicht selten ein Rußbrand die Folge. Aufgrund der Gefahr von Rußbränden werden an die Planung und Bauausführung von Schornsteinen die strengsten Anforderungen gestellt. Für Abgasleitungen können sich geringere Anforderungen ergeben.

Der Schornstein wird als eigenständiges System im Bauwerk gesehen und hat gesonderte bauliche Anforderungen nach der jeweiligen Landesbauordnung (BayBO) zu erfüllen. Der Schornstein muss unmittelbar auf dem Baugrund gegründet sein und durch alle Geschosse durchgängig und ohne Unterbrechung verlaufen. In den Gebäudeklassen 1–3 und bei außen

²⁰ Bundesministerium der Justiz (26.01.2010): Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV), zuletzt geprüft am 21.04.2014.

liegenden Schornsteinsystemen genügt ein Unterbau aus nichtbrennbarem Material. Für die statische Auslegung sind die Eigenlasten, Nutzlasten, Verkehrslasten, Wärmeeinwirkungen und Windlasten zu berücksichtigen.

Weil Schornsteine vom Keller bis über den Dachfirst hinausreichen, sind Änderungen an der Schornsteinanlage nachträglich nur mit großem Aufwand zu realisieren. Schornsteine sollten daher sorgfältig geplant und errichtet werden. Aufgrund dieser Tatsache ist es sinnvoll und empfehlenswert, bei der Planung und Realisierung eines solchen Projektes in einem frühen Planungsstadium die zuständigen Behörden miteinzubeziehen.

2.6 Architektonische Integration

Immer wichtiger werden das Thema Energieversorgung und deren Einbindung in den Städtebau. Die Integration von Energiezentralen in bestehende Strukturen spielt dabei eine bedeutende Rolle. Dabei müssen die technische Realisierung einer zuverlässigen Energieinfrastruktur mit der sensiblen Integration eines Neubaus in Einklang gebracht werden. In einem bestehenden Stadtquartier kann die Ener-

giezentrale sowohl an ein bestehendes Gebäude angebaut wie auch frei stehend im Hofbereich realisiert werden.

Bei der Verbrennung von festen Brennstoffen (z. B. Biomasse) ergeben sich aus den bestehenden Richtlinien explizite Anforderungen an die Abgasanlage, die bei der Konzeption einer Energiezentrale berücksichtigt werden müssen. Häufig ist es unausweichlich, die Mündung der Abgasanlage über Dachfirst der bestehenden Bestandsgebäude auszuführen, da eine gesetzlich vorgeschriebene Entfernung von Abgasanlage und Öffnungen (z. B. Fenster) in den bestehenden Wohngebäuden nicht eingehalten werden kann (vgl. (2.5.1 Allgemeine Anforderungen an Abgasanlagen auf Seite 230)). Die architektonische Einarbeitung der Abgasanlage in das bestehende Areal stellt eine große gestalterische Herausforderung dar. Der architektonischen Integration eines technischen Funktionsbauwerkes in das bestehende Stadtquartier wird auch im Hinblick auf die soziale Akzeptanz der Bewohnerschaft ein sehr hoher Stellenwert beigemessen. Durch eine geschickte Ausnutzung der topografischen Situation im Hof oder auch durch eine sinnvolle Ergänzung der „technischen“ Energiezentrale mit Gemeinschaftsräumen, einem Gewächshaus und anderen gemeinschaftlichen Nutzungen kann eine deutlich höhere Akzeptanz unter den Bewohnern erreicht werden.

Beispiel: Integration einer Energiezentrale in das Plato-Wild-Ensemble

Energiezentralen wurden zum heutigen Zeitpunkt schon oftmals realisiert, jedoch wurde das Verhältnis der Neubauten zur bestehenden Struktur eines Stadtquartiers bislang eher oder ausschließlich funktional gesehen. Eine Studiengruppe der Fakultät Architektur der Hochschule Regensburg wurde beauftragt, kreative und schlüssige Ansätze zur architektonischen und sozialen Integration einer Energiezentrale in das Plato-Wild-Ensemble zu entwickeln. Thema darüber hinaus war die Neugestaltung des Innenhofes, um die Identifikation der Bewohner mit ihrem Wohnumfeld zu erhöhen. Die Ergebnisse einiger ausgewählter Arbeiten werden nun auf den kommenden Seiten vorgestellt.



Variante 1

Plass, Dominik

Volkovskaya, Elena

Wall, Florian

Der Innenhof schließt sich zur Straße hin und das BHKW wird direkt an ein bestehendes Gebäude angebaut. Dies hat den Vorteil, dass bestehende Keller und Kamine mitgenutzt werden können und kein Neubau von neuen Abgasanlagen notwendig ist. Der Mehrwert dieses Konzeptes besteht aus der angehängten Balkonzone für jede Wohnung, die notwendig ist, um die Baulücke optisch zu schließen. Jede Wohnung erhält so einen eigenen, in etwa 8 m² großen Freibereich, der durch geschossübergreifende Lufträume und gegenseitiges Versetzen zueinander eine gewisse Privatsphäre zum Nachbarn schafft. Die Konstruktion der Balkone besteht aus IPE-Trägern, die in beiden Bestandsmauern aufliegen. Die Träger bilden die Geländerhöhen und Auflager für die Bodenkonstruktionen aus.



Variante 2

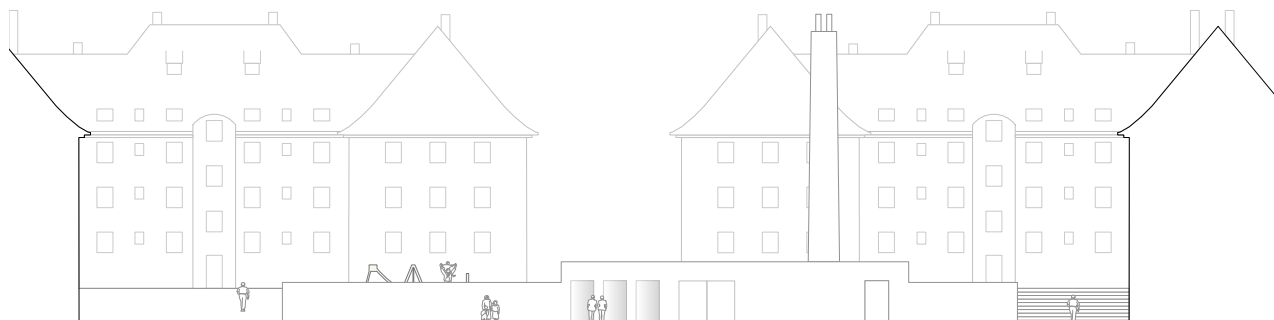
Haas, Bärbel

Götz, Melanie

Es ist ein Anliegen, im selben Vorgehen mit der Errichtung einer Energiezentrale die Parkplatzsituation auf den Straßen zu entlasten und die Tristesse der Innenhöfe abzuwenden. Durch die zentrale Lage der Zentrale entsteht eine Zonierung des Innenhofes: zum einen eine niedriger gelegene Parkierungszone mit Fahrradstellplätzen, zum anderen ein höher gelegener Gartenbereich mit Beeten, Grill- und Spielplatz. An der Nahtstelle befindet sich eine Funktionszone mit dem Kraftwerk, einem Müllraum, nach unten orientierten Parkplätzen und oben orientier-



ten Sitzmöglichkeiten. Drei Fenster öffnen sich hin zum Platz und laden die Anwohner ein, im Vorbeigehen einen Blick auf den Füllstand der Brennstoffe zu werfen. Somit wird ein besserer Bezug zu der doch noch fremden Energieerzeugung gewonnen. Durch die zahlreichen neuen Nutzungen wird eine Wiederbelebung des Hofes durch alle Altersstufen erreicht. Auf dem Weg von den Parkplätzen kommen die Bewohner an den Aktionsflächen vorbei und es gibt keine verlassen Eckbereiche mehr. Das Dach ist extensiv begrünt. Die Konstruktion des Kamins wird bis auf den Erdboden heruntergezogen und fundamentiert.

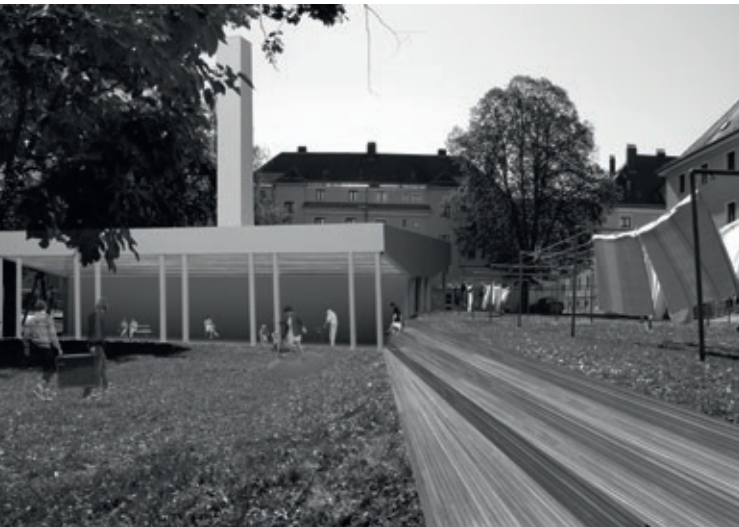
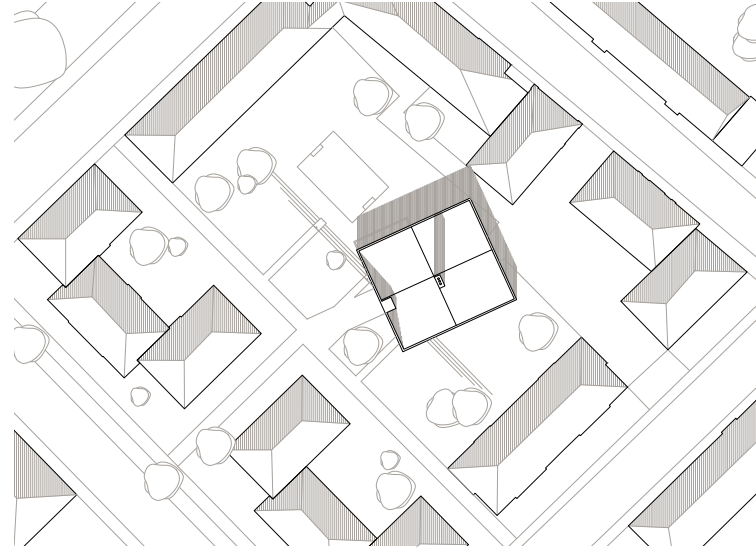


Variante 3

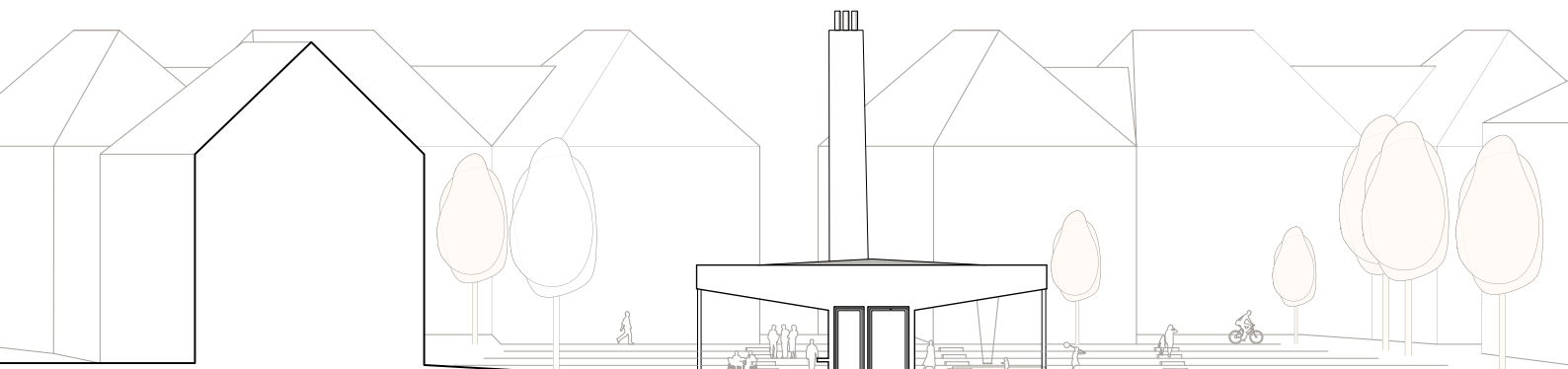
Aumeier, Sebastian

Dem Entwurf liegen zwei Ideen zugrunde. Erstens die Absicht, mithilfe des Körpers und dessen Anordnung innerhalb des Hofes jenen in mehrere Bereiche zu unterteilen. Ziel dieses Eingriffs ist es, den extrem großen Innenhof auf ein dem gemeinschaftlichen Empfinden eher zuträgliches Maß herunterzubringen. Die zweite Idee sieht vor, alle Räume entsprechend ihren Funktionen so anzuordnen, dass sie einerseits einen optimalen Prozessablauf gewährleisten und andererseits Außenräume schaffen, die von der Gemeinschaft genutzt werden können.

Der Entwurf sieht einen länglichen Körper vor, dessen Inneres für die Installation der Anlagentechnik vorgesehen ist. Das Dach ist hierbei von besonderer Bedeutung. Der Initiator dieses Konzeptes hat die Dachkonstruktion zur Lagerung des benötigten



Brennstoffes vorgesehen. Konkreter Anlass dazu war die Schaffung eines Lagerraumes für Biomasse. Durch die spezielle Form und Auskragung des Dachs ergeben sich zwei überdachte Außenräume: einer für den Gemeinschaftsbereich im Südosten und einer für den Kinderbereich im Nordwesten. Somit wird die Interaktion zwischen den Blockbewohnern nicht nur durch die Lage des Blockheizkraftwerks, sondern auch durch dessen Form gefördert.



3. Einsatz eines Nahwärmenetzes

Gegenstand dieses Kapitels ist es dem Leser im ersten Teil einen anschaulichen und kompakten Einblick in das Themengebiet Nahwärme zu ermöglichen und diesen am Beispiel Plato-Wild-Ensemble zu konkretisieren.

Im Allgemeinen bezeichnet Nahwärme eine leitungsgebundene Wärmeversorgung auf eher kleinräumiger Ebene mit geringerer Transportentfernung (als Orientierungsmarke kann hier die Entfernung von etwa 1 km dienen).

Auf den ersten Blick mag die Versorgung durch ein Nahwärmenetz aufgrund der Verluste durch die bei einer zentralen Wärmeerzeugung notwendigen Verteilungsnetze unvorteilhaft erscheinen.

Jedoch eröffnen sich bei der großtechnischen Wärmeerzeugung zur Speisung eines Wärmenetzes verschiedene Optionen, welche die Verteilungsverluste relativieren. Einerseits sind manche Wärmequellen im Kontext einer individuellen Heizungsanlage nicht wirtschaftlich nutzbar, andererseits erlaubt der Einsatz größerer Anlagen die effiziente Nutzung beispielsweise von aufwendigen Abgas-Filteranlagen, die bei der Verbrennung von Energieträgern, wie Holzhackschnitzeln oder -pellets, den Schadstoffausstoß und insbesondere die Feinstaubbelastung deutlich reduzieren.

Auch das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, ob mittels gasmotorisch betriebener Generatoren, Gasturbinen, Dampfturbinen oder Hochtemperatur-Brennstoffzellen, lässt sich in einem Zusammenschluss mehrerer Verbraucher zu einem Nahwärmenetz effizienter und wirtschaftlicher nutzen. Während sie in kleinem Maßstab aufgrund der zu geringen Auslastung, des geringeren Wirkungsgrades von Kleinanlagen, kostenintensiver Wartung und des erforderlichen Investitionsvolumens meist nicht rentabel einsetzbar sind, ermöglicht die

Vernetzung der Abnehmer erst gleichmäßigere Wärmebedarfe, eine rentable Auslastung und damit den Einsatz dieser zukunftsweisenden Technik.

3.1 Grundlagen der Wärmeverteilung

3.1.1 Wärmeträgermedium

Als Wärmeträgermedium in Nahwärmenetzen findet primär Wasser mit Temperaturen von meist maximal 100 °C, selten auch darüber, Anwendung. Wobei hier „[...] ab Netzvorlauftemperaturen von 120 °C [Sicherheitseinrichtungen] notwendig werden, [...] bei der Trinkwassererwärmung schon ab Heizmitteltemperaturen von 100 °C typgeprüfte Temperaturregler [...] und ab 110 °C Sicherheitstemperaturbegrenzer installiert werden müssen“.²¹

3.1.2 Netzaufbau

Prinzipiell lassen sich Wärmenetze nach der Anzahl der Rohrleitungen klassifizieren:

- Ein-Leiter-System: in Deutschland ungebräuchlich, in Dampfnetzen genutzt
- Zwei-Leiter-System: am weitesten verbreitet, kostengünstig, je eine Leitung für Vor- und Rücklauf
- Drei-Leiter-System: enthält eine zusätzliche Lei-

²¹ Dötsch, Christian; Taschenberger, Jan; Schönberg, Ingo (1998): Leitfaden Nahwärme. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag (UMSICHT-Schriftenreihe/Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, UMSICHT, Bd. 6), S. 59–60.

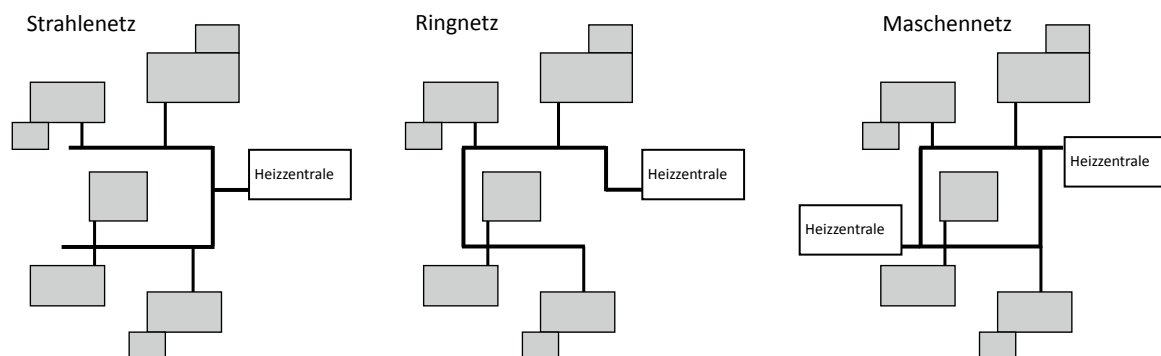


Abb. 198 Topologien der Hauptverteilung

Quelle: Dötsch, Christian; Taschenberger, Jan; Schönberg, Ingo (1998): Leitfaden Nahwärme. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag

tung für einen zweiten Vorlauf mit abweichender Temperatur

- Vier-Leiter-System: dient zur Einbindung dezentraler Thermosolaranlagen in das Wärmenetz

3.1.3 Hauptverteilung

Bei der Hauptverteilung existieren in Abhängigkeit von den Anforderungen und der Größe des Netzwerkes unterschiedliche Ausführungsarten der Netzstruktur. Jede dieser Ausführungsarten (Abb. 198) weist jeweils spezifische Vor- und Nachteile auf. Das Strahlennetz, welches sich besonders für kleine Netze eignet, stellt die am einfachsten umzusetzende und damit kostengünstigste Variante dar, da hier die Trassenlänge am geringsten ausfällt. Das Fehlen redundanter Leitungen wirkt sich aber nachteilig auf die Versorgungssicherheit aus. Ringnetze hingegen bieten eine gute Versorgungssicherheit und Erweiterbarkeit.²² Sie ermöglichen auch die Einspeisung von mehreren Wärmeerzeugern an unterschiedlichen Standorten, sind jedoch durch die größeren Leitungslängen und Nenndurchmesser der Rohre teurer. „Maschennetze, die optimale Versorgungssicherheit und bessere Erweiterungsmöglichkeiten bieten, werden wegen hoher Investitionskosten nur für große Wärmeverteilungsnetze eingesetzt.“²³

3.1.4 Unterverteilung

Der Anschluss an die einzelnen Verbraucher erfolgt häufig nach der Standard-Trassenführung, welche über öffentliche Wege jedes Gebäude separat anschließt und

22 C.A.R.M.E.N.: Merkblatt Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen, S. 2.

23 Dötsch, Christian; Taschenberger, Jan; Schönberg, Ingo (1998): Leitfaden Nahwärme. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag (UMSICHT-Schriftenreihe/Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, UMSICHT, Bd. 6), S. 37.

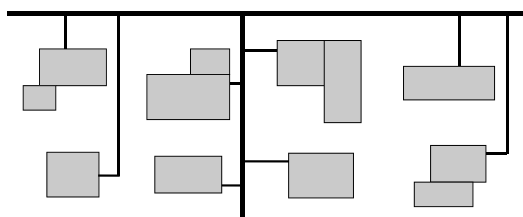


Abb. 199 Standard-Trassenführung
Quelle: Dötsch, Christian; Taschenberger, Jan; Schönberg, Ingo (1998): Leitfaden Nahwärme. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag.

Rohrmaterialien

Grundsätzlich bestehen Nahwärmeleitungen immer aus einem inneren Rohr, das vom Wärmeübertragungsmedium durchströmt wird, einer Isolationsschicht, die Wärmeverluste begrenzt, und einer widerstandsfähigen Schutzschicht, welche die Isolierung vor mechanischen Einflüssen schützt.¹ Folgende Rohrmaterialien werden am häufigsten eingesetzt:

Bei **Kunststoffverbundmantelrohren mit Stahlmedium (KMR)** besteht die innere Schicht aus Stahl, welche mit PU-Schaum gedämmt und mit einem Kunststoffrohr geschützt wird.² **Flexible Kunststoffmediumrohren (PMR)** dagegen besitzen ein inneres Rohr aus vernetztem Polyethylen oder Polybuten. Das Mediumrohr bei **flexiblen Metallmediumrohren (MMR)** besteht aus Kupfer, Weichstahl oder einem Edelstahlwellrohr. Bei beiden Letztgenannten können ebenso PU-Schaum oder PUR-Segmente als Isolierung eingesetzt werden. Auch die Ummantelung gestaltet sich flexibel, wobei Polyethylene und Stahlwellrohre mit Korrosionsschutz am weitesten verbreitet sind.^{3,4}

Eigenschaften	KMR	PMR	MMR
Betriebs-sicherheit	-	o	+
Dauerhaftigkeit	-	o	+
Druckbe-ständigkeit	o	-	+
Erweiterbarkeit	+	o	-
Flexibilität	-	+	o
Materialpreis	+	o	-
Temperatur-beständigkeit	o	-	+
Verlegekosten	-	o	+

Tab. 35 Eigenschaften der Rohrmaterialien⁴

1 C.A.R.M.E.N.: Merkblatt Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen.

2 Ders.

3 May, Thomas: Flexible Rohrleitungssysteme, http://www.fitr.de/site/rohrbau_kongress/rohrbau_PDFs/III1_May_00.pdf.

4 Dötsch, Christian; Taschenberger, Jan; Schönberg, Ingo (1998): Leitfaden Nahwärme. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag (UMSICHT-Schriftenreihe / Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, UMSICHT, Bd. 6), S. 39–42.

weitere Abnehmer problemlos einbinden kann, bei dichter Bebauung jedoch aufgrund der vielen Abzweige und Formstücke zu hohen Investitionskosten führt. Eine weitere Möglichkeit des Hausanschlusses an das Wärmenetz bietet sich in Form der „Haus-zu-Haus“-Verteilung, bei der mehrere Gebäude zu einer Gruppe zusammengefasst werden, nur eines davon an die Hauptleitung angeschlossen wird und die weiteren Häuser mittels Leitungen zwischen den Gebäuden versorgt werden. Hierbei sind weniger Abzweige von der Verteilungsleitung als bei der „Standard-Trassenführung“ notwendig, da die Leitungsführung aber auf Privatgrund erfolgt, ist dafür eine Genehmigung erforderlich. Bei geschlossenen Bebauungsstrukturen können die Haus-zu-Haus-Verbindungen als sogenannte Kellerverlegung in Form isolierter Heizungsrohre direkt durch die Keller der Gebäude geführt werden, wodurch sich der Verlegeaufwand deutlich reduzieren lässt.

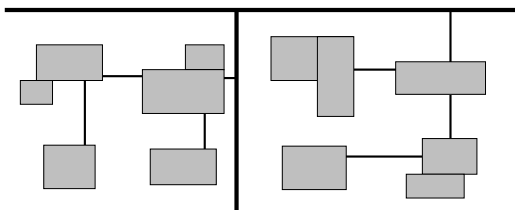


Abb. 200 Haus-zu-Haus-Trassenführung
Quelle: Dötsch, Christian; Taschenberger, Jan; Schönberg, Ingo (1998): Leitfaden Nahwärme. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag

„Eine seltener angewandte Trassenführung ist die ‚Einschleif-Trassenführung‘, die [...] alle Gebäude mittels der ‚Haus-zu-Haus-Trassenführung‘ (zumeist über Privatgrundstücke) erschließt.“ Aufgrund der fehlenden Erweiterbarkeit „[...] ist die Einschleifmethode nur bei kleinen, geschlossenen Nahwärmenetzen mit flexiblen Rohrsystemen vorteilhaft.“²⁴

Beispiel: Anwendungsszenario Plato-Wild-Ensemble

Im Zuge der Modernisierung des Plato-Wild-Ensembles bietet sich die Gelegenheit zum Aufbau einer zentralen, auf regenerativen Energiequellen basierenden, Wärmeversorgung. Das Ensemble erfüllt alle Anforderungen zum sinnvollen Einsatz eines Nahwärmenetzes. Die nötige Dichte an Wohnraum und damit ein ganzjährig hoher Wärmebedarf sind ebenso gegeben wie ausreichend Platz für die Rohrleitungen und die notwendige Energiezentrale.²⁵

²⁴ Dötsch, Christian; Taschenberger, Jan; Schönberg, Ingo (1998): Leitfaden Nahwärme. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag (UMSICHT-Schriftenreihe/Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, UMSICHT, Bd. 6), S. 38.

²⁵ C.A.R.M.E.N.: Merkblatt Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen, S. 5.

Im Folgenden sollen einerseits die für die Entscheidung über geeignete Systemarten oder der Bemessung des Nahwärmenetzes relevanten Parameter aufgezeigt und andererseits die angedachten Lösungsansätze für die Wärmeverteilung innerhalb des Plato-Wild-Ensembles, welche durch Studienarbeiten an der OTH Regensburg mitentwickelt wurden, dargestellt werden.

■ Wärmebedarf

Als Bemessungsgrundlage für die Auslegung des Nahwärmenetzes dienen die Wärmebedarfs- und Heizlastberechnungen für den sanierten Zustand des Ensembles. Die geplanten Sanierungsmaßnahmen bestehen unter anderem aus der Anbringung einer Calciumsilikat-Innen-dämmung mit 8 cm Stärke, der Dämmung der obersten Geschossdecke mit 10 cm dicken Styrodur-Dämmplatten, dem Austausch der Fenster durch Fenster mit 3-fach-Verglasung und der Neukonzeptionierung der Energiebereitstellung und -versorgung. Daraus ergibt sich für den sanierten Zustand der Gebäude eine flächenbezogene Heizlast von $66,5 \text{ W/m}^2$, welche von einem zentralen Wärmeerzeuger mit einer Leistung von 730 kW bereitgestellt werden soll.

■ Leitungsführung und Verlegung des Rohrnetzes

Die Netzstruktur und damit verbundene Leitungsführung zur Erschließung des ersten und zweiten Baublocks des Ensembles orientiert sich an der Anordnung der einzelnen Gebäude. Hierbei ist es besonders vorteilhaft, längere Rohrstrecken durch die Keller der aneinander grenzenden Gebäude zu führen und somit die Tiefbauarbeiten zur Leitungsverlegung im Freien möglichst gering zu halten.

Die Ausführung des Wärmenetzes erfolgt als Zwei-Leiter-Strahlennetz mit Wasser als Wärmeträger in kombinierter „Haus-zu-Haus“- und Kellerverlegung (Abb. 201). Eine redundante Verlegung der Leitungen, wie z. B. beim Ringnetz, erscheint aufgrund der geringen Länge des gesamten Netzes in Relation zur hohen Zuverlässigkeit moderner Wärmenetze nicht sinnvoll. Gegebenenfalls kann eine Schließung des Netzes zur Erhöhung der Versorgungssicherheit bei überschaubarem Zusatzaufwand durch weitere Verbindungsleitungen zwischen den Gebäuden erfolgen (Abb. 202).

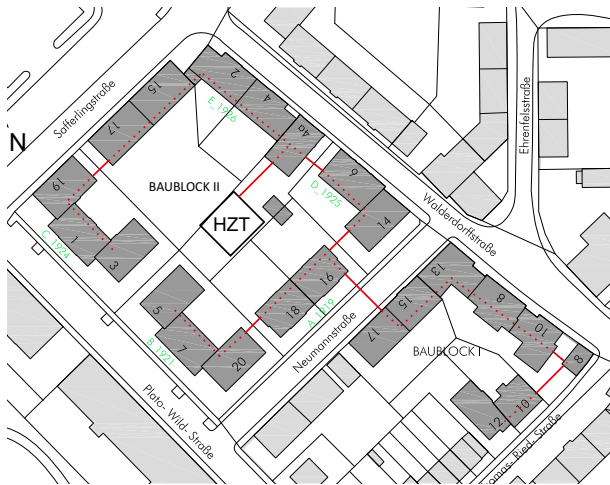


Abb. 201 Leitungsführung A

Es kann infolge des überschaubaren Netzes, der überwiegend innerhalb der Gebäude verlaufenden Leitungen und der guten Lokalisierbarkeit etwaiger Schäden im Bereich der erdverlegten Leitungen mithilfe einer Wärmebildkamera ein einfaches Leckage-Überwachungssystem ohne Leckageortungsfunktion zum Einsatz kommen.

Falls eine Nutzung der Dachflächen zur thermosolaren Wärmeengewinnung gewünscht wird, kann das Netz auch als Vier-Leiter-System ausgeführt werden. Dies ermöglicht die Speisung eines zentralen Langzeitpufferspeichers und sofern notwendig eine Nachheizung in der Heizzentrale.

Bei der Wahl des Rohrsystems sind hier – zugunsten des niedrigeren Materialpreises, der damit günstiger realisierbaren großen Rohrdurchmesser, der höheren Temperaturbeständigkeit und der besseren Dauerhaftigkeit – starre Kunststoffverbundmantelrohre mit Stahlmedium (KMR) den flexiblen Kunststoffmediumrohren (PMR) vorzuziehen. Eine Verlegung der Leitungen von der Rolle, welche bei KMR nicht möglich ist, stellt in diesem Anwendungsfall aufgrund der ausschließlich gerade verlaufenden Rohrstrecken in gut zu erschließendem Gelände, die zudem nur einen Anteil von weniger als 20 % des Netzwerks ausmachen, keinen relevanten Vorteil dar.

Innerhalb der Gebäude wird die Leitungsführung in Kellerverlegung kostengünstig mittels isolierter Stahlrohre, welche üblicherweise im Heizungsbau Verwendung finden, realisiert.

Die Verlegung der Teilstrecken im Freien erfolgt überwiegend als Grabenverlegung, bei der Vor- und Rücklauf nebeneinander geführt werden. Eine Ausnahme stellt die Unterquerung der

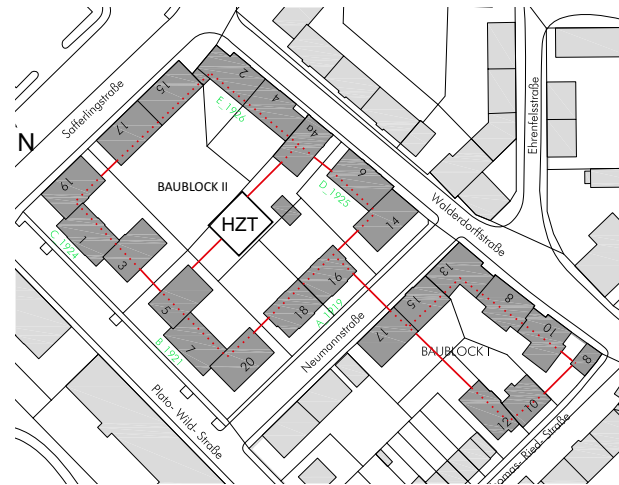


Abb. 202 Leitungsführung B

Neumannstraße dar, über welche Baublock I mit Baublock II verbunden wird.

■ Betriebstemperaturen

Um in der Heizzentrale auch Niedertemperaturtechniken, wie z.B. Brennwerttechnik oder Solarthermie, nutzen zu können, ist eine ausreichend niedrige Rücklauftemperatur anzustreben. Zur Reduktion der Transmissionswärmeverluste und Erhöhung des Wirkungsgrades eingesetzter Wärmepumpen sollte auch die Vorlauftemperatur nicht zu hoch sein.

Als günstig für die Auslegung des Wärmenetzes im Fall des Plato-Wild-Ensembles erscheint eine Temperaturpaarung von 80 °C/50 °C, womit ein guter Kompromiss zwischen Rohrquerschnitt und Wärmeverlust geschlossen wird. Eine Auslegung der Heizflächen²⁶ hat gezeigt, dass auch bei niedrigen Systemtemperaturen von 65 °C/45 °C konventionelle Flachheizkörper in Fensterbreite den Anforderungen der Heizlastberechnung gemäß DIN EN 12831 genügen.

■ Dimensionierung der Rohrdurchmesser

Hinsichtlich der Auswahl der Rohrquerschnitte stand die Verringerung der Pumpenleistung im Vordergrund. Es wurde daher bei einer signifikanten Überschreitung des relativen Druckverlustes von 100 Pa/m der nächstgrößere Nenndurchmesser gewählt. Insbesondere bei der Verwendung von starren Rohrsystemen wie KMR und Heizungsrohren ist der dadurch höhere Materialkostenaufwand gering. So besitzt

26 Manz, Christian; Manz, Katja; Zierer, Corinna (2013): Studienarbeit Heizungstechnik. OTH Regensburg. Regensburg.

das Netz bei moderater Druckerhöhung ausreichend Reserven, sofern eine kleinere Temperaturspreizung oder höhere Anschlussleistungen erforderlich sind.

■ Hausübergabe und Warmwasserbereitung

Für die Versorgung der einzelnen Gebäude empfiehlt sich eine im Keller des jeweiligen Gebäudes installierte Hauszentrale, welche mittels einer Hausübergabestation an das Wärmenetz angebunden ist und alle dem Gebäude zugehörigen Wohneinheiten versorgt.

Im Vergleich zu den auf Wohnungsebene anwendbaren Kompakt-Hausstationen können durch die zentrale Installation Kosten eingespart werden. Die gegebenenfalls erforderliche Nachrüstung von Heizungsverteilungsrohren in den Gebäuden, in denen bislang in den Wohneinheiten Gasthermen angebracht sind, wird durch die Kostenersparnis einer zentralen Hausstation im Vergleich zu der Installation einer Station je Wohnung mehr als aufgewogen. Einerseits sind mehrere kleine Übergabestationen wesentlich kostenintensiver als eine gemeinsame leistungsfähigere Hausstation.²⁷ Andererseits muss bei Anwendung von Kompaktstationen mit Durchlauferhitzerprinzip die Leistungsfähigkeit und damit Dimensionierung des Netzes wesentlich höher ausfallen.

Um eine bessere Lastabdeckung der Trinkwassererwärmung (TWE) in Spitzenbedarfszeiten bei zugleich möglichst geringen, gleichmäßigen Hausanschlussleistungen zu erzielen, sodass die im Verteilungsnetz benötigten Rohrquerschnitte minimiert werden, fällt die Wahl auf ein speicherbasiertes Brauchwassersystem. Bereits zur Versorgung von zwei gleichzeitig duschenden Bewohnern wäre sonst eine Leistung von mehr als 40 kW zur simultanen Wassererwärmung erforderlich (10 °C auf 40 °C bei 2x 10 l/min). Somit würde für ein Mehrfamilienhaus mit sechs Wohneinheiten in Zeiten hoher Duschfrequenz sogar eine Leistung von 80 kW zur Durchlauferhitzung möglicherweise nicht ausreichen.

Die Heizkostenabrechnung gegenüber den Mietern kann innerhalb der einzelnen Häuser aus Kostengründen mittels Heizkostenverteilung erfolgen, sodass nur die Bezugsmenge des Hausanschlusses durch einen Wärmemengenzähler erfasst werden muss.

■ Abschließende ökologische und ökonomische Betrachtung

Die Versorgung des gesamten Ensembles mit zentral erzeugter Nahwärme eröffnet in Kombination mit der Nutzung regenerativer Energiequellen aus ökologischer Sicht interessante Optionen. So wird durch die Errichtung der Heizzentrale und den Aufbau des Wärmenetzes, im Gegensatz zur Versorgung mittels dezentraler Gasheizungen, die Verbrennung von Biomasse (z. B. Holzhackschnitzel) oder Kraft-Wärme-Kopplung erst praktikabel.

Das Einsparungspotenzial fossiler Energieträger und die Reduktion der CO₂-Emissionen rechtfertigen aus dieser Perspektive sicherlich die Investitions- und Unterhaltskosten des Netzes sowie die mit der Verteilung einhergehenden Verluste.

Ob Aufbau und Betrieb einer zentralen Wärmeversorgung unter wirtschaftlichen Aspekten langfristig rentabel realisierbar sind, erfordert eine exakte betriebswirtschaftliche Kalkulation, die sich auf eine detaillierte Fachplanung unter Berücksichtigung präzise definierter Rahmenbedingungen stützt und – bedingt durch die schwer prognostizierbare Entwicklung des Energiemarktes – dennoch mit vielen Unwägbarkeiten behaftet ist.

27 Dötsch, Christian; Taschenberger, Jan; Schönberg, Ingo (1998): Leitfaden Nahwärme. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag (UMSICHT-Schriftenreihe/Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, UMSICHT, Bd. 6), S. 66–67.

Bezeichnung Leistung		Länge			DN	Vol.Strom	$\Delta p/m$	$\Delta p, ges$	v
	jew.	kum.	jew.	dav. ext.		l/s	Pa	mbar	m/s
A		733	28	17	100	5,887	50	14,0	0,75
B	29	501	6		80	4,024	75	4,5	0,80
C	31	472	20	7	80	3,791	65	13,0	0,75
D	33	441	16		80	3,542	55	8,8	0,70
E		408	18	10	80	3,277	50	9,0	0,65
F	30	158	8		50	1,269	85	6,8	0,65
G	30	128	14		50	1,028	55	7,7	0,52
H	32	98	21	6	40	0,787	80	16,8	0,63
I	34	66	19		32	0,530	75	14,3	0,66
J	32	32	12		25	0,257	100	12,0	0,52
K	30	232	14		65	1,863	36	5,0	0,56
L	33	202	20		65	1,622	32	6,4	0,49
M	35	169	17		50	1,357	100	17,0	0,69
N	36	134	20		50	1,076	70	14,0	0,55
O	32	98	23	8	40	0,787	80	18,4	0,63
P	34	66	20		32	0,530	75	15,0	0,66
Q	32	32	12		25	0,257	100	12,0	0,52
R	36	250	32	18	65	2,008	40	12,8	0,61
S	34	214	12		65	1,719	30	3,6	0,52
T	40	180	16		50	1,446	115	18,4	0,74
U	34	140	20		50	1,124	75	15,0	0,57
V	38	106	17		40	0,851	100	17,0	0,68
W	8	68	15	6	32	0,546	75	11,3	0,68
X	30	60	23	13	32	0,482	65	15,0	0,60
Y	30	60	12		25	0,241	100	12,0	0,49

Gesamt

435 85

Anteil davon im Tiefbau

19,50%

zur Auslegung angestrebter Druckverlust von max. 100 Pa/m

bei Temperaturspreizung von	30	K	mit	$\rho_{\text{Wasser}} =$	0,992	kg/l
Vorlauf	80	°C		$c_{\text{Wasser}} =$	4184	J / kgK
Rücklauf	50	°C				

Ausschließlich Verluste der geraden Rohrsegmente zur Dimensionierung dargestellt, wobei Druckverluste durch Bögen, Abzweige und Armaturen nicht enthalten sind.

Da die Lage der Hausstationen und die endgültige Position der Energiezentrale noch nicht bekannt sind, muss die Leitungsführung, insbesondere unter Einbeziehung bestehender Strukturen, für eine exakte Planung noch festgelegt werden.

Tab. 36 Rohrsegmente und Dimensionierung (basierend auf Angaben aus Prof. Rechenauer, Christian (2008): Skript Heizungstechnik. OTH Regensburg, und isoplus (Hg.) (2011): Isoplus-Planungshandbuch)

4. Einsatz eines Sockelheizungssystems

Sockelheizleisten werden eingesetzt zur Wärmeversorgung von Gebäuden und zählen zu den Flächenheizungen. In der Altbausanierung eröffnen, diese interessante Optionen. Der nachträgliche Einbau von Flächenheizungen (Fußboden- und Wandheizungen) gestaltet sich im Sanierungsfall sehr aufwendig und ist mit erheblichen Kosten verbunden. Die Sockelheizung kann im Bestand ohne größere Umbaumaßnahmen an den Außenwänden installiert werden. Die Anwendung eines Sockelheizungssystems in einem Altbau wurde durch eine Projektarbeit untersucht. Diese Arbeit untersucht die Realisierung eines derartigen Heizungssystems und ob diese die eingeforderte Heizlast bereitstellen kann. Analysen, die eine unterstützende Funktion der Holzbalkenköpfe durch die Sockelheizung belegen, wurden bereits im Kapitel E „Architektonische Modernisierung“ vorgestellt.

4.1 Sockelheizleisten

4.1.1 Aufbau und Montage

Ein Rohr, häufig aus Kupfer, bildet zusammen mit daran befestigten Lamellen (z. B. aus Aluminium) ein Hezelement, das mit Halterungen an der Wand festgemacht wird. Die Elemente werden je nach erforderlicher Länge miteinander verbunden oder gekürzt und an den Registerenden mit Vor- und Rücklauf verbunden. Dabei ist darauf zu achten, dass die maximale Registerlänge nicht überschritten wird. Eine Abdeckung aus Holz, Metall oder Kunststoff komplettiert den allgemeinen Aufbau. Sie dient nicht nur als Sichtschutz, sondern ist aufgrund des dadurch entstehenden Schachts und der Lüftungsöffnungen maßgeblich an der gewünschten Funktionsweise beteiligt. Teilweise werden auch Systeme mit zwei übereinanderliegenden Registern benötigt, um die benötigte Heizlast abzudecken.

Beim Anschluss der Sockelheizleisten an das bestehende Verrohrungssystem muss unterschieden werden:

- Einrohrsystem

Beim Einrohrsystem sind die Heizflächen in Reihe geschaltet, wobei jeder Heizkörper nacheinander durchflossen wird. Der Rücklauf der einen Heizfläche ist somit der Vorlauf der nächsten (vgl. Abb. 204).

- Zweirohrsystem

Von der Vorlaufleitung zweigen Leitungen zu den einzelnen Heizsystemen ab und versorgen diese mit Wärme. Das abgekühlte Heizungswasser wird anschließend in der Rücklaufleitung wieder gesammelt und zum Wärmeerzeuger zurückgeführt. Die Parallelschaltung der Heizflächen bewirkt, dass bei diesem System jede Sockelheizleiste dieselbe Vorlauftemperatur besitzt (vgl. Abb. 205).

4.1.2 Funktionsweise

Auch wenn die Sockelheizleiste Wärme konvektiv an die Luft überträgt, zählt sie in Bezug auf die erbrachte Wärmeabgabe nicht zu den üblichen Konvektorheizungen. Sie kann vielmehr als Wandheizung betrachtet werden, weil sie bei ihrem Betrieb die kalte Außenwand erwärmt, die dann wiederum Wärme in Form von Strahlung an den Raum abgibt.²⁸ Die kalte Luft am Wandfuß wird durch die Sockelheizung konvektiv erwärmt und steigt an der Wand entlang nach oben. Die Wand wird gleichmäßig erwärmt und fungiert in der Folge als eigentlicher „Heizkörper“, indem sie die Wärme in Form von Strahlung an den Raum abgibt.

Sockelheizungen überzeugen durch:

- Gleichmäßige Temperaturverteilung
- Angenehme Strahlungswärme
- Geringe Mikrostaubbelastung

Sockelheizleisten sind nicht nur zur Schaffung eines angenehmen Raumklimas eine gute Lösung, sondern haben auch hinsichtlich der Gebäudeeigenschaften und des Energieverbrauchs positive Auswirkungen. Durch den Einsatz von Sockelheizleisten kann nach und nach eine Austrocknung der Außenwände erfolgen, was eine Verbesserung des U-Wertes bedeutet und einen deutlichen Einfluss auf den Wärmeverlust eines Gebäudes zur Folge hat.

²⁸ Pistohl, Wolfram (2007): Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen. 6., neu bearb. und erw. Aufl. Köln: Werner (Handbuch der Gebäudetechnik: Planungsgrundlagen und Beispiele/von Wolfram Pistohl, Bd. 2).

4.2 Anwendung im Altbau

Im Vorfeld einer Altbausanierung muss die Einsatzfähigkeit eines Sockelheizungssystems geprüft werden. Anhand der Heizlast muss für jeden beheizten Raum eine Dimensionierung der Sockelheizung (notwendige Registerlänge) vorgenommen werden. Die Berechnung erfolgt für jeden einzelnen Raum mithilfe der DIN EN 12831. Aus den errechneten Heizlasten kann dann die Heizungsauslegung erfolgen.

Beispiel: Sockelheizungssystem am Beispiel Plato-Wild-Ensemble

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde für das Stadtquartier eine Heizlastberechnung durchgeführt (vgl. Stich, Christina: Heizlastberechnung²⁹). Exemplarisch wird der Einsatz einer Sockelheizleiste in der Erdgeschosswohnung der Safferlingstraße 17 ausführlich untersucht.

Programm zur Systemüberprüfung

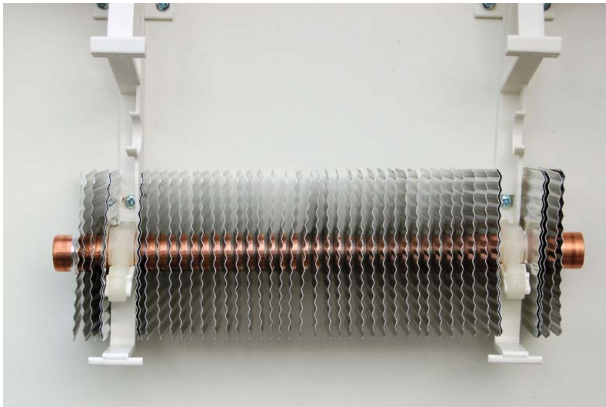


Abb. 203 Beispiel: Sockelheizung (Bild: Graupensperger)

Ein Tool wurde entwickelt, das die Eignung unterschiedlicher Sockelheizungssysteme im vorgegebenen Objekt untersuchte. Aus den spezifischen Herstellerangaben und den benötigten Heizlasten der einzelnen Räume kann man die erforderliche Registerlänge der Sockelheizleisten bestimmen. Die Vorlauftemperatur der Heizung und die gewünschte Dämmstärke der Gebäudehülle können als zusätzliche Parameter ausgewählt werden. Ergebnis der Berechnung sind die raumspezifischen Registerlängen der unterschiedlichen Sockelheizungssysteme. Die Heizregister sollen ausnahmslos nur an den Außenwänden installiert werden. Für niedrige Vorlauftemperaturen (45 °C) konnten keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt

²⁹ Stich, Christina (2013): Heizlastberechnung für ein genossenschaftliches Wohnquartier und Auslegung einer solarthermischen Warmwasserversorgung. Bachelorarbeit. Regensburg.

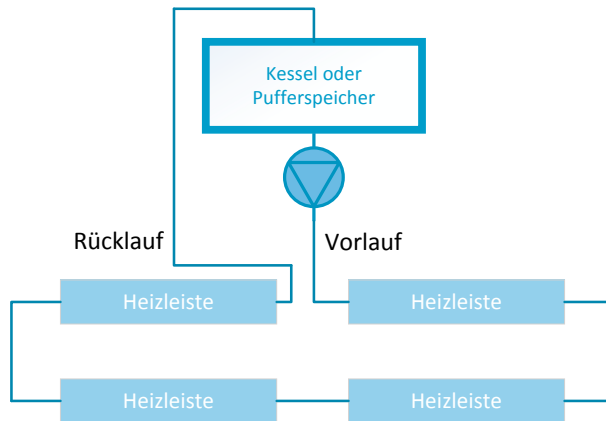


Abb. 204 Aufbau eines Einrohrsystems

werden. Eine ausreichende Wärmeversorgung konnte unabhängig von der verwendeten Dämmung (keine Dämmung/3 cm Dämmputz/8 cm Calciumsilikatplatten) nicht erreicht werden. Auswertungen mit einer Vorlauftemperatur von 60 °C ergaben für mehrere Sockelheizungssysteme und unterschiedliche Dämmausführungen eine ausreichende Wärmeversorgung der Räume.

Minimal erforderliche Vorlauftemperaturen

In einem weiteren Schritt wurden die minimal erforderlichen Vorlauftemperaturen ermittelt. Da für niedrige Vorlauftemperaturen (45 °C) keine ausreichende Wärmeversorgung sichergestellt ist, stellt sich die

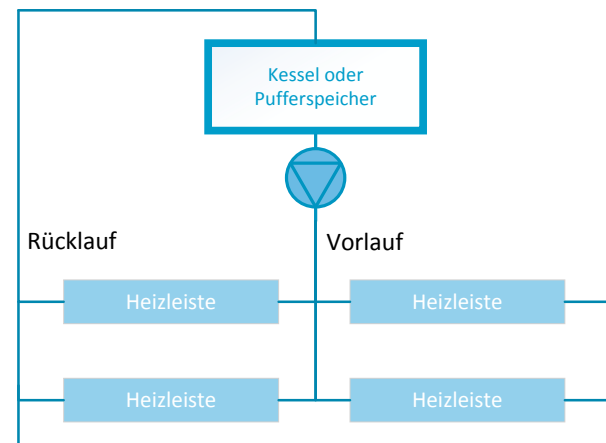


Abb. 205 Aufbau eines Zweirohrsystems

Frage, ab welcher Vorlauftemperatur eine Sockelheizung zuverlässig eingesetzt werden kann. Hier wurde in das Tool eine weitere Berechnung integriert, die für unterschiedliche Sockelheizungssysteme bei variierenden Dämmstärken die minimal erforderliche Vorlauftem-

Raum	L _{Außenwand} [m]	Heizlasten [W]		
		ohne	3 cm	8 cm
Toilette	1,7	635	525	498
Bad	2,5	1101	945	918
Küche	4,3	1530	1290	1014
Zimmer 1	3,8	1674	1485	1173
Zimmer 2	8,9	2296	1733	1455

Tab. 37 Heizlasten der Safferlingstraße 17

peratur ermittelt. Die 3 cm starke Dämmputz-Variante benötigt für die Sockelheizleiste Variotherm IIIa eine minimale Vorlauftemperatur von 55 °C. Werden 8 cm starke Calciumsilikatplatten verwendet, reicht eine Vorlauftemperatur von 50 °C aus.

4.3 Fazit

Sockelheizleisten eignen sich nur für Systeme mit sehr hohen Vorlauftemperaturen (Minimum 50 °C). Das Temperaturniveau einer solarthermischen Anlage zur Heizungsunterstützung reicht nicht aus, um eine zuverlässige Wärmeversorgung durch Sockelheizungen sicherzustellen. Stehen hingegen hohe Vorlauftemperaturen zur Verfügung, ist ein Sockelheizungssystem im Sanierungsfall eine sinnvolle Alternative zu den üblichen Konvektorheizungen. Sockelheizungen tragen zu einem angenehmen Raumklima bei, können jedoch im Gegensatz zu Flächenheizungen im Sanierungsfall ohne größere Maßnahmen nachträglich im Gebäudeobjekt installiert werden. Das Sockelheizungssystem besticht durch eine angenehme Strahlungswärme und eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Raum. Hervorzuheben ist auch eine aufgrund der niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten geringe Mikrostaubbelastung. Eine beliebige Raumgestaltung ist nicht möglich, da „beheizte“ Wände frei gehalten werden müssen.