



Alles aus eigener Herstellung!

⚡ SOLAR-STROM

ÄPFEL

ÄPFEL

NÜSSE NÜSSE

KARTOFFELN

# Drei Handlungs-Schwerpunkte



## **Solarenergie**

kann schneller  
wachsen,  
das städtische  
Potential liegt  
brach



## **Windenergie**

überall, auch in  
der Nähe der  
Städte und  
Industriegebiete  
ausbauen

## **Dezentrale Stromspeicher**

gleichen das schwankende  
Angebot von Wind  
und Sonne aus

## Solaranlagen auf

- 70 Prozent der Dachflächen
- 70 Prozent der Fassadenflächen
- 3 Prozent der Ackerflächen

## und Windanlagen auf

- 15 Prozent der Ackerflächen
- 15 Prozent der Waldflächen

könnten bilanziell den Jahresbedarf an Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland decken.

Eine von tausend verschiedenen Möglichkeiten.

Siehe dazu

<http://www.energiewenderechner.de>

## Solaranlagen auf

- 70 Prozent der Dachflächen
- 70 Prozent der Fassadenflächen
- 3 Prozent der Ackerflächen

## und Windanlagen auf

- 15 Prozent der Ackerflächen
- 15 Prozent der Waldflächen

könnten bilanziell den Jahresbedarf an Strom, Wärme und Verkehr in Deutschland decken.

**Wie schafft man den Ausgleich zwischen zeitweiligem Überangebot und zeitweiligem Mangel ?**



DEUTSCH  
STROM-  
WIRTSCHAFT

Projekt:  
SUPERGRID  
Europa fest  
im Griff!

Hier baut die  
dt. Stromwirtschaft:  
neue Kohle-  
kraftwerke

KOHLEKRAFT

Münzer

# Planung der Stromwirtschaft



Münzer

# **Ausbau der Stromnetze minimieren durch Ausbau dezentraler Speicher**

Beitrag des Solarenergie-Förderverein Deutschland (SFV)

## **Solarstrom vom Dach und aus dem Keller**

# Ausbau der Stromnetze minimieren durch Ausbau dezentraler Speicher

Solarenergie-Förderverein Deutschland (SFV)

Dipl.-Ing. Wolf von Fabeck

**Vordringliches Problem:**

**Anschluss von Solarstromanlagen wird immer häufiger von Netzbetreibern abgelehnt.**

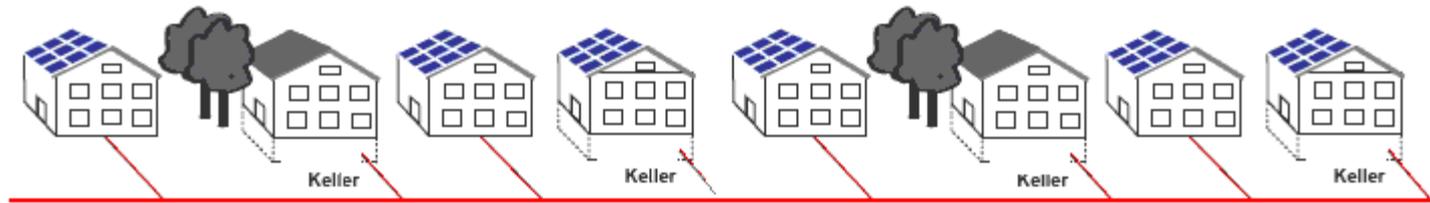
**Die Niederspannungsnetze würden angeblich überlastet.**

Wie können Solaranlagen das Stromnetz überlasten?

Zulässige Spannung im Niederspannungsnetz 230 Volt plus minus 10 Prozent

# Wie können Solaranlagen das Stromnetz überlasten?

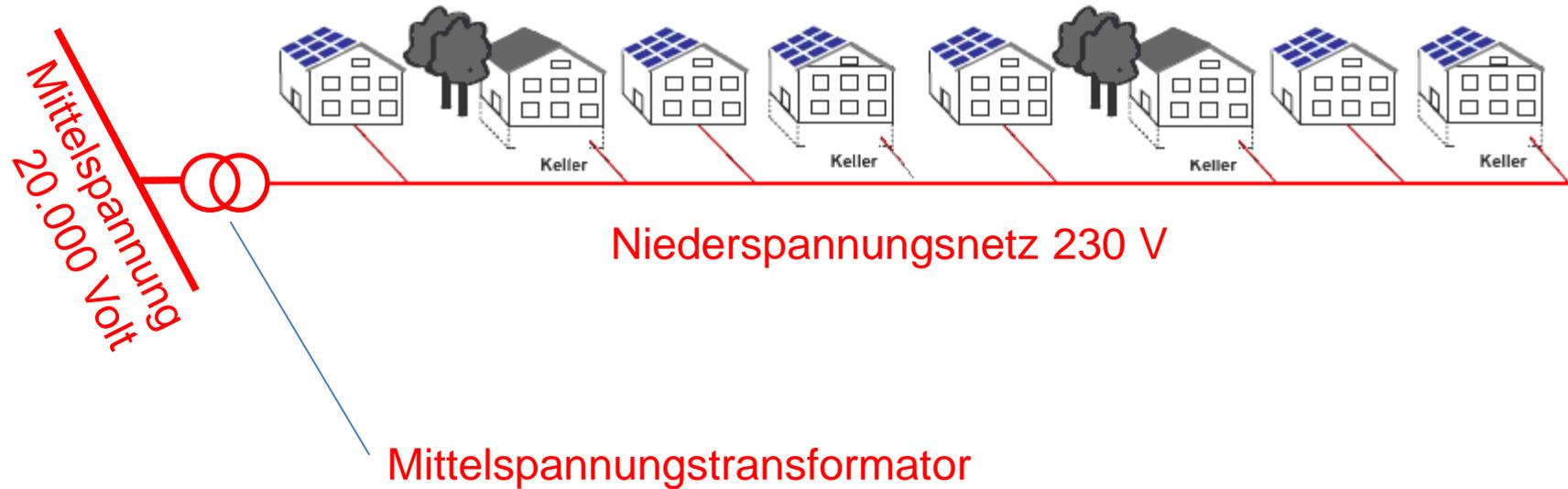
Zulässige Spannung im Niederspannungsnetz 230 Volt plus minus 10 Prozent



Niederspannungsnetz 230 V

# Wie können Solaranlagen das Stromnetz überlasten?

Zulässige Spannung im Niederspannungsnetz 230 Volt plus minus 10 Prozent

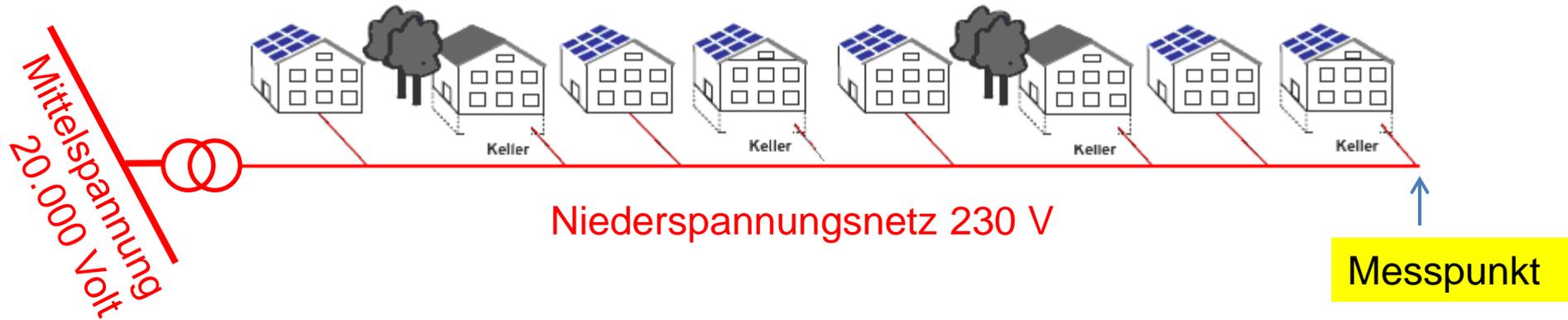


Zulässige Spannung im Niederspannungsnetz 230 Volt plus minus 10 Prozent



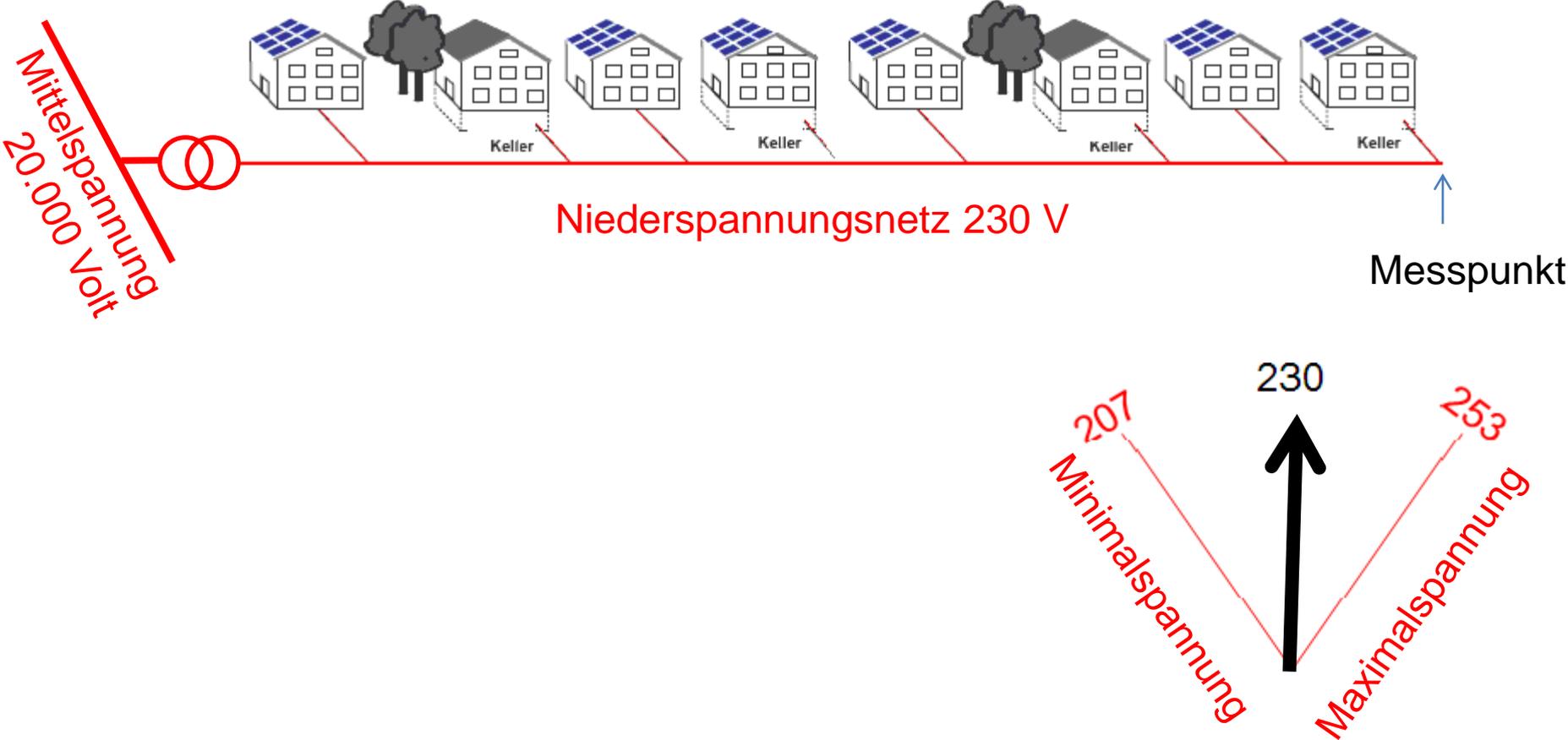
Netzberechnung geht von folgendem ungünstigsten Fall aus:  
Kein Stromverbrauch (alle Bewohner im Sommerurlaub)

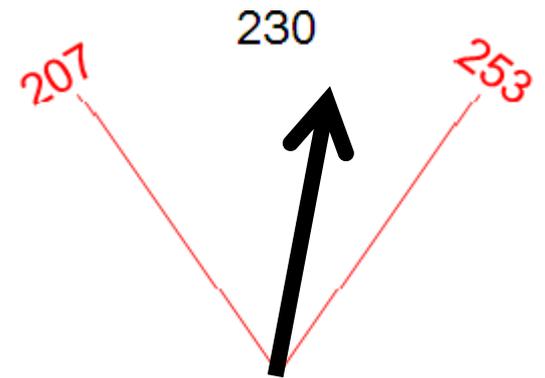
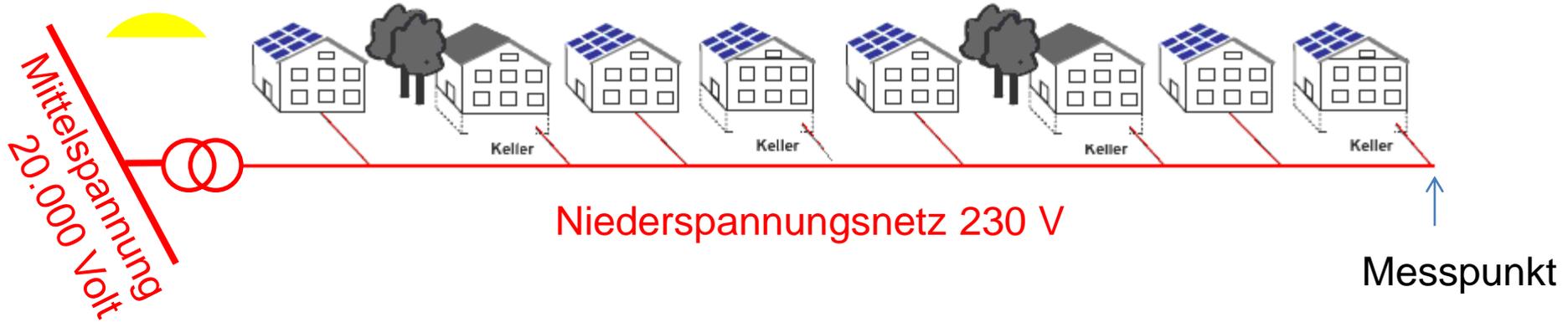
Zulässige Spannung im Niederspannungsnetz 230 Volt plus minus 10 Prozent



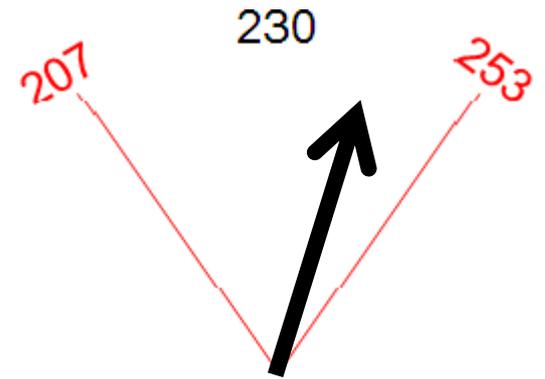
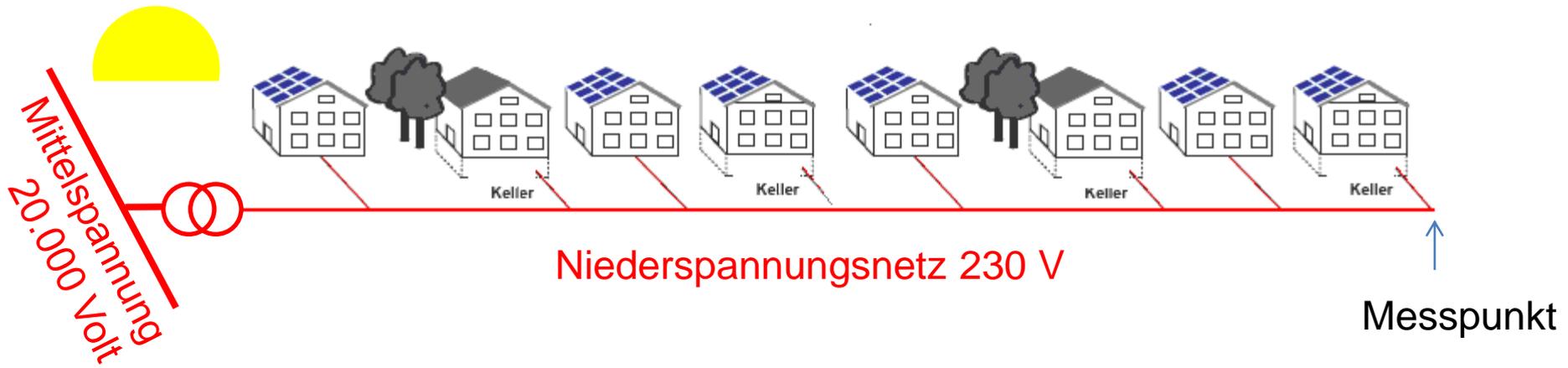
Netzberechnung geht von folgendem ungünstigsten Fall aus:  
Kein Stromverbrauch (alle Bewohner im Sommerurlaub)

# Zulässige Spannung im Niederspannungsnetz 230 Volt plus minus 10 Prozent





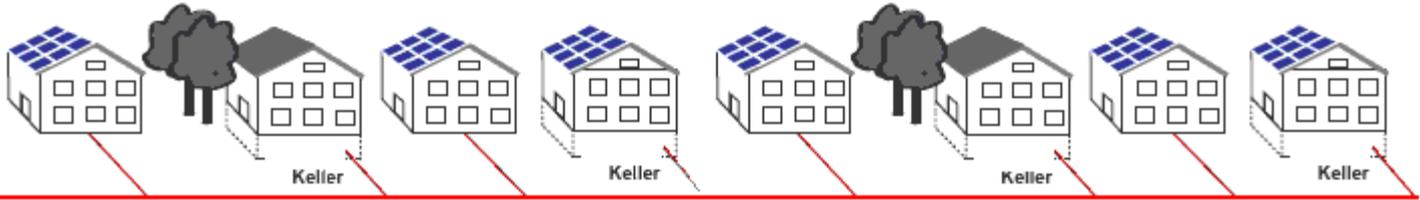
Mit dem Ansteigen der Sonne steigt die Spannung am Ende des Netzzweiges



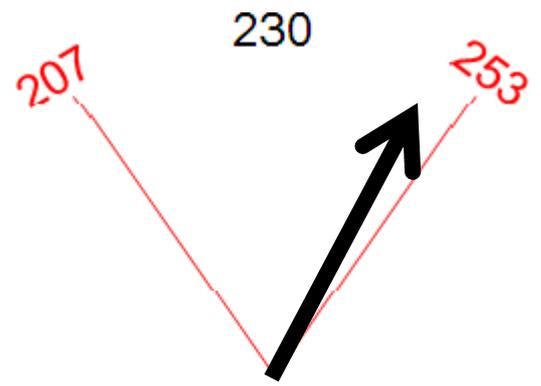
Mit dem Ansteigen der Sonne steigt die Spannung am Ende des Netzzweiges



Mittelspannung  
20.000 Volt



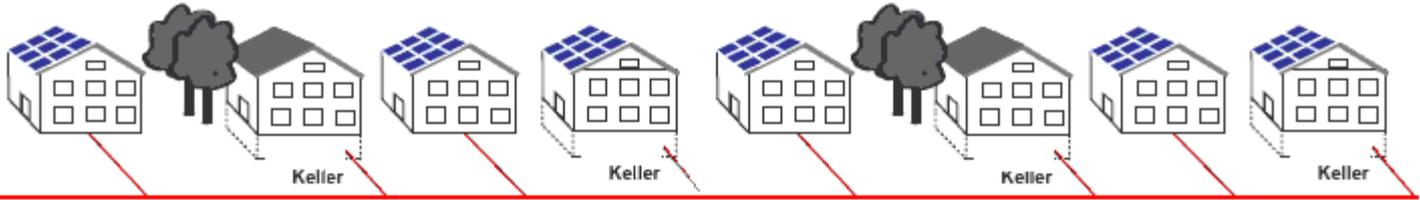
Niederspannungsnetz 230 V



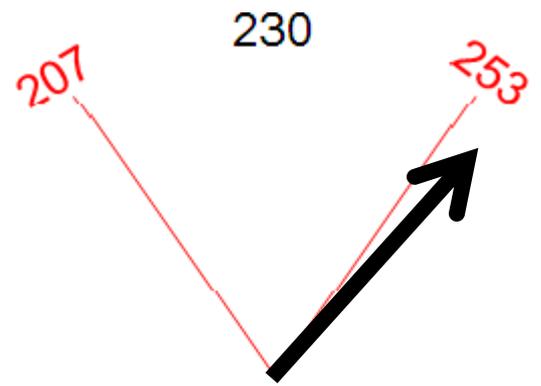
Mit dem Ansteigen der Sonne steigt die Spannung am Ende des Netzzweiges



Mittelspannung  
20.000 Volt



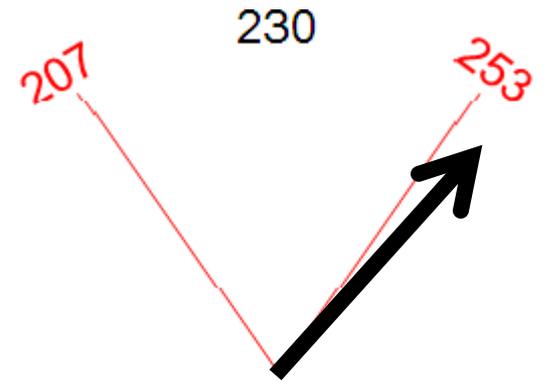
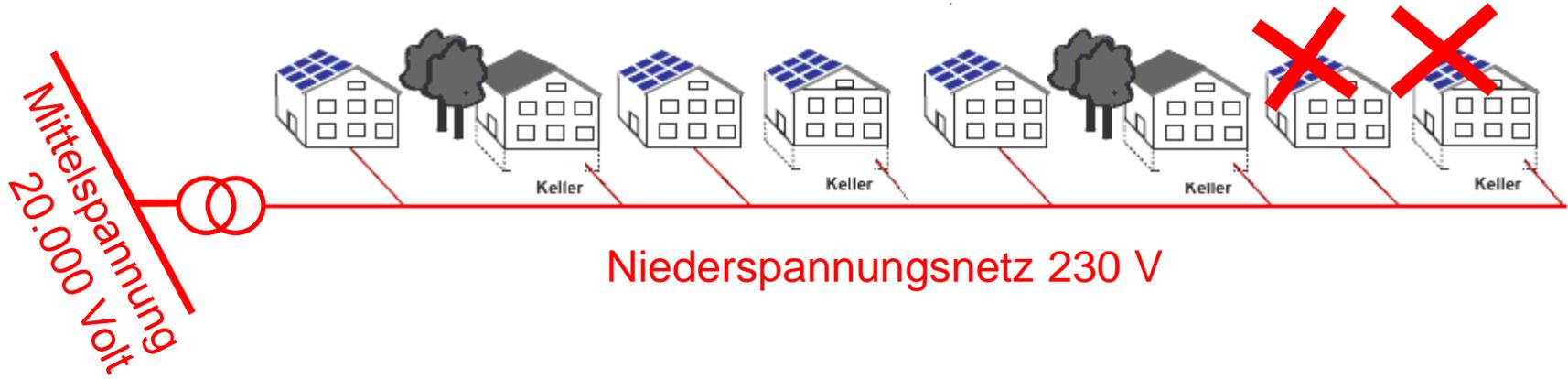
Niederspannungsnetz 230 V



Die Spannung am Ende des Netzzweiges steigt über den zulässigen Höchstwert 230 V + 10 Prozent = 253 Volt



# Spannung am Hausanschluss in Volt

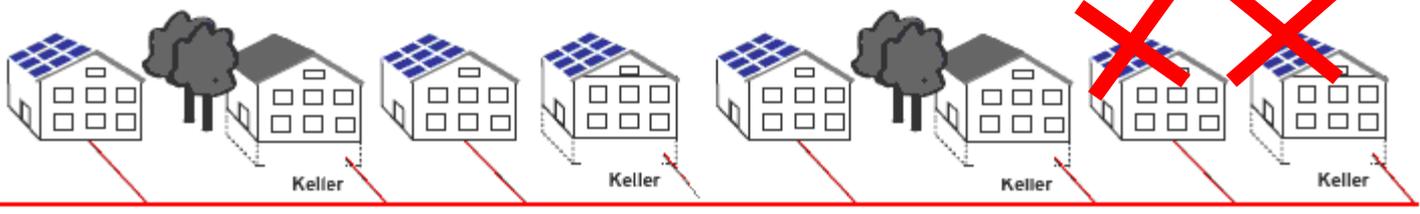


Die Solaranlagen am Ende des Netzzweiges erhalten deshalb keine Anschlussgenehmigung

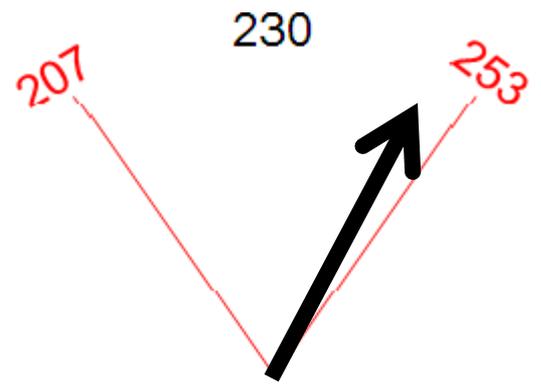


Die Solaranlagen am Ende des  
Netzzweiges erhalten deshalb  
keine Anschlussgenehmigung

Mittelspannung  
20.000 Volt



Niederspannungsnetz 230 V



# Berechnung der Spannungsanhebung



# Berechnung der Spannungsanhebung

230 Volt



230

253



207

230

253



207



# Berechnung der Spannungsanhebung

230 Volt



230



253

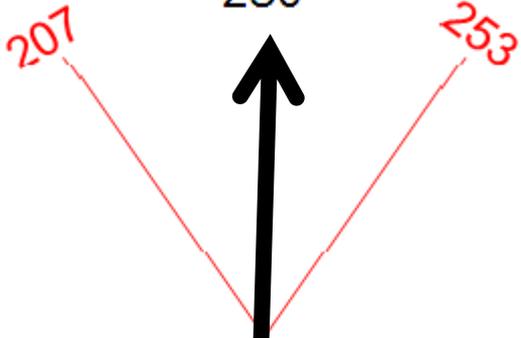
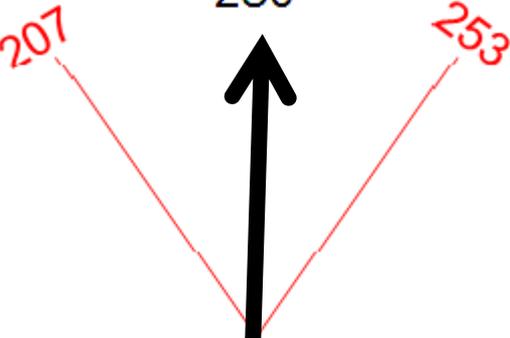
207

207

230



253

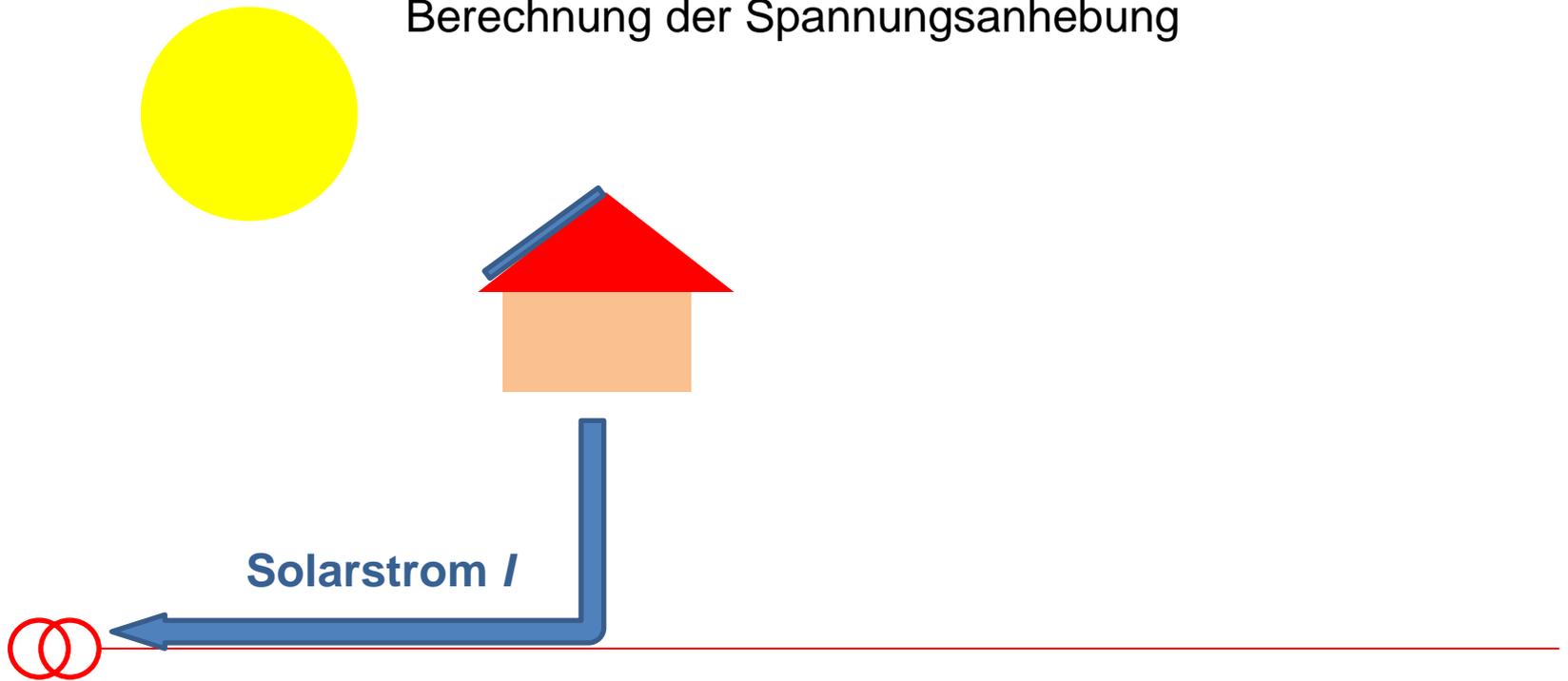


# Berechnung der Spannungsanhebung

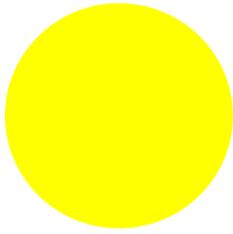
In einem Netzzweig ohne Stromeinspeisung und ohne Stromverbrauch ist die Spannung überall gleich.



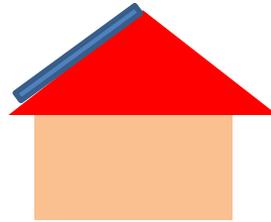
# Berechnung der Spannungsanhebung



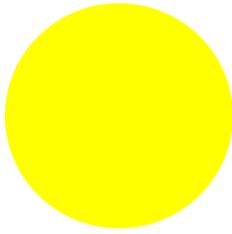
# Berechnung der Spannungsanhebung



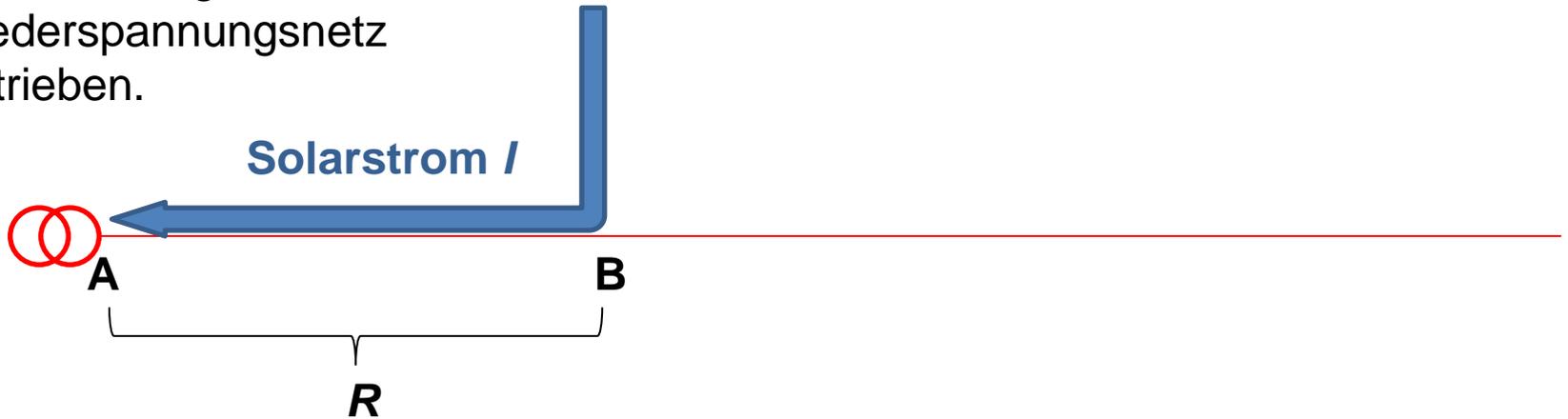
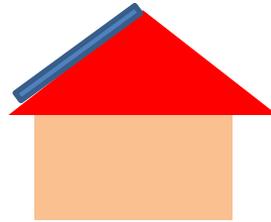
Solarstrom  $I$  wird mittels  
Sonnenenergie durch das  
Niederspannungsnetz  
getrieben.



# Berechnung der Spannungsanhebung

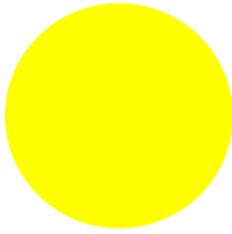


Solarstrom  $I$  wird mittels  
Sonnenenergie durch das  
Niederspannungsnetz  
getrieben.

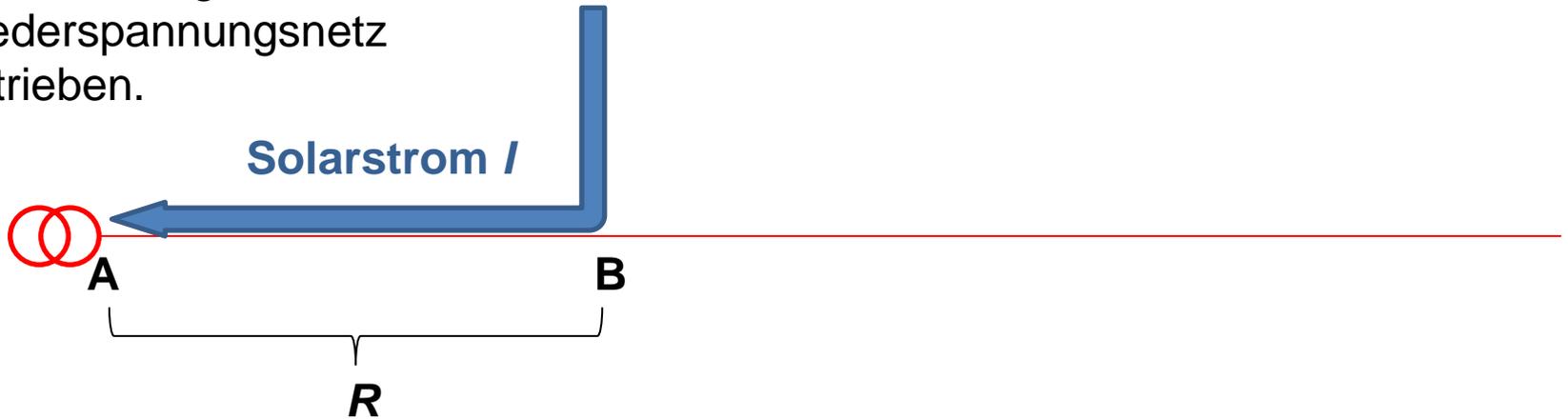
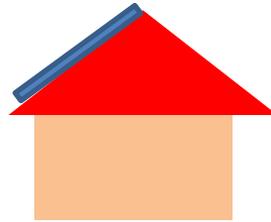


Zwischen den Punkten A und B  
hat das Netzkabel einen  
Widerstand  $R$

# Berechnung der Spannungsanhebung



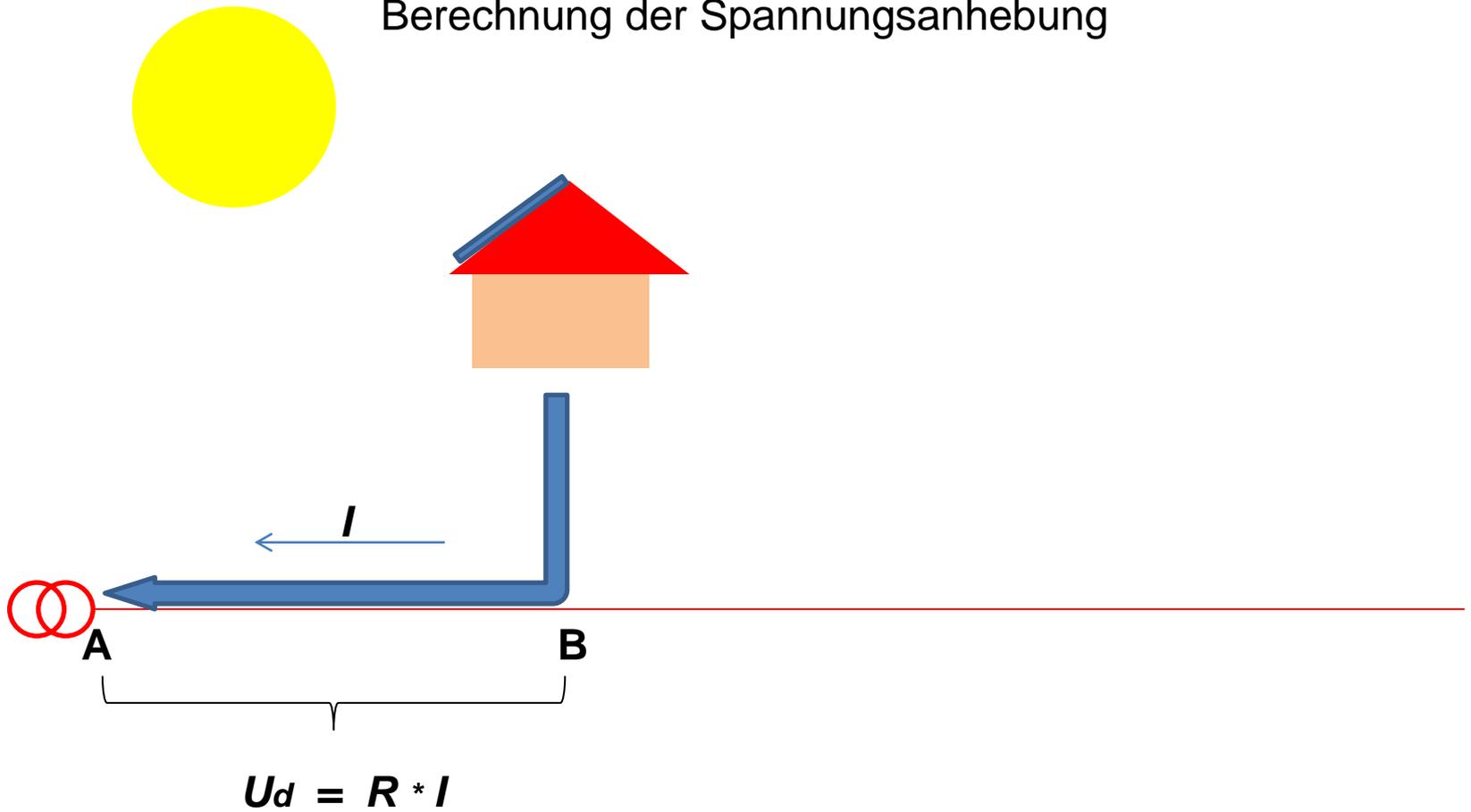
Solarstrom  $I$  wird mittels  
Sonnenenergie durch das  
Niederspannungsnetz  
getrieben.



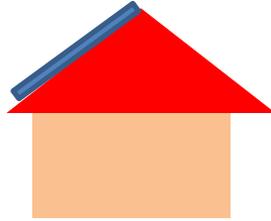
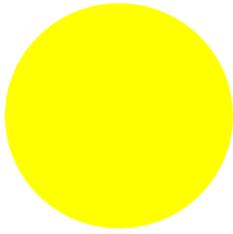
Zwischen den Punkten A und B  
hat das Netzkabel einen  
Widerstand  $R$

Damit der Strom  $I$  durch den  
Widerstand  $R$  fließt, muss am  
Punkt B die Spannung höher  
sein, als am Punkt A

# Berechnung der Spannungsanhebung



Spannungsdifferenz zwischen B und A  
(Ohmsches Gesetz)



Punkt A :  
Spannung konstant 230 V



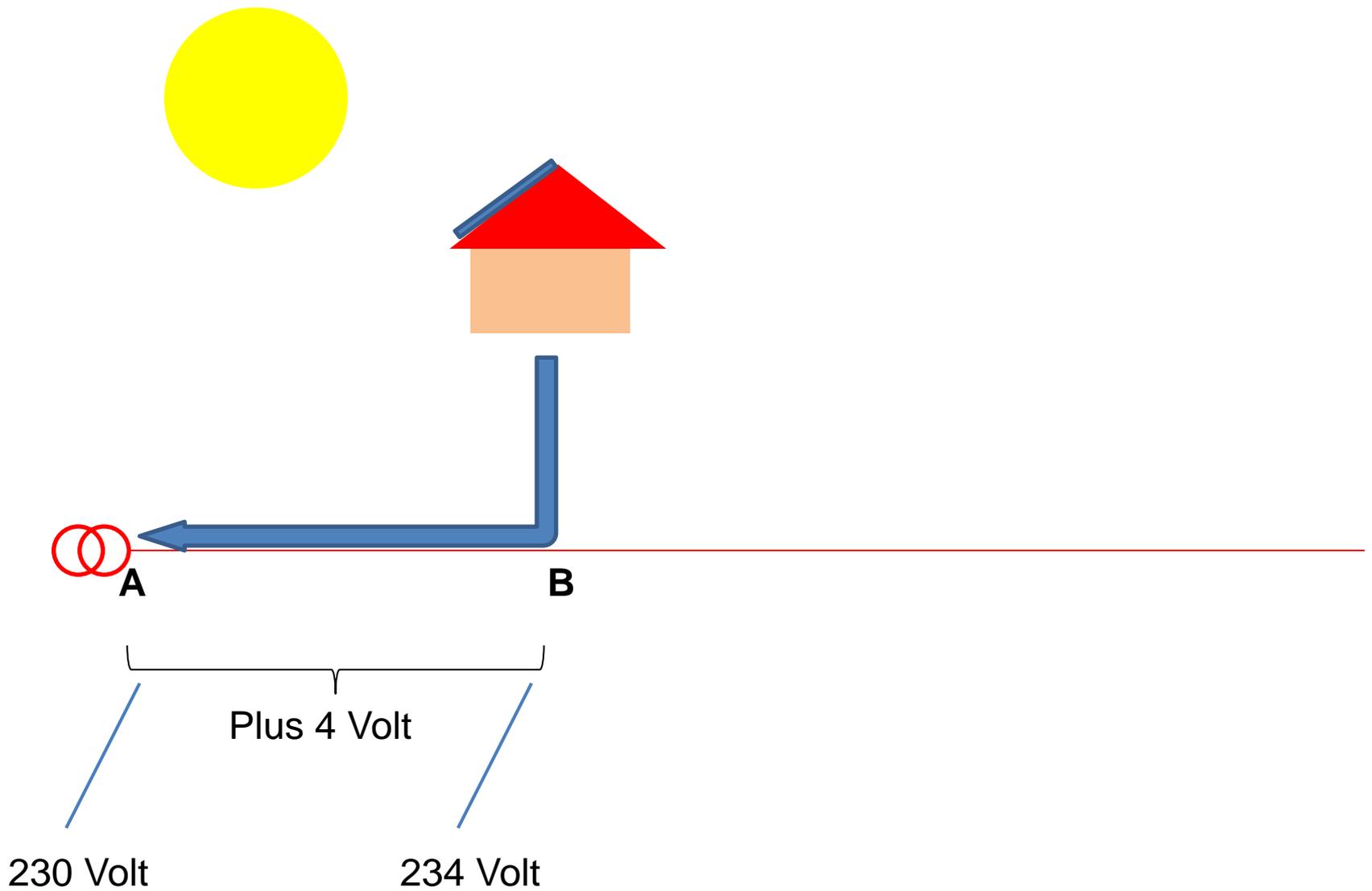
**A**



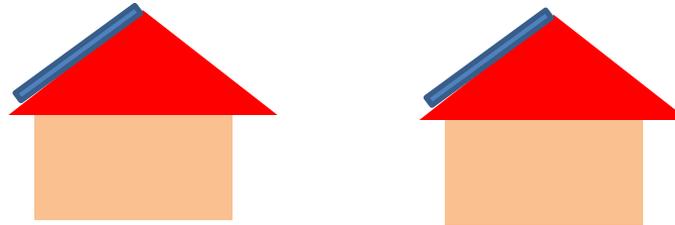
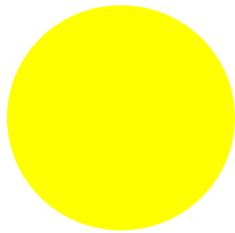
**B**

$$U_A = 230 \text{ V}$$

$$U_B = U_A + R * I$$



# Zahlenbeispiel



Wenn zwei Solaranlagen  
einspeisen, fließt zwischen B und A  
der zweifache Strom *I*  
Deshalb verdoppelt sich dort die  
Spannungsanhebung auf 8 Volt



A

B

C

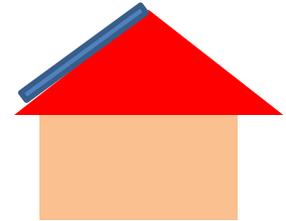
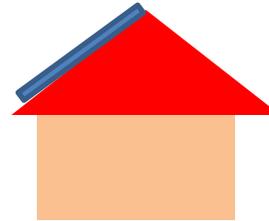
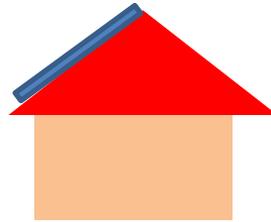
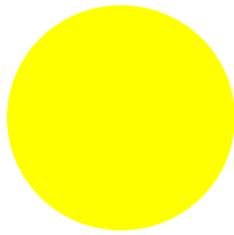
Plus 8 Volt

Plus 4 Volt

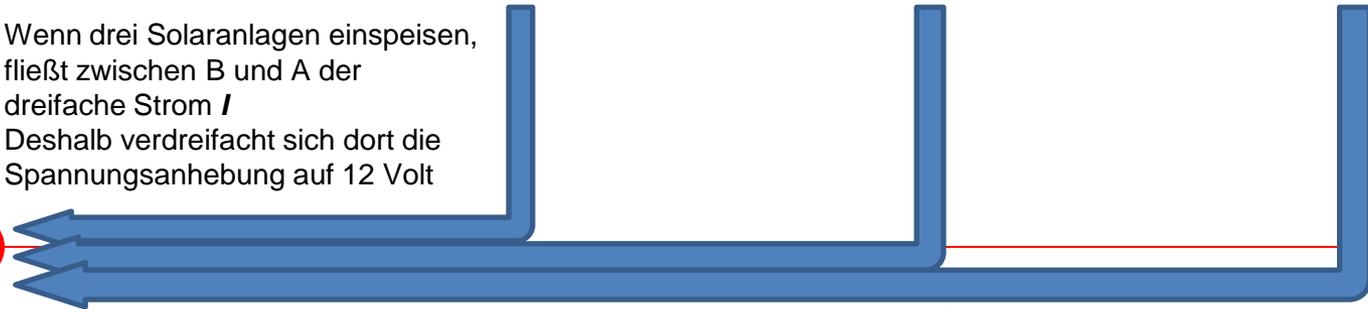
230 Volt

238 Volt

242 Volt



Wenn drei Solaranlagen einspeisen,  
fließt zwischen B und A der  
dreifache Strom *I*  
Deshalb verdreifacht sich dort die  
Spannungsanhebung auf 12 Volt



A

B

C

D

Plus 12 Volt

Plus 8 Volt

Plus 4 Volt

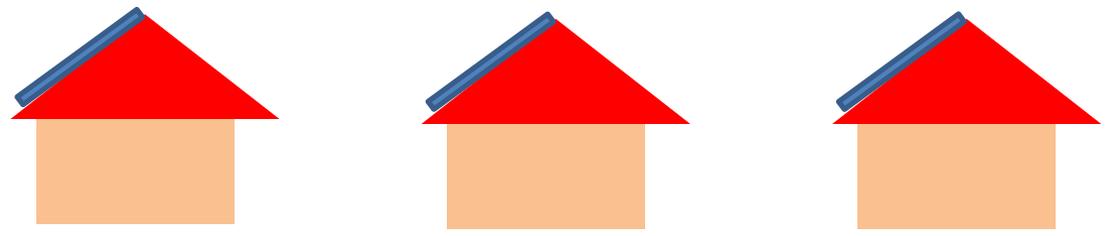
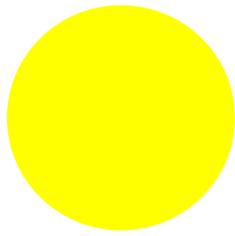
230 Volt

242 Volt

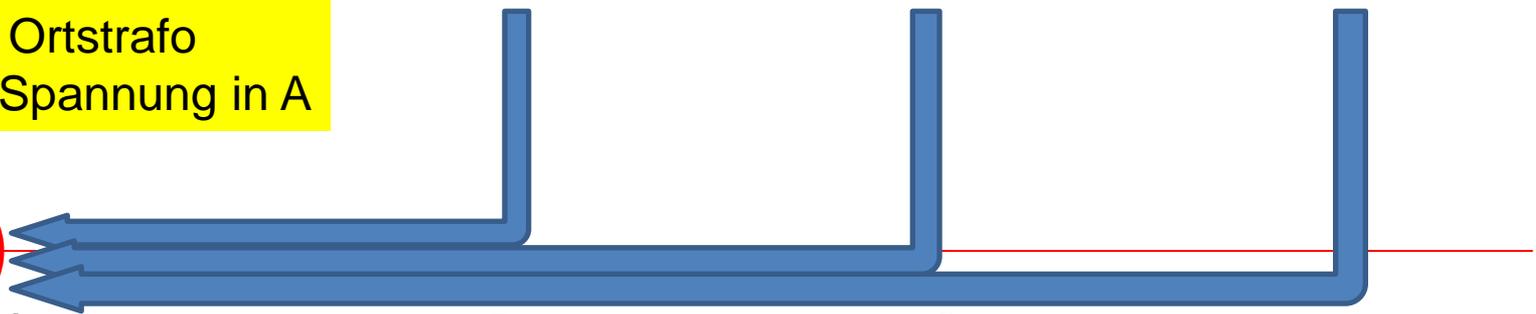
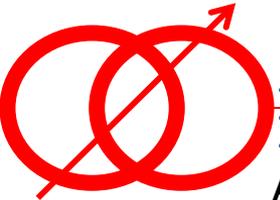
250 Volt

**254 Volt**

Unzulässig,  
weil über 253 Volt  
(230 Volt plus 10 %)



Regelbarer Ortstrafo  
vermindert Spannung in A



A B C D

Plus 12 Volt

Plus 8 Volt

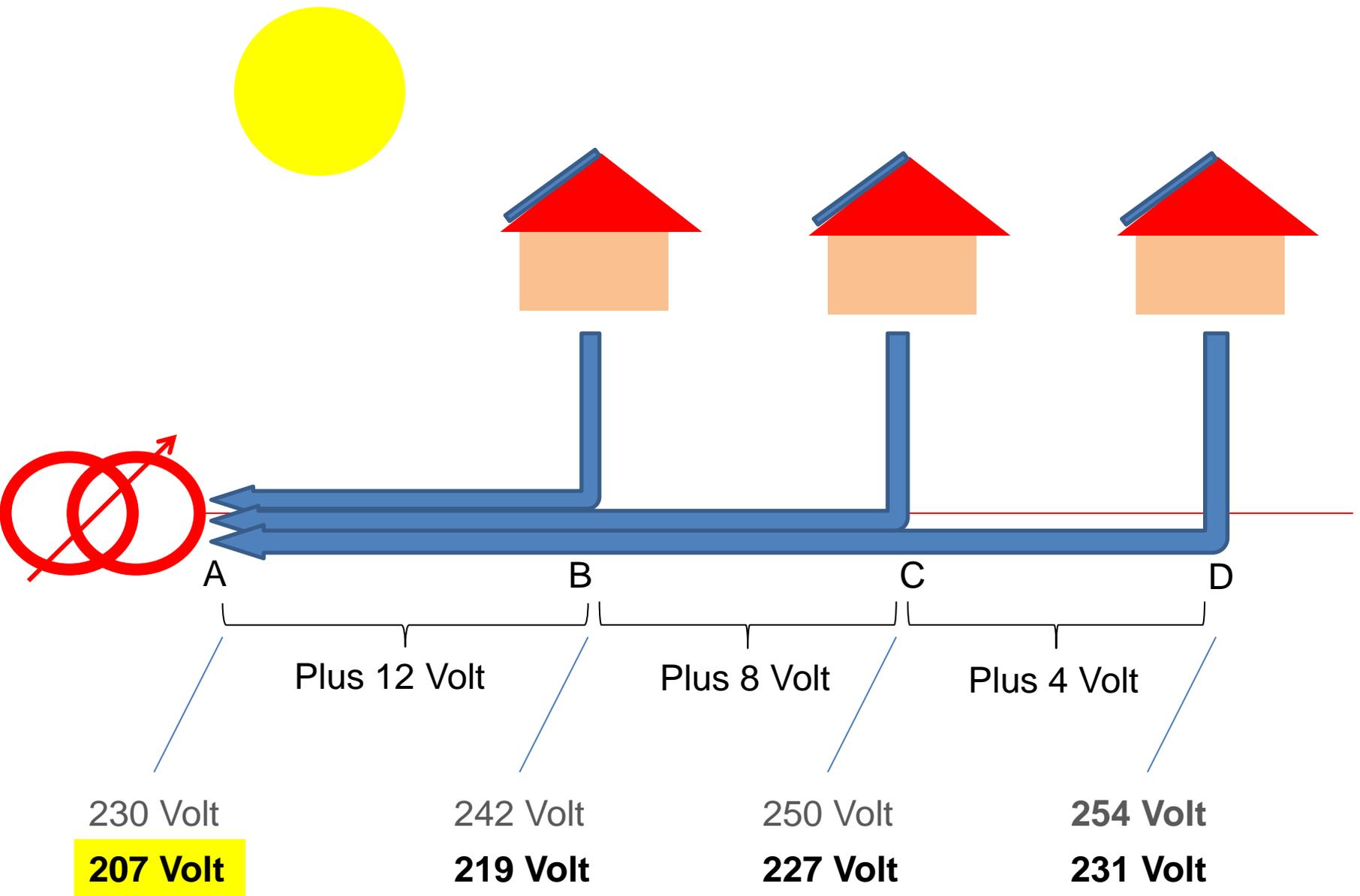
Plus 4 Volt

230 Volt

242 Volt

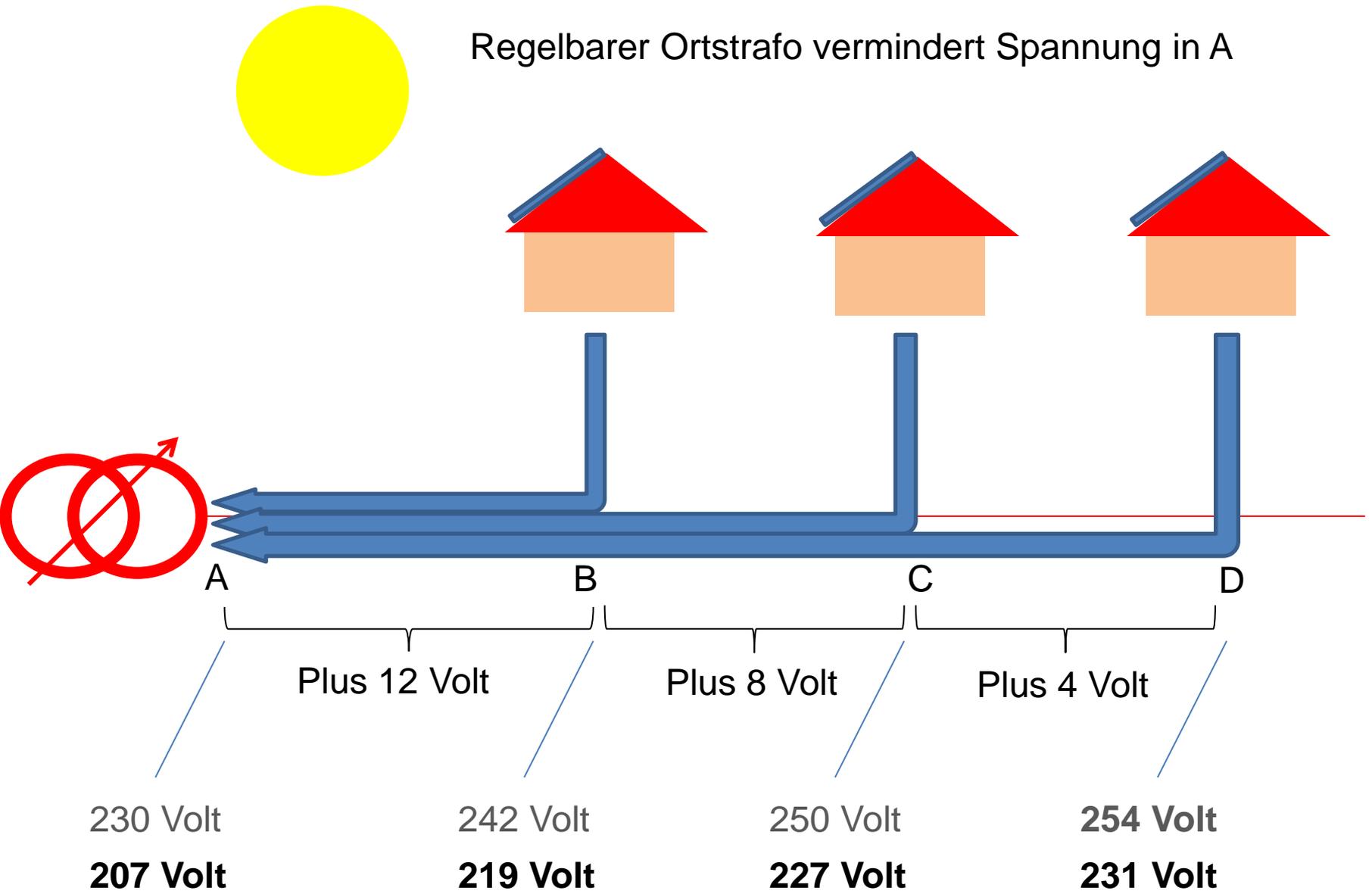
250 Volt

**254 Volt**



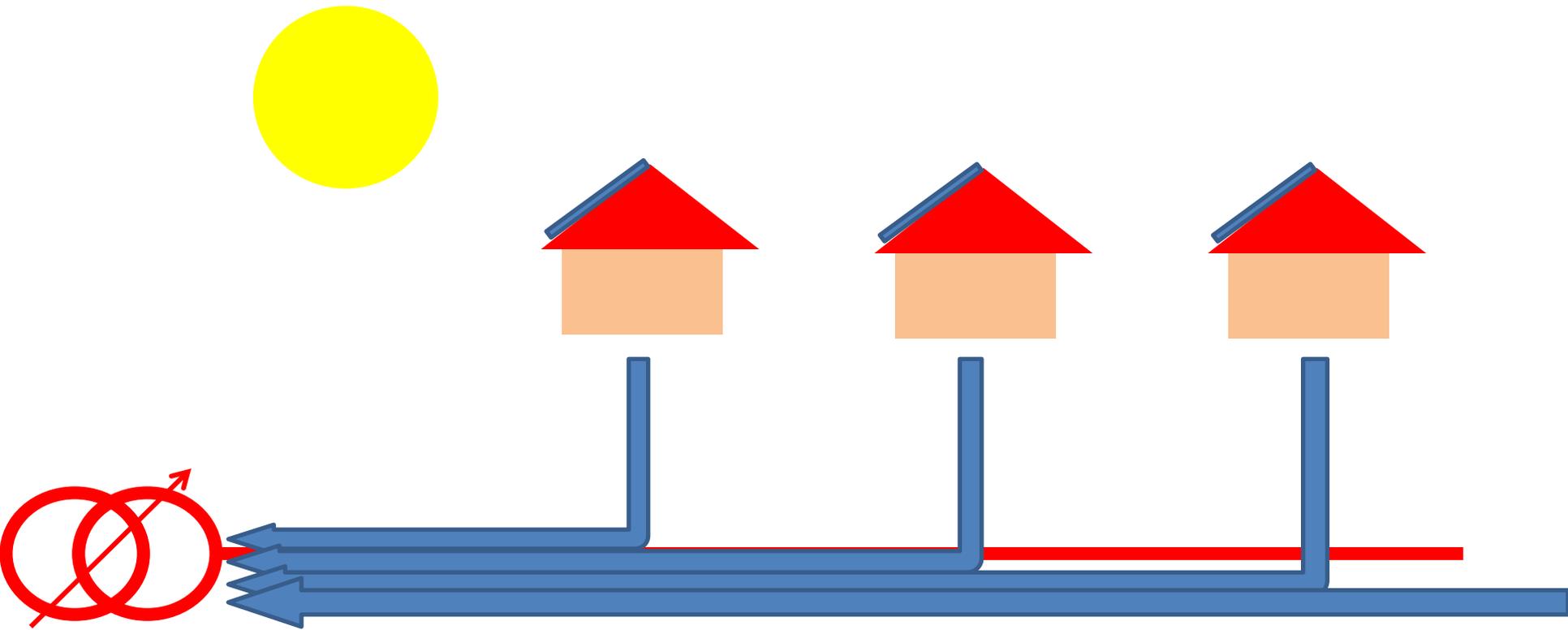
Unterste zulässige Spannung 230 V -10%

# Regelbarer Ortstrafo vermindert Spannung in A

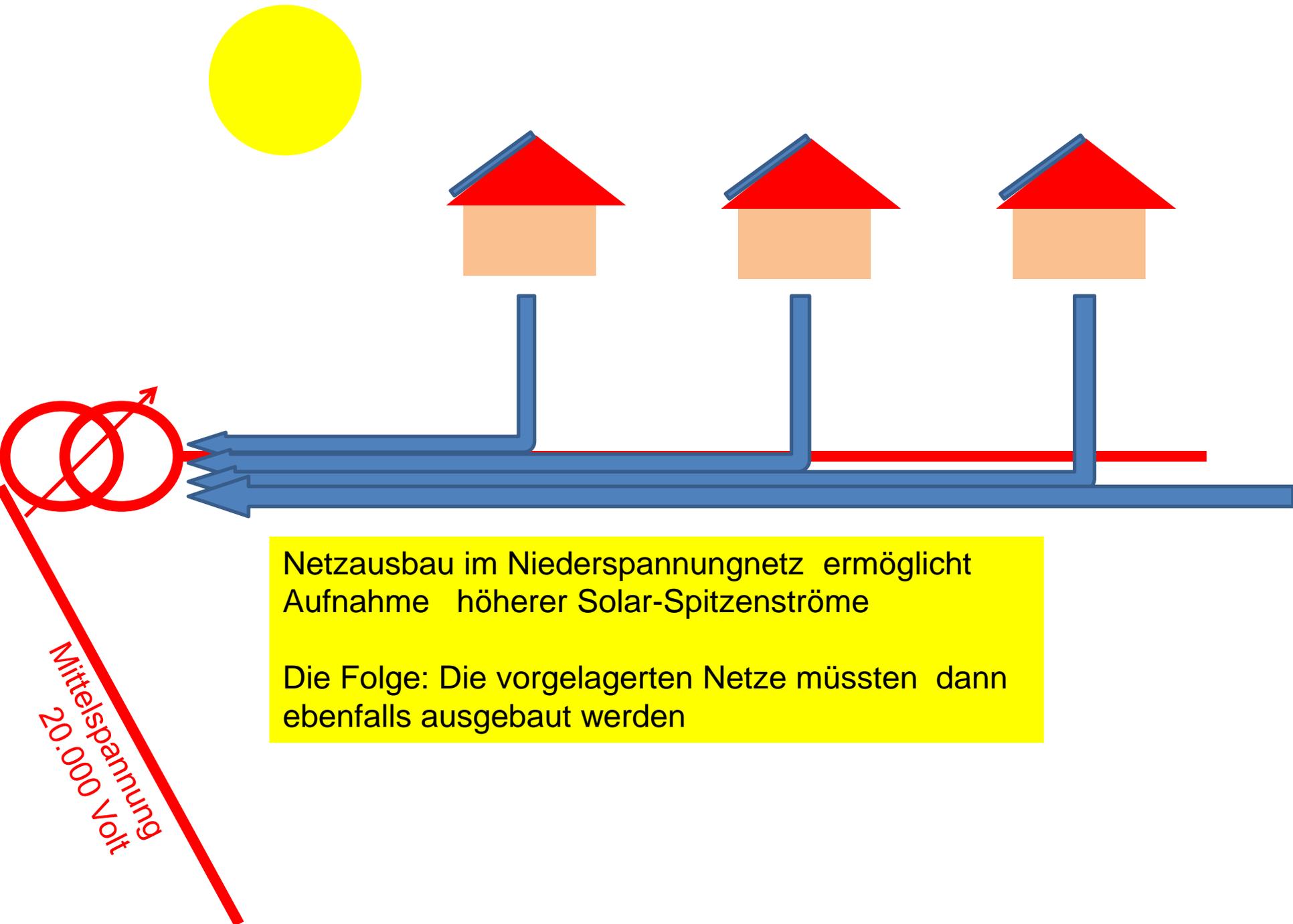


Unterste zulässige Spannung 230 V -10%

Zwei weitere Solaranlagen könnten angeschlossen werden



Netzausbau im Niederspannungsnetz ermöglicht Aufnahme höherer Solar-Spitzenströme

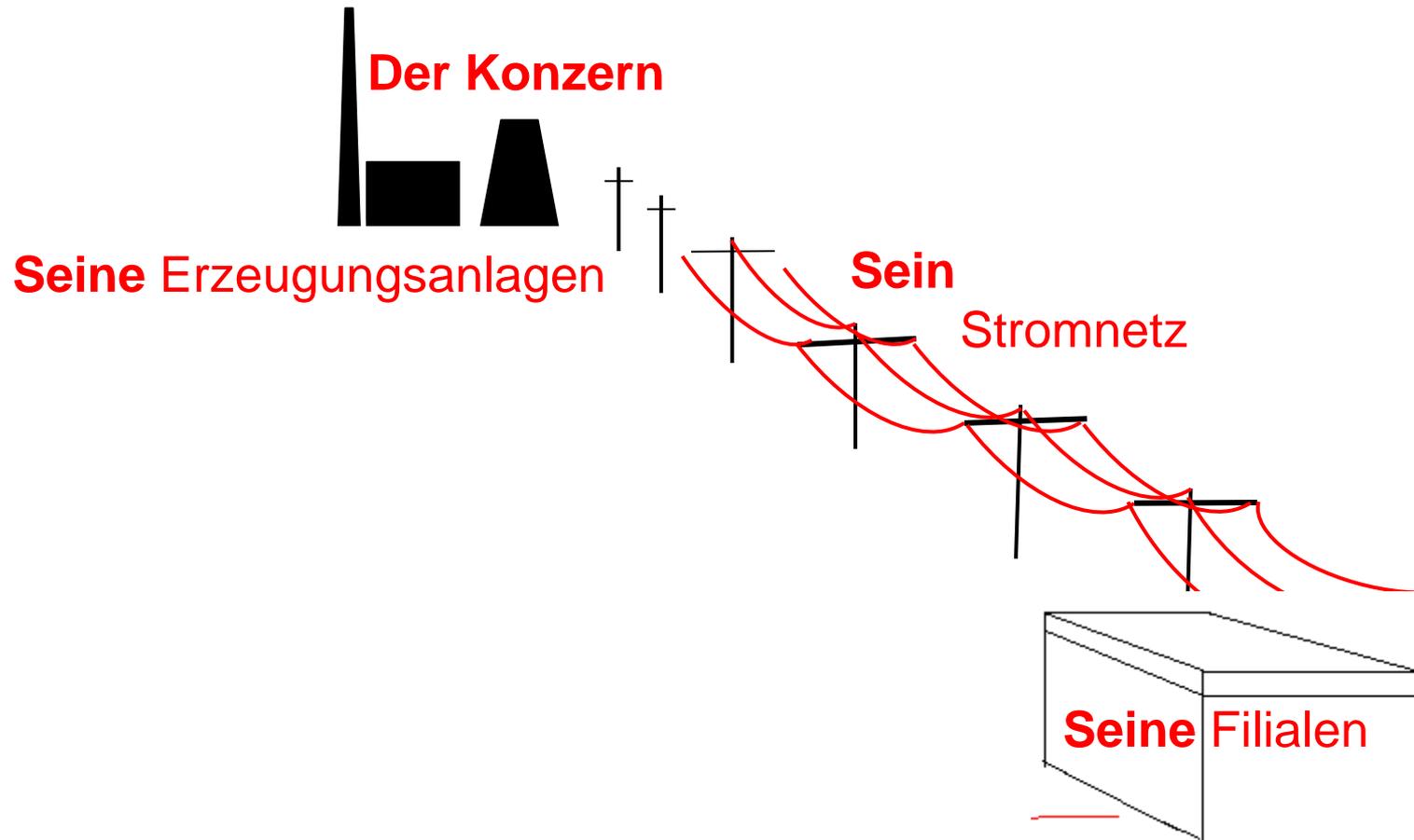


Netzausbau im Niederspannungsnetz ermöglicht Aufnahme höherer Solar-Spitzenströme

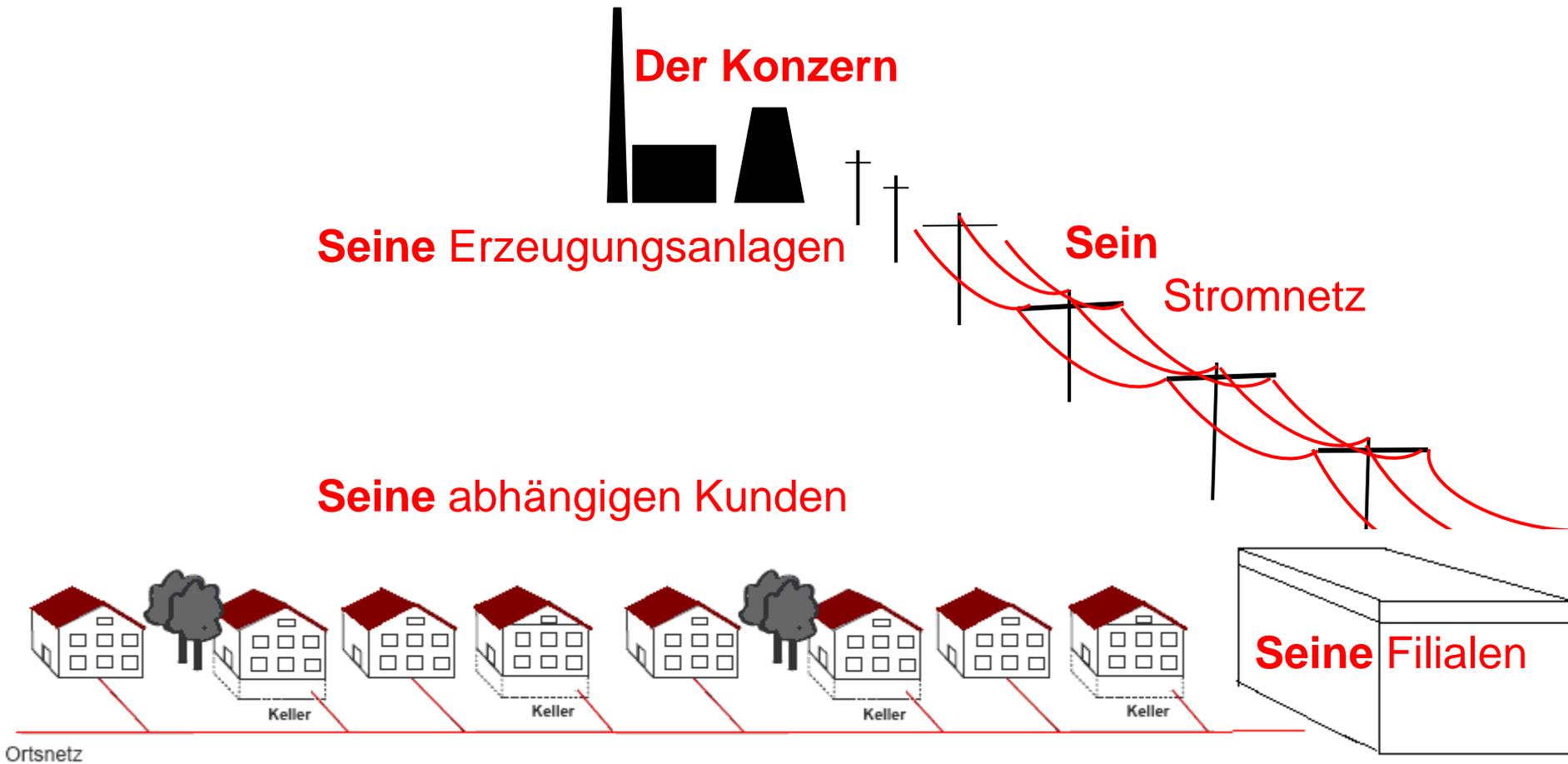
Die Folge: Die vorgelagerten Netze müssten dann ebenfalls ausgebaut werden

Mittelspannung  
20.000 Volt

# Konsequenzen des Netzausbaus

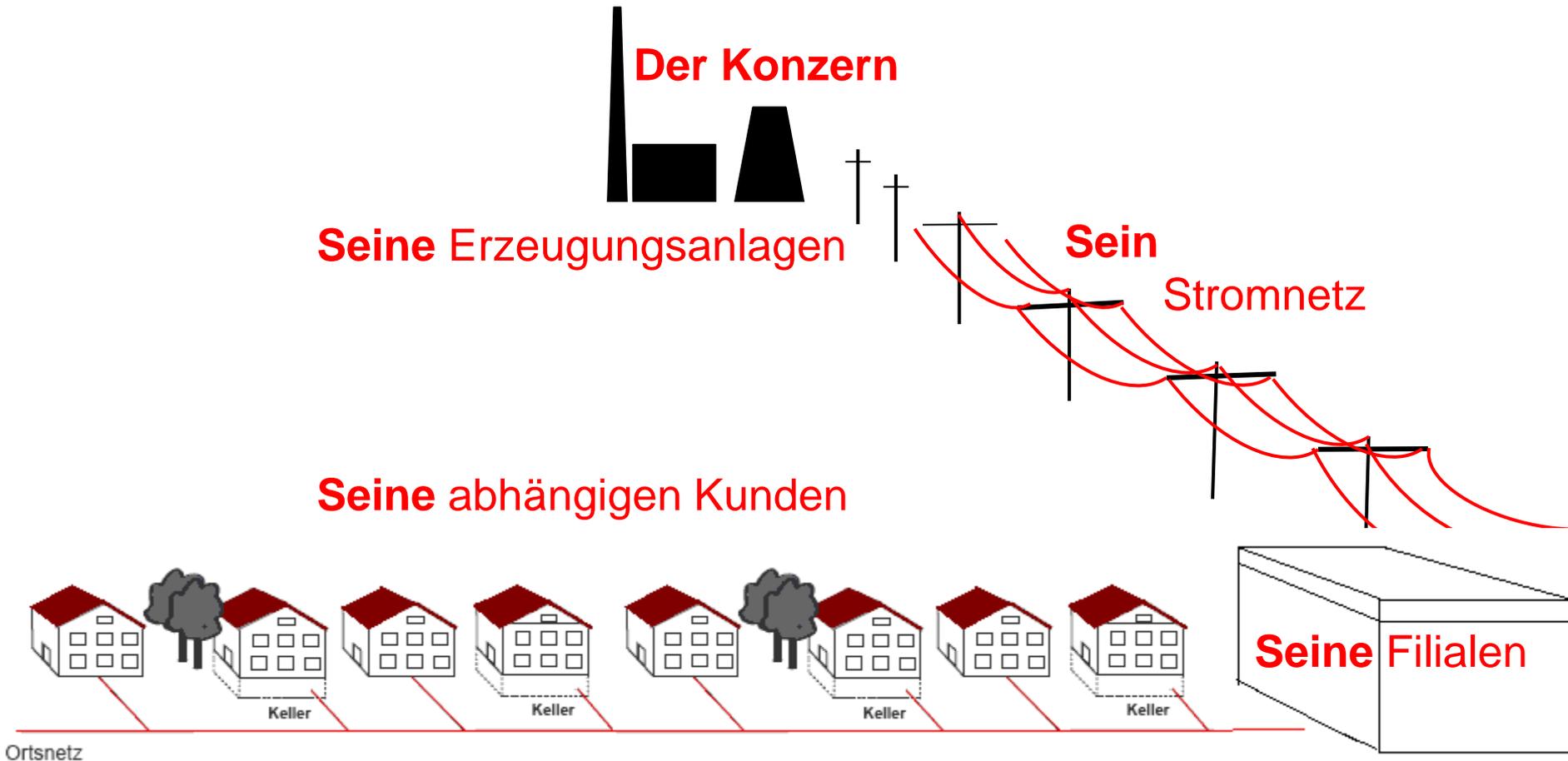


# Abhängigkeit von den Stromkonzernen



Hinzu kommt der

Ausbau der Fernübertragungsleitungen



Ortsnetz

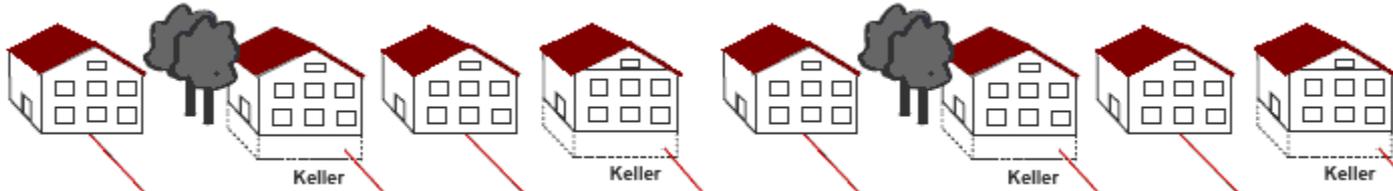
Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen

Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen

Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen

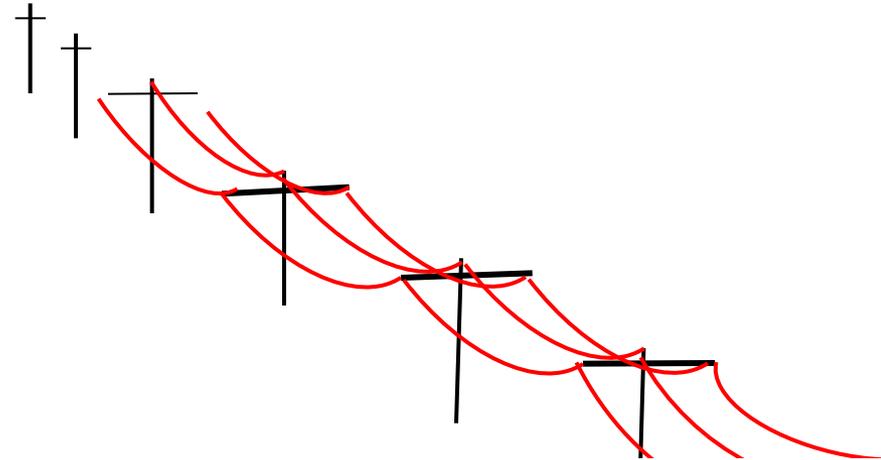
Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen

**Der Konzern**



Ortsnetz

**Seine Filialen**



Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen

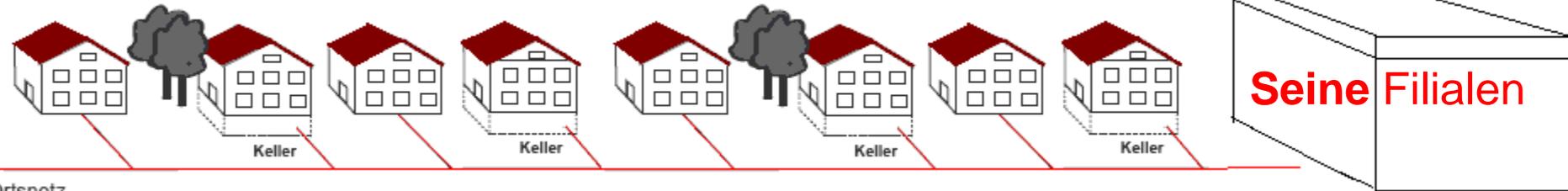
Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen

Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen

**Der Konzern**

**Seine Filialen**

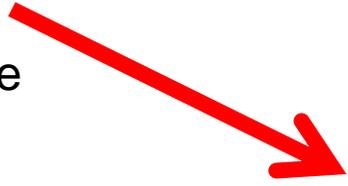
Ortsnetz



Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

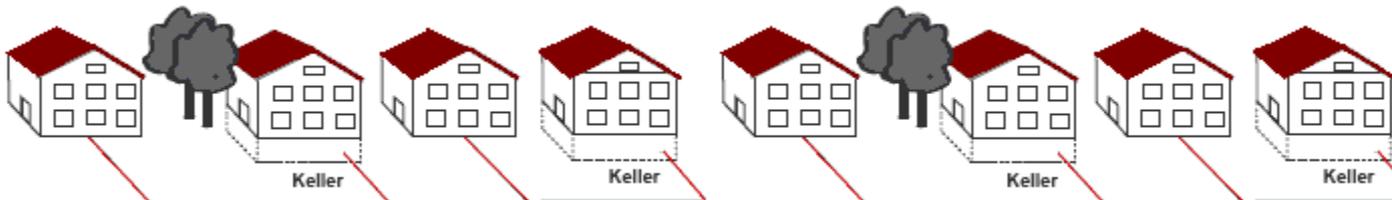
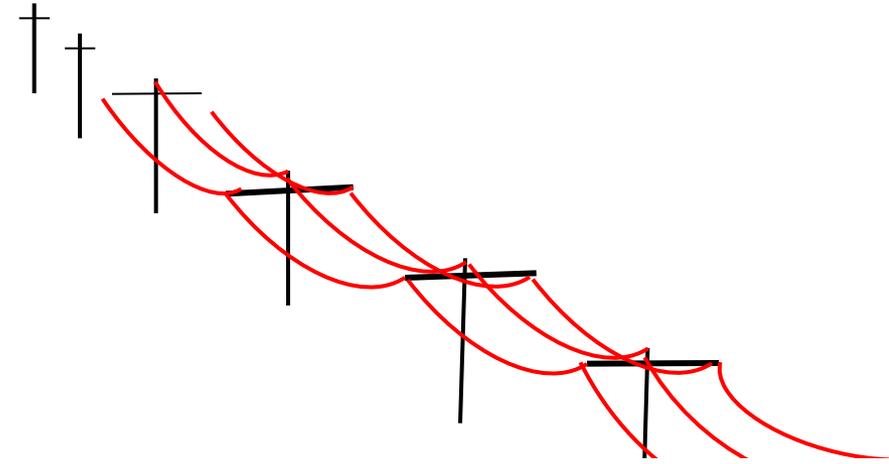
Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen

Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

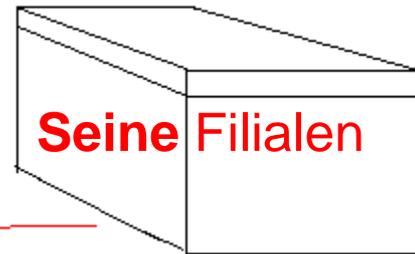


**Der Konzern**

Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen



Ortsnetz



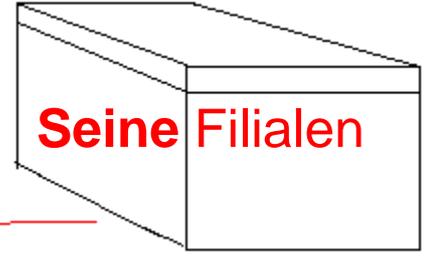
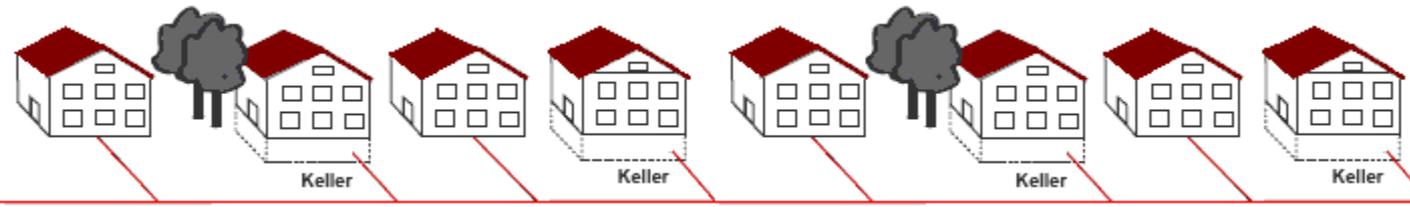
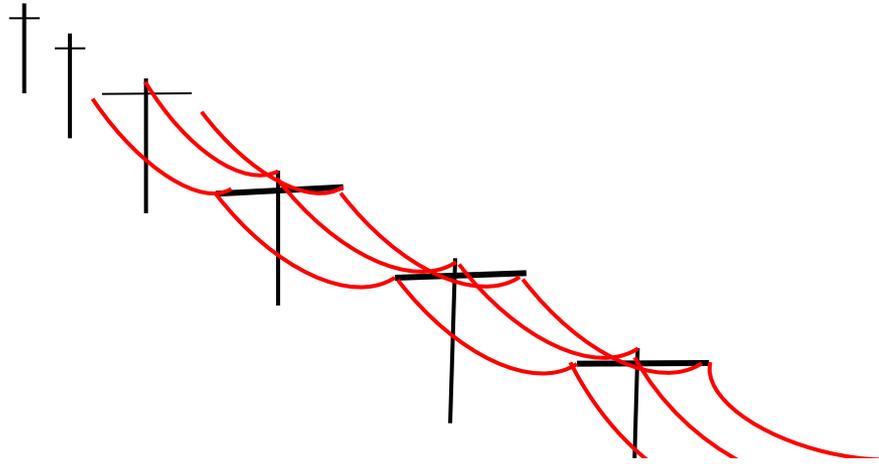
**Seine Filialen**

Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

Seine Fern-  
übertragungs-  
leitungen

Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

Desertec –  
Wüstenstrom  
aus Nordafrika



Ortsnetz

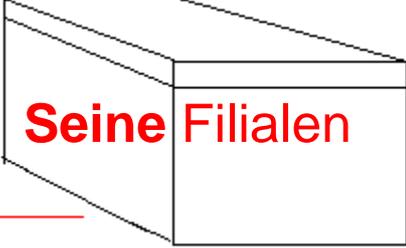
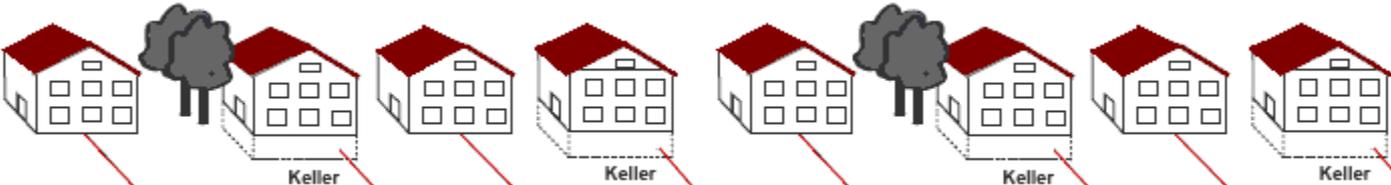
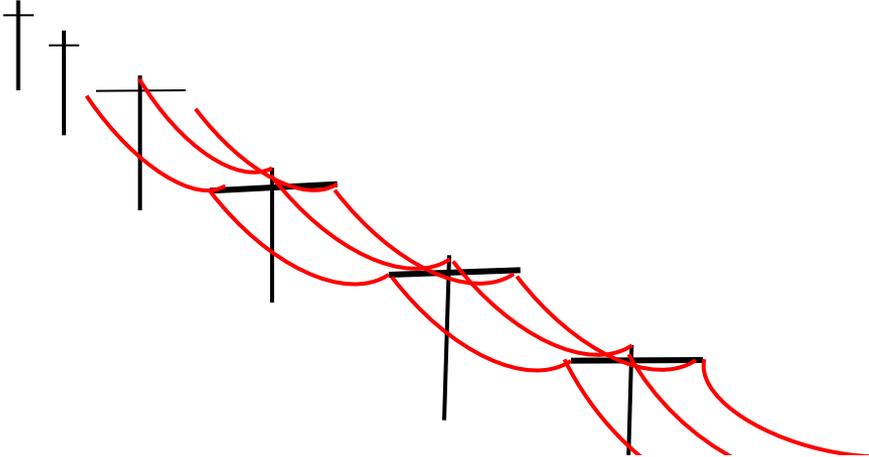
Pumpspeicherkraftwerke  
in Norwegen

Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

Desertec –  
Wüstenstrom  
aus Nordafrika

**Der Konzern**



Ortsnetz

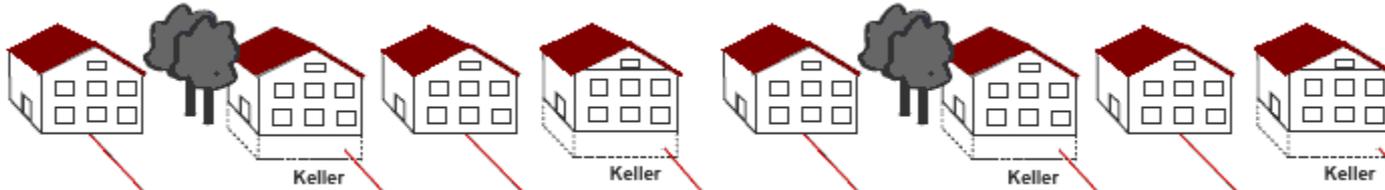
Pumpspeicherkraftwerke  
in Norwegen

Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

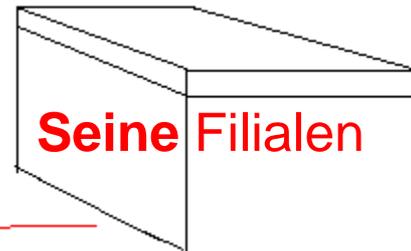
Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

Desertec –  
Wüstenstrom  
aus Nordafrika

# Die Technik wechselt



Ortsnetz



Seine Filialen

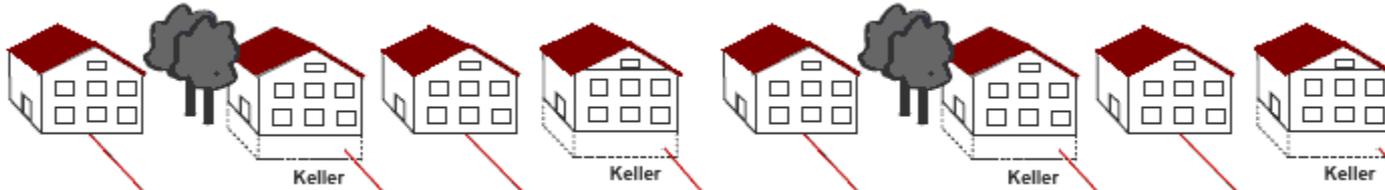
Pumpspeicherkraftwerke  
in Norwegen

Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

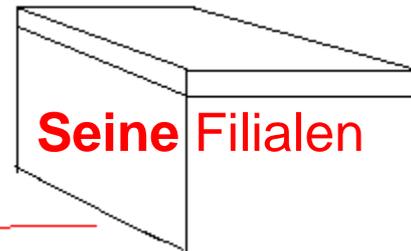
Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

Desertec –  
Wüstenstrom  
aus Nordafrika

# Die Technik wechselt



Ortsnetz



Pumpspeicherkraftwerke  
in Norwegen

Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

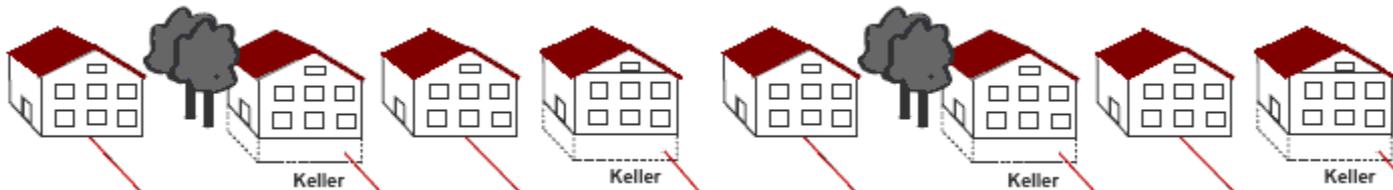
Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

**Der Konzern**

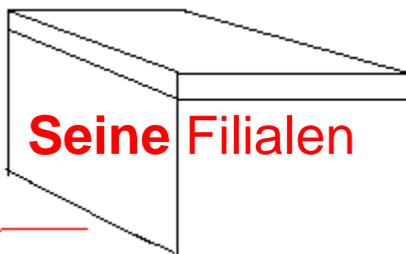
Desertec –  
Wüstenstrom  
aus Nordafrika

**bleibt**

**Die Abhängigkeit bleibt**



Ortsnetz



**Seine Filialen**

Pumpspeicherkraftwerke  
in Norwegen

Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

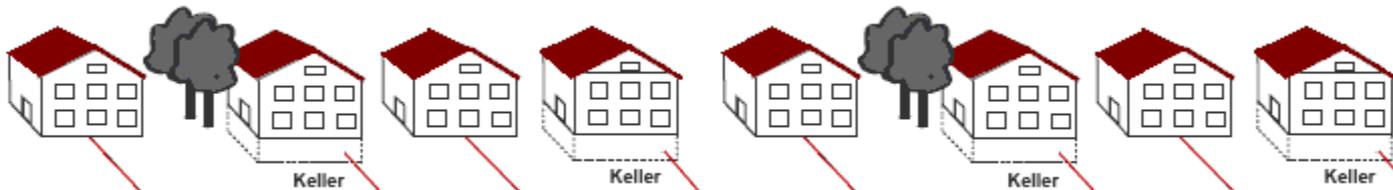
**Der Konzern**

Desertec –  
Wüstenstrom  
aus Nordafrika

**bleibt**

Die Strukturen bleiben

Die Abhängigkeit **steigt**



Ortsnetz

**Seine** Filialen  
bleiben

## Ausbau der Netze ist nicht unsere Lösung

Die Akteure haben kein Interesse an einer raschen Umstellung auf Erneuerbare Energien und können sie beliebig verzögern

## Ausbau der Netze ist nicht unsere Lösung

Die Akteure haben kein Interesse an einer raschen Umstellung auf Erneuerbare Energien und können sie beliebig verzögern

Politische Unruhen verzögern das gesamte Projekt (z.B. Libyen, Ägypten)

## Ausbau der Netze ist nicht unsere Lösung

Die Akteure haben kein Interesse an einer raschen Umstellung auf Erneuerbare Energien und können sie beliebig verzögern

Politische Unruhen verzögern das gesamte Projekt (z.B. Libyen, Ägypten)

Abhängigkeit von den Energie-Großkonzernen nimmt zu  
Bürgerbeteiligung ist nicht möglich

## Ausbau der Netze ist nicht unsere Lösung

Die Akteure haben kein Interesse an einer raschen Umstellung auf Erneuerbare Energien und können sie beliebig verzögern

Politische Unruhen verzögern das gesamte Projekt (z.B. Libyen, Ägypten)

Abhängigkeit von den Energie-Großkonzernen nimmt zu  
Bürgerbeteiligung ist nicht möglich

Unnötige volkswirtschaftliche Kosten für die Fernleitungen, denn sie können bei europaweitem Ausfall von Wind und Sonne keine Speicher ersetzen. Und diese könnten auch dezentral ohne Fernleitungen gebaut werden.

## Ausbau der Netze ist nicht unsere Lösung

Die Akteure haben kein Interesse an einer raschen Umstellung auf Erneuerbare Energien und können sie beliebig verzögern

Politische Unruhen verzögern das gesamte Projekt (z.B. Libyen, Ägypten)

Abhängigkeit von den Energie-Großkonzernen nimmt zu  
Bürgerbeteiligung ist nicht möglich

Unnötige volkswirtschaftliche Kosten für die Fernleitungen, denn sie können bei europaweitem Ausfall von Wind und Sonne keine Speicher ersetzen. Und diese könnten auch dezentral ohne Fernleitungen gebaut werden.

Im Katastrophenfall (Orkane, Erdbeben, Terroranschlag etc.) bricht das gesamte System europaweit zusammen

## Ausbau der Netze ist nicht unsere Lösung

Die Akteure haben kein Interesse an einer raschen Umstellung auf Erneuerbare Energien und können sie beliebig verzögern

Politische Unruhen verzögern das gesamte Projekt (z.B. Libyen, Ägypten)

Abhängigkeit von den Energie-Großkonzernen nimmt zu  
Bürgerbeteiligung ist nicht möglich

Unnötige volkswirtschaftliche Kosten für die Fernleitungen, denn sie können bei europaweitem Ausfall von Wind und Sonne keine Speicher ersetzen. Und diese könnten auch dezentral ohne Fernleitungen gebaut werden.

Im Katastrophenfall (Orkane, Erdbeben, Terroranschlag etc.) bricht das gesamte System europaweit zusammen

**Als Beispiel für Entwicklungsländer nicht geeignet**

# Pumpspeicher- kraftwerke in Norwegen

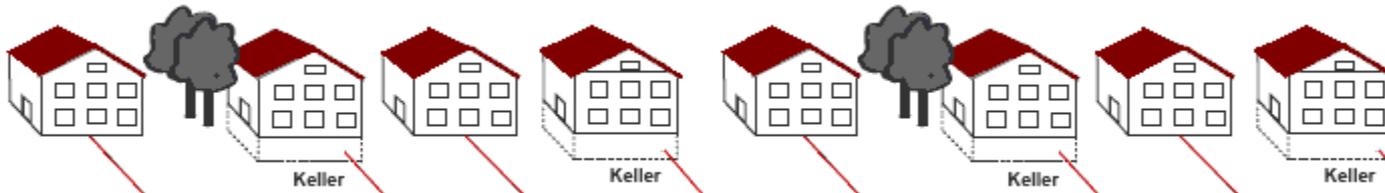
Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

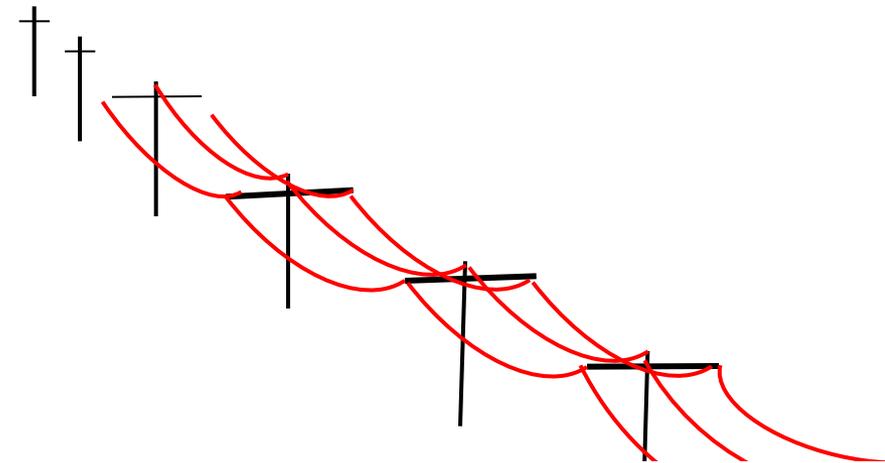
Der Konzern

Desertec –  
Wüstenstrom  
aus Nordafrika

bleibt



Ortsnetz



**Seine** Filialen  
bleiben

# Pumpspeicher- kraftwerke in Norwegen

in den Alpen?

In den Karpathen?

In den Pyrenäen

In der Eifel?

Im bayerischen Wald?

Am Vogelsberg?

In der Rhön?

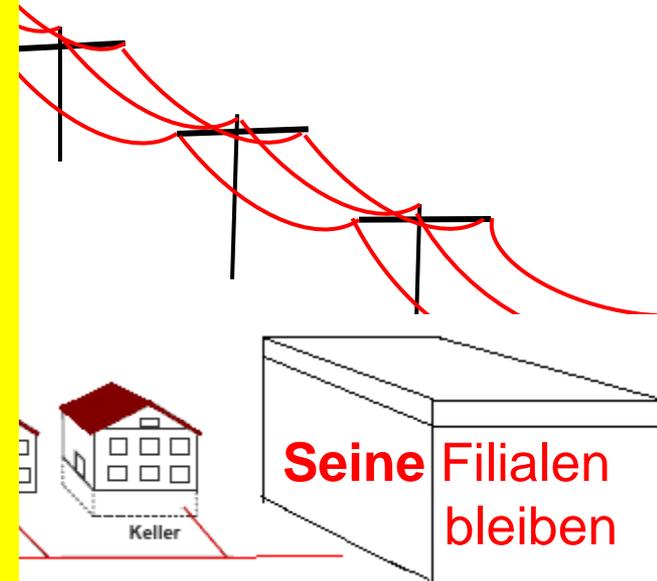
Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

Desertec –  
Wüstenstrom  
aus Nordafrika



Ortsnetz



**Seine** Filialen  
bleiben

# Pumpspeicher- kraftwerke in Norwegen

Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

in den Alpen?

In den Karpathen?

In den Pyrenäen

In der Eifel?

Im bayerischen Wald?

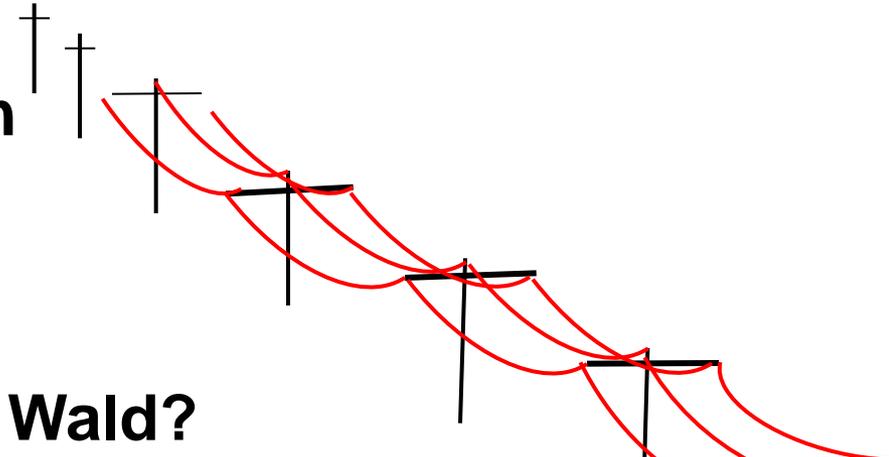
Am Vogelsberg?

In der Rhön?

**Der Platz  
reicht  
dennoch  
nicht**

Wüstenstrom  
aus Nordafrika

Der Konzern  
bleibt



**Seine** Filialen  
bleiben

Ortsnetz

# Pumpspeicher- kraftwerke in Norwegen

Offshore  
Windparks in  
Nord- u. Ostsee

**Der Platz  
reicht nicht**

**in den Alpen?**

Gaskraftwerke mit  
Erdgas aus Russland

**Umweltverbände  
wehren sich**

Der Konzern  
**In den Karpathen?**

bleibt

**In den Pyrenäen?**

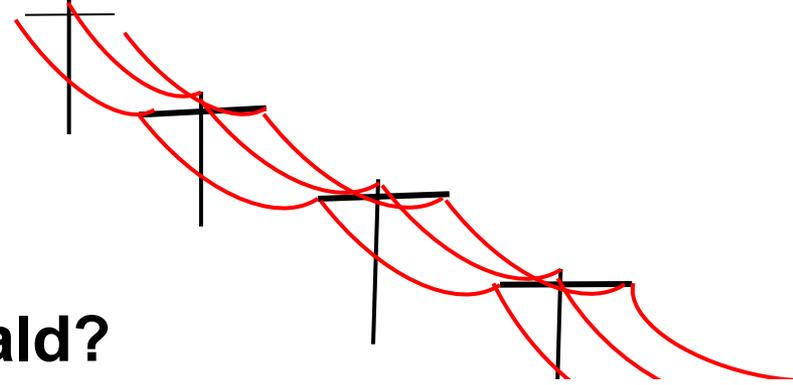
Desertec –  
Wüstenstrom  
aus Nordafrika

**In der Eifel?**

**Im bayerischen Wald?**

**Am Vogelsberg?**

**In der Rhön?**



**Seine Filialen  
bleiben**

Ortsnetz

# Wohin mit den Stromspeichern?

## Größenvergleich Pumpspeicherkraftwerk und Bleibatterie

1 kWh  
speichern

Größenvergleich  
Pumpspeicherkraftwerk und Bleibatterie

1 kWh  
speichern

Oberbecken  
Pumpspeicherkraftwerk

100 Meter hochpumpen

Größenvergleich  
Pumpspeicherkraftwerk und Bleibatterie

1 kWh  
speichern

4 Kubikmeter  
Wasser  
Im Unterbecken

2 Bleibatterien



Bleibatterien sind hier nur als Beispiel für einen preiswerten, stationären Stromspeicher mit gutem Wirkungsgrad anzusehen



Bleibatterien sind hier nur als Beispiel für einen preiswerten, stationären Stromspeicher mit gutem Wirkungsgrad anzusehen



Wir legen uns nicht auf Blei-Akkus fest. Vielleicht gibt es bald bessere Speicher

Bleibatterien sind hier nur als Beispiel für einen preiswerten, stationären Stromspeicher mit gutem Wirkungsgrad anzusehen



Wir legen uns nicht auf Blei-Akkus fest. Vielleicht gibt es bald bessere Speicher

**Blei hat leider unter Umweltfreunden einen schlechten Ruf.** Der rührt vornehmlich daher, dass vor wenigen Jahrzehnten Blei als Antiklopfmittel dem Benzin zugesetzt wurde und dadurch aus Millionen von Autoauspuffen in die Luft, die Landschaft und mit der Nahrung von den Feldern dann in unsere Körper verteilt wurde. Schlechte Zähne, und Probleme mit der Fortpflanzung gehören mit zu den Folgen.

Blei in Akkus hingegen ist dort strikt von der Außenwelt abgeschlossen und wird zu fast 100 Prozent dem Recycling zugeführt.

In technischer Hinsicht haben sich Bleiakkus schon lange bewährt. Besonders eindrucksvoll war ein riesiger Stromspeicher, den die Berliner Bewag aus Tausenden von Bleibatterien zur Zeit der Luftbrücke anlegte, um die rundum eingeschlossene Stadt Westberlin tagsüber mit Spitzenlaststrom versorgen zu können. Nachts wurden diese Batterien von den wenigen in Westberlin stehenden Kohlekraftwerken mit Strom befüllt und tags konnten die Batterien dann die Kohlekraftwerke unterstützen, die für sich alleine nicht ausgereicht hätten, den hohen Mittagsstrombedarf der Großstadt zu decken. Die Kohle für die Kohlekraftwerke wurde übrigens von englischen und amerikanischen Transportflugzeugen nach Westberlin gebracht.

Für vergleichbare Großspeicher würde man heute wahrscheinlich Natrium-Schwefel-Batterien einsetzen. Sie haben nur einen Nachteil, Sie müssen auf hohen Temperaturen (300 ° C) gehalten werden.

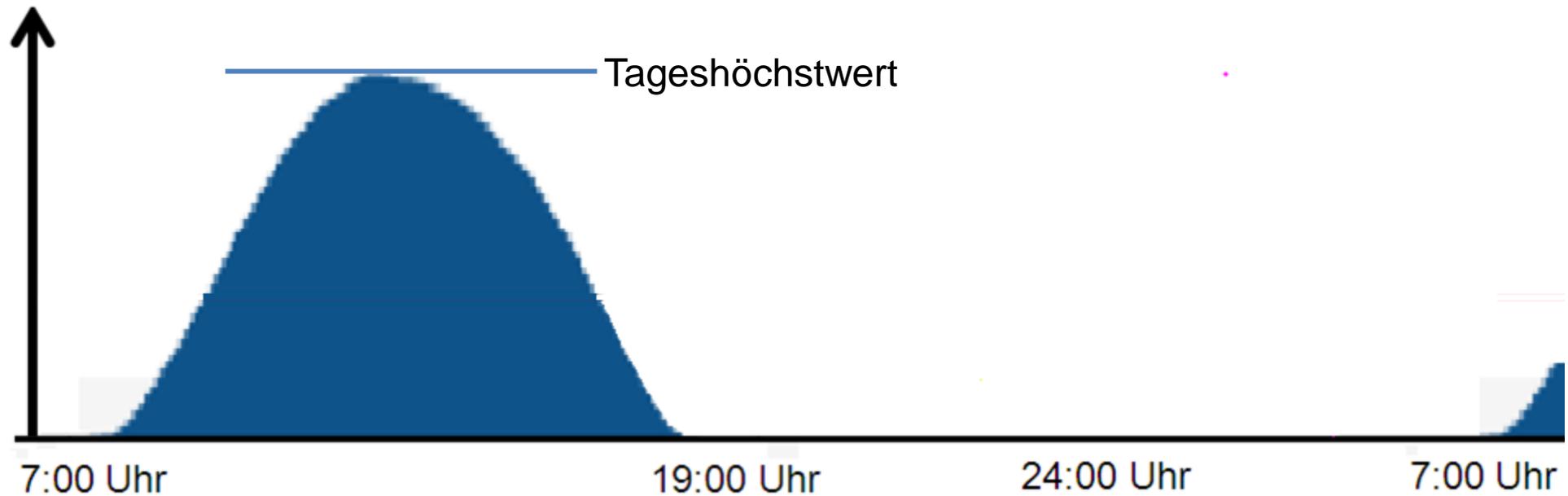
Als Antriebsbatterie für Automobile und gar für Flugzeuge sind Bleibatterien zu schwer. Dort wird man vermutlich Batterien mit Lithium verwenden, die allerdings noch erheblich teurer sind als Bleiakkus..

Aufladbare Batterien im Niederspannungsnetz zur  
Entlastung der Stromnetze von solaren Spitzenströmen

Aufladbare Batterien im Niederspannungsnetz zur Entlastung der Stromnetze von solaren Spitzenströmen

Wir verkleinern den solaren Spitzenstrom  $I_{\max}$ , indem wir die Solarleistung auf den Abend und die folgende Nacht verteilen.

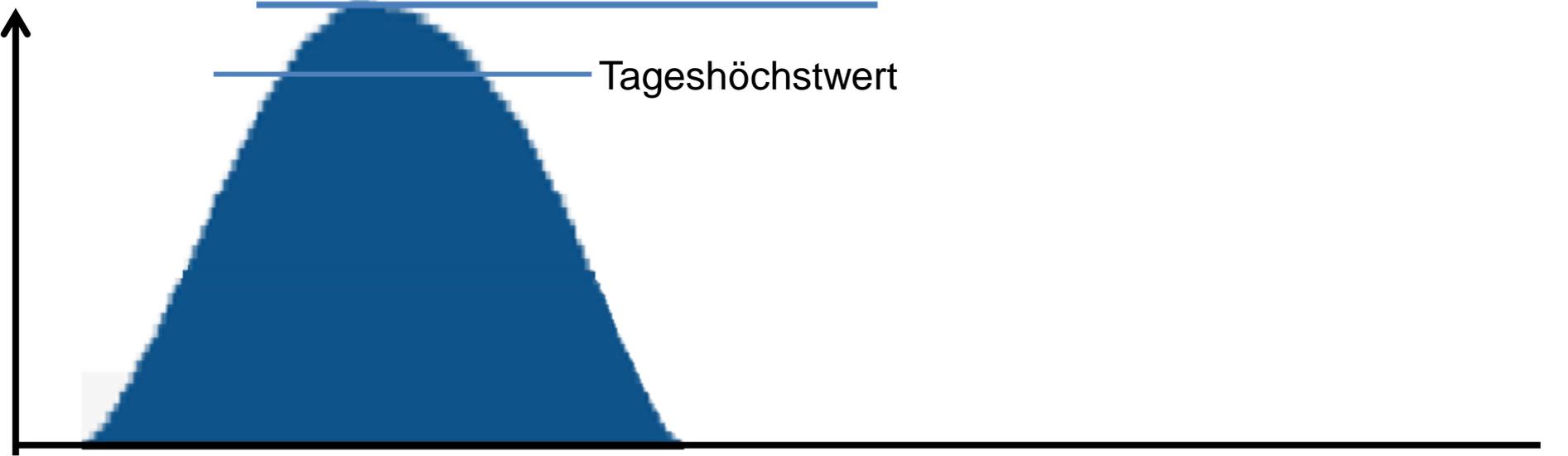
In den Mittagsstunden ist der Solarstrom besonders hoch und überlastet bisweilen das Netz. Nachts liefern die Solarmodule überhaupt keinen Strom



Leistung

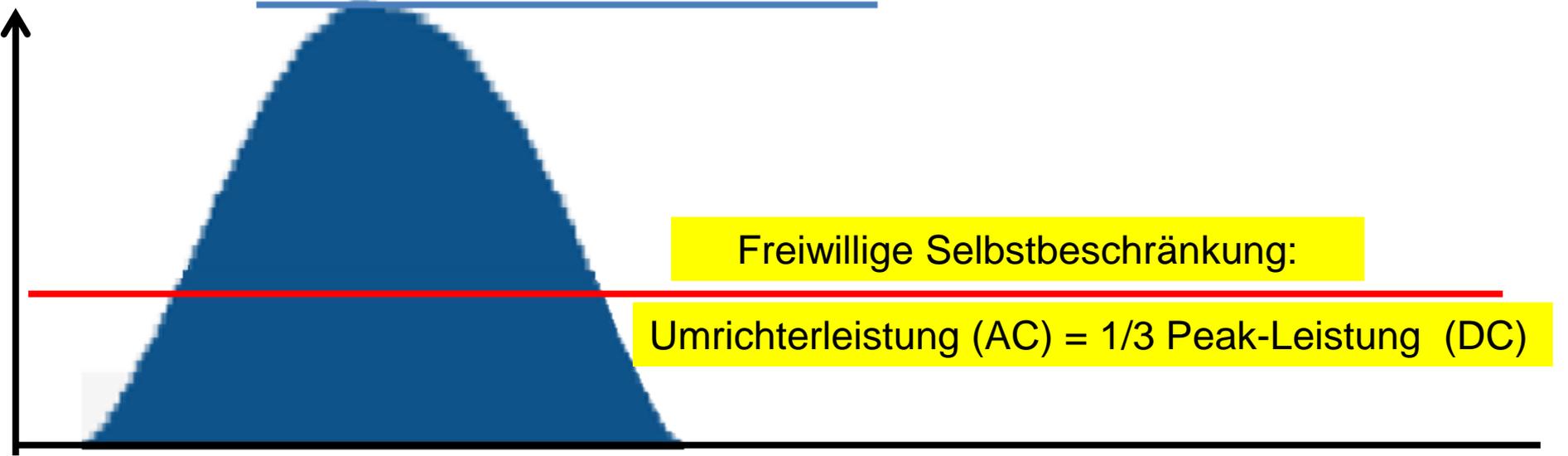
Peak-Leistung der Solarmodule (wird nur selten erreicht)

Tageshöchstwert



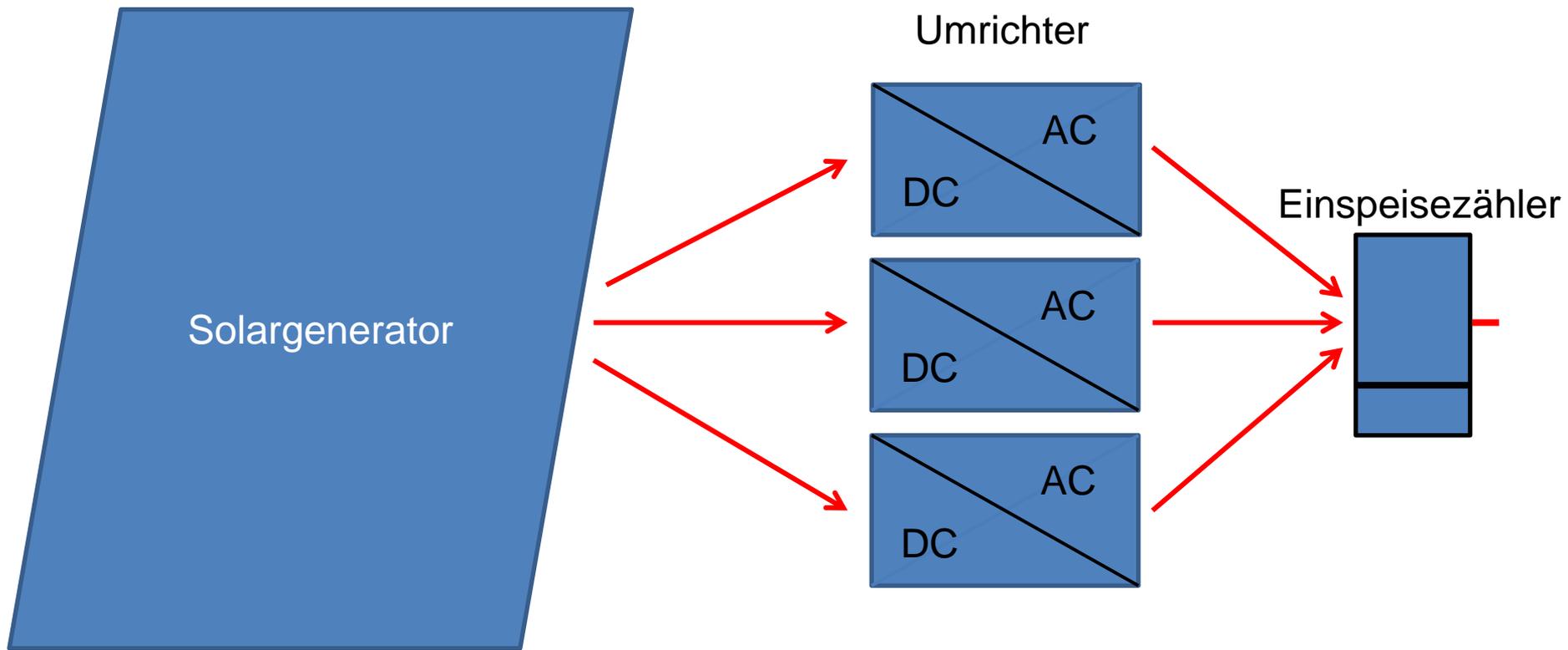
Leistung

Peak-Leistung der Solarmodule (wird nur selten erreicht)

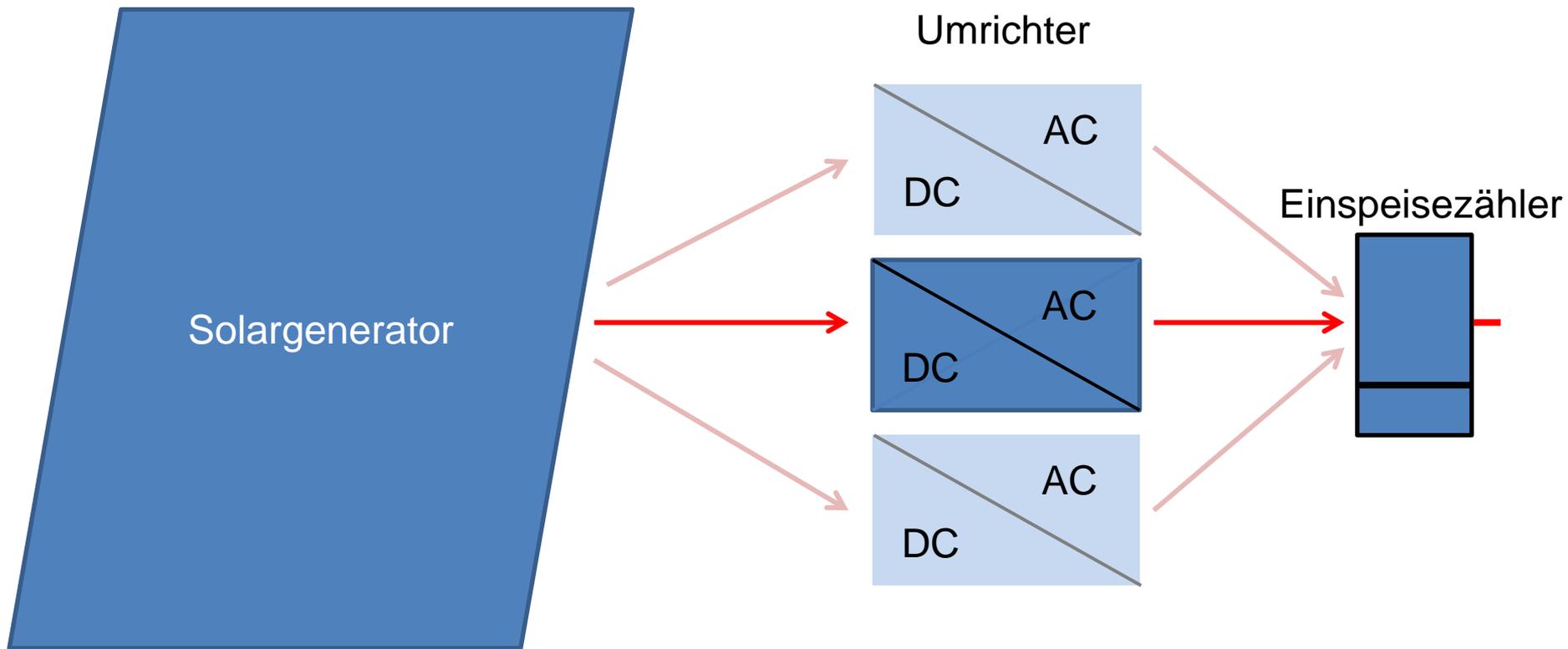


Freiwillige Selbstbeschränkung:

Umrichterleistung (AC) = 1/3 Peak-Leistung (DC)



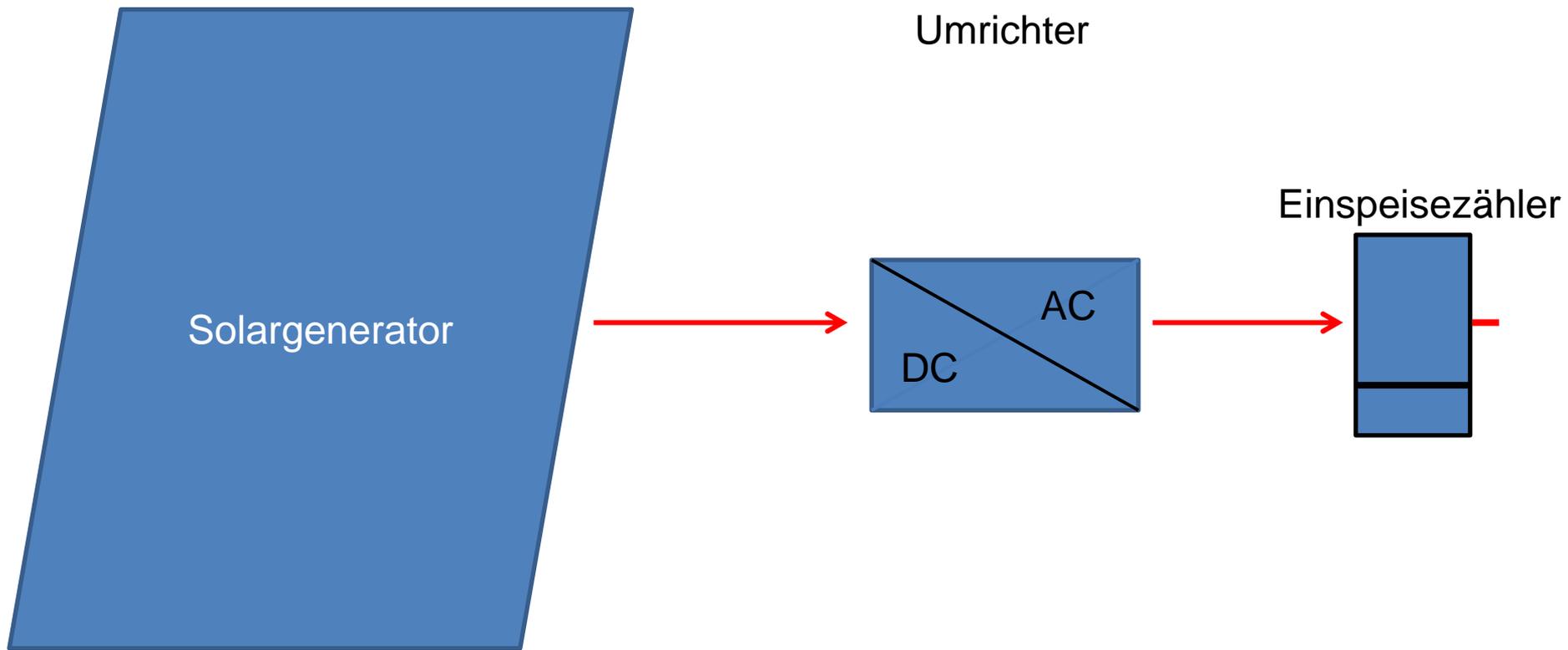
z. B. 3 Umrichter sind für die Einspeisung der vollen Peak-Leistung nötig



z. B. 3 Umrichter sind für die Einspeisung der vollen Peak-Leistung nötig

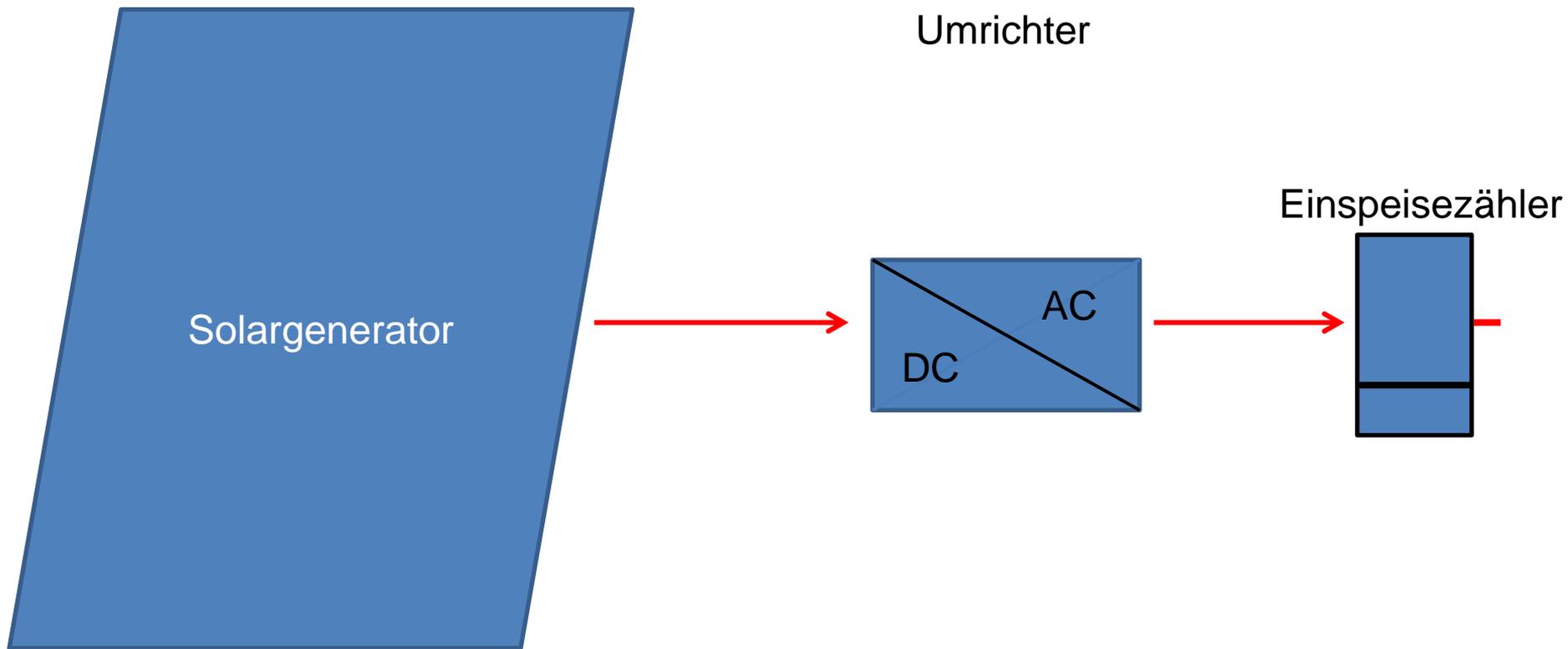
Freiwillige Selbstbeschränkung:

Umrichterleistung (AC) = 1/3 Peak-Leistung (DC)



Freiwillige Selbstbeschränkung:

Umrückerleistung (AC) = 1/3 Peak-Leistung (DC)

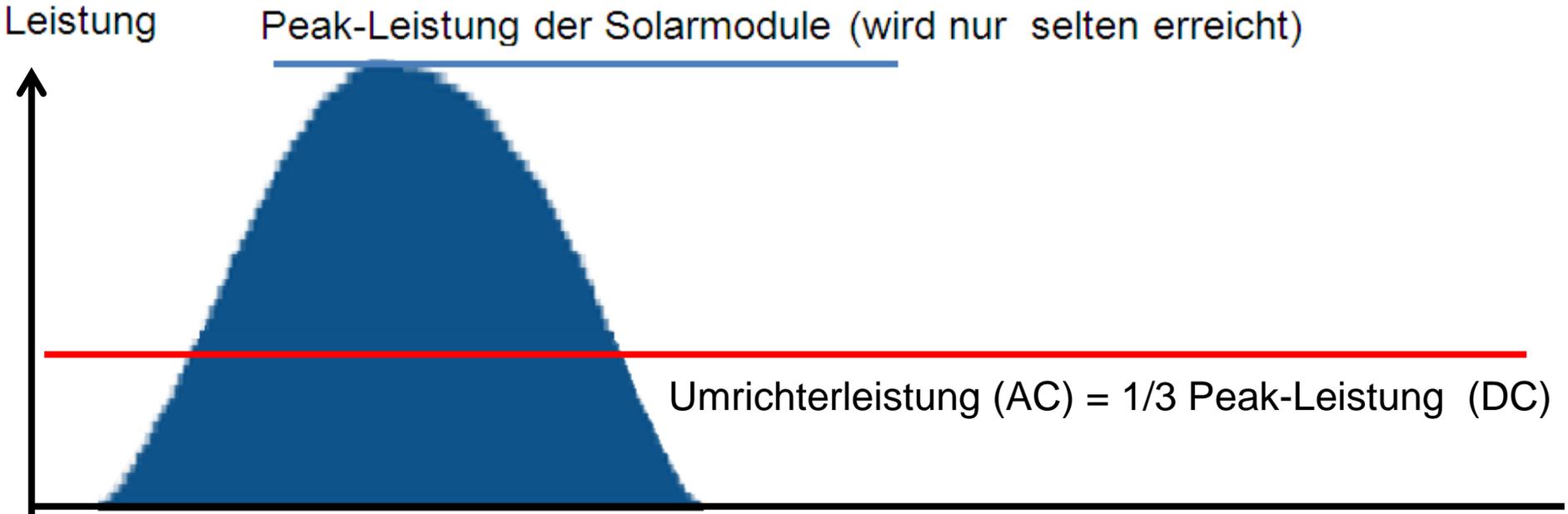


Freiwillige Selbstbeschränkung:

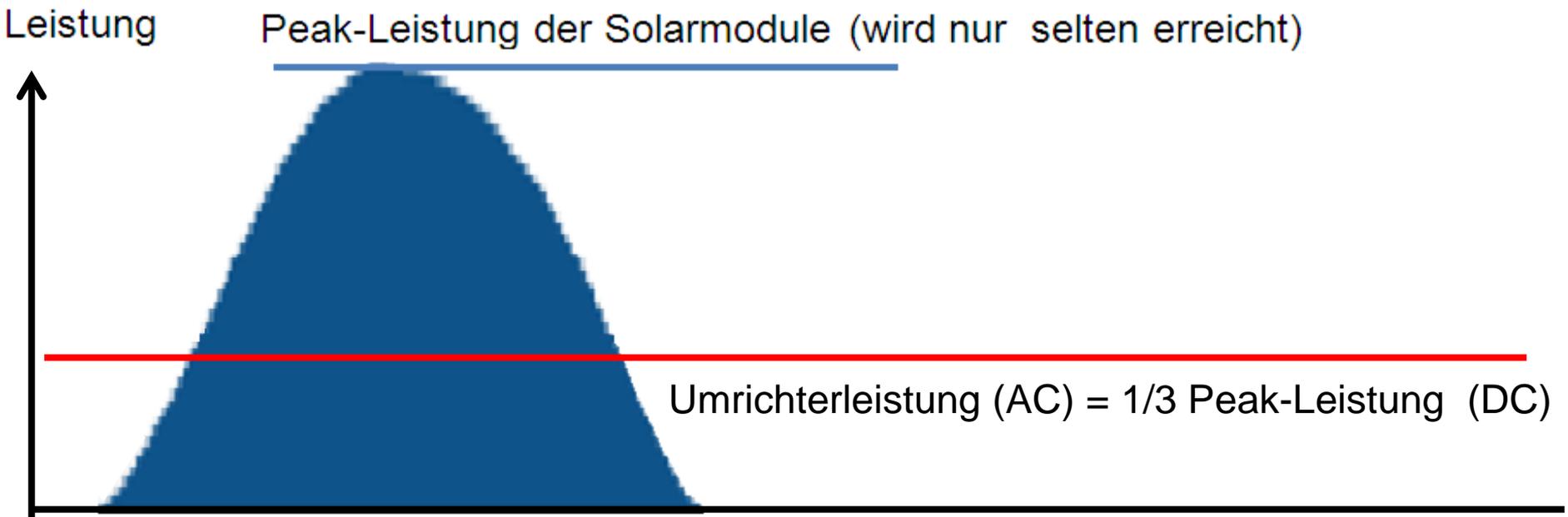
Umrichterleistung (AC) = 1/3 Peak-Leistung (DC)

Zur Vermeidung von Missverständnissen:

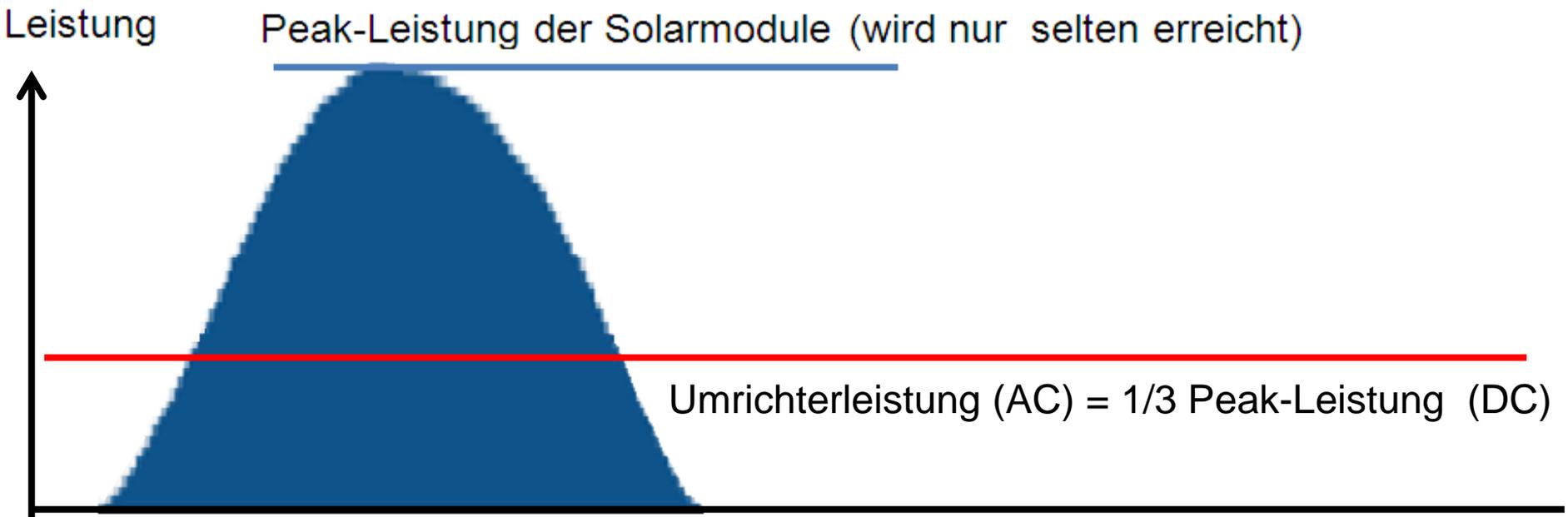
Dieser freiwillige Verzicht muss durch höhere Vergütung ausgeglichen werden



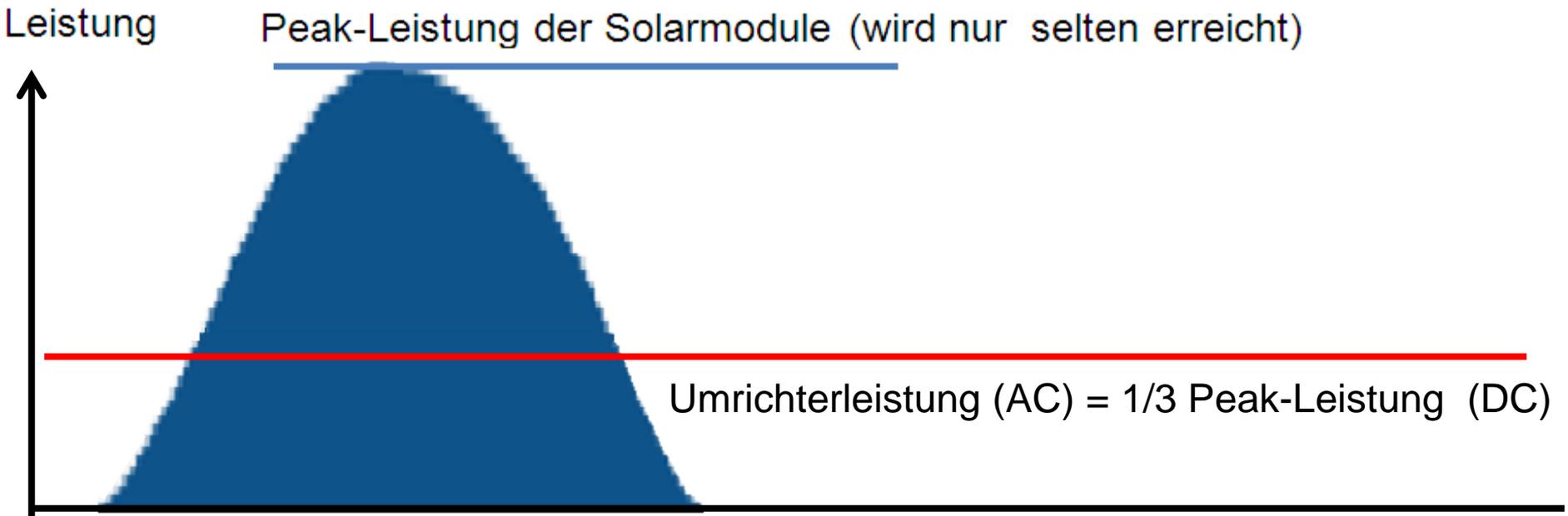
Der Umrichter sollte möglichst klein sein,  
damit die solaren Mittags-Leistungsspitzen nicht voll ins Netz eingespeist werden



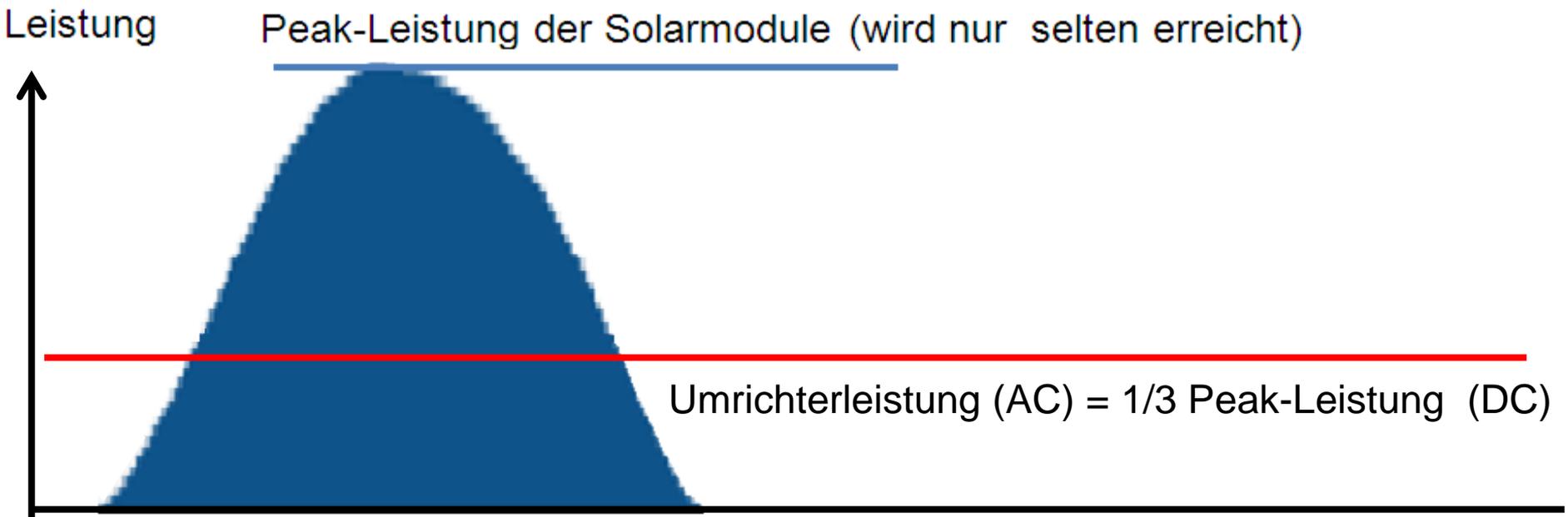
Kleiner als ca.  $\frac{1}{3}$  der Peak-Leistung darf die Umrichterleistung jedoch nicht sein, damit auch an einem sehr sonnigen Sommertag die gesamte Solarenergie der Tagesstunden innerhalb von 24 Stunden vollständig eingespeist werden kann.



Wäre der Umrichter noch kleiner, würde er bei einer Folge schöner Sonnentage nicht die gesamte Solarleistung mehr ins Netz einspeisen können. Er könnte die Batterie nicht mehr vollkommen leeren.



**Frage:** Ein großer Vorteil der Solarstromnutzung im Verbundnetz ist die Tatsache, dass die mittägliche Solarleistungsspitze zeitlich mit der mittäglichen Verbrauchsspitze übereinstimmt. Geht dieser Vorteil nicht verloren, wenn die Mittagsspitzenleistung auf  $\frac{1}{3}$  der Peakleistung beschränkt wird?



**Antwort:** Bei weiterem Solarausbau wäre eine bundesweit auf  $\frac{1}{3}$  reduzierte Solar-Mittagsspitzenleistung noch immer mehr als ausreichend, um die erhöhte Stromnachfrage zur Mittagszeit abzudecken.

Hinweis: Der Strom-Spitzenverbrauch ist etwa doppelt so hoch wie der Durchschnittsverbrauch. Dagegen ist die solare Mittagsspitze etwa 10 mal so hoch wie die jährliche Durchschnittsleistung.

Wir speichern die mittägliche Leistung und speisen sie am Abend und in der Nacht ein

Peak-Leistung der Solarmodule (wird nur selten erreicht)

Tageshöchstleistung (DC)

speichern

Direkt einspeisen

7:00 Uhr

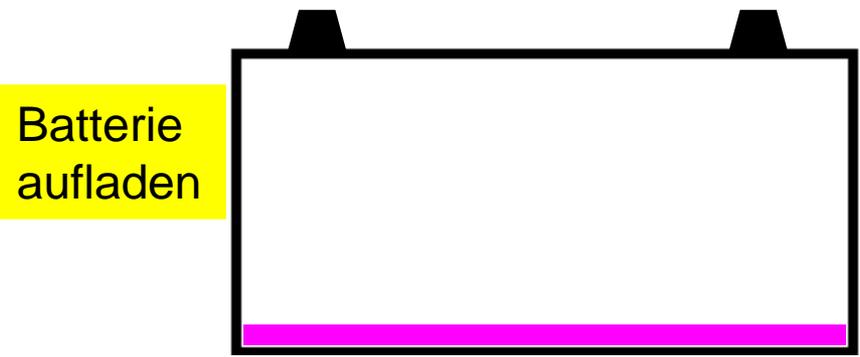
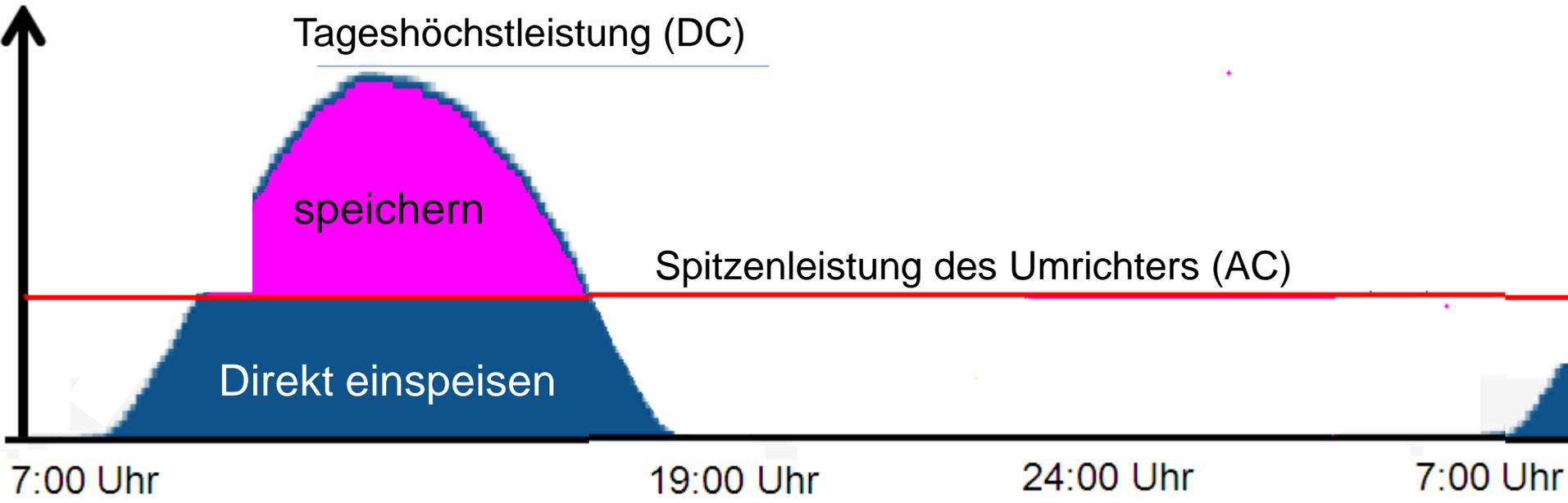
19:00 Uhr

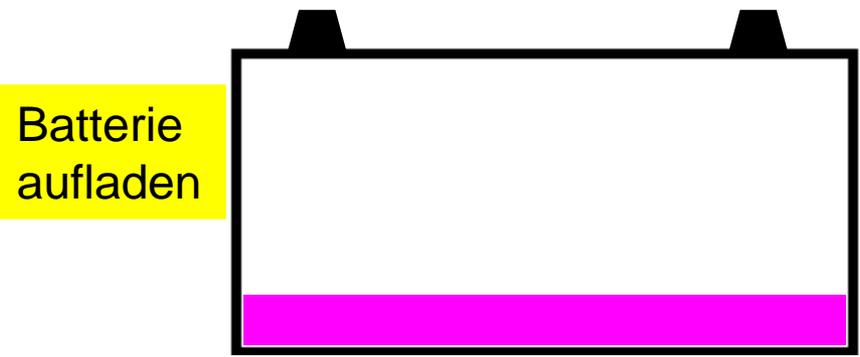
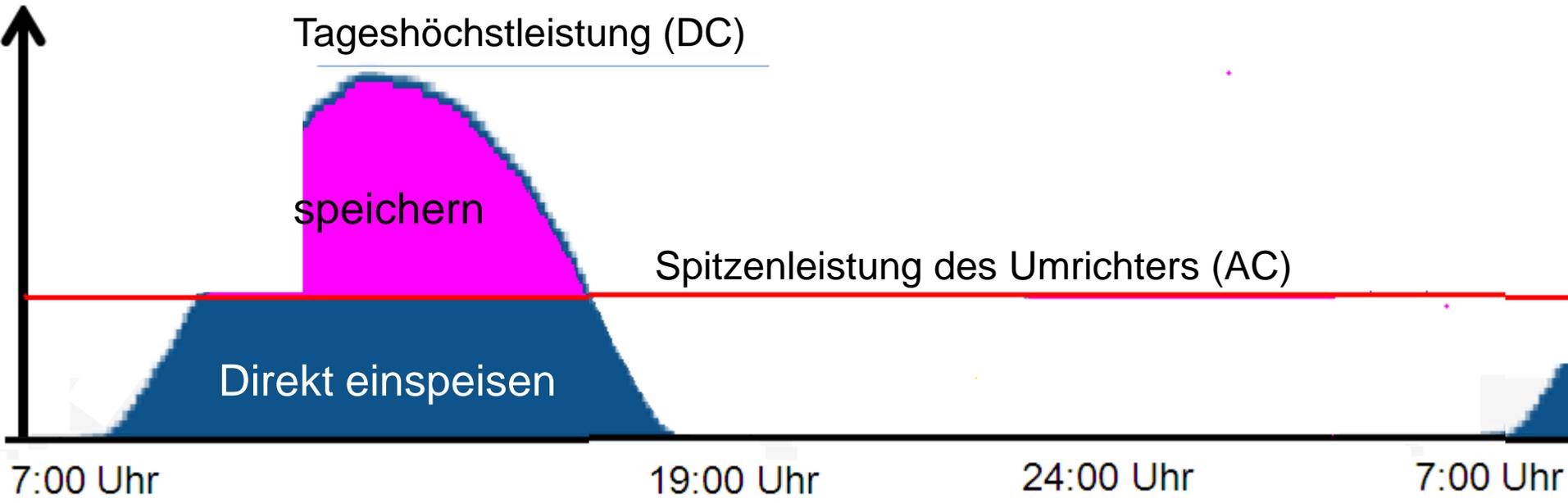
24:00 Uhr

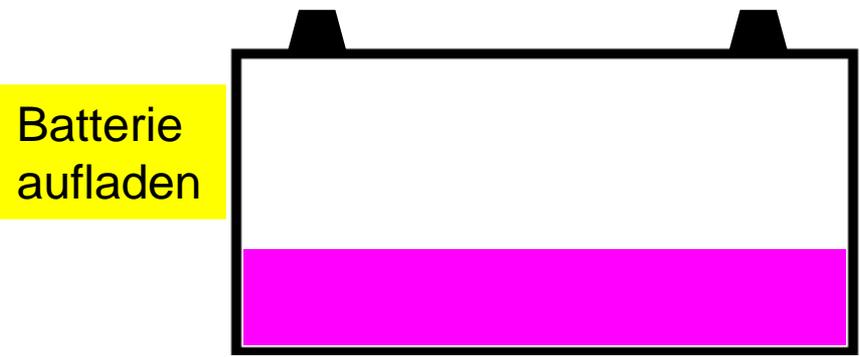
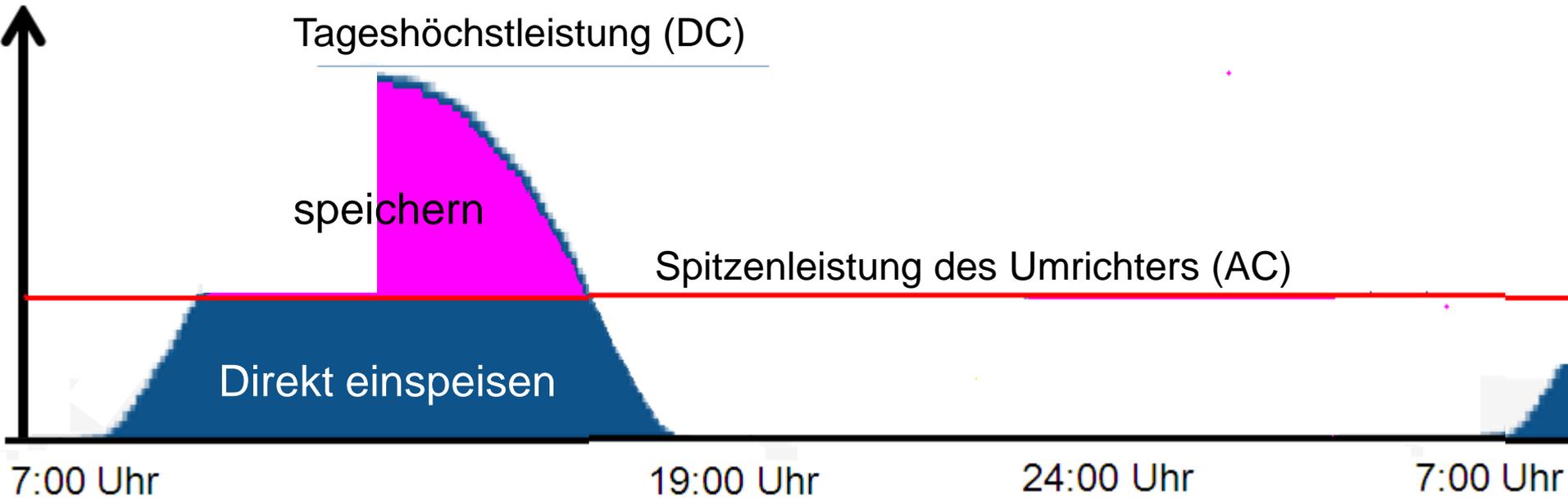
7:00 Uhr

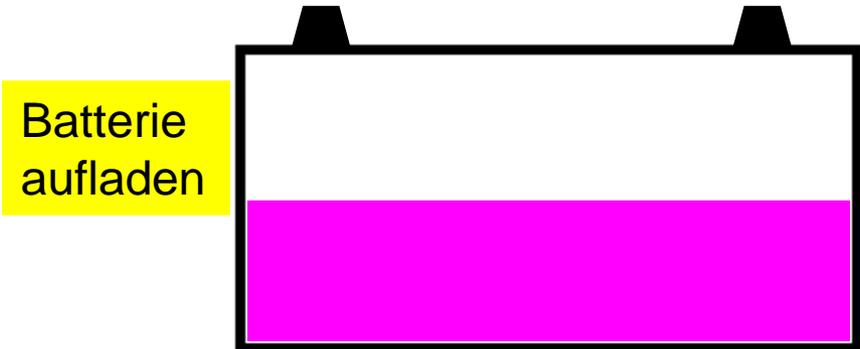
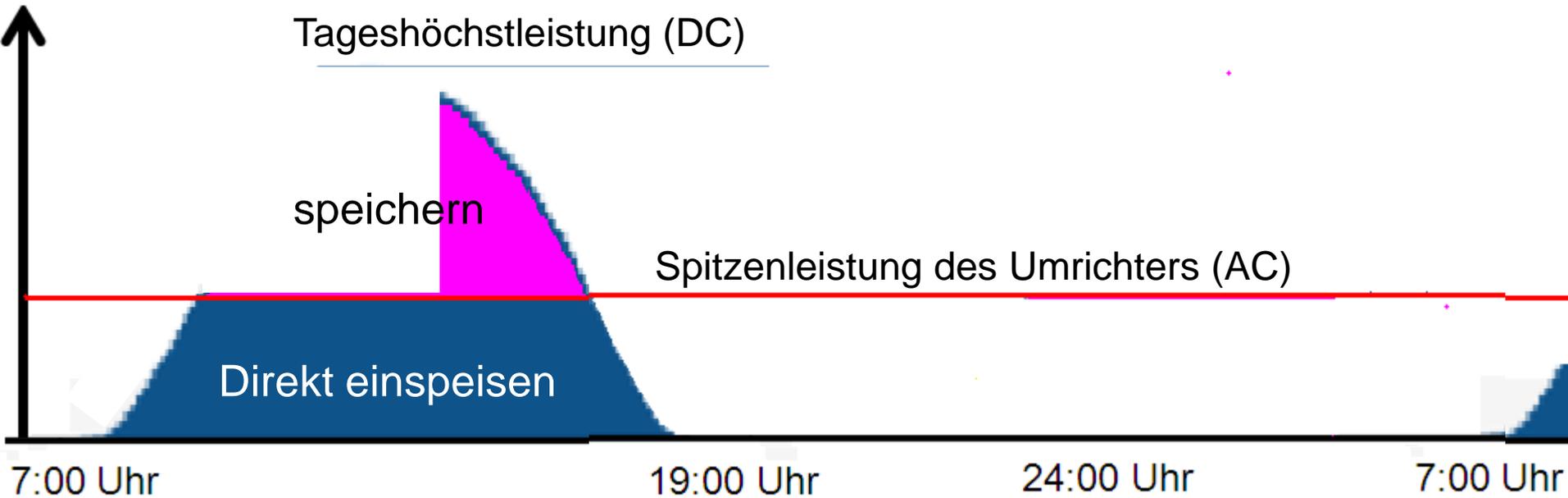
Batterie  
aufladen

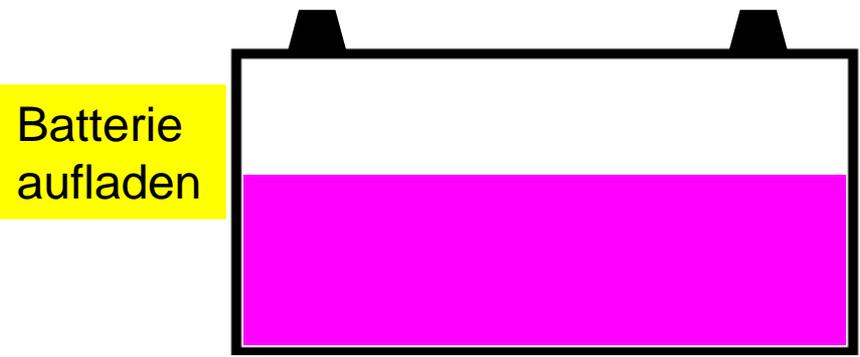
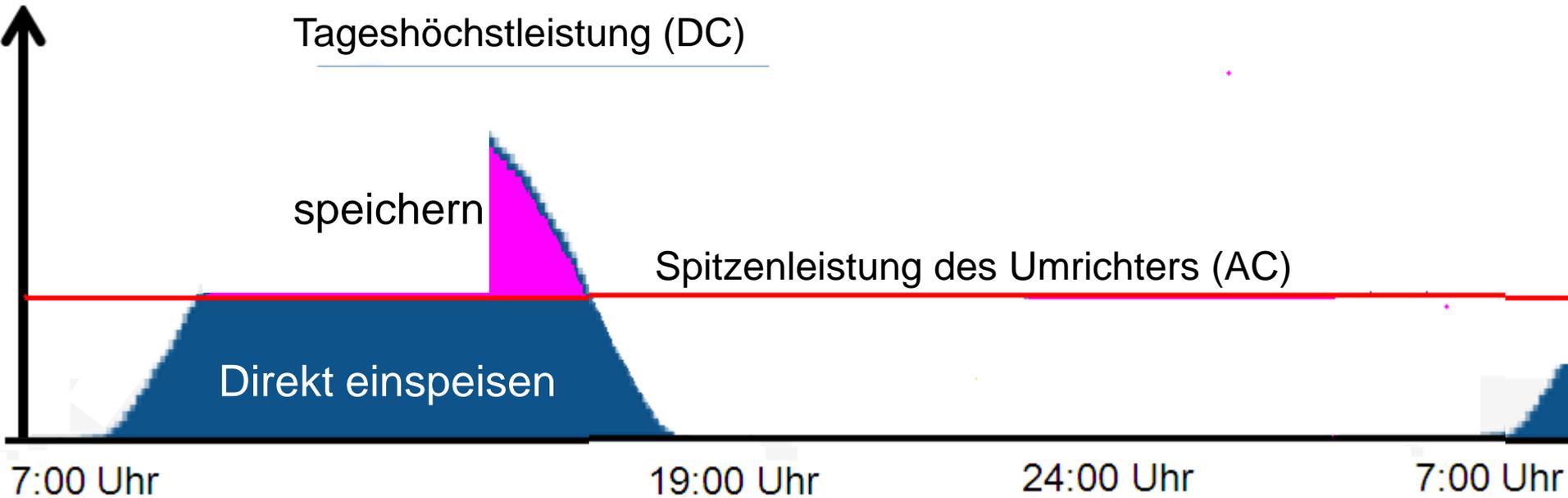


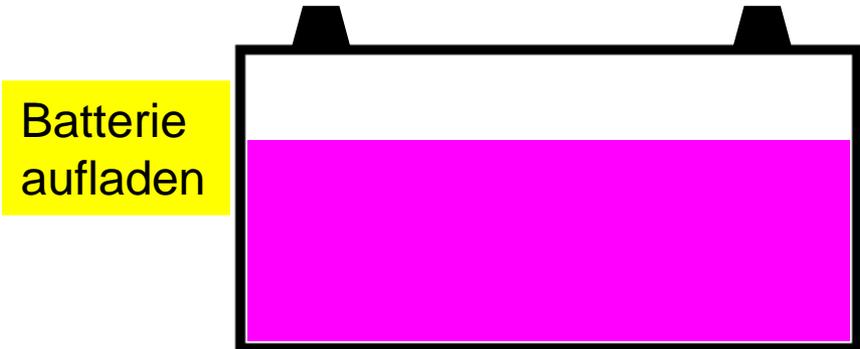
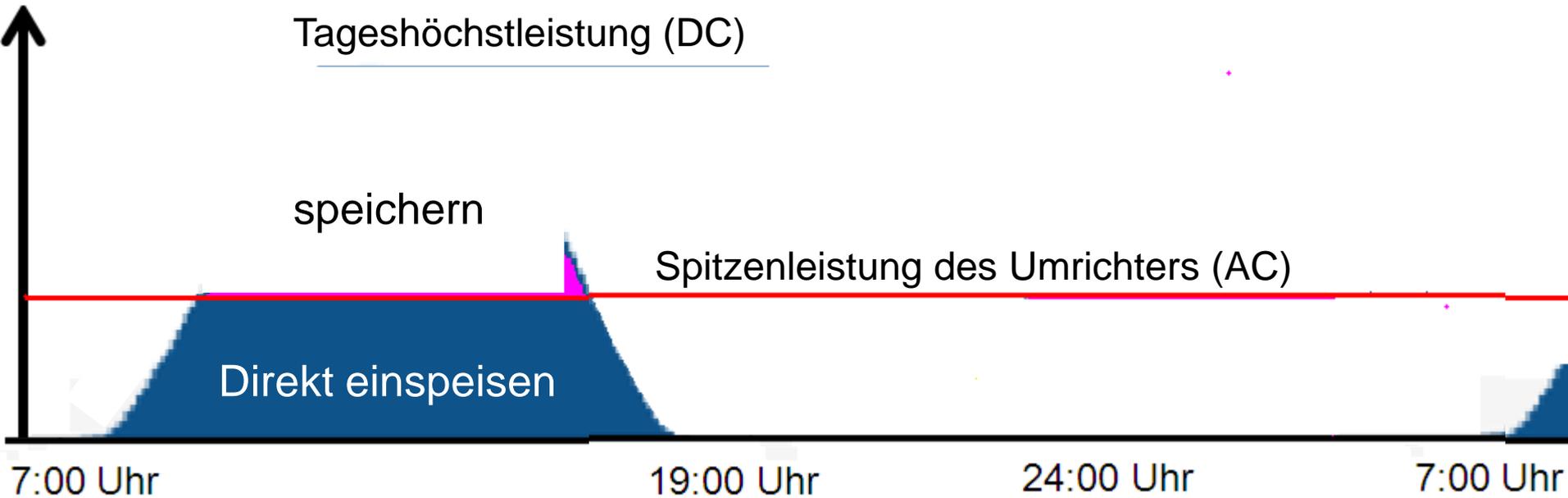


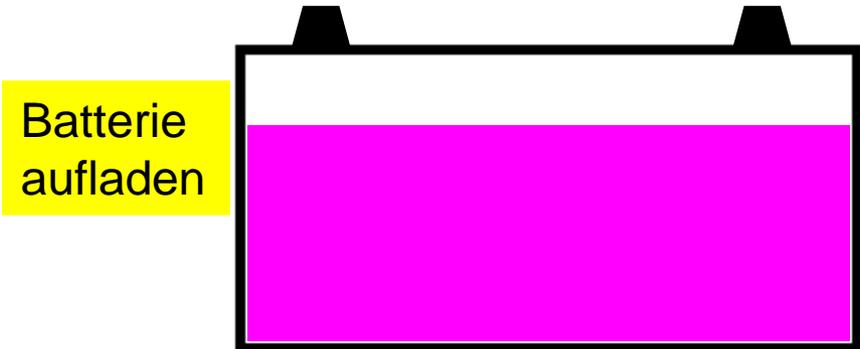
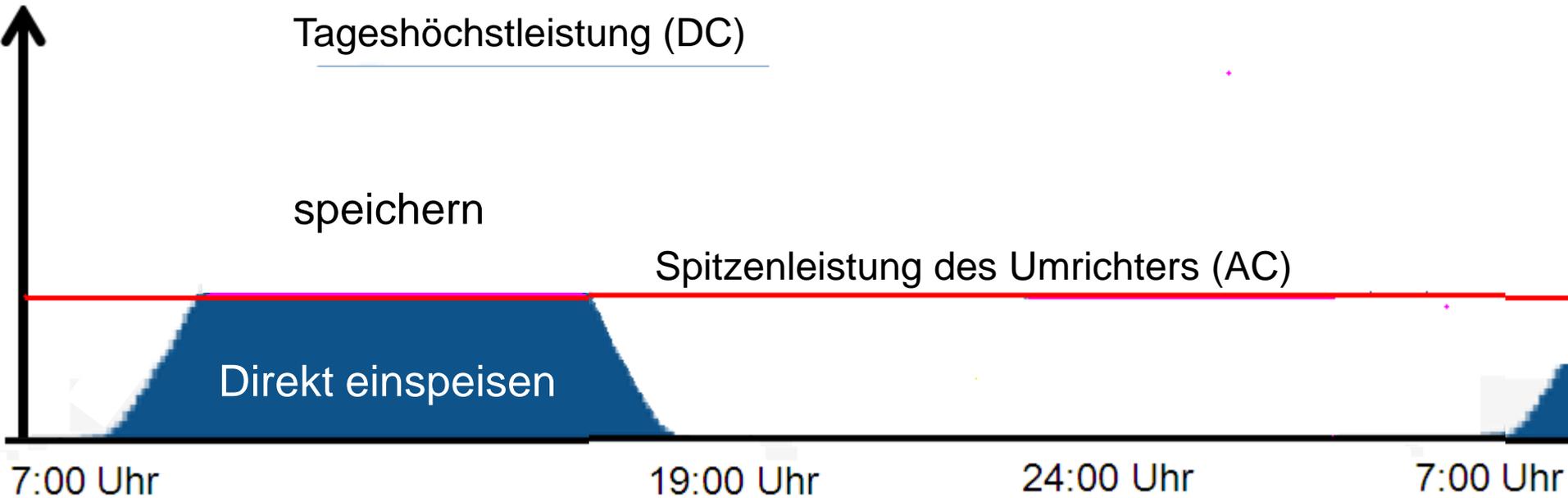


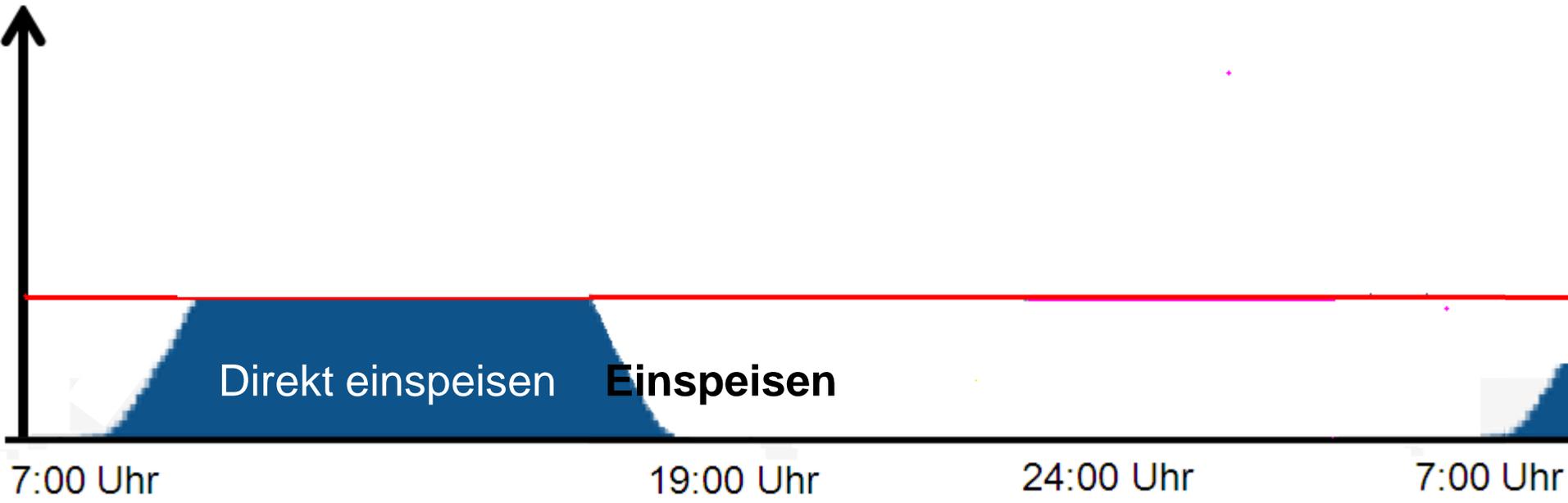


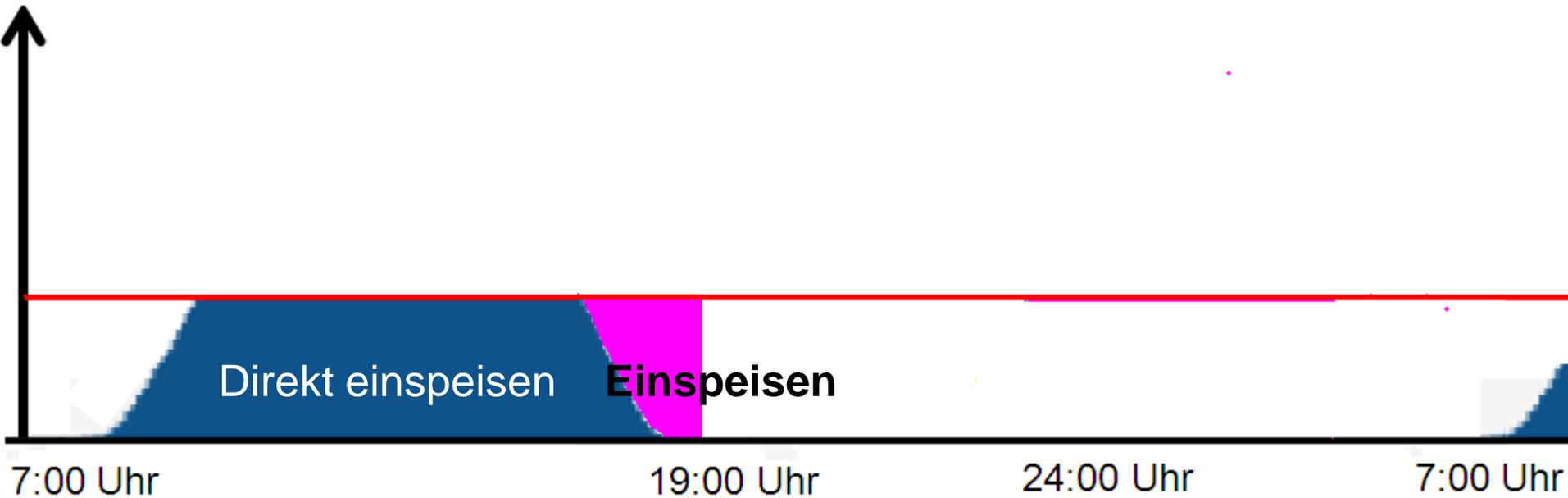




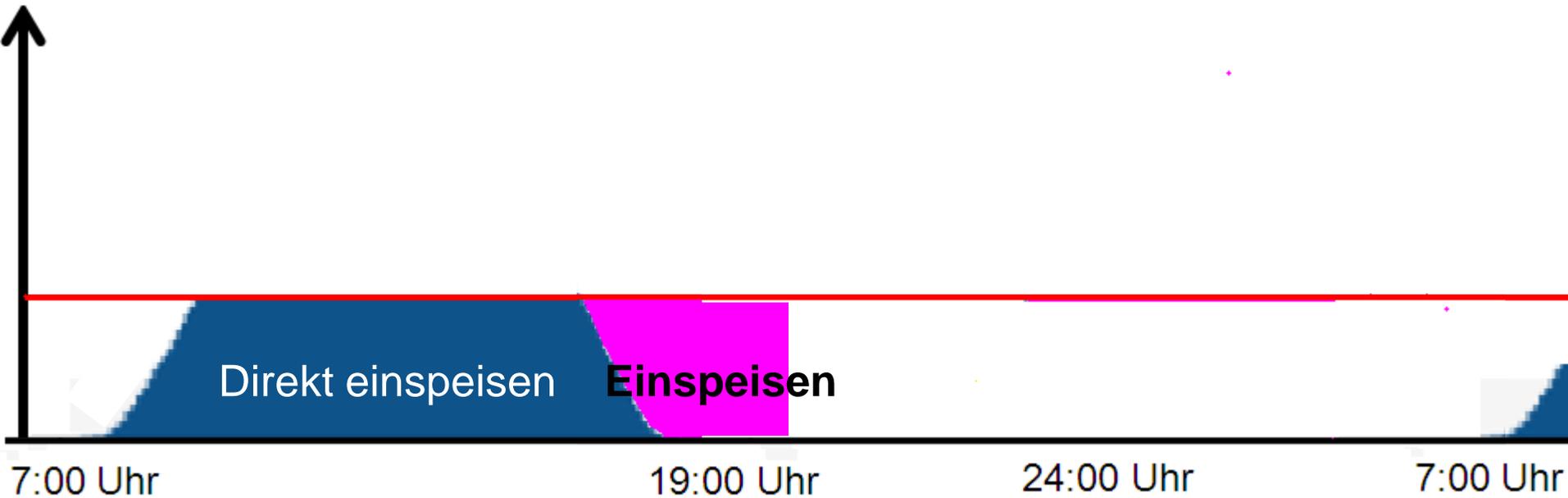




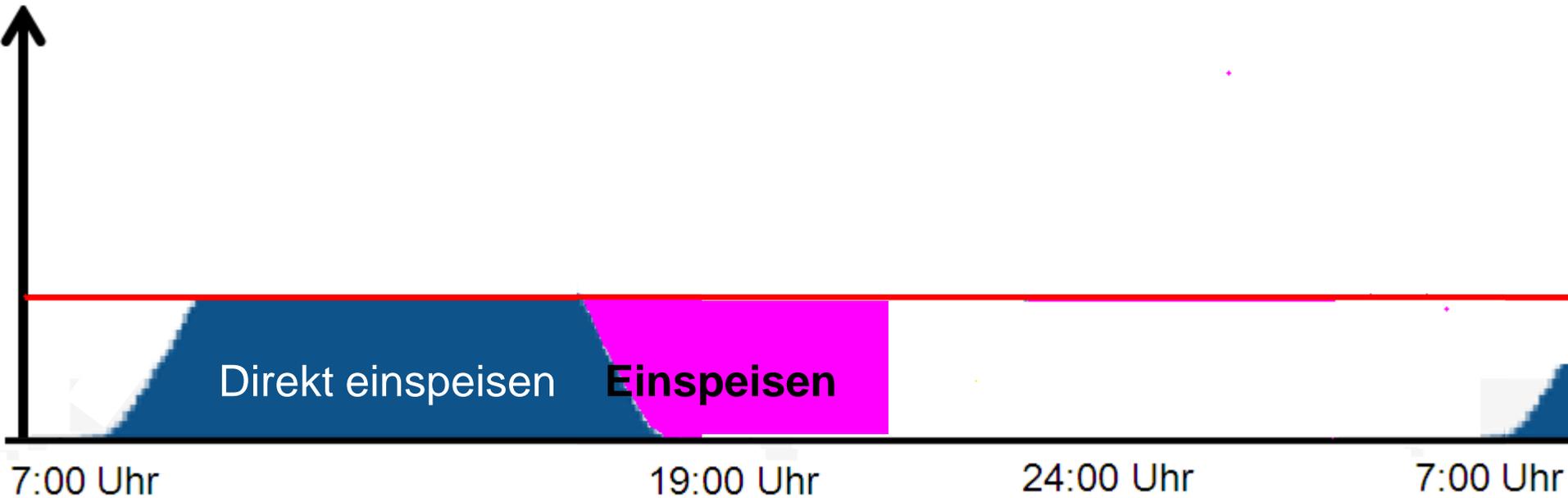




Einspeisung der gespeicherten Energie ins Stromnetz



Einspeisung der  
gespeicherten Energie  
ins Stromnetz



Direkt einspeisen

Einspeisen

7:00 Uhr

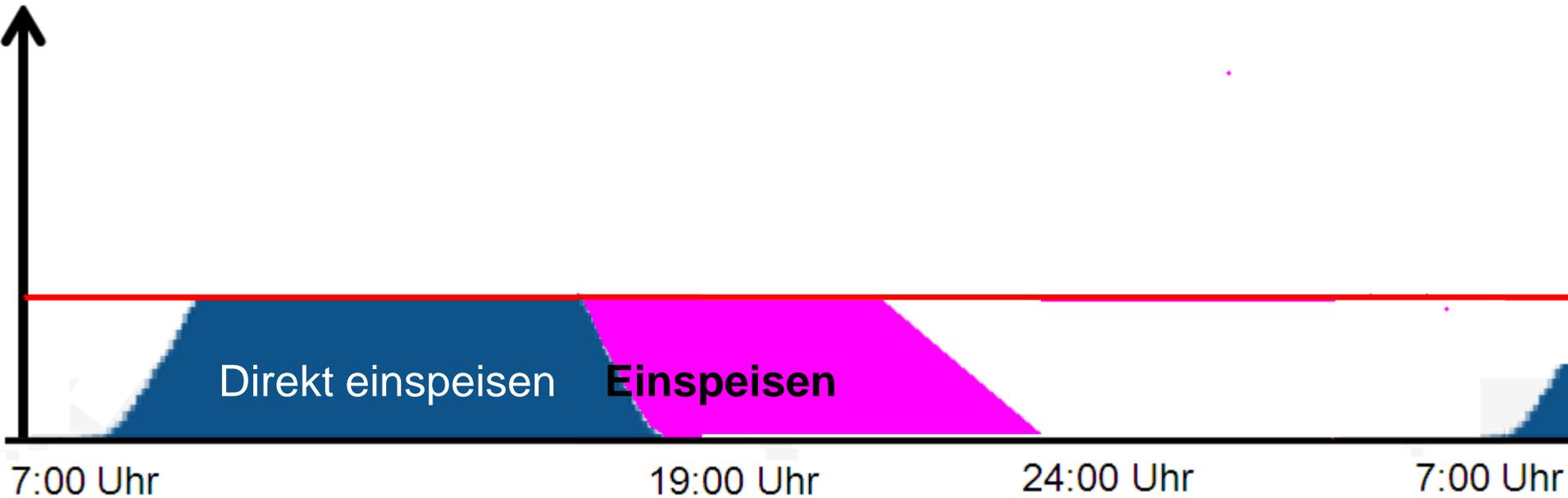
19:00 Uhr

24:00 Uhr

7:00 Uhr



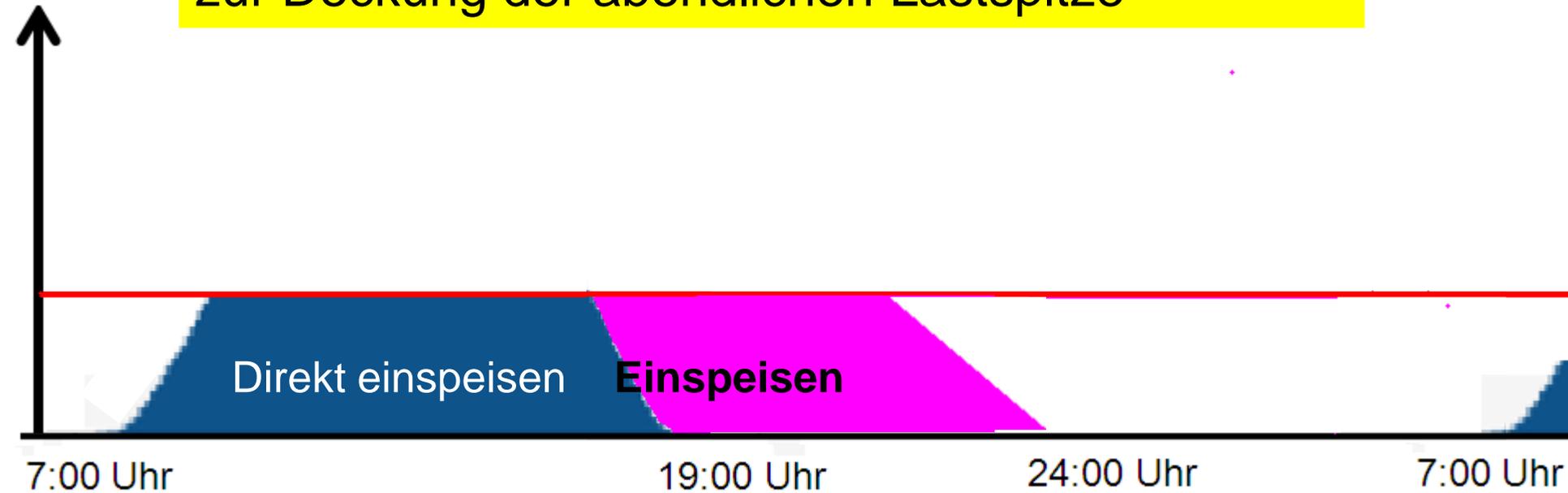
Einspeisung der  
gespeicherten Energie  
ins Stromnetz



Ende der Netzeinspeisung  
zum Schutz der Batterie  
vor Tiefentladung

## Volkswirtschaftliche Vorteile:

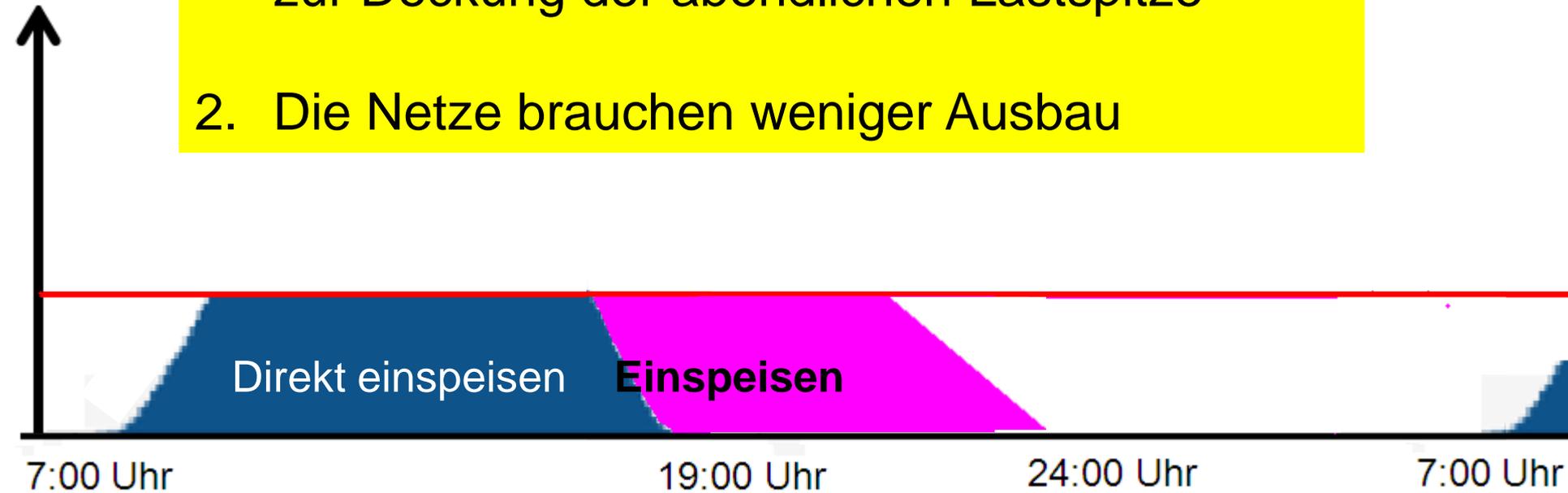
1. Die mittägliche Solarspitze liefert einen Anteil zur Deckung der abendlichen Lastspitze



Ende der Netzeinspeisung  
zum Schutz der Batterie  
vor Tiefentladung

## Volkswirtschaftliche Vorteile:

1. Die mittägliche Solarspitze liefert einen Anteil zur Deckung der abendlichen Lastspitze
2. Die Netze brauchen weniger Ausbau



Ende der Netzeinspeisung  
zum Schutz der Batterie  
vor Tiefentladung

An Tagen mit sehr hoher Solareinspeisung  
reicht die gespeicherte Energie bis in die Morgenstunden

Direkt einspeisen

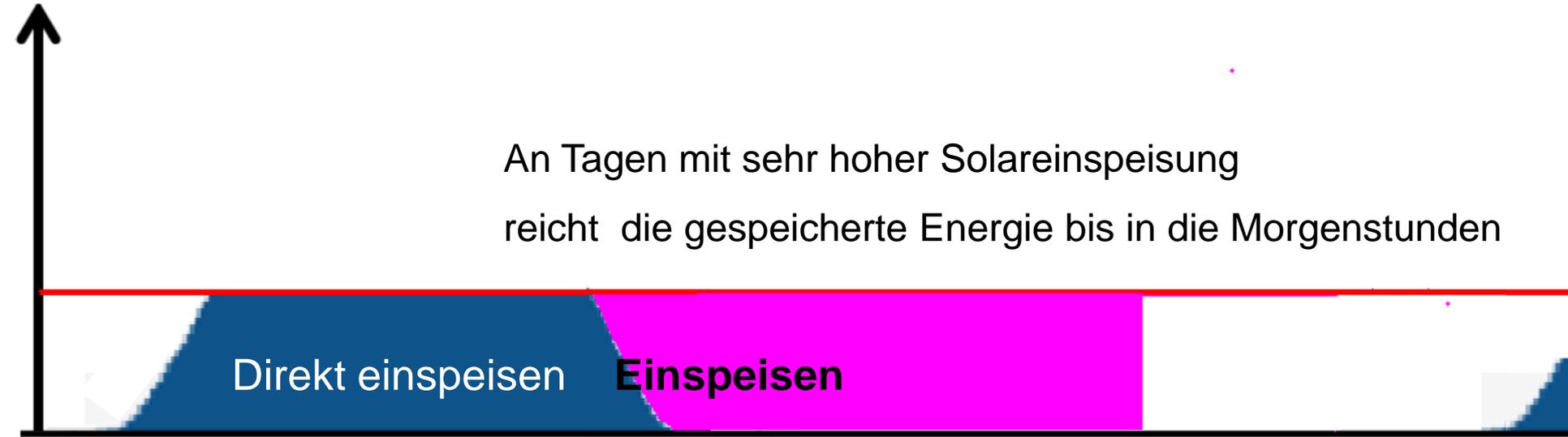
**Einspeisen**

7:00 Uhr

19:00 Uhr

24:00 Uhr

7:00 Uhr



An Tagen mit sehr hoher Solareinspeisung  
reicht die gespeicherte Energie bis in die Morgenstunden

Direkt einspeisen

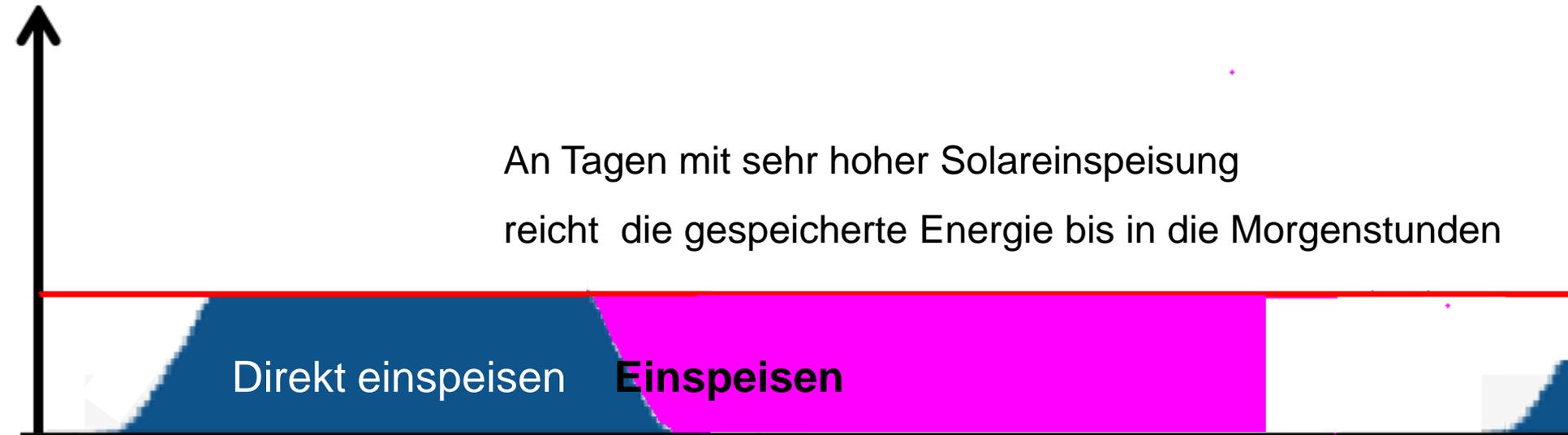
**Einspeisen**

7:00 Uhr

19:00 Uhr

24:00 Uhr

7:00 Uhr



An Tagen mit sehr hoher Solareinspeisung  
reicht die gespeicherte Energie bis in die Morgenstunden

Direkt einspeisen

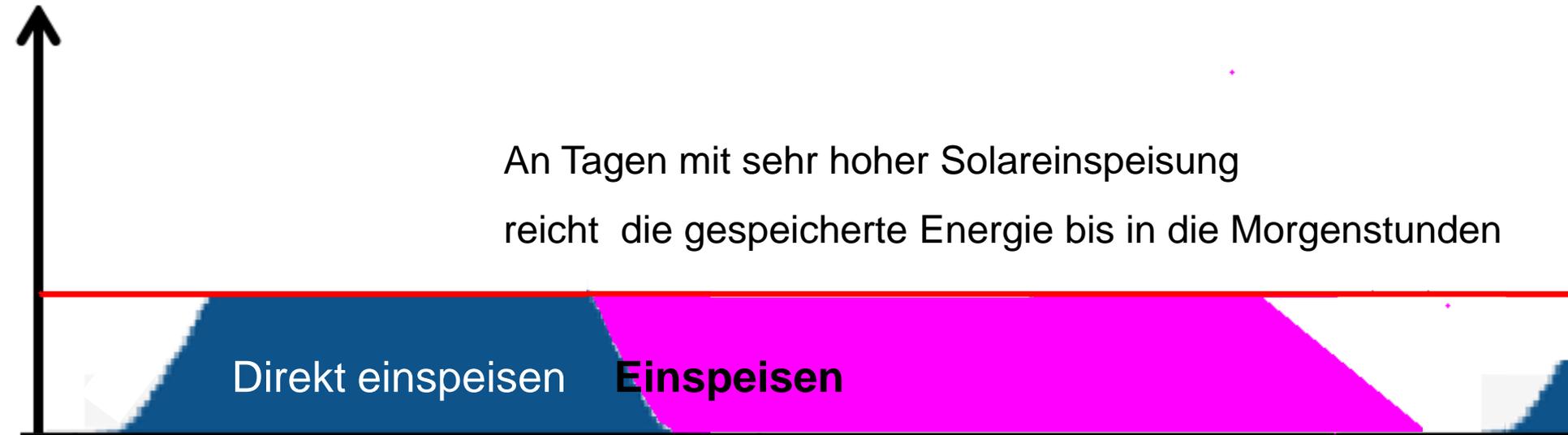
**Einspeisen**

7:00 Uhr

19:00 Uhr

24:00 Uhr

7:00 Uhr



An Tagen mit sehr hoher Solareinspeisung  
reicht die gespeicherte Energie bis in die Morgenstunden

Direkt einspeisen

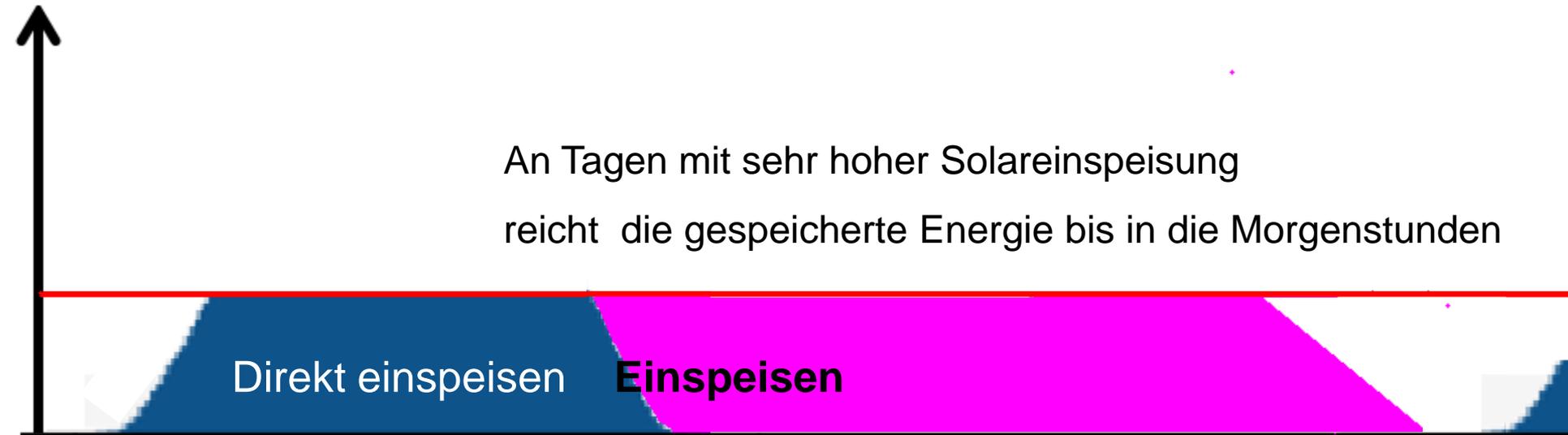
**Einspeisen**

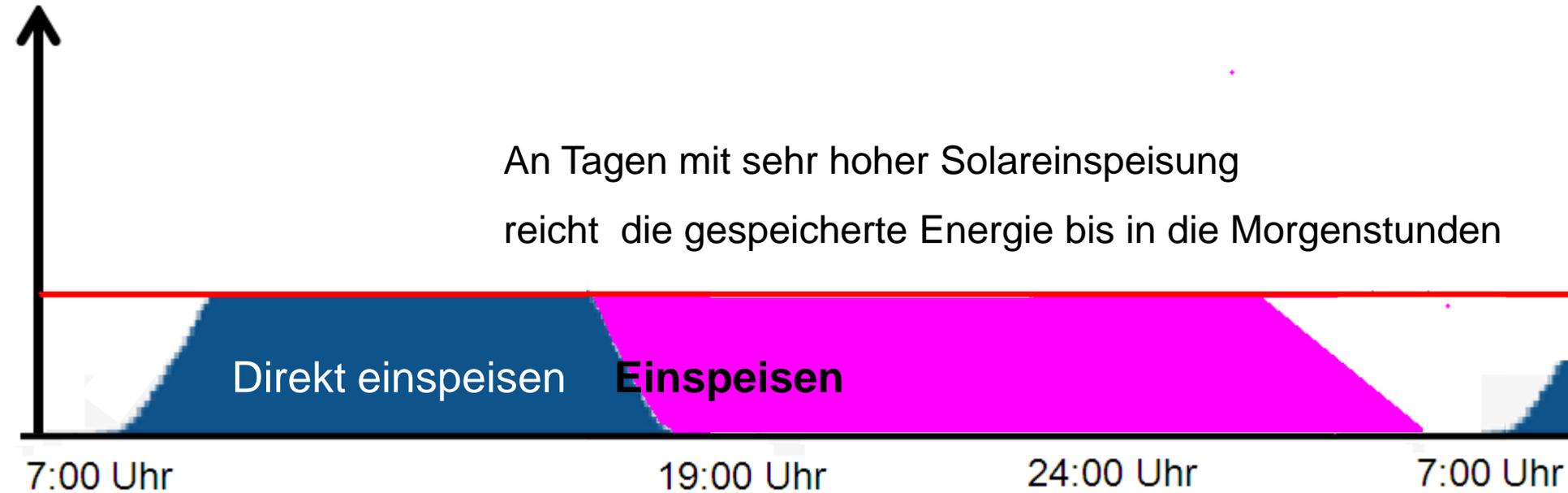
7:00 Uhr

19:00 Uhr

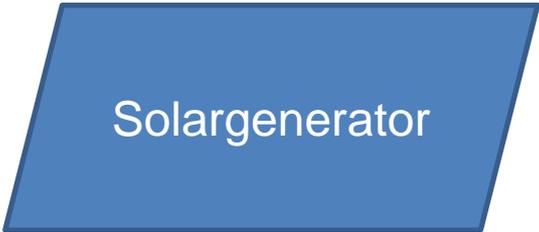
24:00 Uhr

7:00 Uhr

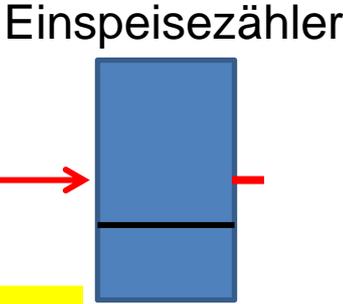
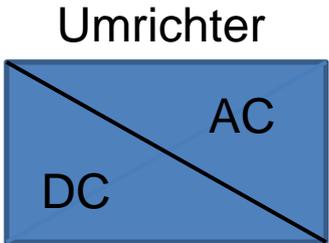




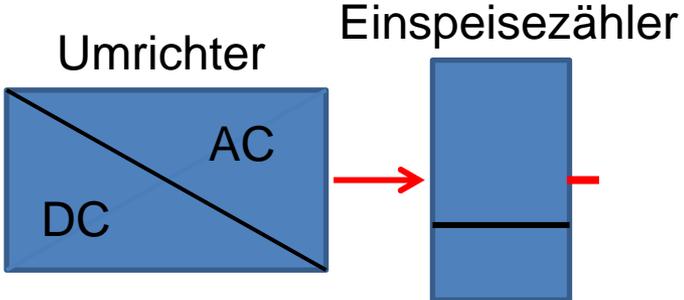
Zukunft mit Solarstromanteil grob 50 Prozent. Überall stehen Solaranlagen  
Größere Umrichter als 1/3 Peak-Leistung machen dann keinen Sinn mehr



Umrichterleistung =  
 $\frac{1}{3}$  Solargeneratorleistung

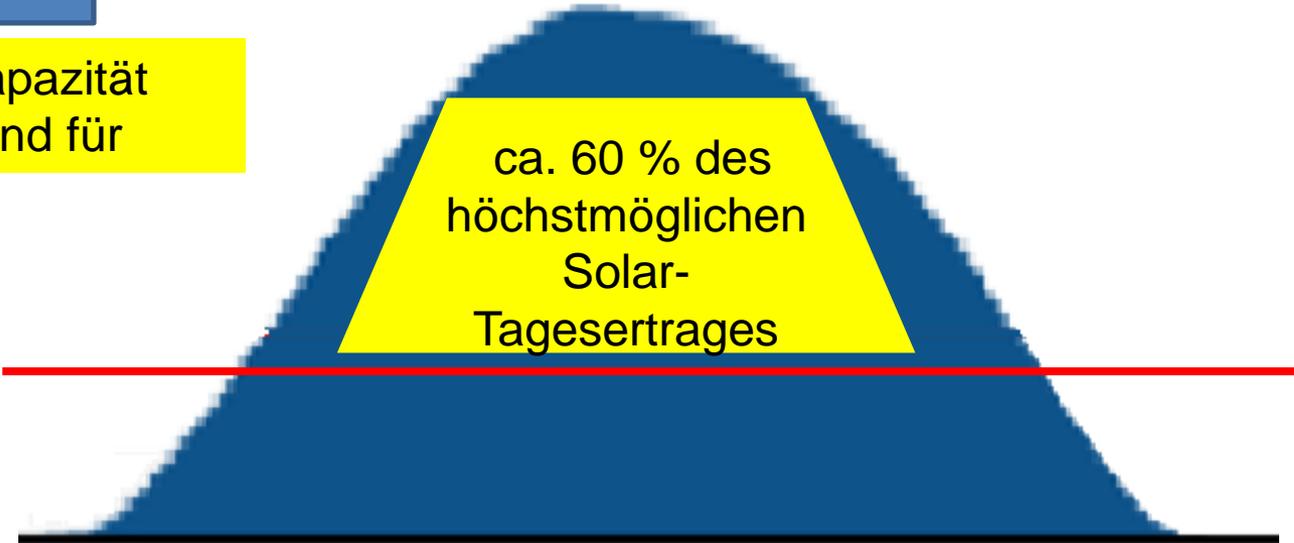


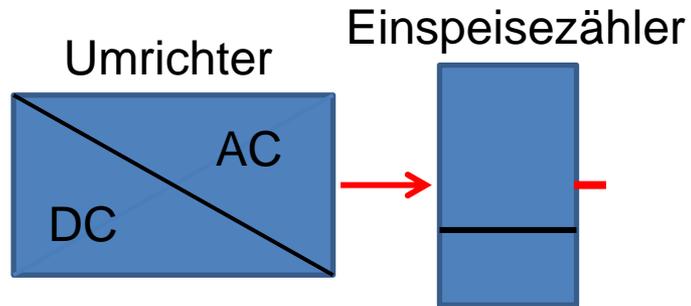
Solargenerator



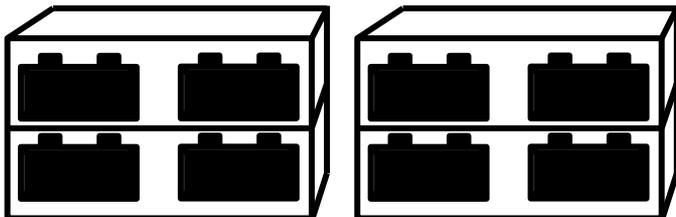
Speicher

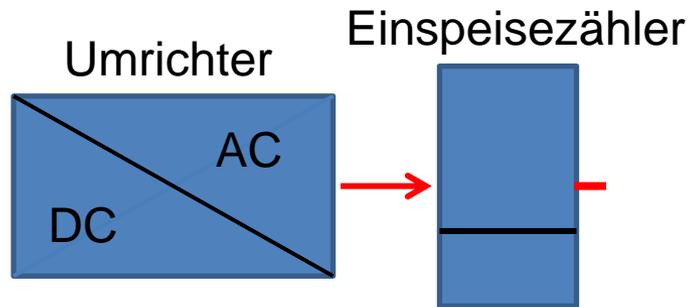
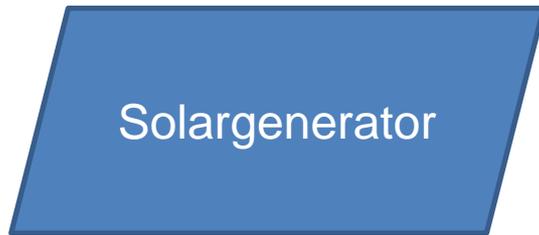
Speicherkapazität  
ausreichend für



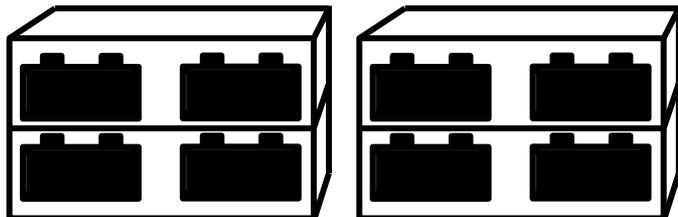


Bleibatterien oder andere wiederaufladbare Batterien mit gutem Wirkungsgrad  
Ca.5 kWh Speicherkapazität pro 1kW<sub>p</sub> Solarleistung

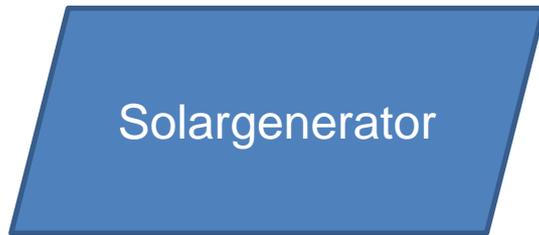




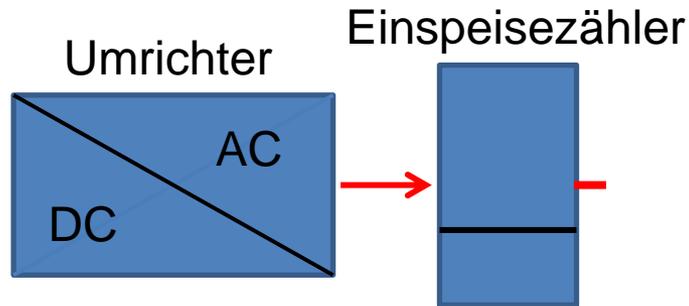
Bleibatterien oder andere wiederaufladbare Batterien mit gutem Wirkungsgrad  
ca.5 kWh Speicherkapazität pro 1kW<sub>p</sub> Solarleistung



8 Bleibatterien zum  
Preis von je 150 €



Solargenerator



Umrichter

Einspeisezähler

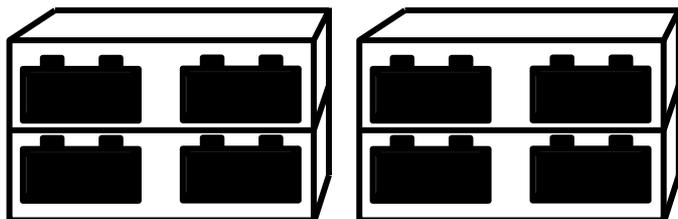
DC

AC



Speicher

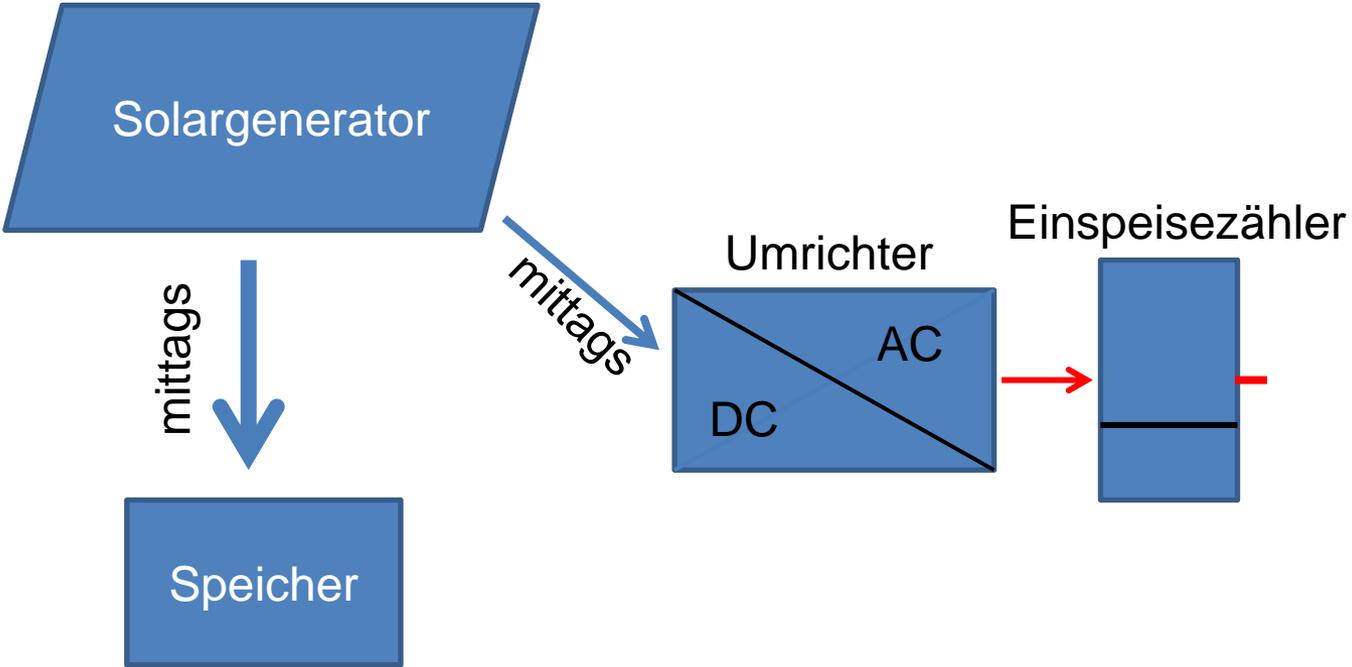
Bleibatterien oder andere wiederaufladbare Batterien  
mit gutem Wirkungsgrad  
ca.5 kWh Speicherkapazität pro 1kW<sub>p</sub> Solarleistung

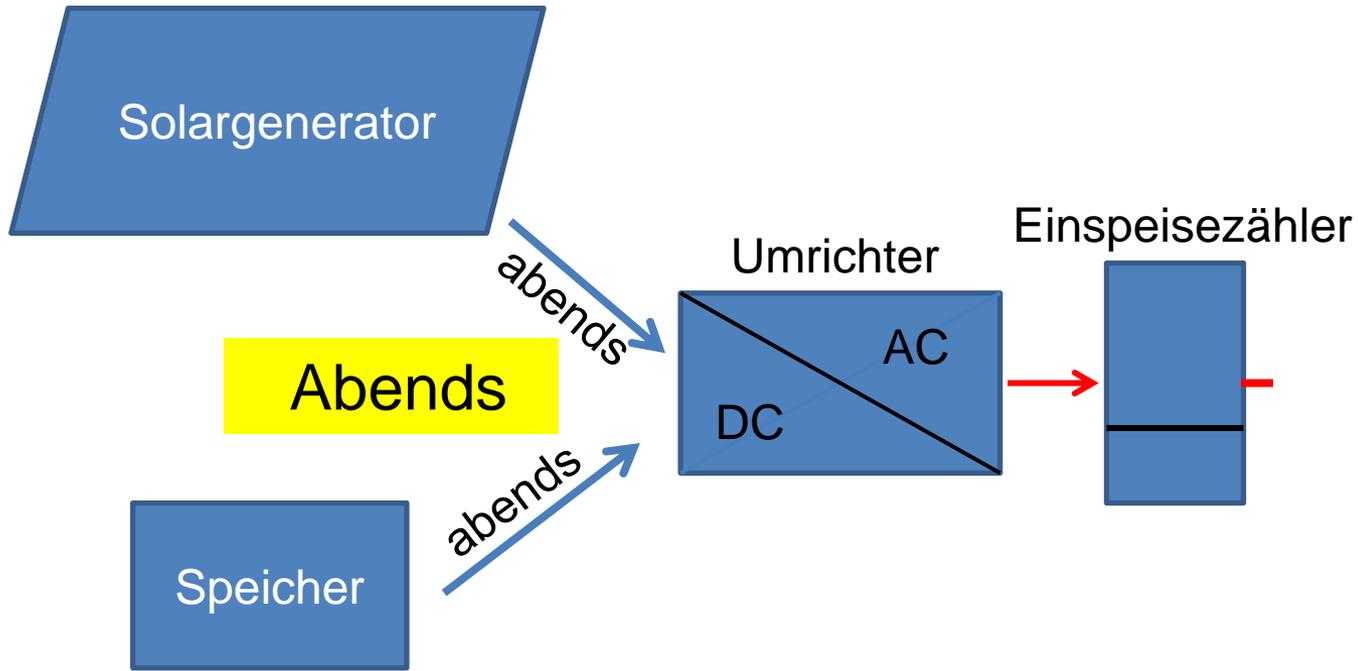


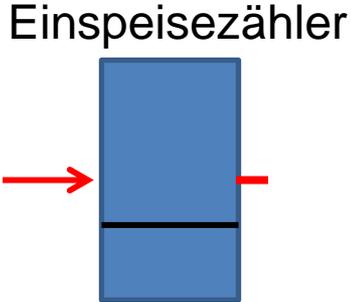
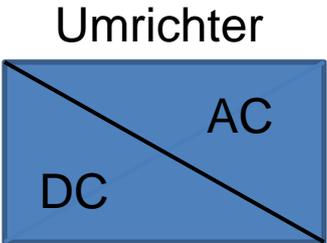
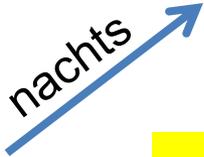
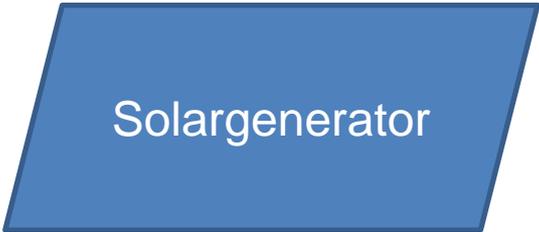
**Mehrkosten pro kW -**  
derzeit noch ca. 1200 €

Außerdem: Wechsel des Batteriesatzes  
nach 10 Jahren.

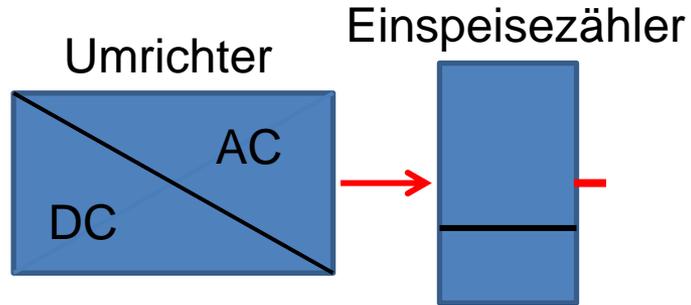
Mittags

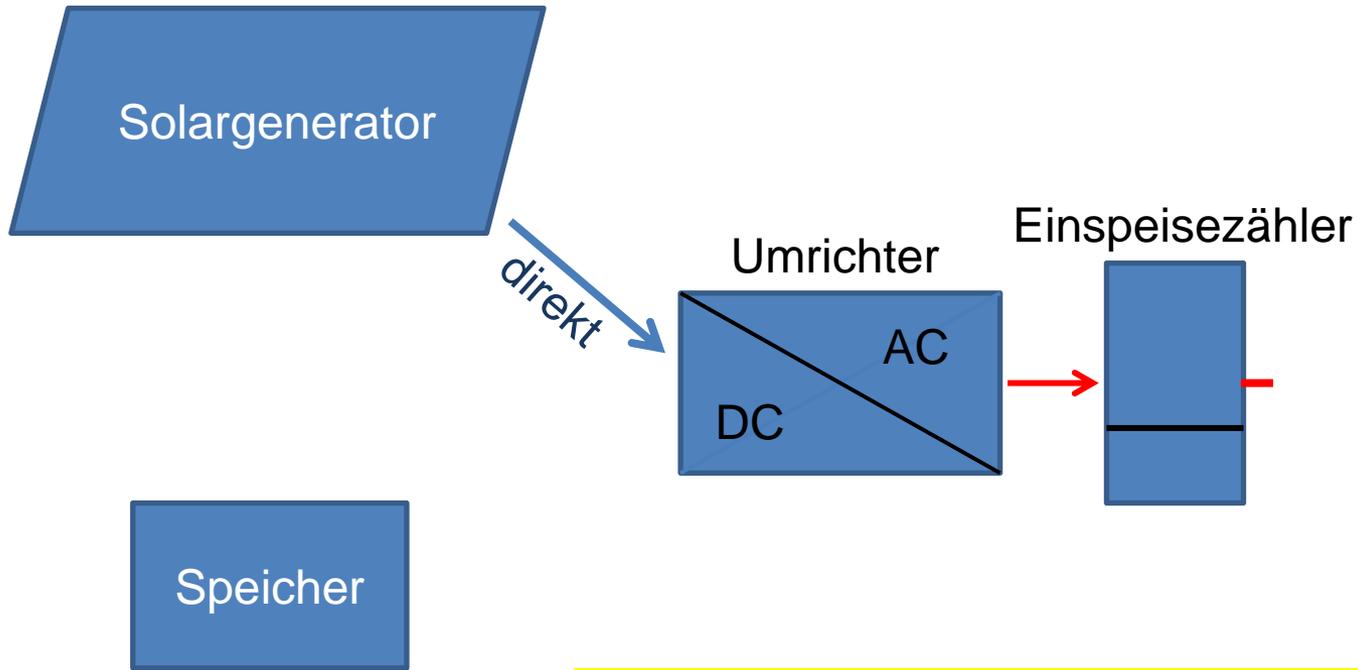




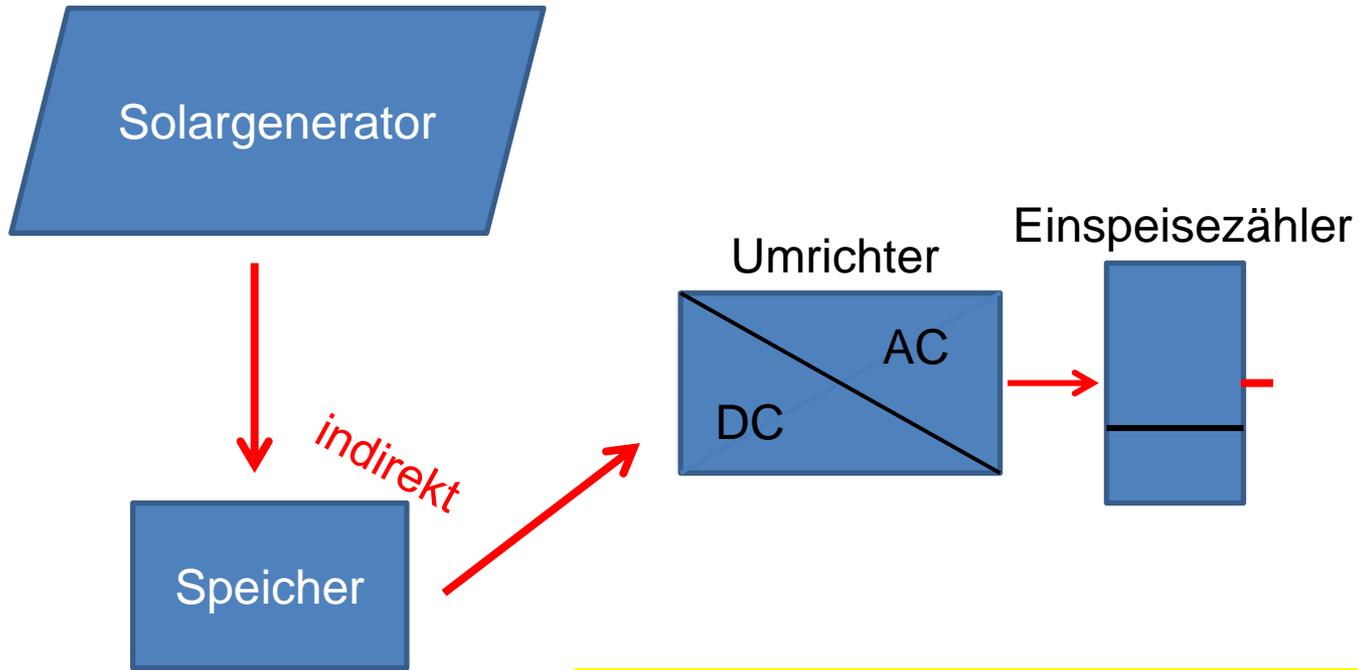


Warum der Speicherbonus sich nicht nach der Speichernutzung richten soll

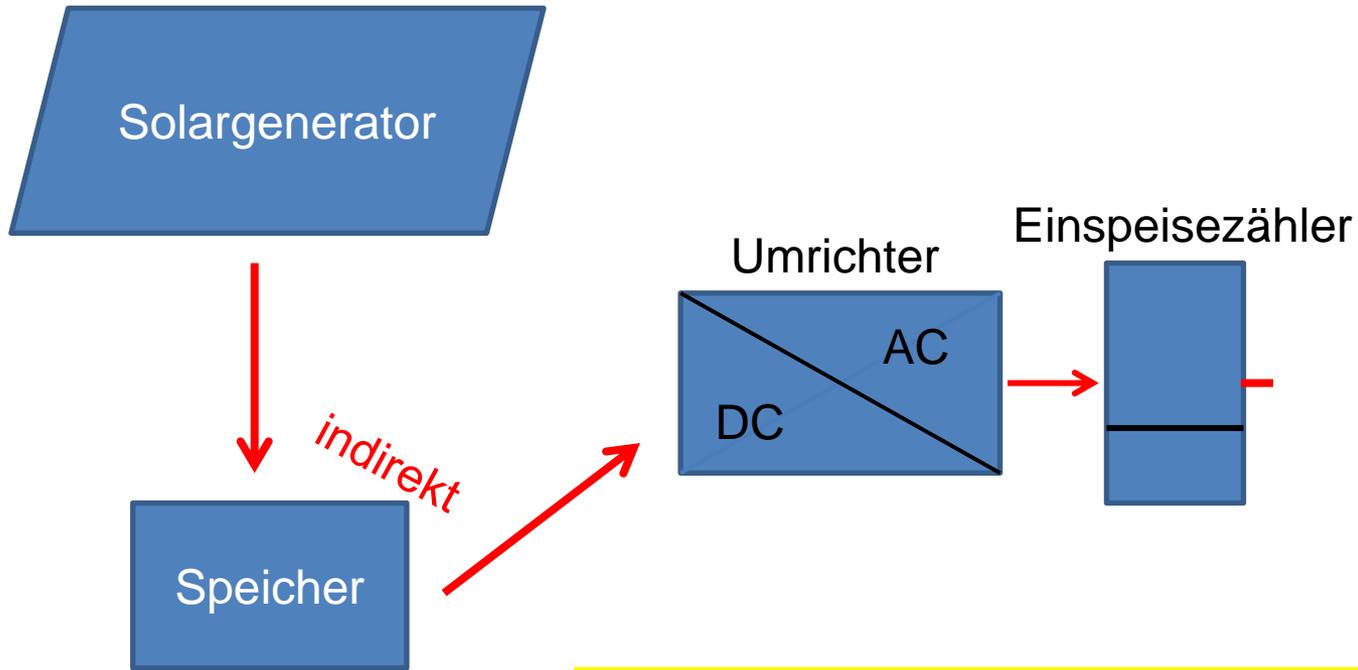




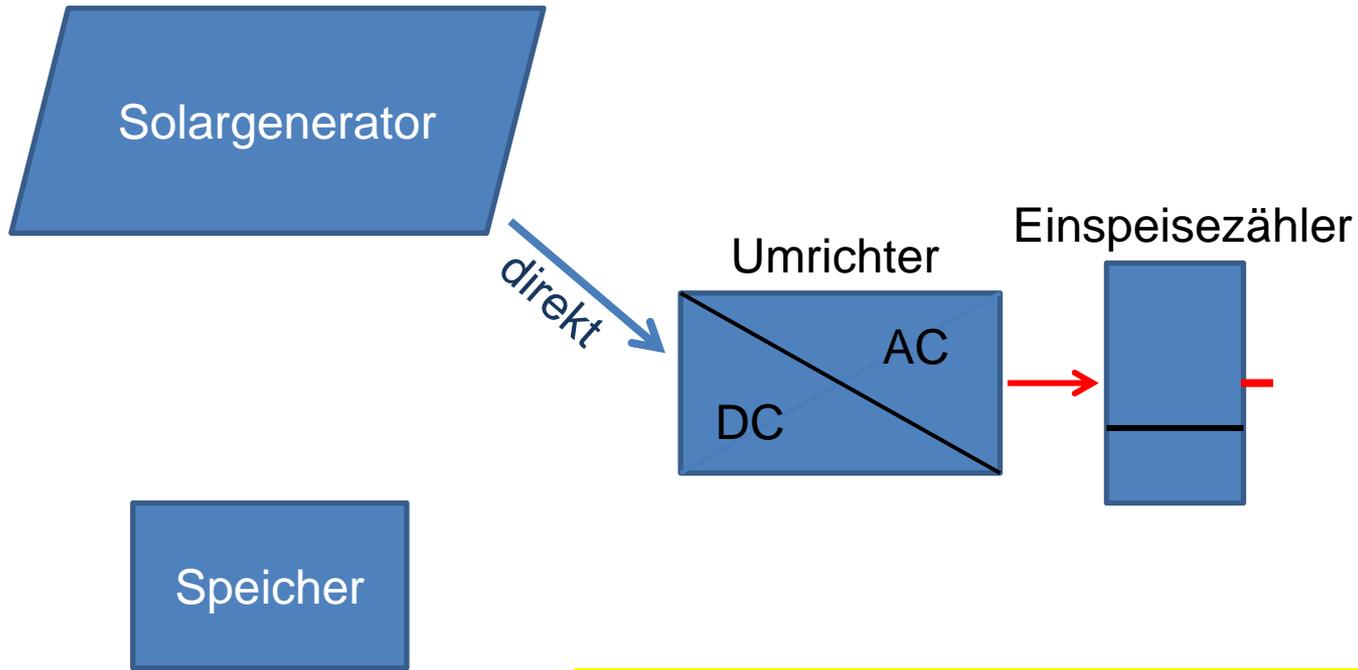
Je nach Verlauf des Jahres wird in manchen Jahren und Standorten der Solarstrom vermehrt auf dem direkten Weg eingespeist.



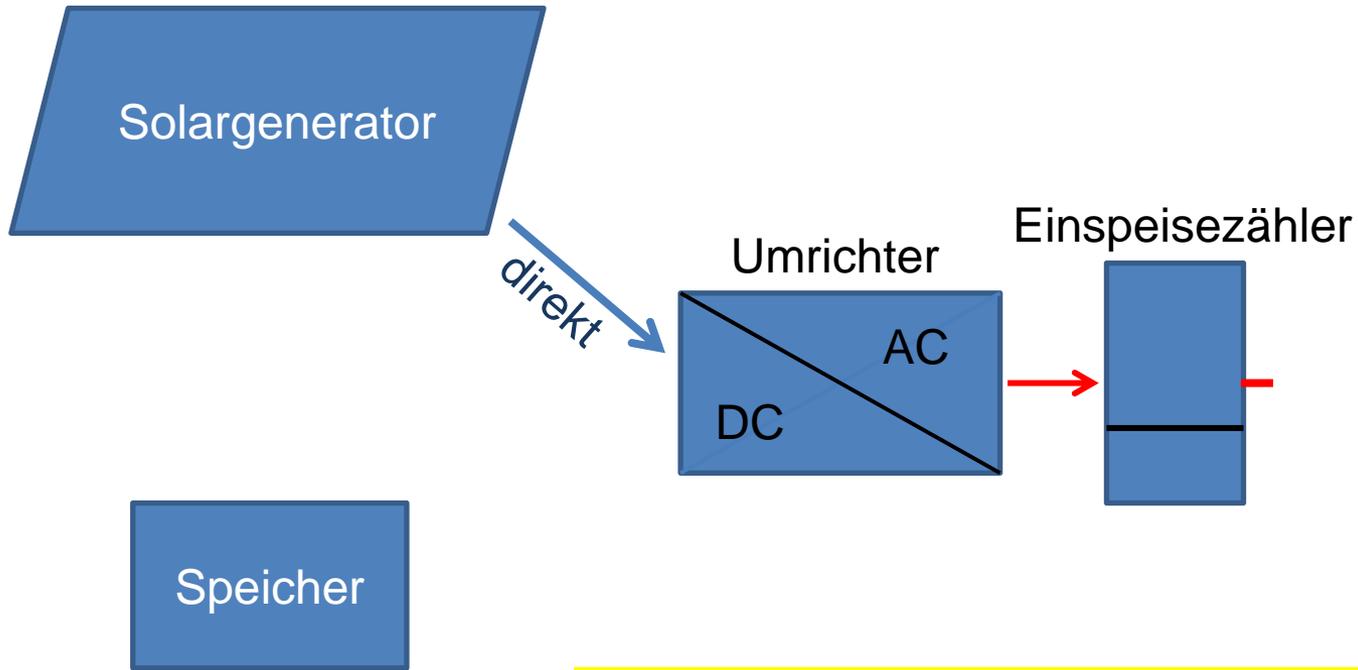
Je nach Verlauf des Jahres wird in manchen Jahren und Standorten der Solarstrom vermehrt auf dem **indirekten Weg** eingespeist.



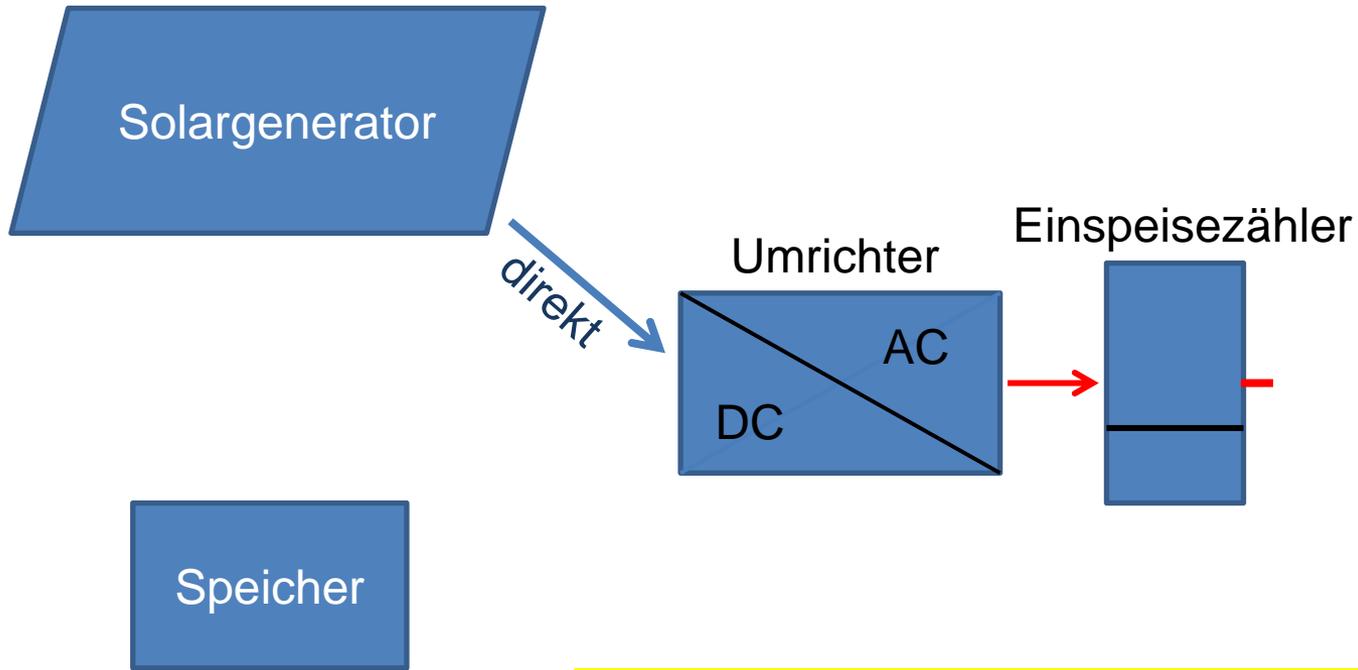
Je nach Verlauf des Jahres wird in manchen Jahren und Standorten der Solarstrom vermehrt auf dem **indirekten Weg** eingespeist.  
Hohe Speichernutzung ergäbe einen hohen Anteil des Speicherbonus



In anderen Jahren oder Standorten wird der Solarstrom vermehrt auf dem **direkten Weg** eingespeist.

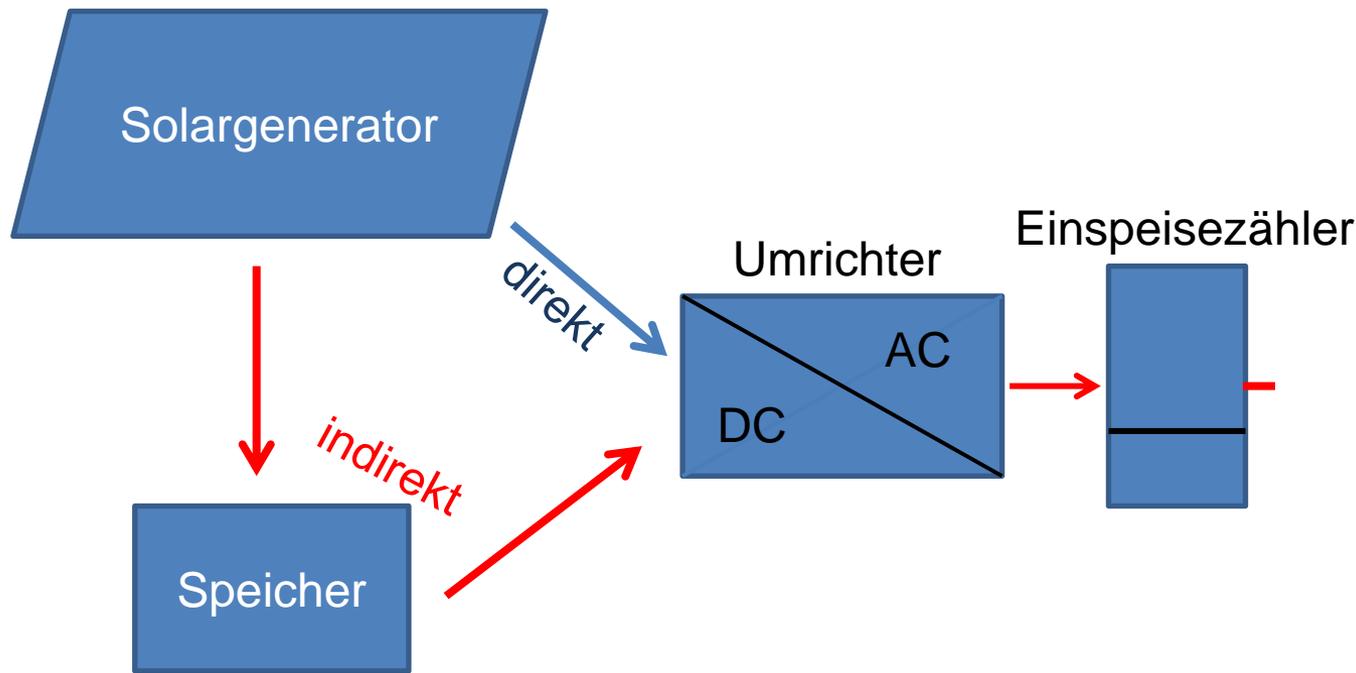


In anderen Jahren oder Standorten wird der Solarstrom vermehrt auf dem **direkten Weg** eingespeist. Geringe Speichernutzung würde einen geringen Anteil des Speicherbonus ergeben.



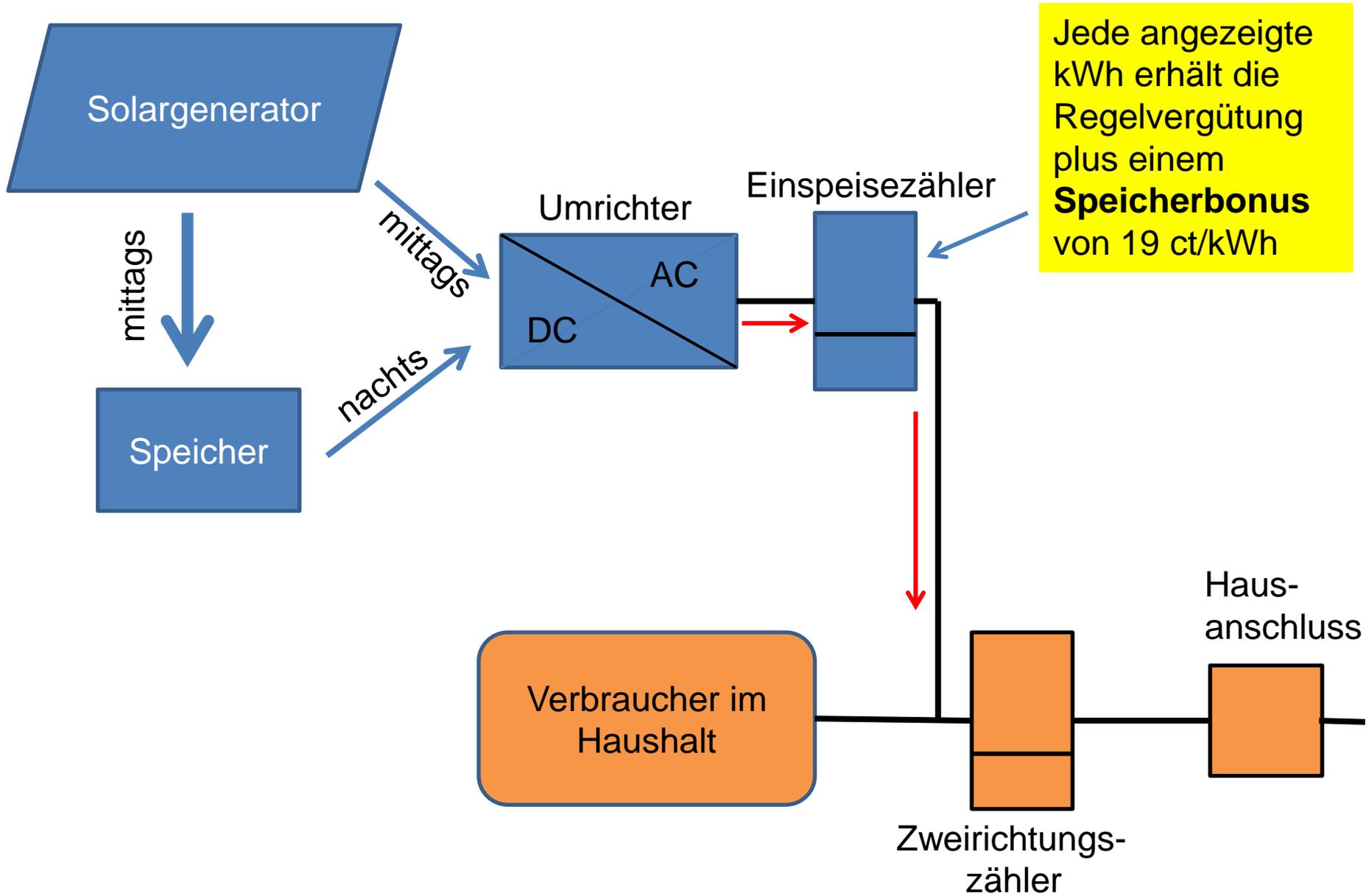
In anderen Jahren oder Standorten wird der Solarstrom vermehrt auf dem **direkten Weg** eingespeist. Geringe Speichernutzung würde einen geringen Anteil des Speicherbonus ergeben.

**Investitionssicherheit würde fehlen.**



Je nach Verlauf des Jahres wird in manchen Jahren und Standorten der Solarstrom vermehrt auf dem **direkten Weg** oder aber auf dem **indirekten Weg** eingespeist.

Um dem Betreiber dennoch Investitionssicherheit für die Anschaffung des Speichers zu geben, wird bei der Auszahlung des **Speicherbonus** kein Unterschied zwischen direkter oder indirekter Einspeisung gemacht.



Speicherbonus wird auch für Solarstrom gezahlt, der nicht zwischengespeichert wurde

Hat man einen finanziellen Vorteil, wenn man den Speicher weglässt?

Speicherbonus wird auch für Solarstrom gezahlt, der nicht zwischengespeichert wurde

Hat man einen finanziellen Vorteil, wenn man den Speicher weglässt?

**Gegenüberstellung : Einnahmen und Ausgaben bei Betrieb mit und ohne Speicher**

Speicherbonus wird auch für Solarstrom gezahlt, der nicht zwischengespeichert wurde

Hat man einen finanziellen Vorteil, wenn man den Speicher weglässt?

**Gegenüberstellung : Einnahmen und Ausgaben bei Betrieb mit und ohne Speicher**

Speicherbonus wird auch für Solarstrom gezahlt, der nicht zwischengespeichert wurde

Hat man einen finanziellen Vorteil, wenn man den Speicher weglässt?

**Gegenüberstellung : Einnahmen und Ausgaben bei Betrieb mit und ohne Speicher**

**Direktmenge sei die direkt ohne Speicher eingespeiste Energie**

**Überschuss sei die aus dem Speicher ins Netz eingespeiste Energie**

**Speicherverluste und Verzinsung sind zur Vereinfachung weggelassen**

**Mit Speicher:**

$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times (\text{Direktmenge} + \text{Überschuss})$   
- Speicherkosten    - Anlagenkosten

Speicherbonus wird auch für Solarstrom gezahlt, der nicht zwischengespeichert wurde

Hat man einen finanziellen Vorteil, wenn man den Speicher weglässt?

Gegenüberstellung : Einnahmen und Ausgaben bei Betrieb mit und ohne Speicher

Direktmenge sei die direkt ohne Speicher eingespeiste Energie

Überschuss sei die aus dem Speicher ins Netz eingespeiste Energie

Speicherverluste und Verzinsung sind zur Vereinfachung weggelassen

**Mit Speicher:**

$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times (\text{Direktmenge} + \text{Überschuss})$   
- Speicherkosten    - Anlagenkosten

**Ohne Speicher:**

$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times (\text{Direktmenge})$     - Anlagenkosten

Speicherbonus wird auch für Solarstrom gezahlt, der nicht zwischengespeichert wurde

Hat man einen finanziellen Vorteil, wenn man den Speicher weglässt?

**Gegenüberstellung : Einnahmen und Ausgaben bei Betrieb mit und ohne Speicher**

**Direktmenge sei die direkt ohne Speicher eingespeiste Energie**

**Überschuss sei die aus dem Speicher ins Netz eingespeiste Energie**

**Speicherverluste und Verzinsung sind zur Vereinfachung weggelassen**

**Mit Speicher:**

$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times (\text{Direktmenge} + \text{Überschuss})$   
- Speicherkosten    - Anlagenkosten

**Ohne Speicher:**

$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times (\text{Direktmenge})$     - Anlagenkosten

**Der Speicherbetreiber hat mehr Einnahmen, aber auch mehr Ausgaben, nämlich:**

$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times \text{Überschuss}$     -    Speicherkosten

Speicherbonus wird auch für Solarstrom gezahlt, der nicht zwischengespeichert wurde

Hat man einen finanziellen Vorteil, wenn man den Speicher weglässt?

**Gegenüberstellung : Einnahmen und Ausgaben bei Betrieb mit und ohne Speicher**

**Direktmenge sei die direkt ohne Speicher eingespeiste Energie**

**Überschuss sei die aus dem Speicher ins Netz eingespeiste Energie**

**Speicherverluste und Verzinsung sind zur Vereinfachung weggelassen**

**Mit Speicher:**

$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times (\text{Direktmenge} + \text{Überschuss})$   
- Speicherkosten - Anlagenkosten

**Ohne Speicher:**

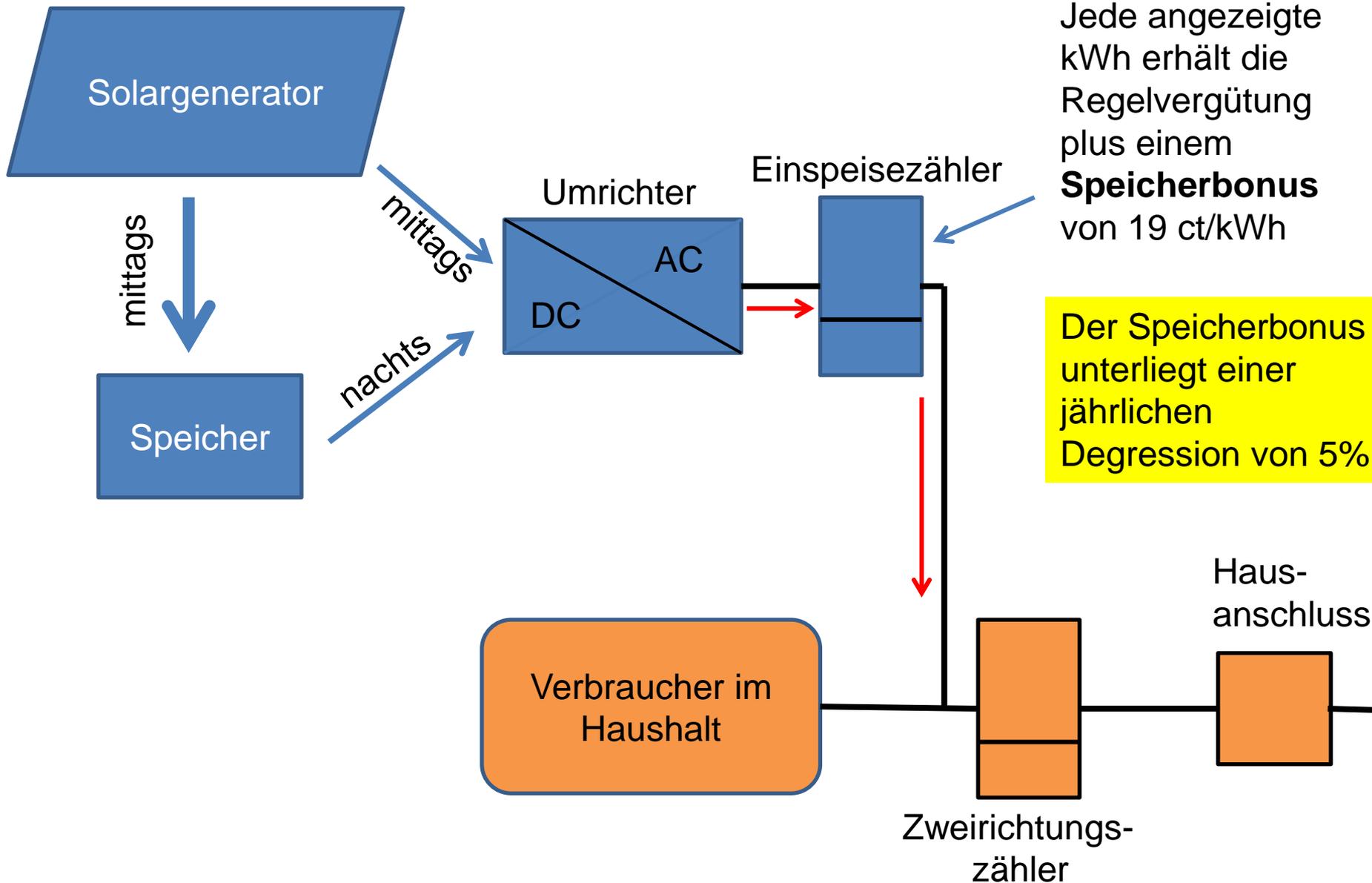
$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times (\text{Direktmenge})$  - Anlagenkosten

**Der Speicherbetreiber hat mehr Einnahmen, aber auch mehr Ausgaben, nämlich:**

$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times \text{Überschuss}$  - Speicherkosten

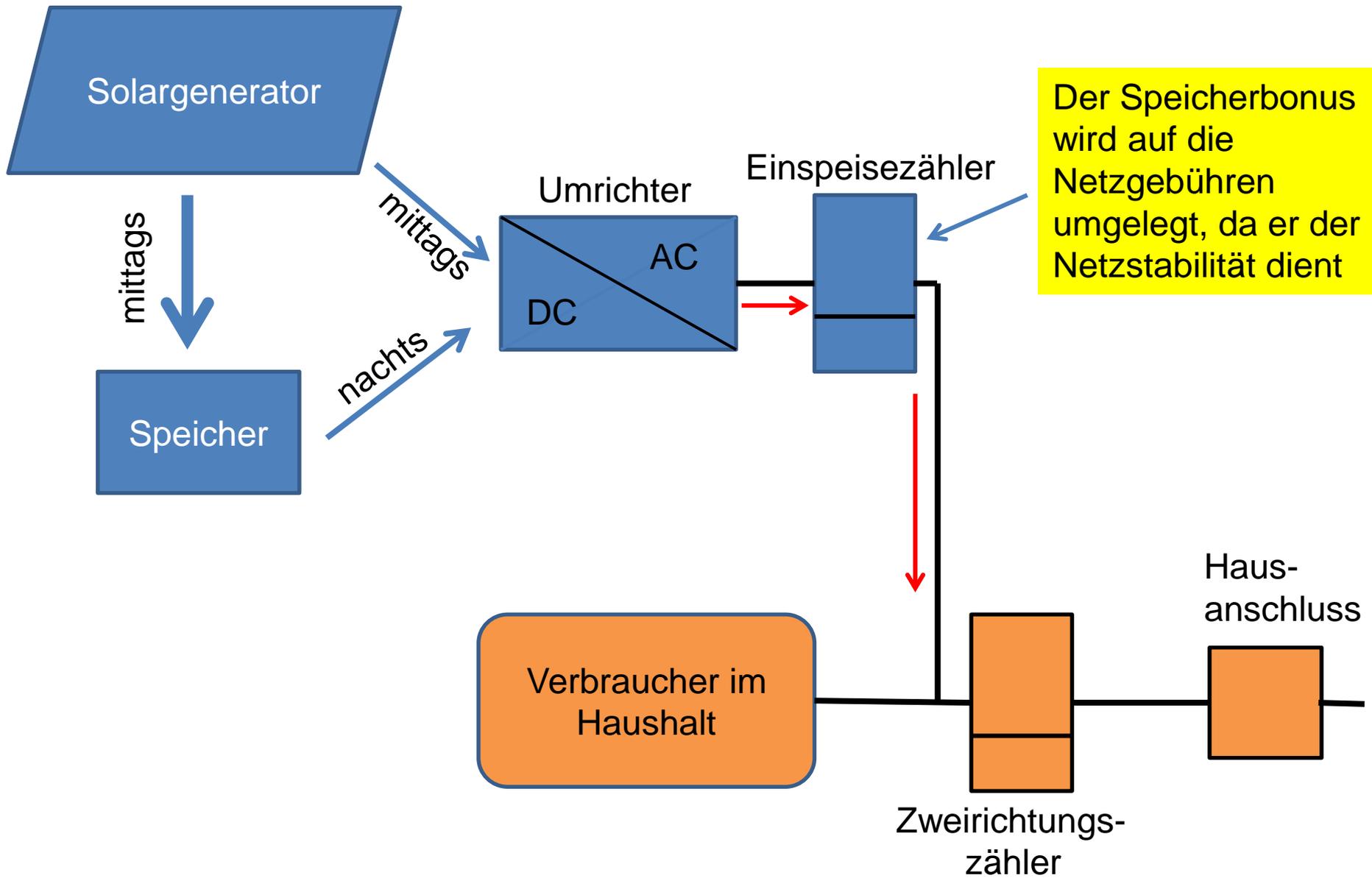
**Der Speicherbetreiber hat einen finanziellen Vorteil, wenn**

$(\text{Vergütung} + \text{Speicherbonus}) \times \text{Überschuss}$  **größer sind als die** Speicherkosten

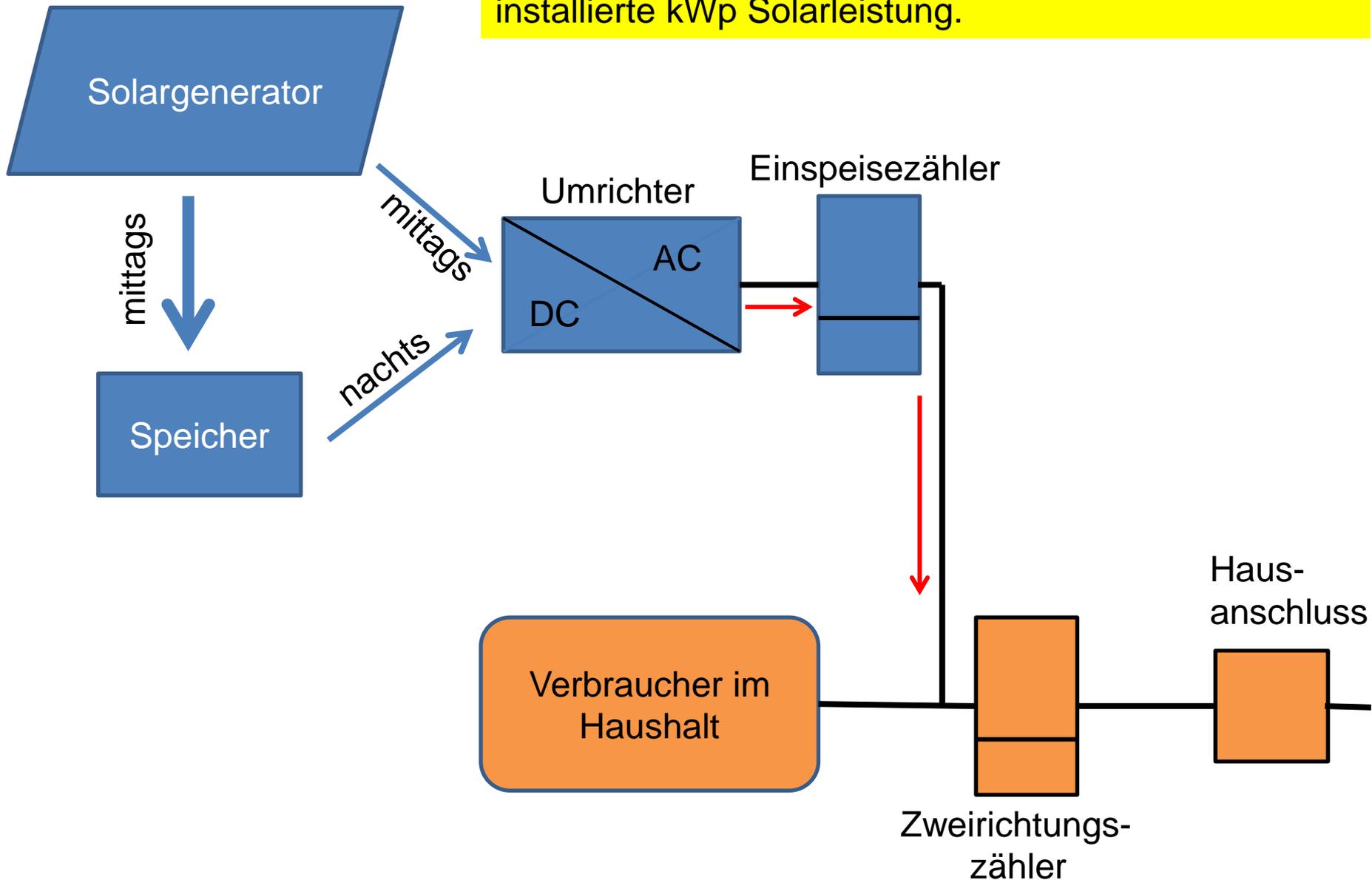


Jede angezeigte kWh erhält die Regelvergütung plus einem **Speicherbonus** von 19 ct/kWh

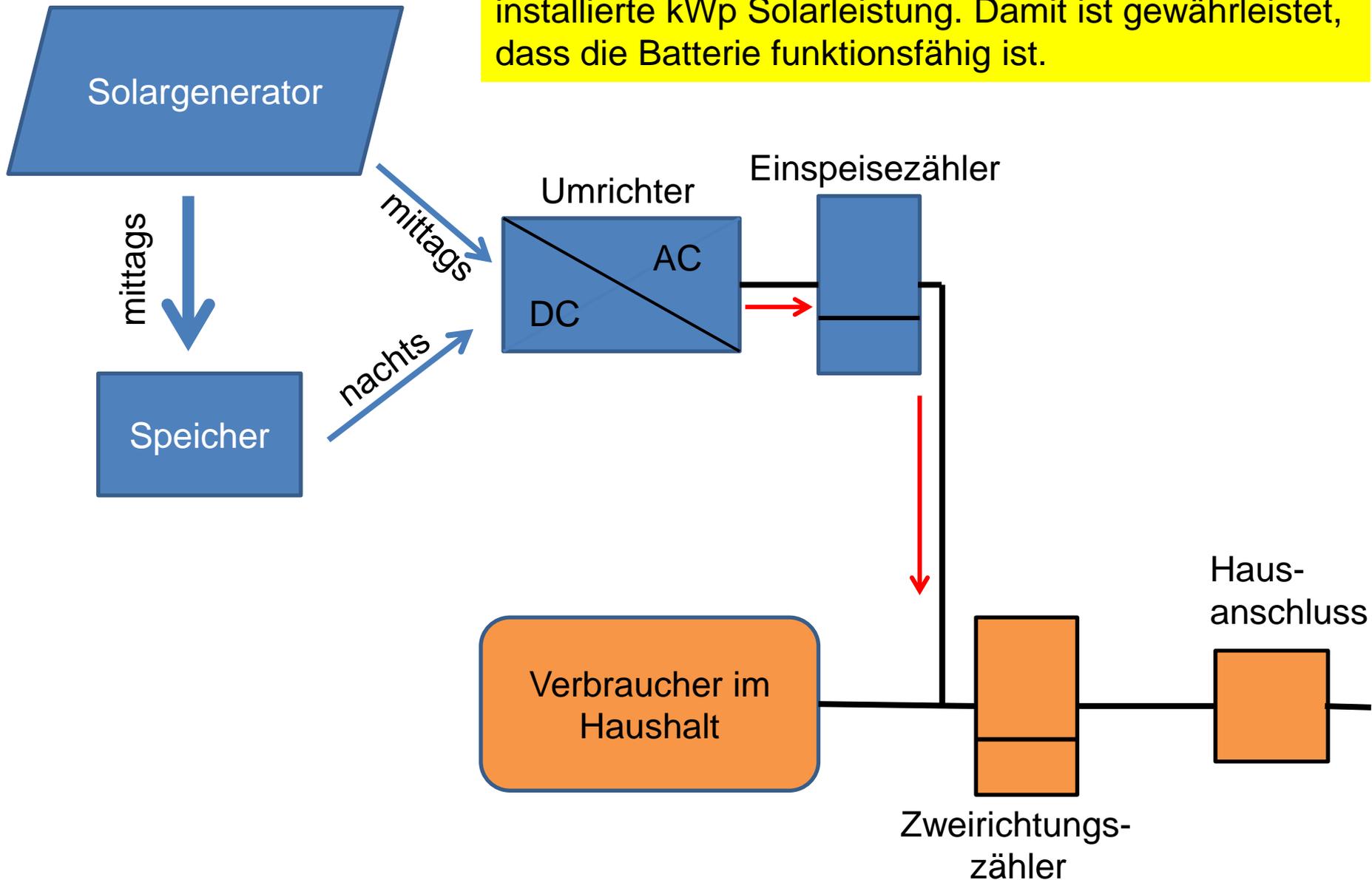
Der Speicherbonus unterliegt einer jährlichen Degression von 5%

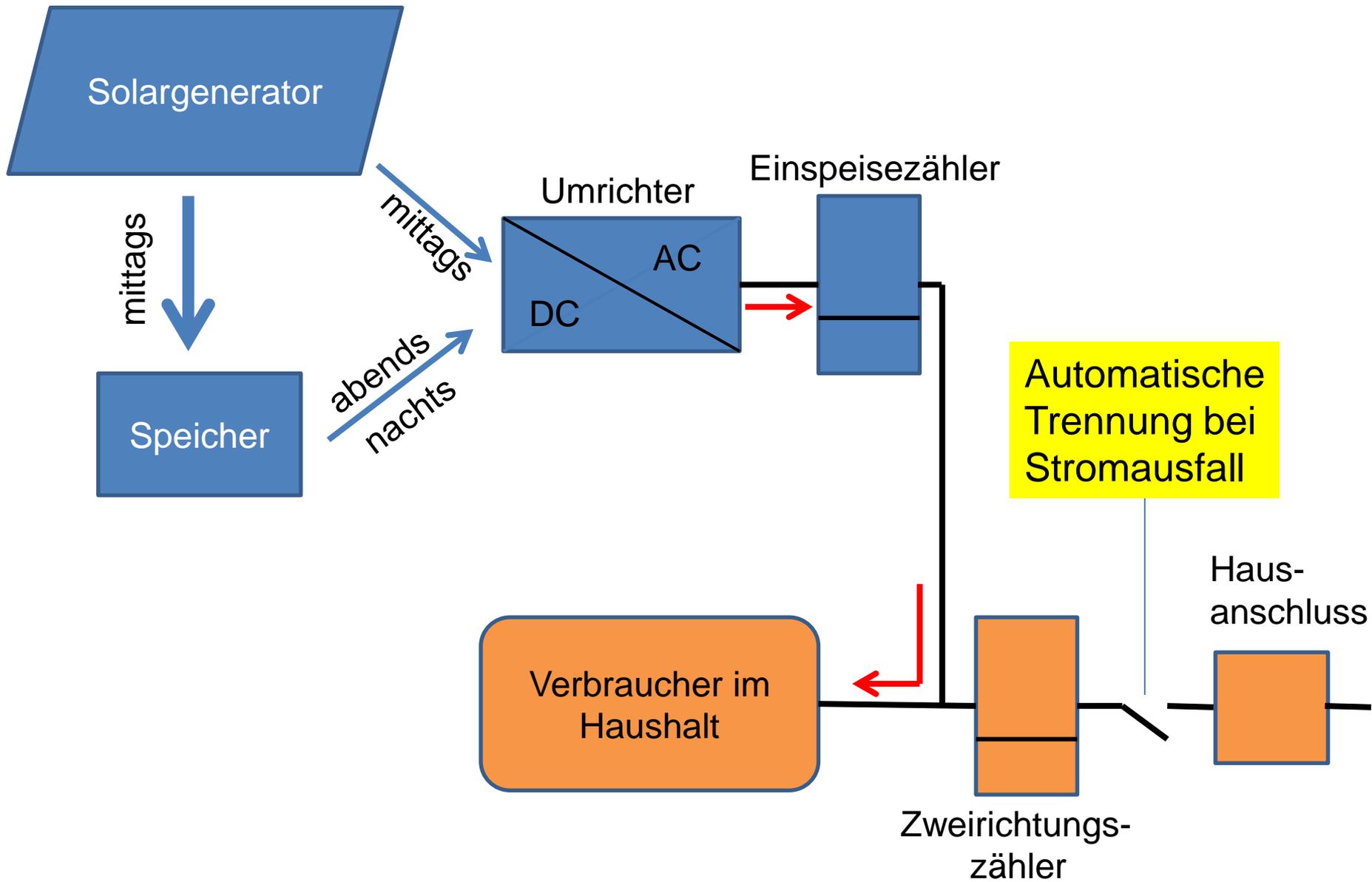


Voraussetzung für Gewährung des Speicherbonus ist eine Jahreseinspeisung von mindestens 700 kWh pro installierte kWp Solarleistung.

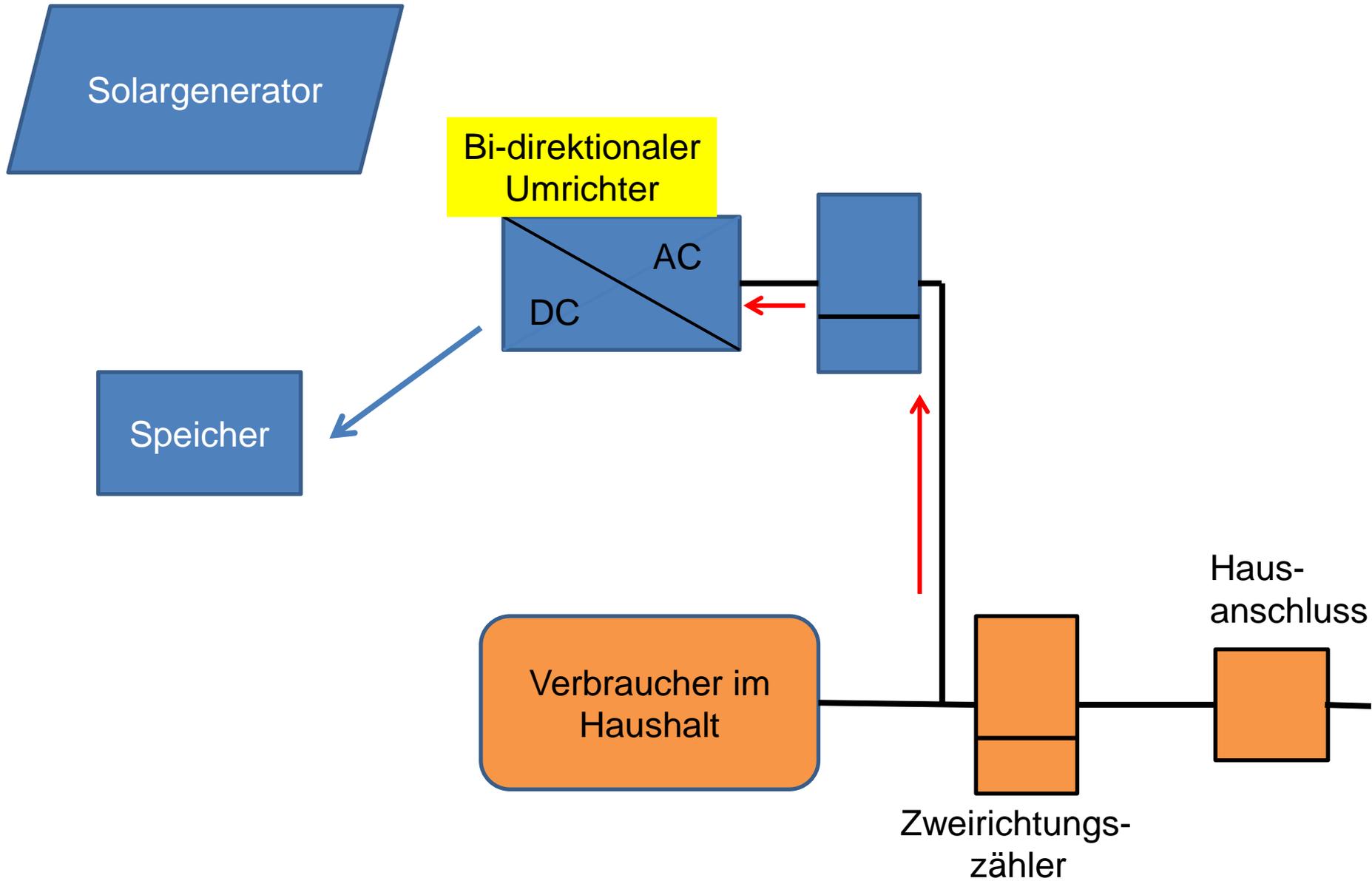


Voraussetzung für Gewährung des Speicherbonus ist eine Jahreseinspeisung von mindestens 700 kWh pro installierte kWp Solarleistung. Damit ist gewährleistet, dass die Batterie funktionsfähig ist.

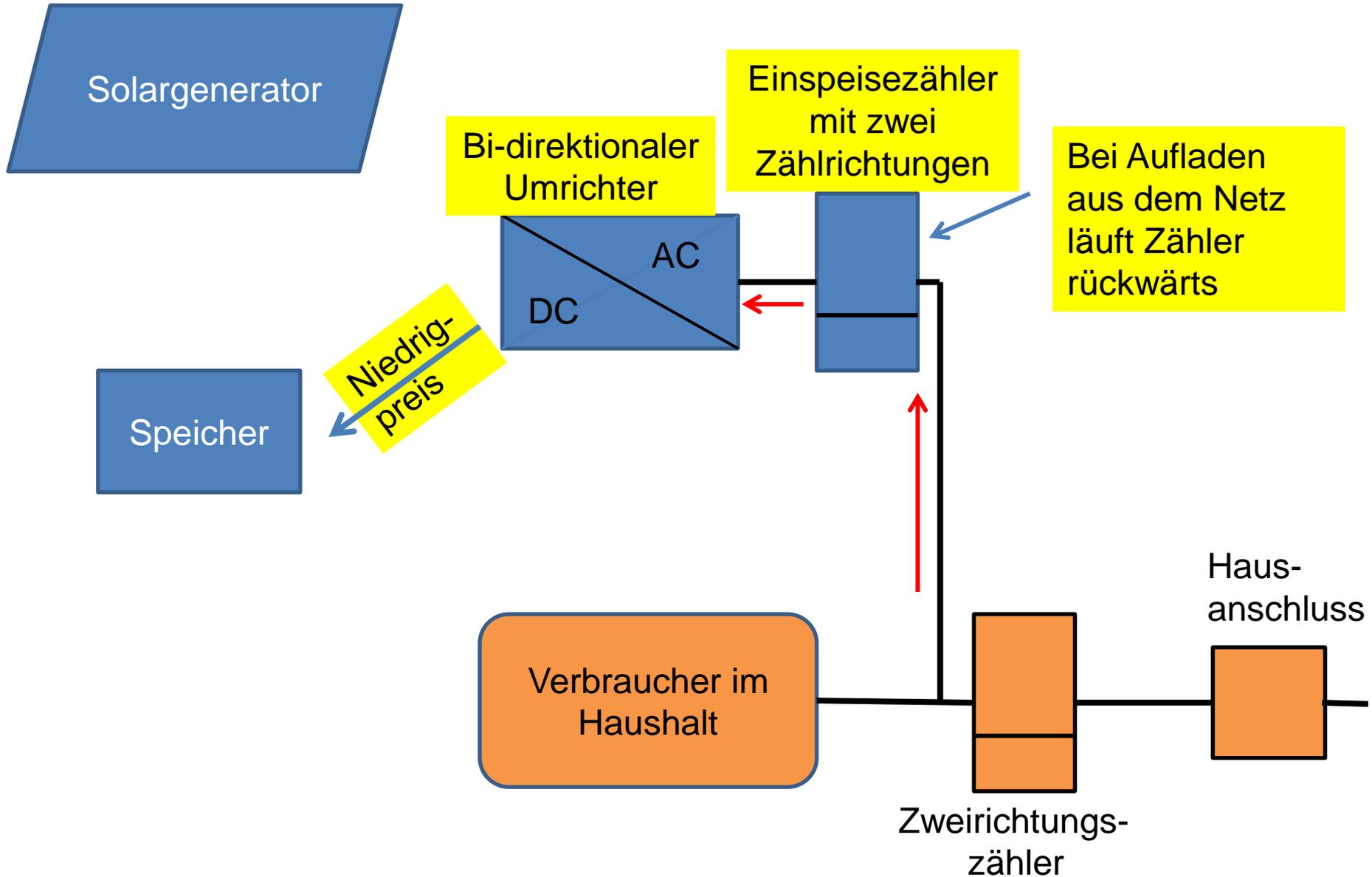




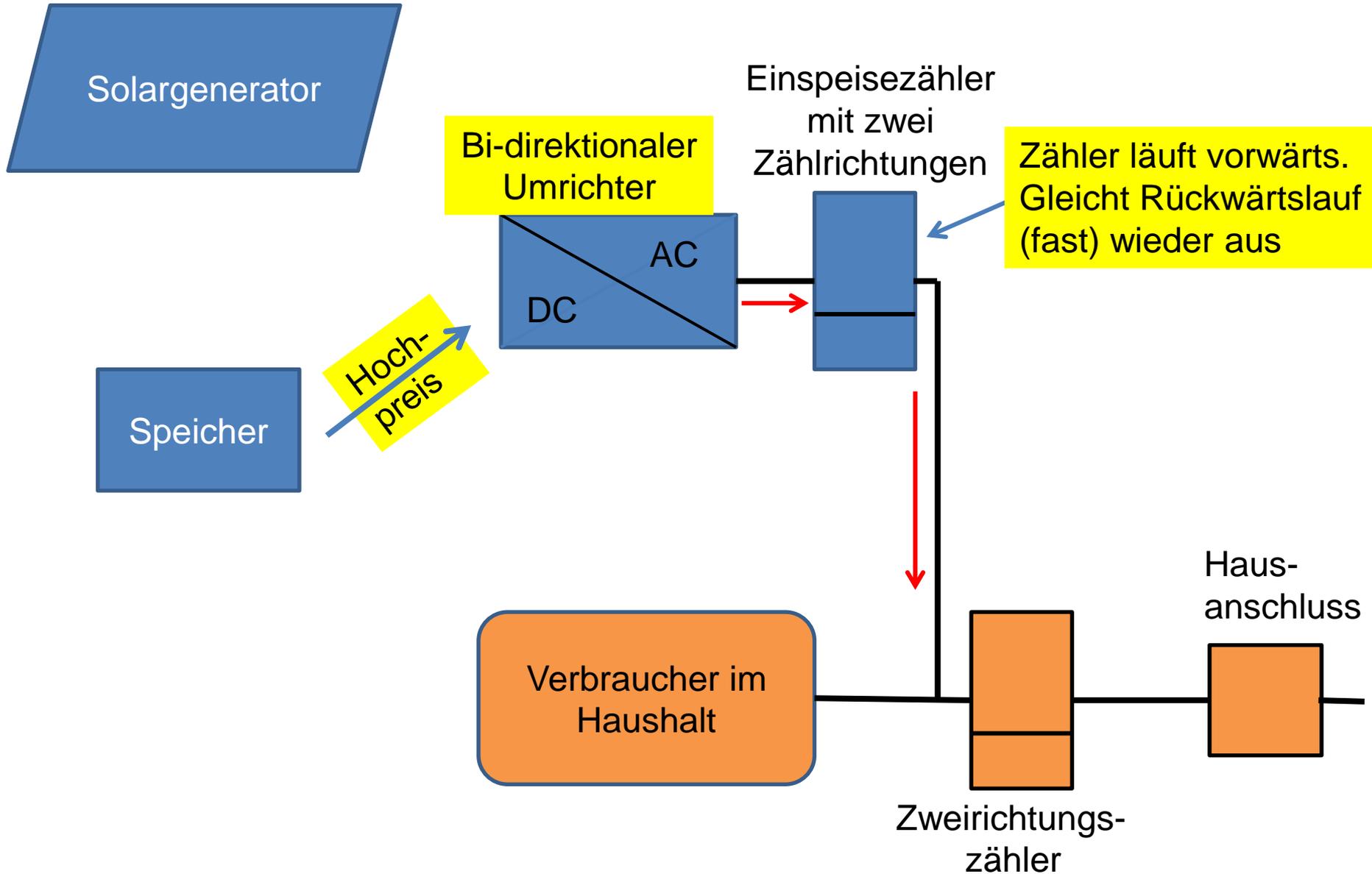
# Zukünftige Weiterentwicklung



# Ausnutzen starker Strompreisunterschiede



# Ausnutzen starker Strompreisunterschiede



## Notwendige Änderungen (Diskussionsvorschlag) **Muss noch ergänzt werden**

- AC-Spitzenleistung des Umrichters = 1/3 der DC-Peakleistung des Solargenerators
- Netzanschlussberechnung nur für die (kleine) AC-Leistung des Umrichters
- Vorrang für Solareinspeisung auch für gespeicherten Solarstrom
- Zusätzliche Vergütung für den gesamten direkt und indirekt eingespeisten Solarstrom in Höhe von 19 cent/kWh

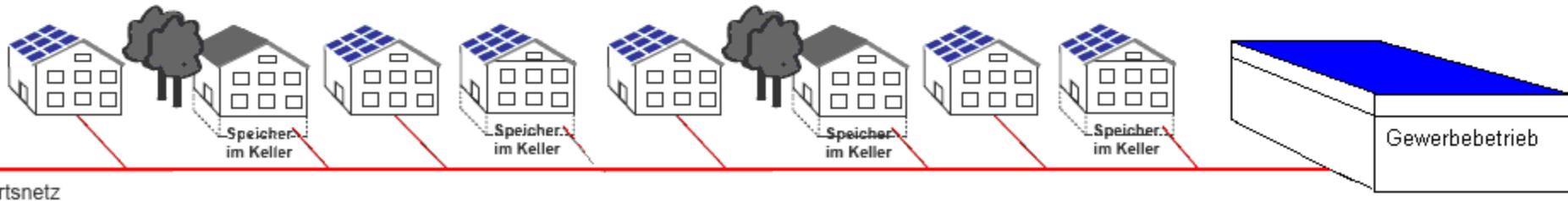
Änderungsvorschläge für das EEG:

§ 9 (1) EEG: *Netzbetreiber sind auf Verlangen der Einspeisewilligen verpflichtet, unverzüglich ihre Netze entsprechend dem Stand der Technik zu optimieren, zu verstärken und auszubauen **oder Stromspeicher zu integrieren**, um die Abnahme, Übertragung und Verteilung des Stroms aus Erneuerbaren Energien oder Grubengas sicherzustellen.*

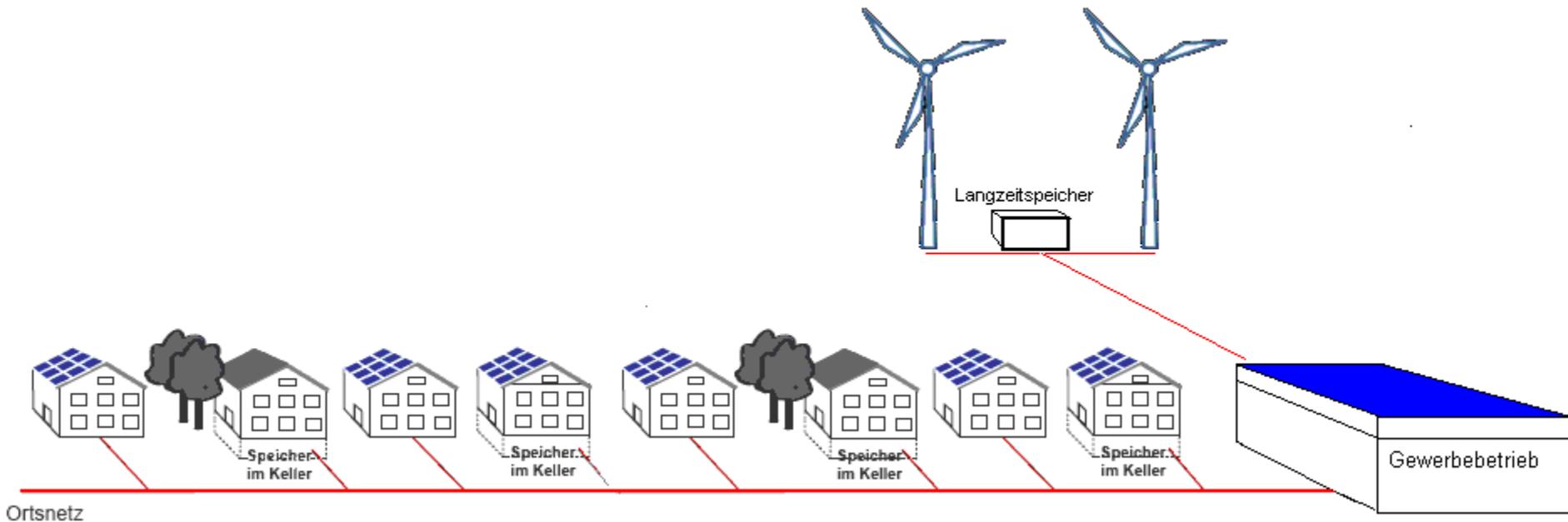
Ferner § 3 Nr. 7 EEG: *"Netz" (ist) die Gesamtheit der miteinander verbundenen technischen Einrichtungen zur Abnahme, Übertragung, Verteilung **und Speicherung** von Elektrizität für die allgemeine Versorgung.*

## Zusammenfassung:

Um Leitungsausbau zu sparen,  
Stromspeicher in der Nähe der Solaranlagen  
z.B. im Keller



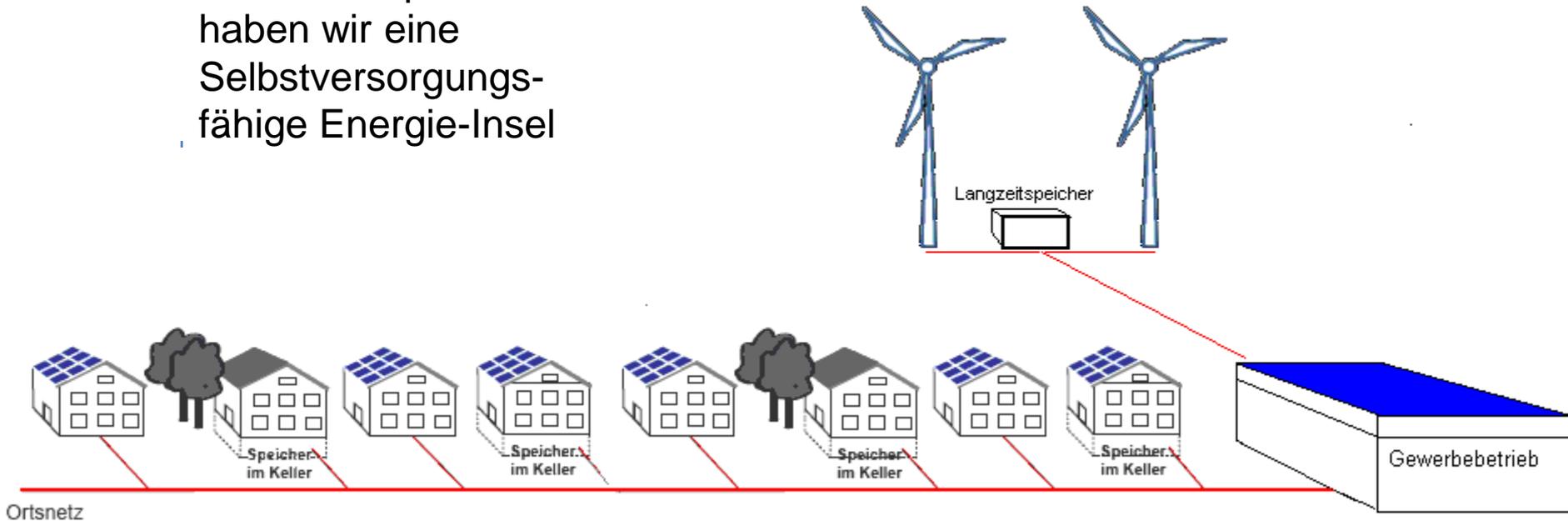
Wir setzen auf Unabhängigkeit von den Kohle- und Atomkonzernen.  
Elektrische Energie **speichern und erzeugen** wir selber aus Sonne,  
Wind und mit anderen Technologien der Erneuerbaren Energien



Solaranlagen, Windanlagen, Kurzzeitspeicher, Langzeitspeicher

Wir setzen auf Unabhängigkeit von den Kohle- und Atomkonzernen.  
Elektrische Energie **speichern und erzeugen** wir selber aus Sonne,  
Wind und mit anderen Technologien der Erneuerbaren Energien

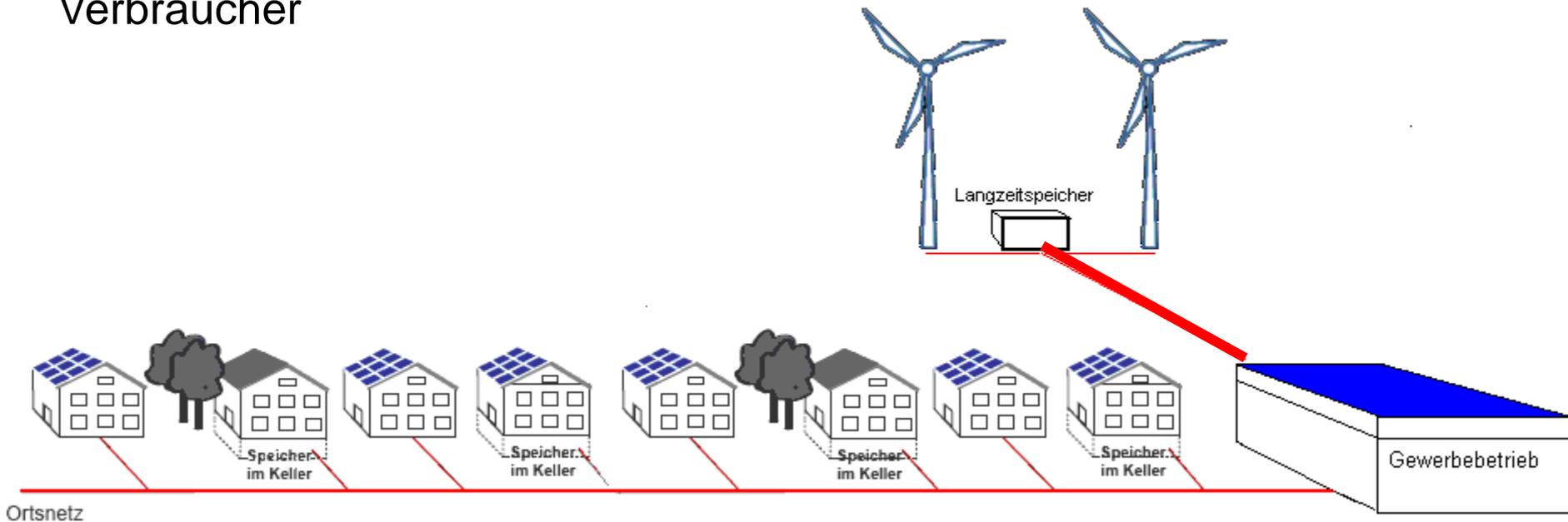
Im Katastrophenfall:  
haben wir eine  
Selbstversorgungs-  
fähige Energie-Insel



Solaranlagen, Windanlagen, Kurzzeitspeicher, Langzeitspeicher

Die bestehenden Übertragungsnetze wollen wir nicht abschaffen. Sie können auch zukünftig beim Ausgleich zwischen Überschuss- und Mangelgebieten genutzt werden.

Aber wir brauchen keine **neuen Fernübertragungsleitungen**, denn wir setzen auf Windparks, Solaranlagen und Speicher in der **Nähe** der Verbraucher



Solaranlagen, Windanlagen, Kurzzeitspeicher, Langzeitspeicher