

Bo Hanus

# Akkus und Batterien richtig pflegen und laden



Leicht gemacht, Geld und Ärger gespart!

- ▶ Moderne Ladeverfahren in der Praxis
- ▶ Die richtige Akku-Technologie für Ihre Anwendung
- ▶ Gold-Caps als Energiespeicher

**Bo Hanus**  
**Akkus und Batterien**  
**richtig pflegen und laden**

Bo Hanus

# Akkus und Batterien richtig pflegen und laden

Leicht gemacht, Geld und Ärger gespart!

Mit 85 farbigen Abbildungen

## **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.

### Hinweis

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.

© 2008 Franzis Verlag GmbH, 85586 Poing

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.

**Satz:** DTP-Satz A. Kugge, München

**art & design:** [www.ideehoch2.de](http://www.ideehoch2.de)

**Druck:** L.E.G.O. S.p.A., Vicenza (Italia)

Printed in Italy

**ISBN 978-3-7723-4389-6**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Das Speichern der elektrischen Energie</b>	9
<b>2</b>	<b>Handelsübliche Batterietypen</b>	13
<b>3</b>	<b>Elektrische Eigenschaften einer Batterie/eines Akkus</b>	19
3.1	Nennspannung _____	20
3.2	Kapazität und Belastbarkeit _____	22
3.3	Die Selbstentladung _____	29
3.4	Tiefentladung _____	31
<b>4</b>	<b>Nicht wiederaufladbare (Einweg-)Batterien</b>	35
<b>5</b>	<b>Knopfzellen</b>	37
<b>6</b>	<b>Wiederaufladbare Akkus und Batterien</b>	43
<b>7</b>	<b>Solarbatterien</b>	49
<b>8</b>	<b>Akkupacks und Spezialbatterien</b>	53
<b>9</b>	<b>Gold-Caps als Energiespeicher</b>	55
9.1	Funk-Türglocke mit Gold-Cap _____	60
9.2	Solaruhr mit Gold-Cap _____	62
9.3	Funksender einer Wetterstation mit Gold-Cap _____	64
9.4	Einbruchschutz-Warngerät mit Gold-Cap _____	66

# Inhaltsverzeichnis

<b>10</b>	<b>Batterien seriell und parallel betreiben</b>	67
<b>11</b>	<b>Die Lebensdauer einer Batterie/eines Akkus</b>	71
<b>12</b>	<b>Der Tiefentladeschutz</b>	73
12.1	Tiefentladeschutz-Geräte für Zweitbatterien im Pkw _____	76
12.2	Tiefentladeschutz-Geräte für stationäre Anlagen _____	78
12.3	Leuchtdioden mit Low-Batt-Warnung _____	80
12.4	Schutz gegen Tiefentladung und Sulfatablagerung bei Bleiakkus _____	82
<b>13</b>	<b>Das Laden</b>	83
13.2	Teilgesteuerte Ladegeräte _____	94
13.3	Mit Mikroprozessor gesteuerte Ladegeräte _____	96
13.4	Ladegeräte für Bleiakkus _____	98
13.5	Auffrischergeräte, Aktivatoren und Batterieregeneratoren _____	102
13.6	Test der Batteriekapazität _____	104
13.7	Funktioniert Ihre Fahrzeuglichtmaschine gut? _____	109
13.8	Wissenswertes über Autobatterien _____	110
<b>14</b>	<b>Solarelektrisches Laden</b>	111
<b>15</b>	<b>Netzgeräte anstelle von Batterien?</b>	121
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	127

# 1 Das Speichern der elektrischen Energie

**E**lektrische Energie gehört leider zu den „flüchtigen“ Energien, die sich nur schwer speichern lassen. In ihrer ursprünglichen Form kann elektrische Energie am einfachsten z. B. in Kondensatoren mit großer Kapazität gespeichert werden. Kondensatoren oder *Speicher-kondensatoren* gehören zwar nicht gerade zu den üblichen, wohl aber zu den einfachsten Energiespeichern. Im Vergleich zu Batterien und Akkus haben Speicherkondensatoren keine ausgesprochenen Schwachstellen, durch die sie sich voneinander unterscheiden oder auf die typenbezogenen Rücksicht genommen werden

müsste. Sie haben jedoch den Nachteil, nur relativ wenig elektrische Energie pro Kubikzentimeter Größe speichern zu können, und sind daher als Energiespeicher lediglich für bescheidene Ansprüche und spezielle Anwendungen geeignet.

Ein Speicherkondensator wird mit der elektrischen Energie ähnlich vollgeladen, wie man z. B. eine Schubkarre mit Sand beladen kann. Das Vollladen eines Kondensators ist nicht mit zusätzlichem Arbeitsaufwand verbunden. Wird der Kondensator z. B. nach *Abb. 1.1* an eine Solarzelle angeschlossen, lädt er sich mit der

# 1 Das Speichern der elektrischen Energie



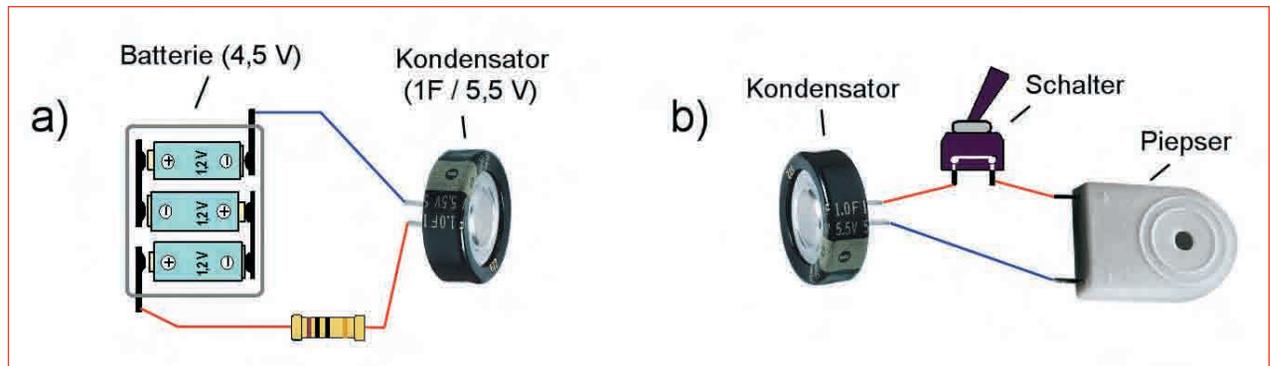
**Abb. 1.1** – Von der Kapazität und der maximal zulässigen Betriebsspannung eines Kondensators (*Gold-Caps*) hängt ab, wie viel elektrische Energie er speichern kann.

ihm zugeführten elektrischen Energie gleitend so lange auf, bis er „voll“ ist. Die Kapazität (die Größe) des Kondensators ist dabei für sein Fassungsvermögen ähnlich bestimmend, wie bei dem Schubkarren seine Größe bestimmt, wie viel Sand er aufnehmen kann.

Um dieses Thema zu verdeutlichen, behelfen wir uns mit einem greifbaren Beispiel nach Abb. 1.2: Wird ein Speicherkondensator nach Abb. 1.2a an die Pole

einer Batterie/eines Akkus angeschlossen, lädt er sich mit einem Teil der elektrischen Energie der Batterie auf. Er tankt sozusagen einen Teil der elektrischen Energie der Batterie in sich hinein. Die „Menge“ der Energie, die er speichern kann, hängt von seiner Kapazität ab. Die Spannung, die er speichert, ist bei einem voll aufgeladenen Kondensator identisch mit der Spannung der Energiequelle (in diesem Fall mit der 4,5-Volt-Spannung der Batterie). Der Speicherkondensator muss allerdings zumindest für diese Spannung dimensioniert sein, denn andernfalls wird er von einer unzulässig hohen Spannung vernichtet.

Ist der Speicherkondensator vollgeladen, fließt in ihn aus der Batterie kein Strom mehr hinein. Der energetische Inhalt der Batterie sinkt dabei um die vom Kondensator entzogene Menge der Energie. Der in Abb. 2.1a eingezeichnete Schutzwiderstand schützt den Kondensator davor, beim Anschließen an die Batterie einem zu hohen Energiestoß ausgesetzt zu werden. Ohne diese Maßnahme könnte der hohe Stromstoß entweder ihn oder die Energiequelle beschädigen.



**Abb. 1.2** – Ein Speicherkondensator funktioniert im Prinzip ähnlich wie ein Akku: **a)** Er kann von einer Spannungsquelle (Batterie) geladen werden; **b)** anschließend kann er mit der geladenen elektrischen Energie einen elektrischen Verbraucher (in diesem Fall einen Piepser) versorgen.

# 1 Das Speichern der elektrischen Energie

Unser Speicherkondensator kann anschließend nach Abb. 1.2b, ähnlich wie eine Batterie, einen elektrischen Verbraucher (z. B. einen Piepser, eine Minisirene, die Lampe eines Blitzlichtes) betreuen. Diese Lösung wird u. a. für das Blitzlicht der Fotokameras oder für die Überbrückungsstromversorgung in Geräten angewendet, in denen Daten auch bei ausgeschaltetem Gerät oder bei Stromausfall erhalten werden sollen. Auf einige praktische Anwendungsmöglichkeiten der Speicherkondensatoren kommen wir noch in Kapitel 9 zurück.

Als vielseitige Speicher der elektrischen Energie werden in der Praxis Batterien und Akkus verwendet. Die ständige Zunahme netzunabhängiger elektrischer und elektronischer Geräte verzeichnet gegenwärtig einen Boom von Batterien und Akkus. Sie werden in verschiedenen Ausführungen als Einwegbatterien (Primär- bzw. Wegwerfbatterien) oder als wiederaufladbare Batterien/Akkus hergestellt.

Das Angebot an verschiedensten Batterien, Akkupacks, Knopfzellen usw. ist gewaltig, aber in Hinsicht auf die konkrete Anwendung dennoch überschaubar. Viele der spezielleren batteriebetriebenen Geräte – wie z. B. Handys, Kameras oder Notebooks – benötigen spezifische Akkus/Batterien.

Anders ist es bei Geräten, die für Standard-Einwegbatterien oder universale Standardakkus ausgelegt sind. Beim Ersetzen von Einwegbatterien in einfacheren Geräten genügt es, wenn Form, Größe und Nennspannung der Batterie stimmen. Es gibt zwar auch hier Qualitätsunterschiede oder einige spezielle Eigenheiten (auf die wir noch zurückkommen), aber diese haben nur bedingt einen besonderen Stellenwert, auf den der Hersteller dann auch hinweist.

Bei wiederaufladbaren Akkus und Batterien empfiehlt es sich, mehr über ihre Eigenschaften und ihre Ansprüche auf richtige Wartung und Pflege im Bilde zu

## Gut zu wissen

Der Unterschied zwischen der Bezeichnung *Akku* und *Batterie* ist erklärungsbedürftig. In der Grundform eines kleinen Gliedes wird als *Batterie* üblicherweise eine nicht wiederaufladbare *Einwegbatterie* bezeichnet. Spricht man dagegen von einem *Akku* (Akkumulator), handelt es sich um einen nachladbaren Energiespeicher in Form eines einzigen Gliedes. Werden jedoch mehrere Akkus als einzelne Glieder zu einer Einheit zusammengesetzt, bezeichnet man sie ebenfalls bevorzugt als *Batterie*. So besteht z. B. eine Autobatterie aus sechs Bleiakkugliedern à 2 Volt, die miteinander in Reihe zu einer *Batterie* verbunden und in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht werden. In der Praxis kann allerdings nur ein Branchen-Insider beurteilen, ob ein *wiederaufladbarer* Energiespeicher nur aus einem oder aus mehreren Einzelgliedern besteht. Daher werden eigentlich alle nachladbaren Energiespeicher wahlweise als *Batterien* oder als *Akkus* bezeichnet. Wir sprechen von einer *Autobatterie*, die sechs Akkuglieder beinhaltet, aber den 12-Volt-Akkuschrauber bezeichnen wir nicht als „Batterieschrauber“ – obwohl er seine Energie ebenfalls aus einer „Batterie“ mit zehn Akkugliedern à 1,2 Volt bezieht. Die unterschiedliche Bezeichnung hat hier also oft nur etwas mit der Gewohnheit zu tun.

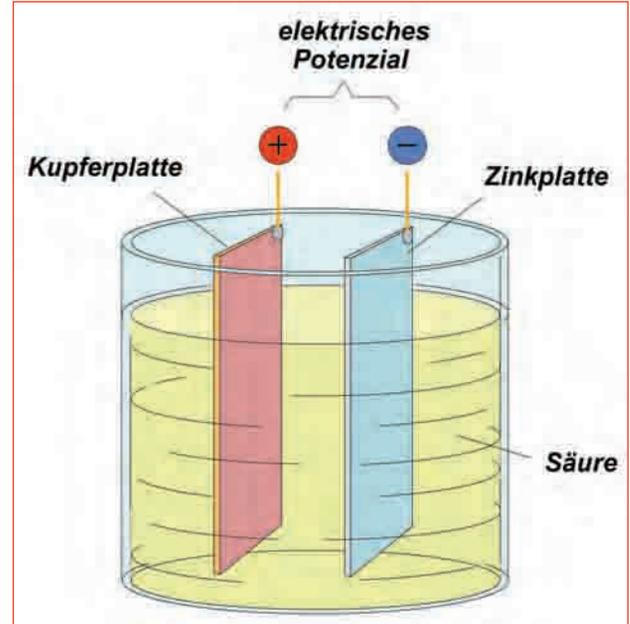
Wird ein Gerät als „batteriebetrieben“ bezeichnet, geht daher aus dieser Bezeichnung nicht automatisch hervor, ob es für Einwegbatterien oder für wiederaufladbare Batterien ausgelegt ist. So können z. B. einige digitale Fotokameras ausschließlich mit Einwegbatterien, andere dagegen mit wiederaufladbaren Batterien betrieben werden, aber nicht immer geht diese wichtige Eigenschaft aus einem Prospekt oder Katalog hervor.

# 1 Das Speichern der elektrischen Energie

sein. Dazu gehört auch das Wissen um das optimale Laden und die passenden Ladegeräte, sofern die Geräte nicht bereits über ein eigenes Ladegerät verfügen. In einer Batterie wird die elektrische Energie wesentlich komplizierter gespeichert als in einem Kondensator. In einen Speicherkondensator wird die Energie quasi nur „eingefüllt“ wie Tee in eine Kanne. In einer Batterie beruht dagegen die Speicherung der Energie auf einem chemischen Prozess. Da diese Prozeduren unterschiedlich sind und von dem einen oder anderen chemischen System der Batterietype abhängen, wird folgend nur das einfache Grundprinzip einer herkömmlichen Batterie erläutert.

In Batterien entsteht die elektrische Energie durch chemische Vorgänge. Wird z. B. ein Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, kann diese in einer Batterie (Abb. 1.3) als Strom leitende Flüssigkeit dienen. Werden in diese Flüssigkeit z. B. eine Kupfer- und eine Zinkplatte getaucht, entsteht zwischen diesen zwei Platten (Elektroden) ein elektrisches Potenzial (= eine elektrische Spannung). Die Kupferplatte (Kupferelektrode) bildet den Pluspol, die Zinkplatte (Zinkelektrode) den Minuspol dieser Batterie.

Aus dem in Abb. 1.3 vereinfacht dargestellten Aufbauprinzip einer Bleiakkuzelle geht hervor, dass der Grundaufbau der Zelle einer Einwegbatterie mit der eines wiederaufladbaren Akkus weitgehend identisch ist. In der Praxis erhalten die Elektroden aber unterschiedliche Formen, haben unterschiedliche Größen und der Elektrolyt kann sowohl flüssig als auch fest (Gelatine) sein. Die Eigenschaften der Batterien hängen von der chemischen Zusammensetzung der Elektroden und des Elektrolyten ab, die das „elektrochemische System einer Batterie“ bilden. Um die Abmessungen der Batterien möglichst klein halten zu können, wird in der Praxis der Abstand zwischen den Elektroden so gering wie mög-



**Abb. 1.3** – Aufbauprinzip der Zelle eines Bleiakkus (in Wirklichkeit besteht eine solche Zelle aus mehreren Elektroden, deren Abstand sehr gering ist).

lich gehalten. Bei Bleiakkus wird aus diesem Grund zwischen die Elektroden ein dünnes, elektrisch isolierendes, aber ein für Ionen und Gase durchlässiges Kunststoffgitter gesetzt, das eine leitende Berührung der „zusammengedrückten“ Elektroden verhindert. Bei Rund- und Kleinbatterien wird die Isolation zwischen den Elektroden ebenfalls mittels einer flüssigkeitsdurchlässigen Isolierschicht gebildet, die typenbezogen auch nur als ein Raum sparender, chemisch konzipierter Isolant ausgelegt sein kann. Das Innenleben einer solchen Zelle wird in ein Zellengehäuse untergebracht und verschlossen.

### 3 Elektrische Eigenschaften einer Batterie/eines Akkus

Anwendungsbezogen interessieren uns bei einer Batterie oder einem Akku folgende technische Parameter:

- Nennspannung
- Kapazität und Belastbarkeit
- Selbstentladung
- Tiefentladeschwelle

## 3.1 Nennspannung

Typisch für eine Batterie (oder einen Akku) ist, dass ihre Spannung nicht konstant ist oder bleibt, sondern vom jeweiligen Zustand ihrer Aufladung abhängt. Was als *Nennspannung einer Batterie* bezeichnet wird, ist nur ein *Spannungsdurchschnittswert*. So beträgt z. B. die Spannung einer voll aufgeladenen 12-Volt-Autobatterie etwa 13,6 bis 14 Volt. Wird sie bei einem stehenden Fahrzeug nicht nachgeladen und eine Autolampe oder ein anderer Verbraucher bezieht von ihr ununterbrochen Strom, wird die in ihr gespeicherte elektrische Energie verbraucht und ihre Spannung sinkt gleitend bis auf Null. Ein solches Leeren der Autobatterie ist allerdings eine Ausnahmesituation, die hinsichtlich der Lebenserwartung einer Bleibatterie vermieden werden sollte. Bei einem normal betriebenen Fahrzeug wird die Autobatterie von der Lichtmaschine während der Fahrt laufend nachgeladen. Die Spannung einer 12-Volt-Batterie bewegt sich in dann Praxis zwischen etwa 10,5 und 13,6 Volt.

Bei Akkuwerkzeug stellt die Nennspannung des Akkus ebenfalls nur einen Richtwert dar, der bei einem voll aufgeladenen Akku um etwa 20 % höher liegt, als es der offiziellen Nennspannung entspricht. Während eines länger dauernden Betriebs ohne Zwischenaufladung kann die Spannung bis auf  $\frac{1}{4}$  der Nennspannung sinken. Von der Art und der Belastung des Geräts hängt dann ab, bis zu welchem Spannungsminimum es noch funktioniert.

Auch bei Einwegbatterien, deren einzelne Zellen (Glieder) als 1,5-Volt-Batterien bezeichnet werden, ist die Nennspannung nur ein Richtwert. Die tatsächliche Spannung neuer Einwegbatterien beträgt in der Praxis etwa 1,56 bis 1,6 Volt und sinkt danach ebenfalls gleitend bis auf einen Minimalwert herab, bei dem sie ihre Funktion nicht mehr meistert. Auch wenn man es sagt, ist die Batterie nur selten wirklich leer, aber ihre Span-

nung ist auf einen Wert von z. B. 1,2 Volt gesunken und diese Restspannung reicht nicht mehr für die Spannungsversorgung des von ihr betriebenen Geräts aus. Die Nennspannungen einzelner Batterieglieder (Zellen) hängen von der Art der Batterien ab und teilen sich in den gängigsten Grundausführungen folgendermaßen ein:

- Wiederaufladbare NiCd(Nickel-Cadmium)- und NiMH(Nickel-Metall-Hydrid)-Akkus: Nennspannung 1,2 Volt pro Glied
- Wiederaufladbare Lithium-Ionen und Lithium-Polymer-Batterien: Nennspannung 3 bis 3,7 Volt pro Glied
- Spezielle aufladbare (eingeschränkt aufladbare) Alkaline-Batterien: Nennspannung 1,5 Volt
- Bleiakkus: Nennspannung 2 Volt pro Glied
- Einwegbatterien (Rundzellen): Nennspannung 1,5 Volt pro Glied
- Knopfzellen: meist 1,4 Volt, 1,5 Volt, 1,55 Volt oder 3 Volt pro Zelle
- Lithium-Akkus und Einweg-Lithium-Spezialbatterien (Spezialzellen): Nennspannung 3 Volt
- Spezielle Hochvolt-Rundbatterien: Nennspannung meist 6 Volt, 9 Volt oder 12 Volt
- Blockbatterien/Blockakkus: Nennspannung 9 Volt

Einzelne Batterie-/Akkuglieder können nach Abb. 3.1 in Reihe geschaltet werden, wenn eine höhere Spannung benötigt wird. Diese Lösung wird auch bei handelsüblichen Akkupacks angewendet, in denen bereits herstellerseitig mehrere Einzelzellen zu einer kompakten Einheit „konfektioniert“ (in Reihe verlötet und z. B. in einen dickeren Schrumpfschlauch eingeschweißt) werden.

## 3.1 Nennspannung



**Abb. 3.1** – Werden mehrere Batterie- oder Akkuglieder (Zellen) in Reihe geschaltet, addieren sich die Spannungen einzelner Glieder.



**Abb. 3.2** – Einzelne Akkuglieder werden oft herstellerseitig zu Akkupacks konfektioniert, um eine kompakte Batterie mit einer höheren Nennspannung zu erhalten.



**Abb. 3.3** – Für eine schnelle Überprüfung der Batteriespannung eignet sich ein Stift-Multimeter am besten (Foto/Anbieter: Conrad Electronic).

## 3.2 Kapazität und Belastbarkeit

Von der Kapazität einer Batterie/eines Akkus hängt die Menge der elektrischen Energie ab, die gespeichert werden kann. Sie kann aber typen- oder altersabhängig (z. B. durch eine zu lange Lagerung) vor allem bei kleineren Batterien und Akkus erhebliche Unterschiede aufweisen.

Bei Geräten, die für Einwegbatterien ausgelegt sind, denkt man über die Frage der Kapazität nicht weiter nach und setzt einfach „irgendwelche“ Batterien ein, die eben passen.

Bei den meisten Einwegbatterien ist weder ein Hinweis auf ihre Kapazität noch auf ihr Herstellungsdatum oder ihre Selbstentladung zu finden. Der Anwender muss sich dann einfach damit zufriedengeben, dass die neue Batterie eine Zeitlang das Gerät mit elektrischem Strom versorgt.

Etwas kritischer ist es bei Einwegbatterien, die z. B. für eine Digitalkamera verwendet werden: Manche der Batterien sind nach wenigen Tagen leer, andere weisen eine mehr als doppelt so hohe Kapazität auf. Hier hat die Kapazität der Batterie vor allem während eines Urlaubs einen wesentlich höheren Stellenwert als z. B. bei den Fernbedienungen der Haushaltselektronik.

Sofern der Anwender Einwegbatterien mit einer möglichst hohen Kapazität benötigt, kann er sich bei der gezielten Suche meist an vagen Bezeichnungen wie „hohe Leistung“, „extreme Power“ u. ä. orientieren.

Eine Ausnahme bilden in dieser Hinsicht meist nur die Knopfzellen, denn hier wird in der Regel die Kapazität in Milliamperestunden [mAh] angegeben. Ein Beispiel zeigt *Tabelle 3.1* (Teilauszug aus dem Katalog von *Conrad Electronic*).

Bei wiederaufladbaren Batterien/Akkus (und Akkupacks) wird, im Gegensatz zu Einwegbatterien, die Kapazität immer aufgeführt. Bei kleineren Akkus wird sie in Milliamperestunden (mAh) und bei größeren in Amperestunden (Ah) angegeben: 1 Ah = 1000 mAh.

Conrad energy Alkaline-Knopfzellen			
Typ	Spannung	Kapazität	Abmessungen in mm
LR 1120	1,5 V	42 mAh	( $\phi$ x H) 11,6 x 2,1
LR 1130	1,5 V	72 mAh	( $\phi$ x H) 11,6 x 3,1
LR 43	1,5 V	108 mAh	( $\phi$ x H) 11,6 x 4,2
LR 44	1,5 V	145 mAh	( $\phi$ x H) 11,6 x 5,4

Lithium-Knopfzellenakkus			
Typ	Spannung	Kapazität	Abmessungen in mm
LIR 2016	3,7 V	12 mAh	( $\phi$ x H) 20 x 1,6
CR 2032	3,0 V	35 mAh	( $\phi$ x H) 20 x 3,2
LIR 2450	3,7 V	120 mAh	( $\phi$ x H) 24 x 5
LIR 2477	3,7 V	180 mAh	( $\phi$ x H) 24 x 7,7

**Tabelle 3.1** – Bei Knopfzellen wird in den Katalogen die Kapazität meist angegeben (zwei Beispiele aus dem Katalog von Conrad Electronic).

Wir sehen uns anhand eines praktischen Beispiels an, was sich hinter diesen Parametern konkret verbirgt: Wird z. B. eine Autobatterie als 40-Ah-Batterie bezeichnet, bedeutet es, dass wir aus ihr theoretisch

Strom von 1 Ampere 40 Stunden lang  
 oder 2 Ampere 20 Stunden lang  
 oder 4 Ampere 10 Stunden lang beziehen können (usw.).

Strom in Ampere mal Zeit (Dauer der Stromentnahme) in Stunden ergeben hier den zur Verfügung stehenden Vorrat an elektrischer Energie einer Batterie/eines Akkus. Wird aus einer 40-Ah-Batterie z. B. 15 Stunden lang ein Strom von 2 Ampere bezogen, ergibt es einen Verbrauch von 30 Ah (15 Std.  $\times$  2 A = 30 Ah). Die Rest-

## 3.2 Kapazität und Belastbarkeit

kapazität der Batterie beträgt danach theoretisch nur noch 10 Ah. Genaugenommen müssten zwar bei der Berechnung des Kapazitätsverbrauchs noch einige weitere Faktoren wie die jeweilige Strombelastung, Stromstöße, Umgebungstemperatur usw. mitberücksichtigt werden, aber das spielt in der Praxis bei normalen Anwendungen keine Rolle. Unter anderem auch deshalb nicht, weil die theoretische Kapazität eines Akkus typen- und herstellerabhängig gewisse Toleranzabweichungen von bis zu  $\pm 10\%$  (manchmal sogar noch mehr) aufweist. Zudem bleibt auch die Frage offen, wie tief eine Batterie/ein Akku entladen werden kann oder darf (darauf kommen wir noch in Kapitel 12.2 zurück). Auch bei kleineren Akkus, bei denen die Kapazität nur in mAh (Milliamperestunden) angegeben wird, können wir bei Bedarf nachrechnen, wie lange der Akku mit seinem energetischen Vorrat einen Verbraucher betreiben kann. Dies setzt allerdings voraus, dass wir die Stromabnahme des Verbrauchers kennen, indem wir ihn z. B. messtechnisch (= mit einem Amperemeter) ermitteln.

Bekannt ist der Stromverbrauch bei diversen Leuchtkörpern, elektronischen Kleingeräten, elektronischen Bausätzen und Bausteinen für den Selbstbau/Modellbau. Wir

sehen uns an einigen Beispielen an, wie die Kapazität eines Akkus auf den Stromverbrauch der von ihm betriebenen Verbraucher abgestimmt werden kann.

Dank der Kapazitätsangabe können wir bei der Suche nach guten aufladbaren Akkus die in den Katalogen angegebenen Kapazitäten (aber auch die Preise) verschie-

dener Marken und Typen vergleichen. Qualität hat hier allerdings ihren Preis – und das ist in diesem Fall technologisch bedingt berechtigt. Ein gutes Beispiel zeigen z. B. die in Tabelle 2.2 aufgeführten NiMH-Rund-Akkus, die bei denselben Abmessungen für erstaunlich unterschiedliche Kapazitäten ausgelegt sind.

### Beispiel A

Eine Leuchtdioden-Beleuchtung nach Abb. 3.4 bezieht einen Strom von 80 mA. Wenn wir für diese Beleuchtung drei kleine Micro-Akkus mit einer Kapazität von bescheidenen 700 mAh verwenden, lautet die Rechnung:  $700:80 \text{ mAh} = 8,75$  (Betriebsstunden)

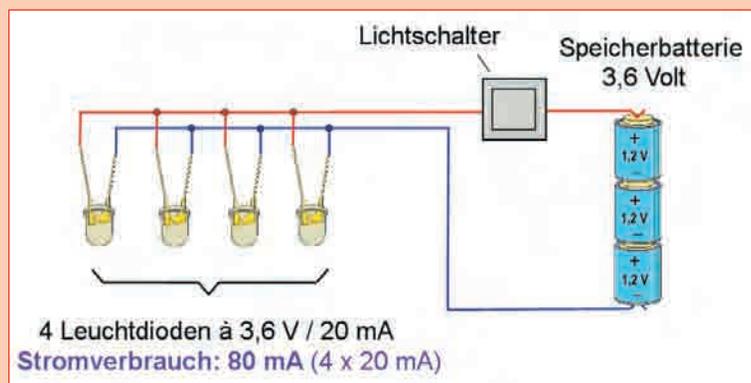


Abb. 3.4 – Stromversorgung von Leuchtdioden

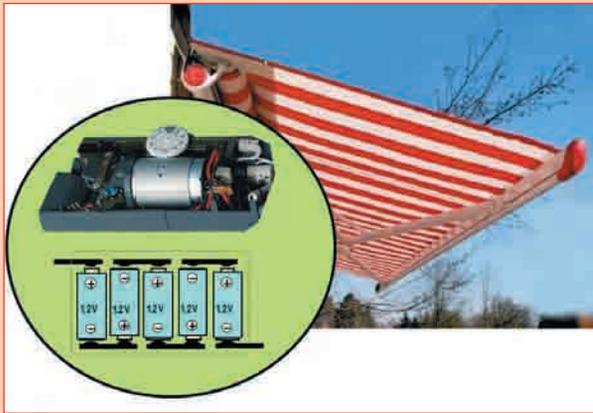
Bei Verwendung eines 2.700-mAh-Akkus hieße das:  
 $2.700:80 \text{ mAh} = 33,75$  (Betriebsstunden)

Wir haben nun die Wahl: Wird die Beleuchtung nur kurzzeitig benötigt, können wir uns mit kleineren Akkus zufriedengeben. Andernfalls können wir Akkus mit einer angemessen hohen Kapazität verwenden.

## 3.2 Kapazität und Belastbarkeit

### Beispiel B

Sie möchten für Ihre Markise einen Selbstbau-Elektroantrieb mit einem 6-Volt-Gleichstrommotor errichten, dessen Laststrom 1,8 A beträgt. Die Stromversorgung soll nach Abb. 3.5 mit fünf NiMH-Akkus (à 1,2 V) gewährleistet werden, deren Nachladen eventuell solarelektrisch erfolgen könnte. Würden wir zum Speichern der Energie einfach Akkus mit einer Kapazität von 1,8 Ah (1.800 mAh) verwenden, müsste der energetische Vorrat theoretisch für eine Stunde ununterbrochener Laufzeit des vorgesehenen Elektromotors ausreichen.



**Abb. 3.5** – Stromversorgung eines Markisenelektroantriebs mit einem 6-Volt-Antriebmotor.

Die tatsächliche Dauer des Heraus- oder Einfahrens der Markise beträgt erprobt nur etwa 18 bis 22 Sekunden. Der Elektromotor bezieht jedoch aus dem Akku jeweils nach dem Einschalten etwa eine Sekunde lang einen wesentlich höheren Strom als die offiziellen 1,8 Ampere. Wir ersparen uns nun weitere aufwendige Überlegungen und runden den Vorgang eines Aus- und Einfahrens der Markise großzügig auf ca. 60 Sekunden auf. Der Elektroantrieb wäre dann mit einer Akkukapazität von 1,8 Ah theoretisch etwa 60-mal zu beanspruchen. So könnte z. B. der Akku etwa 60 Tage lang die Markise jeweils einmal am Tag heraus- und einfahren. Für ein solarelektrisches Nachladen wäre eine Akkukapazität von 1,8 Ah (1.800 mAh) sogar etwas zu großzügig gewählt, denn in den sonnenarmen Monaten Dezember und Januar wird die Markise kaum oder nur sehr selten herausgefahren.

Wird dagegen der Akku nur mit einem Ladegerät geladen, was möglichst selten erforderlich sein sollte, kann die Kapazität des vorgesehenen Akkus auch wesentlich höher gewählt werden. Gehen wir dabei von den vorhergehenden Berechnungen aus, kann bei einer Akkukapazität von z. B. 3,6 Ah die Markise etwa 120-mal heraus- und eingefahren werden, bevor der Akku neu aufgeladen werden müsste.

Eine möglichst hohe Kapazität ist verständlicherweise vor allem bei Akkus wichtig, die z. B. für den Betrieb intensiv betriebener Akkuwerkzeuge, Geräte oder Spielzeuge mit hohem Strombedarf benötigt werden. Hier hat eine höhere Kapazität den Vorteil, dass die Stromversorgung jeweils längere Zeit ohne Unterbrechung erfolgen kann und dass das Nachladen seltener erforderlich ist. Diverse Kleingeräte, die nur gelegent-

lich betrieben werden und zudem nur einen geringen Strombedarf haben, benötigen dagegen Akkus mit einer geringeren Kapazität, denn der überflüssige Energievorrat ginge sonst teilweise durch die Selbstentladung verloren. Besondere Aufmerksamkeit verdient in diesem Zusammenhang die Kapazität der Auto- und Fahrzeugbatterien. Die gängigen 12-Volt-Auto-batterien bestehen aus sechs Bleiakzellen à 2 Volt,

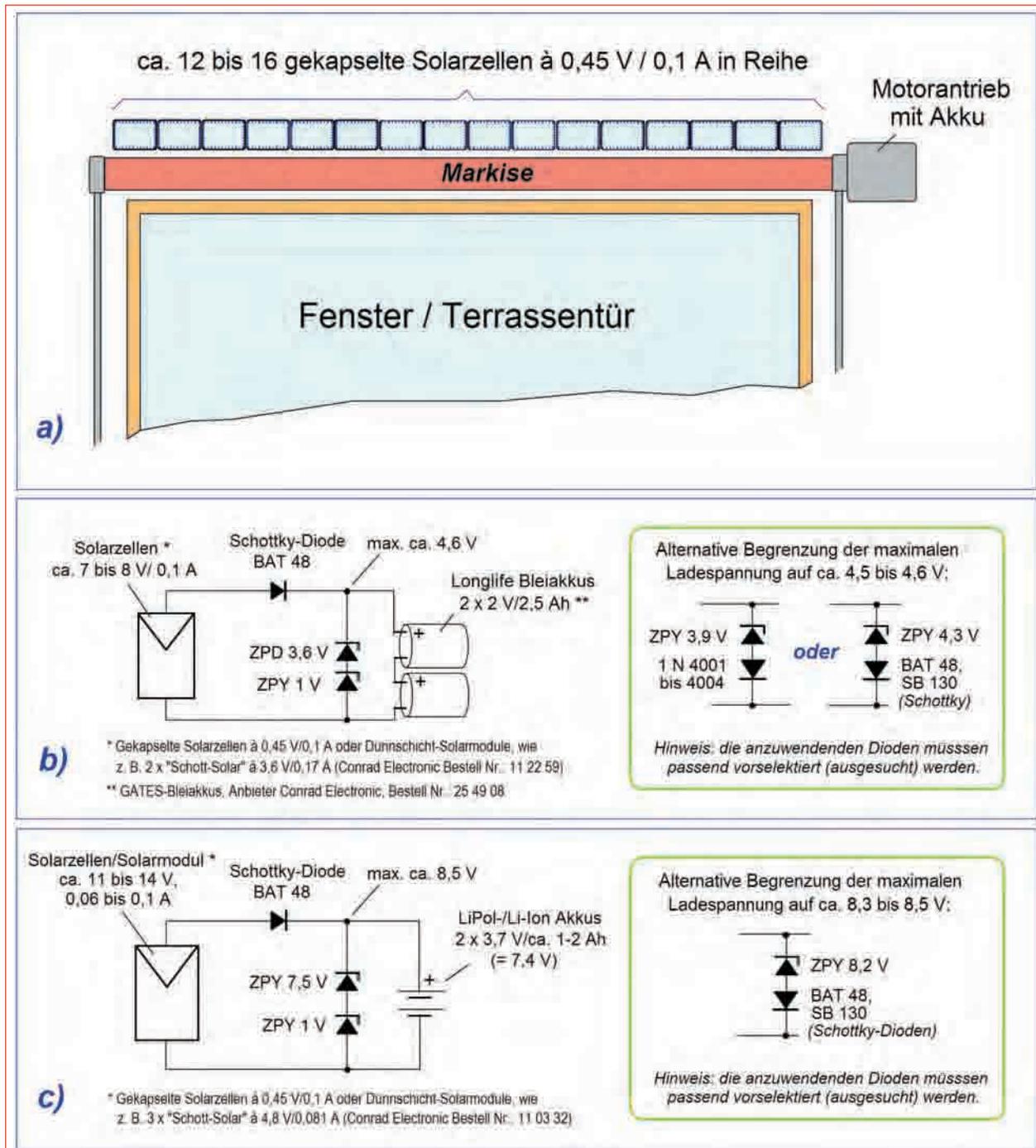


Abb. 3.6 – Solarelektrisches Laden eines Markisentorantriebes: a) Anordnungsbeispiel der Solarzellen; b) Solarelektrisches Laden von zwei Mini-Bleiakku; c) Solarelektrisches Laden von zwei LiPol- oder Lilon-Akkus

## 3.2 Kapazität und Belastbarkeit

die in der Batterie in Reihe geschaltet sind. Zu den wichtigsten Aufgaben einer Autobatterie gehört das Anlassen des Motors, was mit einem großen Stromstoß beim Anlauf des Anlassers verbunden ist, den sie bewältigen muss.

Die Kapazität einer Autobatterie muss u. a. an die Größe des Fahrzeugmotors (vor allem auf die Abnahmeleistung seines Anlassers) abgestimmt und zudem so gewählt werden, dass sie auch noch die elektrische und elektronische Ausstattung des Fahrzeuges im vorgesehenen Umfang betreuen kann. Was darunter zu verstehen ist, bleibt im Ermessen der Fahrzeughersteller und orientiert sich selbstverständlich an Erfahrungswerten. Die Lichtmaschine des Fahrzeuges, die als elektrischer Generator den Ladestrom für die Autobatterie liefert, ist so dimensioniert, dass sie bei einem normalen Betrieb des Fahrzeuges die Autobatterie laufend nachlädt.

Aus dem Rahmen fallen Stromabnahmen, die z. B. durch einen zu hohen Stromverbrauch bei Stillstand des Fahrzeuges entstehen oder durch zusätzliche Verbraucher,

Ausführung	Typ	Spannung	Kapazität	Abmessungen in mm
	Mignon (AA)	1,2 V	1300 mAh	( $\phi$ x L) 14 x 50,2
	Mignon (AA)	1,2 V	1800 mAh	( $\phi$ x L) 14 x 50,2
	Mignon (AA)	1,2 V	2100 mAh	( $\phi$ x L) 14 x 50,2
	Mignon (AA)	1,2 V	2700 mAh	( $\phi$ x L) 14 x 50,2

**Tabelle 3.2** – Akkus der gleichen Größe und Marke können erhebliche Kapazitätsunterschiede aufweisen (NiMH-Akkus von GP und Varta).



**Abb. 3.7** – Die Kapazität einer Autobatterie ist auf den Bedarf der Fahrzeugverbraucher abgestimmt.

## 3.2 Kapazität und Belastbarkeit

die z. B. auch während der Fahrt mehr Strom beziehen, als die Lichtmaschine des Fahrzeugs nachladen kann. Von der Kapazität der Autobatterie hängt dann ab, wie lange sie einen erhöhten Stromverbrauch verkraften kann.

Der Begriff *Belastbarkeit* hängt nicht von der eigentlichen Kapazität einer Batterie/eines Akkus ab, sondern von seiner Fähigkeit, größere Stromabnahmen/Stromstöße zu verkraften. Ein gutes Beispiel für einen höheren Anspruch an die Belastbarkeit finden wir z. B. bei der Autobatterie: Sie muss beim Anlassen des Motors sowohl einen kräftigen Anlaufstromstoß verkraften und zudem während der Stromversorgung des Anlassers hohen Strom liefern können. Ähnlich wie die Autobatterien werden von manchen Verbrauchern auch kleinere Akkus überproportional beansprucht. Oft benötigen solche Verbraucher spezielle *hochstromfähige Akkus*, die kurzfristig Stromstoß so verkraften können, ohne dass dabei die Akkuspannung

### Beispiel A

Geht man dabei nur von dem eigentlichen Verbrauch der Endstufe aus, bezieht diese von der Autobatterie theoretisch einen Strom von bis zu etwa 8,3 Ampere (100 Watt:12 Volt [als Spannung der Autobatterie] = 8,3 Ampere). Der energetische Vorrat der Autobatterie sinkt bei dieser Stromabnahme theoretisch um ca. 8,3 Ah pro Stunde. Eine 40-Ah-Autobatterie, die vor dem Abspielen von Musik voll aufgeladen war, kann auf diese Weise völlig geleert werden.



**Bild A** Die Audioanlage des Fahrzeuges wird mit einem 100-Watt-Verstärker (Verstärker-Endstufe) nachgerüstet und die Lautstärke der Musik bei einem stehenden Fahrzeug voll aufgedreht.

## 3.2 Kapazität und Belastbarkeit

### Beispiel B



**Bild B** Während der Fahrt in den Urlaub wird an den Zigarettenanzünder eine elektrische Kühlbox angeschlossen, die als „12V/4A“-Verbraucher von der Autobatterie bis zu 4 Ampere pro Stunde bezieht.

noch zusätzliche Verbraucher angeschlossen, kann die Stromentnahme höher werden, als die Lichtmaschine nachliefern kann.

An einem sehr heißen Tag läuft die Kühlung der Box unter Umständen ununterbrochen und verbraucht somit von der zur Verfügung stehenden Batteriekapazität 4 Ah pro Stunde. Wird z. B. in einem Stau neben der Kühlbox auch noch die Musikelektronik des Fahrzeuges in Anspruch genommen, wird bei abgeschaltetem Motor der bezogene Strom die Energiereserve der Autobatterie ebenfalls strapazieren. Während der Fahrt lädt dann zwar die Lichtmaschine die Autobatterie nach, aber der Ladestrom ist herstellereitig meist so berechnet, dass er während einer nächtlichen Fahrt den Stromverbrauch der Lichter großzügig kompensieren kann. Werden dabei an die Autobatterie

vorübergehend zu tief sinkt. Auf diese Eigenschaft – auf die Hersteller des Geräts in der Regel mit Nachdruck hinweisen – ist dann bei der Anschaffung einer neuen Einwegbatterie oder eines Akkus zu achten.

### Fazit

Als Abhilfe bietet sich in solchen Fällen das Ersetzen durch eine neue Autobatterie mit einer höheren Nennkapazität oder die Verwendung einer Zweitbatterie an. Beide Lösungen setzen allerdings voraus, dass die Lichtmaschine ausreichend Gelegenheit zum Nachladen der größeren Batterie oder beider Batterien erhält. Das kann nur dann problemlos funktionieren, wenn das Fahrzeug überwiegend tagsüber (ohne Licht) längere Strecken fährt und nur selten angelassen wird. Andernfalls ist ein zusätzliches Nachladen der Autobatterie(n) mit einem externen Ladegerät erforderlich.

## 7 Solarbatterien

Viele Errichter netzunabhängiger Photovoltaik-Anlagen sind oft durch die Angebote spezieller Solarakkus verunsichert und überlegen, ob sie für ihr Vorhaben tatsächlich „echte“ (und meist sehr teure) Solarakkus benötigen. Die Antwort lautet: „Nein!“.

Einige Unternehmen haben sich auf die Entwicklung und Herstellung von Solarakkus spezialisiert, um diese Speicher der an sich teuer gewonnenen Energie so perfekt wie nur möglich zu konzipieren. Erstrebt werden dabei eine niedrige Selbstentladung, eine höhere Strapazierfähigkeit bezüglich der Tiefentladung, geringere

## 7 Solarbatterien

Empfindlichkeit gegen Frost und eine möglichst lange Lebensdauer. Die Hersteller von Autobatterien streben allerdings das Gleiche an, um als Zulieferanten der Autoindustrie bestehen zu können. Der größte Unterschied zwischen Autobatterien (Autoakku) und Solarakku besteht daher in der Praxis vor allem darin, dass bei Solarakku gezielt auf ihre „solartauglichen“ Vorteile hingewiesen wird, bei Autobatterien hingegen nicht.

Theoretisch beträgt die gesamte Impedanz von Starterbatterien nur ca.  $5 \text{ m}\Omega$  (Milliohm). Bei stationären Batterien kann sie herstellungstechnisch auf ca. 50 bis  $150 \text{ m}\Omega$  erhöht werden. Aus dieser Sicht ist es – wiederum nur theoretisch – möglich, stationäre und somit auch Solarbatterien so zu entwickeln, dass ihre Impedanz möglichst hoch und ihre Selbstentladung gering ist.

Oft wird die Selbstentladung bei den Solarakku nicht in Prozent, sondern nur mit der Formulierung „niedrige Selbstentladung“ angegeben. Sie liegt dann in der Praxis (typenbezogen) zwischen ca. 3 und 5 %. Bei Autobatterien beträgt sie ca. 4 bis 8 %. Demnach haben einige der Solarakku die gleiche Selbstentladung wie einige der „besseren“ Autobatterien. Obwohl die Selbstentladung nur einen der technischen Parameter darstellt, die



**Abb. 7.1** – Solarakku sind meist als Bleiakku ausgelegt und unterscheiden sich von der Bauart her nicht von anderen Bleiakku. Sie sind jedoch in Hinsicht auf eigene spezifische Parameter als Solarenergiespeicher gezielt ausgelegt (Anbieter: Conrad Electronic).

für die allgemeine Qualität eines Akkus bestimmend sind, sehen wir uns an einem praktischen Beispiel an, wie sich der Unterschied in der Selbstentladung bei einer Speicherbatterie einer photovoltaischen Anlage auswirkt.

Unser Vergleich erfolgt über das Beispiel der solarelektrischen Stromversorgung eines kleinen Schrebergarten-Hauses (Abb. 7.2): Der Unterschied im Nachladebedarf, der sich auf die Selbstentladungen eines „echten“ Solarakku und einer normalen Autobatterie bezieht, ist in der Praxis recht gering. Eine zusätzliche halbe Stunde Sonnen-

schein in 14 Tagen gleicht im Durchschnitt die höhere Selbstentladung der Autobatterie aus. So bleibt es jedem Anwender überlassen, welche Wahl er bevorzugt. Nun stellt sich die Frage, weshalb ein echter Solarakku erheblich teurer ist als eine Autobatterie vergleichbarer Kapazität. Das dürfte vor allem darauf zurückzuführen sein, dass die Entwicklungs- und Herstellungskosten bei den Solarakku für einen relativ kleinen Umsatz kalkuliert werden müssen.

Neben Bleiakku können als Speicher der Solarenergie auch alle anderen wiederaufladbaren Akkus

verwendet werden, wenn der damit verbundene Aufpreis in Kauf genommen wird oder es sich um die Stromversorgung von Kleingeräten handelt. Der Gleichstrommotor eines Gleichstrom-Elektroantriebs einer Markise z. B. gibt sich mit einem Akku zufrieden, dessen Kapazität ungefähr mit der eines Akkuschraubers übereinstimmt. Für solche Zwecke gibt es keine speziellen Solarakkus, denn hier genügen als Energiespeicher einige NiMH-Rundzellen bzw. NiMH- oder Li-Ion-Akkupacks. Bei sehr kleinen elektronischen Geräten können als Solarenergiespeicher auch spezielle Speicherkondensatoren (Gold-Caps) verwendet werden (siehe hierzu Kapitel 9).

### Fazit

Der Qualitätsunterschied zwischen einer guten Autobatterie (Autoakku) und einem „echten“ Solarakku kann nur produktbezogen als Argument für den großen Preisunterschied zwischen diesen zwei Energiespeichern geltend gemacht werden. Unter den Autobatterien gibt es allerdings auch diverse Discount-Angebote, deren technische Parameter in den normalen Katalogen und Preislisten nicht aufgeführt sind und deren Qualität beim Kauf nicht nachvollziehbar ist. Ähnlich wie bei vielen anderen Discount-Produkten liegt dann die Qualität der Akkus zwischen „mangelhaft“ und „sehr gut“. Das kann aber oft erst im Nachhinein beurteilt werden – vorausgesetzt, man verfügt über die dafür erforderliche Vergleichsmöglichkeit. So dürfte es eine Frage des individuellen Ermessens bleiben, welcher Lösung man Vorrang gibt. Dabei sollten bei den „echten“ Solarakkus die technischen Daten nicht überbewertet werden. Sie sind zwar theoretisch eindrucksvoll, aber in der Praxis fallen sie kaum ins Gewicht oder sind nicht nachvollziehbar.

Zu den schwer nachvollziehbaren Eigenschaften gehören bei den Solarakkus die oft hervorgehobenen niedrigen Energieverluste beim Laden und die niedrige Selbstentladung. Der Verlauf eines solarelektrischen Ladens unterliegt jedoch in der Praxis zu großen Spannungs- und Stromschwankungen, um die tatsächlichen Energieverluste dabei ermitteln zu können. Die Selbstentladung versuchen auch die Hersteller der „normalen“ Autobatterien so niedrig wie möglich zu halten. Kommt es dennoch vor, dass z. B. die Selbstentladung einer preiswerten Autobatterie um 2 % höher ist als die eines „echten“ Solarakkus, bedeutet das, dass eine billige Autobatterie monatlich 2 % mehr ihrer gespeicherten Energie verliert als ein guter Solarakku. Da jedoch bei Anwendungen in der Photovoltaik nicht die Perfektion der Technik, sondern die Launen der Natur das Sagen haben, spielen hier die technischen Feinheiten nur eine untergeordnete Rolle.

## 7 Solarbatterien

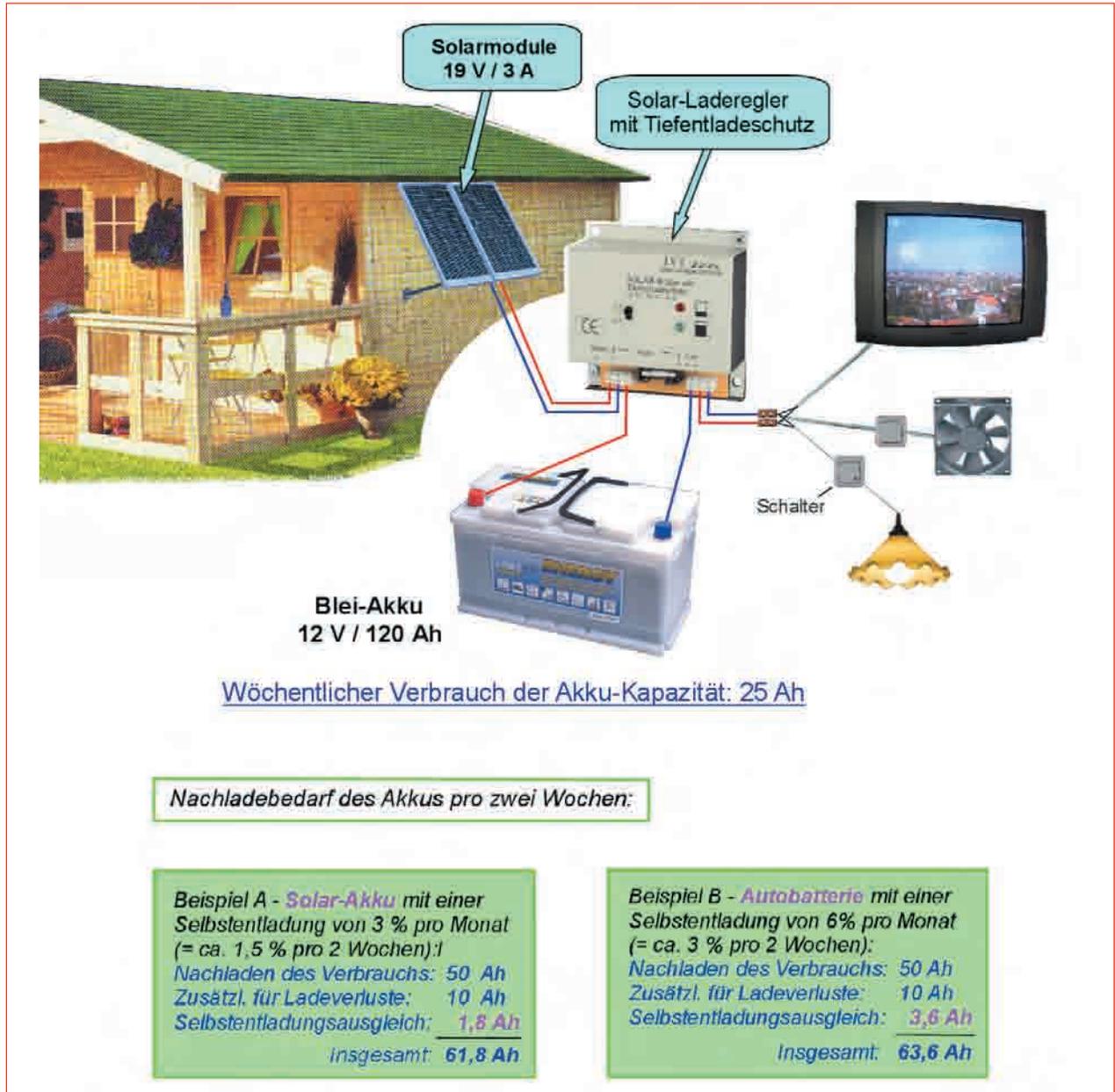


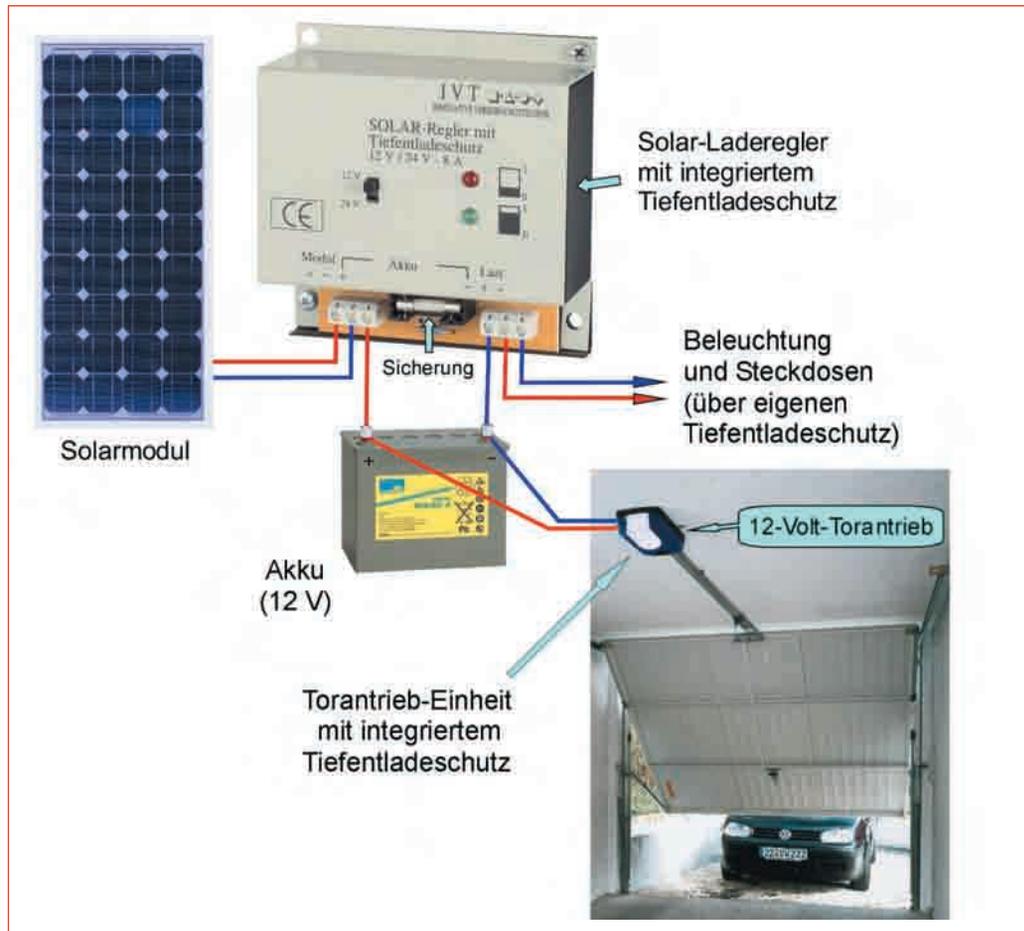
Abb. 7.2 – Solartechnische Stromversorgung eines Gartenhauses

# 12 Der Tiefentladeschutz

## 12 Der Tiefentladeschutz

**B**leiakkus schätzen zu tiefe Entladungen (typenabhängig auf eine Spannung, die zwischen etwa 13 und 20 % der offiziellen Nennspannung des Bleiakkus liegt) nicht. Bei einer Autobatterie liegt somit die sogenannte *Tiefentladeschwelle* zwischen ca. 10,5 und 9,6 Volt. Wird diese Schwelle durch einen zu hohen Verbrauch unterschritten, kann der Akku beschädigt oder sogar vernichtet werden.

Ein Tiefentladeschutz-Gerät schafft zwar Abhilfe, ist aber für Kraftfahrzeug-Bleiakkus weder geeignet noch erlaubt. Das hat seine Berechtigung, da dieses Gerät den Akku vor einer Tiefentladung schützt, indem es die Verbindung zu den angeschlossenen Verbrauchern unterbricht, sobald die Akkuspannung in die Nähe der Tiefentladeschwelle sinkt. Ein Fahrzeug bliebe in einem solchen Fall einfach stehen oder seine Lichter würden



**Abb. 12.1 –** Beispiel einer mit Solarstrom versorgten Garage, deren elektrische Verbraucher an den Solarakku über zwei unabhängige Tiefentladeschutz-Geräte angeschlossen sind.

## 12 Der Tiefentladeschutz

während der Fahrt abgeschaltet. Für stationäre Anlagen oder Zweit-Bleiakkus, die in einem Fahrzeug nicht für den Anlasser und die Beleuchtung, sondern nur für zusätzliche elektrische Verbraucher vorgesehen sind, ist dagegen ein zusätzlicher Tiefentladeschutz sinnvoll.

Mit Vorliebe wird ein Tiefentladeschutz bei Batterien verwendet, die als Energiespeicher von Photovoltaikanlagen dienen. Da die Stromversorgung in unserem Land lückenlos gegeben ist, werden Batterien als Energiespeicher nur bei netzunabhängigen Photovoltaikanlagen angewendet. Bei netzgekoppelten Photovoltaikanlagen wird der erzeugte Solarstrom voll ins öffentliche Netz durchverkauft. Der eigene Strombedarf wird mit dem kostengünstigeren Strom aus dem öffentlichen Netz gedeckt, wodurch sich hier kein Bedarf ergibt, die Solarenergie zu speichern (das wäre zu teuer).

Bei stationären Anlagen ist dagegen der Tiefentladeschutz wichtig, denn er schützt den Anlagenakku vor Vernichtung durch Tiefentladung. Daher ist es wichtig, möglichst alle elektrischen Verbraucher einer

selbstständig arbeitenden Photovoltaikanlage über einen Tiefentladeschutz an die Batterie anzuschließen. Dies ist vor allem bei solarelektrisch betriebenen Systemen wichtig, deren „Hauptverbraucher“ über einen eigenen (internen) Tiefentladeschutz verfügen. Als Beispiel sei hier eine Garage genannt, in deren Solar-Torantriebeinheit bereits ein Tiefentladeschutz integriert ist. Werden an den Speicherakku einer solchen Garage z. B. weitere Leuchtkörper (Innen- und Außenbeleuchtung) oder Geräte (Einbruchsschutz, Steckdosen für Auto-Heizbezüge) angeschlossen, sollten sie ein zusätzliches Tiefentladeschutz-Gerät erhalten.

In der Praxis wird in solchen Fällen meist ein Tiefentladeschutz-Gerät angewendet, das im Solar-Laderegler integriert ist. Die eigentliche Torantriebeinheit, die bereits über ihren eigenen Tiefentladeschutz verfügt, wird dann nach Abb. 12.1 direkt an die Klemmen der Batterie und die Sektionen der Beleuchtung an die Anschlussklemmen des Tiefentladeschutzausgangs am Laderegler angeschlossen.



**Abb. 12.2** – Auch der Akku einer solarelektrischen Carport-Beleuchtung benötigt einen Tiefentladeschutz; ist die Solaranlage ausreichend großzügig dimensioniert, können im Winter auch die Auto-Heizkissen mit Solarstrom vorgewärmt werden.

## 12.1 Tiefentladeschutz-Geräte für Zweitbatterien im Pkw

Wer sich eine leistungsstarke Musikanlage im Pkw installiert, kann die Erfahrung machen, dass die Autobatterie nach kurzer Zeit erneuert werden muss. Es kommt vor allem dann vor, wenn die Musikanlage bei einem abgestellten Fahrzeug über längere Zeit aufgedreht wird und dabei der Autobatterie zu viel Energie entzieht. Angenommen, an eine 60-Ah-Autobatterie (Bleiakku) wird ein Verstärker mit einer Sinusleistung von 2 x 240 Watt angeschlossen und auf höchster Lautstärke betrieben. Wenn der Verstärker der 12-Volt-

Autobatterie eine Stunde lang eine Leistung von 400 Watt bezieht, kann man nachrechnen, wie hoch hier der Verbrauch ist. Mit der Leistung (in Watt) : Spannung (in Volt) = Strom (in Ampere) ergibt sich:

$$400 \text{ Watt} : 12 \text{ Volt} = 33,33 \text{ Ampere}$$

Ein derart kräftiger Verstärker würde die 60-Ah-Autobatterie innerhalb von 2 Stunden so tief entladen, dass sie dadurch höchstwahrscheinlich vernichtet

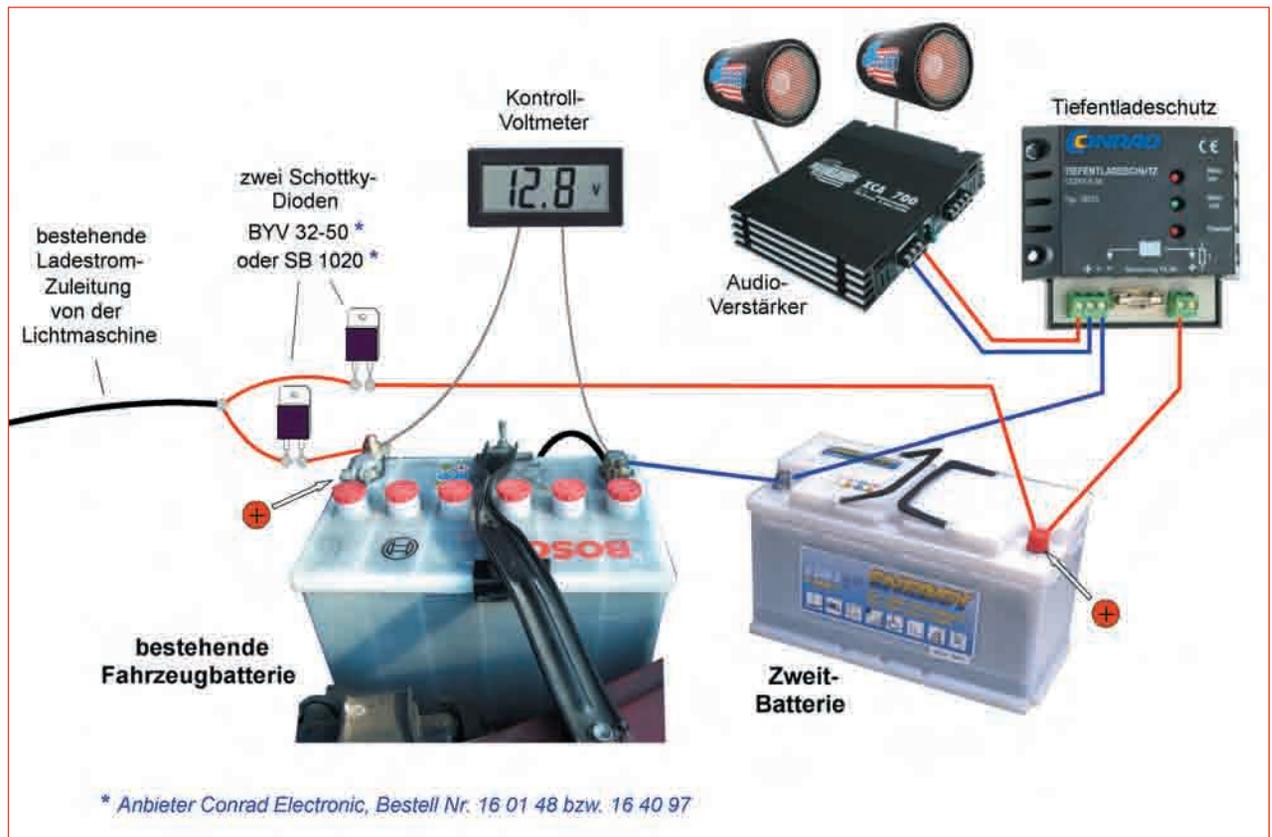


Abb. 12.3 – Zweitbatterie im Auto.

## 12.1 Tiefentladeschutz-Geräte für Zweitbatterien im Pkw

wäre. Nicht die offizielle Nennleistung des verwendeten Verstärkers, sondern seine jeweils bezogene Abnahmeleistung ist jedoch für den Energieverbrauch bestimmend. Je lauter die Klangwiedergabe ist, desto höher ist der Energieverbrauch des Verstärkers in Watt, die als Musikleistung beansprucht werden.

Ähnlich dem angesprochenen Audioverstärker zehren auch diverse weitere Verbraucher von einer Autobatterie. Zuverlässige Abhilfe bietet in solchen Fällen eine Zweitbatterie, die nach Abb. 12.3 einen zusätzlichen Tiefentladeschutz erhalten sollte.

Bei einem Fahrzeug, dessen Anlasser und Lichter die Lichtmaschine nicht allzu sehr beanspruchen, kann die Zweitbatterie das Nachladen zumindest größtenteils übernehmen. Zwei zusätzliche Maßnahmen sind dabei erforderlich:

- a) Zwei Schutzdioden (Schottky-Dioden) müssen die eigentliche Fahrzeugbatterie nach Abb. 12.3 vor dem Entladen durch die weiteren Verbraucher schützen.
- b) Ein eventuell zusätzlich eingebautes Kontrollvoltmeter sollte eine laufende Kontrolle der Fahrzeugbatterie ermöglichen. Falls die Lichtmaschine das kontinuierliche Nachladen beider Batterien nicht verkraftet, muss die Zweitbatterie zumindest ab und zu von einem externen Ladegerät nachgeladen werden. Da in diesem Fall die zwei Schutzdioden eine elektrische Sperre bilden, die dem Ladestrom nur einen „Einrichtungsverkehr“ erlaubt, kann die Zweitbatterie beim Nachladen durch ein externes Ladegerät (Abb. 12.4) unverändert an die Autobatterie angeschlossen bleiben.

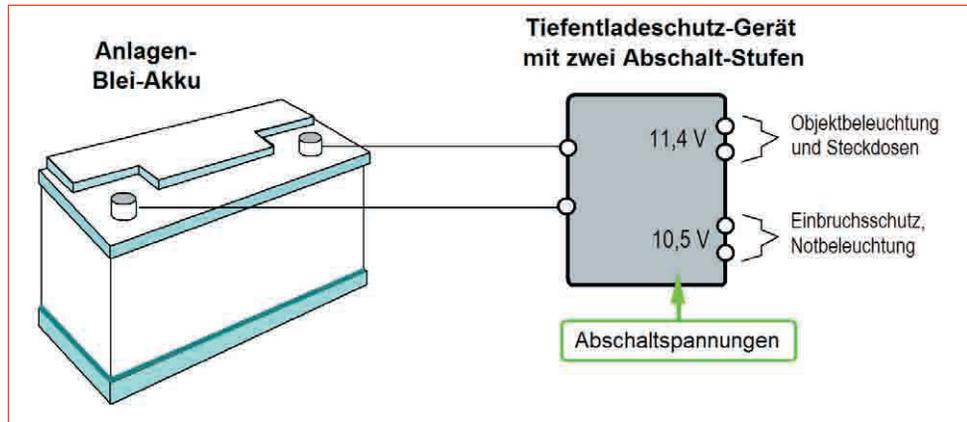


**Abb. 12.4** – Die zusätzliche Batterie aus Abbildung 12.2 kann bei Bedarf durch ein externes Netzladegerät geladen werden, wobei sie an die Autobatterie angeschlossen bleiben darf.

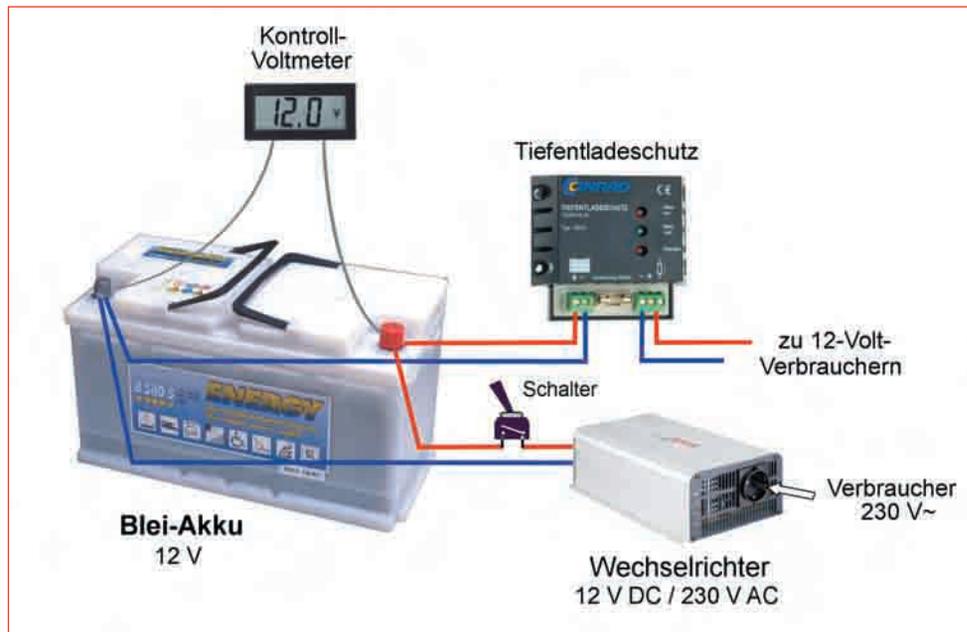
## 12.2 Tiefentladeschutz-Geräte für stationäre Anlagen

**B**leiakkus, die für die Stromversorgung stationärer Anlagen dienen, sollten ausgangsseitig mit einem Tiefentladeschutz versehen werden. Die meisten Tiefentladeschutz-Geräte sind für eine fest vorgegebene

*Tiefentlade-Abschalt- und -Rückschaltspannung* ausgelegt, bei einigen dieser Geräte kann die *Tiefentlade-Abschaltspannung* individuell eingestellt und auf die Parameter des verwendeten Akkus angepasst werden.



**Abb. 12.5** – Einige Tiefentladeschutz-Geräte verfügen über zwei separat einstellbare Tiefentlade-Abschaltsschwellen.



**Abb. 12.6** – Ein Wechselrichter, dessen Stromabnahme den maximal zulässigen (und oft auch durch eine Sicherung geschützten) Strom des Tiefentladeschutz-Geräts überschreitet, muss direkt an den Anlagenakku angeschlossen werden: Eine laufende Spannungs-kontrolle ist erforderlich.

## 12.2 Tiefentladeschutz-Geräte für stationäre Anlagen

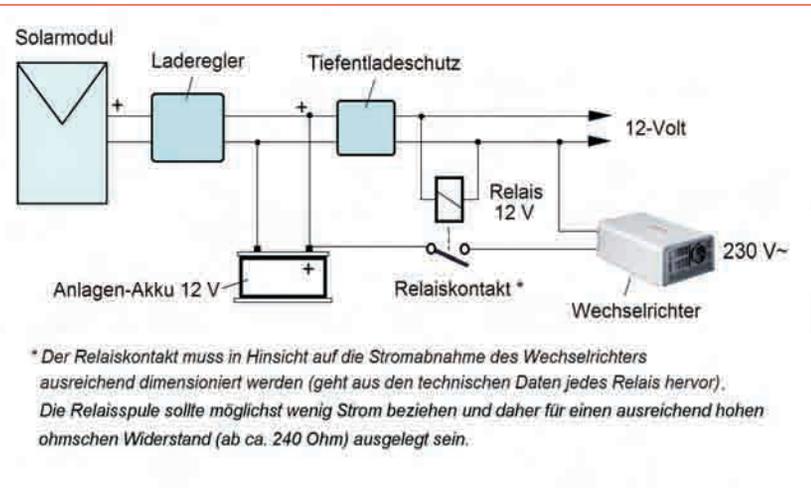
Einige Tiefentladeschutz-Geräte verfügen (Abb. 12.5) über zwei unterschiedlich eingestellte (bzw. einstellbare) *Tiefentlade-Abschaltsschwellen*. Auf diese Weise können Verbraucher mit einem höheren Strombedarf vom Akku eher abgeschaltet werden als z. B. Verbraucher deren Betrieb einen erhöhten Stellenwert hat und zudem nur wenig Energie verbraucht.

Zu den wichtigsten elektrischen Parametern eines Tiefentladeschutz-Geräts gehören die eigentliche Arbeitsspannung (meist 12 oder 24 Volt) und der maximal zulässige Laststrom, der über das Gerät bezogen werden darf und bei den gängigsten Geräten typenabhängig zwischen ca. 6 und 30 A liegt.

### Wichtig

Bei stationären Anlagen wird neben der eigentlichen Anlagenbatteriespannung (von 12 oder 24 Volt) oft auch noch eine 230-Volt-Wechselspannung benötigt, die über einen zusätzlichen Wechselrichter bezogen wird. Hier ist darauf zu achten, dass die vom Wechselrichter bezogene Leistung meist recht hoch ist und daher bestenfalls nur ein sehr kleiner Wechselrichter an den Akku über ein Tiefentladeschutz-Gerät angeschlossen werden darf. Ist beispielsweise das Tiefentladeschutz-Gerät für einen maximalen Laststrom von 30 A ausgelegt, ergibt sich daraus bei einem 12-V-Akku eine theoretische Maximumleistung von 360 W bzw. 360 VA ( $30 \text{ A} \times 12 \text{ V} = 360 \text{ W/VA}$ ). In der Praxis dürfte zwar an das Tiefentladeschutz-Gerät z. B. auch ein 600-Watt-Wechselrichter angeschlossen werden, aber die eigentliche Abnahmeleistung des über den Wechselrichter betriebenen elektrischen Verbrauchers dürfte nicht mehr als ca. 250 Watt betragen. Andernfalls würde das Tiefentladeschutz-Gerät überlastet und vernichtet. Hier bleibt oft nur, den Wechselrichter direkt an den Bleiakku anzuschließen, wobei die Akkuspannung unbedingt z. B. mithilfe eines zusätzlichen Voltmeters (Abb. 12.6) kontrolliert werden sollte. Falls der angewendete Wechselrichter über keinen eigenen Hauptschalter verfügt, sollte er in Hinsicht auf seinen Stand-by-Stromverbrauch primär über einen zusätzlichen Schalter an den Akku angeschlossen werden, mit dem er nur bei Bedarf zugeschaltet wird.

**Abb. 12.7** – Über den Schaltkontakt eines zusätzlichen elektromagnetischen Relais kann ein größerer Wechselrichter an den Anlagen-Akku ohne die Gefahr angeschlossen werden, dass er ihn zu tief entladen könnte: Der Tiefentladeschutz schaltet somit bei zu tiefer Entladung das Relais – und damit auch den Wechselrichter – ab.



## 15 Netzgeräte anstelle von Batterien?

**B**ei den meisten Werkzeugen, Küchen- und Gartengeräten, die für Akkubetrieb ausgelegt sind, versagt der Akku früher seinen Dienst als das Gerät selbst. Den Akku auszuwechseln ist zwar meist kein großes Problem, aber oft kostet ein neuer Akku mehr als ein neues Gerät.

Sofern man an einem solchen Gerät ein Netzkabel in Kauf nehmen mag, ist ein Netzteil/Netzgerät eine kostengünstige Lösung – vor allem dann, wenn man es selbst baut. Der Unterschied zwischen den Bezeichnungen *Netzteil* und *Netzgerät* besteht darin, dass man als

*Netzteil* nur das aus den Bauteilen zusammengesetzte Innenleben der Schaltung bezeichnet, wohingegen das *Netzgerät* ein Netzteil mit eigenem Gehäuse ist. In der Praxis werden kleinere Netzgeräte oft als „Netzteile“ bezeichnet, wenn sie als ein Teil eines Verbrauchers betrachtet werden.

Das Innenleben eines Netzteils ist einfach und lässt sich schnell zusammenlöten. Etwas komplizierter wird es eventuell mit dem Einbau in ein passendes Gehäuse, das schon aus Sicherheitsgründen erforderlich ist und evtl. separat gekauft werden muss.

## 15 Netzgeräte anstelle von Batterien?

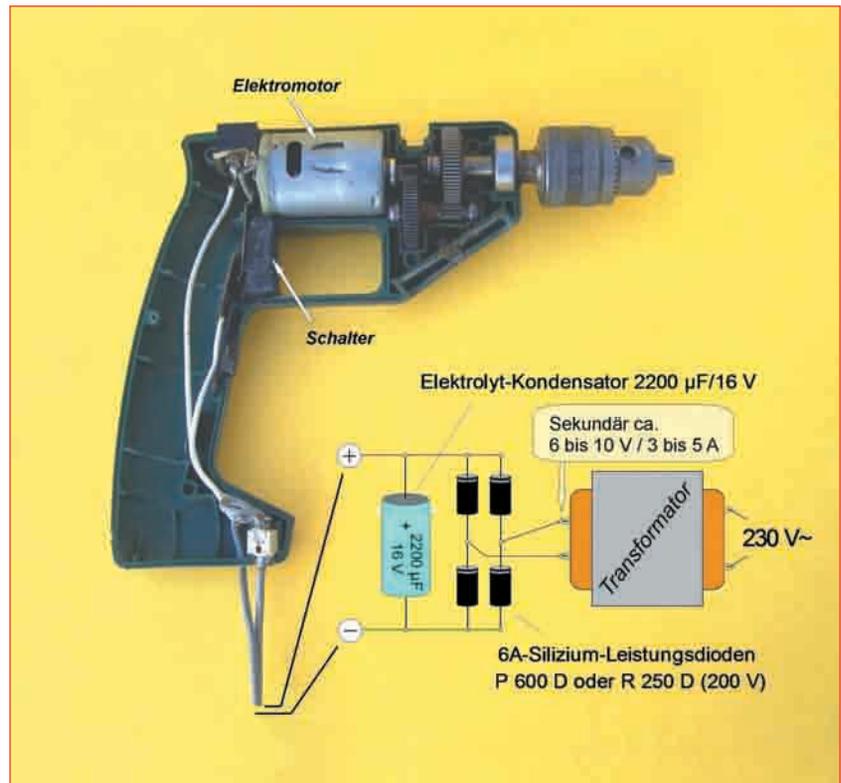
Für die Gleichspannungsversorgung kleinerer Geräte gibt es eine große Auswahl verschiedenster kleinerer Netzgeräte, die teilweise als Steckernetzgeräte (Abb. 15.1) oder als Tischgeräte ausgelegt sind. Einige dieser Steckernetzgeräte sind als reine Transformatoren ausgeführt, von denen ausgangsseitig nur eine niedrigere Wechselspannung bezo-

gen werden kann. Bei Netzgeräten, die Gleichspannung liefern, ist beim Kauf darauf zu achten, ob die von ihnen gelieferte Spannung *un-stabilisiert* oder *stabilisiert* ist, wie hoch sie ist und für welche maximale Stromabnahme/Ausgangsleistung sie ausgelegt ist. Zudem gibt es solche Netzgeräte wahlweise in herkömmlicher Ausführung oder mit einem *Schaltnetzteil*.

Geräte mit Schaltnetzteil arbeiten energiesparend, denn es erhöht die ihm zugeführte Netzfrequenz (50 Hz) elektronisch auf eine wesentlich höhere Frequenz (von z. B. 100 kHz), die mit einem hohen Wirkungsgrad transformiert wird. Die dadurch erzielte Einsparung der Energieverluste gewinnt allerdings nur dann an Bedeutung, wenn ein solches Netzgerät häufiger und je-



**Abb. 15.1** – Handelsübliche Steckernetzgeräte sind in vielen Ausführungen erhältlich.



**Abb. 15.2** – Umbau eines Akku-Bohrschraubers auf Netzbetrieb.

## 15 Netzgeräte anstelle von Batterien?

weils länger betrieben wird. Andernfalls rechtfertigt der Aufpreis die tatsächliche Energieeinsparung, die kürzere Lebensdauer und die erhöhte Störungsanfälligkeit dieser Gerätekategorie nicht.

In vielen Fällen ist es von Vorteil, wenn man sich eine einfache Gleichspannungsversorgung selbst baut, um z. B. ein Akkuwerkzeug auch dann noch betreiben zu können, wenn seine Akkus unbrauchbar sind. Zudem benötigt manches Werkzeug einen höheren Strom oder eine höhere Versorgungsspannung, als ein handelsübliches Steckernetzgerät liefern kann. Die dafür erforderlichen Bauteile sind preiswert, da für diesen Zweck Restposten-Trafos verwendet werden können, die sekundär nur für annähernde Spannung und Leistung ausgelegt sind. Ein konkretes Beispiel zeigt, wie ein kleiner Akku-Bohrschrauber zu einem netzbetriebenen Werkzeug (Abb. 15.2) modifiziert wird.

Die meisten der kleinen Gleichstrommotoren, die in solchen Werkzeugen angewendet werden, sind herstellerseitig für einen breiteren Spannungsversorgungsbereich ausgelegt. In den Datenblättern solcher Elektromotoren steht dann z. B., dass sie für eine Versorgungsspannung von 4,5 bis 9 Volt oder von 5 bis 12 Volt ausgelegt sind.

Gleichstrommotoren aus Akkugeräten dürfen von einem Netzgerät sowohl eine etwas niedrigere als auch eine etwas höhere Versorgungsspannung erhalten. Bei einer niedrigeren Versorgungsspannung laufen sie etwas langsamer und büßen etwas an Leistung ein, bei einer etwas höheren Versorgungsspannung laufen sie wiederum schneller und leisten mehr. Wenn die Spannung aber zu hoch wird, erwärmen sich die Geräte zu sehr.

Wichtig ist, dass das Netzgerät einen ausreichend hohen Strom für den Motorantrieb liefern kann. Leider ist oft weder in den Unterlagen noch am Werkzeug selbst ein Hinweis darauf zu finden, welchen Strom der

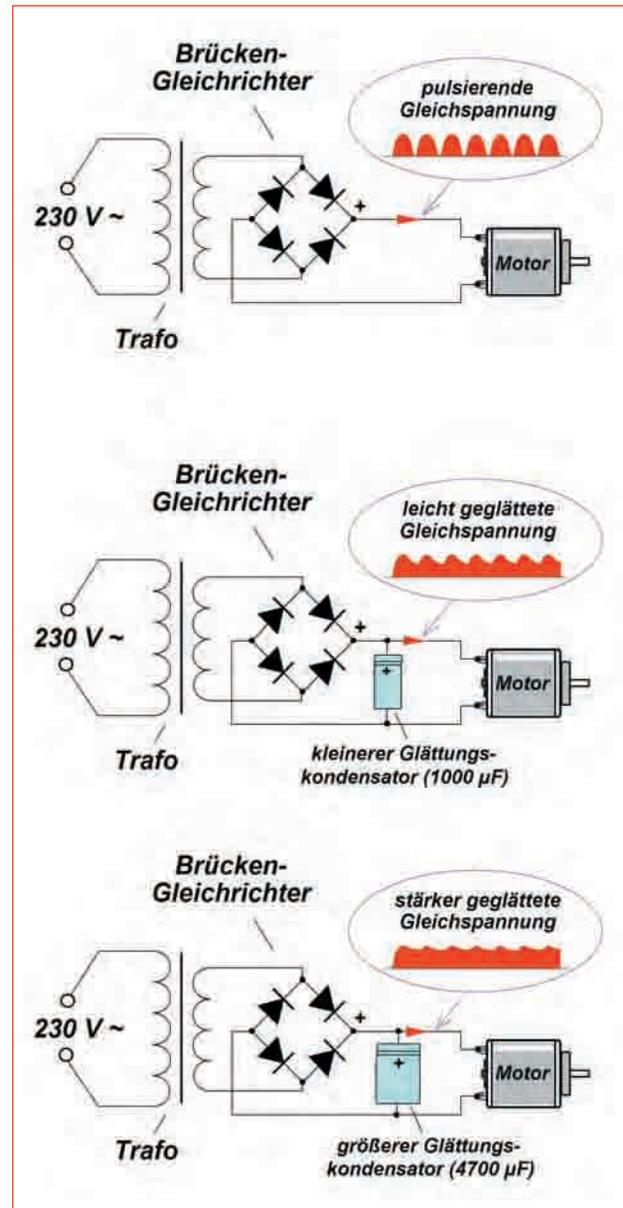


Abb. 15.3 – Glättung der pulsierenden Gleichspannung mit einem Glättungskondensator.

## 15 Netzgeräte anstelle von Batterien?

Elektromotor bezieht. Bei den meisten kleineren und mittelgroßen Werkzeugen, die ihre Stromversorgung aus Rundakkus beziehen, liegt der Stromverbrauch zwischen ca. 2 und 4 A. Die Stromabnahme variiert jedoch mit der Belastung und diese kann, z. B. bei Akkuschaubern, sehr unterschiedlich sein. Der vom Elektromotor bezogene Strom steigt mit der Belastung stark. Ist der Trafo unterdimensioniert, kann er den benötigten Strom und die benötigte Leistung (Spannung  $\times$  Strom) bei kräftigerer Belastung nicht aufbringen, Das Werkzeug ist dann nur für weniger anspruchsvollen Einsatz brauchbar. Wenn dagegen die Sekundärwicklung des Trafos für einen wesentlich höheren Strom ausgelegt ist als das Werkzeug benötigt, schadet es nicht. Das Netzgerät wird dadurch allerdings etwas schwerer und teurer.

Das Selbstbau-Netzgerät in Abb. 15.2 ist nicht stabilisiert und seine Ausgangsspannung ist nicht perfekt gleichgerichtet, sondern beinhaltet noch recht tiefe 100-Hertz-Rillen, deren Ursache und Glättungsprinzip in Abb. 15.3 bildlich erläutert werden: Ohne einen Glättungskondensator erhält der Motor (Gleichstrom-Motor) nur eine pulsierende Gleichspannung (Abb. 15.3). Diese pulsierende Gleichspannung kann mit einem elektrolytischen Glättungskondensator etwas geglättet werden. Je höher die Kapazität des Kondensators und je niedriger die Stromabnahme, desto besser ist die Glättung. Allerdings hat hier die Glättung ihre Grenzen: Bei dieser Form der Glättung bleiben in der

Gleichspannung Rillen. Für den Antrieb einfacher Gleichstrommotoren – von z. B. Akkuwerkzeugen – genügt jedoch eine Gleichspannung mit Rillen.

Für die Stromversorgung elektronischer Geräte ist jedoch eine gut (bis perfekt) geglättete Gleichspannung erforderlich. Die einfachste und perfektteste Glättung der vom Gleichrichter gelieferten Gleichspannung wird bei einem Selbstbau-Netzgerät mithilfe eines zusätzlich integrierten Festspannungsreglers nach Abb. 15.4 erzielt.

Hier wurde für die Spannungsregelung ein 1-Amperere-Festspannungsregler verwendet. Theoretisch hätte zwar ein 500-mA-Festspannungsregler genügt, aber diese „Winzlinge“ sind für experimentelle Schaltungen nicht strapazierfähig genug. Für Netzgeräte mit höheren Strömen gibt es auch Festspannungsregler von 2 A, 5 A, 10 A usw. sowie *einstellbare Spannungsregler*, die z. B. nach Abb. 15.5 angeschlossen werden. Mit einstellbaren Spannungsreglern kann die Ausgangsspannung z. B. zwischen ca. 1,2 und 37 V eingestellt werden – vorausgesetzt der angewendete Transformator liefert sekundär eine ausreichend hohe Spannung. Falls die maximale Spannungsgrenze von 37 V nicht beansprucht wird, kann die Sekundärspannung des Transformators beliebig niedriger gewählt werden. Das Gleiche gilt auch für den benötigten Ausgangsstrom, der in unserem Beispiel nicht auf die volle Leistung des Spannungsreglers, sondern nur auf den tatsächlichen Bedarf abgestimmt ist.

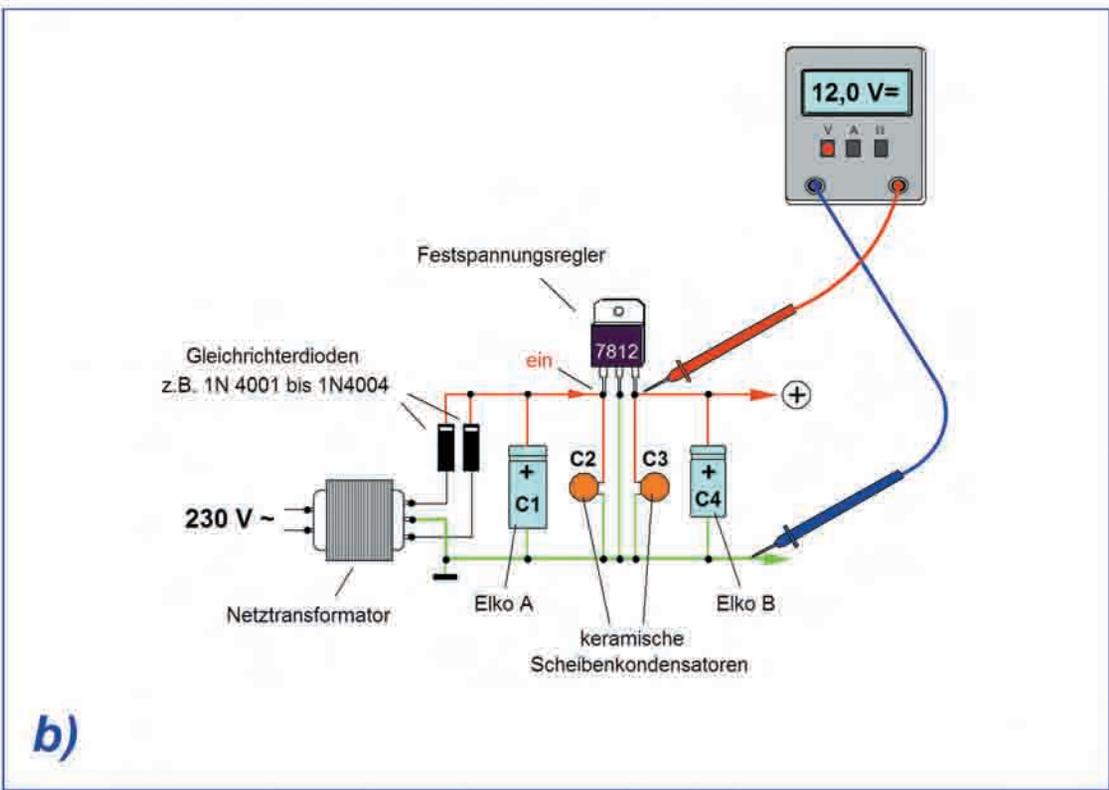
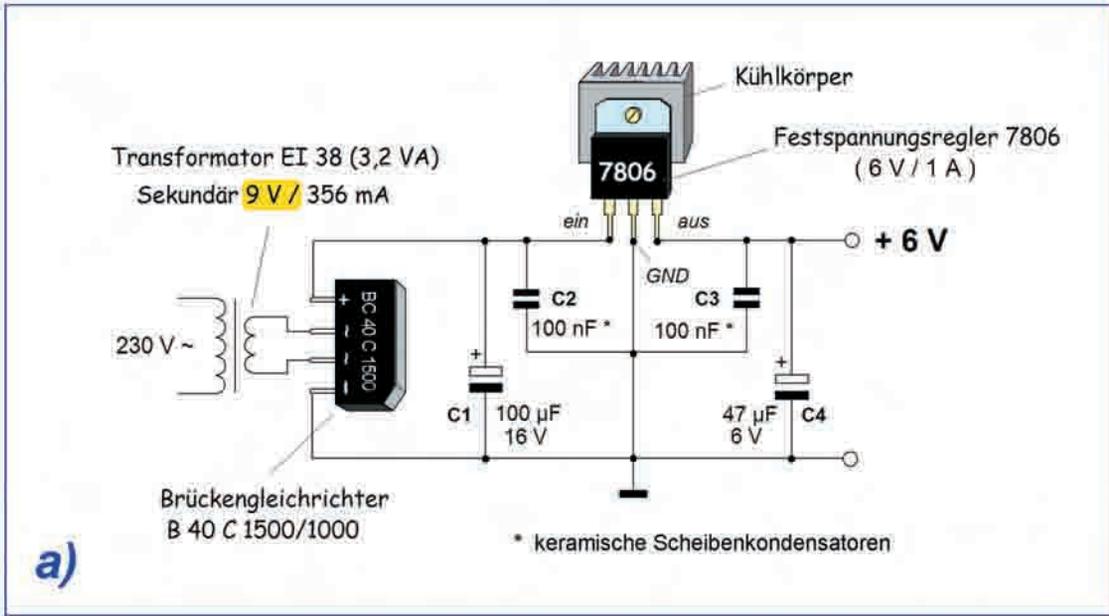


Abb. 15.4 – Glättung der pulsierenden Gleichspannung mithilfe eines Festspannungsreglers: a) Beispiel mit einem Brückengleichrichter. b) Beispiel mit einem Zweipunktgleichrichter und mit bildlich dargestellten Bauteilen.

# Akkus und Batterien richtig pflegen und laden

Wiederaufladbare Batterien, kurz „Akkus“, werden in vielen Geräten eingesetzt – im Hobby, in der Freizeit sowie im täglichen Leben sind sie nicht mehr wegzudenken. Ersatzakkus sind häufig teuer und oft nur schwer erhältlich. Deshalb sind für Batterien und Akkus die optimale Pflege und das richtige Laden unentbehrlich.

Worauf ist zu achten?

Welche Ladegeräte sind am besten?

Mit welchen Akku-Vergleichstypen lassen sich Kosten sparen?

In diesem Praxisbuch finden Sie Antworten auf Ihre Fragen – garantiert objektiv, aus Sicht der Technik und der Kosten.

Wenn Sie auf das richtige Laden von Akkus achten, erhöhen Sie die Lebensdauer und können damit Geld sparen. Deshalb sollten Sie Batterien richtig pflegen und Akkus richtig laden, egal in welchen Geräten sie eingesetzt sind.

Vermeiden Sie Fehler beim Laden und voreilige Investitionen bei der Auswahl des richtigen Ladegeräts. Welches Ladegerät für welchen Einsatzzweck am besten geeignet ist, wie Sie es richtig handhaben und worauf Sie beim Kauf achten müssen, lesen Sie in diesem Buch.

Außerdem sollten Sie wissen, welche Akkus sich für ein Vorhaben am besten eignen oder wo Sie Gold-Caps als vorteilhafte Energiespeicher verwenden können.

Mit vielen Abbildungen und Zeichnungen zeigt Ihnen der Autor aus der Praxis, wie Sie auch Akkus und Speicherkondensatoren mit einer Solarzelle laden können. Dazu runden diverse praxiserprobte Anleitungen für den Selbstbau dieses Werk ab.

## Aus dem Inhalt

- Eigenschaften von Batterien und Akkus
- Ladetechniken
- Ladegeräte – darauf sollten Sie beim Kauf achten
- Selbstentladung, Kapazität, Nennspannung

## Zum Autor

Bo Hanus zählt zu den erfahrensten Autoren von „DO-IT!“-Büchern. Mit seinen etwa 50 Ratgebern zu den verschiedensten Themen hat er wohl manchem aus der sprichwörtlichen Patsche geholfen.

Leicht gemacht, Geld und Ärger gespart!

Besuchen Sie uns im Internet: [www.franzis.de](http://www.franzis.de)

EUR 14,95 [D]

ISBN 978-3-7723-4389-6



9 783772 343896