



So werden Sie zum

Heimwerker-Profi in Haus und Garten!

14 E-Books über das Sanieren, Renovieren,
Optimieren und Automatisieren von Haus & Garten

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag und der Autor sehen sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Für die Mitteilung etwaiger Fehler sind Verlag und Autor jederzeit dankbar. Internetadressen oder Versionsnummern stellen den bei Redaktionsschluss verfügbaren Informationsstand dar. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen, die sich aus nicht von ihnen zu vertretenden Umständen ergeben. Evtl. beigefügte oder zum Download angebotene Dateien und Informationen dienen ausschließlich der nicht gewerblichen Nutzung. Eine gewerbliche Nutzung ist nur mit Zustimmung des Lizenzinhabers möglich.

© 2016 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Autoren: Jürgen Brück, Bo Hanus, Hannelore Hanus, Reinhard Hoffmann, Ulrich E. Stempel, Frank Völkel

ISBN 978-3-645-39011-8

INHALTSÜBERSICHT

1. Teil: Altbau instand setzen	PDF-S. 4
2. Teil: Heizung - Sanitär - Elektroinstallation im Haus	PDF-S. 288
3. Teil: Elektro-Installationen im Haus	PDF-S. 855
4. Teil: LED-Beleuchtungen im Haus selbst planen und installieren	PDF-S. 1088
5. Teil: Das große Solar- und Windenergie Werkbuch	PDF-S. 1212
6. Teil: Dämmen und Sanieren in Alt- und Neubauten	PDF-S. 1595
7. Teil: Smart Home mit KNX selbst planen und installieren	PDF-S. 1838
8. Teil: Photovoltaikanlagen	PDF-S. 2086
9. Teil: Elektrik im Haus - Praxisbuch	PDF-S. 2299
10. Teil: Handbuch Hausversorgung mit alternativen Energien	PDF-S. 2776
11. Teil: Wintergarten selbst planen und bauen	PDF-S. 3058
12. Teil: Terrassen und Wege selbst pflaster und beleuchten	PDF-S. 3181
13. Teil: Bauen & Heimwerken im Garten	PDF-S. 3304
14. Teil: Gartenteiche planen, anlegen und pflegen	PDF-S. 3428

Reinhard Hoffmann

Altbauten instand setzen

Vorwort

Der Marktwert eines Hauses oder einer Eigentumswohnung hängt entscheidend von der Lage, der Qualität der Wärmedämmung und der Energieeffizienz der Heizung ab. Noch wichtiger für die Bewohner ist indessen, dass die Wohnräume nicht durch Schadstoffe belastet sind, die langfristig die Gesundheit schädigen können.

Besonders in Häusern, die in den Jahren von 1950–1975 gebaut wurden, sind aus Unkenntnis der Zusammenhänge oft für die Gesundheit bedenkliche Bauteile verwendet worden. Sie enthalten z. B. Krebs erzeugendes Asbest, PAK, PCB oder PCP. Davon betroffen sind auch ältere Gebäude, die in dieser Zeit renoviert wurden. Somit sind möglicherweise in mehr als der Hälfte der Häuser im Bestand gesundheitsschädliche Schadstoffe verborgen. Außerdem schätzen Experten, dass jede zweite bis fünfte Wohnung einen sichtbaren oder verborgenen Schimmelschaden aufweist.

Baumaßnahmen zur Instandhaltung des Gebäudes oder zur energetischen Sanierung sind eine naheliegende Gelegenheit, vorhandene Gesundheitsgefahren kostengünstig zu beseitigen. Hier erfahren Sie, in welchen Bauteilen mit Schadstoffen zu rechnen ist, wie Sie diese sicher erkennen können und wie im Fall einer konkreten Belastung vorzugehen ist. Außerdem enthält das Buch viele Hinweise, wie Sie den Dämmstandard kostengünstig erhöhen und beim Heizen sparen können.

Viel Erfolg beim Instandhalten Ihres Hauses oder Ihrer Wohnung und ein gesundes Wohnumfeld wünscht Ihnen

Reinhard Hoffmann

Inhalt

1	Schwachstellen von Altbauten	11
1.1	Tipps für Haus- und Wohnungskäufer.....	13
1.2	Lebensdauer von Hausbauteilen	22
2	Gesundheitsgefährdende Schadstoffe und Mikroben	23
2.1	Asbest	24
2.2	Blei.....	25
2.3	Formaldehyd.....	26
2.4	Holzschutzmittel, PCP.....	27
2.5	Künstliche Mineralfasern	28
2.6	Lösemittel.....	29
2.7	Polychlorierte Biphenyle (PCB).....	30
2.8	Radon.....	31
2.9	Schimmel und Legionellen.....	33
2.10	Teerprodukte, PAK.....	39
3	Die krankmachende Wohnung	41
3.1	Gebäudebedingte Erkrankungen erkennen.....	41
3.2	Aus der Praxis des Umweltmediziners	49
4	Schadstoffe finden.....	55
4.1	Außenwände	56
4.2	Außenwandfassaden	60
4.3	Balkone und Dachterrassen	62
4.4	Dächer.....	64
4.5	Fenster und Türen	68
4.6	Decken und Fußböden	69
4.6.1	PAK-haltige Parkettklebstoffe	71
4.6.2	PAK-haltige Fußbodenplatten	72
4.6.3	Asbesthaltige Bodenbeläge	73
4.6.4	Schimmelpilze im Fußboden	74
4.7	Innenwände, Wand- und Deckenoberflächen	76
4.8	Kellerwände.....	85
4.9	Mineralwollgedämmstoffe	89
4.10	Elektro-, Sanitär- und Lüftungsinstallationen.....	89

4.11	Heizungen	91
4.12	Treppen	94
5	Schadstoffe fachgerecht entfernen	95
5.1	Asbestprodukte entfernen	95
5.2	Formaldehyd-Sanierung	96
5.3	Umgang mit belasteten Holzoberflächen	96
5.4	Sanierung bei Schimmelpilzbefall	100
5.5	Arbeiten an krebsverdächtiger/-erregender Mineralwolle	107
5.6	PAK-Belastungen verringern	109
5.7	Umgang mit PCB	112
6	Bauschäden erkennen und fachgerecht beheben	113
6.1	Feuchte Keller	113
6.1.1	Geeignete Maßnahmen zur Trockenlegung des Kellers	115
6.2	Schadhafte Außenhülle	118
6.3	Schäden im Mauerwerk	125
6.4	Fachwerk	132
6.5	Böden und Decken.....	137
6.6	Fertighaus.....	139
6.7	Steildach	142
6.8	Flachdach	147
6.9	Leitungen	150
7	Kostenschätzung und Planung	153
7.1	Typische Sanierungskosten.....	154
7.2	Wirtschaftlichkeit abschätzen und das Vorhaben planen.....	156
7.3	Was Sie selbst erledigen können.....	160
7.4	Handwerker auswählen und Qualität sichern	161
7.5	Besonders kostengünstige Maßnahmen	165
7.6	Methoden zum Aufspüren von Schwachstellen.....	168
7.7	Checklisten.....	171
8	Gesund wohnen.....	177
8.1	Gesundheits- und umweltverträgliche Bauprodukte	177
8.2	Dämmstoffe im Vergleich	180

9	In vier Schritten zum Energiesparhaus.....	197
9.1	Erster Schritt: Dachdämmung verbessern.....	204
9.1.1	Steildach luftdicht dämmen	204
9.1.2	Flachdach sanieren	214
9.2	Zweiter Schritt: Außenwände dämmen.....	216
9.3	Dritter Schritt: Wärmeschutzverglasung einbauen	230
9.4	Vierter Schritt: Keller dämmen.....	234
10	Sparpotenzial der Heizung.....	243
10.1	Bestandsaufnahme Heizung	245
10.2	Energieträgervergleich	248
10.3	Sparen durch optimale Heizungseinstellung	256
11	Optimale Lüftung.....	263
11.1	Wie Sie Schimmelbefall vorbeugen können.....	265
11.2	Lüftungssysteme.....	266
11.2.1	Abluftanlage	268
11.2.2	Automatische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	271
11.2.3	Wartung	276
11.2.4	Erdwärmetauscher	276
11.3	Fogging.....	277
A	Anhang.....	279
A.1	Glossar	279
A.2	Finanzierung, Fördermittel	283
A.3	Nützliche Adressen und Internetportale	284

1 Schwachstellen von Altbauten

Seit dem 1. Januar 2009 ist für sämtliche Wohngebäude, die verkauft oder neu vermietet werden sollen, ein Energieausweis vorzulegen. Dadurch hat sich die Marktlage für Hausbesitzer gründlich geändert: Der Energiebedarf von Häusern oder Wohnungen bestimmt immer mehr ihren Preis. Wer nicht in die Wärmedämmung investiert, zahlt nicht nur bei den Heizkosten drauf. Auch bei einem Verkauf der Immobilie muss er mit einem hohen Preisabschlag rechnen.

Altbaukäufer können sehr viel Geld und Ärger sparen, wenn sie angebotene Objekte sehr genau unter die Lupe nehmen, bevor sie einen Kaufvertrag unterschreiben. Denn jede Bauzeit hat so ihre Tücken. Sehr häufig ist mit folgenden typischen Mängeln zu rechnen:

1. Häuser aus der Zeit um 1900 bis zu den 20er-Jahren wurden zwar solide gebaut, aber oft sind Rohre, Heizungsanlagen und Elektroinstallation völlig veraltet und teilweise defekt. Es gibt weder Wärmedämmung noch Schallisolierung und die Keller wurden unzureichend abgedichtet.
2. Auch bei Häusern aus den 30er- bis 50er-Jahren wurden die Keller nicht abgedichtet. Teilweise wurde aus Materialmangel sehr sparsam und mit minderwertigen Werkstoffen gebaut. Z. B. wurde statt Winterholz Sommerholz verwendet, das stärker von Schädlingen befallen war. Deshalb ist es ratsam zu prüfen, ob der Dachstuhl noch trägt. Andererseits lassen sich Häuser aus dieser Zeit am problemlosesten sanieren, da es sich dabei ausschließlich um Massivbauten mit einfachen Grundrissen und Baustrukturen handelt. Allerdings begann in den 50er-Jahren der Einsatz von teerhaltigen Baustoffen, Asbest und Holzschutzmitteln sowie Mineralwolle mit kleinen Fasern, die in die Lunge eindringen können.
3. In Fertighäusern der 60er- und 70er-Jahre wurden oft Materialien verbaut, von denen wir heute wissen, dass sie gesundheitsschädlich sein können. Viele Bauteile müssten während einer Sanierung teuer als Sondermüll entsorgt werden. In den 70er-Jahren wurde in Massivbauten vermehrt Beton eingesetzt. Oft entstanden dadurch Wärmebrücken, die in der Folge zu großen Bauschäden führten.
4. Ein vor 1980 gebautes Haus dürfte kaum einen gedämmten Keller haben. In den 80er-Jahren wurde immer mehr Wert auf Wärmedämmung und Schallschutz gelegt, aber die technische Umsetzung ist teilweise nicht ganz gelungen.
5. Ein 20 Jahre altes Flachdach ist wahrscheinlich demnächst undicht.

Das ist in jedem Einzelfall fachgerecht zu prüfen. Ich empfehle allen, die sich für einen Altbau interessieren, zusätzlich einen baufachkundigen Architekten, Ingenieur oder Bauunternehmer zurate zu ziehen. Das kostet, im Vergleich zur Kaufsumme, sehr wenig.

Tipp

Wer sich für einen Altbau in Ostdeutschland interessiert, ist gut beraten, einen kritischen Blick auf den Dachstuhl zu werfen. Während der DDR-Zeit wurden fast alle Dachstühle mit teerhaltigen, sehr giftigen Holzschutzmitteln behandelt, die zum Teil sogar durch die Decken liefen.



Abb. 1.1: Frisch renovierte Altbauvilla mit zahlreichen Vorsprüngen; diese machen zwar optisch Eindruck, jedoch geht über beheizte Anbauten im Vergleich zu einem kompakten, würfelförmigen Baukörper mehr Heizwärme verloren. (Quelle: BHW Bausparkasse)

1.1 Tipps für Haus- und Wohnungskäufer

Nachfolgend eine Übersicht, mit welchen Problemen bei welchen Baujahren zu rechnen ist:

Problem	Baujahr			
	1920–1940	1950–1959	1960–1980	ab 1980
Kellerfundamente und Wände ohne ausreichende Abdichtung	1	1	2	-
Verrostete Stahlträger in Decken oder Gewölbekellern	-	-	-	-
Veraltete und korrodierte Sanitärinstallationen	1	1	2	2
Undichte Gasleitungen	1	-	-	-
Veraltete, oft raumweise ausgelegte Heizungssysteme	1	1	2	-
Veraltete Elektroinstallation	1	1	-	-
Veraltete Geschossdeckenkonstruktion in Holz	1	1	-	-
Veraltete Geschossdeckenkonstruktion in Ziegel-Betonstein	1	1	-	-
Ungedämmte Dachstühle	1	1	1	.-
Fehlender Schallschutz (z. B. an Türen, Treppen, Zwischendecken)	1	1	2	-
Fehlender Wärmeschutz	1	1	2	-
Fehlender Brandschutz	1	1	2	-
Undichte Holzfenster mit Einscheibenverglasung	1	1	1	-
Flachdächer mit vielfach fehlerhafter Ausführung	1	1	1	-
Einsatz ölhaltiger Anstriche	-	1	-	-
Einsatz teerhaltiger Baustoffe	-	1	1	-
Einsatz von Asbest	-	1	1	2
Einsatz lungengängiger Mineralwolle	-	1	1	2

Problem	Baujahr			
	1920–1940	1950–1959	1960–1980	ab 1980
Einbau von formaldehydhaltigen Holzbauteilen (z. B. bei Fertighäusern)	-	1	1	2
Einsatz von gesundheitsgefährdenden Holzschutzmitteln	-	1	1	2

1 = häufiger, 2 = seltener oder in abgeschwächter Form

Quellen: LBS, Institut Bauen und Wohnen

Im Bestand gibt es derzeit fast 39 Millionen Wohneinheiten, davon rund 18 Millionen in Ein- und Zweifamilienhäusern. Seit 2001 werden mehr gebrauchte Immobilien verkauft als neue gebaut – mit steigender Tendenz. Außerdem werden in den nächsten Jahren hunderttausende Häuser vererbt. Der Trend beim Neubau geht zurück in die Stadt. Große, gut erhaltene Einfamilienhäuser in ländlichen Gegenden mit wenigen Arbeitsplätzen werden teilweise schon für um die 75.000 € angeboten.



Abb. 1.2: Hier wurde bei der Modernisierung sorgfältig darauf geachtet, das ursprüngliche Aussehen zu erhalten. (Quelle: BHW Bausparkasse)

Bauherren, die ihr Haus energetisch auf den neuesten Stand bringen wollen, stehen vor dem Problem, dass sich der finanzielle Aufwand für die Hausmodernisierung erst langfristig amortisiert. Daher ist eine gute Planung der Maßnahmen sehr wichtig. Nach der Bestandsaufnahme sollten Sie folgende Unterlagen in Händen halten:

- Grundrisse, Schnitte und Ansichten im Maßstab 1:50
- Detailschnitte im Maßstab 1:10
- Bauteilbezogene Materialbeschreibungen, z. B. Wand-, Decken- und Dachaufbauten
- Kopien alter Rechnungen (Heizung und Sanitär).

Eventuell ist es auch nützlich, den Ausgangszustand mit einigen Fotos zu dokumentieren.

Tipps für Hauskäufer

Architektonische und technische Mängel oder Bauschäden müssen Sie nicht unbedingt davon abhalten, ein bestimmtes Haus zu kaufen. Sie können sie beheben und wahrscheinlich den Preis noch etwas drücken. Durch einen Anbau oder eine Dachaufstockung lässt sich bei Bedarf zusätzlicher Platz schaffen. Anders sieht es aus, wenn die Lage, die Grundstücksgröße oder das Umfeld Ihnen nicht zusagt oder wenn eine Sanierung mehr kosten würde als Abriss und Neubau. Das kann der Fall sein, wenn schwerwiegende Bauschäden und statische Mängel vorliegen. Wenn z. B. beim Legen des Fundaments gefuscht wurde, kann sich der Boden ungleichmäßig setzen und die Bodenplatte brechen. In diesem Fall bilden sich auch Risse in den Wänden. Irgendwann kann das Haus einsturzgefährdet sein.



Abb. 1.3: Dieses marode Mauerwerk mit vielen Rissen legt die Frage nahe, ob sich die Statik noch retten lässt und eine Sanierung sich noch lohnt. Vielleicht wäre ein (Teil-)Abriss und Neuaufbau wirtschaftlicher. (Quelle: Erich Keller)



Abb. 1.4: Altbau aus den 20er-Jahren mit marodem Dachstuhl, feuchtem Keller, veralteter, korrodierter Elektro- und Sanitärinstallation, undichten Fensterrahmen mit Einfachverglasung und fehlendem Wärmeschutz. Abriss und Neubau sind geplant, da die Kosten für eine Sanierung die für einen vergleichbaren Neubau übersteigen würden.

In Städten bieten alte Häuser sogar in Nähe zum Zentrum oft größere Grundstücke als neue. Wenn Sie sich die Nachbarschaft genau ansehen, steigert das die Wahrscheinlichkeit, dass Sie sich später dort auch wohlfühlen. Erfahrungsgemäß zieht es überwiegend junge Familien in Neubaugebiete, während Sie im Bestand häufig auf eine bunte Mischung von Bewohnern treffen. Aber es gibt auch Siedlungen, die an ein Altersheim erinnern. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, ob Sie in einem reinen Wohngebiet wohnen wollen oder in einer Gegend mit Gewerbebetrieben: Hier gibt es in der Regel mehr Einkaufsmöglichkeiten, allerdings sind auch die Lärmgrenzen weniger streng.

Bei der Beurteilung von Bauschäden, einem Umbau oder einer Sanierung brauchen die meisten Hauskäufer professionelle Unterstützung von einem mit Umbauten erfahrenen Architekten. Hilfreich bei dessen Auswahl ist, wenn Sie sich vorher Referenzobjekte zeigen lassen und die jetzigen Eigentümer zum Umbau befragen.



Abb. 1.5: Sanieretes Mehrfamilienhaus; viel Aufwand wurde betrieben, um die ursprüngliche Fassade zu erhalten. (Quelle: BHW Bausparkasse)

Wenn es sich um ein denkmalgeschütztes Haus handelt, sind die Anforderungen an einen Berater noch höher. Er sollte jahrhundertealte Bauweisen kennen und geschickt mit den Denkmalbehörden verhandeln können. Es ist möglich, für den sogenannten „denkmalbedingten Mehraufwand“ Zuschüsse zu erhalten.

Typische Mängel und Schäden an Bauteilen:

Außenwände

- Risse und undichte Fugen, durch die Wasser dringen kann
- Risse in tragenden Teilen
- Rostende Stahlträger, Risse oder Betonabplatzungen, vorwiegend bei Loggien und Balkonen
- Betonabplatzungen an Sichtbetonflächen und rostende Stahleinlagen
- Feuchte Kellerwände bei fehlender Abdichtung nach außen
- Aufsteigende Feuchtigkeit durch fehlende Horizontalabdichtung der Wände
- Wärmeschutz der Außenwände zum Teil nicht den heutigen Anforderungen entsprechend
- Kondensatprobleme innen durch in die Außenwand einbindende Bauteile und an Gebäudeecken
- Wärmebrücken durch zu dünne Fensterbrüstungen

Innenwände

- Zu dünne Innenwände aus Bauplatten oder dünne tragende Holz- oder Stahlfachwerkwände mit Ziegelausmauerung
- Mangelhafter Schall- und Wärmeschutz durch dünne Wohnungstrennwände
- Mangelhafter Brandschutz durch dünne Treppenhauswände
- Schadhafter Wandputz mit Ablösung größerer Putzflächen

Außenwandbekleidungen

- Gerissener oder hohl liegender Wandputz, Abplatzungen im Sockelbereich durch Feuchtigkeit
- Beschädigte, gerissene und abplatzende Stuckteile
- Schadhafte Blei- und Zinkabdeckungen von vorstehenden Teilen
- Ausgewaschene aussandende Fugen von Ziegel-Sichtmauerwerk
- Schadhafte vorgehängte Plattenbekleidungen mit unzureichender Unterkonstruktion, Verankerung und Wärmedämmung
- Schlechte Wärmedämm-Putzsysteme mit Ablösungen und Rissbildung

Fenster und Türen

- Undichte verzogene Holzfensterrahmen und Wandanschlüsse
- Verfaulte Holzteile an Fensterflügeln und Fensterblendrahmen
- Schadhafte Fensterbeschläge und Schließsteile
- Schadhafte Rollläden und Klappläden, Fensterbankabdeckungen
- Einfachverglasung mit unzureichendem Wärme- und Schallschutz
- Undichte, verzogene Außentüren mit defekten Beschlägen/defektem Schloss
- Ungedämmte Metallfensterrahmen mit Kondensatproblemen innen
- Unzureichend entwickelte Isolierverglasungen mit geringer Dauerhaftigkeit
- Versprödete, in den Haftungsflanken gelöste, dauerelastische Fugenabdichtungen mit eindringender Feuchtigkeit

Dach

- Unterdimensionierte Dachstühle mit gelösten Holzverbindungen
- Schädlingsbefall durch Hausbock an freiliegenden Holzteilen
- Morsche Dachgesimse unter auskragenden Dachüberständen außen
- Schadhafte Dachdeckung, fehlende Unterspannbahn unter der Deckung
- Fehlende oder ungenügende Wärmedämmung der Decken im Dachraum und der Dachflächen gegen die Außenluft
- Baufällige Kaminköpfe, Versottung der Kaminzüge
- Schadhafte Dachaufbauten wie Gauben, Ziergiebel ohne Dämmung
- Unbrauchbarer Verputz unter schrägen Dachflächen
- Schadhafte Dachrinnen, Fallrohre und Dachanschlüsse

Geschossdecken

- Unterdimensionierte, durchgebogene Holzbalkendecken
- Abgefaltete Holzbalkenköpfe am Auflager im Mauerwerk
- Gering dimensionierte Stahlträger/Betondecken oder Stahlbetondecken
- Abplatzungen bei Betondecken, vorwiegend im Kellerbereich
- Schadhafter Spalierlatten-Deckenputz mit größeren Ablösungen
- Schwammbefall am Holz der Decken bei eindringender Feuchtigkeit
- Durchrostende Stahlträger der Kappendecken im Keller
- Zum Teil Wärmebrücken an auskragenden Betonplatten (Balkonen) mit Kondensatanfall
- Auffrierende Fliesen- und Plattenbeläge auf Balkonen und Loggien

Fußböden, Innentüren

- Durchgetretene Holzdielen mit großer Fugenbreite
- Schadhafte Holzfußleisten
- Schadhafte Verbundestriche auf Massivdecken mit Rissen oder Löchern
- Schadhafte Fliesen, Platten und Linoleum- oder Teppichbeläge
- Mangelhafter Trittschallschutz durch Verbundestriche
- Durchfeuchtetes, schadhaftes Ziegelpflaster des Kellerbodens
- Verzogene, undichte Füllungstüren mit defekten Beschlägen/defektem Schloss

Geschosstreppen

- Durchgetretene, an der Vorderseite abgenutzte Holztreppenstufen
- Angefaulte Treppenteile nach eingedrungener Feuchtigkeit
- Schadhafte und fehlende Teile von Holztreppengeländern
- Befall der Holzteile durch tierische oder pflanzliche Schädlinge
- Mangelhafter Brandschutz durch fehlenden unterseitigen Verputz bei Holztreppen
- Mangelhafter Brand- und Schallschutz durch verglaste Wohnungseingänge
- Schadhafte Platten- und Kunststeinbeläge auf Massivtreppenstufen
- Zu große Stababstände horizontaler Stahltreppengeländer

Sanitärinstallationen

- Unbrauchbare oder schadhafte Wasser- und Entwässerungsleitungen
- Verstopfte Abwasser-Grundleitungen im Kellerboden
- Unterdimensionierter Wasser- und Kanalanschluss
- Unbrauchbare oder erneuerungsbedürftige Einrichtungsgegenstände für Badezimmer, WC und Küche
- Fehlende Warmwasserbereitung für Badezimmer

Heizung

- Einzelofenheizungen an zahlreichen Kaminzügen für Kohle, Öl und Gas
- Unterdimensionierte Hausanschlüsse für Gas
- Überdimensionierte gemauerte Kaminzüge mit Versottungsgefahr
- Zentralheizungen mit erneuerungsbedürftigen Wärmeerzeugern und Heizflächen
- Heizrohrleitungen überdimensioniert für Schwerkraftheizung
- Fehlende neuzeitliche Regeleinrichtungen für die Heizanlagen

Elektroinstallation

- Unbrauchbare oder erneuerungsbedürftige Elektroleitungen, Dosen, Schalter und Brennstellen
- Unbrauchbare oder erneuerungsbedürftige Absicherungen, Verteilungen und Unterverteilungen
- Unterdimensionierter Elektrohausanschluss

Quelle: Bauministerium NRW

Sollten Interessenten beim Prüfen eines gebrauchten Hauses Zweifel am Zustand einzelner Bauteile haben, ist es in jedem Fall ratsam, einen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen für Schäden an Gebäuden einzuschalten. Das geschieht am besten durch einen schriftlichen Auftrag für eine Untersuchung auf Probleme, die den Wert des Hauses erheblich mindern. Einschließlich einer schriftlichen Stellungnahme des Sachverständigen kostet das etwa 800–1.000 €. Wenn später Schäden auftauchen sollten, die er mit der notwendigen Sorgfalt hätte erkennen müssen, haftet er im Zweifel dafür. Schwerwiegende Schäden können unter Umständen auch nachträglich den Kaufpreis mindern. Unter der Internetadresse www.svv.ihk.de finden Sie die Sachverständigen-Datenbank der Industrie- und Handelskammern. Kontakt zu Fachleuten vermitteln auch der Bauherrenschutzbund (www.bsb-ev.de) und der Verband privater Bauherren (www.vpb.de).

Grundsätzlich ist es für Käufer älterer Häuser empfehlenswert, nicht zu knapp zu kalkulieren und eine Geldreserve für nicht vorhersehbare Probleme und spätere Reparaturen vorzusehen.

Vor dem Unterschreiben eines Kaufvertrags sollten nach gründlicher Prüfung der Bausubstanz folgende Punkte bekannt sein:

- Wer steht als Eigentümer im Grundbuch?
- Ist das Grundstück frei von Altlasten (z. B. früherer Chemiestandort, ehemalige Reinigung)?
- Was steht im Baulastenverzeichnis über Wegerechte und Grenzabstände? Haben Energieversorger das Recht, Leitungen zu legen?
- Steht das Haus unter Denkmalschutz?
- Was sieht der Bebauungsplan für Grenzabstände und Gebäudehöhe vor (wichtig bei An- und Umbauten)?
- Sind die Nachbarn mit geplanten Um- oder Anbauten einverstanden?
- Wenn es keinen Bebauungsplan gibt: Was genehmigt die Stadt?
- Wie ist das Grundstück erschlossen (z. B. Gasleitung, Fernwärme, Fernsehkabel, DSL/digitaler Teilnehmeranschluss, Abwassertrennsystem)?

- Gibt es Pläne für Arbeiten an Wasserleitungen und Abwasserkanälen oder Geh- und Fahrwegen, deren Kosten von der Gemeinde auf die Grundstückseigentümer umgelegt werden?
- Ist die Finanzierung gesichert?

1.2 Lebensdauer von Hausbauteilen

Die folgende Tabelle gibt Aufschluss über die typische Nutzungsdauer von Hausbauteilen. Infolge besonderer klimatischer Bedingungen und abhängig vom Pflege- und Wartungsaufwand kann es merkliche Abweichungen nach oben oder unten geben.

	Bauteil	Lebensdauer
Rohbau	Fundament	>50 Jahre
	Mauerwerk	>50 Jahre
	Betondecken	>50 Jahre
	Dachstuhl	>50 Jahre
	Dacheindeckung Steildach	>30 Jahre
	Flachdach	<30 Jahre
Ausbau	Putz	>30 Jahre
	Leichtwände	>50 Jahre
	Elastische Fugen	5–10 Jahre
	Holzfenster	>20 Jahre
	Wärmedämmung	>30 Jahre
	Dachrinnen	>20 Jahre
Technik	Heizkessel und Heizkörper	15–25 Jahre
	Elektro-/Heizungs-/Sanitärinstallation	>30 Jahre
	Sanitärobjekte und -armaturen	15–25 Jahre
	Solar- und Photovoltaikanlage	>20 Jahre
Oberflächen	Fassadenanstrich	5–20 Jahre
	Holzfensteranstrich	3–5 Jahre
	Fußböden	5–20 Jahre
	Fliesen	>30 Jahre
	Tapeten	10–15 Jahre

Bo Hanus

**Heizung · Sanitär · Elektroinstallation
im Haus**

Vorwort

Viele Arbeiten an den häuslichen Sanitäreanlagen, der Öl- und Gasheizung und der Hauselektrik können mit dem nötigen Know-how ganz einfach selbst erledigt werden.

Wir zeigen Ihnen in diesem Buch, wie Sie sich selbst helfen und so viel Geld für Handwerker sparen können.

Im ersten Teil erhalten Sie das Rüstzeug für Reparaturen an Ihrer Öl- und Gasheizung – egal ob es um das Auswechseln einer Brennerdüse, der Heizölpumpe oder des Gasanzünders geht.

Teil zwei macht Sie mit der Vorgehensweise bei Defekten an Ihren Sanitäreanlagen vertraut. So wissen Sie, was zu tun ist, wenn der Wasserhahn tropft oder die WC-Spülung ihren Dienst verweigert.

Der dritte Teil macht Sie fit für die Hauselektrik. Sie erfahren, wie man Schalter, Dimmer und Steckdosen installiert oder Leitungen erneuert und erweitert.

Viel Erfolg wünschen Ihnen

Bo Hanus und Hannelore Hanus-Walther

Inhaltsverzeichnis

Teil I – Sanitäranlagen selbst warten und reparieren.....	13
1 Werkzeuge und Messinstrumente, die Sie brauchen (können)	15
2 Allgemeines über die Wasserleitungen in Haus und Garten	23
3 Kleine Reparaturen	27
3.1 Leck in der Leitung?	27
3.2 Wenn Wasserhähne tropfen	28
3.3 Erneuerung der Dichtung im einfachen Wasserhahn	32
3.4 Erneuerung der Dichtungen in einer Mischbatterie	35
3.5 Erneuerung der Dichtungen am Schwenkarm	41
3.6 Perlsieb reinigen oder erneuern	45
3.7 Reparaturen von Mischbatterien mit Keramikdichtungen	47
3.8 Wartung einer Badewannen-Mischbatterie.....	53
3.9 Wartung von Einhand-Mischbatterien	54
3.10 Alternativlösungen.....	61
4 WC-Spülkästen selber reparieren	65
4.1 Undichte WC-Spülung?.....	65
4.2 Spülkästen selber reparieren	71
4.3 Reparaturen an „tiefhängenden“ Spülkästen	73
4.4 So reparieren Sie einen Wand-Spülkasten	75
4.5 So reparieren Sie einen Wandeinbau-Spülkasten.....	81
5 Abfluss verstopft?	93
5.1 Röhren- und Flaschensiphons	94
5.2 Verstopfte Abflüsse bei Badewannen und Duschen	97
5.3 WC-Abfluss verstopft?	98
5.4 Wasch- und Spülbeckenabfluss einstellen	100
5.5 Wasch- und Spülbeckenabfluss erneuern	103
6 Erneuerung einer Mischbatterie	111
6.1 Wand-Mischbatterie erneuern	112
6.2 Waschtisch- & Spültisch-Mischbatterie erneuern	123
6.3 Wanneneinfüll- und Brause-Mischbatterien	131

7	Einfache Installationen	133
7.1	Abfluss einer Wasch- oder Geschirrspülmaschine richtig anschießen.....	137
7.2	Zusätzliche Wasser-Zuleitung selber installieren	141
7.3	Das Löten macht Spaß!.....	143
7.4	Kupfer-Leitungsrohre	151
7.5	Lötittings	152
7.6	Klemmring-Verschraubungen & Gewinde-Fittings aus Messing	162
7.7	Flexible „zusammenschraubbare“ Rohrsysteme	164
7.8	Schrauben statt Löten?	165
7.9	Schrauben und Löten?	167
7.10	Neue Wasserleitungs-Anschlüsse selber machen	168
7.11	Waschtisch/Waschbecken montieren.....	176
7.12	Neuer Abfluss nötig?.....	184
7.13	Renovierungen in WC und Bad	187
7.14	WC und Bad selber neu errichten	191
8	Whirlpools	195
Teil II – Öl- und Gasheizung selbst warten und reparieren		199
	Wichtige Hinweise.....	200
1	Werkzeuge und Messinstrumente, die Sie brauchen (können)	201
2	Die Funktionsweise einer Zentralheizung	207
3	Der Warmwasser-Speicher einer Zentralheizung	213
4	Die Mysterien der „Wärmeerzeuger“	221
5	Der Öl-Heizkessel und sein Brenner	227
6	Der Gas-Heizkessel und sein Brenner	233
7	Fehlfunktionen und Defekte	239
7.1	Ist ein Heizkörper unten warm und oben kalt?	239
7.2	Auswechseln eines Entlüftungsventils	242
7.3	Bleibt ein Heizkörper kalt?	246
7.4	So machen Sie Ihr Thermostat-Ventil wieder flott.....	247
7.5	Geräusche in der Heizung?	251
7.6	Wissenswertes über Heizkörper-Thermostate	254
7.7	Reinigung eines Heizkörpers.....	259
7.8	Sind alle Heizkörper im Haus kalt?.....	263
7.9	Umwälzpumpe defekt?	265

7.10	Meldet der Heizkessel eine Störung? Stellt sich der Heizkessel tot?	274
8	Wartung und Reparaturen von Öl-Heizkesseln	279
8.1	Wartung des Ölfilters	279
8.2	Die häufigsten Störungen an Öl-Heizkesseln:.....	282
8.3	Auswechseln der Brenner-Düse.....	283
8.4	Die Heizöl-Pumpe	289
8.5	Überprüfung der Heizöl-Pumpe	291
8.6	So wechseln Sie die Heizöl-Pumpe aus	294
8.7	Defektes Magnetventil der Heizöl-Pumpe?	303
8.8	Heizöl-Vorwärmer defekt?	307
8.9	Reinigen des Öl-Heizkessels	313
9	Wartung und Reparaturen von Gas-Heizkesseln	323
9.1	Die häufigsten Störungen an Gas-Heizkesseln:	323
9.2	Auswechseln des Gas-Magnetventils	325
9.3	Testen und Auswechseln des Gas-Anzünders.....	327
10	Auswechseln diverser Bauteile der Zentralheizungsanlage.....	331
10.1	Auswechseln eines Gebläses	331
10.2	Fotoelement (Flammenwächter) defekt?	334
10.3	Ausdehnungsgefäß defekt?.....	337
10.4	Auswechseln eines Sicherheitsventils.....	340
10.5	Auswechseln eines Manometers oder Thermometers	342
11	Wartung und Reparaturen von Warmwasser-Speichern.....	347
11.1	Auswechseln eines Speicher-Thermostates.....	351
11.2	Mit Heizkessel kombinierte Warmwasserspeicher	357
12	Wenn die Leitung tropft	361
12.1	Geschraubte Verbindungen.....	363
12.2	Gelötete Kupferrohr-Verbindungen.....	364
13	Einfache Installationen	371
13.1	Kupfer-Leitungsrohre	373
13.2	Löt fittings & Co	374
13.3	Installationen mit Kunststoff ummantelten Aluminiumrohren.....	378
14	Erneuerung eines Heizkörpers.....	381
14.1	Heizkörper Anschlüsse.....	383
14.2	Die Zoll-Maße und ihre Umrechnung in Millimeter.....	385
14.3	Weitere Heizkörper selber installieren.....	386

Teil III – Hauselektrik selbst installieren und reparieren	389
1 Werkzeuge und Messinstrumente, die Sie brauchen (können).....	391
2 Das meiste ist ein Kinderspiel!.....	399
2.1 So wird die Spannung richtig geprüft	406
3 Leuchten anbringen / abnehmen	409
3.1 Deckenleuchter aufhängen	410
3.2 Einzug eines Leiters in ein Installationsrohr mit der Einzieh- Nylonfeder.....	414
3.3 Einziehen zusätzlicher Leiter in ein Installationsrohr ohne Einzieh-Feder.....	421
3.4 Provisorische Beleuchtung neu bezogener Räume	425
3.5 Deckenleuchten abnehmen	426
3.6 Leuchten an Betondecken anschrauben	429
3.7 Deckenleuchten einbauen	433
3.8 Halogen-Deckenleuchten.....	435
3.9 Leuchtdioden (LED)-Deckenleuchten	436
3.10 Leuchtstofflampen.....	439
3.11 Wandleuchten	441
3.12 Beleuchtung der Keller- und Feuchträume.....	442
3.13 Dachboden-Beleuchtung	444
4 Lichtschalter, Dimmer und Steckdosen auswechseln	447
4.1 Einfache Lichtschalter auswechseln	450
4.2 Lichtschalter aus einer Gruppe auswechseln	453
4.3 Einfache Lichtschalter.....	455
4.4 Doppel-Lichtschalter (Serienschalter)	456
4.5 Wechselschalter	457
4.6 Kreuzschalter.....	459
4.7 Stromstoßschalter	461
4.8 Lichtdimmer	463
4.9 Dämmerungsschalter.....	465
4.10 Annäherungsschalter/Bewegungsmelder	467
4.11 Infrarot- oder funkgesteuerte Lichtschalter & Dimmer	468
4.12 Steckdosen erneuern.....	470
5 Leitungen erneuern und erweitern	477
5.1 Installationsleitungen im Wohnbereich.....	477
5.2 Welche Leitung ist die Beste?	481
6 Der optimale Leiterquerschnitt	491
6.1 Unterputz-Geräte- und Verbindungsdosen	498
6.2 So bringen Sie zusätzliche Gerätedosen unter	502

6.3	Installationszonen für Unterputz-Leitungen.....	508
6.4	Das elektrische Hausnetz.....	511
6.5	Haus-Erder und Potential-Ausgleichsschienen	514
6.6	Der Verteilerschrank (Stromkreisverteiler).....	516
6.7	Wissenswertes über Spannung und Leistung	519
6.8	Einteilung der Leitungen im Hausnetz	521
6.9	Sicherungsautomaten (Leitungsschutzschalter).....	524
6.10	Was ist ein „FI-Schutzschalter“?.....	525
6.11	Die Gestaltung eines Hausnetzes	529
6.12	Außenbeleuchtung.....	532
6.13	Wand- und Decken-Außenleuchten	533
6.14	Sockelleuchten	534
6.15	Standleuchten, Pfeilerleuchten und Kandelaber.....	536
6.16	Einbruchschutz-Beleuchtung.....	538
6.17	Außenleitungen an Gebäuden.....	539
6.18	Erdkabel	540
6.19	Unterschiedlich kombinierte Leitungen.....	543
7	Wie wird es gemacht?	547
7.1	Abisolieren der Drähte	547
7.2	Schneiden und Abisolieren von Kabeln	551
7.3	Anwendung von Lüster- und Dosenklemmen.....	553
7.4	Schraubenlose Steckklemmen	556
7.5	Einbaulampen in Möbel	557
7.6	Verputzen von Leitungen und Dosen	558
7.7	Vorsicht ist die Mutter der Porzellankiste	561
7.8	Machen Sie es besser als ein Fachmann!	565
8	Energiesparmöglichkeiten	569

Teil I – Sanitäreanlagen selbst warten und reparieren

1 Werkzeuge und Messinstrumente, die Sie brauchen (können)

Es gibt keinen Zweifel daran, dass gutes Werkzeug und gute Messinstrumente Arbeit erleichtern. Sie ermöglichen uns zudem, so manches Anliegen, für das ein Anderer einen Handwerker braucht, selber meistern zu können und damit unheimlich viel Geld zu sparen.

Um Missverständnissen vorzubeugen: Gutes Werkzeug ist nicht gleichzustellen mit teurem Werkzeug. Manchmal ist die Qualität von Werkzeugen, die als gelegentliche „Schnäppchen“ angeboten werden, wesentlich besser oder zumindest annähernd so gut wie die Qualität von sogenannten „Markenartikeln“.

Wir haben in diesem Buch bei vielen Reparatur- oder Wartungsanleitungen auch die dafür benötigten Werkzeuge gezeigt und angesprochen. Viele dieser Werkzeuge können Ihnen auch bei anderen Arbeiten „in Heim und Garten“ das Leben sehr erleichtern und den Spaß an der Tätigkeit erheblich steigern:



Schraubendreher (auch „Schraubenzieher“) gehören zu den Werkzeugen, von denen man eigentlich niemals zu viele haben kann. Es gibt sie in Standard-Ausführungen als Schlitz-Schraubendreher (für die traditionellen Schlitz-Schrauben), Kreuzkopf-Schraubendreher und Sechskant-Schraubendreher (als Alternative zu den „Inbus-Schlüsseln“, die inzwischen auch als „Winkel-Schraubendreher“ bezeichnet werden). Neben diesen drei Schraubendreher-Grundtypen gibt es auch diverse spezielle Klingenformen, wie Torx,

Vielzahn, Innenvierkant usw. Die Anschaffung solcher speziellen Schraubendreher sollte jedoch erst dann erfolgen, wenn sich der Bedarf ergibt.



Inbuschlüssel (Winkel-Schraubendreher) in Größen zwischen 2 und 6 mm können sich bei der Arbeit an Heizungsanlagen als sehr nützlich erweisen.

Zangen sind ebenfalls in sehr vielen Formen erhältlich, aber für die einfacheren Arbeiten an einer Heizungsanlage dürfte eine **Kombizange** und eine **Flachrundzange** oder einfach eine beliebige Spitzzange ausreichen.



Wasserpumpenzangen eignen sich für schnelles Losschrauben oder Festschrauben von runden Verschraubungen und Rohren. Einige dieser Zangen sind (nach Abb. 6) mit weichen Greifflächen (mit auswechselbaren Nylon-Backen) erhältlich, die vor allem für Arbeiten an Verschraubungen vorgesehen sind, die nicht bekratzt werden dürfen. Grundsätzlich gilt, dass eine Wasserpumpenzange nur für eine runde Verschraubung verwendet werden sollte, auf die kein Ring- oder Gabelschlüssel (Maulschlüssel) bzw. Rollgabelschlüssel passt.



Gabelschlüssel oder **Gabel-/Ringschlüssel** sollten in einem Heimwerker-Haushalt zumindest in Größen zwischen ca. 8 mm und 22 mm vorrätig sein.

Rollgabelschlüssel lassen sich flexibel auf die erforderliche Weite einstellen und können somit die Suche nach einem passenden Gabelschlüssel ersparen. Sie sind ziemlich grob, schwer und im Vergleich mit einem Ring- oder Gabelschlüssel unhandlich, aber wesentlich robuster – was z. B. für das Losdrehen mancher fest sitzender Schraubverbindungen von Vorteil ist.



Steckschlüssel können sich als sehr nützlich bei vertieften Verschraubungen erweisen. Mittelgroße Steckschlüssel erhält man oft als „Montage-Zubehör“ mit diversen Gartengeräten. Kleinere Steckschlüssel sind auch in einer „Schraubendreher-Ausführung“ erhältlich.



Steckschlüssel-Einsätze lassen sich am besten mit einer **Ratsche** betätigen. Das erleichtert vor allem an schwerer zugänglichen Stellen die Arbeit.



Feilen kommen im Rahmen unserer Buchthemen nur beim Nachbearbeiten von abgesägten oder abgeschnittenen Rohr-Enden zum Einsatz. Eine kleinere **halbrunde Feile** reicht zu diesem Zweck aus, aber mit einer **flachen Feile** lassen sich eventuelle Unebenheiten am Rohrschnitt leichter glätten. Für die Bearbeitung von Kupferrohren eignen sich am besten mittelfeine Feilen.



Eine **Eisensäge** wird z. B. zum Schneiden von Leitungsrohren benötigt, gehört jedoch für den Heimwerker zu der „Standard-Ausrüstung“. Am besten arbeitet es sich mit einer Eisensäge, deren Handgriff ähnlich ausgeführt ist wie bei dieser Abbildung. Sägen, deren Handgriffe nur ähnlich ausgeführt sind wie die Handgriffe von Feilen, sitzen nicht so gut in der Hand. Das erschwert vor allem Ungeübten die Schnittführung.

Ein **Rohrabschneider** erleichtert das Sägen (Kürzen) eines Kupferrohrs und garantiert einen geraden Schnitt. Seine Anschaffung lohnt sich jedoch nur dann, wenn er voraussichtlich häufiger gebraucht oder wenn er als „Schnäppchen“ angeboten wird (ansonsten kommt die Eisensäge zum Einsatz).



Auch der **Gummihammer** gehört zu den praktischen Standardwerkzeugen. Er wird zwar nur gelegentlich gebraucht, erweist sich aber bei so manchem Vorhaben als sehr nützlich.



Meißel braucht man nur, wenn z. B. in die Wand ein Schlitz eingemeißelt werden soll, um eine leckende Rohrverbindung, die sich unter dem Putz befindet, freizumeißeln. Für grobe Arbeiten eignet sich am besten ein **Flachmeißel** mit einem Gummischutz, der die Hand vor fehlgeleiteten Schlägen schützt. Für feinere Arbeiten ist ein feiner **Flachmeißel** mit einer Klingebreite von ca. 8 bis 10 mm zu empfehlen.





Zum Flachmeißel gehört selbstverständlich auch ein **Hammer**, dessen Größe und Gewicht sowohl auf die Größe des Meißels als auch auf die Körperkraft des Anwenders abgestimmt sein sollte.

Eine kräftigere **Schlagbohrmaschine** (mit einer Leistung ab ca. 700 Watt) kommt zum Einsatz, wenn z. B. für eine Leitung ein Loch durch die Mauer gebohrt werden muss oder wenn mit Hilfe von Vorbohrungen ein Stück Mauer für das Meißeln gefügiger gemacht wird. Abgesehen davon kann beim anschließenden Verputzen der Mauer in die Schlagbohrmaschine ein spiralförmiger Mischer (Farbenmischer) eingesetzt werden, mit dem der Putzmörtel in einem Baueimer (mit niedriger Drehzahl) gemischt wird.



Außerordentlich praktisch ist für einen jeden Heimwerker auch zusätzlich noch eine kleine und leichte **Handbohrmaschine**, die für feinere Arbeiten eigentlich unentbehrlich ist. Kleine Bohrmaschinen sind während der letzten Jahre aus den Baumärkten ziemlich verschwunden, denn die Werbung hat sich auf „kräftige (= teure) Bohrmaschinen für kräftige Männer“ eingeschossen (Foto/Anbieter: Conrad Electronic; Bestell. Nr. 82 63 03).

Richtiges Messen erleichtert die Arbeit und schützt vor Fehlern. Ein Messschieber (Schieblehre) ermöglicht z. B. ein genaues Messen vom Durchmesser diverser Schraubverbindungen und



Bauteilen, die neu angeschafft werden sollen. Einfachere **Messschieber** herkömmlicher Bauart sind preiswert, aber das Ablesen des Messwertes ist hier „gewöhnungsbedürftig“. **Messschieber mit Digitalanzeige** zeigen das ermittelte Maß eindeutig an, sind jedoch nur als gelegentliche „Schnäppchen“ kostengünstig erhältlich.

Ein **Maßband** ist für „gröberes“ Messen geeignet.



Berührungslose Erkennung von elektrischen Wechselspannungen ermöglichen diverse kleine **Spannungsprüfer**. Einige von ihnen melden das Vorhandensein einer Wechselspannung nur optisch (durch Aufleuchten ihrer Spitze), andere melden dies zusätzlich auch noch akustisch (Foto/Anbieter: RS Components).

Um eine elektrische Spannung messen zu können, braucht man ein **Voltmeter**, das wahlweise als reiner Spannungsprüfer oder als Multimeter erhältlich ist. Ein Multimeter hat im Vergleich mit einem reinen Spannungsprüfer den Vorteil, dass man mit ihm auch den



Ohmschen Widerstand und den elektrischen Strom messen kann. Sehr handlich sind **Stift-Multimeter**, die man während des Messens bequem in der Hand hält. **Tisch-Multimeter** verfügen wiederum oft über diverse zusätzliche Funktionen, die vor allem für Elektroniker oder Modellbauer nützlich sein können (Foto/Anbieter: Conrad Electronic).



Ein **Phasenprüfer** ist bei Arbeiten an der Netzspannung unentbehrlich, denn nur mit ihm kann man prüfen, ob an einem elektrischen Anschluss oder an einer Verbindungsklemme noch eine Spannung („die Phase“) lauert. Die meisten Phasenprüfer sind gleichzeitig als kleine Schraubendreher ausgeführt, zudem sehr preiswert und sollten daher in jedem Haushalt in ausreichender Anzahl griffbereit vorhanden sein.

Zum Verlöten von Kupferrohr-Leitungen können Sie eine **Hobby-Lötlampe** (mit Austausch-Gaskartuschen) verwenden.



Mit einer **Drahtbürste** können Rost, Schmutz oder eingetrocknete Fettreste von metallischen Bauteilen entfernt werden. Für das Reinigen von mangelhaft verzinnenden Enden der Leitungs-Kupferrohre eignet sich am besten eine Drahtbürste mit mittelgroben Messing-Borsten.



Einige Pinsel sollten als Putzpinsel in der Werkzeugkiste nicht fehlen.

Eine Wasserwaage braucht man vor allem bei Arbeiten, die an der Wand ausgeführt werden.



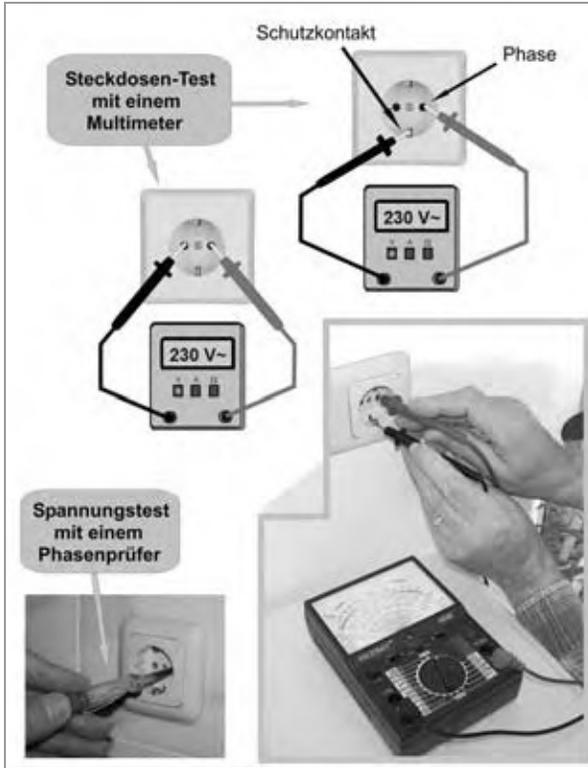
Ein Glasbohrer erleichtert das Bohren (bzw. Vorbohren) in die Fliesen.

Gummi-Glocke zum Durchstoßen eines verstopften Abflusses (alternativ gibt es auch speziellere Vorrichtungen, die z. B. aufgepumpte Luft in den Abfluss hineinschießen usw.)

Das Angebot an diversen weiteren Werkzeugen – auch Elektrowerkzeugen – ist sehr umfangreich. Jedem Heimwerker steht eine große Auswahl an ganz speziellen Werkzeugen zur Verfügung, die so manche Arbeit erleichtern. Für fast jedes Anliegen findet sich das passende Werkzeug, wenn man sich gezielt umschaute oder sich bei erfahrenen Fachverkäufern erkundigt.



Sollte im Zusammenhang mit dem Anlegen von neuen Wasserleitungen in der Mauer gebohrt oder gehackt werden, ist es von Vorteil, wenn vorher mit einem „Leitungs-/Metallsucher“ die Mauer nach eventuellen Leitungen oder anderen „Fremdkörpern“ abgesucht wird. Ein solches Kleingerät kann vor allem in älteren Häusern sogar vor dem Einbohren eines jeden Dübels in die Wand für Waschbecken-Befestigungsdübel) viele unangenehme Überraschungen ersparen. Ohne diese Vorsorgemaßnahme kommt es erfahrungsmäßig des Öfteren vor, dass eine elektrische Leitung oder ein Wasserleitungsrohr angebohrt wird.



Wenn bei der Arbeit an Sanitäranlagen mit Elektrowerkzeugen gearbeitet wird, sollte vorher mit einem Multimeter überprüft werden, ob bei der angewendeten Netz-Steckdose der Schutzkontakt intakt ist: Nachdem das Multimeter auf den „Wechselspannungsmessbereich“ von 250 bis 300 V~ eingestellt wurde, kann kontrolliert werden, ob zwischen der Steckdosen-Phase (= einem „Loch“ der Steckdose) und dem Steckdosen-Schutzkontakt die volle 230 Volt-Netzspannung angezeigt wird (wie abgebildet). Bei fehlendem bzw. unterbrochenem Schutzkontakt (zum Haus-Erder) erhöht sich gerade bei Arbeiten an Wasserleitungen die Verletzungsfahr durch elektrischen Strom. Abgesehen davon kann mit einem Multimeter leicht geprüft werden, ob eine Steckdose voll intakt ist.



Mit einem einfachen Phasenprüfer kann man z. B. testen, ob eine Steckdose, an der ein Elektrowerkzeug oder eine Whirlpool-Pumpe angeschlossen ist, tatsächlich Spannung erhält – oder ob ein „abgeschalteter“ elektrischer Anschluss wirklich spannungsfrei ist.

Bo Hanus

Elektro-Installationen im Haus

Vorwort

Nach dem Durchlesen dieses Buchs werden Sie vermutlich überrascht sein, wie wenig man bei normalen Elektroinstallationen beachten muss und wie leicht sich vieles selbst machen lässt. Wer eigenständig Aufgaben erledigen kann, für die andere einen Handwerker brauchen, spart nicht nur Geld, sondern oft auch Stress und Ärger.

Noch immer kursiert die Vorstellung, einem »Laien« wäre es verboten, elektrische Installationen selbst durchzuführen. Es gibt kein Gesetz, das diese »Eigenleistung« verbietet – und hat es auch noch niemals gegeben. Es gibt nicht einmal einen gesetzlichen Vorschriftenzwang, an den sich ein Heimwerker halten müsste. Theoretisch dürften Sie in den eigenen vier Wänden die elektrischen Leitungen sogar wie Wäscheschnüre kreuz und quer durch das Haus ziehen – sofern es sich um den Eigenbedarf handelt. In der Praxis sollten Sie jedoch anstreben, Ihre Elektroinstallation gewissenhaft und vorschriftsmäßig so auszuführen, wie es auch ein Profi machen würde – und wie es in diesem Buch beschrieben wird. Das erleichtert sowohl Ihnen als auch einem anderen eventuelle spätere Arbeiten (oder eine Fehlersuche) am elektrischen Hausnetz und schützt Sie und Ihre Familie.

Elektroinstallationen gehören zu den einfachsten handwerklichen Tätigkeiten, denn sie stellen keine besonderen Anforderungen an Erfahrung, Handfertigkeit oder Routine: Alle Verbindungen werden nur mit handelsüblichen Schraub- oder Steckklemmen erstellt, man muss nichts schweißen, feilen oder Bauteile in Handarbeit erstellen. Man muss aber wissen, *wie* etwas gemacht wird, worauf es dabei ankommt und wie es funktioniert. Das wird in diesem Buch Schritt für Schritt so erläutert, dass es auch gänzlich unerfahrene Heimwerker(innen) problemlos in den Griff bekommen.

Viel Erfolg bei Ihren Elektroarbeiten wünschen Ihnen

Bo Hanus und seine Mitautorin (und Ehefrau) **Hannelore Hanus-Walther**

Inhaltsverzeichnis

1	Kurz und bündig	11
1.1	Was dürfen Sie selbst machen?.....	11
1.2	Das elektrische Hausnetz	11
1.3	Was muss gemessen werden?.....	16
2	Einfache Aufgabenbewältigungen	19
2.1	Provisorische Beleuchtung.....	20
2.2	Anschluss/Auswechseln einer Leuchte	22
2.3	Anschluss einer Leuchtstoff- oder LED-Leuchte	25
2.4	Anschluss eines Deckenleuchters mit zwei Lampensektionen.....	27
2.5	Parallel verbundene Leuchten	30
2.6	Halogenleuchtmittel.....	31
2.7	Feuchtraum- und Außenleuchten	32
3	Erneuerung von Lichtschaltern und Dimmern	33
3.1	Erneuerung eines einfachen Lichtschalters	39
3.2	Erneuerung eines Doppel-Lichtschalters	40
3.3	Erneuerung eines Wechselschalters	41
3.4	Erneuerung eines Kreuzschalters	43
3.5	Lichtdimmer austauschen.....	44
3.6	Erneuerung eines Lichttasters (Stromstoßschalters).....	48
3.7	Erneuerung eines Treppenlichtautomaten	50
3.8	Erneuerung eines Dämmerungsschalters	50
3.9	Erneuerung eines PIR-Annäherungsschalters (Bewegungsmelders)	52
3.10	Erneuerung eines Radar-Bewegungsmelders.....	54
3.11	Erneuerung von infrarot- oder funkgesteuerten Lichtschaltern & Dimmern	56
4	Steckdose erneuern	59
5	Einfache Elektroinstallationen	65
5.1	Elektrische Leiter und Leitungen	65
5.2	Welche elektrischen Leiter brauchen Sie?	71
5.3	Abzweigdosen und Gerätedosen	76
5.4	Leiterklemmen	81

5.5	Der IP-Schutzgrad	85
5.6	Werkzeuge und Montagematerialien	85
6	Erweiterung einer bestehenden Leitung	87
6.1	Anschlüsse für neue Lichtschalter.....	87
6.2	Anschluss für eine neue Steckdose.....	87
6.3	Anschluss für eine neue Wandleuchte	100
6.4	Anschluss für eine neue Deckenleuchte	107
6.5	Funk- und Infrarotschalter für die Beleuchtung.....	110
6.6	Unterputz-Elektroinstallationen im Wohnbereich	115
7	Unterputz-Elektroinstallationen im Wohnbereich	117
7.1	Die Logistik einer Elektroinstallation	117
7.2	Das elektrische Hausnetz.....	120
7.3	Der Verteilerschrank (Stromkreisverteiler)	124
7.4	Sicherungsautomaten (Leitungsschutzschalter).....	129
7.5	FI-Schutzschalter	133
7.6	Einteilung der Leitungen im Hausnetz	143
7.7	Unterschiedlich kombinierte Leitungen	162
7.8	Installationszonen für Unterputzleitungen	163
8	Aufputz-Elektroinstallationen	169
8.1	Aufputz-Elektroinstallationen im Innenbereich.....	169
8.2	Aufputz-Elektroinstallationen im Außenbereich	175
9	Erdkabel im Außenbereich	177
10	Außenbeleuchtung	183
10.1	Wand- und Decken-Außenleuchten	186
10.2	Sockelleuchten	187
10.3	Standleuchten, Pfeilerleuchten und Kandelaber	189
10.4	Einbruchschutz-Beleuchtung.....	195
10.5	Elektrische Vorrichtungen im Außenbereich	197
10.6	Solarstrom im Außenbereich.....	199
11	Kommunikationsverbindungen	203
12	Hauserder und ihre Anschlüsse.....	205
13	Verputzen elektrischer Leitungen	207

14 Arbeitsschritte richtig ausführen.....	211
14.1 Schraubenlose Steckklemmen	211
14.2 Abisolieren von Leitern.....	213
14.3 Schneiden und Abisolieren von Kabeln	215
14.4 Deckenleuchten einbauen.....	218
14.5 Halogendeckenleuchten	220
14.6 Leuchtdioden(LED)-Deckenleuchten.....	221
14.7 Leuchtstofflampen	224
14.8 Stromversorgung von Überwachungskameras im Außenbereich.....	225
14.9 Einfacher Selbstbau-Dämmerungsschalter.....	227
15 Spannung, Strom und Leistung	229
15.1 Leistungsverluste im Hausnetz.....	230
16 Sicherheitshinweise	235

1 Kurz und bündig

1.1 Was dürfen Sie selbst machen?

Eigenhändige Elektroarbeiten am Hausnetz Ihres eigenen Hauses oder Ihrer eigenen Wohnung unterliegen keinem gesetzlichen Vorschriftenzwang. Eine Ausnahme gibt es nur bei Neubauten: Diese werden von dem Stromversorger nur dann an das elektrische Netz angeschlossen, wenn die Installation von einem »berechtigten Elektromeister« mit einem »Fertigstellungs-Anmeldeschein« angemeldet und unterschrieben wird. Sie dürften in diesem Fall die Elektroarbeiten z. B. unter einer vereinbarten Fachaufsicht mit einem »berechtigten Elektromeister« dennoch eigenhändig durchführen, wenn Sie sich an die geltenden Vorschriften halten. Die Vorschriften sind auf diesem Gebiet einfach und logisch nachvollziehbar. In jeder unserer Anleitungen weisen wir auf den jeweiligen vorgeschriebenen Spielraum hin.

Im Vergleich mit vielen anderen handwerklichen Tätigkeiten stellen einfachere Elektroarbeiten keine besonderen Ansprüche an Handfertigkeit oder Routine. Alle benötigten Materialien und Bauteile sind als Fertigprodukte erhältlich und mit Schraub- oder Steckverbindungen versehen. Schwieriger sind bei Elektroinstallationen nur »Hilfsarbeiten« wie z. B. das Stemmen, Fräsen oder Bohren im Mauerwerk und das anschließende Verputzen der Wände. Sie finden in diesem Buch aber auch zu diesen Themen leicht verständliche Tipps, die Ihnen den Weg zum sicheren Erfolg zeigen.

Der elektrische Strom, die eigentliche Gefahrenquelle bei Elektroarbeiten, lässt sich vorher abschalten. Es besteht hier also kein Stromschlag-Risiko, wenn man sich vor jeder Arbeit vergewissert, dass alles – aber auch wirklich alles – tatsächlich stromfrei ist.

1.2 Das elektrische Hausnetz

Das elektrische Hausnetz besteht aus elektrischen Leitern, die als einzelne isolierte Leiter in Rohrleitungen, Flachleitungen oder Kabeln untergebracht sind. In der Grundkonfiguration besteht das »Licht- und Steckdosennetz« aus drei Leitern, von denen zwei als die eigentlichen Stromleiter dienen, und der dritte nur Schutzleiter ist (*Abb. 1.1*). Wir werden in diesem Buch die in Fachkreisen etablierte Bezeichnung »Phase« anstelle der etwas verwirrenden Bezeichnung »Außenleiter« verwenden. So beugen wir Missverständnissen vor.

Steckdosen- oder Leuchtenanschluss eines 230-Volt-Hausnetzes

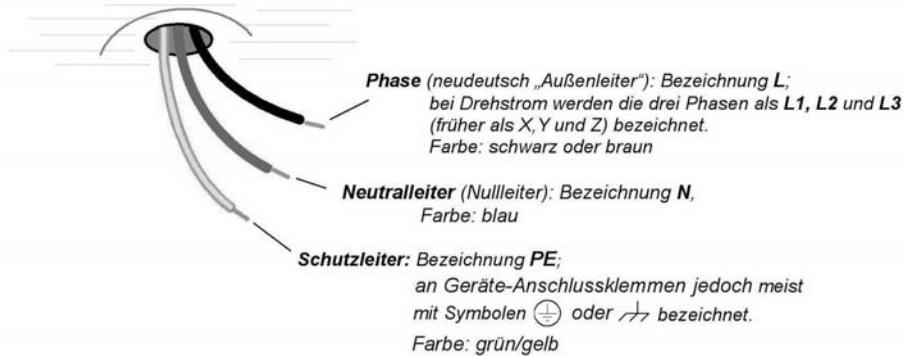


Abb. 1.1: Ein Hausnetz-Stromanschluss besteht meist nur aus drei Leitern: Zwei davon bilden die eigentliche Stromzuleitung, der dritte fungiert als Schutzleiter (Erder).

Der eigentliche Hausanschluss wird in der Regel als Drehstromanschluss (Drei-Phasen-Anschluss) ausgeführt (Abb. 1.2).

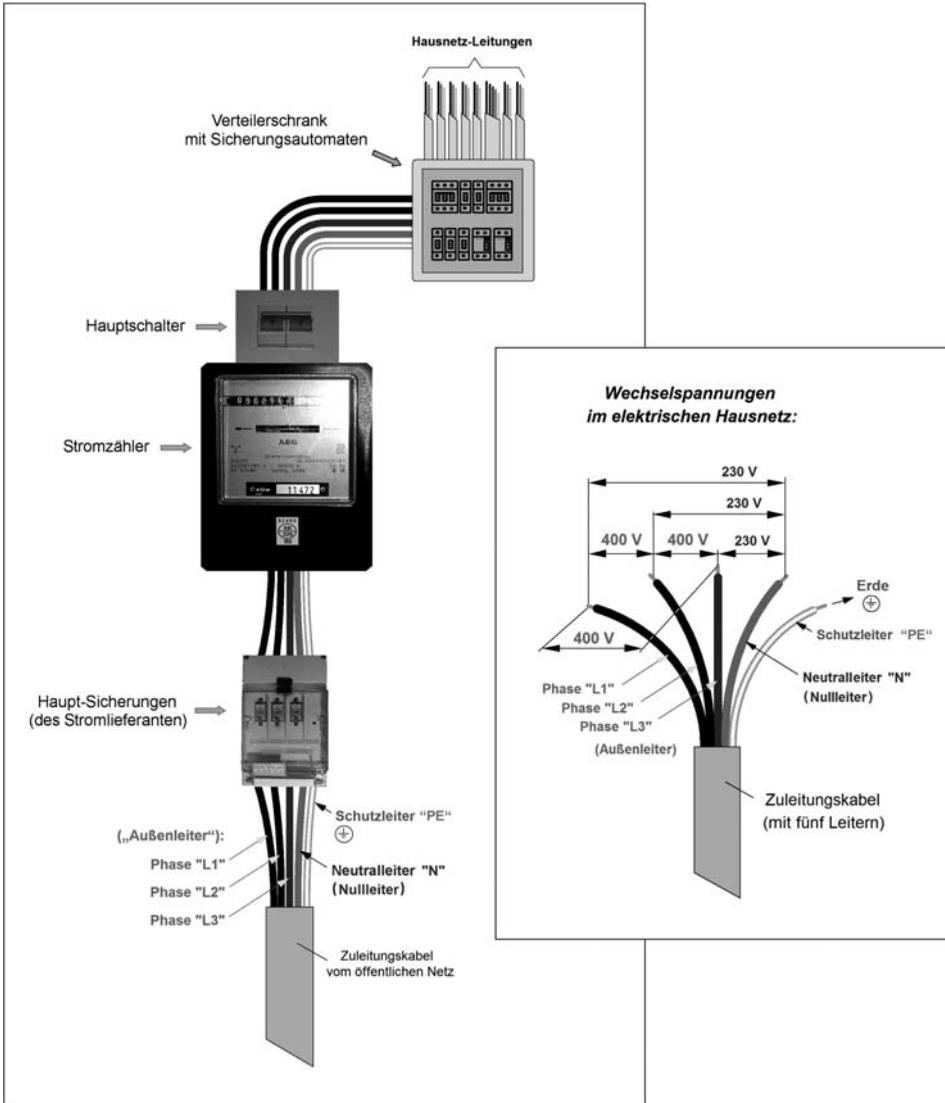


Abb. 1.2: Der Hausanschluss

In einem normalen Haushalt wird der Drehstrom meist nur für einen Elektroherd benötigt – falls es keinen Gasanschluss für einen Gasherd gibt. Auch dann wird dennoch das Hausnetz als Drehstrom-Hausnetz ausgelegt, denn das öffentliche elektrische Netz ist ebenfalls als Drehstromnetz konzipiert. Der Stromversorger verlangt, dass der elektrische Strom von allen drei Phasen möglichst ausgewogen bezogen wird. Aus diesem Grund werden in jedem Haus die drei Phasen der Stromzuleitung so eingeteilt, dass eine ausgewogene Belastung einzelner Phasen zumindest einigermaßen angestrebt wird. Dies klappt natürlich in einem einzelnen Haus nicht perfekt, aber bei einer größeren Menge von Häusern geht die Rechnung zufriedenstellend auf.

Bei der ausgewogenen Nutzung einer Drehstrom-Hauszuleitung müssen die einzelnen Phasen im Hausnetz unter den Steckdosen- und Lichtleitungen entsprechend durchdacht eingeteilt werden: Die Steckdosen in der Küche hängen dann z. B. an einer anderen Phase als die Küchenlichtleitung usw. Ein konkretes Beispiel der Einteilung zeigt Abb. 1.3.

Die Hausnetzspannung, die für einzelne Leuchten oder Steckdosen vorgesehen ist, beträgt nur 230 Volt (V) (Wechselspannung), aber die Spannung zwischen einzelnen Phasen beträgt stolze 400 V (ebenfalls Wechselspannung). Wie aus Abb. 1.2 hervorgeht, beträgt die Spannung zwischen jeder der Phasen und dem *Neutralleiter* jeweils nur 230 V. Der *Neutralleiter* leitet zwar denselben Strom (zurück zum Transformator des öffentlichen Netzes), ist aber, ähnlich wie der *Schutzleiter*, mit der Erde verbunden. Daher kann man vom *Neutralleiter* oder vom *Schutzleiter* keinen elektrischen Schlag bekommen (nur von der Phase). Zwischen den einzelnen Phasen und dem Schutzleiter (oder gut geerdeten Wasserleitungs- oder Zentralheizungsrohren) beträgt die Wechselspannung ebenfalls 230 V.

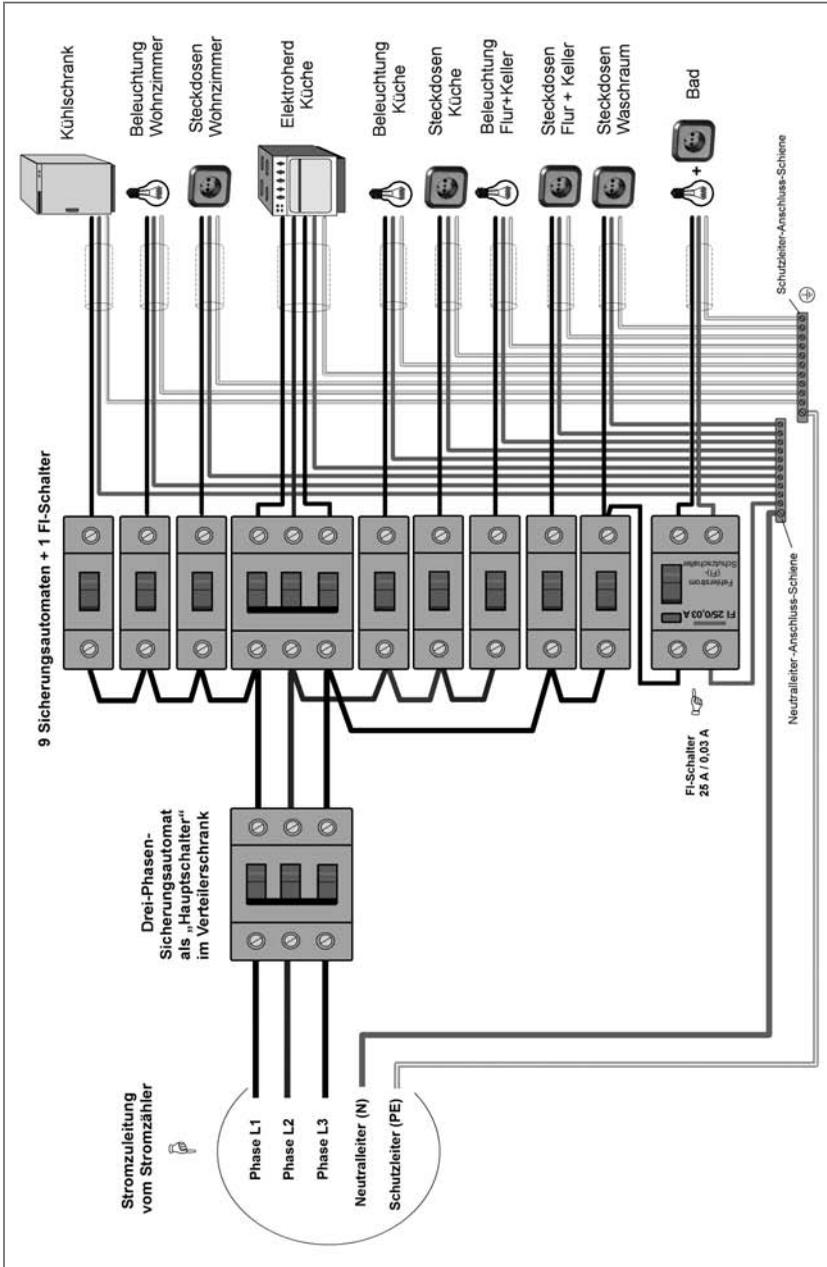


Abb. 1.3: Beispiel der Einteilung einzelner Licht- und Steckdosensektionen im Verteilerschrank

1.3 Was muss gemessen werden?

Vor jeder Berührung einer Stromleitung sollten Sie lieber zweimal prüfen, ob auch wirklich nichts unter Strom steht. Genau genommen geht es in diesem Fall nur um die Phase. Speziell zu diesem Zweck gibt es eine große Auswahl an Phasenprüfern.

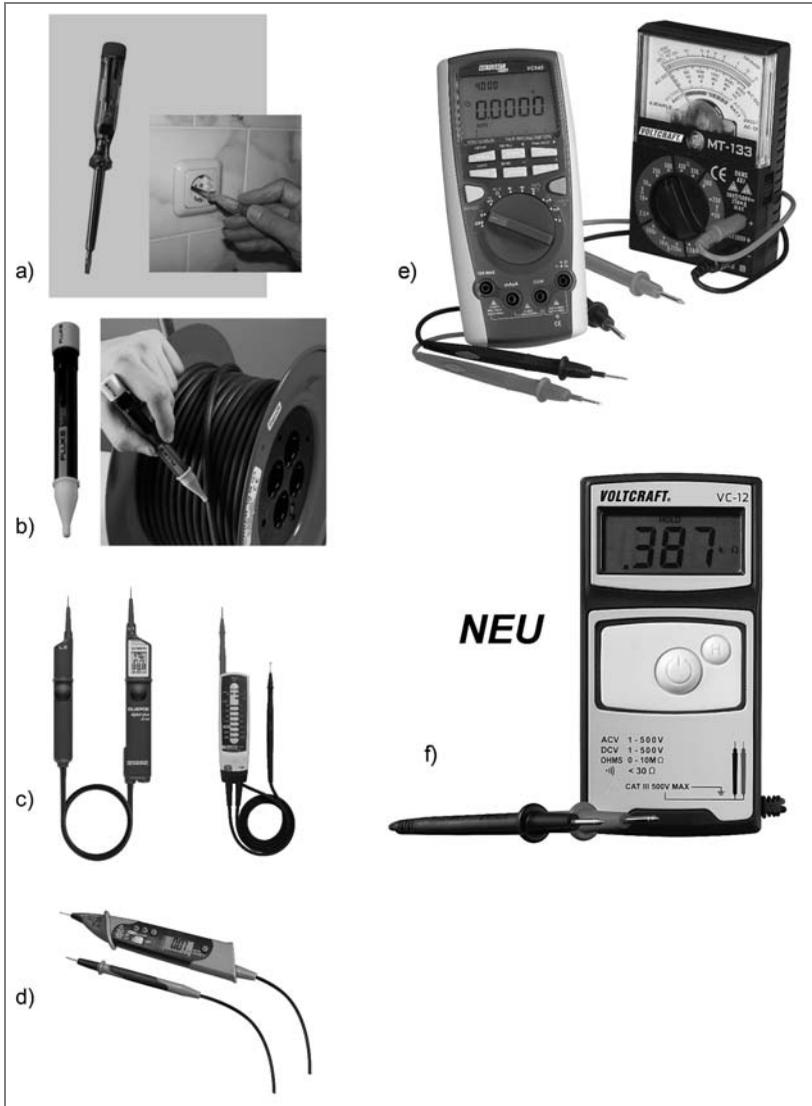


Abb. 1.4: Phasenprüfer, Spannungstester und Multimeter sind für den Elektroinstallateur unverzichtbar.

Die einfachsten Phasenprüfer (einpolige Spannungsprüfer) sind als kleine Schraubendreher (*Abb. 1.4a*) ausgeführt, in denen ein Glühlämpchen aufleuchtet, wenn ihre Klinge in Berührung mit der Phase kommt. Die günstigsten batteriefreien Phasentester dieser Art kosten etwa 2 €. Man muss hier mit dem Finger einen Kontakt am Schraubendrehergriff berühren, um über den eigenen Körper eine leitende Verbindung mit der »Erde« (dem Fußboden) herzustellen. Diese Phasenprüfer haben den Nachteil, dass bei hellem Licht das Leuchten des integrierten Glühlämpchens nur sehr schlecht erkennbar ist. Man kann sich durch Beschattung dieser »Mini-Lichtquelle« helfen und praktisch testen, wann und wo dieser Phasenprüfer einsetzbar ist.

Phasenprüfer in Schraubendreherausführung gibt es auch in gehobener Ausführung als batteriebetriebene »Multitester«. Sie leuchten intensiver und zeigen (berührungslos) die Phase auch dann an, wenn die Klinge des Testers z. B. nur die isolierte Ummantelung eines Leiters berührt. Vorteilhafter sind jedoch Spannungsprüfer, die z. B. nach *Abb. 1.4b* neben dem Aufleuchten auch noch durch Piepen oder Summen das Vorhandensein einer Spannung melden. Die meisten dieser Tester arbeiten berührungslos und nehmen z. B. auch durch die Ummantelung eines Kabels die Spannung wahr.

Zweipolige Spannungsprüfer nach *Abb. 1.4c* können – im Gegensatz zu den einpoligen Phasenprüfern – eine Phase als solche nicht finden, dafür aber zweipolig eine Spannung messen. Das ist für einen Elektroinstallateur wichtig. Wenn z. B. bei der Zuleitung eines Leuchten- oder Steckdosenanschlusses zwar die Phase vorhanden, aber der Neutralleiter unterbrochen ist, hilft ein einpoliger Phasenprüfer nicht weiter. Abgesehen davon zeigt dieser Spannungsprüfer auch die Höhe der Spannung an. So kann z. B. auch geprüft werden, ob die Spannung zwischen zwei Anschlussklemmen 230 V oder 400 V beträgt. Einfachere zweipolige Spannungsprüfer zeigen die Messwerte nur stufenweise über Leuchtdioden, teurere Geräte gleitend über ein LCD-Display an. Manche von ihnen verfügen auch über einen Vibrationsalarm für Spannungserkennung und Durchgangsprüfung.

Anstelle spezieller Spannungsprüfer für Elektriker eignen sich für Messungen an Elektroinstallationen kleinere Stiftmultimeter (*Abb. 4.1d*). Hier ist aber auf den maximalen Spannungsmessbereich zu achten. Er endet oft bei ca. 250 V~, müsste jedoch für diese Anwendungen auch 400 V~ anzeigen/verkräften können. Mit einem Tischmultimeter (*Abb. 4.1e*) wird sich ein professioneller Elektroinstallateur nicht anfreunden wollen, denn es fehlt hier beim Messen meist die dritte Hand. Ein Heimwerker aber, der Messungen am Hausnetz nur gelegentlich vornimmt, dürfte sich mit einem Multimeter zufriedengeben. Conrad Electronic vertreibt ein strapazierfähiges und kostengünstiges Digital-Multimeter (Volkraft-VC-12, Conrad-Bestell-Nummer: 12 30 59, *Abb. 4.1f*). Es verfügt über eine automatische Wahl der Messfunktion von Spannung, Widerstand und Durchgang und hat kleine Abmessungen.

Bo Hanus

**LED-Beleuchtungen im Haus
selbst planen und installieren**

Vorwort

Dank neuester Entwicklungen mausern sich Leuchtdioden zu den interessantesten und modernsten Leuchtmitteln, die auch bei der Beleuchtung des Hauses herkömmliche Lichtquellen zunehmend verdrängen. Ihr Siegeszug scheint unaufhaltsam zu sein, denn sie leuchten energiesparend und weisen noch andere Vorteile auf: Im Vergleich mit den oft sehr träge aufleuchtenden Energiesparlampen leuchten sie sofort nach dem Einschalten mit voller Intensität und haben zudem auch noch eine 5- bis 10-mal längere Lebensdauer. Das sind aber nur einige der Vorteile, mit denen die Leuchtdioden alle anderen Leuchtmittel „in den Schatten stellen“. Sie weisen einige spezielle Eigenheiten auf, die wir von anderen Leuchtmitteln nicht kennen und über die wir Sie in diesem Buch ausführlich informieren.

Zu den wichtigsten „speziellen Eigenheiten“ der Leuchtdioden (LEDs) und kompakten LED-Leuchtkörper gehören die Art der Spannungsversorgung, die Form des ausgestrahlten Lichtkegels, die Farbnuancen des „weißen“ Lichtes etc. Konnte sich der Anwender bisher eine Decken- oder Wandleuchte einfach als Einrichtungsgegenstand kaufen, bei dem er sich allein nach dem Design richtete, muss er bei der Wahl einer LED-Leuchte auf viele Kleinigkeiten achten, die bisher keine Rolle spielten.

Leuchtdioden eignen sich auch hervorragend für den Selbstbau verschiedenster Leuchten zur Beleuchtung der Wohn- und Arbeitsräume oder für kleine Lichtquellen, die eine dekorative Funktion haben. Die Elektroinstallation selbst gebauter Leuchten stellt nur geringe Ansprüche an das handwerkliche Können. Wie man sie durchführt und worauf es dabei ankommt, erklären wir Ihnen ebenfalls ausführlich in diesem Buch. Sie werden staunen, wie einfach alles geht!

Viel Erfolg bei allen Vorhaben, die Sie mithilfe dieses Buchs in Angriff nehmen, wünschen Ihnen

Bo Hanus und seine Co-Autorin Hannelore Hanus-Walther

Inhaltsverzeichnis

1	LED-Beleuchtung im Wohnbereich	9
2	Technische Eigenheiten der LEDs	13
2.1	Strapazierfähigkeit der LEDs	15
2.2	Abstrahlwinkel und Lichtstärke	20
2.3	Farbe und Wellenlänge des Lichts	25
3	Leuchtdioden als Bausteine	27
3.1	Standard-LEDs	28
3.2	Low-Current-LEDs	33
3.3	Superhelle und ultrahelle LEDs	35
3.4	Hochleistungs(High-Power)-LEDs	43
3.5	Blinkende LEDs (Blink-LEDs)	52
3.6	Zwei- und mehrfarbige LEDs	53
3.7	SMD- und Chip-LEDs	55
3.8	LED-Streifen	57
3.9	Infrarotdioden	58
4	LED-Leuchtmittel und Leuchten als Fertigprodukte	59
4.1	LED-Leuchtmittel und Strahler (Spots)	65
4.2	LED-Wandleuchten	69
4.3	LED-Schrank- und Vitrinen-Einbauleuchten	70
5	Selbstbauprojekte	75
5.1	Selbstbau-Deckenleuchte	76
5.2	LED-Treppenbeleuchtung	79
5.3	Hintergrundbeleuchtung für den Fernseher	81
5.4	LED-Hausnummer	82

Inhaltsverzeichnis

6	Anschluss der LED-Leuchten an das 230-Volt-Hausnetz	83
6.1	Die Einteilung der Stromleitungen im Hausnetz _____	86
6.2	Leuchte austauschen? _____	91
6.3	Lichtschalter austauschen? _____	95
7	Einfache Elektroinstallationen	111
7.1	Installationszonen für Unterputzleitungen _____	118
7.2	Verbindungs- und Gerätedosen _____	122



1 LED-Beleuchtung im Wohnbereich

Leuchtdioden gewinnen als Lichtquellen an Beliebtheit. Sie verbrauchen wenig Strom, können bei winzigen Abmessungen ein verblüffend starkes Licht erzeugen und benötigen dazu nur sehr niedrige Versorgungsspannungen. Die meisten der kleineren Leuchtdioden wärmen sich zudem während des Betriebs kaum auf und eignen sich daher auch für einfachere Selbstbau-Leuchten aus wärmeempfindlichen Materialien.

LED-Leuchtmittel, die als Fertigprodukte erhältlich sind, haben gegenüber den meisten handelsüblichen

Energiesparlampen unter anderem den großen Vorteil, unmittelbar nach dem Einschalten mit voller Leuchtkraft zu leuchten.

Mit der Anpassung „kahler“ Leuchtdioden an die Versorgungsspannung verhält es sich etwas anders als bei allen anderen herkömmlichen Lampen, denn sie richtet sich nicht nach den üblichen Nennspannungen der etablierten Spannungsquellen. Zudem ist für die optimale Funktion einer LED nicht die Spannung, sondern der Strom wichtig, den sie typenbezogen aus einer Spannungsquelle bezieht und der für sie optimal einge-

1 LED-Beleuchtung im Wohnbereich

stellt werden sollte. Dies gilt zwar nicht für Fertigprodukte, dafür aber um so mehr bei Anwendungen von Leuchtdioden die als kahle Bausteine für den Selbstbau in großer Auswahl erhältlich sind und eine kreative Gestaltung interessanter Lichtquellen aller Art ermöglichen.

Für die meisten Hochleistungs-LEDs oder LED-Leisten (LED-Strips) sind diverse *LED-Konverter* als Fertigbausteine bzw. Einbaugeräte erhältlich, aus denen die LEDs einen fest vorgegeben Strom beziehen können. Diese Geräte sind jedoch nicht für jedes Vorhaben passend.

Die Auswahl an LED-Fertigleuchten aller Art nimmt ständig zu. Viele dieser Leuchten sind für einen Anschluss an die normale 230-Volt-Netzspannung ausgelegt. Sie können dann ähnlich problemlos wie z. B. herkömmliche Glühlampen an das elektrische Hausnetz angeschlossen werden. Alternativ gibt es auch LED-

Leuchtmittel (Abb. 1.2b), die als Ersatz für herkömmliche 230-Volt-Glühlampen oder 12-Volt-Halogenlampen vorgesehen sind und für 12-Volt-Wechselspannung entwickelt sind, die über Halogentransformatoren von der Netzspannung bezogen wird.

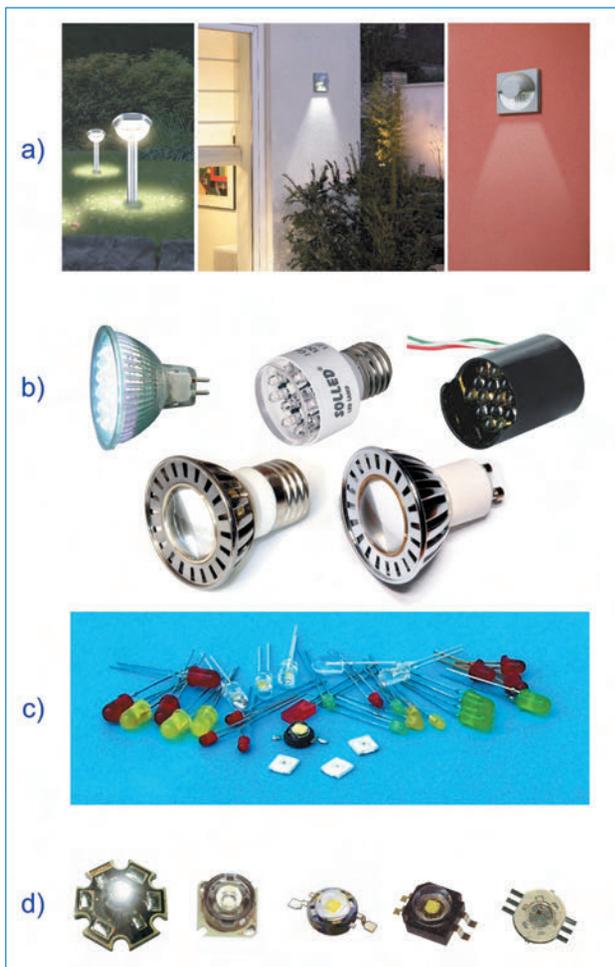
Bei diesem Anwendungsbereich müssen die LED-Leuchtmittel – wie alle anderen *netzbetriebenen* Leuchten auch – in das elektrische Hausnetz integriert werden. Hier wird der Anwender zwangsläufig mit der Integration der LEDs ins Hausnetz – und so auch mit Arbeiten an den 230- oder 400-Volt-Hausnetzleitungen konfrontiert.

Seitens des Gesetzgebers gibt es keine Vorschriften, die ein Heimwerker in Bezug auf die Arbeit mit LEDs beachten müsste. Lediglich ein paar nützliche Ratschläge gilt es zu beachten, die Sie in diesem Buch noch finden werden. Wir haben in diesem Buch die Kapitel 6



Abb. 1.1 – Leuchtdiode (Standard-Radialform) in natura und als Schaltzeichen

1 LED-Beleuchtung im Wohnbereich



und 7 den praktischen Arbeiten an der Netzspannung und den Elektroinstallationsarbeiten gewidmet.

Da Lichtinstallationen im Haus weitgehend als Unterputzleitungen ausgeführt werden, werden auch diesem Thema Beschreibungen und Erklärungen gewidmet. So werden jene, die mit solchen Arbeiten noch keine Erfahrung haben, erfolgreich ihr Ziel erreichen. Diese Anleitungen sind auch dann nützlich, wenn man nur kahle LEDs als Bausteine verwendet und die erstellten Leuchten z. B. nur mit dem Strom aus einem Steckernetzgerät versorgt. Mit der Zeit werden erfahrungsgemäß doch aufwendigere Projekte in Angriff genommen.

Es ist nicht sinnvoll, LED-Beleuchtung mit Batterien zu betreiben – nicht zuletzt, weil Batterien zu den mit Abstand teuersten Energiequellen gehören. Es lohnt sich, als Energiequelle den Strom aus dem Hausnetz zu beziehen. In vielen Fällen kann man ihn direkt der

Abb. 1.2 – LED-Leuchtmittel aller Art gibt es in zunehmend großer Auswahl. Viele von ihnen können ohne zusätzlichen Aufwand einfach anstelle einer Glühlampe oder Halogenlampe in die bestehende Leuchtenfassung eingeschraubt bzw. eingesteckt werden: **a)** Fertigluchten; **b)** LED-Leuchtmittel als Ersatz für herkömmliche Glühlampen oder Halogenlampen; **c)** kleine LEDs als kahle Bausteine für den Selbstbau; **d)** Hochleistungs-LEDs als Bausteine mit hoher Leuchtkraft.

1 LED-Beleuchtung im Wohnbereich

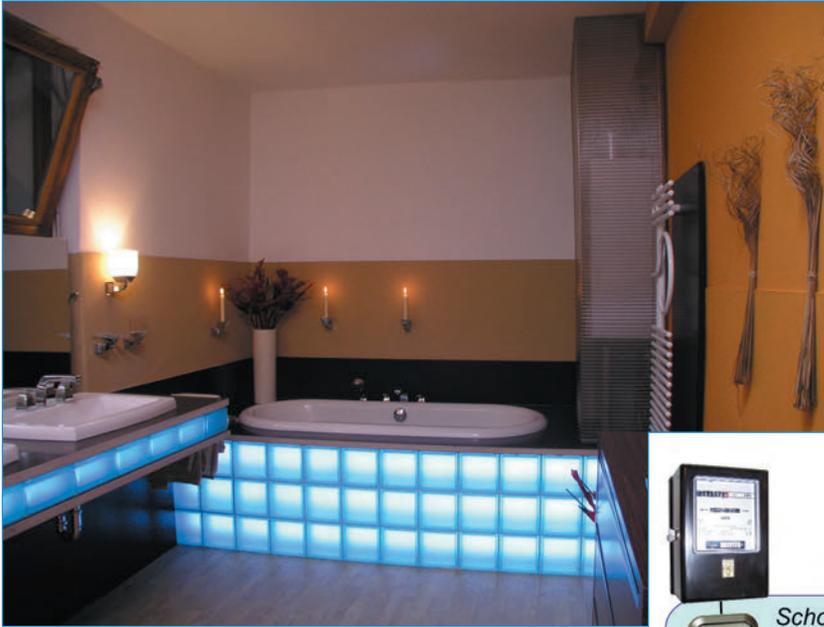


Abb. 1.3 – Es gibt kaum ein Vorhaben, das sich nicht eigenhändig realisieren lässt. Man muss sich lediglich die Zeit nehmen, sich gut über das Projekt zu informieren: z. B. eine attraktive LED-Beleuchtung hinter Glaselementen und an den Wänden im Bad. Aber Vorsicht bitte: Für eine solche Installation benötigt man Fachwissen, denn sie sollte aus Sicherheitsgründen mit 12-Volt-Leuchtmitteln ausgelegt sein. Die Spannungsversorgung muss über einen ausreichend sicheren Trafo erfolgen. (Quelle: Lumitronix)

Steckdose entnehmen. Das ist einfach, reicht aber oft nur für kleinere Selbstbauprojekte mit kahlen (und oft sehr preiswerten) LEDs. Solche einfacheren Anwendungen der kahlen LEDs erleichtern den Einstieg in die „geheimnisvolle Welt“ der Leuchtdioden und helfen später bei der richtigen Auswahl teurerer LED-Leuchten.

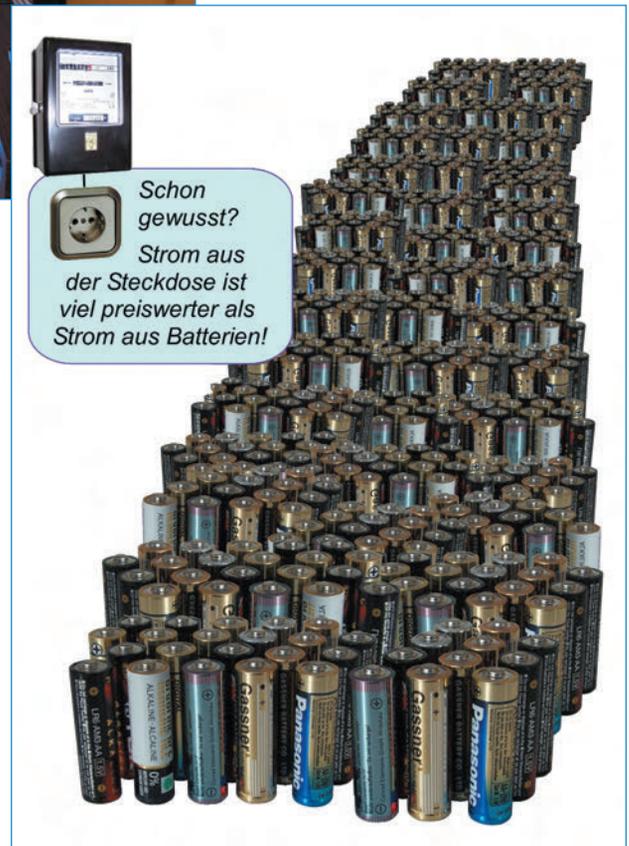


Abb. 1.4 – Schon gewusst? Um beispielsweise aus Mignon(AA)-Batterien die elektrische Leistung einer einzigen Kilowattstunde beziehen zu können, werden bis zu 600 Stück solcher Batterien benötigt. Eine Kilowattstunde, die Sie aus dem öffentlichen elektrischen Netz beziehen, kostet momentan etwa 18 bis 20 Cent. Da lohnt sich der Vergleich mit den Kosten für 600 Batterien!

2 Technische Eigenheiten der LEDs

Im Gegensatz zu den meisten herkömmlichen Lampen weisen Leuchtdioden als „kahle“ Bauteile zwei besondere Ansprüche an die Spannungsversorgung auf:

- a) Sie müssen polaritätsgerecht angeschlossen werden (ansonsten leuchten sie nicht auf).
- b) Nicht die Versorgungsspannung, sondern der LED-Strom hat bei

2 Technische Eigenheiten der LEDs

diesen Leuchtkörpern den wichtigsten Stellenwert, der für die optimale Lichtausbeute und für die Lebensdauer dieses „Halbleiters“ maßgeblich ist. Bezieht die LED einen höheren Strom (I_F), als laut ihrer technischen Daten erlaubt ist, kann sie schnell vernichtet werden.

Bei der Anwendung einer Leuchtdiode verdient also an erster Stelle nicht die *Betriebs-* bzw. *Durchlassspannung* (U_F), sondern der *Betriebsstrom* (I_F) erhöhte Aufmerksamkeit. Bei vielen Leuchtdioden wird die Betriebsspannung nur durch „von ... bis ...“ angeben. Dabei handelt es sich oft um einen Spannungsbereich, in dem die LED ihre volle Lichtintensität nur dann erreicht, wenn die Betriebsspannung so eingestellt wird, dass sie den vom Hersteller angegebenen Betriebsstrom (I_F) bezieht. Dabei darf die vom Hersteller bezeichnete Spannungs-

obergrenze – bzw. die separat angegebene *maximale LED-Spannung* ($U_{Fmax.}$) – nicht überschritten werden. Das gilt auch für die **LED-Nennleistung** (P). Diese ergibt sich aus der **Durchlassspannung** (U_F) und dem maximalen Betriebsstrom (I_F) nach der Formel

$$P = U \times I$$

U = LED-Durchlassspannung (U_F) in Volt*

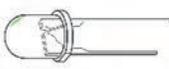
I = LED-Betriebsstrom (I_F) in Ampere

P = LED-Nennleistung (P) in Watt

* In englischsprachigen Prospekten und manchen deutschsprachigen Datenblättern wird die Durchlassspannung nicht als U_F , sondern als V_F bezeichnet.

In einem Katalog werden bei den meisten preiswerten Standard-LEDs nur einige der wichtigsten Grunddaten nach dem Beispiel in Abb. 2.1 angegeben.

LED, 5 mm, diffus (Telefunken)



Für allgemeine Anwendung.

Technische Daten:

Gehäuse 5 mm • I_F : 10 bis 20 mA • U_F : 1,6 bis 3,2 V

Typ	Farbe	Lichtstärke I_V
TLHR 5400	Rot	1,6 mcd
TLHG 5400	Grün	2 mcd
TLHY 5400	Gelb	3 mcd

Abb. 2.1 – Bei preiswerteren LEDs werden in den Katalogen meist nur die wichtigsten technischen Daten angegeben: Wie das hier abgebildete Beispiel zeigt, handelt es sich dabei vor allem um den LED-Strom (I_F) und die LED-Spannung (U_F), manchmal (aber nicht immer) wird auch die Lichtstärke (I_V) angegeben.

2.1 Strapazierfähigkeit der LEDs

Recht strapazierfähig sind vor allem Standardleuchtdioden. Sehr empfindlich sind dagegen SMD-LEDs sowie auch einige der Hochleistungs-LEDs (High-Power-LEDs). Worauf Sie bei der Arbeit mit LEDs achten sollten:

- Wird eine LED an eine Gleichspannung falsch gepolt angeschlossen, leuchtet sie nicht. So lange die ihr zugeführte falsch gepolte Gleichspannung tatsächlich ausreichend niedrig ist, bleibt die LED intakt. Wird eine LED nach Abb. 2.2 über einen Vorwiderstand jedoch an eine zu hohe Versorgungsspannung falsch gepolt angeschlossen, fließt durch den Vorwiderstand kein Strom und daher entsteht an ihm auch kein Spannungsverlust. Dann erhält die LED die volle Versorgungsspannung, die trotz der falschen Polarität die Schwelle überschreiten kann, die sie in *nicht leitender* Richtung verkraftet. Welche max. Spannung eine LED in nicht leitender Richtung verkraftet, geht aus den meisten Datenblättern nicht hervor. Als einfache Faustregel gilt hier, dass eine falsch gepolte Spannung nicht höher als etwa das Fünffache der LED-Durchlassspannung (U_F) sein darf.
- Eine LED wird vernichtet, wenn durch sie ein höherer Strom (I_F) fließt, als in ihren technischen Daten angegeben wird. Dies ist vor allem bei Parallelbetrieb mehrerer LEDs zu berücksichtigen. Durch die Herstellungstreuung kann bei gleicher Versorgungsspannung der Strom der angewendeten LEDs unterschiedlich hoch sein. Eine Vorselektion der LEDs nach Abb. 2.3 ist daher zu empfehlen. Dies trifft jedoch nicht auf preiswerte Standard-LEDs zu, die z. B. nur zu dekorativen Zwecken angewendet werden. Bei Ihnen wird der Strom (I_F) ohnehin tief unterhalb des offiziellen Nennwertes eingestellt.

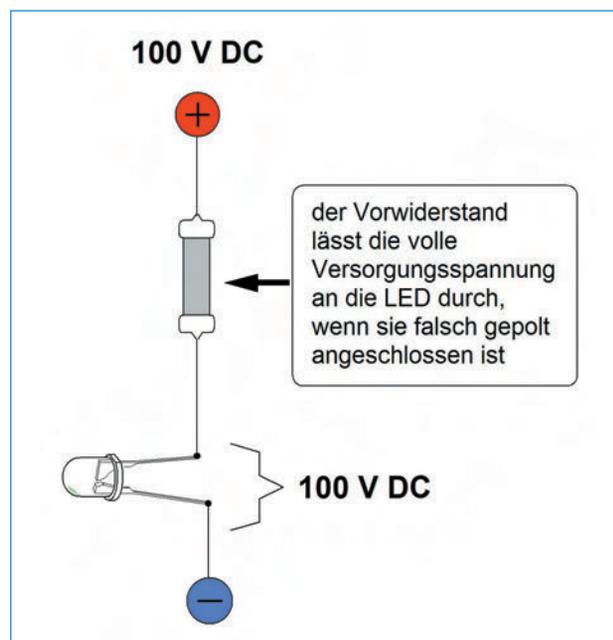


Abb. 2.2 – Vorsicht: Wird eine LED falsch gepolt an eine zu hohe Versorgungsspannung über einen Vorwiderstand angeschlossen, entsteht an ihm kein Spannungsverlust und die LED erhält an ihren Anschlüssen die volle Versorgungsspannung, die sie vernichten kann.

- Bei einer LED-Reihenschaltung fließt durch alle LEDs der gleiche Strom. So besteht keine Gefahr, dass sie überstrapaziert werden. Es gibt jedoch einen Haken: Die *Durchlassspannung* einzelner LEDs kann durch die Herstellungstreuung unterschiedlich hoch sein (Abb. 2.4). Wenn sie bei einer der LEDs so hoch wird, dass dadurch die offizielle LED-Leistung (LED-Spannung \times LED-Strom) überschritten wird, kann die LED vernichtet werden. Kritisch ist dies vor allem bei sehr kleinen SMD-LEDs, die nur über eine geringe Körpermasse verfügen. Dadurch entsteht in ihnen ein Wärmestau, der sie leicht ver-

2.1 Strapazierfähigkeit der LEDs

nichtet. Deshalb sollten, neben dem Strom, der durch die LEDs fließt, auch die Durchlassspannungen an einzelnen LEDs gemessen werden. Falls an einigen der LEDs eine zu hohe Durchlassspannung festgestellt wird, müssen sie ausgetauscht und durch „passende“ LEDs ersetzt werden.

- Bei LEDs, die in einer Reihenschaltung angeordnet sind, verteilt sich die Versorgungsspannung unter den einzelnen LEDs nur dann symmetrisch, wenn alle LEDs für die gleiche Spannung (U_F) und den gleichen Strom (I_F) ausgelegt sind. Bei herstellereitig vorselektierten LEDs gleicher Type (und Farbe) verteilt sich die Versorgungsspannung ausgewogen (Abb. 2.4a bis c).
- Erhalten solche LEDs eine niedrigere Versorgungsspannung, als es der Summe ihrer einzelnen Durchlassspannungen (U_F) entspricht, verteilt sich diese Spannung ebenfalls proportional (nach Abb. 2.4d) auf die LEDs. Mit sinkender Spannung sinkt allerdings auch die LED-Leuchtkraft.
- Werden LEDs gleicher Type, aber unterschiedlicher Farbe – und demzufolge mit unterschiedlicher Durchlassspannung (U_F) –

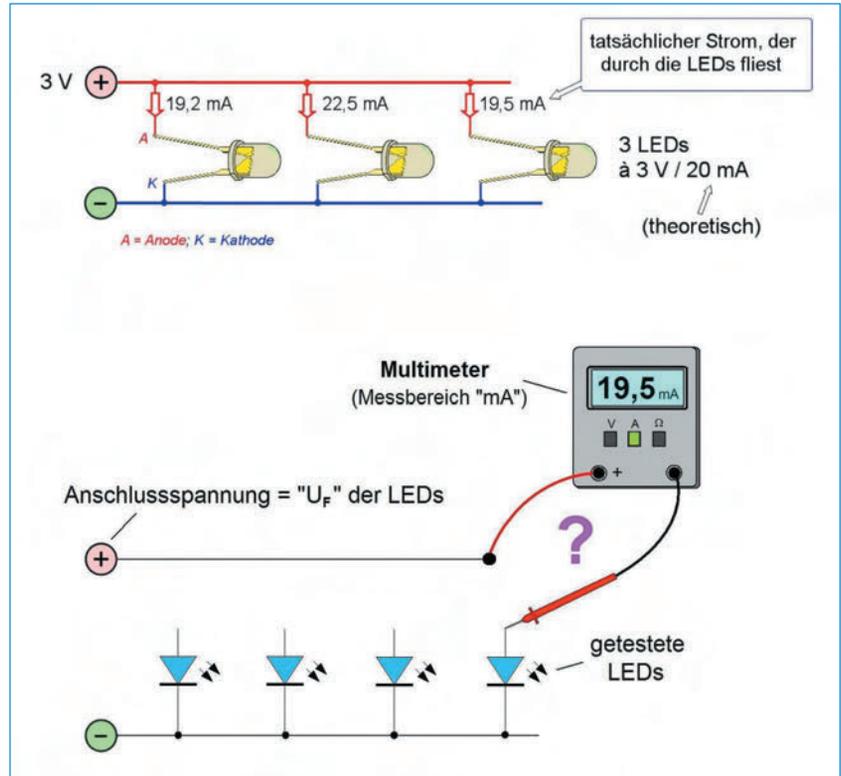


Abb. 2.3 – Auch LEDs der gleichen Type beziehen im Parallelbetrieb einen unterschiedlich hohen Strom, der die LEDs unter Umständen vernichten kann: Bevor mehrere LEDs miteinander parallel verschaltet werden, sollten sie daher auf einheitlichen Strom vorselektiert werden.

in Reihe geschaltet, verteilt sich die Versorgungsspannung konform zu den LED-Einzelspannungen nach Abb. 2.4e/f.

- Hochleistungs(High-power)-LEDs heizen sich in der Regel sehr auf und benötigen daher gut dimensionierte Kühlkörper (Abb. 2.6). Andernfalls sind ihre

Überlebenschancen vor allem an heißen Sommertagen gering.

- SMD-LEDs dürfen beim Löten nicht zu sehr aufgeheizt werden, weil man sie dadurch vernichten kann. Halten Sie die Spitze des LötKolbens nicht länger als ca. 2 Sekunden an die LED-Anschlüsse.

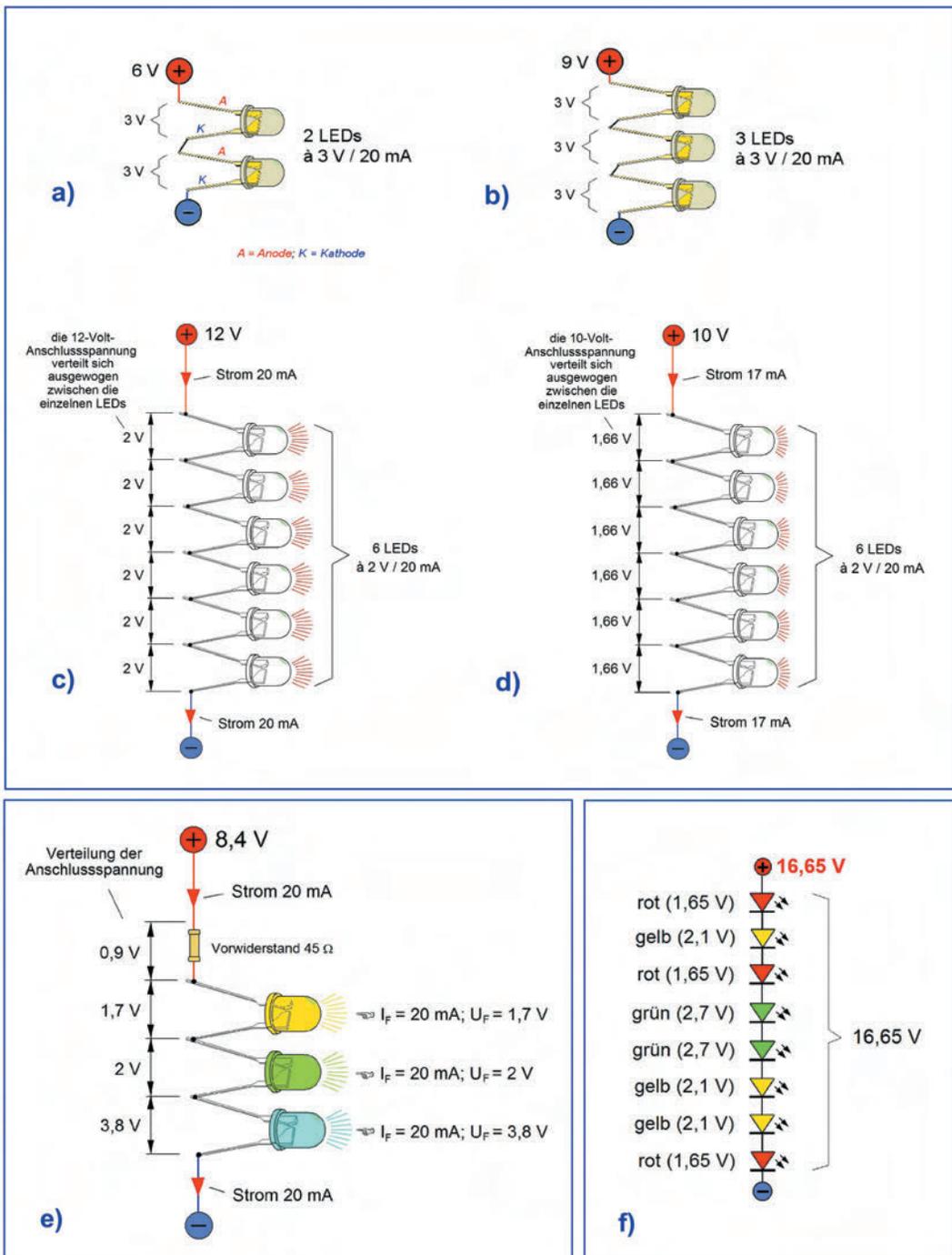


Abb. 2.4 – Bei vorselektierten LEDs in Reihenschaltung verteilt sich die Versorgungsspannung unter den LEDs konform zu ihren Durchlassspannungen (U_F). Die hier aufgeführten Spannungswerte zeigen eine idealisierte Einteilung. In der Praxis sind streuungsbedingte Abweichungen gegeben.

2.1 Strapazierfähigkeit der LEDs

se. Wenn diese Zeitspanne nicht ausreicht, lassen Sie die LED erst abkühlen und wiederholen den Lötvorgang.

- LEDs mit Drahtanschlüssen (Füßchen) sind üblicherweise auch dann noch strapazierfähig, wenn ihre Füßchen bis auf ca. 1/3 gekürzt werden. Das Löten muss dann aber zügig erfolgen, damit sich die LED nicht zu sehr aufwärmt.
- Viele der handelsüblichen Multimeter weisen Messfehler von 3 bis 5 % auf. Wenn Sie Ihr Multimeter nicht mit einem präzisen Labormultimeter vergleichen können, achten Sie darauf, bei der Einstellung des optimalen LED-Stroms etwa 5% unterhalb des vom Hersteller angegebenen I_F zu bleiben. Höchste Vorsicht ist in dieser Hinsicht vor allem bei SMD-LEDs geboten: Sie können innerhalb weniger Sekunden zerstört sein. Dies ist zwar typenbezogen unterschiedlich, aber das Motto „Probieren geht über Studieren“ kann bei teureren LEDs kostspielig werden.

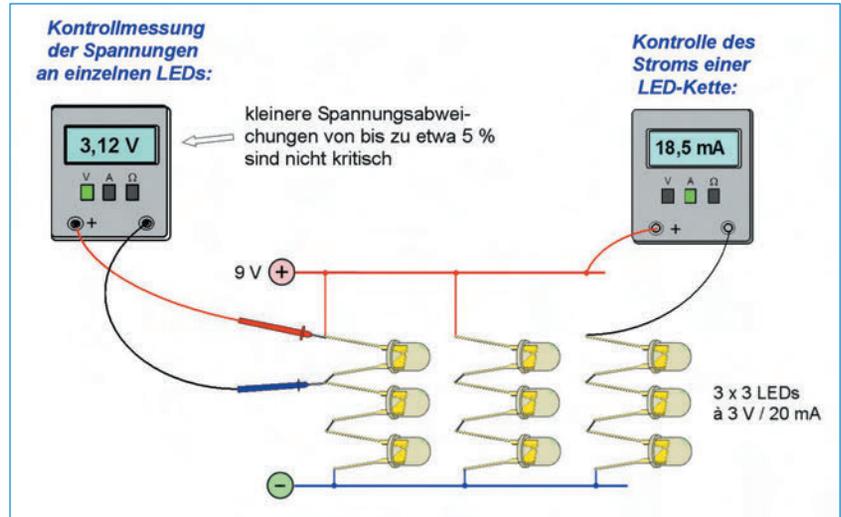


Abb. 2.5 – Durch alle Leuchtdioden, die in einer Reihe geschaltet sind, fließt zwar der gleiche Strom, aber die Durchlassspannung kann bei einigen der LEDs so hoch sein, dass sie infolge einer zu hohen Leistung (als $U_F \times I_F$) vernichtet werden.



Abb. 2.6 – Hochleistungs-LEDs benötigen ausreichend große Kühlkörper. (Quelle: Lumitronix)

2.1 Strapazierfähigkeit der LEDs

Werden mehrere LEDs mit abweichenden Durchlassspannungen z. B. seriell verschaltet, ergibt sich daraus auch bei einem gut eingestellten Strom I_F automatisch eine unterschiedliche thermische Belastung der einzelnen LEDs. Wird dabei die vom Hersteller angegebene max. LED-Nennleistung P bei einigen der LEDs in der Reihenschaltung überschritten, werden sich diese LEDs kräftiger aufheizen und bei einer zu geringen Kühlung einfach zerstört werden. Auf diese Eigenheit ist vor allem bei winzigen SMD-LEDs und bei Power-LEDs zu achten.

LEDs, die durch die Bauweise ihres Gehäuses oder durch einen zusätzlichen Kühlkörper die in ihnen entstehende Wärme an ihre Umgebung gut abgeben können, verkraften bis zu einer vernünftigen Grenze einen höheren Strom (als den I_F), ohne zerstört zu werden. Ihre Lichtintensität erhöht sich dadurch, aber ihre Lebenserwartung sinkt (siehe hierzu die jeweilige Herstellergrafik mit typenbezogenen Hinweisen). Eine angemessene Erhöhung des LED-Stroms I_F sowie auch der LED-Spannung U_F ist oft bei blinkenden LEDs, bei LEDs, die im Impulsbetrieb arbeiten oder projektbezogen jeweils nur z. B. als Blitzlicht kurz aufleuchten, erlaubt. Derartige Lösungen kommen allerdings nur für Anwender in Frage, die über die erforderlichen Präzisions-Messgeräte verfügen und sich Experimente erlauben können, bei denen so manche LED zerstört wird.

Bemerkung

Der vom Hersteller angegebene LED-Strom I_F ist als optimaler Arbeitsstrom der LEDs zu betrachten, der nur ausnahmsweise bei LEDs überschritten werden darf, die über eine sehr gute Kühlung verfügen, nur blinken oder bei denen es der Hersteller erlaubt. Wie bei allen anderen Halbleitern ist auch für das bedrohliche Aufheizen einer LED nicht der Strom, der durch sie fließt, maßgebend, sondern die Leistung ($I_F \times U_F$), die sie in Wärme umwandeln und an die Umgebung abgeben muss. Die LED-Durchlassspannung U_F weist durch die Herstellungsstreuung auch bei LEDs derselben Type gewisse Unterschiede auf. Wie groß diese Unterschiede sind, hängt sowohl von der Herstellungstechnologie als auch von der jeweiligen Vorselektion der LEDs ab. Großabnehmer können z. B. bei ihrer Bestellung der LEDs selber bestimmen, wie präzise die ihnen gelieferten LEDs vorselektiert werden müssen und bei welchen Parametern der LEDs die Streuungsgrenzen einen vorgegebenen Rahmen nicht überschreiten dürfen. Diese Vorgabe der Streuungsgrenzen wird üblicherweise bei allen Halbleitern praktiziert. Je größer die Anforderungen sind, die der Abnehmer an die Ausgewogenheit der Parameter stellt, desto höher sind allerdings die Preise. Der Ausschuss wird dann an Kunden geliefert, die nur an niedrigen Einkaufspreisen interessiert sind.

Hanus / Stempel

Das große Solar- und Windenergie-Werkbuch

Teil 2

Bo Hanus

Wie Sie
Solarstrom
für Camping, Caravan und Boot nutzen

FRANZIS

Vorwort zu Teil 2

Die Nutzung des Solarstroms ist auf dem privaten Bereich fast nirgendwo so vorteilhaft wie beim Campen in der Natur oder bei diversen anderen Freizeitaktivitäten in Gegenden, in denen es keinen Netzanschluss gibt.

Auch ein verbissener Romantiker kann sich ja heutzutage in den meisten europäischen Ländern fast nirgendwo ein kleines „Feuerchen“ machen, um seinen Kaffee zu kochen oder seine Bohnen zu wärmen, wie es so mancher Trapper in den Filmen macht. Hier kommt gleich die Feuerwehr oder die Polizei und vorbei ist es mit der Wildwestromantik.

Wer mit seinem Caravan oder Reisemobil unterwegs ist, dem kann Solarstrom ebenfalls sehr kostbare Dienste leisten. Dasselbe gilt für ein Boot oder für eine Yacht.

Wann, weshalb und in welchem Umfang der Solarstrom genutzt wird, hängt sowohl vom individuellen Ermessen als auch von dem jeweiligen Bankkontoguthaben ab. Man kann jedoch klein anfangen, um etwas Erfahrung zu sammeln und danach so eine Minianlage ausbauen.

Wir wünschen Ihnen, dass Sie in diesem Teil des Buches alles finden, was Sie sich zu Nutzen machen können und dass Sie mit viel Spaß an die geplanten Vorhaben herangehen.

Ihr Autor Bo Hanus
und seine Mitarbeiterin
Hannelore H. A. Hanus-Walther

Inhalt

1	Strom aus den Solarzellen	8
1.1	Wie groß muss ein Solarmodul sein?	13
1.2	Akkus als Solarenergie-Speicher	20
1.3	Wechselrichter	23
2	Solarzellen am Strand	24
2.1	Solarbetriebene Kühlbox	24
2.2	Solarbetriebene Spielzeuge und Modelle	26
2.3	Boote mit Solarantrieb	28
2.4	Solarbetriebene kleinere Verbraucher	31
3	Solarstrom beim Campen	33
3.1	Solarbeleuchtung	33
3.2	Heizen mit Solarstrom	36
3.3	Kochen mit Solarstrom	38
4	Solarstromnutzung im Caravan und Reisemobil	41
4.1	Kühlen und Lüften mit Solarstrom	43
4.2	Solarstrom für die Beleuchtung	45
4.3	Heizen mit Solarstrom	46
4.4	Kochen mit Solarstrom	46
4.5	Alarmanlage	47
5	Solarstrom auf dem Boot oder auf einer Yacht	51
6	Wie funktioniert eine Solarzelle?	54
6.1	Welche Solarzellen sind die besten?	56
6.2	Der Zellen-Wirkungsgrad	59

7	Welches Solarmodul ist das richtige?	63
7.1	Mechanische Ausführung der Solarmodule	64
7.2	Richtige Ausrichtung und Nutzung der Solarmodule	66
7.3	Serieller und paralleler Betrieb mehrerer Solarmodule	72
7.4	Beschattungsempfindlichkeit der Solarmodule	76
7.5	Solaranlagen-Berechnung	79
7.6	Die Wahl der optimalen Modulen-Parameter	80
8	Solarprodukte und Solarverbraucher	87
8.1	Solarlampen	87
8.2	Elektromotoren für Solarbetrieb	89
8.3	Solar-Ventilatoren	91
8.4	Solar-Pumpen	91
8.5	Elektrogeräte und Elektrowerkzeuge	92

Strom aus den Solarzellen

Elektrischer Strom gehört leider zu den „flüchtigen“ Gütern, die sich nur schwer einfangen, einpacken und in den Urlaub oder auf einen Ausflug in die Natur mitnehmen lassen. Genau genommen fangen die Probleme so richtig erst dann an, wenn eine größere Menge elektrischer Energie benötigt wird, als die gängigen kleinen Batterien oder wiederaufladbaren Akkus „zweckorientiert“ aufbringen können: in der Taschenlampe, im tragbaren Radio oder Fernseher, im Handy, im Elektro-rasierer – oder im Caravan, Reisemobil, Boot, auf der Yacht oder am Campingplatz.

Überall dort, wo es keinen Netzanschluss gibt, bieten Solarzellen eine einfache und günstige Möglichkeit eigener Stromversorgung. Beim Campen, Wandern, Bergsteigen und bei vielen anderen Freizeitaktivitäten kann so ein eigener „Solarstrom-Generator“ nützliche Dienste leisten, die auf andere Weise entweder gar nicht oder nur schwierig zu bekommen sind.

Die konkreten Anwendungen werden anschließend in den einzelnen Kapiteln beschrieben. Allgemein dürften die Nutzungsmöglichkeiten des Solarstroms in folgende Aufgabenbereiche eingeteilt werden:

- Solarlicht (Innen-/Außenbeleuchtung, Alarmbeleuchtung oder Alarmlitzlichter als Einbruchschutz)
- Solarversorgte akustische Geräte (Radio, Alarm-/Einbruchschutz-Sirene, Baby-

Alarm, klangauslösender Annäherungsschalter)

- Solarbetriebene Heiz- und Kochgeräte (Kaffeekocher, Wasserkocher, Heizkissen, Mikrowelle)
- Solarbetriebene Kühlgeräte (Kühlbox, Kühlgerät im Caravan, Kühlschrank)
- Solarbetriebene Belüftungsgeräte (Gartenhaus, Gartenlaube, Gartenpavillon, Wochenendhäuschen, Schrebergartenhaus, Caravan)
- Solarbetriebene Pumpen und Elektromotoren (Springbrunnen, Mini-Wasserfall, Brunnenpumpe, Staubsauger)
- Solarbetriebene Gebrauchsgüter (Notebook, Schreibmaschine, Rasierapparat, Waschmaschine)
- Solarfahrzeuge (Kinderfahrzeuge, solarbetriebene Boote)
- Mit Solarstrom unterstützte Bildübertragung (Fernseher, Baby-Überwachung, Beobachtungen der Natur mit Funk-Kamera)
- Solargenerator für das Nachladen der „Bordbatterien“ im Auto, Caravan, Reisemobil oder auf dem Boot

Die hier aufgeführten Beispiele dienen nur einer schnellen Vorstellung der konkreten Anwendungsmöglichkeiten, schöpfen jedoch bei weitem nicht die tatsächlichen Möglichkeiten der „außerhäuslichen“ Solarstrom-Nutzung aus.

Strom aus den Solarzellen

1

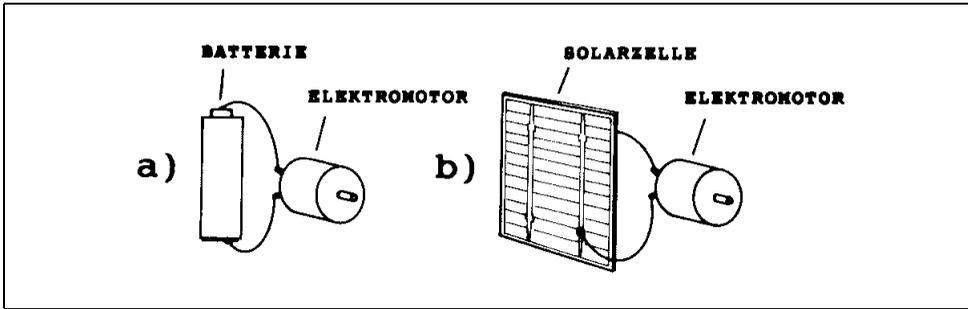


Abb. 1.1: Eine belichtete Solarzelle funktioniert ähnlich wie eine Batterie: a) Batterie-Motorantrieb b) Solarzellen-Motorantrieb

In den Kapiteln 6 und 7 werden die Eigenheiten der Solarzellen und Solarmodule noch näher erklärt. Vorerst genügt es, wenn wir uns eine Solarzelle – bzw. ein Solarzellenmodul (das aus mehreren Solarzellen besteht) – als eine Batterie *nach Abb. 1.1* vorstellen, deren Spannung und Leistung sowohl von der jeweiligen Beleuchtung als auch von der Größe der Zellenfläche abhängt.

Die Spannung einer *einzig* Solarzelle beträgt bei optimaler Belichtung maximal nur ca. 0,46 bis 0,48 Volt (was im Vergleich zu der kleinsten Batterie als „ungewöhnlich“ niedrig erscheinen dürfte). Dafür kann eine

solche „spielkartengroße“ und „spielkartendicke“ Solarzelle (mit Abmessungen von 100 x 100 x 0,4 mm) einen Strom von bis zu 3 Ampere (oder sogar etwas mehr) liefern – was eine Batterie der gleichen „Körpermasse“ bzw. des gleichen Gewichtes nicht im Entferntesten aufbringt.

Wie aus *Abb. 1.2* hervorgeht, können Solarzellen – ähnlich wie Batterien – in Reihe (in Serie) geschaltet werden, um eine höhere Ausgangsspannung zu bekommen. Im Gegensatz zu Batterien werden die Solarzellen üblicherweise bereits herstellerseits in der Form von Solarzellenmodulen (*Solarmodu-*

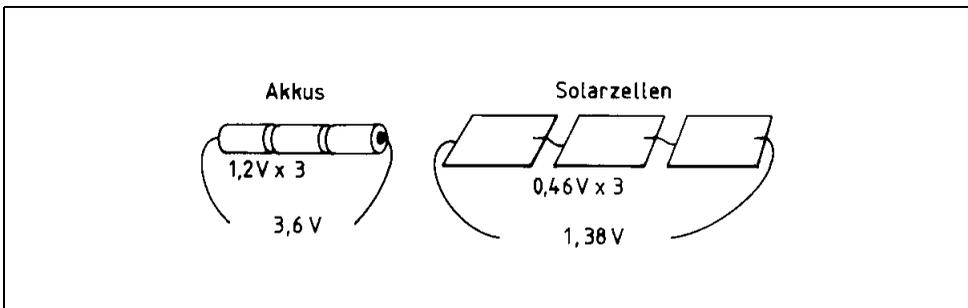


Abb. 1.2: Ähnlich wie Batterien werden auch Solarzellen in Reihe geschaltet, um eine erwünschte (höhere) Ausgangsspannung zu erhalten

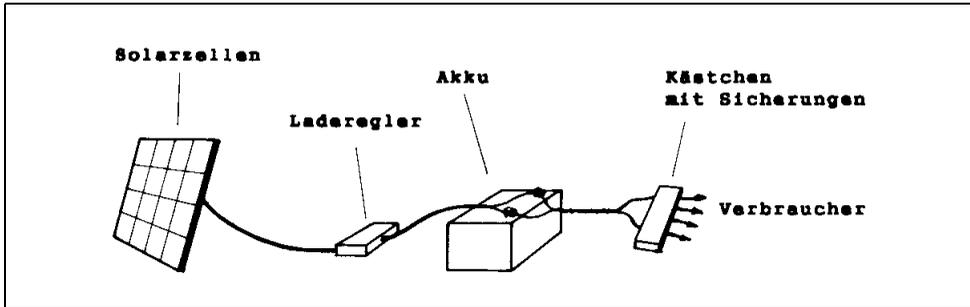


Abb. 1.3: Prinzipschaltung einer fotovoltaischen (solarelektrischen) Stromversorgung: Der Solarstrom wird als Ladestrom für einen Akku verwendet, der als Energiespeicher für die Solarverbraucher fungiert

len) angeboten, die bereits über eine „brauchbare“ *Nennspannung* und *Nennleistung* (z.B. als „**18 Volt / 30 Watt**“) verfügen. Gute (*kristalline*) Solarzellenmodule liefern dann diese *Solarspannung* und *Solarleistung* ca. 20 Jahre lang – was im Vergleich zu einer Batterie eine ganz „stolze“ Lebensdauer darstellt.

Für eine bescheidene Stromversorgung – mit der sich auch die gängigen Solar-Taschenrechner zufrieden geben – genügt es, wenn die Solarzellen nur relativ wenig Licht (worumher auch Kunstlicht) erhalten, um sozusagen auf Sparflamme arbeiten zu können. Ansonsten ist für die meisten Anwendungen eine ausreichende „Dosierung“ an Sonnenlicht notwendig. Mit Kunstlicht ginge es zwar auch, aber ein derartiger „Umweg“ eignet sich nur für Testzwecke, denn normalerweise würde dies keinen Sinn ergeben.

Die übliche Anwendungsart der solarelektrischen Stromerzeugung als sogenannte „*netz-unabhängige Inselanlage*“ zeigt Abb. 1.3. Es handelt sich im Prinzip um dieselbe Art der

Stromversorgung, wie bei einem jeden Auto – in dem allerdings (anstelle der Solarzellen) eine vom Automotor angetriebene „*Lichtmaschine*“ den Ladestrom erzeugt.

Manche Verbraucher (z.B. Pumpen, Ventilatoren oder kleinere Wärmegeräte) können unter Umständen direkt vom Solarzellenmodul (Solarmodul) betrieben werden. Wenn beispielsweise eine Springbrunnenpumpe nach Abb. 1.4 direkt vom Solarzellenmodul betrieben wird, hängt natürlich ihre Leistung von der jeweiligen Spannung und Leistung des Solarzellenmoduls ab. Eine solche Betriebsart eignet sich unter Umständen auch für sonnenscheinabhängiges Kühlen oder Lüften (Caravan-Belüftungsventilatoren), denn hier darf die Leistung mit der Sonnenschein-Intensität variieren.

Wesentlich besser ist jedoch in den meisten Fällen eine Solaranlage nach Abb. 1.3. Auf den ersten Blick scheint diese Lösung durch den zusätzlichen Laderegler und Akku aufwendiger bzw. kostspieliger zu sein, als eine direkte Stromversorgung. In Wirklichkeit ist

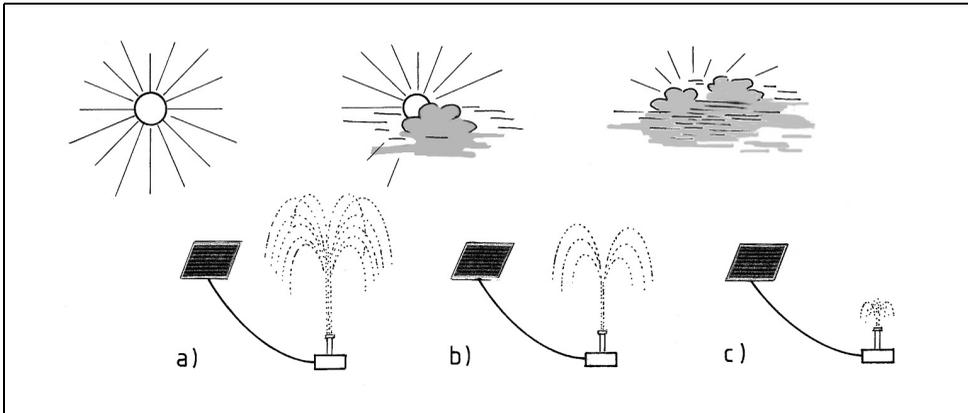


Abb. 1.4: Eine Springbrunnenpumpe kann ohne einen Energie-Zwischenspeicher direkt vom Solarzellenmodul betrieben werden, wenn man sich damit zufrieden gibt, dass ihre Leistung von der jeweiligen Intensität der Sonnenstrahlen abhängt: a) Bei strahlendem Sonnenschein ist die Pumpenleistung optimal. b) Bei leicht bewölktem Himmel nimmt die Pumpenleistung ab. c) Bei stärker bewölktem Himmel arbeitet die Pumpe entweder nur sehr dürftig oder gar nicht.

es jedoch in den meisten Fällen genau umgekehrt: Bei einer direkten Stromversorgung muss die Leistung des Solarmoduls auf den vollen Leistungsbedarf des angeschlossenen Verbrauchers abgestimmt sein. Bei einer Stromversorgung über einen Akku kann in den meisten Fällen die Leistung des Solarmoduls wesentlich niedriger sein, als der eigentliche Leistungsbedarf des Verbrauchers (bzw. der Verbraucher). Die meisten solarbetriebenen Verbraucher werden ja oft nur für eine kurze Zeit an den Akku angeschlossen.

Als Beispiel kann ein elektrischer Wasserkocher dienen: Der Akku (als Solarenergie-Speicher) muss hier groß genug sein, um den Kocher-Stromverbrauch für die vorgesehene Betriebszeit decken zu können. Da es sich hier jedoch jeweils nur um einige Betriebsminuten pro Tag handelt, kann die Leistung des

Solarmoduls beispielsweise nur bei etwa 5% der Nennleistung des Wasserkochers liegen (vorausgesetzt, die solarelektrische Stromversorgung wird nicht auch noch anderweitig genutzt).

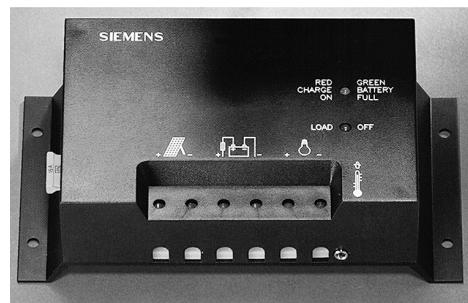


Abb. 1.5: Ausführungsbeispiel eines kleinen handelsüblichen Ladereglers

Wie annähernd jedem Autofahrer bekannt ist, reagiert eine Autobatterie „überempfindlich“ auf zu tiefes Entladen. Ein einziges „zu tie-

fes“ Entladen einer Autobatterie genügt, um sie zu vernichten. Sie hält danach nicht mehr „die Spannung“ bzw. kann nicht mehr die elektrische Energie akkumulieren.

Dies gilt allerdings nicht nur für die Autobatterie, sondern für alle Blei-Akkus. Um dies zu verhindern, wird bei Solaranlagen der Anlagen-Akku (der bis auf Ausnahmen als Blei-Akku ausgelegt ist) mit einem zusätzlichen **Tiefentladeschutz** nach *Abb. 1.6/1.7* versehen. Seine Aufgabe ist einfach: Er schaltet alle angeschlossenen Verbraucher ab, wenn die Akkuspannung auf ein gefährliches Minimum gesunken ist und schaltet sie (ebenfalls automatisch) erst dann wieder zu, wenn der Akku vom Solarmodul etwas nachgeladen wurde.

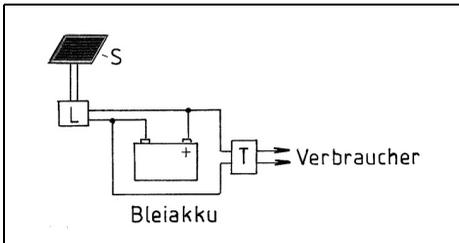


Abb. 1.6: Ein Bleiakku sollte grundsätzlich mit einem Tiefentladeschutz gegen zu tiefe Entladung geschützt werden; der Tiefentladeschutz **T** wird zwischen den Akku und die Verbraucher angeschlossen (**S** = Solarmodul, **L** = Laderegler)

Tiefentladeschutz-Geräte gibt es als selbstständige Bausteine, als Bausätze oder sie befinden sich – quasi als „Untermieter“ – direkt im Gehäuse des Ladereglers (darauf ist beim Kauf eines Ladereglers zu achten). Sie sind vom Hersteller so ausgelegt, daß sie bei vorgegebenen Spannungsschwellen, die an sie angeschlossenen Verbraucher ab- und einschalten.



Abb. 1.7: Ausführungsbeispiel eines Tiefentladeschutz-Gerätes (Foto Conrad Electronic)

So geht z.B. aus den technischen Daten eines Tiefentladeschutzes hervor, dass die Verbraucher abgeschaltet werden, wenn die Batteriespannung (einer 12 V-Batterie) auf 11,1 V sinkt. Das ist die sogenannte „*Entladeschlussspannung*“ (auch Entlade-Endspannung genannt). Der Tiefentladeschutz schließt hier die Verbraucher erst dann wieder an, wenn die Batteriespannung auf eine *Wiedereinschalt-Spannungsschwelle* von ca. 12,4 V nachgeladen wurde.

Zwischen der Spannungsschwelle, bei der es zum Abschalten kommt und der Spannungsschwelle, bei der die Verbraucher wieder zugeschaltet werden, liegt immer ein gewisser Spannungsunterschied. Dies ist dadurch bedingt, dass sich die Spannung eines Akkus nach Abschalten der Belastung immer automatisch etwas erholt, auch wenn kein Nachladen folgt.

Wenn der Tiefentladeschutz bereits direkt im Laderegler integriert ist, dann werden die Verbraucher nicht an den Akku, sondern an Klemmen am Laderegler angeschlossen. Den Anwender braucht dabei nicht zu interessieren, auf welche Weise hier die Schaltungen innen ausgeführt wurden.

Manche Solarverbraucher sind mit einem eigenen Tiefentladeschutz bereits vom Hersteller ausgestattet. Wenn an den Anlagen-Akku *nur* derartig geschützte Verbraucher angeschlossen werden, braucht dieser verständlicherweise keinen zusätzlichen Tiefentladeschutz.

Dass eine Autobatterie im Fahrzeug nur dann nachgeladen wird, wenn der Motor läuft, dürfte sich wohl herumgesprochen haben. Bei einer Solarstrom-Versorgung übernimmt das Solarzellenmodul die Aufgabe der „Lichtmaschine“ (die als elektrischer Stromgenerator fungiert). Den Motor ersetzt hier die Sonne und der Solargenerator arbeitet somit kostenlos und verdient einen Teil der Investition zurück.

Einige Leser werden sich wohl die Frage nach der Zuverlässigkeit von so einer „Solarstrom-Versorgung“ stellen. Gewissermaßen berechtigt, denn nicht alle Solar-Produkte funktionieren so zuverlässig, wie die bereits etablierten Solar-Taschenrechner. Theoretisch dürfte hier gelten, dass es nur von der optimalen Dimensionierung so einer „Anlage“ abhängt, wie zuverlässig sie immer den benötigten Strombedarf decken kann. Praktisch wird es im individuellen Ermessen liegen, ob es sich bei dem einen oder anderen Vorhaben lohnt,

so eine „mobile“ Stromversorgung ausreichend bis großzügig zu dimensionieren oder ob Kompromisse in Kauf genommen werden.

Wer „motorisiert“ unterwegs ist, der wird zum Teil auch den Akku des Fahrzeuges für diverse Stromversorgung mitbenutzen oder einen Zweitakku auch von dessen Lichtmaschine aus direkt laden können.

1.1 Wie groß muss ein Solarmodul sein?

Schon für die Planungsüberlegungen ist es wichtig zu wissen, worauf man sich bei so einer mysteriösen Energiequelle „einläßt“. Am interessantesten dürfte im Allgemeinen die Antwort auf die Frage sein, welche Leistung ein modernes Solarmodul pro Quadratmeter Modulen-Fläche aufbringen kann.

Gute moderne Solarmodule, die mit kristallinen Solarzellen bestückt sind, erbringen an einem sonnigen Tag eine Leistung von etwa 120 Watt pro Quadratmeter Modulen-Fläche. Auf nähere technische Details kommen wir noch in Kap. 7 zurück, aber vorerst hilft uns diese Auskunft weiter.

Es wurde bereits vorher erklärt, daß die benötigte Solarleistung auch davon abhängt, ob ein Direktbetrieb (vom Solarmodul zum Verbraucher) oder ein Betrieb über einen Zwischenspeicher (Akku) vorgesehen ist.

Wenn beispielsweise *nach Abb. 1.9 a* ein 12 V/3 A-Gleichstrom-Motor direkt vom Solarzellenmodul aus betrieben werden soll,

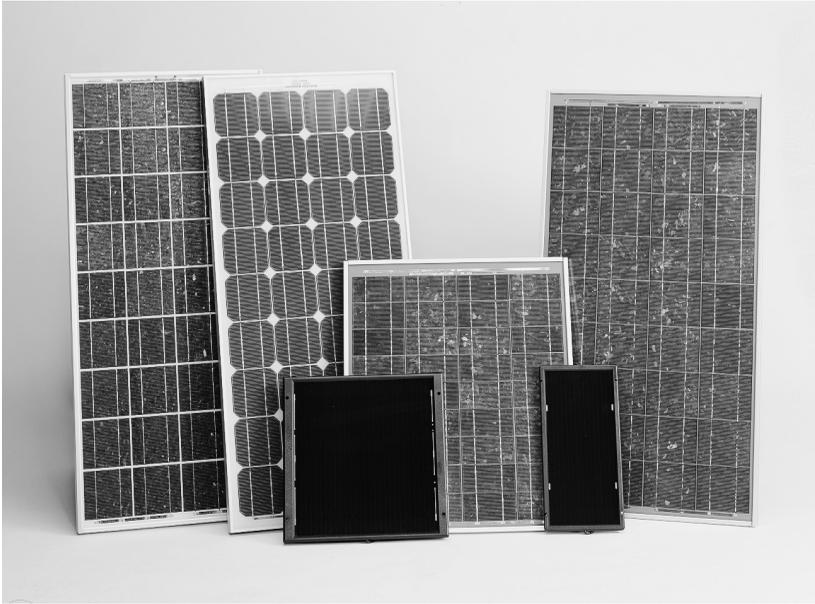


Abb. 1.8: Solarzellenmodule sind in verschiedenen Größen und mit verschiedenen elektrischen Kenndaten erhältlich (Foto Conrad Electronic)

müßte das angewendete Solarmodul eine **Nennspannung** von **12 V** und einen **Nennstrom** von **3 A** liefern können (die benötigte Modulenfläche würde ca. $0,33 \text{ m}^2$, die Modulen-**Nennleistung** ca. **36 W** betragen).

Wird derselbe Motor von einem Akku *nach Abb. 1.9 b* betrieben, kann das Solarzellenmodul üblicherweise wesentlich kleiner sein – vorausgesetzt, es handelt sich um einen Motor, der nur sporadisch benötigt wird. In unserem Fall müßte das angewendete Solarzellenmodul aber eine „angemessen“ höhere Ladespannung liefern können (anders könnte der Akku nicht geladen werden), aber der Modulen-**Nennstrom** dürfte wesentlich niedriger dimensioniert werden (wie niedrig, das hängt nur von der täglichen Betriebs-Zeitspanne des

Motors ab). Die Modulenfläche des in *Abb. 1.9 b* eingezeichneten $16,5 \text{ V}/0,4 \text{ A}$ -Moduls würde nur ca. $0,055 \text{ m}^2$ und die Modulen-**Nennleistung** nur ca. **6,6 W** betragen.

Der Hinweis auf die Flächengröße dient hier nur der Vorstellung in Bezug auf das Unterbringen des Moduls (am Fahrzeugdach, im Kofferraum des Autos u.ä.). Die Modulen-**Nennleistung** ist nur eines der drei wichtigsten, elektrischen Modulen-Parameter, die folgendermaßen zusammenhängen:

$$\text{Spannung [in Volt]} \times \text{Strom [in Ampere]} = \text{Leistung [in Watt]}$$

Wenn einer von diesen drei Parametern von einem Hersteller (bei den technischen Daten

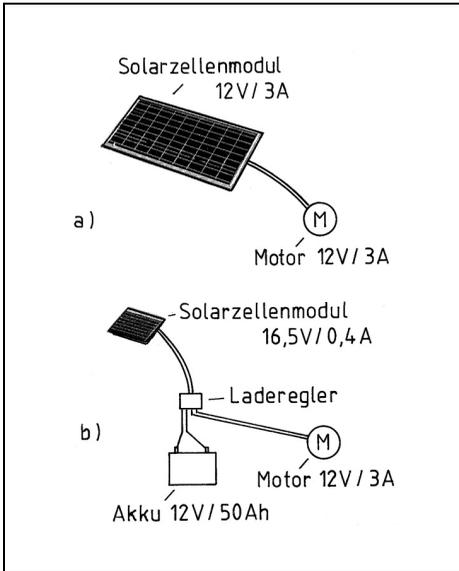


Abb. 1.9: Die optimale Spannung, Leistung und Größe eines Solarzellenmoduls hängt auch davon ab, ob ein Verbraucher (z.B. ein Motor) direkt oder über einen Akku betrieben wird: a) Beim Direktbetrieb muss das Modul die volle Nennspannung und den vollen Nennstrom des Motors liefern können. b) Wird der Motor über einen Akku (als Energiespeicher) betrieben, kann das Solarzellenmodul oft wesentlich kleiner sein.

eines Solarmoduls oder bei einem elektrischen Verbraucher) nicht angegeben ist, lässt er sich leicht ausrechnen:

$$\text{Leistung [in Watt]} : \text{Spannung [in Volt]} = \text{Strom [in Ampere]}$$

$$\text{Leistung [in Watt]} : \text{Strom [in Ampere]} = \text{Spannung [in Volt]}$$

So kann beispielsweise ein 12 V/30 W-Solarmodul folgenden Nennstrom liefern: 30 W geteilt durch $12 \text{ Volt} = 2,5 \text{ Ampere}$

Eine 12 V/20 W-Glühlampe hat einen Stromverbrauch von:

$$20 \text{ W} \text{ geteilt durch } 12 \text{ Volt} = 1,67 \text{ Ampere}$$

In der Praxis brauchen wir die Stromabnahme einzelner Verbraucher auch für die Berechnung der benötigten Akku-Kapazität (*in Amperestunden*). Wenn wir z.B. bei einer elektrischen 12 Volt/40 Watt-Kühlbox nirgendwo eine Angabe über die Stromabnahme (*in Ampere*) finden, kein Problem! Wir rechnen sie einfach aus:

$$40 \text{ W} : 12 \text{ V} = 3,33 \text{ A}$$

Wenn diese Kühlbox eine Stunde lang von einem Akku betrieben wird, verbraucht sie (maximal) 3,33 Ah (*3,33 Amperestunden*) von seiner Kapazität. Wird sie zwei Stunden lang betrieben, verbraucht sie (maximal) das Doppelte: 6,66 Ah (usw.). Sie bezieht elektrischen Strom allerdings nur solange, bis ihre Innentemperatur das eingestellte Niveau erreicht. Danach schaltet der Innenthermostat die Stromzufuhr ab und schaltet diese jeweils erst dann wieder ein, wenn die Innentemperatur gestiegen ist.

Ein voll aufgeladener 60 Ah-Akku könnte unsere Kühlbox (deren Stromabnahme 3,33 A beträgt) *mindestens* ca. 18 Stunden lang mit Strom versorgen ($60 \text{ Ah} : 3,33 \text{ Ah} = 18 \text{ Betriebsstunden}$).

Auf dieselbe Weise lässt sich der Verbrauch einzelner Elektrogeräte und Leuchtkörper ausrechnen, die für eine solarelektrische Stromversorgung vorgesehen sind. Das Prinzip lässt sich am einfachsten mit Hilfe der

Abb. 1.10 simulieren: Die Kapazität eines Akkus in Ah (Amperestunden) stellt seinen „energetischen Inhalt“ dar, der mit dem Inhalt eines Weinfasses (in Litern) vergleichbar ist. Je nachdem wie oft und wie kräftig der „Inhalt“ angezapft wird, steht er zur Verfügung (auf technisch orientierte Beispiele kommen wir noch in weiteren Kapiteln zurück).

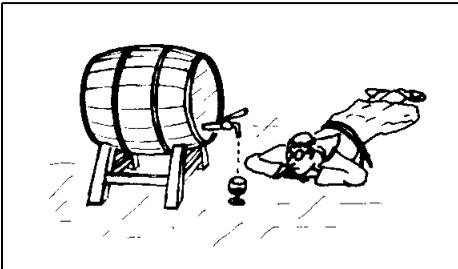


Abb. 1.10: Die Kapazität eines Akkus stellt einen „energetischen Inhalt“ dar, der mit dem Inhalt eines Weinfasses vergleichbar ist

Der Verbrauch der Akku-Kapazität muß dann meistens voll von den Solarzellen „nachgeliefert“ werden – es sei denn, man nutzt zum Nachladen der „Solarbatterie“ teilweise auch die Pkw- oder Reisemobil-Lichtmaschine.

Beim Laden bzw. Nachladen der „Solarbatterie“ entstehen Ladeverluste, die zwischen ca. 10% bis 20% liegen (was vor allem von der Qualität der verwendeten Batterie abhängt). Wir werden einfachheitshalber einheitlich mit 20% Ladeverlusten rechnen.

Mit dem Nachladen eines Bleiakku ist es im Prinzip sehr einfach: Der Akku wird über einen *Solar-Laderegler* an das Solarmodul angeschlossen und damit ist die Installation dieser „photovoltaischen Ladevorrichtung“ erledigt.

Laderegler sind entweder als kleine Fertiggeräte, als Bausätze oder auch in der Form eines einfachen ICs erhältlich, das ähnlich aussieht wie ein gängiger Spannungsregler und zudem auch auf dieselbe Weise angeschlossen wird – wie der *Abb. 1.11* zu entnehmen ist. Der hier aufgeführte integrierte Laderegler *Typ PB 137* ist für 12 Volt-Bleiakkus konzipiert und kann einen Ladestrom von max. 1,5 A verkraften (allerdings mit einem gängigen *TO-220-Kühlkörper*). Er verfügt jedoch über einen thermischen Überlastschutz und ist somit nahezu unzerstörbar.

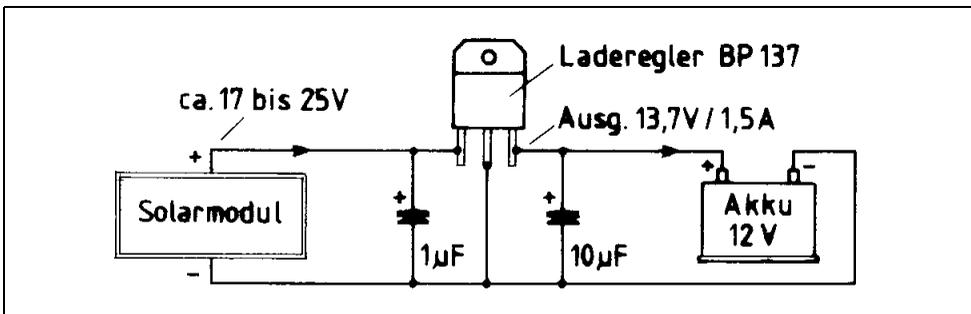


Abb. 1.11: Ein moderner integrierter Bleiakku-Laderegler unterscheidet sich äußerlich nicht von einem integrierten Spannungsregler.

Der an sich bescheidene maximale Ladestrom des integrierten Ladereglers beschränkt seine Anwendung auf kleinere Solarstrom-Versorgungen. Was unter dem Begriff „kleinere“ zu verstehen ist, hängt von dem Nachladebedarf ab und lässt sich folgendermaßen erklären:

Beim „normalen“ Laden (Nachladen) eines Bleiakkus darf der Ladestrom maximal 10% der Akku-Kapazität in Ah betragen. Es gibt zwar auch spezielle „Schnelllade-Verfahren“, bei denen der Ladestrom wesentlich höher ist, aber die werden bei der Solartechnik nicht angewendet. Hier wird im Gegenteil oft ein wesentlich niedrigerer Ladestrom als die 10% der Akku-Kapazität eingeplant, um den Kostenaufwand für das Solarmodul zu drücken. Dann dauert jedoch das Nachladen des Akkus entsprechend länger – was wiederum nur bei einer Solarstromversorgung in Kauf genommen werden kann, bei der „pro Tag“ nur ein kleiner Teil der Akku-Kapazität beansprucht wird.

Wir sehen uns die Sache einfachheitshalber anhand eines praktischen Beispiels an: Ein 12 V/36 Ah-Bleiakku darf maximal mit einem 3,6 A-Ladestrom (10% seiner Kapazität) geladen werden. Das Solarmodul müsste daher für den vorgesehenen Nennstrom von 3,6 A ausgelegt werden. Um einen leeren Akku voll aufzuladen, müsste das Solarmodul rein rechnerisch ganze 12 Stunden lang (in Hinsicht auf die 20% Ladeverluste) den vollen Ladestrom in den Akku laden können.

Das ist jedoch in der Praxis nicht so perfekt realisierbar. Wer etwas Erfahrung mit dem Laden einer Autobatterie hat, dem ist be-

kannt, dass die Ladestrom-Abnahme von der jeweiligen Batteriespannung (bzw. vom Stand der jeweiligen Entladung), von der Kapazität (in Ah) und von dem Laderegler abhängt.

Eine „ziemlich leere“ Batterie zeigt sich in Hinsicht auf die volle Ladestrom-Abnahme sehr kooperativ. Nachdem sie jedoch „eingermaßen“ nachgeladen ist, fängt ihre Ladestrom-Abnahme zu sinken an – was sich insbesondere in der Endphase des Ladens bemerkbar macht.

Von der zur Verfügung stehenden Ladespannung und von der Qualität des Ladereglers hängt dann in der Praxis ab, wie schnell und wie gut sich der Akku wieder voll auflädt. Innerhalb von den theoretischen 12 Stunden gelingt ein perfektes Nachladen zwar nicht, aber bei einer kleinen Solaranlage spielt dieser Aspekt keine zu wichtige Rolle – vorausgesetzt, die Akku-Kapazität wird von vornherein etwas höher dimensioniert und man lädt dann überwiegend nur noch in dem Bereich „fast leer/fast voll“ auf. Die Philosophie dürfte sich hier an dem Beispiel des Weinfasses aus *Abb. 1.8* orientieren: Es kommt nicht nur darauf an, wie voll so ein Weinfass ist, sondern wie groß es ist.

Zudem kann man von einem Solarmodul nicht erwarten, dass es 12 Stunden hintereinander den vollen Ladestrom liefert. So wird beispielsweise ein Solarmodul, dessen Nennstrom laut Herstellerangabe 3 A beträgt, nicht gleich nach dem Sonnenaufgang den vollen Nennstrom liefern und dies bis zum Sonnenuntergang durchhalten.

Je nachdem, wie das Solarmodul gegen die Sonne ausgerichtet wird, fängt es auch an einem sonnigen Sommertag z.B. erst um 7 Uhr mit einem langsam ansteigenden Ladestrom zu laden an. Wenn das Solarmodul beispielsweise waagrecht am Caravandach liegt, wird es nur zwischen ca. 10 und 15 Uhr mit dem vollen (oder zumindest annähernd vollen) Ladestrom von 3 A den Akku laden. Danach (in diesem Fall zwischen ca. 15 und 19 Uhr) wird sowohl der Ladestrom als auch die Ladespannung gleitend sinken. Sobald die Solarspannung auf das Spannungs-Niveau sinkt, das in dem Moment der Akku (schon) hat, kann kein Ladestrom mehr vom Laderegler in den Akku fließen.

Je nachdem, wie gut der Akku an dem einen oder anderen Tag aufgeladen ist, nutzt er den Solarstrom als Ladestrom – also nur wenn er ihn benötigt bzw. wenn ein Ladestrom wetterbedingt vorhanden ist. Ist bei einem regnerischen Wetter kein Nachladen des Akkus möglich, muß er einfach warten, bis sich die Sonne wieder von ihrer „besten Seite“ zeigt.

Nun ist natürlich folgende Gegenfrage fällig: „Und was ist, wenn es etliche Tage lang regnet?“ Die Antwort ist einfach: „Da läuft nichts. Deshalb muß die Kapazität des Akkus bereits bei der Anlagenplanung ausreichend großzügig dimensioniert werden, um auch mehrere nacheinander folgende, sonnenarme Tage überbrücken zu können.“

Die Aussagekräftigkeit dieser an sich einfachen Antwort lässt sich naturbedingt nicht mit Tabellen oder Formeln untermauern. Es bleibt immer dem persönlichen Ermessen des Anwenders überlassen, wie er bei so einem Vor-

haben den Energiebedarf und die Anzahl der nacheinander folgenden, „möglichen“ sonnenarmen Tage einschätzt. Dabei kommt es auch darauf an, wie wichtig es ihm erscheint bzw. wie wichtig es tatsächlich ist, dass der Akku als Energiequelle nicht versagt.

Theoretisch lässt sich zwar so ein Anliegen gar nicht in ein solides „Schema“ unterbringen, aber in der Praxis ist das Ganze gar nicht so problematisch, wie es auf den ersten Blick aussieht. In einem Caravan oder Reisemobil ist zum Beispiel der Bedarf nach elektrischem Lüften oder Kühlen am größten, wenn die Sonne kräftig scheint. Zudem kann ein leerer „Solar-Akku“ notfalls auf einem Campingplatz vom elektrischen Netz nachgeladen werden (danach kann man wieder weiter durch die Gegend streunen).

Außerdem gehört zu den Vorteilen einer jeder Solarstromversorgung, dass man problemlos jederzeit sowohl die Kapazität des Akkus (Bordakkus oder Zweitakkus), als auch die Leistung der Solarzellen durch weitere „Bausteine“ erhöhen kann.

Man muss sich allerdings darauf einstellen, dass hier die Technik den Naturkräften unterliegt und dass nicht immer alles so verläuft, wie man es gerne haben möchte. Trotzdem ist Solarstrom eine feine Sache, aber vor allem nur dann, wenn es keine bessere oder bequemere Alternative gibt.

Bei unseren bisherigen Ausführungen haben wir im Zusammenhang mit Akku-Laden die *Solarspannung* jeweils nur quasi „nebenbei“ erwähnt. Dies jedoch nur aus dem Grund, damit die Aufklärung nicht zu kompliziert wird.

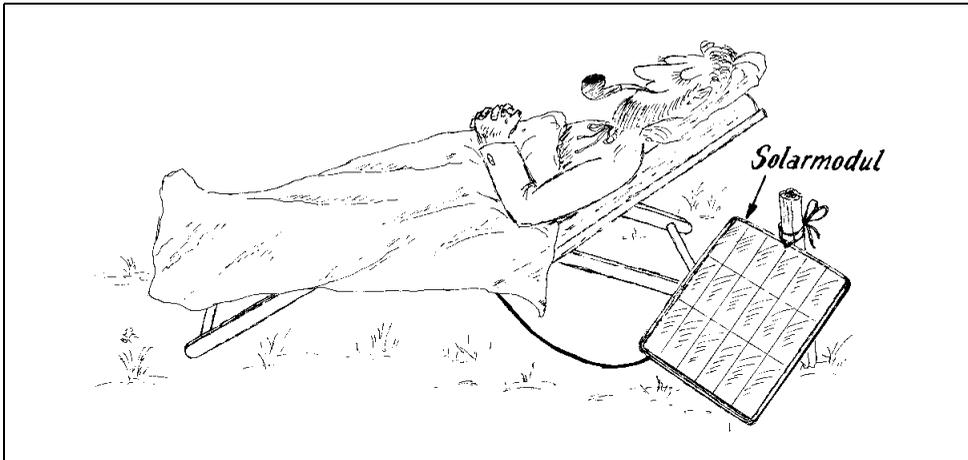


Abb. 1.12: Ein solarbetriebenes elektrisches Heizkissen kann an so manchen kühleren Tagen das Wohlbefinden beim Liegen im Freien sehr steigern ...

In Wirklichkeit hat die Solar-Ladespannung (*Modulen-Nennspannung*) einen sehr wichtigen Stellenwert und verdient eine besondere Beachtung.

Bei einer Solarversorgung ohne Zwischenspeicher ist es mit der Wahl der Solarspannung einfach (wie bereits an anderer Stelle erklärt wurde). Hier ist auch in vielen Fällen die „Nutzungsdauer“ der Solarenergie pro Tag wesentlich länger, wenn Verbraucher verwendet werden, die auch bei einer Unterspannung (und bei niedrigem Strom) arbeiten.

Darunter ist folgendes zu verstehen: Ein 12 V-Ventilator oder eine gute 12 V-Pumpe fangen beispielsweise schon bei einer Versorgungsspannung von ca. 3 V bis 5 V zu drehen an. Sie leisten zwar bei einer Unterspannung nicht die volle Arbeit, aber sie arbeiten dennoch.

Noch effizienter arbeiten in der Hinsicht Verbraucher, bei denen der Strom in Wärme (oder

in Kälte) umgewandelt wird. Als Beispiel dürfte hier ein elektrisches Heizkissen dienen, das man sich an einem sonnigen (aber kühlen) Frühlingstag *nach* Abb. 1.12 unter die Füße (oder unter den „Allerwertesten“) legt. Hier wird jeder kleinste „Tropfen“ des Solarstroms in Wärme umgewandelt und das Solarmodul kann vom Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang genutzt werden (auch wenn der Solarstrom am frühen Morgen oder am späten Nachmittag nur sehr bescheiden wärmt).

Bei jeder Art eines solchen Direktbetriebes hängt die Nutzung des einen oder anderen Verbrauchers von seiner Art und seiner Funktionsweise ab. Damit ist Folgendes gemeint: Ein elektrisches Heizkissen oder ein Ventilator arbeiten beispielsweise zufriedenstellend auch bei einer Unterspannung, Lampen zeigen sich dagegen in der Hinsicht ziemlich „unkooperativ“, denn ihre Leuchtkraft nimmt überproportionell ab, wenn ihre Versorgungsspannung um mehr als ca. 10 bis 15% sinkt.

Ähnlich ist es beim Laden mit Solarstrom: Eine Solaranlage, die mit einem Akku als Zwischenspeicher arbeitet, beginnt das Laden des Akkus erst dann, wenn die Ladespannung höher ist als die jeweilige Spannung des Akkus. Wenn an einem Vormittag die Akkuspannung z.B. nur noch 10,7 V beträgt, fängt das Laden erst dann an, wenn die Solarspannung am Laderegler-Ausgang auf mindestens 10,8 V gestiegen ist.

Soll eventuell ein noch ziemlich „voller“ Akku nachgeladen werden, der eine Spannung von 12 V hat, beginnt das Laden erst dann, wenn die Ladespannung höher als 12 V ist. Solange jedoch die Ladespannung nur geringfügig höher ist als die jeweilige Akkuspannung, nimmt der Akku auch nur einen sehr niedrigen Ladestrom ab (ohne Rücksicht darauf, wieviel Strom das Modul tatsächlich in dem Moment liefern könnte).

Solarmodule, die fürs Nachladen von Akkus vorgesehen sind, müssen aus diesem Grund immer für eine wesentlich höhere *Nennspannung* ausgelegt sein als die Nennspannung des Akkus ist. Soweit nur zu der etwas allgemeinen Vorinformation. Näheres zu diesem Thema finden Sie im Kap. 7.

1.2 Akkus als Solar-energie-Speicher

Als Solarenergie-Speicher eignen sich im Prinzip alle handelsüblichen wiederaufladbaren Akkus. Die Spannung und die Kapazität des angewendeten (oder vorgesehenen) Akkus richtet sich nur nach dem Spannungs-

Leistungs- und Kapazitätsbedarf der „elektrischen Verbraucher“, die er betreiben soll.

Für die Stromversorgung von kleinen Verbrauchern (elektronische Kleingeräte, kleine Lampen, Solar-Spielzeuge) genügt oft ein kleiner NiCd- oder NiMH-Akku bzw. ein sehr kleiner Bleiakku. Wenn eine größere „Speicherkapazität“ benötigt wird, kommen größere Bleiakkus (worunter Autobatterien oder Solarbatterien) zum Einsatz. Als Bordbatterien im Caravan, Reisemobil, auf dem Boot oder auf einer Yacht werden z.B. oft mehrere Autobatterien miteinander parallel verbunden. *nach Abb. 1.13* verbunden.

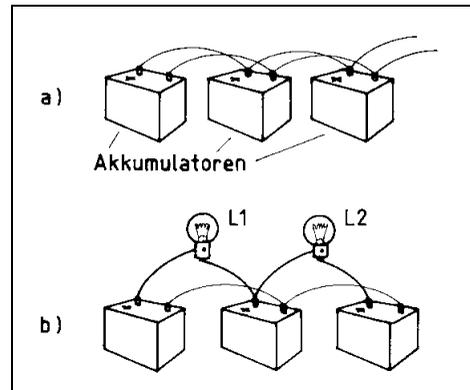


Abb. 1.13: Um eine höhere Kapazität zu erhalten, werden üblicherweise mehrere Akkus (derselben Marke und Größe) parallel betrieben: a) Prinzip der Verschaltung. b) Bevor man mehrere Akkus miteinander „leitend“ verbindet, sollten ihre Spannungen erst mit Hilfe zusätzlicher Glühlampen aneinander angeglichen werden.

Die Anzahl der Batterien darf zwar theoretisch unbegrenzt sein, aber praktisch ist Folgendes zu berücksichtigen: Je mehr Batterien miteinander verbunden werden, desto genau-

er sollten sie parametrisch aufeinander abgestimmt sein. Dabei genügt nicht, dass es sich um Akkus derselben Marke und Leistung handelt. Sie sollten auch möglichst gleich alt sein und identisches Lade-/Entladerverhalten aufweisen. Andernfalls laden sie sich nicht ausgewogen auf und ein einziger „alterschwacher“ Akku wirkt sich quasi als ein „Verbraucher“ aus, der die anderen Akkus zu schnell entlädt. Dies muss nicht immer gleich kritisch sein, aber es ist darauf zu achten.

Eine einfache Kontrolle der Selbstentladung ist in der Hinsicht am aussagekräftigsten: Die Akkus werden erst (einzeln, gemeinsam oder kombiniert) mit einem Ladegerät voll aufgeladen, unbelastet abgestellt und nach ca. 4 bis 6 Wochen wird mit einem Voltmeter nachgemessen, ob keiner davon durch eine zu hohe Selbstentladung einen merkbar größeren Spannungsverlust aufweist als der Rest.

Darunter ist Folgendes zu verstehen: Die Spannung wird nach ca. 6 Wochen durch die Selbstentladung (markenabhängig) beispielsweise bei einem der Akkus auf 11,6 V, bei dem Rest nur auf 12,2 V sinken. Schon eine derartige Differenz beim Selbstentladen weist darauf hin, dass der eine zu tief entladene Akku etwas zu sehr „aus der Reihe“ fällt, die restlichen Akkus gewissermaßen belastet und einen unnötig großen Teil des „kostbaren“ Solar-Ladestroms für sich in Anspruch nimmt.

Hier hilft oft, wenn man alle Akkus auf gleiches Niveau mit destilliertem Wasser nachfüllt, evtl. den Elektrolyt nachkontrolliert (bzw. nachfüllen lässt), danach alle Akkus nochmals auflädt, auf ca. 10,5 V entlädt, neu auflädt und nochmals die Selbstentladung nach z.B. 8 Wo-

chen nachmisst. In den meisten Fällen bringt dieser „Eingriff“ Erfolg. Andernfalls hilft nur noch ein Austausch des schwachen Akkus.

Die eigentliche Wartung stellt bei modernen Autobatterien oder Solarakkus an den Anwender fast keine Ansprüche. Wer dazu genügend Zeit und Lust hat, sollte mindestens einmal oder zweimal pro Jahr Folgendes nachkontrollieren:

- ob eines der Batterieglieder nicht mit destilliertem Wasser nachgefüllt werden muss (die Elektroden sollen mindestens ca. 5 mm tief unter dem Elektrolyt-Spiegel sein). Zum Auffüllen des Akkus wird normalerweise nur destilliertes Wasser verwendet.
- ob seine Anschlussklemmen nicht grüne Korrosionsverschmutzungen aufweisen (sie werden mit einem trockenen Tuch gereinigt und neu eingefettet).

Bei Akkus, die als Solarenergie-Speicher dienen sollen, stellt die Problematik des Ladens etwas gehobeneren Ansprüche an das fachorientierte Grundwissen des Anwenders. Es ist ja verständlich, dass man hier im Bilde darüber sein muss, für welche Spannung und Kapazität der Akku ausgelegt sein sollte und welche Spannung und welchen Ladestrom das verwendete Solarmodul liefern muss, um den Akku ausreichend nachladen zu können.

Ansonsten steht dem Anwender eine große Auswahl an diversen „normalen“, handelsüblichen Bleiakkus aller Art zur Verfügung (worunter Autobatterien, Rollstuhl-Akkus, Modellbau-Akkus, usw.) und einige „spezielle Solar-Akkus“.

Mit den „speziellen“ Vorteilen der oft übertrieben hochgepriesenen „echten Solarakkus“ ist es bei weitem nicht so toll, wie es so mancher Hersteller den Kunden gerne glaubhaft machen möchte. Oft werden hier als Vorzeige-Parameter *Eigenschaften* hervorgehoben, über die im gleichen Maße – oder zumindest annähernd gleichen Maße – *jede gute moderne Autobatterie* verfügt. Bei den Autobatterien werden jedoch diese Eigenschaften üblicherweise nur von den Autoherstellern beachtet und der Autofahrer wird mit eventuellen weiteren Parametern einfach verschont. Mit Recht, denn man hat ja als ein normaler Mensch kaum Interesse daran, wie es mit der Selbstentladung oder mit dem Ladeverhalten einer solchen Batterie steht. Hauptsache „das Zeug“ geht lange genug mit und funktioniert im Auto zuverlässig. Dafür hat hier allerdings der Autohersteller zu sorgen – was er auch macht.

Wenn heutzutage die Autobatterie eines normalen Mittelklasse-Wagens in der Praxis eine Lebensdauer von 10 Jahren erreicht (oder sogar überschreitet), ist es kein technisches Wunder mehr. Und wenn ein Hersteller eine vergleichbar lange Lebensdauer bei einem „Solarakku“ anpreist, ist es auch in Ordnung. Es spricht ja nichts dagegen, dass man z.B. Rassehunde anbietet und dabei hervorhebt, dass sie mit dem Schwanz wedeln können. Kann ja auch nicht jeder!

Andererseits verfügen viele der „echten“ Solarakkus tatsächlich über einige technische Parameter, die etwas besser sind, als die der normalen Autobatterien. Manche der Solarakkus sind z.B. völlig „wartungsfrei“ konzipiert, weisen eine erhöhte Frostunempfindlichkeit,

eine etwas niedrigere Selbstentladung und niedrigere Ladeverluste auf. Das sind jedoch alles technische Eigenschaften, die auch jeder Autobatterien-Hersteller anstrebt – allerdings wird hier mehr darauf geachtet, dass eine geringe Qualitätsverbesserung nicht eine unangemessene Preiserhöhung zur Folge hat.

Die „echten“ Solarakkus sind üblicherweise drei- bis viermal teurer als die normalen Autobatterien. Das mag rein technologisch zum Teil dadurch gerechtfertigt sein, dass sie im Vergleich zu den Autobatterien in zu kleinen Serien hergestellt werden (was für den Kunden kaum als Trost gelten dürfte).

Für die meisten Anwendungen kommen daher als Solarenergie-Speicher bevorzugt in Frage die preiswerten „Autobatterien“ oder evtl. auch kleinere Bleiakkus, die z.B. für Motorräder, Aufsitz-Rasenmäher, Rollstühle, Modellbau u.ä. ausgelegt sind. Caravans, Reisemobile und Boote verfügen zudem ohnehin über Bord-Akkus (Autobatterien), die für die Solarstromversorgung üblicherweise nur mit weiteren parallel angeschlossenen Autobatterien nachgerüstet werden (um die Kapazität zu erhöhen).

Bemerkung

Ähnlich wie bei der Autoelektrik wird auch hier mit einer niedrigen Spannung, aber mit hohen Strömen gearbeitet und alle Leitungen, Klemmen und Schalter sollten daher entsprechend ausgelegt werden. Andernfalls entstehen in ihnen zu große Leistungs- und Spannungsverluste (siehe auch die Tabelle auf der hinteren Innenseite des Umschlags).

Ulrich E. Stempel

**Dämmen und Sanieren
in Alt- und Neubauten**

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1 Wie sinnvoll ist es, sein Haus zu dämmen?	11
1.1 Energie einsparen, Geld sparen	11
1.2 Wie wirtschaftlich ist eine Wärmedämmung?	14
1.3 Sanieren und Modernisieren	16
1.4 Welche Maßnahmen sind sinnvoll?	18
1.4.1 Wärmeschutzmaßnahmen	19
1.4.2 Wärmeschutz im Winter	21
1.4.3 Wärmeschutz im Sommer	21
1.4.4 Schallschutz	23
1.5 Dämmstoffarten, Eigenschaften und Anwendung	23
1.5.1 Dämmstoffe im Überblick	24
1.5.2 Verwendung der Dämmstoffe	26
1.6 Feuchteschutz/feuchtes Dämmmaterial	32
1.7 Temperaturverlauf, Taupunkt	33
1.8 Luftdichtigkeit oder atmende Wände?	35
1.8.1 Windpapier, Dampfbremse, Dampfsperre	38
1.9 Brandschutz	43
1.10 Genehmigungen	46
2 Dämmmaßnahmen im und am bestehenden Gebäude	47
2.1 Das Dach – Schutz nach oben	48
2.1.1 Geneigtes Dach	52
2.1.2 Anschlussdetails Luftdichtigkeit	73
2.1.3 Dachüberstand erweitern	79
2.1.4 Flachdach	80
2.2 Dachbegrünung – nicht nur Ökologie	85

2.3	Außenwand und Fassade	92
2.3.1	Außendämmung auf der Fassade	94
2.3.2	Hinterlüftete Fassade, ideal für Selbstbauer	96
2.3.3	Begrünung einer hinterlüfteten Fassade	100
2.3.4	Wärmedämmverbundsystem (WDVS)	102
2.3.5	Dämmputz als Notlösung	110
2.3.6	Kerndämmung (Luftschicht im Mauerwerk)	111
2.3.7	Transparente Wärmedämmung – die Dämmung der Zukunft	112
2.3.8	Innendämmung nur für Spezialfälle	114
2.3.9	Perimeterdämmung (Kellerwand)	118
2.3.10	Dämmung zu unbeheizten Räumen	120
2.3.11	Fußbodendämmung, Bodenplatte	121
2.3.12	Dämmung der obersten Geschossdecke (unbeheizter Dachboden)	122
2.3.13	Kellerdecke, Erdgeschoss von unten	125
2.3.14	Dämmung im Keller	130
2.4	Schallschutz bei Zwischendecken	131
2.5	Bauwerksabdichtung	135
2.5.1	Wandabdichtung von außen	136
2.5.2	Abdichtung im Fundamentbereich, Horizontalsperre	136
2.5.3	Abdichtung von innen	137
2.5.4	Kellerboden	138
2.6	Heizkörpernischen sinnvoll dämmen	140
3	Fenster und Türen sanieren	145
3.1	Die Fensterart – gute Wahl muss sein	146
3.2	Vorhandene Fenster günstig sanieren	149
3.2.1	Anzahl und Art der Fensterscheiben ermitteln	150
3.3	Einbau neuer Fenster	152
3.3.1	Kellerfenster sanieren	156
3.4	Schwachstelle Rollladenkästen	158
3.4.1	Sanierung von Rollladenkasten und Gurtführung	160
3.4.2	Sanierungslösungen für den Rollladenkasten	161
3.4.3	Platz schaffen durch neue Rollladenprofile	163

3.5	Die Haustür nicht vergessen	164
3.6	Wintergarten, zusätzliche Sonnenenergie	165
4	Haustechnik	173
4.1	Wärmeerzeugung	173
4.1.1	Überschlägige Ermittlung der zu installierenden Heizleistung	173
4.2	Die Heizungsanlage kostengünstig sanieren	175
4.2.1	Einfache und kostengünstige Maßnahmen	175
4.2.2	Heizungsoptimierung durch spezielle Maßnahmen	176
4.2.3	Verbesserung der Peripherie	177
4.3	Lüftung	179
4.3.1	Manuelle Lüftung	180
4.3.2	Lüftungsanlage	181
4.4	Regenerative Energien, Solarenergie	182
5	Der Energieausweis	187
5.1	Die wichtigsten Punkte zum Energieausweis	187
5.1.1	Wer braucht den Energieausweis?	188
5.1.2	Welche Arten des Energieausweises gibt es?	189
5.1.3	Vergleich der Ausweisarten	190
5.1.4	Fristen, Gültigkeit, Kosten	191
5.1.5	Wer darf den Ausweis ausstellen?	200
5.1.6	Ist der Energieausweis eine nutzbare Grundlage zur Umsetzung?	202
5.2	Was beinhaltet die EnEV?	202
5.2.1	Energieausweis kurz und bündig	203
5.2.2	Die Zukunft der EnEV	204
5.3	Was ist ein KfW-Haus?	205
5.4	„Vorsicht, Falle“ zum Energieausweis	209
5.5	EnEV – Ausnahmen und Befreiung	212
5.6	Wie Sie vorarbeiten können	213
5.7	Hinweise für Eigentümer, Vermieter und Mieter	217

6	Förderungen	219
6.1	Förderungen für die Sanierung	219
6.1.1	KfW-Förderungen	221
6.2	Kreditfinanzierung	222
6.2.1	Die gängigen Finanzierungsarten	223
6.3	Durch Energieberatung Geld sparen	224
6.4	Steuerbonus für Handwerksleistungen	226
7	Kriterien bei der Auswahl von Handwerkern	229
7.1	Angebote prüfen	229
7.2	Auftragsvergabe Bauleitung und Abnahme	230
7.3	So testen Sie die Qualität	231
7.3.1	Schäden bei der Dämmung durch unsachgemäße Planung und Ausführung	231
7.3.2	Schimmel in der Wohnung	232
7.3.3	Thermografie – Wärmebildkameras können Schwachstellen aufspüren	236
8	Anhang	239
8.1	Wärmegesetz 2009	239
8.2	Adressen, Produkt- und Liefernachweise	240

Vorwort

Energie sparen muss sein! Darüber sind wir uns alle einig. Bei den vielen Informationen der Dämmfirmen, Broschüren und Foren im Internet sieht man manchmal vor lauter Bäumen den Wald nicht mehr. Dazu kommen noch eine Reihe gesetzlicher Vorschriften und der Energieausweis. Ständig gibt es neue Erkenntnisse und man muss sich fragen, ob es überhaupt sinnvoll ist, sein Haus zu dämmen und, wenn ja, wie und mit welchen Materialien. Den Weg zu einem sinnvoll und kostengünstig sanierten Haus kann man nur gehen, wenn man sich selbst eine Meinung bilden kann, Fachleute hinzuzieht und dann die eigene Entscheidung trifft. So lassen sich z. B. bei gut erhaltenen Fenster- rahmen durch sinnvollen Scheibentausch viel Geld und Arbeit sparen – und das bei fast identischem Dämmverfolg. Die Wirtschaftlichkeit der energetischen Sanierungsmaßnahmen will gut geprüft sein und eine richtige Sanierungsentscheidung spart nicht nur Geld, sondern hilft auch unserer Umwelt. Ich wünsche Ihnen viel Erfolg bei Ihrem eigenen Weg, Ihr Haus sinnvoll und gut zu sanieren.

Ulrich E. Stempel

1 Wie sinnvoll ist es, sein Haus zu dämmen?

Die Experten streiten sich über Dämmarten und den Sinn von Dämmungen. Das eine Lager beschreibt hohe prozentuale Einsparmöglichkeiten durch Wärmedämmung nach dem Motto: Je dicker und je dichter, desto besser. Das andere Lager bezweifelt oder verdammt die Dämmerfolge und warnt vor vorprogrammierten Bauschäden und Schimmel.

Dazu kommt, dass der Gesetzgeber mit zum Teil voreiligen und in der Praxis bisher zu wenig erprobten Vorschriften Bauherren, Handwerker, Architekten und Energieberater in einen Handlungszwang bringt, dessen Folgen erst in einigen Jahren sichtbar sein werden.

Gerade im Bestand (Altbau) ist die nachträgliche Wärmedämmung ein vielfältiges Thema, das mit besonderer Achtsamkeit angegangen werden sollte. Es zählt nicht nur der errechnete Dämmerfolg, sondern es sind auch die bauphysikalischen Voraussetzungen zu berücksichtigen, um eine wirtschaftliche Lösung zu finden.

Beim Neubau können allein schon klarere Architekturformen mit möglichst einfachen, „ungestörten“ Dachflächen und eine sinnvolle, zur Sonne geplante Ausrichtung zur Energieeinsparung beitragen. Die Form ist auch deshalb wichtig, weil konstruktiv komplizierte Gestaltungselemente (in der Architektur) vermehrt konstruktiv bedingte Wärmebrücken bzw. Luftundichtheiten verursachen.

In den folgenden Kapiteln erhalten Sie detaillierte Informationen, durch die Sie selbst befähigt werden, für sich und Ihre Immobilie sinnvolle Entscheidungen zu treffen.

1.1 Energie einsparen, Geld sparen

Der Klimawandel zeigt sich Jahr für Jahr deutlicher durch überraschende Wetterverläufe und zunehmende Erscheinungen wie z. B. gewaltige Stürme, starke, sintflutartige Regenfälle und Zeiten langer Trockenheit. Etwa ein Drittel des Energieverbrauchs (in der BRD) findet in den Haushalten statt, 75 % davon zur Beheizung der Gebäude. Das bei der Verbrennung von fossilen Stoffen entstehende CO₂ wird für die Erderwärmung und dadurch für die massive Veränderung der natürlichen Systeme verantwortlich gemacht. Auch die Umweltschäden kosten sehr viel Geld in Form von Versicherungen und Steuern. Die Reduzierung des Energieverbrauchs und der dabei entstehenden Emissionen ist daher unbestritten sinnvoll.



Abb. 1.1: Haus bei der energetischen Sanierung.

Durch besseren Wärmeschutz und bessere Heiztechnik wird nachweisbar Energie gespart.

Hinzu kommt, dass die Primärenergieträger ständig teurer werden, und da stellt sich für jeden Hauseigentümer und Mieter die Frage nach sinnvollen Einsparmöglichkeiten.

Eine fachkundige Beratung kann hilfreich sein, um eine effektive Sanierung durchzuführen oder durchführen zu lassen. Beratungen werden vom Bund und einigen Bundesländern gefördert (siehe Kapitel 6).

Das Energiesparen und damit günstigere Betriebskosten fangen beim Neubau schon in der Planungsphase an. Form und Ausrichtung des Baukörpers, die Fensterflächen, die Qualität der Wärmedämmung, die Anordnung der Räume und die Haustechnik spielen dabei eine wichtige Rolle.

Mehr Energieeffizienz bei Neu- und Umbau

Maßnahme	Energetische Wirkung
Baukörper	
kompakte Gebäudeform mit geringer Oberfläche	Verringerung der Wärmeabstrahlung
Ausrichtung, Himmelsrichtung Speichermasse große Fenster in Richtung Süden	passiver Solarwärmeertrag durch Fenster Wärmespeicherung
Wärmeschutz	
Wärmedämmung	weniger Wärmeverlust über Dach und Wände, weniger Heizkosten
Wärmebrücken vermeiden	weniger Wärmeverlust
Fenster mit Wärmeschutzverglasung	weniger Wärmeverlust
Haustechnik	
effektive Heizungsanlage	hoher Wirkungsgrad, weniger Heizkosten ▶

Maßnahme	Energetische Wirkung
Nutzung regenerativer Energien, z. B. Solarsystem	Warmwasser und Heizungsunterstützung, Heizungsanlage weniger in Betrieb, weniger Heizkosten
Lüftungsanlage	beim Luftwechsel Wärmerückgewinnung
Abwasseranlagen	Wärmerückgewinnung vom Abwasser

Im Gebäudebestand sind viele Rahmenbedingungen, wie die Ausrichtung des Baukörpers, die topografische Lage usw., bereits festgelegt. Trotzdem gibt es bei der energetischen Sanierung eine ganze Reihe von Möglichkeiten.

1.2 Wie wirtschaftlich ist eine Wärmedämmung?

Führen die Investitionskosten für die Wärmedämmung tatsächlich zu einer Reduzierung der Betriebskosten (sodass die Investitionskosten wieder eingespart werden) und zwar mindestens auf die Zeit gerechnet, die die Wärmedämmung halten wird? Wärmedämmung ist nicht grundsätzlich wirtschaftlich. Es kommt darauf an, welche Bedingungen vorhanden sind. In manchen speziellen Fällen können andere Maßnahmen der energetischen Sanierung effektiver Energie einsparen, z. B. die Nutzung der passiven und aktiven Solarenergie. Hier geht es wohlgerne um die rein wirtschaftlichen Belange!

Speziell bei Außenwänden bestehender Gebäude mit bereits guten Dämmwerten ist die nachträgliche Dämmung gut zu prüfen. Viele Beispiele haben gezeigt: Wenn die Wände z. B. einen U-Wert von kleiner 0,8 W/(m²K) haben, ist eine reine Dämmmaßnahme meist nicht wirtschaftlich. Liegen die U-Werte weit darüber, ist die Wärmedämmung der Wand meist sinnvoll und wirtschaftlich begründbar.

Für die einfache überschlägige Berechnung der Einsparung, die eine Maßnahme zur Wärmedämmung erreicht, rechnet man:

Einsparung in % = $1 - \frac{\text{U-Wert}^1 \text{ des Bauteils (hinterher)}}{\text{U-Wert des Bauteils (vorher)}}$. Im Beispiel hatte das Bauteil (die Wand) im ursprünglichen Zustand einen U-Wert von 1,5. Es handelt sich dabei um eine 24 cm dicke Wand aus Lochziegelmauerwerk (oder auch eine 36 cm dicke Vollziegelwand) mit einem U-Wert von 1,5 W/(m²K).

¹ U-Wert siehe Erklärung Seite 19

Beispiel: Einsparung = $1 - (0,31/1,5) = 0,793$ oder 79 %

Will man die eingesparte Öl- bzw. Gasmenge ermitteln, rechnet man mit folgender Faustformel:

Einsparung in Liter Öl oder m^3 Erdgas = 8-mal U-Wert des Bauteils (vorher) minus U-Wert des Bauteils (hinterher)

Beispiel: Einsparung = $8 \times (1,5 - 0,31) = 9,5$ (Liter bzw. Kubikmeter)

Die Einsparung bezieht sich auf einen Quadratmeter der jeweiligen Fläche und Jahr. Bei einer gedämmten Außenwandfläche von $100 m^2$ ergibt sich somit eine Reduzierung des Verbrauchs von:

Beispiel: $9,5 \times 100 m^2 = 950$ (Liter bzw. Kubikmeter im Jahr)

Natürlich handelt es sich hier um eine nur überschlägige Faustformel.

Genauere Werte erhalten Sie mit einer professionellen Simulation unter Einbeziehung vieler Parameter.

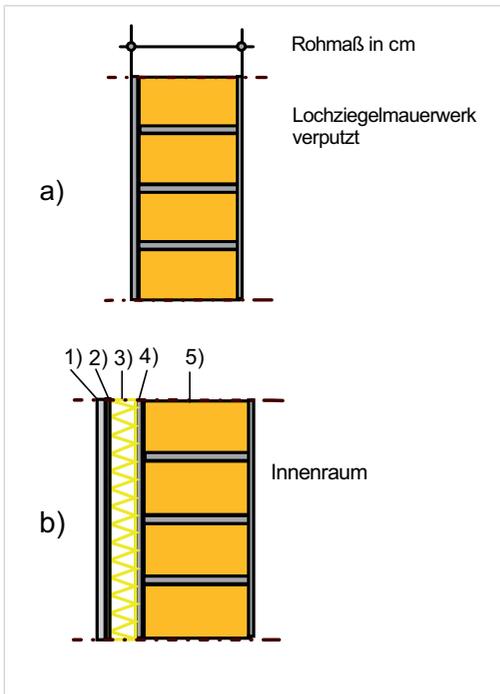


Abb. 1.2: Beispielhafter Wandquerschnitt: a) Bestand aus einem 24 cm starken Lochziegelmauerwerk mit einem U-Wert von $1,5 W/(m^2K)$. b) Maßnahme zur Wärmedämmung bestehend aus: 1) Neuputz, 2) Ausgleichsschicht, 3) 10 cm Dämmstoff (Polystyrol oder Mineralwolle) 4) stabilisierter Altputz und 5) vorhandenes Mauerwerk. Mit diesem Aufbau ergibt sich ein neuer U-Wert von ca. $0,31 W/(m^2K)$.

1.3 Sanieren und Modernisieren

Die Sanierung eines bestehenden Gebäudes kann unterschiedliche Gründe haben. Oft ist es bei bestehenden Häusern auch so, dass durch Bedürfnisse nach mehr Raum, Licht und Wohnqualität ein An- oder Umbau erforderlich wird. Die Wohnfläche kann entweder durch einen mit wenig Aufwand umsetzbaren Dachausbau oder einen sinnvollen Anbau erweitert werden. In diesen Fällen ist es sinnvoll und vom Gesetzgeber gefordert, das Dach oder den neu aufgebauten Anbau entsprechend der Energieeinsparverordnung (EnEV) oder besser zu dämmen.

Es könnten auch ohnehin Instandsetzungsmaßnahmen, z. B. eine Fassaden- und Putzerneuerung, anstehen. Das wäre die beste Gelegenheit, diese mit Energiesparmaßnahmen zu verknüpfen. Die Gesamtmaßnahme kostet dann wesentlich weniger als die Einzelmaßnahmen getrennt voneinander auszuführen.

Dringend wird eine Sanierung dann erforderlich, wenn feuchte und schlecht gedämmte Wände, ein undichtes Dach, alte Fenster und eine nicht optimal funktionierende Heizungsanlage den Wohnkomfort stark reduzieren und dadurch ständig Reparatur- und steigende Betriebskosten anfallen.

Aber auch die Modernisierungsempfehlungen in einem ausgestellten Energieausweis sollten mit Bedacht auf Ihre ganz spezielle Haussituation überprüft werden, da die im Energieausweis genannten Empfehlungen zur Hausdämmung nur allgemein gehalten sind. Vorschnelle Aktionen führen zu einem fehlerhaften Gesamtsystem und dadurch eventuell zu schweren Bauschäden. Es ist immer sinnvoll, Fachleute hinzuzuziehen. Den eigenen gesunden Menschenverstand und die daraus folgenden sinnvollen Fragen sollte man nicht unterdrücken.

Die übliche pauschale Empfehlung, zuerst die Gebäudehülle einschließlich der Fenster und danach die Heizungsanlage zu verbessern, muss nicht immer der richtige Weg sein. Entscheidend ist, wie nutzbringend sich eine Investition (von z. B. 20.000 bis 50.000 €) bezüglich der Einsparung an Primärenergie auswirkt. Ist die Heizungsanlage völlig überaltert und hat einen extrem schlechten Wirkungsgrad, ist es sinnvoll, zuerst diese mit dem zur Verfügung stehenden Budget zu sanieren, bevor Geld für Dämmung ausgegeben wird.

Je nach Einstellung der Hauseigentümer gibt es dann dabei noch Verschiebungen zu mehr oder weniger Wirtschaftlichkeit, Unabhängigkeit und mehr oder weniger Unterstützung der Umwelt.

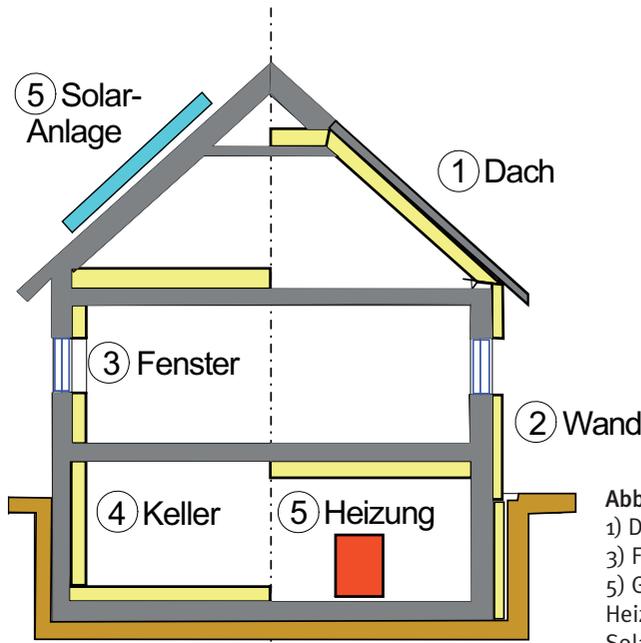


Abb. 1.3: Gebäudeteile wie 1) Dach, 2) Hauswand, 3) Fenster, 4) Keller und 5) Gebäudetechnik wie Heizung, Lüftung und Solaranlage.

Wichtig und sinnvoll ist zuallererst die Entwicklung eines stimmigen Gesamtkonzepts. Dazu sollte man einen unabhängigen Fachmann einbeziehen, z. B. für eine stundenweise Beratung. Man kann auch in der Nachbarschaft nachfragen, was dort eventuell durchgeführte Sanierungsmaßnahmen tatsächlich gebracht haben. So erhalten Sie vielleicht reale Werte bei vergleichbaren Häusern, die möglicherweise stark von den versprochenen Einsparpotenzialen abweichen. Leider werden mitunter – um schnell etwas Gutes zu tun – voreilig Einzelmaßnahmen durchgeführt, die in kein Gesamtkonzept eingebunden sind, wodurch Chancen auf eine gute energetische Gesamtsanierung verspielt werden. Der erste Schritt: Überprüfen Sie, wo am meisten Energie verloren geht. Welche Komponenten sind dafür verantwortlich? Sämtliche relevanten Gebäudeteile und die Gebäudetechnik müssen unter die Lupe genommen werden. Natürlich geht grundsätzlich keine Energie „verloren“. Die Frage ist eher: Was können Sie dafür tun, Ihr System „Haus“ so zu gestalten, dass Sie es mit möglichst wenig Heizenergieaufwand warm und gemütlich haben – und das mit möglichst geringem finanziellem Einsatz.

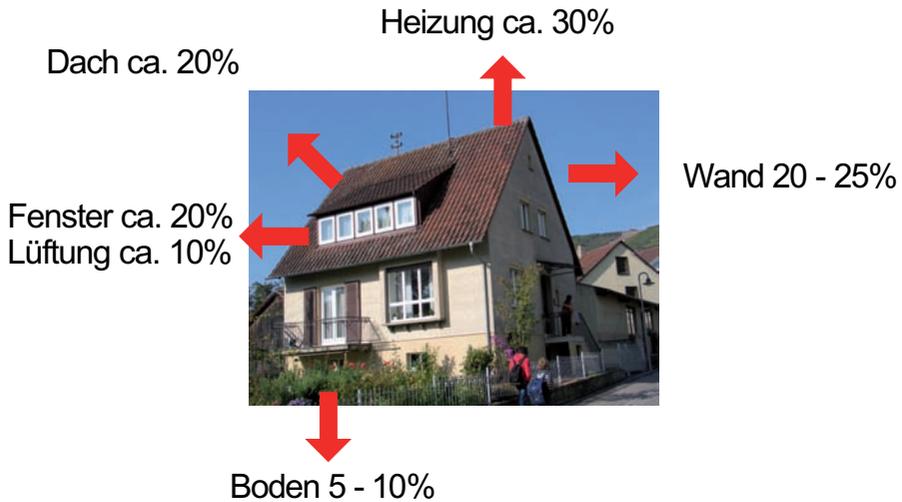


Abb. 1.4: Am Beispiel eines Altbaus zeigt sich, wohin die Energie entweicht.

1.4 Welche Maßnahmen sind sinnvoll?

Zu den sinnvollen Maßnahmen können die Heizungssanierung, die Fensteranierung und der -austausch sowie auch die Dämmung der Gebäudehülle, eine geänderte Lüftungstechnik, Schallschutz und der Einbau einer Solaranlage zählen.

Wenn Sie ohnehin anstehende Reparaturmaßnahmen durchführen müssen, z. B. eine Dachreparatur wegen undichter Stellen oder weil der letzte Sturm Teile des Dachs weggerissen hat, dann ist es sinnvoll, das Dach gleichzeitig zu dämmen. Auch wenn die Räume darunter im Winter kalte Decken haben und sich im Sommer stark aufheizen, ist das ein eindeutiges Zeichen, dass eine Dachdämmung (oder eine Dämmung der obersten Geschossdecke) nicht mehr länger aufgeschoben werden sollte. Denn durch die Dämmung des Dachs erhöhen Sie den Wohnwert in den darunter befindlichen Räumen erheblich.

Eine Dämmung der Hauswand ist aber nur dann sinnvoll, wenn diese im Bestand einen schlechten Dämmwert (U-Wert) hat. Hat die Hauswand aber bereits einen akzeptablen Dämmwert, sollten Sie sich besser einem anderen Gebäudeteil zuwenden.

Welche Maßnahmen konkret sinnvoll sind, wird weiter unten im Detail dargestellt. Drei Aspekte gilt es zu berücksichtigen:

- Umweltrelevanz
- Wirtschaftlichkeit
- Wohnkomfort

1.4.1 Wärmeschutzmaßnahmen

Der Wärmeschutz eines Gebäudes wird durch den Wärmetransport (Wärmedurchlass) der Gebäudehülle beeinflusst. Physikalisch wird der Wärmedurchlass durch den Wärmedurchgangskoeffizienten, den *U-Wert*, ausgedrückt. Je kleiner der U-Wert einer Gebäudewand ist, desto besser ist diese gedämmt und desto weniger Wärme wird durch die Wand transportiert. Dies gilt für beide Richtungen. D. h., dass bei kleinem U-Wert einerseits im Winter weniger Wärme aus dem Wohnraum heraustransportiert wird und sich andererseits im Sommer der Innenraum weniger aufwärmt. In der Praxis und im realen Empfinden spielen aber auch die Speicherfähigkeit der Baustoffe und die Wärmespeicherfähigkeit bei Sonneneinstrahlung eine entscheidende Rolle.

Werden bei Erweiterungen und Ausbau der Gebäudehülle größere bauliche Änderungen durchgeführt, schreibt die EnEV zwei Alternativen vor:

1. Die sanierten Bauteile müssen die U_{\max} -Werte der unten aufgeführten Tabelle einhalten,
2. oder der Jahres-Primärenergiebedarf und H_T '-Wert (bzw. U-Wert) des geänderten Gebäudes dürfen die entsprechenden Werte eines gleichartigen Neubaus um nicht mehr als 40 Prozent überschreiten.

Höchstwerte des U-Werts (Wärmedurchgangskoeffizienten) im Sanierungsfall gemäß EnEV. Für Sonderverglasungen liegen die Werte etwas höher.

Bauteil	U in W/(m ² K)
Außenwände	0,24
Dach, oberste Decke	0,24
Flachdach	0,20
Fenster, Glastüren	1,30
Verglasungen	1,10
Dachflächenfenster	1,40

Bauteil	U in W/(m²K)
Vorhangfassaden	1,50
Glasdächer	2,00

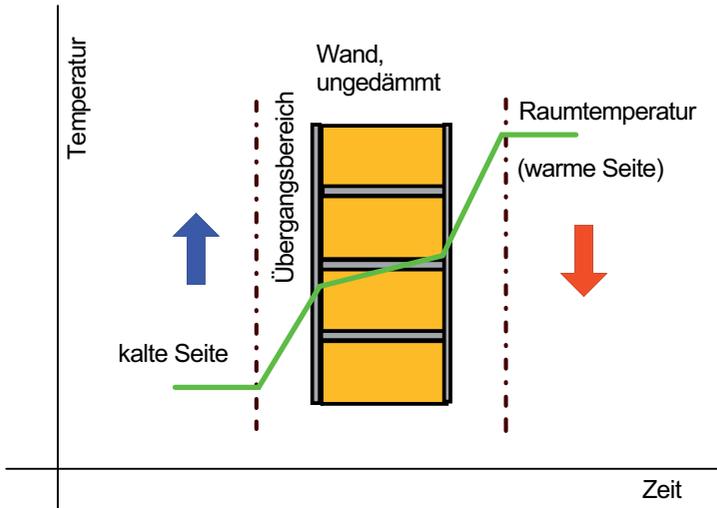


Abb. 1.5: Prinzip des Wärmedurchgangs, z. B. durch eine ungedämmte Wand. Besteht die Wand aus mehreren Schichten, wird der Wärmedurchgang mit der Summe der Einzelwiderstände errechnet. Der Wärmedurchgang gilt für beide Richtungen – je nachdem, in welcher Jahreszeit er untersucht wird.

Der Wärmedurchgangskoeffizient, U-Wert in W/(m²K), gibt an, wie viel Wärmemenge durch einen Quadratmeter eines Bauteils hindurchgeht. Die Angabe ist bezogen auf eine Temperaturdifferenz der an das Bauteil angrenzenden Luft (außen; innen) von 1 Kelvin (da die Messeinteilungen von *Kelvin* und *Grad Celsius* identisch sind, entspricht dies 1 °C).

Je kleiner der U-Wert einer Gebäudewand, desto besser ist diese gedämmt und desto weniger Wärme wird durch die Wand transportiert.

Der U-Wert wird in den gesetzlichen Voraussetzungen absolut verwendet, sollte aber – aufgrund einer unvollständigen Aussagekraft – nur in Verbindung mit anderen Kriterien (wie z. B. Wandfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung und Speicherfähigkeit) verwendet werden.

1.4.2 Wärmeschutz im Winter

Der Wärmeschutz im Winter soll Heizungsenergie einsparen und gleichzeitig mehr Behaglichkeit im Wohnraum schaffen.

Das Prinzip läuft folgendermaßen:

Man beginnt, einen kalten Wohnraum zu beheizen. Es dauert eine gewisse Zeit, bis die Raumluft- und die Oberflächentemperatur der Innenwände des Raums so hoch sind, dass sie als „angenehme Wohntemperatur“ empfunden werden. Der Grund dafür ist, dass Einrichtungsgegenstände und die Baustoffe der baulichen Hülle beim Anheizen so lange Heizwärme aufnehmen und speichern, bis ihre Temperatur annähernd der Raumtemperatur entspricht.

Im Dauerbetrieb nimmt die Speichermasse wenig Wärme auf und gibt auch nur die Wärme ab, die durch Lüften oder durch die Wände nach außen gelangt. Die Hüllkonstruktion wird dann von einem konstanten Wärmestrom (Transmissionswärmestrom) durchflossen, dessen Größe nur von der Wärmeleitfähigkeit und nicht von der Speicherfähigkeit der Bauteilschichten einer Hüllkonstruktion abhängt.

Der winterliche Wärmeschutz hat nun dafür zu sorgen, dass der zum kalten Außenbereich fließende Wärmestrom möglichst gering ist.

1.4.3 Wärmeschutz im Sommer

Bei Dämmmaßnahmen geht man oft davon aus, dass es nur um den Wärmeverlust aus dem Gebäude heraus geht. Wer schon einmal unterm Dach gewohnt hat, weiß aus eigener Erfahrung, wie unangenehm es ist, wenn sich die Wohnung aufgeheizt hat und auch Lüften kaum Erleichterung bringt. Der sommerliche Wärmeschutz wird immer noch unterschätzt und es wird sehr viel Energie dafür verwendet, Schlafzimmer, Aufenthaltsräume und Büros mit Klimaanlage zu kühlen. Um der umgebenden Luft eine Kilowattstunde (kWh) Wärme zu entziehen, müssen mehrere Kilowattstunden Energie eingesetzt werden.

Mit zunehmender Klimaerwärmung und steigendem Komfortanspruch werden auch in Deutschland immer mehr Klimaanlage installiert, die zumeist mit elektrischem Strom versorgt werden. Über einen Umweg wird auch hier viel Energie verbraucht, die Geld kostet und unsere Umwelt schädigt.

Der Sommer ist im Gegensatz zum Winter durch starke Tag-Nacht-Schwankungen der Außentemperatur gekennzeichnet. Der Wärmespeicher der Hüllkonstruktion wird im Sommer bei Tag aufgeladen und dann in der Nacht wieder entladen. Daher haben beim sommerlichen Hitzeschutz Wärmeleitfähigkeit und

Speicherfähigkeit der Hüllkonstruktion Einfluss auf angenehme, kühle Raumtemperaturen. Ein gutes Beispiel dafür sind dickwandige Lehmhäuser, wie sie in Teilen Spaniens und Portugals zu finden sind.



Abb. 1.6: Lehmbau mit dicker Wand und viel Speichermasse, wie er in heißen Regionen sinnvoll gebaut wird.

Das Prinzip: Haben zwei Dämmstoffe die gleiche Wärmeleitfähigkeit, dringt unter sommerlichen Bedingungen die Hitze weniger tief in den Dämmstoff ein, der eine größere Speicherfähigkeit hat. Das führt dazu, dass auch weniger Hitze in den Raum gelangt und der Raum dadurch kühler bleibt.

Neben geeigneter Speichermasse der Wände und Dämmmaßnahmen sind ausreichende Schattierungen der Fensterflächen und zeitlich sinnvolles Lüften für ein sommerlich angenehmes Raumklima entscheidend. So sollten die Räume in den frühen Morgenstunden gelüftet werden und die Fenster während des warmen Tages beschattet sein. Tagsüber sollten sowohl Fenster als auch Türen geschlossen bleiben.

Neben dem Wärmeschutz gewinnt der Schallschutz immer mehr an Bedeutung. In vielen Fällen ergänzen sich guter Wärmeschutz und Schallschutz.

Frank Völkel

Smart Home mit KNX selbst planen und installieren

Vorwort

Was gilt es zu berücksichtigen, wenn ein Haus auch zukünftigen Anforderungen noch gerecht werden soll? Soll man sich mit der IT-Vernetzung des Hauses befassen? Was man mit EIB und der Verbindung von Sensoren und Aktoren an Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz, Sicherheit und zusätzlichem Komfort alles erreichen kann, habe ich bei meinem eigenen Haus umfassend in die Praxis umgesetzt.

Aber weder der Besuch von Hausausstellungen noch die Meinung von Bauexperten haben zur Entscheidungsfindung beigetragen. Aktuelle Hausausstellungen behandeln das Thema »Smart Home« überhaupt nicht. Trotzdem habe ich mich beim Bau meines Hauses 2008 für die übergreifende Vernetzung aller Gewerke mittels EIB/KNX-Technik entschieden. Von der Planung, Realisierung und Umsetzung in der Praxis handelt dieses Buch. Es beschreibt positive und negative Erfahrungen, die ich beim Bau meines Hauses als »Smart Home« gemacht habe.

Zur Sprache kommen die Zusammenarbeit mit einem kreativen Architekten und die Arbeit mit den an der Baurealisierung beteiligten Gewerken. Auch der große Anteil an Eigenarbeit bei der Vorbereitung und Realisierung von EIB/KNX-Technik und die Kosten, die entstanden sind, werden im Buch beschrieben.

Meine Erwartungen bezüglich niedriger Energiekosten und eines stets angenehmen Raumklimas wurden erfüllt. Maßgeblich sind hier die Nutzung erdnaher Wärme mittels Wärmepumpe in Verbindung mit der Regelung der Temperatur der Einzelräume, einer Raumbelüftung und der Steuerung der Jalousien über externe Signale und die hauseigene Wetterstation.

Da ein Homeserver im Zusammenspiel mit einem Touchscreen samt Visualisierung die Steuerung übernimmt, kann ich auch per Internet und iPhone auf alle Funktionen des Hauses zugreifen.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg bei der Planung Ihres »Smart Home« und Freude daran, darin zu wohnen!

Frank Völkel

Bitte beachten Sie:

Dieses Buch ersetzt nicht den Profi-Elektriker! Der Umgang mit Strom ist gefährlich, viele Standards und Vorschriften, deren Darstellung den Umfang dieses Buches sprengen würden, müssen eingehalten werden. Eigenleistung ist möglich, aber lassen Sie sich unbedingt von einem Profi über die Schulter schauen!

Über den Autor

Frank Völkel ist Geschäftsführer der New Times Corporate Communications GmbH in München und Hamburg. Der Diplomingenieur beschäftigt sich seit dem C64 mit Computertechnik und errichtete die in diesem Buch beschriebene EIB/KNX-Vernetzung selbst. Der »Stern« berichtete in der Ausgabe 42/2009 mit einem zweiseitigen Artikel über »Haus V«. In der Süddeutschen Zeitung erschienen im Jahr 2010 mehrere Artikel über das Haus. Die Bayerische Architektenkammer wertete das Gebäude zu den Architektouren 2010 als »Musterbeispiel glücklicher Baukunst«.



Weitere Informationen finden Sie unter www.energiespar24.de.

Danksagung

Mein Dank geht an meinen Vater, Dr. Hans-Georg Völkel, der wesentlich zur Lesbarkeit dieses Buches beigetragen hat. Ich danke auch meiner Frau Annette, die sich an vielen Wochenenden und Urlaubstagen mit dem Thema auseinandergesetzt hat. Mein Cousin Jens-Uwe Zeller hat mit dafür gesorgt, dass dieses Buch stets auf dem aktuellsten Stand bleibt.

Inhalt

1	Einleitung	11
2	Funktionsbeispiele fürs intelligente Haus	13
2.1	Zentralfunktionen: Coming Home und Leaving Home	14
2.2	Beleuchtung und Lichtszenen: Abendessen, Fernsehen, Schlafen	15
2.3	Automatische Beschattung: abhängig von Sonnenstand und Wetter	16
2.4	Perfektes Wohnklima: kontrollierte Heizung und Lüftung	17
2.5	Sicherheit: Fenster, Türen und Umfeld	19
2.6	Steuerung elektrischer Geräte: Herd, Waschmaschine, Geschirrspülgerät	19
2.7	Permanente Verbrauchsermittlung: Strom, Wasser und Wärme	20
2.8	Kommunikation und Unterhaltung: Internet, Telefon, Musik, Video	20
2.9	Lebensgewohnheiten: Tagesablauf, Urlaub/Anwesenheitssimulation	20
2.10	Bedienkonzepte: Taster, Fernbedienung, Touchscreen, vollautomatisch	21
3	Planung und Bedarfsanalyse	23
3.1	Zehn wichtige Praxistipps für die KNX-Vernetzung	24
3.1.1	Zentraler Technik-Steigschacht	24
3.1.2	Nur komplett mit KNX vernetzen	25
3.1.3	Ausreichend viele Leerrohre	26
3.1.4	Leerrohre: Gute Qualität, ausreichender Querschnitt	27
3.1.5	Unterputzdosen genau planen: Weniger ist besser	28
3.1.6	Gebäude mit viel Glas: Bodentanks einsetzen	29
3.1.7	Stromkabel: Mindestens 5 x 1,5 mm ² verwenden	30
3.1.8	Schalter genau planen: Weniger ist mehr	30
3.1.9	Fenster- und Türkontakte immer mitbestellen	31
3.1.10	Außenbereich nicht vergessen	31
3.1.11	Zukunft: Die KNX-Anlage entwickelt sich weiter	32
3.2	Installationsplan für die Verkabelung	32
3.3	Kosten für die Grundausstattung des Elektroschaltschranks	33

3.4	Kosten für die Leerrohre	33
3.5	Kosten für die Grundausstattung mit Kabeln und Leitungen	34
3.6	KNX-Materialliste und Kosten	34
4	Verlegung Leerrohre und Kabeleinzug	37
4.1	Einlegeplan für Leerrohre	38
4.2	Sternförmige Verlegung: Radien, Abstände, Beschriftung	40
4.3	Einzug der Kabel: gleichzeitig mit Gleitfett.....	44
5	Hier läuft alles zusammen: Elektroverteilungsschrank	49
5.1	Verteilerschrank: Wie viele Teilungseinheiten brauche ich?.....	50
5.2	Die Installation auf der Hutschiene.....	53
6	Der erste Testaufbau: Lichtschaltung	57
6.1	Komponenten für Versuchsaufbau.....	57
6.2	USB-Schnittstelle: Verbindung Notebook mit KNX-Anlage	58
6.3	Spannungsversorgung	59
6.4	Busankoppler	60
6.5	Tastensor mit Raumtemperaturregler und Display	61
6.6	Schalt-/Dimmaktor	62
6.7	Notwendige Werkzeuge.....	62
6.8	Schrittweiser Aufbau der kleinen KNX-Anlage	63
6.9	Umgang mit EIB/KNX-Kabeln	70
7	ETS-Software – virtuelles Haus am PC.....	73
7.1	Installation ETS Software.....	73
7.2	USB-Schnittstelle mit EIB/KNX-Bus.....	75
7.3	Anlegen eines Projekts.....	75
7.4	Anlegen der Struktur: Gebäude, Etagen und Räume.....	81
7.5	Herunterladen der Produktdatenbanken (PDB)	88
7.6	Import der Produktdatenbanken (PDB).....	91
7.7	Einfügen der Komponenten: Aktoren und Sensoren.....	94
7.8	Beschreibung und Bezeichnung der Komponenten	98
7.9	Parametereingabe Komponenten: Schaltaktoren	99
7.10	Parametereingabe Komponenten: Heizungsaktoren	103
7.11	Parametereingabe Komponenten: Jalousieaktoren	107
7.12	Parametereingabe Dimmaktoren (EVG).....	112
7.13	Parametereingabe Universaldimmaktoren	116
7.14	Parametereingabe bei Binäreingängen.....	119
7.15	Parametereingabe Binärausgänge.....	121
7.16	Parametereingabe Wetterstation	122
7.17	Parametereingabe Präsenzmelder.....	126

7.18	Parametereingabe Raumtemperaturregler mit Display	129
7.19	Anlegen der Gruppenadressen – virtuelle Leitungen	131
7.20	Übersicht der Schaltfunktionen im Haus V	143
7.21	Verknüpfen der Gruppenadressen – virtuelle Verkabelung.....	144
7.22	Vergabe der physikalischen Adressen – eindeutige Zuordnung ...	153
7.23	Programmierung der physikalischen Adressen	156
7.24	Programmierung der Anwendungen	158
8	Beleuchtung: Schalten, Dimmen, Szenen	161
8.1	Installation Busankoppler und Schalter (Tastsensoren)	161
8.2	Einfache Schaltfunktionen	164
8.3	Ansteuerung der Status-LEDs	167
8.4	Dimmen von Leuchtstofflampen	168
8.5	Zwei-Tasten-Dimmen vs. Ein-Tasten-Dimmen	172
8.6	Zeitsteuerung und Treppenlicht-Funktion.....	175
8.7	Beleuchtung in Abhängigkeit von Tageszeit und Außenhelligkeit.....	179
8.8	Lichtszene: Kopplung mehrerer Aktionen	182
9	Klimatisierung/Heizung und Lüftungsanlage	187
9.1	Thermoelektrische Stellantriebe im Heizkreisverteiler	189
9.2	Einstellungen Heizungsaktor: Konstante Klimatisierung.....	191
9.3	Raumtemperaturregler: Ist-/Sollwerte und Wertübernahme	193
9.4	Heizungsregelung bei Tür- oder Fensteröffnung	197
9.5	Tag-/Nacht-/Urlaubsregelung, Sonderfunktionen	201
9.6	Kontrollierte Lüftung mit Wärmeenergie-Rückgewinnung	201
10	Automatische Verschattung: Jalousien und Markisen.....	207
10.1	Wetterstation – ohne geht gar nichts.....	208
10.2	Einfache Jalousiensteuerung	209
10.3	Automatischer Blickschutz bei Dämmerung.....	213
10.4	Sonnenschutz für Verglasung und Fenster	217
10.5	Windalarm: Hochfahren der Jalousien	220
10.6	Schutz der Jalousien bei Eisbildung und niedrigen Temperaturen	225
10.7	Priorität: Wetteralarm, Handbedienung und Sonnenschutz.....	232
11	Sicherheit: Türen und Fenster.....	233
11.1	Kontakte in Fenstern und Türen	234
11.2	Abfrage Tür- und Fensterkontakte	235
11.3	Ansteuerung Alarm-/Außensirene	238

12	Noch mehr Komfort: Funktionen.....	239
12.1	Multifunktionale Fernbedienung	239
12.2	Homeserver mit EIB/KNX-Anbindung.....	241
12.3	Steuerung und Visualisierung per Touchscreen.....	243
12.4	Visualisierung und Steuerung per Smartphone (iPhone).....	244
12.5	Automatische Abdunkelung der Verglasung.....	248
12.6	IP-Kamera sorgt für Überblick.....	249

1 Einleitung

Beim Neubau eines Einfamilienhauses oder der Modernisierung eines bestehenden Objekts ist die Ausstattung mit KNX-Bustechnik und IT-Komponenten unverzichtbar. Ohne diese Technik lassen sich wesentliche Komfort- und Sicherheitsfunktionen und vor allem eine hohe Energieeffizienz gar nicht realisieren.

Dieses Buch liefert die notwendigen Kenntnisse und schafft damit die Voraussetzung, ein modernes Haus im Stil eines Smart Homes bauen zu können.

In vielen Veröffentlichungen zum Hausbau wird ein wesentlicher Bereich außer Acht gelassen: die übergreifende Vernetzung sämtlicher Gewerke mittels EIB/KNX-Technik. Umso erstaunlicher erscheint es, dass Themen wie Fernsteuerung oder Automatisierung nicht mit einer Silbe erwähnt werden, obwohl gerade im Hinblick auf zukünftig immer weiter steigende Energiepreise die Energieeffizienz im Vordergrund steht. Es werden alternative Heiztechniken mittels Wärmepumpe beworben, eine Betrachtung im Zusammenhang (Erfassung Türen/Fenster/Anwesenheit) erfolgt jedoch nicht. Die Ausstattung mit IT und moderner Elektrotechnik bleibt in über 95 % der aktuell gebauten Einfamilienhäuser außen vor. Dabei wird oftmals mit Schlagworten wie »hoher Ausstattungsgrad« und »Fußbodenheizung« geworben. Gemeint ist damit nichts anderes als eine gefällige Ausstattung. Viel Geld wird in Produkte wie Badfliesen, Parkettböden und Küchenausstattung investiert, anstatt sich mit aktueller Haustechnik auseinanderzusetzen.

Im Jahr 2012 bietet so gut wie kein Bauunternehmen/Elektroinstallateur intelligente Haustechnik an – nicht einmal optional oder als Demonstration vor Ort. Somit kommen interessierte Bauherren beim Besuch von Musterhäusern kaum mit wirklich aktueller Technik in Berührung, sodass letztendlich auch keine Nachfrage nach Vernetzung entsteht.

Wenn man ein Smart Home mit EIB/KNX-Bussystem als Steuerung bauen will, kommt die Anschaffung über einen Bauträger nicht in Betracht. Vielmehr ist die Zusammenarbeit mit einem kreativen und flexiblen Architekten wichtig, damit man den Anteil an Eigenarbeit für Technik und Verkabelung jederzeit anpassen kann.

Im Ergebnis steht ein Haus mit hohem Bedienkomfort und gutem Handling, wobei die Technik perfekt in die Architektur integriert werden kann. Schließlich steigen die technischen Ansprüche an die Wohnraumausstattung.

Gleichzeitig verschärft der Gesetzgeber die Rahmenbedingungen. Moderne Häuser sollen deutlich weniger Energie für Beheizung und Beleuchtung verbrauchen. Erst durch die Vernetzung sämtlicher Gewerke und die teilweise Automatisierung wird

eine intelligente Energienutzung möglich, die individuelle Anforderungen der Bewohner und aktuelle Wetterbedingungen berücksichtigt.

Dabei reicht das Spektrum von der Wärme- und Raumklimaregelung über die bedarfsgerechte Steuerung von Beleuchtungsanlagen im Innen- und Außenbereich bis hin zur Jalousie- und Rollladensteuerung. Die Qualität moderner Architektur muss sich auch daran messen lassen, ob sie die Möglichkeiten vernetzter Haustechnik nutzt. Auch für die Wertbeständigkeit einer Immobilie wird dies ein wesentlicher Faktor sein.

Bustechnik bringt den Vorteil, dass einmal festgelegte Schaltfunktionen sich jederzeit verändern oder anpassen lassen. Ebenso lassen sich neue Funktionen – beispielsweise wenn nachträglich eine Jalousie angebracht wird – quasi mit wenigen Mausklicks integrieren. Der Prozess geht weiter: Nach der erfolgreichen Installation der EIB/KNX-Anlage wird der geneigte Leser Lust auf mehr haben. Jetzt könnte ein sogenannter Homeserver in die EIB-Vernetzung integriert werden. Damit lassen sich dann komplexe Funktionen verwirklichen und wahlweise über einen Touchscreen mit Visualisierung oder per iPhone steuern.

2 Funktionsbeispiele fürs intelligente Haus

Welche Funktionen ermöglicht ein mit EIB/KNX vernetztes Haus? Was lässt sich in der Praxis alles realisieren? Zur Einführung zeigen wir anhand von Beispielen, welche beinahe unbegrenzten Möglichkeiten eine KNX-Anlage bietet. Dabei gehen wir auf verschiedene Ausbaustufen ein, die sich in Eigenleistung auch mit relativ knappem Budget realisieren lassen. Ein wesentlicher Vorteil einer Busvernetzung besteht auch in ihrer Zukunftssicherheit: Neue Funktionen oder Geräte lassen sich zu einem späteren Zeitpunkt einfach integrieren, was mit konventioneller Elektrik nicht denkbar wäre.



Abb. 2.1: Das vernetzte Haus reagiert auf die Wünsche der Bewohner und zeichnet sich durch hohe Energieeffizienz aus.



Abb. 2.2: Bedienung und Darstellung über Touchscreen – fortgeschrittene Ausbaustufe einer KNX-Vernetzung.

2.1 Zentralfunktionen: Coming Home und Leaving Home

Mit einem Tastendruck lassen sich von zentraler Stelle aus bestimmte Geräte gleichzeitig aktivieren: die Beleuchtung in verschiedenen Räumen, die Stufe der Lüftungsanlage und bestimmte Positionen der Jalousien (*Coming Home*). Das Gleiche gilt beim Verlassen des Hauses, indem sämtliche Leuchten und Geräte in den verschiedensten Räumen durch einen Tastendruck ausgeschaltet werden. Damit können die Bewohner sicher sein, dass beim Verlassen des Hauses auch wirklich alle Verbraucher ausgeschaltet sind (*Leaving Home*).

Leaving Home liefert gleichzeitig einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung, wie er sich mit einer konventionellen Elektroinstallation nicht realisieren ließe. Durch die Belegung eines weiteren Schalters mit Zentralfunktionen – beispielsweise am Bett – können zusätzliche Schaltszenen festgelegt werden. Ein Display zeigt zudem an, welche Fenster im Haus geöffnet oder gekippt sind. In einer erweiterten Installation kann beim Verlassen des Hauses angezeigt werden, ob alle Fenster und Türen geschlossen sind.

Zusätzliche Funktionen des Zentralschalters können z. B. darin bestehen, dass bestimmte elektrische Verbraucher ausgeschaltet werden, das Temperaturniveau reduziert und gleichzeitig die Gebäudelüftung auf ein niedrigeres Niveau gefahren wird. An dieser Stelle wird deutlich, dass sich die Verluste bei Abwesenheit (Stand-by) durch einen sogenannten »Zentralschalter« minimieren lassen.



Abb. 2.3: Coming Home – auf Tastendruck werden beispielsweise Beleuchtung, Belüftung und Position der Jalousien aktiviert.

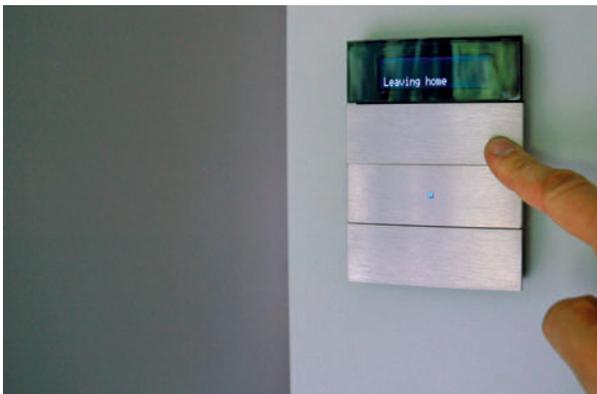


Abb. 2.4: Leaving Home – auf Tastendruck werden beim Verlassen des Hauses alle Verbraucher ausgeschaltet.

2.2 Beleuchtung und Lichtszenen: Abendessen, Fernsehen, Schlafen

Ein Thema ist auch die automatische Beleuchtungssteuerung von Bereichen oder Räumen mittels Präsenzmeldern. Damit lässt sich unter anderem in Funktionsräumen wie Flur, Abstellbereich und Bad/Toilette die Beleuchtung in Abhängigkeit von der Anwesenheit realisieren. Eine weitere Möglichkeit ist die dämmerungs- und/

oder zeitabhängige Beleuchtungssteuerung im Innen- und Außenbereich. In diesem Fall kann ab einer bestimmten Helligkeit sogar das Licht abgeschaltet werden, ohne dass sich die Bewohner darum kümmern müssen. Für das heimische Büro dürfte die vom Tageslicht abhängige Regelung des Lichteinfalls am Arbeitsplatz sehr wichtig sein.

Weiteren Komfort bieten vorprogrammierte Szenarien, die auf Tastendruck neben der Beleuchtung auch Jalousien, Heizung und Lüftung ansteuern. So lässt sich durch das Dimmen des Lichts oder den Einsatz farbiger LED-Beleuchtung in einem Raum ein spezielles Ambiente schaffen. Hierzu gehören z. B. Räume wie das Wohnzimmer mit der Lichtszene »Abendessen« oder »Heimkino« und das Schlafzimmer mit der Szene »Kuscheln«. Sämtliche Szenarien folgen dem technischen Prinzip, dass mehrere geschaltete oder gedimmte Leuchten, Jalousien, Heizungsventile und die Lüftungsanlage durch einen einzigen Tastendruck in eine vordefinierte Einstellung gebracht werden.



Abb. 2.5: Lichtszenen wie »Abendessen«, »Heimkino« oder »Schlafen« bedeuten die gleichzeitige Steuerung von Beleuchtung, Jalousien, Lüftung und Geräten.

2.3 Automatische Beschattung: abhängig von Sonnenstand und Wetter

In Abhängigkeit von der einsetzenden Dämmerung werden gezielt Jalousien und Rollläden ausgefahren, um beispielsweise Blickschutz zu bieten. Das ist vor allem bei moderner Architektur mit hohem Verglasungsanteil (raumhohe Verglasung) wichtig und könnte von den Bewohnern gewünscht sein. Andernfalls können ab einer bestimmten Außenhelligkeit die Jalousien wieder eingefahren oder ihr Anstellwinkel verändert werden. Ebenfalls möglich ist eine Steuerung in Abhängigkeit vom Wochentag und einer bestimmten Uhrzeit. Komfortabel lässt sich auch die Verschattung in einem Arbeitszimmer realisieren: In Abhängigkeit vom Sonnenstand werden die Lamellen so verstellt, dass jederzeit optimale Bedingungen für Bildschirmarbeit

herrschen. Auf Wunsch werden automatisiert vordefinierte Positionen einer Jalousie oder eines Rollladens angefahren – vor allem in Verbindung mit einer Szenensteuerung.

Mithilfe einer KNX-Installation ist ohne Kostenmehraufwand auch eine wetterabhängige Steuerung realisierbar. Ab einer bestimmten Windstärke werden sämtliche Jalousien zum Schutz der Verglasung und der Fassade automatisch eingefahren. Das gleiche Konzept kann auf Frosttemperaturen oder starken Niederschlag – sowohl Schnee als auch Regen – übertragen werden. Ebenso ist das automatische Schließen eines Dachfensters bei einsetzendem Regen möglich.

Wie bei fast allen Funktionen einer KNX-Vernetzung steht das Argument der Energieeinsparung im Vordergrund: Gezieltes Schließen von Rollläden spart im Sommer Kühl- und im Winter Heizenergie.



Abb. 2.6: Automatische Steuerung von Jalousien in Abhängigkeit von Sonnenstand und Wetter.



Abb. 2.7: Wärmeschutz im Sommer und zusätzliche Heizenergie im Winter – durch automatische Jalousien.

2.4 Perfektes Wohnklima: kontrollierte Heizung und Lüftung

In einem KNX-vernetzten Haus sind Flächenheizung, kontrollierte Lüftungsanlage und Fenster/Türen stets im Zusammenhang zu betrachten. Sobald ein Fenster geöffnet wird, lässt sich die Heizung in diesem Raum wahlweise abschalten oder

im Stand-by-Modus betreiben. Damit wird verhindert, dass das Heizsystem wie bei einer konventionellen Anlage hochfährt, um die Wärmeverluste zu kompensieren, und so unnötig Energie verbraucht (Energiesparfunktion). Im Winter müssen die Fenster überhaupt nicht geöffnet werden, denn die kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung führt dem Haus die Frischluft von außen definiert zu. Dadurch wird erheblich Heizenergie eingespart.

Sämtliche Wohnbereiche verfügen über eine individuelle Einzelraumregelung, wobei sich die Sollwerte der Heizung vor Ort am Raumtemperaturregler oder zentral über einen Touchscreen justieren lassen.

Es ist auch möglich, bestimmte Räume wie das Arbeitszimmer bei schlechter werdender Luftqualität automatisch zu belüften. Das erfolgt mithilfe eines Luftgütesensors. Sinnvoll ist auch die deutliche Absenkung der Raumtemperaturen während einer längeren Abwesenheit der Bewohner. Das ist mittels Zeitprogramm oder per Fernzugriff über das Internet lösbar. Dann ist aber ein Homeserver notwendig.



Abb. 2.8: Multifunktionstaster mit Raumtemperaturregler und Display – hier wird die gewünschte Temperatur auf Tastendruck verändert.



Abb. 2.9: Kontrollierte Raumlüftung mit Wärmerückgewinnung und KNX-Steuerung.

2.5 Sicherheit: Fenster, Türen und Umfeld

Bei einem frei stehenden Haus oder Gebäude ist manchem Bewohner das Gefühl der Sicherheit wichtig. Mithilfe eines KNX-Systems lassen sich komfortable Lösungen erzielen, die sonst nur bei einem proprietären System möglich wären. Allerdings arbeitet dieses System nicht im Verbund und benötigt eigene, zusätzliche Komponenten, die bei KNX nicht notwendig sind. So lässt sich beispielsweise das Grundstück durch Bewegungsmelder und Sensoren mit automatischer Weitermeldung an Sicherheitsdienste oder die Polizei ausstatten. Gleichzeitig werden sämtliche Fenster und Türen überwacht und deren Öffnen und Schließen wird auf dem Bussystem protokolliert.

Noch komfortabler ist eine Überwachung per IP-Kamera, die bei Bewegung Bilder oder Videos mit Ton aufzeichnet. In einer weiteren Ausbaustufe könnte man das Kamerabild auf einem Touchscreen in einer Visualisierung einbinden. Hier sollte für weitere Komfortfunktionen ein Homeserver zur Seite stehen.



Abb. 2.10: IP-Kamera mit Bewegungserkennung

2.6 Steuerung elektrischer Geräte: Herd, Waschmaschine, Geschirrspüler

Es sind vor allem Steckdosen im Außenbereich, die bei Abwesenheit der Bewohner automatisch auszuschalten sind. Diese Funktion wird per Zentralschalter (Leaving Home) verwirklicht. Somit können Fremde bei Abwesenheit nicht Strom entnehmen.

Auch leistungshungrige Verbraucher wie Geschirrspüler, Waschmaschine und Espresso-Automaten lassen sich per Zentralfunktion ausschalten. Weitere Energieeinsparungen sind durch Nutzung spezieller Stromtarife (Nebentarif von 22 Uhr bis 6 Uhr und am Wochenende) möglich.

Jürgen Brück

Photovoltaikanlagen
professionell planen
und installieren

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 9

1	Grundlagen der Photovoltaik	11
1.1	Wie erzeugt die Solarzelle den Strom?	13
1.2	Netzgekoppelte Solaranlagen und Inselsysteme	16
1.3	Mit unterschiedlichsten Solarzellen auf du und du	20
1.4	Wechselrichter: Was sie können und worauf zu achten ist	30
1.5	Die Modulanschlussdose	37
1.6	Der Netzanschluss	38
1.7	Unterschiedliche Anlagentypen	40
2	Solarmodule optimal nutzen	47
2.1	Technische Daten im Griff haben	49
2.2	Auf höchsten Stromertrag ausrichten	52
2.3	Stromverbraucher anschließen	55
2.4	Solarmodule zusammenschalten	56
2.5	Bypassdioden fachgerecht einsetzen	59
3	Stromspeicher für Inselsysteme	63
3.1	Kapazität für Photovoltaikanlage berechnen	64
3.2	Akkus richtig laden	65
3.3	Solarakku oder Autobatterie?	69

4	Solkraftwerk systematisch planen	71
4.1	Solargenerator auf geneigtem Dach.....	71
4.2	Solargenerator auf Flachdach	82
4.3	Solarmodule als Dachbedeckung: Pro und Contra	88
4.4	Solargenerator an Hausfassade	94
4.5	Freistehende Solarkraftwerke	98
4.6	Die richtigen Solarmodule auswählen.....	100
4.7	Den geeigneten Standort finden	105
4.8	Größe des Solargenerators festlegen.....	107
4.9	Wechselrichter ertragsoptimal einsetzen	110
4.10	Welche Kabel sind die richtigen?.....	115
4.11	Generatoranschlusskasten und Gleichstromhauptschalter.....	117
4.12	Blitzschutz nicht vergessen.....	118
5	Solaranlage fachgerecht aufbauen und installieren.....	123
5.1	Eigenmontage oder Fachbetrieb?.....	123
5.2	Allgemeine Tipps und Hinweise	125
5.3	Photovoltaikanlage auf Schrägdach: Montageschritte im Detail	131
5.4	Montage auf Flachdach.....	146
5.5	Elektroinstallationen im Haus	148
5.6	Fachbetrieb auswählen	151
6	Photovoltaikanlage richtig finanzieren und versichern	153
6.1	Förderprogramme der Bundesregierung	153
6.2	Förderprogramme der Länder	168
6.3	Weitere Geldquellen	170
6.4	Kalkulation für Solarkraftwerk erstellen.....	173
6.5	Welche Versicherung ist die richtige?	178
6.6	Das Finanzamt verdient mit.....	180
6.7	Behördengänge und Kontakt zum Energieversorger	181
6.8	Photovoltaikanlagen auf fremden Dächern	183

7	Solarfonds als Kapitalanlage	185
8	Anhang	189
8.1	Fachwörter- und Abkürzungs-Verzeichnis	189
8.2	Adressen.....	197
8.3	Literatur	203
8.4	Normen und Richtlinien für Fotovoltaikanlagen	206
8.5	RAL-Güteschutz-Solar-Musterverträge.....	210

Vorwort

Solarstrom gewinnt weltweit rasant an Bedeutung – kein Wunder, ist doch die Sonne eine schier unerschöpfliche Energiequelle. Dabei ist Photovoltaik nicht allein für die Energiebranche von Bedeutung. Seitdem der Gesetzgeber eine Vergütung für Solarstrom spendiert, der ins öffentliche Netz eingespeist wird, kann ein Solarkraftwerk auch als Geldanlage für Privatleute und Unternehmen interessant sein. Wer eine Photovoltaikanlage aufbauen möchte, ist allerdings mit vielen Fragen konfrontiert. Das beginnt mit einem Dickicht an Fördermöglichkeiten, versicherungsrechtlichen Dingen bis hin zu vielen Fragen bei Planung und Aufbau des Solarkraftwerks – sei es als autark funktionierendes Inselsystem oder als netzgekoppelte Photovoltaikanlage. Auf all diese Fragen gibt dieses Buch Antworten und greift dabei hautnah auf die langjährige Praxis vieler Fachleute zurück. Es ist zusammen mit vielen Bildern ein Nachschlagewerk für alle, die das Planen, Aufbauen und Installieren einer Photovoltaikanlage nicht allein den Fachleuten überlassen wollen. Mit handwerklichem Geschick können Sie sehr viel selbst machen – eventuell sogar alles, wenn bei schwierigen Aufgaben ein Elektromeister für Fragen ansprechbar ist und anschließend das Solarkraftwerk offiziell abnimmt. Sie müssen auch beim Betrieb der Photovoltaikanlage nicht bei jeder Kleinigkeit kostenintensiv den Fachmann kommen lassen. Wer sich auskennt, kann viele Fördergelder einstecken und die für ihn optimale Anlage generieren. Dieses Buch versucht, bis ins letzte Detail über Photovoltaikanlagen zu informieren, und setzt keine Vorkenntnisse voraus, sodass auch der interessierte Laie erfolgreich ans Werk gehen kann. Das Buch ist außerdem eine Fundgrube für alle Leserinnen und Leser, die sich umfassend über Photovoltaik informieren möchten.

Viel Erfolg!

Ihr
Jürgen Brück

1 Grundlagen der Photovoltaik

Photovoltaiksysteme nutzen die Energie der Sonnenstrahlen. Diese treffen als winzige Lichtteilchen, sogenannte Photonen, auf die Solarzellen und wandeln das Licht in elektrischen Strom um. Das gelingt ohne Schmutz, Lärm, Gestank oder andere unerwünschte Nachteile. Die PV-Anlage benötigt keine externe Stromzufuhr und verhält sich deshalb wie ein „Perpetuum mobile“. Ein Beispiel ist der moderne Solar-Taschenrechner. Ihm genügt eine kleine Solarzellenfläche, die nur gelegentlich von etwas Tages- oder Kunst-Licht beleuchtet werden muss, um die innere Elektronik mit Strom zu versorgen. Es sind keine Batterien mehr erforderlich, und er läuft ununterbrochen.



Abb. 1.1: Solarzelle (Foto: Schott)

Die Sonne

liefert Energie im Überfluss. Jeder Quadratmeter Sonnenoberfläche strahlt stündlich die Energiemenge von mehr als 6000 Liter Heizöl ab. Könnte man 100 Prozent der Sonnenenergie nutzen, die auf der Erde ankommt, würden 50 bis 60 Minuten Sonnenstrahlung ausreichen, um den jährlichen Weltenergieverbrauch zu decken. Anders ausgedrückt: Die Sonne liefert pro Jahr 20.000-mal oder pro Tag 50-mal mehr Energie, als auf der Erde überhaupt verbraucht wird. Diese Zahlen deuten an, wie wichtig die Sonne für die

zukünftige Energieversorgung sein wird. Die für das Leuchten verantwortliche Kernfusion wird in den nächsten vier bis fünf Milliarden Jahren weitergehen und so fast unbegrenzte Energie liefern. Bei der Kernfusion verschmelzen Wasserstoffatome zu Helium. Fossile Energieträger wie Erdöl oder Erdgas sind dagegen endlich. Außerdem dauert es rund 50.000 Jahre, um die Menge an fossiler Energie entstehen zu lassen, die in nur einem einzigen Jahr weltweit verbraucht wird.



Abb. 1.2: Immer mehr Privatleute ... (Foto oben: Conergy; Foto unten: Schott)



Abb. 1.3: ...und kommerzielle Stromproduzenten interessieren sich für Photovoltaik. (Foto: Conergy)

35 m² Solarzellenfläche sind genug

Nicht alle Energie, die von der Sonne kommt, ist auf der Erde nutzbar. Trotzdem spielt Sonnenstrom bereits heute eine wichtige Rolle wie ein kleines Rechenbeispiel zeigt: Im Durchschnitt benötigt eine vierköpfige Familie etwa 3.600 kWh Strom im Jahr. Diese Menge kann problemlos eine Photovoltaikanlage erzeugen, die nur eine Solarzellenfläche von 35 m² besitzt. Das entspricht einer Fläche von 5,92 m x 5,92 m, die leicht unterzubringen ist.

Nicht nur das direkte Sonnenlicht, auch das diffuse Licht bei leicht bewölktem Himmel erzeugt in den Solarzellen elektrische Energie. Es trifft bei bewölktem Himmel quasi aus allen Richtungen auf die Solarfläche. Das diffuse Licht allein reicht zwar nicht, damit Solarzellen, an die ein größerer Stromverbraucher angeschlossen ist, den nötigen Strom liefern. Es kann aber möglicherweise eine Batterie mit einem schwächeren Ladestrom auf- oder nachladen.

1.1 Wie erzeugt die Solarzelle den Strom?

Wie zu Beginn dieses Buchs angedeutet, spielen bei diesem Prozess die Photonen eine wichtige Rolle. Sie können aus einem Metall oder auch Halbleiter einzelne negative Ladungsträger „herausschießen“, wenn sie auf das Material treffen. Dort, wo diese Elektronen gerade noch gewesen sind, sind „Löcher“

entstanden. Die „Löcher“ sind deshalb im Unterschied zu den Elektronen positiv geladen. Auch die Solarzelle beherbergt eine positiv und eine negativ geladene Zone, die aus zwei unterschiedlichen Halbleiterschichten bestehen. Zurzeit verwenden die Hersteller meist noch Silizium. Die Forscher arbeiten allerdings daran, weitere Materialien für die Photovoltaik nutzbar zu machen.

Was sind Halbleiter?

Ihre elektrische Leitfähigkeit hängt von der Temperatur ab. Bei niedrigen Temperaturen wirken sie wie ein Isolator, bei hohen Temperaturen werden sie zu recht guten Leitern. Die Leitfähigkeit eines Halbleiters lässt sich auch durch Zugabe fremder Atome beeinflussen. Fachleute sprechen von dotieren – einem Vorgang, bei dem das Halbleitermaterial verunreinigt wird.

Wichtige und häufig verwendete Halbleiter sind Silizium (Si), Germanium (Ge) und die chemischen Verbindungen Galliumarsenid (GaAs), Indiumantimonid (InSb), Zinksele-nid (ZnSe) oder Cadmiumsulfid (CdS). In der Photovoltaik ist außerdem der Halbleiter Cadmium-Tellurid (CdTe) anzutreffen.



Abb. 1.4: Sonnenseite einer Solarzelle. (Foto: Conergy)

Um die unterschiedlichen Halbleiterschichten der Solarzelle zu erhalten, verunreinigen die Hersteller das Silizium mit anderen Atomen. Durch Dotieren entsteht mit der n-Schicht eine Siliziumschicht, in der die negativen Ladungsträger überwiegen. Diese Negativschicht der Solarzelle ist der Sonne zugewandt. Die p-Schicht auf der Rückseite der Solarzelle enthält dagegen mehr positive Ladungsträger. Wichtig für das Funktionieren einer Solarzelle ist die Grenze zwischen diesen beiden Schichten, in der sich ein elektrisches Feld aufbaut. Wenn Photonen auf die Fläche der Solarzelle treffen, setzen sie in der Grenzschicht und in ihrer unmittelbaren Umgebung Elektronen und Löcher frei. Das mittlere elektrische Feld „sortiert“ diese Ladungsträger und sorgt dafür, dass

sie zu den unterschiedlichen Seiten der Solarzelle wandern. Dadurch bildet sich auf der Sonnenseite der Solarzelle und an ihrer Rückseite ein elektrisches Potenzial. Man spricht von einer elektrischen Spannung. Die Zelle lädt sich wie eine Batterie auf und besitzt schließlich auf ihrer Unterseite einen Pluspol und auf ihrer Sonnenseite einen Minuspol (Abb. 1.5). Eine Siliziumsolarzelle mit einer Größe von 10 cm x 10 cm liefert so eine elektrische Spannung von rund 0,5 V. Schließt man an die Zelle einen Stromverbraucher an, kann ein Strom fließen. Eine belichtete Solarzelle funktioniert zwar ähnlich wie eine Batterie, ist aber vom Sonnenlicht abhängig: Scheint die Sonne viel, liegt eine hohe Spannung an, und es fließt ein hoher Strom. Scheint sie weniger, sind Strom und Spannung niedriger, ohne Sonnenlicht fließt kein Strom.

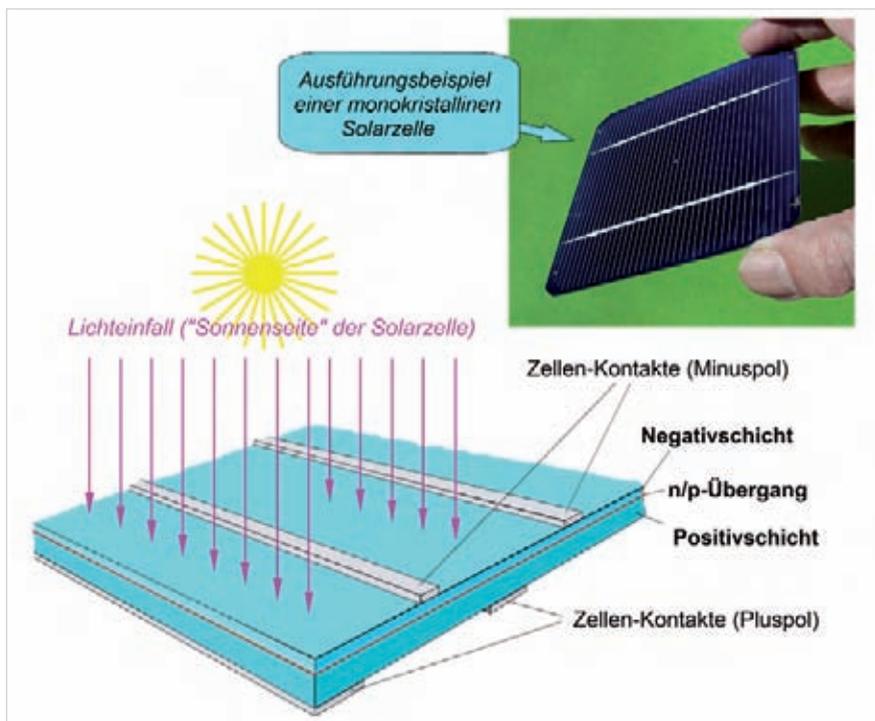


Abb. 1.5: Solarzelle im Querschnitt. (Foto: Bo Hanus)

Eine einzelne Solarzelle liefert meist noch nicht die benötigte Energiemenge. Dazu müssen die Hersteller viele in Reihe hintereinander schalten und zu Solarmodulen zusammenbauen, über die Kapitel 2 informiert.

1.2 Netzgekoppelte Solaranlagen und Inselssysteme

Bei Photovoltaikanlagen unterscheidet man netzgekoppelte Anlagen und Insel-systeme. Auch wenn die Solarmodule der weithin sichtbarste Teil sind, können sie ohne andere wichtige Bauelemente nicht den gewünschten Strom liefern. Welche Komponenten das genau sind, hängt vom Anlagentyp ab.

Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen

speisen den erzeugten Solarstrom in das öffentliche Stromnetz ein. Die Betreiber erhalten dafür eine Vergütung, die vor allem vom Montage-Ort der Solarzellenmodule abhängt. Die Höhe regelt das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG), die Tabelle gibt eine Übersicht. Die angegebenen Beträge verringern sich pro Jahr um fünf Prozent, bei Freilandanlagen um 6,5 Prozent. Der sogenannte Fassadenbonus betrifft Solarmodule, die an der Hauswand montiert sind. Kapitel 4.4 informiert über dieses Montagesystem. Wie Sie die Einnahmen Ihrer Photovoltaikanlage anhand des EEG kalkulieren, erläutert Kapitel 6.4.1.

Solarstromvergütungen laut EEG im Jahr 2008

Anlagentyp	Cent pro kWh Solarstrom
Gebäudeanlagen bis 30 kW	46,75 ct
ab 30 kW	44,48 ct
ab 100 kW	43,99 ct
Fassadenbonus	5,00 ct
Freistehende Anlagen	35,49 ct

Neben den Solarmodulen spielen bei netzgekoppelten PV-Anlagen die Wechselrichter eine große Rolle. Sie machen aus dem Gleichstrom, den die Solarmodule liefern, Wechselstrom und ermöglichen es so, die elektrische Energie ins 230-V-Hausnetz einzuspeisen. Neben einem Wechselrichter, geeigneten Kabeln und Sicherungen benötigen netzgekoppelte Anlagen auch eine Schnittstelle zum Stromnetz, den sogenannten Netzanschluss. Wie ein Wechselrichter funktioniert, auf was bei diesem Gerät zu achten ist und um was es sich beim Netzanschluss handelt, erläutern die Kapitel 1.4 und 1.6. Kapitel 4.9 beschreibt, wie Sie mit passenden Wechselrichtern optimale Stromerträge generieren. Ein Einspeisezähler hält schließlich exakt fest, welche Menge des selbst produzierten Stroms ins öffentliche Netz gelangt. Ein Bezugszähler, wie er in jedem Haus zu finden ist, zeichnet wie gewohnt den eigenen Verbrauch auf.



Auf jede Bausituation konfektioniert - Schrägdachanlagen von SolarWorld werden individuell auf jeden Haustyp angepasst.

Abb. 1.6: Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen auf Privathäusern.
(Foto oben: Schletter; Foto unten: Schott)



Abb. 1.7: Im privaten Bereich kaum anzutreffen: netzgekoppelte Freilandanlage (Foto: Schott)



Abb. 1.8: Große Solarfassade eines Unternehmens. (Foto: SMA Technologie AG)

Inselssysteme

versorgen meist elektrische Geräte an Orten mit Gleichstrom, wo kein öffentliches Stromnetz greifbar ist - beispielsweise in Wochenendhäusern, Campingbussen oder auf Segelbooten. Auch einen Springbrunnen im Garten oder ein elektrisches Garagentor kann man mit einem Inselssystem betreiben. Wechselrichter, Wechselstromverkabelung und Netzanschluss sind meist überflüssig. Schließt man ein elektrisches Gerät direkt an die Solarmodule an, hängt seine Leistung von der Stärke des Sonnenlichts ab. Wer vom aktuellen Sonnenschein unabhängig sein möchte, sollte deshalb einen Energiespeicher nach Kapitel 3 integrieren. Das kann ein Solarakku oder eine Autobatterie sein. In Zeiten guter Sonneneinstrahlung wird der Speicher aufgeladen, der nachts oder bei dichten Wolken am Himmel die gespeicherte Energie wieder abgibt. Der sogenannte Laderegler schützt den Speicher vor Überladung oder Tiefentladung. Auf all dies geht dieses Buch im Kapitel 3 ausführlich ein.



Abb. 1.9: Ein Inselssystem erlaubt es, ein elektrisches Garagentor aus dem Auto zu öffnen oder ... (Foto: Schott)



Abb. 1.10: ... eine Berghütte autark mit Strom zu versorgen. (Foto: SMA Technologie AG)

Selbstverständlich können Sie ein netzunabhängiges Inselsystem auch zusammen mit einem Wechselrichter betreiben. In diesem Fall gelangt der Strom vom Wechselrichter direkt in die Steckdose. Das Inselsystem benötigt wie die netzgekoppelte Photovoltaikanlage geeignete Befestigungssysteme nach Kapitel 5.

1.3 Mit unterschiedlichsten Solarzellen auf du und du

Es kommen für die Stromerzeugung eine Reihe verschiedener Materialien und Solarzellen-Designs zum Einsatz. Dabei unterscheiden sich Solarzellen in Eigenschaften, Stand der Technik und der Markteinführung bisweilen sehr voneinander.

Monokristallin und polykristallin

Solarzellen aus mono- und polykristallinem Silizium sind zurzeit noch am weitesten verbreitet. Beide Typen zusammen besitzen einen Marktanteil von über 90 Prozent. Monokristalline Zellen bestehen aus einem Kristall, dessen Atome ein einheitliches, homogenes Kristallgitter bilden (Abb. 1.11). Polykristalline Solarzellen bestehen dagegen aus vielen kleinen einzelnen Kristallen.

Die Herstellung monokristalliner Siliziumzellen ist dabei am aufwendigsten. Hochreines Halbleitermaterial ist erforderlich, das eingeschmolzen wird. Im nächsten Produktionsschritt bringt man einen einkristallinen Silizium-Keim in die Schmelze ein. Unter ständigem Drehen wird dieser Keim langsam wieder herausgezogen. An ihm lagert sich geschmolzenes Silizium ab, das die vorgegebene Kristallstruktur des Keims fortsetzt. Die so hergestellten Stäbe erreichen eine Länge von bis zu 2 m (Abb. 1.12). Sie lassen sich mit speziellen Sägen in dünne Scheiben zuschneiden. Diese sogenannten Wafer bestehen aus Halbleitermaterial und können eine quadratische Form haben oder eine, bei der die Ecken abgerundet sind. Diese „pseudoquadratische“ Form ist wegen des Einkristallstabs meist bei monokristallinem Silizium anzutreffen und erlaubt es, besonders viele Solarzellen auf kleinem Raum unterzubringen. Aus den Wafern werden durch Auftragen der photoelektrischen Beschichtung schließlich die Solarzellen hergestellt. Solarzellen aus monokristallinem Silizium besitzen einen recht hohen Wirkungsgrad (siehe Kasten auf S. 26), sind aber wegen der aufwendigen Produktion vergleichsweise teuer.



Abb. 1.11: Monokristalline Solarzellen haben eine einheitliche Oberfläche, die wie dunkelblauer Samt aussieht. (Foto: Ersol)



Abb. 1.12: Monokristallines Silizium als Einkristallstab. (Foto: Ersol)



Abb. 1.13: Block aus monokristallinem Silizium vor dem Zersägen in einzelne Wafer. (Foto: Ersol)



Abb. 1.14: Rohmaterial Silizium. (Foto: Solarworld)

Kostengünstiger ist die Produktion von Solarzellen aus poly- oder multikristallinem Silizium, die allerdings einen etwas geringeren Wirkungsgrad haben (Abb. 1.15). Um sie herzustellen, wird geschmolzenes Silizium in Blöcke gegossen. Beim Abkühlen des Materials bilden sich unterschiedlich große Kristallstrukturen heraus. Vor allem an deren Grenzen können dabei Defekte auftreten, die den Wirkungsgrad der Solarzellen herabsetzen. Die Siliziumblöcke oder Ingots werden in einzelne Bausteine oder Bricks geteilt und diese anschließend in dünne Scheiben geschnitten, um die Wafer zu erhalten (Abb. 1.16 und Abb. 1.17).

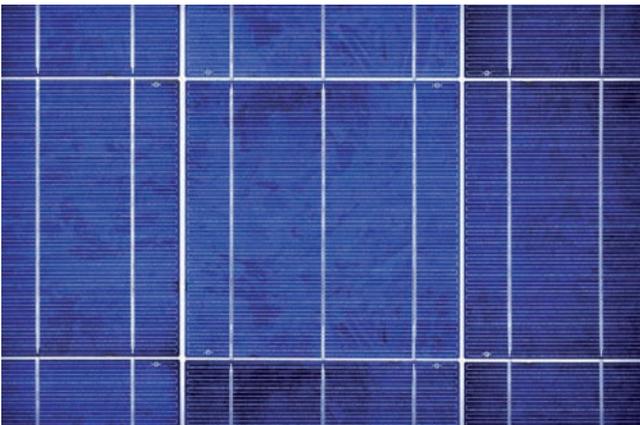


Abb. 1.15: Solarzellen aus polykristallinem Silizium haben eine bläuliche Eisblumenstruktur. (Foto: Conergy)

Bo Hanus

Elektrik im Haus
Praxisbuch

Vorwort

Durch Selbermachen sparen Sie nicht nur viel Geld, sondern auch viel Ärger. Der Zeitaufwand, den das Selbermachen in Anspruch nimmt, ist oft nicht höher als der für die Betreuung von Handwerkern.

Oft sind es nur einzelne Bauteile elektrischer Haushaltsgeräte und größerer elektronische Anlagen, die defekt sind, und diese sind leicht eigenhändig auszutauschen oder zu reparieren, ohne dass allzu große Erfahrung oder eine professionelle Werkzeugausstattung vorausgesetzt wäre. Auch Laien können Reparaturen an Geräten – und auch elektrische Installationen – vielfach selbst durchführen, sollten dabei aber ebenso gewissenhaft und vorschriftsgemäß vorgehen wie Profis.

Dazu finden Sie in diesem Buch viele Ratschläge und Anleitungen, die Ihnen die Installation Ihrer Hauselektrik und die Reparatur Ihrer Geräte erleichtern oder denen Sie entnehmen können, wann sich eine Reparatur eventuell nicht mehr lohnt.

Viel Erfolg wünschen Ihnen

Bo Hanus und Hannelore Hanus-Walther

Inhaltsverzeichnis

1	Werkzeuge und Messinstrumente, die Sie brauchen (können)	11
2	Reparieren oder wegwerfen?	21
3	Allgemeine Sicherheitshinweise	31
3.1	Batteriebetriebene Haushaltsgeräte.....	31
3.2	Elektronische Haushalts-Netzgeräte.....	38
3.1	So wird elektrische Spannung richtig geprüft	45
3.2	Strom und Leistung messen?	49
Teil I – Haushaltselektronik selbst reparieren		51
1	Reparaturen an Geräten der Unterhaltungselektronik	53
1.1	Analog oder digital?	53
1.2	Defekte beim Sat-Empfang.....	59
1.2.1	Reparaturhinweise	63
1.3	Defekte beim terrestrischen Fernsehempfang	77
1.4	Schlechte Bildwiedergabe?	78
1.5	LNB ersetzen	80
1.6	Receiver ersetzen	83
1.7	Videorecorder ersetzen	85
1.8	Wenn der Fernseher nicht mehr taugt	85
1.9	Der richtige Ersatzfernseher	86
1.10	Die Anzahl der Pixel bestimmt die Bildqualität.....	94
1.11	Aufnahme- und Abspielgeräte.....	97
1.12	Reparaturen/Erneuerungen an Radioempfängern und ihrem Zubehör	100
1.13	Schlechte Tonwiedergabe?.....	102
1.13.1	Worauf kommt es bei einer guten Lautsprecherbox an?.....	107
1.14	Drahtlose Funk- und Infrarotübertragung.....	124
1.15	Audio/Video – Funkübertragung	131
1.16	Reparaturen an PCs und ihrem Zubehör	137
2	Wie wird es gemacht?	141
2.1	Koaxialkabel anschließen	141
2.2	Verzweigungen an Sat-Zuleitungen	150
2.3	Was sind Quatro- und Oct-LNBs?.....	151

2.4	Empfang von mehreren Satelliten	152
2.5	Drahtloses Schalten	154
2.6	Funksteuerungen der Garagen- und Gartentor-Antriebe	163
2.7	Durchgangsprüfung und Widerstandsmessung.....	167
2.8	Reparaturen elektronischer Musikinstrumente.....	169
2.8.1	Reparaturen von E-Gitarren und E-Bassgitarren.....	170
2.8.2	Humbucker-Tonabnehmer	174
2.8.3	Reparaturen elektronischer Tasteninstrumente.....	176
Teil II – Elektrische Haushaltsgeräte selbst installieren und reparieren		179
1	Elektrische Haushalts-Großgeräte	181
1.1	Elektroherde	181
1.2	Thermostat defekt?	184
1.3	Herd-Kochplatte defekt?	185
1.4	Kochzone im Glaskeramik-Kochfeld defekt?.....	196
1.5	Backofen defekt?.....	197
1.6	Dunstabzugshauben	200
1.7	Waschmaschinen	204
1.8	Wäschetrockner.....	224
1.9	Kühl- und Gefriergeräte.....	247
1.10	Geschirrspüler	250
1.11	Klimageräte	252
2	Elektrische Haushalts-Kleingeräte	259
2.1	Allgemeines zu den Reparaturen an Haushalts-Kleingeräten.....	259
2.2	Wasserkocher.....	263
2.3	Kochplatten	265
2.4	Wärmeplatten	267
2.5	Kleine Backöfen.....	269
2.6	Heizgeräte	277
2.7	Ventilatoren.....	283
2.8	Toaster	286
2.9	Bügeleisen	287
2.10	Heizkissen & Heizdecken.....	288
2.11	Kaffee- und Espresso-Maschinen.....	289
2.12	Staubsauger	290
2.13	Küchenmaschinen	291
2.14	Schneidemaschinen	294
2.15	Akku-Haushaltsgeräte und -Werkzeuge	296
3	Wie wird es gemacht?	299
3.1	Netzschnur und/oder Stecker erneuern	299
3.2	Drehzahlregler erneuern	305
3.3	Defekte Signalgeber erneuern.....	306

3.4	Optische Signalgeber.....	309
3.5	Akustische Signalgeber.....	311
Teil III – Hauselektrik selbst installieren und reparieren.....		313
1	Das meiste ist ein Kinderspiel!.....	315
2	Leuchten anbringen / abnehmen.....	323
2.1	Deckenleuchter aufhängen.....	324
2.2	Einzug eines Leiters in ein Installationsrohr mit der Einzieh-Nylonfeder.....	328
2.3	Einziehen zusätzlicher Leiter in ein Installationsrohr ohne Einzieh-Feder.....	335
2.4	Provisorische Beleuchtung neu bezogener Räume.....	339
2.5	Deckenleuchten abnehmen.....	340
2.6	Leuchten an Betondecken anschrauben.....	343
2.7	Deckenleuchten einbauen.....	347
2.8	Halogen-Deckenleuchten.....	349
2.9	Leuchtdioden (LED)-Deckenleuchten.....	350
2.10	Leuchtstofflampen.....	352
2.11	Wandleuchten.....	355
2.12	Beleuchtung der Keller- und Feuchträume.....	356
2.13	Dachboden-Beleuchtung.....	357
3	Lichtschalter, Dimmer und Steckdosen austauschen.....	359
3.1	Einfache Lichtschalter austauschen.....	362
3.2	Lichtschalter aus einer Gruppe austauschen.....	365
3.3	Einfache Lichtschalter.....	367
3.4	Doppel-Lichtschalter (Serienschalter).....	368
3.5	Wechselschalter.....	369
3.6	Kreuzschalter.....	371
3.7	Stromstoßschalter.....	373
3.8	Lichtdimmer.....	375
3.9	Dämmerungsschalter.....	377
3.10	Annäherungsschalter/Bewegungsmelder.....	379
3.11	Infrarot- oder funkgesteuerte Lichtschalter & Dimmer.....	380
3.12	Steckdosen erneuern.....	382
4	Leitungen erneuern und erweitern.....	389
4.1	Installationsleitungen im Wohnbereich.....	389
4.2	Welche Leitung ist die Beste?.....	393
5	Der optimale Leiterquerschnitt.....	401
5.1	Unterputz-Geräte- und Verbindungsdosen.....	408
5.2	So bringen Sie zusätzliche Gerätedosen unter.....	412

5.3	Installationszonen für Unterputz-Leitungen	418
5.4	Das elektrische Hausnetz	421
5.5	Haus-Erder und Potential-Ausgleichsschienen	424
5.6	Der Verteilerschrank (Stromkreisverteiler).....	426
5.7	Wissenswertes über Spannung und Leistung	429
5.8	Einteilung der Leitungen im Hausnetz	431
5.9	Sicherungsautomaten (Leitungsschutzschalter)	434
5.10	Was ist ein „FI-Schutzschalter“?	435
5.11	Die Gestaltung eines Hausnetzes.....	439
5.12	Außenbeleuchtung	442
5.13	Wand- und Decken-Außenleuchten	443
5.14	Sockelleuchten.....	444
5.15	Standleuchten, Pfeilerleuchten und Kandelaber	446
5.16	Einbruchschutz-Beleuchtung	448
5.17	Außenleitungen an Gebäuden	449
5.18	Erdkabel	450
5.19	Unterschiedlich kombinierte Leitungen	453
6	Wie wird es gemacht?	457
6.1	Abisolieren der Drähte	457
6.2	Schneiden und Abisolieren von Kabeln.....	461
6.3	Anwendung von Lüster- und Dosenklemmen	463
6.4	Schraubenlose Steckklemmen.....	466
6.5	Einbaulampen in Möbel.....	467
6.6	Verputzen von Leitungen und Dosen.....	468
6.7	Vorsicht ist die Mutter der Porzellankiste	471
6.8	Machen Sie es besser als ein Fachmann!	474
7	Energiesparmöglichkeiten	477

1 Werkzeuge und Messinstrumente, die Sie brauchen (können)

Es gibt keinen Zweifel daran, dass gutes Werkzeug und gute Messinstrumente die Arbeit erleichtern. Sie ermöglichen uns zudem, so manches Anliegen, für das ein anderer einen Handwerker braucht, selber meistern zu können und damit unheimlich viel Geld zu sparen.

Wie bei allen anderen Arbeiten handwerklicher Art hängt auch hier die sinnvolle Werkzeugausstattung vom Vorhaben ab. Wenn Sie beispielsweise nur ein einziges Mal in Ihrem Leben eine Deckenlampe aufhängen und anschließen möchten, werden Sie sich deshalb kaum aufwendige Spezialwerkzeuge oder Messgeräte zulegen wollen.

Das ist jedoch kein Problem! Meist wird Ihnen ein einfacher kleiner Schraubenzieher genügen, der gleichzeitig als Phasenprüfer ausgelegt ist. Ein derartiges „Spezialwerkzeug“ kostet nur etwa einen Euro und strapaziert somit keinesfalls die Haushaltskasse. Mehr Werkzeuge werden Sie bei etwas Glück für ein solches Anliegen nicht benötigen, wohl aber für andere Aufgabenbewältigungen, die in einem normalen Haushalt laufend anfallen. Passendes und gutes Werkzeug kann Ihnen das Leben sehr erleichtern!

Um Missverständnissen vorzubeugen: Gutes Werkzeug ist nicht gleichzustellen mit teurem Werkzeug. Die Zeiten, in denen ein höherer Preis automatisch als eine Art Garantie für bessere Qualität galt, sind vorbei. Die Qualität von Werkzeugen, die als gelegentliche „Supermarkt-Schnäppchen“ angeboten werden, ist manchmal (allerdings nicht immer) wesentlich besser oder zumindest annähernd so gut wie die Qualität von sogenannten teuren Markenwerkzeugen.

Um nur ab und zu in den eigenen „vier Wänden“ kleinere Änderungen an Ihrer Elektroinstallation durchzuführen, brauchen Sie sich keine speziellen Werkzeuge anzuschaffen. Die Arbeit macht jedoch mehr Spaß, wenn man mit schönen neuen Werkzeugen arbeiten kann, die eventuell als isolierte Elektriker-Werkzeuge im Elektronik-Versandhandel, in Baumärkten oder gelegentlich sogar als sehr preiswerte Schnäppchen in Lebensmittel-Discount-Läden erhältlich sind.

Ein GS-, TÜV- oder VDE-Zeichen auf einem isolierten Schraubenzieher oder auf einer isolierten Zange ergibt für einen Heimwerker keinen „tieferen“ Sinn. Es ist zwar eine Art Bestätigung, dass man mit dem Werkzeug tatsächlich z. B. die an ihm angegebenen 5000 Volt berühren darf, ohne einen Schlag zu bekommen. Ein Heimwerker hat aber zu Hause keine 5000 Volt, sondern nur maximal 400 Volt. Die wird normalerweise auch

ein „nicht geprüfter“ isolierter Schraubenzieher verkraften, denn der Handel kann es sich gegenwärtig nicht erlauben, Werkzeuge zu verkaufen, die seine Kunden verletzen.

Im Gegensatz zu einem Betriebselektriker, der gelegentlich an Geräten arbeitet, die betriebsbedingt unter Spannung sind, wird ein Heimwerker zudem grundsätzlich nur bei abgeschaltetem Strom schrauben, zwicken oder abisolieren. Dennoch ist es von Vorteil, wenn die verwendeten Werkzeuge isolierte Griffe bzw. bei Schraubendrehern auch voll isolierte Stifte haben, vor allem für den Fall, dass aus Versehen der Strom nicht abgeschaltet wurde (was in der Praxis oft erst dann vorkommt, wenn man „routinemäßig nachlässig“ wird).

Wir werden in diesem Buch bei vielen Reparatur- oder Wartungsanleitungen auch die dafür benötigten Werkzeuge ansprechen. Viele dieser Werkzeuge können Ihnen auch bei anderen Arbeiten in Heim und Garten das Leben sehr erleichtern und den Spaß an der Tätigkeit erheblich steigern:



Schraubendreher ❶ (altdeutsch: „Schraubenzieher“) gehören zu den Werkzeugen, von denen man eigentlich niemals zu viele haben kann. Es gibt sie in Standardausführungen als Schlitz-Schraubendreher (für die traditionellen Schlitz-Schrauben), Kreuzkopf-Schraubendreher und Sechskant-Schraubendreher (als Alternative zu den „Inbusschlüsseln“, die inzwischen auch als „Winkel-Schraubendreher“ bezeichnet werden). Neben diesen drei Schraubendreher-Grundtypen gibt es auch diverse spezielle Klingenformen, wie Torx, Vielzahn, Innenvierkant usw.

Inbusschlüssel ❷ (Winkel-Schraubendreher) in Größen zwischen 2 und 6 mm können sich bei manchen Arbeiten als sehr nützlich erweisen.



Eine **Kombizange ❸** – bevorzugt mit isolierten Griffen – gehört zu den Universal-Werkzeugen, die in einem Haushalt nicht fehlen sollten. Für die meisten Arbeiten an der Elektroinstallation kommt eine Kombizange jedoch nur für gelegentliche Anwendungen zum Einsatz, wenn dem Heimwerker (oder dem „Profi-Elektriker“) noch speziellere Zangen – wie Seitenschneider, Spitzzange und Abisolierzange – zur Verfügung stehen.



Ein kräftigerer **Seitenschneider ❹** (eine „Zwickzange“) mit isolierten Griffen ermöglicht ein bequemes und genaues Schneiden der elektrischen Leiter oder dünneren Kabel.

Für feinere Arbeiten, z. B. beim Aufschneiden und Zuschneiden von Elektrokabeln, kann ein zweiter kleiner (und scharfer) **Elektronik-Seitenschneider** ⑤ so manches Anliegen sehr erleichtern.



Eine **Flachrundzange** ⑥ – mit ebenfalls isolierten Griffen – gehört zu der Werkzeugausstattung eines jeden Elektrikers und kann sich in der täglichen Praxis auch bei anderen gelegentlichen Arbeiten als sehr nützlich erweisen.

Eine **Pinzette** ⑦ kann Ihnen die Arbeit erleichtern. Sie sollte etwa 15 cm lang sein.



Eine **Rundzange** ⑧ – egal ob mit oder ohne isolierte Griffen – benötigt der Elektroinstallateur nur dann, wenn er an einem Drahtende eine Öse erstellen möchte, mit der ein elektrischer Leiter unter einer Schraube befestigt werden sollte.

Isolierte Leiterenden sollten bevorzugt nur mit einer **Abisolierzange** ⑨ von ihrer Kunststoffisolation befreit werden, da andernfalls die Gefahr besteht, dass der eigentliche Leiter (der blanke Kupferdraht) beim Abisolieren beschädigt wird und anschließend abbricht. Einfachere **Abisolierzangen** eignen sich für gelegentliche Arbeiten. **Automatische Abisolierzangen** erleichtern die Arbeit.



Ein **Kabelmesser** ⑩ oder einfach ein stabiles, scharfes und spitzes Messer kommt vor allem bei der Arbeit mit Kabeln (beim sogenannten „Entmanteln“ des Kabels) zum Einsatz.

Ein Lötgerät **11**, oder zumindest ein LötKolben, ist bei vielen einfacheren Reparaturen unentbehrlich, aber mit einer Lötstation – wie abgebildet – geht das Lötten noch leichter und amüsanter (Foto/Anbieter: Conrad Electronic; Bestell.-nr. 58 85 00).



Gabelschlüssel **12** oder Gabel-/Ringschlüssel **13** sollten in einem Heimwerkerhaushalt zumindest in allen Größen zwischen ca. 8 mm und 22 mm vorrätig sein.



Als sehr hilfreich können sich für die Demontage diverser Haushaltsgeräte **Sechskant-Bits 14** und **Torx-Bits 15** erweisen, die oft als Steckschlüssel-Sets mit passenden Steckschlüsseln oder Ratschen erhältlich sind.



Spezielle **Kabelschneider 16** erleichtern die Arbeit und sparen Zeit, aber ihre Anschaffung lohnt sich nur dann, wenn viele Kabel geschnitten werden. Ansonsten genügt bei dünneren Kabeln eine kräftigere Zwickzange (Seitenschneider), bei dickeren oder harten Kabeln eine Eisensäge.

Eine **Eisensäge 17** wird z. B. zum Schneiden von Kunststoff-Installationsrohren oder dickeren Kabeln benötigt. Sie gehört zu der „Standardausrüstung“ eines jeden Heimwerkers. Am besten arbeitet es sich mit einer Eisensäge, deren Handgriff ähnlich ausgeführt ist wie bei dieser Abbildung. Sägen, deren Handgriffe nur ähnlich ausge-



führt sind wie die runden Handgriffe von Feilen, sitzen nicht so gut in der Hand. Das erschwert vor allem einem Ungeübten die Schnittführung.



Meißel 18 braucht man nur, wenn z. B. in die Wand gestemmt werden muss, um eine elektrische Leitung anzulegen bzw. zu verlängern oder um eine zusätzliche Gerätedose anzubringen. Für grobe Arbeiten eignet sich am besten ein Flachmeißel mit einem Gummischutz, der die Hand vor fehlgeleiteten Schlägen schützt (links abgebildet). Für feinere Arbeiten ist ein feiner Flachmeißel mit einer Klingenbreite von ca. 8 bis 10 mm zu empfehlen (rechts abgebildet).



Zum Flachmeißel gehört selbstverständlich auch ein **Hammer 19**, dessen Größe und Gewicht sowohl auf die Größe des Meißels als auch auf die Körperkraft des Anwenders abgestimmt werden sollte.

Eine kräftigere **Schlagbohrmaschine 20** (mit einer Leistung ab ca. 800 Watt) kommt zum Einsatz, wenn z. B. für eine Leitung ein Loch durch die Mauer gebohrt werden muss, oder wenn mit Hilfe von Vorbohrungen ein Stück Mauer für das Meißeln gefügiger gemacht wird. Abgesehen davon kann beim anschließenden Verputzen der Mauer in die **Schlagbohrmaschine** ein spiralförmiger Mischer (Farbenmischer) eingesetzt werden, mit dem der Putzmörtel in einem Baueimer (mit niedriger Drehzahl) gemischt wird.



Stein- oder Betonbohrer 21 diverser Durchmesser werden für die Bohrungen für Wanddübel, für das Vorbohren für Geräte- und Verbindungsdosen und für das Bohren von Mauerdurchgängen benötigt. Für die meisten Vorhaben genügen Bohrer von \varnothing 4, 5 und 6 mm. Für Mauerdurchgänge müssen die Durchmesser und die Längen der benötigten Bohrer sowohl auf den Durchmesser der Leitungen als auch die baulichen Gegebenheiten abgestimmt werden. Ein **Glasbohrer** erleichtert das Bohren (bzw. Vorbohren) in die Fliesen (wenn da z. B. eine andere Wandleuchte oder eine zusätzliche Steckdose angebracht werden soll).

Wer in einem Rohbau oder im Keller mehr als etwa fünf Unterputz-Dosen für Schalter oder Stecker in die Mauer unterbringen möchte, der sollte sich zu diesem Zweck eine spezielle **Schlagbohrkrone** 22 anschaffen. Sie wird – ähnlich wie ein Bohrer – in eine Schlagbohrmaschine eingesetzt und fräst die erforderlichen Löcher für Unterputz-Dosen relativ schnell und bequem aus. Gerätedosen (Schalter/Stecker-Dosen) haben jedoch einen kleineren Durchmesser (von ca. Ø 65 mm) als Abzweigdosen, deren Durchmesser – je nach Type – ca. Ø 70 bzw. Ø 80 mm beträgt. Somit sind für aufwendigere Elektroinstallationen zumindest zwei passende Schlagbohrkronen (mit Durchmessern von ca. Ø 68 mm und z. B. Ø 83 mm) erforderlich.



Außerordentlich praktisch ist für einen jeden Heimwerker auch zusätzlich noch eine kleine und leichte **Handbohrmaschine** 23, die für feinere Arbeiten eigentlich unentbehrlich ist. Kleine Bohrmaschinen sind während der letzten Jahre aus den Baumärkten ziemlich verschwunden, denn die

Werbung hat sich auf „kräftige (= teure) Bohrmaschinen für kräftige Männer“ eingeschossen (Foto/Anbieter: Conrad Electronic; Bestell. Nr. 82 63 03).



Richtiges Messen erleichtert die Arbeit und schützt vor Fehlern. Ein **Messschieber** 24 (Schieblehre) ermöglicht z. B. ein genaues Messen des Durchmessers diverser Leiter und Bauteile. Einfachere Messschieber herkömmlicher Bauart sind preiswert, aber das Ablesen des Messwertes ist hier „gewöhnungsbedürftig“. Messschieber mit Digitalanzeige zeigen das ermittelte Maß eindeutig an, sind vor allem als gelegentliche „Schnäppchen“ kostengünstig erhältlich.

Ein **Maßband** 25 ist für „größeres“ Messen geeignet.





Schnelle Erkennung von elektrischer Netz-Wechselspannung ermöglichen diverse kleine **Phasenprüfer** 26 (**Spannungsprüfer**). Einfachere Phasenprüfer sind als kleine Schraubendreher ausgeführt und zeigen das Vorhandensein einer Wechselspannung (der Phase) nur optisch durch Aufleuchten eines Neonlämpchens in ihrem Griff an.

Phasenprüfer 27 gehobener Preisklasse melden das Vorhandensein der Phase manchmal auch noch akustisch oder durch Vibrieren an. Einige Geräte zeigen die Phase sogar auch dann an, wenn ihre Spitze nur nahe an die Phase gehalten wird – also auch kontaktlos durch die Isolation eines Leiters.



Um eine elektrische Spannung messen zu können, braucht man ein Voltmeter, das wahlweise als reiner **Spannungsprüfer** oder als **Multimeter** erhältlich ist. Ein Multimeter hat im Vergleich einem reinen Spannungsprüfer den Vorteil,



dass man mit ihm auch den Ohmschen Widerstand und den elektrischen Strom messen kann. Sehr handlich sind **Stift-Multimeter** 28, die man während des Messens bequem in der Hand hält. **Tisch-Multimeter** 29 verfügen wiederum oft über diverse zusätzliche Funktionen, die vor allem für Elektroniker oder Modellbauer nützlich sein können. (Foto/Anbieter: Conrad Electronic)



Einfache Spannungs- und Durchgangsprüfer 30, die mittels Leuchtdioden nur in grober Abstufung die elektrische Spannung anzeigen, brauchen üblicherweise nicht auf einen Messbereich eingestellt zu werden. Das hat den großen Vorteil, dass es bei flüchtigen Kontrollmessungen nicht zu einer versehentlichen Beschädigung oder Vernichtung des Messgerätes kommen kann. Diese Messgeräte können jedoch keine Unterspannung, Spannungsverluste am Ende einer schwer belasteten elektrischen Leitung oder z. B. die exakte Höhe einer Autobatterie-Spannung anzeigen.

Spannungs-Durchgangsprüfer 31, die neben einer optischen Anzeige auch noch akustisch oder mit einer gut spürbaren Vibration das Vorhandensein einer Spannung anzeigen, sind sehr vorteilhaft (und bequem). Man kann sich beim Messen nur darauf konzentrieren, was mit dem Messstiften berührt werden soll. Gute Spannungsprüfer lassen den Anwender durch Veränderung des Klages oder der Vibration auch erkennen, ob es sich bei der gemessenen Netzspannung um eine 230-Volt- oder 400-Volt-Wechselspannung handelt. Das ist sehr wichtig bei Kontrollmessungen in Abzweigdosen, in denen zwei oder drei verschiedene Phasen (Drehstrom-Phasen) der Netzspannung vorhanden sind bzw. vorhanden sein könnten.



Zweipolige **Spannungsprüfer 32** ermöglichen eine schnelle und zuverlässige Prüfung von elektrischen Leitungen und Spannungen. Viele von diesen Spannungsprüfern verfügen auch über eine optische und akustische Durchgangsprüfung. Sie sind jedoch üblicherweise nicht für Widerstandsmessungen ausgelegt und eignen sich daher in Rahmen unserer Buchthemen eher als zusätzliche praktische „Zweitgeräte“.

Leitungs-Metallsuchgeräte oder **Leitungs-Metall-Balkensuchgeräte 33** spüren verborgene Leitungen bzw. auch Balken in der Wand oder in der Decke auf und signalisieren den „Fund“ (die Position) entweder optisch oder akustisch. Sie zeigen an, wo (und wohin) z. B. eine elektrische Leitung in der Wand läuft, wo sich in einer Holz- oder Gipskartondecke die Holzbalken oder Verstrebungen befinden. Empfindliche Metallsuchgeräte zeigen zudem an, wo z. B. in einer Betondecke die Armierungs-Beton Eisenstäbe sitzen. Das hier abgebildete Gerät zeigt wahlweise elektrische Leitungen und Metallgegenstände oder auch Balken und Holzverstrebungen an. Manche solcher Ortungsgeräte sind jedoch oft nur als Leitungssuchgeräte oder nur als Balkenfinder ausgelegt – worauf beim Kauf zu achten ist.



Eine **Wasserwaage 34** braucht man vor allem bei Arbeiten, die an der Wand ausgeführt werden.



Elektriker-Einziehfedern 35 sind wahlweise als Nylon- oder Stahlfedern erhältlich. Sie finden ihre Anwendung nur bei Rohrleitungs-Installationen bzw. beim Einziehen von zusätzlichen oder neuen Leitern (Drähten) in bestehende Rohrleitungen.



Für das Eingipsen von Unterputz-Dosen werden kleine **Spachteln 36** verwendet.



Verschiedene kleinere **Maul-, Ring- und Steckschlüssel 37** kommen in der Hauptsache bei Reparaturen an größeren Elektrogeräten zum Einsatz.

Als sehr hilfreich können sich für die Demontage diverser Haushaltsgeräte **Sechskant-Bits und Torx-Bits 38** erweisen, die oft als Steckschlüssel-Sets mit passenden Steckschlüsseln oder Ratschen erhältlich sind.

Neben den hier aufgeführten Werkzeugen gibt es ein großes Angebot an verschiedensten Universal- oder Spezialwerkzeugen, die Ihnen unter Umständen die Arbeit erleichtern können – oder mit denen das Arbeiten richtig Spaß macht.

Wenn Sie zu denen gehören, die gerne alles selber machen möchten, aber nicht immer genau wissen, wie und womit etwas am besten gemacht werden kann, fragen Sie sich einfach bei den Fachverkäufern in Baumärkten oder im Fachhandel durch. Sie erhalten oft viele praktische Tipps, die Ihnen unnötiges Grübeln und Kopfzerbrechen ersparen können.

Fallen Sie aber bitte bei der Anschaffung von Werkzeugen nicht unkritisch auf Sprüche herein, mit denen Ihnen eventuell ein Verkäufer relativ überteuerte Produkte schmackhaft zu machen versucht, bei denen der hohe Preis nur auf hohe Gewinnspannen zurückzuführen ist. Sehen Sie sich vorher immer erst um, was vergleichbare Werkzeuge oder Materialien anderswo kosten.

2 Reparieren oder wegwerfen?

Wir leben in einer Wegwerfgesellschaft und werden vor allem auf dem Gebiet der elektronischen Haushaltsgeräte oft mit „Gütern“ konfrontiert, die ganz gezielt als Wegwerfprodukte hergestellt wurden. Auch viele der Produkte, die nicht explizit als Wegwerfprodukte bezeichnet werden, fallen oft in dem Moment in diese Kategorie, wenn sie nicht mehr funktionieren oder nicht mehr ordentlich funktionieren. Dies vor allem aus dem Grund, dass sie entweder nicht mehr repariert werden können oder dass sich eine Reparatur einfach nicht mehr lohnt.

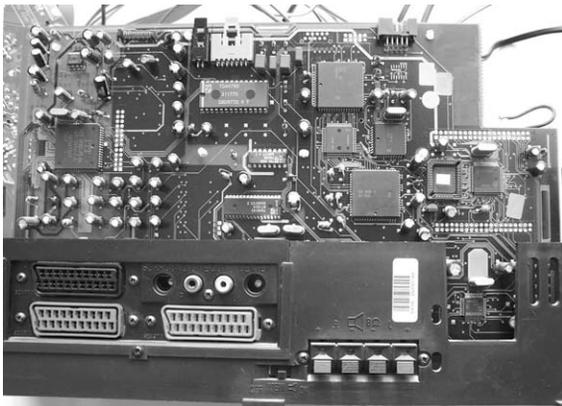


Abb. 1: Die Funktionen der integrierten Schaltungen sind in den meisten Geräten nur sehr schwer nachvollziehbar.



Abb. 2: Wenn sich ein elektronisches Gerät „tot stellt“, liegt es sehr oft daran, dass entweder sein Stecker nicht in der Steckdose steckt oder dass z. B. der Sicherungsautomat den Strom abgeschaltet hat.

Auch ein talentierter und technisch fundierter Heimwerker kann nicht alles reparieren. Das hat weniger mit dem individuellen Know-how als mit der Tatsache zu tun, dass viele der heutigen Produkte nicht mehr so konzipiert sind, dass man sie immer einfach demontieren und reparieren kann. Auch die interne Elektronik, mit ihren winzigen elektronischen Bauteilen und integrierten Schaltungen (ICs), ist oft für einen erfahrenen Elektroniker zu unüberschaubar, um einen Fehler finden oder beheben zu können.

Elektronische und elektrotechnische Haushaltsgeräte funktionieren erfahrungsgemäß ziemlich lange gut, wenn sie einmal die ersten zwei oder drei Jahre der Garantielaufzeit überlebt haben. Geht man mit ihnen mit angemessener Sorgfalt um, dienen sie uns bei etwas Glück sogar einige Jahrzehnte lang, bevor sie ihren Geist aufgeben oder durch interessantere Neuentwicklungen ersetzt werden.

Einige der elektronischen Geräte – sowie auch ihr Zubehör – benötigen jedoch manchmal eine kleine Reparatur oder ein neues Ersatzteil. Manchmal ist es nur ein defekter Stecker oder Netzschalter, manchmal muss die Fernbedienung oder der Waschmaschinenantriebsriemen ausgetauscht oder ein Lautsprecher der Musikanlage ersetzt werden usw. Dazu kommen auch noch diverse „Scheidefekte“, die eigentlich keine Defekte sind, sondern nur durch eine Fehler bei der Bedienung oder Handhabung die Merkmale eines Defektes aufweisen.

So wird beispielsweise ein Kundendiensttechniker nicht gerade selten zu einem Kunden bestellt, dessen Gerät oder Anlage einfach deshalb nicht funktioniert, weil der Stecker nicht in der Steckdose steckt oder der Sicherungsautomat der Steckdose ausgeschaltet ist. Es gibt aber auch andere harmlose Defekte, die leicht behoben werden können, wenn man im Bilde darüber ist, wo mit dem Suchen nach einem Defekt begonnen werden sollte und auf welche Ursache des Defektes die Art der Fehlfunktion hinweist.

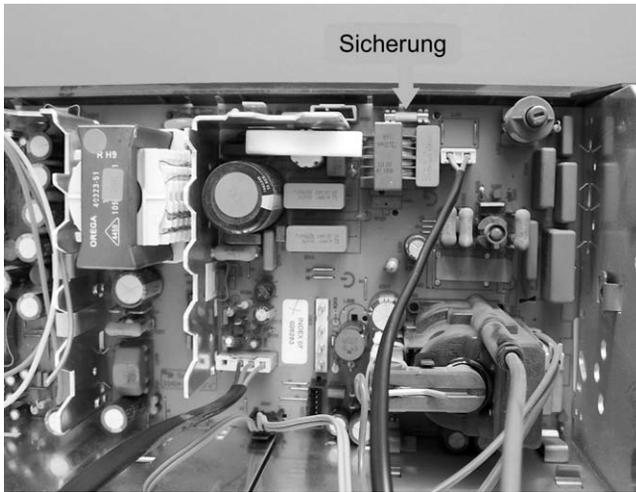


Abb. 3: Einige elektronische Geräte verfügen über eine eigene Sicherung, die jedoch nicht immer auf Anhieb zu finden ist: Auf der hier abgebildeten Platine eines Fernsehers befindet sich die Sicherung ganz hinten unterhalb der Bildröhre und ist erst nach Abnehmen der Rückseite und Herausziehen der Platine auffindbar und zugänglich.

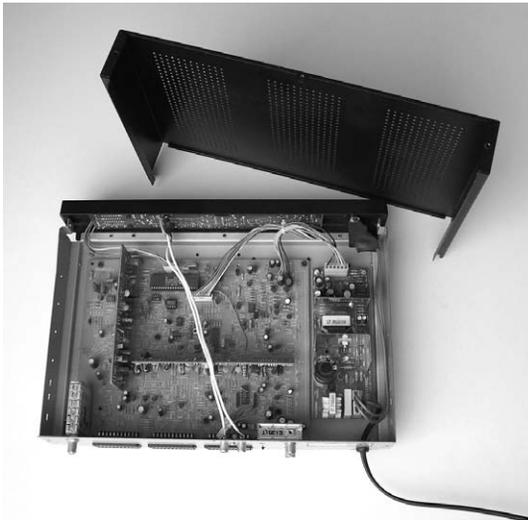


Abb. 4: Das Innenleben eines Analog-Receivers

Wenn sich ein Gerät völlig tot stellt, empfinden viele einen solchen Defekt als sehr schlimm. Ein Techniker weiß dagegen aus Erfahrung, dass solche Defekte meist eine ganz harmlose Ursache haben: eine defekte Sicherung, ein defekter Hauptschalter oder eine unterbrochene Verbindung. Gerade solche Defekte kommen bei den Geräten der Haushaltselektronik oft vor, sind meistens leicht auffindbar und können problemlos behoben werden – vorausgesetzt, man weiß, wie und wonach zu suchen ist und vorausgesetzt, dass sich das Gerät überhaupt öffnen lässt.

Mit dem Öffnen ist es vor allem bei kleineren Geräten gar nicht so einfach. Man kann so manches Gerät oft zehnmals in der Hand herumdrehen, ohne dahinter zu kommen, wo man drücken oder ziehen sollte, um es öffnen zu können. Genau genommen kommt

man oft gar nicht dahinter, ob sich das Gerät überhaupt öffnen lässt oder ob es vielleicht nicht herstellerseitig fest verleimt ist. Hat man das große Glück, dass ein solches Gerät über einige Schlitzte verfügt, die auf eine „Schnappverbindung“ hinweisen, bleibt immer noch das Problem offen, in welcher Richtung und mit welchem Kraftaufwand gedrückt werden soll, um der Sache Herr zu werden.

Viele der größeren Geräte – z. B. Geräte der Unterhaltungselektronik, Wasch- oder Spülmaschinen – sind in der Hinsicht erfreulicherweise „reparaturfreundlich“ zusammengeschraubt und somit leicht demontierbar. Die Freude an diesem Vorteil wird jedoch (vor allem bei moderneren Produkten) in dem Moment kräftig getrübt, sobald man mit den kaum überschaubaren „Innereien“ konfrontiert wird. Es spielt dabei keine allzu große Rolle, ob Sie ein erfahrener Elektronikingenieur sind, der beruflich komplizierte Systeme entwickelt, oder ob Sie beruflich mit der Elektronik nichts zu tun haben, denn viele der Bausteine sind sowieso gar nicht identifizierbar.

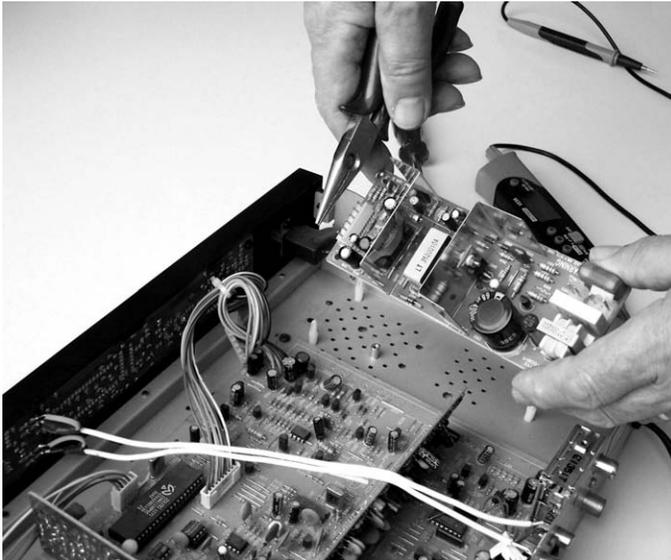


Abb. 5: Die meisten Reparaturen an elektronischen Geräten bestehen aus dem Ersetzen von ganzen Platinen.

Reinhard Hoffmann
Handbuch
Hausversorgung
mit alternativen Energien
in Alt- und Neubauten

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort.....	9
1	Wärmeverluste begrenzen, Wärmedämmung.....	11
1.1	Der baulich optimierte Neubau	11
1.2	Vielfersprechende Neuentwicklungen	24
1.3	Baustoffe im Vergleich	26
1.4	Das Passivhaus.....	32
1.5	Das Sonnenhaus.....	35
1.6	Schwachstellen aufdecken.....	38
1.7	Altbausanierung und Spartipps	47
1.8	Wärmedämmung	54
1.9	Dämmstoffe im Vergleich	60
1.10	Kriterien für die Handwerkerwahl.....	75
1.11	Checkliste energiesparendes Haus	83
2	Heizsysteme	85
2.1	Energieträgervergleich.....	86
2.2	Heizkörper oder Flächenheizung.....	95
2.3	Zentral heizen mit Öl oder Gas	97
2.4	Heizen mit Pflanzenöl	102
2.5	Heizen mit Holzpellets oder Scheitholz	103
2.6	Blockheizkraftwerk (BHKW)	117
2.7	Heizen mit Warmluftkollektoren.....	128
2.8	Wärmepumpe	130
2.9	Wirtschaftlichkeit der Heizsysteme im Vergleich	140
2.10	Sparen durch optimale Heizungseinstellung.....	144

3	Thermische Solaranlagen.....	151
3.1	Standort und Bedarf	154
3.2	Anlagenkomponenten.....	155
3.3	Kauf der Anlage.....	167
3.4	Planung und Vorarbeiten	169
3.5	Montage	177
3.6	Wartung und Sicherheit	188
3.7	Selbsthilfe bei Störungen.....	190
4	Photovoltaikanlagen	193
4.1	Zelltypen und Wirkungsgrade	196
4.2	Standort und Bedarf	200
4.3	Anlagenkomponenten.....	202
4.4	Kauf der Anlage.....	208
4.5	Planung und Vorarbeiten	210
4.6	Montage	211
4.7	Photovoltaik-Inselanlagen	216
4.8	Diebstahl von Photovoltaikmodulen	219
4.9	Beteiligung an Bürgerprojekten	220
4.10	Sicherheit	221
4.11	Finanzielle Aspekte	222
4.12	Wartung.....	225
4.13	Störungen	226
5	Intelligente Haussteuerung.....	229
5.1	Was das schlaue Haus kann.....	231
5.2	Vernetzung per Funk	235
6	Lüftung und Kühlung.....	241
6.1	Abluftanlage	243
6.2	Automatische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	245
6.3	Erdwärmetauscher.....	250
6.4	Wartung.....	251
6.5	Solarthermische Kühlung.....	253

7	Alte Gewohnheiten überprüfen	257
8	Anhang	265
8.1	Glossar.....	265
8.2	Finanzierung, Fördermittel	269
8.3	Sicherheit bei Arbeiten auf dem Dach	270
8.4	Heizkostenvergleiche.....	271
8.5	Nützliche Adressen und Internetportale.....	274
8.6	RAL-Güteschutz-Solar-Musterverträge.....	277

Vorwort

Die weitreichenden Folgen des Klimawandels bekommen wir mittlerweile in nahezu jeder Nachrichtensendung drastisch vor Augen geführt. Weithin unbekannt ist, dass in Deutschland die Gebäude mehr Primärenergie verbrauchen – und somit Kohlendioxid produzieren – als der Verkehr, nämlich 41 % gegenüber 28 %. Die Energiekosten steigen rasant an, die Ölförderung wird immer aufwendiger und teurer, Ängste und Spekulanten sorgen für zusätzliche Preissteigerungen.

Zwar wird Energie prinzipiell nicht verbraucht, sondern immer in eine andere Energieform umgewandelt: Zum Beispiel entsteht Wärme aus chemischer Energie, die beim Verbrennen von Heizöl frei wird. Naturgemäß muss Heizwärme, die sich nicht durch Ritzen oder schlecht gedämmte Dächer und Wände in die kältere Außenluft verflüchtigt, zuvor auch nicht aufwendig und teuer bereitgestellt werden. Deshalb greife ich im ersten Kapitel ausführlich die Themen Wärmedämmung und Winddichtheit auf.

Als Faustregel gilt: Je älter das Haus, desto mehr Energiekosten könnte der Eigentümer/die Eigentümerin durch geeignete Maßnahmen einsparen. Im Bestand sind bis zu 70 % Verbrauchsenkung möglich. Aber auch ein Neubau garantiert nicht zwangsläufig niedrige Heiz- und Stromkosten.

Bei Erich Keller bedanke ich mich herzlich für wertvolle Hinweise aus erster Hand. Er muss sehr oft als zu spät gerufener Energieberater feststellen, dass eine schlampige Ausführung der Arbeiten dazu führt, dass ein Haus weit mehr Energie benötigt, als es dem heutigen Stand der Technik entspricht. Häufig sind schwer reparable Baumängel die Folge, wie etwa durchfeuchtete Wände, die Schimmelpilze begünstigen. Das ist ein finanzielles Fiasko, verbunden mit einem Wohnklima, das die Gesundheit der Bewohner gefährdet.

Die richtige Wahl des Heizsystems ist abhängig von der Bausubstanz und den individuellen Vorlieben der Bewohner. Auch die inzwischen ausgereifte Technik zur Gewinnung von Sonnenenergie ist sinnvoll im Haus einsetzbar. Wir zeigen Ihnen, worauf besonders zu achten ist, was Sie selbst anpacken und wie Sie unnötige Kosten vermeiden können.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg bei Ihrem Bauvorhaben und danach ein angenehmes Wohnklima bei minimalen Heizkosten.

Reinhard Hoffmann

1 Wärmeverluste begrenzen, Wärmedämmung

1.1 Der baulich optimierte Neubau

Schon Anfang der 1990er-Jahre wurde nachgewiesen, dass es technisch machbar ist, Häuser zu bauen, die auch in unserem Klima ohne konventionelle Öl- oder Gasheizung auskommen. Praxiserprobte, erfolgreiche Konzepte sind das von dem Physiker Dr. Wolfgang Feist aus Darmstadt entwickelte Passivhaus und das Sonnenhaus von Georg Dasch aus Straubing. Der Freiburger Architekt Rolf Disch bietet das Passivhaus sogar als sogenanntes Plusenergiehaus® an, mit dem seine Bewohner durch Nutzung der Sonneneinstrahlung mehr Energie gewinnen, als sie selber verbrauchen. Zwar kostet so ein Gebäude etwa 15 % mehr als ein den Vorschriften entsprechendes Niedrigenergiehaus, aber Disch versichert, dass es sich durch seine niedrigen Bewirtschaftungskosten vom ersten Monat an rechnet. Die Häuser brauchen pro Quadratmeter und Jahr nur rund 10 Kilowattstunden für Heizung und Lüftung. Diesen Energiebedarf könnte ein Liter Heizöl decken.

Häuser, die besonders sparsam mit Energie umgehen, sind heute nicht mehr im Versuchsstadium, sondern Stand der Technik. Vor dem Hintergrund stetig steigender Energiepreise rechnet es sich auf jeden Fall, sowohl beim Neubau als auch beim Altbau auf eine sehr gute Wärmedämmung und auf die saubere Ausführung der damit zusammenhängenden Arbeiten zu achten. Entscheidend für den Heizwärmebedarf sind:



Abb 1.1: Die zentrale Säule des zylinderförmigen Heliotrops® ruht auf einem von einem Elektromotor angetriebenen Drehkranz mit Schwenklager. So ist eine Orientierung des Gebäudes nach dem Lauf der Sonne möglich. Die Bewohner können das Haus mit der Glasfassade der Sonne nachführen und die maximale Sonnenstrahlung einfangen oder aber bei großer Hitze aus der Sonne drehen lassen, bei entsprechend wechselnder Aussicht. Die drei Ebenen sind über eine Wendeltreppe in der 14 Meter hohen Zentralsäule erreichbar. Alle Räume werden durch die Sonne beheizt. Der verbleibende Wärme- und Heizenergiebedarf wird von Vakuumröhrenkollektoren zur Warmwasserbereitung in den Brüstungselementen und einem Erdwärmetauscher bereitgestellt. Ein thermischer Pufferspeicher dient der Wärmespeicherung. (Foto: Architekturbüro Rolf Disch/Georg Nemeč)

Gebäudeform

Günstig ist ein einfacher Baukörper ohne überflüssige Vor- und Rücksprünge (wie Balkone, Erker, Dachgauben), der dadurch eine möglichst kleine Oberfläche im Verhältnis zum Volumen beziehungsweise zur Nutzfläche hat, denn durch diese Wärme tauschenden Flächen geht die Heizwärme verloren. Deshalb benötigen Doppelhaushälften und Reihenhäuser bei gleicher Dämmkonstruktion und Anlagentechnik grundsätzlich etwa 10 % weniger Energie als freistehende Einfamilienhäuser. Auch wenn eine würfelförmige Hausform optimal ist, können Sie – wenn es Ihnen zu langweilig aussieht – immer noch nichtbeheizte Anbauten errichten. Hauseingänge, Carports, Veranden und unbeheizte Wintergärten außerhalb der gedämmten Gebäudehülle beeinflussen den Energiebedarf nur wenig. Über Kanten geht mehr Wärme verloren als über Rundungen.



Abb 1.2: Plusenergie®-Penthäuser: Sie brauchen nach Angaben des Anbieters je nach Größe zwischen 1.650 und 1.800 Euro weniger an Heizkosten als ein vergleichbarer Neubau in konventioneller Bauweise. Gleichzeitig soll der von der Solaranlage gewonnene Strom für jährliche Einnahmen von etwa 4.500 Euro sorgen. (Foto: Architekturbüro Rolf Disch)



Abb 1.3: Verschiedene Haustypen mit kompaktem Baukörper, zum Teil mit Anbauten.
(Fotos: WeberHaus)

Dämmung

Eine Binsenweisheit lautet: Je besser die Dämmung der Gebäudehülle ist, desto weniger verbraucht künftig die Heizung. Je kleiner der U-Wert von Außenwänden, Dach und Bodenplatte, der den Wärmedurchgang beziffert, ist, umso geringer sind die Wärmeverluste in der Heizperiode beziehungsweise die unerwünschten Wärmegewinne bei Hitze.

Ob der Hauseigentümer oder die Hauseigentümerin außen Holz, eine Putzfassade oder Klinker bevorzugt, spielt beim Erreichen eines guten Dämmstandards keine Rolle. Viel entscheidender ist es, Wärmebrücken oder Undichtigkeiten in

der Gebäudehülle zu vermeiden. Durch die höheren Temperaturunterschiede bei einer sehr guten Dämmung fallen diese umso mehr ins Gewicht.

Wärme verflüchtigt sich

Wärme kann auf drei Arten verlorengehen: erstens durch Konvektion, also durch den Wärmetransport durch Luftbewegung; zweitens, indem sie über Wärmebrücken direkt durch einen Baukörper fließt, und drittens in Form von Infrarotstrahlung.

Deshalb muss die Dämmung möglichst luftdicht verlegt werden, auch innerhalb des Materials sollte nur wenig Luftbewegung sein.



Abb 1.4: Ein klassisches Beispiel: Auf dem Hausdach links liegt eine durchgängige, etwa zehn Zentimeter dicke Schneeschicht, weil das Dach gut gedämmt ist. Der Schnee auf dem Dach des Hauses rechts dagegen ist wegen ungenügender Dämmung fast vollständig weggeschmolzen. (Foto: Reinhard Hoffmann)

Eine klassische Wärmebrücke ist ein Balkon, der einfach die Verlängerung einer Betondecke nach außen ist. Durch diese Verbindung kann Heizwärme direkt nach draußen abgeleitet werden. Diese Energieverluste können Sie vermeiden, wenn der Balkon von der Gebäudehülle thermisch getrennt ist, zum Beispiel durch eine Holzkonstruktion, die auf eigenen Stützen steht. Diese hat außerdem den Vorteil, dass sie auch zu einem späteren Zeitpunkt noch aufgestellt werden kann. Sehr wichtig ist eine gute Dämmung der Rollladenkästen, noch besser sind außen vorgebaute Kästen.

Bei vielen älteren Gebäuden geht durch den Rollladenkasten viel Wärme verloren. Oft befindet sich zwischen dem Innenraum und der Außenluft nur eine dünne Holzplatte. Wenn der Kasten auch noch undicht ist, pfeift der Wind

durch die Ritzen. Idealerweise ist der Rollladenkasten an fünf Seiten nachträglich zu dämmen, am wichtigsten sind jedoch die direkt zum Zimmer gerichteten Seiten nach unten und nach vorne. Bei aufgewickeltem Rollladenpanzer können Sie prüfen, welche Dämmstärke maximal hineinpasst.



Abb 1.5: Thermografie eines Hauses mit starken Wärmeverlusten durch ungedämmte Rollladenkästen (Foto: Beck + Heun)



Abb 1.6: Eine luftdicht konstruierte Rollladengurtdurchführung (Foto: Erich Keller)

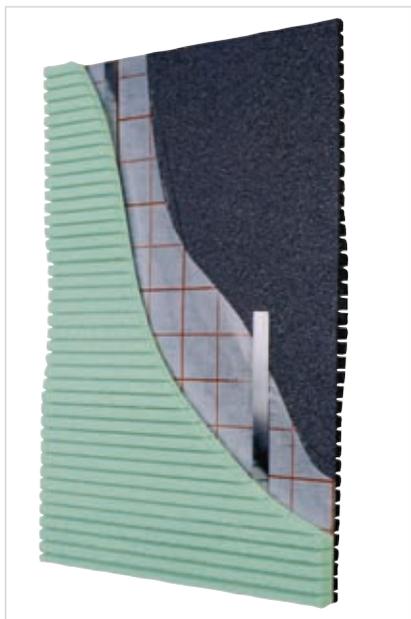


Abb 1.7: Die Dämmschicht besteht aus zwei Styropor- und Neopor-Dämmplatten, einem Diffusionskern im Zwischenraum und Federstahlstreifen. Letztere gewährleisten, dass sich die Dämmplatte problemlos in den Kastenraum einklemmen lässt. Zudem erhält der Federstahl die Rundungsspannung aufrecht. (Foto: Beck + Heun)



Abb 1.8: Rollladenkasten-Sanierungssystem zur nachträglichen Dämmung, das die Anforderungen der EnEV erfüllt (Foto: Beck + Heun)

Unter folgenden Voraussetzungen lassen sich Wärmebrücken vermeiden: durch sorgfältig konstruierte und zusammengeführte Bauteilübergänge an Außenwänden, Dach, Böden, Fenstern und Gebäudeecken. Darüber hinaus ist es wichtig – besonders bei Ziegeln mit ihren Kanälen –, alle Mauern oben mit Glattstrich oder Ringankern luftdicht abzuschließen. Überstehende (Stütz-)Mauern können zum Beispiel mit Schaumglas thermisch voneinander getrennt werden.



Abb 1.9: Eine Schaumglas-Dämmschicht verhindert, dass Feuchtigkeit aus dem Fundament in die Wand aufsteigt. (Foto: Deutsche FOAMGLAS)



Abb 1.10: Außerdem schließt diese Dämmschicht die geometrische Wärmebrücke in diesem Bereich. (Foto: Deutsche FOAMGLAS)

Im Extremfall verdoppeln sich die Heizkosten, wenn das Haus nicht luftdicht oder der Anschluss von Bauteilen und Bauteilübergängen nicht dauerhaft luftundurchlässig ist – dies hat also noch schlimmere Folgen als Wärmebrücken. Selbst wenn die Heizung für den dem theoretischen Dämmstandard angepassten Wärmebedarf richtig ausgelegt ist, wird sie es nicht schaffen, das Haus an kalten Tagen warm zu bekommen: Die Bewohner müssen dann frieren.

Vermeidbare Ritzen finden sich an Nahtstellen zwischen den Bauteilen des Hauses – wie Außenwänden, Fenstern, Türen, Dach und Kellerdecke. Dadurch zieht es, und Lärm und Luftschadstoffe von außen können sich innen besser ausbreiten.

Eine luftdichte Gebäudehülle sorgt dafür, dass kalte Außenluft nicht in das Haus kommt und warme, feuchte Raumluft nicht in das Dämmmaterial ein-

dringt und dort kondensiert. Feuchtigkeit würde die Dämmwirkung verschlechtern, sie ist oft Ursache teurer Bauschäden. Ein Dämmstoff kann nur dann seine Aufgabe erfüllen, wenn er außen von einer Winddichtung und innen von einer Luftdichtung begrenzt ist. Der Blower-Door-Test dient der Prüfung der Luftdichtheit von Gebäuden. Dabei wird im Haus nacheinander ein Über- und Unterdruck erzeugt, vorhandene Leckagen werden mittels einer Messtechnik, die erhöhte Luftgeschwindigkeiten registriert, aufgespürt und gegebenenfalls auch mit Rauch sichtbar gemacht. Besonders wichtig ist dieser Test bei in Holzrahmenbauweise errichteten Häusern und bei ausgebauten Dachgeschossen mit Quergiebeln und Gauben. Näheres finden Sie im Abschnitt „Schwachstellen aufdecken“ in diesem Kapitel.



Abb 1.11: Hohe Luftdichtheit trägt entscheidend zu einem sparsamen Gebäude bei. (Grafik: Erich Keller)

Entscheidend für eine wirkungsvolle Dämmung sind umsichtiges Planen und sorgfältiges Arbeiten. Ich empfehle Ihnen dringend, die handwerkliche Ausführung der Arbeiten zu überwachen. Schon die kleinste Luftundichtigkeit verdirbt die Energiebilanz eines Gebäudes, so dass es später oft zu Bauschäden kommt.

Bauphysik

Aus bauphysikalischen Gründen darf keine Luft zwischen Dämmung und Innen- oder Außenwand gelangen, da sie dort kondensieren kann, was zu Feuchtigkeitsproblemen und in der Folge zu Bauschäden führt.

Verglasung

Bei Fensterglas gibt der U-Wert den Wärmeverlust von innen nach außen an, der g-Wert den Wärmegewinn von außen nach innen.



Abb 1.12: Haus mit Vorrichtungen zur Verschattung der großen, nach Süden zeigenden Fensterflächen. (Foto: WeberHaus)

Sehr hochwertige Fenster mit U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient in W/m^2K) unter 1 rechnen sich auf jeden Fall, da Fenster die größte Schwachstelle in der Gebäudehülle darstellen. Je niedriger der U-Wert ist, umso geringer ist der Wärmeverlust durch das Fenster.

Ein hoher g-Wert (Energiedurchlasswert) garantiert hohe Wärmegewinne bei tief stehender Sonne. Ein ideal strahlungsdurchlässiges Fenster hat einen g-Wert von 1,0. Reale Gläser haben g-Werte zwischen 0,7 und 0,9.

Heizung

Entscheidend für geringen Verbrauch ist eine dem Wärmebedarf angepasste, richtig dimensionierte Heizung und effiziente Technik mit hohem Wirkungsgrad. So würde eine für den Wärmebedarf des Hauses zu leistungsstarke Ölheizung ständig an- und ausgehen und fast nie unter großer Last laufen, was zu hohem Verbrauch, schlechten Abgaswerten und einer vergleichsweise geringen

Lebensdauer der Anlage führt. Deshalb ist es auch besser, wenn zusätzlich ein Pufferspeicher überschüssige Energie einlagert und die Anzahl der Heizungsstarts spürbar senkt.

Flächenheizung

Unter Putz befindliche Wandheizungen, die mit niedrigen Vorlauftemperaturen auskommen, geben die Wärme in Form langwelliger Strahlung an den Raum ab. Dies ermöglicht niedrigere Vorlauftemperaturen, die Wärme wird oft als angenehmer empfunden als die Wärmeabgabe über konventionelle Heizkörper. Aber bei schlechter Wärmedämmung sorgt eine Flächenheizung für einen erhöhten Wärmeabfluss nach außen und damit für einen höheren Verbrauch. Entsprechendes gilt auch für die Fußbodenheizung.

Lüftung

Viele Experten weisen darauf hin, dass es kaum möglich sei, die raumklimatisch optimale Lüftung durch Fensteröffnen zu erreichen: Entweder werde in der Heizperiode zu wenig gelüftet (Gefahr von Schimmelbildung) oder zuviel – mit der Folge hoher Energieverluste. Deshalb empfehlen sie allen Bauherren den Einbau einer Lüftungsanlage. Optimal ist eine kontrollierte, automatische Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung. Dabei erwärmt die warme Abluft die kalte Zuluft. Das senkt den Wärmeverlust durch das Lüften bis zu 90 %. Aber nicht jeder mag es, wenn die Fenster in der Heizperiode nicht geöffnet werden sollen.

Sonnenenergie

Wenn Sie Sonnenenergie durch Sonnenkollektoren nutzen, können diese in unserem Klima rund 60 % der Energie für die Warmwasserbereitung liefern und zusätzlich die Heizung unterstützen. Liefert im Haus ein Öl- oder Gasbrenner die Heizwärme, so können die Bewohner diesen im Sommer und teilweise auch in der Übergangszeit ganz ausschalten: Das erhöht die Lebensdauer des Brenners, spart Brennstoff und verbessert die Abgaswerte, da er dann nicht ständig anspringen und kurz danach wieder ausschalten muss. Außerdem reduzieren sich dadurch die Wartungskosten.

Ausrichtung

Vorteilhaft ist, wenn große Fensterflächen und Glasfronten nach Süden zeigen, um besonders im Winter viel Licht und Wärme in das Haus zu lassen. Voraussetzung dafür ist, dass die Südfront nicht abgeschattet ist, zum Beispiel durch hohe Bäume. Im Sommer sorgt die gezielte Verschattung durch größeren Dachüberstand oder Balkon sowie durch Jalousien oder Markisen für ein

angenehmes Raumklima, ohne dass eine Klimaanlage läuft. Auch an der Fassade montierte Kollektoren tragen mit ihrem natürlichen Schattenwurf dazu bei, dass sich der dahinterliegende Raum weniger erwärmt.



(Foto: WeberHaus)

Kleinere Fenster im Norden, Osten und Westen vermindern die Wärmeverluste. Geschickte Planung kann die Energiebilanz eines Hauses ohne Mehrkosten verbessern: Im hellen Südbereich liegen Wohn- und Kinderzimmer (Zone höherer Temperatur), im Nordbereich Schlafzimmer und Sanitärräume (Zone niedrigerer Temperatur).



(Foto: WeberHaus)

Was ökologisches Bauen ausmacht

Beim biologischen Bauen versuchen Architekt und Bauherr, ausschließlich biologisch produzierte Baustoffe oder nur geringfügig modifizierte Stoffe, wie zum Beispiel Ziegel, zu verwenden. Sowohl bei der Produktion als auch während der Nutzung des Gebäudes sollen möglichst wenige Schadstoffe entstehen.

Ökologisches Bauen ist die eher pragmatische Variante. Im Unterschied zum normalen Bauen werden ausschließlich umweltgerechte, langlebige Baustoffe mit geschlossenen Prozessketten verwendet. Das heißt, Kunststoffe und nicht recycelbare Verbundkonstruktionen sind hier verpönt.

Ein ökologisch einwandfreier **Baustoff** hat folgende Eigenschaften:

- möglichst geschlossene Prozessketten aus möglichst geschlossenen Kreisläufen
- einen geringen Primärenergie-Inhalt
- eine hohe Fehlertoleranz bei der handwerklichen Ausführung

Vorteile sind die geringe Schadstoffbelastung während der Nutzung und eine höhere Wertsteigerung für ein ökologisch erstelltes Objekt. Außerdem lässt sich das Gebäude als Ganzes nach der Nutzung recyceln.

Die **Kosten** für ökologisches Bauen liegen derzeit fünf bis zehn Prozent höher als beim konventionellen Bauen.

Info

Kosten sparen beim Neubau

- Der Bauherr kann Grundstückskosten sparen, wenn er den Keller besser nutzt – zum Beispiel für einen Hauswirtschaftsraum, ein Gästezimmer und eine Heimwerkerecke.

Verglichen mit Mauerwerk aus Stein bietet die Holzrahmenbauweise durch geringere Wandstärken bei gleicher Wärmedämmung rund 10 % mehr Wohnraum, bezogen auf die Grundfläche.

- 80 % der Kosten werden mit der Planung festgeschrieben, nachträgliche Änderungen verteuern das Bauen überproportional.
- Ein kompakter Baukörper ist mit weniger Aufwand herzustellen als ein Haus mit vielen Vorsprüngen und Einschnitten. Und er kommt mit weniger Heizenergie aus.
- Verkehrsflächen sind möglichst klein zu halten. ▶

Ulrich E. Stempel
Wintergarten selbst planen und bauen

Vorwort

Wer einen gut funktionierenden Wintergarten besitzt, kommt schnell ins Schwärmen: Die Räume sind lichtdurchflutet und machen den Lauf des Tages wie auch die Jahreszeiten direkter erlebbar. Es ist, als ob man durch eine Tür in südliche Landschaften eintritt. Der Blick zum Himmel, die Nähe zu Garten und Natur, üppig wachsende Pflanzen und ein angenehmes Raumklima ... Sich zurücklehnen, entspannen, den Blick ins Freie schweifen lassen und die Zeit genießen – so entsteht ein Stück Urlaub zu Hause.

Die Nutzungsmöglichkeiten eines Wintergartens sind groß. In den Jahreszeiten, in denen es normalerweise zu kühl und zu windig ist, um sich draußen aufzuhalten, besteht hier die Möglichkeit, den „Garten“ zu nutzen und damit die Gartensaison zu verlängern. Eine schlichte, durch den Glaskörper geschützte Terrasse mit Terracotta kann im Herbst und Winter all die frostgefährdeten südländischen Kübelpflanzen aus dem Garten aufnehmen. Bei beengten Raumverhältnissen im Haus kann so eine vielfältig nutzbare Erweiterung, mit angenehmem natürlichem Licht und wohltuender Weite entstehen.

Die Planung und ein Modell sind der erste Schritt zum Wintergarten. Damit er aber nicht zum Albtraum wird, sind vielfältige bau- und climatechnische Voraussetzungen zu beachten. In einem Bauwerk wie dem Wintergarten wirken sich Klimaeinflüsse und Umwelteinwirkungen wie Sonnenschein, Wärme, Kälte, Frost, Feuchtigkeit und Wind besonders aus. Konstruktionsgrundsätze und Details für eine dauerhaft zufriedenstellende Nutzbarkeit, eine lange Lebensdauer und geringen Unterhaltungsaufwand sind zu beachten. Dieses Buch wird Ihnen dabei helfen, sich den Traum vom Wintergarten selbst zu erfüllen.

Ich wünsche Ihnen viel Freude mit Ihrem Wintergarten.

Ihr Ulrich E. Stempel

Vorwort

Wichtige Hinweise

- Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet und zusammengestellt. Leider sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Verlag und Autor müssen daher darauf hinweisen, dass weder eine Garantie gegeben noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückzuführen sind, übernommen werden kann. Für eine Mitteilung bezüglich eventueller Fehler sind Autor und Verlag dankbar.
- Sie können dem Autor Anregungen, Erfahrungen und sonstige Rückmeldungen unter folgender E-Mail-Adresse (unter Angabe des Buchtitels und eines Betreffs) mitteilen: *planung@gartenarchitekt-stempel.de*
- Im Buch aufgeführte Internetadressen und Hinweise sind der bei Redaktionsschluss verfügbare Informationsstand. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen.
- Wiedergegebene Konstruktionen und Verfahren werden ohne Rücksicht auf die Patentlage mitgeteilt. Sie sind ausschließlich für nicht gewerbliche Nutzung bestimmt. Bei gewerblicher Nutzung ist vorher die Genehmigung des Autors oder die der Lizenzinhaber einzuholen.
- Bitte halten Sie die Unfallverhütungsvorschriften bei all Ihren Arbeiten ein. Bei der Bearbeitung von Metallteilen und Glas sollten Handschuhe getragen werden, um Verletzungen wie Schnittwunden zu vermeiden.
- Sie als Bauherr(in) sind für die Arbeitssicherheit und Maßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsschädigungen und Unfällen auf Ihrer Baustelle verantwortlich – nicht nur für sich selbst, sondern auch für Ihre Helfer.

Inhaltsverzeichnis

1	Die Planung des Wintergartens	9
1.1	Vom Traum zur Planung _____	10
1.2	Architektur und Dimension _____	11
1.3	Erst planen, dann bauen _____	13
1.4	Kostenübersicht _____	24
1.5	Energiebilanz des Wintergartens _____	26
1.6	Klima im Garten unterm Glas _____	27
1.7	Grüne Zonen, Pflanzung _____	29
1.8	Baurecht und Genehmigungen _____	32
1.9	Brandschutz beachten _____	36
2	Materialwahl der Konstruktion	37
2.1	Materialien für den Rahmen _____	39
2.2	Übersicht: Holz, Aluminium, Holz-Aluminium, Kunststoff, Stahl _____	40
2.3	Verglasung und Glasarten _____	47
2.4	Auswahl der Türen und Fenster _____	53
3	Klimatisierung	57
3.1	Beschattung/Sonnenschutz _____	58
3.2	Be- und Entlüftungsverfahren _____	62
3.3	Sinnvolle Heizungssysteme _____	65
3.4	Steuerzentrale/Heizungssteuerung/ Sicherheitseinrichtungen _____	72
4	Pflanzung für den Wintergarten	73
4.1	Bepflanzung, Pflanzenwachstum _____	75
4.2	Der grüne Daumen: Tipps und Tricks _____	76
4.3	Pflanzenverwendung im Wintergarten _____	80
4.4	Besondere Highlights, Wassergarten _____	91

Inhaltsverzeichnis

5	Wintergartenkonstruktion, Schritt für Schritt	93
5.1	Untergrund und Fundament herstellen	94
5.2	Haustechnik, Anbindung der Anschlüsse	98
5.3	Tragkonstruktion, Statik, Stabilisierung	100
5.4	Die Verglasung einbauen	103
5.5	Wärmedämmung, Fassade, Fußboden	106
5.6	Angenehmes Raumklima durch Lüftungssysteme	108
5.7	Beschattungseinrichtung montieren	110
5.8	Geld sparen durch Selbstbausätze	111
6	Wartung, Wetterschutz, Pflege, Reinigung	113
6.1	Holzkonstruktionen pflegen	114
6.2	Die Reinigung der Dach- und Fensterflächen	114
7	Der Umgang mit Firmen und Herstellern	115
7.1	Der Firmencheck	116
7.2	Angebote einholen und prüfen	118
7.3	Auftragsvergabe und Bauleitung	120
7.4	So testen Sie die Qualität	122
8	Anhang	123
8.1	Quellenverzeichnis	124
8.2	Adressen, Produkte und Liefernachweise	124

1 Die Planung des Wintergartens

Großzügige Verglasungen, Glasvorbauten und Wintergärten schaffen ein angenehmes Wohngefühl. Wintergärten bieten die Möglichkeit, draußen, aber geschützt, drinnen, und doch ohne einengende Wände, zu sitzen. Der helle, zusätzliche Wohnraum ermöglicht ganzjährig grüne Pflanzen und erweitert die Wohnung in den Garten. Bei entsprechender Planung kann er auch Energie einsparen.

1.1 Vom Traum zur Planung

Mit dem Traum vom eigenen Wintergarten fängt alles an. Das Bild entsteht im Kopf und die Gedanken zeigen, wie der eigene Wintergarten das Leben bereichern könnte. Sei es als zusätzlicher Sitzplatz in der

Tipp

Bauen Sie erst, wenn Sie die Möglichkeiten geprüft haben und die Planung gut ist.

kalten Jahreszeit, als transparenter, luftiger Wohnraum im Sommer, als Zimmer für dekorative Pflanzen oder als Wärmepuffer für das Haus. Da für die spätere Nutzung eine gute Planung wichtig ist, sollten Sie sich schon vor der Ausführung ein paar Gedanken machen.

Die erforderlichen Planungsphasen werden auf den folgenden Seiten „Schritt für Schritt“ besprochen. Die Abschnitte sind in sich abgeschlossen und können in beliebiger Reihenfolge nachvollzogen werden.



Abb. 1.1 – Traum vom Wintergarten. Quelle [1]

1.2 Architektur und Dimension

In welcher Art, an welcher Stelle und in welcher Größe ein Wintergarten an das Haus gebaut oder in es integriert werden soll, bestimmt ein Stück weit die architektonische Form des Wintergartens. Zunächst

stellt sich die Frage nach der An- oder Einbindung an das bestehende oder neu zu bauende Haus. Ob Neubau oder Altbau – ein Wintergarten setzt einen ganz besonderen architektonischen Akzent, der das Haus



Abb. 1.2 – Einige Darstellungen zu jedem Typ von Wintergarten: **a)** Gaube, **b)** Anlehnform, **c)** eingegliedert, **d)** mehrgeschossig. **a)** bis **c)** Quelle [1]

1.2 Architektur und Dimension

enorm auf-, aber ebenso abwerten kann. Fließende Übergänge von der Fassade zum Glaskörper, von zurückgezogenem zu offenem Wohnen, verstärken den harmonischen Gesamteindruck des Hauses. Ob als klassischer Terrassenwintergarten, als Balkon- oder Loggia-verglasung oder auch als mehrgeschossiges System – es ist fast alles möglich.

Die Erfahrung zeigt immer wieder: Wintergärten verändern das Leben in einem Haus und um das Haus herum. Das intensive Licht und die Nähe zum Garten und zur Natur schaffen eine Atmosphäre mit großer Anziehungskraft und Freude. Es entsteht ein Ort für die schönen, angenehmen Seiten des Lebens.

Der transparente Raum des Wintergartens schafft das Gefühl, draußen in der Freiheit und doch vor Regen und Wind geschützt zu sein. Die technischen Fortschritte beim Werkstoff Glas haben spezielle Gläser möglich gemacht, die weit mehr können, als nur Licht passieren zu lassen. Auf die speziellen Funktionen wird im Kapitel *Verglasung* näher eingegangen.

Ein Wintergarten muss nicht zwangsläufig ein zusätzlicher Anbau sein. Auch der Umbau leerstehender Dachböden oder die Verglasung eines Teils des Hauses im Wandbereich bringt den „Wintergarteneffekt“. Die Umgestaltung hoher, bisher ungenutzter Dachbereiche durch Verglasungen und eingezogene Galerien machen auch Planungen möglich, die mit geringem Aufwand weitere Nutzungsbereiche schaffen. So ist es mit relativ geringem Aufwand möglich, einen Teil des Dachs, das normalerweise mit Ziegeln oder anderen Materialien gedeckt ist, zu verglasen. Die klimatische Herausforderung verlangt dann besonders kreative Lösungen. So kann die überschüssige Wärme im Sommer z. B. über ein System mit Fresnel-Linsen für Warmwasser und andere thermische Aufgaben genutzt werden. Damit können selbst im nach Süden ausgerichteten Dachraum angenehme Temperaturen (auch im Sommer) bei gleichzeitig vollem Lichtangebot geschaffen werden.



Abb. 1.3 – Transparenz zwischen außen und innen.
Quelle [1]



Abb. 1.4 – Wintergärten für die unterschiedlichsten Anwendungen. Quelle [5]

1.3 Erst planen, dann bauen

Ein guter Einstieg in die Planung Ihres Wintergartens ist ein Planungsleitfaden, wie er in Tab. 1.1 gezeigt wird. Gehen Sie in aller Ruhe die aufgeführten Fragen

und Punkte durch. Die angegebenen zugehörigen Kapitel behandeln das jeweilige Thema im Detail. Natürlich wird das eine oder andere Wunschbild im Zu-

Tabelle 1.1 – Planungsleitfaden mit Bezügen zu den Kapiteln.

Planungsleitfaden für den Wintergarten	Kapitel	Planungsleitfaden für den Wintergarten	Kapitel
Wie möchten Sie Ihren Wintergarten nutzen?	1.3.4	Art der Beheizung?	3.3
Ganzjährig nutzbarer Wohnwintergarten	1.3.6	Fußbodenheizung	3.3.1
Erweiterte Wohnfläche	1.3	Bodenkanalheizung	3.3.2
Terrassenersatz	1.3	Sockelheizung	3.3.3
Überwinterungsplatz für Pflanzen	1.3.5	Wärmepumpe	3.3.4
Mehr Licht ins Haus bringen	1.2	Sonnenkollektoren	3.3.5
Wie soll der Wintergarten aussehen?	1.3.1	Einzelofen Holz, Pellets	3.3.6
Glasfassade	1.3.1	Speichersysteme	3.3.7
Glasanbau	1.3.1	Wo schließt der Wintergarten an?	1.3.3
Eingeschossig	1.2	Wohnzimmer	1.3.3
Mehrgeschossig	1.2	Küche/Esszimmer	1.3.2
Wo können und möchten Sie den Wintergarten platzieren?	1.2	Flur/Treppenhaus	1.3.3
Himmelsrichtung: Süd, West, Nord, Ost	1.3.2	Sonstiges	1.3.2
An der Giebelwand	1.3.1	Soll der Wintergarten eine Abtrennung haben?	1.3
Im Erdgeschoss	1.3.1	Ja, durch Tür oder Gleichwertiges	1.3
Auf einer Garage	1.3.1	Nein, soll zum Wohnraum offen sein	1.3
Auf einem Balkon	1.3.1	Sonnenschutz im Dachbereich	3.1
Im Dacheinschnitt	1.3.1	Außen	3.1.1
Auf dem Flachdach	1.3.1	Innen	3.1.2
Freistehend	1.3.1	Zwischenscheibenbereich	3.1.2
Wie sieht der Untergrund aus?	5.1	Natürlicher Sonnenschutz	3.1.3
Bodenplatte vorhanden?	5.1.1	Sonnenschutz, senkrechte Flächen	3.1
Fundament herstellen	5.1.3	Außen	3.1.1
Material der Konstruktion?	2.2; 5.3	Innen	3.1.2
Holz	2.2.1; 6.1	Zwischen den Scheiben	3.1.2
Aluminium	2.2.2	Wie soll die Begrünung sein?	1.7; 4.3
Holz-Aluminium	2.2.2	Überwiegend Pflanzen	1.7
Kunststoff	2.2.3	Nur Kübel	1.7
Stahl	2.2.4	Integrierte Pflanzbeete	1.7
Welche Glasart im Dachbereich?	2.3; 5.4.1	Subtropische Pflanzen (5-12 °C im Winter)	4.3.1
Verbundsicherheitsglas (VSG)	2.3.1	Tropische Bepflanzung (18-23 °C im Winter)	4.3.2
Wärme gedämmte Verglasung	2.3.1	Wassergestaltung	4.4
Stegplatten	2.3.2	Fenster und Türen	2.4
Sonnenschutzglas	2.3.1	Dachflächenfenster	2.4
Welche Glasart bei den senkrechten Flächen?	2.3; 5.4.3	Drehkippfenster	2.4
Wärme gedämmte Verglasung	2.3.1	Drehkipptür	2.4
Selbstreinigendes Glas	6.2	Tür zweiflügelig	2.4
Sonnenschutzglas	2.3	Schiebetür, Faltelement	2.4
Wie möchten Sie lüften?	3.2; 5.6	Ausgang und Ausblick	1.3.8
Natürliche Lüftung (Konvektion)	3.2.1	Übergang in den Garten	1.3.8
Gebälüftung	3.2.2	Anschlussarbeiten	1.3.7
Manuelle Steuerung	3.2.1	Gestaltung der Umgebung	1.3.8
Klimaanlage	3.2.2		

1.3 Erst planen, dann bauen

ge der Planung und der Beschäftigung mit der Materie dazukommen oder sich verändern. Dieser Prozess macht Spaß und erhöht die Vorfreude.

Die Planung wird in den folgenden Unterkapiteln Schritt für Schritt angegangen.

1.3.1 Form des Baukörpers

Bei der Form des Wintergartens sollten Sie darauf achten, dass Haus und Wintergarten architektonisch har-



Abb. 1.5 – Das Kernhaus und die Form des Wintergartens.

monieren. Schön ist es, wenn sich der Wintergarten von seiner Form aus dem Kernhaus heraus entwickelt. Gemeint ist damit, dass z. B. die Dachneigung oder die Art von Haus und Wintergarten weitgehend identisch sind. Es ist aber auch möglich, dass der Wintergarten eine ganz eigene, grundsätzlich neue Form bekommt, die dem bestehenden Haus eine originelle und einzigartige Ausstrahlung verschafft.

Neben dem einfachen Pultdach-Wintergarten gibt es unzählige mögliche Formen, in denen Wintergärten an das Hauptgebäude angegliedert oder in es integriert werden können. Bei Neubauten wird der Wintergarten meist integriert, d. h., als Teil des Gebäudes gestaltet. Dies hat dämm- und abdichtungstechnische Vorteile. So kann z. B. das Dach in einem Zug über den Wintergarten gebaut werden. Aber es gibt auch architektonisch gewagte Gestaltungen, bei denen sich das Haus komplett im Wintergarten befindet und andere mehr. Die Gestaltungsmöglichkeiten mit dem Baustoff Glas sind fantastisch und reizen kreative Bauherren

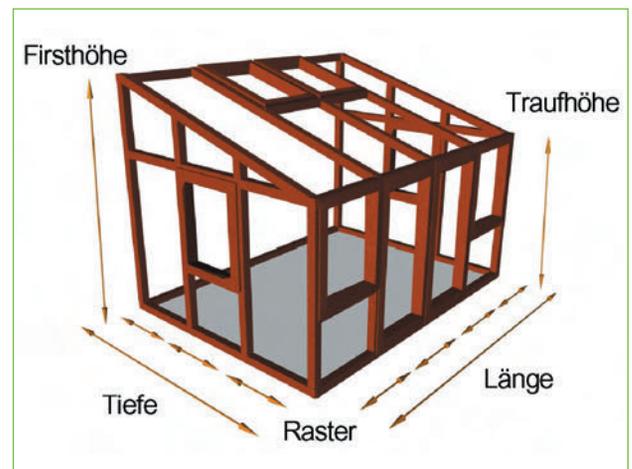


Abb. 1.6 – Wintergarten Pultdachkonstruktion. Bei der Planung sind die Abmessungen und das Raster festzulegen.

1.3 Erst planen, dann bauen

und Architekten zu ungewöhnlichen Lösungen. Beim vorhandenen Gebäude ist das kreative Potenzial aber noch weit mehr gefragt, um letztendlich eine befriedigende Lösung aus einem Guss entstehen zu lassen.

Um gestalterisch weiterzukommen, kann es manchmal helfen, ein Modell des vorhandenen Hauses zu bauen und den Wintergartenanbau spielerisch anzugliedern. Das ist mit einfachen Materialien wie Karton, Balsaholz und steifer Folie (für die Glasflächen) möglich. Damit die Entscheidungen für die Wirklichkeit getroffen werden können, sollten Sie für das Modell den Maßstab 1:50 wählen. Das bedeutet, dass 1 cm im Modell 50 cm in der Wirklichkeit entspricht. Neben Form und Abmessungen lassen sich mit dem Modell auch die in den Wintergarten scheinenden Sonnenstrahlen beobachten und für das zukünftige Bauwerk vorausplanen. Wird das Modell z. B. auf dem bestehenden Terrassenboden gleich dem Originalgebäude zur Himmelsrichtung ausgerichtet, können Sie über den Tag und die Jahreszeit verfolgen, wie die Sonnenstrahlen durch den neuen Wintergarten in das Haus kommen werden.

- a) Pultdach
- b) abgewinkelt Pultdach
- c) dreiseitig abgewinkelt Pultdach
- d) Satteldach
- e) abgewinkelt Satteldach
- f) Polygondach
- g) Pultdach, Außeneck
- h) Pultdach, Inneneck

1.3.2 Ausrichtung zur Himmelsrichtung

Können Sie die Lage und Ausrichtung des Wintergartens zur Sonne frei wählen, können Sie, je nach Bedürfnis und Möglichkeiten, einen oder mehrere Wintergärten mit den im Folgenden beschriebenen Vorteilen an das Gebäude angliedern.

Die Lage, bezogen auf die Himmelsrichtung, entscheidet mit darüber, welches Klima und welche Nutzungsmöglichkeiten im Wintergarten vorherrschen. Ideal sind – je nach Nutzungszeit und -art – die Ost-, Südost-, West- und Südwestseite des Hauses. Dann fallen sowohl das Vormittags- als auch das Nachmittags-

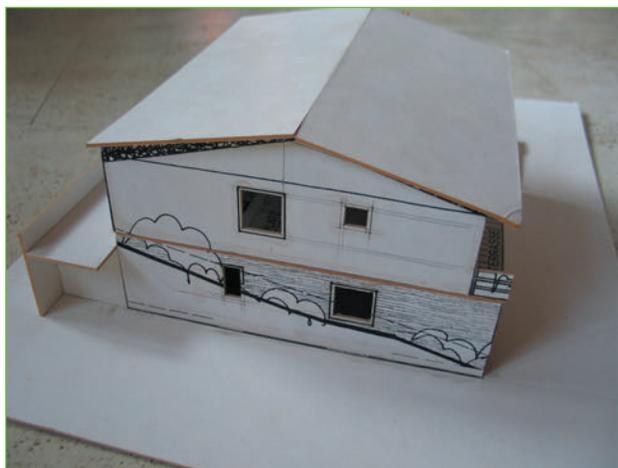


Abb. 1.7 – Hausmodell M 1:50.



Abb. 1.8 – Modell mit angefügtem Wintergarten M 1:50.

1.3 Erst planen, dann bauen

sonnenlicht in einem flachen Winkel ein. Die Ostseite bietet angenehmes Licht und Sonnenwärme bereits zum Aufstehen und zur Frühstückszeit. Die Westseite ist ideal für das Genießen des Feier-

abends am späten Nachmittag und am Abend. Der Innenraum kann dadurch an den Wänden viel Wärme für die Nacht speichern und das Sonnenlicht reicht tief in das Kernhaus hinein.

Wer eine reine Südausrichtung vorzieht, sollte wegen der starken Sonneneinstrahlung mehr senkrechte Fensterflächen (in den kälteren Jahreszeiten besser nutzbar) und weniger Glasdach einplanen. Das Dach sollte möglichst wie das Haus mit Ziegeln und einem ausreichenden Dachüberstand ausgeführt werden. Das Licht im Süden ist besonders intensiv. Vor allem in den Übergangszeiten und im Winter ist die Südseite sehr angenehm, da man in diesen Jahreszeiten für jeden Sonnenstrahl dankbar ist.

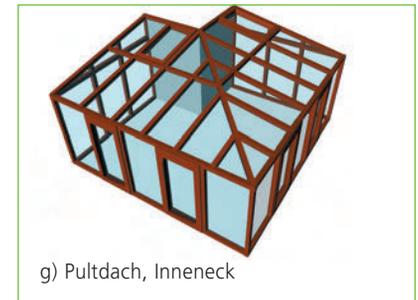
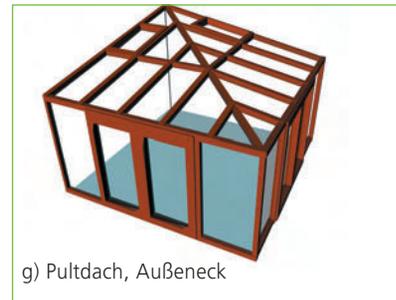
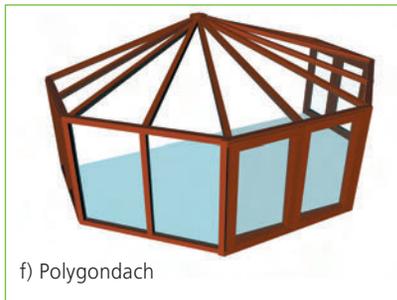
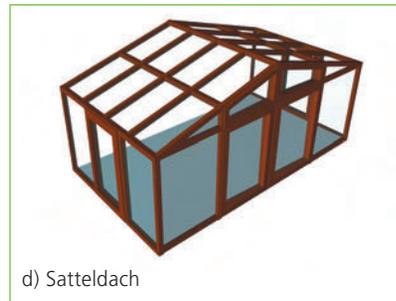


Abb. 1.9 – Verschiedene Wintergarten- und Dachformen. Grundsätzlich gibt es bezüglich der Form wenig Beschränkungen. Die vorgestellten Formen dienen lediglich als Anregung und lassen sich untereinander vielfältig kombinieren oder auch nur in Teilen nutzen.

1.3 Erst planen, dann bauen

Tabelle 1.2 – Tabelle Dachformen von Wintergärten, Vor- und Nachteile.

Dachform	Vorteil	Nachteil
Pulldach	Einfachste Konstruktion, preiswert, lässt sich unterhalb des Hausdachs anbinden, Empfehlung: gleicher Neigungswinkel wie Hausdach, meistverwendete Wintergartenform	Optisch eher ungeeignet an der Stirnseite eines Hauses.
Abgewinkeltes Pulldach	Nutzt besser die Sommer- und Wintersonne. Mehr Raumangebot im Vergleich zum Pulldach bei gleicher Grundfläche	Konstruktion aufwendiger als reines Pulldach.
Satteldach	Symmetrischer Raum mit guter Firsthöhe. Gut an der Stirnseite eines Hauses oder eigenständig, freistehend.	Konstruktion aufwendiger als reines Pulldach, schwieriger an das Kerngebäude anzuschließen.
Polygondach	Pavilloncharakter, schöner Innenraumeindruck.	Aufwendige Konstruktion, kann schnell verkünstelt wirken.

Tabelle 1.3 – Ausrichtung zu den Himmelsrichtungen, Vor- und Nachteile.

Ausrichtung zur Sonne	Vorteil, Nutzung	Nachteil
Ostseite	Morgensonne, Frühstücksbereich besont. Guter Arbeitsbereich, vor allem im Sommer. Wintergarten hält kalte Winde vom Haus ab. Es dringt viel Licht tief in das Kernhaus.	Bei Frühnebel wenig Wärmevertrag.
Südseite	Höchster Sonnenertrag. Gut für Pflanzenanzucht im zeitigen Frühjahr und zur Ernte im Herbst. Ideal im Winter.	Bei Ausführung mit Glasdach im Sommer starke Aufheizung, eingeschränkte Nutzung.
Westseite	Guter Freizeitbereich nachmittags und abends. Ideal im Herbst und Frühling. Es kommt viel Licht und zusätzliche erwünschte Wärme tief in das Kernhaus. Hier können Sie die letzten Sonnenstrahlen am Tag genießen.	Je nach Konstruktion im Sommer starke Aufheizung.
Nordseite	Viel Licht, wenig Blendung. Geeignet als Atelier und Studio. Guter Arbeitsplatzbereich im Sommer. Guter Puffer (Klimapuffer) für Hauswand im Winter. Spart Heizungsenergie	Geringster Sonnenertrag. Nicht in allen Jahreszeiten für Mensch und Pflanzen nutzbar.

Ulrich E. Stempel
Terrassen und Wege
selbst pflastern und beleuchten

Vorwort

Terrassen und Wege im Garten sind die Verbindung von Haus und Freifläche. Der Gartenweg führt zu Beeten, Rabatten, zum bevorzugten Sitzplatz, zur Gartenlaube, zum Kompost – und er ermöglicht einen Gang durch den Garten bei jedem Wetter.

Ein ruhiger, attraktiver Sitzplatz bringt Entspannung und hilft mit, die Zeit zu Hause zu genießen. Die Terrasse ist oftmals der zentrale Ausgangspunkt für die gesellige Runde im Garten. Von hier aus können Sie bei einem guten Glas Wein und einem leckeren Essen den Blick in die Natur Ihres Gartens schweifen lassen. Die Wegeverbindungen sollen nicht nur zweckmäßig, sondern auch schön sein und dazu einladen, den Garten zu erkunden.

Die im Dunkeln magisch beleuchteten Wege und Terrassen erzeugen eine besondere Atmosphäre.

Mir macht es Freude, Terrassen zu planen, die sich zu viel mehr eignen als nur zum bloßen Sitzen – nämlich zum Erholen und Feiern, zum Sonnen, Essen, Trinken, Lesen, zum Diskutieren, Nachdenken und Entspannen – sie sollen die Nutzung des Gartens immens bereichern.

Je nach vorhandenem Potenzial der Fläche wird es dann nicht nur bei einer Terrasse bleiben.

Bei allen verlockenden Gestaltungsmöglichkeiten – denken Sie daran: Eine klare Einfachheit des Stils bei der Auswahl von Belägen, Möbeln und Pflanzen bringt dauerhafte Freude und zeigt die wahre Größe. Für häufig genutzte Wege und Plätze eignen sich Steinplatten, Pflastersteine und Kies. Besonders reizvoll sind unregelmäßig bearbeitete Natursteine aus der Region.

Bei maßstäblicher Verwendung von Baustoffen für Terrasse und Gartenweg haben Sie für sich eine schöne Gartenanlage geschaffen, die auch noch Raum für Pflanzen und Tiere lässt.

Ich wünsche Ihnen eine schöne und erholsame Zeit in Ihrem Garten.

Ihr Ulrich E. Stempel

Inhaltsverzeichnis

1	Wohnen im Garten	9
1.1	Planung und Wirklichkeit	12
1.2	Die Terrasse, das grüne Zimmer	13
1.2.1	Das Grundstück: Was ist möglich?	13
1.2.2	Lage und Größe im Verhältnis zum Haus – Proportionen	13
1.2.3	Die Himmelsrichtung für die Terrasse	14
1.2.4	Sonnen- und Schattenterrasse	15
1.2.5	Gestaltungsabsichten	16
1.2.6	Der richtige Standort für die Terrasse	18
1.3	Gartenwege: die Adern im Garten	24
1.3.1	Gartenwege mit Bedacht anlegen	24
1.3.2	Verlauf des Gartenwegs	24
1.3.3	Das rechte Maß für die Wegbreite	27
1.3.4	Mit der Topografie des Grundstücks arbeiten	27
1.3.5	Wahl der Belagsmaterialien	32
1.3.6	Gestaltungstipps	32
2	Belagsgestaltung und richtige Materialauswahl	35
2.1	Belagsmaterialien	36
2.1.1	Der besondere Reiz durch gebrauchte Materialien	41
2.1.2	Natursteinarten und die stimmige Verwendung	43
2.1.3	Optische Gestaltungsmöglichkeiten	47
2.1.4	Farben und Farbgebung	54
2.1.5	Kieselsteinpflasterornament	54
3	Technik und Ausführung	55
3.1	Übersicht des Belagaufbaus	56
3.2	Messen und abstecken	57
3.3	Werkzeuge	59
3.4	Entwässerung und das richtige Gefälle wählen	62
3.4.1	Entwässerungsein- und -abläufe	62
3.4.2	Alternative Entwässerungssysteme	67
3.5	Der Aushub unter den Belägen	68
3.5.1	Aushub im Garten einbauen	68
3.5.2	Aushub abfahren lassen	69

Inhaltsverzeichnis

3.6	Der richtige Unterbau	70
3.6.1	Belagsabschluss, Einfassung, Übergang zur Grünfläche	70
3.6.2	Geeignete Materialien für den Unterbau	71
3.6.3	Die Bettung für den Belag herstellen	72
3.7	Belag einbauen	74
3.7.1	So bekommen Sie ein einheitliches Pflasterbild	74
3.7.2	So verlegen Sie das Plattenmaterial	75
3.7.3	Platten und Pflaster verlegen: Tipps und Tricks	75
3.7.4	Einpassarbeiten	77
3.7.5	Welche Maschinen können Ihnen helfen?	77
3.7.6	Maschinen leihen: Hinweise und Tipps	79
3.8	Holzterrasse – barfuß im Garten	80
3.8.1	Vorbereitung und Festlegung der Höhen	80
3.8.2	Lage und Dimensionierung der Fundamente	81
3.8.3	Unterkonstruktion aus Holz herstellen	83
3.8.4	Holzterrassenbelag	85

4 Beleuchtung, der besondere Reiz für Gartenwege und Terrasse

4.1	Attraktive Außenbeleuchtung und funktionale Technik	88
4.1.1	Strom im Garten für Beleuchtung und andere Zwecke	88
4.1.2	Gartenräume durch Licht kreieren	90
4.1.3	LED-Beleuchtung und -Technik	94
4.1.4	Netzunabhängige Solarleuchten	96

5 Schutz und Geborgenheit für die Terrasse

5.1	Der geeignete Sicht-, Lärm- und Windschutz	100
5.1.1	Lösungen mit Pflanzen	103
5.1.2	Nachbarrecht beachten	105
5.2	Wirkungsvoller Sonnenschutz	107
5.2.1	Sonnenschutz leicht und flexibel	107
5.2.2	Gebauter Sonnenschutz, Pergola	108
5.3	Wassergestaltung bei der Terrasse	111
5.3.1	Licht und Effekte	112
5.3.2	Bepflanzung und Tiere	113

Inhaltsverzeichnis

6	Die Pflege von Wegen und Terrasse	115
6.1	Oberflächen pflegen und erhalten	116
6.1.1	Die Pflege des Steinbelags	117
6.1.2	Erhaltung des Holzbelags	118
6.2	Umgang mit dem Hochdruckreiniger	119
6.3	Belagsschäden erkennen und reparieren	120
6.4	Setzungen, was tun?	120
7	Umgang mit Herstellern, Lieferfirmen und Baumärkten	121
7.1	Angebote einholen und prüfen	122
7.2	Auftragsvergabe und Bauleitung	123
7.2.1	Vergabe von Arbeiten	123
7.2.2	Bauleitung und Abnahme	123
7.3	So testen Sie die Qualität	124
	Quellenverzeichnis	125

1 Wohnen im Garten

Wege und die Terrasse prägen maßgeblich das Erscheinungsbild des Gartens. Zur Gestaltung der Wege hatte ein großer Freiraumplaner des 19. Jahrhunderts folgende Vorgehensweise vorgeschlagen (damals waren die Grundstücke noch größer): Ein Grundstück sollte mindestens ein Jahr lang ungestaltet bleiben, während die Nutzer ihre Wege so durch

1 Wohnen im Garten

den Garten gehen, dass nach und nach logische Trampelpfade dort entstehen, wo sie ergonomisch genutzt werden. Die im Garten stehenden Bäume oder andere Hindernisse werden in einem Schwung umgangen, steilere Bereiche werden mit maximaler Effizienz erklommen. An den Stellen, an denen sich die Bewohner gern begegnen und aufhalten, entsteht ein Platz. Dort,

wo eine schöne Aussicht möglich ist, werden Sträucher und Krautschicht verdrängt, der Boden hat in diesen Bereichen, die ständig betreten und verdichtet werden, wenig oder gar keinen Bewuchs mehr, und so entsteht ganz nebenbei ein Aufenthaltsplatz.

Im heutigen Siedlungsbereich sind bei meist teuren Grundstücken und wenig Zeit für die Gartenpflege die



Abb. 1.1 – Terrassengestaltung mit unterschiedlichen Belägen und Elementen.

1 Wohnen im Garten

Gärten kleiner geworden und sollten daher mit Bedacht und Klarheit gestaltet werden, sodass es Freude macht, sich in ihnen aufzuhalten.

Für die Gestaltung sind die Ausstrahlung des Orts (Genius loci) und die Rahmenbedingungen das eine, das andere sind die Gestaltungsmöglichkeiten, durch die Sie Ihren ganz persönlichen Stil in die Gartengestaltung mit einfließen lassen können.

So steht bei Wegen und Terrassen die Wahl des Bodenbelags an, wobei es weit mehr und auch Schöneres gibt als die bekannten Waschbetonplatten. Aber selbst diese lassen sich mit etwas Kreativität so verwenden, dass der Betrachter über die optische Wirkung erstaunt sein wird.

Es gibt viele Ideen für die kreative Gestaltung. Beispielsweise bringen ein kleiner Teich, eine Wasserskulptur oder auch beleuchtete Kunstobjekte aus Glas, Stahl oder Ton sinnliche Komponenten in die Gestaltung. Zuletzt beeinflussen auch noch Form und Stil der Gartenmöblierung die Atmosphäre der Terrasse.

Mediterrane Kübelpflanzen sind eine gute Gelegenheit, Pflanzen mit angenehmem Duft und herrlichen Blüten in besonderen Bereichen des Gartens zur Geltung kommen zu lassen. Duftende Rosen, dekorative Rankpflanzen, plätscherndes Wasser sowie eine attraktive Beleuchtung lassen einen Gartenraum entstehen, der alle, die sich darin aufhalten, begeistert wird.

Attraktive und ruhige Plätze inmitten des Gartens haben ihren ganz besonderen Reiz.

Möglicherweise gibt es neben dem Sitzplatz am Haus einen weiteren Sitzplatz im Garten mit Blick zurück zum Haus: einen Bereich, in dem in aller Ruhe die Veränderungen der Natur und des Klimas erlebt

werden können und die Sonne wohltuend wärmt, oder einen Bereich, der Schutz bietet vor zu viel Sonne oder Regen.

Für die sorgfältige Auswahl der Materialien sollten Sie sich Zeit nehmen und das eine oder andere Musterstück vom Baustoffhändler mitbringen und zur Begutachtung an den Platz der geplanten Terrasse legen. Erscheinung und Farbe eines Steins ändern sich je nach Umgebung oder dadurch, dass er feucht oder trocken ist.

Die Wegeverbindungen und der Sitzplatz im Garten sollten praktisch, aber auch formal so gestaltet werden, dass Terrasse, Wege und restlicher Garten zu einer Einheit verschmelzen.

Wenn die Möglichkeit besteht, die Lage der Terrasse frei auszuwählen, gibt es auch hierbei verschiedene Alternativen: so zum Beispiel, dass die Terrasse mit direkter Zugehörigkeit zum Haus angelegt oder aber ein im Garten eingebundener, lauschiger Sitzplatz gewählt wird, zu dem ein interessanter Gartenweg führt.

Bei kleineren Gärten kann das „Gartenzimmer“ mit Räumen und Nutzungen vom Haus verschmelzen, wie z. B. mit der Küche oder dem Esszimmer. Die Terrasse wird Zentrum des Sommerlebens, möglicherweise mit einer provisorischen Freiküche oder einer Sommerdusche.

Der beliebteste Sitzplatz im Grünen für das zeitige Frühjahr und den späten Herbst ist zweifellos die Terrasse direkt am Haus. Sie hat ja auch ihre Vorzüge: die direkte Verbindung zum Haus, Sie sitzen geschützt und können den Platz draußen vielfach nutzen, während die Hauswände die Sonnenwärme speichern und sie, wenn es kühler wird, wieder abgeben.

1.1 Planung und Wirklichkeit

Um den Garten später voll und ganz genießen zu können, ist es sinnvoll, sich zunächst ein paar Gedanken zu machen und sich mit grundlegenden Gestaltungsideen zu beschäftigen.

Ein guter Einstieg in die Planung ist ein Planungsleitfaden, wie er in Abb. 1.2 für Sie abgedruckt ist. Gehen Sie in aller Ruhe die aufgeführten Fragen und Punkte durch. Die angegebenen zugehörigen Kapitel behan-

deln das jeweilige Thema im Detail. Natürlich wird das eine oder andere Wunschbild im Zuge der Planung und Beschäftigung mit der Materie dazukommen oder sich verändern. Dieser Prozess, so finde ich, macht Spaß, und dadurch kann sich die Vorfreude mehr und mehr steigern.

Die Planung wird in den folgenden Unterkapiteln Schritt für Schritt näher erläutert.

Planungsleitfaden für Terrassen und Wege	Kapitel	Anmerkung
Wie möchten Sie Ihre Terrasse nutzen?		
Proportionen, Flächenbedarf	1.2.2	
Gestaltungsprinzipien	1.2.5	
Ausrichtung, Himmelsrichtung		
Süd, Ost, West, Nord	1.2.3	
Terrasse, Lage und Form	1.2.4, 1.2.6	
Schutzelemente für den Sitzplatz		
Sichtschutz	5.1	
Sonnenschutz	5.2	
Windschutz	5.1	
Lärmschutz	5.1	
Schutzelemente mit Pflanzen	5.1.1	
Gesetzliche Regelungen	5.1.2	
Gartenwege, was ist bei der Planung zu beachten		
	1.3, 1.3.2	
Gestaltungsprinzipien	1.3.6	
Wegebreiten	1.3.3	
Lage und Gefälle	1.3.4	
Belagsarten für Terrasse und Gartenwege		
	1.3.5	
Belagsmaterialien, Kunststein (Beton), Naturstein, Klinker, Terrakotta, Holz	2.1	
Gebrauchte Materialien	2.1.1	
Fachgerechte Verwendung von Naturstein	2.1.2	
Verlegemuster und Oberflächen	2.1.3	
Holzbeläge	3.8.4	
Die richtige Entwässerung	3.4	
Belagsabschlüsse- und Einfassungen	3.6.1	
Beleuchtung für Terrasse und Gartenwege		
	4	
Leuchtenstandorte	4.1	
Technische Ausführungen	4.1.1	
Beleuchtungsmöglichkeiten	4.1.2	
LED-Beleuchtung	4.1.3	
Solar-Beleuchtung	4.1.4	
Weitere Gestaltungselemente		
Wasser	5.3	
Kunstobjekte	5.3.1	
Pflegebedarf		
	6	

Abb. 1.2 – Planungsleitfaden. In den angegebenen Kapiteln finden Sie weitere Informationen zum Thema.

1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer

Je nach Gestaltung hat die Terrasse eine Zwischenstellung zwischen Haus und Garten. Ein Zimmer im Grünen beschreibt am besten die Eigenschaften. Durch den festen Belag und die Ausstattung kann das Gartenzimmer ein lange Zeit im Verlauf eines Jahres bewohnt werden. Je besser die Planung und Umsetzung, desto mehr Zeit werden Sie auf Ihrer Terrasse verbringen.

1.2.1 Das Grundstück: Was ist möglich?

Ideal ist es, das Grundstück entsprechend den Vorstellungen von Haus und Terrasse zu wählen.

Die Grundstücke werden aber (auch aus Kostengründen) immer mehr ausgenutzt, sodass für großzügige Gartenwege und Sitzplätze oft wenig Platz zur Verfügung steht. Es muss also ein Kompromiss gefunden werden, möchte man sowohl eine schöne Bepflanzung als auch eine entsprechend den Nutzungsgewohnheiten ausreichende Terrasse anlegen.

Gerade bei kleinen oder schwierigen Grundstücken ist besondere Kreativität gefragt.

1.2.2 Lage und Größe im Verhältnis zum Haus – Proportionen

Nicht erst seitdem Wohnräume und Gartengestaltung auch unter dem Aspekt des Feng-Shui betrachtet werden, weiß man, dass die Wahl der richtigen Gestaltung und der Maßverhältnisse einen wesentlichen Einfluss

Hinweis

Feng-Shui, wörtlich übersetzt „Wind und Wasser“, ist die einige Tausend Jahre alte fernöstliche Kunst, ein harmonisches Umfeld in Haus und Garten für den Menschen zu schaffen. Die Lehre strebt die bestmögliche Harmonie zwischen Mensch, Gebäude, Garten und Umgebung an. Dabei sollen günstige Energien verstärkt, störende Einflüsse abgewendet und Problemzonen in ein harmonisches Gleichgewicht umgewandelt werden.

auf unser Wohlbefinden und sogar auf Erfolg und Gesundheit haben.

Die Gesetze der Harmonie, wie z. B. der Goldene Schnitt, zeigen eine Möglichkeit auf, das Verhältnis von Länge zu Breite so auszuführen, dass wir uns beim Begehen eines Wegs oder Benutzen der Terrasse sehr gut fühlen und Lust haben, dort längere Zeit zu verweilen. Die Gestaltungsgrundsätze sind sehr umfangreich, lassen sich aber durch ständiges Beobachten und das Studium der Natur erleben und erlernen.

Für den Anfang könnte eine einfache Regel so lauten: Wenn die Terrasse unmittelbar an das Haus anschließt, verlangt ein großzügiges Haus nach einer großen Terrasse, ein kleines Häuschen nach einer eher kleinen Terrasse.

Möblierung	Sitzplätze	Flächenbedarf m ²	Zusätzliche Bewegungsfläche m ²	Terrassenfläche m ²
Rechteckiger Tisch	2	3	3–4	6-7
Quadratischer Tisch	4	5	4	9
Rechteckiger Tisch	4	4,8	4	9
Rechteckiger Tisch	6	6,6	4–5	12
Rechteckiger Tisch	8	8,4	5–7	16

1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer

Da es leider nicht ganz so einfach ist, erfahren Sie in den folgenden Kapiteln weitere Aspekte.

Wie groß der Sitzplatz sein soll, hängt auch stark von der gewünschten Nutzung und der Absicht ab, die Terrasse bezahlbar zu gestalten.

Genügt ein kleiner Tisch, an dem maximal zwei bis vier Personen Platz finden, oder ist eine größere Tafel für den Familien- und Freundeskreis notwendig? Kann die Terrasse so angelegt werden, dass sie später auch erweitert werden kann?

Als Beispiel: Bei einer sinnvollen Terrassenfläche von 3 x 4 m können notfalls auch sechs bis acht Personen an einer Bierbankgarnitur zum Essen zusammensitzen. Bei einem Tisch/Stuhl-Ensemble wird es dann aber schon knapp, wenn jemand aufsteht und den Stuhl nach hinten schiebt.

Wer den Flächenbedarf selbst errechnen möchte, kann dies wie folgt tun:

Ein Tisch, 70 bis 80 cm breit und 1,0 m lang, reicht für 2 Personen. Pro Stuhl ist eine Grundfläche von 60 x 60 cm

einzurechnen. Um Tisch und Stühle herum benötigen Sie eine Abstandsfläche von 50 cm zum Bewegen der Stühle. Bei runden Tischen wird der Flächenbedarf noch größer.

Es können noch weitere Flächen hinzukommen, zum Beispiel für:

- Servierwagen, Beistelltisch
- Grill
- Sonnenschirmständer
- Sonnenliege

Einfluss auf die Terrassengestaltung haben natürlich auch die Formensprache des Hauses und die dort verwendeten Materialien, die Art und die Formate von Fenster und Türen sowie die Hauswandgestaltung. Verkommt die Terrasse durch lieblose Belagsgestaltung zu einem Platz, der das Haus mehr entwertet als hervorhebt, wird sich dort niemand richtig wohlfühlen.

1.2.3 Die Himmelsrichtung für die Terrasse

Die Terrasse liegt meist gen Süden, weil hier die Sonne am längsten scheint. Hier kann man schon im zeitigen Frühjahr draußen essen und im Herbst die letzten Sonnenstrahlen genießen. Denn je tiefer die Sonne steht, desto länger scheint sie auf die Terrasse. Im Sommer ist bei einer nach Süden ausgerichteten Terrasse ein Sonnenschutz erforderlich.

Eine gute Wahl für den Sommer ist eine Terrasse Richtung Nordost. Da hat man zum Frühstück die Morgensonne und über die heißen Stunden des Tages etwas mehr Schatten. Am Abend scheint dann von Westen her die milde Abendsonne wieder auf den Sitzplatz.

Sitzplätze im Südwesten oder Westen sind ideal für die Feierabendsonne. Hier können Sie im Sommer bis spätabends sitzen und zuschauen, wie sich langsam



Abb. 1.3 – Achten Sie darauf, die Terrasse nicht zu klein zu planen und anzulegen. Gerade bei runden Formen ist eine ausreichende Größe wichtig.

1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer

die Sonne zum Horizont bewegt und untergeht. Da Bodenbeläge und möglicherweise Wände am Nachmittag erwärmt wurden, strahlen sie die Wärme auch am Abend wieder ab.

1.2.4 Sonnen- und Schattenterrasse

Im Frühjahr und im Herbst ist jeder Sonnenstrahl hochwillkommen. Im Hochsommer kann es aber so unangenehm heiß werden, dass Sie von Ihrem Sitzplatz fliehen. Die Lösung: Ein Sonnenschutz muss her. Das kann in Hausnähe eine ausfahrbare Markise sein oder ein saisonal aufgespanntes Sonnensegel. Es kann aber auch eine mit Kletterpflanzen berankte Pergola sein, die die Terrasse komplett oder nur teilweise beschattet. Im Frühjahr und im Herbst steht die Sonne tiefer und dringt daher trotz beschattender Pergola bis in die hinterste Ecke der Terrasse vor – immer vorausgesetzt, die Terrasse liegt nach Süden. Professionelle Sonnenschirme können mehr als nur eine provisorische Lösung sein. Mit guter Verankerung fallen sie auch bei Wind nicht mehr um. Lediglich bei aufziehendem Sturm müssen sie schnell eingeholt werden. Dafür bieten sie auch bei einem leichten Regenguss ein schützendes Dach.

Eine einfache und dauerhafte Lösung kann auch ein Schattenbaum sein.

Pflanzen Sie schon frühzeitig einen blühenden und duftenden Laubbaum als Schattenspender in unmittelbarer Nähe Ihrer Terrasse.

Tipp

Verwenden Sie in der unmittelbaren Umgebung der Terrasse keine Materialien, die das Auge blenden (heller Putz, weiße Tischdecken oder blendende Beläge etc.).

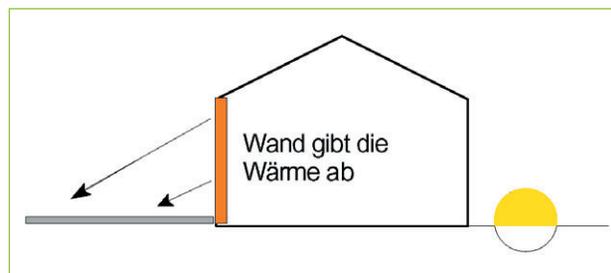
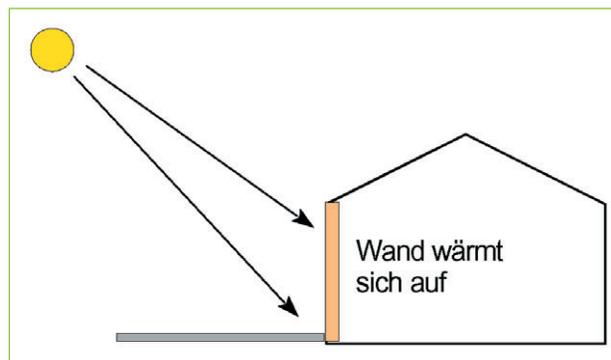


Abb. 1.4 – a) Wärmespeicherung durch die Hauswand am Tag, b) Wärmeabgabe am Abend.

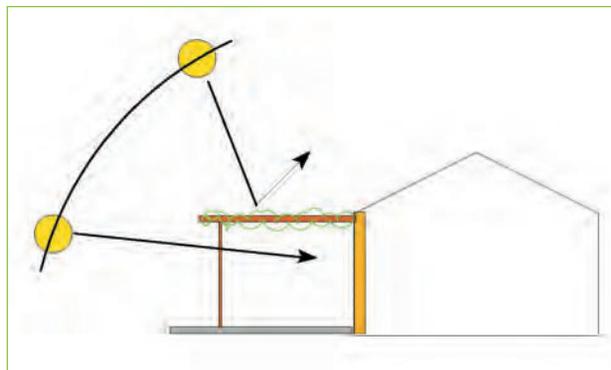


Abb. 1.5 – Bei flachem Sonnenstand wie im Frühjahr oder im Herbst scheint die Sonne auf die Terrasse, im Hochsommer wird die Terrasse durch die Pergola beschattet.

1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer

Mit hoch aufgeputzter Krone gibt der Baum im Sommer einen angenehmen Schatten, während im zeitigen Frühjahr die Äste noch unbelaubt sind und die Sonne durchlassen.

Planung in der Neubauphase

Sind Sie gerade dabei, Ihren Neubau selbst zu planen oder planen zu lassen, denken Sie an die Verknüpfung mit dem Garten und, wenn es einzurichten ist, an einen direkten, ebenerdigen Zugang zur Terrasse, am besten in Verbindung mit dem Küchen- oder Essbereich.

Fürst Pückler ist nicht nur der Namensgeber für das Fürst-Pückler-Eis, er war auch ein erfolgreicher Landschaftsarchitekt. Und nicht nur seiner Meinung nach ist der Garten die Fortsetzung der Wohnung im Freien. Will man also schnell oder einen kurzen Augenblick draußen sitzen, wenn möglich mit einem schönen Ausblick, ist die direkt erreichbare Terrasse der geeignete Ort.

Eine Terrasse am Haus zu bauen ist, wie viele meinen, eine einfache Aufgabe, handelt es sich doch „nur“ um eine kleine, ebene Fläche, die gepflastert werden muss. Bei schlechter Planung wird das Ergebnis dann ein Platz sein, der nicht zum Verweilen einlädt und auf dem meist irgendwelche Utensilien abgestellt werden.

Im Folgenden einige Beispiel (siehe Abb. 1.6), die einem von außen blickenden, aufmerksamen Betrachter ins Auge fallen.

Die erhöhte Terrasse kann sehr reizvoll sein, es kann aber auch passieren, dass sie – einer Bühne vergleichbar – keine befriedigende Beziehung zum Zuschauerraum „Garten“ hat. Geht es von der Terrasse steil gebösch in den Garten oder zum Nachbargelände, macht das Draußensitzen hier wenig Freude, wurde doch nur eine kleine, ebene Sitzfläche geschaffen, die seitlich durch Böschungen im Stil eines Steingartens abgefangen wurde. Für die Umgebung sitzen die Bewohner auf dem Präsentierteller.

Der Vorteil, die Nachbargrundstücke beobachten zu können, erweist sich unter Umständen als Nachteil. Ausnahme: Der Platz bietet wirklich eine berauschende Fernsicht.

Die Gartenrenovierung

Sei es, dass ein Haus mit Garten schon älter ist, gekauft oder geerbt wurde – mit den Sanierungsmaßnahmen am Gebäude sollten Sie auch die Nutzungsmöglichkeiten der derzeitigen Freiflächen unter die Lupe nehmen. Ein oft erlebtes Beispiel: Ein durchschnittliches Grundstück von 100 bis 150 m² Größe, hauptsächlich mit Rasen angelegt, wird kaum genutzt. Der erste Schritt der Gartenrenovierung ist möglicherweise ein Wintergarten, ein zweiter Schritt folgt mit der Neugestaltung einer Terrasse und der dritte mit Wegen, die den Garten zusätzlich erlebbar machen. Alle Schritte sollten auch hier vorab gründlich geplant werden.

1.2.5 Gestaltungsabsichten

Gartenwege und Terrassen lassen sich so unterschiedlich gestalten, wie die Bewohner des Hauses sein können. Die Gestaltung kann klein und unauffällig, groß und repräsentativ, schlicht oder bunt, mit einfachen oder mit teuren Materialien sein. Durch den kreativen Einsatz der Materialien in Verbindung mit Pflanzen und Kübelpflanzen, mit Kunstobjekten und Beleuchtungseinrichtungen entsteht Ihr ganz persönlicher Stil.

Gartenwege und Terrassen mit Kindern

Für Familien mit kleinen Kindern ist die Terrasse der einzige Platz im Garten, an dem Kinder mit Leichtigkeit und ohne Gefahr mit ihren Fahrzeugen fahren können – also ein Pro für großzügige Terrassenanlagen. Hier sei auf die Verwendung rutschfester Bodenbeläge hingewiesen, denn Kinder spielen auch im Winter oder bei feuchter Witterung draußen – also sollten glatte Fliesen

1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer

sowie fein geschliffener oder polierter Naturstein vermieden werden.

Auch die Gartenwege sollten in der Kinderphase so breit und griffig sein, dass hier das Fahren mit Roller, Bobbycar und Kettcar möglich ist.



Abb. 1.6 – Gestaltungsbeispiele für die Terrassenplanung. Terrassenstandorte können ungünstig oder gut eingebunden sein.

1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer

Sind die Kinder noch klein und wollen Sie sich auf Ihrer Terrasse entspannen, ist es sinnvoll, Spielgeräte, Planschbecken und Sandkasten unmittelbar neben der Terrasse aufzubauen. Denn die Kinder wollen dort sein, wo sich auch die Erwachsenen am liebsten aufhalten. Je weiter die Spielgeräte entfernt sind, desto seltener werden die kleinen Kinder dort spielen.

Ein weiterer Vorteil, wenn der Spielbereich in der Nähe ist: Sie haben die Kinder im Blick, auch wenn Sie Hausarbeiten auf der Terrasse erledigen.

1.2.6 Der richtige Standort für die Terrasse

Eine ganze Reihe von Rahmenbedingungen beeinflusst die Lage des Sitzplatzes. Können Sie sich zwischen zwei Standorten nicht entscheiden, brauchen Sie vermutlich zwei Plätze. Gartenbesitzer mit größeren Gärten haben oft vier bis fünf ständig genutzte Plätze im Garten mit den unterschiedlichsten Bedingungen. Bevor Sie den Standort festlegen, kann es sinnvoll sein, den Garten über einen längeren Zeitraum hinweg genau zu beobachten – wenn möglich, nicht nur im Sommer, sondern auch im Frühjahr und im Herbst. Dann sehen Sie z. B. den Schattenwurf zu verschiedenen Zeiten und wo es sich am besten fröh-



Abb. 1.7 – Die Kinder haben die zukünftige Terrassenfläche schon in ihren Besitz genommen.

stücken lässt. Bei vorhandenem Baumbestand muss darüber hinaus damit gerechnet werden, dass die Bäume größer werden und sich der Schattenwurf in späteren Jahren verstärkt. Beachtenswerte Rahmenbedingungen:

- die Form des Grundstücks
- die Lage des Hauses auf dem Grundstück
- Bezüge von Räumen in den Garten
- die Ausrichtung bezüglich der Himmelsrichtung
- vorhandene Bäume

- Höhenunterschiede im Grundstück
- Sonnen- oder Schattenlage
- Morgensonne, Mittagssonne, Abendsonne
- Windschutz
- Sichtschutz
- gestalterische Aspekte wie z. B. Sichtachsen, Symmetrien etc.

Nutzung

Die Terrasse ist ein Zimmer im Garten, das bei schönem Wetter sehr vielseitig genutzt werden kann. Egal ob essen, feiern, arbeiten oder erholen, die Terrasse bietet den

1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer

Platz dafür. Unabhängig von Kabelnetzen lassen sich sogar Internetaktivitäten und Arbeiten am Notebook – mit dem Vorteil, an der frischen Luft zu sein – verbinden.

Freude macht es, wenn möglichst viele Mahlzeiten draußen eingenommen werden können. Zumindest zu Feierabend oder am Wochenende schmeckt das Abendessen draußen doppelt so gut, und die meisten Bewohner können es kaum erwarten, im zeitigen Frühjahr die Terrasse wieder einzuweihen. Daher soll der Platz auch einladend und gemütlich sein.

Aus den unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten ergibt sich

möglicherweise die Gestaltungsabsicht für zwei oder mehrere Terrassen: eine große Terrasse zum Feiern und Essen, eine kleine Terrasse als Rückzugsbereich, zum Sonnen und um in Ruhe ein Buch oder die Zeitung lesen zu können.

Terrassenform

Die Form des Zimmers im Garten richtet sich bei den meisten Nutzern nach den Vorgaben, die durch das Haus bestehen, wie z. B. ein Einschnitt oder ein dem Haus angegliedertes Vordach. Dies ist im Prinzip auch sinnvoll und praktisch, trotzdem kann sich die Form zum Garten hin auch ändern.

Das gekonnt geplante Spannungsfeld zwischen klaren rechteckigen und runden Formen kann eine besonders reizvolle Form geben.

Bei Sitzplätzen abseits vom Haus sind die Gestaltungsmöglichkeiten freier und vom Haus unabhängiger. Aber gerade in der „wilden Natur“ kann es besonders angenehm sein, eine klare Form wie z. B. ein Quadrat als Gestaltungselement für den Sitzplatz zu wählen. Hier können die schon vorhandenen Pflanzen und Bäume sowie Geländeeigenarten Einfluss auf die Form und die Lage der Terrasse nehmen. Wer es hier schafft, sich von Bestehendem inspirieren zu lassen, kann Orte mit großer atmosphärischer Ausstrahlung schaffen. Auch wenn diese Elemente bei einer totalen Neugestaltung fehlen, ist es möglich, sich an den ausgesuchten Platz zu setzen und die Bilder im Inneren entstehen zu lassen.

Haben Sie einen Hund, schauen Sie doch mal, wo dieser sich am liebsten im Garten ausruht! Möglicherweise ein guter Platz für eine lauschige Terrasse.

Sie können sich für Ihre Terrasse auch ein Gestaltungsthema aussuchen, z. B. die **schwedische Terrasse** (viel Holzmaterial, Edelstahl und kühle Farben) oder als Gegen-



Abb. 1.8 – Neben der Hausterrasse eine Terrasse im Grünen.

1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer

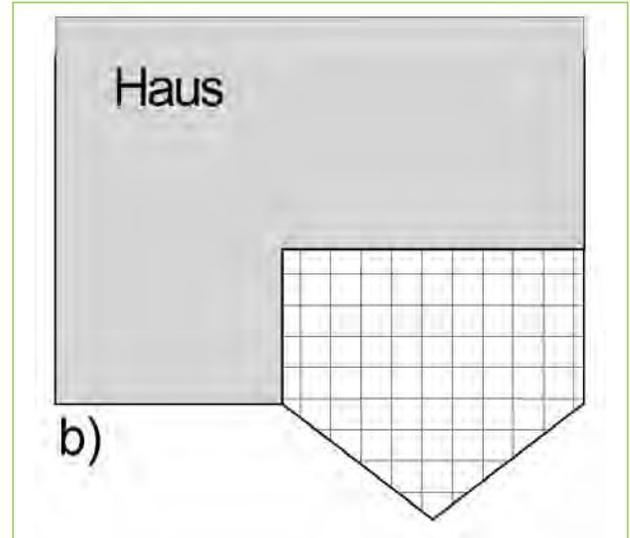
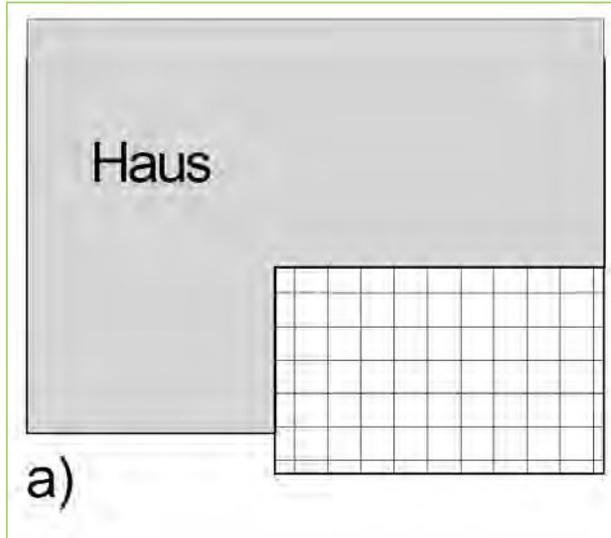
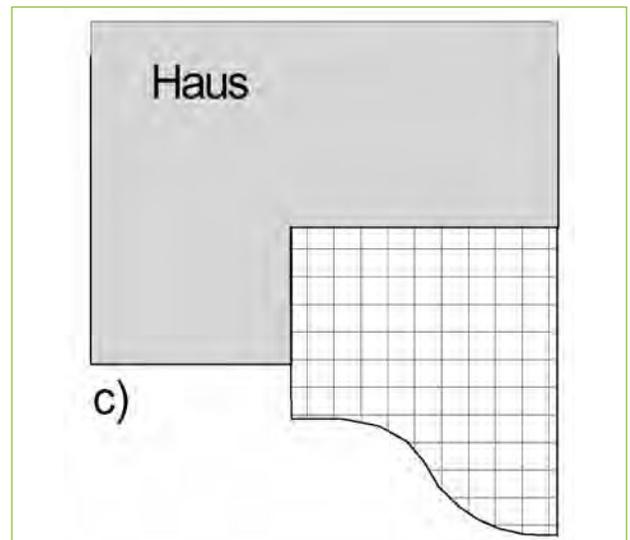


Abb. 1.9 – Beispiel: Terrassenformen, angegliedert an das Wohnhaus. **a)** Orthogonal; **b)** Diagonal; **c)** Hart und weich.

satz eine mediterrane Gestaltung, die stichwortartig nachfolgend beschrieben wird:

Die mediterrane Terrasse könnte so aussehen: Bodenbelag aus Terrakotta, Kübelpflanzen, Sonnenschirm, ein kleines rundes Tischchen und zwei geschwungene Stühle aus Stahl.

Terrakottagefäße bringen den letzten Schliff bei der Gestaltung von mediterranen Terrassen oder Balkonterrassen. Terrakotta ist das Thema, wenn wir die warmen Strahlen südlicher Sommertage einfangen und speichern wollen. Wichtig zu wissen: Spricht man von Keramik (griechisch keramos), wird damit glasierte Tonware



1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer



Abb. 1.10 – Einfache südliche Terrasse im Schatten hinter dem Haus.

bezeichnet. Terrakotta bedeutet dagegen die unglasierte Tonware sowie Gefäße, die traditionell aus der Toskana bekannt sind.

Die südliche Eleganz bei der Ausstattung hat ihren eigenen Stil. Da südliche Länder oft arm an Holz sind, wird dieses wenig verwendet. Geschmiedetes Metall ist der „Ersatzbaustoff“ für Holz – sowohl für

Abb. 1.11 – Terrasse in Portugal, geschützt durch eine Mauer und dadurch mit Innenhofcharakter.



die Möbel als auch für Kletterhilfen (Wein) und Schatten spendende, mit Wein oder Kiwi bewachsene Pergolen.

Passende alte Weinstöcke als Terrassenschmuck werden zum Teil in Gartenmärkten oder Baumschulen angeboten – auf Nachfrage kann man sie auch bestellen. Die uralten, knorpeligen Weinstöcke stammen aus alten Weinflächen, die gerodet wurden. Natürlich werden Weinstöcke auch online vertrieben, Sie sollten jedoch darauf achten, dass es keine Jungware ist.

Natürlich gehören auch Kräuter wie Lavendel und Rosmarin dazu.

1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer



Abb. 1.12 – Ein vorher ungenutztes Reststück zwischen Haus und Scheune wird zur gemütlichen Terrasse; **a)** vorher, **b)** und **c)** nachher.



Diese duften sehr angenehm und können gleichzeitig zum Würzen des Essens verwendet werden. Außerdem ziehen diese Pflanzen Nützlinge an und halten z. B. Läuse von den Rosen fern!

Stein ist der Baustoff, der im Süden reichlich vorhanden ist, und so sind Natursteinmauern im Bereich der Terrasse eine Möglichkeit der Gestaltung. Der Stein nimmt Sonnenstrahlung auf und gibt sie, wenn es kühler wird, wieder ab.

Der mediterrane Garten hat seinen Ursprung in den geschützten orientalischen Innenhofgärten. Hier war und ist Wasser eines der wichtigsten Gestaltungselemente mit dem Symbolgehalt des Lebens. Somit passt zum mediterranen Garten auch ein einfaches, schlichtes Wasserspiel.

Auch Restflächen lassen sich gut als Terrasse nutzen und umgestalten.

Dachterrassen haben ihren ganz eigenen besonderen Reiz.



1.2 Die Terrasse, das grüne Zimmer



Abb. 1.13 – Das Garagendach, genutzt als Dachterrasse.

Checkliste für den Terrassenstandort	Klärung	Anmerkung
An welchem Platz scheint wann und wie lange die Sonne?		
Regenschutz gewünscht? Teilweise oder ganz überdacht?		
Flexibler oder dauerhafter Regenschutz?		
Wo spenden Bäume oder Nachbarhäuser willkommenen oder unwillkommenen Schatten?		
Wo hat man einen besonders schönen Blick auf besondere Pflanzengruppen oder „Durchblicke“ im Garten?		
Wo können Einflüsse von außen stören, zum Beispiel Einblicke von den Nachbarhäusern, Straßenlärm, Schadstoffbelästigung durch Autos?		
Werden Leerrohre/Leitungen für Stromversorgung wie z. B. Beleuchtung benötigt?		

Hannelore & Bo Hanus
Bauen & Handwerken im Garten

Vorwort

Sie finden in diesem Buch viele praxisbezogene Ratschläge zu den am häufigsten anfallenden Gartenarbeiten technischer Art. Auch ein handwerklich ungeübter oder technisch unerfahrener Gartenbesitzer (hier sind Frauen und Männer gleichermaßen angesprochen) wird mithilfe dieses Buchs viele Arbeiten, die im Garten anfallen, eigenhändig meistern können.

Die Themen sind sowohl mit praktischen Tipps als auch mit inspirierenden Beispielen durchflochten, die Ihnen gezielt den leichtesten und dennoch technisch perfekten Weg zeigen, ein Vorhaben in die Praxis umzusetzen.

Viel Spaß beim Lesen dieses Buchs und viel Erfolg beim eigenhändigen Umsetzen Ihrer Ideen und Träume in die Tat wünschen Ihnen

Hannelore und Bo Hanus

Inhaltsverzeichnis

1	Anpassung des Gartens an die Bedürfnisse	9
2	Kleinere Handwerksarbeiten	11
2.1	Sägen im Garten – wie und womit am besten? _____	12
2.2	Kleine Betonarbeiten im Garten _____	14
2.3	Betonarbeiten an Kinderspielplätzen _____	19
2.4	Beeteinfassungen und Rasenkanten _____	20
2.5	Betnumrandungen von Blumenbeeten _____	28
2.6	Schneiden der Betonleistensteine _____	32
2.7	Bohren im Garten _____	34
2.8	Schrauben im Garten _____	40
3	Pflastersteine selbst verlegen	45
3.1	Womit kann ein Heimwerker pflastern? _____	52
3.2	Wahl der richtigen Pflastersteine _____	55
3.3	Die optimale Fugenbreite _____	59
3.4	Einbetonierte Pflasterrandsteine _____	61
3.5	Schneiden der Pflastersteine _____	65
3.6	Gepflasterte Gartengrillplätze und Sitzplätze _____	67
3.7	Pflaster- und Betonarbeiten an Gartenstellplätzen _____	68
4	Mauern im Garten	69
5	Treppen im Garten	71
6	Wasserleitungen im Garten	75

Inhaltsverzeichnis

7	Stromleitungen im Garten	83
7.1	Wissenswertes über die Hausnetzspannung	86
7.2	FI-Schutzschalter für Stromleitungen im Garten	89
7.3	Oberirdische Stromleitungen im Garten	92
7.4	Gartenstromleitungen mit Erdkabeln	93
7.5	Steckdosen im Garten	96
7.6	Netzanschlüsse für Elektropumpen und Lüfter im Garten	97
7.7	Verbindungen der elektrischen Leiter – wie wird es gemacht?	98
8	Elektrisches Licht im Garten	101
8.1	Gartenleuchten selbst installieren	102
8.2	Wandaußenleuchten	103
8.3	Sockelleuchten	105
8.4	Standleuchten, Pfeilerleuchten und Kandelaber	106
8.5	Dämmerungsschalter und Bewegungsmelder im Garten	108
8.6	Solarleuchten im Garten	110
9	Teiche im Garten	111
9.1	Kleine Kunststoff-Gartenweiher	112
9.2	Größere Gartenteiche	114
9.3	Springbrunnen-, Belüftungs- und Filterpumpen	115
9.4	Elektrische Beleuchtung im und um den Weiher	118
10	Miniwasserfälle, Bachläufe und Wasserspiele	121
11	Garten-Pools und Planschbecken	125

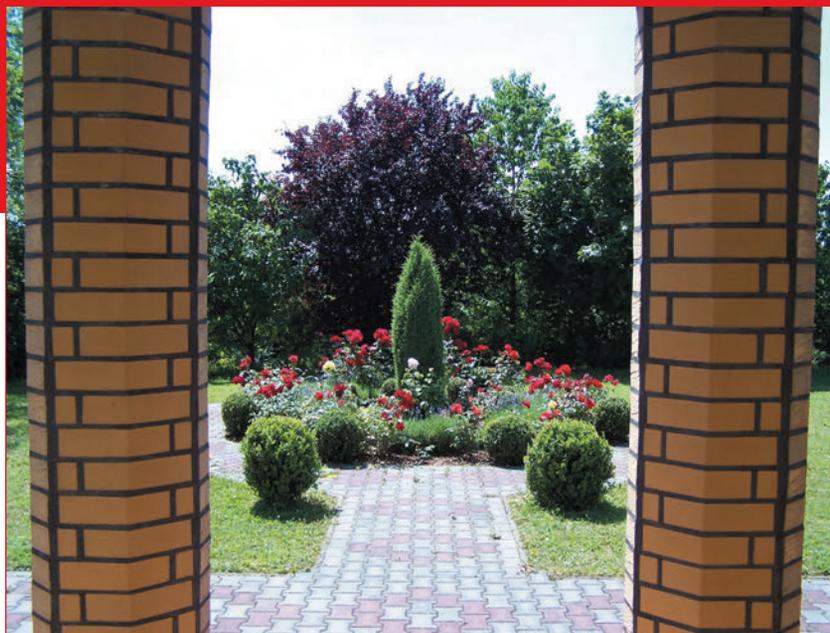
Lieferantenhinweis – auch für Kataloganforderungen

Conrad Electronic, Klaus Conrad Str. 1, 92240 Hirschau
Tel. (01 80) 5 31 21 11, Fax (0180) 5 31 21 10
www.conrad.de

RUF Baustoffwerk Haundorf GmbH,
Tel. 07950/98000
www.ruf-baustoffwerk.de

Westfalia GmbH
Werkzeugstraße 1, 58082 Hagen
Tel.: (01 80) 5 30 31 32, Fax: (01 80) 5 30 31 30
www.westfalia.de

1 Anpassung des Gartens an die Bedürfnisse



Wer einen neuen Garten anlegen oder einen bestehenden Garten neu gestalten möchte, findet in der Literatur, in Fernsehsendungen und „in natura“ viele Beispiele und Anleitungen, die als Inspirationen für die Gestaltung des „Traumgartens“ dienen können.

In Bezug auf die Optik hat ein Garten für das in ihm stehende Haus eine ähnliche Funktion wie der

1 Anpassung des Gartens an die Bedürfnisse

Rahmen für ein Bild. Für die Hausbewohner ist der Garten zudem ein Teil des Wohnbereichs, in dem man sich wohlfühlt, bei schönem Wetter die Freizeit oder Fitnessaktivitäten genießt und an dem man Spaß hat.

Nicht zu unterschätzen ist dabei die Tatsache, dass ein Garten Pflege beansprucht. Von der Gartengestaltung hängt ab, wie pflegeintensiv der Garten sein wird. Es gibt Gärten, die sehr pflegeintensiv sind, und solche, die man relativ leicht pflegen kann. Die Pflege eines Gartens hängt vor allem von den individuellen Ansprüchen und persönlichen Maßstäben ab. Überlässt man den Garten voll der Natur, wird man ihn eine Zeit lang als einen „naturbelassenen Garten“ bezeichnen können. Irgendwann aber wird er zu einem Urwald. Ein Garten kann jederzeit umgestaltet oder verschönert werden.

Oft ist eine Umgestaltung des Gartens dadurch vorprogrammiert, dass sich die Art seiner Nutzung durch die Schwerpunkte des Eigenbedarfs ändert: Ein Ehepaar mit kleinen Kindern wird den Garten so einrichten, dass er viel Freifläche für die Kinder bietet. Kleinkinder werden möglicherweise einen Sandkasten und auch ein Planschbecken benötigen, später kommen eine Schaukel und andere Vorrichtungen hinzu, die nach wenigen Jahren vielleicht durch



eine größere Rasenfläche ersetzt werden, auf der z. B. Federball gespielt werden kann usw. Wenn einige Jahre später die Kinder das „Nest“ verlassen, kann man den Garten romantisch umgestalten, sodass er sich zu einer traumhaften, grünen Oase entwickelt.

Wenn es heißt, dass die Gartenbesitzer in ihrem Traumgarten Erholung finden, ist darunter in erster Linie die seelische Erholung zu verstehen. In einem Garten wächst und gedeiht alles recht schnell – und leider auch das, was man im Garten nicht unbedingt haben

möchte. Mit den gewünschten Pflanzen wächst die „Arbeit“ in Gestalt von Unkraut in einem jeden Garten ständig nach. Je größer ein Garten ist, desto wichtiger ist es daher, dass er sich möglichst leicht pflegen lässt. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Ausführung der Umrundungen, der Gartenwege und der Übergänge von einzelnen Gestaltungselementen. Überall, wo im Garten eine Umrundung zu finden ist, wachsen Gras und Unkraut kräftig nach. Es ist dann praktisch, wenn es sich mit einem Rasenmäher mähen lässt.

2 Kleinere Handwerksarbeiten

Niemand kann alles und auch ein erfahrener Heimwerker oder Profi wird manchmal mit Aufgaben konfrontiert, mit denen er keine Erfahrung hat. Das trifft sowohl auf männliche als auch auf weibliche Gartenbesitzer zu.

Der Begriff „Heimwerken im Garten“ hat keine fest definierten Grenzen. Wir nehmen uns in diesem Buch Arbeiten technischer Art vor, die keine gehobenen Ansprüche an Fachwissen oder eine professionelle Handfertigkeit stellen.

2.1 Sägen im Garten – wie und womit am besten?

Sägen gehört zwar zu den bekanntesten handwerklichen Tätigkeiten, aber wenn etwas Spezielleres gesägt werden soll, stellt sich oft die Frage, wie man es am einfachsten meistern könnte. Vor allem sollte man bei maschinellem Sägen nicht übersehen, dass das Absägen eines Fingers oft schneller geschieht als z. B. das Absägen eines Baumzweigs. Gefährlich sind in dieser Hinsicht vor allem elektrische Kreis- und Kettensägen.



Für das Kürzen einer Latte, eines Bretts, Pfahls oder Balkens genügt eine einfache, „handbetriebene“ Säge.

Kleine Elektrohandsägen sind oft mit verschiedenen Sägeblättern erhältlich, um damit wahlweise Holz oder Metall sägen zu können.

Eine elektrische Stichsäge ermöglicht geformte Schnitte im Holz, in Kunststoff (z. B. Plexiglas) oder dünnem Aluminium. Das verwendete Stichsägeblatt sollte jeweils an das gesägte Material angepasst werden: Auf den Verpackungen der Stichsägeblätter steht jeweils, für welches Material die einzelnen Sägeblätter vorgesehen sind.



Eine Alligatorsäge verfügt über zwei nebeneinander angeordnete Sägeblätter, die sich beim Sägen in Gegenrichtung bewegen. Sie erleichtert das Kürzen dicker Holzbalken und eignet sich auch sehr gut zum „Einfräsen“ von Schlitzern und Vertiefungen z. B. in Balken, die für eine Stichsäge zu dick sind.

Eine elektrische Handkreissäge eignet sich gut für längere Schnitte.

Mit einem Winkelschleifer kann auch an einer schlecht zugänglichen Stelle gesägt oder geschliffen werden. Das Sägen von Beton, Pflastersteinen und Klinkern sollte grundsätzlich nur mit einem großen Zweihand-Win-



2.1 Sägen im Garten – wie und womit am besten?



kelschleifer, der für Scheiben mit einem Durchmesser von 230 mm ausgelegt ist, vorgenommen werden. Bei dieser Art des Sägens ist jedoch höchste Vorsicht geboten, denn die Verletzungsgefahr ist hier vor allem bei tieferen Schnitten sehr groß.

Zweihand-Oberfräsen eignen sich für speziellere Arbeiten, wie das Abfräsen von Kanten oder das Einfräsen von Schlitzen, Vertiefungen und Öffnungen.



Diese Elektro-Handwerkzeuge haben eine sehr hohe Drehzahl und der Umgang mit ihnen ist, auch in Hinsicht auf die Sicherheit, gewöhnungsbedürftig.



Hinweis

Beim Sägen, Schleifen oder Fräsen ist immer das Tragen einer Schutzbrille erforderlich. Gute Handschuhe verringern die Gefahr von Verletzungen beim Sägen mit größeren elektrischen Handsägen und Winkelschleifern aller Art.



2.2 Kleine Betonarbeiten im Garten

Viele Objekte und Vorrichtungen müssen im Garten stabil aufgestellt werden. Manchmal genügt es zwar, dass etwas in den Boden nur fest eingerammt wird, aber in vielen Fällen ist nur ein kleines Fundament aus Beton eine zuverlässigere Lösung.

Ein „Kochrezept“ für die Erstellung von Beton könnte lauten: Man nehme einen Teil Zement, drei bis vier Teile Sand, vermische alles gut miteinander und gebe anschließend etwas Wasser dazu, bis die Masse „erdfeucht“ wird. Darunter versteht man eine Konsistenz, bei der sich der Beton durch Drücken formen lässt, aber nur leicht feucht glänzt. Wird Schotter beigemischt, wird der Beton fester. In größere Fundamente kann man noch Betoneisen als Armierung in Form von Eisenstäben oder Stahlmatten einbetonieren, um eine noch bessere Festigkeit zu erzielen oder um zu verhindern, dass sich z. B. ein Betonbalken durchbiegt oder eine Betonplatte reißt.

Für die meisten Heimwerker ist das Erstellen von eigenem Beton recht schwierig, denn Sand oder Schotter ist oft nur Lkw-weise erhältlich. Zement gibt es zwar als Sackware, aber in Baumärkten oder im Baustoffhandel auch als Fertig- oder Estrichbeton, was praktischer ist. Man braucht ihn danach nur

portionsweise in einem Baueimer (siehe Abb. 2.1 rechts) mit einem elektrischen Zweihandmischer mit Wasser erdfeucht zu mischen.

Was im Garten betoniert werden sollte

Es bleibt im persönlichen Ermessen, ob oder was betoniert werden soll bzw. was man aus Beton anfertigt.

Hinweis

Anstelle eines Zweihandmischers kann auch nur eine Mischspirale in einer ausreichend kräftigen Handbohrmaschine (ca. 850 bis 1.200 Watt) eingesetzt werden. Achten Sie beim Kauf der Mischspirale darauf, dass sie robust ist und in Ihre Bohrmaschine passt. Zu kleine und zu filigrane Mischspiralen sind nur zum Mischen von Farben vorgesehen und können bestenfalls noch zum Mischen von Fliesenkleber oder kleinerer Mengen Mauermörtel verwendet werden. Robuste Mischspiralen sind recht teuer und mitunter kann man für fast den gleichen Preis gleich einen kompletten Elektromischer (Abb. 2.1) erhalten. Eine normale Handbohrmaschine wird zudem beim Betonmischen stark belastet und verschleißt schnell.



Abb. 2.1 – Für das Mischen von Fertigbeton sind gegenwärtig kostengünstige elektrische Beton-/Mörtelmischer erhältlich. (Foto: Westfalia)

2.2 Kleine Betonarbeiten im Garten

Sie können diverse einfache Trittschritte, Platten, Minifundamente oder auch echte Kunstwerke aus Beton erstellen. Der Handel führt auch weißen Zement und Zementfarben, mit denen man weißen oder grauen Zement färben kann. Die Vielfalt der Arbeit mit Beton ist sehr groß. Wir zeigen Ihnen verschiedene Arten der Anwendungsmöglichkeiten an praktischen Beispielen, die Sie auf Ihren Bedarf anpassen können.

Falls Sie Ihren Beton selbst herstellen möchten, zeigt Ihnen Tabelle 2.1 die optimalen Mischverhältnisse der Bestandteile.

Der handelsübliche Zement kann zwar unterschiedliche Qualität haben, aber für das einfache Betonieren im Garten sind eventuelle Abweichungen in der Zementqualität nicht relevant. Sie sollten jedoch Ihr Vorhaben mit dem Fachverkäufer im Baumarkt oder Baustoffhandel besprechen. Wichtig ist, dass Sie für Ihren Beton bzw. für Ihr Mauerwerk auf keinen Fall alten, verwitterten Zement verwenden. Alter Zement kann sogar als Zugabe zu gutem Zement die Bindung der Betonmischung beeinträchtigen.

Wenn Sie sparen möchten, können Sie für wenig anspruchsvolle Vorhaben einen etwas „leichteren“ Beton verwenden, in dem der Sandanteil größer als das Drei- oder

Betonart	Zement	Sand	Schotter/Kies
Beton ohne Steine, sehr stark	1 Teil	3 Teile	0
Beton ohne Steine, stark	1 Teil	4 Teile	0
Beton ohne Steine, leicht	1 Teil	bis zu 6 Teile	0
Beton mit Schotter/Kies	1 Teil	2 Teile	2,5 bis 3 Teile

Tab. 2.1 – Beton selbst herstellen

Vierfache des Zementanteils ist. Aber Vorsicht: Sparsamkeit kann sich hier rächen und der Beton kann reißen oder unter Umständen sogar zwei bis drei Wochen brauchen, bevor er begehrbar gehärtet ist. Sie können nicht nur viel Zement bzw. viel Beton, sondern auch viel Muskelarbeit sparen, wenn Sie mit festem Beton und weniger massiven Betonteilen (= weniger Erdaushub) arbeiten.

Zu den einfachsten Betonarbeiten im Garten gehört das Einbetonieren von Pfosten, Stangen und Pfählen.

Einbetonieren von Stangen, Pfosten und Röhren

Wie tief und wie massiv eine Stange, ein Pfosten oder eine Röhre in das Erdreich einbetoniert wird, hängt von den Ansprüchen an die Stabilität ab. Ein wichtiger Faktor ist hier die Bodenbeschaffenheit. Lassen Sie sich dabei nicht durch die im Sprach-

gebrauch oft verwendete Formulierung irritieren, dass „auf Sand Gebautes“ keine große Zukunft habe. Sandiges Erdreich ist stabiler als ein „rutschendes“ lehmiges oder zu humusreiches. Wer also nicht auf Sand baut, sollte etwas mehr dafür tun, dass seine einbetonierten Objekte innerhalb der nächsten Jahre nicht zu sehr verrutschen, versinken oder schief stehen werden. Darunter ist nicht zu verstehen, dass die Tiefe, die Breite und die Form der Fundierung etwas großzügiger gewählt werden sollten.

Das beste Werkzeug, das Ihnen nicht nur verschiedenste Gartenarbeiten, sondern auch das Betonieren erleichtert, ist ein Handerboller nach Abb. 2.2. Er ist nicht nur für das hier beschriebene Einbetonieren von Stangen, Pfosten und Röhren notwendig, sondern erleichtert auch die Erstellung vieler aufwendigerer Fundamente, auf die in späteren Kapiteln eingegan-

2.2 Kleine Betonarbeiten im Garten



Abb. 2.2 – Ein Handerböhrer erspart beim Betonieren viel Beton und viel Arbeit.

gen wird. Der Durchmesser der Bohrspirale sollte mindestens 100 mm betragen, kann aber auch größer gewählt werden.

Profis bohren natürlich maschinell: entweder mit großen Maschinen, manchmal auch nur mit motorbetriebenen größeren Handbohrern. Größere Motorbohrer sind als Werkzeug aber gewöhnungsbedürftig und für Ungeübte gefährlich. Oft ist es besser, das Bohren mit einem einfachen Handbohrer vorzunehmen, bei dem als Antriebskraft nur die Muskelkraft eingesetzt

wird. Das Bohren geht am einfachsten am Ende der Winterperiode (im März/April), denn dann ist die Erde etwa zwei Wochen lang weich und lässt sich leicht bearbeiten. Dies gilt auch für kürzere Zeitspannen nach länger andauerndem Regen. Sie können aber auch die Stelle, an der Sie bohren wollen, vorher wässern und bei Bedarf auch während des Bohrens das teils vorgebohrte „unnachgiebige“ Loch schrittweise mit Wasser füllen, damit die Erde weicher wird.

Eine Bohrung, die mit einem Erdhandbohrer mit einem Durchmesser von mindestens 10 cm ausgeführt wird, reicht für das Einbetonieren von Stangen, Pfosten und Röhren von einem Durchmesser bis zu etwa 5 cm. Offen bleibt nur noch die Frage der Tiefe der Bohrung und somit der Tiefe des „Minifundaments“. Als ein Richtwert für die optimale Tiefe kann man die sogenannte „frostfreie Tiefe“ in Betracht ziehen. Niemand wird Ihnen genau sagen können, in welchen Wintern der Boden unterhalb von etwa 40 cm und in welchen er erst unterhalb von 60 oder 80 cm frostfrei bleiben wird. Wenn Sie aber bei einem wichtigen Fundament auf „Nummer sicher“ gehen möchten, sollte es etwa 80 bis 90 cm tief sein. Dann steht die Sohle des Fundaments auf einer Erdreichschicht, die frostunabhängig stabil bleibt.

Was man unter der Bezeichnung „wichtiges Fundament“ versteht, hängt nur vom persönlichen Ermessen ab. Das Gleiche gilt auch für die Frage, was in einem Garten ohne Fundament auskommt und was ein Fundament benötigt. Eine Solargartenleuchte, die bereits mit einem Erdspieß versehen ist, braucht kein zusätzliches Fundament. Eine elektrische Kandelabergartenleuchte benötigt dagegen ein ordentliches Fundament, da sie andernfalls sehr bald schief stehen wird. Das Gleiche gilt auch für Zaun- und Torpfosten. Ein Rosenbogen braucht dagegen nicht zwingend ein Fundament, aber es lohnt sich, ihn zumindest leicht einzube-

2.2 Kleine Betonarbeiten im Garten

tonieren, damit er den oft aufkommenden Gewittern und stürmischen Winden leichter widerstehen kann.

Das Betonieren in einzelnen Schritten:

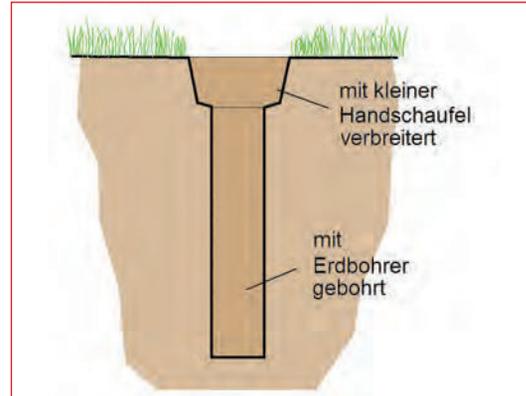
Schritt 1

Messen Sie die Punkte für die Bohrungen aus, „zeichnen“ Sie sie mit dünnen Streifen Sand ins Gras ein oder stecken Sie die Messung mit kleinen Holzstücken ab.



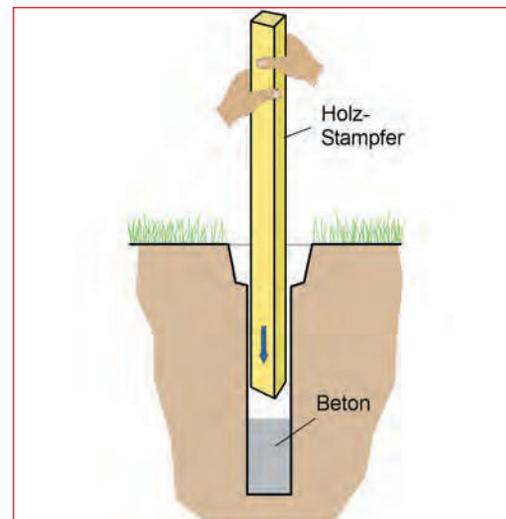
Schritt 2

Jetzt kann das Loch (bzw. mehrere Löcher) mit dem Bohrer wunschgerecht tief in die Erde gebohrt werden: für Zaunpfosten bis zu etwa 80 cm tief, für einen Rosenbogen etwa 40 bis 50 cm tief. Mit einer Gartenschaufel können Sie das Loch am oberen Rand etwas breiter ausstechen, damit der „Betonkragen“ stabiler und frostunempfindlicher wird. Erdreste auf dem Boden des gebohrten Lochs können Sie z. B. mit einem Staubsauger herausaugen.



Schritt 3

Das Loch wird nach und nach in Schichten von ca. 10 bis 15 cm mit Beton mithilfe einer kleinen Stuckateurkelle gefüllt. Anschließend wird der Beton jeweils mit einem kleinen Holzklotz oder einer dicken Latte festgestampft, danach wieder nachgefüllt, festgestampft usw., bis das Loch zu etwa $\frac{3}{4}$ seiner ursprünglichen Tiefe mit Beton gefüllt ist.



Ulrich E. Stempel
Gartenteiche
planen, anlegen und pflegen

Vorwort

Gartenteiche sind Oasen und ökologisch wertvolle Gestaltungselemente im Garten. In Verbindung mit einem Sitzplatz trägt der Gartenteich zur Entspannung bei und bietet viele Möglichkeiten, den Urlaub zu Hause noch mehr zu genießen. Zu allen Jahreszeiten kann man immer wieder neu beobachten, was sich im Teich verändert und entwickelt. Vögel, Libellen, Molche, Kröten, Fische, Wasserkäfer – in und um einen richtig angelegten Gartenteich wimmelt es nur so von Leben.

Es gibt viele Möglichkeiten, den Teich und einen Bachlauf in Verbindung mit Beleuchtung und Wassertechnik auch für die Abend- und Nachtstunden attraktiv zu gestalten, sodass die Wasserfläche auch im Dunkeln eine magische Wirkung entfaltet.

Im Buch ist die professionelle Planung von Anfang an beschrieben. Das macht es möglich, selbst Schritt für Schritt die Ausführung nachzuvollziehen und durchzuführen. Darüber hinaus finden Sie Tipps und Tricks zur Technik und zur Verarbeitung. Teichbaumaterialien und Zubehör können mithilfe des Buchs sorgfältig ausgewählt werden. So werden Sie an Ihrem Teich lange Freude haben.

Teiche schaffen mehr Lebensqualität für die Gartennutzer und Lebensräume für Natur, Tier und Mensch. Mit dauerhaften Materialien für den Teich lässt sich jeder Garten auf einfache und kostengünstige Art so aufwerten, dass er zu einem Paradies wird.

Inhaltsverzeichnis

1	Teichbau leicht gemacht, integrative Planung	11
1.1	Die Wahl des richtigen Standorts	13
1.2	Lage und Größe des Gartenteichs	15
1.3	Optimale Teich- und Pflanztiefe	17
1.4	Natürliche Umwälzung im Naturteich	18
1.4.1	Künstliche Umwälzung, Vor- und Nachteile	19
1.5	Das ideale Teichprofil	20
1.5.1	Zoneneinteilung des Teichs	22
1.6	Teich absichern, wenn Sie kleine Kinder haben	24
1.7	Damit sich alle mit dem Teich wohlfühlen	25
1.8	Der Gartenteich und seine Möglichkeiten	26
1.8.1	Verschiedene Teicharten, Vor- und Nachteile	26
1.8.2	Der Naturteich, pflegeleicht und schön	27
1.8.3	Filterteich – mit geringer Technik und hoher Filterwirkung	28
1.8.4	Ausführung als Fischteich	31
1.8.5	Was ist ein Schwimmteich?	31
1.9	Kleintiere im und um den Teich	33
1.9.1	Wasserschnecken	33
1.9.2	Frösche und Kröten	34
1.9.3	Molche	34
1.9.4	Libellen	35
1.9.5	Wasserkäfer	35
1.9.6	Teichmuscheln	36
1.9.7	Schildkröten	36
1.9.8	Fische	36
1.9.9	Goldfisch (<i>Carassius auratus auratus</i>)	36
1.9.10	Moderlieschen (<i>Leucaspius cephalus</i>)	37
1.9.11	Graskarpfen	37
1.9.12	Gründling	37
1.10	Pflanzen am und im Wasser	38
1.11	Ökotipps	39
1.12	Umgestaltungen eines vorhandenen Teichs	40

2	Teichbaumaterialien, Auswahlkriterien, Vorplanung	41
2.1	Gute und dauerhafte Möglichkeiten der Abdichtung	42
2.2	Teichschalen und Fertigbecken	43
2.3	Dichtungsbahnen, PVC-Folien und Kautschukmaterial	45
2.3.1	Die richtigen Folienstärken	45
2.4	Abdichtung mit dem Naturbaustoff Lehm	46
2.5	Wassernachspeisung für den Teich	48
2.5.1	Regenwassernutzung mit doppeltem positivem Effekt	48
2.6	Teich- und Geländegestaltung bei Höhenunterschieden	50
2.6.1	Gartenteich in schwierigem Gelände	50
2.7	Bachlauf und Wasserfall zur Teichergänzung	51
2.8	Passende Substrate und Pflanzgefäße	53
2.9	Versorgungsleitungen für Pumpe und Beleuchtung	54
2.10	Welche Maschinen und Werkzeuge Sie brauchen	55
2.10.1	Hinweise und Tipps zum Maschinenleihen	55
2.10.2	Werkzeuge und Material auf einen Blick	56
3	Den Gartenteich bauen, Schritt für Schritt	57
3.1	Abstecken und Markieren der Teichumrisse	58
3.1.1	Bezugshöhe übertragen	58
3.1.2	Aushubarbeiten	58
3.2	Tiefenzonen mit Sand markieren	60
3.2.1	Wohin mit dem Aushub?	61
3.3	Vorbereiten des Untergrunds	63
3.3.1	Steine und Wurzeln entfernen, Sandschicht	63
3.3.2	Abmessungen für Vlies und Folie, Tricks und Tipps	63
3.3.3	Aushubmulde mit Vlies auslegen	64
3.4	Verlegen der Folie	65
3.5	Teich mit Wasser füllen	66
3.6	Die Randgestaltungen – sorgfältig planen und ausführen	67
3.6.1	Kapillarsperre herstellen	67

Inhaltsverzeichnis

3.6.2	Ausführungsvarianten der Randgestaltung	67
3.6.3	Weicher, begehbare Teichrand	68
3.6.4	Stabiler, begehbare Teichrand	70
3.6.5	Teichrand als Sumpfgarten	71
3.6.6	Gestaltung mit Findlingen	72

4 Abdichtungsmaterialien – Hinweise und Tipps 73

4.1	Zu- und Abläufe	74
4.1.1	Folienanschlüsse und dichte Durchführungen	76
4.2	Ein Loch im Teich – was ist zu tun?	77
4.2.1	Klebe- und Schweißverfahren	78

5 Kompakte und preiswerte Pumpen- und Filterlösungen 81

5.1	Auswahlkriterien und -hilfen für Pumpen und Filter	83
5.2	Wann Filtersysteme erforderlich werden	85
5.3	Skimmerprinzip zur Teichreinigung	86
5.4	Umwälzung mit Solarenergie	88
5.5	Solartechnologie für Belüftung	88

6 Pflanzen selbst auswählen und einsetzen 89

6.1	Wasserpflanzen vorbereiten	90
6.2	Pflanzenauswahl für die unterschiedlichen Teichzonen	91
6.2.1	Landzone und Übergangsbereich zum Garten	91
6.2.2	Pflanzenvielfalt im Ufer- und Sumpfbereich	91
6.2.3	Tiefwasserzone und Unterwasserpflanzen	92
6.2.4	Die Seerose	96
6.2.5	Schwimmpflanzen auf der Wasseroberfläche	97

Inhaltsverzeichnis

7	Gestaltung von Licht und Wassereffekten	99
7.1	Leuchtenarten	100
7.1.1	Beleuchtung mit LEDs	100
7.1.2	Beleuchtung mit Solarenergie	101
7.2	Wassersprudler und Zubehör	102
8	Die Pflege des Teichs	103
8.1	Teichpflege einfach und angemessen	104
8.2	So bringen Sie den Teich gut über den Winter	106
8.3	Der richtige Zeitpunkt für die Reinigung	109
8.4	Grünes und trübes Wasser – häufige Ursachen	110
8.5	Biochemie im Gartenteich	112
8.6	Feststellen der Wasserqualität	113
8.6.1	Härtegrad des Wassers	113
8.6.2	Karbonathärte (KH) des Teichwassers	113
8.6.3	Der pH-Wert des Wassers	113
8.6.4	Kohlendioxid und Sauerstoff des Wassers	115
8.6.5	Nitrit	115
8.7	Checkliste für die Pflege	116
8.8	Die Pflegemaßnahmen im Jahr	118
8.8.1	Pflege im Frühjahr	118
8.8.2	Pflege im Herbst	118
8.9	Gleichgewicht im Teich, Teichbiologie	119
8.9.1	Wenn der Teich umkippt	119
8.9.2	Sauerstoffversorgung, Teichbelüfter	119
8.9.3	UV-Reinigung	120
9	Wissenswertes	121
9.1	Handwerker, Lieferfirmen und Hersteller	122
9.1.1	Vergabe von Arbeiten	122

Inhaltsverzeichnis

9.1.2	Bauleitung und Abnahme	122
9.2	So testen Sie die Qualität	123
9.2.1	Qualität der Teichdichtung	123

10 Anhang

125

10.1	Quellenverzeichnis	125
10.2	Adressen, Produkt und Liefernachweise	125

1 Teichbau leicht gemacht, integrative Planung

Die positive Entwicklung des Gartenteichs hängt ganz entscheidend von der Planung und der Ausstattung bezüglich der natürlichen Ansprüche von Pflanzen und Tieren ab.

Für einen gesunden und natürlichen Zustand Ihres Teichs sind grundsätzliche Voraussetzungen wie der richtige Standort und die Teichgröße wichtige Faktoren. Kleine Teiche mit nur wenigen Quadratmetern Wasserfläche können nicht die gleiche Vielfalt an Leben beherbergen wie ein großer Teich.

Bei guter Planung und naturgemäßer Anlage stellt sich das natürliche Gleichgewicht mehr oder weniger von selbst ein. Allerdings gibt es für den Teichbau und die Pflege einige Grundregeln, die es zu beachten gilt. Künstliche angelegte Teiche werden von vielen Faktoren beeinflusst. Nährstoffüberschuss, Schadstoffe im Wasser oder saurer Regen wirken auf die Wasserqualität ein und können zu Störungen führen.

Einen Teich anzulegen kann und soll Spaß machen. Wichtig ist es, sich erst einmal auf einem Stück Papier

1 Teichbau leicht gemacht, integrative Planung

zu verdeutlichen, was im eigenen Garten überhaupt machbar ist und anschließend, wie man das Vorhaben in die Tat umsetzen möchte.

Bevor Sie mit dem Entwurf des Teichs beginnen, machen Sie am besten eine detaillierte Bestandsaufnahme Ihres Gartens, ausgehend vom Haus, und zeichnen die Gartenelemente wie Bäume, Wege, Terrasse, Rasenflächen, Mauern, Grenzen usw. maßstabsgetreu in einen Grundlagenplan ein. Hilfreich ist dabei, den vorhandenen Lageplan des Grundstücks aus dem Baugesuch zu verwenden. Der Lageplan hat meist einen Maßstab von 1:500, d. h., eine Abmessung von 1,0 m (100 cm) im Garten entsprechen 2 mm auf dem Plan. Damit Sie die vorhandenen Strukturen gut einzeichnen können, ist es sinnvoll, den Lageplan 5-fach auf den Maßstab 1:100 zu vergrößern (mit Scanner oder Kopierer).

Durch eine sorgfältige Teichplanung sparen Sie viel Arbeit beim Anlegen und auch bei der späteren Pflege. Oft wird der Teich ohne nennenswerte Planung angelegt: Es wird ein Loch ausgegraben, mit Folie ausgelegt und Wasser eingefüllt – fertig. Spätestens nach einem Jahr (meist schon viel früher) wird ein solches „Wasserloch“ wieder mit Erde gefüllt und das Thema Gartenteich hat sich bis auf Weiteres erledigt. Dann ist es schade um die Arbeit, denn mit einer anderen Herangehensweise hätte ein schöner, dauerhaft funktionierender Gartenteich entstehen können.

Lesen Sie dieses Buch in Ruhe durch. Sie erfahren hier, welche Grundprinzipien und Punkte wichtig sind, damit der Teich gut funktionieren und Ihnen viel Freude machen kann. Bei der Planung sind nicht nur die richtigen Materialien von Bedeutung, sondern auch Wissen über die Naturgesetze. Wenn beides gut miteinander kombiniert wird, kann von „integrativer Planung“ gesprochen werden. Integrative Planung bedeutet auch, dass die hilfreichen Mitarbeiter der Natur, wie Pflanzen, Mikroorganismen und Tiere, in die Planung mit einbezogen werden.

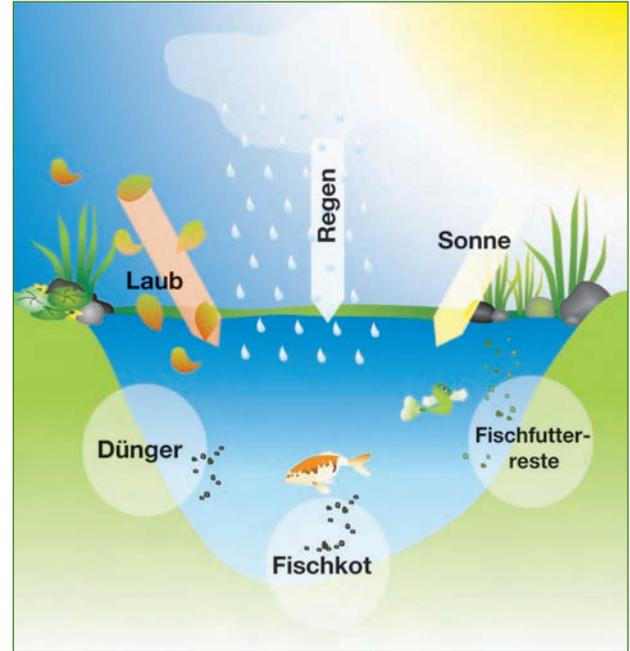


Abb. 1.1 – Einflüsse auf den künstlich angelegten Teich. Quelle (3).

Viele Probleme im Gartenteich, wie z. B. Algen, trübes Wasser, Versumpfen bzw. Verlanden, können mit integrativer Planung und Ausführung weitgehend verhindert werden.

Im Folgenden werden zuerst die Grundlagen für die Funktionen Ihres Natur- und Gartenteichs erläutert. Anschließend folgen die Erläuterungen zu Planung und Bau. Zum Schluss dieses Kapitels wird auf Pflanzen, Fische usw. eingegangen – vor allem auf solche, die den Teich pflegen und z. B. Algen wirkungsvoll reduzieren.

Der richtige Zeitpunkt für das Anlegen des Teichs ist von Ende Mai bis Mitte Juli.

1.1 Die Wahl des richtigen Standorts

Die Wahl des Standortes für einen Gartenteich beinhaltet viele Aspekte. Zunächst sind der biologische und der formal gestalterische Aspekt für die Vorplanung wichtig. Bei der Gestaltung ist für viele Teichbauer die zukünftige Lage schon durch die Gestaltung der Terrasse oder durch noch freie Flächen mehr oder weniger vorbestimmt.

Sicher haben diese Randbedingungen Einfluss auf die Planung. Sie sollten in dieser Phase aber genau überdenken, ob Sie an die augenscheinlichen räumlichen Grenzen tatsächlich gebunden sind oder noch andere Bilder ersinnen können, die Sie freudiger stimmen.

Im Folgenden einige Fragen und Anregungen zur gestalterischen Standortwahl:

- Was bedeutet Ihnen der Teich (Ort der Entspannung, ein dekoratives Gartenelement, ...)?
- Soll der Teich der Mittelpunkt des Gartens sein?
- Ist der Teich eher für die Natur gedacht oder soll er die Attraktivität Ihres Gartens erhöhen?
- Soll der Teich an einer Stelle des Gartens geplant werden, den die Natur auch vorsehen würde (Wasser sammelt sich an der tiefsten Stelle und fließt immer talwärts)?
- Welcher optische Eindruck ist gewünscht?
- Gibt es bereits einen gut gestalteten Weg oder eine vorhandene Terrasse (Sitzmöglichkeit), um von dort aus das Leben im und am Wasser beobachten zu können?

Auch die Art des Geländes beeinflusst die Lage des Teichs. Die Gestaltungsmöglichkeiten für geböschtes und steiles Gelände werden in Kapitel 2.6 „Teich- und Geländegestaltung bei Höhenunterschieden“ näher erläutert.

Unabhängig davon, welche Voraussetzungen bestehen und wie frei die Wahl des Standorts ist, sollten Sie auf bestimmte biologisch-technische Bedingungen besonders achten:

- Da Teichpflanzen in der Regel sonneliebende Pflanzen sind, ist ein Standort im Halbschatten bis hin zu ganztägiger Sonneneinstrahlung ideal.
- Liegt ein Teich den ganzen Tag in der vollen Sonne, können schnell Wassertemperaturen von über 25 Grad erreicht werden.

Ein freier, überwiegend sonniger Platz im Garten ist für den Gartenteich ideal. Ein Platz in der Nähe oder gar direkt unter Laubbäumen ist dagegen zu vermeiden – zum einen wegen der Beschattung, zum anderen damit das Laub oder die Früchte der Bäume nicht in den Teich fallen. Durch den starken Eintrag von Laub und Früchten kann es zu einer Überdüngung des Teichs kommen, was zu einer starken Algenvermehrung und Wassertrübung führt.

Vier bis sieben Stunden sollte der Teich in der Sonne liegen und vom Ende der Baumkronen drei bis fünf Meter entfernt sein. Der Untergrund sollte ohne Altlasten sein und sich möglichst schon so gesetzt haben, dass keine Absackungen mehr zu erwarten sind.

Kleine Teiche sollten in Teilbereichen abgeschattet sein oder werden, sonst kann es im Sommer zur Überhitzung des Wassers kommen, was unter anderem zu Sauerstoffmangel und zum „Umkippen“ des Teichs führt.

1.1 Die Wahl des richtigen Standorts

Faktoren in der Übersicht

- Ausreichendes Sonnenlicht im Bereich der Wasserfläche. Pflanzen und Tiere im Teich brauchen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Sonne und Schatten. Etwa sechs Stunden Sonneneinstrahlung am Tag sind für das optimale Pflanzenwachstum ideal. Kleinere Teiche brauchen mehr Schatten. Zu viel Sonne wärmt hier zu sehr auf und begünstigt das Algenwachstum.
- Keine Bäume in Teichnähe! Legen Sie Ihren Teich auf keinen Fall unter Bäumen an. Herunterfallendes Laub, Früchte und Nadeln überdüngen, übersäuern und vergiften das Teichwasser.
- Kein Windschatten! Der Teich sollte für den Wind frei erreichbar sein. Wind hilft, das Teichwasser in Bezug auf Gase und Temperatur natürlich zu vermischen.
- Formale Aspekte: freie Form, Naturteich, formaler Teich (bei dem alle oder mehrere Seiten des Teichufers eine strenge, formale Formgebung haben). Bei formalen Teichen spielt die absichtlich gewählte äußere Formgebung eine große Rolle bei der Gesamtgestaltung der Gartenanlage – so z. B. bei Gärten, die entsprechend einer Stilrichtung angelegt sind. Formale Teiche können aber, auch wenn es keine totalen Naturteiche sind, trotzdem zur Ökologie beitragen.

1.2 Lage und Größe des Gartenteichs

Grundsätzlich gilt: Je größer ein Teich angelegt wird, je größer also die Wasserfläche ist, desto besser funktionieren die natürlichen Prinzipien und desto weniger Arbeit haben Sie mit der Pflege. Je größer der Teich ist, desto umfangreicher ist die Artenvielfalt der Tiere und Pflanzen, die sich im Teich wohlfühlen.

Gerade ein kleiner Teich gerät schnell aus dem biologischen Gleichgewicht und benötigt viel Pflege. Deshalb ist es bei dieser Ausführungsart möglicherweise erforderlich, einen Teichfilter mit dazugehöriger Pumpe vorzusehen.

Die Möglichkeiten der Gestaltung von Uferzonen und Ausbildungen wachsen ebenfalls mit der Größe des Teichs. Es wird gestalterisch einfacher oder gar erst möglich, Pflanzbereiche und Buchten so anzulegen, dass ein abwechslungsreiches und fantasievolles Gesamtbild entsteht.

Beim Aufzeichnen des Teichprofils werden Sie feststellen, dass erst in größeren Teichen ab ca. 15 m² Wasserfläche eine biologisch sinnvolle Wassertiefe erreicht wird. Bei kleineren Teichen muss das Ufer sehr steil sein, um eine gewisse Tiefe zu erreichen, was aber – neben schlechteren biologischen Funktionen – zu einer Gefahrenquelle für Kinder und Tiere wird. Zudem sind steile Ufer ungünstig für die Teichbepflanzung. Größere Teiche unterliegen geringeren Temperaturschwankungen und durch die größere Wassermenge funktioniert das ökologische Gleichgewicht nachhaltiger.

Ist aber trotz Platzmangel der Wunsch nach einem Teich vorhanden, kann man natürlich auch einen kleineren anlegen. Dann sollte aber die Umgebung des Teichs durch Büsche, Pflanzen und Bäume naturnah gestaltet werden. So fühlen sich auch hier Erdkröten und Libellen wohl. Selbst ein Miniwassergarten oder ein Bottich mit einer Seerose sieht schön aus und leistet einen kleinen Beitrag für die Natur.



Abb. 1.2 – Bottich mit Teichbepflanzung. Auch für einen kleinen Garten geeignet.

Mindestgröße

Bei einem kleinen Gartenteich sollte die Länge mindestens 2 m und die Breite mindestens 1 m betragen.

Faktoren in der Übersicht

- Je größer der Teich, desto günstiger sind die Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere.
- Damit Fische problemlos überwintern können, sollte die Wassertiefe mindestens 80 cm betragen (bei Kois sogar 1,80 m).
- Richtwerte für Teichgrößen mit Fischbesatz (die erste Zahl nennt die Oberfläche, die zweite die Tiefe): 3 – 5 m², 60 – 80 cm; 5 – 15 m², 80 – 100 cm; größer als 15 m², tiefer als 100 cm.

1.2 Lage und Größe des Gartenteichs

Teichgröße	Eigenschaft	Uferausbildung	Artenvielfalt	Technik
klein (ab 1,5 m ² Wasseroberfläche)	pflegeintensiv Probleme im Winter	steil	gering	Meist ist ein Teichfilter erforderlich.
mittel (ab 8 – 10 m ² Wasseroberfläche)	wenig Pflegeaufwand	flach	mittel bis groß	Bei guter Abstimmung ist keine oder nur wenig Technik erforderlich.
groß (ab 20 m ² Wasseroberfläche)	sehr geringer Pflegeaufwand	flach, sehr flach	hoch	keine Technik erforderlich

Bei den Überlegungen zur Grundform des Teichs gilt, dass der Gartenteich doppelt so lang wie breit sein sollte. Dann können alle wichtigen Zonen und Bereiche eines stehenden natürlichen Gewässers nachempfunden werden.

Hier empfiehlt sich eine Plangrundlage, in der Sie alles maßstabsgetreu einzeichnen.

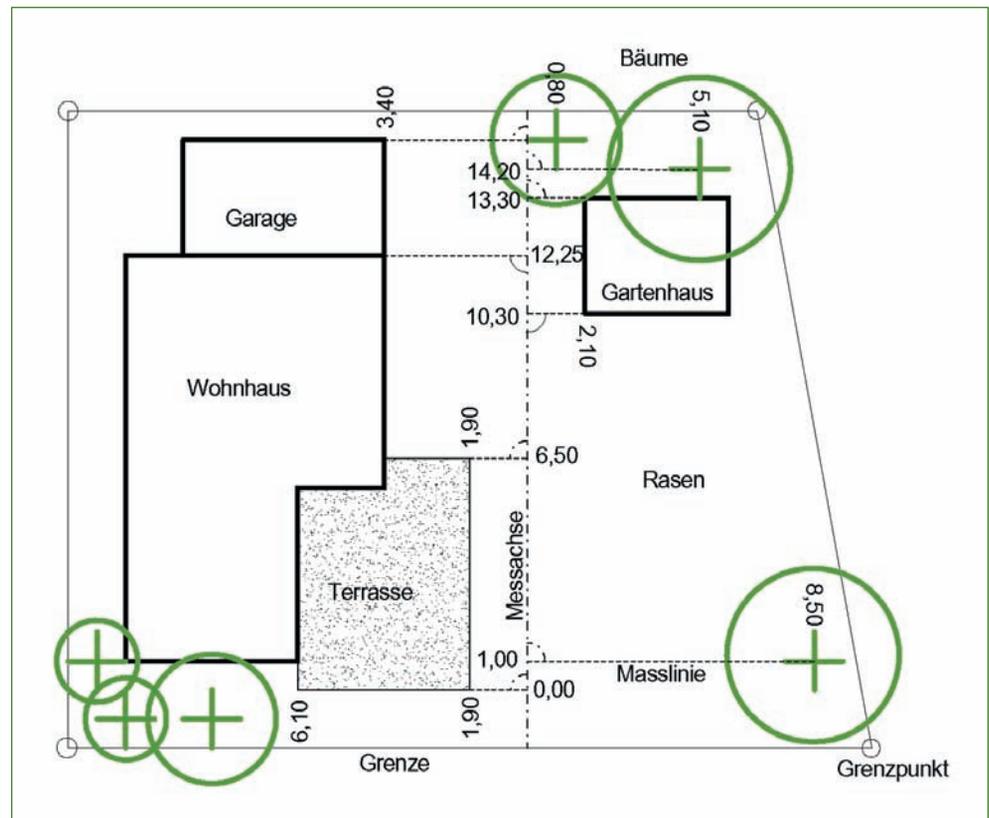


Abb. 1.3 – Plangrundlage als Beispiel, Aufnahme und Einzeichnen der Gartenelemente.

1.3 Optimale Teich- und Pflanztiefe

Die Teichtiefe ist ein Eckwert, der bei Teichbauern gern und viel diskutiert wird. Die Mindesttiefe von 80 cm bis 1,0 m, die oft für den funktionierenden Gartenteich vorausgesetzt wird, ist – was den Frostfaktor in Deutschland anbetrifft – grundsätzlich korrekt. Je nach angelegtem Teichprofil nützt diese Tiefe aber auch im Winter wenig. Ist der Teich hart gefroren, bleibt auch in den tiefen Lagen nur wenig eisfreies Wasservolumen übrig. In der Abb. 1.4 können Sie dies gut erkennen.

Zum guten Funktionieren des Teichs tragen auch die unterschiedlichen Bereiche bezüglich der Tiefe bei. Das aktivste Teichleben findet in einer Wassertiefe bis 40 cm statt. In diesem Bereich befindet sich die Kinderstube des Teichs mit vielen Lebewesen. Hier wachsen auch die meisten Arten der Wasserpflanzen.

Für einen Naturteich ohne oder mit wenig Fischbesatz sind – vorausgesetzt es gibt genügend Wasservolumen im Tiefwasserbereich – 1,0 bis 1,2 m eine gute Tiefe. Beim Fischteich kann es sinnvoll sein, eine Teichtiefe von 1,20 m und mehr vorzusehen.

Wassertiefen von unter 40 cm werden z. B. im Winter zur Überwinterung und im Sommer als kühler Bereich und Sauerstoffspeicher benötigt (je kühler die Wassertemperatur, desto mehr Sauerstoff wird gespeichert). Weiterhin bietet der Tiefenbereich eine Ausweichmöglichkeit für die Wassertiere an.

Durch die flacheren und tieferen Zonen ist es möglich, dass sich im Teich Wasserschichten mit unterschiedlichen Temperaturen bilden können. Dies funktioniert natürlich nur in einem stehenden Gewässer.

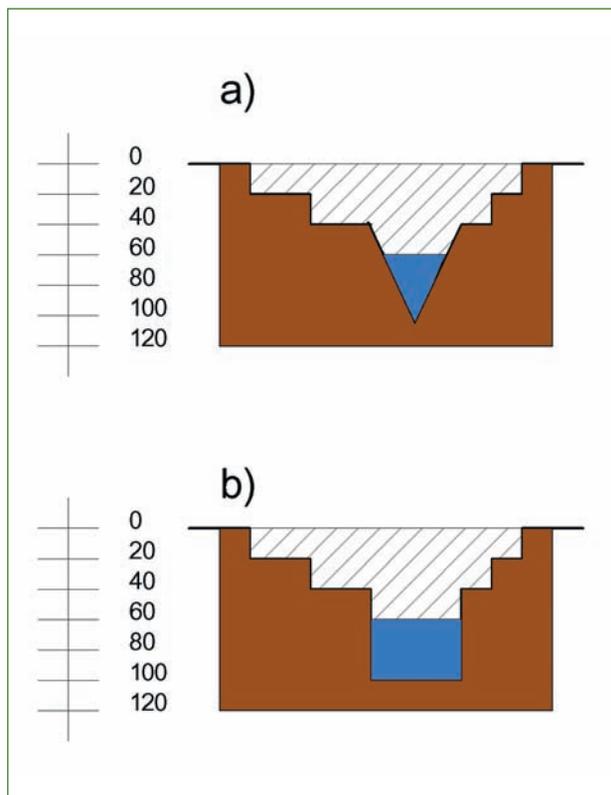


Abb. 1.4 – Beim gefrorenen Teich spielt neben der ausreichenden Teichtiefe auch das Volumen im Tiefwasserbereich eine wichtige Rolle. **a)** Teichprofil spitz, wenig eisfreies Wasservolumen, **b)** immerhin noch 25 % des Teichvolumens bleiben eisfrei.

Kühleres Wasser kann mehr Sauerstoff binden als warmes Wasser. Daher sind die tieferen, kühleren Teichzonen auch wichtige Sauerstoff-Reservoirs.

1.4 Natürliche Umwälzung im Naturteich

Nur wenn ein Teich nicht künstlich umgewälzt wird, kann sich die natürliche Umwälzung einstellen. Der natürliche Umwälzungsprozess findet, je nach Jahreszeit, nach folgendem Prinzip statt:

Im Frühjahr, Herbst und Sommer erwärmt die Sonne das Teichwasser und es bilden sich Temperaturschichten aus. Das Wasser der oberen Schichten ist warm und wird nach unten hin immer kälter. Der Sauerstoffgehalt in den oberen Wasserschichten sinkt. Im unteren Bereich ist das Wasser kühler und der Gehalt (prozentuale Sättigung) an Sauerstoff somit höher.

Im Winter kann die Wassertemperatur aufgrund niedriger Lufttemperaturen so weit absinken, dass die obere Wasserschicht gefriert. Das Außergewöhnliche am physikalischen Verhalten des Wassers im Vergleich zu anderen Stoffen ist, dass es bei $+4\text{ °C}$ am schwersten (Dichte) ist. Daher sammelt sich am Teichboden $+4\text{ °C}$ warmes Wasser.

Das Wasser bleibt dadurch im tiefen Bereich eisfrei, wodurch die Teichtiere gefahrlos überwintern können. Im oberen Bereich befindet sich leichteres, kälteres

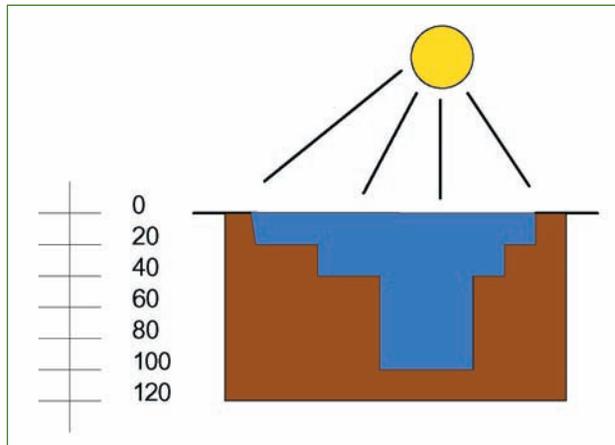


Abb. 1.5 – Das Teichwasser erwärmt sich durch die Sonneneinstrahlung.

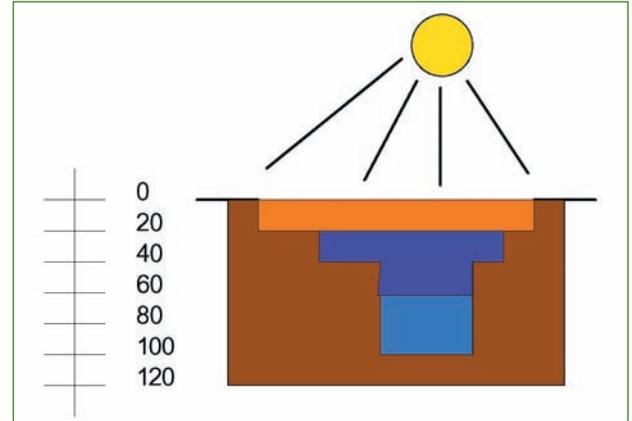


Abb. 1.6 – Bei der ungestörten Erwärmung bilden sich unterschiedlich temperierte Schichten im Teich aus.

Wasser, das an der Teichoberfläche bei Minustemperaturen zu Eis gefriert.

Wird das Teichwasser z. B. mittels einer Pumpe oder Luftsprudlers (Luftblasen aus dem Sprudelstein) bewegt, durchmischen sich die kalten, oberen Wasser-

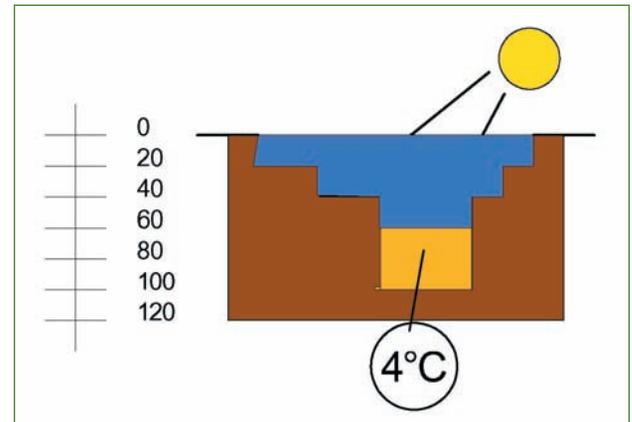


Abb. 1.7 – Natürliche Wasserschichtung im Winter. Am Teichgrund sammelt sich $+4\text{ °C}$ warmes Wasser. Darin können die Teichtiere überwintern.

1.4 Natürliche Umwälzung im Naturteich

schichten mit den wärmeren, unteren Wasserschichten. Die Oberfläche vereist zwar zunächst nicht, aber es besteht bei weiterem Absinken der Temperaturen die Gefahr, dass der komplette Teich gefriert.

1.4.1 Künstliche Umwälzung, Vor- und Nachteile

Bei der künstlichen Umwälzung wird das Wasser mithilfe einer Pumpen- und Filteranlage durchmischt. Die Pumpe zieht das Wasser meist in der Nähe des Teichbodens ab und lässt das gefilterte Wasser an der Oberfläche wieder in den Teich strömen. Die gleichmäßige Wasserdurchmischung (Temperatur), die bei einem Swimmingpool erwünscht ist, stört die natürliche Schichtung und die Prozesse im Gartenteich.

Durch diese Durchmischung der Wasserschichten erwärmt sich das Teichwasser insgesamt. Bei im Hochsommer stark erwärmten Teichen entsteht dadurch Sauerstoffmangel und es besteht die Gefahr, dass der Gartenteich „umkippt“. Somit kann die gut gemeinte Belebung des Wassers (auch durch einen Springbrunnen!) das Gegenteil bewirken. Hinzu kommt, dass in der durch die Durchmischung entstehenden „warmen Suppe“ Algen besonders gut wachsen.

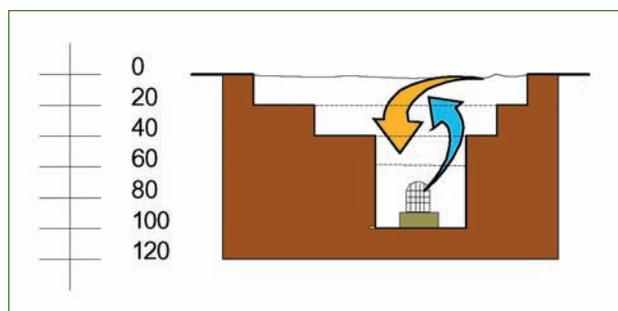


Abb. 1.8 – Durch die Pumpe wird die obere erwärmte Wasserschicht in die tieferen Bereiche gebracht. Die Wärmeschichtung wird zerstört und das Wasser durchmischt sich zu einer gleichmäßigen Temperatur.

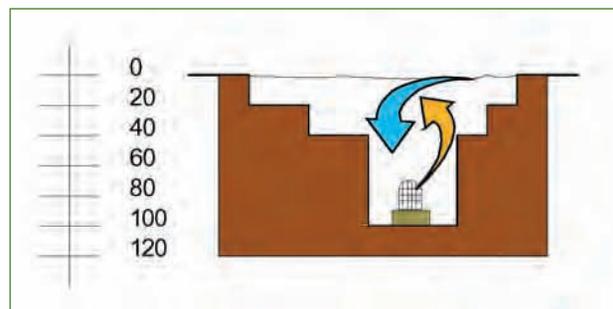


Abb. 1.9 – Werden die Teichschichten im Winter künstlich durchmischt, kann dies zum Gefrieren des kompletten Wasserinhalts führen.

Bei der künstlichen Durchmischung der Wasserschichten im Winter (durch eine Umwälzpumpe) wird das wärmere Wasser am Teichgrund abgekühlt und die Wassertemperatur im kompletten Teich sinkt unter $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sinkt die Temperatur bis auf $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, kann der ganze Teich in kurzer Zeit bis auf den Boden gefrieren, was bedeutet, dass dann alle Teichbewohner im Eis eingeschlossen werden.

Fazit

Wenn es nicht zwingend erforderlich ist, empfiehlt es sich, nicht umzuwälzen. Besteht aber doch die Notwendigkeit einer Filter- und Umwälzanlage, sollte diese zumindest so angeordnet werden, dass die natürliche Schichtung nicht gestört wird. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Ansaug- und Einspeisepunkt im Teich auf gleicher Höhe angeordnet und mit – die Strömung reduzierenden – Aufweitungen versehen werden, sodass möglichst wenig Durchmischung stattfindet.