

WISSEN KOMPAKT

GRUNDLAGEN FÜR BAUHERREN



MACH MIT.
BAU NACHHALTIG.
Energieeffizientes Bauen in Sachsen

saena

Sächsische
Energieagentur GmbH



Inhaltsverzeichnis

1 Zeitgemäßes Bauen	04
1.1 Energieeffizientes Bauen	04
1.1.1 Bauherrenberatung	05
1.1.2 Energieausweis	06
2 Rechtliche Rahmenbedingungen	08
2.1 Baurechtliche Bestimmungen	08
2.1.1 Baugesetzbuch (BauGB)	08
2.1.2 Sächsische Bauordnung (SächsBO)	09
2.2 Gebäudeenergiegesetz (GEG)	09
2.2.1 Pflicht zur Einsparung von Energie	09
2.2.2 Pflicht zur Nutzung Erneuerbarer Energien	10
2.3 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	10
2.4 Sonstige Gesetze und Verordnungen	10
3 Genehmigungen	11
3.1 Bauantrag und Baugenehmigung	11
3.1.1 Genehmigungsfreie Bauvorhaben	11
3.1.2 Genehmigungspflichtige Bauvorhaben	11
3.2 Denkmalschutz	12
3.3 Sonstige Genehmigungen und Pflichten	13
4 Finanzierung – ein Überblick	14
4.1 Grundlagen	14
4.2 Finanzierungsbausteine	14
4.3 Finanzierungsunterlagen	16
4.4 Finanzierungsbedingungen	17
4.5 Individuelle Finanzierungsstrategie	17
5 Erwerb von Eigentum	18
5.1 Grundstückskauf und Neubau	18
5.1.1 Standortauswahl	18
5.1.2 Bebauungsmöglichkeiten	19
5.1.3 Baugrundgutachten	19
5.2 Kauf von Bestandsgebäuden	20
5.3 Kaufvertrag	21
5.4 Pflichten und Versicherungen für Bauherren und Grundstückseigentümer	21
5.5 Hochwassersicheres Bauen	23
6 Planungsgrundlagen	24
6.1 Baubeteiligte	24
6.2 Verordnung über Honorare für Leistungen der Architekten und Ingenieure (HOAI)	25
6.3 Energiebedarf des Gebäudes	26
6.4 Auswahl des Energiestandards	27
6.5 Auswahl der Bauweise	29
6.6 Ausrichtung und Grundriss	31
6.7 Schallschutz	32
6.8 Brandschutz	33
6.9 Sommerlicher Wärmeschutz	33
6.10 Barrierefreies Bauen	33
6.11 Baustellenvorbereitung	33
6.12 Radonschutz	34
7 Gebäudehülle	35
7.1 Keller und Bodenplatte	36
7.1.1 Kellerabdichtung	36
7.1.2 Kellerbelichtung und -belüftung	37
7.2 Außenwand	38
7.3 Gebäudeöffnungen	41
7.3.1 Fenster	42
7.3.2 Türen	44
7.3.3 Einbruchschutz	45
7.4 Oberste Geschossdecke und Dachformen	46
7.4.1 Dachkonstruktionen	47
7.4.2 Dachaufbauten und Dämmung	48
7.4.3 Luftdichtheit	50
7.4.4 Dachdeckungen	51
7.4.5 Dachelemente	54
7.4.6 Dachentwässerung	55
8 Gebäudetechnik	56
8.1 Wärmeversorgung und Brauchwassererwärmung	56
8.1.1 Energieträger	57
8.1.2 Brennstofflagerung	58
8.1.3 Wärmeerzeugung	59
8.1.3.1 Wärmeerzeugung fossil	62
Brennwertkessel	62
Mini-Blockheizkraftwerk (Mini-BHKW)	62
Mikro-KWK mit Stirlingmotor	62
Brennstoffzellenheizung	63
8.1.3.2 Wärmeerzeugung erneuerbar	64
Festbrennstoffkessel	64
Holzvergaserkessel	64
Kaminofen	65
Wärmepumpe	66
Solarthermie	69
Nah- und Fernwärme	70
8.1.3.3 Wärmeerzeugung fossil und erneuerbar	70
Gasbrennwerttherme und Solarthermie	70
Gasbrennwerttherme mit Luft/Wasser-Wärmepumpe	71
8.1.4 Warmwasserbereitung	71
8.1.5 Heizungsregelung	72
8.1.6 Wärmeverteilung	72
8.1.7 Wärmeübergabe	74
8.2 Lüftung	75
8.3 Klimatisierung	77
8.4 Elektroinstallation	77
8.4.1 Beleuchtung	78
8.4.2 Elektronikgeräte	79
8.4.3 Smart Home	80
8.5 Informationssysteme	80
8.6 Regenwassernutzung	81
8.7 Energieerzeugung	81
8.7.1 Photovoltaikanlagen	81
8.7.2 Kleinwindkraftanlagen	83
8.8 Energiespeicherung	84
9 Qualitätssicherung und Dokumentation	85
9.1 Qualitätssicherung	85
9.2 Abnahme	86
9.3 Abrechnung und Dokumentation	87
10 Außenanlagen	88
10.1 Planungs- und Gestaltungsempfehlungen	88
10.2 Bepflanzung	89
10.3 Wege	89
10.4 Stellplätze	90
10.5 Einfriedungen	90
11 Nachhaltiges Bauen	91
12 Referenzbeispiele	94
12.1 Neubau Plus-Energiehaus	94
12.2 Neubau Strohhallenhaus	96
12.3 Neubau Passivhaus	99
12.4 Sanierung historisches Einzeldenkmal	101
12.5 Sanierung Einfamilienhaus	103

1 Zeitgemäßes Bauen

Diese Bauherrenmappe gibt einen Überblick zu vielen relevanten Themen, mit denen sich Bauherren vor, während und nach der Umsetzung ihres Bauvorhabens auseinandersetzen. Im Gebäudesektor spielt die Energieeffizienz, die Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung eine immer größere Rolle. Die Bundesregierung hat langfristige und sehr anspruchsvolle Klimaschutzziele definiert, die u.a. bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand in Deutschland fordern. Hierfür werden bereits seit einigen Jahren die ersten Weichen gestellt. Dies hat zur Folge, dass energieeffiziente Anforderungen stetig ansteigen, aber auch zahlreiche attraktive Förderprogramme für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen und den Einsatz von Erneuerbaren Energien zur Verfügung stehen.

Die Kenntnisse über den genauen Inhalt der gesetzlich geforderten Bestimmungen, über eine sinnvolle und wirtschaftliche Planung, über eine fachlich richtige Umsetzung der Baumaßnahmen sowie über den Einsatz von neuen Bauprodukten und technischen Anlagen setzen ein sehr hohes Fachverständnis voraus, das oft nicht von einer Person getragen werden kann. Um ein Gebäude rechtssicher, bauschadens- und mängelfrei errichten bzw. modernisieren zu können, ist ein fachkundiger Architekt bzw. Ingenieur, ein Fachplaner für die technischen Anlagen ggf. in Kombination mit einem Energieberater erforderlich. Die bauliche Ausführung sollte zudem durch geschulte Handwerksunternehmen durchgeführt werden, die Weiterbildungen oder Referenzen zum energieeffizienten Bauen vorweisen können.

Als Vorbereitung für Gespräche zwischen Bauherren und den am Bau Beteiligten, kann diese Bauherrenmappe im Teil I „Wissen Kompakt“ bereits erstes Basiswissen vermitteln. Neben sehr praktischen Informationen, die u.a. bei der Wahl der Baustoffe oder der Heizungsanlage unterstützen, wird auch auf Themen wie rechtliche Rahmenbedingungen, Genehmigungen, Planungsgrundlagen und Finanzierung näher eingegangen. **Teil II „Kompakt“** widmet sich detaillierter den aktuellen gesetzlichen Grundlagen, der Wirtschaftlichkeit und Fördermöglichkeiten von Bauvorhaben. Im **Teil III „Regionales“** stellen zahlreiche sächsische Städte, Gemeinden und Landkreise regionale Informationen zu Ansprechpartnern für die Baugenehmigung, Medienauskünfte, Satzungen und Fachunternehmen bereit. Ein Glossar mit weiteren Infoquellen im **Teil IV** und hilfreiche Checklisten für den Bauherren im **Teil V** runden diese Informationsmappe ab.

Bei Fragen zu den Inhalten oder den aufgeführten Themen stehen Ihnen die Architekten und Ingenieure der Sächsischen Energieagentur – SAENA GmbH sehr gern zur Verfügung.



Abb. 1
Beispiel für Neubau

© SAENA



Abb. 2
Beispiel für neue Wohnsiedlung

© SAENA



Abb. 3
Beispiel für sanierte Villa

© SAENA

1.1 Energieeffizientes Bauen

Welche Schritte während der Vorbereitung bzw. Bauphase notwendig sind, wird in der folgenden Abbildung aufgezeigt.



Abb. 4 Ablaufplan eines Neubau- oder Sanierungsvorhabens

Alle baulichen Maßnahmen an Gebäuden, die unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden, sowohl bei Neubauten als auch Bestandssanierungen, müssen mindestens die Anforderungen aus dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) erfüllen. Werden höhere Standards angestrebt, können attraktive Finanzierungen bis hin zu Zuschüssen in Anspruch genommen werden.

Planungsgrundsätze

- Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der gesamten Baukonstruktion bei Bestandsgebäuden (z.B. Statik, konstruktiver Feuchteschutz, holzerstörende Pilze und Insekten)
- Optimierung der thermischen Gebäudehülle = Verbrauchsvermeidung
- Auswahl effizienter Heizungs- und Anlagentechnik
- Einsatz Erneuerbarer Energien

1.1.1 Bauherrenberatung

Eine unabhängige Bauherrenberatung hilft die bevorstehenden komplexen Aufgaben besser zu verstehen, das Bauvorhaben fachlich besser einzuschätzen und Entscheidungen qualifizierter treffen zu können. Bauherren- bzw. Gebäudeenergieberatungen werden durch unabhängige Dienstleister, wie Energieagenturen, Verbraucherzentralen, Ingenieurbüros oder Energieberater angeboten und von Bund und Ländern gefördert. Mit der Einführung des GEG in 2020 muss im Falle des Verkaufs oder der Sanierung eines Wohngebäudes mit nicht mehr als zwei Wohnungen ein informatorisches Beratungsgespräch mit einer zur Ausstellung von Energieausweisen berechtigten Person erfolgen, wenn ein solches Beratungsgespräch als einzelne Leistung, wie von der SAENA GmbH, unentgeltlich angeboten wird.

Bauherrenberatung der Sächsischen Energieagentur – SAENA GmbH

Für Ratsuchende, die ein Gebäude errichten oder sanieren möchten, stehen kompetente Architekten und Ingenieure der Sächsischen Energieagentur zur Verfügung. In einem persönlichen Gespräch können erste Fragen zum geplanten Bauvorhaben und zu aktuellen Fördermöglichkeiten beantwortet werden. Ob am Telefon, in Beratungsgesprächen, auf Veranstaltungen oder Fachmessen, nehmen sich die kompetenten Fachleute der SAENA Ihrer Fragen an. Gerne können Sie anrufen und einen kostenfreien Beratungstermin vereinbaren!

Beratertelefon: 0351 4910-3179 **Mailanfrage: info@saena.de** **www.saena.de/beratung**

Energieberatung der Verbraucherzentrale Sachsen

Die Verbraucherzentrale Sachsen bietet persönliche Beratungsgespräche in über 50 Beratungsstandorten in Sachsen wie auch Telefonberatungen an. Für eine geringe Eigenbeteiligung von 5 € pro halbe Stunde informieren Energieberater zu den verschiedensten Energiethemen. Im Rahmen von Energie-Checks kommen die Energieberater auch zu Ihnen nach Hause. Die Initialberatung vor Ort erfolgt in Form eines Gebäude-, Heiz- oder Detailchecks und der Eigenanteil für die Checks liegt zwischen 10 und 40 €.

Telefonberatung: 0800 - 809 802 400 **Terminvereinbarung: 0341-696 29 29**
www.verbraucherzentrale-sachsen.de

Energie-Experten aus Sachsen für die Planung, Ausführung und Überwachung von Neubauten und Sanierungen

Im Netzwerk „Energie-Experten-Sachsen“ der Sächsischen Energieagentur finden Sie u.a. qualifizierte Energieberater, Architekten, Ingenieurbüros, Fachfirmen für hocheffizientes Bauen und Kompetenzträger in der Elektromobilität. In diesem Online-Portal können Sie gezielt nach einem Ansprechpartner in Ihrer Region suchen, entweder über eine Sachsenkarte oder einfach über die Postleitzahlensuche. Alle aufgeführten Personen und Unternehmen haben ihre Kenntnisse und Qualifikationen der SAENA gegenüber nachgewiesen und Referenzen auf deren Detailseite innerhalb der Webseite veröffentlicht.

www.saena.de/energie-experten

Vor-Ort-Beratung für bestehende Wohngebäude

Die „Vor-Ort-Beratung“ richtet sich an Eigentümer von bestehenden Wohnhäusern und Wohnungen und hilft Einsparpotenziale direkt vor Ort aufzudecken und den Energieverbrauch durch geeignete Maßnahmen langfristig deutlich zu senken. Diese ausführlichere Energieberatung wird durch qualifizierte unabhängige Energieberater durchgeführt, die von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) als „Energieeffizienz-Experten“ zugelassen sind. Für diese Expertise kann im Vorfeld ein hoher Zuschuss beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) beantragt werden.

In einem erstellten Energieberatungsbericht wird der Bauherr z.B. umfassend über den baulichen Wärmeschutz, Sanierungsmöglichkeiten, verschiedene Heizungsanlagen und eine mögliche Nutzung Erneuerbarer Energien informiert. Gleichzeitig erfolgt eine Abschätzung der erzielbaren Energieeinsparung, des finanziellen Aufwandes und der Wirtschaftlichkeit der Investitionen. Seit 2017 kann durch den Gebäudeenergieberater auch ein genormter individueller Sanierungsfahrplan (iSFP) erstellt werden. Dieser berücksichtigt mögliche Sanierungsmaßnahmen in den kommenden Jahren und zeigt die Einsparpotenziale dieser Einzelmaßnahmen auf.

Die ausführliche Vor-Ort-Beratung erfolgt in drei Phasen:

- Untersuchung der Energieeffizienz des Gebäudes vor Ort, um Energieschwachstellen an der Gebäudehülle und den Heizungsanlagen zu ermitteln.
- Der Energieberater erstellt einen umfangreichen Beratungsbericht, in dem verschiedene Vorschläge zu Energieeinsparmaßnahmen, wie z.B. die Dämmung der Außenhülle oder Heizungsaustausch sowie eine Übersicht zur Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Energiesparmaßnahmen enthalten sind.
- Persönliches Gespräch mit dem Energieberater, in dem der Beratungsbericht besprochen sowie konkrete Tipps und Vorschläge zur Energie- und Heizkostenersparnis gegeben werden. Ergänzend zur inhaltlichen Beratung werden Wege aufgezeigt, um z.B. die Anforderungen zinsgünstiger Kredite bzw. Investitionszuschüsse zu erfüllen.

www.energie-effizienz-experten.de

1.1.2 Energieausweis

Um die Energieeffizienz zwischen Gebäuden vergleichen zu können, wird der jährliche End- und Primärenergiebedarf oder der End- und Primärenergieverbrauch eines Gebäudes in einem Energieausweis dargestellt. Die Berechnung dieser Kenndaten erfolgt auf Grundlage des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Mit der Einführung des GEG enthält ein Energieausweis außerdem Angaben zum CO₂-Ausstoß des Gebäudes.

Der Endenergiekennwert für Wohngebäude ermittelt sich aus der benötigten Heiz- und Warmwasserenergie wie auch der Hilfsenergie (z.B. Umwälzpumpen) und steht für den tatsächlichen benötigten Energieverbrauch bzw. der zu erwartenden Energiekosten. Ein Energieausweis enthält zudem Aussagen zur Nutzung, Gebäudegröße, Art der Energieversorgung und zum Energieverbrauch bzw. -bedarf. Des Weiteren können für Altbauten Modernisierungsempfehlungen zur kostengünstigen Verbesserung der Energieeffizienz nach den einzelnen Bau- oder Anlagenteilen aufgeführt sein.

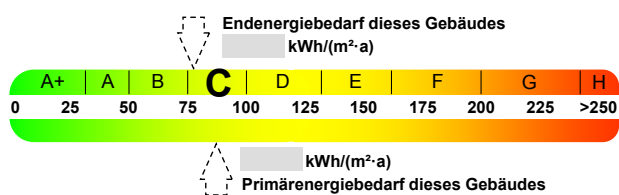


Abb. 5 Farbskala zur Darstellung der Gebäudeenergieeffizienz in einem Energiebedarfsausweis

Auf einer Farbskala von „grün“ (energieeffizient) bis „dunkelrot“ (sehr hoher Energiebedarf bzw. Energieverbrauch) kennzeichnet ein Pfeil, wie das Gebäude hinsichtlich seiner Bedarfs- bzw. Verbrauchsdaten pro m² Gebäudenutzfläche (AN) und Jahr eingestuft wird. Hierbei ist zu beachten, dass die Gebäudenutzfläche von der Wohnfläche abweicht.

Ausweispflicht:

- bei Neubauten (bei Nutzungsaufnahme)
- bei Verkauf oder Vermietung eines Gebäudes oder Teilen davon (z.B. Wohnungen)
- bei komplexen Sanierungsmaßnahmen oder größeren An- und Umbauten (bei Nutzungsaufnahme)

Nicht erforderlich:

- bei Baudenkmälern

Die Energieausweispflicht gilt seit dem 1. Juli 2009 für alle beheizten oder gekühlten Gebäude in Deutschland. Der Eigentümer muss bei Vermietung, Verkauf oder Verpachtung seiner Immobilie den Energieausweis den potenziellen Mietern, Pächtern oder Käufern zugänglich machen. In Sachsen ist ein Energieausweis für Neubauten (gemäß Durchführungsverordnung des GEG) der zuständigen Behörde vor Nutzungsaufnahme vorzulegen. Für bestimmte Nichtwohngebäude mit Publikumsverkehr sowie einer im GEG geregelten Nutzfläche ist der Energieausweis gut sichtbar auszuhängen.

Einflussfaktoren auf die Kosten für einen Energieausweis:

- Wie groß ist das Gebäude?
- Sind eine oder mehrere Ortsbegehungen erforderlich?
- Wie erfolgt die Datenaufnahme?
- Welcher Ausweis muss erstellt werden?

Die Kosten für einen Energieausweis sind gesetzlich nicht vorgeschrieben. Der Preis kann zwischen Aussteller und Auftraggeber frei verhandelt werden. Dieser richtet sich nach der Art des Ausweises und nach dem Grad des Aufwandes. Verbrauchsausweise sind in der Regel günstiger. Für Energieausweise ist seit dem 1. Mai 2014 vom Ersteller beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) eine kostenpflichtige Registriernummer zu beantragen.

Besteht eine Ausweispflicht, dann stehen den Eigentümern zwei verschiedene Ausweisarten zur Verfügung:

Bedarfsausweis	
<p>Verpflichtend:</p> <ul style="list-style-type: none"> → für Neubauten zum Zeitpunkt Nutzungsaufnahme → für Bestandswohngebäude mit bis zu vier Wohneinheiten, für die der Bauantrag vor dem 01.11.1977 gestellt worden ist und die Wärmeschutzverordnung von 1977 nicht erfüllen → für alle Bestandsgebäude an denen Baumaßnahmen an Außenbauteilen erfolgen und energetische Berechnungen nach dem Referenzgebäudeverfahren durchgeführt werden 	
<p>Ausstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> → wird vom Sachverständigen erstellt → auf der Grundlage des berechneten Energiebedarfs nach dem Referenzgebäudeverfahren → in das Berechnungsverfahren fließen sämtliche Gebäude- und Anlagendaten ein → Gültigkeitsdauer 10 Jahre 	

Tab. 1 Regelungen zum Bedarfsausweis

Verbrauchsausweis	
<p>Wahlweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> → für alle Bestandsgebäude ohne Baumaßnahmen bzw. Nutzungsänderung → Wohngebäude mit mehr als vier Wohneinheiten oder Nichtwohngebäude → Wohngebäude mit bis zu vier Wohneinheiten, für die der Bauantrag nach dem 01.11.1977 gestellt wurde → Gebäude mit Bauantrag vor dem 01.11.1977 und die, die Wärmeschutzverordnung von 1977 erfüllen 	
<p>Ausstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> → wird vom Sachverständigen erstellt → Angabe des Energieverbrauchskennwertes, ermittelt aus dem Energieverbrauch von drei aufeinanderfolgenden Jahren für die Beheizung und die zentrale Warmwasserbereitung → Berechnung berücksichtigt Standort, Witterungen sowie Temperaturschwankungen und Leerstände → Gültigkeitsdauer 10 Jahre 	

Tab. 2 Regelungen zum Verbrauchsausweis

TIPP Häufige Praxisfragen zum Energieausweis werden im Informationsflyer „Energieausweis für Wohngebäude – wichtige Fragen in Kürze beantwortet“ näher erläutert. Die Publikation sind unter www.saena.de/broschüren erhältlich.

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Dieses Kapitel bietet einen kurzen Überblick über die rechtlichen Grundlagen bei dem Neubau und der Sanierung von Gebäuden.

2.1 Baurechtliche Bestimmungen

Das Baurecht wird grundsätzlich in privates und öffentliches Baurecht unterteilt. Innerhalb des privaten Baurechts werden im Wesentlichen der private Bauvertrag, der Vertrag des Architekten und die Vergabe von Gewerken geregelt.

Hingegen werden im Rahmen des öffentlichen Baurechts Anforderungen und Festsetzungen zur Zulässigkeit von Bauvorhaben geregelt. Nachfolgend wird ein kurzer Einblick in das öffentliche Baurecht gegeben. Ausführliche Informationen befinden sich in den entsprechenden Gesetzestexten.

2.1.1 Baugesetzbuch (BauGB)

Das Baugesetzbuch (BauGB) regelt als Bundesgesetz grundlegend das Bauplanungs- und Städtebaurecht in Deutschland. Es hat damit großen Einfluss auf die Gestalt, Struktur und Entwicklung der Städte und Dörfer. Es beinhaltet Regelungen der gemeindlichen Bauleitplanung (d.h. zur Aufstellung von Flächennutzungsplänen und Bebauungsplänen) sowie zur planungsrechtlichen Zulässigkeit von Bauvorhaben.

Die auf dem BauGB basierende Verordnung über die bauliche Nutzung von Grundstücken bzw. Baunutzungsverordnung (BauNVO) ergänzt das BauGB. Durch Angaben zur Berechnung von Grundflächenzahl (GRZ) und Geschossflächenzahl (GFZ), regelt sie Art und Maß der baulichen Nutzung eines Grundstücks, die Bauweise sowie die zulässige überbaubare Grundstücksfläche.

Dies wird in einen sogenannten vorbereitenden Flächennutzungsplan und dem darauffolgenden verbindlichen Bebauungsplan dargestellt. Der Flächennutzungsplan bezieht sich auf das gesamte Gemeindegebiet und besitzt keine Außenwirkung (für den Bürger unantastbar). Der Bebauungsplan (Beispiel siehe Abb. 6) hingegen versteht sich als Form einer kommunalen Satzung mit konkreten Festsetzungen, die in dem definierten Teilgebiet der Gemeinde für den Bauherren bindendes Recht darstellen. Darin werden u.a. zu bebauende Baufelder mit Baugrenzen vorgegeben. Auch die Ausrichtung (Firstrichtung) und maximale Größe des Gebäudes ist verpflichtend. Eine Befreiung auf Abweichungen der Festsetzungen eines Bebauungsplanes kann bei der zuständigen Baubehörde beantragt werden, wenn diese mit den öffentlichen und nachbarlichen Belangen vereinbar sind.

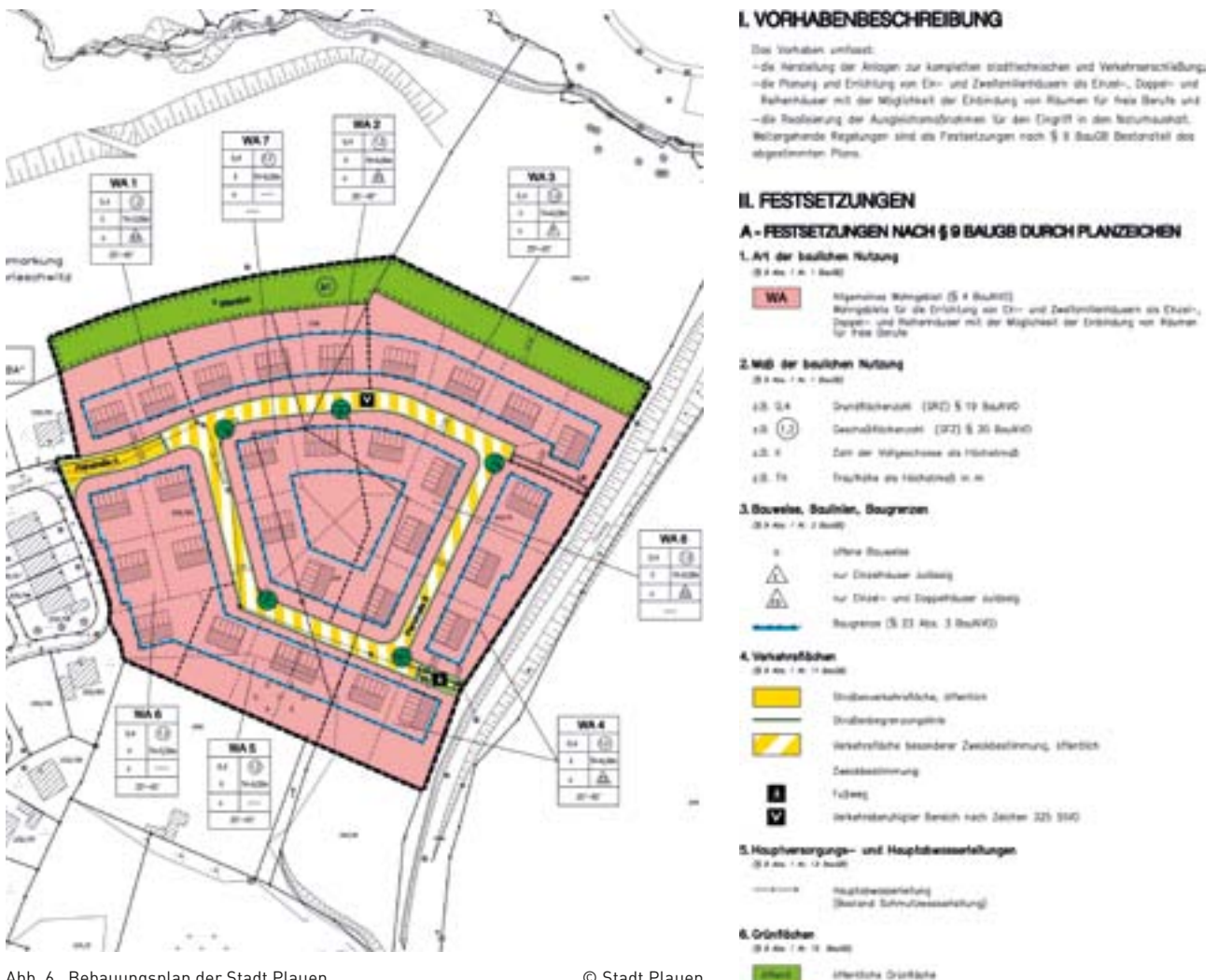


Abb. 6 Bebauungsplan der Stadt Plauen

© Stadt Plauen

2.1.2 Sächsische Bauordnung (SächsBO)

Während das Bauplanungsrecht bestimmt „Wo“ gebaut werden darf, regelt das Bauordnungsrecht „Wie“ gebaut werden muss. Das Bauordnungsrecht ist Länderrecht. Allerdings basieren die Landesbauordnungen auf einer Musterbauordnung der Länder, so dass die Regelungen im Wesentlichen vergleichbar sind.

In der Sächsischen Bauordnung (SächsBO) werden alle baulichen Anforderungen an Neubau- und Umbaumaßnahmen geregelt. Die örtlich und sachlich zuständigen Behörden sind für die Überwachung, die Erlaubnis und die Einstellung der Maßnahmen verantwortlich und prüfen die materiell-rechtlichen Voraussetzungen für die Errichtung, die Änderung und den Abbruch baulicher Anlagen. Die Bauordnung enthält darüber hinaus u.a. Bestimmungen über die bautechnische Sicherheit, den Schall-, Wärme- und Feuerschutz, die Bauabnahme oder die Aufgaben der Bauaufsicht.

TIPP Aktuelle Gesetzestexte sind online unter www.revosax.sachsen.de oder www.bauordnungen.de aufgeführt.

2.2 Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Das Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden - kurz Gebäudeenergiegesetz (GEG) trat am 1. November 2020 in Kraft und führte bis dahin geltende Gesetze und Verordnungen zusammen. Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) traten mit dem Inkrafttreten des GEG somit außer Kraft. Im GEG sind neben den energetischen Anforderungen an Gebäude auch Bußgeldvorschriften bei Verstößen geregelt.

2.2.1 Pflicht zur Einsparung von Energie

Das GEG findet Anwendung bei der Errichtung von Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie bei Änderungen, Erweiterungen und Ausbau an bestehenden Gebäuden, die mit Hilfe von Energie beheizt oder gekühlt werden müssen. In dieser Verordnung sind die Anforderungen an den Wärmeschutz sowie für die Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung geregelt. Die Anlagentechnik wie z.B. die Heizungs-, Kühlungs- und Raumlufttechnik sowie die Versorgung mit Warmwasser und die Beleuchtungstechnik werden anhand von Referenzwerten nach dem aktuellen Stand der Technik abgebildet.

Am 01.02.2002 trat die erste Energieeinsparverordnung - kurz EnEV bundesweit in Kraft und führte die Wärmeschutzverordnung und die Heizanlagenverordnung erstmalig zusammen. Mit den kontinuierlichen Novellierungen (Anpassungen) der EnEV und mit der Einführung des GEG in 2020, wurden die Anforderungen an den Wärmeschutz sowie an die Effizienz der technischen Gebäudeausrüstung stetig angepasst, um die Vorgaben aus der Europäischen Gebäuderichtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Richtlinie 2010/31/EU) zu erfüllen. Für die praktische Umsetzung und die Überprüfung des Vollzugs, sind jeweils die einzelnen Bundesländer zuständig. In Sachsen wird die Durchführung des Gesetzes über die SächsGEGDVO geregelt. Übergang bildet bis dahin die SächsEnEVDVO.

TIPP Weiterführende Informationen zu diesen Themen sind in einem Online-Infoportal vom Bund unter www.bbsr-energieeinsparung.de aufgeführt. Informationen zur aktuell gültigen Version des GEG sind im **Teil II / KOMPAKT*** zu finden.



Abb. 7 Geschichtliche Entwicklung energetischer Gebäudeanforderungen

© SAENA

2.2.2 Pflicht zur Nutzung Erneuerbarer Energien

Das GEG verpflichtet Bauherren zur anteiligen Nutzung erneuerbarer Energien oder wahlweise zu Ersatzmaßnahmen. Diese Nutzungspflicht gilt für alle Neubauten sowie für Gebäude der öffentlichen Hand, die grundlegend renoviert werden.

Der Bauherr kann selbst entscheiden, welche Form von erneuerbarer Energie er nutzen oder ob er auf Ersatzmaßnahmen zurückgreifen möchte. Es können alle bekannten erneuerbaren Energieformen auch in Kombination eingesetzt werden, wie beispielsweise solare Strahlungsenergie, Geothermie, Umweltwärme oder Biomasse. Der Anteil der regenerativen Energie ist abhängig von der gewählten Energieform sowie von der Gebäudeart.

Auf erneuerbare Energien kann ganz verzichtet werden, wenn ersatzweise andere klimaschonende Maßnahmen, wie z.B. Nutzung von Abwärme, Kraft-Wärme-Kopplung, Brennstoffzellenheizung einbezogen oder mit regenerativer Fernwärme geheizt wird. Des Weiteren wird dieses Gesetz erfüllt, wenn der Anforderungs-Energiekennwert H'_{T} aus dem GEG um mind. 15 % unterschritten wird.

Die aktuellen Anforderungen und weitere Informationen entnehmen Sie dem **Teil II / KOMPAKT***.

2.3 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt die Abnahme und die Vergütung von ausschließlich aus erneuerbaren Energiequellen gewonnenem Strom. Ziel des Gesetzes ist die Förderung des Ausbaus der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung. Unter das EEG fallen: Wasserkraft, Windenergie, Solare Strahlungsenergie (Photovoltaik), Geothermie und Energie aus Biomasse.

Der selbsterzeugte Strom kann teilweise oder vollständig eingespeist, aber auch selbst genutzt werden.

Bemessungsgrundlage für die Vergütung ist das Jahr der Inbetriebnahme der Gesamtanlage und wird über einen Zeitraum von 20 Jahren gewährt. Ein Wechsel von Einspeisung zu Eigenstromnutzung ist auch zu einem späteren Zeitpunkt möglich, wobei die Nutzung des selbst erzeugten Stroms immer phasenunabhängig erfolgt. Umsatzsteuerlich wird der gesamte produzierte Strom an den Netzbetreiber geliefert, daher wird auf die Herstellungskosten der Anlage der volle Vorsteuerabzug gewährt.

TIPP Nähere Informationen erfahren Sie im **Teil II / KOMPAKT*** oder unter www.erneuerbare-energien.de.

2.4 Sonstige Gesetze und Verordnungen

Folgende Gesetze können bei einem geplanten Bauvorhaben ebenfalls Anwendung finden:

- Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG)
- Kraft-Wärmekopplungsgesetz (KWKG) – relevant bei BHKW
- Sächsische Feuerungsverordnung (SächsFeuVO)
- Bundesimmissionsschutzverordnung, insbesondere 1.BImSchV und 4.BImSchV – relevant bei Holzheizungen, Kaminen
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG), Sächsische Wassergesetz (SächsWG) – relevant für Einholung wasserrechtlicher Genehmigungen z.B. bei Erdsondenbohrungen
- Gesetz über die Sicherung der Bauforderungen (BauFordSiG) – dient der Sicherung der Vergütung der bauausführenden Auftragnehmer
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (BaustellV) – Verantwortung für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz auf der Baustelle trägt der Bauherr, ggf. Bestellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinators
- Gesetz über das Wohnungseigentum und das Dauerwohnrecht (WEG)
- Makler- und Bauträgerverordnung (MaBV) – dient primär dem Verbraucherschutz
- Sächsische Garagen- und Stellplatzverordnung (SächsGarStellplVO)
- Baumschutzverordnung (regional)

TIPP Diese und weitere Gesetze bzw. Verordnungen in der jeweils aktuellen Fassung finden Sie im Internet unter www.gesetze-im-internet.de oder www.revosax.sachsen.de.



Abb. 8 EFH mit PV-Anlage

© SAENA

Deckung des Wärme-/ Kälteenergiebedarfs durch:

- Solarenergie
- gasförmige Biomasse
- flüssige / feste Biomasse
- Geothermie / Umweltwärme

mögliche Ersatzmaßnahmen:

- Senkung des max. Wärmeverlustes der Gebäudehülle H'_{T} um mind. 15 % unter Anforderungsniveau des GEG (= bessere Wärmedämmung)
- Nutzung technischer Abwärme
- Wärmerückgewinnung
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)
- Brennstoffzellenheizung

3 Genehmigungen

Dieses Kapitel bietet einen kurzen Überblick über erforderliche Genehmigungen baulicher und technischer Anlagen sowie eine Auflistung genehmigungsfreier Vorhaben und weitere wichtige Hinweise.

3.1 Bauantrag und Baugenehmigung

Grundsätzlich bedarf die Errichtung, wesentliche Umbaumaßnahmen oder die Beseitigung von Gebäuden und bestimmten Anlagen einer Genehmigung durch die zuständige untere Bauaufsichtsbehörde (entsprechend der örtlichen Lage des Baugrundstücks). Bestimmte Objekte sind jedoch nach SächsBO von der Genehmigung freigestellt bzw. verfahrensfrei.

3.1.1 Genehmigungsfreie Bauvorhaben

Genehmigungsfreiheit bedeutet lediglich die Freistellung vom bauordnungsrechtlichen Verwaltungsverfahren. Alle Forderungen aus öffentlich-rechtlichen Vorschriften müssen dennoch von den Bauherren beachtet werden. Derartige ergeben sich u.a. aus der SächsBO, deren Durchführungsverordnung, dem allgemeinen BauGB, Fachgesetzen (z.B. Denkmalschutz-, Naturschutzgesetz), Satzungen der Städte und Gemeinden (z.B. Erhaltungssatzung) und den geltenden Bebauungsplänen. Gegebenenfalls sind dafür vor Baubeginn separat Genehmigungen bei den örtlichen Behörden einzuholen. Informationen über einzuhaltende Verordnungen und Satzungen stellen zahlreiche sächsische Städte, Gemeinden und Landkreise im **Teil III / REGIONALES** dieser Bauherrenmappe bereit.

Beispielhafte verfahrensfreie Vorhaben gemäß SächsBO (Stand: 12 / 2018)	
Technische Anlagen	Bauliche Anlagen
<ul style="list-style-type: none">→ Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung, ausgenommen freistehende Abgasanlagen mit einer Höhe von mehr als 10 m→ Solarenergieanlagen in, an und auf Dach- sowie Außenwandflächen, ausgenommen Hochhäuser→ Gebäudeunabhängige Solaranlagen mit einer Höhe bis zu 3 m und einer Gesamtlänge bis zu 9 m→ Windenergieanlagen bis zu 10 m Höhe, gemessen von der Geländeoberfläche bis zum höchsten Punkt der vom Rotor bestrichenen Fläche und einem Rotordurchmesser bis 3 m, außer in reinen Wohngebieten	<ul style="list-style-type: none">→ Gebäude mit einer Brutto-Grundfläche bis zu 10 m², außer im Außenbereich→ Garagen einschließlich überdachter Stellplätze, mit einer mittleren Wandhöhe bis zu 3 m und einer Brutto-Grundfläche bis zu 50 m² je Grundstück, außer im Außenbereich→ Wochenendhäuser auf Wochenendplätzen→ Terrassenüberdachungen mit einer Fläche bis zu 30 m² und einer Tiefe bis zu 3 m→ Gartenlauben in Kleingartenanlagen→ Mauern einschließlich Stützmauern und Einfriedungen mit einer Höhe bis zu 2 m, außer im Außenbereich



Ausführlichere Informationen sowie weitere Voraussetzungen sind in den aktuellen Gesetzestexten unter www.revosax.sachsen.de aufgeführt.

3.1.2 Genehmigungspflichtige Bauvorhaben

Der Bauantrag muss bei der zuständigen unteren Bauaufsichtsbehörde eingereicht werden. Prinzipiell sind all die Unterlagen zum Bauvorhaben einzureichen, die für eine vollständige Beurteilung durch die Bauaufsichtsbehörden und ggf. ein-zubeziehender weiterer Behörden notwendig sind. Neben dem Bauherren muss ein bauvorlageberechtigter Architekt oder Ingenieur alle dazugehörigen Bauvorlagen unterzeichnen.

Der Bauvorlageberechtigte schuldet dem Bauherren die genehmigungsfähige Planung. Das heißt, er haftet für nicht beachtete Bauvorschriften und hat entsprechend nachzubessern, wenn die Genehmigung versagt wird.

Die wichtigsten einzureichenden Bauvorlagen:

- Lageplan und Auszug der Liegenschaftskarte, Auflistung der Nachbarn sowie deren Unterschriften, schriftlicher Teil zum Lageplan (gibt z.B. Auskunft, ob ein Bebauungsplan vorliegt)
- Bauzeichnungen (Grundrisse, Ansichten, Schnitte)
- Baubeschreibung
- Standsicherheitsnachweis (Statik), Brand- und Schallschutznachweis
- bei bestimmten Vorhaben: Erklärung des qualifizierten Tragwerksplaners, ob der Standsicherheits- und Brandschutznachweis durch einen Prüferingenieur geprüft werden muss
- Angaben über Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen einschl. eines Medienplanes auf dem Grundstück z.B. im Lageplan
- Angaben zur Energieversorgung
- Stellungnahmen der öffentlichen Träger (v.a. Gas-, Strom-, Wasser-, Abwasserversorger)
- Erhebungsbogen des Statistischen Landesamtes (für statistische Zwecke zum geplanten Vorhaben)

Erst nach Erteilung der Baugenehmigung darf mit dem Bauvorhaben begonnen werden. Der Baubeginn ist ggf. bei der Baubehörde mind. eine Woche im Voraus schriftlich (Formblatt) anzuzeigen. Die Aufnahme der Nutzung hat gemäß § 82 SächsBO mind. zwei Wochen im Voraus mit einem von der Baubehörde zur Verfügung gestellten Formular „Anzeige der Aufnahme der Nutzung nach § 82 Absatz 2 der Sächsischen Bauordnung (SächsBO)“ zu erfolgen. In diesem Zusammenhang ist gemäß § 2 Abs. 3 SächsEnEVDVO der Energieausweis mit einzureichen, der den energetischen Eigenschaften des fertiggestellten Gebäudes entspricht. Dieser Nachweis muss in Sachsen von einem Bauvorlageberechtigten bzw. Ausstellungsberechtigten nach SächsEnEVDVO (z.B. qualifizierter Ingenieur oder Energieberater) erstellt werden.

In den Regionalteilen der Bauherrenmappe befinden sich regionalspezifische Informationen zum Antragsverfahren, Checklisten zum Bauantragsablauf sowie Verweise auf örtliche Ansprechpartner, u.a. zu bauvorlageberechtigten Planern und den zuständigen Behörden.

3.2 Denkmalschutz

Das sächsische Denkmalschutzgesetz (SächsDSchG) liegt in der Hand des Freistaates Sachsen und wird zusammen mit den oberen und unteren Denkmalschutzbehörden erlassen und vollzogen. Die energetische Gebäudesanierung eines Denkmals ist nach §12 des SächsDSchG genehmigungspflichtig.

Handelt es sich nach SächsBO um ein genehmigungsfreies Bauvorhaben (Baurecht), ist dennoch eine denkmalschutzrechtliche Genehmigung notwendig, die bei der zuständigen unteren Denkmalschutzbehörde (Landkreise, kreisfreie Städte) mit Plänen, Fotos, Gutachten, Kosten- und Wirtschaftlichkeitsberechnungen beantragt werden muss.

Ist ein Bauantrag nach SächsBO nötig, muss keine zusätzliche denkmalschutzrechtliche Genehmigung eingeholt werden, da diese Belange bereits innerhalb des Baugenehmigungsverfahrens betrachtet werden und Teil der Baugenehmigung sind.

Die Genehmigungsfähigkeit einer energetischen Sanierung eines Denkmals wird umfassend durch Einschätzung zwischen öffentlichen Belangen (z.B. Schutz von Kulturdenkmälern, Klimaschutz) und schutzwürdiger Eigentümerinteressen beurteilt. Jeder Antrag ist als eine Einzelfallentscheidung zu sehen und die jeweiligen Gegebenheiten (z.B. Wertigkeit des Denkmals oder bautechnische Besonderheiten) werden gegenübergestellt.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) gilt auch für Denkmäler. Bei Beeinträchtigung der Substanz bzw. des Erscheinungsbildes kann bei deren Sanierung von den Anforderungen der EnEV abgewichen werden. Ein Rechtsanspruch auf Energieeffizienzmaßnahmen ergibt sich daraus für den Bauherren nicht.



Abb. 9 Denkmalplakette

© SAENA

TIPP Schon vor dem Erwerb eines denkmalgeschützten Gebäudes ist anzuraten, einen Sachverständigen für Denkmalschutz in das Vorhaben einzubeziehen. Sanierungsarbeiten an einem denkmalgeschützten Gebäude sind genehmigungspflichtig. Auskunft dazu gibt die untere Denkmalschutzbehörde.

Aus Bundes- und Landesmitteln können Subventionen für komplexe Sanierungen oder Einzelmaßnahmen denkmalgeschützter Gebäude vor dem Baubeginn beantragt werden.

TIPP Weitere Informationen unter www.revosax.sachsen.de (Sächsisches Denkmalschutzgesetz), www.bauen-wohnen.sachsen.de (Broschüre: Energetische Sanierung von Baudenkmalen) und www.amt24.sachsen.de.



Abb. 10 Beispiel für Fachwerkhauassanierung

© SAENA



Abb. 11 Beispiel für sanierten Ortskern

© SAENA

3.3 Sonstige Genehmigungen und Pflichten

Abbruchgenehmigung

- erforderlich bei teilweiser oder kompletter Abtragung von Hoch- und Tiefbauten
- gilt auch im Gebäudeinneren, z.B. wenn tragende Bauteile entfernt werden

Baumschutzsatzung

- kann von jeweiliger Gemeinde oder Stadt erlassen werden
- erstellt auf Grundlage des Bundesnaturschutzgesetzes
- regelt, welche Bäume gefällt werden dürfen, welche nicht und für welche ggf. Ersatzpflanzungen notwendig sind
- Baumfällungen sind u.U. mit mehreren Behörden abzustimmen

Bohranzeige für vertikale Erdwärmesonden

- kann elektronisch unter www.bohranzeige.sachsen.de durch den Auftraggeber oder Auftragnehmer gestellt werden – ist auf Grundlage des Lagerstättengesetzes (LgstG), des Bundesberggesetzes (BbergG) und des Sächsischen Wassergesetzes (SächsWG) i.V.m. dem Wasserhaushaltsgesetz erforderlich
- weitere Informationen zu Verfahrensablauf, beteiligten Behörden und benötigten Unterlagen sind ebenfalls auf dieser Internetseite zu finden

Schachtgenehmigung

- vorherige Zustimmung des zuständigen Energieversorgers bzw. Netzbetreibers bei Grabungen im öffentlichen Verkehrsraum
- formloser Antrag für Schachterlaubnis bei den zuständigen öffentlichen Trägern, wie Gas-, Wasser- oder Stromversorger, Abwasserentsorgung, Kabelnetzbetreiber

Wasserrechtliche Genehmigung

z.B. erforderlich bei:

- Gewässerbenutzung (Wasserableitung aus einem Bach)
- Herstellung, Beseitigung oder wesentlicher Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer
- Errichtung baulicher Anlagen, die weniger als 60 m von einem Gewässer entfernt sind
- Baumaßnahmen in Wasserschutzonen, welche ggf. Ersatzpflanzungen benötigen

Immissionschutzrechtliche Genehmigung

- notwendig bei Errichtung und Betrieb von genehmigungsbedürftigen größeren Anlagen im Sinne des Bundes-Immissionschutzgesetzes (BImSchG)
- sämtliche Umweltauswirkungen einer Anlage werden berücksichtigt
- bei der Auswahl der Heizungsanlage oder einer Einzelraumfeuerungsanlage sind die Emissionsgrenzwerte für Feinstaub und CO gemäß der 1. BImSchV Stufe 2 einzuhalten



Nähere Information erhalten Sie in der Broschüre „Novellierung der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen“ des Umweltbundesamtes unter www.umweltbundesamt.de.

4 Finanzierung – ein Überblick

Einen wesentlichen Bestandteil in der Vorbereitung eines Bauprojektes stellt die Finanzierung dar. Grundlage für eine Finanzierungsplanung ist die Höhe des zur Verfügung stehenden Eigenkapitals sowie die möglichst genaue und vollständige Erfassung aller in Betracht zu ziehenden Kosten. Durch kritische Vergleiche einzelner Finanzierungsanbieter sowie die Kombination verschiedener Finanzierungsbausteine lässt sich deutlich Geld sparen. Die Konditionen der Finanzierung sind ständig in Bewegung. Hier ist es ratsam, sich umfassend über die aktuellen Bedingungen zu informieren.



Abb. 12

© SAENA

4.1 Grundlagen

Die meisten Finanzierungen setzen sich aus den Bausteinen → **Eigenkapital** (Guthaben, Wert des Grundstückes, Eigenleistungen), → **Hypotheken- und Grundschuld Darlehen** und → **Bausparmitteln** zusammen, wobei jeweils eine Dreiteilung der Gesamtsumme auf die einzelnen Bereiche als optimal angesehen wird. Die spätere monatliche Belastung (Summe aus Darlehenszinsen und Darlehenstilgung sowie erforderliche Rücklagen) sollte bei eigengenutzten Immobilien so gewählt werden, dass diese in etwa der Größenordnung der ortsüblichen Vergleichsmiete liegt. Je nach persönlicher finanzieller Situation sollten auch Sondertilgungen möglich sein.

Die Höhe der tragbaren Belastung wird im Wesentlichen durch die Höhe des monatlichen Netto-Haushaltseinkommens bestimmt. Zu den monatlichen Ausgaben zählen die resultierenden Kosten aus dem Erwerb/der Finanzierung sowie die Lebensunterhaltskosten. Es sollte noch ein Spielraum für die Bildung von Rücklagen für unvorhersehbare Ausgaben vorhanden sein.

Beispiel:

Wenn Sie derzeit zur Miete wohnen, die Miete und sonstige Ausgaben vom Netto-Haushaltseinkommen problemlos bezahlen können, kann die monatliche Kaltmiete bzw. Vergleichsmiete als Rückzahlsumme für den ggf. erforderlichen Kredit angesetzt werden. Es ist zu empfehlen, den Rahmen auszuschöpfen und bei dem gegenwärtig niedrigen Zinsniveau den Tilgungsanteil hochzusetzen. Hiermit kann die Kreditlaufzeit herabgesetzt werden und die Gesamtilgungssumme erheblich gesenkt werden.

monatl. Betrag	jährl. Summe	Darlehenslaufzeit	Tilgungsanteil	Gesamtsumme
für Zins und Tilgung			im 1. Jahr	
666,70 €	8.000,44 €	35 a	2,00 %	280.015,46 €
853,67 €	10.244,09 €	25 a	3,12 %	256.102,19 €
1.297,09 €	15.565,09 €	15 a	5,78 %	233.476,42 €

Tab. 3 Beispiel; Kredithöhe: 200.000 €, → **max. rechnerische Ersparnis von ca. 46.540 € bei einer Tilgungsdifferenz von 3,78 % möglich**
 Zinssatz: 2,0 %, → **monatliche Belastung und finanzielle persönliche Situation beachten!**
 Annuitätendarlehen

Üblicherweise lassen sich die Kreditzinsen über einen längeren Zeitraum festschreiben (in der Regel 10 Jahre). In den meisten Fällen wird dies jedoch nicht ausreichen, um die Kreditsumme vollständig zurückzubezahlen. Ein bis zwei Jahre vor Ablauf der Zinsfestschreibungszeit ist es deshalb ratsam, sich über eine Anschlussfinanzierung (ggf. Ablösung der Restkreditsumme durch einen anderen Kredit) zu informieren. Die ausgewählte Bank oder unabhängige Finanzberater stehen gern beratend über die Möglichkeiten zur Seite. Banken und Finanzierungsunternehmen bieten auch Online-Rechner an.

4.2 Finanzierungsbausteine

Die Gestaltung einer Finanzierung ist vielfältig und setzt sich in der Regel aus mehreren hier genannten Komponenten zusammen. Es soll keine Finanzierungsberatung erfolgen, sondern lediglich ein Überblick über mögliche Finanzierungsbausteine gegeben werden.

Eigenmittel

Eigenmittel bzw. Eigenkapital setzen sich aus Guthaben (z.B. Barmittel, Sparguthaben, Wertpapiervermögen, Versicherungsguthaben, Bausparguthaben etc.), dem Wert des Grundstückes und Eigenleistungen zusammen. Eigenleistungen sind im Rahmen des Finanzierungsplanes mit dem Betrag anzusetzen, der für eine entsprechende Ausführung durch ein Unternehmen zu bezahlen wäre.

Bankdarlehen

Bankdarlehen von Kreditinstituten sind Hypotheken- und Grundschuldendarlehen, die als Darlehen mit festem und variablem Zinssatz, als Ratendarlehen (die Tilgung bleibt gleich, die Rate sinkt bei zunehmender Abzahlung) oder Annuitätendarlehen (Tilgung steigt bei zunehmender Abzahlung, die Rate bleibt gleich) vergeben werden.

Die Sicherung des Darlehens erfolgt durch die Eintragung des Grundpfandrechtes im Grundbuch.

Bei der Auswahl eines Darlehens sind die wichtigsten Kriterien die Zinshöhe, die Dauer der Zinsfestschreibung und ein eventueller Abschlag vom Auszahlungsbetrag (das sogenannte Disagio). Die Zinsen können für einen Zeitraum von 5 bis 10 Jahren oder 15 Jahren festgeschrieben werden. Generell gilt, je länger die Zinsfestschreibung desto höher fallen die Zinsen aus. Das Risiko der 15-jährigen Bindefrist ist auch gering, da dem Darlehensnehmer gemäß BGB stets ein ordentliches Kündigungsrecht nach 10 Jahren zusteht. Nach Ablauf der Zinsfestschreibung wird über den Zinssatz neu verhandelt bzw. ist unter bestimmten Voraussetzungen auch ein Wechsel des Kreditinstitutes möglich (Anschlussfinanzierung bzw. Umschuldung). Die Kosten für eine erneute Grundbuchbestellung sind dabei ebenfalls zu berücksichtigen.

Viele Darlehensgeber bieten Sondertilgungen (bis zu einem bestimmten Prozentsatz der Gesamtkreditsumme) oder Zinsanpassungen ohne Mehrkosten an. Das sollte bereits im Finanzierungsgespräch thematisiert werden, denn bei geänderten finanziellen Möglichkeiten in der Zukunft kann dies hilfreich sein.

Von den Banken und Sparkassen werden auch Darlehen mit variablen Zinssätzen, die sich nach der Entwicklung des Kapitalmarktzinses richten, angeboten. Wann und in welchem Umfang die Anpassung erfolgt, wird im Kreditvertrag festgelegt. Im Gegensatz zu Darlehen mit festen Zinssätzen können solche Darlehen ohne Vorfälligkeitsentschädigung getilgt werden.

In den meisten Fällen wird das Hypothekendarlehen als Annuitätendarlehen mit gleichbleibender Rate aufgenommen. Diese setzt sich aus einem Zins- und einem Tilgungsanteil zusammen. Dabei ist anfangs der Tilgungsanteil gering und mit zunehmender Vertragslaufzeit reduziert sich der Zinsanteil zugunsten der Tilgung. Niedrige Zinsen ermöglichen eine höhere Tilgungsrate als das üblicherweise häufig angesetzte eine Prozent. Je höher die Tilgungsrate ist, desto kürzer ist die Laufzeit. Zu beachten ist, dass in der Regel nach Vertragsabschluss ab einem bestimmten Zeitpunkt Bereitstellungszinsen verlangt werden (Zinsen für Bereithaltung der Gelder von der Darlehenszusage bis zur Auszahlung).

Eine noch zu erwähnende Variante von langfristigen Darlehen ist das Festdarlehen – ohne Tilgung werden während der Laufzeit laufend Zinsen gezahlt. Nach Vertragsablauf wird die Kreditsumme in einer Summe zurückgezahlt, z.B. durch eine dann fällige Lebensversicherung.

Bauspardarlehen

Ein Bauspardarlehen ist ein Annuitätendarlehen auf das ein Darlehensnehmer, der über mehrere Jahre (mindestens 7 Jahre) einen Bausparvertrag bespart und die Zuteilungsvoraussetzungen erfüllt, Anspruch hat. Die Höhe des Bauspardarlehen ist von der Bausparsumme und dem gewählten Bauspartarif des Anbieters abhängig. Da die Konditionen viele Jahre vorher bereits vereinbart wurden, wird der Sparer oft von der realen Finanzmarktentwicklung eingeholt. In Hochzinsphasen kann ein günstig vereinbarter Zinssatz Vorteile bringen, bei später sinkenden Zinsen kann es sinnvoller sein, doch auf ein Marktdarlehen zurückzugreifen und weiter zu sparen. Das Darlehen darf ausschließlich für wohnwirtschaftliche Zwecke verwendet werden. Mit einem Bausparvertrag können Vergünstigungen, wie die staatliche Wohnungsbauprämie bzw. die Arbeitnehmersparzulage, in Anspruch genommen werden.

Versicherungsdarlehen

Nach Vertragsabschluss bekommt der Kunde das Darlehen zur Finanzierung der Immobilie sofort ausgezahlt. Mit den ab diesem Zeitpunkt beginnenden monatlichen Ratenzahlungen wird jedoch das Darlehen nicht getilgt, sondern nur die Zinsen beglichen sowie zugleich in eine Lebensversicherung eingezahlt. Nach Auslaufen des Darlehens werden die eingezahlten Versicherungsbeiträge zuzüglich der Anlageerlöse aus der Lebensversicherung zur Tilgung verwendet. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Höhe des Auszahlungsbetrages von den Anlageerlösen abhängig ist. Es kann u.U. dazu kommen, dass die Zinsen weitaus geringer als abgeschätzt ausfallen und sich somit ein Fehlbetrag ergibt, der dann vom Darlehensnehmer ausgeglichen werden muss.

Mietkauf

Der Grundgedanke des Mietkaufs ist, die Immobilie mit Vertragsabschluss zu kaufen. Aber statt den Kaufpreis sofort zu zahlen, wird der Kaufpreis eine bestimmte Zeit durch (oft erhöhte) Mietzahlung gestundet (Zins) sowie eine Tilgung geleistet. Nach Ablauf der Mietkaufzeit wird ggf. ein Restkaufpreis gezahlt. Beim Mietkauf wird der Erwerber erst zum Ende der Vertragslaufzeit Eigentümer. Beim Mietkauf kann grundsätzlich in die zwei Modelle – klassischer Mietkauf und Optionskauf – unterschieden werden. Im Unterschied zum klassischen Mietkauf (Kaufverpflichtung) wird beim Optionskauf nur die Möglichkeit des Erwerbs eingeräumt und kann letztendlich auch abgelehnt werden. Grundsätzlich sollten die Vor- und Nachteile einer solchen Finanzierung genau abgewogen werden und ein Vertrag vor der Unterzeichnung mit einem Rechtsexperten besprochen werden.

Öffentliche Mittel

Eine zentrale staatliche Förderung des Wohnungsbaus als Zuschuss, wie die frühere Eigenheimzulage, gibt es in Deutschland nicht mehr. Die staatliche KfW-Bank bietet weiterhin bundeseinheitliche Förderprogramme, in der Regel als zinsgünstige Darlehen mit flexiblen Tilgungskonditionen. Auch in den einzelnen Bundesländern wurden Regelungen über Zuschüsse bzw. zinsgünstige Darlehen getroffen. In Sachsen ist die Sächsische Aufbaubank – Förderbank für die aktuellen Landesprogramme zuständig. Informationen erhalten Interessenten über das Servicecenter.

Als weitere Förderstelle des Bundes bietet das BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) Programme für Erneuerbare Energien an. Weitere Möglichkeiten über die Nutzung öffentlicher Mittel für den Haus- und Wohnungsbau bieten zur Baufinanzierung die Wohnungsbauprämie (Bausparvertrag) oder die Eigenheimrente (Wohn-Riester), die andernfalls auch für die Altersvorsorge genutzt werden kann.



Eine Übersicht zu aktuellen Fördermitteln und Zuschüssen bietet der **Fördermittelratgeber** der SAENA unter <https://www.saena.de/fordermittelberatung.html>.

4.3 Finanzierungsunterlagen

Für die Beantragung einer Baufinanzierung werden persönliche und gebäudebezogene Unterlagen benötigt. Die persönlichen Unterlagen befinden sich in der Regel beim angehenden Bauherren selbst. Soweit zutreffend werden nachfolgend aufgeführte persönliche Unterlagen benötigt:

persönliche Unterlagen	gebäudebezogene Unterlagen
→ Eigenkapital	→ Grundbuchauszug (erhältlich beim Grundbuchamt)
→ Gesamtkostenkalkulation für das Vorhaben	→ Flurkartenauszug mit eingezeichneten Gebäuden (erhältlich beim Katasteramt)
→ Finanzierungsplan	→ Grundstückskaufvertrag/Immobilienkaufvertrag (ggf. vorab als Entwurf – erhältlich beim Notar)
→ Kopien der Personalausweise	→ Nachweis über die Höhe der Erschließungskosten (erhältlich bei Gemeinde oder Grundstücksverkäufer)
→ Selbstauskunft (beim Finanzierungsinstitut erhältlich)	→ Bestätigung, dass das Grundstück im Bebauungsplan als Bauland ausgewiesen ist sowie dass das gesetzliche Vorkaufsrecht nicht ausgeübt wird (erhältlich bei der Gemeinde)
→ Lohn- und Gehaltsabrechnungen der letzten 3 Monate	→ Baubeschreibung (erhältlich bei Architekt oder Bauunternehmer)
→ Einkommenssteuerbescheid der letzten 3 Jahre	→ Baugenehmigung (wenn bereits vorliegend)
→ Kopie der letzten Kindergeldüberweisung	→ Berechnung der Wohn-/Nutzfläche und des umbauten Raumes (erhältlich bei Architekt oder Bauunternehmer)
→ Sparkontenauszüge	→ Aufstellung der Baukosten inkl. der Baunebenkosten (erhältlich bei Architekt oder Bauunternehmer)
→ Bescheinigung über Rückkaufswerte von Lebensversicherungen	→ Bauzeichnungen – Grundrisse, Schnitte, Ansichten (erhältlich bei Architekt oder Bauunternehmer)
→ Kontoauszüge	→ bei Neubauten vom Bauherren und Architekten unterschriebene Baukostenaufstellung (erhältlich bei Architekt oder Bauunternehmer)
→ Bausparverträge	→ Aufstellung der Eigenleistungen – vom Architekten bestätigt (erhältlich bei Architekt oder Bauunternehmer)
→ Mietverträge (nur bei Mieteinnahmen, auch für neues Objekt)	→ Kauf-/Werkvertrag – ggf. vorab als Entwurf (erhältlich bei Architekt oder Bauunternehmer)
→ Unterhaltsgeldbescheid bzw. -vereinbarung	→ ggf. Zahlungsplan
→ Ratenkreditverträge (soweit möglich mit Restschuldbestätigung)	
→ Leasingverträge	
→ Nachweis über das einzubringende Eigenkapital	
→ bei Selbstständigen zusätzlich testierte Bilanzen sowie testierte Gewinn- und Verlustrechnung der letzten 3 Jahre	

Tab. 4 Übersicht Finanzierungsunterlagen

4.4 Finanzierungskonditionen

Das wichtigste Kriterium einer Baufinanzierung sind die Konditionen. Das beste Finanzierungsangebot kann nur in einem Vergleich gefunden werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Ausgangsbedingungen gleich sind.

Die aktuellen Zinskonditionen stehen bei einem Vergleich der Baufinanzierungskonditionen an erster Stelle. Zinskonditionen sind in effektiven und nominalen Zins unterteilt. Aktuelle Zinsinformationen können bei Banken und Sparkassen nachgefragt werden. Auch eine Recherche im Internet liefert aktuelle Informationen. Hier sind ebenso kostenfreie Finanzierungsrechner und Angebote zum Konditionsvergleich zu finden.

4.5 Individuelle Finanzierungsstrategie

Die Entwicklung einer individuell passenden Finanzierungsstrategie ist schwierig und hängt von den persönlichen Prioritäten ab. Für die Baufinanzierung können im Wesentlichen vier Hauptstrategien zum Tragen kommen.

Geringste monatliche Belastung

- geeignet für Baufinanzierer, die eine möglichst geringe monatliche Belastung anstreben
- besonders zu empfehlen für Kreditnehmer mit derzeit gerade ausreichenden Mitteln zur Bedienung der Forderungen, die jedoch in absehbarer Zeit eine Einkommensverbesserung erwarten
- die Darlehensbelastung ist ausschließlich vom zu vereinbarenden Zins- und Tilgungssatz abhängig
- eine günstige Zinssatzhöhe kann nur durch einen Vergleich von vielen verschiedenen Anbietern ermittelt werden
- der am meisten beeinflussbare Bestandteil der Darlehensbelastung ist die Höhe der Tilgungsrate (in der Regel ist 1 % der niedrigste Tilgungssatz)
- vorübergehende Herabsetzung der Darlehenshöhe in Form von Tilgungsaussetzung möglich (z.B. KfW für die ersten Jahre)
- Vorteil liegt in der günstigen Anfangsbelastung, Nachteil in den ersten Jahren keine Tilgung und somit keine Verminderung der Restschuld

Höchste Kreditsumme

- geeignet für Baufinanzierer, die eine möglichst hohe Kreditsumme anstreben
- Strategie, bei der sich der Bauherr bewusst sein muss, welche Kreditsumme er sich unter seinen ganz persönlichen Randbedingungen maximal leisten kann
- auch hier sollte ein möglichst niedriger Zinssatz gesucht und eine Tilgung von 1 % angestrebt werden, um eine möglichst hohe Kreditsumme zu erreichen

Geringste Gesamtkosten

- Strategie ist abhängig von den vorhandenen Mitteln und der Wahl des richtigen Tilgungsmodells
- besonders interessante Variante für Baufinanzierer, die dauerhaft über mehr als ausreichende finanzielle Mittel verfügen
- Verringerung der Gesamtkosten einer Baufinanzierung nur über Zinssätze möglich
- neben günstigem Zinssatz ist hier die Höhe der Tilgungsrate entscheidend – je höher die Tilgung, desto geringer der Zinsanteil
- eine weitere Möglichkeit der Gesamtkostenreduzierung durch Zinssenkung besteht in der Möglichkeit von Sondertilgungen

Geringstmögliche Laufzeit

- geeignet für Baufinanzierer, die mit den vorhandenen Möglichkeiten eine möglichst schnelle Abzahlung anstreben
- grundsätzlich ist die Laufzeit von der Tilgungs- und der Zinshöhe abhängig
- je höher der Tilgungssatz, desto geringer die Gesamtzinsen
- Möglichkeiten von Sondertilgungen aushandeln und nutzen

Eine weitere Strategie stellt das Eigenheim als Altersvorsorge dar. Ein abbezahltes eigenes Haus gibt Sicherheit und Lebensqualität. Im Alter kann mietfrei gewohnt werden und es muss keine Mieterhöhung gefürchtet werden.

TIPP

Die Entwicklung einer individuellen Finanzierungsstrategie ist schwierig und für einen Laien in der Regel schwer zu realisieren. Insbesondere ein Vergleich der Konditionen der Banken stellt eine große Herausforderung dar. Es gibt sehr viele Finanzanbieter auf dem Markt. So kann es hilfreich sein, einen unabhängigen Finanzberater zu nutzen. Er berät individuell und geht auf die spezielle Situation sowie Wünsche ein. Er profitiert jedoch in der Regel von Provisionen der einzelnen Anbieter, was bei einer großen Vielfalt kein Nachteil sein muss.

5 Erwerb von Eigentum

Die nachfolgenden Gliederungspunkte erläutern, was beim Kauf von Grundstücken bzw. beim Erwerb von Bestandsimmobilien zu beachten ist. Es werden Hinweise zur Grundstückssuche, zum Grundstück- oder Immobilienkauf, zum Kaufvertrag, Energieverbrauch einer Immobilie, aber auch zu Pflichten von Bauherren und Grundstücksbesitzern gegeben. Bei dem Erwerb von Eigentum ist besonders auf die Standortauswahl, aber auch die Bebauungsmöglichkeiten zu achten. Beim Erwerb von Bestandsimmobilien ist zu beachten, dass der Verkäufer zur Aushändigung eines Energieausweises für den Nachweis der energetischen Qualität des Gebäudes verpflichtet ist.



Abb. 13

Foto: © eccolo / Fotolia.com

5.1 Grundstückskauf und Neubau

Die Wege zum Grundstückskauf sind vielfältig. Einerseits besteht die Möglichkeit zum Erwerb aus Privatbesitz, den Kauf über Kommunen, Firmen, aber auch über Makler, Banken, Bauträger (Fertighausanbieter) oder Zwangsversteigerungen. Hierbei sind die Spielräume für die Standortwahl bei Bauträgern oder Zwangsversteigerungen eher begrenzt, da zumindest bei den Bauträgern nur eine eher geringe Auswahl an Grundstücken im „Wunschraum“ zur Verfügung steht.

Um nicht den Überblick zu verlieren, wurden hilfreiche Checklisten erstellt, welche im **Teil V** dieser Bauherrenmappe zu finden sind.

Ein wichtiger Aspekt beim Grundstückskauf ist auch die Frage der Medienanschlüsse (Wasser-, Abwasserleitungen, Gas, Strom). Hier wird in der Regel zwischen voll-, teilerschlossen oder nicht erschlossen unterschieden. Bei vollerschlossenen Grundstücken liegen bereits alle Versorgungsleitungen bis an die Grundstücksgrenze an. Teilerschlossen bedeutet, dass die erforderlichen Medien noch nicht bis zur Grundstücksgrenze reichen und entsprechende Maßnahmen noch erforderlich sind.

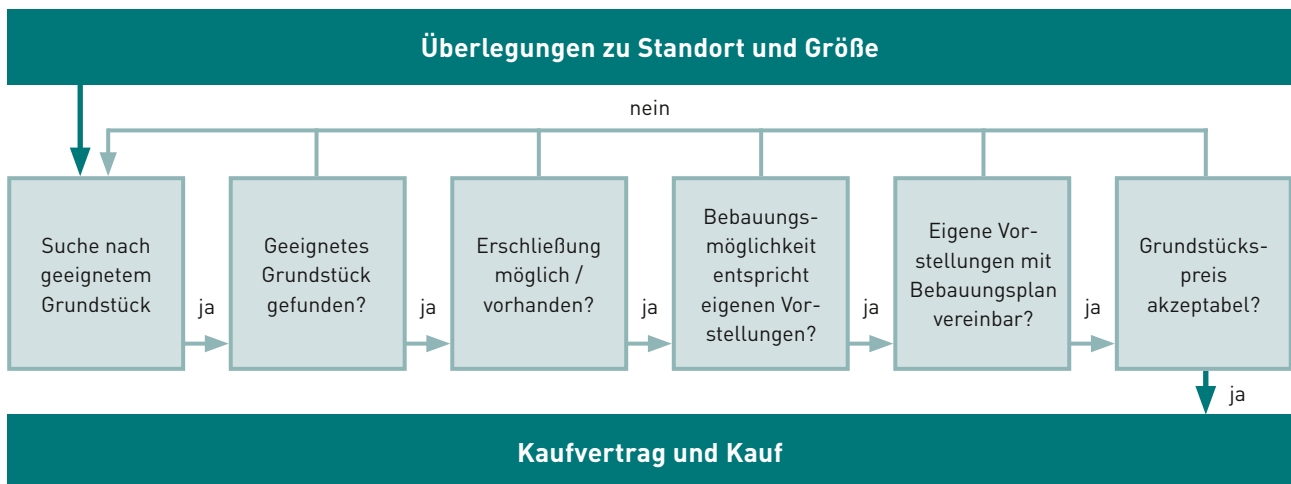


Abb. 14 Schematischer Ablaufplan des Grundstückskaufs

5.1.1 Standortauswahl

Vor der Grundstückssuche sollte die Frage nach dem Standort geklärt sein. Im städtischen Raum bzw. im Umland von Großstädten ist Bauland knapp und die Grundstückspreise liegen eher hoch. In weniger zentralen Lagen oder auf dem Land sind Grundstücke häufig preiswerter, wobei im Gegenzug die Ersparnisse schnell durch längere Fahrstrecken zur Arbeit etc. aufgebraucht werden können. Aus diesem Grund sollte vor der Grundstückssuche die Lage genau überlegt und erste Rechnungen über zu erwartende Kosten angestellt werden. Auch die Infrastruktur ist zu betrachten.

Neben den benannten Punkten sollte auch die Grundstückgröße eine Rolle spielen. Diese ist neben den individuellen Bedürfnissen auch vom geplanten Haustyp abhängig. Die nebenstehende Übersicht gibt eine Orientierungshilfe zu den erforderlichen Grundstücksflächen.

Die wichtigsten zu beachtenden Aspekte wurden in Form einer Checkliste im **Teil V / CHECKLISTEN** in dieser Bauherrenmappe zusammengefasst und sollten im Rahmen der Standortsuche individuell beantwortet werden.

Gebäude	Grundstücksfläche
Einfamilienhaus, freistehend (ca. 100 m ² Wohnfläche)	≥ 400 m ²
Doppelhaus	≥ 280 m ²
Reihenhaus	≥ 150 m ²

Tab. 5 Übersicht empfohlener Grundstücksflächen

5.1.2 Bebauungsmöglichkeiten

Die Art der Nutzung einzelner Flächen nach den Bedürfnissen der Gemeinde wird für das gesamte Gemeindegebiet in einem Flächennutzungsplan festgelegt. Aus diesem Flächennutzungsplan wird der Bebauungsplan entwickelt und durch die Gemeinden als Satzung erlassen. Entsprechende Informationen sind bei den örtlichen Gemeinden und den Bauämtern erhältlich.

Es muss darauf geachtet werden, dass nur Grundstücke mit Baurecht und Erschließung bebaubar sind. Davon zu unterscheiden sind Grundstücke mit Aussicht auf künftiges Baurecht (Bauerwartungsland). Für diese werden oft schon ähnlich hohe Preise wie für Baugrundstücke verlangt, ohne Sicherheit, dass eine Bebauung je genehmigt wird. Weitere Anforderungen an Grundstücke und Bauungen werden im Energieeinsparrecht des Bundes sowie dem Bauordnungsrecht der Länder geregelt.

Hierzu zählen z.B.:

- Einhaltung von Abstandsflächen
- äußere Gestaltung
- Standsicherheit
- Feuchtigkeit und Korrosion
- Wärme-, Schall- und Brandschutz
- Belichtung
- Beheizung etc.

In den Landesbauordnungen ist das baubehördliche Verfahren vor Errichtung oder Änderung eines Bauvorhabens geregelt. Hierin werden auch die Pflichten des Bauherren konkret festgelegt. Vor einem Grundstückskauf sind daher alle die Bebaubarkeit betreffenden Belange zu klären.

Hierzu zählen u.a.:

- Liegt ein gültiger Bebauungsplan vor?
- Wie darf nach dem Bebauungsplan gebaut werden?
- Darf das Gebäude in Richtung Süden ausgerichtet werden?
- Welche Auflagen gibt es (aus Ortssatzungen, Baulastverzeichnis)?
- Bestehen regionale/überregionale Planungsabsichten, die den Wert des Grundstückes beeinträchtigen können (Errichtung Gewerbegebiet, Errichtung von Hauptverkehrswegen, Ortsumgehungen etc.)?
- Gibt es auf dem Grundstück vorhandene Bauungen oder Reste davon?
- Besteht ein Altlastenverdacht bzw. ein Verdacht auf schädliche Bodenverunreinigungen?
- Ist der Boden des betreffenden Grundstückes ausreichend tragfähig?
- Sind der Grundwasserspiegel und die Versickerungsfähigkeit des Bodens geprüft?
- Können erneuerbare Energien genutzt werden (Geothermie, Solarthermie, PV-Anlagen)?

5.1.3 Baugrundgutachten

Erkenntnisse über die praktische Bebaubarkeit des Grundstückes liefert ein Baugrundgutachten, welches von spezialisierten Ingenieurbüros erstellt wird. Diese Untersuchung ist für den Bauherren freiwillig, liefert aber wichtige Grundlagen für die spätere Gebäudeplanung. Empfehlenswert ist es, bei der Besichtigung des Grundstückes zu erfragen, ob eine solche Voruntersuchung bereits existiert.

Welche Erkenntnisse liefert ein Baugrundgutachten:

- Ist die Tragfähigkeit des gewachsenen Bodens für das geplante Gebäude ausreichend?
- Müssen kostenintensive Bodenverbesserungen, wie z.B. ein Bodenaustausch, vorgenommen werden?
- Wie hoch steht das Grundwasser unter meinem Grundstück?
- Ist mit Schichtenwasser zu rechnen?
- Welche Gebäudeabdichtung ist erforderlich?
- Kann ich einen kostengünstigen Hausbrunnen zur Bewässerung der Grünflächen errichten lassen?

5.2 Kauf von Bestandsgebäuden

Der Kauf eines Bestandsgebäudes ist weitaus schwieriger als der eines unbebauten Grundstückes. Bei der Übernahme einer bestehenden Immobilie muss auf viele Details geachtet werden.

Vor der Kaufentscheidung sollte Kenntnis erlangt werden über:

- Jahr der Errichtung
- Zustand der Gebäudehülle (Außenwände, Fenster, Dach und Fassade)
- Zustand der Heizungs-, Wasser- und Elektroinstallationsanlagen
- evtl. Bauschäden durch z.B. Feuchtigkeit, Schimmel, holzerstörende Pilze und Insekten oder Salze
- bezugsfertig oder Sanierungsmaßnahmen notwendig
- Zeitpunkt und Maßnahme der letzten Sanierung
- Vorhandensein eines vollständigen Energieausweises

Wichtig ist neben der baulichen Substanz auch einen Blick auf die voraussichtlich anfallenden Energiekosten zu werfen. Allgemeine Informationen zu dem Gebäude, wie dem Wärmeschutz, den Energieverbrauchs- bzw. Bedarfswerten, aber auch den erforderlichen Sanierungsmaßnahmen können dem Energieausweis entnommen werden. Für eine überschlägige Abschätzung der Heizkosten, können die darin angegebenen Endenergiebedarfs- oder Verbrauchswerte für Heizung und Warmwasser mit dem Arbeitspreis des Energieträgers (ct/kWh) multipliziert werden. Liegt kein Energieausweis vor, muss dieser auf Verlangen des Käufers im Auftrag des Verkäufers unverzüglich erstellt werden.

Eine „kostengünstige“ Immobilie kann schnell zur Kostenfalle werden, wenn die Aufwendungen für die Sanierung unter Umständen schnell die Ausgaben für einen Neubau übersteigen. Daher empfiehlt es sich hier, Unterstützung von einem Fachmann (z.B. Architekt, Energieberater) einzuholen. Dieser kann durch eine ausführliche Objektbegehung die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Maßnahmen erklären. Durch seine energetische Bewertung des Objektes werden zudem Aussagen zur Wirtschaftlichkeit verschiedener Sanierungsvarianten und zu den ungefähren Baukosten getroffen. Eine weitere detaillierte Planung hilft langfristig, hohen Energiekosten und Bauschäden vorzubeugen. Die nachfolgende Darstellung zeigt, worauf beim Kauf einer Bestandsimmobilie zu achten ist. Die individuellen Bedürfnisse sind jedoch käuferabhängig.

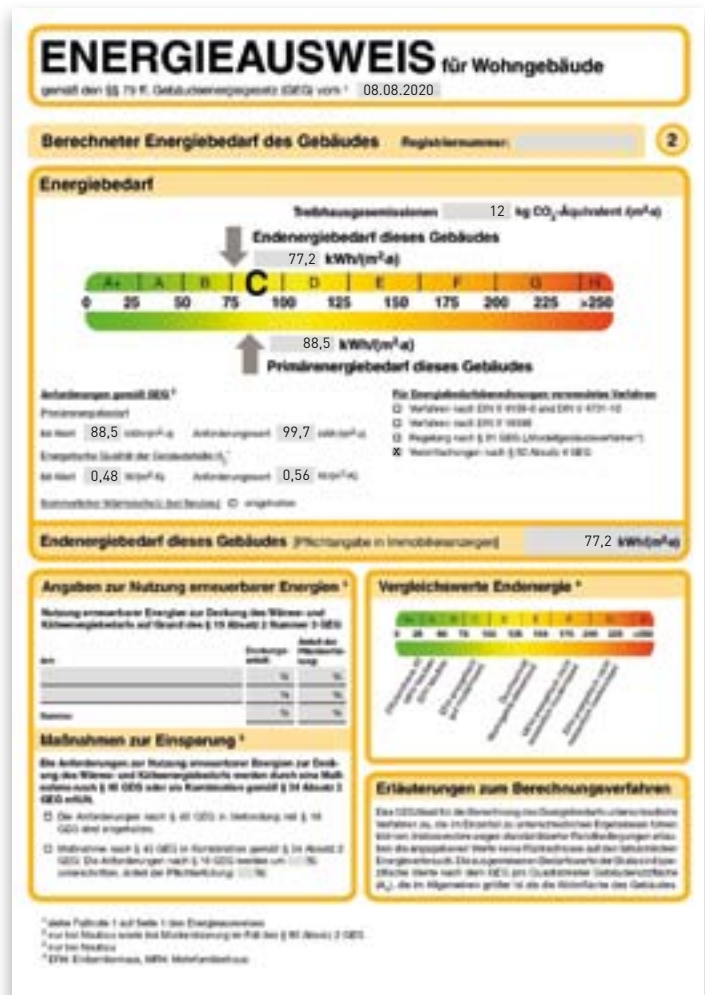


Abb. 15 Beispiel Energiebedarfsausweis für Bestandswohngebäude mit bis zu vier Wohneinheiten

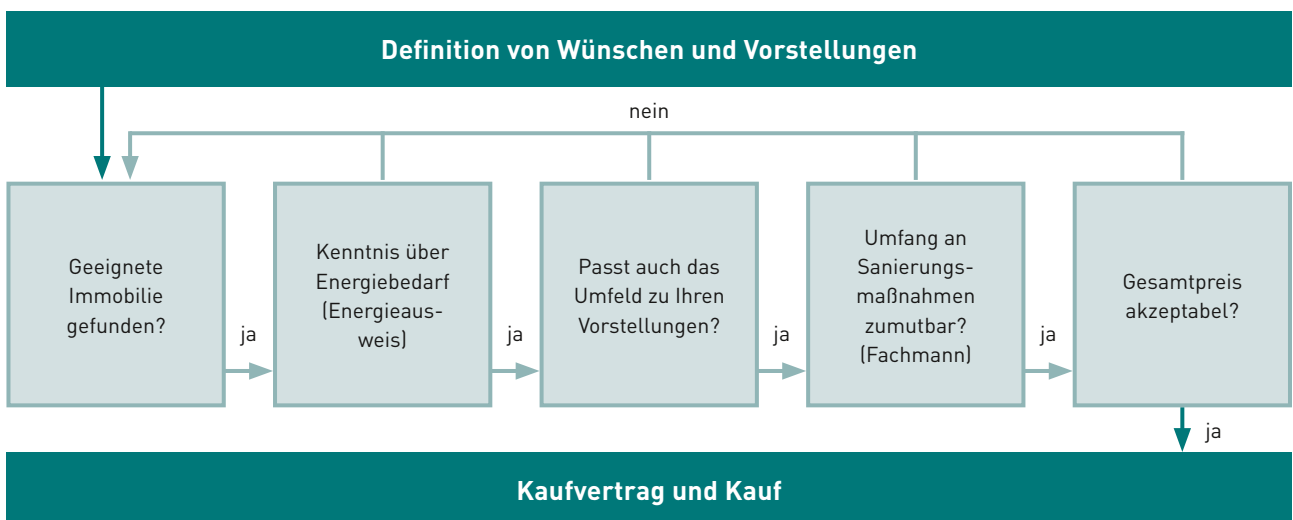


Abb. 16 Empfehlungen zu Bestandsimmobilien

5.3 Kaufvertrag

Ein rechtskräftiger Eigentumswechsel kann nur durch einen beidseitig unterschriebenen und notariell beglaubigten Kaufvertrag erfolgen.

In diesem Kaufvertrag sind klare Regelungen zu den Vertragsparteien, dem Vertragsobjekt, zum Grundbuchstand (Grundbesitzer, Grundschulden, Pfandrechte Dritter, Dienstbarkeiten), Objektübergabe, Kaufpreis, Fälligkeit der Zahlungen, Kontodaten des Zahlungsempfängers etc. fixiert. Weiterhin sind die Immobilie, deren Lage und die Ausstattung genau aufgeführt und durch Baubeschreibungen und Pläne zu belegen.

Als wichtiger Punkt im Kaufvertrag ist möglichst eine Klausel zur Gewährleistung hinsichtlich „unsichtbarer Mängel“ aufzunehmen. Der Grund ist, dass z.B. Schwämme, sanierungsbedürftige Bauteile oder der Einbau asbesthaltiger Baustoffe erst später bekannt werden könnten und somit den Wert einer Immobilie erheblich mindern. Sobald der Kaufvertrag unterschrieben ist, gibt es kein Rücktrittsrecht mehr. Daher ist es wichtig, Festlegungen im Kaufvertrag aufzunehmen, unter welchen Umständen der Käufer vom Kaufvertrag zurücktreten darf. Der Notar hat die Pflicht, alle Vertragspartner über die möglichen Risiken, die im Zusammenhang mit dem Kaufvertrag stehen, zu belehren. Ungeachtet dessen ist zu empfehlen, den Vertrag durch einen auf Baurecht spezialisierten Anwalt prüfen zu lassen.



Es ist zu empfehlen, dass im Kaufvertrag bestätigt wird, dass das Grundstück frei von rückständigen öffentlich-rechtlichen Lasten und Abgaben ist.

Sind sich Käufer und Verkäufer einig und wurde der Kaufvertrag beiderseitig vor dem Notar unterschrieben, ist seitens des Notars zur Absicherung der Eigentumsübertragung eine Auflassungsvormerkung an erster Rangstelle in das Grundbuch zu beantragen (Sicherung der Ansprüche während der formellen Eigentumsübertragung). Erst nach dieser Eintragung ist der Kaufpreis zu zahlen, denn der Käufer ist erst Eigentümer des Grundstückes, wenn er im Grundbuch eingetragen ist.

Die Notarkosten für die Kaufabwicklung und Grundbucheintragung sind abhängig vom Kaufpreis und betragen ca. 0,8 - 1,5 % des Kaufpreises. Die eigentliche Eintragung in das Grundbuch kostet ca. 1,5 % des Kaufpreises und wird von der Landesjustizkasse in Rechnung gestellt. Erst wenn alle Rechnungen beglichen sind, wird der Grundbuchauszug ausgereicht.

5.4 Pflichten und Versicherungen für Bauherren und Grundstückseigentümer

Die Ausgestaltung des Versicherungsschutzes ist den individuellen Bedürfnissen anzupassen. Es empfiehlt sich, hier einen unabhängigen Versicherungsmakler zu kontaktieren.

Während der Bauausführung	
Versicherungen	
Bauwesenversicherung:	<ul style="list-style-type: none">→ leistet Ersatz für unvorhersehbare Schäden am Bauwerk während der Bauzeit→ dazu gehören u.a. Unwetterschäden, Diebstahl bereits eingebauter Gebäudebestandteile (wenn vereinbart) sowie mutwillige Beschädigungen durch Unbekannte→ ausgeschlossen sind Schäden durch normale Witterungseinflüsse sowie mangelhafte Handwerkerleistungen
Bauherrenhaftpflichtversicherung:	<ul style="list-style-type: none">→ gesetzliche Haftpflicht des Bauherren für das geplante Bauvorhaben→ abgedeckt werden Personen- und Sachschäden
Feuerrohbauversicherung:	<ul style="list-style-type: none">→ Schutz gegen Feuerschäden während der Bauzeit→ Feuerversicherung während der Bauzeit als beitragsfreier Bestandteil (jedoch zeitlich begrenzt, i.d.R. 12 bis 24 Monate)→ möglicherweise in Verbindung mit der sowieso erforderlichen Wohngebäudeversicherung (nach Bauzeit)→ kann auch als Bestandteil der Bauwesenversicherung vereinbart werden, dann jedoch i.d.R. nicht beitragsfrei
Bauhelferversicherung:	<ul style="list-style-type: none">→ Versicherung von Helfern (ausgeschlossen: Bauherr und Ehegatte)→ private Bauherren haben für Helfer Melde- und Anzeigepflichten→ zuständig sind die Bauberufsgenossenschaften

Baufertigstellungsversicherung:

- trägt das Risiko der Folgen einer Insolvenz des Baupartners, d.h. sie übernimmt die Mehrkosten für die Beauftragung eines oder mehrerer unterschiedlicher Unternehmen zur Fertigstellung des Bauobjektes, im Falle der Insolvenz des beauftragten Bauunternehmens
- sollte die Gewährleistung nach Ende der Bauzeit beinhalten
- wird meist vom Auftragnehmer abgeschlossen und durch den Bauherren innerhalb des vereinbarten Festpreises für den Hausbau bezahlt
- Arten der Baufertigstellungsversicherung:
 - **Ausführungsbürgschaft**
(sichert Bauherren während der Ausführung gegen Konkurs und Zahlungsunfähigkeit des Bauunternehmens ab)
 - **Gewährleistungsbürgschaft**
(sichert den Bauherren für einen gesetzlich festgelegten Zeitraum nach Bauende gegen Gewährleistungsschäden des Bauunternehmens ab)
 - **Vertragserfüllungsbürgschaft**
(Kombination aus Ausführungs- und Gewährleistungsbürgschaft)
- nicht nötig, wenn der Baupartner Sicherheitsleistungen erbringt (z.B. Vertrags- oder Gewährleistungsbürgschaft einer Bank für Hausbau)

Sicherungspflichten

- Sichern der Baustelle, speziell sichern von ausgehobenen Gräben und Fundamenten, von auf dem Grundstück lagernden Materialien, Aushub, Bauschutt und Arbeitsgeräten
- Sicherung bei Gerüstarbeiten an Dach und Fassaden und bei der Montage von Solarmodulen
- Sicherung von Deckendurchbrüchen, Treppenaugen und Aufzugsschächten durch Abdeckung oder Bautreppengeländer

Nach der Fertigstellung

Versicherungen

Hausratversicherung:

- deckt in der Regel Schäden ab, die u.a. durch Feuer, Leitungswasser, Einbruch oder Unwetter an den beweglichen Gütern im eigenen Haushalt entstehen
- darüber hinaus versichern einzelne Anbieter weitere Schadensfälle

Wohngebäudeversicherung:

- Schutz gegen Schäden durch Blitzeinschläge, Feuer, Sturm, Leitungswasser und Hagelschlag am Gebäude
- wird in der Regel bei Finanzierungen von den Kreditinstituten gefordert, zum Teil in einigen Regionen gesetzlich vorgeschrieben
- korrekte Festlegung der Versicherungssumme wichtig, sonst besteht im Schadensfall Unterversicherung
- in die Versicherungssumme sollten alle fest mit dem Gebäude verbundenen Bauteile enthalten sein (z.B. Fußbodenbeläge, Klima- und Heizungsanlage, sanitäre Installationen und elektrische Anlagen sowie Nebengebäude wie Garagen, Carport, Sauna, Solarium etc.)
- abklären ob ggf. eine geplante Solaranlage mit in die Wohngebäudeversicherung fällt

Elementarschadenversicherung:

- deckt über die Hausrat- und Wohngebäudeversicherung hinaus Schäden ab, die durch Überschwemmungen in Folge von Hochwasser und Starkregen, Schneedruck, Lawinen oder Erdbeben ausgelöst werden

Restschuldversicherung, Risiko-Lebensversicherung, Versicherung gegen Krankheit oder Arbeitslosigkeit:

- deckt bei Eintreten der versicherten Ereignisse das Risiko der ausstehenden Restschuld bzw. Weiterzahlung der Raten für einen bestimmten Zeitraum
- Vertragsgestaltung sehr vielfältig (anbieterabhängig)



Berufsunfähigkeitsversicherung:

- Teilabdeckung des finanziellen Bedarfs durch eingetretene Berufsunfähigkeit

Anlageversicherung (insbesondere Photovoltaikanlagen):

- innerhalb Wohngebäudeversicherung nur eingeschränkt mitversichert, deshalb spezielle Versicherung
- i.d.R. eine Elektronik- und Ertragsausfallversicherung sowie eine Montageversicherung und Betreiberhaftpflichtversicherung

Übliche Hausbesitzerpflichten

- Räum- und Streupflicht auf dem Bürgersteig, auch im Hof- und Garagenbereich, auf allen Wegen und Treppen auf dem Grundstück, die von Fremden, Mietern oder Mitbewohnern genutzt werden können
- Dachkontrolle nach Stürmen – mit allen Aufbauten, wie z.B. Schornsteine, Antennen, Schneefanggitter und auch Solaranlagen
- nach Winterfrost sind Mauerkronen, Balkonbrüstungen, Wege und Wasserleitungen zu prüfen
- Öltanks sind regelmäßig vom Fachmann prüfen zu lassen, defekte Tanks können das Grundwasser verunreinigen
- regelmäßige Instandsetzung und Bauunterhaltung – die Kosten für Handwerkerleistungen können steuerlich abgesetzt werden
- regelmäßige Baumkontrolle, vor allem nach Stürmen und dem Winter – Bäume und Äste prüfen, ggf. Baumsachverständigen hinzuziehen
- Wurzelwerk kann Wege, Carport- und Balkonstützen sowie Mauerfundamente anheben und deren Standsicherheit gefährden
- Wurzeln können Kanäle und Gasleitungen zerstören

5.5 Hochwassersicheres Bauen

Wer ein Haus errichtet, geht davon aus, etwas zu schaffen, was für einen langen Zeitraum Bestand hat. Die Gefahr, von Naturgewalten heimgesucht zu werden, wird hierbei oft unterschätzt. Die Häufung von zerstörerischen Hochwassern in den letzten Jahren hat die Bauwilligen für dieses wichtige Thema jedoch sensibilisiert.

Ein umsichtiger Bauherr sollte in jedem Fall selbst aktiv werden und sich rechtzeitig über die Gefährdung des gewählten Bauplatzes informieren. Auch beim Erwerb eines vermeintlich günstigen Bestandsgebäudes in gefährdeten Gebieten ist Umsicht geboten.



Abb. 17 Elbehochwasser in Dresden

© SAENA

Oft entscheiden sich Eigentümer in idyllischen, aber hochwassergefährdeten Gebieten bewusst dafür, mit dieser Gefahr zu leben. Durch eine angepasste Bauweise kann in diesem Fall vorgesorgt werden, zum Beispiel durch eine entsprechende Ausstattung des unteren Geschosses. Lösungsansätze für derartige Maßnahmen wurden von der Ingenieur- und Architektenkammer Sachsen für Informationsveranstaltungen im August 2013 zusammengestellt und können unter www.ing-sn.de (Presse → Aktuelles → Informationen Hochwasser 2013) abgerufen werden.

TIPP

Der Freistaat Sachsen stellt in seinem Portal amt24.Sachsen.de ebenfalls verschiedene Informationen zum „Hochwassersicheren Bauen“ bzw. „Bauen in Überschwemmungsgebieten“ zur Verfügung.

Des Weiteren hat die Sächsische Energieagentur im Jahr 2021 die Broschüre „Verminderung überflutungsbedingter Schäden an Gebäuden“ unter www.saena.de/broschüren veröffentlicht.

6 Planungsgrundlagen

In diesem Kapitel werden Grundlagen der Bauplanung, wie die Honorarberechnung für Planer, der Energiebedarf eines Gebäudes, Energiestandards oder Bauweisen erläutert. Das gewonnene Wissen hilft, eine zielgerichtete Bauvorbereitung durchzuführen, um so bestmöglich informiert ins Baugeschehen zu starten. Neben dem Selbststudium ist jedoch sowohl bei Neubauten als auch bei komplexen Sanierungsmaßnahmen die Beratung durch einen Fachmann empfehlenswert. Die Bauplanung umfasst die theoretische Planung Ihrer Baumaßnahme. Erste Überlegungen und Wünsche werden zusammen mit einem Architektur- oder Ingenieurbüro Ihrer Wahl in Bauzeichnungen konkretisiert. Eine übersichtliche und hilfreiche Checkliste befindet sich hierfür im **Teil V / CHECKLISTEN** dieser Mappe.



Abb. 18

Foto: © Gina Sanders / Fotolia.com

Vor bzw. während der Bauphase begegnen dem Bauherren möglicherweise weitere Baubeteiligte und Planer, von denen einige in nachfolgender Tabelle zusammengefasst wurden:

6.1 Baubeteiligte

Baupartner	Aufgabe
Architekt und Bauingenieur	<ul style="list-style-type: none"> → häufigste Vertreter des Bauherren, je nach Beauftragung verantwortlich für Entwurfsarbeiten, Genehmigungs- und Ausführungsplanung, Vergabe und Bauleitung → für Baugenehmigung ist Unterschrift eines Bauvorlageberechtigten notwendig: dafür muss Architekt oder Ingenieur in der jeweiligen Kammer eingetragen sein
Fachplaner für Energieeffizienz in Gebäuden (Energieberater)	<ul style="list-style-type: none"> → Erstellung der notwendigen Nachweisführung zur Einhaltung der Anforderungen an die Gebäudeenergieeffizienz und der Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes bei Neubauvorhaben → Erstellung von Energiekonzepten für Neubauten und Sanierung von Bestandsgebäuden anhand von Daten aus der Gebäudehülle, der Anlagentechnik sowie der persönlichen Nutzung
Generalunternehmer (GU)	<ul style="list-style-type: none"> → Bauunternehmen, das alle baulichen Leistungen komplett übernimmt → planerische Leistung übernimmt meist Architekt oder Ingenieur → GU übergibt einzelne Bauleistungen (Gewerke) an sogenannte Nachunternehmer (Subunternehmer) → Einflussnahme auf einzelne tätige Unternehmer kaum möglich, da kein Vertragsverhältnis
Generalübernehmer (GÜ)	<ul style="list-style-type: none"> → übernimmt sowohl alle planerischen sowie die Koordination aller Gewerke und die Bauüberwachung → kann Architekt oder Ingenieur als Nach- (bzw. Sub-) Unternehmer beauftragen → Einflussnahme auf einzelne tätige Unternehmer kaum möglich, da kein Vertragsverhältnis
Bauträger	<ul style="list-style-type: none"> → errichtet und/oder verkauft fertiggestelltes Gebäude auf eigenem Grundstück → bei Gebäudekauf erfolgt auch Miterwerb des Grundstückes (notarielle Beurkundung ist notwendig) → Makler- und Bauträgerverordnung ist relevant → Einflussnahme auf einzelne tätige Unternehmer kaum möglich, da kein Vertragsverhältnis
Baubetreuer	<ul style="list-style-type: none"> → unterstützt und berät den Bauherren (meist Architekt oder Bauingenieur) → meist Einzelvergabe der Baugewerke
Vermessungsingenieur	<ul style="list-style-type: none"> → zuständig für Grundstücksvermessung, Gebäudeabsteckung oder Gebäudeeinmessung
Ausführungsfirmen	<ul style="list-style-type: none"> → Bau-/Installationsfirmen für die einzelnen Gewerke, wie z.B. Maurer- und Trockenbauarbeiten, Heizung, Lüftung, Sanitär, Elektro

Tab. 6 Baupartner und deren Aufgaben

6.2 Verordnung über Honorare für Leistungen der Architekten und Ingenieure (HOAI)

Diese Verordnung regelt die Berechnungen der Entgelte von Architekten und Ingenieuren mit Sitz in Deutschland, soweit die Leistungen durch diese Verordnung erfasst und vom Inland aus erbracht werden. Das Gesamthonorar kann bis zu 19 % der Gesamtkosten eines Bauprojektes betragen. Dabei gilt zu beachten, dass zwischen einer Objektplanung (unmittelbare Planung von Maßnahmen für das Gebäude) und einer Fachplanung (u.a. haustechnische Planung, statische Berechnung, Garten- und Freiraumplanung) unterschieden wird, wofür eigene Mindest- und Höchstsätze der Honorare festgelegt und abgerechnet werden.

Die Architektenleistung für eine Objektplanung wird nach § 34 der HOAI in 9 Leistungsphasen (LPH) unterteilt, welche auch einzeln, beispielsweise bis LPH 4 und der damit verbundenen Baugenehmigung beauftragt werden können.

Leistungsphase	Beschreibung	prozentualer Anteil am Gesamthonorar
1 Grundlagen-ermittlung	Klärung der Aufgabenstellung und des Gesamtumfangs des Leistungsbedarfs	2 %
2 Vorplanung	Aufstellen eines Zielkataloges, Untersuchung von Lösungsmöglichkeiten und eine erste Kostenschätzung	7 %
3 Entwurfs-planung	Planung des endgültigen Entwurfes	15 %
4 Genehmi-gungsplanung	Erarbeitung aller erforderlicher Genehmigungen und bau-rechtlicher Bestimmungen, um den Bauantrag einzureichen	3 %
5 Ausführungs-planung	Erstellung der Pläne, auf deren Grundlage das Gebäude errichtet wird	25 %
6 Vorbereitung der Vergabe	Definieren der zu erbringenden Tätigkeiten, Anfertigen und Versenden der Leistungsverzeichnisse an Baufirmen	10 %
7 Mitwirk-bei Vergabe	Prüfung und Verhandlung der Angebote der Baufirmen, Beratung bei der Wahl einer Baufirma	4 %
8 Objekt-überwachung	Überwachung und Kontrolle der Ausführung des Bauprojektes, Rechnungsprüfung und Mängelfeststellung	32 %
9 Objektbe-treuung und Dokumentation	Erneute Überprüfung des Gebäudes auf Mängel, bevor die Gewährleistungsfristen ablaufen	2 %

Tab. 7 Leistungsbild Gebäude und Innenräume gemäß § 34 HOAI 2013

Die Mindest- und Höchstsätze der Honorare für die in der Tabelle 11 aufgeführten Leistungen sind in einer Honorartafel nach § 35 der HOAI festgesetzt. Die Honorarsätze sind abhängig von den anrechenbaren Rohbaukosten (Netto) und der vereinbarten Honorarzone nach Schwierigkeit der Planungsanforderungen.

Anrechenbare Kosten in €	Honorarzone I in €		Honorarzone II in €		Honorarzone III in €		Honorarzone IV in €		Honorarzone V in €	
	von - bis		von - bis		von - bis		von - bis		von - bis	
25.000	3.120 -	3.657	3.657 -	4.339	4.339 -	5.412	5.412 -	6.094	6.094 -	6.631
30.000	4.217 -	4.942	4.942 -	5.865	5.865 -	7.315	7.315 -	8.237	8.237 -	8.962
50.000	5.804 -	6.801	6.801 -	8.071	8.071 -	10.066	10.066 -	11.336	11.336 -	12.333
75.000	8.342 -	9.776	9.776 -	11.601	11.601 -	14.469	14.469 -	16.293	16.293 -	17.727
100.000	10.790 -	12.644	12.644 -	15.005	15.005 -	18.713	18.713 -	21.074	21.074 -	22.928
150.000	15.500 -	18.164	18.164 -	21.555	21.555 -	26.883	26.883 -	30.274	30.274 -	32.938
200.000	20.037 -	23.480	23.480 -	27.863	27.863 -	34.751	34.751 -	39.134	39.134 -	42.578
300.000	28.750 -	33.692	33.692 -	39.981	39.981 -	49.864	49.864 -	56.153	56.153 -	61.095
500.000	45.232 -	53.006	53.006 -	62.900	62.900 -	78.449	78.449 -	88.343	88.343 -	96.118
750.000	64.666 -	75.781	75.781 -	89.927	89.927 -	112.156	112.156 -	126.301	126.301 -	137.416
1.000.000	83.182 -	97.479	97.479 -	115.675	115.675 -	144.268	144.268 -	162.464	162.464 -	176.761
1.500.000	119.307 -	139.813	139.813 -	165.911	165.911 -	206.923	206.923 -	233.022	233.022 -	253.527
2.000.000	153.965 -	180.428	180.428 -	214.108	214.108 -	267.034	267.034 -	300.714	300.714 -	327.177
3.000.000	220.161 -	258.002	258.002 -	306.162	306.162 -	381.843	381.843 -	430.003	430.003 -	467.843
5.000.000	343.879 -	402.984	402.984 -	478.207	478.207 -	596.416	596.416 -	671.640	671.640 -	730.744

Tab. 8 Honorartafel nach § 35 der HOAI (Auszug)

Zusätzlich können Fachplanungen, wie die Tragwerksplanung, für einen erforderlichen Standsicherheitsnachweis im Neubau oder bei der Änderung von tragenden Bauteilen im Bestand notwendig sein. Diese Leistung wird nach § 51 der HOAI gesondert ermittelt bzw. vergütet.

Anrechenbare Kosten sind nach HOAI Kosten für die Herstellung, den Umbau, die Modernisierung, Instandhaltung oder Instandsetzung von Objekten und werden nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik auf Grundlage ortsüblicher Preise ermittelt. Allgemein anerkannte Regel der Technik ist z.B. die DIN 276 Kosten im Bauwesen.

Die Honorarzonen regeln die Höhe der Planungsanforderungen:				
Honorarzone I → sehr geringe Planungsanforderungen	Honorarzone II → geringe Planungsanforderungen	Honorarzone III → durchschnittliche Planungsanforderungen	Honorarzone IV → hohe Planungsanforderungen	Honorarzone V → sehr hohe Planungsanforderungen



Detaillierte Angaben zur geltenden HOAI inkl. HOAI-Online-Rechner sind unter www.hoai.de zu finden.

6.3 Energiebedarf des Gebäudes

Im Vorfeld einer Baumaßnahme muss sich mit einem geeigneten Energiekonzept befasst werden. Der überwiegende Teil des Energiebedarfs wird für die Beheizung des Gebäudes benötigt, gefolgt vom Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung. Die verbleibende Energie wird für elektrische Geräte und Beleuchtung verwendet. Neben dem Einsatz einer modernen und energieeffizienten Heizungsanlage und der optimalen Gebäudehülle können dennoch große Verbrauchsposten mittels verschiedener Energiesparmaßnahmen durch den Nutzer selbst reduziert werden.

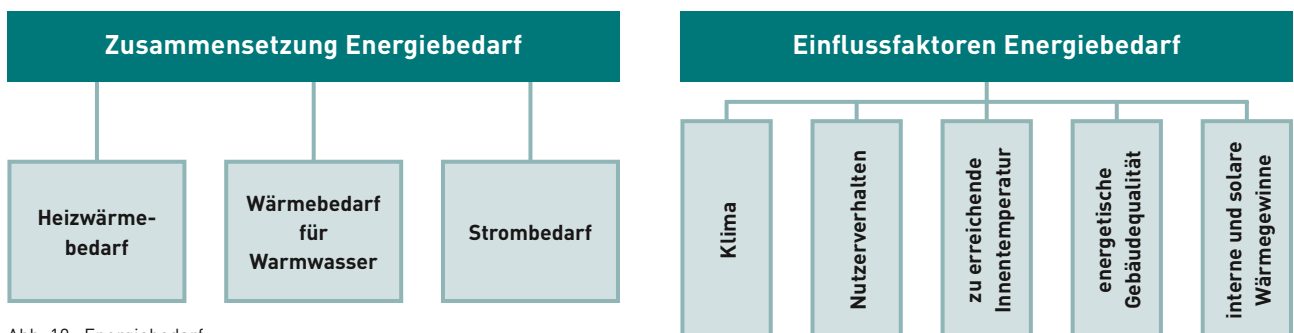


Abb. 19 Energiebedarf

6.4 Auswahl des Energiestandards

Wie in Kapitel 2 beschrieben, sind die Anforderungen an die Energieeffizienz von Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie für Änderungen, Erweiterung und Ausbau an bestehenden Gebäuden im Gebäudeenergiegesetz (GEG) geregelt. Werden die energetischen Anforderungen des GEG eingehalten, wird der sog. gesetzliche Mindeststandard (GEG-Haus oder GEG-Standard) erreicht. Um einen höheren Energiestandard zu erzielen, sind Optimierungen an der Gebäudehülle und/oder in der Gebäudetechnik nötig. Dies ist zunächst auch mit höheren Investitionskosten (energetische Mehrkosten) verbunden, welche aber über einen angemessenen Nutzungszeitraum durch geringere Energiekosten ausgeglichen werden. Im Anschluss refinanzieren sich die allgemeinen Baukosten bis die Bau- oder Anlagenteile ersetzt (Ersatzinvestition) werden müssen.

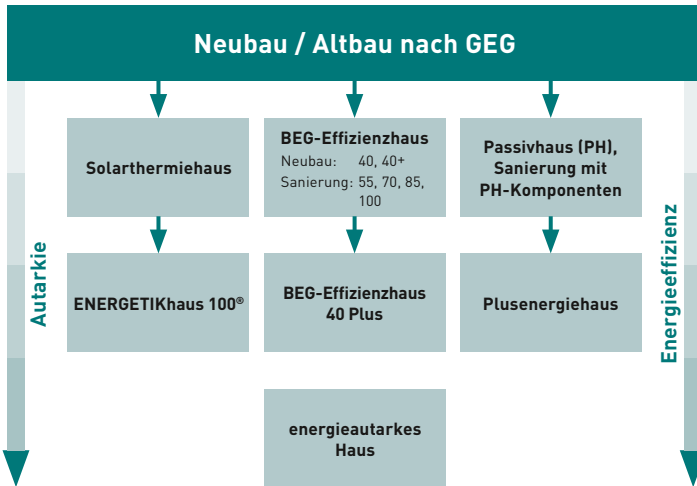


Abb. 20 Gebäudeenergiestandards in Sachsen

Durch ein geeignetes Energiekonzept können laufende Kosten dauerhaft eingespart und gleichzeitig Umwelt und Klima geschont werden. Deshalb ist jedem Bauherren anzuraten, sich im Vorfeld genau über die Möglichkeiten zu informieren, um im Rahmen eines Abwägungsprozesses ein für sich passendes Gebäudekonzept zu finden. Gern beraten Architekten und Gebäudeenergieberater über die Möglichkeiten und zeigen wirtschaftliche Aspekte unterschiedlicher Energiestandards auf. Je weiter der gesetzliche Standard unterschritten wird, desto attraktiver werden auch staatliche Fördermöglichkeiten. Zum Beispiel wurden 2009 durch die KfW-Bank (Kreditanstalt für Wiederaufbau) die KfW-Effizienzhausklassen eingeführt. Sie bezeichnen im Wesentlichen die erreichbaren Förderstufen. Seit 2021 wurden dann die BEG-Effizienzhausklassen eingeführt. In nachfolgender Tabelle werden mögliche Energiestandards näher beschrieben.

Energiestandards	
Altbau / Denkmal (Heizwärmeverbrauch 100 - 300 kWh/m ²)	
<p>Unsanierete Altbauten sind Bestandsgebäude, die in der Regel vor der Einführung der 1. Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet wurden. Sie weisen einen deutlich höheren Energieverbrauch gegenüber Neubauten auf. Erfolgt eine komplexe Sanierung, so darf der Energieverbrauch nur noch max. 40 % über den eines vergleichbaren Neubaus nach GEG liegen. Mit Hilfe eines Gebäudeenergieberaters kann ein Altbau mit sinnvollen Maßnahmen auch wirtschaftlich auf den aktuellen Neubaustandard oder darüber hinaus gebracht werden.</p>	
Neubau nach GEG (Niedrigstenergiegebäude) (Heizwärmeverbrauch 40 - 60 kWh/m ²)	
<p>Aufgrund des GEG müssen alle Neubauten einem sogenannten „Niedrigstenergiegebäude“ entsprechen. Dies sind Gebäude, die eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweisen. Zudem sollte ein ein bei Null liegender oder sehr geringer Energiebedarf zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden. Dieser Energiestandard ermittelt sich aus einem Berechnungsverfahren anhand eines Referenzgebäudes mit vorgegebenen Werten für die Wärmedämmung und Anlagentechnik. Neubauten stellen somit den energetischen Mindeststandard dar, der verpflichtend gebaut werden muss.</p>	
Niedrigenergiehaus (Heizwärmeverbrauch 15 - 50 kWh/m ²)	
<p>Der eher allgemeine Begriff Niedrigenergiehaus bezeichnet keine Bauweise oder einen definierten Energiestandard, sondern ein Gebäude mit einem deutlich verringerten Heizwärmebedarf. Im Wesentlichen wird dies durch eine gute Wärmedämmung, eine effiziente Anlagentechnik und eine dichte Gebäudehülle erreicht. Niedrigenergiehäuser unterschritten oft die gesetzlichen Anforderungen an die Energieeffizienz. Somit fallen aktuell auch „Niedrigstenergiegebäude“ unter diesen allgemeinen Begriff.</p>	
BEG-Effizienzhaus (Heizwärmeverbrauch 15 - 50 kWh/m ²)	
<p>Der Bund unterstützt Bauherren in der Finanzierung von Baumaßnahmen mit günstigen Zinskonditionen mit Tilgungszuschüssen und Zuschüssen. Im Gegenzug stellt der Bund spezielle Anforderungen an die energetische Qualität eines Gebäudes. Beispielsweise bedeutet der BEG-Effizienzhausstandard 40, dass der Jahres-Primärenergiebedarf eines vergleichbaren Neubaus nach GEG um 35 % bzw. vom Referenzgebäude 60 % unterschritten werden muss.</p>	

BEG-Effizienzhausklassen für Wohngebäude (Neubau und Sanierung)

Förderstufe BEG-Effizienzhaus	Energieeffizient Sanieren						
	Energieeffizient Bauen			Effizienzhaus 70	Effizienzhaus 85	Effizienzhaus 100	Effizienzhaus Denkmal
	Effizienzhaus 40 Plus inklusive Stromspeicher	Effizienzhaus 40 inklusive Passivhaus	Effizienzhaus 55 (ab 01.02.2022 im Neubau nicht mehr förderfähig)				
Jahresprimärenergiebedarf Q_p in % des $Q_{p, Ref}$	40 %	40 %	55 %	70 %	85 %	100 %	160 %
Transmissionswärmeverlust H_T in % des $H_{T, Ref}$	55 %	55 %	70 %	85 %	100 %	115 %	-

Tab. 13 Übersicht Effizienzhausklassen

BEG-Effizienzhäuser: Wie werden diese erreicht?

Energetischer Standard:	GEG 2020		BEG EH 70		BEG EH 55		BEG EH 40		Passivhaus		BEG EH 40 +	
Anwendung	Neubau		Sanierung		Sanierung		Neubau u. San.		Neubau u. San.		Neubau u. San.	
Jahres-Primärenergiebedarf Q_p	75 %		70 %		55 %		40 %		45 %		< 0 %	
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,34 - 0,65		0,34 - 0,55		0,28 - 0,46		0,15 - 0,24		0,15 - 0,24		0,15 - 0,24	
Gebäudehülle*	cm	U-Wert	cm	U-Wert	cm	U-Wert	cm	U-Wert	cm	U-Wert	cm	U-Wert
Außenwand (mit Außendämmung)	14	0,28	16	0,22	18	0,20	24-30	≤ 0,15	24-30	≤ 0,15	24-30	≤ 0,15
Außenwand (mit Wärmedämmziegel)	≤ 36,5	0,28	≤ 36,5	0,22	≤ 42,5	0,20	≤ 49,0	≤ 0,15	≤ 49,0	≤ 0,15	≤ 49,0	≤ 0,15
Dach (mit Zwischensparrendämmung)	24	0,20	26	0,18	28	0,16	30-35	≤ 0,15	30-35	≤ 0,15	30-35	≤ 0,15
Bodenplatte / Kellerdecke	10	0,35	12	0,30	15	0,24	18-24	≤ 0,20	18-24	≤ 0,20	18-24	≤ 0,20
Fenster		≤ 1,30		≤ 1,00		≤ 1,00		≤ 0,90		≤ 0,80		≤ 0,80
Luftdichtheit Gebäudehülle [h^{-1}] (die erreicht werden soll)	$n_{50} \leq 1,50$		$n_{50} \leq 0,70$		$n_{50} \leq 0,70$		$n_{50} \leq 0,60$		$n_{50} \leq 0,60$		$n_{50} \leq 0,60$	
* Die angegebenen U-Werte verstehen sich als Orientierungs- und Richtwerte. Zusätzlich wird informativ eine Dämmstoffdicke (WLS 035) angegeben, die dem U-Wert entspricht; eine vorhandene Konstruktion bleibt unberücksichtigt. Der Q_p bezieht sich auf das Referenzgebäude.												
Anlagenvarianten												
Beispielhafte Vorschläge für Heizung/Trinkwarmwasser/Lüftung	Gas-Brennwert und Solarthermie für Warmwasser Alternativ: Wärmepumpe (WP), Nah- und Fernwärme (NFW), Holzkessel, Lüftung mit WRG, Solarthermie für Heizung, Lüftung mit und ohne Wärmerückgewinnung (WRG)				Gas-Brennwert und Solarthermie für Heizung und Warmwasser Alternativ: WP, NFW, Holzkessel, BHKW, Lüftung mit WRG		WP, NFW, Holzkessel, Lüftung mit WRG Alternativ: Gas-Brennwert und Solarthermie für Heizung und Warmwasser, elektr. Heizung (z.B. Infrarot oder Zuluft)		WP, NFW, Holzkessel, Lüftung mit mind. 75% WRG Alternativ: Lüftungs-kompaktgerät mit WP, elektr. Heizung (z.B. Infrarot oder Zuluft)		WP, NFW, Holzkessel, Lüftung mit WRG Alternativ: Lüftungs-kompaktgerät mit WP, elektr. Heizung (z.B. Infrarot oder Zuluft)	

Tab. 14 Ausführungsbeispiele für BEG-Effizienzhäuser

Passivhaus

(Heizwärmeverbrauch 10 - 25 kWh/m²)

Das Passivhaus ist eine Weiterentwicklung des Niedrigenergiehauses. Bei einem Passivhaus darf der spezifische Heizwärmebedarf nicht mehr als 15 kWh/m²a (ca. 1,5 l Heizöl pro m² Wohnfläche im Jahr) betragen und liegt damit im Heizenergieverbrauch ca. 30 - 50 % unter dem eines durchschnittlichen Neubaus. Im Freistaat Sachsen wurden bereits über 300 Projekte im Wohn- und Nichtwohngebäudebereich erfolgreich umgesetzt. Aufgrund der gut gedämmten und luftdichten Gebäudehülle und der effizienten Anlagentechnik wird ein hoher Wohnkomfort bei sehr niedrigem Energieaufwand erreicht. Passivhäuser decken ihren Wärmebedarf vorwiegend aus „passiven“ Quellen, wie der Sonneneinstrahlung oder der Abwärme von Geräten und Personen. Eine wesentliche Komponente ist die erforderliche Komfortlüftung mit einer Wärmerückgewinnung von mindestens 75 %. Sie bringt konstant gute Luftqualität und beugt durch den Abtransport erhöhter Luftfeuchtigkeit der Gefahr von Schimmelbildung vor. ↓

Solarthermiehaus (Heizwärmeverbrauch 20 - 50 kWh/m²)
<p>Das Solarthermiehauskonzept ist der Versuch der Beschreibung einer Gruppe von Haustypen, welche zu einem hohen Anteil solarthermisch beheizt werden. Hier liegt das Augenmerk nicht auf der weiteren Reduktion des Heizwärmebedarfs, sondern auf der Maximierung der Ausnutzung sommerlicher Wärmeüberschüsse. Je nach Größe und Anordnung der Kollektorfläche sowie der Kapazität des Schichtenspeichers im Verhältnis zur beheizten Wohnfläche kann der solare Deckungsgrad 50 bis 100 % betragen. Als zusätzliche Heizquelle, vor allem bei hohen Deckungsgraden über 80 %, hat sich der wassergeführte Kamin bewährt, da damit der Restwärmebedarf bei geringen Anschaffungskosten und wenig technischem Aufwand CO₂ neutral gedeckt werden kann. Aber auch Pelletöfen oder Gasthermen eignen sich als Ergänzung.</p>
Plus-Energiehaus (Heizwärmeverbrauch 10 - 80 kWh/m²)
<p>Das Plus-Energiehaus ist ein Gebäude mit einem Energieüberschuss in der Bilanz. Demnach wird mehr Energie gewonnen als verbraucht. Im Allgemeinen handelt es sich um ein Gebäude mit energetischen Rahmenbedingungen ähnlich einem Passivhaus, das in hohem Umfang mit erneuerbaren Energien versorgt wird. Zusätzlich weist es Energiegewinne z.B. über Photovoltaik auf, die höher liegen als die gelieferten Energiemengen für Heizung, Warmwasser und Haushaltsstrom. Bei den heutigen Strompreisen macht es natürlich Sinn, überwiegend den eigenerzeugten Strom im Gebäude zu nutzen. Zur Optimierung des Eigenstromverbrauchs können geeignete Stromspeicher oder intelligente Verbrauchermanagementsysteme genutzt werden.</p>

Tab. 9 Energiestandards verschiedener Häusertypen

6.5 Auswahl der Bauweise

Bei der Recherche, den passenden Haustyp für sich zu finden, trifft der Bauherr auf eine Unmenge von Bezeichnungen, wie z.B. „Fertighaus“, „Massivhaus“, „Typenhaus“ oder „Ökohaus“. Diesen Bezeichnungen liegen verschiedene Auswahlkriterien zugrunde, wie z.B. bei einem Passivhaus und einem Plus-Energiehaus der Energiestandard unterschieden wird. Im folgenden Schema sind einige Bauweisen exemplarisch aufgeschlüsselt, wobei diese Unterscheidung nicht eindeutig ist und weitere Mischformen existieren.

Baukonstruktion	
Massivbau	
<ul style="list-style-type: none"> → konventionelle Bauweise → schwere Baustoffe wie Beton oder Ziegel werden eingesetzt 	<ul style="list-style-type: none"> → Tragwerk: Flächentragwerk, Wände und Decken als raumabschließende und tragende Elemente → wird umgangssprachlich oft als Gegenstück zum Fertighaus genannt
Leichtbau	
<ul style="list-style-type: none"> → Leichtbauweise → Holz als Standardbaustoff, aber auch in Kombination mit Beton- oder Stahlkonstruktionen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> → Tragwerk: Skelett- oder Ständerbauweise (Holzrahmenbau) → hohe Gewichtsreduzierung und Fertigteilmontage möglich
Baustoff	
Mauerwerk	
<ul style="list-style-type: none"> → künstliche oder natürliche Steine als Wandbaustoff → Beispiele: Kalksandstein, Porenbeton, Mauerziegel 	<ul style="list-style-type: none"> → können tragende oder nichttragende Funktionen besitzen → auch als Sicht- oder Verblendmauerwerk eingesetzt

Holz

- teilweise oder komplette „Holzhäuser“ möglich
- als Massiv- und Leichtbau umsetzbar
- typisch: Holzrahmenbau bzw. Skelettbau, auch als Blockhaus oder Massivholzhaus möglich
- auch verarbeitet eingesetzt, als Brettschichtholz oder als Holzwerkstoffe

Sonstige Baustoffe

- z.B. Stahl, Lehm, Stroh
- meist neben Holz und Mauerwerk zusätzlich eingesetzt

Montage der Bauteile

Stein auf Stein

- vor Ort, ohne vorgefertigte Elemente errichtetes Haus
- klassische Bauweise
- mehr Individualität möglich
- längere Bauzeit
- meist massive Baustoffe, aber auch andere Materialien, wie z.B. Holz möglich

Fertigteil

- aus vorgefertigten Elementen, die auf der Baustelle zusammengefügt werden
- verschiedene Fertigteilhausanbieter in unterschiedlichen Varianten (Bautyp und Material)
- Teil- oder kompletter Fertigbau möglich Leichtbau (z.B. als Holzrahmenbau)
- kürzere Bauzeit

Tragwerk

Flächentragwerk mit Wänden, Scheiben und Decken

- typisch für Mauerwerksbau
- massive Wandscheiben und Decken übernehmen tragende und aussteifende Funktionen

Stabtragwerk, Fachwerk oder Rahmentragwerk

- als leichte Konstruktion meist in Holz
- aus mehreren Einzelteilen zusammengefügtes Fachwerk
- am bekanntesten ist der sogenannte Holzrahmenbau bzw. Holzständerbau
- oft als Fertigteilbau auf Baustelle zusammengebaut

weitere Bezeichnungen am Markt

- „Typenhaus“**
 - Form und Grundriss des Hauses sind festgelegt (kaum Änderung möglich)
 - typisch für Fertigteilhäuser
- „Öko-Haus“**
 - für ökologische Bauweise
 - ökologische Baustoffe wie Holz, Lehm, Naturfaserdämmung
 - Bauherren legen Wert auf Naturschutz



„Ausbau-Haus“	<ul style="list-style-type: none"> → meist Fertigteilhaus → verschiedene Ausbaustufen sind wählbar 	→ Ausbau erfolgt in Eigenleistung
„Bausatz-Haus“	<ul style="list-style-type: none"> → im Werk vorgefertigte Bauteile werden auf die Baustelle geliefert und meist durch Eigenleistung zusammengesetzt 	→ unterschiedliche Haustypen wählbar
„Architekten-Haus“	<ul style="list-style-type: none"> → individuelles auf den Nutzer abgestimmtes Haus → wird gemeinsam mit einem Architekten entwickelt 	→ alle Bauweisen sind grundsätzlich möglich (Massiv- oder Leichtbau, Holz- oder Mauerwerk)

Für viele Bauwillige stellt der Anteil der zu erbringenden Eigenleistung ein wichtiges Entscheidungskriterium dar, da sich so Eigenkapital sparen lässt. In diesem Falle sollten die eigenen Fähigkeiten jedoch realistisch eingeschätzt und ein unabhängiger Experte für die Fachberatung sowie Kosten- und Qualitätskontrolle herangezogen werden. Nur so lässt sich tatsächlich Geld „ohne Nebenwirkungen“ sparen.


Anteil an Eigenleistung	Ausbaustufe
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">0 %</div>  <div style="margin-top: 10px;">100 %</div> </div>	<p>schlüsselfertig / bezugsfertig: Das Gebäude wird nach einer genau definierten Baubeschreibung (einschließlich Planungsunterlagen) und oft zu einem Festpreis erstellt. Das Objekt ist bezugsfertig, wenn alle vorher beschriebenen Außen- und Innenleistungen umgesetzt wurden. Der Begriff „schlüsselfertig“ ist rechtlich nicht eindeutig definiert. Hier können sich je nach Anbieter Unterschiede im Fertigstellungsgrad ergeben.</p> <p>teilmfertig / Ausbauhaus: Ein Haus ist teilmfertig, wenn z.B. der Rohbau einschließlich Dach errichtet wurde. Der Übergabezustand wird in einem Vertrag vorab genau definiert und vereinbart. Anschließend kann der Bauherr bis zur endgültigen Fertigstellung Eigenleistungen erbringen oder selbst Handwerksfirmen beauftragen.</p> <p>Selbstbauhaus / Bausatzhaus: Hierbei erwirbt der Bauherr einen fertig geplanten Bausatz zu einem Festpreis, den er dann in Eigenleistung zusammensetzt. Oftmals werden von der jeweiligen Baufirma entsprechende Fachberater vor Ort zur Seite gestellt.</p>

Abb. 21 Ausbaustufen mit Eigenleistung

Weitere Informationen erhalten Sie bei der Sächsischen Energieagentur – SAENA GmbH.

6.6 Ausrichtung und Grundriss

Eine optimale Ausrichtung des Gebäudes auf dem Grundstück ist wesentlich für den eigenen Wohnkomfort und für eine kostenfreie Nutzung von solaren Gewinnen durch die Sonne. Mit Hilfe eines Architekten oder eines energetischen Fachplaners sollten die Hausfassaden mit der Größe und Lage der Fenster genau geplant werden. Bereits bei der Auswahl des Baugrundstückes kann das Know-how von diesem Experten helfen, um die wesentlichen Voraussetzungen für das gewünschte Bauvorhaben abzuklären.

Neben der Überprüfung der Bebaubarkeit, u.a. durch Einsichtnahme in einen Bebauungsplan, sollte vorausschauend der geplante Gebäudegrundriss berücksichtigt werden. Am Besten eignen sich Grundstücke, bei denen eine Süd- oder Süd-Westausrichtung der Hauptfassade und des Daches möglich ist. Für eine ausreichende natürliche Belichtung und hohe winterliche solare Warmgewinne sind die Wohnräume im Grundriss südlich anzuordnen. Untergeordnete und wenig genutzte Räume, wie Abstellräume und Bäder, sind hingegen auf der Nordseite vorzusehen.

Die nachfolgende Übersicht zeigt den ungefähren Flächenbedarf und die Orientierung wesentlicher Wohnräume:

Raum	Flächenbedarf (in m ²)	Orientierung				
		Osten	Süden	Westen	Norden	innenliegend
Eingang / Windfang	4	0			X	
Treppe	4	0			0	X
Wohnraum	20 - 30	0	X	0		
Essen	6 - 8	X	X	X		
Schlafen	15 - 20	X		0	0	
Kinderzimmer	10 - 15	X		0	0	
Küche	8 - 10	0	0	0	0	0
Wohnküche	10 - 15	0	0	0		
Offene Küche	6 - 8	0	0	0	0	0
Hauswirtschaftsraum	5 - 10				X	0
Abstellen / Vorräte	2 - 5				0	X
Bad	6 - 10	0		0	X	0
WC	2 - 3	0	0	0	X	X
Arbeitszimmer	10 - 15	0		X	0	

Tab. 10 Ausrichtung und Flächenbedarf

0 - zweckmäßig / X - optimal

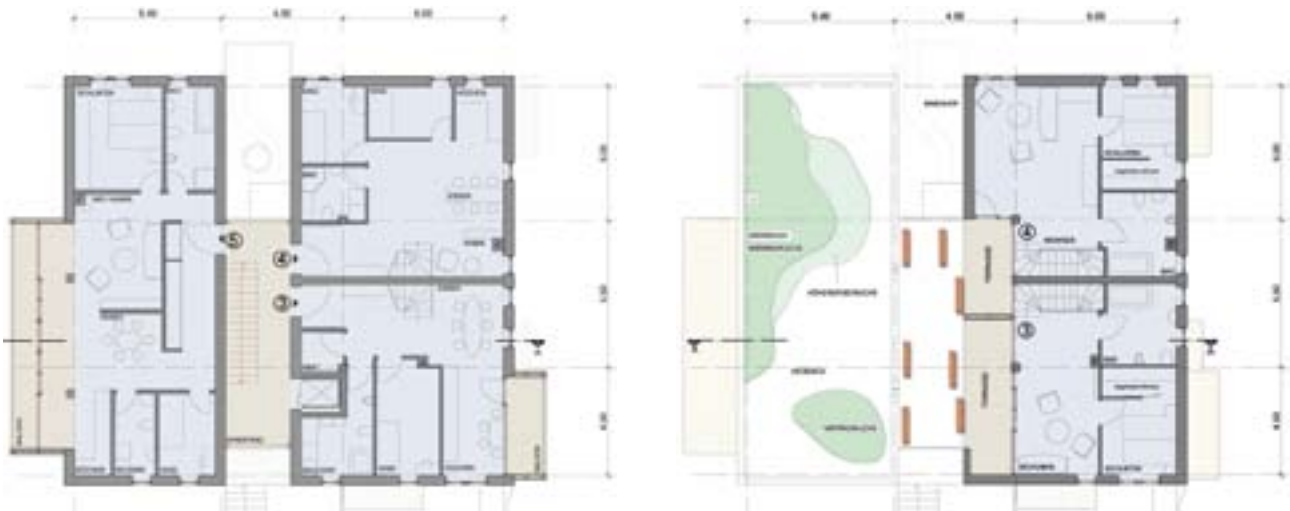


Abb. 22 Grundrissbeispiele

© Architekturbüro Wetzel

6.7 Schallschutz

Gemäß der Sächsischen Bauordnung müssen Gebäude einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz aufweisen. Geräusche, die von ortsfesten Einrichtungen in baulichen Anlagen ausgehen, sind so zu dämmen, dass keine unzumutbaren Lärmbelastigungen entstehen. Der bauliche Schallschutz, auch als Lärmschutz bezeichnet, befasst sich mit den schalltechnischen Eigenschaften von Bauteilen und Baumaterialien und ist während der Planung und Ausführung dringend zu berücksichtigen. Der Nachweis zum Schutz vor Außenlärm (Schallschutznachweis) ist abhängig von der Gebäudegröße innerhalb des Baugenehmigungsverfahrens zu erbringen.

Die Maßnahmen der Lärmbekämpfung betreffen schwerpunktmäßig den Schutz vor Umgebungslärm (Flug-, Straßenverkehrs-, Schienenverkehrs-, Gewerbelärm), Sportlärm und Freizeitlärm, aber auch den Schutz vor inneren Lärmquellen, die z.B. von der Heizungszentrale oder von Heizungs- oder Abwasserleitungen ausgehen können. Auf eine geeignete Schallentkopplung ist bei Wohntrennwänden oder Treppenauflegern unbedingt zu achten. Grundsätzlich sind schwere Baustoffe aufgrund ihrer höheren Dichte besser für den baulichen Schallschutz geeignet.

6.8 Brandschutz

Grundsätzliche Anforderungen an den Brandschutz sind in den Landesbauordnungen aufgeführt. Nach der Sächsischen Bauordnung müssen Außenwandbekleidungen von Gebäuden ab der Gebäudeklasse 4 (Fußbodenhöhe des obersten Vollgeschosses liegt mehr als 7 m über Geländeoberfläche), einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen, schwer entflammbar sein. Für kleinere Gebäude dürfen nach dieser Vorschrift normal entflammbare Außenwandbekleidungen verwendet werden. Das Brandverhalten ist bei der Auswahl der geeigneten Dämmstoffe ein sehr wichtiges Kriterium. Die Prüfung und Beurteilung von Dämmstoffen und deren entsprechendes Brandverhalten sind in der DIN 4102 geregelt. Baustoffe werden in die Baustoffklassen A1 und A2 (nicht brennbar), B1 (schwer entflammbar) und B2 (normal entflammbar) eingeteilt. Das Brandverhalten wird nicht nur vom Dämmstoff selbst, sondern evtl. auch von Bindemitteln, Klebern, Flammenschutzmitteln, Beschichtungen usw. positiv oder negativ beeinflusst. Im Brandfall können einige Dämmstoffe giftige Gase freisetzen.

Die entsprechenden Vorkehrungen gegen die Entzündung müssen daher bereits beim Entwurf der Konstruktion getroffen werden. Die vom DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik) zugelassenen Wärmedämmverbundsysteme müssen zum einen den Nachweis für das komplette System nach der Baustoffklasse B1 (schwer entflammbar) erfüllen und zum anderen sind Brandprüfungen nach nationalen (DIN 4102-1) oder europäischen Prüfverfahren (DIN EN 13823) zu führen. Die Temperaturbeständigkeit von Dämmstoffen ist ebenfalls eine wichtige Materialeigenschaft, da besonders Merkmale, wie Maßhaltigkeit, Formstabilität und thermische Zersetzung die Grenze der Anwendungstemperatur bestimmen.

6.9 Sommerlicher Wärmeschutz

Gerade bei einer wärmetechnischen Verbesserung des Gebäudes ist auch der sommerliche Wärmeschutz zu beachten. Nach einer möglichst großen Heizenergieeinsparung im Winter sollte auch im Sommer ein erträgliches Raumklima ohne zusätzlichen Klimatisierungsaufwand erreichbar sein. Der bauliche sommerliche Wärmeschutz basiert im Wesentlichen auf einer Verminderung der solaren Einstrahlung durch transparente Flächen (Verglasungen). Bauliche Verschattungen können dauerhaft fest (Balkon, Überdachungen) oder temporär nutzbar (Jalousien, Rollos, Klappläden) am Gebäude installiert werden. Die Wirksamkeit von Verschattungen wird durch den Gesamtenergiedurchlassgrad g charakterisiert. Dieser Wert schwankt theoretisch zwischen $g = 0,0$ (Strahlungsenergie der Sonne gelangt nicht in den Raum = perfekter Sonnenschutz) und $g = 1,0$ (die gesamte Strahlungsenergie der Sonne gelangt in den Raum = kein Sonnenschutz).

Für Neubauvorhaben ist mit dem Bauantrag nachzuweisen, dass entsprechende Maßnahmen zum Schutz vor Übertemperaturen im Sommer getroffen wurden. Der Nachweis wird mit Hilfe des Berechnungsverfahrens nach DIN 4108-Teil 2 geführt und von dem Fachplaner für Energieeffizienz in Gebäuden erstellt.

6.10 Barrierefreies Bauen

Die eigene Wohnung kann nach Unfall, Krankheit oder im Alter schnell zu einer Umgebung mit Hindernissen werden, so dass Alltägliches schnell zu einer unüberwindbaren Hürde wird. Eingangs- und Zimmertüren sollten daher ausreichend breit und schwellenlos konzipiert werden. Bedienungselemente wie Armaturen, Lichtschalter dürfen nicht zu hoch angeordnet werden. Waschbecken und Badewannen sollten frei zugänglich sein. Weitere Hindernisse stellen Stolperfallen, veraltete technische Installationen, unzweckmäßige Möbel oder einfach nur fehlende Haltegriffe dar. Bereits während der Planung sollten einige Maßnahmen für die Barrierefreiheit berücksichtigt werden, gerade bei Mehrgenerationskonzepten. Allgemein anerkannte Regeln der Technik sind die Planungsrichtlinien DIN 18040-1 und 2 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen.

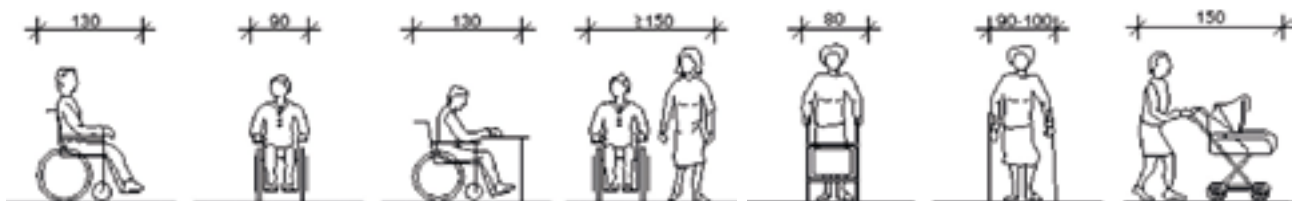


Abb. 23 Bezugsgrößen Barrierefreies Bauen

© Hyperjoint GmbH/nullbarriere.de

6.11 Baustellenvorbereitung

Vor dem Baubeginn muss die Baustelle eingerichtet werden. Hierbei kann der Bauherr Kosten einsparen, indem er notwendige Maßnahmen, wie das Fällen von Bäumen und Abreißen von Altbauten, in Eigenleistung ausführt. Weiterhin muss die Erschließung des Grundstücks mit der Versorgung von Baustrom und Bauwasser gesichert sein. Die Bereitstellung von Pausenunterkunft (Bauwagen), Werkzeuglager (Baucontainer) und sanitären Anlagen wird oft vom ausführenden Bauunternehmen organisiert. Vor dem Beginn von Tiefbau- bzw. Baggerarbeiten sind von den Medienversorgern Auskünfte einzuholen, wo zum Beispiel Gas-, Wasser-, Abwasser- oder Stromleitungen genau auf und um dem zu bebauenden Grundstück liegen. Die Ansprechpartner hierfür finden Sie im **Teil III / REGIONALES**. Für den Aushub der Baugrube muss die Entsorgungsmöglichkeit des Bodens klar sein bzw. eine zwischenzeitliche Lagerfläche auf dem Grundstück eingeplant werden. Eine vorausschauende Konzeption der Baustellenabläufe, bestenfalls in Form eines Baustelleneinrichtungsplans, wirkt sich stets kostenoptimierend aus.

6.12 Radonschutz

Radon ist ein natürliches radioaktives Edelgas, das durch undichte erdberührende Wände oder Bodenplatten in erhöhten Konzentrationen in Gebäude eindringen kann. Es kann bei längeren Aufenthalten in belasteten Wohnräumen Lungenkrebs erregen. Daher soll die über das Jahr gemittelte Radonkonzentration auf 300 Bq/m³ begrenzt werden.

Durch geeignete Maßnahmen – insbesondere durch einen qualitätsgesicherten dichten Bau der Bodenplatte, eine geeignete Abdichtung der erdberührenden Gebäudeteile und der Abdichtung aller in diesen Bereichen eingebauten Leitungsrohre oder Schächte – kann man das Eindringen von Radon in Gebäude nachhaltig verhindern.

Bei der Errichtung von Neubauten ist der Eintritt von Radon ins Gebäude zu verhindern oder erheblich zu erschweren. Werden die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz eingehalten, so gilt diese gesetzliche Verpflichtung in den nicht als Radonvorsorgegebiet ausgewiesenen Regionen als erfüllt.

In den als Radonvorsorgegebiete ausgewiesenen Gebieten (Abb. 25) ist darüber hinaus mindestens eine der folgenden zusätzlichen Radonschutzmaßnahmen durchzuführen:

- Verringerung der Radon-222-Konzentration unter dem Gebäude
- gezielte Beeinflussung der Luftdruckdifferenz zwischen Gebäudeinnerem und Bodenluft an der Außenseite von Wänden und Böden mit Erdkontakt, sofern der diffusive Radoneintritt auf Grund des Standorts oder der Konstruktion begrenzt ist
- Begrenzung der Rissbildung an Wänden und Böden mit Erdkontakt und Auswahl diffusionshemmender Betonsorten mit der erforderlichen Dicke der Bauteile
- Absaugung von Radon an Randfugen oder unter Abdichtungen
- Einsatz diffusionshemmender, konvektionsdicht verarbeiteter Materialien oder Konstruktionen

Um den Radonschutz in jedem Neubau zu gewährleisten empfiehlt es sich jedoch in allen Gebieten, Radonschutzmaßnahmen zu prüfen. Bei baulichen Veränderungen eines Gebäudes, die zu einer erheblichen Verminderung der Luftwechselrate führen, sind Maßnahmen zum Schutz vor Radon in Betracht zu ziehen, soweit diese Maßnahmen erforderlich und zumutbar sind. Zur Senkung der Radonkonzentration in Aufenthaltsräumen kann neben vorstehend genannten baulichen Maßnahmen auch der Einbau einer Lüftungsanlage erwogen werden.

Bei der energetischen Sanierung bestehender Gebäude ist darauf zu achten, dass ein ausreichender Luftwechsel gegeben ist. Die alleinige Abdichtung der Gebäudehülle (ohne zusätzliche Lüftungsmaßnahmen) führt in vielen Fällen zu einem Anstieg der Radonkonzentration in Innenräumen. Radonmessungen können mit sogenannten Passivdosimetern kostengünstig durchgeführt werden. Sie sollten über mehrere Monate während der Heizperiode oder besser über ein ganzes Jahr erfolgen.

TIPP

Ausführlichere Informationen zum Radonschutz gibt es unter www.radon.sachsen.de.

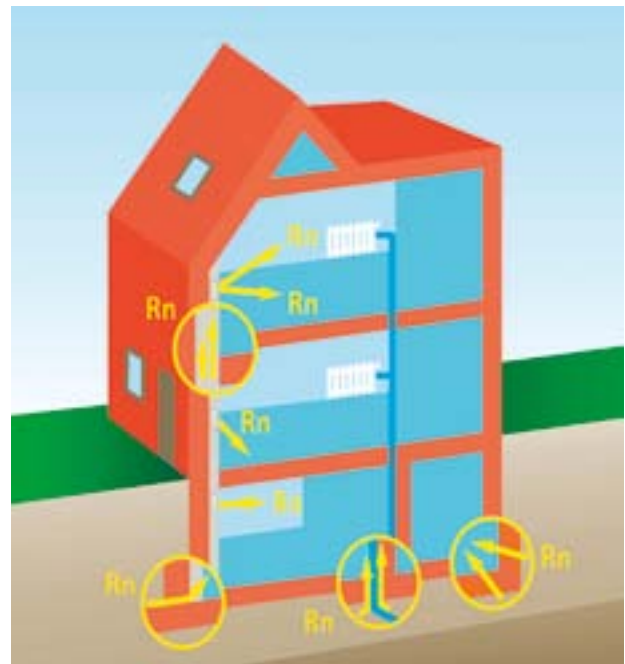


Abb. 24 Eintrittspfade und Ausbreitung des Radons im Haus
© Heimrich & Hannot GmbH

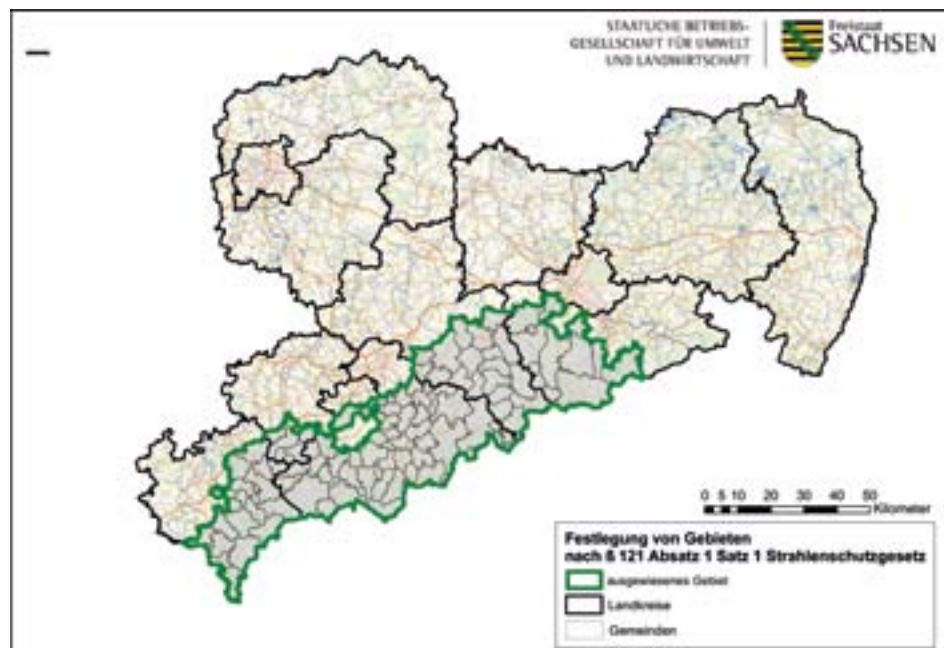


Abb. 25 Radonkarte für Sachsen

© Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN), 2020

7 Gebäudehülle

Die Gebäudehülle besteht aus allen Außenbauteilen und schützt den Bewohner vor Wind, Regen, Schnee, Kälte oder Hitze. Sie trägt dynamische und statische Lasten ab, schafft Privatsphäre und gibt den Gebäuden sein ästhetisches Erscheinungsbild. Die thermische Gebäudehülle hingegen besteht aus Bauteilen, die den beheizten Wohnraum umschließen und die Räume vom Außenklima und den nicht beheizten Räumen trennen. Je nach Beheizung des Gebäudes ist die Lage der thermischen Gebäudehülle (→ Abb. 26) unterschiedlich, z.B. kann die Kellerdecke bzw. Bodenplatte, die Außenwände, Fenster und Außentüren, das Dach oder die oberste Geschossdecke dazu gehören. Die Lage der thermischen Gebäudehülle ist bei jedem Neubau und bei größeren Sanierungen durch einen Planer genau festzulegen, damit besonders Wärmebrücken an allen Bauteilübergängen bedacht und optimiert werden können.

Je nachdem wie gut der Wärmewiderstand und die Luftdichtheit der thermischen Gebäudehülle ist, treten mehr oder weniger Wärmeverluste auf. Grundsätzlich gibt es Transmissionswärmeverluste durch die Wärmeleitung im Baustoff von warm nach kalt und die Lüftungswärmeverluste durch ausströmende Raumluft durch Schlitze und Fugen nach außen. Für Bauteile der thermischen Gebäudehülle bestehen Mindestanforderungen an den Wärmeschutz zur Vermeidung von Tauwasser im Bauteil und an dessen Innenoberfläche und die Luftdichtheit. In der DIN 4108 ist geregelt, welchen Wärmewiderstand bestimmte Bauteile mindestens aufzuweisen haben, welche Wärmebrücken beachtet werden müssen und wie die Luftdichtheit auszuführen ist. Zum Beispiel wird der Mindestwärmeschutz mit ca. 3 cm Wärmedämmung bei Vollziegel-Außenwänden erreicht und sollte bei jeder Sanierung beachtet werden. Für Neubauten und bei Änderungen von Außenbauteilen sind zudem noch die energieeinsparrechtlichen Anforderungen an den Wärmeschutz (GEG) zu beachten (siehe Teil II). Der energieeinsparrechtliche Wärmeschutz beträgt bei bestehenden Vollziegel-Außenwänden mittlerweile ca. 14 cm Wärmedämmung.

Bauphysikalisch gesehen ist eine Außendämmung die beste Lösung, denn dadurch bleiben Decken und Wände im Inneren geschützt und können als zusätzliche Wärmespeicher dienen. Zudem wird die Wärmebrückenwirkung bei einer umlaufend geschlossenen Dämmhülle stark verringert. In speziellen Fällen, z.B. bei denkmalgeschützten Gebäuden oder bei aufwendig verzierten Fassaden, wird zum Teil gefordert, die Dämmung an der Innenseite anzubringen. Eine Innendämmung ist weit komplexer zu planen, da die Maßnahmen weitreichende Konsequenzen für den Feuchtehaushalt der Gesamtkonstruktion haben.

TIPP Sehr ausführlich werden die unterschiedlichsten Dämmstoffarten in der Broschüre „Gebäudedämmung – Baustoffe mit Potential“ der SAENA beschrieben.

Besonders wirtschaftlich lassen sich Dämmmaßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung umsetzen, wenn sie gemeinsam mit ohnehin anstehenden Instandhaltungen (Sowieso-Maßnahmen) verbunden werden. Die höheren Investitionskosten ergeben dann niedrigere Betriebskosten während der gesamten Nutzungszeit. Sollten die Energiekosten weiter steigen, wird die Wirtschaftlichkeit noch schneller erreicht sein. Gleiches gilt bei Neubau: eine von vornherein etwas höhere Investitionssumme in die Energieeffizienz eines Gebäudes zahlt sich während der Nutzungsdauer in mehrfacher Hinsicht aus.

Die thermische Hülle sollte so optimiert werden, dass ganzjährig die Vorteile überwiegen. Während im Winter versucht wird, die Wärme im Gebäude zu halten, muss im Sommer verhindert werden, dass sich die Räume zu stark erwärmen. Die Wärmedämmung, welche im Winter das Gebäudeinnere warm hält, trägt im Sommer dazu bei, die Zufuhr von Wärme über die Gebäudehülle zu reduzieren. Durch den Einsatz von Sonnenschutzmaßnahmen wie z.B. außenliegende Jalousien oder Rollläden, kann der Wärmeeintrag erheblich reduziert werden. Innenliegende Verschattungen haben eine weitaus geringere Wirkung.

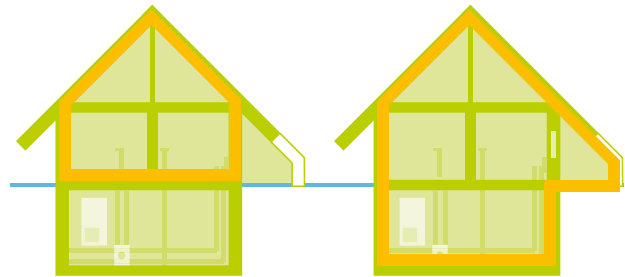


Abb. 26 Lage der thermischen Gebäudehülle (orangefarbene Linie) © SAENA

Warum ist ein guter Wärmeschutz wichtig?

- Minderung des Heizwärmebedarfs
- Senkung der Energiekosten
- Vermeidung von Überhitzung im Sommer
- Steigerung des Wohlbefindens durch angenehmes Raumklima
- Vermeidung von Bauschäden durch Tauwasserausfall und Schimmelbefall
- Minderung des CO₂-Ausstoßes
- Schutz der Umwelt bei der Verwendung von ökologischen und recyclingfähigen Dämmstoffen

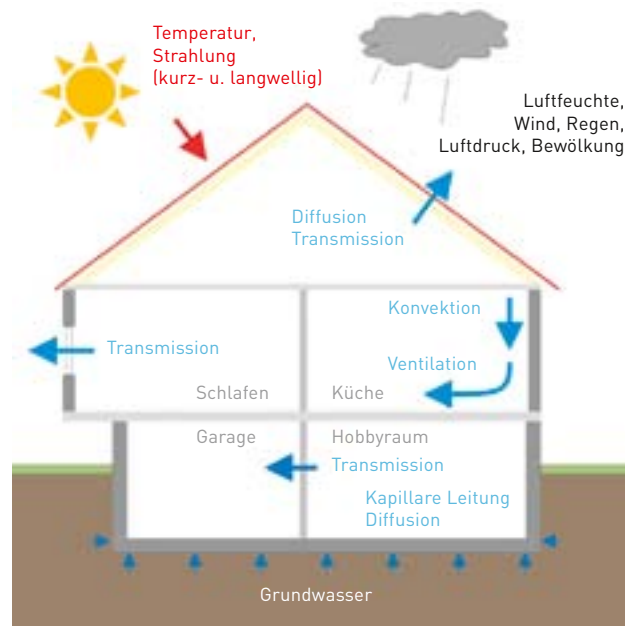


Abb. 27 Feuchtigkeitswirkungen auf ein Gebäude © SAENA

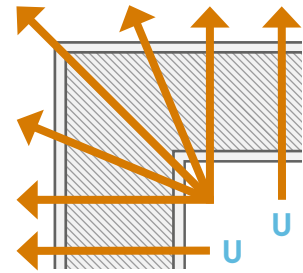
Wärmebrücken sind Bereiche der thermischen Gebäudehülle, an denen sowohl konstruktiv (z.B. Bauteilübergänge), stofflich (z.B. durchgehende Stahlträger) oder geometrisch (z.B. Gebäudeecken) bedingt Wärme verloren geht. An den betroffenen Bauteilen stellen sich dadurch niedrigere innere Oberflächentemperaturen ein. Diese kalten Bereiche tragen zu einem erhöhten Energieverlust bei und können unter ungünstigen Bedingungen zur Ansammlung von Feuchtigkeit führen. Verbunden mit unzureichender Lüftung entstehen dort häufig Stock- oder Schimmelflecken. Mit einer Thermografieaufnahme lassen sich Wärmebrücken farblich visualisieren.

Negative Auswirkungen von Wärmebrücken:

- erhöhter Energieverbrauch
- Beeinträchtigung der thermischen Behaglichkeit
- mangelhafte Wohnhygiene (z.B. Bildung von Kondenswasser und Schimmelpilzen)
- Gefährdung der Bausubstanz

Geometrische Wärmebrücke

- Fläche Innenecke kleiner als Fläche Außenecke



Stoffbedingte Wärmebrücke

- unterschiedliche Baustoffe = unterschiedliche U-Werte

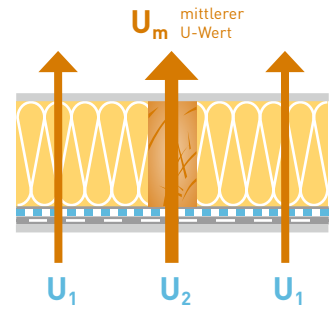


Abb. 28 Wärmebrücken

© SAENA

7.1 Keller und Bodenplatte

Die Anforderungen beim Neubau oder der Sanierung eines Kellergeschosses ist abhängig von der geplanten Nutzung. Grundsätzlich muss klar sein, für welche Zwecke der Keller zukünftig genutzt wird, z.B. ob der Keller als zusätzlicher Wohnraum oder als Abstellmöglichkeit dient. Für eine anvisierte Wohnnutzung ist ein höherer Aufwand notwendig. Bei beheizten Kellerräumen sind Wärmedämmmaßnahmen an Kelleraußenwänden und der Bodenplatte erforderlich. Als Dämmebene empfiehlt sich die Außenseite der Wände und Bodenplatte. Bei unbeheizten und nicht zu Wohnzwecken genutzten Kellern ist die Dämmung der Unterseite der Kellerdecke eine meist kostengünstigere Alternative. Es empfiehlt sich, bei einer Unterkellerung eine höherwertige Nutzung einzuplanen, da eine spätere Nachrüstung bei Nutzungsänderung nur mit großem Aufwand und enormen Kosten möglich ist.

Keller	
Pro	Kontra
<ul style="list-style-type: none"> → bis zu 40 % mehr Raumgewinn → nutzt bereits überbauten Baugrund, d.h. wertvolle Gartenfläche wird von Ersatzgebäuden freigehalten 	<ul style="list-style-type: none"> → zusätzliche Investitionen nötig, d.h. mind. 20% Mehrkosten → aufwendige Sanierung eventueller Bauschäden

Tab. 11 Vor- und Nachteile Keller

Die Dämmmaterialien von Keller und Bodenplatte müssen aufgrund der besonderen Einbausituation, weiteren Anforderungen gerecht werden. So müssen diese beispielsweise druckbelastbar sein, um den Erddruck und die Gebäudelasten aufnehmen zu können. Weiterhin müssen sie aus feuchteresistenten und unverrottbaren Stoffen bestehen, um die Dämmwirkung auch bei eintretender Feuchte auf Dauer gewährleisten zu können. Auch die Anschlüsse an andere Bauteile und aufgehende Wände müssen sorgfältig geplant und ausgeführt werden.

7.1.1 Kellerabdichtung

Ein Bauwerk muss gegen Feuchtigkeitseinwirkung von außen, wie z.B. gegen Grundwasser oder Witterungseinflüsse, geschützt werden, um deren schädigenden Einfluss auf die Bausubstanz zu verhindern und um die Nutzbarkeit des Gebäudes dauerhaft zu gewährleisten. Grundsätzlich ist die Art der Abdichtung eines Kellers abhängig von den örtlichen Bodenverhältnissen und ist demnach gegen Grund-, Stau- oder Sickerwasser zu schützen. Niederschläge führen zu einer Erhöhung der Bodenfeuchtigkeit, wobei extreme Belastungen auf Gebäude mit Hanglage einwirken können – hier müssen entsprechende Drainagen das Wasser wirkungsvoll ableiten. Eine Kontrolle aller Anschlüsse sowie eine Gefälleprüfung aller Drainageleitungen sollte von fachkundiger Stelle vor der Wiederauffüllung der Baugrube erfolgen.

Sanierung und Neubau

Schwarze Wanne



Abb. 29

© SAENA

Außenseitige Abdichtung aus Bitumen oder Kunststoffbahnen mit Schutzschicht

Vorteile

- geringer Planungsaufwand
- auf allen Baustoffen anwendbar
- für kleine Anwendungsbereiche oder Ausbesserungen geeignet

Nachteile

- aufwendige Herstellung
- witterungsabhängig

Neubau

Weißer Wanne



Abb. 30

© Benno Koch
Bauunternehmen GmbH -
Großheubach

Abdichtung aus wasserundurchlässigem Beton (WU); Bodenplatte und Außenwände „aus einem Guss“

Vorteile

- zusätzliche Abdichtungen nicht erforderlich
- Nacharbeitung bei Undichtigkeiten möglich
- geringer Herstellungsaufwand

Nachteile

- hoher Planungsaufwand
- hoher Bewehrungsanteil zur Rissbreitenminimierung
- kostenintensiv

Braune Wanne



Abb. 31

© BPH-GmbH

Abdichtung aus WU-Beton mit außenseitiger Abdichtung aus Bentonit-Dichtmatten

Vorteile

- keine Hinterläufigkeit durch feste Verbindung mit dem Frischbeton
- kleine Beschädigungen werden durch Quellfähigkeit selbstständig abgedichtet
- witterungsunabhängig

Nachteile

- kostenintensiv
- begrenzter Einsatzbereich

7.1.2 Kellerbelichtung und -belüftung

Die richtige Belüftung und Belichtung von Räumlichkeiten unterhalb der Geländeoberfläche sind ausschlaggebend für deren Nutzbarkeit und werden durch den Einbau von Kellerfenstern und Lichtschächten erreicht.

Meist werden die Lichtschächte aus Beton oder Kunststoff als Fertigteil angeliefert, können aber auch gemauert werden. Die Wände des Schachtes sollten über die Geländeoberfläche hinausragen, um ein Eindringen von Oberflächenwasser zu verhindern. Für den Schutz gegen Hineinfall und Laubeinfall können Abdeckungen und Roste angebracht werden. Kellerfenster gibt es in allen Formen, Farben und Materialien. Sie können zusätzlich mit einem Einbruchschutz versehen werden. Das Untergeschoss kann auch teilweise über die Geländeoberfläche hinausragen, um durch mehr Lichteinfall eine höhere Nutzungsqualität der Räume zu erreichen.

Gemäß § 47 SächsBO müssen Aufenthaltsräume, auch im Keller, eine lichte Raumhöhe von mindestens 2,40 m aufweisen. Die Fensterrohbauöffnungen müssen für eine ausreichende Belichtung mindestens einem Achtel der Netto-Grundfläche des jeweiligen Aufenthaltsraumes entsprechen. Sport-, Spiel-, Werk- und ähnliche Räume sind ohne Fenster zulässig.







Keller sollten vor allem in der kalten und trockenen Jahreszeit (Winter) belüftet werden, da die abzuführende Feuchtigkeit an der kälteren Außenluft auskondensieren kann. Eine Belüftung des kalten Kellers in der warmen Jahreszeit führt zu einer erhöhten Kondensation der warmen Außenluft an den kälteren Bauteilen (Wände, Decken) und somit zu einem zusätzlichen Feuchteintrag.





Weitere Informationen zur richtigen Kellerbelüftung finden Sie in der SAENA-Broschüre „Wohnungslüftung – Grundlagen, Anforderungen und technische Lösungen“.

7.2 Außenwand

Außenwände sind komplexe Elemente – sie tragen die Lasten ab, bieten Schutz vor äußeren Einwirkungen und sind wesentlich für das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes. Gebäudeöffnungen, wie Fenster und Außentüren, ermöglichen eine ausreichende Tageslicht- und Frischluftzufuhr. Grundsätzlich wird die Außenwand nach Material in Massiv- und Leichtbauweise unterschieden. Eine weitere Unterscheidung richtet sich nach der Anordnung unterschiedlicher Schichten, in ein- oder mehrschalige Wandsysteme.

Baumaterialien für Außenwände		
Massive Konstruktionen		
<p>Massive Außenwandkonstruktionen bestehen i.d.R. aus Mauerwerk, Beton oder Stahlbeton in monolithischer (aus einem Stück) Bauweise. Dabei werden Gebäudeteile (Wände, Decken, Stützen etc.) vor Ort errichtet oder gegossen – im Unterschied zum Montagebau, bei dem durch vorgefertigte Elemente die Wände errichtet werden.</p>		
Mauerziegel	 <p>Abb. 32 © Ziegelwerk Lizzi GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → aus Ton, Lehm oder tonigen Massen → als Vollziegel, Lochziegel, Klinker etc. für tragendes oder als Verblendmauerwerk → Färbung der einzelnen Typen hängt von den im Ton enthaltenen Mineralien ab → genormt in sämtlichen Formen und Größen erhältlich → zusätzliche Wärmedämmung erforderlich
Wärmedämmziegel	 <p>Abb. 33 © Wienerberger</p>	<ul style="list-style-type: none"> → aus gebranntem Ton mit beigemischten Luftporenbildnern → Hochlochziegel (vertikal angeordnete Luftkammern) → übernimmt sowohl Trag- als auch Dämmfunktion → ohne und mit Dämmfüllung aus Perlite, Mineralwolle oder Polystyrol erhältlich → keine zusätzliche Wärmedämmung nötig → ist in der Bauzeit vor größeren Feuchteeintrag zu schützen → geeigneten Außenputz (Leichtputz) verwenden
Kalksandstein	 <p>Abb. 34 © Xella Silka</p>	<ul style="list-style-type: none"> → aus Kalk, Quarzsand und Wasser → als Voll-, Loch-, Hohlblock- u. Plansteine für Innen- u. Außenwände → als Verblender in verschiedenen Oberflächenstrukturen erhältlich → hohe Tragfähigkeit, besonders für schlanke Wände → gute Ökobilanz → wirkt feuchtigkeitsregulierend und wärmespeichernd → hoher Schallschutz → zusätzliche Wärmedämmung erforderlich
Lehmstein	 <p>Abb. 35 © Claytec e.K.</p>	<ul style="list-style-type: none"> → aus Lehm, mit Beimischungen von Hanf, Holz, Blähton → luftgetrocknet – daher vor Dauernässe und Schlagregen schützen → als Massivlehmsteine oder Leichtlehmsteine → ökologisch nachhaltiger Baustoff → gute Feuchteaufnahme und -abgabe → idealer Wärmespeicher → geringerer Wärmedämmeffekt
Porenbeton	 <p>Abb. 36 © Xella Ytong</p>	<ul style="list-style-type: none"> → aus Quarzsand, Kalk, Wasser, Aluminiumpulver und Zement → als Porenbetonplansteine und Wandbauplatten → für Innen-, Außen- und Brandwände einsetzbar → sehr gute Dämmeigenschaften → hohe Maßgenauigkeit → punktuell nur gering belastbar → ist in der Bauzeit vor Feuchteeintrag zu schützen → geeigneten Außenputz (Leichtputz) verwenden
Leichtbeton	 <p>Abb. 37 © SAENA</p>	<ul style="list-style-type: none"> → aus Zement, Bims, Ziegelsplitt und Blähton → als Voll-, Vollblock- und Hohlblocksteine → Beton mit einer Trockenrohddichte von max. 2000 kg/m³ → hohe Druckfestigkeit → guter Schallschutz → ggf. zusätzliche Wärmedämmung erforderlich

Stahlbeton	 <p>Abb. 38 © SAENA</p>	<ul style="list-style-type: none"> → aus bewehrtem Beton, d.h. mit Stahleinlagen → als Fertigteile oder durch Herstellung vor Ort mit Hilfe von Schalungen für Bodenplatte, Wände, Decken oder Stürze → hohe Tragfähigkeit → hoher Schallschutz → zusätzliche Wärmedämmung erforderlich
Massiv-Holzbauweise	 <p>Abb. 39 © HolzForm</p>	<ul style="list-style-type: none"> → Holzbretter mehrschichtig gekreuzt (Kreuzholz), verpresst und mit Aluminiumrillenstiften zu einer Wandeinheit verbunden → für Außen- und Innenwände in verschiedenen Stärken erhältlich → auf chem. Holzschutz kann verzichtet werden → guter Schall- und Wärmeschutz
Leichte Konstruktionen		
<p>Leichte Konstruktionen bestehen meist aus Holz und Dämmstoffen. Diese werden in Skelett- oder Rippenbauweise erstellt. Zu beachten ist, dass hier zusätzliche Aussteifungen oder Tragkonstruktionen aus Holz, Stahl oder Stahlbeton zur Stabilisierung des Bauwerks erforderlich sind.</p>		
Holzskelett	 <p>Abb. 40 © SAENA</p>	<ul style="list-style-type: none"> → schlecht wärmeleitendes Material → lange Lebensdauer bei entsprechendem Schutz → resistent gegen Umweltbelastungen → ökologischer und nachwachsender Rohstoff → typische Einsatzgebiete sind Dachstühle, Wände, Decken oder Balkone
Stahlskelett	 <p>Abb. 41 © Bio-Solar-Haus® GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → stark wärmeleitendes Material, daher muss besonders auf Dämmung und Wärmebrücken geachtet werden → zuerst wird Haupttragwerk aus Stahlprofilen errichtet, danach werden Wand und Deckenelemente angebracht → sehr schneller Baufortschritt durch hohen Vorfertigungsgrad → Einsatzgebiete eher im Industrie- und Hochhausbau oder auch für vorgesetzte Treppenhäuser, Balkone und Wintergärten
Sonstiges		
Sturz	 <p>Abb. 42 © SAENA</p>	<ul style="list-style-type: none"> → i.d.R. aus Stahlbeton oder mit Beton gefüllten Ziegelementen → werden über Fenster- und Türöffnungen angebracht → leiten die darüberliegenden Lasten auf die darunterliegende Wand ab
Schalung	 <p>Abb. 43 © SAENA</p>	<ul style="list-style-type: none"> → sind Hohlformen, in die Beton eingegossen wird, welcher aushärtet; danach wird Schalung wieder entfernt → Schalhaut und Schalsystem je nach Anforderungen → durch die Schalhaut können unterschiedliche Oberflächenstrukturen erzeugt werden

Klassifizierung einer Außenwanddämmung nach Lage der Dämmebene

Klassifizierung einer Außenwanddämmung nach Lage der Dämmebene		
Außendämmung	Kerndämmung	Innendämmung
Sanierung und Neubau		Sanierung
<p>Wärmedämmung wird von außen auf die tragende Außenwand aufgebracht und schützt das Mauerwerk vor Feuchte- und Frosteinwirkungen.</p> <p>Wärmedämm-Verbundsystem Dämmstoffplatten werden direkt (WDVS) auf die Außenwand aufgebracht (geklebt und ggf. verdübelt) und anschließend mit einer Gewebeeinlage verputzt (armiert). Den äußeren wetterfesten Abschluss bildet oft ein mineralischer oder auf Silikonharz basierender Dünnschichtputz.</p> <p>Vorhangfassade An die Außenwand wird durch eine Unterkonstruktion aus Holz, Metall oder Kunststoff, eine wetterfeste Fassadenverkleidung vorgeblendet. Der Zwischenraum kann dabei mit beliebigem Dämmmaterial ausgefüllt werden.</p>	<p>Wärmedämmung wird in den Zwischenraum zweier Mauerwerkswände (Vor- und Hintermauerschale) eingebracht. Der verwendete Dämmstoff muss dauerhaft wasserabweisend sein.</p> <p>Bei einem Neubau können Plattendämmstoffe eingesetzt werden. Bei der Sanierung der Gebäude mit innenliegender Luftschicht kommt in der Regel eine Kombination aus Kerndämmung als sogenannte Einblasdämmung und Außenwanddämmung zum Einsatz. Diese Mischform der Dämmung wird angewendet, da die Stärke der Kerndämmung häufig nicht ausreicht, um eine akzeptable Dämmwirkung zu erzielen. Im Holzbau kommt hauptsächlich Kerndämmung zum Einsatz.</p>	<p>Wärmedämmung wird von innen auf die Außenwand direkt verklebt oder in eine Vorsatzschale integriert. Bei der Vorsatzschale ist auf der warmen Seite der Dämmung eine dauerhaft funktionierende Dampfbremse (z.B. PE-Folie) anzubringen, um Wasserdampfkondensationen im Dämmstoff zu vermeiden. Geeignete diffusionsoffene Dämmstoffe für eine vollflächige Verklebung sind z.B. Kalziumsilikat, Mineralschaum oder Holzweichfaserplatten. Bei diesen kapillaraktiven Systemen kann u.U. auf eine Dampfbremse verzichtet werden. Jede Art der Innendämmung setzt eine genaue Planung voraus, da konstruktive und geometrische Wärmebrücken und der bauphysikalische Feuchteschutz betrachtet und durch geeignete Maßnahmen vermieden werden müssen.</p>



Abb. 44
Wärmedämm-Verbundsystem
© Architekturbüro Salzbrenner



Abb. 45
Vorhangfassade
© Architekturbüro Salzbrenner



Abb. 46
Kerndämmung
© Architekturbüro Salzbrenner



Abb. 47
Innendämmung
© Architekturbüro Salzbrenner

Vorteile

- massive Wand wirkt als Wärmespeicher
- Taupunkt außerhalb der Wand
- Behaglichkeitssteigerung, aufgrund hoher Wandinnentemperaturen
- vorhandene Raumflächen bleiben erhalten
- kein Einfrieren von Leitungen im Mauerwerk

- kein Wohnraumverlust
- Bestandsfassade kann erhalten werden
- keine Beeinträchtigung der Bewohner bei Ausführung
- kostengünstig

- Fassade bleibt erhalten
- Maßnahme unabhängig von Entscheidung der Nachbarn, z.B. bei Doppel- o. Reihenhäusern
- schnelleres Aufheizen der Räume
- witterungsunabhängig

Nachteile

- langsames Aufheizen der Räume
- Verkleinerung der lichten Fensteröffnungen
- witterungsabhängig
- Änderung der Ansicht der Bestandsfassade
- teilweise im Denkmalschutz nicht zulässig oder nur unter Auflagen

- Bestandsfassade erfordert eine dauerhaft wasserabweisende Schutzbeschichtung
- Wärmebrücken bleiben bestehen
- Dämmstärke nicht variabel

- anspruchsvoll in Planung und Ausführung
- Verringerung der Raumflächen
- Taupunkt innerhalb der Wand
- kritische Stellen (Wärmebrücken)

7.3 Gebäudeöffnungen

Nach der Errichtung des Rohbaus folgt die Fertigstellung des Innenbereiches – der Ausbau. Er umfasst z.B. Putz- und Malerarbeiten, Installationsarbeiten sowie Fenster- und Türerbauten. Die Planung des Innenausbau übernimmt i.d.R. der Architekt, allerdings kann auf Wunsch auch ein Raumgestalter hinzugezogen werden. Aufgrund der Vielfalt der Gewerke, die hier zum Einsatz kommen, geht der Trend klar zur Gesamtkoordination, d.h. dass ein einziges Fachunternehmen für die Ausbauleistungen zuständig ist. Dies bringt eine bessere Koordination mit sich und ermöglicht eine termingerechte Fertigstellung.

Als Einbauorte für Öffnungselemente mit den geringsten Wärmeverlusten haben sich die Varianten – Einbau an der Wandaußenkante der inneren Tragschale (①) und Einbau in der Dämmebene (②) – bewährt, wenn eine Außendämmung angebracht wird.

Öffnungen, wie Fenster und Türen, zählen mit zu den größten Schwachstellen der thermischen Gebäudehülle, da hier gehäuft Bauschäden auftreten.

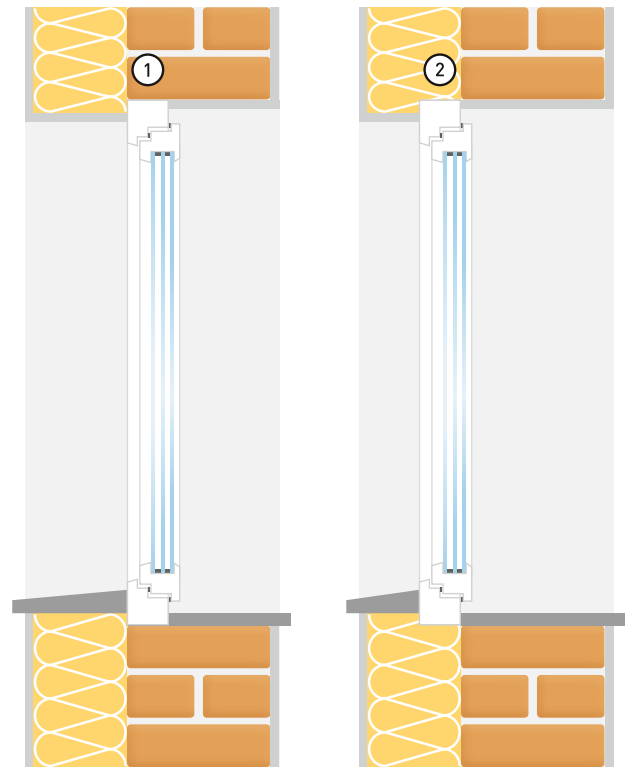


Abb. 48 Empfehlenswerte Einbausituationen bei einer Außenwanddämmung (Vertikalschnitt)

© SAENA

Die Fenstermontage muss den gesetzlichen Anforderungen entsprechen und fachgerecht erfolgen. Um die gewünschte Schadensfreiheit zu sichern und die energetischen und behaglichen Ziele zu erreichen, muss diese ausschließlich nach den anerkannten Regeln der Technik geplant und ausgeführt werden. Eine anerkannte Regel der Technik stellt die RAL-Montage für Fenster dar. Der Begriff RAL-Montage steht im Bauwesen für den normgerechten luftdichten Einbau von Fenstern und Türen. Dabei handelt es sich um ein Gütezeichen des „RAL Instituts für Gütesicherung und Kennzeichnung“, welches auch in der Deutschen Industrienorm (DIN) festgeschrieben ist. Der Einbau von Fenstern nach dieser anerkannten Regel ist für Handwerksbetriebe verpflichtend.

Beim Einbau neuer Fenster sind drei Dichtungsebenen zu beachten, wofür nur bauaufsichtlich zugelassene Produkte verwendet werden dürfen. Die innere Abdichtung trennt Raum- und Außenklima und muss dampfdiffusionsdicht (luftdicht) ausgeführt sein. Die mittlere Abdichtung zwischen Fensterrahmen und Hauswand muss vollständig mit einer Wärmedämmung gefüllt sein. Die äußere Abdichtung stellt die Wetterschutzebene dar und sollte dauerhaft dampfdiffusionsoffen, aber schlagregendicht sein.

Um Fenster und Außentüren richtig einbauen zu können, muss besonders im Altbau ein ebener Mauerwerksanschluss umlaufend vorhanden sein. Hierfür sollten die Fensterlaibungen vorher verputzt werden, oder zumindest einen Glattstrich aus Feinputz erhalten. Besonders bei heutigen Hochlochziegeln mit Luftkammern ist die Fensterbrüstung mit einem geeigneten Mörtel zu verschließen, damit keine Luft von außen unter der Fensterbank nach innen einströmen kann.

- ① **Innenseite:** Einbau eines diffusionsdichten Dichtklebebandes
- ② **Zwischenraum:** Einbau eines Wärmedämmstoffes
- ③ **Außenseite:** Einbau von vorkomprimierten Dichtbändern oder Fensteranschlussprofilen

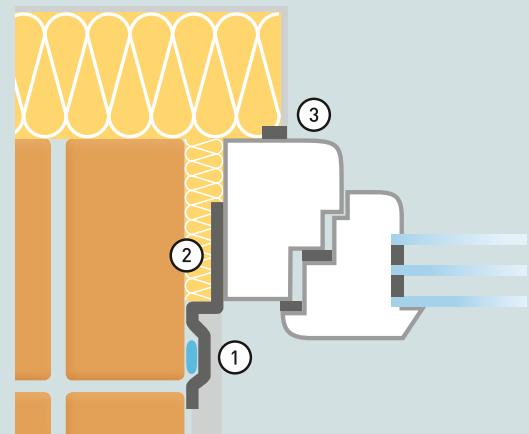


Abb. 49 Luftdichter Anschluss – Fensterrahmen mit Mauerwerk (Horizontalschnitt)

© SAENA



Nähere Informationen erfahren Sie im SAENA-Filmclip „Fachgerechte Fenstermontage“ unter www.saena.de/themen/thermische-gebaeudehuelle.html.




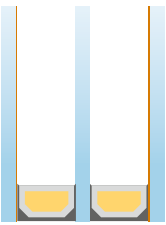
7.3.1 Fenster

Als wichtigstes Gestaltungselement einer Fassade ermöglichen Fenster eine Blickbeziehung zwischen Innen- und Außenraum. Jedoch genauso wichtig wie das Erscheinungsbild sind auch die bauphysikalischen Eigenschaften und die Erfüllung von weiteren Qualitätsanforderungen.

Große Fensterflächen sollten auf der Südseite des Gebäudes platziert werden, da sie dort im Winter anrechenbare Wärmeerträge einbringen. Um dem sommerlichen Wärmeschutz gerecht zu werden und eine Überhitzung zu vermeiden, muss das Gebäudeinnere durch geeignete Maßnahmen gegen die direkte Sonneneinstrahlung, am besten durch außenliegende Verschattungselemente, geschützt werden. Hinsichtlich des Wärmeverlustes sollten kleine Fenster, die i.d.R. Nebenräume belichten und belüften, im Norden platziert werden.

Für die Auswahl der Fenster sind sowohl der U_w -Wert als auch der Preis in Abhängigkeit von der jeweiligen Kombination aus Verglasung, Konstruktion und Bauweise zu betrachten.

Eine wesentliche Aussage zu den thermischen Eigenschaften eines Fensters erhält der Bauherr durch den U_w -Wert (Wärmedurchgangskoeffizient: $U_{\text{window}} = U_{\text{Fenster}}$), angegeben in W/m^2K . Er setzt sich aus dem U_g -Wert für den Glasanteil, dem U_f -Wert für den Rahmenanteil und dem zusätzlichen Ψ -Wert, dem Wärmebrückenverlustkoeffizienten des Glasrandes in W/mK zusammen. Dabei gilt: je kleiner der U_w -Wert, desto besser die Dämmeigenschaften des Bauteils. Fensterhersteller geben leider oft nur den U_g -Wert an, deshalb sollte der Kunde hier genauer nachfragen.

Verglasungen im Wandel der Zeit				
Art	Abbildung	Beschreibung	Wärmeverlust	U-Wert
Einscheibenverglasung	 <p>Abb. 50 ©SAENA</p>	Haben nur eine einzige Scheibe und dadurch sehr schlechte Dämmeigenschaften. Der Einbau von Einscheibenverglasung ist heute im Wohnungsbau nicht mehr gestattet.	100 %	5,6
Standard-Isolierverglasung	 <p>Abb. 51 ©SAENA</p>	I.d.R. mit zwei Scheiben, die durch ein abgedichtetes Umfassungsprofil verbunden sind und deren Zwischenraum mit Luft gefüllt ist. Diese Fenster werden im Wohnungsbau nicht mehr verwendet, da mit ihnen die Anforderungen des GEG kaum zu erfüllen sind.	50 %	2,9 - 3,1
Zweifach-Wärmeschutzverglasung	 <p>Abb. 52 ©SAENA</p>	Hierbei werden die Scheibenzwischenräume mit Edelgas gefüllt, welche einen niedrigen Wärmeleitwert und damit gute Dämmeigenschaften aufweisen. Zusätzlich wird eine dünne, farbneutrale Metalloxidschicht aufgetragen. Diese reflektiert die Wärmestrahlung im Raum und vermindert somit die Abstrahlung nach außen. Das führt dazu, dass die Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung bei südlich orientierten Fenstern annähernd den Wärmeverlusten über die Scheiben entsprechen.	20 %	1,1 - 1,6
Dreifach-Wärmeschutzverglasung	 <p>Abb. 53 ©SAENA</p>		10 %	0,4 - 0,8





Konstruktionen

Art	Abbildung	Beschreibung
Einfaches Fenster	 Abb. 54 © SAENA	Ist die älteste Ausführungsvariante und wurde zunächst mit Einscheibenverglasung hergestellt. Dank der Entwicklung von Isolier- und Wärmeschutzverglasung sowie Optimierung der Rahmenbauteile ist es auch heute mit Zwei- und Dreischeibenverglasung der am häufigsten verbaute Fenstertyp in Europa.
Kastenfenster	 Abb. 55 © Tischlerei Höhne	Historische Kastenfenster, auch Doppel-Fenster genannt, wurden eingebaut, wenn die einscheibenverglaste Einfachfenster den Anforderungen an Wärmedämmung, Winddichtheit und Schallschutz nicht mehr gerecht werden konnten. Die beiden getrennt zu öffnenden Rahmen sind konstruktiv durch eine Zarge zusammengefasst und bilden dadurch einen geschlossenen Kasten. Heute werden auch diese mit Wärmeschutzverglasung hergestellt und kommen meist aus Gründen des Denkmalschutzes in der Altbau-Sanierung zum Einsatz.
Verbundfenster	 Abb. 56 © Internorm International GmbH	Verbundfenster sind eine Weiterentwicklung des Kastenfensters. Hierbei sind Innen- und Außenflügel durch Spezialbeschläge miteinander verbunden und haben einen gemeinsamen Drehpunkt, wodurch sie wie Einfachfenster zu bedienen sind. Ihnen gegenüber besitzen sie jedoch bessere Wärme- und Schallschutzeigenschaften. Heute gibt es Verbundfenster oft als Sonderanfertigungen, z.B. für einen integrierten Sonnenschutz zwischen den Glasscheiben.
Festverglasung	 Abb. 57 © SAENA	Fenster mit einer Festverglasung lassen sich nicht öffnen, da keinerlei Öffnungsflügel vorhanden sind. Eine Reinigung der Außenfläche ist daher nur von außen möglich. Aufgrund des fehlenden Flügels vermindert sich der Rahmenanteil, was bei sehr guter Verglasung zu verbesserten Dämmwerten und mehr Lichteinfall führt. Daher sind schlanke bis unsichtbare Profile möglich. Sie können mit allen Verglasungen hergestellt werden.



Abb. 58
Neubau
Fensterbänder
mit
Raffstoreanlagen
© SAENA

Bauweisen und Materialien

Art	Abbildung	Beschreibung
Aluminium	 <p>Abb. 59 © Wertbau GmbH</p>	<p>Aluminiumfenster werden aus Strangpressprofilen von Aluminiumlegierungen mit geringem Gewicht und guten Festigkeitswerten hergestellt. Thermisch getrennte Profile sorgen für gute Wärmedämmung und verhindern das Beschlagen des Fensterrahmens. Sie sind langlebig, witterungsbeständig und nahezu wartungsfrei. Erhältlich sind sie in vielen Farben mit anodisierter, einbrennlackierter oder farbbeschichteter Oberfläche.</p>
Holz	 <p>Abb. 60 © Wertbau GmbH</p>	<p>Holzfenster werden aus Weich- und Harthölzern, wie z.B. Kiefer, Fichte oder Lärche hergestellt. Sie zeichnen sich durch gute Wärmedämmeigenschaften und ein günstiges Verhältnis zwischen hoher Festigkeit und geringem Gewicht aus. Ein fachgerechter Oberflächenschutz sollte durch umweltfreundliche, lösemittelarme bzw. lösemittelfreie Beschichtungen erfolgen. Außenseitig können sie auch mit Aluminium oder Kunststoff verkleidet bzw. durch Dämmstoffkerne energetisch aufgewertet werden.</p>
Kunststoff	 <p>Abb. 61 © Wertbau GmbH</p>	<p>Kunststofffenster bestehen aus stabilen Mehrkammer-Hohlprofilen, sind korrosions- und lichtbeständig, pflegeleicht und auch ohne Anstrich haltbar. Sie zeichnen sich durch eine enorme Oberflächenvielfalt aus. Vom einfarbigen Element bis zum Holzimitat ist alles erhältlich. Auch diese Fenster können an der Außenseite mit Aluminium in allen RAL-Farben verkleidet werden.</p>
Stahl	 <p>Abb. 62 © Jansen AG</p>	<p>Die Rahmen werden aus Stahlprofilen hergestellt. Aufgrund der hohen statischen Belastbarkeit des Materials sind sie für großdimensionierte Fensterkonstruktionen geeignet und bieten gleichzeitig filigrane Profilbreiten und geringe Einbautiefen. Diese Fenster sind eher im Industriebau verbreitet, da der hohe Aufwand der thermischen Entkopplung sie zusätzlich verteuert.</p>

7.3.2 Türen

Die Haustür stellt den gestalterischen Mittelpunkt des Gebäudes dar. Eingangsbereiche sollten zusammen mit dem Briefkasten, der Klingelanlage und einem eventuellen Wetterschutzdach ein harmonisches Gesamtbild ergeben. Doch neben ästhetischen Ansprüchen muss die Haustür auch energetischen und sicherheitstechnischen Ansprüchen gerecht werden:

- dauerhaft witterungsbeständige Oberfläche
- gute Winddichtigkeit und gute Schlagregensicherheit
- mechanische Festigkeit und Formstabilität
- Einbruchsicherheit (je nach verschiedenen Widerstandsklassen → Kap. 7.3.3)
- Wärme- und Schallschutz

Zugänge zu Nebenräumen wie Keller oder Garagen können zwar optisch einfacher ausgeführt werden, dennoch sollten diese im Hinblick auf den Einbruchschutz genauso sicher sein.

Türbauweisen und Materialien

Aluminiumtür	Holztür	Kunststofftür	Stahltür
			
<p>Abb. 63 © SAENA</p>	<p>Abb. 64 Foto: © GM Photography / Fotolia.com</p>	<p>Abb. 65 © SAENA</p>	<p>Abb. 66 © Janzen AG</p>

Um den aktuellen energetischen Anforderungen gerecht zu werden, müssen die Profile der Türen thermisch getrennt, wärmedämmend und luftdicht ausgeführt werden. Das Türblatt selbst bietet vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten. Es kann unter anderem mit verschiedenen Sandwichelementen, Glas oder anderen Stilelementen gefüllt werden.

7.3.3 Einbruchschutz

Wohnungseinbrüche haben in den letzten Jahren stark zugenommen. Die Aufklärungsquote von Wohnungseinbruchdiebstählen ist eher gering, da häufig eingebrochen wird, wenn die Anwohner nicht zu Hause sind. Fenster oder Terrassentüren im Keller- oder Erdgeschoss werden von Einbrechern bevorzugt, da diese einfach zu erreichen und oft ungenügend bis schlecht gesichert sind. Aber auch durch vorhandene, jedoch ungewollte Aufstieghilfen, z.B. durch Balkone, Fluchttreppen oder Dachleitern, gelangen Langfinger in obere Geschosse.

Je nach Gefährdungspotential können Bauelemente mit unterschiedlichen Widerstandsklassen der Einbruchshemmung (→ Abb. 60) ausgestattet werden. Je höher die Widerstandsklasse, desto besser der Einbruchschutz. Die Widerstandsklassen definieren den Grad des Widerstands eines Fensters oder einer Fenstertür gegen Einbruchversuche und richten sich nach den angewandten Werkzeugen und den zu erwartenden Arbeitsweisen der Einbrecher.



Abb. 67 Die Schwachpunkte am Haus

Quelle: Winkhaus

- 01 Basissicherheit**
für Dach- und Giebel Fenster
- 02 Einbruchhemmung nach RC1 N**
für Fenster und für schwer zugängliche, von außen einsehbare Balkonfenstertüren im Obergeschoss
- 03 Einbruchhemmung nach RC2, bei Bedarf nach RC 3**
für Erdgeschossfenster und Fenster im Keller und Souterrain sowie Balkontüren



Abb. 68
umlaufende
Pilzkopfverriegelung
© SAENA

Widerstands-			Kommentar
Klassen		Zeit	
DIN EN 1627 (ab Sept. 2011)	(alt)	in Minuten	
RC 1 N	neu	3 ohne manuelle Einbruchsprüfung	↑ begrenzter bis geringer Schutz gegen Einbruchversuche Anwendung erst bei oberen Stockwerken sinnvoll
RC 2 N	neu	3	
RC 2	WK 2	3	Schutz vor Aufhebeln eines verriegelten Elementes mit einfachem Werkzeug (bspw. Schraubendreher). Ohne Anforderung an die Verlasung – kein Sicherheitsglas
RC 3	WK 3	5	Schutz vor Aufhebeln eines verriegelten Elementes mit professionellem Werkzeug (bspw. Brechstange). Mit Sicherheitsglas, einbruchhemmend nach DIN EN 356
RC 4	WK 4	10	Schutz vor Einbruch eines verriegelten Elementes mit Säge- und Schlagwerkzeug (bspw. Akkuschauber, Schlagaxt, Meisel). Mit Sicherheitsglas, einbruchhemmend nach DIN EN 356
RC 5	WK 5	15	Schutz vor Einbruch eines verriegelten Elementes wie bei RC 4; mit zusätzlichem Einsatz von Elektrowerkzeugen (Winkelschleifer mit einem Scheibendurchmesser von max. 125 mm). Mit Sicherheitsglas, einbruchhemmend nach DIN EN 356. Muss direkten Angriff während der Prüfung (15 Min.) überdauern
RC 6	WK 6	20	↓ Schutz vor Einbruch eines verriegelten Elementes wie bei RC 5; mit zusätzlichem Einsatz von Elektrowerkzeugen (Winkelschleifer mit einem Scheibendurchmesser von max. 250 mm). Mit Sicherheitsglas, einbruchhemmend nach DIN EN 356. Muss direkten Angriff während der Prüfung (20 Min.) überdauern

Tab. 12 Widerstandsklassen nach DIN EN 1627

Quelle: <http://blog.einbruchschutz-fenster.de/widerstandsklasse/>

TIPP Maßnahmen zum vorbeugenden Einbruchschutz werden auch durch Bund und Länder gefördert. Lassen Sie sich von Ihrem Tischler- bzw. Fensterfachbetrieb oder von einer der polizeilichen Beratungsstellen in Sachsen zum Thema „Vorbeugender Einbruchschutz“ und Fördermöglichkeiten beraten. Für Bauherren und Architekten stellt zudem die Polizei Sachsen sogenannte „Errichterlisten“ zur Verfügung mit empfohlenen und geprüften Firmen, die sich einem speziellen Aufnahmeverfahren des Landeskriminalamtes Sachsen unterzogen haben und Sicherungstechnik für Gebäude einbauen bzw. nachrüsten.

Polizeiliche Beratungsstelle Sachsen:

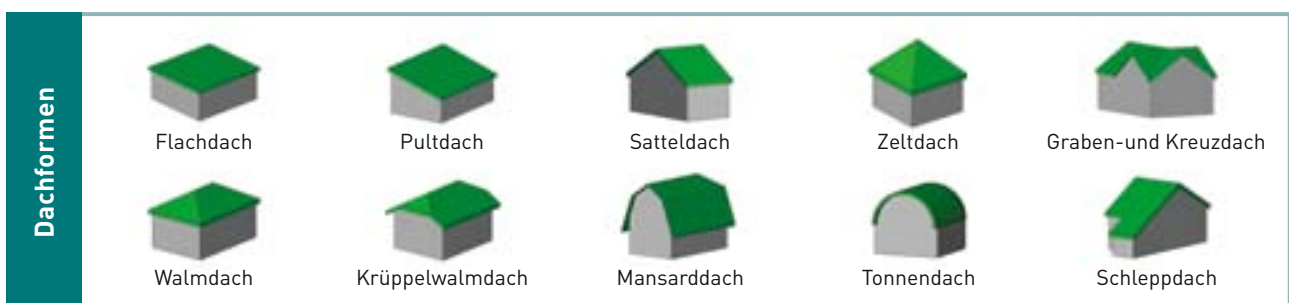
www.polizei.sachsen.de/de/beratungsstellen_pdc.htm

Errichterlisten - Empfohlene Firmen für Sicherheitstechnik: www.polizei.sachsen.de/de/23303.htm

7.4 Oberste Geschossdecke und Dachformen

Da warme Luft aufsteigt, ist es wichtig, den oberen Teil der Gebäudehülle mit einem sehr guten Wärmeschutz auszustatten. Je nach Nutzung des Dachraumes wird die thermische Hülle am Dachverlauf selbst oder an der obersten Geschossdecke entlanggeführt. Das Dach stellt, als die „fünfte Fassade“, den obersten Abschluss eines Gebäudes dar. In unserer Region kommen hauptsächlich geneigte Sattel-, Walm- oder Mansarddächer zur Anwendung. Neben solchen Holzkonstruktionen, die als Pfetten-, Sparren- oder Kehlbalkendach ausgebildet sein können, besitzen jüngere Gebäude auch Flachdachkonstruktionen in Holz- oder Massivbauweise.

Die Gestaltung des Dachkörpers ist nicht nur für das Erscheinungsbild des Bauwerks prägend, sondern auch für dessen Ökobilanz. So werden am Dach nicht nur Satellitenschüssel, Blitzschutzanlage und Schneefangelemente angebracht, sondern auch Anlagen für erneuerbare Energien, wie z.B. Photovoltaik, Solarthermie oder Kleinwindanlagen.






© Architekturbüro Wetzel

Entwurfsregeln energieeffizienter Gebäude:

- je kompakter das Gebäude, desto besser die Energiebilanz (möglichst geringe Außenfläche und größtmögliches beheiztes Volumen = ein gutes A / V-Verhältnis)
- kompakte Dachform, wenige Dachaufbauten, um Außenflächen sowie Verschattung auf dem Dach zu minimieren
- Dachflächen möglichst mit Nord-Süd-Ausrichtung für Nutzung Erneuerbarer Energien
- Ausrichtung großflächiger Verglasungen in Richtung Süden, um solare Energieerträge zu erhöhen
- Verschattungselemente, die die flache Wintersonne ins Gebäude lassen und im Sommer die steil eintreffenden Sonnenstrahlen abhalten
- Aufenthaltsräume sind im Süden anzuordnen, Funktions- und Nebenräume im Norden
- Auswahl effizienter Anlagentechnik, Steuerung und Pumpen
- intelligente Nutzung von Erneuerbaren Energien

7.4.1 Dachkonstruktionen

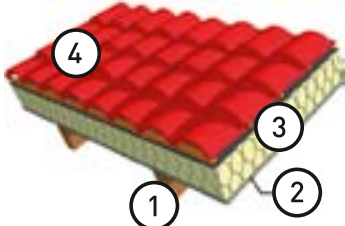
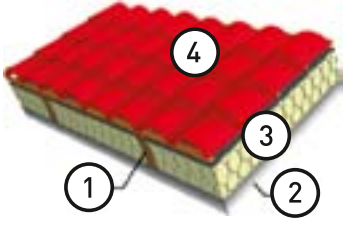
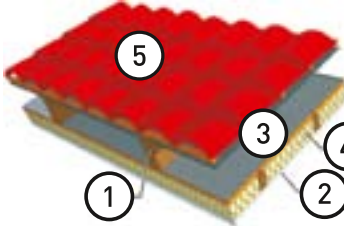
Traditionelle Holzkonstruktionen		
Sparrendach	Kehlbalkendach	Pfettendach
<p>ist eine Konstruktion zur Herstellung eines geneigten Daches. Dabei werden gegenüberliegende Sparrenpaare mit einem Abstand von 70-80 cm (max. 90 cm) hintereinander in Firstrichtung aufgestellt. Im First befindet sich i.d.R. eine Richtlatte, welche die Sparrenpaare verbindet.</p> <p>Spannweite: 7 - 8 m Dachneigung: $\geq 30 - 60^\circ$</p>  <p>Abb. 69 © Architekturbüro Wetzell</p>	<p>ist eine Weiterentwicklung des Sparrendaches. Um größere Gebäudetiefen zu überdecken, werden die Sparren zusätzlich durch waagerechte Kehlbalken verbunden, welche das Durchbiegen der Sparren verhindern soll.</p> <p>Spannweite: 9 - 14 m Dachneigung: $\geq 30 - 60^\circ$</p>  <p>Abb. 70 © Architekturbüro Wetzell</p>	<p>ist die verbreitetste Konstruktionsweise eines geneigten Daches, wobei die in Firstrichtung gestaffelten Sparren durch waagerechte Pfetten miteinander verbunden sind. Zusammengehörige Sparrenpaare sind allerdings nicht erforderlich.</p> <p>Spannweite: bis 10 m Dachneigung: $\geq 45^\circ$</p>  <p>Abb. 71 © Architekturbüro Wetzell</p>
Vorteile		
<ul style="list-style-type: none"> → stützenfreier Dachraum → vom Dach unabhängige Grundrissgestaltung möglich → Kehlbalken können beim Dachausbau mitgenutzt werden, z.B. als Unterkonstruktion für eine Unterdecke → geringerer Holzverbrauch bei vergleichsweise größeren Dachneigungen 	<ul style="list-style-type: none"> → keine aufwendigen Drempelkonstruktionen nötig → Errichtung großer Dachgauben und Spannweiten möglich → einfacher Zuschnitt und Montage 	
Nachteile		
<ul style="list-style-type: none"> → aufwendigere Konstruktion (z.B. Stahlbeton-Ringanker) im Drempelbereich notwendig, aufgrund hoher Horizontalkräfte → Schwierigkeiten bei stark verwinkelten Grundrissen und Walmkonstruktionen → Gauben sollten nicht größer als zwei Sparrenfelder sein 	<ul style="list-style-type: none"> → ggf. Aussteifungen und Stützen im Dachraum → Lastabtragung in darunterliegende Geschosse notwendig 	

7.4.2 Dachaufbauten und Dämmung

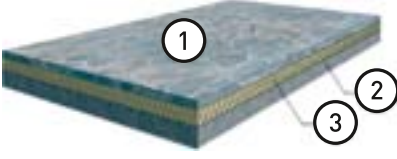


Für die Schaffung zusätzlicher Wohnfläche im Dachraum muss ein fachgerechter Dachausbau erfolgen. Hierbei soll das Dach eines Hauses den Bewohnern dauerhaft Schutz vor Regen, Kälte, Lärm- und Schallbelastungen bieten und zudem wenig Heizwärme nach außen verlieren. Bei Steildächern mit Holzdachstühlen kann die Wärmedämmung oberhalb, unterhalb oder zwischen den Dachsparren angebracht werden. Bleibt der Spitzboden unbeheizt, so muss die oberste Geschossdecke des beheizten Raumes ausreichend wärmegeklämt sein. Je nach örtlichen Gegebenheiten ist die Montage des Dämmstoffes im Dach oder in der obersten Geschossdecke von innen/unten wie auch von außen/oben möglich. Flachdächer stellen eine Besonderheit dar, da eine dauerhafte Regendichtheit mit einem höheren Aufwand verbunden ist.

Wasserundurchlässigkeit von außen und Luftdichtigkeit von innen sind die wichtigsten Voraussetzungen für eine wärmedämmende Dachfunktion. Am Markt existiert eine Vielzahl an möglichen Abdichtungs- und Dämmmaterialien. Fachbetriebe beraten zu Vor- und Nachteilen, um die geeignetste Variante zu finden. Mit der Übergabe von Lieferscheinen und Unternehmererklärung sollte sich der Bauherr die korrekte Ausführung bestätigen lassen.

TIPP Nähere Informationen erfahren Sie im SAENA-Filmclip „Dachdämmung“ unter www.saena.de/themen/thermische-gebaeudehuelle.html.

Dachdämmung		
Aufsparrendämmung	Zwischensparrendämmung	Untersparrendämmung
<ul style="list-style-type: none"> → Dämmung erfolgt oberhalb der Dachsparren → für Neubauten, aber auch bei Dachsanierungen besonders gut geeignet  <p>© TU Dresden</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Sparren ② Verkleidung ③ Wärmedämmung ④ Außenhaut 	<ul style="list-style-type: none"> → Dämmung wird zwischen den Sparren eingebaut → im Bestand mit niedrigen Sparrenhöhen ist zumeist eine Aufdopplung (Erhöhung des Sparrenzwischenraumes) erforderlich  <p>© TU Dresden</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Sparren ② Verkleidung ③ Wärmedämmung ④ Außenhaut 	<ul style="list-style-type: none"> → Sonderform der Innendämmung → Dämmung wird raumseitig auf Sparren bzw. Unterkonstruktion aufgebracht  <p>© TU Dresden</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Sparren ② Verkleidung ③ Sparrenzwischenraum ④ Untersparrendämmung ⑤ Außenhaut
Vorteile		
<ul style="list-style-type: none"> → keine Wärmebrücken im Bereich der Sparren → Sparrenhöhe nur nach statischen Erfordernissen → geringe Beeinträchtigung der Bewohner 	<ul style="list-style-type: none"> → nicht unbedingt ein Eingriff auf vorhandene Dacheindeckung erforderlich → einfach auszuführen → kostengünstigste Variante → raumweise Sanierung möglich → witterungsunabhängig 	<ul style="list-style-type: none"> → Kombination mit Zwischensparrendämmung möglich → Verringerung von Wärmebrücken → Dämmebene kann als Installations-ebene für Leitungen genutzt werden → witterungsunabhängig
Nachteile		
<ul style="list-style-type: none"> → kostenintensiv → nicht für denkmalgeschützte Gebäude geeignet → witterungsabhängig → Abstimmung mit Nachbarn bei Reihenhäusern erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> → Gefahr von Wärmebrücken → Sparrenhöhe muss ggf. an erforderliche Dämmstärke angepasst werden → Beeinträchtigung der Bewohner während der Bauzeit 	<ul style="list-style-type: none"> → Rauminhalt wird verringert → als alleinige Dämmmaßnahme häufig nicht ausreichend → Beeinträchtigung der Bewohner während der Bauzeit

Dämmung der obersten Geschossdecke

Aufdeckendämmung	Zwischendeckendämmung	Unterdeckendämmung
<ul style="list-style-type: none"> → Dämmung befindet sich oberhalb der Rohbaudecke → Nutzung bestimmt die Dämmstoffart (Verwendung von trittfester Dämmung bei begehbaren Decken) → ggf. bei Mattendämmstoffen oberseitig eine diffusionsoffene Winddichtungsbahn verwenden  <p style="text-align: center;">© TU Dresden</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Fußbodenaufbau ② Rohbaudecke ③ Wärmedämmung 	<ul style="list-style-type: none"> → Dämmebene innerhalb des Deckenaufbaus → nur für Balkendecken geeignet → i.d.R. Schütt- oder Einblasdämmung z.B. aus Perliten oder Faserflocken → unterseitige Dampfbremse beachten  <p style="text-align: center;">© TU Dresden</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Fußbodenaufbau ② Wärmedämmung ③ Deckenverkleidung ④ Deckenbalken 	<ul style="list-style-type: none"> → Anbringen der Dämmung direkt an der Unterseite der Decke oder in einer abgehängenen Unterkonstruktion → unterseitige Dampfbremse beachten  <p style="text-align: center;">© TU Dresden</p> <ul style="list-style-type: none"> ① Fußbodenaufbau ② Rohbaudecke ③ Wärmedämmung
Vorteile		
<ul style="list-style-type: none"> → einfache Maßnahme bei Sanierungen, da Deckenoberseite frei zugänglich → kostengünstig → wärmebrückenarm 	<ul style="list-style-type: none"> → Konstruktionshöhe bleibt unverändert → Raumvolumen bleibt erhalten → keine anderen Anpassungen notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> → einfache Maßnahme, wenn Decke frei zugänglich ist → konstruktive Anpassungen i.d.R. nicht nötig
Nachteile		
<ul style="list-style-type: none"> → Verlust von Raumvolumen → Höhenanpassungen im Bereich von Türen notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> → Gefahr von Wärmebrücken → mögliche Verschlechterung des Schallschutzes 	<ul style="list-style-type: none"> → Raumhöhe im unteren Geschoss wird verringert → Gefahr von Wärmebrücken

7.4.3 Luftdichtheit

Bei der Herstellung eines gut gedämmten Daches ist vor allem der Luftdichtheit (Dampfdichtheit) große Aufmerksamkeit zu widmen. Anschlussdetails müssen dampfdicht ausgeführt werden, so dass sich später in der Konstruktion keine Feuchtigkeit ansammeln kann. Schwachstellen finden sich insbesondere an den Übergängen zwischen Mauerwerk und Holzkonstruktion, am Giebelanschluss, an den Traufen sowie an Schornsteinen und sämtlichen Durchdringungen. Sowohl am Ortgang als auch an der Traufe ist der Anschluss der Dachdämmung an die Außenwanddämmung sorgfältig zu planen und korrekt auszuführen. Die Luftdichtheitsebene muss immer lückenlos durchgeführt werden. Die Frage, ob eine Dampfbremse notwendig ist, kann nicht generell mit ja oder nein beantwortet werden. Sie richtet sich nach dem Aufbau der Konstruktion. Wird diese von innen nach außen zunehmend diffusionsoffen gestaltet, kann u.U. auf eine Dampfbremse auf der Innenseite verzichtet werden. Diese Frage ist am Besten von einem erfahrenen Planer zu beantworten, der die konkrete Situation beurteilt und eine entsprechende Empfehlung ausspricht. Die Luftdichtheit des Gebäudes muss natürlich in jedem Fall gewährleistet werden.

Bei Dachkonstruktionen wird des Weiteren zwischen Warm- und Kaltdächern unterschieden. Die Unterschiede liegen in der Lage der Dachhaut und der Belüftungsebene. Als Warmdach (einschaliges Dach) werden unbelüftete Dachkonstruktionen bezeichnet, wobei die Dachhaut direkt auf der Dämmung liegt. Beim Kaltdach (zweischaliges Dach) hingegen ist eine spezielle Belüftungsebene oberhalb des Unterdaches (über einer diffusionsoffenen Unterspannbahn oder Holzfaserplatte) notwendig. Diese stellt die Abführung des Wasserdampfes sicher.

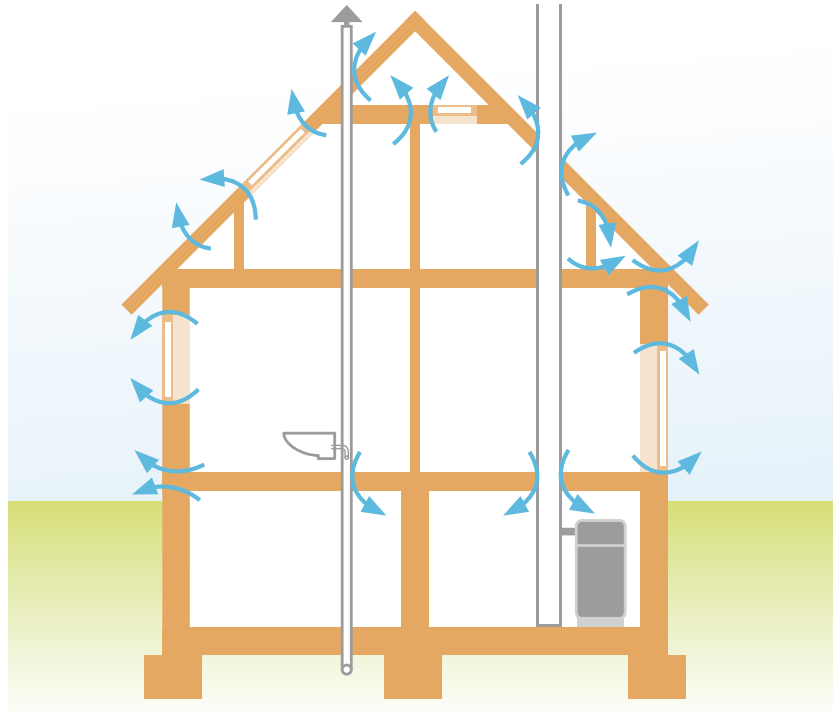


Abb. 72 Wärmeverluste durch Undichtigkeiten

© SAENA










Nähere Informationen erfahren Sie im

SAENA-Filmclip „Luftdichtheit“ unter www.saena.de/themen/thermische-gebaeudehuelle.html.

Dachaufbauten	
Warmdach	Kaltdach
<ul style="list-style-type: none"> → meist ohne Hinterlüftung → einschalige Bauweise → die Dachhaut (Abdichtung) wird direkt auf die Dämmschicht aufgebracht → liegt die Dämmschicht hingegen über der Abdichtung, wird von einem Umkehrdach gesprochen 	<ul style="list-style-type: none"> → mit Hinterlüftung → mehrschalige Bauweise → Feuchtigkeit wird über eine unter der Dachhaut liegende Belüftungsebene abgeführt
<p>Abb. 73 Schematischer Aufbau Warmdach ©SAENA</p>	<p>Abb. 74 Schematischer Aufbau Kaltdach ©SAENA</p>

7.4.4 Dachdeckungen

Eine Wärmedämmung ist nur dann wirksam, wenn die Dachhaut dauerhaft in einem einwandfreien Zustand ist. Niederschlags- oder Tauwasser können die Dämmung in kürzester Zeit durchfeuchten, so dass nicht nur die Dämmwirkung verloren geht, sondern auch erhebliche Bauschäden auftreten. Um die Dachkonstruktion vor mechanischen Beanspruchungen und Witterungseinflüssen zu schützen, wird außenseitig eine Dachdeckung angebracht. Diese kann aus klassischen Schindeln oder Dachziegeln, aber auch aus Kunststoff- oder Metallelementen bestehen. Besonders für Flachdächer ist eine Dachbegrünung (Gründach) geeignet, wofür es viele verschiedene Ausführungsvarianten gibt. Ein Gründach erfordert einen Mehraufwand für den mehrlagigen Schichtaufbau.

Dachziegel			
Art	Abbildung	Beschreibung	Dachneigung
Biberschwanz	 <p>Abb. 75 © Wienerberger GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → Ziegel mit langer Tradition → Verlegung in Kronendeckung oder Doppeldeckung → in vielen verschiedenen Formen erhältlich (bei uns verbreitet ist der Sächsische Biber mit einem extrem flachen Segmentschnitt) → gehört zur Klasse der Schindeln 	≥ 30 %
Mönch und Nonne	 <p>Abb. 76 © Wienerberger GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → zweiteiliger Ziegel (Nonnenziegel liegt unten, deren Aufkantungen werden vom Mönchziegel überdeckt) → findet sich häufig im mediterranen Raum → bei sogenannten Klosterziegeln sind Mönch und Nonne bereits fest miteinander verbunden 	≥ 40 %
Krempziegel	 <p>Abb. 77 © Wienerberger GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → historischer Pressdachziegel → kann auch als Wandbehang verwendet werden → Krempe läuft konisch zu und ermöglicht dadurch ein variables Übereinanderlegen 	≥ 35 %
Falzziegel	 <p>Abb. 78 © Wienerberger GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → gibt es in verschiedenen Ausführungen (wie z.B. Strang- oder Doppelmuldenfalzziegel) → durch dieses Ineinandergreifen wird ein guter Schutz gegen Regen, Schnee und Staub geboten und eine optimale Dachentlüftung gewährleistet 	≥ 30 %
Hohlfalzziegel	 <p>Abb. 79 © Wienerberger GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → Falzziegel nach dem Vorbild klassischer Hohlpannenziegel → spezielles Falzsystem ermöglicht variables Verschieben → sehr gut für geschwungene Dachformen geeignet 	≥ 28 %
Flachziegel	 <p>Abb. 80 © Wienerberger GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → moderne gerade glatte Form, für klare Dachstrukturen → Verlegung im Verband 	≥ 25 %
Flachdachziegel	 <p>Abb. 81 © Wienerberger GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → gehört zur Gruppe der Falzziegel → wird für mittel bis flach geneigte Dächer, aber auch steil geneigte Dächer verwendet → besonders ausgebildete Falze leitet das Wasser auf die Mulde des darunterliegenden Ziegels 	≥ 22 %

Sonstige Dachdeckungen

Art	Abbildung	Beschreibung
Schindelein	 <p data-bbox="284 568 600 595">Abb. 82 © SAENA</p>	<ul style="list-style-type: none"> → älteste Form der Dacheindeckung → durch Nagelbefestigung können diese auch an extrem steilen Dächern befestigt werden → werden schuppenförmig ausgelegt, so dass das Wasser ablaufen und nicht dahinter laufen kann → in den unterschiedlichsten Materialien erhältlich, wie in Holz, Schiefer, Bitumen oder auch Faserzement → in vielen Formen erhältlich, z.B. rund, spitz oder laubförmig
Reet	 <p data-bbox="284 945 600 972">Abb. 83 © Hiss Reet GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → ist häufig im Norden Deutschlands zu finden → kann als Kaltdach (mit Hinterlüftung) ausgeführt werden → erfordert eine Regeldachneigung von mindestens 45° → keine Dachrinne vorhanden; benötigt einen Dachüberstand von mindestens 50 cm → werden als Bündel geliefert und dann als geschraubtes, genähtes oder gebündeltes Dach hergestellt → bietet sehr guten Wärmeschutz → Lebensdauer i.d.R. zwischen 30 - 50 Jahre
Kunststoff	 <p data-bbox="284 1321 600 1348">Abb. 84 © moreplast GmbH</p>	<ul style="list-style-type: none"> → sehr leichtes Baumaterial → einfache Verarbeitung → Elemente werden unsichtbar verschraubt → in sämtlichen Formen, Farben und Varianten erhältlich, z.B. Biberoptik oder Wellelement
Metall	 <p data-bbox="284 1697 600 1724">Abb. 85 © SAENA</p>	<ul style="list-style-type: none"> → vielseitige Einsatzmöglichkeiten → Material: Zink, Kupfer, Aluminium oder Edelstahl → geknickt oder gebogen → hohe Lebensdauer → Regenschalldämmung erforderlich, durch untergelegte Schallschutzbahnen

Dachbegrünung

Extensive Begrünung

- geringe Lasten und Schichtaufbau
- Vegetationsschicht aus mineralischen Substraten zwischen 3 - 15 cm
- Wasser- und Nährstoffversorgung weitestgehend über natürliche Prozesse
- Gesamtaufbau ohne Dämmung: bis ca. 20 cm
- geeignet für anspruchslose Pflanzen, die trockenheitsverträglich sind (z.B. Moose, Wildkräuter, Gräser)
- Pflege und Unterhaltungsaufwand gering



Abb. 86

© Optigrün international GmbH

Intensive Begrünung

- hohe Anforderungen an Funktionsschichten sowie Wasser- und Nährstoffversorgung
- erfordert einen hohen Schichtenaufbau
- Vegetationsschicht bis ca. 65 cm
- Gesamtaufbau ohne Dämmung bis zu 1 m
- unbegrenzte Gestaltungsmöglichkeiten
- das Pflanzen von Bäumen und Sträuchern ist möglich



Abb. 87

© Optigrün international GmbH

Vorteile










- bildet wertvolle Biotope in der Stadt und bietet nutzbare Flächen
- stellt einen erweiterten Lebensraum für Mensch und Tier dar
- trägt zur Verbesserung der Luft, aufgrund der natürlichen Filterwirkung bei
- gleicht wirkungsvoll Temperaturschwankungen aus (kühlt im Sommer, wärmt im Winter)
- Steigerung der Behaglichkeit in den Räumen
- Einsparung von Energiekosten, aufgrund zusätzlicher Wärmedämmung
- erhöht den Schallschutz
- Verlängerung der Lebensdauer eines Unterdaches, da die Begrünung die Dachhaut vor mechanischen und thermischen Einflüssen schützt

Nachteile

- erfordert eine ausführliche Planung und korrekte Ausführung
- höhere Anforderungen an die Statik
- intensive Begrünung erfordert höheren Pflegeaufwand
- je nach Art und Bepflanzung relativ kostenintensiv

7.4.5 Dachelemente

Das Dach eines Gebäudes muss auch eine Reihe von technischen Installationen beherbergen, wie etwa Begehungshilfen für Wartungen, Blitzschutzanlagen, Antennen und Satellitenschüsseln sowie Schneefangsysteme, Solaranlagen oder Schornsteine. Weiterhin können durch den Einbau von Gauben und Fenstern Dachräume belichtet und belüftet werden, welche dadurch erst Wohnqualität erhalten.

Dachfenster					
<p>Dachfenster dienen der Belüftung und Belichtung eines Dachraumes, wodurch eine Verbesserung der Nutzbarkeit der Räumlichkeiten erzielt wird.</p>					
Dachflächenfenster	Dachgaube	Flachdachfenster			
					
<p>Abb. 88 © SAENA</p>	<p>Abb. 89 © SAENA</p>	<p>Abb. 90 © Velux Deutschland GmbH</p>			
<p>→ Fenster ist in Dachfläche eingelassen und hat den gleichen Neigungswinkel wie das Dach</p>	<p>→ Fenster, die normal auch in Wände eingebaut werden, finden auch Anwendung in einer Gaube</p>	<p>→ Fensteröffnung, die in flache oder leicht geneigte Dächer eingebaut werden und den Raum von oben belichten</p>			
Gauben					
<p>Gauben sind Dachaufbauten, die die Nutzbarkeit von Dachräumen verbessern, da sie das Raumvolumen vergrößern. Diese treten ebenso vielfältig in Erscheinung, wie die Dachformen selbst. Es gibt eine Vielzahl von Gaubenkonstruktionen, bei denen besonders darauf geachtet werden muss, dass der Anschluss an die Dachdeckung und die innenliegende Dampfbremse dauerhaft dicht ausgeführt wird. Gauben stellen eine Unterbrechung der Wärmedämmebene des Daches dar und sind daher mindestens genau so gut zu dämmen, vor allem in den Anschlussbereichen und Knickpunkten.</p>					
					
Fledermausgaube	Schleppgaube	Walmgaube	Spitzgaube	Doppelgaube	Sattelgaube

© Architekturbüro Wetzel

7.4.6 Dachentwässerung

Überbaute und befestigte Flächen wie Haus- und Garagendächer, aber auch Wege und Zufahrten sind in ein Entwässerungssystem einzubinden. Bei der Planung ist die Grundstücksbebauung als Gesamtsystem zu betrachten. Vorab ist abzuklären, ob ein Anschluss an ein öffentliches Abwassernetz möglich ist. In Anbetracht der zunehmend auftretenden Starkregeneignisse und aus Gründen der Hochwasservorsorge ist es sinnvoll, das öffentliche Kanalnetz zu entlasten und eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung vorzuziehen. Beispielsweise kann anfallendes Regenwasser vor Ort gespeichert und zur Gartenbewässerung oder im Haushalt (WC-Spülung, Waschmaschine) verwendet werden (vgl. **Teil I / WISSEN KOMPAKT**, Kapitel 8.6 „Regenwassernutzung“). Alternativ kann das Regenwasser auf dem Grundstück versickert und somit dem natürlichen Wasserkreislauf wieder zugeführt werden. Dies lässt sich durch den Bau von Versickerungsanlagen (z.B. Mulden, Rigolen, Rohr-Rigolen, Sickerschächte oder kombinierte Bauweisen) umsetzen. Die ökologischen Vorteile liegen dabei in der deutlichen Verringerung des Regenwasserabflusses, der flächendeckenden Förderung der Grundwasserneubildung sowie in der Verbesserung des Mikroklimas.

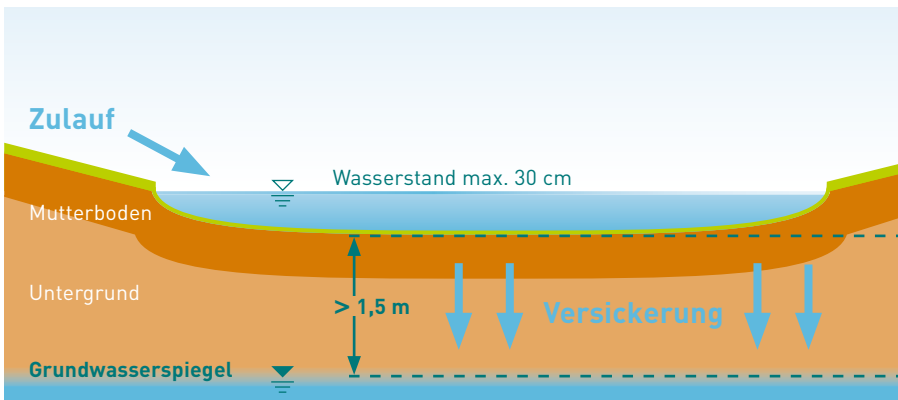


Abb. 91
Funktionsschema Muldenversickerung
© SAENA

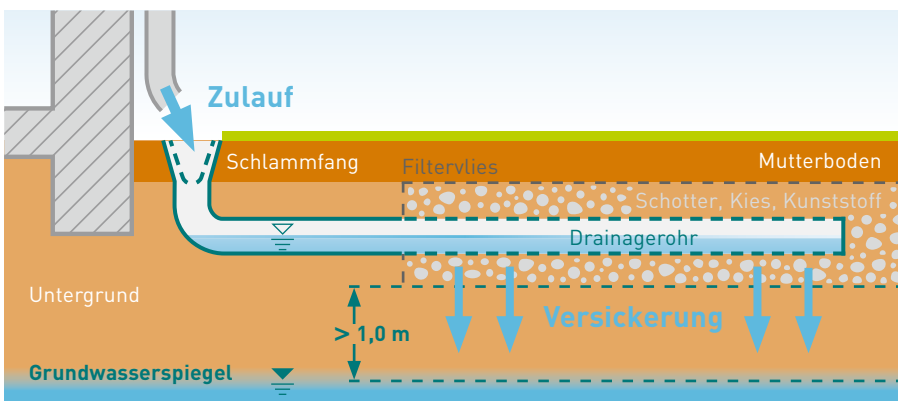


Abb. 92
Funktionsschema Rohrrigolenversickerung
© SAENA

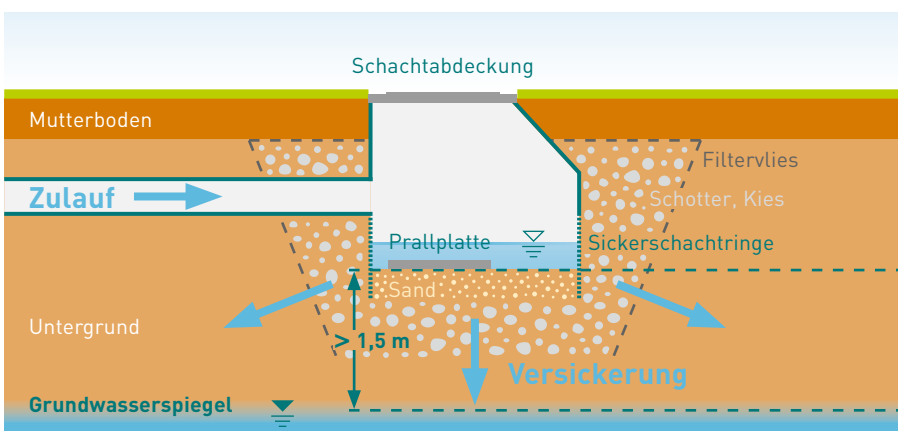


Abb. 93
Funktionsschema Schachtversickerung
© SAENA

Art und Dimensionierung einer Versickerungsanlage sind vor allem von der Regenwassereinzugsfläche, der Flächenverfügbarkeit sowie der Versickerungsfähigkeit des Bodens abhängig. Zudem beeinflussen Dachform und Dachneigung die Art der Dachentwässerung. Hierzu gibt es eine Reihe spezieller Regeln und Normen, die es für die Bemessung der Entwässerungsleitungen einzuhalten gilt.

8 Gebäudetechnik

Ein Gebäude enthält aber nicht nur baukonstruktive Elemente wie die der thermischen Gebäudehülle, sondern auch technische Anlagen für eine ausreichende Versorgung mit z.B. Strom, Wärme, Warmwasser und Frischluft. Die Gebäudetechnik kann je nach Bedarf folgende Funktionen erfüllen:

- | | | |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| → Wärmeversorgung | → Brauchwassererwärmung | → Elektroinstallation |
| → Lüftung | → Klimatisierung | → Regenwassernutzung |

Die nachfolgend vorgestellten Anlagentechniken geben einen Überblick über die derzeit in Wohngebäuden üblichen Technologien. Auch auf neuere Entwicklungen wird eingegangen.

8.1 Wärmeversorgung und Brauchwassererwärmung

Der überwiegende Teil des Endenergiebedarfs in deutschen Haushalten wird für die Wärmeversorgung aufgewendet. Die Heizungsanlage muss Wärmeverluste des Gebäudes und den erforderlichen Warmwasserbedarf decken. Der dafür notwendige Aufwand ist abhängig von Anlagentechnologie und eingesetztem Energieträger. Damit bekommt deren Auswahl eine erhebliche Bedeutung für die späteren Betriebskosten.

Der Aufwand zur Deckung des Wärmebedarfs setzt sich aus Investitions-, Betriebs- und Verbrauchskosten zusammen. Investitionskosten lassen sich am besten anhand von Kostenberechnungen oder vergleichbaren Angeboten von Fachfirmen für die verschiedenen Systeme bewerten. Aktuelle Förderungen durch Land und Bund können sich hier kostenmindernd auswirken.

Die Verbrauchskosten berechnen sich aus dem Wärmebedarf und dem Jahresnutzungsgrad der gesamten Anlage, d.h. wie viel Prozent der eingesetzten Endenergie z.B. Gas, Öl oder Holz kommt als nutzbare Wärmeenergie bei den Heizflächen an. Der Jahresnutzungsgrad beinhaltet den vom Hersteller angegebenen Wirkungsgrad des Wärmeerzeugers und die Verluste bei der Bereitschaftshaltung, Wärmeverteilung und -übergabe. Er liegt im Bereich von unter 70 % bei älteren Anlagen und bis zu 95 % bei neueren Heizungsanlagen. Die weitere Energiepreisentwicklung über den Betrachtungszeitraum stellt einen wichtigen Kostenfaktor dar. Deshalb sollten ehrlicherweise verschiedene Szenarien, z.B. Steigerungen von 3 % p.a. bis 8 % p.a. in die Prognose der Verbrauchskosten einfließen. Dazu kommen Betriebskosten durch Wartung und Revision sowie Hilfsenergien. Hier können belastbare Angaben durch Ingenieure und Fachunternehmen getroffen werden.

Neben rein wirtschaftlichen Interessen beeinflussen weitere subjektive Faktoren die Auswahl der Heizungsanlage. Dazu zählt der Wunsch der Unabhängigkeit von globalen Energiepreisentwicklungen bei Öl und Gas ebenso, wie Nachhaltigkeit, Potential und Aufwand zum

Einsatz erneuerbarer Energien in Form von Erdwärme oder Solarthermie sowie Lagermöglichkeiten für Brennstoffbevorratung. Nicht nur in den Städten, auch im ländlichen Raum werden immer mehr Nahwärmenetze genutzt oder sind in Planung. Deren Versorgung erfolgt zunehmend über KWK-Anlagen oder Biomassenutzung, was die Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit verbessert. Bei der Umstellung von Bestandsanlagen muss dringend die erforderliche Auslegungstemperatur für die Deckung der Heizlast beachtet werden. Es gilt prinzipiell, je niedriger die Temperatur, um so breiter ist das Spektrum effizient nutzbarer Energiequellen.

Jedem Gebäudeeigentümer ist zu empfehlen, die Entscheidung für ein System auf Basis einer Variantenuntersuchung zu treffen. Dabei sollten sich die Kosten für eine geeignete Anlagenkonstellation in den folgenden 15 Jahren Anlagennutzungsdauer amortisieren. Es sei denn die Wahl wird aus rein subjektiven Erwägungen getroffen, wie z.B. bei Luxusgegenständen.

TIPP Aktuelle Infos und hilfreiche Checklisten finden Sie in der SAENA-Broschüre „**Moderne Heizsysteme für Wohngebäude – Ein Überblick zum Stand der Technik**“.

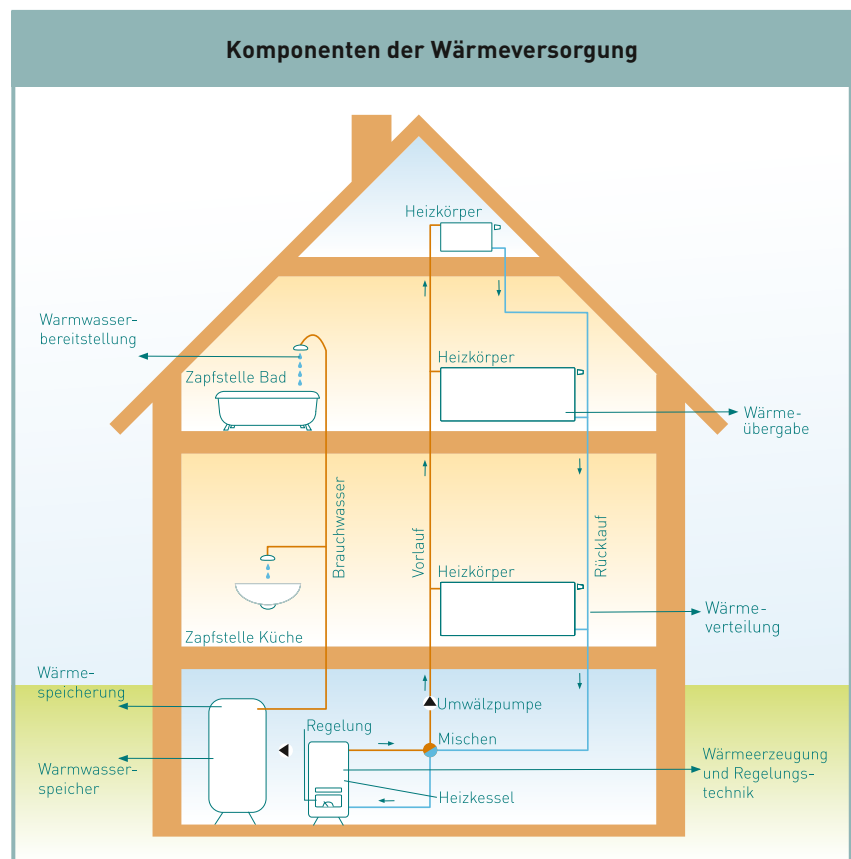


Abb. 94

© SAENA

8.1.1 Energieträger

Als Energieträger werden Stoffe bezeichnet, die in chemischer oder anderer Form Energie speichern. Dabei wird zwischen primären und sekundären Energieträgern unterschieden. Als Primärenergieträger werden alle fossilen Energien, wie Kohle, Erdgas, Erdöl, die Biomasse aber auch nukleare Brennstoffe bezeichnet. Als sekundäre Energieträger werden Elektrizität, Wasserstoff, Biogas, Ethanol, Methanol oder Biodiesel eingestuft, die erst durch Umwandlungsprozesse zur Verfügung stehen. Energieträger können durch Netze zum Wärmeenergieerzeuger gelangen bzw. gelagert oder gespeichert werden, um vor Ort als Nutzenergie bereitzustehen.

Ab 2021 wurde eine sogenannte „CO₂-Bepreisung“ auf fossile Energieträger eingeführt, wodurch die Verbrauchspreise für z.B. Heizöl und Erdgas zukünftig stetig steigen werden. Dies muss bei der Auswahl des zukünftigen Heizsystems mit berücksichtigt werden



TIPP

Die Verbrauchspreise für Brennstoffe und Strom sind starken Schwankungen unterlegen (jahreszeitlich und jährlich). Es wird daher empfohlen, sich über die aktuellen Marktpreise im Internet oder bei den örtlichen Anbietern zu informieren.

Abb. 95
Energieträger Holz
© SAENA

Energieträger	Heizwert [Hi] (früher unterer Heizwert [Hu])	Umrechnung gebräuchlicher Volumeneinheiten	Primär- energiefaktor kWh _{Prim} /kWh _{End}	CO ₂ -Äquivalent- Emissionsfaktor g/kWh _{End} [GEMIS Vers. 4.93]
Heizöl	ca. 10,0 kWh/l	1 l ~ 0,84 kg	1,1	325,1
Erdgas H (High-Gas)	ca. 9,4 - 11,8 kWh/m ³	10,4 - 13,1 kg/m ³	1,1	246,0
Erdgas L (Low-Gas)	ca. 7,6 - 10,1 kWh/m ³	0,70 - 0,84 kg/m ³	1,1	246,0
Flüssiggas	ca. 12,8 kWh/kg	1 kg ~ 0,51 m ³	1,1	284,9
Steinkohle	ca. 7,8 - 9,1 kWh/kg	1 Ztr* ~ 50 kg	1,1	436,2
Braunkohle	ca. 5,5 kWh/kg	1 Ztr* ~ 50 kg	1,2	408,0
Brennholz	ca. 4,0 - 4,5 kWh/kg	1 rm* ~ 400 kg	0,2	11
Holz-Hackschnitzel	ca. 3,5 - 4,0 kWh/kg	1 srm* ~ 220 kg	0,2	24,8
Holz-Pellets	ca. 4,9 - 5,1 kWh/kg	1 srm* ~ 650 kg	0,2	28,3
Strom	-	-	allgem. Strommix: 1,8 Verdrängungs- strommix: 2,8	580,1

Tab. 13 Übersicht Kennwerte verschiedener Energieträger

* rm – Raummeter
* srm – Schüttraummeter
* Ztr – Zentner

TIPP

Die durchschnittlichen Verbraucherpreise (brutto) der aufgeführten Energieträger befinden sich im **Teil II / KOMPAKT*** dieser Bauherrenmappe.

8.1.2 Brennstofflagerung

Insbesondere für flüssige und feste Energieträger sind ausreichend dimensionierte Lagerkapazitäten erforderlich. Dies ist bei den Planungen entsprechend zu berücksichtigen. Weiterhin sollte darauf geachtet werden, dass das Lagervolumen nicht zu groß bemessen wird (Bindung von Kapital, Bindung von Raumfläche). Für ein Einfamilienhaus kann ein Heizöllager 2.000 bis 3.000 l umfassen. Für ein Holzlager ist ein separater Raum erforderlich (zumeist im Keller). Die erforderliche Größe liegt bei ca. 12 bis 15 m².

Der Vorteil der Brennstofflagerung besteht darin, dass der Energieträger bei den saisonal stark schwankenden Preisen in der Regel zu Zeiten günstiger Konditionen erworben werden kann. Nachteilig wirken sich der erforderliche Platzbedarf und die kontinuierliche Beschaffungspflicht aus.




Brennstofflagerung			
Heizöl	Flüssiggas	Pelletlager	Holzlager
 <p>Abb. 96 © VIESSMANN Werke</p> <p>→ Ausführung als Erdtank oder Tank innerhalb des Gebäudes</p>	 <p>Abb. 97 © SAENA</p> <p>→ Ausführung als Erdtank oder freistehender Tank</p>	 <p>Abb. 98 © SAENA</p> <p>→ Sacksilo, Erdtank, Keller-raum, Tank etc.</p>	 <p>Abb. 99 © SAENA</p> <p>→ Lagerplätze als überdachte Unterstände</p>
Anforderungen			
<ul style="list-style-type: none"> → frostfreie Aufstellung → stabile Lagerung → Lagerort: baurechtliche und länderspezifische Anforderungen beachten → Sicherheitstanks → keine Anwendung in Grundwasserschutzgebieten möglich 	<ul style="list-style-type: none"> → stabile Lagerung → Lagerort: baurechtliche und länderspezifische Anforderungen beachten → Sicherheitstanks → keine Anwendung in Grundwasserschutzgebieten möglich 	<ul style="list-style-type: none"> → trockene Lagerung → Lieferung durch Schüttung oder Einblasverfahren 	<ul style="list-style-type: none"> → gut durchlüftete, trockene Lagerung → vor Regen und Bodennässe schützen → Holz mit Wassergehalt > 50 % auf < 20 % Wassergehalt trocknen → Holzscheite ausreichend spalten → geschlossene Räume, z.B. Garagen/Keller wegen fehlender Luftzirkulation ungeeignet

8.1.3 Wärmeerzeugung

Mit dem Wärmeerzeuger wird die Nutzenergie für Heizung und Warmwasser erzeugt. In der nachfolgenden Übersicht werden die geläufigsten Techniken zusammengefasst.

Übersicht mögliche Wärmeerzeuger		
Brennwertkessel	Mini-Blockheizkraftwerk	Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung
 <p>Abb. 100 Gas-Brennwertkessel © Buderus</p> <ul style="list-style-type: none"> → Verbrennung von Öl, Gas und Holz (Scheite, Pellets, Hackschnitzel oder Briketts) → Nutzung der Kondensationswärmeenergie des im Abgas enthaltenen Wasser → Gebläse erforderlich, da Abgase nicht mehr durch thermischen Auftrieb im Schornstein aufsteigen → besondere Anforderungen an Schornstein (gasdicht und kondensatbeständig) 	 <p>Abb. 101 Mini-BHKW © VAILLANT</p> <ul style="list-style-type: none"> → motorinterne Verbrennung von Erd- oder Flüssiggas und Heizöl → gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme → Leistungsbereich zw. 20 bis 50 kW elektrischer Leistung → Einsatz vor allem für Gebäude mit einem höheren Wärmebedarf (z.B. in Mehrfamilienhäusern, Pensionen und kleineren Gewerbebetrieben) → neben normalen Verbrennungsmotoren gibt es auch Alternativen (z.B. Stirling-Motor) 	 <p>Abb. 102 Mikro-KWK-System © SenerTec</p> <ul style="list-style-type: none"> → wandeln extern zugeführte Wärmeenergie in Bewegungsenergie um → Verwendung von Bio-, Erd- oder Flüssiggas, Öl, Holz → gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme → Einsatz verschiedener Arten von Energieträgern möglich → Nutzung des Effekts der Druck- bzw. Volumenvergrößerung
Nutzungsgrad		
<ul style="list-style-type: none"> → bis 110 % (bezogen auf den Brennwert) 	<ul style="list-style-type: none"> → bis 98 % anteilig: Stromerzeugung 25-45 % Wärmeerzeugung 55-75 % 	<ul style="list-style-type: none"> → Stromerzeugung: 10-20 %, Wärmeerzeugung: 60-70 %
Vorteile		
<ul style="list-style-type: none"> → geringe Heizkosten und hoher Wirkungsgrad → stufenlose Wärmeleistungsregelung (15-100 %) → geringere Betriebstemperatur als bei herkömmlichen Kesseln → Kombination mit Erneuerbaren Energien möglich → geringere Schadstoffemission als z.B. Niedertemperaturkessel 	<ul style="list-style-type: none"> → Nutzung von Abwärme und Strom direkt vor Ort → rund 2/3 der Energiebereitstellung als Heizwärme und ca. 1/3 als Strom nutzbar → wenn der Wärmebedarf konstant ist, sehr effektive Arbeitsweise (= hohe Anzahl an jährlichen Vollbenutzungsstunden) 	<ul style="list-style-type: none"> → geringer Brennstoffverbrauch → geräusch- und emissionsarme Betriebsweise → höhere Lebensdauer als übliche Verbrennungsmotoren → wartungsarm
Nachteile		
<ul style="list-style-type: none"> → besondere Schornsteinanforderungen → CO₂-Emissionen (höher bei ineffektiven Betrieb aufgrund von Planungs- bzw. Ausführungsfehler) 	<ul style="list-style-type: none"> → wartungsintensiv → hohe Investitionskosten → hohe Geräuschemissionen (produktabhängig) → geringe Vollbenutzungsstunden (Laufzeit) = unwirtschaftlicher 	<ul style="list-style-type: none"> → Nutzungsgrad geringer als beim BHKW → Leistung ist sehr langsam regelbar → Investitionskosten höher als bei anderen Verbrennungsmotoren

Übersicht mögliche Wärmeerzeuger

Brennstoffzellenheizung	Festbrennstoffkessel	Holzvergaserkessel
		
<p>Abb. 103 Brennstoffzellenheizung © VISSMANN</p> <ul style="list-style-type: none"> → elektrochemische Reaktion (sog. „kalte Verbrennung“) von Sauerstoff und aus emissionsarmem Erdgas gewonnenem Wasserstoff → gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme → durch hohen Gesamtwirkungsgrad von 90 % lassen sich Heiz- und Stromkosten einsparen und CO₂-Emissionen um bis zu 50 % reduzieren 	<p>Abb. 104 Festbrennstoffkessel © Buderus</p> <ul style="list-style-type: none"> → Verfeuerung von Holz in Form von Scheite, Pellets, Hackschnitzel oder Briketts → umweltfreundlicher durch Holzvergasertechnik (siehe rechte Spalte) → Brenngutzuführung mit Schnecken- oder Saugsystem für Pellets oder Hackschnitzel möglich 	<p>Abb. 105 Holzvergaserkessel © Buderus</p> <ul style="list-style-type: none"> → Variante des Stückholzkessels → chargenweise Holzzuführung möglich → entstehendes Holzgas wird bei sehr hohen Temperaturen ebenfalls verbrannt → Brenngut brennt nach unten nahezu vollständig ab
Nutzungsgrad		
<ul style="list-style-type: none"> → Niedertemperatur BZ: Stromerzeugung: 30 %, Wärmeezeugung: 53 % → Hochtemperatur BZ: Stromerzeugung: 60 %, Wärmeezeugung: 25 % 	<ul style="list-style-type: none"> → bis 98 % 	<ul style="list-style-type: none"> → bis 95 %
Vorteile		
<ul style="list-style-type: none"> → gemeinsame Strom- und Wärmeerzeugung mit höherem elektrischem Wirkungsgrad als konventionelle motorische KWK-Anlagen → arbeitet lokal mit geringen Emissionen → kompakte Anlagentechnik ohne Geräuschemission → verschleiß- und wartungsarm 	<ul style="list-style-type: none"> → variable, regenerative Brennstoffnutzung → kostengünstige Brennstoffe nutzbar → lange Brenndauer → weniger Aufwand bei automatischer Brenngutzuführung 	<ul style="list-style-type: none"> → niedrige Schadstoffemissionen im Vergleich zu anderen Festbrennstoffkesseln → höherer Wirkungsgrad als bei anderen Festbrennstoffkesseln → geringerer Ascheanfall als beim Festbrennstoffkessel
Nachteile		
<ul style="list-style-type: none"> → noch neue Technologie → sehr hohe Anschaffungskosten → geringfügig niedrigerer Nutzungsgrad als Brennwerttechnik → spezielle Wartungsarbeiten durch Fachmann nötig 	<ul style="list-style-type: none"> → hoher Platzbedarf für Lagerung der Festbrennstoffe → Rauchgasreinigung erforderlich → Höherer Wartungsaufwand → Ascheanfall 	<ul style="list-style-type: none"> → Rauchgasreinigung erforderlich → manuelle Holzzufuhr nötig → Ascheanfall

Übersicht mögliche Wärmeerzeuger

Kaminofen	Wärmepumpe	Gasbrennwert und Solarthermie	Gasbrennwert und Wärmepumpe
			
<p>Abb. 106 Scheitholz-Kaminofen © SAENA</p> <ul style="list-style-type: none"> → Verbrennung von Holz in Form von Scheite, Pellets oder Briketts → Aufstellen direkt im Wohnraum möglich (z.B. Wohnzimmer) → Unterstützung der Zentralheizung, besonders an kalten Tagen → als alleiniges Heizsystem in hocheffizienten Neubauten möglich 	<p>Abb. 107 Sole-Wärmepumpe © SAENA</p> <ul style="list-style-type: none"> → Nutzung von Umweltwärme (Außenluft, Erdreich oder Grundwasser) → für den Betrieb wird Elektroenergie benötigt → Pufferspeicher erforderlich für die Überbrückung von Abschaltzeiten durch den Energieversorger, wenn ein Wärmepumpentarif genutzt wird → Gas-Wärmepumpe = spezielle Variante (Ersatz des Elektrodurch einen Gasmotor) 	<p>Abb. 108 Solarthermieanlage © SAENA</p> <ul style="list-style-type: none"> → Kombination aus Brennwertechnik und Solarthermieanlage → anteilige solare Deckung des Warmwasser- und Heizwärmebedarfs → guter Wirkungsgrad der Solarmodule → im Neubau und in der Nachrüstung einsetzbar 	<p>Abb. 109 Hybrid-Heizung © Viessmann</p> <ul style="list-style-type: none"> → Kombination aus Brennwertechnik und Wärmepumpe → Gasbrennwertgerät liefert Wärme bei sehr niedrigen Außentemperaturen oder für die Warmwasserbereitung → Luft/Wasser-Wärmepumpe läuft nur bei höheren Außentemperaturen und ist somit viel effizienter
Nutzungsgrad / Jahresarbeitszahl (JAZ) bei Wärmepumpen			
→ Wärmeerzeugung: bis zu 95 %	→ JAZ 1,2 (Gas-WP) bis 5,5 (Sole/Wasser-WP)	→ bis 110 % (bezogen auf den Brennwert)	→ bis 110 % (bezogen auf den Brennwert)
Vorteile			
<ul style="list-style-type: none"> → individuelle zeitliche Nutzung möglich → Einbindung in das zentrale Heizsystem möglich (wasserführender Ofen) → vollautomatischer Betrieb z.B. bei Pelletkaminofen möglich → Wärmeerzeugung bei Stromausfall möglich (nicht bei wasserführenden Öfen) 	<ul style="list-style-type: none"> → geräuscharm → auch zur Kühlung geeignet (reversible Wärmepumpe) → keine Schadstoffemissionen vor Ort → bewährte Technik → mit PV-Anlage anteilige Eigenversorgung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> → Verbesserung CO₂-Bilanz → mit weiteren Wärmeerzeugern kombinierbar (z.B. wasserführender Kaminofen) → mit größerer Solaranlage Erfüllung der gesetzlichen Primärenergie-Anforderungen im Neubau möglich 	<ul style="list-style-type: none"> → Verbesserung CO₂-Bilanz → Auswahl des Wärmeerzeugers erfolgt vollautomatisch je nach Außentemperatur (ökologisch) oder Preis des Energieträgers (ökonomisch) → Erfüllung der gesetzlichen Primärenergie-Anforderungen im Neubau ohne zusätzliche Maßnahmen möglich
Nachteile			
<ul style="list-style-type: none"> → Scheitholz- oder Holzbriketts müssen manuell eingelegt werden → Reinigungsaufwand hoch → höhere Investitionskosten für wasserführende Kaminöfen 	<ul style="list-style-type: none"> → hohe Investitionskosten → teure Hilfsenergie (Strom) → Erschließung der Wärmequelle aufwendig und risikobehaftet (Ausnahme Außenluft) 	<ul style="list-style-type: none"> → höhere Investitionskosten → hoher Wärmeertrag im Sommer bei geringerem Wärmebedarf 	<ul style="list-style-type: none"> → höhere Investitionskosten als eine Einzelvariante → Gasanschluss nötig (Erdgas, Flüssiggas)

8.1.3.1 Wärmeerzeugung fossil

Brennwertkessel

Brennwertnutzung ist grundsätzlich mit Erdgas und Heizöl möglich. Beide Brennstoffe sind fossile Energieträger, die Wasserstoff und Kohlenstoff enthalten. Bei ihrer Verbrennung entsteht durch die Reaktion mit Luftsauerstoff immer Wasserdampf und Kohlendioxid. Sobald Wasserdampf kondensiert, wird Wärme frei. Aus diesem Grund nutzen Brennwertkessel neben der Wärmeenergie, die beim Verbrennen von Gas entsteht, zusätzlich die im Wasserdampf der Abgase versteckte Wärmemenge. Bei konventioneller Heiztechnik bleibt die Energie des Wasserdampfs im Abgas ungenutzt und entweicht über den Schornstein. Da abgekühlter Rauch nicht mehr von selbst aufsteigt, sorgt ein Gebläse für den nötigen Auftrieb. In großen Schornsteinquerschnitten könnte der Rauch kondensieren und Schäden am Mauerwerk verursachen. Daher werden vom Kessel aus feuchteresistente Abgasrohre durch den Schornstein gezogen. Durch eine effektive Brennwertnutzung können gegenüber herkömmlichen Kesseln ca. 10 % Energieaufwand eingespart werden. Es gilt zu beachten, dass für die Nutzung des Brennwerteffektes die Rücklauftemperatur zum Kessel so gering wie möglich sein muss.

Mini-Blockheizkraftwerk (Mini-BHKW)

Blockheizkraftwerke (BHKW) erzeugen neben Wärme auch Strom. In Wohngebäuden (speziell Einfamilienhäuser) kommen wegen dem geringen Wärmebedarf eher die Mini-BHKW bzw. Mikro-BHKW zum Einsatz. Allerdings sind diese Anlagen derzeit noch sehr teuer und nur in engen Grenzen wirtschaftlich betreibbar. Mit höheren Produktionszahlen und einer größeren Verbreitung werden die Investitionskosten jedoch sinken und ein breiterer Einsatz möglich werden.

Die Stromerzeugung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erfolgt in der Regel durch Verbrennungsmotoren auf Basis unterschiedlichster Energieträger. Die dabei entstehende Abwärme wird für Heizzwecke genutzt. Neben herkömmlichen Antriebssystemen (z.B. Gasverbrennungsmotoren) werden zunehmend auch innovative Weiterentwicklungen (z.B. Stirlingmotoren, Brennstoffzellen etc.) Verwendung finden. Grundgedanke für den Einsatz solcher Geräte ist die Abdeckung des Wärmebedarfs (Grundlast) des Wohnhauses. Zusätzlich benötigte elektrische Energie kann aus dem öffentlichen Netz bezogen werden. Zuviel erzeugter Strom kann in das öffentliche Netz eingespeist werden. Wirtschaftlich ist v.a. der Eigenverbrauch des erzeugten Stroms, da dies aufgrund der derzeitigen Strompreise und Einspeisevergütung wertvoller einzustufen ist als die Netzeinspeisung.

Mittlerweile stehen eine Vielzahl von BHKW-Varianten zur Verfügung. Die kleinsten Anlagen liefern ca. 2 kW thermische Leistung und ca. 1 kW elektrische Leistung. Um ein BHKW effektiv betreiben zu können, bedarf es einer sorgfältigen Planung, die selbstverständlich auch eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung enthalten muss.

Ein Einsatz von Mikro-BHKW im Neubaubereich ist aufgrund des niedrigen Wärmebedarfs nicht zu empfehlen. Haupteinsatzgebiete solcher Anlagen werden bei Sanierungen von Bestandsgebäuden liegen. Seitens der Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. wurde eine Planungs-Checkliste erarbeitet und kann im Rahmen der Planungen sehr hilfreich sein (www.asue.de). Das verfügbare Berechnungstool (Excel-basiert) liefert auch gleich eine Grobeinschätzung der Investitions- sowie Betriebskosten und, darauf aufbauend, der Wirtschaftlichkeit.



Abb. 110 Querschnitt Mini-BHKW © VAILLANT



Abb. 111 Klein-BHKW © ASUE

TIPP Weitere Informationen zu BHKW sowie zur Förderung des Einsatzes von BHKW befinden sich im **Teil II / KOMPAKT⁺** dieser Bauherrenmappe sowie online unter www.digitale-bauherrenmappe.de oder in der SAENA-Broschüre „Kraft-Wärme-Kopplung Effizienz von Klein bis Groß“.

Mikro-KWK mit Stirlingmotor

Die Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung (Mikro-KWK) ist eine Spezialform der kombinierten Erzeugung von Elektrizität und Wärme, die insbesondere für die Zielgruppe Ein- und Zweifamilienhäuser bzw. energieeffiziente Gebäude und neuerrichtete Wohn- und Nichtwohngebäude entwickelt wurde. Sie gilt als die Schlüsseltechnologie auf dem Weg zu einer dezentralen Energieversorgung.

Der Stirlingmotor nutzt, wie alle Wärmekraftmaschinen, den Effekt der Druck- bzw. Volumenvergrößerung. Die Besonderheit liegt darin, dass die Wärme von außen, z.B. durch eine externe Verbrennung, auf ein im Motor eingeschlossenes Arbeitsgas (z.B. Helium) übertragen wird. Das ermöglicht den Einsatz verschiedener Arten von Energieträgern. Zum Antrieb sind alle gasförmigen, flüssigen und festen Brennstoffe geeignet, solange deren Verbrennungstemperatur ausreichend hoch ist. Die Wärmeübertragung erfolgt durch meist metallische Wände, wobei am Erhitzer Wärme hoher Temperatur in den Motor gebracht wird und am Kühler Abwärme bei niedrigerer Temperatur abgegeben wird. Die Volumenvergrößerung wirkt als Kraft auf einen Kolben, der über einen Pleuel die Kurbelwelle antreibt. Das Arbeitsgas wird bei jeder Umdrehung der Maschine erwärmt und abgekühlt, d.h. es wird zwischen zwei Zylindern hin- und hergeschoben. Es durchströmt dabei zwei Wärmeübertrager, die es erhitzen oder abkühlen. Folglich strömt es in den einen Zylinder erwärmt ein und drückt den Kolben nach unten. In den anderen Zylinder strömt es abgekühlt und saugt dessen Kolben an.

TIPP Weitere Informationen zu Stirlingmotoren befinden sich in der SAENA-Broschüre „Kraft-Wärme-Kopplung Effizienz von Klein bis Groß“.



Abb. 112 Mikro-KWK © SenerTec

Brennstoffzellenheizung

Innerhalb der Brennstoffzelle wird durch eine exotherme elektrochemische Reaktion, der sogenannten „kalten Verbrennung“, Wärme und Strom erzeugt. Dazu benötigt diese Technologie nur (Luft-) Sauerstoff und aus emissionsarmem Erdgas gewonnenen Wasserstoff. Dabei wird Energie frei und Wasser bleibt zurück.

Bei dieser „kalten“ Zusammenführung entsteht Wärme, die dann über einen Kühlkreislauf ausgekoppelt und zu Heizzwecken nutzbar gemacht wird. Um neben der Wärme auch aus dem Elektronenfluss eine technisch nutzbare Spannungsquelle zu realisieren, müssen mehrere Einzelzellen zu sogenannten Zellstapeln (engl. „Stacks“) in Reihe geschaltet werden.

Da Brennstoffzellenanlagen in der Lage sein müssen, in der Praxis übliche Brennstoffe, wie z.B. Erdgas, verwenden zu können, sind neben diesen Zellstapeln diverse periphere Komponenten notwendig. Besondere Bedeutung hat die Gasaufbereitung, die aus der Brennstoffreformierung und Gasreinigung besteht.

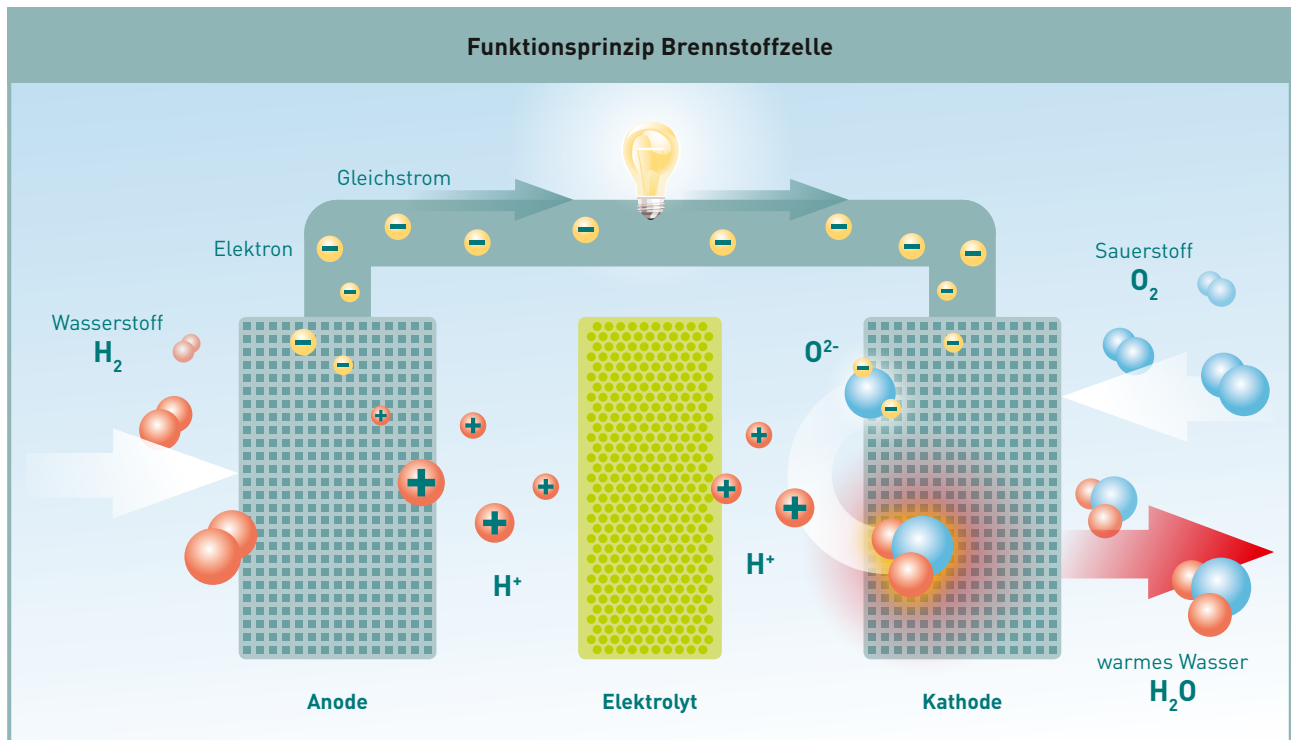


Abb. 113

© SAENA

Gasreinigung

Aus dem Brennstoff werden hier Geruchsstoffe und sonstige Schwefelverbindungen bis in den Bereich der Nachweisgrenze abgetrennt. Flüssiggas enthält beispielsweise aus Sicherheitsgründen Odorierungsmittel, die für die Katalysatormaterialien im Reformersystem und in der Brennstoffzelle selbst bei Konzentrationen im ppm-Bereich schädlich sind. Diese schwefelhaltigen Gaskomponenten müssen deshalb durch eine vorgeschaltete Entschwefelungseinheit zuverlässig aus dem zugeführten Gas entfernt werden.

Reformer

Im Reformer wird der Brennstoff schließlich unter Mithilfe eines Katalysators in ein wasserstoffhaltiges Gas umgewandelt. Aus Gründen der Prozesssicherheit und Langzeitstabilität kommt das Verfahren der Dampfreformierung zum Einsatz. Auch hier ist eine Gasreinigung nachgeschaltet, die das Kohlenmonoxid (Katalysatorgift) eliminiert.

Brennstoffzellenarten

Es wird unterschieden zwischen Hochtemperatur-Brennstoffzellen (z.B. SOFC) und Niedertemperatur-Brennstoffzellen (z.B. PEMFC). PEMFC steht für „Proton Exchange Membran Fuel Cell“, was mit „Protonenaustauschmembran Brennstoffzelle“ übersetzt werden kann. Dieser Brennstoffzellentyp gehört zu der Kategorie der Niedertemperatur-Brennstoffzellen, welche in einem Temperaturbereich zwischen 60 °C und 80 °C etwa arbeiten. Im Gegensatz zur SOFC-Technologie, können PEM-Brennstoffzellen das Erdgas nicht direkt in der Zelle verwerten, da diese Art reinen Wasserstoff benötigt. Der Wasserstoff muss erst in einem vorgeschalteten Reformierungsprozess aus seinen jeweiligen chemischen Verbindungen herausgelöst werden. Im Gegensatz dazu benötigen SOFC („Solid Oxide Fuel Cell“), auch bekannt als „Festoxid-Brennstoffzellen“, eine Arbeitstemperatur von 700 °C bis 1000 °C und gehören deshalb zur Kategorie der Hochtemperatur-Brennstoffzellen. Wasserstoff kann hier direkt in der Brennstoffzelle bei großer Hitze aus dem Erdgas gewonnen werden. Bei der Brennstoffzellenheizung für Ein- und Zweifamilienhäuser kommen beide Brennstoffzellentypen zum Einsatz.



Abb. 114
Querschnitt
Brennstoffzellen-
heizung
© VISSMANN



Wissenswertes zum Thema Brennstoffzellentechnik enthält z.B. die SAENA-Broschüre „Kraft-Wärme-Kopplung – Effizienz von Klein bis Groß“.

8.1.3.2 Wärmeerzeugung erneuerbar

Festbrennstoffkessel

Der Festbrennstoffkessel ist ein Kessel für feste Brennstoffe (naturbelassene Holzsplitter, Pellets, Hackschnitzel, Briketts) und dient i.d.R. als alleiniges Heizsystem. Möglich ist aber auch die Kombination mit anderen Heizungsarten, die in einem Haus bereits bestehen. Er funktioniert nach dem Prinzip des oberen Abbrandes. Der Brennstoff wird auf ein Rost aufgebracht und brennt nach oben ab. Um eine möglichst effektive Wärmeausbeute beim Brennvorgang zu erzielen, kann je nach Kesselgröße die Verbrennungsluftzufuhr über das Naturzugprinzip stattfinden oder muss mit einem Gebläse unterstützt werden. Die Verbrennung im Naturzugkessel wird einfach ohne Fremdenergie – allein durch Sauerstoffzufuhr – durch einen Feuerzugsregler beeinflusst, der die Klappenöffnung in der Kesseltür öffnet und schließt.

Ein Holzkessel mit Feuerzugsregler zeichnet sich durch seine einfache Bedienung und Wartung aus. Wenn eine Mehrfachbelegung an einem Schornstein vorliegt, ist ein Naturzugkessel zu bevorzugen.

Gebläsebrenner verfügen über ein mit Strom betriebenes Gebläse, das den Brennvorgang unterstützt. In der Regel bieten diese gebläseunterstützten Festbrennstoffkessel bessere Verbrennungswerte mit längerer Brenndauer. Der gesamte Verbrennungsvorgang wird dabei durch eine elektronische Steuerung überwacht. Wichtig ist die Anpassung von Heizkessel- und Abgastemperaturen, um den optimalen Wirkungsgrad der Heizung zu erreichen.

Die Beschickung der Heizung variiert je nach verwendetem Brennstoff. Für Pellet- und Hackschnitzelheizungen können automatisierte Beschickungsanlagen verbaut werden. Mittels Förderschnecken oder einem Saugsystem werden die Pellets bzw. Hackschnitzel vollautomatisch aus dem Brennstofflager befördert und der Kessel damit beschickt. Um eine freie Wahl des Brennguts zu gewährleisten, muss eine manuelle Handbeschickung vorhanden sein.

Da die Brennstoffe Asche erzeugen, ist eine regelmäßige Entleerung sowie eine Reinigung der Aschekammer notwendig. Festbrennstoffkessel erbringen ihre Höchstleistung unter Volllast. Ein großes Problem ist, dass sie sich schlecht regulieren lassen. Daher ist ein Pufferspeicher von Vorteil, der die überschüssige Energie in den Speicher einspeist. Im Anschluss kann die Energie genutzt werden und der Wirkungsgrad vergrößert sich. Bei der Heizungsinstallation müssen Sie daher auch die Größe des Puffers beachten.



Abb. 115 Querschnitt Festbrennstoffkessel © Buderus

Holzvergaserkessel

Der Holzvergaserkessel ist eine Variante des Stückholzkessels. Der Wirkungsgrad ist höher als bei anderen Festbrennstoffkesseln, da der Energieinhalt des verbrennenden Holzes optimal genutzt wird. Während des Verbrennungsvorgangs laufen die Prozesse Holzvergasung und Holzgasverbrennung räumlich und zeitlich getrennt voneinander ab und können deshalb separat gesteuert werden. Dadurch werden im Vergleich zu anderen Festbrennstoffkesseln deutlich niedrigere Schadstoffemissionen und ein höherer Wirkungsgrad erreicht.

Im Vergaserkessel gibt es zwei getrennte Brennkammern – durch eine Brennerplatte aus feuerfester Keramik in eine Ober- und eine Unterkammer geteilt.

Um den Verbrennungsvorgang zu starten, muss ein Gebläse für eine ausreichende Sauerstoffzufuhr eingesetzt werden. In der Oberkammer wird zuerst die Restfeuchte aus dem Brennholz entzogen. Erst danach setzt die Holzvergasung ein. Leichtere Gas-Anteile werden bereits in der ersten Brennkammer verbrannt.

Das Holzgas gelangt schließlich in die untere Brennkammer, wo nun auch die schwer brennbaren Anteile bei hohen Temperaturen um 1100 °C verbrannt werden und in nutzbare Wärme umgewandelt werden.

Die Abgase werden dann aus der unteren Brennkammer außen an der oberen Brennkammer zum Abgasanschluss geführt. Ein Pufferspeicher dient der Speicherung überschüssiger Energie, sodass der Holzvergaserkessel als alleiniges Heizsystem eingesetzt werden kann.



Abb. 116 Querschnitt Holzvergaserkessel © Buderus

Kaminöfen

Besonders an kalten Wintertagen finden viele Menschen einen Kaminofen im Wohnzimmer als sehr angenehm. Die Blickbeziehung mit dem Feuer und die hohe Wärmeabstrahlung erhöht das Behaglichkeitsgefühl. Kaminöfen unterscheiden sich nicht nur in der Art des verwendeten Energieträgers (Holzscheite, Holzpellets, Holzbriketts), sondern auch ob sie an das zentrale Heizungssystem angeschlossen sind. Bei normalen Kaminöfen ohne Heizungsanschluss, wird der größte Teil der Wärme direkt in den Raum und ggf. teilweise in einem massiven Speichermantel z.B. aus Naturstein abgegeben. Aufgrund der hohen Wärmeabgabe an die Raumluft kommt es schnell zu einer Überhitzung des Raumes, besonders bei gut wärmegeprägten Gebäuden.

Diese überschüssige Verbrennungswärme kann durch wasserführende Kaminöfen effektiver genutzt werden. Circa 60 bis 80 % der erzeugten Wärme wird über einen Wärmeübertrager, oft auch als „Wassertasche“ bezeichnet, über wasserführende Rohre an einen Heizungspufferspeicher abgegeben. Die verbleibende Wärme geht über das Sichtglas in den Raum und verhindert eine Überhitzung des Wohnraums.

Wasserführende Kamine haben durch die Abwärmenutzung und der Abkühlung des Rauchgases einen höheren Wirkungsgrad als einfache Öfen. Auch die Einbindung von zusätzlichen Wärmeerzeugern (z. B. Solarthermieanlage) in das zentrale Heizsystem ist möglich.

Bei wasserführenden Kaminöfen ist aber zu beachten, dass zusätzlich zur Brennkammer auch oft die Wärmeübertrager nach den Vorgaben der Hersteller zu reinigen sind. Dies führt zu einem erhöhten Wartungsaufwand. Darum sollte darauf geachtet werden, dass die Reinigung der Bauteile bei allen Öfen mit wenig Aufwand und Staubbelastung für den Wohnraum durchgeführt werden können.



Abb. 117
wasserführender Kaminofen
© Oranier Heiztechnik GmbH

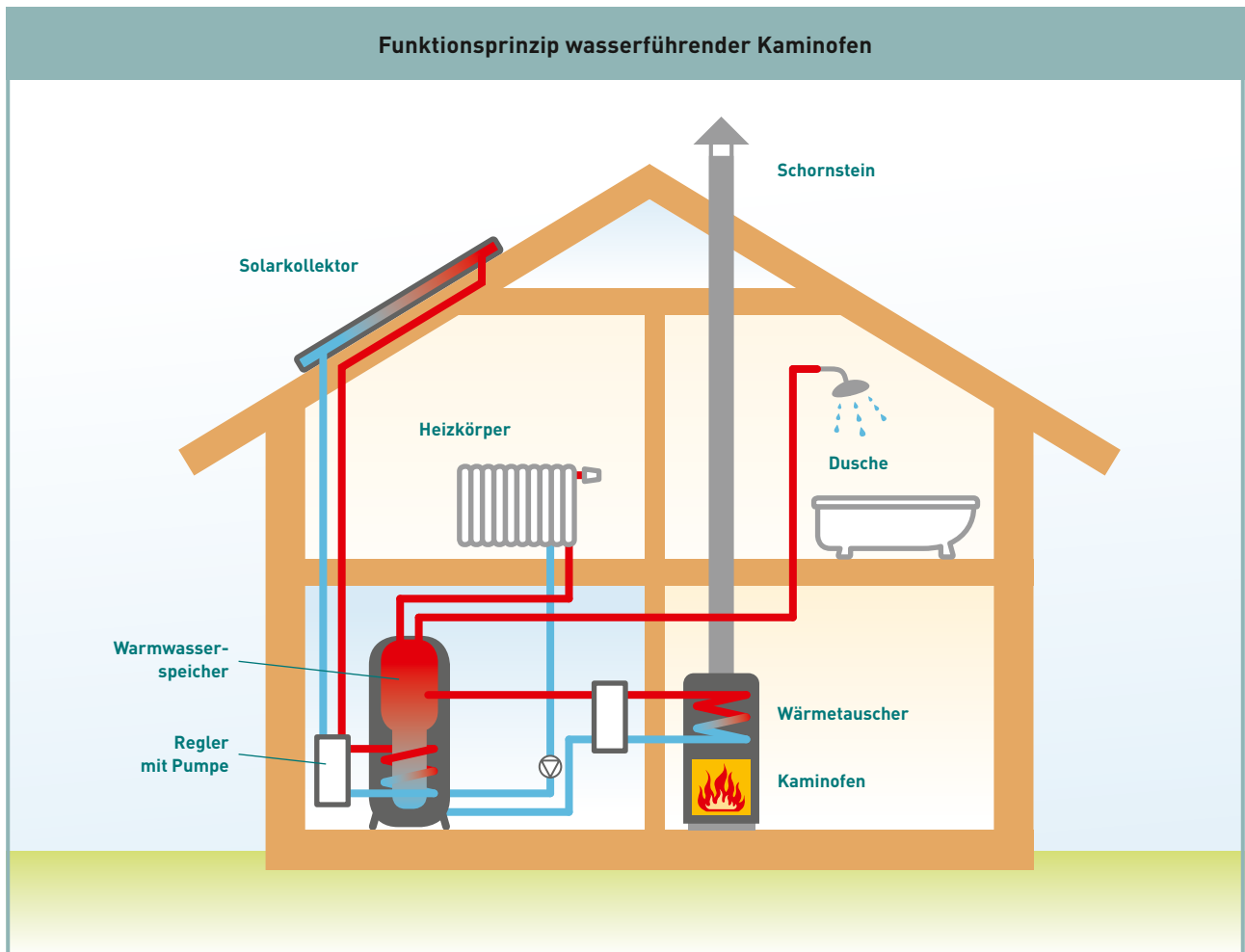


Abb. 118 Schematischer Aufbau eines zentralen wasserführenden Kaminofens in Kombination mit einer Solaranlage

© SAENA

Wärmepumpe

Wärmepumpen nutzen überwiegend die vorhandene Umweltwärme aus dem Erdreich, der Luft und dem Grundwasser und wirken so klimaschonend. Unter Einsatz von Strom werden Antrieb und Pumpe betrieben und die in großer Menge zur Verfügung stehenden Energiequellen (Umgebungsenergie) nutzbar gemacht.

Im einfachsten Fall kann die Energiequelle die Außen- oder Innenluft sein. Aus energetischer Sicht ist eine Nutzung von Erdwärme effektiver, da über das Jahr geringere Temperaturschwankungen im Untergrund vorherrschen und das Wärmeangebot höher ist. Je nach Wärmequelle gibt es unterschiedliche Kosten, Techniken und rechtliche Vorgaben zu beachten. Der Einsatz von Wärmepumpen wird von vielen Bauherren im Neubaubereich favorisiert, besonders wenn kein Gasanschluss vorhanden ist. Im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen können Wärmepumpen jedoch bei optimalen Rahmenbedingungen (z.B. niedrige Vorlauftemperatur des Heizsystems) eine sinnvolle und wirtschaftliche Ergänzung zum bestehenden Heizungssystem darstellen (siehe 8.1.3.3 Wärmeerzeugung fossil und erneuerbar).

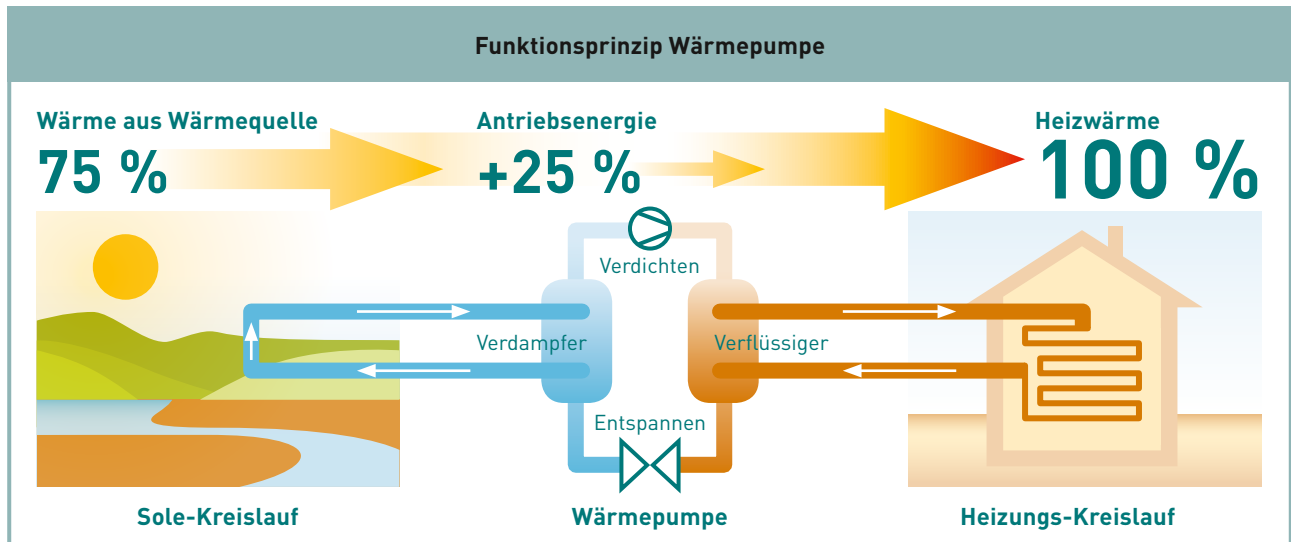


Abb. 119

© SAENA

Wärme bewegt sich grundsätzlich entlang eines Temperaturgefälles – von warm nach kalt. Die Wärmepumpe macht es aber möglich – dem physikalischen Prinzip widersprechend – Wärme entgegen dem Temperaturgefälle zu transportieren. Prinzipiell arbeiten Wärmepumpen eigentlich wie Kühlschränke, sie nutzen jedoch die wärmeabgebende Seite. Die Wärme für die Gebäudeheizung wird dabei der Umweltwärme entzogen. In einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert ein Kältemittel mit sehr niedrigem Siedepunkt, weshalb es bereits bei geringen Temperaturen in einem Wärmetauscher, dem sogenannten Verdampfer, verdampft und dabei die Umweltwärme aufnimmt. Bei Luftwärmepumpen erwärmt beispielsweise die Außenluft das Kältemittel. Das verdampfte Arbeitsmedium wird schließlich an einen Verdichter bzw. Kompressor weitergeleitet, wo durch Kompression das Temperatur- und Druckniveau des Kältemittels erhöht wird. In einem weiteren Wärmetauscher, dem sogenannten Verflüssiger, wird das unter hohem Druck stehende, heiße Kältemittelgas nun kondensiert, wobei es seine Wärme an den Heizkreislauf des Gebäudes abgibt. Das verflüssigte Kältemittel wird im Anschluss durch ein Entspannungsventil geleitet, wo sich der Druck und damit auch die Temperatur, wieder absenken. Das Kältemittel wird wieder zum Verdampfer zurückgeführt, vollständig verdampft und der Kreislauf beginnt von vorne.

Im Speicher- und Wärmeverteilsystem des Gebäudes zirkuliert das Heizmedium, in der Regel Wasser, das die Wärme, die das Kältemittel im Verflüssiger abgibt, aufnimmt und leitet dieses entweder zu einem Verteilersystem oder zu einem Heizungspuffer- bzw. Warmwasserspeicher.

Die erforderliche Antriebsenergie (elektrische Energie) für diesen Prozess, ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen Energiequelle und Wärmeverbraucher. Daraus resultierend bietet sich der Einsatz von Wärmepumpen insbesondere in Gebäuden mit Flächenheizungen (z.B. Wand- oder Fußbodenheizungen) an, die für niedrige Heizungstemperaturen ausgelegt sind.



Abb. 120 Außeneinheit Luft/Wärmepumpe





© SAENA



Abb. 121 Außeneinheit Luft/Wärmepumpe

© SAENA

Energiequellen für Wärmepumpentypen

Oberflächen-Erdwärme	Tiefen-Erdwärme	Grundwasser	Umgebungsluft
			
Abb. 122 © Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.	Abb. 123 © Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.	Abb. 124 © Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.	Abb. 125 © Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.
<ul style="list-style-type: none"> → Verlegung der Kollektoren in geringer Tiefe (1 - 1,5 m) → es gibt Flächen-, Graben- oder Korbkollektoren → bei Körben größere Tiefen erforderlich, dafür geringerer Flächenbedarf → Kollektoren dürfen nicht verschattet und überbaut werden → passive Kühlung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> → Sonden sind 50 - 100 m tief → Entzugswärme auch im Winter verfügbar → nicht überall realisierbar (Grundwasserschutz) → passive Kühlung im Sommer möglich → Genehmigung erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> → Grund- und Oberflächenwasser nutzbar → i.d.R. zwei Brunnen (Saug- und Schluckbrunnen) erforderlich → Wasser sollte max. 10 - 20 m unter Geländeoberfläche anstehen → Kühlung möglich → Genehmigung erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> → einfache Erschließung der Wärmequelle → geringere Investitionskosten
Jahresarbeitszahl			
bis 4,6	bis 4,6	bis 5,7	bis 3,4
Vorteile			
<ul style="list-style-type: none"> → unabhängig von Außentemperatur → geringe Erschließungskosten für Wärmequelle 	<ul style="list-style-type: none"> → unabhängig von Außentemperatur → erforderliche Grundstücksfläche gering 	<ul style="list-style-type: none"> → optimale Effizienz 	<ul style="list-style-type: none"> → Wärmequelle überall ausreichend verfügbar
Nachteile			
<ul style="list-style-type: none"> → relativ großes Grundstück erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> → relativ hohe Kosten für Erschließung der Wärmequellen → Voruntersuchung erforderlich (Geothermal-Response-Test) 	<ul style="list-style-type: none"> → Korrosion, da offenes System → relativ hohe Kosten für Erschließung → Voruntersuchungen zur Grundwasserqualität und -angebot erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> → extreme Temperaturschwankungen der Außenluft (Sommer, Winter) → aufgrund geringer Jahresarbeitszahlen deutlich höhere Betriebskosten
Besonderheit			
Zur Verbesserung der Energieeffizienz sind niedrige Temperaturen des Heizsystems (Vor- und Rücklauf) erforderlich.			

Es werden zwei Kennzahlen unterschieden:

Die **Leistungskennzahl (COP)** und die Arbeitszahl bzw. **Jahresarbeitszahl (JAZ)**. Die Leistungszahl definiert das Verhältnis von Heizleistung (in kW) zur reinen Antriebsleistung (in kW) bei definierten Rahmenbedingungen, wie Wärmequellentemperatur, Heizvorlauftemperatur, Volumenströme etc. Sie ist eine Herstellerangabe, die nur als Orientierung für den Vergleich der Energieeffizienz geeignet ist. Die JAZ bietet hingegen eine objektive Bewertungsmöglichkeit. Sie bestimmt sich aus dem Verhältnis zwischen erzeugter Heizenergie (in kWh), eingesetzter Antriebsenergie und verbrauchter Energie aller Komponenten der Anlage innerhalb eines Jahres. Bei dieser Berechnung werden Einflussgrößen wie Anlagenspezifikation, Jahresverlauf der Wärmequellentemperatur und eventueller Anteil der Warmwasserbereitung berücksichtigt. Für einen ökologischen und ökonomischen Betrieb einer Wärmepumpe ist eine hohe JAZ essentiell. Bei einer JAZ von 3,5 lässt sich beispielsweise ein Heizwärmebedarf von 10.500 kWh pro Jahr mit 3.000 kWh an elektrischer Energie durch eine Wärmepumpe decken. Liegt die Jahresarbeitszahl bei 2, steigt der Bedarf an benötigter elektrischer Energie auf 5.250 kWh.

Typische Werte für Jahresarbeitszahlen in der Praxis:

- Sole/Wasser-Wärmepumpen zwischen 3,2 und 3,6
- Wasser/Wasser-Wärmepumpen zwischen 3,0 und 3,4
- Luft/Wasser-Wärmepumpen zwischen 2,3 und 3,0
- sehr gute Systeme erreichen JAZ von 4

Diese Zahlen lassen erkennen, dass Wärmepumpen, die Wärme aus dem Erdreich beziehen am besten abschneiden. Die geringeren Arbeitszahlen für Grundwasser-Wärmepumpen resultieren im Wesentlichen aus dem höheren Pumpenaufwand zur Förderung des Grundwassers. Da im Winter die Umgebungstemperaturen niedriger als die Boden- oder Grundwassertemperaturen sind, haben die Luft-Wärmepumpen die niedrigste JAZ, d.h. sie arbeiten am ineffizientesten.

Fragen Sie ihren Heizungsfachmann, wie Sie die JAZ im Nachgang ermitteln können, um zu erfahren wie effizient oder ineffizient Ihre Wärmepumpe läuft. Ohne dieses Wissen kann der Betrieb der Wärmepumpe nicht optimiert werden, bzw. ist mit höheren Stromkosten dauerhaft zu rechnen.

Reversible Wärmepumpe

Wärmepumpen sind vorzugsweise zum Beheizen des Gebäudes im Winter geeignet. Doch neben Heizung und Trinkwassererwärmung können Wärmepumpen auch zur Kühlung des Wohnraumes verwendet werden. Man spricht dann von der sogenannten reversiblen Wärmepumpe. Je nach System, das zum Einsatz kommt, ist es mitunter nur mit einem geringen Mehrkostenaufwand verbunden.

Grundsätzlich müssen zwei unterschiedliche Methoden der Kühlung mit Wärmepumpen unterschieden werden: die aktive Kühlung, bei welcher der Verdichter der Wärmepumpe in Betrieb ist und die passive Kühlung, bei der direkt die Wärmequelle genutzt wird. Bei der passiven Kühlung können daher nur Wärmequellen mit einer relativ niedrigen Temperatur – also Erdreich und Grundwasser – genutzt werden. Bei der aktiven Kühlung sind hingegen sämtliche Wärmequellen möglich, da hier lediglich entscheidend ist, dass der Kältekreis der Wärmepumpe umkehrbar ist.



Praktische Informationen zu Kosten, Förderung und Wirtschaftlichkeit sind im **Teil II / KOMPAKT*** aufgeführt. Weiterführende und ausführlichere Informationen zu Wärmepumpen werden in der Broschüre „Wärmepumpen – Heizen mit Wärme aus der Umwelt“ der SAENA erläutert.

Für den Einbau von Wärmepumpenanlagen bestehen Möglichkeiten der Förderung durch die Bundesförderung Effiziente Gebäude - BEG. Nähere Informationen hierzu sind im **Teil II / KOMPAKT*** dieser Bauherrenmappe unter „Fördermöglichkeiten“ aufgeführt

Solarthermie

Unter Solarthermie wird die direkte Wärmeerzeugung aus der Sonnenstrahlung über Sonnenkollektoren verstanden. Diese Wärme kann dann zum Beispiel zur Beheizung von Gebäuden und zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Die Auswahl des Kollektortyps sowie die Einbindung der solarthermischen Anlage in das Heizungssystem ist u.a. abhängig vom vorhandenen Wärmeübergabesystem.

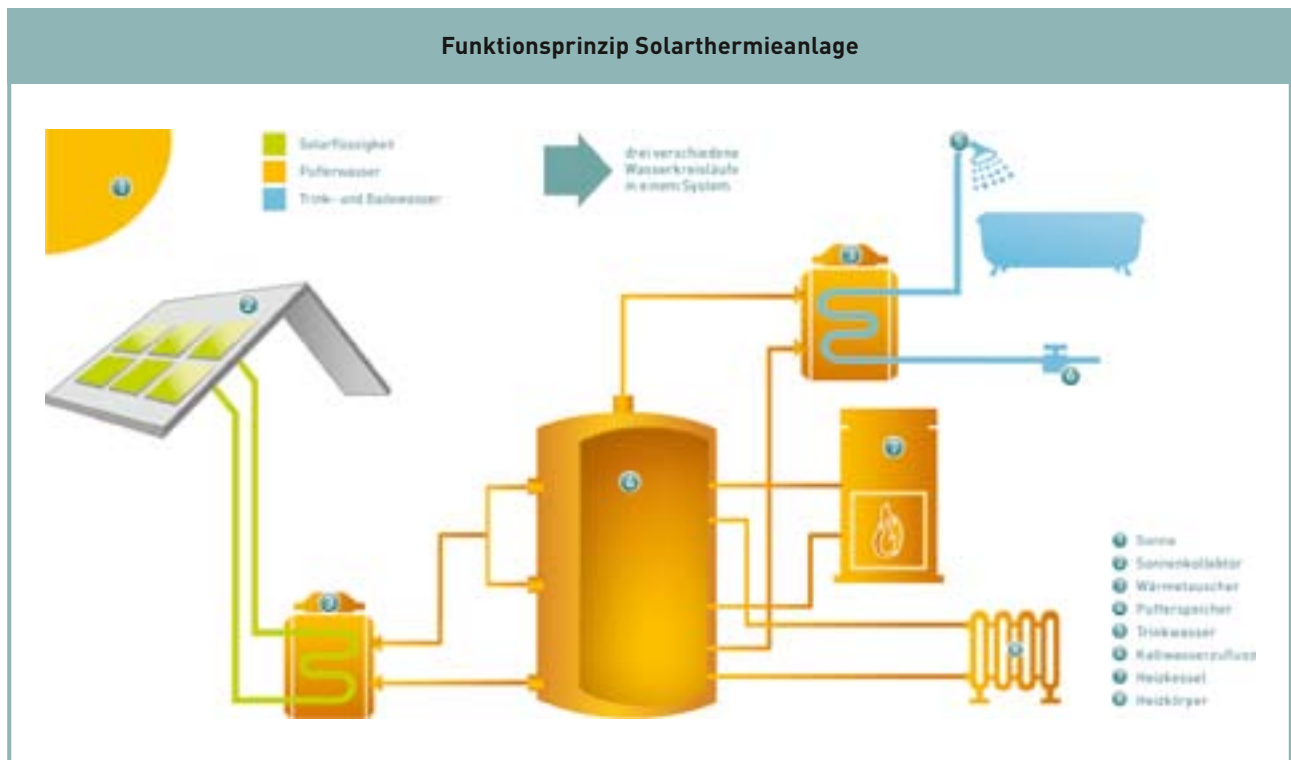


Abb. 126 Schematische Darstellung einer Solarthermieanlage

© SAENA

Kollektortypen

Flachkollektoren	Vakuumröhren-Kollektoren	Luftkollektoren
 <p>Abb. 127 © SAENA</p> <ul style="list-style-type: none"> → Metallabsorber (Kupfer / Aluminium) gedämmt und mit Glasscheibe gedeckt → Verluste durch Konvektion → relativ preiswert 	 <p>Abb. 128 © SAENA</p> <ul style="list-style-type: none"> → kaum Wärmeverluste → hoher Wirkungsgrad, auch bei Temperaturschwankungen → höhere Investitionskosten 	 <p>Abb. 129 © Grammer Solar</p> <ul style="list-style-type: none"> → Erwärmung der Außenluft durch Solarstrahlung → Anwendung z.B. zur Erwärmung der Zuluft von Lüftungsanlagen → seltene Anwendung

Je nach Anlagenkonfiguration besteht ggf. die Möglichkeit der Inanspruchnahme von Förderungen und zinsverbilligten Krediten. Nähere Informationen sind im **Teil II / KOMPAKT*** dieser Bauherrenmappe unter „Fördermöglichkeiten“ aufgeführt.

TIPP Über die jeweils aktuelle Förderungssituation informiert gern auch die **SAENA**, Telefon: **0351 - 4910 3179**. Wissenswertes zum Thema Solarthermie enthält z.B. die SAENA Broschüre „Solarthermie – Sonnenenergie zum Heizen wärmstens zu empfehlen“.

Nah- und Fernwärme

Als Nah- und Fernwärme wird die Wärmelieferung zur Versorgung von Gebäuden mit Heizwärme und Warmwasser bezeichnet, die nicht in oder auf dem Gelände des versorgten Gebäudes erzeugt wird. Die thermische Energie, die in „Heizzentralen“ oder aus Abwärme von Stromerzeugungskraftwerken oder Industriezweigen (KWK-Anlagen) entsteht, wird über wärmegeämmte Rohrleitungen zum Verbraucher ober- oder unterirdisch transportiert. Als Transportmedium kommt Wasser zum Einsatz. Ein Zusammenschluss mehrerer dieser Leitungen nennt man Wärmenetz. Die Unterscheidungen zwischen Nah- und Fernwärme bezieht sich auf die räumliche Ausdehnung dieser Wärmenetze und reicht von kleineren Neubaugebieten (Nahwärme) bis zu ganzen Stadtgebieten (Fernwärme). Da die Nah- und Fernwärme heute fast ausschließlich durch Wärme aus KWK-Anlagen gespeist werden, stellt sie die effizienteste Technologie zur großflächigen Wärmeversorgung dar und birgt das größte Potenzial zur Einsparung von Rohstoffen und zur CO₂-Reduzierung. Aufgrund des niedrigen Primärenergiefaktors für Fernwärme können somit auch die gesetzlichen Primärenergie-Anforderungen für Neubauten und komplexen Sanierungen von Altbauten gut erfüllt werden.

Mit einer Wärmeübergabestation im Gebäude, wird das Heizungswasser durch einen Wärmetauscher erhitzt und an den Heizkreisvorlauf abgegeben. Der Heizkreisrücklauf führt dann das abgekühlte Heizungswasser wieder zurück zum Wärmetauscher in der Übergabestation.

8.1.3.3 Wärmeerzeugung fossil und erneuerbar

Solche sogenannten „Hybridheizungen“ kombinieren die Vorteile aus einem Heizsystem mit konventioneller Wärmeerzeugung wie einem Öl- oder Gas-Brennwertkessel bzw. Therme und einer umweltfreundlichen Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien. Sie sind damit sehr effizient und flexibel erweiterbar. Die Hybridheizung kann im Neubau, in der Sanierung und für die Nachrüstung bestehender Heizungsanlagen eingesetzt werden. Durch den hohen Anteil an erneuerbarer Energie, können auch die gesetzlichen Primärenergie-Anforderungen für Neubauten einfacher erfüllt werden. Hauptziel einer solchen Heizungskombination ist es, nicht nur Energiekosten zu senken, sondern auch unabhängiger bei der Wärmeversorgung zu werden.

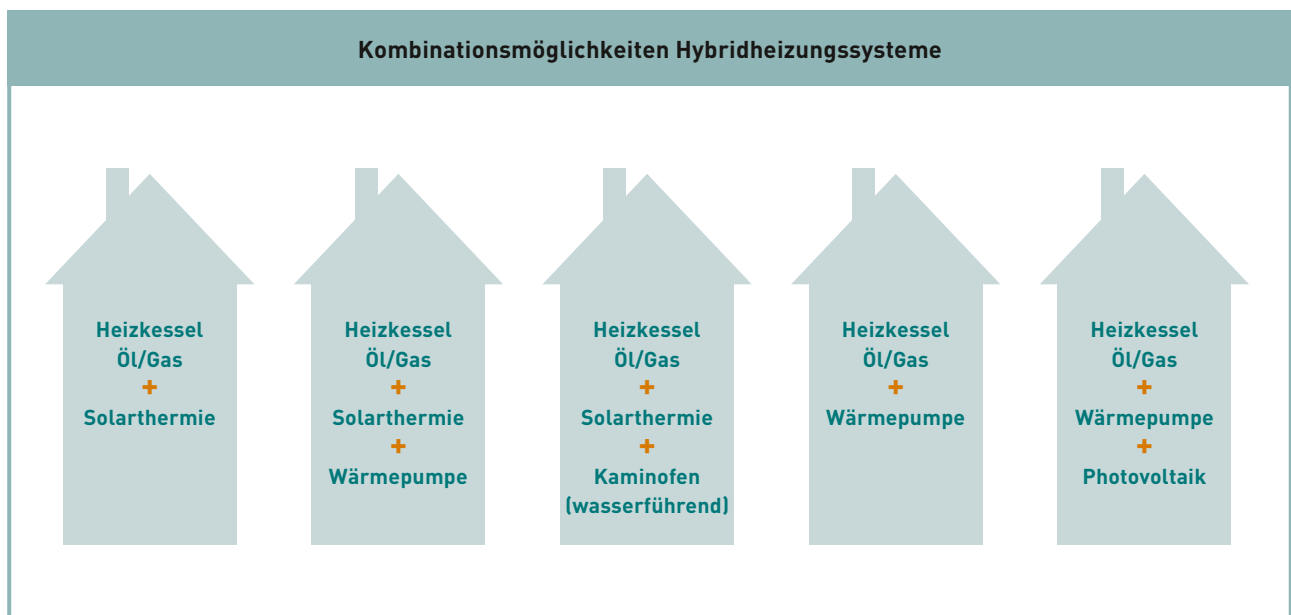


Abb. 130 Weitere Kombinationsmöglichkeiten für Hybridheizsysteme

© SAENA

Gasbrennwerttherme und Solarthermie

Für die Unterstützung einer Gasheizung kann eine Solarthermieanlage genutzt werden. Über die Größe der Anlage und des jährlichen Wärmeverbrauchs, wird der solare Deckungsgrad bestimmt, wie viel des Warmwasser- und Heizwärmebedarfs anteilig gedeckt werden kann. Für die Warmwasserunterstützung werden in der Regel bei einer vierköpfigen Familie ca. 2 Solarmodule mit 6-7 m² Modulfläche installiert. Dadurch werden ca. 60 % des Warmwasserbedarfs über die Sonne gedeckt. Soll auch die Heizung unterstützt oder die gesetzlichen Primärenergie-Anforderungen für Neubauten mit dieser Variante erfüllt werden, so muss die Solaranlage vergrößert werden. Je höher der Warmwasserbedarf und umso niedriger die Heizkreisvorlauftemperatur, desto besser wird der solare Deckungsgrad.

Gasbrennwerttherme mit Luft/Wasser-Wärmepumpe

Bei dieser Variante wird die Gasbrennwerttechnik mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe kombiniert. Vorteil dieser Kombination sind geringere Anschaffungskosten gegenüber anderen Wärmepumpensystemen, wenn ein Gasanschluss vorhanden ist. In der Übergangszeit (z.B. Herbst auf Winter) deckt die Wärmepumpe den Heizwärmebedarf komplett ab. Erst bei niedrigen Außentemperaturen z.B. unter -5 °C oder bei Spitzenlastanforderungen, wie z.B. Warmwasserbereitung, wird der Brennwertkessel zugeschaltet. Am Markt werden verschiedene Hybridsysteme angeboten, bei denen das Betriebsregime bzw. der Wechsel der Wärmeerzeuger aus verschiedenen Modifikationen ausgewählt werden kann. Hierbei existieren folgende Varianten:

- Zuschaltung des Erzeugers erfolgt nach dem Prinzip der niedrigsten spezifischen Wärmekosten
- Zuschaltung des Erzeugers erfolgt nach dem Prinzip der geringsten spezifischen CO_2 -Emission
- Zuschaltung des Erzeugers erfolgt nach dem Prinzip des höchsten Wirkungsgrades

Durch den hohen Anteil der Wärmepumpe zur Bereitstellung der Heizwärme, können auch die gesetzlichen Primärenergie-Anforderungen für Neubauten einfacher erfüllt werden. Eine Installation einer Solaranlage ist nicht nötig.



Abb. 131
Querschnitt Hybridheizung
© Viessmann

8.1.4 Warmwasserbereitung

Bei der Warmwasserbereitung wird zwischen dezentralen und zentralen Systemen und zwischen Frisch- und Brauchwasserbereitung unterschieden.

Dezentrale Systeme erzeugen Warmwasser nach Bedarf. Das Wasser wird erst dann erwärmt, wenn es benötigt wird, wodurch Bereitschaftsverluste entfallen, jedoch hohe Anschlussleistungen erforderlich sind. Üblicherweise kommen hier elektrische oder Gasdurchlauferhitzer oder Elektro-Warmwasserspeicher zum Einsatz. Diese Variante ist bei kleinen Verbrauchsmengen energetisch günstiger, da keine Speicherverluste entstehen. Die kostengünstigen Geräte stellen einfache Lösungen zur Warmwasserbereitung dar, verursachen jedoch in der Regel höhere Verbrauchskosten als bei zentralen Systemen. Eine Einbindung dezentraler Systeme in solarthermische Anlagen ist nicht möglich.

Bei zentralen Warmwasserbereitungssystemen wird das Warmwasser zentral (in der Regel mit dem Wärmeerzeuger für die Heizung) erzeugt und über ein Warmwasserverteilnetz im Gebäude verteilt. Bei der zentralen Warmwasserversorgung kommen Systeme mit oder ohne Zirkulation zum Einsatz. Bei einem System mit Zirkulation wird das Warmwasser ständig in einem Kreislauf geführt (auch wenn kein Warmwasser benötigt wird). Dies hat den Vorteil, dass unmittelbar beim Aufdrehen des Warmwasserhahnes warmes Wasser zur Verfügung steht. Der Nachteil hierbei ist der ständige Pumpenbetrieb sowie die bei der Zirkulation entstehenden Wärmeverluste. Dies führt zu einem höheren Stromverbrauch für den Pumpenbetrieb und zu einem höheren Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung.

Zentrale Warmwasserbereitungssysteme können in Speichersysteme und Durchflusssysteme (sog. Frischwassersysteme) unterschieden werden. Letztere erfordern deutlich geringere energetische Aufwendungen im Betrieb, da die regelmäßige Erhitzung des Brauchwassers zur Legionellenfreiheit entfällt. Bei Speichersystemen hingegen ist dies erforderlich.



Abb. 132
elektrischer Durchlauferhitzer
(dezentral)
© Stiebel Eltron GmbH & Co. KG,
Holzminde, Deutschland

Die Warmwasserbereitung mit zentralen Speichern lässt sich mit regenerativen Energien ergänzen, ggf. sind zusätzliche Pufferspeicher zu installieren.

- solarthermische Kollektoren zur Speicheraufheizung mit Warmwasser
- Warmwasserwärmepumpen
- Photovoltaik-Kollektoren zur Speicheraufheizung mit Strom
- Pelletkessel
- Klein-BHKW
- wasserführende Kamine

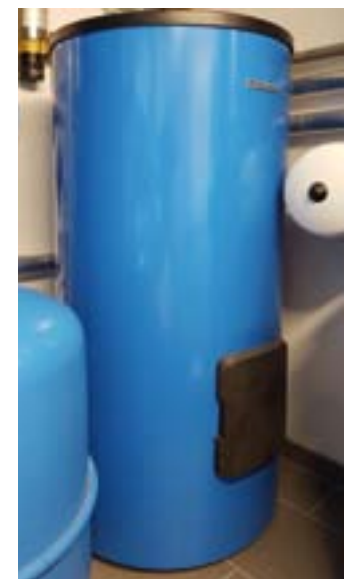


Abb. 133
Zentraler Warmwasserspeicher
© SAENA

8.1.5 Heizungsregelung

Wesentlichen Einfluss auf den Energieverbrauch der Heizungsanlage hat die Regelung. Sie hat das Ziel, eine vorgewählte Raumtemperatur in allen zu versorgenden Räumen konstant zu halten. Für einen energiesparenden Heizbetrieb sorgen nur richtig eingesetzte und eingestellte Heizungsregler. Moderne Regler sind in der Lage, die Systemtemperaturen bei Warmwasserheizungen (Vor- und Rücklauftemperaturen) in Abhängigkeit des Bedarfs zu verändern. Somit kann eine Überversorgung vermieden, Verteilungsverluste minimiert und die Effizienz gesteigert werden. Zeitabhängige Eingriffsmöglichkeiten dienen dem Betrieb mit verminderter Leistung in Zeiten geringeren Bedarfs (z.B. Nachtabsenkung) oder ermöglichen das automatische Abschalten der Heizungsanlage bei Erreichen der Heizgrenze.

Moderne Heizungsregler bieten Tages- bzw. Wochenprogramme an, die individuell programmiert werden können. Eine Nachtabsenkung senkt die Raumtemperatur in der Nacht. Dadurch kann ein Einsparungseffekt erzielt werden. Da der Wärmeverlust eines Gebäudes proportional zur Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenraum verläuft, ist die Einsparung bei hochgedämmten Gebäuden eher gering. Kombiniert werden solche Regler oft mit einer Raumtemperaturregelung, wobei der Installationsraum als „Referenzraum“ für das gesamte Gebäude fungiert.

Eine Alternative zur „referenzraumgeführten Regelung“ bildet die Einzelraumregelung. Dies hat den Vorteil, dass nicht ein zentraler Raum als Steuerungsgröße für die Wärmezufuhr dient, sondern jeder Raum individuell geregelt werden kann. Zum Einsatz kommen solche Lösungen im Wesentlichen bei Flächenheizsystemen. Die Regelung von Heizkörpern erfolgt durch Thermostatventile, die, je nach Einstellung, die Wärmezufuhr zum Heizkörper durch Änderung des Volumenstromes beeinflussen.

Neuentwicklungen ermöglichen mittlerweile die Nutzung intelligent vernetzter Gebäudeleittechnik. Mit diesen zentralen Steuerungen kann das gesamte Haus sowie alle wärmetechnischen Prozesse gesteuert werden. Gleichzeitig ist deren Visualisierung und individuelle Programmierung möglich.



Abb. 134
Heizungsregler © Buderus



Abb. 135
Elektronisches Thermostat © SAENA



Abb. 136
Heizungssteuerung
mittels Smartphone
© ACX GmbH



Abb. 137 Fernsteuerung über Touchscreen © Buderus

8.1.6 Wärmeverteilung

Die Zufuhr der Wärme vom Wärmeerzeuger zur Wärmeübergabe erfolgt durch das Wärmeverteilensystem (Rohrleitungen). Diese Rohrleitungen sind gemäß den Vorgaben des § 69 GEG zu dämmen.




Im Ein- und Zweifamilienwohnbereich werden zwei Arten von Wärmeverteilnetzen unterschieden, die Einrohr- und die Zweirohrheizung. Die Einrohrheizung wird im modernen Wohnungsbau nicht mehr eingesetzt, so dass die Zweirohrheizung (getrennte Vor- und Rücklauf-führung) das am häufigsten verwendete System ist.

Bei der Zweirohrheizung wird jeder Heizkörper an eine Vor- und Rücklaufleitung angeschlossen, was dazu führt, dass jeder Heizkörper mit annähernd gleicher Vorlauftemperatur betrieben werden kann. Die Regelung der einzelnen Heizkörper erfolgt durch Thermostatventile.



Abb. 138 Zweirohrheizung – Gleichlaufprinzip © SAENA

Für den Wärmetransport vom Wärmeerzeuger zum Wärmeverbraucher sind Heizungspumpen erforderlich. Diese müssen so ausgewählt und eingestellt sein, dass bei Volllast alle angeschlossenen Wärmeverbraucher mit dem zur Beheizung der jeweiligen Räume erforderlichen Volumenstrom versorgt werden.

ungeregelte 3-stufige Pumpe	dezentrale Heizungspumpe	elektronische Heizungsumwälzpumpe	Hocheffizienzpumpe
 <p>Abb. 139 © GRUNDFOS, © WILLO</p>	 <p>Abb. 140 Dezentrale Umwälzpumpe © SAENA</p>	 <p>Abb. 141 © GRUNDFOS, © WILLO</p>	 <p>Abb. 142 © GRUNDFOS, © WILLO</p>
<ul style="list-style-type: none"> → unwirtschaftlich → hoher Energieverbrauch → Einsatz überwiegend in Heizungsanlagen mit gleichbleibenden Volumenströmen und stabilen Druckverhältnissen 	<ul style="list-style-type: none"> → geeignet für Zweirohrheizungen → Einsatz von kleinen dezentralen Hocheffizienzpumpen → bedarfsgerechte Raumtemperaturregelung zum tatsächlich gebrauchten Zeitpunkt → erhöht Energieeffizienz, senkt Betriebskosten und fördert die CO₂-Reduzierung 	<ul style="list-style-type: none"> → bessere Anpassung des tatsächlich benötigten Massenstromes gegenüber den unregulierten Pumpen → universell einsetzbar → geringere Pumpenbelastung 	<ul style="list-style-type: none"> → elektronisch geregelte Pumpen, die durch EC-Motoren mit Permanentmagnet und konstruktiver Optimierung unter gleichen Betriebsbedingungen eine geringere Stromaufnahme haben → durch energieeffiziente Arbeitsweise trägt diese wesentlich zur Betriebskostenreduzierung für Heizungsanlagen bei

Tab. 15 Übersicht Heizungspumpen

Alle Komponenten einer Warmwasserheizung müssen so ausgelegt und aufeinander abgestimmt sein, dass ein energieeffizienter Betrieb der Heizungsanlage möglich ist. Für die Realisierung ist ein hydraulischer Abgleich der Gesamtanlage unabdingbar. Hierbei werden zunächst sämtliche erforderliche Berechnungen des Heizkreises (Rohrdimensionierung, Ventil- und Heizkörperauswahl etc.) durchgeführt und die jeweiligen Einstellungen festgelegt. Diese werden dann entsprechend ausgeführt.

Mit dem nachträglichen praktischen Abgleich der Anlagen wird das vorhandene Potential zur Verbesserung der Energieeffizienz nutzbar. In der Regel können Pumpenleistungen und/oder Auslegungstemperaturen reduziert werden. Gleichzeitig verbessern sich Regelverhalten und Komfort, Anlagengeräusche werden vermieden.

Hydraulischer Abgleich	
positive Effekte	erforderlich bei ...
<ul style="list-style-type: none"> → Erhöhung der Energieeffizienz → optimale Wärmeverteilung → Vermeidung von Geräuschen in der Heizungsanlage 	<ul style="list-style-type: none"> → nicht abgeglichenen Bestandsanlagen → Heizlaständerung des Gebäudes → Änderung des Wärmeerzeugers/der Anlagentechnik
Indizien für nicht abgeglichene Anlagen	
<ul style="list-style-type: none"> → ungleichmäßige Wärmeverteilung im Heizungsnetz → starke Strömungsgeräusche in den Rohrleitungen und an den Thermostatventilen → auf Maximalleistung eingestellte Heizkreispumpen → von der Anlagenauslegung abweichende Systemtemperaturen 	<ul style="list-style-type: none"> → keine einstellbaren Thermostatventileinsätze vorhanden → alle Thermostatventileinsätze befinden sich in der gleichen Stellung → bei größeren Anlagen sind keine Strangregulierventile und/oder Differenzdruckregler eingebaut



Weiterführende und ausführlichere Informationen zum hydraulischen Abgleich sind in der Broschüre „Hydraulischer Abgleich für Heizungssysteme“ der SAENA erläutert.

8.1.7 Wärmeübergabe

Die Zufuhr der Heizwärme in den Raum wird als Wärmeübergabe bezeichnet. Entsprechend sind die dafür vorgesehenen Wärmeübertrager unter dem Oberbegriff „Wärmeübergabesysteme“ zusammengefasst. Grundlegend kann in Flächenheizsysteme und Heizkörper unterschieden werden.

Die Wärmeübertragung erfolgt über Konvektion und Strahlung. Die Größe der wärmeübertragenden Fläche ist von den Systemtemperaturen der Heizung abhängig, d.h. je geringer die Vorlauftemperatur, desto größer muss der Heizkörper oder die Heizfläche für die Abgabe der Wärme sein.

Wärmeübergabesysteme	
Klassische Heizkörper	Flächenheizungen
 <p>Abb. 143 Heizkörper © SAENA</p>  <p>Abb. 144 Unterflurkonvektor © Kampmann GmbH</p> <p>→ Strahlungsanteil zwischen 20 % (Konvektoren) + 60 % (Plattenheizkörper) → Konvektionsanteil zwischen 80 % (Konvektoren) + 40 % (Plattenheizkörper) → vielfältige Ausführungen</p>  <p>Abb. 145 Handtuch-Heizung © SAENA</p>	 <p>Abb. 146 Wandflächenheizung © SAENA</p>  <p>Abb. 147 Fußbodenheizung © SAENA</p> <p>→ Wand- und Fußbodenheizungen → spezieller Aufbau mit guter Dämmung erforderlich → erhöhte Qualitätsanforderungen an die verwendeten Materialien → Unterschied zur Bauteiltemperierung ist die Lage der „Heizleitungen“ (im Estrichbereich)</p> <p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> → großer Komfort und sehr hohes Behaglichkeitsempfinden, angenehme Wärmeabgabe → gesundes Raumklima mit viel Strahlungswärme, durch warme Raumumschließungsflächen → Betriebstemperaturen gering → keine Heizflächen an den Außenwänden bzw. im Bereich der Fenster → Nutzung von Sonnenenergie und Umweltwärme möglich <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> → hohe Systemträgheit → erhöhter Herstellungsaufwand und damit höhere Anschaffungskosten → bei Wandheizungen keine Wandbefestigungen möglich
<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> → geringere Trägheit als Flächenheizsysteme → preiswert <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> → kalte Fußböden → hohe Betriebstemperaturen erforderlich, ansonsten überdimensionale Heizflächen → große Luftzirkulation 	

Eine weitere Möglichkeit zur Beheizung, aber auch zum Kühlen, stellt die sogenannte Bauteiltemperierung dar. Hierbei werden in tragende Decken oder Wände Rohrleitungssysteme integriert, die diese Bauteile temperieren.

Die Heizkörper oder die Flächenheizsysteme (Wand- oder Fußbodenheizung) sollten so dimensioniert werden, dass nur geringe Systemtemperaturen erforderlich sind. Eine solche Auslegung eröffnet heute und auch in Zukunft die Möglichkeit, fast alle verfügbaren Heiztechnologien zu nutzen.

Vorgeschalet sind den Wärmeübertragern Regeleinrichtungen. Deren Hauptaufgabe ist die Sicherstellung der erforderlichen Raumtemperatur durch Regelung der Wärmezufuhr, unter Berücksichtigung möglicher zusätzlicher Wärmequellen (z.B. innere und solare Wärmeeinträge). Entsprechend den anerkannten Regeln der Technik dürfen nur noch Thermostatventile mit voreinstellbarem Ventilkörper eingesetzt werden. Diese regeln, abhängig von der Raumtemperatur und manuell gewählter Stellung, den Volumenstrom durch Querschnittsverengung.

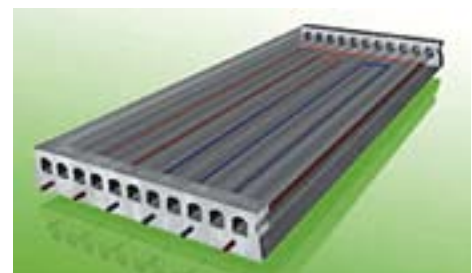


Abb. 148 Bauteiltemperierung © DW-Systembau

8.2 Lüftung

Räume in Wohngebäuden müssen ausreichend gelüftet werden, um zu hohe Kohlendioxid-, Feuchte- und Schadstoffkonzentrationen zu verhindern. Damit wird die erforderliche Raumluftqualität gesichert sowie Feuchteschäden und Schimmelbildung vermieden. Der erforderliche Luftwechsel kann nach DIN 4108-8 berechnet werden. In der Regel gilt als ausreichender Luftwechsel, wenn das Luftvolumen des Raumes innerhalb von zwei Stunden einmal komplett ausgetauscht wird. In älteren unsanierten Gebäuden ist dies in der Regel ohne zusätzlichen technischen Aufwand gegeben, da die Fugendichtheit bei Fenstern und Türen in Kombination mit gelegentlicher manueller Fensterlüftung für den erforderlichen Luftwechsel ausreichend ist.

Neue Baustandards mit erhöhten energetischen Anforderungen an Gebäude erfordern eine differenziertere Betrachtungsweise der Lüftungsbedingungen.

Die Erschließung der Einsparpotentiale erfolgte in der Vergangenheit vorrangig durch eine ständig verbesserte Wärmedämmung der Gebäudehülle. Hierdurch wurde der Transmissionswärmebedarf deutlich vermindert. Mit höherer Fugendichtheit der Bauteile konnten auch ungewollte Lüftungswärmeverluste reduziert werden. Damit beträgt der Anteil der Lüftungswärmeverluste im Neubau heute bereits 50 % der Gesamtwärmeverluste. Der erforderliche Mindestluftwechsel kann aus hygienischen und bauphysikalischen Anforderungen jedoch nicht reduziert werden. Um eine weitere Minimierung der Wärmeverluste in Gebäuden zu erreichen, wird zukünftig die Frage der Lüftung von deutlich höherer Bedeutung sein:

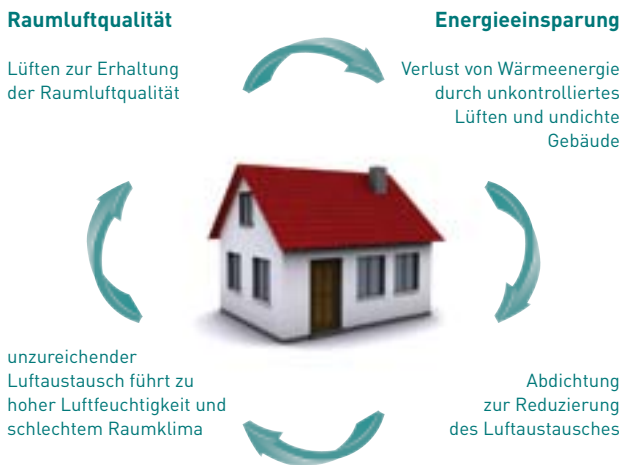


Abb. 149 Luftaustausch kontra Gebäudequalität
© Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH

1. Energieeffizienz:

Minimierung der Lüftungswärmeverluste auf Basis einer hohen Gebäudedichtheit, durch einen möglichst geringen Außenluftwechsel oder durch alternative Lösungsansätze mit ventilatorgestützter Lüftung

2. Raumluftqualität und Bautenschutz:

Erfüllung der hygienischen und bauphysikalischen Anforderungen durch ausreichenden Außenluftwechsel

natürliche/freie Lüftung:

- unkontrollierter Luftwechsel über Undichtigkeiten in der Gebäudehülle (z.B. Fensterfugen) und zusätzliche Öffnungen (Fenster, Lüftungsöffnungen)
- unterliegt witterungsbedingten Schwankungen (Thermik, Windrichtung)
- Lüftung in den seltensten Fällen den entsprechenden Anforderungen passend
- bestehende Gefahr von Zugscheinungen sowie der In-/Ex-Filtration von Schadstoffen
- erhöhter Energieaufwand für Wiederaufheizen der Räume
- Unterscheidung in Quer- und Schachtlüftung

Mit steigender Gebäudedichtheit ändert sich das Verhältnis von Transmissionswärmeverlusten zu Lüftungswärmeverlusten:



Abb. 150 Verhältnis Transmissions-/Lüftungswärmeverlust in Abhängigkeit vom energetischen Standard, bezogen auf 110 m² beheizte Fläche und 135 m³/h Nennluftmenge gemäß DIN 1946T6

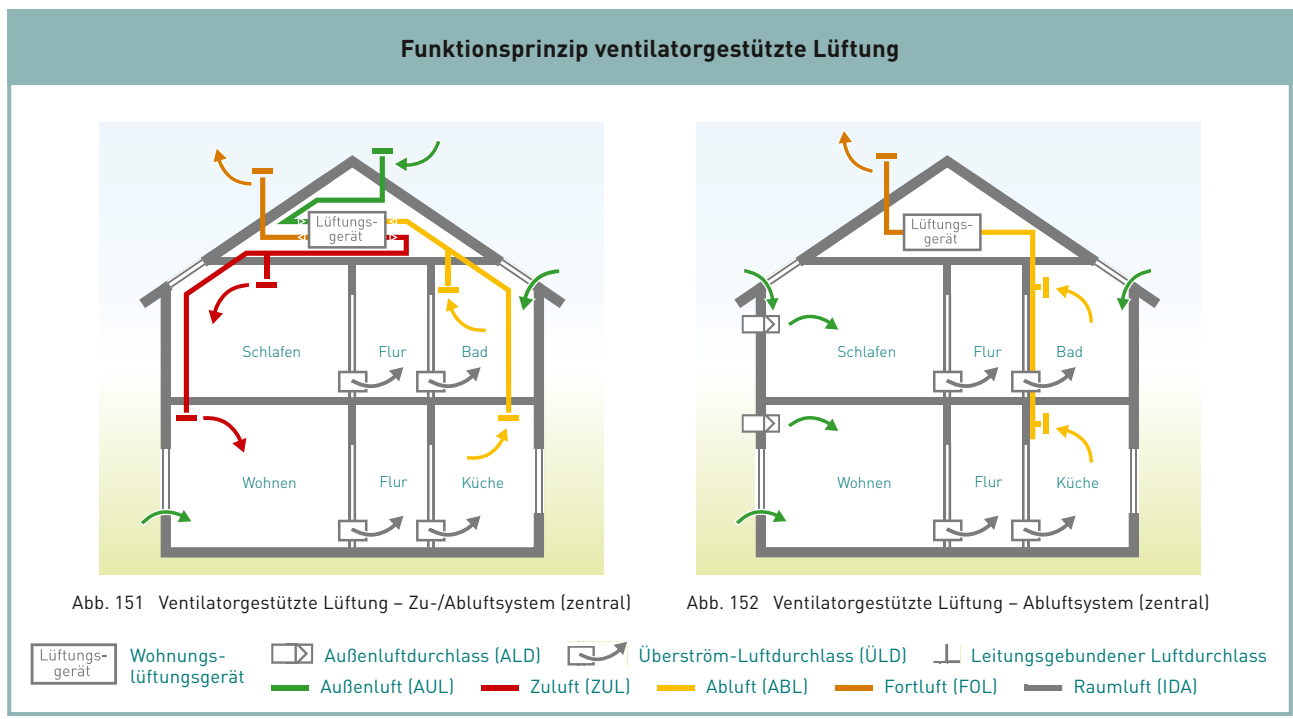
Legend:
■ Transmissionswärmeverluste
■ Lüftungswärmeverluste (ohne WRG)
—○— kumulierte Wärmekosten in 15 a 0,07 €/kWh; 3 % Steigerung p.a.

Die Luftdichtigkeit eines Gebäudes wird mit einem Differenzdruck-Messverfahren (Blower-Door-Test) bei einer Druckdifferenz von 50 Pa (Pascal) zum Umgebungsdruck ermittelt. Bei heutigen Neubauten liegen die Messwerte zwischen 0,1 bis 1,5-fachen Luftwechsel der Raumluft pro Stunde. Dieser Wert ist stark abhängig von der Ausführungsqualität der luftdichten Bauweise und verwendeten Bauteile (z.B. Fenster).

In der DIN 1946-6, Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung, wird für neu zu errichtende oder zu modernisierende Gebäude mit lüftungstechnisch relevanten Änderungen die Erstellung eines Lüftungskonzeptes gefordert. Dabei muss der Luftwechsel zum Feuchteschutz nutzerunabhängig, d.h. ohne zusätzliches manuelles Lüften gesichert sein. Ist dieser Nachweis bei Einfamilienhäusern oft noch möglich, werden bei Mehrfamilienhäusern in der Regel zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Prinzipiell kann der Bauherr zwischen freier und ventilatorgestützter Lüftung wählen. Antriebskraft der freien Lüftung sind Druckdifferenzen am Gebäude durch Temperaturunterschied und Windkraft. Hier kann bereits witterungsbedingt nicht von stabilen Verhältnissen ausgegangen werden, so dass der Luftwechsel stets mehr oder weniger starken Schwankungen unterliegt. Bei der ventilatorgestützten Lüftung wird zwischen zentralen, d.h. mehrere Räume werden über einen Ventilator mit angeschlossenen Luftkanalsystem versorgt und dezentralen Anlagen, in jedem Raum ist ein Ventilator angeordnet, unterschieden. Bei ventilatorgestützten Anlagen wird die erforderliche Luftmenge, idealerweise bedarfsgeregt, den Räumen als Zuluft zugeführt bzw. als Abluft abgesaugt.

- ventilatorgestützte Lüftung:**
- Ausführung Zuluftsystem, Abluftsystem oder Zu- und Abluftsystem
 - kontrollierter Luftwechsel, unabhängig von Witterungseinflüssen
 - sichere Abfuhr von Raumluftschadstoffen
 - automatische Bedarfsregelung mit Nachtabsenkung möglich
 - Möglichkeit zur Wärmerückgewinnung
 - zusätzlicher Energieaufwand durch Ventilatoren
 - relativ hoher Installationsaufwand zentraler Anlagen bei der Sanierung



© SAENA

Seit der EnEV 2009 ist die ventilatorgestützte geregelte Abluftanlage Referenztechnik, d.h. für die Berechnung des maximalen Energiebedarfs wird diese Anlagentechnik vorausgesetzt.

Eine komfortable und energieeffiziente Möglichkeit der Wohnungslüftung ist die mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG). Für Energieeffizienzhäuser ist diese Anlagentechnik unverzichtbar. Generell kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der Kombination Komfort und Energieeffizienz tendenziell immer mehr Gebäude mit dieser Anlagentechnik ausgestattet werden. Prinzipiell sind mechanische Lüftungsanlagen wartungsarm und die Arbeiten beschränken sich im Wesentlichen auf regelmäßige Filterwechsel bzw. -reinigung sowie, je nach Anlage, auf die Reinigung des Wärmetauschers. Der Energieaufwand für den Betrieb der Anlage beträgt nur einen Bruchteil des Wärmerückgewinns.

TIPP Ausführlichere Informationen zum Thema Wohnungslüftung sind in der SAENA-Broschüre „Wohnungslüftung – Grundlagen, Anforderungen und technische Lösungen“ zu finden.

Kosten-Nutzen-Vergleich typischer ventilatorgestützter Lüftungsanlagen

	Neubau (€)	Betriebskosten (€/Jahr)	Wartungskosten (€/Jahr)	Energieeinsparung (€/Jahr)
dezentrale Lüftungsanlage mit WRG	7.600 *	65	150	150
zentrale Abluftanlage	3.500	19	40	-
zentrale Lüftungsanlage mit WRG	860 *	37	65	198
zentrale Lüftungsanlage mit Kompaktgerät	24.400 *	65	65	117

Randbedingungen:

- EFH mit 150 m² Wohnfläche, Strompreis 0,24 €/kWh, Gaspreis 0,06 €/kWh
- 3.700 Stunden Anlagenbetrieb während der Heizperiode
- Betriebskosten: Stromverbrauch Ventilatoren (ohne Wärmepumpenstrom)
- Wartungskosten: Inspektion und Gerätereinigung sowie jährlicher Filterwechsel
- dezentrale Lüftungsanlage bestehend aus 7 Einzelgeräten

Tab. 16 Quelle: nach Energieagentur NRW (www.energieagentur.nrw.de), *aktualisiert 2017 durch SAENA

8.3 Klimatisierung

Im Wohnhausbereich ist eine Klimatisierung i.d.R. nicht erforderlich. Hier sind die individuellen Bedürfnisse ausschlaggebend.

Neben den Komponenten einer Lüftungsanlage (Ventilator, Zu- und Abluftleitungen etc.) kommen bei einer Klimaanlage noch Komponenten für die Be- und Entfeuchtung sowie Temperierung (Heizen und Kühlen) hinzu. Generell sind hier am Markt ausgereifte und gängige Produkte vorhanden. Neben solchen Zentralanlagen werden häufig umluftbetriebene Klein-Kompressionskältemaschinen (sog. „Klima-Splitgeräte“) für die aktive Klimatisierung angeboten. Für einen effizienten Betrieb sind unbedingt eine fachgerechte Planung und Montage erforderlich.

Alternativen zur Temperierung der Räume (insbesondere Kühlen im Sommer) bilden innovative Konzepte wie z.B. die „umschaltbare“ Wärmepumpe (reversible Wärmepumpe). Im Sommer kann von einem Heizbetrieb in einen Kühlbetrieb umgeschaltet werden. Bei der Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle, kann dieses im Sommer mittels eines Wärmetauschers direkt zum Kühlen genutzt werden. Da eine Klimatisierung immer zusätzliche Energiekosten verursacht, sollten zunächst alle passiven Maßnahmen zur Schaffung angenehmer Raumtemperaturen im Sommer genutzt werden, z.B. Nachtlüftung, Speicherfähigkeit der Baukonstruktion, baulicher Sonnenschutz.

Nähere Informationen können von einem Fachplaner bzw. Fachunternehmen oder im Internet eingeholt werden.

8.4 Elektroinstallation

Die Komplexität des Themas ist ohne professionelle Hilfe nicht überschaubar. Frühzeitig sollte ein Experte in die Planungen einbezogen werden. Am Anfang jeder Planung steht die Bedarfsermittlung. Hier sind sämtliche Vorstellungen (z.B. elektrische Rollläden, Maschinen, Heizungsanlagen etc.) aufzulisten.

Die Bauarbeiten und Installationen sind unter Beachtung der anerkannten Regeln und nach den gesetzlichen Richtlinien (VDE – Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.) von einem Elektrofachunternehmen auszuführen.

Im privaten Bereich kommen neben klassischen Glühlampen vor allem Halogenleuchtstofflampen und Energiesparlampen, manchmal auch Leuchtstoffröhren zum Einsatz. Bei der Neuinstallation der Beleuchtung lohnt der Blick auf ein modernes Leuchtmittel – die LED. LED punkten durch ihre Langlebigkeit und hohe Energieeffizienz. Es besteht die Möglichkeit eine neue komplette LED-Leuchte zu erwerben oder LED-Retrofit-Lampen mit entsprechendem Sockel in vorhandenen Leuchten einzusetzen.

Bei der Wahl moderner Leuchtmittel besteht die Möglichkeit verschiedene Lichtfarben zu wählen. Die farbliche Wirkung des Lichtes bewirkt eine bestimmte Lichtstimmung und lässt die Farben des Raumes und der Gegenstände erstrahlen. So sind „Extra-Warmweiß“ oder „Warm-Weiß“ für wohnliche Beleuchtungen, „Neutral-weiß“ beispielsweise für die Küche geeignet.

Bei Einsatz von intelligenten Messsystemen (Smart-Metering) erhalten Verbraucher eine höhere Transparenz über den eigenen Energieverbrauch und die Möglichkeit, die Energiekosten über den laufenden Stromverbrauch zu senken. Ein Teil des Stromverbrauches kann in preisgünstigere lastarme Zeiten gelegt werden. Stromliefervertrag und -zähler sind entsprechend anzupassen.

Leistungsvergleich	
Glühlampe	LED*-Lampen
100 W	15 W
75 W	10 W
60 W	10 W
40 W	6 W
25 W	3 W
15 W	1,5 W

Tab. 17 Leistungsvergleich Leuchtmittel

* LED-Leistungswerte etwas kleiner als bei Energiesparlampe bei gleichem Lichtstrom

Wichtige Aspekte bei der Planung von Elektroinstallationen:

- Sicherheit:**
- Installation durch eine Fachfirma auf Grundlage der gültigen Standards und Normen
 - Berücksichtigung Blitz- und Überspannungsschutz (Erdung der elektrischen Anlagen)
 - Elektroinstallationen müssen an den Potentialausgleich (PotA) angeschlossen werden, wie Fundamenterder oder Schutzleiter der Elektroanlage
- Energieeinsparungen:**
- durch moderne und effiziente Geräte und Beleuchtung
 - Nutzung intelligenter Systeme (z.B. BUS-System, Smart Meter)
- Komfort:**
- intelligente Steuer- und Eingabegeräte zur flexibleren Bedienung und Zuordnung der Schalter und Steckdosen etc. sind gefragt, so dass BUS-Systeme zunehmend an Bedeutung gewinnen

8.4.1 Beleuchtung

Der elektrische Energiebedarf (umgangssprachlich auch Strombedarf bzw. -verbrauch) ist diejenige Energiemenge, die von den elektrischen Geräten während des Betriebes (auch Stand-by) über einen definierten Zeitabschnitt benötigt wird. Ca. 11 % des Gesamtstromverbrauches fällt auf die Beleuchtung. Im Gegensatz zu anderen Bereichen (z.B. Kühlen) ist eine effizientere Beleuchtung relativ kostengünstig zu realisieren. Je nach Ausstattung des Haushaltes lässt sich der Stromverbrauch für die Beleuchtung um bis zu 80 % senken.

Leuchtmittel sind auf der Verpackung mit einem EU-Label (Effizienzklasse, gewichteter Energieverbrauch) versehen.

Durch die folgenden Angaben ist es möglich, ein für den vorgesehenen Einsatzbereich am besten geeignetes Leuchtmittel zu finden.

Für die Leuchtmittelauswahl sind folgende Angaben von Bedeutung:

- **Lichtstrom** in Lumen (lm), je höher die Zahl, desto heller leuchtet die Lampe
- **Nennleistung** (in Watt) und **Lebensdauer** (in Stunden)
- **Farbwiedergabe** als allgemeiner Farbwiedergabeindex Ra (100 Ra ist Tageslicht)
- **Farbtemperatur** (Lichtfarbe in Kelvin; unter 3.300 K ist gelblich-warm, 5.000 K ist bläulich-weiß)
- Anzahl der **Schaltzyklen** gibt an, wie oft das An- und Ausschalten mindestens möglich ist
- **Anlaufzeit** in Sekunden, bis ein bestimmter Anteil der Lichtmenge erreicht wird (typisch sind z.B. Zeiträume, bis 60 % des Lichtstromes erreicht sind)
- Angaben zur **Dimmbarkeit** (sind auf Energiesparlampen und LED-Lampen keine Hinweise verzeichnet, sind diese Modelle nicht dimmbar)
- Angaben zur **Fassung** (Sockelform und -größe, z.B. E27)
- **Baugröße** der Lampe (Länge und Breite bzw. Durchmesser, jeweils in mm)
- **Quecksilbergehalt** der Lampe (sofern enthalten)

Übersicht Leuchtmittel

Energiesparlampen	LED-Lampen
	
Abb. 153 Energiesparlampe Foto: © Thomas Söllner / Fotolia.com	Abb. 154 LED-Lampe Foto: © Africa Studio / Fotolia.com
<ul style="list-style-type: none"> → gefaltete Leuchtstofflampen → auch als Kompaktleuchtstofflampen bezeichnet → problemloser Ersatz für herkömmliche Glühlampen → 5-fach höherer Wirkungsgrad als Glühlampen → Standard-Energiesparlampe ist nicht dimmbar 	<ul style="list-style-type: none"> → LED – Light Emitting Diode (Licht emittierende Diode) → Halbleiterkristalle werden zum Leuchten angeregt → punktgenaue Leitung des Lichts → gute bis sehr gute Lichtausbeute → höhere Anschaffungskosten → für fast alle Sockelformen und -größen erhältlich
Lebensdauer in Stunden: 5.000 - 20.000	Lebensdauer in Stunden: 25.000 - 100.000
Lichtausbeute – Farbwiedergabe (Ra)* 32-80 lm/W – Ra 85 bis 95	Lichtausbeute – Farbwiedergabe (Ra)* bis 150 lm/W – Ra bis 95

* Farbwiedergabe (Ra) beschreibt, wie gut eine Lichtquelle die Farben eines farbigen Objektes wiedergibt (Ra 100 – alle Farben werden wie bei Tageslicht erkannt)

TIPP

Weiterführende Informationen zum Thema Licht für Zuhause liefert die Broschüre „Beleuchtung im Haushalt“ der SAENA sowie www.licht.de (Brancheninitiative des ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.). Außerdem bietet https://www.ecopten.de/sites/default/files/Praxishilfe_LED_Umstellung.pdf einen Praxisleitfaden zur Umstellung auf LED-Beleuchtung.

8.4.2 Elektronikgeräte

Elektronische Geräte werden einerseits nach Großgeräten (z.B. Kühlschrank) und Kleingeräten (z.B. Föhn) sowie zusätzlich in Rote Ware (Heizungen), Braune Ware (Unterhaltungselektronik) und Weiße Ware (Hausarbeit) unterschieden.

Bestimmte Elektrogeräte müssen europaweit im Handel mit dem EU-Energieverbrauchsetikett gekennzeichnet werden. Dazu gehören Kühl- und Gefriergeräte, Waschmaschinen, Wäschetrockner, Waschtrockner, Geschirrpülmaschinen, Elektrobacköfen, Klimageräte, Haushaltslampen und – seit 2011 – auch Fernsehgeräte. Grundlage der Kennzeichnungspflicht ist die EU-Rahmenrichtlinie 30/2010/EU über die Kennzeichnung energieverbrauchsrelevanter Produkte.



Abb. 155 Stand-by © SAENA

Stand-by Eine Vielzahl moderner Geräte (vor allem im Bereich der Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik) sind ständig betriebsbereit und können mit Hilfe einer Fernbedienung in Betrieb genommen werden. Während der Betriebsbereitschaft verbrauchen Geräte auch weiterhin Strom. Es ist anzuraten, Geräte, die nicht benötigt werden, komplett vom Strom zu trennen (z.B. mit Hilfe von abschaltbaren Steckdosenleisten).

Stand-by-Verbrauch von Geräten

	Leistung in Watt	Ø-Betriebstunden/-Tag	€/Jahr
TV LCD, 80 – 94 cm	1	20	2
TV alt	6	20	10
DVB-T-Receiver	10	20	17
DVD-Rekorder mit Festplatte	8	22	14
Radios (3 Geräte)	5	21	8
PC + Monitor + Drucker	10	20	16
DSL-Modem + Router	7	20	12
Telefon schnurlos (Ladeschale)	2	23	4
Anrufbeantworter	3	24	6
Spielkonsole	3	22	5
Kaffeefüllautomat	3	23	6
Gesamtkosten/Jahr			115

Berechnungsgrundlagen: Je nach Gerät Stand-by-Betrieb von 20 - 24 h/Tag, 335 Tage/Jahr. Strompreis: 24 Cent/kWh (Stand 2010).

Quelle: dena

Strommessgerät

Mit Hilfe eines Strommessgerätes können „Stromfresser“ aber auch versteckte Stromverbräuche (Schein-Aus-Zustände) aufgespürt und vermieden werden. Solche Geräte werden zwischen den Steckdosen und den Verbrauchern angebracht und können bei Verbraucherzentralen, Umweltverbänden, Stadtwerken und Baumärkten ausgeliehen werden.

Computer, Drucker & Co.

Im Vergleich zu Desktop-Computern sind Notebooks wesentlich effizienter. Zeitgemäße Computer verfügen über eine Sparfunktion (Energieverwaltung), so dass nur die Komponenten Strom verbrauchen, die gerade benötigt werden. Auch Bildschirmschoner verbrauchen Strom. Es kann eine schnelle Einstellung vorgenommen werden, dass der Monitor sich nach wenigen ungenutzten Minuten abschaltet. Computer können bei Nichtnutzung abgeschaltet oder in den Energiesparmodus versetzt werden. Rechner und Peripherie sind an eine Steckerleiste mit Netzschalter anzuschließen und nach Betrieb vom Netz zu trennen. Drucker hingegen sind am Netz zu belassen. Sie nehmen zwar auch im ausgeschalteten Zustand Leistung auf, die meisten Modelle führen aber nach jeder Trennung vom Netz eine Düsenreinigung durch. Das kostet Tinte und Strom.



Abb. 156 Computer © SAENA

Waschen & Trocknen

Generell gilt beim Waschen und Trocknen: volle Ladung ist am besten. Der Stromverbrauch kann um ca. die Hälfte reduziert werden, wenn 60 °C-Wäsche bei 30 °C bis 40 °C gewaschen wird. Eine Mengenautomatik passt den Wasserverbrauch der tatsächlichen Wäschemenge an und reduziert ebenfalls den Stromverbrauch. Die kostengünstigste Alternative zum Wäschetrockner ist die Wäscheleine. Kann auf einen Trockner nicht verzichtet werden, ist beim Kauf darauf zu achten, dass ein Feuchtigkeitssensor vorhanden ist. Auch das vorgeschriebene EU-Label ist von Bedeutung.

Kühlen

Durch den Dauerbetrieb der Geräte ist das Einsparpotential durch die Anschaffung moderner und effizienter Geräte besonders hoch. Diese sollten auf den tatsächlichen Bedarf ausgerichtet sein, denn kleine Geräte benötigen deutlich weniger Strom. Kühl- und Gefriergeräte sollten in einem kühlen Raum und fern von Wärmequellen aufgestellt werden. Jedes Grad weniger an Raumtemperatur spart Geld. Regelmäßiges Abtauen reduziert ebenso den Energieverbrauch.

Home Entertainment

TV-Gerät, DVD-Player etc. verbrauchen aufgrund der steigenden Bedürfnisse an Größe und Leistung immer mehr Strom. Fernsehflachbildschirme sind kaum effizienter als herkömmliche Röhrenfernseher. Beim Kauf sollte neben dem Energieverbrauchskennwert darauf geachtet werden, dass das Gerät über einen echten Netzschalter verfügt und nicht ständig im Stand-by bleibt. Beim einzelnen Gerät fallen Bildschirmgröße und Eigenschaften wie HDTV oder Dolby-Sourround ins Gewicht. Je größer der Bildschirm, desto höher der Stromverbrauch. Nach einer Erhebung der Energieagentur NRW machen TV- und Audio-Geräte bis zu 12,9 % am Gesamtstromverbrauch im Haushalt aus. Das Energielabel für TV-Geräte führt sieben Energieklassen von A (Bestnote) bis F (Stromfresser) und gibt Orientierung beim Fernsehkauf.



Abb. 157 TV-Gerät © SAENA

Kochen

Hinsichtlich Effizienz liegen Erdgasherde deutlich vor anderen Herdarten, wenn die niedrigeren Gaspreise zum elektrischen Strom betrachtet werden. Bei elektrisch betriebenen Herden schneiden Induktionsherde in Sachen Energieeffizienz besonders gut ab, funktionieren jedoch nur mit speziellen Kochtöpfen. Neben dem Kauf neuer und immer effizienterer Haushaltsgeräte kann auch mit den vorhandenen Geräten, bei entsprechendem Umgang Energie gespart werden.

TIPP Ausführlichere Informationen und weiterführende nützliche Tipps und Hinweise liefert hier das Stromsparbuch der SAENA, deren Internetseite www.saena.de/private-haushalte.html oder auch das Informationsportal der Verbraucherzentralen (www.verbraucherzentrale-energieberatung.de). Im Rahmen einer Energieberatung durch einen zugelassenen Energieberater ist ggf. eine Förderung der Stromsparberatung möglich.

8.4.3 Smart Home

Die Vernetzung von Heizung, Beleuchtung und Lüftung, aber auch Kühlschrank oder Waschmaschine etc., wird als Smart Home verstanden. Vorteil ist, dass sich in Abhängigkeit der Bedürfnisse der Bewohner, der Außentemperatur oder auch dem Angebot von günstiger Energie, die verschiedenen Funktionen und Geräte optimal steuern lassen. Dies bringt zusätzliche Lebensqualität, aber auch klimaschonende und kostenreduzierende Wirkungen mit sich.




Abb. 158 Smart Home © eon

- 1 Grid Control Center**
Datenbündelung (Fehlermeldungen, Verfügbarkeit, Spannungsschwankungen etc.)
- 2 Smart Grids**
können die Energiezufuhr vieler dezentraler Quellen bedarfsgerecht steuern
- 3 Smart Meter**
intelligente Stromzähler;
Echtzeiterfassung der Verbrauchsdaten
- 4 Mikro-KWK-Anlagen**
Strom- und Wärmeerzeugung mittels Kraft-Wärme-Kopplung; Stromeinspeisung
- 5 Verbrauchsmanagement**
permanente Verbrauchsanzeige; Geräteregelung
- 6 Elektroautos**
Nutzung als dezentraler Energiespeicher möglich

Neben der Beleuchtungssteuerung oder "Alles-Aus-Funktion" bei Verlassen der Wohnung werden weitere Funktionen angeboten. Diese können z.B. sein:

- detaillierte Verbrauchsangaben für jedes Einzelgerät
- flexible Inbetriebnahme der Geräte, je nach aktuellem Stromtarif
- Warnmeldungen bei ungewöhnlich hohem Verbrauch/möglichem Defekt

TIPP Sehr ausführliche Informationen erfahren Sie in der SAENA-Broschüre „Smart Home – Wohngebäude intelligent vernetzt“.

8.5 Informationsanlagen

Zu den Informationsanlagen zählen die Telekommunikation (Telefon, Internet), Antennenanlage, Kommunikationsanlage, Alarmanlage, Blitzschutzanlage, Einbruchmeldeanlage, Brandmeldeanlagen etc. Der Bauherr muss die Notwendigkeit der Anlage selbst abschätzen. Wichtig ist die vorzeitige Informationseinholung der Dateninfrastruktur am zukünftigen Wohnort.

8.6 Regenwassernutzung

Regenwasser kann z.B. durch Zisternen aufgefangen und zur Gartenbewässerung genutzt werden. Eine weitere Möglichkeit der Regenwassernutzung ist die anschließende Verwendung im Sanitärbereich (WC-Anlagen, Waschmaschine etc.). Mit einer dieser technischen Lösungen können Kosten von aufwendig aufbereitetem Trinkwasser eingespart und die Umwelt geschont werden. Generell ist die Installation und Nutzung einer solchen Anlage bei der zuständigen Behörde anzuzeigen.

Unter Berücksichtigung der Wasser- und Abwasserkosten ist in jedem Fall die Wirtschaftlichkeit detailliert zu prüfen, da diese in der Regel schwer erreicht wird.



Abb. 159 Regenwassernutzung
© Müller Schachttechnik GmbH

Regeln für Regenwassernutzung:

- nur Dachablaufwasser von gering verschmutzten Dächern verwenden
- Feinfiltration des Wassers vor dem Speicher
- Wasserspeicher kühl und dunkel errichten
- für kontrollierte Wasserführung im Speicher sorgen
 - beruhigter Zulauf
 - Entnahme knapp unterhalb der Oberfläche oder mindestens 10 cm über dem Boden
 - leichten Austrag von Schwimmstoffen ermöglichen
- Speicherüberlauf möglichst vor Ort versickern
- dauerhafte, korrosionsbeständige und umweltfreundliche Materialien verwenden
- Verbindung zwischen Trinkwasser- und Regenwassernetz zuverlässig vermeiden
- alle Leitungen und Entnahmestellen deutlich kennzeichnen und gegebenenfalls sichern
- Anlage bei der Kreisverwaltungsbehörde und dem Wasserversorger melden
- Rechtliche Hinweise:
 - Trinkwasserverordnung § 13 Abs. 3 (Bau, Veränderungen und Stilllegungen von Regenwassernutzungsanlagen sind der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde anzuzeigen)
 - AVBWasserV § 3 Abs. 2 (vor der Errichtung einer Regenwassernutzungsanlage Mitteilung an zuständigen Wasserversorger)

8.7 Energieerzeugung

Der Bauherr kann den benötigten Strom bzw. einen Teil selbst erzeugen. Es sind unterschiedliche Möglichkeiten vorhanden, wie Photovoltaik- und Kleinwindkraftanlagen.

8.7.1 Photovoltaikanlagen

Die direkte Umwandlung von Licht in elektrischen Strom wird als Photovoltaik bezeichnet. Die sogenannten Module setzen sich aus vielen kleinen Zellen zusammen, die miteinander verschaltet sind. Die Solarmodule erzeugen Gleichstrom, der mit Hilfe von Wechselrichtern in Wechselstrom umgewandelt wird und anschließend ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann. Dieser Strom wird durch Stromversorgungsunternehmen auf der Grundlage des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) vergütet. Die jeweils aktuellen Vergütungssätze können im Internet (z.B. www.bmub.bund.de) entnommen werden. Auch Energieberater oder die SAENA GmbH können über die aktuellen Vergütungssätze informieren.

Zukünftig wird die Eigennutzung des Stromes interessanter, denn Solarstrom ist mittlerweile preiswerter als der Haushaltsstrom aus dem Netz. Bezogen auf die horizontale Ebene beträgt die Globalstrahlung in Deutschland rund 900 bis 1.200 kWh pro m². Optimal für einen hohen Ertrag ist ein Süddach mit ca. 30° Neigung, aber auch Abweichungen bei der Neigung und die Ausrichtung nach Osten und Westen sind geeignet. Wichtig ist ein verschattungsfreies Dach.

Die Entwicklung der Solarmodule ist weit vorangeschritten, so dass ein breites Spektrum an Solarzellen zur Verfügung steht. Die überwiegende Anzahl der Module basiert auf kristallinen Silizium Wafern.

monokristallines Silizium	poly-/mikro-kristallines Silizium	amorphes Silizium	Cadmium-Tellurid/CIS
<ul style="list-style-type: none"> → teurer in der Herstellung → weist den besten Wirkungsgrad auf 	<ul style="list-style-type: none"> → einfacher und kostengünstiger in der Herstellung als Monokristallines-Silizium → etwas schlechterer Wirkungsgrad, dadurch Mehraufwand bei Generatorflächen und Gestellen 	<ul style="list-style-type: none"> → Verarbeitung als Dünnschichtzellen → niedrigere Herstellungskosten → geringster Wirkungsgrad, daher für EFH-eher ungeeignet 	<ul style="list-style-type: none"> → Dünnschichttechnologien mit dem derzeit größten Marktanteil → mäßiger Wirkungsgrad → eher für Freiflächen und große Dächer → teilweise Schwermetalle enthalten

Tab. 18 Übersicht Modultypen

Photovoltaikanlagen

Auf-Dach-Montage	In-Dach-Montage	Flachdachanlage	Fassadenanlage
			
<p>Abb.160 © SAENA</p> <ul style="list-style-type: none"> → am häufigsten verbaute Art der Photovoltaikanlage → Dach bleibt unverändert, d.h. PV-Anlage wird aufgesetzt (Verwendung eines Montagesystems) → gute Hinterlüftung kühlt Module → höherer Ertrag 	<p>Abb. 161 © SAENA</p> <ul style="list-style-type: none"> → Photovoltaikanlage ersetzt Teile der Dacheindeckung → Übernahme zusätzlicher Anforderungen (Wärmeschutz, Witterungsschutz etc.) 	<p>Abb. 162 © SAENA</p> <ul style="list-style-type: none"> → erfordert zusätzlich Aufständigung → auf Abschattung der Module achten, auch bei Sonnentiefstand (Abstand Modulreihen) → höherer Platzbedarf 	<p>Abb. 163 © LRA Vogtlandkreis</p> <ul style="list-style-type: none"> → Integration in die Fassade → Übernahme zusätzlicher Funktionen, wie Schutz vor Witterung, Schallschutz, Wärmeschutz etc.
Vorteile			
<ul style="list-style-type: none"> → PV-Anlage nur zur Stromerzeugung → keine Anforderungen an Dichtigkeit → einfacher Austausch von defekten Modulen 	<ul style="list-style-type: none"> → bessere Ästhetik gegenüber Aufdachmontage → interessante Alternative bei Neubau oder Erneuerung der Dacheindeckung 	<ul style="list-style-type: none"> → optimale Ausrichtung und Neigung möglich → gute Hinterlüftung → meist leichte Wartung 	<ul style="list-style-type: none"> → ersetzen von herkömmlichen Fassadenelementen → Kopplung mit Frischluftvorwärmung für Lüftungsanlage möglich
Nachteile			
<ul style="list-style-type: none"> → alle Bauteile sind stets der Witterung ausgesetzt (Befestigungen, Kabel etc.) → Statik ist zu prüfen 	<ul style="list-style-type: none"> → schlechtere Hinterlüftung → höherer Preis gegenüber Aufdachmontage → Risiko bei Defekt 	<ul style="list-style-type: none"> → Dachhautbeschädigung möglich → Dachstatik überprüfen (aufgrund des höheren Gewichtes) 	<ul style="list-style-type: none"> → relativ hohe Energieeinbußen im Vergleich zu den Dachmontagen → kostenintensiv

Generell ist bei einer PV-Anlageninstallation darauf zu achten, dass die Module nicht verschattet werden, da dies den Ertrag sehr stark beeinträchtigt. Auch kleinere Verschattungen (z.B. durch Stromleitungen oder Dachgauben) zeigen bei den meisten Modulflächen bereits Auswirkungen. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass der PV-Strom nicht immer dann produziert werden kann, wenn Bedarf besteht. Hier sind entweder Speichermedien oder ein zusätzlicher Bezug aus dem öffentlichen Stromnetz erforderlich.

TIPP Nähere Informationen sind z.B. im Internet unter www.saena.de/erneuerbare-energien, www.energieportal-sachsen.de oder www.erneuerbare-energien.de verfügbar.

8.7.2 Kleinwindkraftanlagen

Eine weitere Möglichkeit der Stromproduktion am Haus stellen Kleinwindkraftanlagen dar. Jedoch sind Bedarf und Stromproduktion in der Regel nicht identisch, so dass eine Speicherung oder ein zusätzlicher Fremdbezug erforderlich wird.

Für größere Windkraftanlagen ist eine Genehmigung erforderlich. Windkraftanlagen bis 10 m Höhe (gemessen vom Boden bis zur Spitze des senkrecht stehenden Rotorblattes) sind in Sachsen genehmigungsfrei.

Bislang galt das Interesse den großen Windkraftanlagen. Zunehmend ist jedoch auch eine steigende Nachfrage auf dem Kleinwindkraftsektor zu verspüren.

Der Bundesverband WindEnergie hat eine Marktübersicht zu kleinen Windenergieanlagen herausgegeben (Bezug: www.wind-energie.de).

Windkraftanlagen können in horizontale und axiale Anlagen unterteilt werden. Das Wirkprinzip ist jedoch bei beiden Varianten gleich.

Vorteile der Windkraftanlagen liegen in der kostenlos zur Verfügung stehenden Energiequelle (Wind), der CO₂-freien Stromerzeugung sowie der Unabhängigkeit von Stromanbietern. Nachteilig wirken sich die standortabhängigen Energieerträge, die aufwendige Wartung sowie der unübersichtliche Markt und fehlende Qualitätsstandards aus.

Das Windpotential ist in Deutschland regional sehr unterschiedlich. Deshalb ist zu empfehlen, sich im Vorfeld von Planungen über große Schwankungen im Ertrag zu informieren. Es ist anzuraten, sich über das regionale Windpotential zu informieren (Deutscher Wetterdienst, eigene Messungen).

Nicht unberücksichtigt sollte bleiben, dass durch die sich drehenden Rotorblätter Geräuschbelastung und Schattenwurf entstehen und somit Beeinträchtigungen des Umfeldes hervorgerufen werden können.

Die Investitionskosten für Kleinwindkraftanlagen sind derzeit noch als sehr hoch einzustufen. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Preise sinken werden (Serienproduktionen, gesteigerte Nachfrage etc.). Ein Einsatz von Windkraftanlagen im Wohnhausbereich ist gegenwärtig eher unter der Rubrik „Hobby“ einzuordnen, da diese momentan kaum wirtschaftlich sind. Nur in sehr günstigen Fällen, bei hoher Qualität der Anlage an einem sehr guten Standort und passendem Energieverbrauchsprofil, kann sich der Einsatz von Kleinwindkraftanlagen als wirtschaftlich erweisen. Der Bau von Kleinwindkraftanlagen wird durch die KfW gefördert.



Abb. 164
Axiale Windkraftanlage

© LRA Vogtlandkreis



Abb. 165
Horizontale Windkraftanlagen

© LRA Vogtlandkreis

8.8 Energiespeicherung

Die technischen Möglichkeiten, selbst Strom aus Sonnen- oder Windenergie in Gebäudenähe für den Eigenverbrauch zu erzeugen, werden immer vielseitiger. Leider stehen diese Energien nicht immer zeitgleich zum Bedarf zur Verfügung und es müssen Möglichkeiten gefunden werden, den regenerativ erzeugten Strom zu speichern, statt ihn mit geringerer Vergütung einzuspeisen. Durch eine Stromspeicherung kann der Eigenverbrauchsanteil des selbst erzeugten Stroms im Haushalt gesteigert und damit die Strombezugskosten gesenkt werden.



Abb. 166 modulare Stromspeicher

© SOLARWATT GmbH

Wärmespeicher

Wenn keine thermische Solaranlage vorhanden ist, kann z.B. überschüssiger erzeugter Strom genutzt werden, um eine elektrische Heizpatrone (2-6 kW) im Warmwasserspeicher zu betreiben. Die elektrische Energie wird somit in Wärmeenergie umgewandelt und gespeichert. Mit Hilfe einer Wärmepumpe kann der Wärmeenergieertrag wesentlich erhöht werden und mit einer intelligenten Steuerung auch wesentlich zur Heizungsunterstützung beitragen.

Stromspeicher

Insbesondere für Elektroautos wurden in den letzten Jahren verschiedene Batteriesysteme entwickelt und damit Grundlagen für den stationären Betrieb geschaffen. Auf dem Markt werden Stromspeicher mit Blei-Technologie und mit Lithium-Ionen-Technologie angeboten.

Bleispeicherakkumulatoren

werden als Starterbatterie in Kraftfahrzeugen verwendet. Das Prinzip ist eine galvanische Zelle, die Strom durch einen chemischen Vorgang abgibt (Entladung), aber auch wieder durch Umkehrung des Prozesses aufgeladen werden kann. Die Technologie ist erprobt und es gibt langjährige Erfahrungswerte mit Bleibatterien, allerdings ist die Blei-Technologie wartungsintensiv und es sind hohe Anforderungen an die Belüftung aufgrund des Austritts von Gasen einzuhalten. Die Bedeutung an Bleispeichern im privaten Bereich nimmt stark ab.

Lithium-Ionen-Akkumulatoren

sind elektrochemische Spannungsquellen auf der Basis von Lithium, die sich durch hohe Energiedichten auszeichnen. Ein Lithium-Ionen-Akku erzeugt die elektrische Arbeit durch die Verschiebung von Lithium-Ionen. Lithium-Ionen-Akkus sind in der Industrie noch nicht so lange vertreten wie Blei-Akkus. Dementsprechend gibt es weniger Erfahrungswerte, was die Langzeittauglichkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien angeht. Diese werden bislang in beschleunigten Alterungstests simuliert. Die Batterien sind wartungsarm, benötigen ein Energiemanagement, um Überladung, Tiefentladung, Überhitzung sowie Spannungsabweichungen auszuschließen. Die Preise für Lithium-Ionen-Speicher sind in den letzten Jahren stark gefallen.

Für die Stromspeicherauswahl sind Zyklenzahl, Installation/Wartung, Sicherheit, Lebensdauer, Entladetiefe und Wirkungsgrad wichtig. Die Zyklenzahl gibt an, wie oft ein Speicher vollständig be- und entladen werden kann. Ein durchschnittlicher Haushalt mit PV-Anlage benötigt ca. 250 Zyklen jährlich. Mittlerweile sind Systeme mit intelligenten Ladestrategien verfügbar. Diese ermöglichen, den Solarstrom besser ins Netz zu integrieren und erhöhen die Lebensdauer.

Kenndaten	Bleispeicher	Lithium-Ionen-Speicher
Speicher Wirkungsgrad	70 - 85 %	93 - 98 %
Zyklenzahl	ca. 1.200 - 3.000	ca. 4.000 - 7.000
Lebensdauer	ca. 10 Jahre	ca. 20 Jahre (Schätzung)
Entladetiefe	50 - 60 %	70 - 100 %
Sicherheit	Raumbelüftung vorgeschrieben	Raumbelüftung empfohlen, Energiemanagement notwendig
Gewicht	relativ hoch	vergleichsweise gering
Verkaufspreis	ca. 300 - 600 €/kWh Nutzkapazität	ca. 500 - 1.000 €/kWh Nutzkapazität (Preis fallend)

Tab. 19 Übersicht Stromspeicher

Stromspeicherbatterien sind zurzeit noch relativ teuer. Um einschätzen zu können, ob der Einsatz eines Stromspeichers sinnvoll ist, sind die technischen Rahmenbedingungen aus Photovoltaikanlage und Eigennutzung mit einer sachkundigen Elektrofachkraft zu klären sowie genaue Informationen über die am Markt verfügbaren Batteriespeichersysteme einzuholen.



Für Stromspeicher gibt es Förderungen durch zinsgünstige Kredite, siehe **Teil II / KOMPAKT+** dieser Bauherrenmappe. Weitere Hinweise finden sich z.B. bei www.carmen-ev.de/sonne-wind-co/stromspeicher.

9 Qualitätssicherung und Dokumentation

9.1 Qualitätssicherung

Qualitätssicherung oder Qualitätskontrolle beinhalten Ansätze und Maßnahmen zur Sicherstellung festgelegter Qualitätsanforderungen an das Bauwerk und die Bauleistungen. Sie erfolgen baubegleitend und zur Bauabnahme durch entsprechende Sachverständige. Eine baubegleitende Qualitätssicherung hilft bei der Vermeidung von Baumängeln während des Bauprozesses. Hiervon profitieren die Bauträger, deren Kunden, die Planer, Handwerker und Bauleiter gleichermaßen. Die wichtigsten Prüfbereiche sind der Brandschutz, die Statik, der Wärmeschutz, der Feuchteschutz und Schallschutz. Die energetische Fachplanung und Baubegleitung durch einen Experten für Energieeffizienz wird auch über die KfW-Bank gefördert.

Die Qualitätssicherung beginnt bereits bei der Wahl des richtigen Grundstücks, beinhaltet weiterhin die Auswahl der Baumaterialien und deren fachgerechte Verarbeitung durch die Baufirmen. Eine stetig überwachte Güte bietet zum Beispiel das RAL Gütezeichen, unter dem Produkte und Dienstleistungen nach festgelegten Qualitätskriterien bewertet werden. Hilfreich ist die Einbeziehung eines externen Sachverständigen, wie Architekt oder Bauingenieur, der allein die Interessen des Bauherrn vertritt. Mängel können auf diese Weise schnell erkannt und beseitigt werden. Durch eine vollständige und gründliche Baudokumentation wird die Beweissicherung gewährleistet. Durch die energetische Qualitätssicherung lassen sich Zusatzkosten und Unannehmlichkeiten vermeiden. Die luftdichte und wärmebrückenfreie Ausführung kann mit dem Luftdichtheitstest („Blower-Door-Test“) und einer Thermografie überprüft werden.

Thermografie

Die Gebäude-thermografie als berührungslose, bildgebende Infrarot-Temperaturmessmethode ermöglicht die zuverlässige Ortung und Quantifizierung von



Abb. 167 Thermografie mit Hilfe einer Infrarotkamera © SAENA

thermischen Fehlstellen und dient der Visualisierung und somit der Lokalisierung von Schadstellen und Baumängeln in der Gebäudehülle ohne Beeinflussung des Messobjektes. Eine Außenthermografie kann in der Regel nur zur orientierenden Messung herangezogen werden. Für aussagekräftige Messungen sind auch Innenaufnahmen durchzuführen. Viele bauphysikalisch wichtige thermische Signaturen werden erst aus dem Innenbereich sichtbar. Untersucht werden können u.a. Dämmungen, Wärmebrücken, Leckagen, Feuchte, Leitungsverläufe, (verdecktes) Fachwerk.

Die Thermografie kann der baulichen Bestandsaufnahme, als Grundlage für Sanierungsmaßnahmen sowie der Qualitäts- und Verarbeitungskontrolle dienen.

Für eine aussagekräftige Thermografie müssen folgende Voraussetzungen gegeben sein:

- Temperaturdifferenz zwischen innen und außen von mind. 15 Kelvin
- gleichmäßige Beheizung des Gebäudes von mind. 24 h
- keine Befeuchtung der Gebäudehülle
- Windgeschwindigkeiten unter 1 m/s
- kein Regen, Schnee oder dichter Nebel für die Außenaufnahmen
- keine Sonneneinstrahlungen, auch vor der Messung, zur Vermeidung verfälschter Messergebnisse

Luftdichtheitstest

Mit dem Differenzdruckverfahren nach DIN EN 13829, oft auch Blower-Door-Test genannt, wird die Luftdurchlässigkeit von Gebäuden ermittelt.



Abb. 168 Luftdichtheitstest © SAENA

Dieses Messverfahren dient aber nicht nur zur Ermittlung der Luftwechselrate n_{50} , sondern hilft vor allem die baulichen Ausführungen an der luftdichten Gebäudehülle genauer zu überprüfen. Um Baumängel rechtzeitig identifizieren zu können, sollte diese Messung in Verbindung mit einer Leckageortung bei allen Neubauten und bei komplexen Sanierungen rechtzeitig durchgeführt werden. Der geeignetste Zeitpunkt ist, wenn die Arbeiten an der luftdichten Ebene komplett abgeschlossen und diese noch zugänglich sind (z.B. keine Trockenbauverkleidungen). Dieser Messzeitpunkt wird in der o.g. Norm auch mit dem „Verfahren B“ umschrieben. Das „Verfahren A“ hingegen ist der Zeitpunkt zur kompletten Fertigstellung des Gebäudes.

Für die Leckageortung wird im Gebäude ein Unterdruck von 50 Pa zur Umgebung eingestellt. Während diese Druckdifferenz konstant gehalten wird, kann das gesamte Gebäude auf Undichtheiten untersucht werden.

Die Kosten für eine Luftdichtheitsmessung mit ergänzender Leckageortung liegen je nach Größe des Wohngebäudes zwischen 400-700 €. Die Untersuchung dauert rund 2-3 Stunden.

Die Aufnahme der Leistungsposition „Qualitätssicherung“ im Bauvertrag zur Durchführung des Differenzdruckverfahrens nach DIN EN 13829 mit zusätzlicher Leckageortung, hilft die Ausführungsqualität zu steigern. Darüber sind alle beteiligten Gewerke vor Baubeginn zu informieren.

Ausführliche Infos erfahren Sie im SAENA-Kurzfilm „Luftdichtheit Gebäude – Blower-Door-Test“ unter www.saena.de.

9.2 Abnahme

Die Abnahme ist einer der wichtigsten abschließenden Vorgänge eines Bauvorhabens, denn hier bestätigt der Bauherr dem Auftragnehmer, dass alle vertraglich vereinbarten Leistungen erbracht worden sind.

Es empfiehlt sich immer, die Abnahme als förmliche Abnahme zwischen den Vertragsparteien durchzuführen. Vor der Abnahme sollte gemeinsam mit dem Ausführungsbetrieb eine Prüfung des Umfangs der erbrachten Leistungen erfolgen. Bei Abnahme werden bestehende Mängel protokolliert und Fristen zur Mängelbeseitigung festgelegt. Das Protokoll ist von beiden Vertragsparteien zu unterzeichnen.

- Mängelansprüche und Mängelbeseitigung sind definiert in der VOB/B §13 und im BGB.
- Bei Abnahme ist die Leistung frei von Sachmängeln, wenn sie die vereinbarten Beschaffenheit und den anerkannten Regeln der Technik entspricht.
- Voraussetzungen:
 - Auftraggeber und Auftragnehmer (AG + AN) haben eine bestimmte Beschaffenheit vereinbart.
 - Für die Leistung/das Bauwerk wurde eine bestimmte Funktion oder Eigenschaft festgelegt.
 - Sind keine Vereinbarungen zur Beschaffenheit getroffen, so gilt das Bauwerk frei von Sachmängeln, wenn die Funktion und Eigenschaften anderen vergleichbaren Bauwerken/Leistungen entsprechen.
- Im Falle „wesentlicher Mängel“ sollte die Abnahme, mit Festlegung einer angemessenen Frist zur Mängelbeseitigung, verweigert werden.

Zur Abnahme erkennt der Bauherr die vom Handwerker bzw. Auftragnehmer geforderten Leistungen als vollständig erbracht an. Deshalb hat diese Anerkennung für beide Vertragspartner rechtliche Auswirkungen.

Beweislastumkehr

Vor der Abnahme – Beweislast für die Mangelfreiheit der Leistung liegt beim Auftragnehmer

Nach der Abnahme – Beweislast für entdeckte Mängel liegt beim Bauherrn

Hinweis! Im Falle der Geltendmachung eines Mängelanspruchs nach der Abnahme ist der Auftragnehmer zur Mängelbeseitigung verpflichtet, wenn durch den Auftraggeber nachgewiesen wird, dass die Mängel bereits vor der Abnahme vorgelegen haben müssen oder ein bereits vor der Abnahme vorhandener verdeckter Mangel die Ursache des nach der Abnahme entdeckten Mangels gewesen ist. Dies wird als Beweislastumkehr bezeichnet.

Wie wird abgenommen?

stillschweigende Abnahme (§ 12 VOB/B)

- Wird die Leistung in Benutzung genommen (z.B. durch Einzug) gilt die Abnahme innerhalb von 6 Tagen als vollzogen, wenn nichts anderes vereinbart ist.
- Wird keine Abnahme verlangt, so gilt die Leistung mit Ablauf von 12 Werktagen nach schriftlicher Mitteilung über die Fertigstellung der Leistung als abgenommen.

förmliche Abnahme mit Sachverständigem

- förmliche Abnahme auf Verlangen durch eine Vertragspartei
- jeder Vertragspartner kann auf eigene Kosten einen Sachverständigen hinzuziehen
- Protokollierung der Ergebnisse
- Fristen zur Abnahme in der VOB Teil B (§12) und im BGB geregelt
- Teilabnahmen sind im VOB-Vertrag vereinbar

Hinweis! Im Falle des Vorliegens eines VOB-Vertrages sind die vertraglichen Regularien in §12 VOB/B geregelt.

Nach der Abnahme

→ Beweislast liegt beim Bauherrn

→ Schlussrechnung wird fällig
→ Zahlung vorbehaltlich bestehender Mängel

→ Beginn der Verjährungsfrist für Mängelansprüche

9.3 Abrechnung und Dokumentation

Die systematische Gebäudedokumentation gilt als wichtigstes Hilfsmittel im gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks.

Schon im Planungs- und Genehmigungsverfahren, aber auch bei der eigentlichen Bauausführung erhält der Bauherr eine ganze Reihe von Plänen, Berechnungen, Bescheinigungen, Qualitätsnachweisen, Gütesiegeln etc., die Auskunft über das Gebäude geben. Diese sollten systematisch zusammengestellt und aufbewahrt werden. Sofern diese Unterlagen während der Lebensdauer des Gebäudes gewissenhaft aktualisiert und angepasst werden, bieten sie nicht nur eine entsprechend gute Grundlage für spätere Modernisierungs- oder Umbaumaßnahmen, sondern auch für den Betrieb, eine Vermietung oder ggf. einen späteren Verkauf.

Wesentliche Inhalte einer abschließenden Baudokumentation:

→ Allgemeine Angaben zum Gebäude:

- Gebäudeart, Standort, Baujahr, Geschosshöhe, Gebäudevolumen,
- Anzahl der Räume sowie Wohn- und Nutzflächen in m²
- Eigentümerangaben, Grundbuchauszüge, amtlicher Lageplan
- Baulasten, Wegerechte, Erbbaurecht, Sonderregelungen etc.

→ Planungs- und Revisionsunterlagen:

- Bestands- und Revisionspläne, Statik, Baubeschreibung, Revisionspläne technische Gebäudedeausrüstung, sonstige technische Nachweise, öffentliche Ver- und Entsorgung, Bilddokumentationen

→ Dokumentation des Genehmigungsverfahrens, die Baugenehmigung und sonstiger amtlicher Schriftverkehr

→ Energieeffizienznachweis:

- Bauteilnachweis, Nachweis Mindestwärmeschutz und Feuchteschutz, Energiebedarfsausweis /-verbrauchs-ausweis nach GEG (inkl. Berechnungen) (u.a. Unternehmererklärungen, Lieferscheine)

→ Unterlagen über Wartungs-, Modernisierungs- oder Umbaumaßnahmen

→ Vertragsdokumentation (Architekten-, Bauverträge)

→ Finanzierungsunterlagen (verantwortlich: Bauherr)

→ Versicherungsunterlagen (verantwortlich: Bauherr)

10 Außenanlagen

Für die meisten Bauherren ist der Traum vom eigenen Haus erst vollkommen, wenn auch der Außenraum Gestalt angenommen hat. Häufig ist es so, dass sowohl Hausplanung als auch Hausbau erst einmal Priorität haben und dem Grundstück wenig Beachtung geschenkt wird. Ist das Haus weitgehend fertiggestellt, geht es draußen weiter. Einfahrt, Zugänge sowie Standorte für PKW-Stellplätze und Nebengebäude stehen weitgehend fest. Aber was den Garten betrifft, wird meist aufs Geratewohl Rasen eingesät sowie eine Vielfalt an Pflanzen gekauft und unbedacht auf dem Grundstück verteilt. Später macht sich oft die Enttäuschung über das Ergebnis breit. Die Folge: es wird fleißig umgestaltet. Pflanzen werden versetzt oder entfernt, weil sie am falschen Standort stehen oder nicht wachsen. Gehölze müssen aus Platzgründen umgepflanzt oder gar gefällt werden. Das alles kostet Zeit und Geld. Deshalb sind frühzeitige Überlegungen zur Außengestaltung sehr sinnvoll und können durchaus Kosten sparen.



Abb. 169 Gestaltungsbeispiel für Außenanlage

© SAENA

10.1 Planungs- und Gestaltungsempfehlungen

Um dem Außenraum ein stimmiges und harmonisches Gesamtbild zu verleihen, empfiehlt es sich ein Entwurfskonzept zu erstellen. So gilt es Wege, Aufenthaltsbereiche, Sichtschutz und Blickbeziehungen zu entwickeln und sich Gedanken darüber zu machen, wie die Bepflanzung einmal aussehen soll. Vielleicht gibt es bereits konkrete Vorstellungen vom Traumgarten: Soll er in einem bestimmten Stil angelegt werden, etwa als naturnaher Bauerngarten oder romantisch verspielt mit fließenden Formen, vielen Stauden und alten Rosensorten? Oder wird eher ein moderner formaler Charakter mit Gräsern und geschnittenen Gehölzen bevorzugt?

Bevor mit der Entwurfsplanung begonnen wird, ist es hilfreich, Größe, Lage und natürliche Gegebenheiten (z.B. Bestandsgehölze) des Außenraumes, aber auch die Gebäudeausrichtung in einem maßstabgerechten Grundstücksplan festzuhalten. Erst dann geht es ans Entwerfen. Hier empfiehlt es sich, Ideen und Gestaltungswünsche anhand verschiedener Varianten zu skizzieren. Am Anfang jeder Freiraumplanung steht die räumliche Gliederung. Denn um ein optimales Gesamtergebnis zu erzielen, ist es sinnvoll, das Grundstück in verschiedene Bereiche einzuteilen, die sich dann Schritt für Schritt ausgestalten lassen. Dabei geht es nicht nur darum den Gartenraum zu strukturieren, sondern gleichermaßen Erschließung, Hoffläche, Vorgarten und Nebengebäude geschickt in das Freiraumkonzept zu integrieren. Hierbei ist neben gestalterischen Aspekten insbesondere auf Funktionalität und Nutzbarkeit zu achten, z.B. sind alle Bereiche über ein sinnvoll angelegtes Wegenetz miteinander zu verbinden. Eine ganzheitliche Planung setzt voraus, auch das Haus in die Gestaltung einzubeziehen. Um eine Verbindung zwischen drinnen und draußen herzustellen, sind u.a. Zugänge sowie die Ausrichtung und Aufteilung der Wohnräume zu berücksichtigen (z.B. Platzierung der Terrasse) und Sichtbeziehungen zu nutzen (z.B. der Blick aus dem Fenster).

Zudem ist bei der Grundstücksplanung zu bedenken, dass Freiflächen unter Umständen nur eingeschränkt bebau- oder bepflanzbar sind. So muss berücksichtigt werden, wo sich Medienanschlüsse befinden und wo Leitungen über das Grundstück verlaufen. Auch der Einbau einer Zisterne zur Regenwassernutzung benötigt zusätzlichen Raum. Gleiches gilt für den Einsatz von Wärmepumpen mit Nutzung der Oberflächenerdwärme. Der hierfür nötige Flächenbedarf für den Einbau von Erdwärmekollektoren ist nicht zu unterschätzen. Ebenso ist bei der Errichtung von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen darauf zu achten, Gehölzstandorte so zu wählen, dass es später nicht zur Verschattung der Solarflächen und somit zur Minderung des Anlagenertrags führt.

Ein weiterer, nicht zu vernachlässigender Aspekt ist das vorausschauende Planen. So sollte der Bauherr bereits in der Entwurfsphase über einen barrierefreien und nutzerfreundlichen Außenraum im Alter nachdenken. Realisieren lässt sich dies beispielsweise durch die Auswahl leicht begehbarer und rutschhemmender Materialien für Wege und Terrasse, wenn möglich durch den Verzicht auf Stufen sowie das Anlegen von Hochbeeten. Auch eine spätere Umnutzung bestimmter Elemente ist denkbar, z.B. kann der Sandkasten zukünftig in ein Wasserbecken oder zu einer kleinen Sitzecke umfunktioniert werden.



Planung und Gestaltung von Außenanlagen übernehmen auch Landschaftsarchitekten und Landschaftsbaufirmen. Häufig sind auf deren Homepage bereits Gestaltungsideen, Planungsempfehlungen und Hinweise zur korrekten Bauausführung zu finden.

10.2 Bepflanzung

Vor allem die Bepflanzung prägt das Gesamtbild des Außenraumes. Umso wichtiger ist es, mit dem Einsatz geeigneter Pflanzen eine ästhetische Wirkung zu erzielen, die den eigenen Vorstellungen entspricht und dem Garten die gewünschte Atmosphäre verleiht.

Im Vorfeld sollte der Bauherr darüber nachdenken, welche Ansprüche er an seinen Garten stellt und wie er ihn nutzen möchte. Plant er z.B. einen Nutzgarten für Obst- und Gemüseanbau? Soll der Garten ausreichend Platz für die Kinder zum Spielen oder Rückzugsmöglichkeiten zum Erholen und Entspannen bieten? Zudem entscheidet der Bauherr, wie viel Zeit er in die Pflege des Außenraumes investieren will. Möchte er den Aufwand möglichst gering halten, sind wenige Beete und robuste Rasenflächen vorzuziehen. Vor allem die Art der Bepflanzung ist ausschlaggebend, wie pflegeintensiv ein Grundstück ist.

Zu Beginn jeder Pflanzplanung ist eine Standortanalyse durchzuführen, denn Faktoren wie Bodenbeschaffenheit, Wasser, Lichtverhältnisse und Mikroklima stellen wesentliche Kriterien für die Pflanzenauswahl dar. Sind auf dem Grundstück bereits Gehölze vorhanden, ist zu prüfen, inwieweit diese in das vorgesehene Freiraumkonzept passen oder entfernt werden müssen. In sächsischen Kommunen gibt es sogenannte Gehölzschutzsatzungen, in denen Regelungen zu Baumfällungen festgelegt sind.

Bei der Auswahl der Pflanzen sollten sich die Bauherren vorab über deren Wuchs- und Ausbreitungsverhalten informieren. So gilt es, Wuchshöhen und -breiten zu beachten, erforderliche Pflanzabstände einzuhalten, bei Bedarf Wurzelsperren zu verwenden oder ggf. auf stark wachsende sowie sich schnell ausbreitende Arten ganz zu verzichten.

Wichtig ist auch, die Pflanzen mit Bedacht auf dem Grundstück anzuordnen, etwa als Blickschutz, um Gartenräume zu bilden und miteinander zu verbinden sowie Sichtbeziehungen zu schaffen. Spannung lässt sich beispielsweise erzeugen, indem der Garten so angelegt wird, dass er nicht mit einem Blick erfasst werden kann. Zuerst sollte ein Grundgerüst aus Gehölzen entwickelt werden, danach folgen alle weiteren Pflanzflächen, wie z.B. die Staudenbeete. Maßstäbliche Pflanzpläne bilden dafür die Arbeitsgrundlage. Aus gestalterischer Sicht empfiehlt es sich, das Artenspektrum möglichst gering zu halten und die jeweiligen Arten in Gruppen zu pflanzen. Es gilt Blüten- und Laubfarben, Wuchsformen und -höhen geschickt einzusetzen und miteinander zu kombinieren sowie Blütezeiten aufeinander abzustimmen. Um den Garten optisch nicht zu überladen, ist es z.B. sinnvoll sich auf ein Farbthema zu konzentrieren. Zudem lassen sich Akzente setzen, etwa durch ein Einzelgehölz mit markantem Wuchs oder besonderer Laubfärbung. Auch Duftpflanzen oder Gehölze mit auffälligen Fruchtständen können sehr wirkungsvoll sein.



Abb. 170 Beispiel Bepflanzung

© SAENA

Während der Erstellung des Pflanzkonzeptes ist stets im Auge zu behalten, welche Entwurfsidee verfolgt wird und welche Atmosphäre der Garten vermitteln soll - ein naturnaher Bauerngarten benötigt andere Pflanzen als ein Garten im modernen Stil. Damit der Außenraum ganzjährig erlebbar ist und Freude bringt, spielt insbesondere der jahreszeitliche Aspekt eine wesentliche Rolle bei der Pflanzenauswahl. So sollten mehrjährige Stauden, aber auch Gräser und Farne in keinem Pflanzkonzept fehlen. Einjährige Pflanzen und Blumenzwiebeln runden das Ganze ab. Im Herbst bringt vor allem die Laubfärbung die gewünschte Stimmung. Immergrüne Gehölze prägen oft das winterliche Erscheinungsbild. Jedoch sind Immergrüne gut überlegt zu verwenden, da sie dem Garten recht schnell die Leichtigkeit nehmen. Alternativ können winterblühende Gehölze (z.B. Zaubernuss, Winterjasmin) sowie Gehölze mit attraktiver Rindenfarbe für den nötigen Blickfang in der trüben Jahreszeit sorgen.

Empfehlenswert ist es, sich bei der Wahl der Pflanzenarten an der umgebenden, standorttypischen Vegetation zu orientieren und ökologische Gesichtspunkte in die Pflanzenverwendung einfließen zu lassen. So fügt sich eine naturnahe Hecke harmonisch in die Umgebung ein und dient der heimischen Insekten- und Vogelwelt zugleich als Lebensraum und Nahrungsquelle.



Die Sächsische Gartenakademie www.landwirtschaft.sachsen.de/gartenakademie gibt wertvolle Hinweise und Empfehlungen zur umwelt- und standortgerechten Nutzung und Gestaltung von Klein- und Hausgärten.

10.3 Wege

Wege sollten bereits frühzeitig in die Planung des Grundstückes einbezogen werden. Neben ihrer funktionalen, praktischen Bedeutung als Verbindungselement sind Wege vor allem aufgrund ihrer optischen Wirkung bedeutsam in der Freiraumplanung. So gliedern sie zum Einen den Außenraum in verschiedene Bereiche, stellen zum Anderen aber auch Verbindungen zwischen Haus, Garage, Terrasse, Pflanzflächen usw. her. Das Wegekonzept ist sorgfältig und gut überlegt zu erstellen. Im Vorfeld sollte sich der Bauherr Gedanken darüber machen, welche Erschließungen er wann und wie oft nutzt. Sinnvoll ist es, funktionale und stark frequentierte Wege gerade und direkt auszuführen, um möglichst schnell ans Ziel zu gelangen (z.B. von der Haustür zur Garage).



Abb. 171 Beispiel Zuweg Grundstück

© SAENA

Die Gestaltung von Wegen, sei es Form, Farbe oder Material, sollte sich harmonisch ins Gesamtkonzept der Außenanlage einfügen. Geschwungene Wege passen beispielsweise in Gärten mit naturnahem Charakter. Die Biegungen sind dabei mit möglichst großem Radius auszuführen. Auch lassen sich Wegeführung und Bepflanzung geschickt miteinander kombinieren; so erweckt ein geschwungener Weg, der z.B. hinter einem Strauch verschwindet, die Neugier des Betrachters und lässt den Garten größer erscheinen.

Bezüglich der Wegebreiten haben sich in der Praxis einige Richtwerte bewährt, die sich weitgehend aus der Anzahl der Personen ergeben, die sich nebeneinander auf dem Weg bewegen. So ist pro Person eine Breite von mindestens 0,60 m einzuplanen. Generell sollten Wege im privaten Bereich so angelegt werden, dass sie zwei Personen nebeneinander Platz bieten. Nebenwege können durchaus kleiner dimensioniert werden. Weiterhin ist es sinnvoll, über eine Beleuchtung entlang der Wege nachzudenken. Eine Ausleuchtung ist vor allem aus Sicherheitsgründen angebracht. Aber auch der Einsatz von Licht als Gestaltungsmittel hat seinen Reiz. Zudem muss klar sein, welche Flächen befahrbar sein sollen. Fahrwege, wie Zufahrten und PKW-Stellplätze sind gegenüber Gehwegen einer wesentlich höheren Belastung ausgesetzt. Deshalb ist ein frostfreier Unterbau sowie die Wahl geeigneter Materialien entscheidend. Das Angebot an Materialien für den Wegebau ist sehr vielfältig. Neben der Optik der Baustoffe sollten Kriterien wie Gehsicherheit, Dauerhaftigkeit und Pflegeleichtigkeit in die Kaufentscheidung einfließen. Für Hauptwege eignen sich vor allem Pflaster- und Plattenbeläge aus Natur- oder Betonstein. Naturstein (z. B. Granit, Gneis, Basalt) zeichnet sich durch seine Haltbarkeit und Farbbeständigkeit aus. Betonstein gibt es in den unterschiedlichsten Formen und Farben und ist im Vergleich zu Naturstein meist die kostengünstigere Variante.

Beim Anlegen der Wegeflächen ist darauf zu achten, dass anfallender Niederschlag gut abfließen kann. Es ist eine ausreichende, wasserdurchlässige Gründung herzustellen. Abhängig von der Fugenbreite kann so ein gewisser Teil des Regenwassers versickern. Zudem sollten Wege ein Gefälle aufweisen, um überschüssiges Regenwasser in die umgebenden Vegetationsflächen abzuleiten. Nebenwege können auch als wassergebundene Wegedecke oder aus lockeren Materialien (z. B. Rindenmulch, Kies, Splitt) angelegt werden. Diese Ausführungen besitzen den Vorteil, dass das Oberflächenwasser direkt versickern kann

10.4 Stellplätze

Gemäß Sächsischer Bauordnung (SächsBO) werden für neu errichtete Gebäude, Stellplätze und Garagen sowie Abstellplätze für Fahrräder in dem erforderlichen Umfang auf dem Baugrundstück oder in zumutbarer Entfernung davon, auf einem geeigneten Grundstück gefordert. Je nach vorhandener oder geplanter Nutzung ist laut Stellplatzverordnung (StellplatzVO) eine bestimmte Mindestanzahl an Stellplätzen nachzuweisen.



Abb. 172
Beispiel Stellplatz mit Carport
© SAENA

10.5 Einfriedungen

Zur Sicherung gegen unbefugtes Betreten sowie einer ungestörten Nutzung ist es in Deutschland üblich, das Grundstück einzufrieden. Gemäß Sächsischem Nachbarrechtsgesetz (SächsNRG) hat der Grundstückseigentümer das Recht zur Errichtung einer Einfriedung auf eigene Kosten. Eine solche Abgrenzung von anderen Grundstücken und öffentlichen Flächen kann mit Zäunen, Mauern oder Hecken gestaltet werden. Informationen zur Gestaltung von Einfriedungen befinden sich ggf. in den örtlichen Bebauungsplänen, mit Festlegungen über Material und Höhe. Der Nachbar sollte nicht mehr als notwendig durch Beschattung belästigt werden. Es ist immer empfehlenswert, eine einvernehmliche Lösung für beide Seiten zu finden. Die Broschüre des Sächsischen Staatsministeriums der Justiz „Nachbarrecht in Sachsen“ gibt nähere Auskünfte für den Umgang mit dem Partner von nebenan.

11 Nachhaltiges Bauen

Nachhaltiges und ökologisches Bauen

Der Begriff des nachhaltigen und ökologischen Bauens wird von Bauschaffenden, Wohnungsnutzern und Gesetzgebern unterschiedlich gebraucht. Nachhaltiges Bauen, international auch „green building“ genannt, ist der allumfassende Begriff für die unterschiedlichen Ziele und Inhalte.



Abb. 173
Holzhaus in Leipzig
© neues gesundes bauen.

Nachhaltigkeit bedeutet, alle Eingriffe in das Ökosystem so vorzunehmen, dass die Lebensgrundlagen zukünftiger Generationen nicht beeinträchtigt werden.

Das Gebäude soll sich in den natürlichen Stoffkreislauf eingliedern. Nachhaltigkeit im Wohnungsbau bezieht sich auf die Auswirkungen des Gebäudes auf die Umwelt in allen seinen Lebensphasen, von der Gewinnung der Baustoffe und Energieträger über die Nutzung und den Verbrauch von Energie und Wasser bis hin zum Abriss und zur Entsorgung. Aus der historischen Entwicklung sind verschiedene Interessengruppen für nachhaltiges, ökologisches und baubiologisches Bauen festzustellen, die sich in ihren Zielen und Inhalten überschneiden.

nachhaltiges Bauen	ökologisches Bauen	baubiologisches Bauen
z.B.: → Betrachtung der gesamten Lebensdauer des Gebäudes → Bewertung von Herkunft der Baustoffe und spätere Entsorgung oder Recyclingfähigkeit → geringer Flächenverbrauch mit flexiblen Bau- und Wohnformen	z.B.: → Energieeffizientes und CO ₂ -sparendes Bauen → Einsatz neuer moderner Baustoffe und Techniken, wie für Wärmedämmung und Wärmeerzeuger → aktive und passive Sonnenenergienutzung	z.B.: → gesundes Bauen mit Naturmaterialien und traditionellen Techniken → Vermeidung von Wohngiften → Behaglichkeit steht im Mittelpunkt

Tab. 20 Ziele und Inhalte für nachhaltiges, ökologisches und baubiologisches Bauen

Nachhaltiger Wohnungsbau versucht ökologische, ökonomische, soziale und kulturelle Aspekte in Einklang zu bringen. Es gibt Qualitätssiegel für nachhaltigen Wohnungsbau, die diesen Anspruch dokumentieren und sichtbar machen. Die dazugehörigen Beschreibungen können als Leitfaden, Planungshilfe und zur Unterstützung der Qualitätssicherung eingesetzt werden.

Wer nachhaltig bauen will, wird jedes einzelne Produkt, das beim Bauen verwendet wird, kritisch auf seine ökologischen Eigenschaften prüfen. Im Folgenden werden Inhalte für nachhaltiges Bauen zusammengestellt und kurz beschrieben.

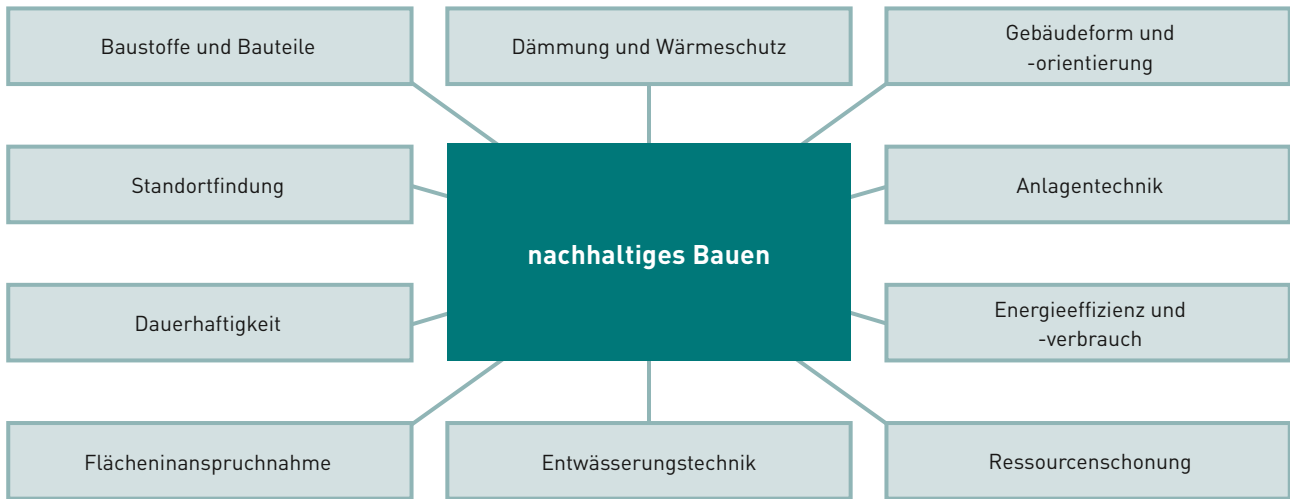


Abb. 174 Inhalte des nachhaltigen Bauens

Standortfindung und Flächeninanspruchnahme

Zu den Zielstellungen einer umweltbewussten Standortfindung gehören flächensparende, kompakte Bauweisen und die Vermeidung überflüssiger Verkehrswege. Der Flächenverlust des natürlichen Lebensraumes von Flora und Fauna als auch deren Beeinträchtigung durch erhöhtes Verkehrsaufkommen und damit verbundene Emissionen, Lärm und Energieverbrauch sollten gering gehalten werden. Alternativen zu Neuerschließungen sind Flächenrecycling von Brachland oder ungenutzten Industrie- und Gewerbegebieten. Bei der Hausplanung sollten versiegelte und bebaute Flächen kleingehalten sowie Bauwerksbegrünungen eingesetzt werden.

Umweltverträgliche Baustoffe und Bauteile

Bei nachhaltiger Bauweise werden Baustoffe verwendet, deren Rohstoffgewinnung und Nutzung umweltverträglich sind und die einfach entsorgt werden können, idealerweise sogar biologisch abbaubar sind. Nach Möglichkeit sollten sie ohne großen Energie- und Transportaufwand hergestellt und regional beschafft werden. Baustoffe, die schädliche Effekte auf die Umwelt und den Menschen haben, werden im nachhaltigen Bauen vermieden bzw. stark reduziert.

aus ökologischer Sicht empfehlenswert einzusetzen sind:

- natürliche und nachwachsende Bau- und Rohstoffe (Lehm, Ziegel, Natursteine aus der Umgebung, Holz, Kork, Blähton, Strohballen, Pflanzen z.B. zur Dachbegrünung)
- natürliche Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Holzfaserdämmplatte, Flachsfaser, Hanffaser, Schafwolle, Stroh) oder Recyclingmaterial (z.B. Zellulose aus Altpapier)
- Naturfarben, Klebstoffe und Lacke auf Pflanzenbasis ohne Lösungsmittel und mit geringem Anteil flüchtiger organischer Verbindungen, wasserlösliche Farben
- mehrfachisolierte Fenster aus lokalen Hölzern statt Kunststoff
- natürliche Bodenbeläge (z.B. Kork, Massivholzdielen und Holzparkett aus regional gewachsenem Holz, Linoleum)
- Produkte aus REA-Gips (Gips aus Rauchgasentschweflungsanlagen) gegenüber Naturgipsprodukten
- Bau- und Werkstoffe mit recyclingfähigen Eigenschaften
- konstruktiver Holzschutz (soweit möglich, gegenüber chemischen Holzschutzmitteln Vorrang geben)

aus ökologischer Sicht problematisch und nur sehr sparsam einzusetzen sind:

- tropische Hölzer
- Materialien aus Polyvinylchlorid (PVC)
- FCKW-haltige Materialien (z.B. FCKW-haltige Dämmstoffe)
- formaldehydhaltige Materialien (z.B. formaldehydhaltige Kleber, Lacke, Spanplatten)
- Aluminium
- Halogene, die etwa in Kältemitteln für Kühlanlagen eingesetzt werden
- Schwermetalle wie Zink, Chrom, Kupfer, Blei und Cadmium (z.B. in Kunststoffen oder Holzschutzmitteln)

TIPP

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) veröffentlicht eine Baustoffdatenbank unter der Bezeichnung „ÖKOBAUDAT“ unter www.oekobaudat.de. Dort werden Baumaterialien sowie Bau- und Transportprozesse hinsichtlich ihrer ökologischen Wirkungen beschrieben. Unter www.referenzbauten.fnr.de werden umgesetzte Beispiele aufgezeigt.

Dämmung und Wärmeschutz

Zur Minimierung des Heizwärmeverbrauchs ist die Gebäudehülle zu dämmen bzw. mit wärmedämmenden Materialien zu bauen. Durch Passivhausbauweise wird der Heizwärmebedarf auf ein Minimum reduziert.

Gebäudeform und -orientierung

Die Gebäudeform und die Gebäudeausrichtung tragen wesentlich zur Energieeffizienz des Gebäudes bei. Bei einer kompakten Bauweise ist das Verhältnis von wärmeabgebenden Flächen der Gebäudehülle zum beheizten Gebäudevolumen relativ gering. Dies verhindert Wärmeverluste und mindert den Heizwärmebedarf. Hohe Bauteilmassen im Innenbereich sorgen für Wärmespeicherung im Winter und Kältespeicherung im Sommer. Durch nach Süden orientierte Fensterflächen können die Wärmeeinträge durch Sonnenstrahlung passiv genutzt werden, dies erfordert allerdings im Sommer Verschattungsmöglichkeiten (sommerlicher Wärmeschutz).

Anlagentechnik

Zur Reduzierung der schädlichen Wirkungen von Gebäuden auf die Umwelt ist eine effiziente Anlagentechnik unabdingbar. Dazu gehören Anlagen zur Wärmeerzeugung und -verteilung, Trinkwarmwasserbereitstellung, Lüftung und Klimatisierung sowie elektrische Anlagen.

Energieträger und Energieverbrauch

Neben einer effizienten Wärmedämmung wird zur Reduzierung des Energiebedarfs eine effiziente Anlagentechnik (z.B. Wärmepumpe, Mikro-KWK) eingesetzt. Der Restenergiebedarf ist durch den Einsatz Erneuerbarer Energien wie Solarenergie, Geothermie und Biomasse zu decken. Die Nutzung fossiler Energieträger zur Stromerzeugung wie Erdöl, Erdgas, Kohle sollte auf ein Minimum reduziert bzw. Strombezug aus regenerativen Energiequellen favorisiert werden.

Ressourcenschonung

Nachhaltiges Bauen beinhaltet die Optimierung des Einsatzes natürlicher Ressourcen. Es sind Gebäudekonstruktionen, Bauteile und Bauprodukte auszuwählen, zu deren Herstellung ein geringer Energieaufwand notwendig ist und die aus möglichst nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Die ökologische Bewertung der Stoff- und Energieflüsse bei der Herstellung, dem Transport und der Bearbeitung von Baustoffen ist ebenfalls Gegenstand der Bewertung, wie die Auswirkung auf die globale Erderwärmung und Versauerung der Meere. Transportwege der Baustoffe zu ihrem Einsatzort sollten möglichst kurz sein. Bei Rückbau des Gebäudes können nachhaltige Bauprodukte und -konstruktionen weitgehend wiederverwendet oder wiederverwertet werden.

Entwässerungstechnik

Eine Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs erfolgt vor allem durch den Einsatz wassersparender Technik, z.B. Sammeln von Regenwasser in Zisternen und Nutzung von Grauwasser (Abwasser aus Badewanne, Dusche und Waschmaschine) für Toilettenspülung, Waschen und Gartenpflege.

Bei Genehmigungsfähigkeit sollte die Nutzung einer Pflanzenkläranlage ggf. mit anderen Hauseigentümern gemeinsam geprüft werden.

Dauerhaftigkeit

Bei der Wahl der Baukonstruktionen und -materialien sollte der Dauerhaftigkeit des Gebäudes Rechnung getragen werden. Eine lange generationsübergreifende Nutzung, auch mit veränderten Nutzeranforderungen oder -arten, sollte ohne großen baulichen Aufwand möglich werden.

Solarenergie

Es wird zwischen aktiver und passiver Solarenergienutzung unterschieden.

aktive Solarenergienutzung	passive Solarenergienutzung
<ul style="list-style-type: none">→ thermische Solarkollektoren für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung→ Klimatisierung mit Kälteabsorbern→ Stromerzeugung mit Photovoltaik→ Erdwärmennutzung mit Wärmepumpen→ Energieerzeugung aus Biomasse (Holz, Pellets, Stroh)	<ul style="list-style-type: none">→ Wärmespeicherung in den Bauteilen→ Besonnung und Verschattung→ kompakte Bauweise→ Pufferräume, unbeheizte Wintergärten→ Tageslichtnutzung für Beleuchtung durch Fenster und Lichtleitsysteme→ Orientierung und Größe der Fensterflächen→ Beachtung von Klima- und Standortbedingungen→ Windschutzmaßnahmen→ Begrünung



Leitfäden, Arbeitshilfen und Veröffentlichungen zum Nachhaltigen Bauen finden Sie unter www.nachhaltigesbauen.de.

12 Referenzbeispiele

12.1 Neubau Plus-Energiehaus

Objekttyp:	Neubau Einfamilienhaus
Standort:	Dresden
Konstruktion:	Massivbauweise
Baujahr:	2015
Anzahl der Vollgeschosse:	2
Keller:	unterkellert
Gesamte Wohn-/Nutzfläche:	256 m ²
Bewohner:	5
Baukosten:	343.920 €



Abb. 175 Gebäude nach der Fertigstellung

© SAENA

Gebäudekonzeption

Im Jahr 2015 wurde dieses freistehende Einfamilienhaus nördlich von Dresden im Passivhausstandard errichtet. Das Wohnhaus besteht aus einem Keller-, Erd-, und Dachgeschoss und bietet ausreichend Platz für fünf Bewohner. Zur Optimierung der winterlichen solaren Gewinne wurden die Fenster vorwiegend auf der Ost-, Süd- und Westseite angeordnet und verfügen über eine Außenverschattung aus Raffstores. Der Keller befindet sich innerhalb der thermischen Hülle und wurde in Stahlbeton als Weiße Wanne mit einer Perimeterdämmung (XPS) sowie Schaumglasplatten unter der Bodenplatte ausgeführt. Die Außenwände bestehen aus Kalksandsteinmauerwerk mit einem Wärmedämm-Verbundsystem. Das Satteldach mit einer Neigung von 35° besitzt eine Aufsparrendämmung auf einer Sichtholzschalung. Durch die dachintegrierte Photovoltaikanlage wird das Wohnhaus zum „Plus-Energie-Haus“, da es mehr Energie erzeugt, als tatsächlich verbraucht wird.

Thermische Hülle

Fenster:	U-Wert 0,80 W/m²K
Einbau passivhaustauglicher Außentüren und Kunststoff-fenster mit Dreischeibenwärmeschutzverglasung	
Bodenplatte:	U-Wert 0,144 W/m²K
15 mm	Bodenbelag
300 mm	Stahlbeton (WU)
280 mm	Schaumglasplatten
Kelleraußenwand:	U-Wert 0,088 W/m²K
10 mm	Innenputz
250 mm	Stahlbeton
5 mm	Abdichtung
300 mm	Wärmedämmung (XPS)
Außenwand:	U-Wert 0,099 W/m²K
10 mm	Innenputz
175 mm	Kalksandstein
300 mm	Wärmedämmung (EPS)
10 mm	Außenputz
Dach:	U-Wert 0,093 W/m²K
22 mm	Sichtschalung (Holz)
0,5 mm	Dampfbremse
240 mm	Wärmedämmung (PUR/PIR)
	Dacheindeckung



Abb. 176 Schaumglasplatten-Verlegung unter Bodenplatte

© SAENA



Abb. 177 Abschluss der Rohbauarbeiten

© SAENA



Abb. 178 Installation der Außendämmung

© SAENA

Besonderheiten

- Außen- und Innenwände aus Kalksandsteinmauerwerk = großes Wärmespeichervermögen
- mineralischer Außenputz im Dickschichtsystem (ca. 10 mm) auf WDVS mit Silikatfarbanstrich
- Innenputz als reiner Kalkputz mit Silikatfarbanstrich
- Kellergeschoss in Wohnraumqualität mit einer Raumhöhe von 2,60 m
- passivhauszertifizierte Raffstorekästen
- sonnenstandsabhängige Lamellennachführung zur Optimierung von Belichtung und Verschattung
- Verringerung der Baukosten durch kostenbewusste Planung, Materialauswahl und Eigenleistungen

Realisierte Anlagentechnik

Heizungsanlage

Die Wärmebereitstellung für Heizung und Warmwasser erfolgt über eine Sole-Wasser-Wärmepumpe und einem Erdkollektor. Der Erdkollektor wurde als Ringgrabenkollektor ausgeführt und in Eigenleistung errichtet. Die Wärmeübertragung in die Wohnräume wird über eine Fußbodenheizung bzw. Wandheizungen realisiert. Zur Erhöhung des Eigenverbrauchs wird die Wärmepumpe anteilig mit Sonnenstrom betrieben. Ein Scheitholz-Kaminofen unterstützt die Wärmepumpe an besonders kalten Wintertagen.

Lüftungsanlage

Installation einer mechanischen zentralen Lüftungsanlage mit 93 % Wärmerückgewinnung. Als Luftkanalsystem wurden Kunststoff-Flexrohre verwendet und in den Geschossdecken verlegt. Die Außenluft wird mit einem 100 m langen Sole-Erdwärmetauscher im Sommer vorgekühlt und im Winter vorerwärmt.

Photovoltaikanlage

Auf der Südseite wurde eine Photovoltaikanlage in das Dach integriert (Indach-Montage). Insgesamt 33 monokristalline Module mit einer Spitzenleistung von 8,4 kWp erzeugen durchschnittlich 9.000 kWh im Jahr. Zukünftig soll ein Stromspeicher nachgerüstet werden, um den Eigenverbrauch zu erhöhen.

Energetische Kenndaten

Flächen / Volumen / Luftdichtheit	
beheizte Wohnfläche (A_{EB})	256 m ²
Luftdichtheit n_{50}	0,18 h ⁻¹
Kenndaten Planung	
Jahres-Heizwärmebedarf (gem. PHPP)	14 kWh/m ² a
Jahres-Primärenergiebedarf (gem. PHPP)	67 kWh/m ² a
Kenndaten Verbrauch (Ø ersten 2 Jahre, unbereinigt)	
Jahres-Heizwärmeverbrauch	4.000 kWh/a
Heizwärmeverbrauch (spezifisch)	16 kWh/m ² a
Stromverbrauch (Haushalt)	4.000 kWh/a
Kenndaten Photovoltaikanlage (Ø ersten 2 Jahre)	
Stromerzeugung	9.200 kWh/a
Eigenverbrauch	2.500 kWh/a
Netzeinspeisung	6.700 kWh/a



Abb. 179 Heizraum mit Wärmepumpe und Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung © SAENA



Abb. 180 Verlegung des Ringgrabenkollektor © SAENA



Abb. 181 Installation der Lüftungsleitungen © SAENA



Abb. 182 Wechselrichter der Photovoltaikanlage © SAENA

12.2 Neubau Strohballenhaus

Objektyp:	Neubau Einfamilienhaus
Standort:	Leipzig
Konstruktion:	Holzrahmenbauweise
Baujahr:	2015
Anzahl der Vollgeschosse:	2
Keller:	nicht unterkellert
Gesamte Wohn-/Nutzfläche:	144 m ²
Bewohner:	2
Baukosten:	350.000 €

Gebäudekonzeption

Die Strohballenbauweise gibt es seit über 100 Jahren und einige der ersten Stroh Häuser existieren noch immer. Besonders in den USA und Frankreich wurden und werden noch viele Stroh Häuser mit reinen lastabtragenden Strohballenwänden errichtet. In Deutschland ist dies aber nicht zulässig. Statische und dynamische Lasten müssen über ein Tragwerk abgeführt werden. Seit 2014 gibt es eine neue allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) für gepresstes Getreidestroh als Wärmedämmstoff. Dies ermöglicht eine einfachere Verwendung des vollbiologischen Baustoffes. Hierfür sind die Ausführungsbestimmungen der abZ einzuhalten.

In den Jahren 2015 bis 2016 wurden in Leipzig-Lindenau vier Strohballenhäuser errichtet. Jedes Einzelne wurde individuell geplant und auch etwas unterschiedlich umgesetzt. Hauptziel war die überwiegende Nutzung natürlicher Ressourcen aus der Umgebung bzw. der Region bei sehr geringem Primärenergieeinsatz. Die Haupttragkonstruktionen (Boden, Wand, Dach) bestehen bei allen Gebäuden aus einem Holzrahmenbau. Für den Abstand der Holzbalken wurde nach den Abmessungen der Strohballen ein einheitliches Raster festgelegt.

TIPP

Viele weitere Infos und Strohbau-Projekte sind unter www.fasba.de zu finden.

Thermische Hülle

Fenster:	U-Wert 0,90 W/m²K
Einbau Holzfenster mit Dreischeibenwärmeschutzverglasung	
Holzbodenplatte:	U-Wert 0,14 W/m²K
25 mm	Holzdielung
250 mm	Zellulose + Holzbalken
100 mm	Schaumglasschotter
250 mm	Stahlbeton
Außenwand:	U-Wert 0,15 W/m²K
10 mm / 26 mm	Faserzementplatte bzw. Rautenschalung
30 mm	Lattung mit Hinterlüftung
24 mm	Holzverschalung (diagonal)
360 mm	Strohballen + Holzständer
40 mm	Lehm-Strohputz
5 mm	Lehm-Feinputz



Abb. 183 Gebäude nach der Fertigstellung

© SAENA



Abb. 184 Erstellung Holzbodenplatte auf Schaumglasschotter © SAENA



Abb. 185 Fertigstellung Holzrahmenbau

© SAENA



Abb. 186 Anlieferung der Strohballen

© SAENA

Dach:	U-Wert 0,093 W/m ² K
16 mm	Lehmbauplatte
30 mm	Holzlattung mit Luftschicht
320 mm	Zellulose + Holzsparren
16 mm	Holzfaserverplatte
100 mm	Luftschicht
22 mm	OSB-Platte
30 mm	Dachabdichtung

Bei diesem Einfamilienhaus musste aufgrund des schlechten Baugrundes eine Stahlbetonbodenplatte, anstatt eines Streifenfundamentes gegossen werden. Auf der Bodenplatte wurde ein Sockel aus Hochlochziegeln ausgemauert und darauf anschließend das Holzständerfachwerk und eine Holzbodenplatte errichtet. Den oberen Abschluss des Gebäudes bildet ein großzügig hinterlüftetes flachgeneigtes Puttdach. Das energetische Gebäudekonzept sollte die Bedingungen eines KfW-Effizienzhauses 55 erfüllen, daher wurde auch besonders auf eine dauerhafte luft- bzw. winddichte Ausführung geachtet. Der Holzfußboden im Erdgeschoss und die oberste Holzbalkendecke wurden mit Zellulose ausgeblasen. In das Holzständerfachwerk wurden 36 cm starke Strohballen unter Zwang aufwändig eingebaut, anschließend mit einem Lehmputz überputzt. Außen wurde abschließend eine wetterfeste Vorsatzschale aus Zementfaserplatten installiert. Aufgrund einer hohen Eigenleistung z.B. beim Einbau der Strohballen konnten die Baukosten reduziert werden.



Abb. 187 Einbau der Strohballen in die Gefache

© SAENA



Abb. 188 Zementvorsatzschale

© SAENA

Realisierte Anlagentechnik

Heizungsanlage

Die Heizungs- und Trinkwassererzeugung erfolgt über einen wassergeführten Pelletkaminofen der sich im Wohnzimmer befindet. Der Ofen gibt einen Teil der Wärmeenergie in Form von Wärmestrahlung (~2kWh) direkt an den Raum ab. Der größere Wärmeanteil (~8 kWh) wird über einen Rauchgaswärmetauscher und Heizungsleitungen an einen 600 l Pufferspeicher mit einem integrierten Frischwassersystem abgeführt. Aus diesem Puffer wird benötigte Heizwärme an Sockelheizleisten, die in fast allen Räumen entlang der Außenwände installiert wurden, transportiert.



Abb. 189 Pufferspeicher

© SAENA



Abb. 190 Pelletofen

© SAENA

Solarthermieanlage

Eine auf dem Flachdach aufgeständerte 14,0 m² große Solarthermieanlage aus Flachkollektoren unterstützt die Warmwasserbereitungs- und Heizungsanlage. Ca. 70 % des Warmwasserbedarfs und 20 % des Wärmebedarfs wird über diese wassergeführte Solaranlage gedeckt. Eine 6 kW Heizpatrone im Pufferspeicher dient als Backup, wenn der Ofen nicht beheizt wird und die Sonne einige Tage nicht geschienen hat.

Photovoltaikanlage

Auf dem Flachdach befindet sich zudem eine kleinere Photovoltaikanlage mit neun monokristallinen Modulen. Die Spitzenleistung von 2,97 kWp deckt ca. 43 % des gesamten Stromverbrauchs bzw. wird ca. 28 % des erzeugten Stroms direkt selbst genutzt.



Abb. 191 Fertige Wohnküche

© SAENA

Energetische Kenndaten

Flächen / Volumen / Luftdichtheit	
beheizte Wohnfläche	144 m ²
Nutzfläche (gem. EnEV)	173 m ²
Luftdichtheit n_{50}	1,50 h ⁻¹
Kenndaten Planung	
Jahres-Heizwärmebedarf (gem. EnEV)	37 kWh/m ² a
Jahres-Primärenergiebedarf (gem. EnEV)	26 kWh/m ² a
Kenndaten Verbrauch (2016/2017, unbereinigt)	
Jahres-Heizwärmeverbrauch	5.040 kWh/a
Heizwärmeverbrauch (spezifisch)	35 kWh/m ² a
Stromverbrauch (Haushalt)	1.850 kWh/a
Kenndaten Photovoltaikanlage (2016/2017)	
Stromerzeugung	2.873 kWh/a
Eigenverbrauch	800 kWh/a
Netzeinspeisung	2.073 kWh/a

12.3 Neubau Passivhaus

Objekttyp:	Neubau Zweifamilienhaus
Standort:	Dresden
Konstruktion:	Massivbauweise
Baujahr:	2010
Anzahl der Vollgeschosse:	3
Keller:	teilunterkellert
Gesamte Wohn-/Nutzfläche:	377 m ²
Anzahl der Nutzer:	2

Gebäudekonzeption

Das neu errichtete Wohn- und Geschäftshaus im Passivhausstandard umfasst zwei Vollgeschosse sowie das ausgebaute Untergeschoss. Die Außenwände wurden aus Kalksandsteinmauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem erstellt. Unter der Bodenplatte wurde eine 25 cm starke Schaumglasschotterschicht eingebracht. Das flachgeneigte Kaltdach ist nicht ausgebaut.

Bei diesem Neubau stellte die relativ hohe Radon- und Thoronbelastung des vorhandenen Lehmbodens eine besondere Herausforderung dar, um die Belastung der Innenluft auf ein unschädliches Niveau zu reduzieren. Deshalb wurde Spezialfolie unter allen Untergeschosswänden und eine Metall-PE-Folie auf der gesamten Bodenplatte verlegt. In Verbindung mit dem Einbau einer hocheffizienten Lüftungsanlage mit WRG konnten Radonwerte von 50 - 70 Bq/m³ realisiert werden.

Thermische Hülle

Fenster:	U-Wert 0,82 W/m²K
Einbau passivhaustauglicher Außentüren und Kunststofffenster mit Dreischeibenwärmeschutzverglasung	
Boden gegen Erdreich:	U-Wert 0,074 W/m²K
15 mm	Fliesen mit Kleber
55 mm	Estrich
350 mm	Wärmedämmung
250 mm	Stahlbetondecke
250 mm	Schaumglasschotter
Außenwand:	U-Wert 0,095 W/m²K
10 mm	Gipsputz
175 mm	Kalksandstein
325 mm	WDVS mit Außenputz
obere Geschossdecke:	U-Wert 0,078 W/m²K
200 mm	Stahlbetondecke
2 mm	PE-Folie
400 mm	Wärmedämmung



Abb. 192 Gebäude nach der Fertigstellung

© Hollan



Abb. 193 Gebäude während der Bauphase

© Hollan



Abb. 194 Einbau passivhaustaugliches Fenster

© Hollan



Abb. 195 Außenwand mit Dämmung

© Hollan

Das Walmdach wurde als hinterlüftetes Kaltdach errichtet. Die thermische Hülle verläuft im Bereich der obersten Geschossdecke. Auf dem Walmdach wurde eine Röhrenkollektoranlage mit 12,5 m² Absorberfläche installiert. Die Röhren der Solaranlage wurden bei der Montage auf diesem flachen Dach mit 22° Dachneigung bei der Montage um bis zu 30° gedreht. Damit werden besonders im Winter für die Heizungsunterstützung trotz eines relativ flachen Daches viel höhere Erträge erzielt.

Realisierte Anlagentechnik

Die Anlagentechnik für dieses Passivhaus ist für eine individuelle Regelung der Temperaturen der einzelnen Räume vom Untergeschoss über das Erdgeschoss bis zum Büro im Obergeschoss ausgelegt. Durch Einsatz einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung der neuesten Generation werden alle Räume bei höchster Energieeffizienz ständig mit frischer Luft versorgt.

Lüftungsanlage

FrISChe Außenluft wird mittels eines ca. 45 m langen Erdwärmehaushalters DN 250 im Sommer gekühlt und im Winter vorgewärmt ins Haus geführt.

Heizungsanlage und Warmwasserbereitung

Da ein Gasanschluss vorhanden war, wurde eine kleine raumluftunabhängige Gasbrennwerttherme mit hohem Modulationsbereich von 0,9 kW bis 9,5 kW installiert. Diese schaltet sich lediglich ein, wenn nicht genügend Wärme von der Röhrenkollektoranlage für den 1000 l Mehrzweckspeicher zur Verfügung gestellt werden kann. Dies ist der Fall bei Wassertemperaturen von weniger als 55 °C, da dann kein Warmwasser mit einer Temperatur von 42 °C im Durchfluss erzeugt werden kann. Alle Räume wurden mit Fußbodenheizung, geregelt durch Thermostate, ausgestattet, um auf die gewünschte Raumtemperatur aufzuheizen.



Abb. 196 Lüftungsanlage

© Hollan

Energetische Kenndaten

beheiztes Volumen V_e	1.179 m ³
Nutzfläche A_N aus EnEV	377,3 m ²
beheizte Wohnfläche (A_{EB})	250,2 m ²
Luftdichtheit n_{50}	0,13 h ⁻¹
Ergebnis	
Jahresheizwärmebedarf PHPP (q_h)	12 kWh/m ² a
spez. Primärenergiebedarf Q_p aus EnEV	86 kWh/m ² a
tatsächlicher Heizwärmeverbrauch	17 kWh/m ² a

Förderung

Förderung aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen über Sächsische Förderrichtlinie Energieeffizienz und Klimaschutz RL EuK/2007.

12.4 Sanierung historisches Einzeldenkmal

Objekttyp:	Sanierung Einzeldenkmal
Standort:	Dresden
Konstruktion:	unterkellertes Mauerwerksbau mit Ziegelkappendecke
Baujahr:	1909, saniert 2008
Anzahl der Vollgeschosse:	2
Keller:	teilunterkellert
Gesamte Wohn-/Nutzfläche:	627 m ²
Anzahl der Wohneinheiten:	3



Abb. 197 Gebäude vor der Sanierung

© SAENA



Abb. 198 Gebäude nach der Sanierungsmaßnahme

© SAENA

Thermische Hülle

Fenster nach Sanierung:	U-Wert 1,35 W/m²K
Alle Sanierungsmaßnahmen mussten mit der Denkmalschutzbehörde abgestimmt werden. Um die historische Optik zu erhalten, aber auch energieeffizient zu sein, wurden Holzfenster mit „Wiener Sprossen“ und thermoplastischem Randverbund verbaut.	
Außenwand nach Sanierung:	U-Wert 0,29 W/m²K
Die Außenwände des unterkellerten Mauerwerksbaus wurden im Zuge eines mit der Denkmalschutzbehörde geschlossenen Kompromisses mit einer dünnen Außendämmung und einer mineralischen Innendämmung versehen. Nachfolgender Wandaufbau wurde realisiert:	
10 mm	Außenputz (mineralisch)
30 mm	Phenol-Hartschaum WLS 022
510 mm	Altmauerwerk (Reichsformat)
60 mm	Mineralschaum-Innendämmung
10 mm	Kalk-Innenputz
Drempel nach Sanierung:	U-Wert 0,25 W/m²K
10 mm	Außenputz (mineralisch)
30 mm	Phenol-Hartschaum WLS 022
250 mm	Altmauerwerk
100 mm	Zellulose-Einblasdämmung
12,5 mm	Gipskartonplatte
18 mm	OSB-Platte

Gebäudekonzeption

Das 1909 als Nebengebäude eines Garnisonslazarett Dresden fertiggestellte, freistehende Gebäude steht in einem Waldgrundstück. Zuletzt wurde es als Wohnhaus für sowjetische Offiziere genutzt und stand in der Folge lange Zeit leer. Das unter Denkmalschutz stehende Gebäude wurde im Jahr 2008 von einer Bauherrengemeinschaft unter Berücksichtigung des Denkmalschutzes im Zuge einer aufwendigen und umfassenden energetischen Sanierung in drei Eigentumswohnungen umgestaltet. Es ist das Gewinnerprojekt des sächsischen Wettbewerbs: „Beste energieeffiziente Sanierung“ aus dem Jahr 2011. Die umfangreichen Maßnahmen, die zur Erhaltung des Gebäudes unter weitgehender Wahrung der Originalität, trotz Umwandlung in drei Wohneinheiten durchgeführt wurden, umfassen:

- behutsame, denkmalgerechte Sanierung
- Einsatz einer dünnen Außendämmung, um die ansichtsprägenden Sandsteingewände zu erhalten
- kombiniert mit mineralischer Innendämmung
- Einsatz natürlicher Dämmstoffe, wie Zellulose und Holzweichfaser im Dachbereich
- Einsatz von 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung in Holzrahmen



Abb. 199 Fenster und Außendämmung
© SAENA

Boden gegen Erdreich nach Sanierung:		U-Wert 0,28 W/m²K
170 mm	Ziegelkappen	
im Mittel 150 mm	Wärmedämmung Polyurethan WLG 024	
100 mm	PS-Dämmung	
60 mm	Heizestrich	
10 mm	Fliesen in Dünnbettmörtel	
Dach nach Sanierung:		U-Wert 0,20 W/m²K
Das Walm- Satteldach mit Biberschwanzeindeckung wurde ebenfalls komplett erneuert und mit einer Einblasdämmung ausgestattet. Es wurden Dachflächenfenster zur Belichtung des Wohndachraumes eingebaut, welche jedoch das historische Erscheinungsbild nicht beeinträchtigen. Nachfolgender Dachaufbau wurde realisiert:		
12,5 mm	Gipskartonplatte	
18 mm	OSB-Platte	
170 - 300 mm	Zellulose-Einblasdämmung	
22 mm	dämmende Unterdeckplatte	



Abb. 200 Einbau von Dachfenstern im Firstbereich

© SAENA

Realisierte Anlagentechnik

Heizungsanlage und Warmwasserbereitung

Die gesamte Haustechnik wurde erneuert. Als Heizung kam ein Hackgut-Holzpelletkessel zum Einsatz, welcher mit einem 2000 l -Pufferspeicher verbunden ist. Zusätzlich wurde ein Solarwärmetauscher vorgerüstet, um ggf. später eine Solarthermieanlage einzubinden. Die Holz-Hackschnitzel werden über regionale Anbieter bezogen. Die Wärmeverteilung erfolgt über Fussboden- bzw. Wandflächenheizung.

Energetische Kenndaten

beheiztes Volumen V_e	3.160 m ³
Nutzfläche A_N aus EnEV	1.011 m ²
Ergebnis aus EnEV-Berechnung	
Endenergiebedarf	83.744 kWh/a
Primärenergiebedarf	16.755 kWh/a



Abb. 201 Pelletkessel Heizung

© SAENA

	vor Sanierung	nach Sanierung
spez. Primärenergiebedarf in kWh/m²a	205,6	20,9
Energetische Qualität der Gebäudehülle in W/m²K	1,18	0,38
Energieträger	Nahwärme aus HKW (fossil)	Holz-Hackschnitzel
Verbrauch	-	49.130 kWh

Förderung

Förderung aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen über Sächsische Förderrichtlinie Energieeffizienz und Klimaschutz RL EuK/2007.

12.5 Sanierung Einfamilienhaus

Objekttyp:	Sanierung Einfamilienhaus
Standort:	Sachsen
Konstruktion:	Fachwerkbau auf massivem Sockel
Baujahr:	1768, saniert 2012
Anzahl der Vollgeschosse:	2
Keller:	teilunterkellert
Gesamte Wohn-/Nutzfläche:	140 m ²
Anzahl der Nutzer:	4

Gebäudekonzeption

Aufgrund der Inschrift im Dachstuhl „1768“ wird das Baujahr des Gebäudes in diesem Zeitraum vermutet. Es war Bestandteil einer Hofanlage mit verschiedenen Wirtschafts-, Lager und Wohngebäuden. Das Gebäude stand leer und wird nach der Sanierung wieder als Wohnhaus für eine junge Familie mit zwei Kindern genutzt. Das Fachwerkhaus wird unter den Gesichtspunkten des Denkmalschutzes, der Energieeffizienz, aber auch eines modernen, an die heutige Zeit angepassten Wohnstandards ausgebaut. Die Grundrissstruktur wird nahezu vollständig erhalten bleiben.

Die umfangreichen Maßnahmen, die zur Erhaltung des Gebäudes unter weitgehender Wahrung der Originalität bei begrenzter Erneuerung durchgeführt werden, betreffen:

- Instandsetzung Fassade und Dach, Trockenlegung
- Modernisierung des Gebäudeinneren nach zeitgemäßen Ansprüchen
- Erneuerung von Haus- und Anlagentechnik

Thermische Hülle

Fenster nach Sanierung: U-Wert 1,1 W/m²K

Die Fensteranordnung und -größen bleiben unverändert, lediglich im Obergeschoss werden Fenster angepasst. Die Sprossenteilung der Holzfenster mit Isolierverglasung wird an den Bestand angelehnt.

Außenwand:

Im Erdgeschoss bestehen die Außenwände aus Mischmauerwerk mit einer Wandstärke von ca. 47 cm, sie bleiben unverändert und erhalten neuen Putz. Das Fachwerk im Obergeschoss wird mit einer Holzschalung neu verkleidet und als gedämmte hinterlüftete Fassade hergestellt. Der Anbau mit ca. 38 cm Vollziegelmauerwerk erhält ein 10 cm WDVS.

EG nach Sanierung: U-Wert 0,138 W/m²K

470 mm	Mischmauerwerk
100 mm	Wärmedämmung WLG 035
35 mm	Wärmedämmputz



Abb. 202 Gebäude vor der Sanierung

© Architekturbüro Wetzel



Abb. 203

Gebäude nach der Sanierungsmaßnahme

© Architekturbüro Wetzel



Abb. 204 Darstellung thermische Hülle

© Architekturbüro Wetzel

OG nach Sanierung:		U-Wert 0,165 W/m ² K
12,5 mm	Gipskartonplatte	
20 mm	OSB-Platte	
80 mm	Zellulosedämmung WLG 040	
140 mm	Fachwerk mit Lehmziegelausfachung	
100 mm	Mineralwolle WLG 035	
30/50 mm	Querlattung	
50 mm	Sichtschalung	
Boden gegen Erdreich nach Sanierung:		U-Wert 0,315 W/m ² K
10 mm	Fliesen	
60 mm	Heizestrich	
20 mm	Thermorolle für Fußbodenheizung	
50 mm	Wärmedämmung Polyurethan WLS 024	
100 mm	Unterbeton	
Dach nach Sanierung:		U-Wert 0,121 W/m ² K
Das Dach erhält eine ortsübliche Neueindeckung aus Schiefer. Eine Aufdachdämmung wurde gegenüber einer Zwischensparrendämmung bevorzugt.		

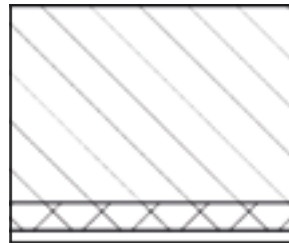


Abb. 205
Wandaufbau EG
© Architekturbüro Wetzel

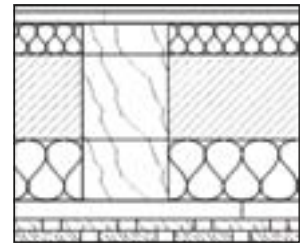


Abb. 206
Wandaufbau Fachwerk OG
© Architekturbüro Wetzel



Abb. 207 Fachwerk - Mauerwerk

© Architekturbüro Wetzel

Realisierte Anlagentechnik

Heizungsanlage und Warmwasserbereitung

Die gesamte Haustechnik wird erneuert. Als Heizung kommt eine Luft-Wärmepumpe zum Einsatz. Als Zusatzheizung wird pro Etage ein Holzfestbrennstoffofen (außer DG) eingebaut. Der Pufferspeicher, auch zur Trinkwasserbereitstellung, ist in Reihe mit dem Verteilernetz geschaltet und befindet sich wie die Wärmeverteilung innerhalb der thermischen Hülle.

Energetische Kenndaten

beheiztes Volumen V_e	494,1 m ³
Nutzfläche A_N aus EnEV	158,1 m ²
Luftdichtheit n_{50}	0,7 h ⁻¹
Ergebnis aus EnEV-Berechnung	
Heizung ($q_{h,i}$)	99,66 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	5.098 kWh/a
Hilfsenergie	798 kWh/a
Primärenergiebedarf	15.921 kWh/a

Förderung

Förderung aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen über Sächsische Förderrichtlinie: „Integrierte Ländliche Entwicklung“.