



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Strommix der Schweiz</b>	
Hauptelemente des Strommixes	03
Besonderheiten des Schweizer Strommixes	03
Zukunftsperspektiven	03
Wechselstrom (AC – Alternating Current)	12
Warum gibt es Gleichstrom und Wechselstrom?	12
Verbindung von Gleichstrom und Wechselstrom	12
Technische Unterschiede – Vergleichstabelle	13
Zusammenfassung	13
<b>Netzebeben der Schweiz</b>	
Netzebene 1 – Übertragungsnetz (380/220 kV)	04
Netzebene 2 – Transformierung	04
Netzebene 3 – Überregionale Verteilnetze (36–220 kV)	04
Netzebene 4 – Transformierung	04
Netzebene 5 – Regionale Verteilnetze (1–36 kV)	04
Netzebene 6 – Transformierung	04
Netzebene 7 – Lokale Verteilnetze (< 1 kV)	04
Zusammenhang und Lernhilfe	05
<b>Energieproduktion durch Photovoltaikanlagen</b>	
Jahresverlauf der Stromproduktion und des Verbrauchs	14
Tagesverlauf der Stromproduktion und des Verbrauchs	14
Analyse der Zusammenhänge	15
Zusammenfassung	15
<b>Hausanschlusskasten und die maximale Photovoltaikleistung</b>	
Aufgaben des Hausanschlusskastens	06
Begrenzung der Photovoltaikleistung	06
Farbskala zur Identifikation von Schmelzsicherungen	06
Praxisbeispiel	06
Position des Hausanschlusskastens (HAK)	06
Auswirkungen auf die Photovoltaikanlage	07
Zusammenfassung	07
<b>Das Hausnetz – Ein Überblick für Einsteiger</b>	
Der Weg des Stroms ins Hau	08
Die Hauptbestandteile des Hausnetzes	08
Spannung und Strom im Hausnetz	08
Schutzmassnahmen im Hausnetz	08
Typische Stromkreise im Haus	09
Zukunft des Hausnetzes	09
Zusammenfassung	09
<b>Einphasiger und dreiphasiger Strom – Ein Überblick</b>	
Was ist einphasiger Strom?	10
Was ist dreiphasiger Strom (Drehstrom)?	10
Technische Unterschiede	10
Optische Unterschiede einphasige und dreiphasiger Stecker und Kabel	10
Warum ist dreiphasiger Strom effizienter?	11
Verbindung von einphasigem und dreiphasigem Strom im Hausnetz	11
Zusammenfassung	11
<b>Gleichstrom und Wechselstrom – Ein Überblick</b>	
Was ist Strom?	12
Gleichstrom (DC – Direct Current)	12

## STROMMIX DER SCHWEIZ

Die Schweiz verfolgt eine Strategie, die auf einer umweltfreundlichen und nachhaltigen Energieversorgung basiert. Der Strommix des Landes spiegelt diese Prioritäten wider:

### 1. HAUPELEMENTE DES STROMMIXES

#### **Wasserkraft (ca. 60 %):**

- Die wichtigste Energiequelle dank der geografischen Lage mit vielen Flüssen und Bergen.
- Unterteilt in Laufwasserkraftwerke (für konstante Stromproduktion) und Speicherkraftwerke (für Spitzenlasten).

#### **Kernenergie (ca. 30 %):**

- Liefert Grundlastkapazitäten. Ein schrittweiser Ausstieg aus der Kernenergie ist Teil der Energiestrategie 2050.

#### **Neue erneuerbare Energien (ca. 5 - 10 %):**

- Photovoltaik, Windkraft, Biomasse und Geothermie gewinnen an Bedeutung.
- Insbesondere Photovoltaik wird durch Förderprogramme und Eigenverbrauchsregelungen gestärkt.

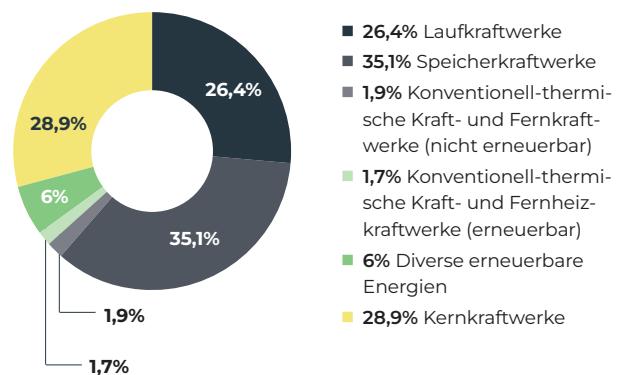
#### **Fossile Energien (unter 5 %):**

- Hauptsächlich durch importierten Strom oder Notstromaggregate gedeckt.

#### **Potenzial der Solarenergie:**

- Schätzungen zeigen, dass gut geeignete Dach- und Fassadenflächen in der Schweiz Strom für 67 TWh pro Jahr liefern könnten, was den aktuellen Bedarf übersteigt.

### Stromproduktion 2021 nach Kraftwerkskategorie



Quelle: Bundesamt für Energie, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2019

### 2. BESONDERHEITEN DES SCHWEIZER STROMMIXES

#### **Flexibilität der Wasserkraft:**

- Diese ermöglicht es, Schwankungen bei erneuerbaren Energien wie Solar und Wind auszugleichen.
- Wasser wird in Staauseen gespeichert und bei Bedarf freigesetzt, um die Nachfrage zu decken.

#### **Saisonale Abweichungen:**

- Im Winter wird ein Teil des Strombedarfs durch Importe gedeckt, da die Wasserkraftproduktion geringer ist und Solaranlagen weniger leisten.

#### **Stromimporte und Exporte:**

- Die Schweiz ist in das europäische Stromnetz integriert und exportiert regelmässig Stromüberschüsse aus Wasserkraft.

### 3. ZUKUNFTSPERSPEKTIVEN

#### **Energiestrategie 2050:**

- Ziel ist eine deutliche Steigerung der erneuerbaren Energien im Strommix.
- Langfristig soll der Bedarf ohne fossile Energien gedeckt werden.

## NETZEBENEN DER SCHWEIZ

Die Netzebenen der Schweiz beschreiben die Hierarchie des elektrischen Stromnetzes, von der Hochspannungsübertragung über weite Strecken bis hin zur lokalen Versorgung der Haushalte. Das System ist in sieben Ebenen unterteilt, die jeweils durch die Spannungshöhe und die Rolle im Stromverteilungssystem charakterisiert werden.

---

### 1. NETZEBENE 1 – ÜBERTRAGUNGSSNETZ (380/220 KV)

- **Funktion:** Das Übertragungsnetz transportiert Strom über weite Entfernung mit sehr hohen Spannungen.
- **Import und Export:** Hier werden Verbindungen zu Nachbarländern wie Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich hergestellt.
- **Anwendungsbereich:** Dient als Aufnahmepunkt des Strom aus dem Ausland und grosser Energieerzeugungsanlagen.
- **Technik:** Hohe Spannung reduziert Energieverluste bei langen Übertragungswegen.

---

### 2. NETZEBENE 2 – TRANSFORMIERUNG

- **Aufgabe:** In dieser Stufe wird die Spannung mithilfe von Transformatoren reduziert, damit der Strom an die nächste Ebene weitergeleitet werden kann.
- **Verbindung:** Übergang von sehr hohen Spannungen zu den überregionalen Verteilnetzen.

---

### 3. NETZEBENE 3 –

#### ÜBERREGIONALE VERTEILNETZE (36–220 KV)

- **Funktion:** Der Strom wird überregional verteilt und von den Hauptversorgungsleitungen zu verschiedenen Regionen geleitet.
- **Anwendungsbereich:** Diese Ebene versorgt grosse Städte, Gemeinden und Industriegebiete.

---

### 4. NETZEBENE 4 – TRANSFORMIERUNG

- **Aufgabe:** Erneute Spannungsreduzierung durch Transformatoren, um den Strom an die regionalen Verteilnetze anzupassen.

---

### 5. NETZEBENE 5 – REGIONALE VERTEILNETZE (1–36 KV)

- **Funktion:** Die Energie wird in regionalen Netzen weiter verteilt und in kleinere Spannungsebenen umgewandelt.
- **Anwendungsbereich:** Versorgung von Gewerbegebieten, kleineren Städten und grossen Gebäudekomplexen.

---

### 6. NETZEBENE 6 – TRANSFORMIERUNG

- **Aufgabe:** Hier erfolgt eine weitere Reduktion der Spannung, um den Strom für den lokalen Bedarf bereitzustellen.

---

### 7. NETZEBENE 7 – LOKALE VERTEILNETZE (< 1 KV)

- **Funktion:** Die letzte Station im Stromnetz, die den Strom direkt zu den Endverbrauchern bringt.
- **Anwendungsbereich:**
  - Versorgung von Haushalten, Kleinunternehmen und lokalen Verbrauchern.
  - Hier liegt die Spannung bei **230 V** für normale Haushaltssteckdosen und bei **400 V** für dreiphasige Stromanschlüsse.
- **Integration:** Auch dezentrale Energiequellen wie **Photovoltaikanlagen** und Windräder speisen Strom in diese Netzebene ein.

*Zusammenhang und Lernhilfe siehe Folgeseite →*

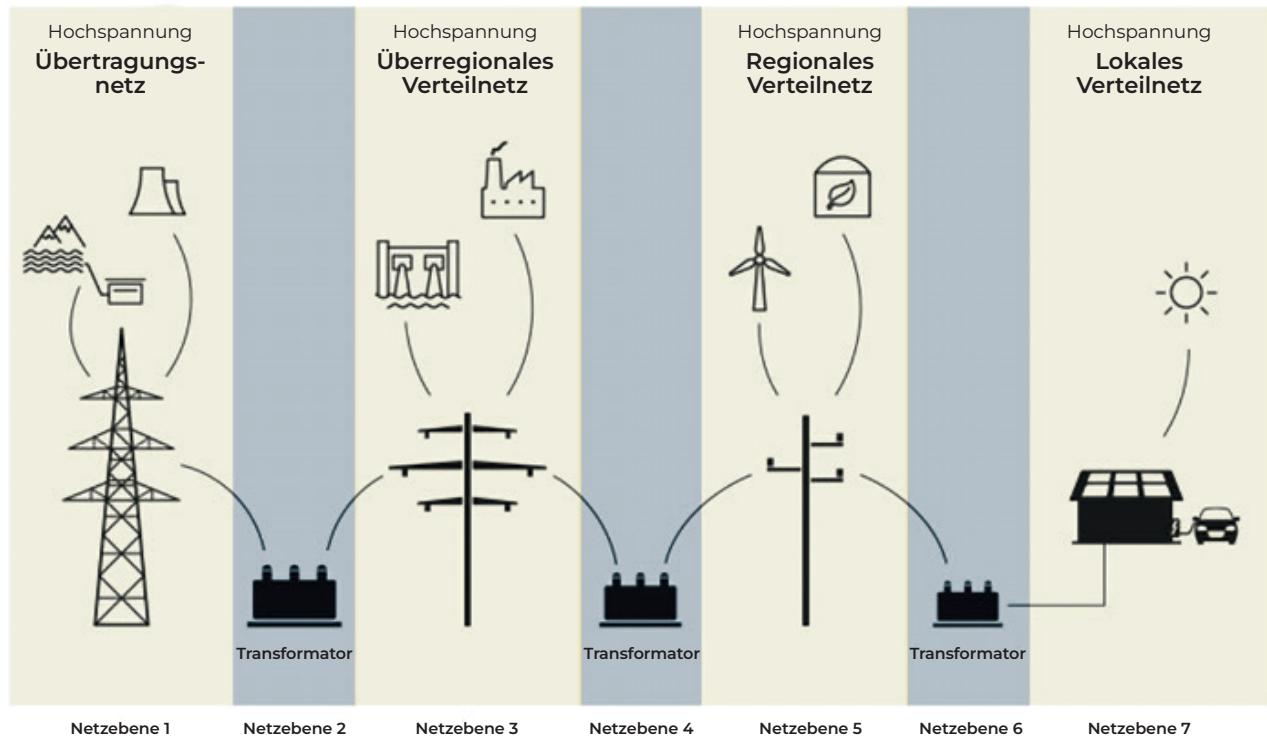
## ZUSAMMENHANG UND LERNHILFE

Die Netzebenen lassen sich wie ein **Treppe** vorstellen, auf der der Strom von hoher Spannung zu niedriger Spannung «heruntergereicht» wird:

1. Ganz oben steht das Übertragungsnetz für lange Strecken (Netzebene 1).
2. Mit jeder Transformierung wird die Spannung reduziert (Netzebene 2, 4, 6).

3. Die Verteilung wird immer lokaler, bis der Strom am Ende **lokale Verbraucher** (Netzebene 7) erreicht.

Diese klare Struktur stellt sicher, dass der Strom effizient und verlustarm von grossen Kraftwerken zu den Verbrauchern gelangt und gleichzeitig eine sichere Integration erneuerbarer Energiequellen ermöglicht.



## HAUSANSCHLUSSKASTEN UND DIE MAXIMALE PHOTOVOLTAIKLEISTUNG

Der **Hausanschlusskasten (HAK)** bildet die zentrale Schnittstelle zwischen dem öffentlichen Stromnetz und der elektrischen Installation eines Gebäudes. Er übernimmt die Hauptverteilung des Stroms und legt fest, welche Leistung sicher transportiert werden kann. Der HAK ist ein entscheidendes Element bei der **maximal möglichen Einspeisung** von Photovoltaikanlagen (PV).

### AUFGABEN DES HAUSANSCHLUSSKASTENS

- Der HAK verbindet das Gebäude mit dem **Stromnetz** des lokalen **Verteilnetzbetreibers (VNB)**.
- Er enthält die **Hauptsicherungen**, die die maximale **Stromaufnahme und -abgabe** begrenzen.
- Diese Sicherungen sorgen für **Sicherheit** und schützen die Anlage vor Überlastung oder Schäden an Leitungen und Geräten.

### 2. BEGRENZUNG DER PHOTOVOLTAIKLEISTUNG

Die maximale Leistung einer PV-Anlage hängt von der **Kapazität des Hausanschlusskastens** und der Absicherung der Stromleitungen ab.

**Die Begrenzung basiert auf der folgenden Formel:**

$$\text{Leistung} = \text{Spannung} (400 \text{ V}) \times \text{Strom} (25 \text{ A}) \times \sqrt{3}$$

**Bei einem Hausanschluss von 25 Ampere pro Phase ergibt sich:**

$$\text{Leistung} = 400 \text{ V} \times 25 \text{ A} \times 1,73 \approx 17,3 \text{ kW}$$

- Diese **17,3 kW** stellen die Obergrenze dar, die der Hausanschluss sicher in das Netz einspeisen kann.
- Wird diese Grenze überschritten, kann die Hausanschlussleitung überlastet werden, was Sicherheitsprobleme verursacht.

### 3. FARBSKALA ZUR IDENTIFIKATION VON SCHMELZSICHERUNGEN

Mit der **Farbskala für Schmelzsicherungen** können auch ältere Sicherungen ohne Beschriftung einfach identifiziert werden. Jede Farbe steht für eine bestimmte **Stromstärke (Nennstrom in Ampere, A)**. Dies ermöglicht eine schnelle und zuverlässige Einordnung.

### Nennstrom Kennfarbe

2 A	Rosa
4 A	Braun
6 A	Grün
10 A	Rot
16 A	Grau
20 A	Blau
25 A	Gelb
32 A	Schwarz
35 A	Schwarz
50 A	Weiss
63 A	Kupfer
80 A	Silber
100 A	Rot

### 4. PRAXISBEISPIEL

Ein Haus verfügt über einen Hausanschlusskasten, der auf **25 Ampere** pro Phase ausgelegt ist: Eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von **grösser als 17,3 kW** kann nicht vollständig ins Netz einspeisen.

#### Mögliche Lösungen:

1. **Leistungsbegrenzung:** Die PV-Anlage wird technisch gedrosselt, um die Einspeiseleistung von 17,3 kW nicht zu überschreiten.
2. **Hausanschluss aufrüsten:** Durch ein Upgrade des Hausanschlusses auf **40 oder 63 Ampere** pro Phase kann eine grössere Leistung eingespeist werden.

### 5. POSITION DES HAUSANSCHLUSSKASTENS (HAK)

Der Hausanschlusskasten kann je nach Gebäudeart und baulichen Gegebenheiten **aussen** oder **innen** verbaut sein:

#### Im Aussenzählerkasten:

- In modernen Gebäuden oder Neubauten befindet sich der HAK häufig **ausserhalb des Hauses** in einem Zählerkasten.

*Fortsetzung auf nächster Seite →*

### Vorteile:

- Einfacher Zugang für den Netzbetreiber für Wartungen oder Ablesungen.
- Kürzere Wege zur Photovoltaikanlage oder zum Wechselrichter.

### Verbreitung:

Besonders in Einfamilienhäusern mit begrenztem Platz im Inneren.

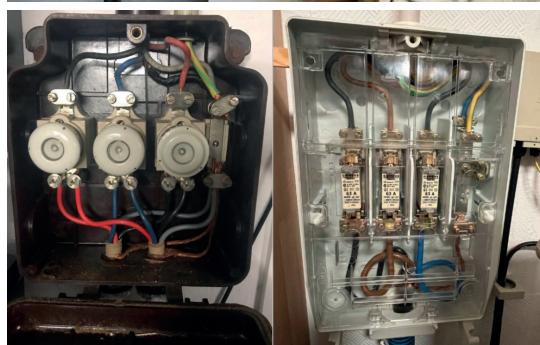


### Intern im Gebäude:

- In älteren Gebäuden oder bei bestimmten Bauvorgaben befindet sich der HAK meist **im Hausinneren**, z. B. **im Keller** oder Technikraum.

### Nachteile:

- Zugang für den Netzbetreiber kann eingeschränkt sein.
- Zusätzlicher Aufwand für die Verkabelung zur Photovoltaikanlage.



## 6. AUSWIRKUNGEN AUF DIE PHOTOVOLTAIKANLAGE

### Technische Funktion:

- Unabhängig von der Position des HAK bleibt seine Funktion gleich – er bestimmt die **maximale Einspeiseleistung** und den **Stromfluss**.

### Installationsaufwand:

- Bei einem **Aussenzählerkasten** ist die Verkabelung zur PV-Anlage oder zum Wechselrichter oft kürzer und einfacher.
- Bei einem **internen HAK** muss die Verkabelung durch das Gebäude geführt werden, was zu zusätzlichen Installationsschritten führt.

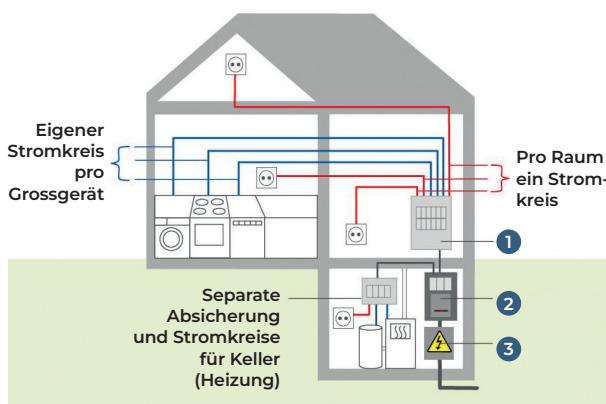
### Zusammenfassung

Der **Hausanschlusskasten** ist ein zentrales Bau teil, das die maximale Leistung einer PV-Anlage begrenzt. Bei einem typischen **25-Ampere-An schluss** beträgt die Obergrenze **17,3 kW**. Um höhere Einspeiseleistungen zu ermöglichen, ist ein technisches Upgrade des Hausanschlusses erforderlich. Der HAK kann sowohl **aussen** im Zählerkasten als auch **innen** im Gebäude verbaut sein, was Einfluss auf die Zugänglichkeit und die Installation der PV-Anlage hat.

## DAS HAUSNETZ – EIN ÜBERBLICK FÜR EINSTEIGER

Das **Hausnetz** beschreibt die elektrische Infrastruktur innerhalb eines Gebäudes. Es stellt sicher, dass elektrische Energie vom **Hausanschluss** zu den verschiedenen Geräten und Verbrauchern wie Steckdosen, Beleuchtung oder Grossgeräten sicher und zuverlässig verteilt wird.

### Genügend Stromkreise verhindern Überlastung



- 1 Unterverteilung
- 2 Hauptsicherung und Zähler
- 3 Hausanschluss

### 1. DER WEG DES STROMS INS HAUS

- Der Strom gelangt vom **öffentlichen Stromnetz** durch den **Hausanschlusskasten (HAK)** ins Gebäude.
- Im Zählkasten wird der Stromverbrauch gemessen.
- Von dort wird der Strom über die **Hauptverteilung** in verschiedene Bereiche des Hauses weitergeleitet.

### 2. DIE HAUPTBESTANDTEILE DES HAUSNETZES

#### 1. Hausanschlusskasten (HAK):

- Verbindet das Gebäude mit dem öffentlichen Netz.
- Enthält die **Hauptsicherungen**, die den Stromfluss begrenzen und das Haus vor Überlastung schützen.

#### 2. Zählkasten:

- Hier befindet sich der **Stromzähler**, der den Energieverbrauch misst.
- Häufig sind hier auch **Schutzschalter** und **Sicherungen** verbaut.

#### 3. Hauptverteilung und Unterverteilung:

- Die **Hauptverteilung** verteilt den Strom auf die einzelnen Stromkreise des Hauses.
- Größere Gebäude haben zusätzlich **Unterverteilungen**, z. B. für einzelne Stockwerke oder Bereiche.

### 4. Stromkreise:

- Jeder Stromkreis versorgt bestimmte Bereiche wie Zimmer, Licht oder Steckdosen.
- Stromkreise sind durch **Leitungsschutzschalter** (Sicherungen) abgesichert. Bei Überlastung oder Kurzschluss unterbrechen sie die Stromzufuhr.

### 5. Verbraucheranschlüsse

#### Dazu gehören:

- **Steckdosen:** Für Geräte wie Fernseher, Computer oder Küchengeräte.
- **Beleuchtung:** Lampen und Lichtschalter.
- **Grossverbraucher:** Geräte wie Kochherde, Wärmepumpen oder Ladestationen für E-Autos, die oft eigene Stromkreise benötigen.

### 3. SPANNUNG UND STROM IM HAUSNETZ

- In der Schweiz arbeitet das Hausnetz mit einer **Niederspannung von 230 Volt** für normale Steckdosen.
- Für leistungsstarke Geräte wie Backöfen oder Waschmaschinen wird **Drehstrom (400 Volt)** verwendet. Dies wird als **dreiphasiges Netz** bezeichnet.

#### Kurz erklärt:

- **230 Volt:** Für kleine Verbraucher (z. B. Beleuchtung, Laptop).
- **400 Volt (Drehstrom):** Für grösere Verbraucher (z. B. Herd, Wärmepumpen).

### 4. SCHUTZMASSNAHMEN IM HAUSNETZ

Das Hausnetz ist mit verschiedenen Schutzmechanismen ausgestattet, um Sicherheit zu gewährleisten:

#### 1. Leitungsschutzschalter (Sicherungen):

- Unterbrechen bei **Überlastung** oder **Kurzschluss** automatisch den Stromfluss.

#### 2. Fehlerstrom-Schutzschalter (FI-Schalter):

- Schützen Menschen vor **elektrischen Unfällen**, indem sie bei gefährlichen Fehlerströmen sofort abschalten.

[Fortsetzung auf nächster Seite →](#)

### 3. Erdung:

- Leitet gefährliche Ströme sicher in die Erde ab und verhindert elektrische Schläge.

---

### 5. TYPISCHE STROMKREISE IM HAUS

- **Beleuchtungskreis:** Separate Leitung für Lampen und Lichtschalter.
- **Steckdosenkreise:** Versorgen Steckdosen in Wohnräumen und Arbeitsbereichen.
- **Küchenstromkreis:** Für Kühlschrank, Geschirrspüler und Steckdosen.
- **Grossgeräte:** Eigene Stromkreise für Geräte wie Herd, Backofen oder Heizungen.

---

### 6. ZUKUNFT DES HAUSNETZES

Mit der wachsenden Bedeutung von **Photovoltaikanlagen, Elektroautos und Smart-Home-Systemen** entwickelt sich das Hausnetz weiter:

- **Smart Grids:** Intelligente Systeme passen Stromerzeugung und -verbrauch an.
- **Eigenverbrauchsoptimierung:** PV-Anlagen speichern überschüssigen Strom in Batterien.
- **Ladestationen:** E-Autos benötigen eigene, oft leistungsfähigere Stromkreise.

#### Zusammenfassung

Das **Hausnetz** verteilt den Strom sicher und effizient innerhalb eines Gebäudes. Vom Hausanschlusskasten über die Hauptverteilung bis zu den Steckdosen und Grossverbrauchern sorgt das System dafür, dass jeder Bereich zuverlässig versorgt wird. Wichtige Schutzmechanismen wie Sicherungen und FI-Schalter gewährleisten die **Sicherheit**. Mit neuen Technologien wie **Photovoltaik** und **Smart-Home-Systemen** wird das Hausnetz zunehmend **intelligenter** und zukunftsfähiger.

## EINPHASIGER UND DREIPHASICHER STROM – EIN ÜBERBLICK

In einem Hausnetz unterscheidet man zwischen **einphasigem** und **dreiphasigem Strom**. Diese beiden Varianten haben unterschiedliche Eigenschaften, Anwendungen und technische Anforderungen. Sie sind wichtig, um elektrische Geräte effizient und sicher zu betreiben.

### 1. WAS IST EINPHASIGER STROM?

- Beim **einphasigen Strom** wird der elektrische Strom über eine einzige Phase geleitet.
- Die Spannung beträgt **230 Volt**, was in der Schweiz der Standard für Haushaltsgeräte und Steckdosen ist.
- Einphasiger Strom eignet sich für **kleine Verbraucher**, die nicht viel Leistung benötigen.

#### Anwendungsbeispiele:

- Beleuchtung
- Haushaltssteckdosen (für Fernseher, Computer, Staubsauger, etc.)
- Kleine Küchengeräte wie Toaster, Mixer oder Kaffeemaschinen

### 2. WAS IST DREIPHASICHER STROM (DREHSTROM)?

- Beim **dreiphasigen Strom**, auch **Drehstrom** genannt, werden **drei Phasen** verwendet, die jeweils um  $120^\circ$  versetzt sind.
- Die Spannung zwischen den Phasen beträgt **400 Volt** (Drehstromspannung).
- Im Gegensatz zur einphasigen Versorgung kann **dreiphasiger Strom** mehr Leistung transportieren und ist daher für **leistungsstarke Geräte** notwendig.

#### Anwendungsbeispiele:

- Kochherde und Backöfen
- Wärmepumpen und Heizsysteme
- Ladestationen für Elektroautos
- Maschinen und grosse elektrische Motoren

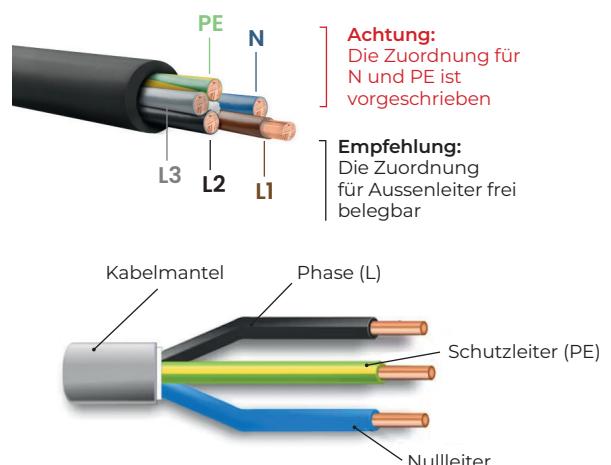
### 3. TECHNISCHE UNTERSCHIEDE

Merkmal	Einphasiger Strom	Dreiphasiger Strom (Drehstrom)
Anzahl der Phasen	1	3
Spannung	230 V	400 V
Stromfluss	Über eine Leitung (Phase)	Gleichmässige Verteilung über 3 Phasen
Leistung	Geringe Leistung	Hohe Leistung
Anwendungsbereich	Haushaltsgeräte und Beleuchtung	Grosse Geräte und Industrie
Verbrauch	Kleinere Stromkreise	Mehr Leistung bei geringerer Last

### 4. OPTISCHE UNTERSCHIEDE EINPHASIGER UND DREIPHASICHER STECKER UND KABEL

AC			
Spannung	Max. Leistung	Bemerkungen	
	Haushaltssteckdose	Bis 2,3 kW einphasig	Nur für Notladung
	Industrie-steckdosen CEE (blau)	Bis 3,7 kW einphasig	Auch Campingstecker genannt – nicht mehr gebräuchlich
	Industrie-steckdosen CEE (rot)	Bis 22 kW dreiphasig	Auch Industriestecker genannt – zum Anschluss von Heimladestationen

### Leitfarben Zuordnung



Fortsetzung auf nächster Seite →

---

## 5. WARUM IST DREIPHASIGER STROM EFFIZIENTER?

- Bei **dreiphasigem Strom** wird die Last auf **drei Phasen verteilt**, was die Leitungen weniger belastet.
- Dadurch können **höhere Leistungen** transportiert werden, ohne dass die Kabel überhitzen.
- Der **dreiphasige Strom** ermöglicht es, elektrische Motoren effizienter zu betreiben, da die Phasen eine **rotierende Magnetkraft** erzeugen, die den Motor gleichmäßig antreibt.

---

## 6. VERBINDUNG VON EINPHASIGEM UND DREIPHASIGEM STROM IM HAUSNETZ

Im **Hausanschluss** liegt dreiphasiger Strom (400 V) an, der über die Hauptverteilung ins Hausnetz geleitet wird.

Die **einzelnen Phasen** werden im Hausnetz aufgeteilt:

- Für **normale Steckdosen** (230 V) wird jeweils **eine der drei Phasen** verwendet.
- Für **Grossverbraucher** (400 V) wie Herd oder Wärmepumpe werden **alle drei Phasen** zusammen genutzt.

### Wichtig zu wissen:

- Die **gleichmässige Verteilung der Last** auf alle drei Phasen ist wichtig, um eine Überlastung einer einzelnen Phase zu vermeiden.

### Zusammenfassung

- **Einphasiger Strom** (230 V) versorgt normale Steckdosen und kleinere Geräte, die wenig Leistung benötigen.
- **Dreiphasiger Strom** (400 V) wird für grosse Verbraucher und leistungsintensive Geräte verwendet.
- Beide Systeme sind im Hausnetz miteinander verbunden: Der dreiphasige Strom wird in einphasige Leitungen für Steckdosen aufgeteilt und direkt für Grossverbraucher genutzt.

Durch das Zusammenspiel von **einphasigem** und **dreiphasigem Strom** wird sichergestellt, dass sowohl kleine Geräte als auch leistungsstarke Verbraucher effizient und sicher betrieben werden können.

## GLEICHSTROM UND WECHSELSTROM – EIN ÜBERBLICK

In der elektrischen Energieversorgung unterscheiden wir zwischen **Gleichstrom (DC)** und Wechselstrom (AC). Beide Stromarten haben unterschiedliche Eigenschaften, Anwendungen und Vorteile, die für das Verständnis des Stromnetzes und der Photovoltaik wichtig sind.

### 1. WAS IST STROM?

Strom entsteht, wenn sich **elektrische Ladungen (Elektronen)** in einem Leiter bewegen. Die Richtung der Bewegung bestimmt, ob es sich um **Gleichstrom** oder **Wechselstrom** handelt.

### 2. GLEICHSTROM (DC – DIRECT CURRENT)

- Beim **Gleichstrom** bewegen sich die Elektronen in **eine einzige Richtung** durch den Stromkreis.
- Die Spannung ist **konstant** und wechselt nicht ihre Polarität.

#### Eigenschaften:

- **Richtung:** Konstante Stromrichtung.
- **Stabile Spannung:** Spannung bleibt gleich.

#### Anwendungsbereiche:

- **Batterien und Akkus:** Alle Energiespeicher liefern Gleichstrom.
- **Photovoltaikanlagen (PV):** Solarmodule erzeugen Gleichstrom.
- **Elektronische Geräte:** Geräte wie Smartphones, Laptops und LED-Lampen benötigen intern Gleichstrom. Adapter oder Netzteile wandeln Wechselstrom in Gleichstrom um.
- **Elektromobilität:** Elektroautos arbeiten mit Gleichstrom.

### 3. WECHSELSTROM (AC – ALTERNATING CURRENT)

- Beim **Wechselstrom** ändern die Elektronen **regelmässig ihre Richtung**.
- In Europa geschieht dies mit einer **Frequenz von 50 Hertz (Hz)**, was bedeutet, dass die Stromrichtung **50-mal pro Sekunde** wechselt.
- Die Spannung folgt einer **Sinuskurve**, die sich periodisch von positiv nach negativ verändert.

#### Eigenschaften:

- **Richtung:** Stromrichtung wechselt kontinuierlich.
- **Variable Spannung:** Spannung steigt und fällt sinusförmig.

#### Anwendungsbereiche:

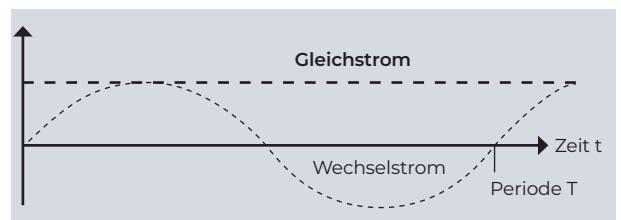
- **Stromversorgung im Hausnetz:** Das gesamte Stromnetz liefert Wechselstrom, da er einfacher über lange Strecken zu transportieren ist.

■ **Grossverbraucher:** Geräte wie Waschmaschinen, Kühlschränke und Kochherde nutzen Wechselstrom.

■ **Transformatoren:** Wechselstrom ermöglicht die einfache Änderung der Spannung mithilfe von Transformatoren.

### 4. WARUM GIBT ES GLEICHSTROM UND WECHSELSTROM?

- **Gleichstrom** eignet sich hervorragend für **Energie-speicherung** und elektronische Geräte.
- **Wechselstrom** ist effizienter für die **Übertragung über grosse Entfernungen**, da die Spannung mithilfe von Transformatoren einfach erhöht oder reduziert werden kann.



### 5. VERBINDUNG VON GLEICHSTROM UND WECHSELSTROM

In vielen Anwendungen wird **Gleichstrom** und **Wechselstrom** kombiniert:

#### 1. Photovoltaikanlagen (PV):

- Solarmodule erzeugen **Gleichstrom**.
- Ein **Wechselrichter** wandelt den Gleichstrom in **Wechselstrom** um, damit der Strom im Hausnetz oder ins öffentliche Netz eingespeist werden kann.

#### 2. Elektronische Geräte:

- Das Hausnetz liefert **Wechselstrom** (230 V).
- Adapter oder Netzteile wandeln den Wechselstrom in **Gleichstrom** um, den Geräte wie Laptops und Smartphones benötigen.

*Fortsetzung auf nächster Seite →*

### 3. Elektromobilität:

- Das Stromnetz liefert Wechselstrom.
- Ladestationen oder Ladegeräte wandeln Wechselstrom in **Gleichstrom** um, da Elektrofahrzeuge mit Gleichstrom betrieben werden.

### 6. TECHNISCHE UNTERSCHIEDE – VERGLEICHSTABELLE

Merkmal	Gleichstrom (DC)	Wechselstrom (AC)
<b>Stromrichtung</b>	Gleichbleibend (eine Richtung)	Wechselt periodisch
<b>Spannung</b>	Konstant	Schwankt sinus-förmig
<b>Erzeugung</b>	Batterien, Solarmodule	Generatoren, Kraftwerke
<b>Transport</b>	Kurzstrecken, Speicherung	Lange Strecken
<b>Anwendung</b>	Elektronische Geräte, PV	Stromnetz, Haushaltsgeräte

#### Zusammenfassung

- **Gleichstrom (DC):** Fließt konstant in eine Richtung und wird vor allem bei Batterien, Solarmodulen und Elektronik verwendet.
- **Wechselstrom (AC):** Wechselt seine Richtung regelmässig und wird für die Stromversorgung im Hausnetz und für den Stromtransport über weite Strecken genutzt.
- Im Alltag arbeiten Gleichstrom und Wechselstrom zusammen: Wechselrichter, Netzteile und Ladegeräte wandeln die Stromarten je nach Bedarf um.

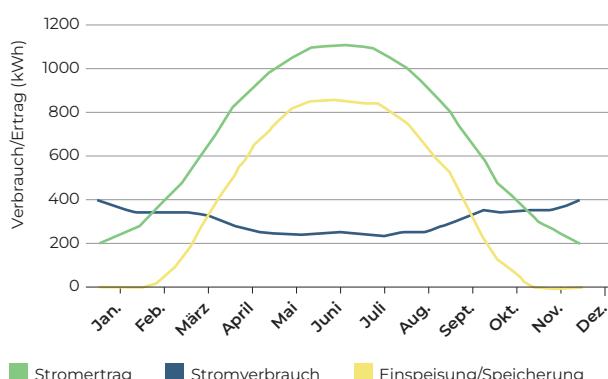
Das Verständnis dieser Unterschiede ist besonders wichtig für den Betrieb von Photovoltaikanlagen und modernen Stromsystemen, da hier Gleichstrom erzeugt, aber Wechselstrom benötigt wird.

## ENERGIEPRODUKTION DURCH PHOTOVOLTAIKANLAGEN

Photovoltaikanlagen wandeln **Sonnenlicht** in **elektrische Energie** um.

Die Stromproduktion einer PV-Anlage ist dabei stark vom Tages- und Jahresverlauf abhängig. Die beiden Grafiken verdeutlichen die Unterschiede und den Zusammenhang zwischen **Stromproduktion** und **Stromverbrauch**.

### 1. JAHRESVERLAUF DER STROMPRODUKTION UND DES VERBRAUCHS



In der ersten Grafik werden die **Stromproduktion**, der **Stromverbrauch** und die **Einspeisung/Speicherung** über das Jahr dargestellt.

#### Grüne Kurve (Stromertrag):

- Die PV-Anlage produziert den meisten Strom zwischen **März und September**, wenn die Sonneninstrahlung am intensivsten und die Tage am längsten sind.
- Der Ertrag erreicht seinen Höhepunkt in den **Sommermonaten** (Mai bis Juli).

#### Blaue Kurve (Stromverbrauch):

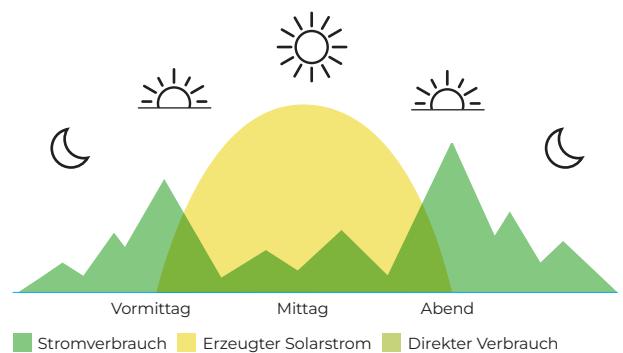
- Der Stromverbrauch bleibt im Jahresverlauf relativ **konstant**.
- Im Winter steigt der Verbrauch leicht an, z. B. durch Heizung, Beleuchtung oder längere Dunkelphasen.

#### Orange Kurve (Einspeisung/Speicherung):

- In den Sommermonaten produziert die PV-Anlage deutlich mehr Strom, als im Haus direkt verbraucht wird.
- Dieser **Überschuss** kann ins öffentliche Netz eingespeist oder in Speichern zwischengespeichert werden.
- Im Winter ist die Stromproduktion gering, sodass mehr Energie aus dem Netz bezogen wird.

### 2. TAGESVERLAUF DER STROMPRODUKTION UND DES VERBRAUCHS

#### Solarstromertrag und Stromverbrauch im Tagesverlauf



Die zweite Grafik zeigt die Schwankungen von Solarstromerzeugung und Stromverbrauch innerhalb eines Tages:

#### Gelber Bereich (Erzeugter Solarstrom):

- Der Solarstromertrag beginnt **morgens** zu steigen, erreicht seinen **Höhepunkt zur Mittagszeit** und nimmt dann wieder ab.
- Nachts wird kein Strom produziert, da keine Sonneneinstrahlung vorhanden ist.

#### Dunkelgrüner Bereich (Stromverbrauch):

- Der Stromverbrauch verteilt sich meist über den Tag, mit Spitzen am **Vormittag** und **Abend**, z. B. durch Kochen, Beleuchtung oder Nutzung von Geräten.

#### Hellgrüner Bereich (Direkter Verbrauch):

- Ein Teil des erzeugten Solarstroms wird **direkt im Haus** verbraucht.
- Der direkte Verbrauch ist dann am höchsten, wenn die Stromproduktion und der Strombedarf zeitlich übereinstimmen (z. B. mittags).

*Fortsetzung auf nächster Seite →*

---

### 3. ANALYSE DER ZUSAMMENHÄNGE

#### 1. Jahresverlauf:

- Die Stromproduktion erreicht im Sommer ein Maximum, während der Verbrauch relativ stabil bleibt.
- Im Winter deckt die PV-Anlage den Bedarf nur teilweise, sodass zusätzlicher Strom aus dem öffentlichen Netz benötigt wird.

#### 2. Tagesverlauf:

- Die PV-Produktion konzentriert sich auf die **Mittagszeit**, während der Verbrauch in den Morgen- und Abendstunden höher ist.
- Eine **zeitliche Verschiebung** des Stromverbrauchs (z. B. durch gezieltes Laden von Geräten) kann helfen, den Eigenverbrauch zu erhöhen.

#### 3. Überschussmanagement:

- Überschüssiger Strom kann gespeichert oder ins Netz eingespeist werden.
- Batteriespeicher ermöglichen es, Solarstrom auch **abends** oder **nachts** zu nutzen.

#### Zusammenfassung

Die Stromproduktion von Photovoltaikanlagen ist stark von der **Sonneneinstrahlung** abhängig. Während sie im **Sommer** und **mittags** ihren Höchstwert erreicht, fällt die Produktion im Winter und nachts auf ein Minimum. Die beiden Grafiken zeigen klar, wie sich Stromerzeugung und -verbrauch im Jahres- und Tagesverlauf unterscheiden. Um den Solarstrom optimal zu nutzen, kann der Verbrauch zeitlich angepasst oder überschüssiger Strom gespeichert werden.



FELDSTRASSE 11 | 9434 AU ST.GALLEN  
[info@gama-pv.ch](mailto:info@gama-pv.ch) | 071 544 84 00