

# Energie-Blitz

Ausgabe 2014

Das Magazin vom  
Elektro-Coach

## Themen

- 3 Veränderungen in der **Förderung von Solarstrom**
- 7 **Eigenverbrauch** von Solarstrom – Was es zu wissen gibt
- 10 **Solarstrom speichern** – Sinn oder Unsinn?
- 12 **Stromfresser:** Wie man sie erkennt und ausschaltet
- 14 **Elektrosicherheit** im Badezimmer
- 17 **Dimmen von LEDs** - ein Kinderspiel



**Elektrobedarf Troller**  
[www.elektrobedarf.ch](http://www.elektrobedarf.ch)

# Editorial von Patrick Troller



Patrick Troller  
Geschäftsführer Elektro Troller

Alles neu macht der August. Seit kurzem haben wir unseren optischen Auftritt aufgefrischt. Unsere 3 Kernkompetenzen, der Handel mit Elektromaterial, der Bau von Solaranlagen und die Installation von Stromspeichern treten unter der Dachmarke «Elektrobedarf Troller» vereint auf. Auf der neuen, umfangreichen Webseite finden Sie viele interessante und hilfreiche Informationen sowie diverse Angebote aus den drei Geschäftsbereichen. Highlights sind:

- Der neue Solarrechner, mit dem Sie die Kosten Ihrer Solaranlage online berechnen können.
- Das Monitoring eines Stromspeichers in Betrieb: Sie können «live», d.h. in Echtzeit, einen Stromspeicher eines ausgewählten Kunden beobachten – eine Premiere in der Schweiz.
- Im Bereich Elektromaterial sind FAQs dazugekommen. Diese beantworten wichtige, immer wieder auftauchende Fragen.
- Mittels Passwort können unsere Solaranlagen-Kunden jederzeit online auf sämtliche Anlagenparameter und das Anlagenhandbuch zugreifen.

- Neu im Angebot ist der Bauteile-Service: Wir suchen Ihr elektrisches Bauteil.

Diesen Sommer wurde ein umfassender Katalog mit nahezu allen Angeboten produziert und verschickt. Wenn Sie noch keinen erhalten haben oder ein weiteres Exemplar benötigen, senden wir Ihnen gerne eines zu. Am einfachsten bestellen Sie Ihren Troller-Elektromaterial-Katalog ebenfalls auf der neuen Webseite.

Und was ist sonst noch neu? Diverse neue Broschüren aus dem Bereich Solaranlagen sind entstanden. Am besten besuchen Sie einen der drei Troller-Standorte in Ittigen (BE), Luzern oder Zofingen und decken sich ein. Sie können sich die Informationen auch bequem nach Hause holen. Abonnieren Sie doch den neuen Newsletter und ab sofort erhalten Sie regelmässig tolle Neuigkeiten zugeschickt. Ich freue mich ausserordentlich auf einige tolle Events und Ausstellungen in nächster Zeit. Diese sollten Sie auf keinen Fall verpassen. Weitere Informationen sind auf – Sie haben es erraten – der neuen Webseite zu finden.

Viel Spass mit diesem Energie-Blitz.  
Herzliche Grüsse  
Patrick Troller

## Impressum

Magazin Energie-Blitz: Herausgegeben von Elektrobedarf Troller, Ausgabe 2014, September 2014  
 Auflage: 20'000 Stück  
 Verantwortlicher Inhalt: Patrick Troller, Geschäftsleiter  
 Idee und Konzept: Martin Aue, www.marketlink.ch  
 Redaktion: Patrick Troller, Martin Aue  
 Lektorat: Christine Becker  
 Textquellen: EM ELECTROCONTROL AG (Stromfresser), BFE www.bfe.admin.ch, www.swissgrid.ch (Veränderungen in der Förderung von Solarstrom)  
 Abbildungen: Elektrobedarf Troller (eigenes Bildarchiv), Marketlink GmbH (Bildarchiv), www.istockphoto.com, fotolia.com, www.bodyshoot.ch  
 Gestaltung, Druck: artos media, Zofinger Tagblatt AG

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung

# Veränderungen in der Förderung von Solarstrom

Der Bundesrat hat die Tarife für die kostendeckende Einspeise-Vergütung KEV und für die Förderung von Solaranlagen 2014 neu festgelegt. Die KEV-Warteliste soll beschleunigt abgebaut werden. In einem ersten Schritt werden alle Anlagen bis 15. 6. 2011 freigegeben. Damit werden über 4'000 Projekte mit einer zusammengezählten Leistung von 150 Megawatt aktiviert.

**Die wesentlichen Neuerungen im Überblick**  
 Ab dem 1. Januar 2014 gelten folgende Neuerungen: Die KEV Vergütungsdauer be-

trägt neu 20 Jahre. In der restlichen Betriebszeit der Anlage soll die PV-Anlage den Stromeigenbedarf der eigenen Anlage decken und so Strombezugskosten einsparen. Anlagen, die kleiner als 10kWp sind, werden mit einer Einmalvergütung unterstützt. Anlagen grösser als 10kWp bis maximal 30kWp haben die Wahlfreiheit zwischen einer Einmalvergütung und den neuen KEV Tarifen über 20 Jahre. Anlagen grösser als 30kWp werden mit den neuen KEV Tarifen unterstützt.



Veränderungen in der Förderung von Solarstrom im Überblick.

Die bisherige automatische jährliche Absenkung der Vergütungssätze um 8% entfällt. Die Photovoltaik-Vergütungssätze werden jedoch per 1. Januar 2015 neu berechnet und den Marktentwicklungen angepasst. Integrierte Anlagen mit einer Nennleistung grösser als 100 kW gelten als

angebaute Anlagen. Dementsprechend gilt für die Berechnung der Vergütung der Aufdach-Tarif. Integrierte Anlagen sind Anlagen, welche in Bauten integriert sind und neben der Stromproduktion zusätzlich dem Wetterschutz, dem Wärmeschutz oder der Absturzsicherung dienen.

Kategorie	Einheit	2010*	2011*	2012*	2013*	2014*
Angebaut	CHF pauschal	2450	1900	1600	1500	1400
	CHF / kWp	1850	1450	1200	1000	850
Integriert	CHF pauschal	3300	2650	2200	2000	1800
	CHF / kWp	2100	1700	1400	1200	1050

\*Jahr der Inbetriebnahme

Höhe der Einmalvergütung EIV

Für weitere Auskünfte zu Ihrem Bauvorhaben oder zur genauen Berechnung der Vergütung stehen Ihnen die Mitarbeiter von Elektrobedarf Troller gerne zur Verfügung.

#### **Fragen und Antworten zu den neuen KEV-Photovoltaik-Tarifen 2014**

Die nachstehenden Fragen und Antworten betreffen die Anlagen der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) und nicht jene, die von der neuen Einmalvergütung für kleinere Photovoltaik-Anlagen (einmalige Investitionshilfe) profitieren werden.

#### **Wie viele Anlagen der KEV-Warteliste werden 2014 freigegeben?**

Im Jahr 2014 wird ein Photovoltaik-Kontingent von rund 150 MW (ca. 4'000 Anlagen) freigegeben. Damit können alle Anlagen freigegeben werden, die sich bis zum 15. Juni 2011 angemeldet haben (nicht nur Photovoltaik-Anlagen, sondern auch Kleinwasserkraft-, Wind-, Biomasse- und Geothermie-Kraftwerke).

#### **Ich habe 2013 einen positiven Bescheid erhalten und meine Anlage 2013 gebaut. Welchen Tarif erhalte ich für welche Dauer?**

Ihre Anlage wird aufgrund der Rechtslage von 2013 behandelt und erhält den Tarif 2013 während 25 Jahren.

#### **Ich habe 2013 einen positiven Bescheid erhalten, werde meine Anlage jedoch erst 2014 bauen können. Welchen Tarif erhalte ich für welche Dauer?**

Sie haben den positiven Bescheid 2013 erhalten. Damit wird Ihre Anlage gemäss der Rechtslage von 2013 behandelt. Sie erhält den um 8% verringerten Tarif von 2013 (Art. 4.1 Anhang 1.2 Energieverordnung) während 25 Jahren. Sie haben zwei Jahre Zeit, Ihre Photovoltaik-Anlage zu errichten und in Betrieb zu nehmen. Bauen Sie Ihre Anlage nicht innerhalb dieser Frist, müssen Sie sich für die KEV erneut anmelden und stellen sich dann wieder am Ende der Warteliste an.

#### **Ich werde 2014 einen positiven Bescheid bekommen und meine Anlage 2014 bauen. Welchen Tarif erhalte ich für welche Dauer?**

Diese Anlage fällt unter das neue Recht. Sie wird den Tarif 2014 während 20 Jahren erhalten.

#### **Ich habe mich 2013 auf der Warteliste eingetragen, jedoch keinen positiven Bescheid bekommen. Meine Anlage habe ich gleichwohl 2013 gebaut. Welchen Tarif erhalte ich für welche Dauer?**

Für die Bestimmung der Tarife ist das Datum der Inbetriebnahme ausschlaggebend, in Ihrem Fall also das Jahr 2013. Die Anlage bleibt auf der Warteliste, bis diese bis zu ihrem War-

telistenplatz abgebaut ist (was mehrere Jahre dauern kann) und Sie einen positiven Bescheid erhalten. Ab diesem Tag wird Ihre Anlage den Tarif 2013 während 25 Jahren erhalten, verringert um die Zahl Jahre auf der Warteliste. Wenn der positive Bescheid also im Jahr 2016 erfolgt, erhalten Sie den Tarif 2013 während 22 Jahren (25 minus 3).

#### **Ich habe mich 2013 auf der Warteliste eingetragen, jedoch keinen positiven Bescheid bekommen. Meine Anlage werde ich 2014 bauen. Welchen Tarif erhalte ich für welche Dauer?**

Diese Anlage steht unter neuem Recht. Sobald der positive Bescheid vorliegt, erhalten Sie den Tarif 2014 während 20 Jahren, verringert um die Zahl der Jahre auf der Warteliste. Wenn der positive Bescheid also im Jahr 2016 erfolgt, erhalten Sie den Tarif 2014 während 18 Jahren (20 minus 2).

#### **Ich habe bereits 2011 eine Anlage von 50 kW gebaut und werde sie 2014 um weitere 40 kW erweitern. Welchen Tarif erhalte ich für welche Dauer?**

Das Bezugsjahr für die Dauer der Vergütung ist das Inbetriebnahmejahr der Anlage (in diesem Fall 2011). Die Vergütungsdauer ist im ersten Vertrag festgelegt (in diesem Fall 25 Jahre). Die Vergütung nach der Erweiterung ergibt sich aus einem Mischsatz, der nach Leistung der Anlagen gewichtet ist. Zum Beispiel: (50 kW x Tarif 2011 + 40 kW Tarif x 2014) / (50 kW + 40 kW). Diese Vergütung wird bis 2036 vergütet (2011 + 25 Jahre).

#### **Ich will eine integrierte Anlage von 120 kW bauen. Wird dies durch die neue Verordnung untersagt?**

Nein. Aber Anlagen mit mehr als 100 kW können nicht von den Tarifen für integrierte Anlagen profitieren, sondern erhalten den Tarif für angebaute Anlagen.

#### **Ich will 2014 eine Anlage mit zwei Solarzellenflächen bauen. Sie wird aus einer integrierten Fläche von 70 kW und einer angebauten Fläche von 50 kW bestehen. Kann ich für die 70 kW den Tarif für integrierte Anlagen erhalten?**

Nein, die Gesamtleistung der Anlage übersteigt 100 kW. Die ganze Produktion wird daher mit dem Tarif für angebaute Anlagen vergütet.

#### **Ich habe bereits 2009 eine integrierte Anlage von 70 kW gebaut und bekomme dafür die KEV. 2014 möchte ich sie um zusätzliche 50 kW vergrössern. Welchen Tarif erhält die neue Anlage und in welche Kategorie wird sie eingeteilt?**

Die Anlage wird eine Gesamtleistung von mehr als 100 kW erreichen und kann deshalb nicht vom Tarif für integrierte Anlagen profitieren. Die zusätzlichen 50 kW werden daher den Tarif für angebaute Anlagen erhalten, und dies bis zum Ablauf des Vertrags im Jahr 2034 (2009 + 25 Jahre). Die Vergütung wird gemäss der Leistung gewichtet: (70 kW x Tarif integriert 2009 + 50 kW x Tarif angebaut 2014) / (70 kW + 50 kW).

#### **Meine Anlage habe ich schon gebaut, erhalte jedoch noch keine KEV. Wie kann ich meinen Strom verkaufen?**

Das Beste ist, Sie verbrauchen so viel Strom wie möglich selbst (Eigenverbrauch). Damit sparen Sie pro kWh ca. 20 Rappen. Den Überschuss können sie auf dem Strommarkt verkaufen: Die Elektrizitätsunternehmen müssen den Strom abnehmen (der Preis schwankt von Werk zu Werk und beträgt zwischen 5–15 Rp./kWh). Zusätzlich kann der ökologische Mehrwert an einer Ökostrombörse oder ebenfalls an das lokale Elektrizitätsunternehmen verkauft werden (Erlös 1–5 Rp/kWh). Ein Ökostrombörsen-Verzeichnis gibt's hier: <http://www.energieschweiz.ch/de-ch/energieerzeugung/oekostromvermarktung/oekostromboersen.aspx>

#### **Fragen und Antworten zur Einmalvergütung**

Die nachstehenden Fragen und Antworten betreffen die Anlagen, die von der neuen Einmalvergütung für kleinere Photovoltaik-Anlagen (einmalige Investitionshilfe) profitieren werden.

#### **Welche Anlagen können Einmalvergütung beantragen?**

Die Anlage muss grösser 2 kWp und kleiner 30 kWp (ca. 200 m<sup>2</sup> Modulfläche) sein.

#### **Wie hoch ist die Einmalvergütung?**

Die Einmalvergütung wird gemäss Tabelle «Höhe der Einmalvergütung» berechnet. Sie beträgt ca. 30% der Anlagekosten.



**Wie komme ich zur Einmalvergütung?**

Die Einmalvergütung wird erst ausbezahlt, wenn die Anlage in Betrieb ist. Zudem muss der Swissgrid eine vollständige Inbetriebnahmemeldung (Beglaubigte Anlagedaten mit Originalunterschrift) und das Formular «Zahlungsinformationen» (Angaben zur Bankverbindung) eingereicht werden. Falls es sich um eine integrierte Anlage handelt («Indach-Anlage») müssen zusätzlich Bilder der Anlage eingereicht werden.

**Wie schnell erhalte ich das Geld – besteht für die Einmalvergütung eine Warteliste?**

Für die Einmalvergütung besteht keine Warteliste, die Mittel sind nicht wie beim KEV limitiert. Trotzdem muss mit einer Frist von ca. 1 Jahr gerechnet werden, bis die Gelder tatsächlich fliessen. Die lange Zahlungsfrist ist technisch bedingt und rührt daher, dass das System der Einmalvergütung neu ist und Swissgrid immer noch über 20'000 KEV-Gesuche, die zur Einmalvergütung wechseln können, abarbeiten muss.

**Kann ich die Einmalvergütung kassieren und später am KEV-System teilnehmen?**

Nein, man kann entweder von der Einmalvergütung profitieren oder am KEV-System teilnehmen. Je nach Anlagengrösse und Anmeldedatum hat man die Wahl (siehe Grafik Veränderungen in der Förderung von Solarstrom im Überblick)

**Wer kauft meinen Strom, nachdem ich die Einmalvergütung kassiert habe?**

So viel Sonnenstrom wie möglich wird selber

konsumiert. Der überschüssige Strom muss vom örtlichen Elektrizitätswerk mindestens zum Marktpreis abgekauft werden. Zusätzlich können Sie den ökologischen Mehrwert an einer Ökostrombörse oder ebenfalls dem Elektrizitätswerk verkaufen.

**Wie teuer ist die selber produzierte kWh Sonnenstrom nach Einmalvergütung?**

Dies hängt immer von diversen Faktoren ab, z.B. wie gross die Anlage ist, wie aufwändig der Bau wird und zu welchem Satz die Investition verzinst werden soll.

Im Durchschnitt betragen die Kosten pro selber produziertes kWh Sonnenstrom einer Einfamilienhaus-Aufdachanlage (70 m<sup>2</sup>) ca. 10–15 Rappen (Zinssatz 3%). Diese Kosten sind wesentlich tiefer als der derzeitige Preis vom Elektrizitätswerk und bleiben für 25 Jahre konstant – im Gegensatz zum Strompreis, der von Jahr zu Jahr steigen kann.

**Welche Vorteile bietet das System der Einmalvergütung?**

Die Einmalvergütung lohnt sich, falls am Ort der Produktion auch Strom verbraucht wird. Da keine Warteliste besteht, kann der Investor die Anlagekosten sicher kalkulieren. Der errechnete Strompreis und die errechnete Rendite können zuverlässig erzielt werden. Zudem begibt sich der Anlagenbetreiber nicht wie beim KEV in eine bis zu 25 Jahre dauernde Abhängigkeit mit Swissgrid. Er kann frei und unabhängig entscheiden. Auch interessant ist die Einmalvergütung in Kombination mit einem Elektrofahrzeug oder einem Stromspeicher.

**Aktuell: Swissgrid zahlt Einmalvergütung**

Swissgrid beginnt im August 2014 mit der Auszahlung der vom Parlament beschlossenen Einmalvergütung für kleinere Solaranlagen. Bis Mitte August sind bei der Nationalen Netzgesellschaft 50 000 Anmeldeungen für die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) eingetroffen – obwohl die Förderbeiträge laufend sinken. Dies beweist den ungebrochenen Willen einer breiten Bevölkerung, selbst in die Energiewende zu investieren. Seit Mai 2011 seien jeden Monat im Schnitt 1000 Gesuche eingereicht worden. Bis zum 4. August 2014 hätten 9965 Projekte einen positiven Bescheid erhalten, 38 487 Projekte befanden sich zum Stichtag auf der Warteliste. Um diese Warteliste abzubauen, wurde im Frühling 2014 die sogenannte Einmalvergütung eingeführt. Damit können Photovoltaik-Anlagen mit einer Leistung bis zu 30 Kilowatt-Peak (kWp) mit einer einmaligen Zahlung gefördert werden. Für die Einmalvergütungen hat das Bundesamt für Energie in den Jahren 2014 und 2015 rund 270 Millionen Franken veranschlagt.

## Eigenverbrauch von Solarstrom – Was es zu wissen gibt

Viele, die sich entscheiden zum Beispiel ihre private Dachfläche für Sonnenergie zu nutzen, tun dies auch in Hinblick auf den sogenannten Photovoltaik Eigenverbrauch. Wer Solarenergie produziert, der will sie in der Regel auch gerne selber nutzen und selber verbrauchen.

Dass der **Photovoltaik Eigenverbrauch** eine autonome, günstige und nachhaltige Alternative zu konventionellem Strombezug bietet, ist schon vielen bewusst geworden und der Trend zeigt, dass auch in Zukunft immer mehr Leute Solarenergie für ihren Haushalt nutzen wollen.

**Solarstrom verkaufen oder für den PV-Eigenverbrauch nutzen?**

Für Anlagen ohne KEV-Vergütung ist es immer besser, möglichst viel Solarstrom selber zu nutzen. Für Anlagen mit KEV-Vergütung kann es lukrativer sein, die gesamte Energie ans Netz abzugeben.

**Wie lässt sich Photovoltaik Eigenverbrauch realisieren?**

Wer Sonnenergie zum Eigenverbrauch nutzen möchte, der hat meist irgendwann realisiert, dass es sich weder ökonomisch noch ökologisch lohnt, weiterhin zu 100% auf konventionellen Strom der grossen Konzerne zu setzen. Eigenverbrauch von Solarstrom ist im Trend und das zu Recht – denn dank neuester Technologien und Weiterentwicklung lässt sich mit eigener Solarenergie ein hoher Anteil der im Haushalt anfallenden Strommenge durch den selbst produzierten Solarstrom abdecken.



- Mit dem PV-Eigenverbrauch machen Sie sich autark von Stromkonzernen und öffentlichen Netzen.
- Sie leisten Ihren Beitrag zum Umweltschutz, indem Sie mehr Sonnenergie selber nutzen und so regenerative Energien fördern.
- Sie entlasten das Stromnetz.
- Sie sparen Geld und sind unabhängig von steigenden Strompreisen.

Wer das Projekt «**Photovoltaik Eigenverbrauch**» angehen möchte, braucht natürlich zuerst eine eigene Photovoltaikanlage. Abhängig von Grösse und Ausrichtung des Daches, der Lage des Hauses und vielen anderen Faktoren lässt sich unterschiedlich viel Sonnenergie produzieren und somit auch ein unterschiedlich hoher Eigenverbrauch realisieren. In einem durchschnittlichen Einfamilienhaus kann man ohne Optimierungen ca. 30% des erzeugten Stromes selber nutzen. Durch Optimierungen wie z.B. Verbrauchersteuerungen oder Stromspeicher lässt sich der Eigenverbrauch auf bis zu 85% steigern.

**Solarstrom-Speicherlösungen steigern Eigenverbrauch**

Das Prinzip des Solarstroms sorgt für ganz natürliche Höhen und Tiefen in der Stromproduktion. In sonnenreichen Stunden wird viel Strom produziert, nachts gar keiner. Tagsüber, wenn die Sonne scheint, ist ein hoher Photovoltaik Eigenverbrauch möglich und nachts gar keiner, da auch kein Strom produziert wird. Moderne Speicherlösungen für den Solarstrom sorgen dafür, dass dieses Problem behoben wird und die Effizienz des Eigenverbrauchs gesteigert wird.

Die Solarstrom-Speicherlösungen speichern den tagsüber generierten Strom und versorgen damit abends und in der Nacht den Haushalt.

Wenn zum Beispiel in sonnenreichen Stunden die Produktion von Solarstrom hoch, der Eigenverbrauch der Energie aber eher niedrig ist (da zum Beispiel im Haushalt keine Lichter brennen), wird der Strom gespeichert. Wenn die Sonne untergeht, also kein Strom mehr produziert wird, die benötigte Menge Strom im Haushalt aber grösser wird, kann der Strom aus den Akkus zum Eigenverbrauch von Strom verwendet werden. Wer seinen Solarstrom selber verwendet, macht sich so auch in Stunden,

in denen wenig oder kein Solarstrom produziert wird, autark vom öffentlichen Netz.

**Eigenverbrauchssteigerung durch Verbrauchersteuerung**

Durch gezieltes Schalten energieintensiver Verbraucher kann der Eigenverbrauch optimiert werden. Einfache, kostengünstige Systeme messen die momentan produzierte Sonnenenergie und schalten ab einer vom Benutzer festgelegten Produktionshöhe Verbraucher nach Wahl zu oder weg. Der Eigenverbrauchsgrad lässt sich so um ca. 7 Prozentpunkte steigern.

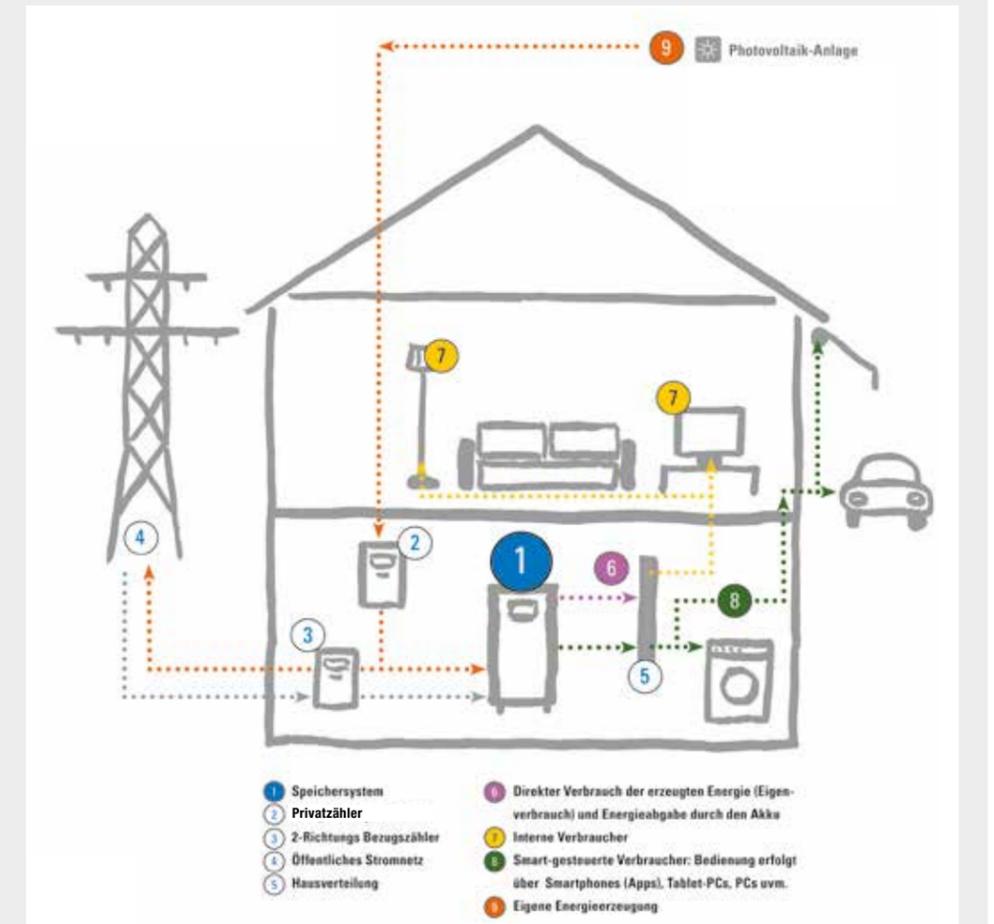
Komplexere Systeme messen alle Energieströme (Produktion und Verbrauch) und schalten je nach Überschuss Verbraucher zu oder weg. Damit lässt sich der Eigenverbrauchsgrad um ca. 10 Prozent steigern.

Ohne Kosten optimieren kann der Photovoltaikbesitzer seinen Eigenverbrauch, indem er sein Verhalten der Sonne anpasst. Mit einer Photovoltaikanlage macht es Sinn, die Abwasch- und Waschmaschine tagsüber laufen zu lassen. Mit der Verhaltensanpassung des Verbrauchers lässt sich der Eigenverbrauchsgrad um ca. 7 Prozent steigern.

**Eigenverbrauch von Solarstrom**

**Worum geht es beim Recht auf Eigenverbrauch?**

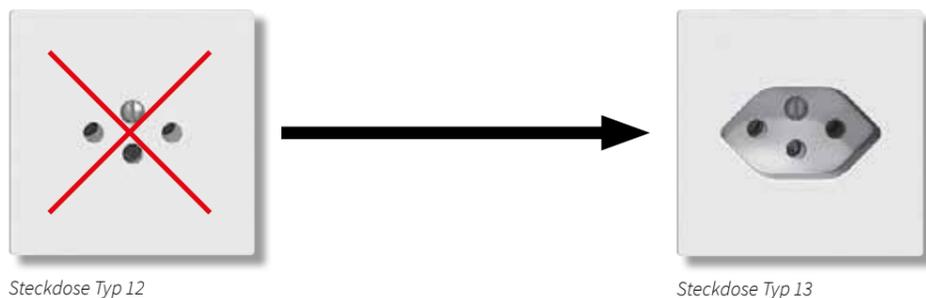
Produzenten erneuerbarer Energie haben das explizite Recht, die selbst produzierte Energie am Ort der Produktion zeitgleich selber zu verbrauchen (Eigenverbrauch). Nur die tatsächlich ins Netz eingespeiste Energie wird als eingespeist behandelt und vergütet. Die Energieflüsse im Falle von Eigenverbrauch sind hier grafisch dargestellt:



Schema Eigenverbrauch von Solarstrom mit Stromspeicher

**Einblicke in die NIN 2015: Typ 12 wird durch Typ 13 ersetzt**

Die Steckdose Typ 12 darf noch bis 31.12.2016 neu installiert oder versetzt werden. Ab 2017 sind nur noch Steckdosen mit Schutzkragen (Typ 13) erlaubt.



Steckdose Typ 12

Steckdose Typ 13

# Solarstrom speichern – Sinn oder Unsinn?



Warum überhaupt Solarstrom speichern? Meist sind es wirtschaftliche oder idealistische Beweggründe, die Besitzer und Interessenten einer Photovoltaikanlage veranlassen über einen Solarstromspeicher nachzudenken. Sei es der Wunsch, mehr Strom aus der eigenen Photovoltaikanlage auch selbst verbrauchen zu können; das pure Interesse an dieser neuen Technologie oder einfach die Überlegung, sich mit einem Stromspeicher unabhängiger von steigenden Strompreisen und vom Elektrizitätswerk machen zu wollen.

Noch vor einigen Jahren war die Sachlage bei einer privaten Photovoltaikanlage klar: möglichst viel des erzeugten Stroms ins Netz einspeisen. Einerseits war der Eigenverbrauch in der Schweiz noch gar nicht zugelassen und andererseits lag die Einspeisevergütung noch vor wenigen Jahren deutlich über dem Preis von normalem Haushaltsstrom. Das Motto lautete also: Den ganzen Strom teuer an den Netzbetreiber verkaufen und günstigeren Haushaltsstrom einkaufen. In dieser Zeit war dieser Vorgang ein klassisches Plus-Geschäft und über das Speichern von Photovoltaikstrom dachte damals noch keiner nach. Heute ist die Situation anders.

Mit der Einmalvergütung wird der produzierte Solarstrom nicht weiter gefördert. Besitzer

von Photovoltaikanlagen versuchen daher, möglichst viel Sonnenstrom selber zu verbrauchen.

Mehr Informationen zum Thema Eigenverbrauch lesen Sie im Artikel «Eigenverbrauch von Solarstrom – Was es zu wissen gibt» und im Kasten auf Seite 9.

## Photovoltaik Strom speichern – So funktioniert's

Eine Steuerungseinheit im Solarstromspeicher regelt den Stromfluss zwischen der Photovoltaikanlage, dem Haushalt, dem Speicher und der Einspeisung ins öffentliche Stromnetz. Zuerst schaut die Speicher-Steuerung, ob der erzeugte Strom momentan im Haushalt verbraucht werden kann, zum Beispiel für den Kühlschrank. Übersteigt die Stromproduktion den momentanen Verbrauch wird der Solarstromspeicher aufgeladen. Ist der Speicher voll und produziert die Photovoltaikanlage noch immer mehr Strom als im Haushalt gebraucht wird, dann wird der überschüssige Strom ins Netz eingespeist.

Dabei wird die Speicherkapazität von Stromspeichern in der Regel so ausgelegt, dass der Haushalt möglichst vom Abend bis zum nächsten Morgen, wenn die Photovoltaikanlage wieder Strom produziert, mit Strom aus dem Speicher versorgt werden kann. Ist die Batterie vorzeitig leer oder entsteht zwischendurch eine hohe Spitzenlast im Haushalt, wird zusätzlich auf Netzstrom zurückgegriffen.

## Solarstrom speichern: der Autarkiegrad

Ziel beim Solarstrom speichern ist es, möglichst viel selbst erzeugten Strom von der Solaranlage auch selbst zu verbrauchen. Den Grad der Selbstversorgung gibt der sogenannte Autarkiegrad an. Inwieweit sich ein Haushalt durch Solarstromspeicher autark versorgen kann, hängt von der Planung und Auslegung der Photovoltaikanlage in Verbindung mit dem Speicher anhand des Lastprofils des Haushalts ab. Je höher der Autarkiegrad gewünscht wird, desto grösser muss der Stromspeicher

ausgelegt werden. Mit dem Einsatz des Stromspeichers «Knut» sind Autarkiegrade von über 75% keine Seltenheit.

## Ist das Speichern von PV Strom bezahlbar?

Ein Lithium-Solarstromspeicher für ein Einfamilienhaus kostet je nach Leistung und Ausführung zwischen CHF 16'000–30'000.–. Der Rohpreis für das selbst erzeugte Kilowatt Strom liegt bei einer PV-Anlage mit Stromspeicher bei ungefähr 17 Rappen.

## Was passiert bei Netzstromausfall?

Viele Speichersysteme sind USV-tauglich, d.h. sie schalten sich zu, sobald der Netzstrom ausfällt (USV = Unterbrechungsfreie Stromversorgung). Das Quartier wird dunkel, im Haus mit USV-tauglichem Speichersystem bleibt's hell. Entscheidend für die Qualität des Systems ist die Umschaltzeit, die der Speicher benötigt, um von Normalbetrieb auf USV-Betrieb umzuschalten. Umschaltzeiten unter 20 Millisekunden ermöglichen echte USV-Funktionalität, d.h. alle Geräte und Installationen laufen ohne Unterbruch weiter. Umschaltzeiten über 20 Millisekunden führen zu Unterbrüchen in der Installation, Computer und andere heikle Geräte laufen nicht unterbruchslos weiter – diese Speichersysteme sind beschränkt USV-tauglich.

## Worauf muss bei der Speicherwahl geachtet werden?

Das Speichersystem muss langlebig sein: Die Langlebigkeit hängt wesentlich ab von der eingesetzten Akku-Technologie und wird momentan einzig mit Lithium-Akkus erreicht. Lithium-Akkus haben den Vorteil, dass sie im Verhältnis zu anderen Akku-Technologien leicht und energiedicht sind. Auch können Lithium-Akkus nicht ausgasen oder auslaufen. Andererseits bedeutet die hohe Energiedichte der Lithium-Akkus immer auch eine höhere Brandgefahr. So kam es bereits zu ersten Brandfällen von Stromspeicher-Systemen in Deutschland. Es zeigte sich sehr rasch, dass bei diesen Systemen elementare Sicherheitsregeln missachtet wurden.

Das Speichersystem muss sicher sein: Um herauszufinden, ob ein Speichersystem sicher ist und dem Stand der Technik entspricht, hat das Karlsruher Institut für Technologie die

«Kurz-Checkliste für Li-Ion-Heim-speicher» publiziert. Je höher die Punktzahl, desto sicherer das System. Es empfiehlt sich daher dringend, vor dem Kauf eines Stromspeichers die KIT-Checkliste zu verlangen.

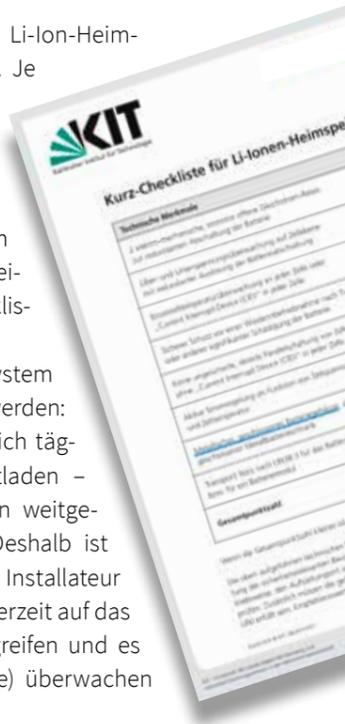
Das Speichersystem muss überwacht werden: Der Speicher wird sich täglich laden und entladen – von den Bewohnern weitgehend unbemerkt. Deshalb ist es wichtig, dass der Installateur und der Bauherr jederzeit auf das Speichersystem zugreifen und es (auch aus der Ferne) überwachen können.

## Was gilt es bei der Installation zu beachten?

Das Speichersystem muss richtig dimensioniert und installiert sein: Die Dimensionierung und Installation des Speichersystems erfordert einiges an bisher unbekanntem Praxiswissen. Erfahrung und Know-how sind unerlässlich. Elektroinstallation und Speichertechnik fliessen zusammen. So dürfen nur Firmen mit Installationsbewilligung vom Eidgenössischen Starkstrominspektorat ESTI Stromspeicher dimensionieren und installieren (Liste der erteilten Bewilligungen siehe unter <http://aikb.esti.ch/Default.aspx>). Der Aufstellort muss gut gewählt werden: Für Lithium-Speichersysteme ideal sind Umgebungstemperaturen zwischen 10–25° Celsius. Der Raum muss trocken sein und genügend Volumen aufweisen. Als Aufstellorte gut geeignet sind der Technikraum oder (temperierte) Kellerräume.

## Welchem Installateur schenke ich mein Vertrauen?

Bei der Installateurwahl kann man auf Bewährtes zurückzugreifen: Verlangen Sie vom Anbieter mindestens 3 Referenzen und prüfen Sie diese genau. Hat der Installateur bereits mindestens 3 Stromspeicher erfolgreich installiert und sind seine Kunden zufrieden, ist er mit hoher Wahrscheinlichkeit eine gute Wahl.



# Stromfresser: Wie man sie erkennt und ausschaltet

Jedes Jahr werden in der Schweiz viele Millionen zu viel für elektrischen Strom bezahlt – nur durch Elektrogeräte im Stand-by-Betrieb.

Seit die Energiekosten angestiegen sind, wird das Thema Stromverbrauch heiss diskutiert. Um Strom zu sparen, kann jeder einzelne mehr tun, als er denkt. Dafür muss man weder frieren noch am Hungertuch nagen. Es gilt einfach nur, die grössten Stromfresser unter den Haushaltsgeräten zu entdecken und zu entschärfen.

Hier sind die Top-Vier der Stromfresser und Ratschläge, wie man deren Energieverbrauch reduzieren kann:

## 1. Das lässt nicht kalt: Stromfresser Heizung

In einem Land wie der Schweiz, in dem der Winter relativ kalt ist, stellt die Raumwärme mit 78 Prozent den Anwendungsbereich mit dem höchsten Energieverbrauch dar. Aber niemand will bei Kälte darauf verzichten, im Warmen zu sitzen. Das hat jedoch seinen Preis. Die alljährliche Rechnung fürs Heizen beschränkt sich nicht allein auf Öl- oder Gaskosten. Alle Warmwasser-Heizungen verbrauchen auch Strom, denn die Umwälzpumpe muss das Wasser von der Heizanlage zu den Heizkörpern transportieren – je höher, desto energieintensiver. So kommen schnell Stromkosten von rund CHF 100.– im Jahr zustande. Nachtspeicherheizungen speichern zwar den – im Vergleich zum Normaltarif – günstigeren Nachtstrom, haben aber eine um zwei Drittel verringerte Wirkung und verbrauchen immer noch mehr Strom als andere Heizungsverfahren.

Energieeffiziente Geräte und ein bewusster Umgang mit der Heizung halten die Wärme im Raum und helfen gleichzeitig Mehrkosten zu reduzieren. Unabhängig vom Stromverbrauch werden auch Brennstoffe und Fernwärme zum Heizen und zur Warmwasserbereitung immer teurer. Investitionen in Wärmedämmung, zum Beispiel durch besser isolierte Fenster, Dachböden oder Aussenwände, zahlen sich deshalb langfristig fast immer aus.

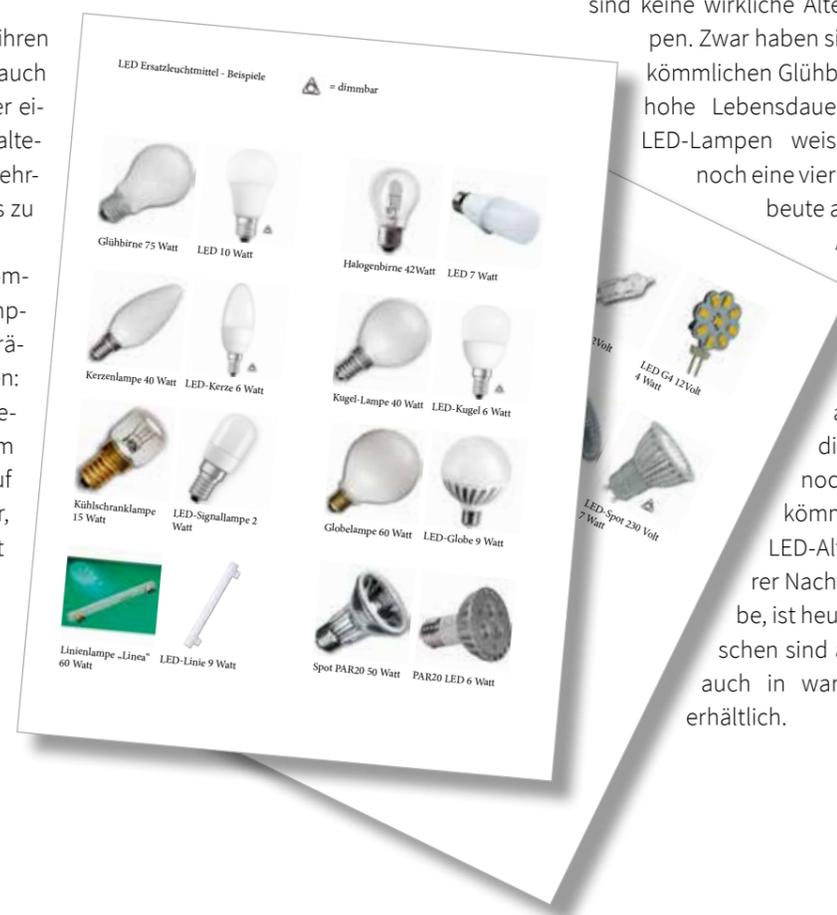
## 2. Immer unter Strom? Stromfresser Stand-by-Funktion

Auf den ersten Blick klingt es logisch: Ein Radio, das ausgeschaltet ist, ist eben – aus. Dass es in der so genannten Stand-by-Funktion dennoch Strom schluckt, ist vielen Verbrauchern nicht bewusst. Das rote Lämpchen aber zeigt es an: Das Gerät ist betriebsbereit und damit auch angeschaltet – nur eben in Wartestellung. Wer Fernseher, HiFi-Anlage, DVD-Player, Radios, WLAN-Router und andere Geräte 19 bis 24 Stunden an 365 Tagen im Jahr im Stand-by-Modus laufen lässt, zahlt bei einem Strompreis von 20 Rappen pro Kilowattstunde etwa CHF 120.– jährlich drauf. Und das ohne jede Gegenleistung. Denn was bei Anrufbeantwortern Sinn machen kann – sie sind schliesslich ähnlich wie Kühlschränke meist rund um die Uhr in Betrieb – erfüllt beim Fernseher oder bei der Musikanlage keinen Nutzen.

Sinnvollere Extras haben meistens ihren Preis, nicht nur beim Kauf, sondern auch in Sachen Strom: Wer stolzer Besitzer einer Espresso-Maschine mit Warmhaltevorrichtung für Tassen ist, kann mit Mehrkosten in der Stromrechnung von bis zu CHF 100.– jährlich rechnen.

Wie kann man die versteckten Stromfresser erkennen? Oft leuchten Lämpchen oder blinken Uhren an den Geräten. Auch ein Wärmetest kann helfen: Fühlt sich das Gerät auch noch längere Zeit nach dem Ausschalten warm an, so fliesst Strom. Vollkommen auf Nummer sicher geht der Verbraucher, der sich ein Strommessgerät zulegt und dieses zwischen Steckdose und Netzstecker des Elektrogerätes hält. Manche Geräte, wie zum Beispiel Wasserkocher, haben keine echte Ausschaltfunktion und nicht jeder Mehrfachstecker verfügt über einen Ausschaltknopf an der Seite. In solchen Fällen hilft nur eines: Stecker ziehen! ...oder kontaktieren Sie uns, wir helfen Ihnen gerne.

LED-Lampen weisen eine achtmal bessere Lichtausbeute auf als herkömmliche Glühlampen – aber es sind nicht alle dimmbar.



## 3. Es werde Licht! Stromfresser Glühlampe

Die von Thomas Alva Edison perfektionierte Glühlampe gibt es seit fast 130 Jahren. Seitdem hat sich an dem Leuchtprinzip im Grunde nicht viel verändert: Immer noch erzeugen sie Licht, indem sie mittels elektrischer Energie einen Draht zum Glühen bringen. Dabei wird jedoch nur fünf bis zehn Prozent der Energie in für uns sichtbares Licht umgewandelt. Der Rest liegt im unsichtbaren Infrarotbereich und wird als Wärme wahrgenommen. Nach durchschnittlich einem Jahr brennt der Draht durch. LED-Lampen dagegen halten bis zu 25 Jahre und wandeln acht Mal mehr Strom in Licht um als herkömmliche Glühlampen. Mit nur sieben Watt erreichen sie die Helligkeit einer Glühlampe mit 60 Watt – ohne deren Hitze zu erzeugen. Das rentiert sich über die Jahre. Eine Glühlampe mit 60 Watt Leistung verursacht nach zehn Jahren Stromkosten von rund CHF 150.–. Ihr energiesparendes Gegenstück schlägt mit nur CHF 25.– zu Buche. Ein grösserer Haushalt mit zwanzig Lampen zu 60 Watt spart deshalb nach zehn Jahren um die CHF 2'500.–, wenn er auf LED-Lampen umstellt. Halogenlampen sind keine wirkliche Alternative zu LED-Lampen. Zwar haben sie im Vergleich zu herkömmlichen Glühlampen eine doppelt so hohe Lebensdauer und Lichteffizienz, LED-Lampen weisen dennoch immer noch eine viermal bessere Lichtausbeute auf.

Allerdings gibt es auch Nachteile der kleinen «Leuchttürme» in Sachen Stromsparen: Nicht alle LED-Lampen sind dimmbar, und es gibt noch nicht für alle herkömmlichen Leuchtmittel LED-Alternativen. Ein weiterer Nachteil, die kalte Lichtfarbe, ist heute keiner mehr: Inzwischen sind alle LED-Leuchtmittel auch in warmweisser Lichtfarbe erhältlich.



## 4. Nichts anbrennen lassen: Stromfresser Kochstellen und Elektroherde

Noch gibt es für Kochstellen kein Energie-Effizienz-Label – dafür aber jede Menge Tipps, um auch hier bei der Stromrechnung nicht allzu viel anbrennen zu lassen. Zwar mögen gusseiserne Platten robust sein, sie verbrauchen jedoch auch mehr Strom als die manchmal empfindlichen Glaskeramik-Kochfelder. Kochfelder mit Induktionstechnik sind in der Anschaffung teurer und nicht für alle Töpfe geeignet. Induktionsgeräte verfügen über spezielle Generatoren und Spulen, die ein sehr wirksames, berührungsloses Erwärmen von Metallen ermöglichen.

Wer sich die neuen Techniken noch nicht anschaffen kann oder möchte, der kann trotzdem ein paar Tipps zum Stromsparen beachten. Man sollte darauf Acht geben, kleine Töpfe nicht auf unpassend grosse Platten zu stellen. So geht unnötig Energie verloren. Und noch etwas anderes: Dampf ablassen kann zwar notwendig werden, im Leben wie beim Kochen. Zu viel des Guten ist jedoch bei beidem wenig hilfreich. Ein Deckel auf dem Topf hält die Wärme genau dort, wo sie hingehört: in der Speise.

# Elektrosicherheit im Badezimmer



Wenn elektrischer Strom auf Feuchtigkeit trifft, wird es spannend – und unter Umständen gefährlich. Aus diesem Grund ist das Thema Installation im Badezimmer für Elektro-Profis und Laien interessant.

## Was muss im Badezimmer in Bezug auf die Elektroinstallation speziell beachtet werden?

Das wesentlichste Merkmal ist, dass Badezimmer in verschiedene Bereiche unterteilt sind. Bereich 0 ist in der Badewanne beziehungsweise alles, was im Wasser sein kann. Dort ist es wichtig, dass nur ganz spezielle Betriebsmittel verbaut werden dürfen – beispielsweise für den Gebrauch in Badewannen ausdrücklich zugelassene Leuchten. Bereich 1 geht

senkrecht von den Rändern von Bade- oder Duschwanne nach oben. In diesem Bereich muss alles spritzwasserdicht sein. Im Bereich 1 dürfen nur folgende Betriebsmittel verbaut werden: Boiler, Ventilatoren, Leuchten und Handtuchtrockner

- Alle Betriebsmittel bedürfen der Klassifizierung IPX4. Diese bedeutet, dass das Gerätegehäuse von allen Seiten gegen Eindringen von Spritzwasser mit schädlichen Wirkungen geschützt ist.
- Schalter, Steckdosen oder Verbindungsboxen sind unzulässig.
- Leitungen dürfen nicht verlegt werden. Ausnahme: Sie dienen zur Versorgung fest angebrachter Betriebsmittel. Die Leitungen

müssen senkrecht verlegt und von hinten an das Gerät angeschlossen werden.

- Kabel mit Metallmantel oder Metallrohre sind in diesem Bereich nicht erlaubt.

Bereich 2 grenzt 60cm vom Wannenrand an Bereich 1 an. Im diesem Bereich dürfen alle Betriebsmittel verbaut werden – wenn sie IPX4-klassifiziert, also spritzwasserdicht sind. Im Bereich 2 muss folgendes beachtet werden:

- Steckdosen sind unzulässig.
- Leitungen in Metallrohren dürfen nicht berührbar sein.

Alle Bereiche hören 2.25m über dem Fussboden auf. Wenn der Raum also höher als dieses Mass ist, kann beispielsweise eine ganz normale trockene Leuchte installiert werden. Dies gilt jedoch nicht, wenn die fest angebrachte – beispielsweise bei einer Regenwasserdusche an der Decke – Wasseraustrittsstelle höher ist.

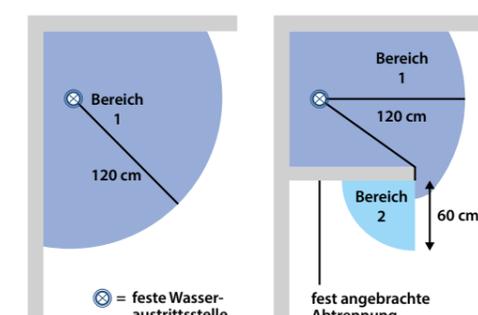
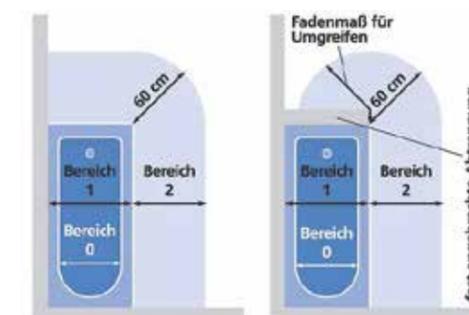
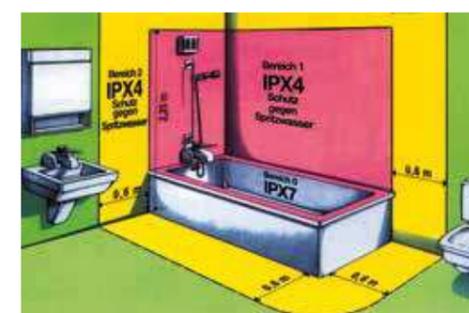
## Was ist mit Steckdosen im Badezimmer?

Eine badende oder duschende Person darf keine Möglichkeit haben, unbewusst oder zufälligerweise eine Steckdose zu bedienen.

Aus diesem Grund darf keine Steckdose in der Reichweite von Badewanne oder Dusche sein. Ausserhalb der Bereich 1 und 2, also weiter als 60cm ab dem Badewannenrand, dürfen Steckdosen mit Schutzkragen installiert werden..

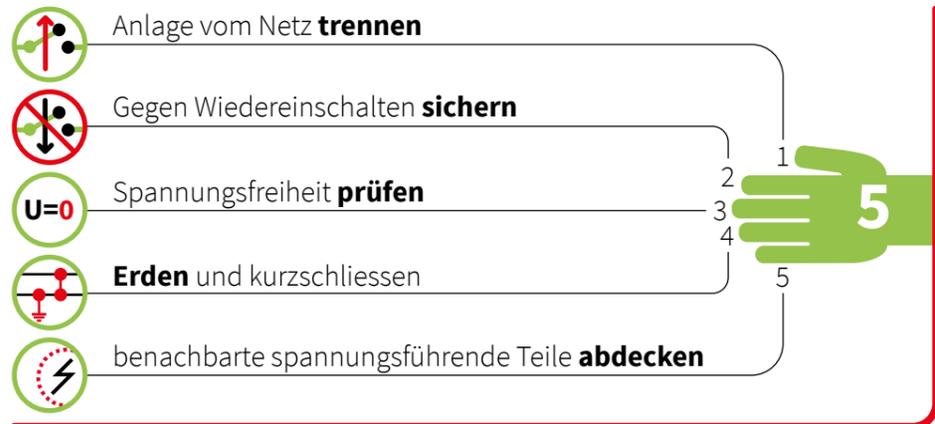
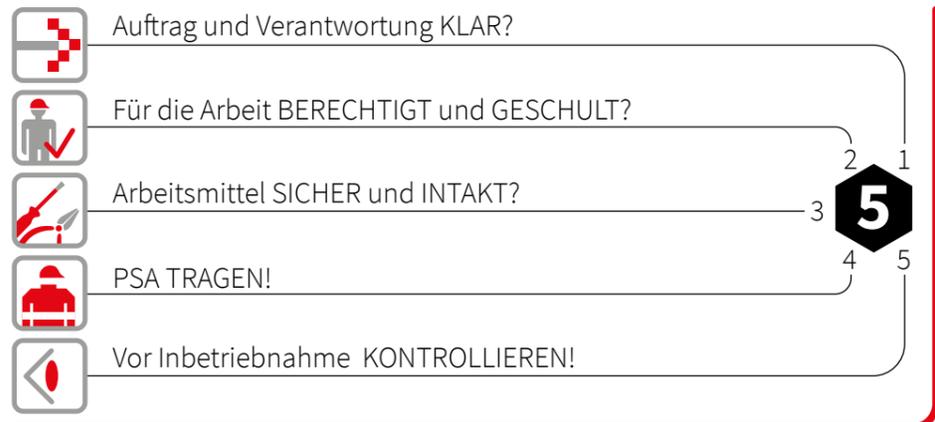
## Was ist sonst noch aussergewöhnlich im Badezimmer?

Allen elektrischen Installationen muss ein Fi-Schutzschalter mit maximal 30mA Auslösestrom vorgeschaltet sein. Zudem müssen UP-Kabel oder Leitungen zur Versorgung des Raumes in einem Rohr geführt werden, welches mindestens 6 cm überdeckt ist oder einen PE-Leiter mitführt, der mit dem Haupt-PE verbunden ist. Kabel, die nicht zur Versorgung des Raumes dienen, müssen mindestens 6 cm überdeckt sein. Wenn also beispielsweise ein bestehender Spiegelschrank ausgewechselt wird, welcher nicht Fi-geschützt und kalt installiert ist, muss mindestens die neue Steckdose auch Fi-geschützt sein. Zu diesem Zweck kann eine Sidos-Steckdose installiert werden.



### Einblicke in die NIN 2015: 5+5 Sicherheitsregeln

Damit die Arbeitssicherheit bereits in die Arbeitsvorbereitung mit einfließt, wurden zu den fünf bekannten Sicherheitsregeln weitere fünf ergänzt.



Arbeiten unter Spannung **IMMER 2!**  
**1 = verantwortlich**

### Newsletter – abonnieren, lesen und aktuelle Infos erhalten.

Sind Sie interessiert an Informationen zu den Themen Elektromaterial, Solaranlagen oder Stromspeicher? Wer mit Elektro-Komponenten arbeitet oder sich mit Elektro-Installationen befasst, sollte am Ball bleiben. Warum? Das Angebot von neuen Komponenten verändert sich rasend schnell. Fast täglich kommen spannende neue Produkte auf den Markt – vielleicht ist auch etwas Interessantes für Sie mit dabei.

Auch die Themenbereiche Solaranlagen und Stromspeichern unterliegen vielen Veränderungen und es ist sinnvoll, von einer guten Quelle regelmässige Informationen zu erhalten.

Was können Sie tun? Melden Sie sich zum Newsletter von Elektrobedarf Troller an und erfahren Sie regelmässig vom Elektrocoach, was auf dem Markt geht.

**Anmeldung auf [www.elektrobedarf.ch](http://www.elektrobedarf.ch).**



## Moderne Stromversorgungen machen das Dimmen von LEDs zum Kinderspiel

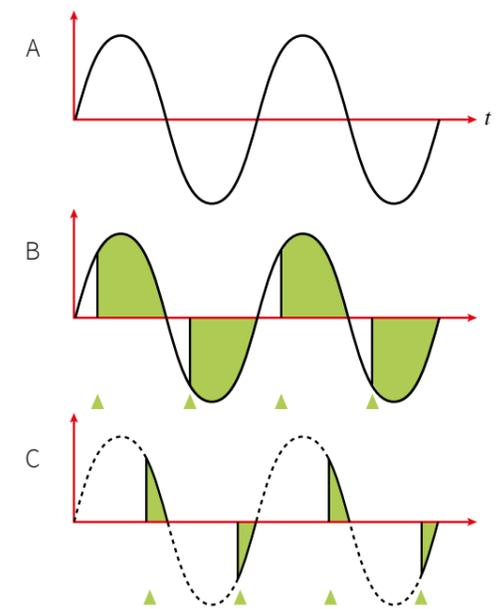
Glühlampen sind mittlerweile verboten und Energiesparlampen sehr umstritten. Damit hätte die LED beste Chancen, das Leuchtmittel der Zukunft zu werden – wenn nur das Dimmen nicht so schwierig wäre!

Das Dimmen von Lampen ist nicht nur ein Mittel, um bei gemütlichen Runden am Kamin eine kuschelige Stimmung zu erzeugen. Dimmen verlängert die Lebensdauer von LEDs und spart Energie. Zusammen mit dem Einsatz von Bewegungsmeldern lassen sich massive Einsparungen erzielen. Denn wenn am Abend oder am Wochenende im Bürohochhaus nicht viel los ist, kann man sich die volle Festbeleuchtung sparen und nur dann aufdrehen, wenn ein Mitarbeiter auftauchen sollte.

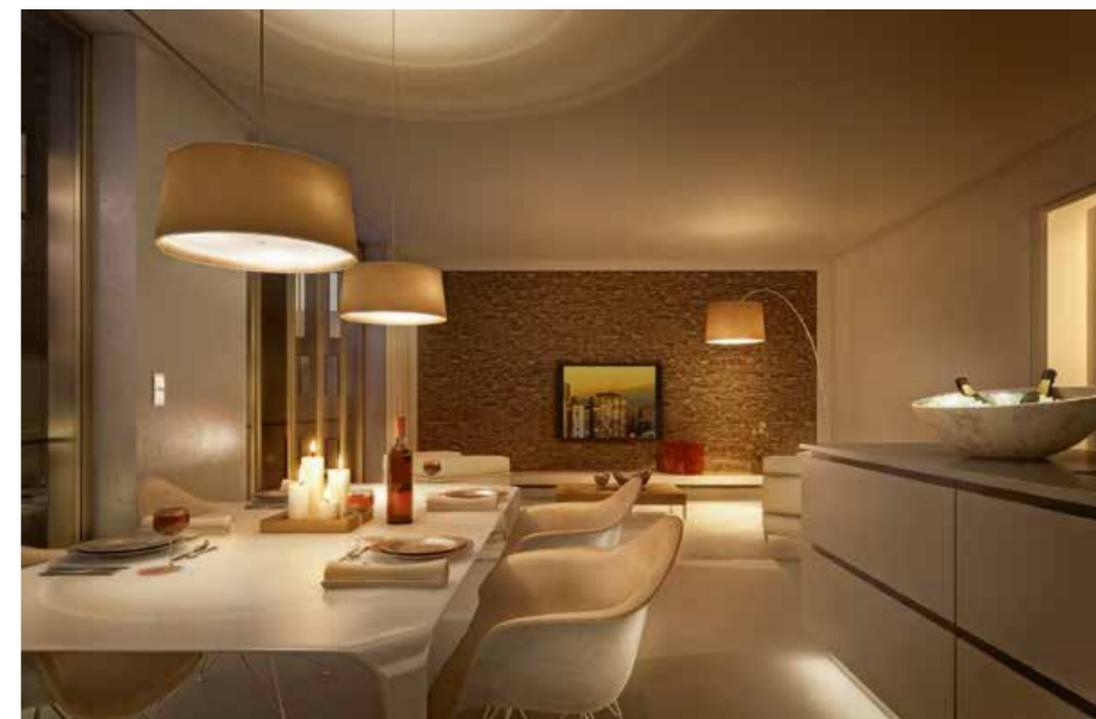
### Glühlampen lassen sich einfach dimmen

Allerdings lassen sich LED-Beleuchtungen nicht so leicht stufenlos dimmen wie die althergebrachten Glühlampen. Betrachten wir einmal die Funktionsweise eines Dimmers für Glühlampen. Zumeist werden hier Dimmer eingesetzt, die nach dem Prinzip der Phasenanschnittsteuerung arbeiten. Dabei ist ein Triac (Zweirichtungs-Thyristordiode) in Reihe mit dem Verbraucher geschaltet, also mit der Glühlampe. Der Triac schaltet während jeder

Periode der Wechselspannung die Spannung für eine kurze Zeit durch und sperrt dann wieder. Dieser Zeitraum ist variabel; er bestimmt, wie hell die Glühlampe leuchtet – schaltet er für die gesamte Halbwelle durch, so erreicht die Glühlampe ihre volle Helligkeit.



Prinzip der Phasenanschnittsteuerung. Von einer Wechselspannung (Kurve a) wird nur ein bestimmter Teil (Kurven b, c) an den Verbraucher durchgeschaltet. Damit lässt sich die Leistung des Verbrauchers variieren.



### LEDs lassen sich nicht direkt über einen Dimmer steuern

Die Phasenanschnittsteuerung ist ebenso wie die seltener verwendete Phasenabschnittsteuerung eine Wechselspannungstechnik. LEDs arbeiten aber mit Gleichstrom, sie lassen sich also nicht direkt über einen solchen Dimmer steuern. Das gilt auch für LED-Lampen, die sich direkt in Glühlampenfassungen einschrauben lassen, denn auch sie liegen nicht direkt am Wechselstromnetz. Vielmehr befindet sich in der Fassung eine Ansteuerlektronik, die den für den Betrieb der LED erforderlichen Gleichstrom liefert.

Beim Einsatz einer solchen Retrofit-Lampe würde dann also nicht die LED gedimmt, sondern das Vorschaltgerät. Das Ergebnis hängt dann von der spezifischen Auslegung dieses Vorschaltgeräts ab. Weil diese für den Anwender nicht per se als bekannt vorausgesetzt werden kann, ist auch das Resultat nicht vorhersehbar. Selbst wenn das Vorschaltgerät die ihm zugeliferten angeschnittenen Phasen klaglos verarbeitet, ist aber noch ein weiteres Problem zu lösen:

### Die I-U-Kennlinie der LED ist nicht linear

Um die Helligkeit einer LED kontrolliert zu steuern, muss sich die Veränderung des Stroms exakt an der Strom-Spannungs-Kennlinie der Leuchtdiode orientieren – und diese ist bekanntlich nicht linear. Die LED ist eine Diode, und wie alle Dioden reagiert sie bei steigender Versorgungsspannung zunächst einmal nur minimal oder überhaupt nicht. Erst bei Erreichen der Durchlass-Spannung steigen der Strom und damit die Lichtausbeute steil an. Eine Dimmung wie bei einer Glühbirne würde damit eine ganz andere Korrelation aus Eingangsgröße (Stellung des Regelpotenziometers) und Ausgangsgröße (Lichtleistung der LED) zur Folge haben.

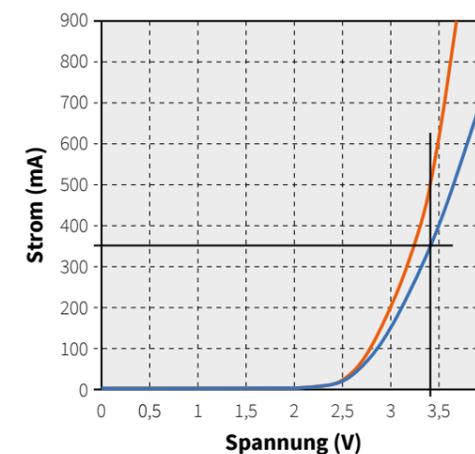
### Trennung von Last und Signal ersetzen herkömmliches Dimmen

Um ein ideales Ergebnis zu erzielen, wird die Helligkeit von LED-Beleuchtungen daher nicht direkt über die beschriebenen Dimmverfahren gesteuert. Die Last und das Dimmsignal werden getrennt. In dimmfähigen LED-Konvertern wird das primärseitige Dimmsignal in einen für das LED idealen Steuer(gleich)strom umgesetzt, dessen Höhe resp. Takt die Helligkeit der LED bestimmt. Als primärseitige Signalgeber eignen sich konventionelle Lichttaster, Dimmer 1–10 Volt (analog), oder, für grössere Installationen, DALI-Befehle (digital). In der Praxis heisst das: 5 Drähte für die Zuleitung zum LED-Treiber (L,N,PE für die Last plus 2 Drähte zur Übertragung des Dimmsignals). Das Ein- und Ausschalten der Leuchte wird entweder über das Steuersignal (Normalfall) oder durch Trennen des Polleiters (Last) gewährleistet.

### Dimmen via Pulsweitenmodulation

In Gleichstromkreisen mit konstanter Spannung wird die Helligkeit vom LED-Konverter oder einem nachgeschalteten Dimmelement häufig über eine Pulsweitenmodulation (PWM) gesteuert. Es stellt sich eine gleichmäßige Helligkeit ein, deren Wert proportional zum Puls-Pausen-Verhältnis ist; die Trägheit des Leuchtmittels resp. des menschlichen Auges gleicht das Pulsieren der Versorgungsspannung aus, sofern die Grundfrequenz der Pulse hoch genug ist. Einfach gesagt: Das LED wird zum (schnellen) Blinken gebracht. Der Vorteil dieser Dimmmethode liegt in deren Einfachheit und Energieeffizienz. Der Nachteil der Pulsweitenmodulation besteht darin, dass es durch die schnelle Reaktion der LEDs zu einem Flackern oder zu stroboskopischen Effekten kommen kann, insbesondere im Zusammenwirken mit anderen nichtkontinuierlichen Lichtquellen, wie z.B. Bildschirmen oder schnell rotierenden Maschinen. Je höher die Frequenz des Pulsweitendimmers, desto ruhiger das Licht. Frequenzen über 250 Hz sind für Menschen praktisch nicht mehr wahrnehmbar. Ein weiterer Nachteil der PWM-Dimmung ist, dass sie mit ihren Rechteckpuls breitbandige elektromagnetische Störungen erzeugt, die vom LED-Konverter gefiltert werden müssen (auf EMV-Kompatibilität achten).

### Kennlinie einer weissen LED



Strom-Spannungskennlinie einer weissen LED. Bis zum Erreichen der Durchlassspannung von hier ca. 3,5 Volt bleibt die LED nahezu dunkel. Steigt die Spannung aber darüber hinaus, so nehmen der Lichtstrom und damit die Helligkeit rasant zu.

### Dimmen via Konstantstrom-Regelung.

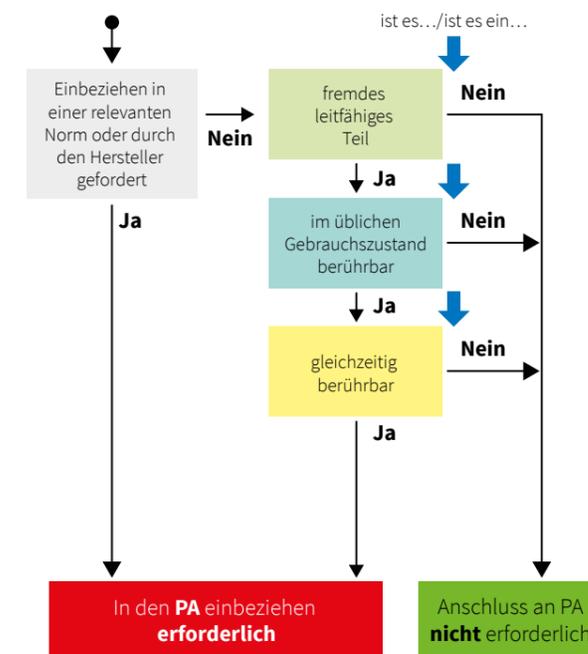
Konstantstrom-Leuchten werden vom LED-Treiber mittels Regelung der Stromstärke gedimmt. Der Vorteil der Konstantstrom-Regelung besteht darin, dass ein allfälliges Flackern oder Interferenzen zuverlässig verhindert werden. Ein weiterer, wesentlicher Vorteil ist: Da nur ein reduzierter Strom das LED durchfließt, sinkt die Temperatur der LED und es verlängert sich deren Lebensdauer. Auch EMV-seitig treten weder Strom- noch Spannungspulse auf. Es sei nicht verschwiegen, dass auch die Gleichstrom-Dimmung einen Nachteil besitzt: Bei einer Änderung des Stroms durch die LEDs ändert sich geringfügig der Lichtort, das heißt, die Lichtfarbe verschiebt sich, und zwar je nach LED-Typ zum «weissen» oder zum «roten» Ende des Spektrums. Allerdings kann diese Veränderung in den meisten Anwendungsfällen als vernachlässigbar bezeichnet werden.

### Einblicke in die NIN 2015: Vom ausgedehnten Metallteil zum fremden leitfähigen Teil

In den Schutz-Potenzialausgleich einbezogen werden müssen:

- Metallene Rohrleitungen von Versorgungssystemen (z.B. Gas, Wasser), Zentralheizungs- und Klimasystemen
- Bewehrungsstähle in der Beton-Gebäudekonstruktion soweit möglich und sicherheitsrelevant
- Inneres Blitzschutzsystem (LPS)
- Fremde leitfähige Teile, sofern im üblichen Gebrauchszustand berührbar.

Fremde leitfähige Teile sind leitende Teile, die nicht zur Elektroanlage gehören, jedoch ein elektrisches Potenzial einführen können (im Allgemeinen das einer örtlichen Erde). Treppengeländer – als Beispiel – führen im Normalfall kein elektrisches Potenzial ein und müssen somit auch nicht (mehr) an den Schutz-Potenzialausgleich angeschlossen werden. An den Schutz-Potenzialausgleich angeschlossen wird hingegen z.B. der Schirm der Koaxial-Zuleitung des Kabelnetzbetreibers.



### Jetzt online: neue Webseite

Auf der brandneuen Webseite von Elektrobedarf Troller finden Sie eine Vielzahl von nützlichen Informationen über Elektromaterial, Solaranlagen und Stromspeicher. Am besten schauen Sie sofort rein: [www.elektrobedarf.ch](http://www.elektrobedarf.ch)



*Ihr Elektro-Coach*

  
**Elektrobedarf Troller**  
[www.elektrobedarf.ch](http://www.elektrobedarf.ch)

Riedtalstrasse 26  
4800 Zofingen  
Tel. 062 745 90 50  
Fax 062 745 90 51  
[zofingen@elektrobedarf.ch](mailto:zofingen@elektrobedarf.ch)

Schachenhof 4  
6014 Luzern  
Tel. 041 250 16 57  
Fax 041 250 17 94  
[luzern@elektrobedarf.ch](mailto:luzern@elektrobedarf.ch)

Solarcenter Bern  
Worbentalstrasse 30  
3063 Ittigen BE  
Tel. 031 918 46 89  
[bern@elektrobedarf.ch](mailto:bern@elektrobedarf.ch)