

Klimafreundlich bauen und sanieren

Nachhaltige Bauweisen und Techniken
für mein Haus

ANNE RAUPACH

EVA RIKS

JOHANNES SPRUTH

verbraucherzentrale



Inhalt

Zu diesem Buch	6	3 Baukonstruktion und Bauteile	41
Die wichtigsten Fragen und Antworten	8	3.1 Der Einfluss der Baukonstruktion auf den Klimaschutz	42
1 Warum klimafreundlich bauen?	11	3.2 Übersicht über die gängigsten Bau- und Konstruktionsweisen	45
1.1 Klimaschutz im Bausektor	12	3.3 Bauteile	47
1.2 Abfallvermeidung	15	4 Baumaterialien	55
1.3 Primärenergiebedarf und graue Energie im Gebäudebau	16	4.1 Mauerwerkstypen – verschiedene Mauerwerke	56
2 Wege zum klimafreundlichen und nachhaltigen Bauen	17	4.2 Künstliche Steine für Mauerwerke	56
2.1 Zukunftsfähiges Bauen	18	4.3 Natürliche Steine als Mauerwerk	59
2.2 Wohngesundheit	20	4.4 Lehm	60
2.3 Schutz bei Starkregenereignissen	25	4.5 Holzbau	62
2.4 Energetische Sanierung in Eigenregie	26	4.6 Betonbau, Stahlbetonbau	66
2.5 Gesetzliche Grundlagen und Rahmenbedingungen	27	4.7 Trockenbau	68
2.6 Finanzielle Förderung	28	4.8 Fugen	69
2.7 Ökobilanzanalysen	29	4.9 Fassadenputze und Farben	70
2.8 Mythen beim Bauen und Sanieren	33	4.10 Innenausstattung	71
2.9 Umweltzeichen, Gütezeichen, Labels	37	5 Wärmedämmstoffe	73
		5.1 Dämmstoffe aus Kunststoff	74
		5.2 Dämmstoffe aus künstlichen Fasern	75
		5.3 Mineralische Dämmplatten	76
		5.4 Sonderdämmstoffe	76



5.5	Wärmedämmputze	77	7.8	Thermische Solaranlagen	140
5.6	Dämmstoffe aus Naturfasern	77	7.9	Wärme durch Photovoltaikstrom	147
5.7	Kennzeichnung von Dämmstoffen	79	7.10	Holzheizung plus thermische Solaranlage	149
5.8	Energetische Ertüchtigung mit Wärmedämmstoffen	80	7.11	Hybrid-Wärmepumpen	152
5.9	Spezialfall Fachwerk	84	7.12	Wärmepumpe plus thermische Solaranlage	154
5.10	Spezialfall Strohballenbau	87	7.13	Wärmepumpe plus Photovoltaik	157
			7.14	Gute Luft und Lüftungsanlagen	161
			7.15	Smarthome-Systeme	164
6	Strom selber machen	91			
6.1	Grundüberlegungen	92	8	Nachhaltige Projekte im Bestand und Neubau	165
6.2	Blockheizkraftwerk – die stromerzeugende Heizung	94	8.1	Sanierung Fachwerkhaus Steinweg	166
6.3	Photovoltaikanlagen – Strom von der Sonne	98	8.2	Sanierung, Umnutzung und Erweiterung – Baugemeinschaftshaus IDA	183
6.4	Kleinwindanlagen	102	8.3	Sanierung und Anbau Haus Wiebach	193
6.5	Stromspeicher	106	8.4	Neubau Baugemeinschaftshaus Walden 48	204
7	Wärme für Ihr Haus	109	8.5	Neubau Strohballenhaus in Laax	218
7.1	Heizungsoptimierung	110			
7.2	Brennwertkessel für Gas und Öl	112	Anhang		231
7.3	Holzheizungen	116	Glossar		232
7.4	Fernwärmeübergabestation	122	Adressen		235
7.5	Elektroheizung	125	Stichwortverzeichnis		236
7.6	Wärmepumpen	127	Bildnachweis		239
7.7	Warmwasser	137	Impressum		240



8 Nachhaltige Projekte im Bestand und Neubau

Klimafreundliches Bauen hat viele Gesichter und braucht Visionen. Gerade im Fall von Sanierungen sind Vorstellungskraft, Mut und Erfahrung notwendig und lassen aus mancher unscheinbaren Hütte ein fantastisches Projekt entstehen. In diesem Praxisteil werden herausragende Projekte vorgestellt, die Pionierarbeit geleistet haben und neue Wege im Sinne des Klimaschutzes gehen. Dabei werden auch technische Aspekte wie Brandschutz, Klimafolgenanpassung und Schadstoffe in Interviews mit Expertinnen und Experten beleuchtet und Themen wie Baugemeinschaften, Fachwerksanierung, Strohbau und Lehmbau näher erläutert.

8.3 Sanierung und Anbau Haus Wiebach

Entwurfsverfasser: Christian Stolz

In Bestandsgebäuden schlummert oft eine verborgene Schönheit, die aufgedeckt werden möchte.

So auch bei dem kleinen Wohnhaus aus den 1930er-Jahren im Hamburger Umland. Die behutsame, geschickte Sanierung und der monolithische Anbau aus Holz machten aus dem unscheinbaren, düsteren Häuschen ein familientaugliches, lichtdurchflutetes Idyll umgeben von altem Baumbestand.



Abb. 1: Monolithischer Anbau in Holzbauweise mit großen Fensteröffnungen und Terrassenpodest in den Garten

Steckbrief

- › Gebäudetyp: Einfamilienhaus, frei stehend
- › Baujahr: 1933
- › Energetische Sanierung: 2014
- › Wohnfläche vor Sanierung: 105 m²
- › Wohnfläche nach Sanierung: 148 m²
- › Anzahl der Wohneinheiten: 1
- › Bauweise: Bestandsgebäude Ziegelmauerwerk, Anbau Holzrahmenbau
- › Dämmstandard: Außenwände Anbau: Holzweichfaserdämmung, Dach: Holzweichfaser
- › Energiestandard: EnEV 2009
- › Energiekonzept: Austausch der Ölheizung gegen Gastherme mit Fußbodenheizung, Kaminofen, thermische Solaranlage
- › Besonderheiten: Monolithischer Anbau in Holzbauweise, Öffnung zum Garten mit großen Fenstern und Terrassenpodest



Abb. 2: Wohnhaus vor der Sanierung

Projektbeschreibung

Nach langer Suche fand die Hamburger Baufamilie ein kleines, leer stehendes Siedlungshaus aus den 1930er-Jahren. Es stand im Hamburger Umland in einem verwilderten Garten mit altem Baumbestand und war deutlich in die Jahre gekommen. Es war für die vierköpfige Familie allerdings viel zu klein und die kleinteiligen Grundrisse und die düstere Ausstattung entsprachen nicht ihren Vorstellungen.

Die Bauleute entschieden sich dennoch, das Haus in Ahrensburg zu kaufen und an ihre Bedürfnisse anzupassen. Gemeinsam mit dem Entwurfsverfasser, Zimmermann und Bauunternehmer in einer Person, Christian Stolz, entschieden sie sich für die behutsame Sanierung des Bestands und einen monolithischen Anbau aus Holz.

Der neue Anbau knüpft mit seiner schlichten Form an die archetypisch einfache Form des alten Hauses an,



Abb. 3: Straßenansicht des sanierten Siedlungshauses aus den 30er-Jahren



Abb. 4: Gartenansicht mit Holz-Anbau

setzt sich jedoch durch die Materialwahl deutlich vom Bestand ab und erweitert die Wohnfläche um etwa 40 m². Große Fensterflächen und ein vorgelagertes Holz-Treppen-Podest verbinden die Wohnfläche mit dem eingewachsenen Garten. Entstanden ist ein helles, freundliches Familiendomizil mit genügend Platz für die Familie und hervorragender Wohnqualität.

Grundrissveränderungen

Bevor die Umbaumaßnahmen beginnen konnten, musste das Gebäude zunächst von nachträglich eingebrachten An- und Einbauten befreit werden:

- › Die kleinteiligen und nicht mehr zeitgemäßen Grundrisse des Bestandsgebäudes wurden geöffnet und zugunsten einer offenen Raumfolge aufgelöst.
- › Im Erdgeschoss des Anbaus wurde die neue, großzügige Wohnküche untergebracht. Raumbreite Durchbrüche in der alten Giebfassade verbinden den Neubau mit dem Altbau. Das an die Küche angrenzende Wohnzimmer mit Arbeitsbereich erhält

durch ein neues Fensterband zusätzliches Licht aus Süden.

- › Die winzige ehemalige Küche wurde der Speisekammer und dem Gästebad zugeschlagen.

Gebäudehülle

Das Dach des Bestandsgebäudes wurde energetisch saniert und mit Holzfaser als Zwischen- und Aufsparrendämmung gedämmt. Ein zusätzliches Dachfenster belichtet das Elternschlafzimmer im Obergeschoss. Die Außenwände des Bestandsgebäudes wurden neu verputzt und weiß gestrichen.

Der Anbau wurde in Holztafelbauweise errichtet und sowohl Außenwand als auch Dach mit Holzweichfaser gedämmt. Die Holzfassade des Anbaus wurde gestalterisch maximal reduziert. Sämtliche Kanten wurden auf Gehrung geschnitten und die Fallrohre in die Fassade integriert. Die äußere Dachhaut des Anbaus besteht wie die Wandverkleidung aus einer offenen vertikalen Lärchenschalung.



Abb. 5: Erdgeschossgrundriss



Abb. 6: Küche mit Essplatz und großen Fensteröffnungen in den Garten



Abb. 7: Große Durchbrüche in der alten Giebfassade verbinden das Wohnzimmer mit der Küche im Anbau.

Die alten Fenster im Bestandsbau wurden durch energieeffiziente Holzfenster mit historischer Sprossenteilung und weißen Rahmen ersetzt. Die Fenster im Anbau sind dagegen moderner – ohne Sprossenteilung – und setzen sich gegenüber dem Altbau mit grauen Rahmen ab. Zusätzliche Fenster im Bestandsgebäude verbessern die Belichtungssituation der Räume.

Gebäudetechnik

Die alte Ölheizung wurde durch einen Gasbrennwertkessel mit unterstützender thermischer Solaranlage und Pufferspeicher ersetzt. Der alte Kamin wurde durch einen neuen Kaminofen ersetzt, der im Winter den Wohnraum im Erdgeschoss erwärmt. Im Altbau blieben die Heizkörper aus Kostengründen

erhalten, im Anbau wurde dagegen eine Fußbodenheizung eingebaut. Die Bäder wurden komplett neu konzipiert und die Sanitär- und Elektroinstallation erneuert.

Innenausstattung

Den Innenraum gestalteten die neuen Bewohner schlicht und freundlich. Nachdem die Holzvertäfelungen der vorherigen Besitzer entfernt waren, wurden die vorhandenen alten Türen und Nadelholzdielen geschliffen und neu geölt und die Wände weiß gestrichen. Auch die alte Treppe wurde aufgearbeitet. Mit dem weiß gestrichenen Geländer wirkt sie hell und einladend. Die in Weiß gehaltene neue Küche fand im lichtdurchfluteten Anbau Platz.



Abb. 7: Obergeschossgrundriss

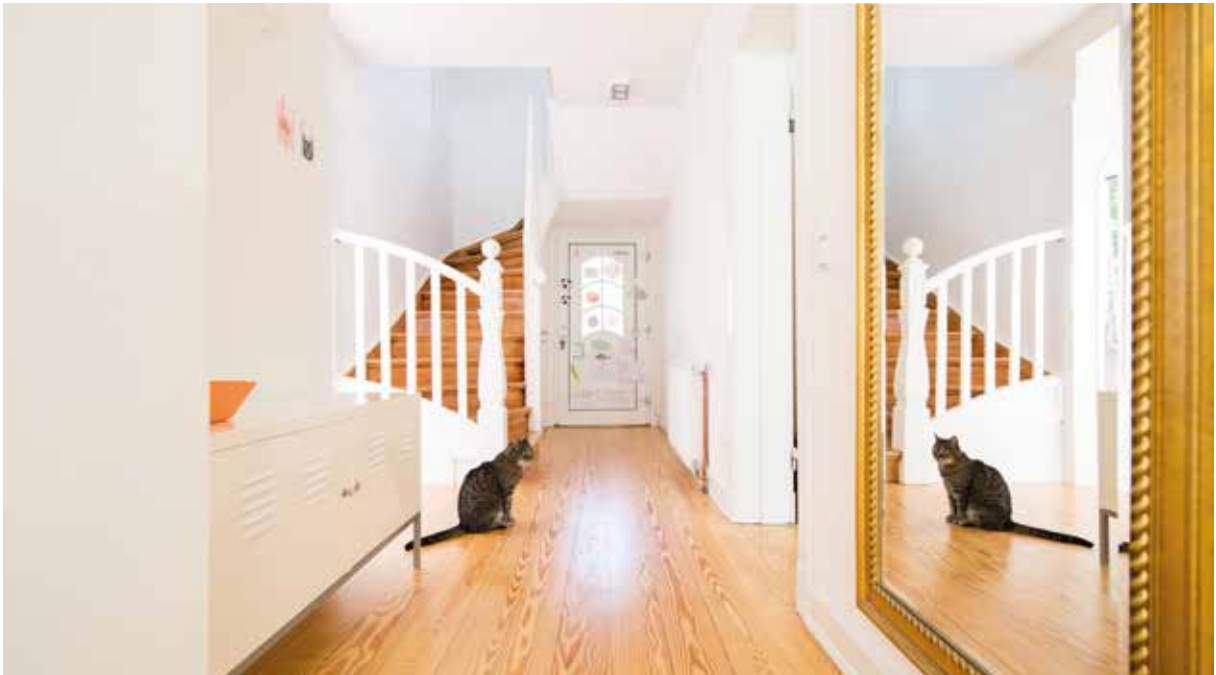


Abb. 8: Helles, freundliches Treppenhaus nach der Sanierung mit aufgearbeiteter Treppe und guter Belichtung



Abb. 9: Arbeitsplatz im Erdgeschoss des Bestandsgebäudes

Klimafreundliche Besonderheiten

Neben der Entscheidung ein Bestandsgebäude zu sanieren, reduziert auch die Auswahl des Baustoffs Holz für die neuen Gebäudeteile den CO₂-Fußabdruck der Bewohner.

Die Sanierung eines Bestandsgebäudes ist gegenüber einem Abriss und Neubau immer klimaschonender, da CO₂-Emissionen, graue Energie und Baumaterialien eingespart und Bauabfälle vermieden werden. Zudem wird kein natürlich gewachsener Boden versiegelt und die vorhandene Infrastruktur genutzt.

Für das Haus Wiebach wurde – trotz zunächst ungeeignet erscheinender Substanz – eine gute Lösung gefunden, dem Flächenbedarf und den heutigen Wohnbedürfnissen mithilfe des Anbaus und der Veränderung der Grundrisse gerecht zu werden. So wird der nachwachsende Rohstoff Holz vom gelernten Zimmermann Stolz in zeitgemäßer Form sowohl als tragende Konstruktion als auch als Dämmmaterial und Fassaden- und Dachbekleidung eingesetzt.

Vorteile des Projekts

Das klassische, schlichte Siedlungshaus mit kleinteiligen Grundrissen wurde durch den Um- und Anbau zu einem großzügigen, hellen und modernen Familiendomizil aufgewertet. Durch seine reduzierte Formsprache schafft der nahtlos an den Bestand anknüpfende Anbau einen Ruhepol im heterogenen Umfeld.

Durch die Sanierung und den Anbau konnte mit verhältnismäßig kleinem Aufwand zeitgemäßer, hochwertiger Wohnraum für eine Familie in einem gewachsenen Wohnviertel geschaffen werden. Der städtebauliche Charme des Siedlungshauses aus den 1930er-Jahren konnte erhalten und aufgewertet werden.

Nachteile des Projekts

Wegen des knappen Budgets wurde auf die Dämmung der Außenwände des Bestandsgebäudes verzichtet. Auch die Wahl des Wärmeerzeugers ist aus Sicht des Klimaschutzes nicht ideal. Günstiger wäre eine Wärmepumpe in Kombination mit einer PV-Anlage.



Klimafolgenanpassung

„Ziel sollte immer sein, ein Gebäude so zu planen, dass man ohne eine aktive Kühlung auskommt.“

INKEK GMBH Institut für Klima- und Energiekonzepte, Wiebke Kirchhof und Sebastian Kupski

Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf Wohnhäuser?

INKEK: Durch die Folgen des Klimawandels werden sich die Anforderungen an unsere Gebäude gravierend verändern. In unseren Breitengraden wird dies vor allem im Sommer spürbar werden bzw. ist es bereits. Wenn wir mit milderem Winter und heißeren Sommern rechnen, so wirkt sich dies sowohl auf die Anlagentechnik als auch auf die bauliche Hülle, also auf Fenster, Dach, Außenwand aus. Bislang sehen wir den Fokus auf der Fragestellung, ein Gebäude warm zu bekommen. Gerade in Wohngebäuden gibt es meist eine zentrale Heizungsanlage, jedoch keine Kühlgeräte, wie dies etwa in südlichen Ländern flächendeckend der Fall ist. Besonders Hitzesommer, wie z. B. im Jahr 2019, machen aber deutlich, wie wenig die meisten Wohngebäude auf diese Extremtemperaturen ausgelegt sind. Bei 2 °C minus im Winter schafft dies die Heizungsanlage noch, haben wir aber mehrere Tropennächte (Nächte mit einer Lufttemperatur nicht unter 20 °C), in denen es keine merkliche Abkühlung gibt, so empfinden wir schnell Hitzestress und geraten an unsere Belastungsgrenze, was sich in mangelnder Schlafqualität und verminderter Leistungsfähigkeit niederschlägt. Besonders alte oder vorbelastete Menschen und Kinder kommen mit solchen Situationen noch schlechter klar.

Während solcher Hitzewellen kann es durch die fehlende nächtliche Abkühlung zu einer Potenzierung dieses Zustands kommen, die Innentemperatur schaukelt sich von Tag zu Tag immer weiter auf. Gebäude kühlen somit auch über die Nachtstunden nicht ausreichend aus. Dieser Zustand potenziert sich, je länger eine Hitzeperiode anhält.

Was kann ich tun, um mein Haus auf den Klimawandel vorzubereiten?

Ein Gebäude resistenter gegenüber Hitze zu machen, wird in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen. Häufig steht dabei die Frage im Raum, ob eine Dämmung dann überhaupt noch so sinnvoll ist. Dies ist jedoch gegeben, denn im Regelfall helfen energetische Sanierungsmaßnahmen sowohl gegen zu große Wärmeverluste im Winter als auch gegen zu starke Wärmeeinträge im Sommer. Große ausladende Fensterflächen bringen zwar viel Licht in den Innenraum, sind aber denkbar ungeeignet, um die Hitze draußen zu halten. Daher sollte immer überlegt werden, wie groß und vor allem in welche Himmelsrichtung Fenster dimensioniert werden müssen. Außerdem sollte eine außen liegende Verschattung, etwa in Form von Raffstores, Klappläden oder ähnlichem vorgesehen werden, um die Hitze gar nicht erst in den Innenraum zu lassen. Dämmpakete, besonders im Bereich von Dächern, tragen

auch hier zur Entlastung für die Bewohnerinnen und Bewohner bei. Bewährt haben sich nachwachsende Rohstoffe wie zum Beispiel Zellulosefasern oder Produkte aus Holzweichfaser, die sich neben anderen Faktoren wie nächtliches Lüften durch ihre hohe spezifische Wärmekapazität positiv auswirken. Eine hohe Speichermasse ist auch bei Innenbauteilen von Vorteil. Etwa durch massive Innenwände hat ein Gebäude einen deutlichen Vorteil gegenüber Leichtbauwänden, da sie sich langsamer erwärmen und dadurch den Raum kühlen. Ziel sollte immer sein, ein Gebäude so zu planen, dass man ohne eine aktive Kühlung auskommt. Dies schafft nicht nur zusätzlichen Komfort und schont den Geldbeutel, sondern vermeidet außerdem schädliche Treibhausgase durch einen sparsamen Energieeinsatz.

Kann ich mit Maßnahmen an meinem Haus die Umgebung positiv beeinflussen?

Neben den Bauteilen am Haus spielt auch das direkte Umfeld eine entscheidende Rolle. Wenn die Umgebung großflächig versiegelt ist, erhalte ich ein Mikroklima, das den Hitzestress noch verstärkt. Hier gilt es, möglichst viele begrünte Ausgleichsflächen zu schaffen, die in sich schon eine geringere Oberflächentemperatur entwickeln. Durch eine große Blattoberfläche Sorge ich für eine zusätzliche Verdunstungskühle, die sich bei einer Nachtlüftung des Gebäudes auch auf den Innenraum positiv auswirkt. Man kann also sagen, je mehr lebendiges Grün ich im Außenraum schaffe, umso ausgeglichener ist auch mein Klima im Gebäude. Großflächige Begrünung wie etwa Bäume oder auch Fassadenbegrünung sorgen dabei für zusätzliche

Verschattung und verringern Temperaturspitzen. Aber auch kleinteilige Bepflanzungen haben einen positiven Ausgleich. In Bereichen, auf die ich direkt Einfluss nehmen kann, ist kritisch zu prüfen, ob ich nicht evtl. Bereiche entsiegeln kann. Steingärten sollten aufgrund der hohen Speichermassen ganz vermieden werden. Auch über die Art der Umsetzung nehme ich Einfluss. Ein kurzgemähter Rasen hat eine deutlich geringere Wirkung als eine hochgewachsene Graswiese, ein Blühstreifen oder auch ein Staudenbeet. Helle Bodenbeläge haben eine geringere Hitzeentwicklung als dunkle.



Abb.10: Foto und Themografie-Aufnahme eines Wohngebäudes im städtischen Straßenraum. Die Themografie verdeutlicht, dass der Schatten des Baumes die Fassade nachhaltig kühlt.

Stichwortverzeichnis

- A**
- Abbruchabfälle 14 f., 20
 - Abluftanlage 161 f.
 - Abwärme 122
 - Algenbefall 15, 21, 75
 - Allergie 23, 36
 - Altbau 9 f., 16, 24, 33, 50, 56, 81, 84, 110, 112, 126, 132, 134, 163 f.
 - Arbeitszahl (AZ) 128
 - Armaturen 137
 - Ausgasungen 23, 66
 - Außendämmung 80
 - Außenluftnutzung 130
 - Außentür, historisch 50
- B**
- Barrierefreiheit 19
 - Bauabfälle 14, 20
 - baubiologische Siegel 40
 - Baubuche 64
 - Bauen
 - kreislaufgerechtes 67
 - Mythen 33
 - Baugemeinschaft 18, 183 ff. 191 f., 204 ff., 213
 - Baugemeinschaftshaus 183 ff., 204 ff.
 - Baukonstruktion, Einfluss auf den Klimaschutz 41 f.
 - Baumaterialien 54
 - klimafreundliche 177
 - Baumängel 26
 - Bauteile 41, 47
 - schadensfreie Rückbaubarkeit 19
 - Bauweisen 19, 45
 - BEG-Förderung 26, 111 f.
 - Behaglichkeit 20
 - Betonskelettbau 45, 66
 - Biodiversitätsverluste 12
 - Blauer-Engel-Umweltzeichen 38
 - Blitzschutz 100, 145
 - Blockbohlenhaus 63
 - Blockheizkraftwerk (BHKW) 94 ff.
 - BAFA-Förderung 95
 - Vorteile und Nachteile 97
 - Bodenplatte 32, 42, 47, 53 f., 67
 - Brandschutz 42 f., 67 f., 181 f., 214 f.
 - Brauchwassererwärmung 141
 - Brennstoffzelle 94
 - Brennwertkessel 112 ff.
 - Bürgerenergieanlage 103
 - Bürgerenergiegemeinschaft 125
 - Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) 26 f., 81, 83, 87, 111 f.
 - Bundesumweltministerium 19
- C**
- CO₂-Emission 16, 66, 201,
 - CO₂-Fußabdruck 13, 201
 - COP – Coefficient of Performance 128
- D**
- Dach 47 ff.
 - Flach- 84
 - klimafreundliches 49
 - Dachausbau 83
 - Dachbegrünung 25
 - Dachdämmung 83 f.
 - Dacheindeckungen 48
 - Dachformen 47 ff.
 - Dämmstoffe 74 ff., 80
 - aus künstlichen Fasern 35, 75
 - aus Kunststoff 35, 74
 - aus Naturfasern 77, *siehe auch* Naturfaserdämmstoffe
 - Brennbarkeit 79
 - Kennzeichnung 79 f.
 - Dampfsperre 173
 - Dampfdichtheit 65
 - Dauerhaftigkeitsklasse 64
 - Denkmal 85, 167
 - Deutscher Nachhaltigkeitspreis 213
 - Durchflussmenge 137
 - Duschen 34, 137 ff., 140
- E**
- Eigenleistungen 26
 - Einblas-Dämmstoffe 31, 78, 80 f.
 - Effizienzhaus 29, 111, 147, 156
 - Elementarschadenversicherung 25
 - energetische Ertüchtigung 80, 85
 - siehe auch* Wärmedämmstoffe
 - energetische Sanierung 26, 28, 37
 - Energieausweis 27
 - Energieeffizienz eines Gebäudes 16
 - Energiesprong-Prinzip 68
 - Erdwärmenutzung 130
 - Erdwärmepumpe 129
 - Estrich 24, 52, 126, 144, 158, 175, 177, 189, 224
 - Elektro-Direktheizung 126
 - Elektroheizung 125 ff.
 - Erdkollektor 133
 - Erdwärmesonde 133
 - Erweiterungsbau 183 ff.
 - EU Ecolabel 38
 - Eutrophierung 12
 - Eutrophierungspotenzial 30
- F**
- Fachwerkbau 26, 84, 87, 166 ff., 178
 - Brandschutz 181
 - Feuchtettransport 85
 - Flechtwerk 61
 - Sanierungsschritte 85
 - Fahrrad-Tiefgarage 212
 - Farben 70
 - Fassade 49
 - hinterlüftete 44
 - Fassadenbrand 35
 - Fassadenputz 70
 - Feinstaub 12, 23
 - Fenster 20 f., 49 ff.
 - aus Holz, historisch 50
 - einfachverglast 51
 - energieeffizientes 49
 - Kasten- 51
 - Sanierung 50 f.
 - Fensterflächen 20, 24, 89, 202
 - Fernwärmeübergabestation 122 ff.
 - Feuerwiderstand 35, 214
 - Flachkollektor 142
 - Flächenheizung 132
 - Flächenverbrauch, nachhaltiger 18
 - Förderung, finanzielle 28
 - Frischwasserstation 139, 142
 - FSC-Siegel 39
 - Fugen 69
 - Fundament 47, 53 f.
 - Fußbodenheizung 126, 132
- G**
- Gebäudeenergiegesetz (GEG) 27
 - Gebäudedichtigkeit 33
 - Geschossdecken 46 f., 52

Geschossdeckendämmung 84
 gesetzliche Grundlagen 27
 GFM-Platten 65
 Gips 55, 65, 68
 Glaswolle 75
 Global Warming Potential (GWP) 14, 42 ff.
 siehe auch Treibhauspotenzial
 graue Energie 16, 201
 Grundwassernutzung 129
 Gütezeichen 37

H

Haustechnik 91 f., 159, 164, 184, 205, 219
 HBCD 75
 Heiz-Check 110
 Heizkessel, ineffizienter 27
 Heizkörper 132
 Heizung 94, 109 f., 113
 – stromerzeugende 94 f.
 Heizungsoptimierung 110 ff.
 – Austauschbonus 112
 – Förderung 111 f.
 – iSFP-Bonus 112, 232
 Hitzeschutz, sommerlicher 18, 22, 25,
 48 f., 68, 75, 83, 202 f.
 Holz
 – Brennbarkeit 35
 – Feuchteregulierungsvermögen 217
 Holz-von-Hier-Umweltzeichen 39
 Holzanstrich 70
 Holzbau 62, 190, 204 ff.
 – mehrgeschossiger 204 ff., 214
 – Vorteile 64
 Holzblockbauweise 63
 Holzfaserdämmung 32, 81, 83
 Holzgeruch 23
 Holzhandelsverordnung (EUTR) 40
 Holzheizung 116 ff., 120, 149
 siehe auch Pelletheizung
 Holzheizung mit thermischer Solaranlage
 149 ff.
 Holzmassivbauweise 45, 62
 Holzmodulbau 63, 67 f.
 Holzschutzmittel 66
 Holzständerbauweise 43 f., 62
 Hybridbaustoffe 19
 hydraulischer Abgleich 110

I

Infrarot-Strahlungsheizung 126
 Innenausstattung 71, 216 f.
 Innendämmung 76, 81 f., 174
 Insekten 35 f.
 Invertiertechnik 129

J

Jahresarbeitszahl (JAZ) 128
 Jahres-Heizwärmebedarf 166, 184, 205
 Jahres-Primärenergiebedarf 27

K

Kalksandstein 57
 Kalte Nahwärme 134
 Kappendecke, preußische 53
 Kaseinputz 217
 Kellerdecke 52
 – Dämmung 84
 – Stahlträgerkorrosion 52
 Kreditbank für Wiederaufbau (KfW) 28
 Kipplüftung 21
 Klebstoffe 18, 21, 50, 57, 65, 69, 71, 80 f.,
 84 f.
 Kleinwindanlage 102 ff.
 siehe auch Bürgerenergieanlage
 Klimaanlage 22
 Klimafolgenanpassung 202 f.
 Klimaschutz 12
 Klimaschutzgesetz 27
 Körperschall 24
 Kreislaufwirtschaft 14

L

Lärm 20, 23, 131, 212
 Lastgang 92
 Legionellen 142
 Lehm 60 f.
 Lehmabau 61, 179 f.
 Lehmputz 23
 Lehmwand 23
 Lehmziegel 61, 224 f.
 Leinölfarbe 70, 174 f.
 Leistungszahl 128
 siehe auch COP
 Luftdichtigkeit 21, 26, 81
 Luftfeuchte 161
 Luftkollektoren 143
 Luftschadstoffe 23
 Luftschall 24
 Lüftungsanlage 34, 161
 Lüftungskonzept 161

M

Massivbau 45
 Matten-Dämmstoffe 31
 Mauerwerkssanierung 57
 Mauerwerkstypen 56
 Mineralwolle 75 f.
 Modulbau 46

N

Nachhaltigkeit 14, 29
 Nachrüstverpflichtung 27
 nachwachsende Rohstoffe 42 f.
 Nager 35
 Nahwärme 122, 134
 siehe auch Fernwärme
 natureplus-Umweltzeichen 38
 Naturfaserdämmstoffe 77 ff., 82
 Natursteine 59 f., 85
 Neubau 12, 16, 24, 50, 66, 87, 111, 125,

O

ÖKOBAUDAT 29
 Ökobilanz 19, 29
 OSB-Platten 65, 69
 Ozonbildungspotenzial 30

P/Q

Passivhaus 54, 125
 Passivhausstandard 227
 PEFC-Siegel 39
 Pelletheizung 116 ff.
 Photovoltaikanlage 98 ff., 147 ff., 157
 – Wärme durch 147 f.
 Primärenergie 16, 30
 Primärenergiebedarf 27
 Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude
 (QNG) 29

R

Radon 23
 Rauchmelder 35
 Raumbeleuchtung 24
 Raumklima 20, 34, 226
 Raumluftfeuchte 21
 Raumluftqualität 216 ff.
 Recycling 19
 Recyclingbeton 67
 Regenwasserzisterne 25
 Ressourcen, natürliche 13
 Ressourcenverbrauch, nachhaltiger 18
 Röhrenkollektor 143
 Röntgenfluoreszenzanalyse 74
 Rohrdämmung 111
 Rohstoffe, nachwachsende 43
 Rückbau 19, 44, 52, 64, 74, 76, 83
 Rückstauklappe 25

S

Salzausbildungen 60
 Sanierung
 – energetische 26 ff.
 – Mythen 33

Schadstoffbelastung 20, 23
 Schallschutz 24
 Scheitholzheizung 120
 siehe auch Holzheizung
 Schallentkopplung 26
 Schaumglasgranulat 53
 Schimmel 23, 33, 35, 40, 161
 – Kalkanstrich 34
 Schornsteinsanierung 113
 Schottenbauweise 46
 Skelettbau 45, 67
 Smarthome-Systeme 164
 Sonderdämmstoffe 76
 Solarthermie 140 ff.
 siehe auch thermische Solaranlage
 Sole-Wasser-Wärmepumpe 131, 211
 Sparduschkopf 137
 Specht 35
 Speicherheizung 125 f.
 Ständerbauweise 88
 Stahlbetonbau 43, 66
 Starkregenereignis, Schutz bei 25
 Stecker-Solargerät 99
 Steinwolle 75
 Stoßlüften 21
 Streifenfundament 53
 Stressfaktor 26
 Strohhallenbau 87 ff., 218 ff., 227
 Stromerzeugung 91 ff.
 Strom-Flatrate 159
 Stromsparmaßnahmen 92
 Stromspeicherbatterie 106 ff.
 Systembau 46

T

Tageslichtversorgung 24
 thermische Solaranlage 140 ff., 147, 149, 154
 – solarer Deckungsgrad 144
 Thermografie 203
 Thermostatventile 110
 Tilgungszuschüsse 28
 Treibhauseffekt 13
 Treibhausgase, klimaschädliche 13
 Treibhausgasemissionen 12 f., 43 ff.
 Treibhausgasneutralität 27
 Treibhauspotenzial 13 f., 30 f.
 Trittschall 24
 Trockenbau 68

U

U-Wert 49 f., 74
 Überdüngung 12
 Überströmleitung 111

Umnutzung 14, 18, 69, 183 ff.
 Umwälzpumpe 111
 Umweltwärme 127
 Umweltzeichen 37
 Umweltbundesamt 12, 38, 40, 68, 74 f.
 Unterdeckplatten 25, 83

V

Versauerungspotenzial 30
 Volatile Organic Compounds (VOC) 23,
 40, 61, 216 f.
 Vollziegel 57
 Vorlauftemperatur 132, 234
 Vorsatzschalen 26, 57, 83

W

Wandflächenheizung 20, 22, 60, 81, 132,
 174
 Wandheizung 20, 23, 60, 81 f., 174
 Wärme 109 ff.
 Wärmeerzeugung mit Photovoltaikstrom
 147 ff.
 Wärmedämmputze 77
 Wärmedämmstoffe 73, 80
 – auf Kunststoffbasis 74
 – Brennbarkeit 79
 Wärmedämmverbundsystem (WDVS)
 33, 80
 Wärmedämmziegel 56
 Wärmedurchgangskoeffizient 49, 74
 Wärmeleitfähigkeit 74
 Wärmeleitstufen (WLS) 79
 Wärmepumpe 115, 127 ff., 152, 154, 157
 – Außenluftnutzung 130
 – Betriebsweise 131
 – Erdwärmenutzung 130
 – Hybrid- 152 f.
 Wärmepumpe plus Photovoltaik 157 f.
 Wärmepumpe plus thermische Solar-
 anlage 154 ff., 159
 Wärmepumpe plus thermische Solar-
 anlage und Photovoltaik 160
 Wärmerückgewinnung 162
 Wärmespeicher 106, 117
 Wärmeversorgungsnetz 125
 Warmwasserbereitung 137 ff., 142
 – solarthermische 141
 Wiederverwendung von Baustoffen
 und -teilen 19
 Wirtschaftlichkeit 108
 Wohngesundheits 20 ff.
 Wohnraumlüftung, kontrollierte 21, 161

Z

Zellulosedämmung 188
 zukunftsfähiges Bauen 18
 Zu- und Abluftanlage 162