

Wirtschaftlichkeitsberechnung von PV-Anlagen

Agenda

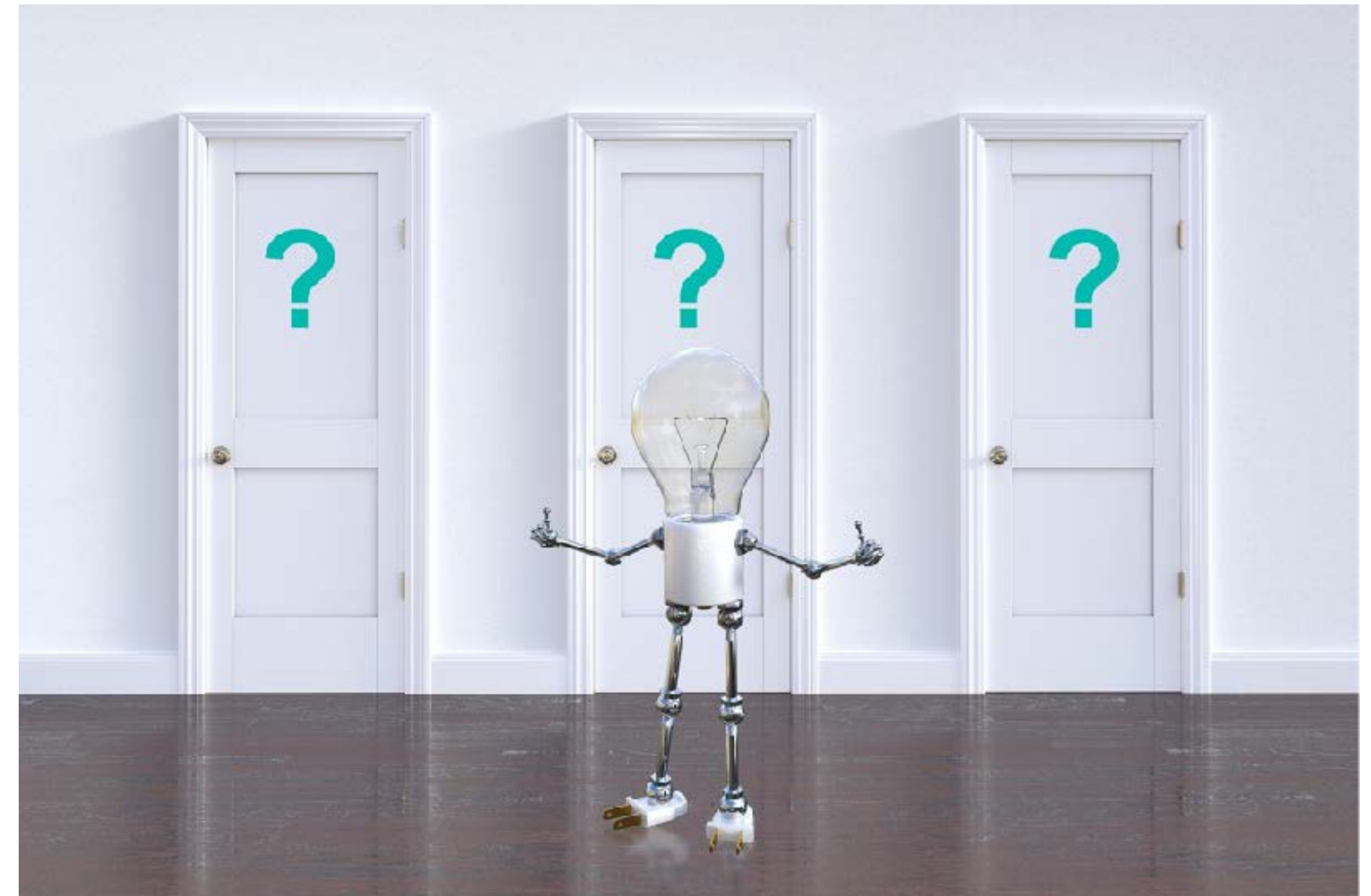
- Wirtschaftlichkeit technischer Anlagen
- Begriffe und Definitionen
- Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen
- Tools
- Quellenangaben



Wirtschaftlichkeit technischer Anlagen

Kriterien für die Beurteilung von technischen Anlagen

- Technische Ausführung und Leistungen
- Wirtschaftlichkeit
- Umsetzbarkeit
- Servicequalität und Verlässlichkeit
- Empfehlungen und Referenzen
- ...



<https://pixabay.com/de/photos/fragezeichen-auswahl-entscheidung-3839456/>

Frage zur Wirtschaftlichkeitsrechnung

- Welche **finanziellen Auswirkungen** von Investitionen ergeben sich über einen festgelegten Betrachtungszeitraum?
- Welche **Ertragsaussichten** ergeben sich für den Betrachtungszeitraum?
- Welche Ausführungsvariante führt zum **geringsten wirtschaftlichen Risiko**?



<https://pixabay.com/de/photos/geld-münze-anlage-geschäft-2724241/>

VDI Richtlinie 2067-1

- „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenrechnung“
- Erläuterung der Annuitätsmethode
- Definition von Kostengruppen
- Tabelle zu Betrachtungszeiträumen von technischen Komponenten

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweise	3
3 Begriffe	4
4 Formelzeichen	6
5 Grundlagen	8
6 Voraussetzung für die Berechnung der Kosten.	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Umfang der Berechnung der Kosten	11
6.3 Berücksichtigung der individuellen Besonderheiten des Objekts	11
6.4 Bezugszeitraum der Kosten	11
6.5 Berechnung der Kosten als Vorausberechnung	11
6.6 Vergleichbarkeit der berechneten Kosten	11
6.7 Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses bei Modernisierung	12
6.8 Berechnungsdatum, Preis und Kostenstand	12
6.9 Berechnung der Kosten für zukünftige Zeitabschnitte	12
6.10 Lebenszykluskosten	13
6.11 Umsatzsteuer	13
7 Ermittlung der Kosten	13
7.1 Kapitalgebundene Kosten.	13
7.2 Bedarfsgebundene Kosten	15
7.3 Betriebsgebundene Kosten	16
7.4 Sonstige Kosten.	16
8 Wirtschaftlichkeitsberechnung nach der Annuitätsmethode	16
8.1 Kosten.	16
8.2 Erlöse	19
8.3 Annuität der Jahresgesamtzahlungen.	20
Anhang A Tabellen	21
Anhang B Beispiel	37
Schrifttum	43

https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/richtlinien/inhaltsverzeichnisse/1885127.pdf

VDI Richtlinie 6025

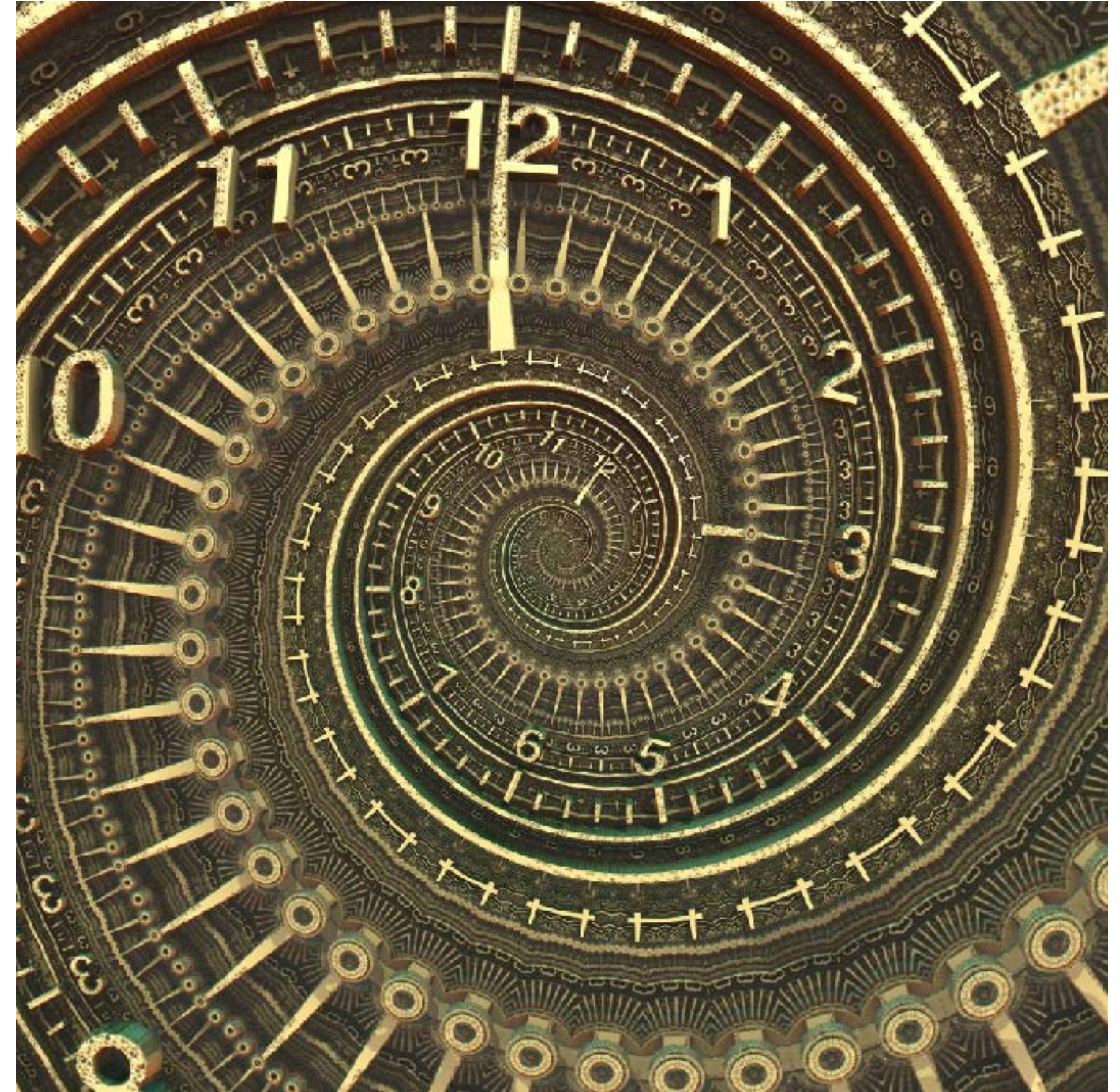
- „Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen“
- Erweitert und ergänzt die VDI 2067-1
- Methoden
 - Ergänzung der Annuitätsmethode
 - Kapitalwertmethode
 - Zinsfußmethode
 - Amortisationsmethode
 - und deren Kombination

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Zahlungsarten und Kalkulationszinsfuß	4
2.1 Kapitalgebundene Zahlungen	5
2.2 Verbrauchsgebundene Zahlungen	5
2.3 Betriebsgebundene Zahlungen	5
2.4 Sonstige Zahlungen	6
2.5 Einzahlungen (eventuell Einsparungen) . .	8
2.6 Erfassung von Änderungsraten der Zahlungen	10
2.7 Kalkulationszinsfuß	12
3 Sensitivitätsanalyse, Grundlagen	20
4 Kapitalwertmethode	28
4.1 Zahlungsfolgen	28
4.2 Barwert	29
4.3 Preisdynamische Zahlungsfolgen	30
4.4 Ersatzwert	31
4.5 Berechnungsblatt und Ablaufplan für die Kapitalwertmethode	33
4.6 Sensitivitätsanalyse, Anwendung	33
5 Annuitätsmethode	39
5.1 Zahlungsfolgen und ihre Annuität	40
5.2 Berechnungsblatt und Ablaufplan für die Annuitätsmethode	43
5.3 Sensitivitätsanalyse, Anwendung	43
6 Zinsfußmethoden	47
6.1 Interne Zinsfußmethode	47
6.2 Modifiziert-interne Zinsfußmethode . .	50
6.3 Berechnungsblätter und Ablaufplan für die modifiziert-interne Zinsfußmethode	52
6.4 Sensitivitätsanalyse, Anwendung	55
7 Amortisationsmethode	61
7.1 Preisstatische und preisdynamische Zahlungsfolgen	61
7.2 Berechnungsblätter und Ablaufplan für die Amortisationsmethode	65
7.3 Sensitivity analysis, application	71
8 Kombination der verschiedenen Wirtschaftlichkeitsberechnungsmethoden	72
8.1 Unterscheidungsmerkmale	72
8.2 Kombiniertes Einsatz der Amortisations- methode mit Kapitalwert- oder interner Zinsfußmethode	74
9 Fremdfinanzierung	77
9.1 Einführung	77
9.2 Arten der Fremdkapitaltilgung	78
9.3 Arten des Kapitaleinsatzes	78
9.4 Alternativenvergleich	80
9.5 Leasing	80
10 Berechnungsbeispiele	81
10.1 Berechnungsbeispiel für einen bestehenden Wohnblock (Einbau einer Pelletsheizung)	81
10.2 Berechnungsbeispiel für ein Schulgebäude (Kesselerneuerung) . .	85
10.3 Berechnungsbeispiel für eine BHKW- oder Kesselanlage (Brennstoff Erdgas)	89
10.4 Berechnungsbeispiel für ein Mehr- familienhaus (Brennstoff Heizöl EL)	116
Anhang A Tabellen	119
Anhang B Hinweise und Erläuterungen	141
Glossar	143
Schrifttum	150
Benennungsindex	151

https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/richtlinien/inhaltsverzeichnisse/1815206.pdf

Statische und dynamische Betrachtung

- **Statisch - z.B. zur Abschätzung**
 - Erfassung aus der „Jetztsicht“ für
 - Kosten-/Gewinnvergleich
 - Abschätzung einer Rentabilität
 - Statische Amortisation
- **Dynamisch über einen Betrachtungszeitraum**
 - Betrachtung mit Zins und Inflation über einen Betrachtungszeitraum
 - Kapitalwertmethode (VDI 6025)
 - Annuitätsmethode (VDI 2067-1, erweitert durch VDI 6025)
 - Zinsfußmethode (VDI 6025)
 - Dynamische Amortisationsrechnung (VDI 6025)



<https://pixabay.com/de/illustrations/zeitmaschine-uhr-teleportieren-1974990/>

Dynamische Betrachtung

- Festlegung eines Betrachtungszeitraumes
=> z.B. die Nutzungsdauer
- Zinseszinsmethode für
 - Kosten
 - Kapitalkosten
 - Interner Zins
 - Inflation
- Verlauf der Kosten und Investitionen über die Zeit
- Vergleich mit den Einsparungen



<https://pixabay.com/de/illustrations/graph-wachstum-finanzen-profite-163509/>



Vorgehen

Daten sammeln

- Einnahmen
- Ausgaben
- Inventionen
- Bedarfskosten
- Betriebskosten
- Kapitalkosten
- Zeitlicher Verlauf

Daten dynamisieren

- Zinsen
- Preisänderungen
- Inflation

Kalkulationen

- Energiebedarf
- Anlagen-
eigenschaften
berechnen

*Kalkulation vor
Annahmen!*

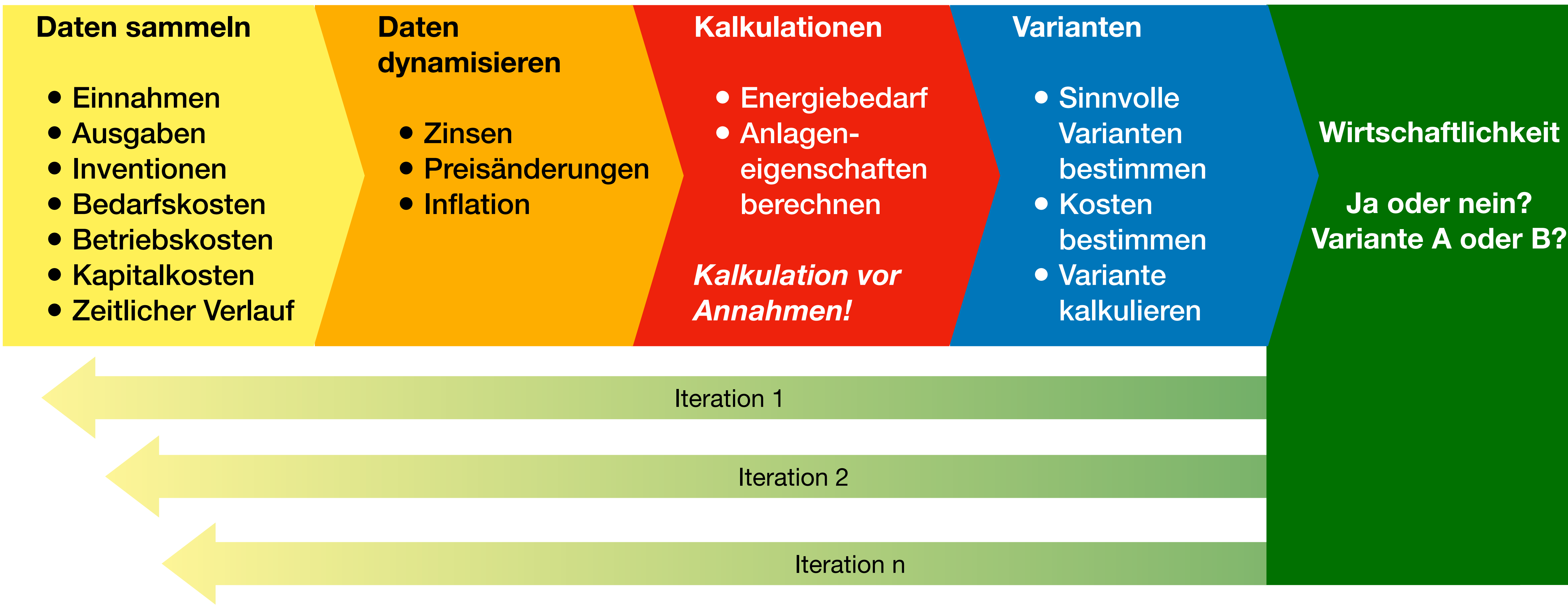
Varianten

- Sinnvolle
Varianten
bestimmen
- Kosten
bestimmen
- Variante
kalkulieren

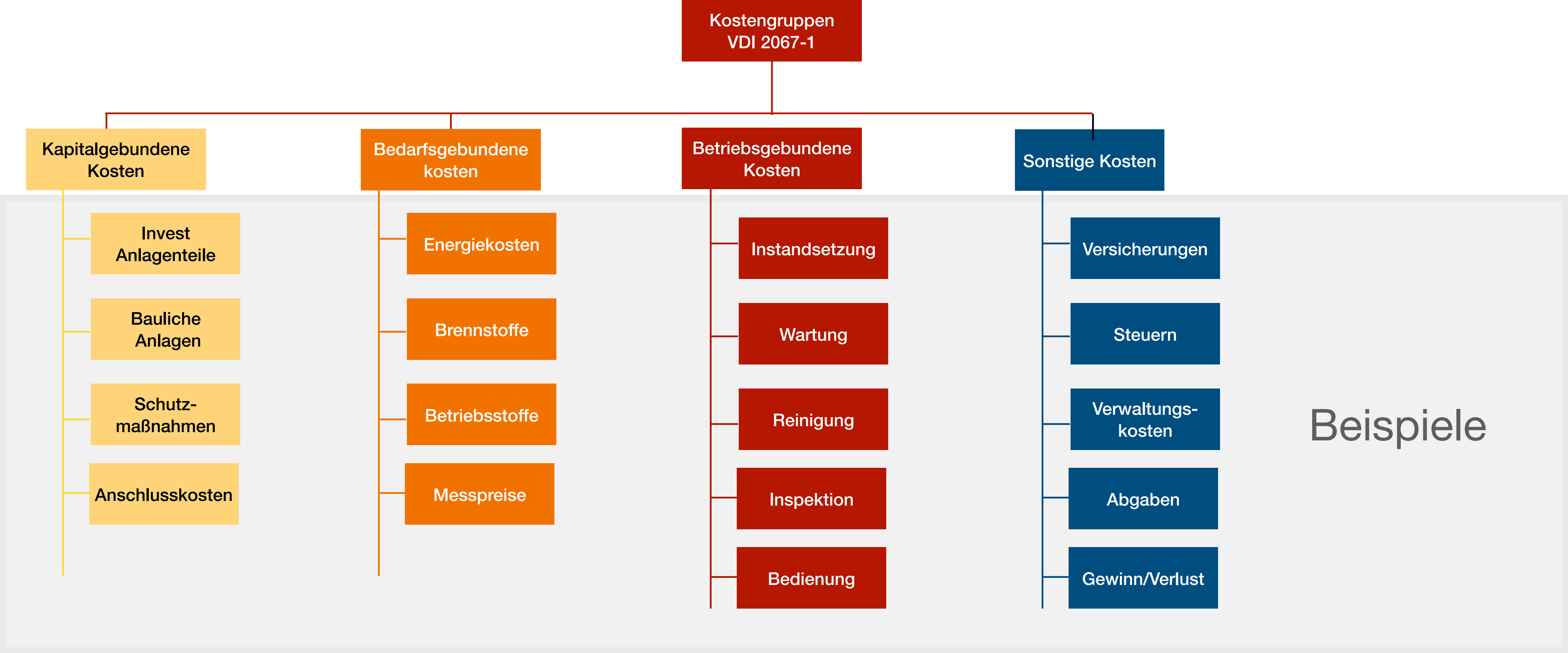
Wirtschaftlichkeit

**Ja oder nein?
Variante A oder B?**

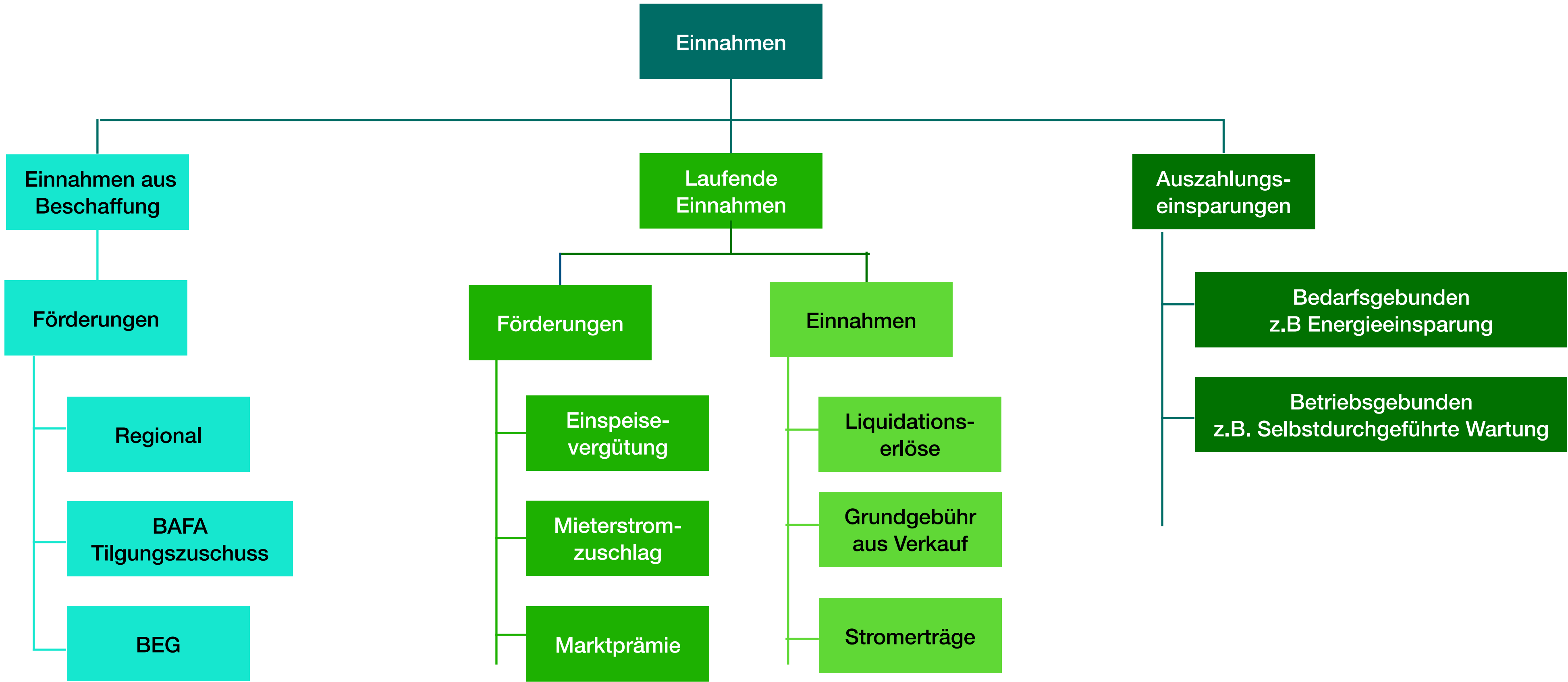
Vorgehen in Iterationen



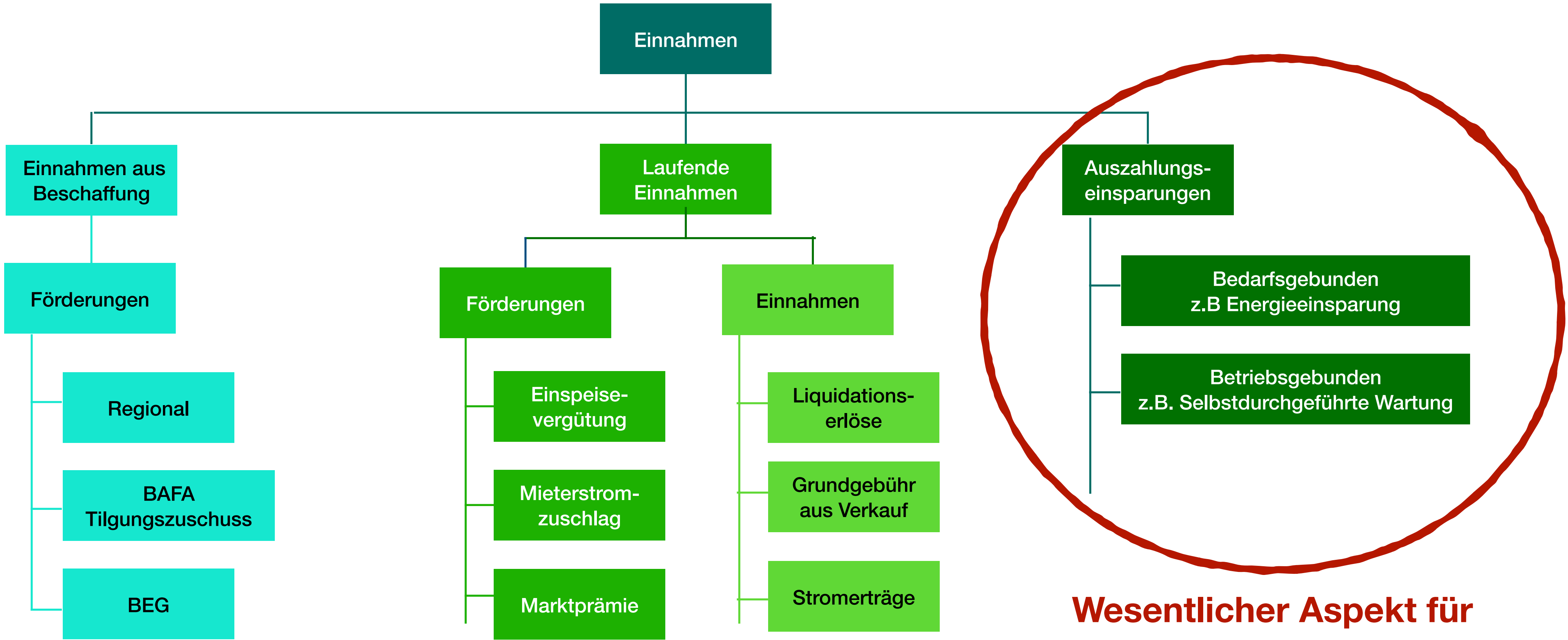
Kostenarten



Einnahmen



Einnahmen



**Wesentlicher Aspekt für
die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage**

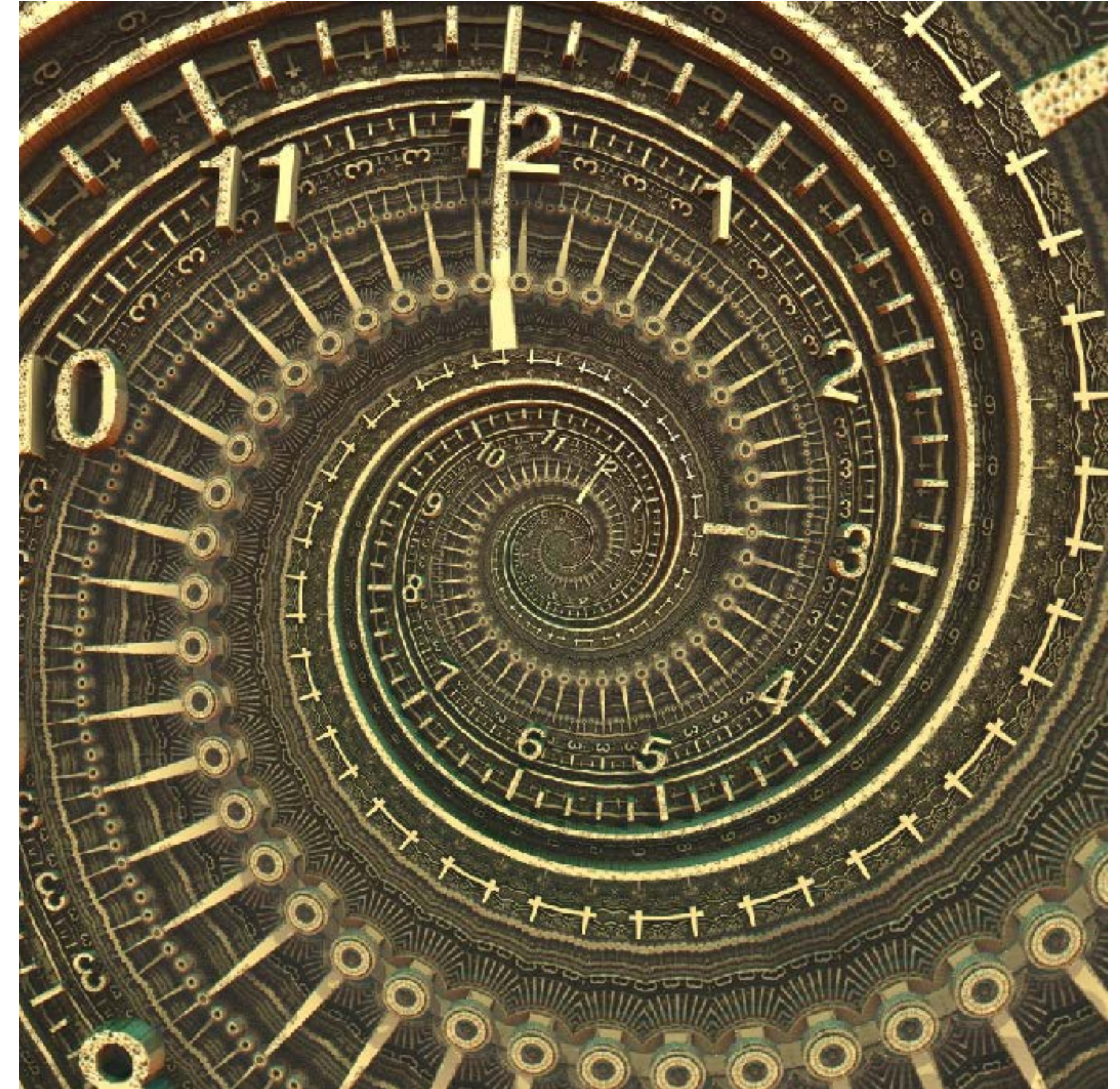
Nutzungsdauer / Investitionszeitpunkt

- Bestimmung der Nutzungsdauer
- Wenn die Nutzungsdauer geringer als der Betrachtungszeitpunkt ist gilt:
 - Zeitpunkt für die nötige Ersatzinvestition festlegen
 - Betrachtungszeitpunkt =
Nutzungsdauer der Komponente +
Nutzungsdauer der Ersatzkomponente1 +
Nutzungsdauer der Ersatzkomponente2 + ...
 - Restwert

Beispiel:

Nutzungsdauer eines Wechselrichter 15 Jahre

*=> Nutzungsdauer eines Ersatzwechselrichter 5 Jahre
(Betrachtungszeitraum 20 Jahre)*



<https://pixabay.com/de/illustrations/zeitmaschine-uhr-teleportieren-1974990/>

Inflation / Kostensteigerung

- Die Steigerung von Kosten (z.B. Strompreis, Arbeitskosten, Preisänderungen) geht maßgeblich in die Wirtschaftlichkeitsberechnung ein.
- Z.B. Lt. Finanztip stieg der Strompreis von 13,94€Ct (2000) auf 36,19€Ct (2022) (inkl. MwSt)

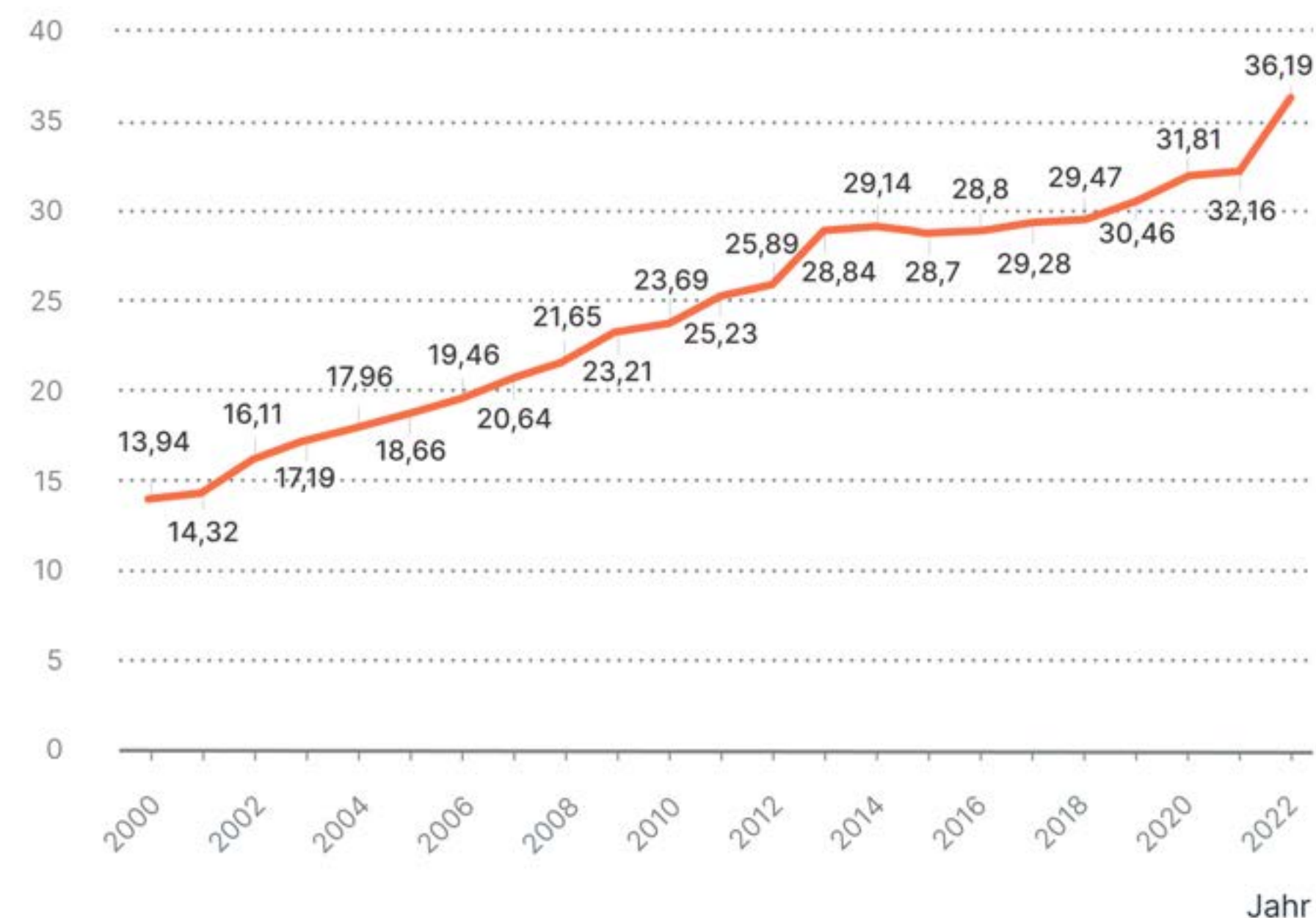
2000-2021 -> ca. 4,3% jährlich

2000-2022 -> ca. 4,9% jährlich

- Machen Sie sich selbst ein Bild!
Beschaffen Sie passende statische Daten!
- Betrachten Sie immer einen ausreichend langen Zeitraum!**

TIP: <https://www.destatis.de/>

Preis in Cent pro Kilowattstunde



Finanztip: <https://www.finanztip.de/stromvergleich/strompreis/>

Betriebskosten und Instandhaltung

- Die DGS (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie) schlägt folgende Kostenabschätzungen für PV-Anlagen vor:
 - Betriebskosten: 0,5%
der Investitionskosten
 - Instandhaltungskosten: 1%
der Investitionskosten



Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/flotte-kasse-zahlung-geld-cash-5200422/>

Wartung von PV-Anlagen

- Reinigung der PV-Module
(nach dem Vergleich der PV-Erzeugung, nach Befund)
- Messung der Erzeugung durch eine Elektrofachkraft
und/oder Wärmebild-Analyse mittels Drohne
(nach dem Vergleich der PV-Erzeugung nach Befund)
- Alle 4 Jahre Überprüfung der Gesamtanlage durch
eine Elektrofachkraft
- Eichung der Zähleranlage durch den
Messstellenbetreiber
(konventionell alle 16 Jahre, elektronisch alle 8 Jahre)

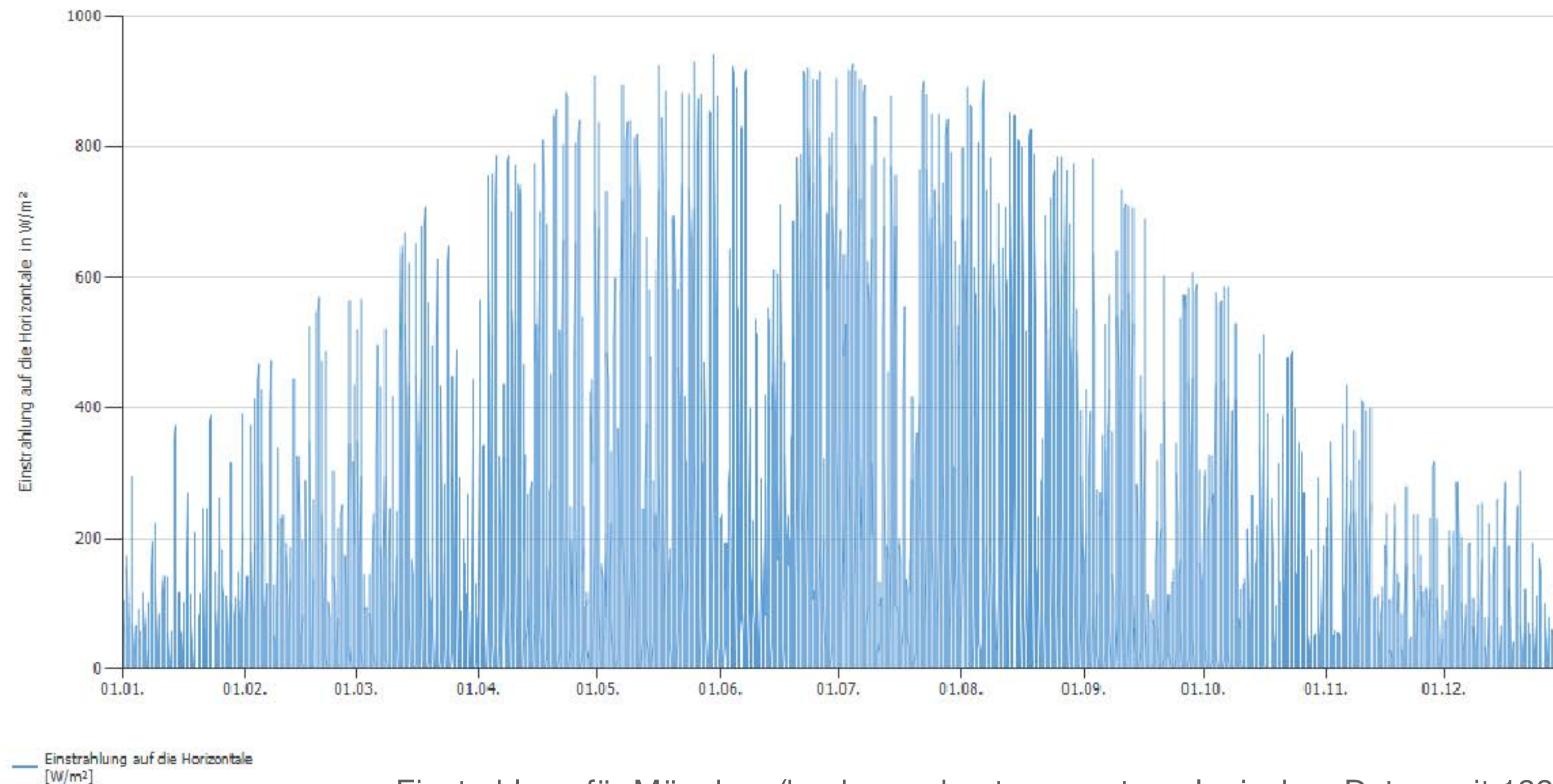


Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/automechaniker-reparatur-wagen-6260377/>



Begriffe und Definitionen

Energieproduktion von Solaranlagen



Einstrahlung für München (hochgerechnet aus meteorologischen Daten seit 1994)

Die Einstrahlung der Sonne ist abhängig von:

- Jahreszeit
- Wetter

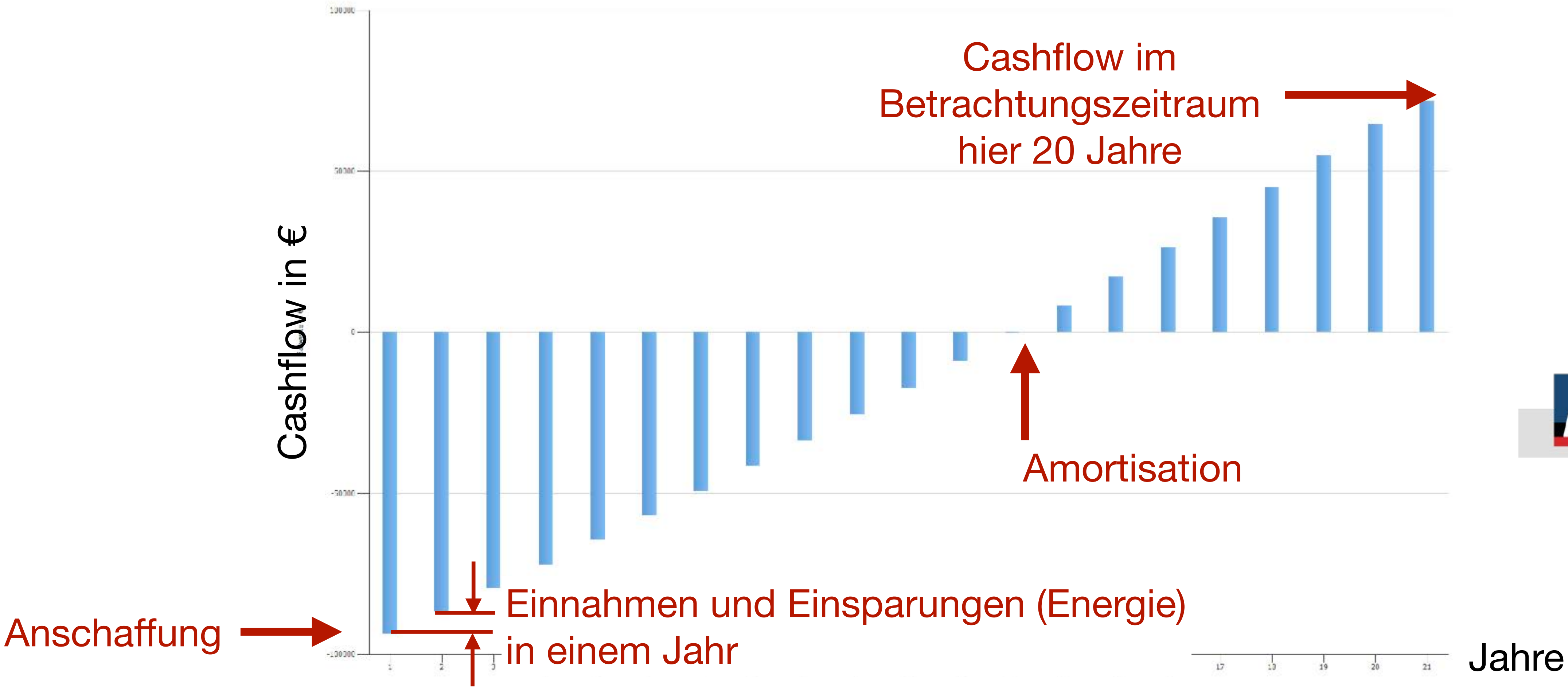
Begriffe und Definitionen

Amortisation	(oder Amortisierung; von französisch amortir, „tilgen“) Zeitpunkt an dem über einen Betrachtungszeitraum Einnahmen und Ausgaben ausgeglichen (getilgt) sind. (In Jahren)
Autarkie (für PV-Anlagen)	Mass für die Unabhängigkeit eines Systems vom äußeren Eintrag von Energie. Für PV-Anlagen gilt: Direktverbrauch / Verbrauch (in %)
Cashflow	Der Cashflow (auch Kapitalfluss) ist eine betriebswirtschaftliche Kennzahl, bei der Einzahlungen, Auszahlungen und Einsparungen innerhalb Betrachtungszeitraum gegenübergestellt werden. Aus dem Cashflow lässt sich die Amortisation ableiten. (in €)
Direktverbrauch	Für eine PV-Anlage ist dies der Verbrauch, der direkt von den PV-Modulen und einem PV-Speicher gedeckt wird. (in %)
Eigenverbrauchsanteil (für PV-Anlagen)	Anteil des Stromes von den PV-Modulen der direkt verbraucht oder in den PV-Speicher gespeist wird. (in %)

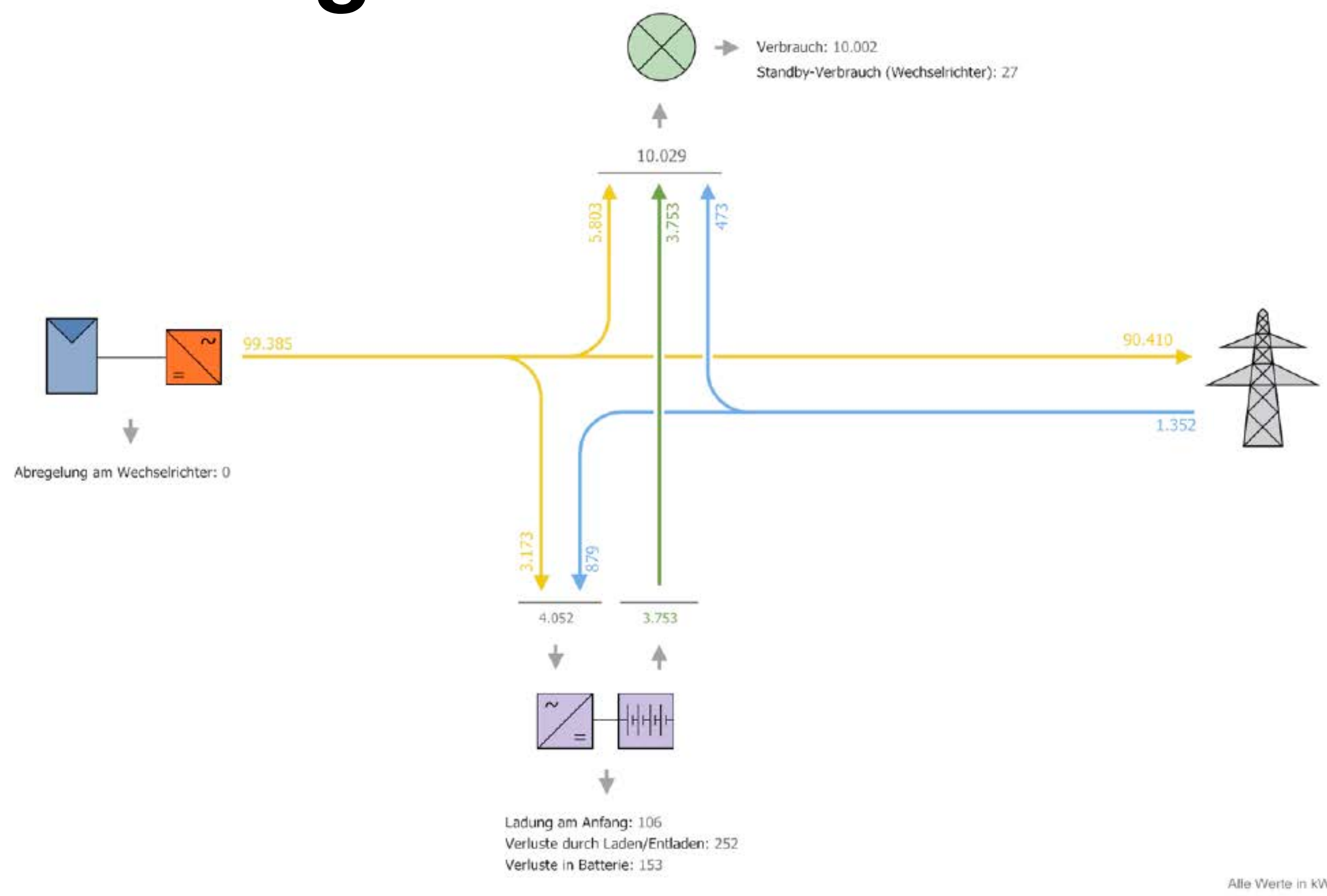
Begriffe und Definitionen

Einspeisung	Energie, die in das Netz eingebracht wird, wenn nicht genügend Verbraucher zur Verfügung stehen. (Typisch im Sommer zur Mittagszeit) (in kWh)
Generatorenergie	Energie, die von den Photovoltaikmodulen erzeugt wird und über die Wechselrichter ins Hausnetz eingespeist wird. (in kWh)
kWp	Mass für die Größe einer PV-Anlage. Theoretische Höchstleistung, die ein PV-Modul (in Wp) oder eine gesamte Anlage (kWp, auch MWp, GWp) erreichen kann.
Spezifischer Ertrag	Ertrag einer speziellen Anlage bezogen auf ein kWp. Dieser Wert wird bestimmt durch alle Einflussfaktoren auf eine PV-Anlage. (z.B. Ausrichtung, Neigung, technische Leistung der Module, ...) (in kWh/kWp)
Zukauf oder Netzbezug (für PV-Anlagen)	Verbrauch der von Netz bezogen werden muss, wenn kein Ertrag von den PV-Modulen oder vom PV-Speicher zur Verfügung steht. (z.B. im Winter, Nachts) (in kWh)

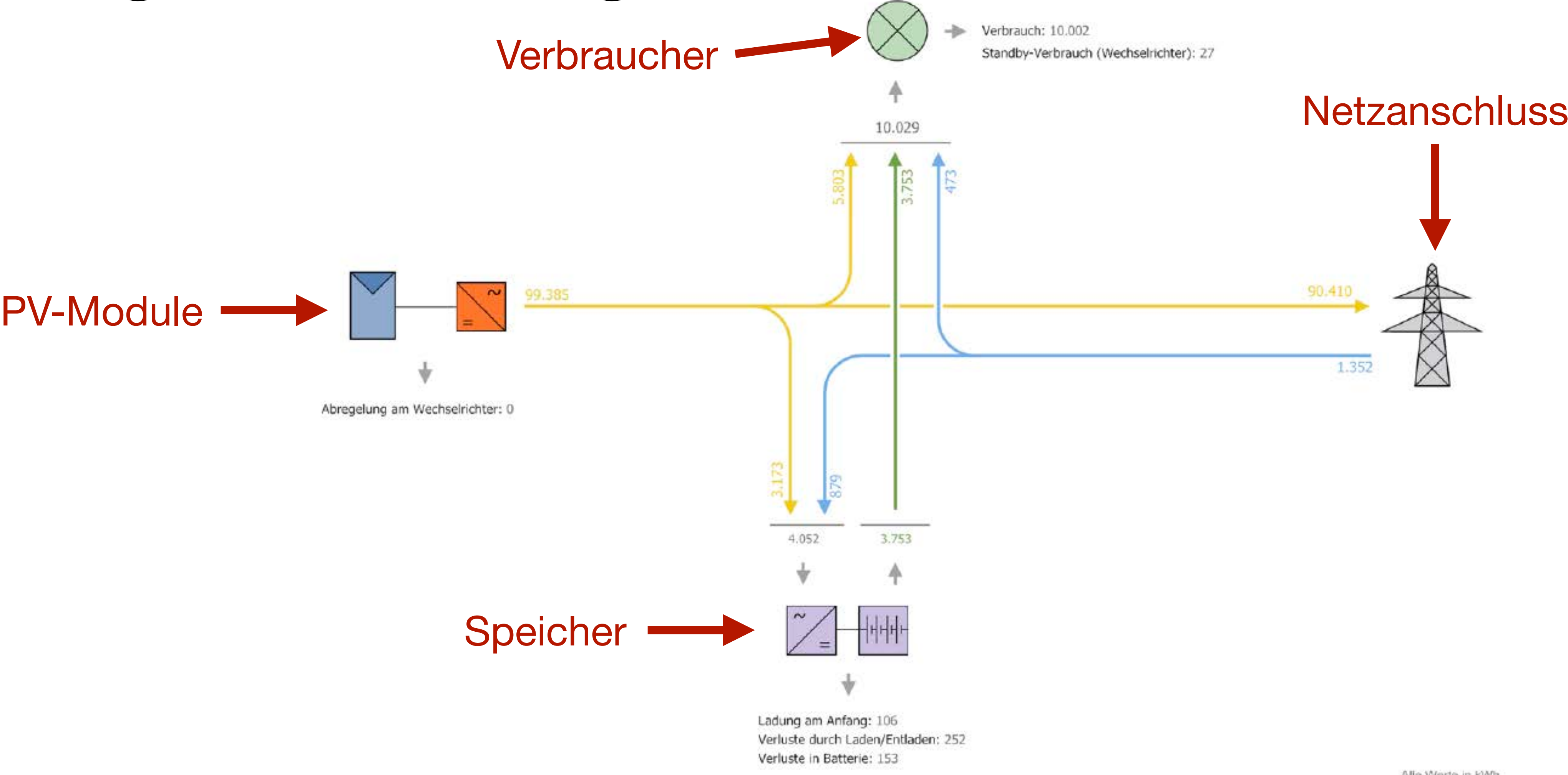
Cashflow



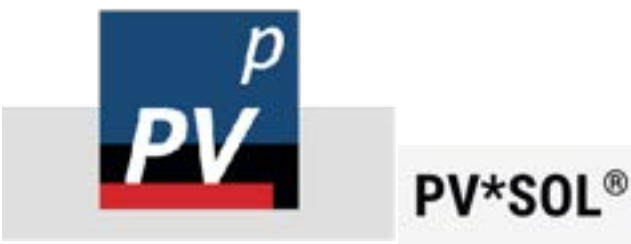
Energiefluss-Diagramm



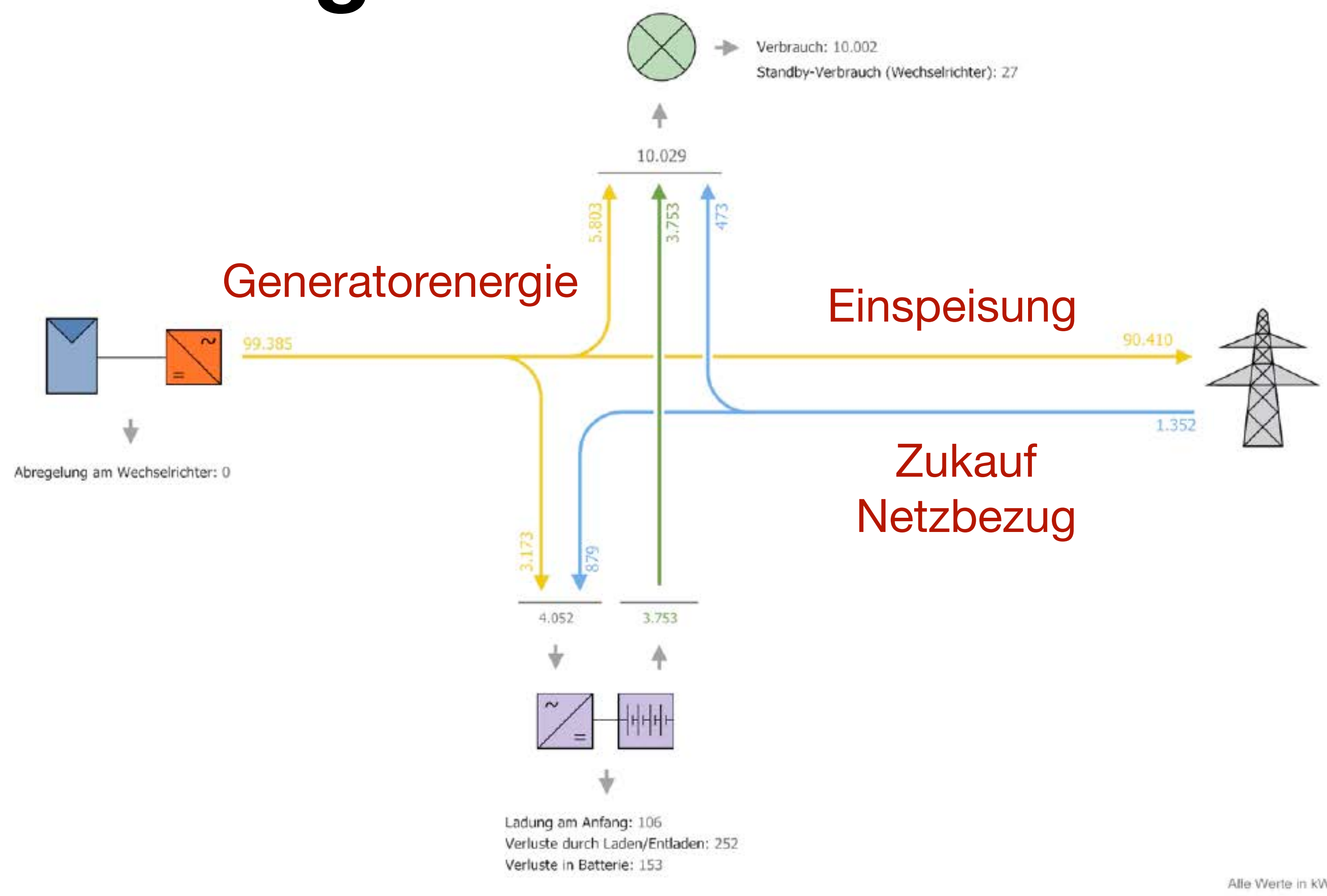
Energiefluss-Diagramm



Alle Werte in kWh

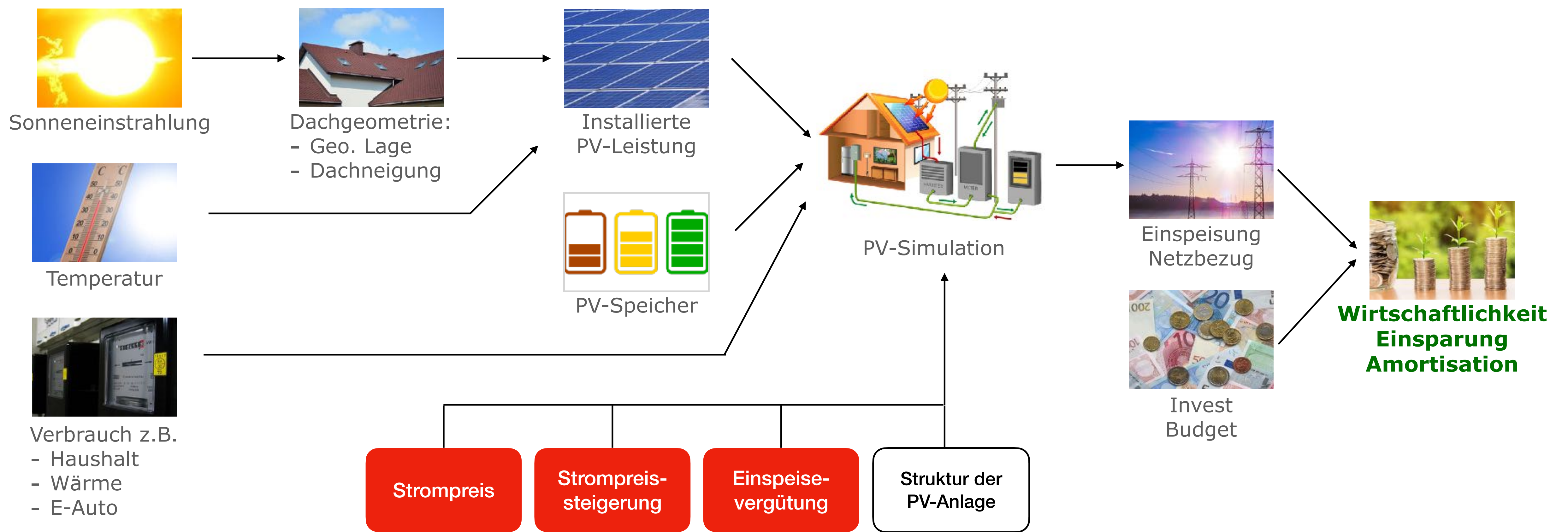


Energiefluss-Diagramm



Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen

Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage



Einflussfaktoren für PV-Anlagen

Einflussfaktoren (kurz Faktoren) auf die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen

- Geografische Lage
- Ausrichtung
- Neigung
- Verschattung
- Größe der Anlage
- Stromkosten
- Einspeisevergütung
- Größe PV-Speicher
- Sonstige Kosten

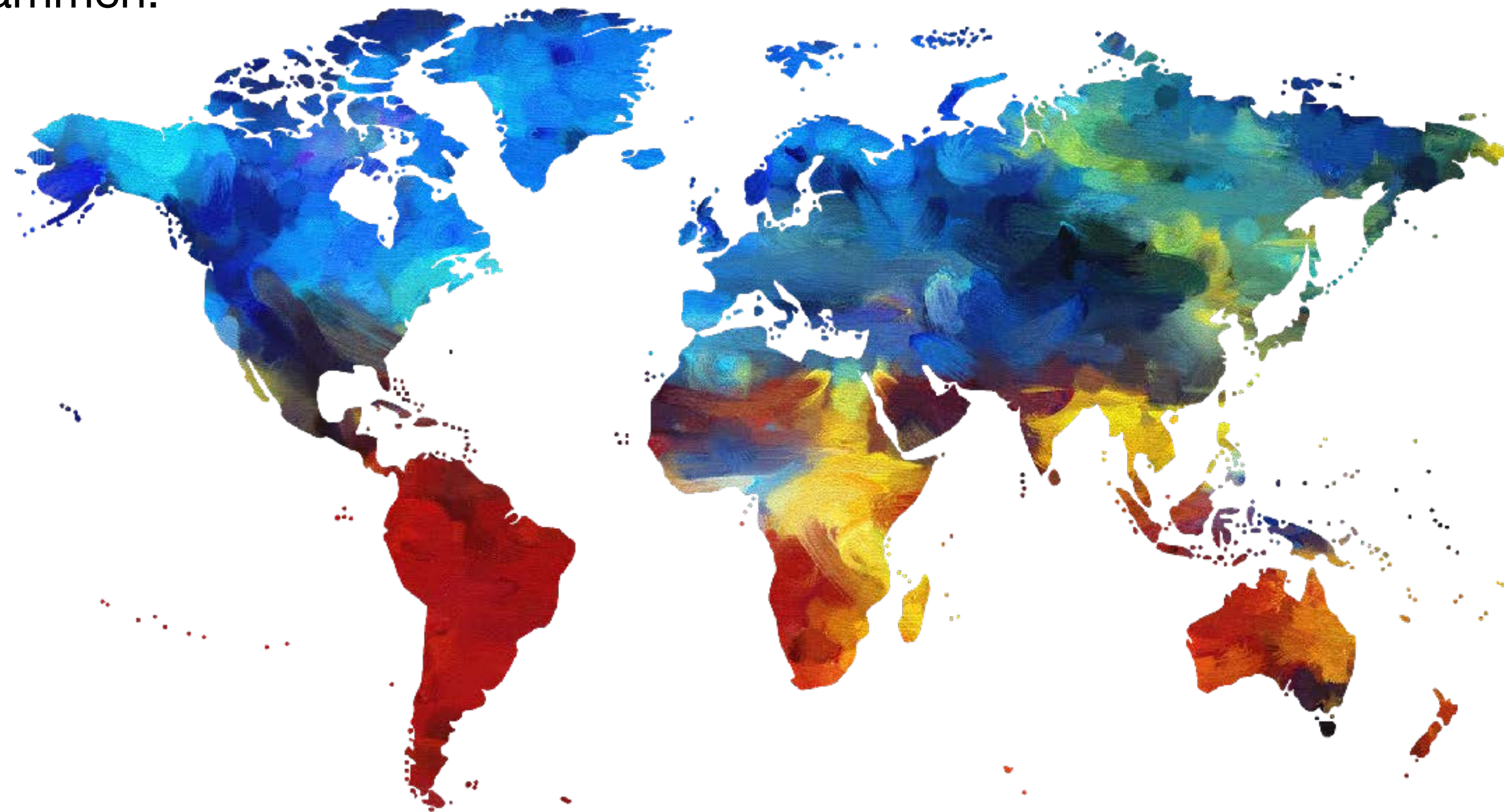


Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/solaranlage-dach-stromerzeugung-2939560/>

Faktor geografische Lage

Die geografische Lage fasst mehrere Faktoren zusammen:

- Intensität der Einstrahlung
(Weg den die Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre nehmen)
- Jahreszeit
- Klima
 - Sonnentage
(ohne Wolke, Nebel, Schnee, ..)
 - Temperaturen
(niedrigere Temperaturen,
höherer Ertrag)

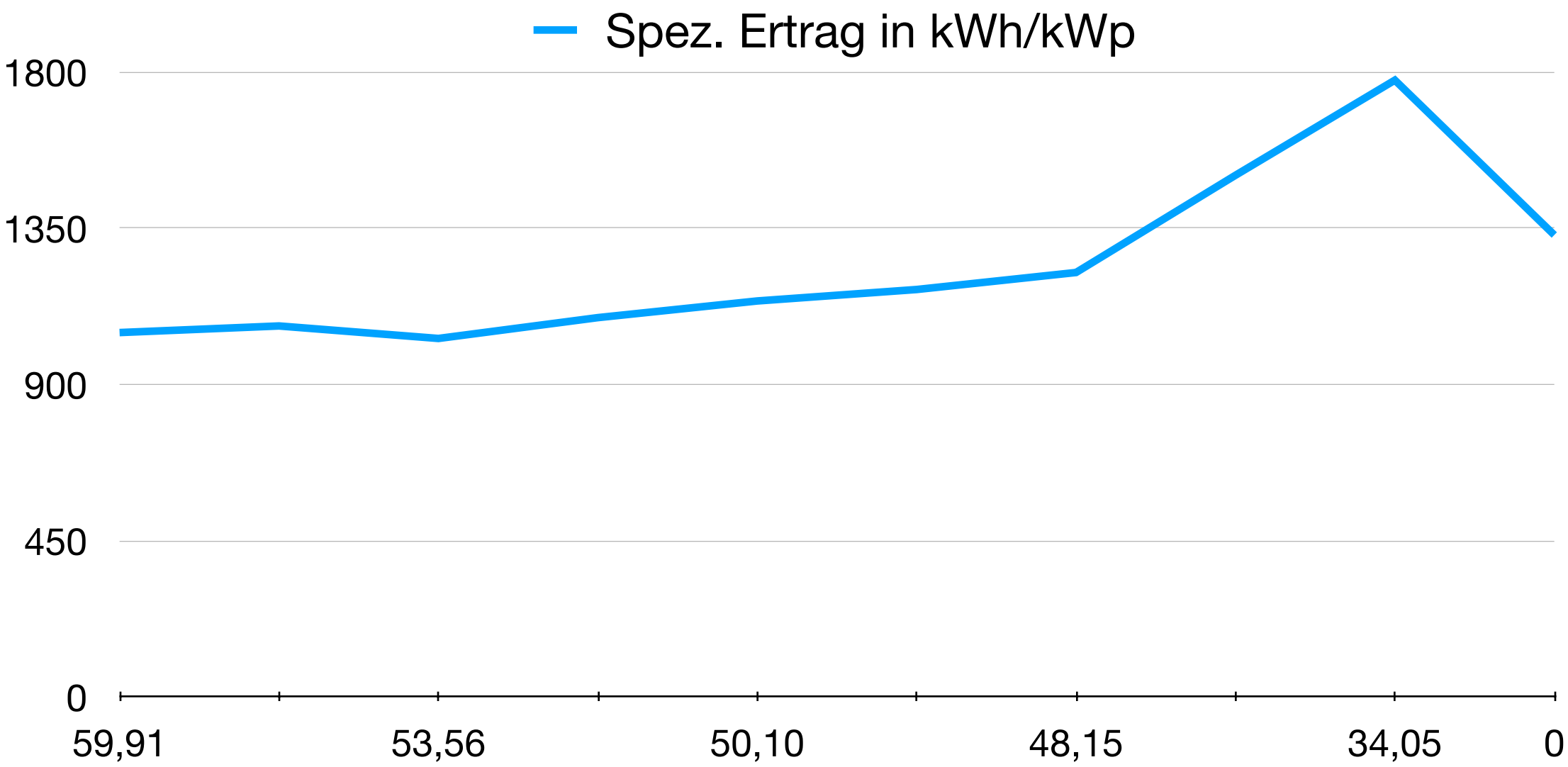


<https://pixabay.com/de/illustrations/karte-welt-malen-bunt-weltkarte-1974699/>

Faktor geografische Lage

	Breitengrad in °	Spez. Ertrag in kWh/kWp*
Oslo	59,91	1050
Kiel	54,32	1069
Hamburg	53,56	1033
Köln	50,94	1093
Frankfurt	50,10	1141
Nürnberg	49,45	1174
München	48,15	1223
Rom	41,90	1503
Los Angeles	34,05	1777
Singapur	1,29	1331

*Spez. Ertrag für Module in Südlage



Die Nähe zum Äquator ist nicht bestimmend für den Ertrag!

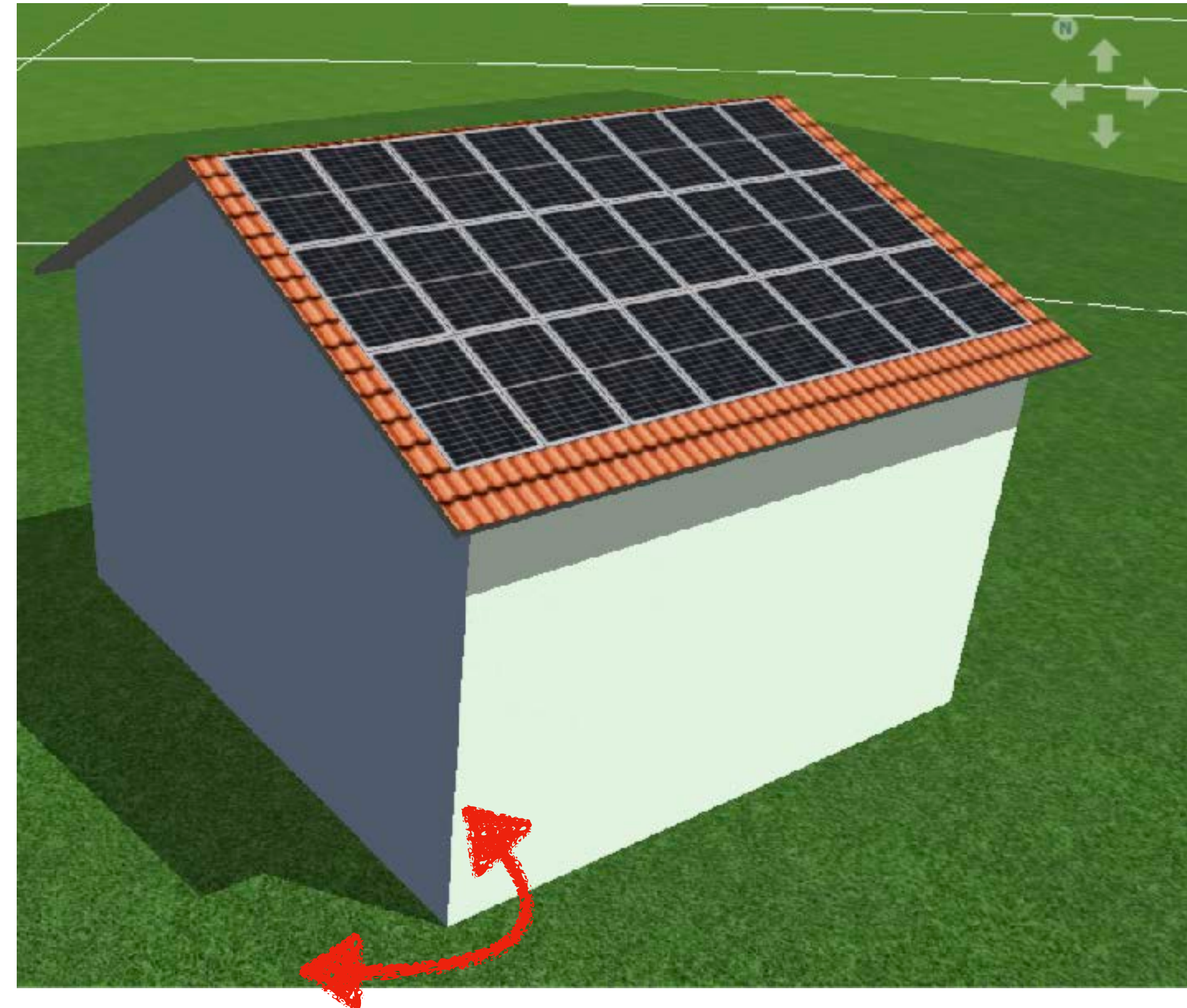
Das Klima nimmt maßgeblichen Einfluss!

Faktor Ausrichtung

Die Ausrichtung ist gegeben durch die Geometrie des Gebäudes.

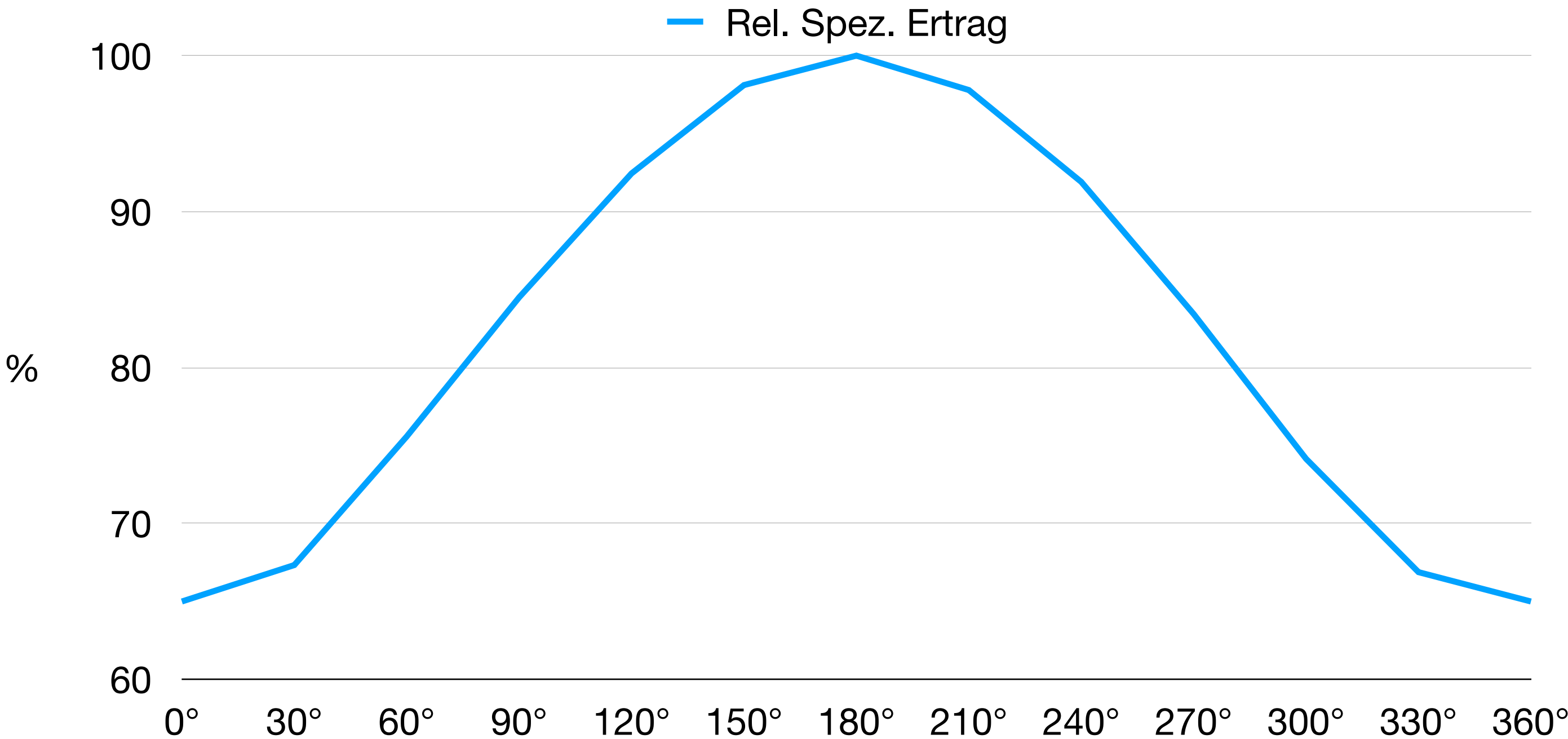
Die Ausrichtung eines Schrägdaches lässt wenig Spielraum für die Optimierung.

Flachdächer erlauben oft eine gezielte Ausrichtung.



Faktor Ausrichtung

Ausrichtung	Spez. Ertrag	Rel. Spez. Ertrag
0°	795	65
30°	823	67
60°	924	76
90°	1.033	84
120°	1.131	92
150°	1.200	98
180°	1223,08	100
210°	1.196	98
240°	1.124	92
270°	1.020	83
300°	907	74
330°	818	67
360°	795	65



180° Gebäudeausrichtung entspricht der Ausrichtung gegen Süden für die PV-Module

Die Ausrichtung gegen Osten liefert einen etwas höheren Ertrag.

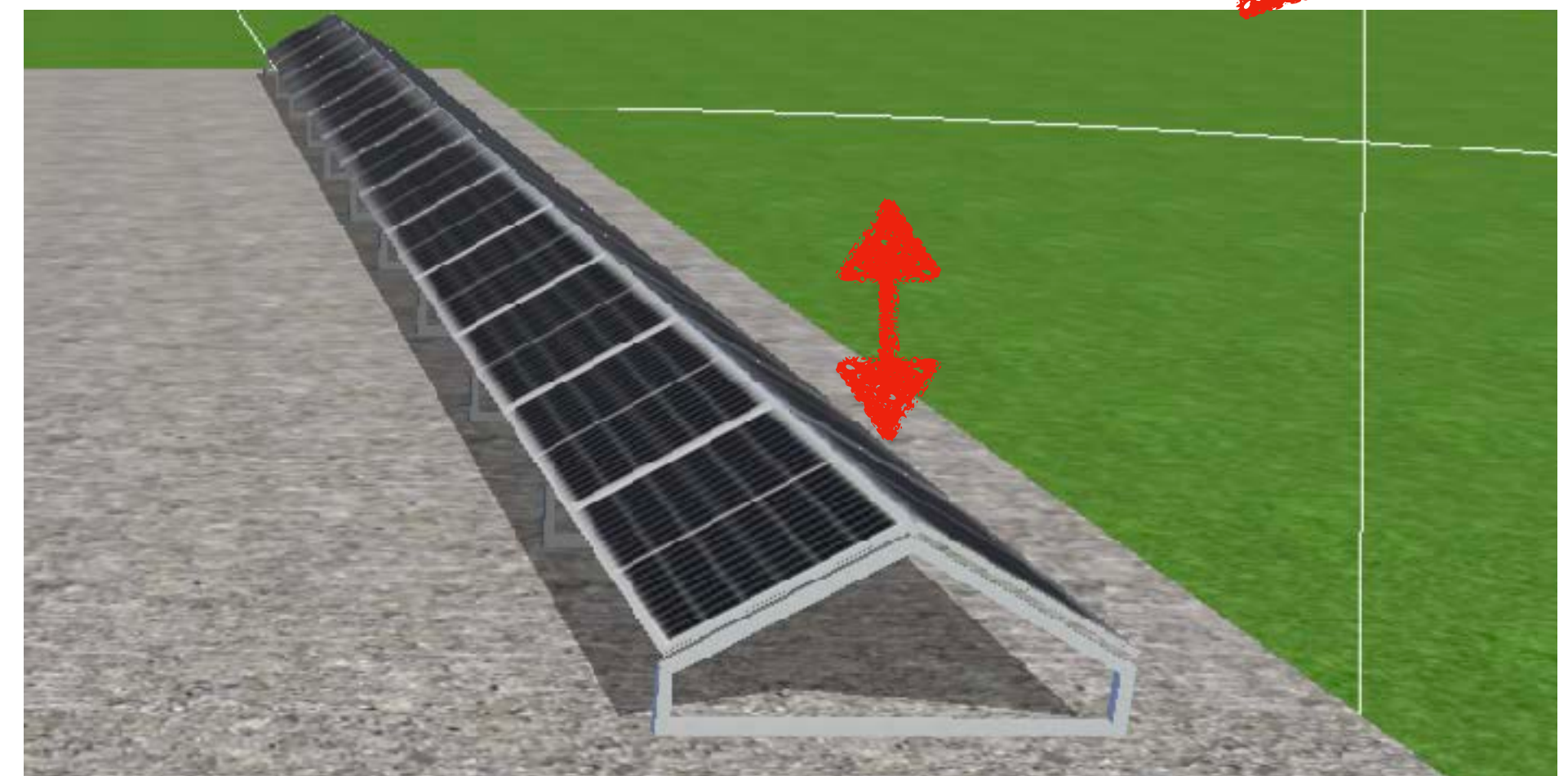
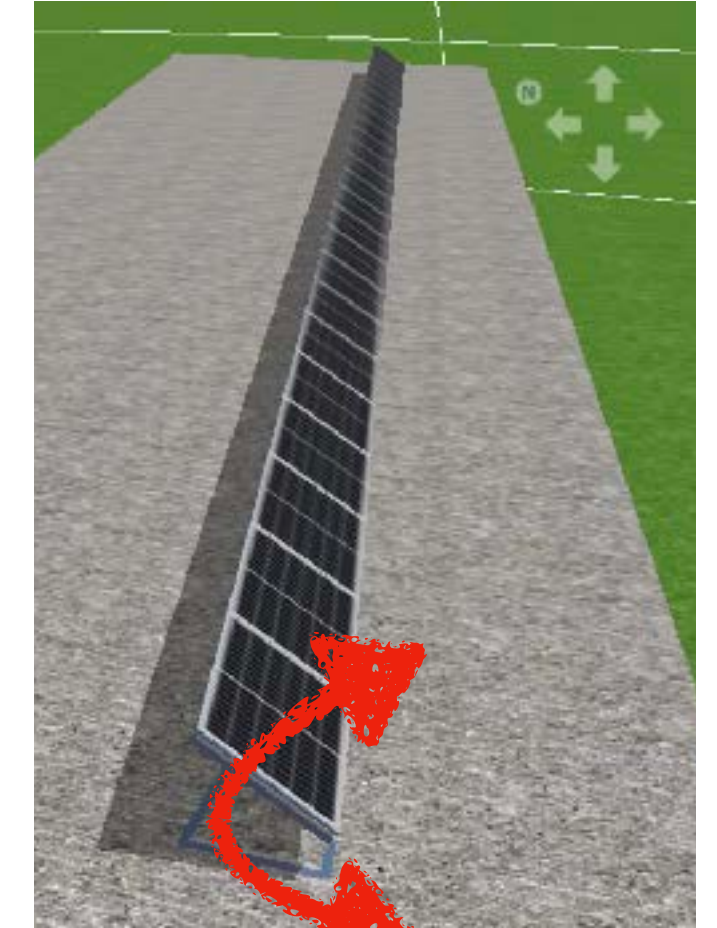
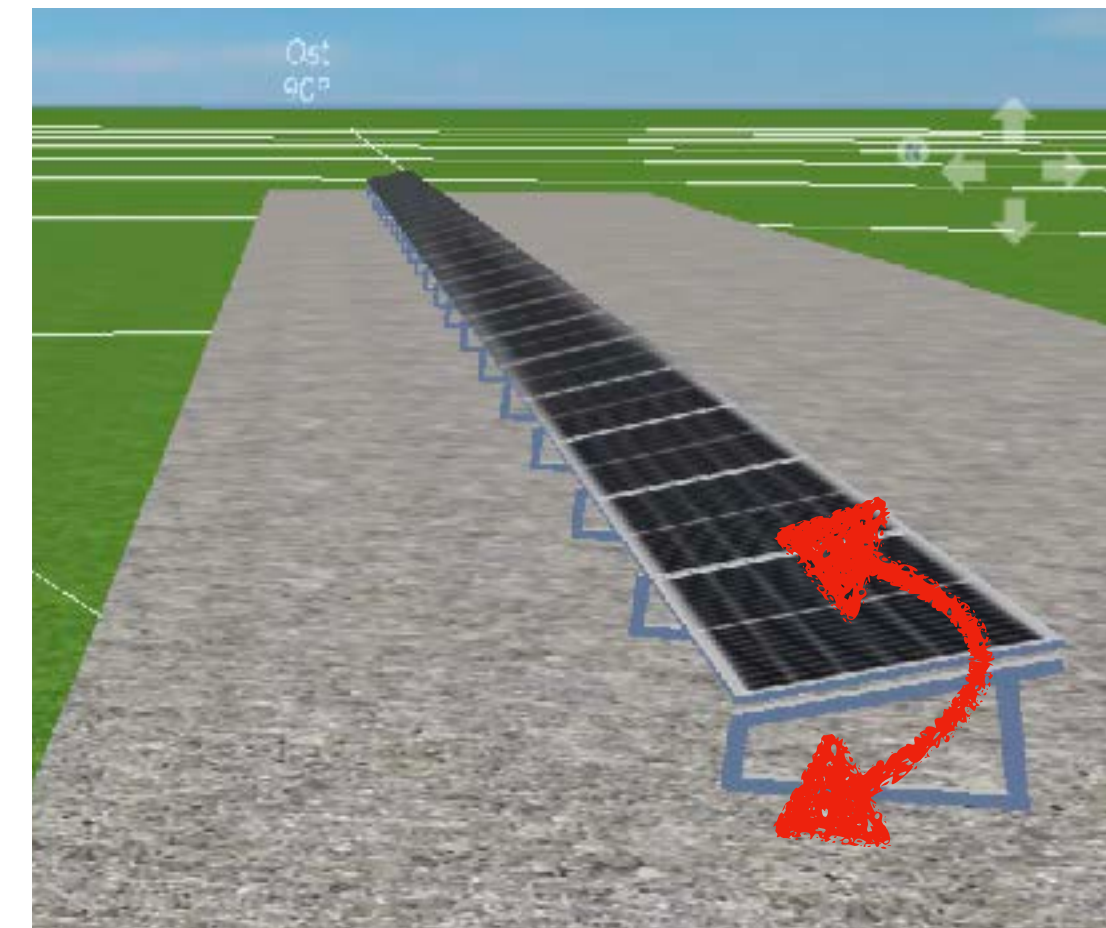
*Spez. Ertrag am Beispiel für München

Faktor Neigung der PV-Module

Für eine Schrägdach ist die Neigung der Module durch die Neigung des Daches zumeist gegeben.

Aufständerungssysteme für Flachdächer oder Fassaden erlauben eine exakte Ausrichtung.

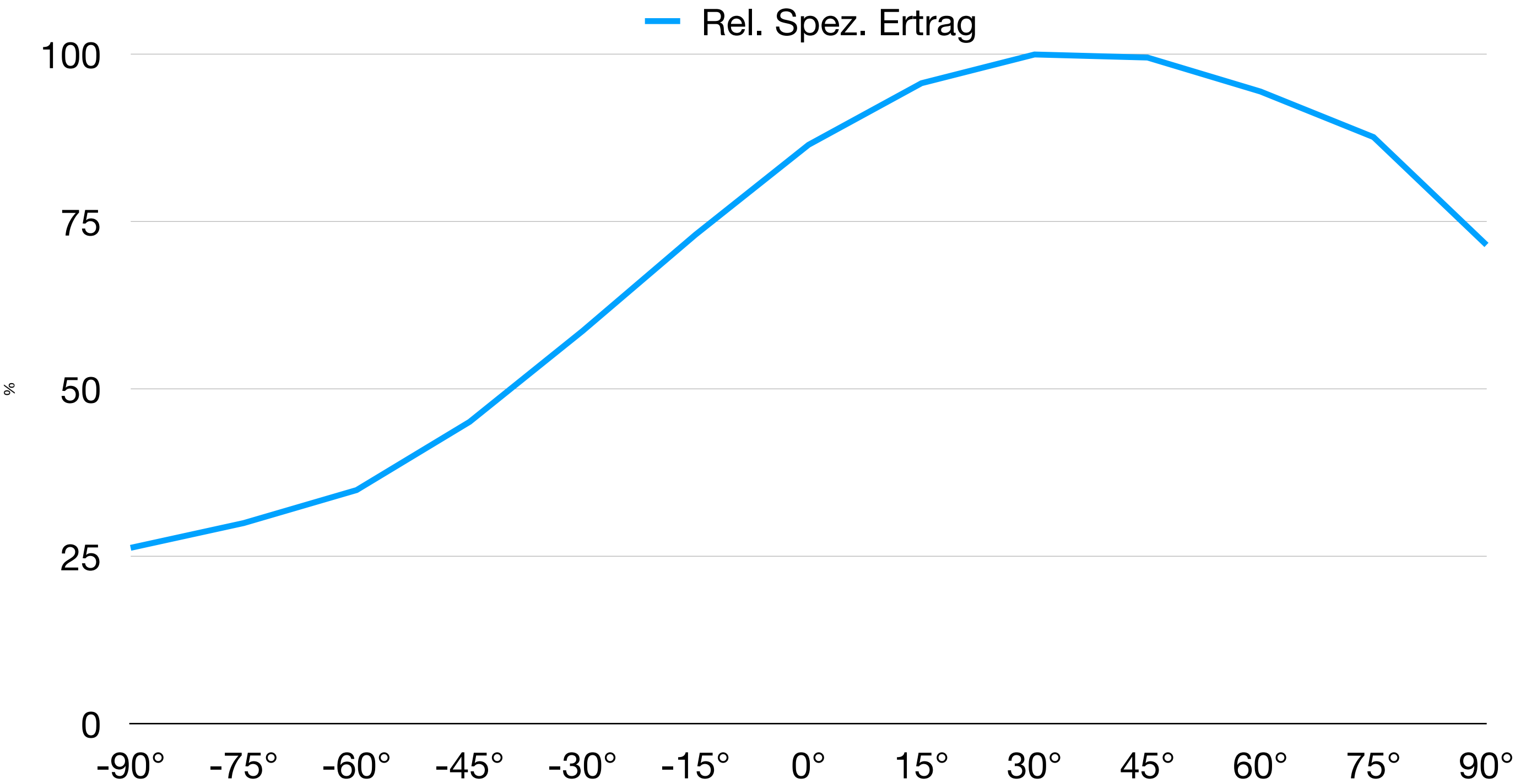
Aufständerungssysteme in gemeinsamer Ost-/Westausrichtung verbinden die Vorteile von einzeln aufgeständerten Systemen.



Faktor Neigung - Südausrichtung

	Ausrichtung	Spez. Ertrag*	Rel. Spez. Ertrag
Norden	-90°	287,29	26
	-75°	327,64	30
	-60°	381,5	35
	-45°	492,76	45
	-30°	640,94	59
	-15°	798,15	73
	0°	944,65	87
Süden	15°	1045,16	96
	30°	1091,98	100
	45°	1086,98	100
	60°	1031,55	94
	75°	957,26	88
	90°	781,36	72

*Spez. Ertrag am Beispiel für München



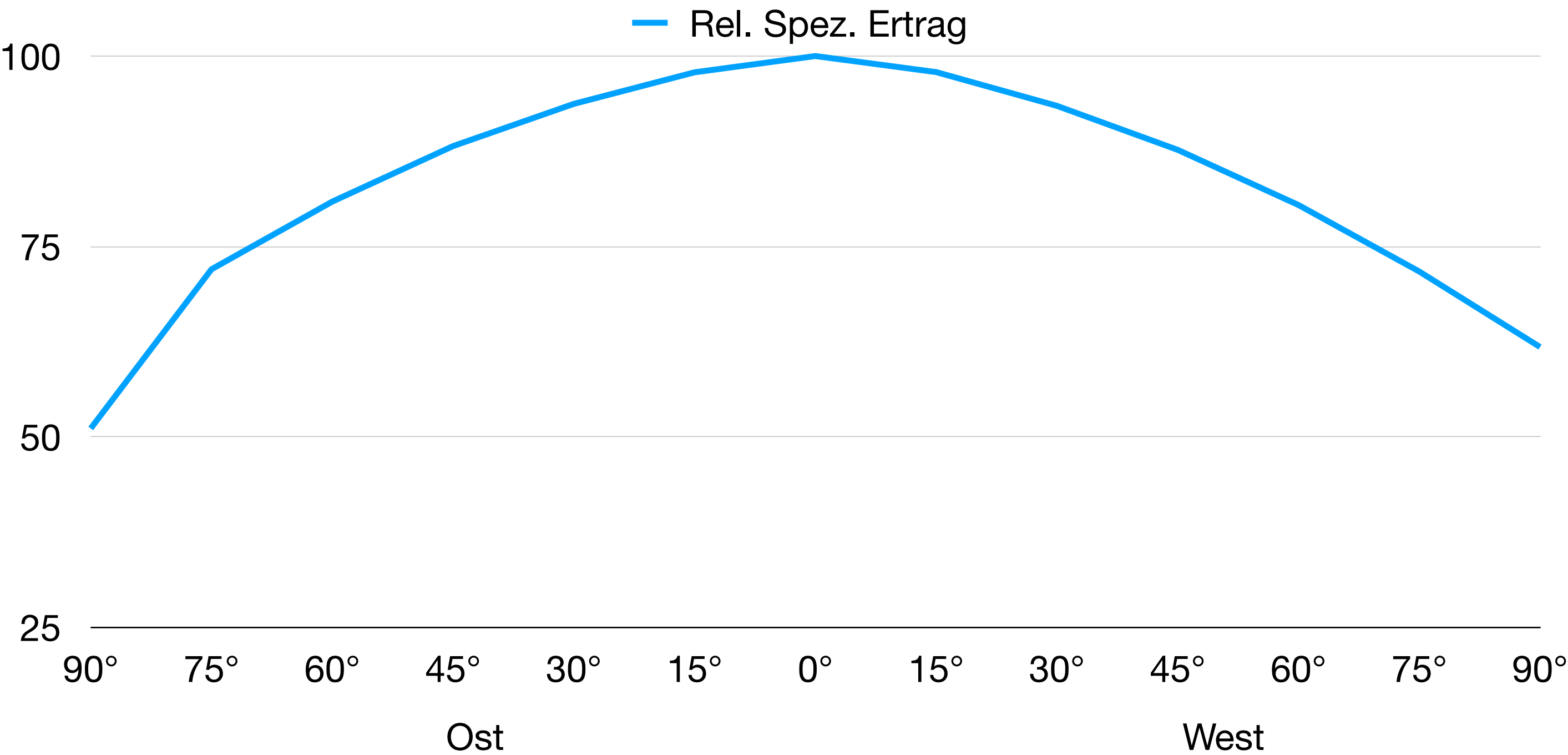
Gemäß dem maximalen Sonnenstand für den Ort ergibt sich der maximale Ertrag.
(für München 30-45°)

Faktor Neigung - Ost-/West-Ausrichtung

Tabelle 1

	Ausrichtung	Spez. Ertrag*	Rel. Spez. Ertrag
Ost	90°	482,67	51
	75°	680,14	72
	60°	764,09	81
	45°	832,95	88
	30°	885,34	94
	15°	924,51	98
	0°	944,66	100
West	15°	924,77	98
	30°	882,87	93
	45°	828,30	88
	60°	759,85	80
	75°	677,35	72
	90°	583,68	62

*Spez. Ertrag am Beispiel für München

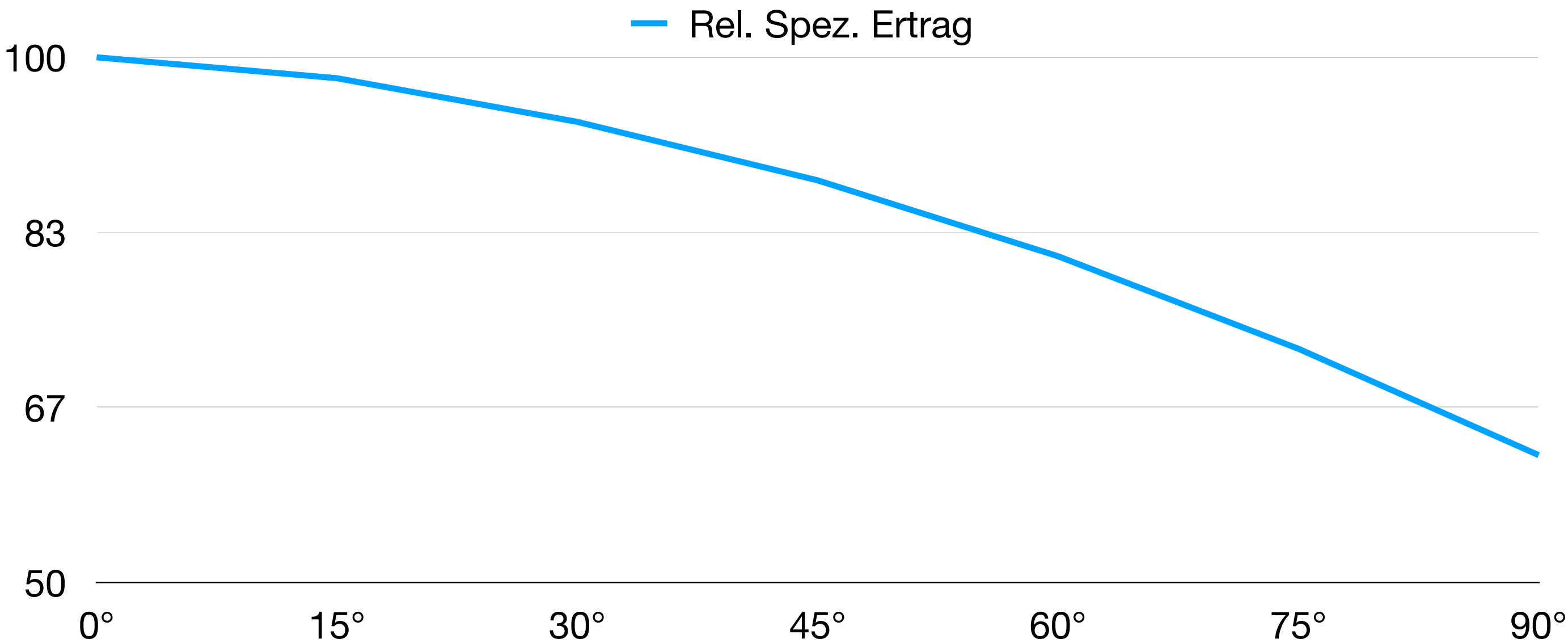


Das liegende PV-Modul ergibt den maximalen Ertrag. In der Praxis werden Module mit 15° bis max. 30° aufgeständert.

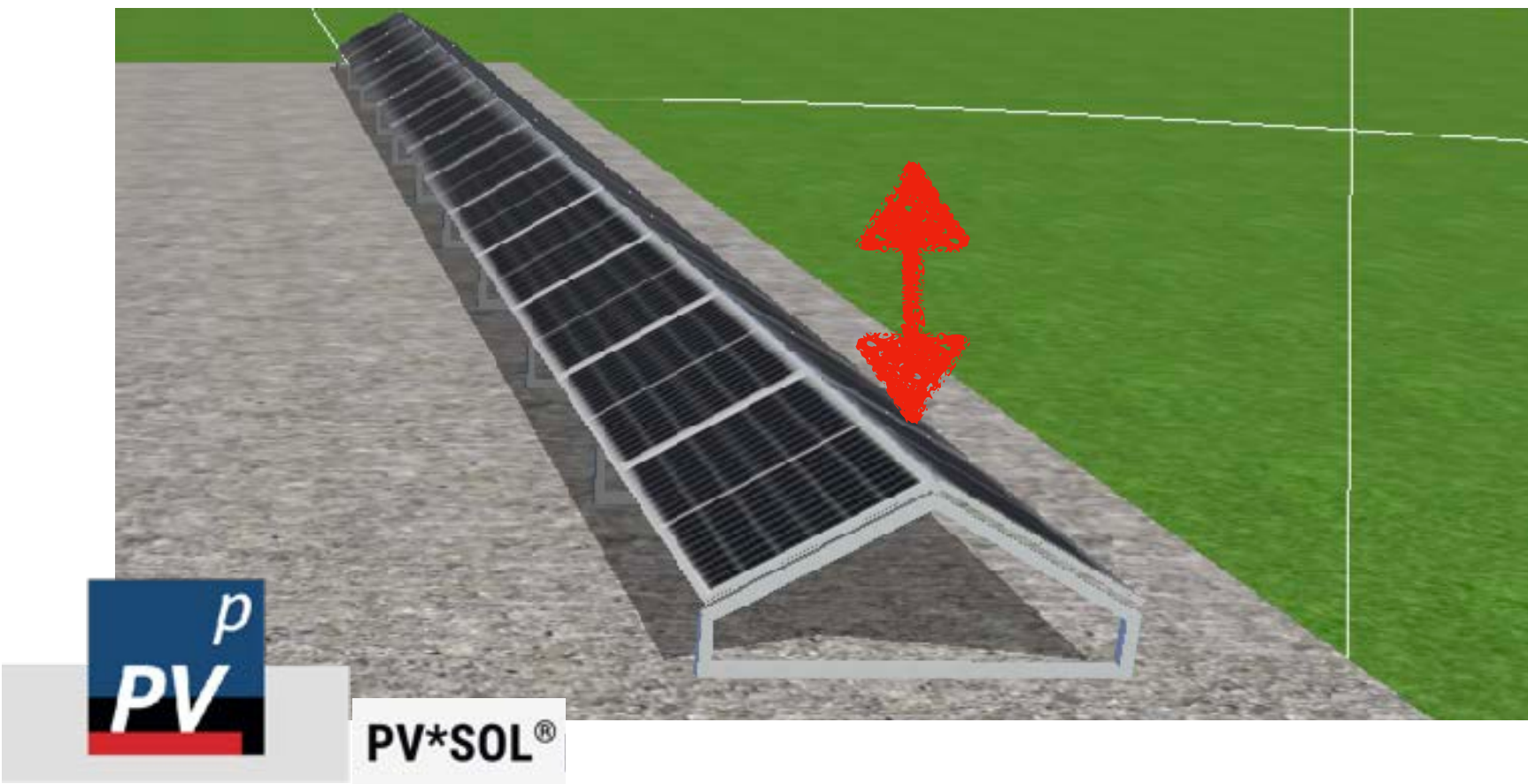
Faktor Neigung - Ost-West-Ständer

Ausrichtung	Spez. Ertrag*	Rel. Spez. Ertrag
0°	955,75	100
15°	936,73	98
30°	897,02	94
45°	843,81	88
60°	774,76	81
75°	690,60	72
90°	593,80	62

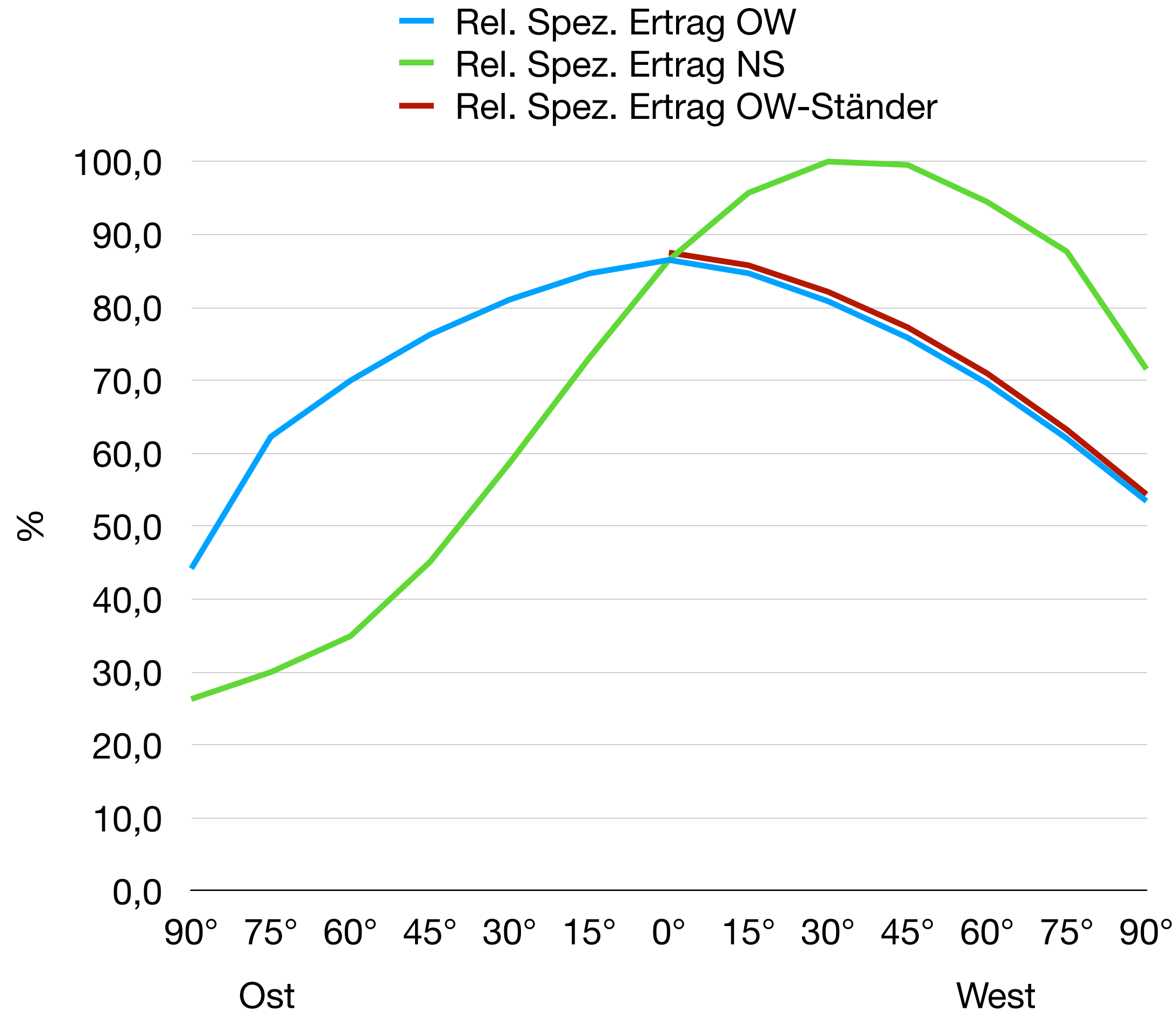
*Spez. Ertrag am Beispiel für München



Der Ost-West-Ständer verhalten sich ähnlich zum System mit exklusivem Ost- oder West-Ständersystem.
Der Ertrag ist aber gleichmäßiger über den Tag verteilt.



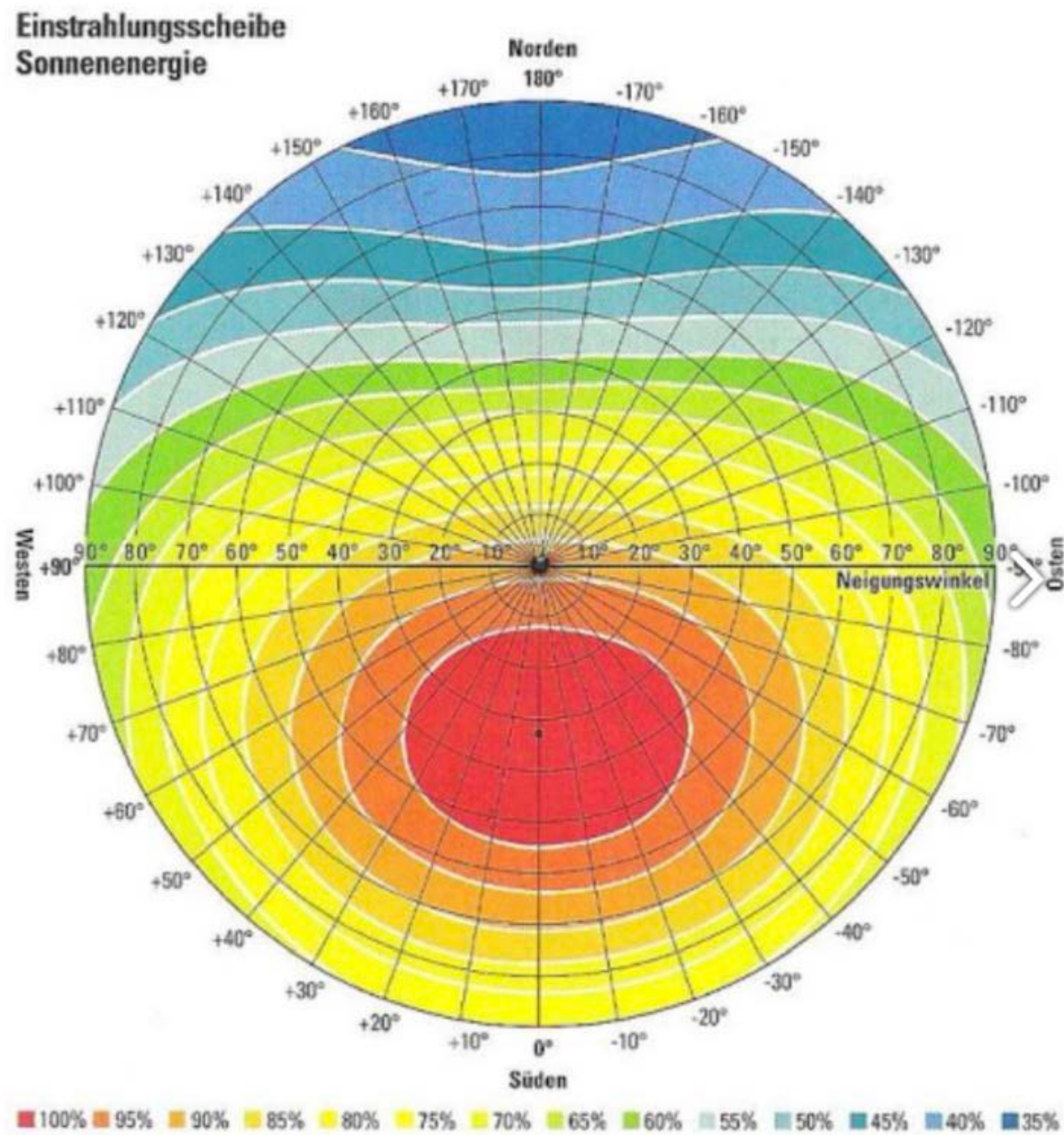
Faktor Neigung - Vergleich



Es gilt:

- **100%:** Die Südaufständerung liefert den höchsten Spitzertrag bei 30-45° Neigung.
- **85%:** Für eine Ost-West-Aufständerung lieferte bei 0° den höchsten Ertrag.
- **50%:** Niedrigster Wert für den Ertrag bei 90° Aufständerung. (Auch für Fassadensysteme)
- **25%:** Minimalster Ertrag für 90° Aufständerung gegen Norden für ein gegen Süden ausgerichtetes System.

Faktor Neigung und Ausrichtung in Kombination



Quelle: <https://www.energiesparhaus.at/forum-ausrichtung-pv-anlage-neigung/56998>

Faktor Verschattung

Die Verschattung ist schwer einzuschätzen.

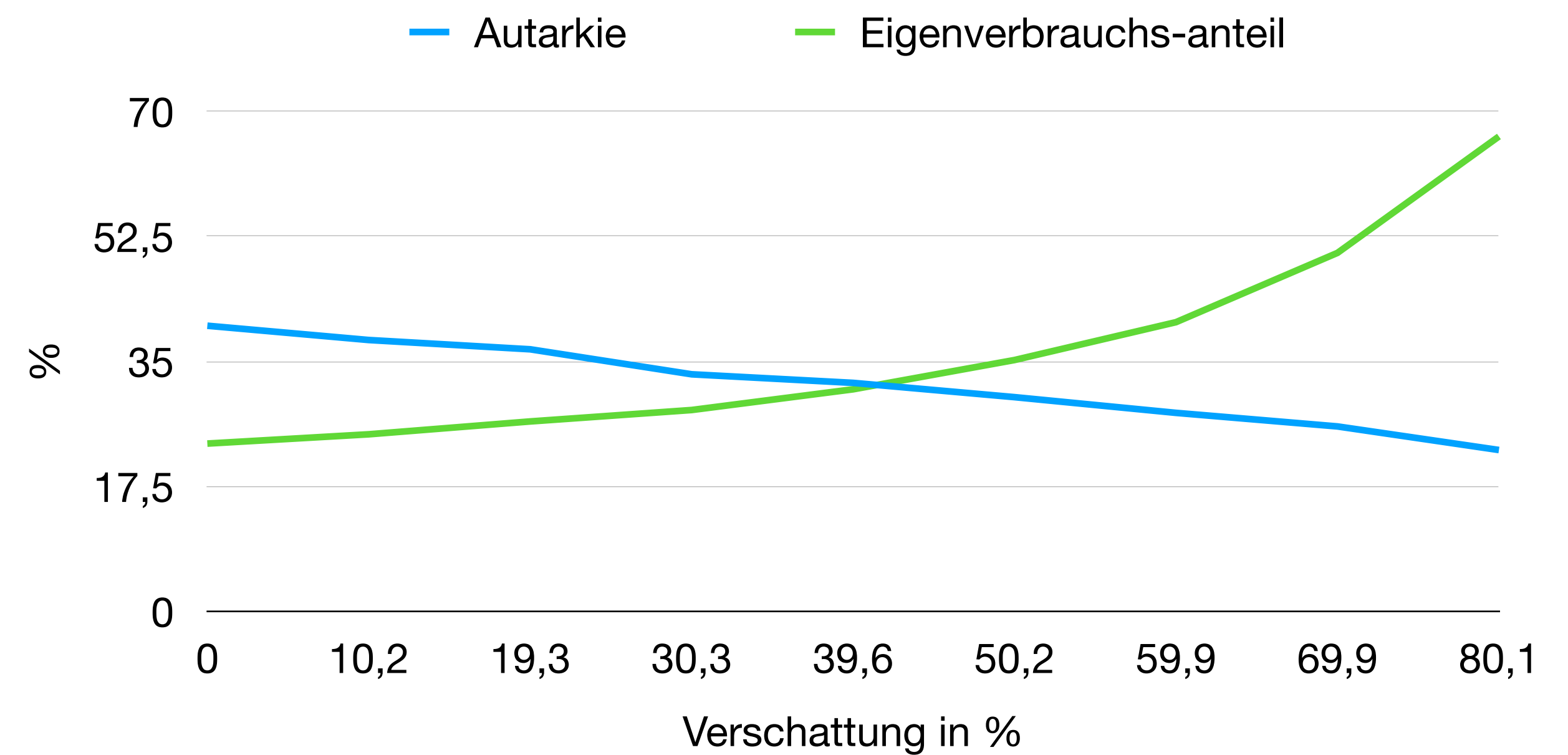
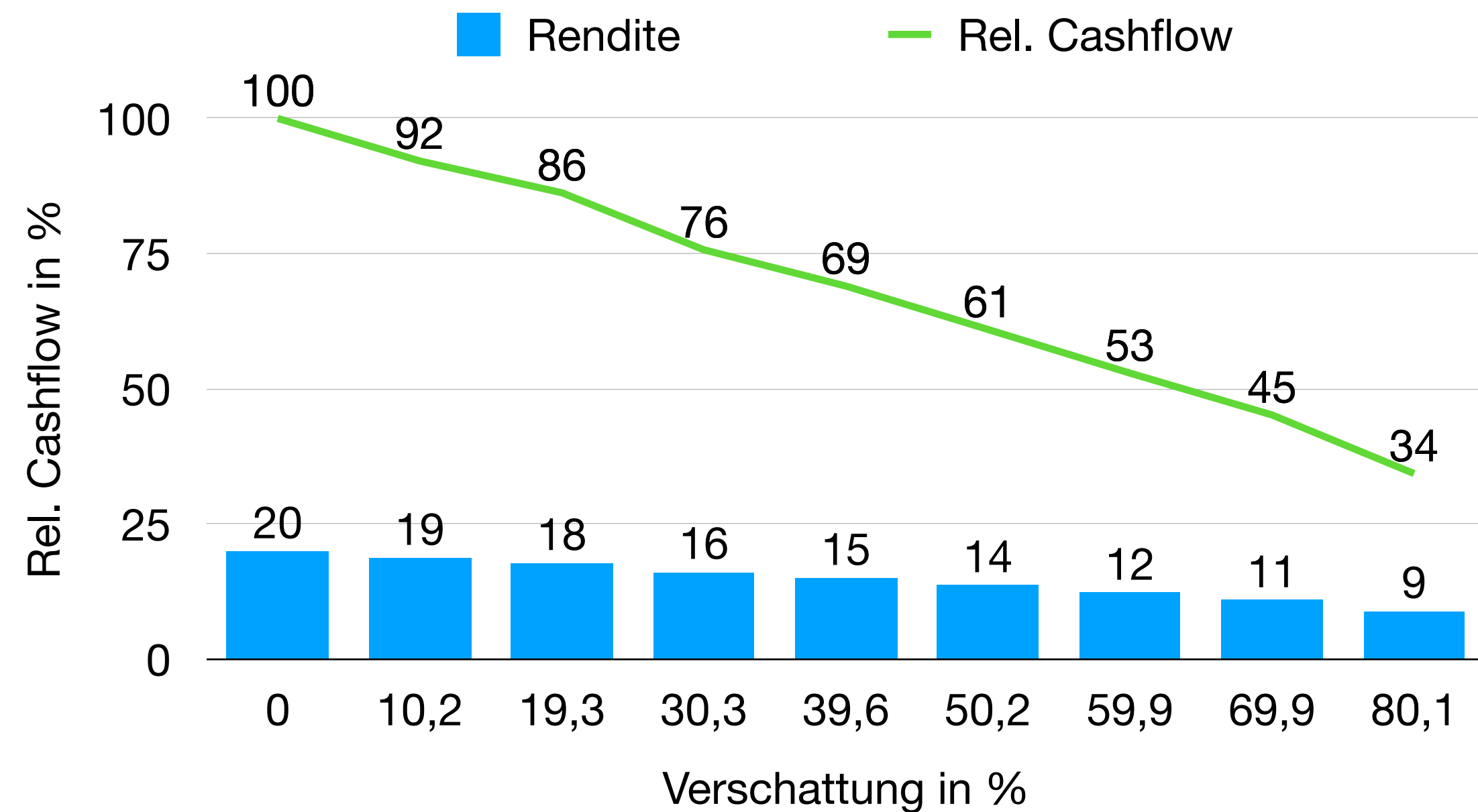
Verluste für Verschattung werden in %
angegeben.

Quellen für Verschattungen sind

- Bäume
- Nachbargebäude
- Dachaufbauten wie Kamine, Lüftungen, ...



Faktor Verschattung



Es gilt:

- **Der Cashflow sinkt proportional mit der Verschattung.**
- **Die Verschattung verschiebt den Schnittpunkt zwischen Autarkie und Eigenverbrauchsanteil.**

Faktor Größe der Anlage

Die verfügbare, wirtschaftlich nutzbare Fläche bestimmt die Größe der PV-Anlage.

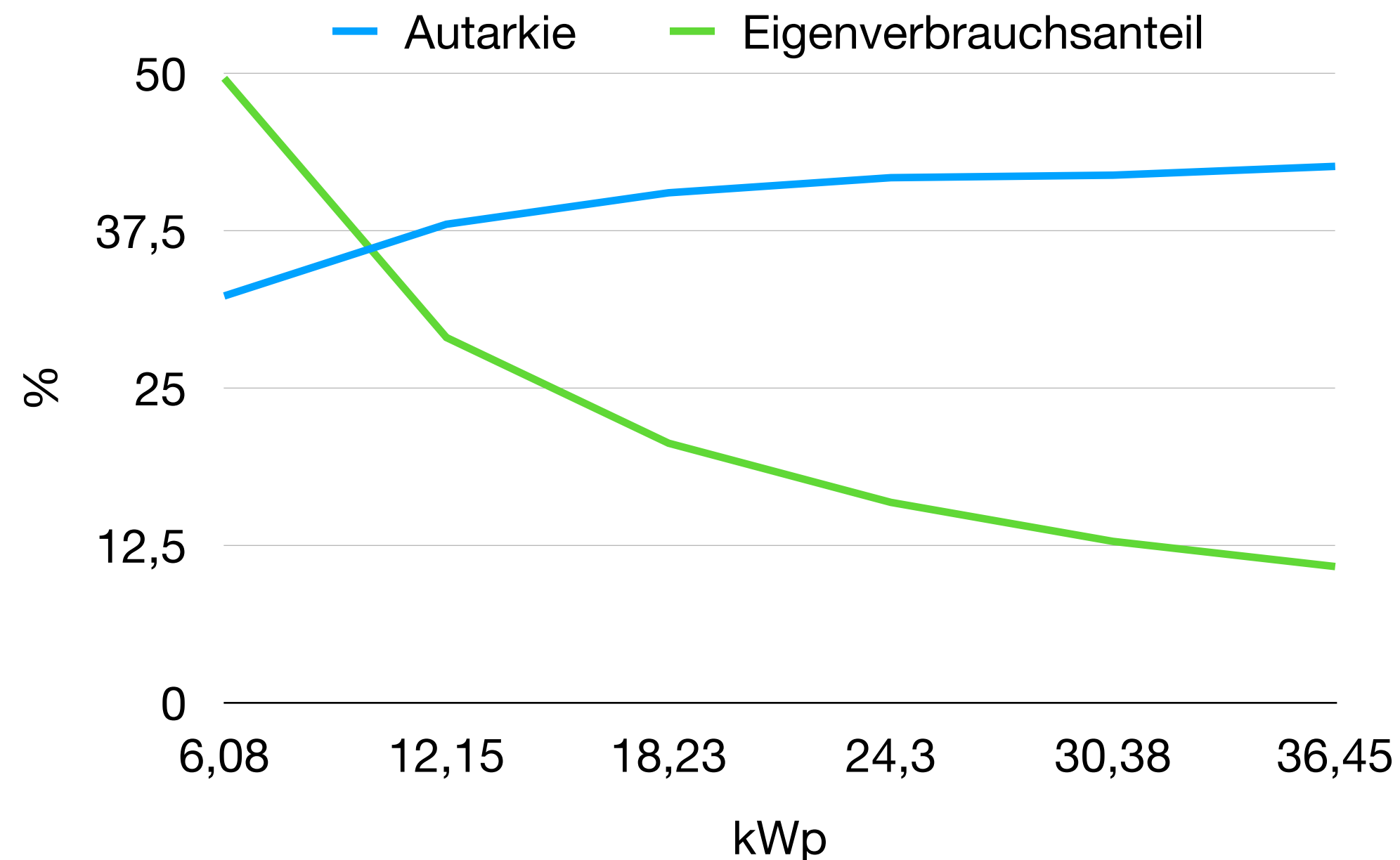
Steht eine ausreichend große Dachfläche zur Verfügung, stellt sich die Frage nach der Größe der PV-Anlage.

Welche Kriterien können für die Bestimmung der Anlagengröße herangezogen werden?

Oder ist es sinnvoll die Dachfläche maximal zu belegen?



Faktor Größe - Autarkie



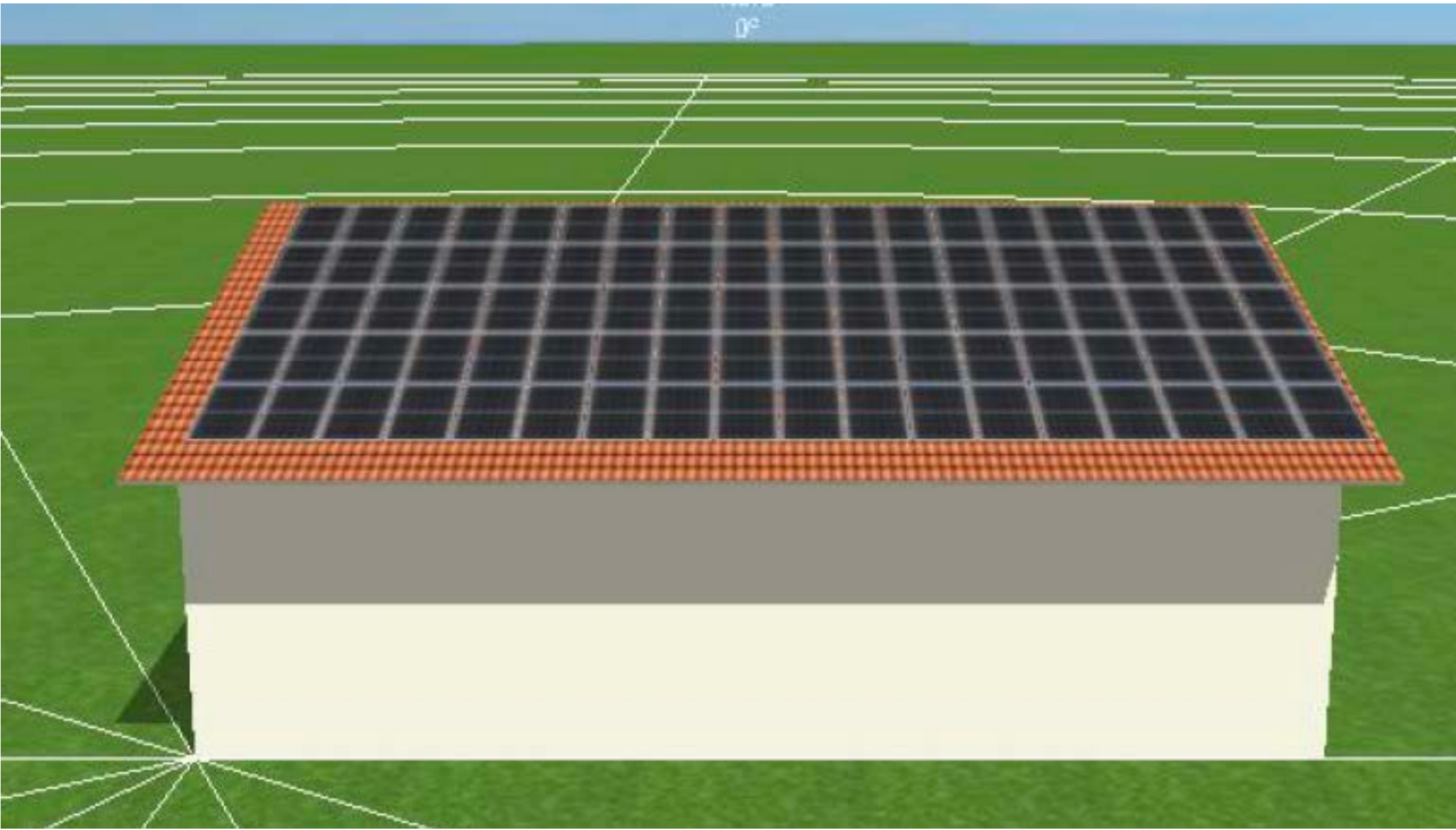
Es gilt (ideale Anlage):

- **Je kleiner die Anlage, umso höher der Eigenverbrauchsanteil!**
- **Je größer die Anlage, umso höher der Autarkiegrad!**
- **Beide Werte laufen gegen einen Grenzwert.**
- **Der Schnittpunkt (Autarkie/Eigenverbrauchsanteil) schneidet sich bei optimalen Anlagen beim Verbrauch.**

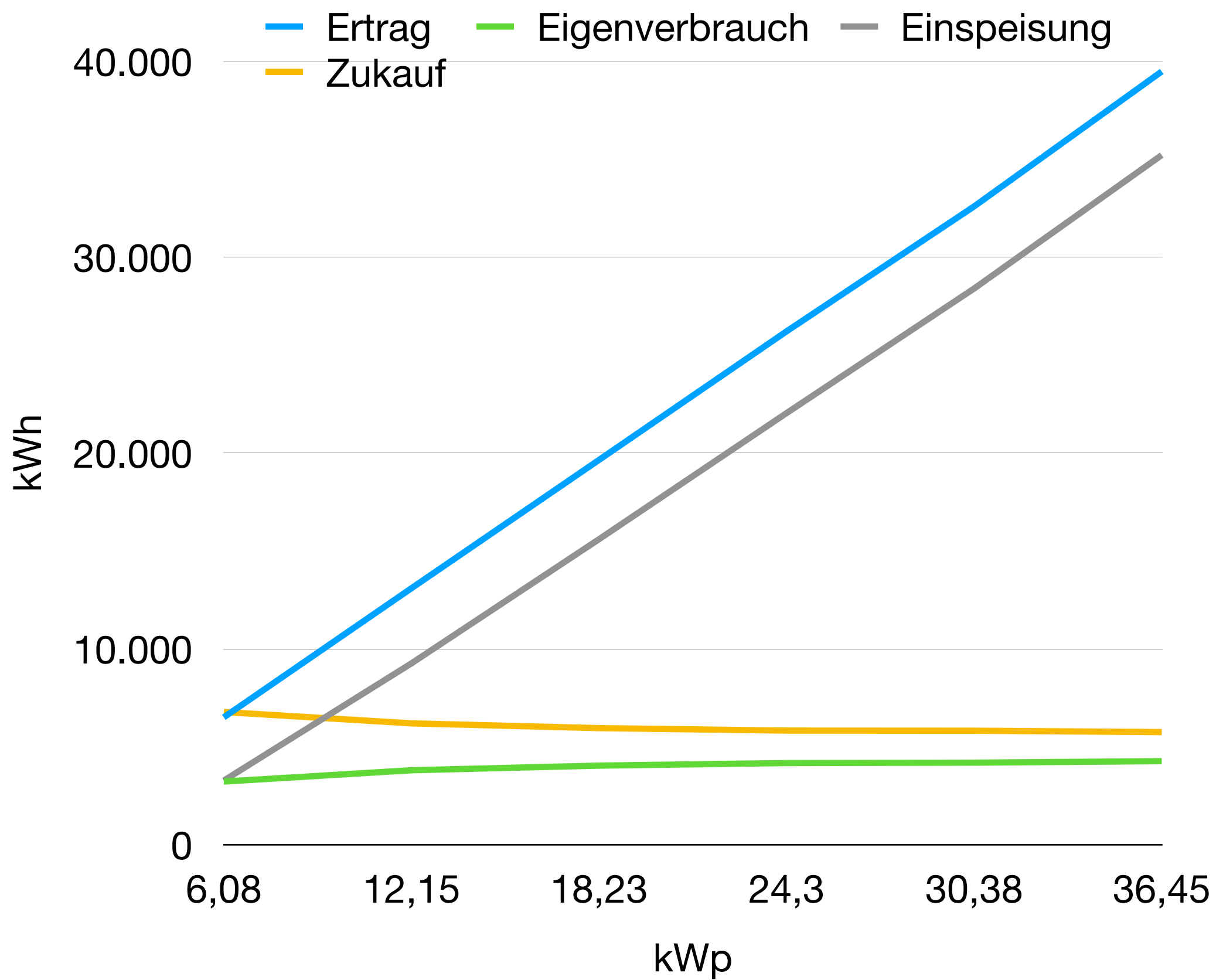
Faktor Größe der Anlage

Beispiel: Haus mit max. 36kWp Dachpotential

Verbrauch	10.000 kWh
AP	0,45 €
GP	80 €
Preissteigerung	5 % / Jahr

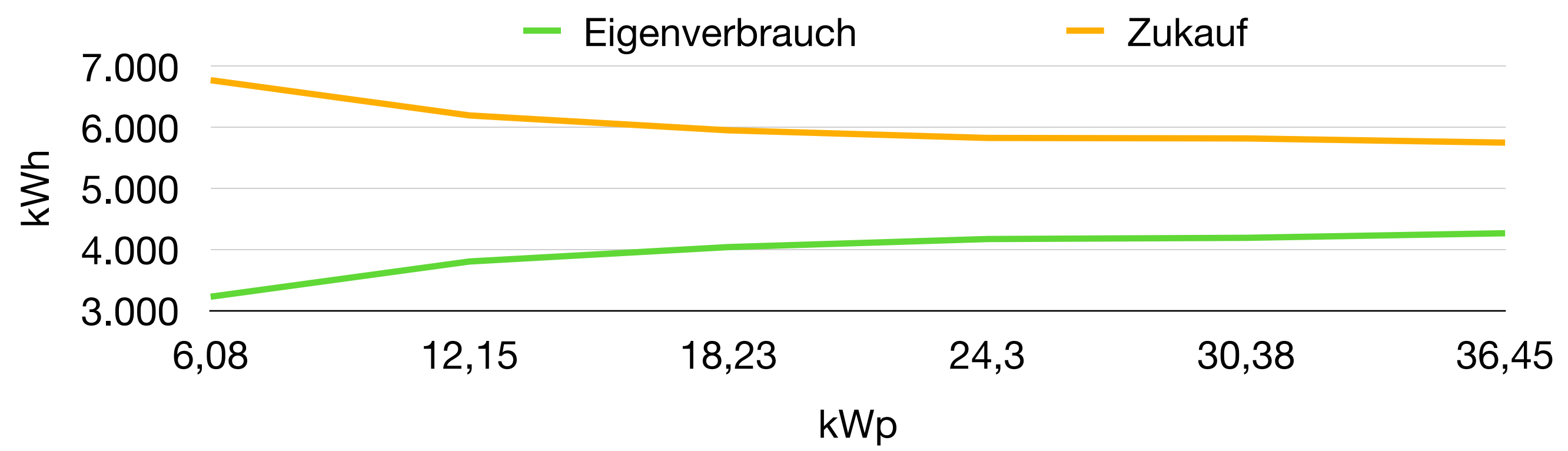


Faktor Größe - Energiefluss

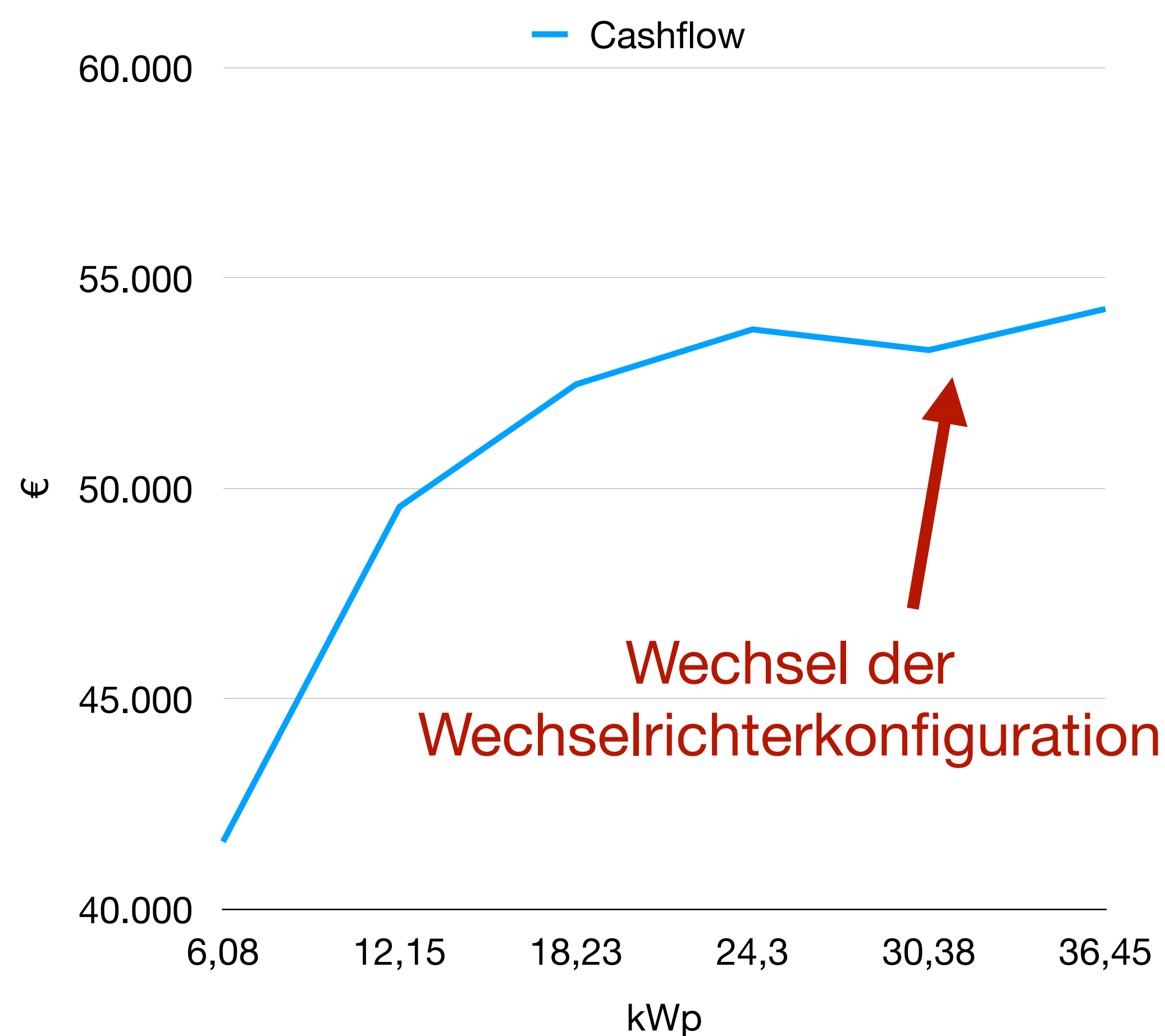


Es gilt (ideale Anlage):

- **Ertrag und Einspeisung verhalten sich proportional zur Anlagengröße.**
- **Eigenverbrauch und Einspeisung laufen asymptotisch aufeinander zu.**

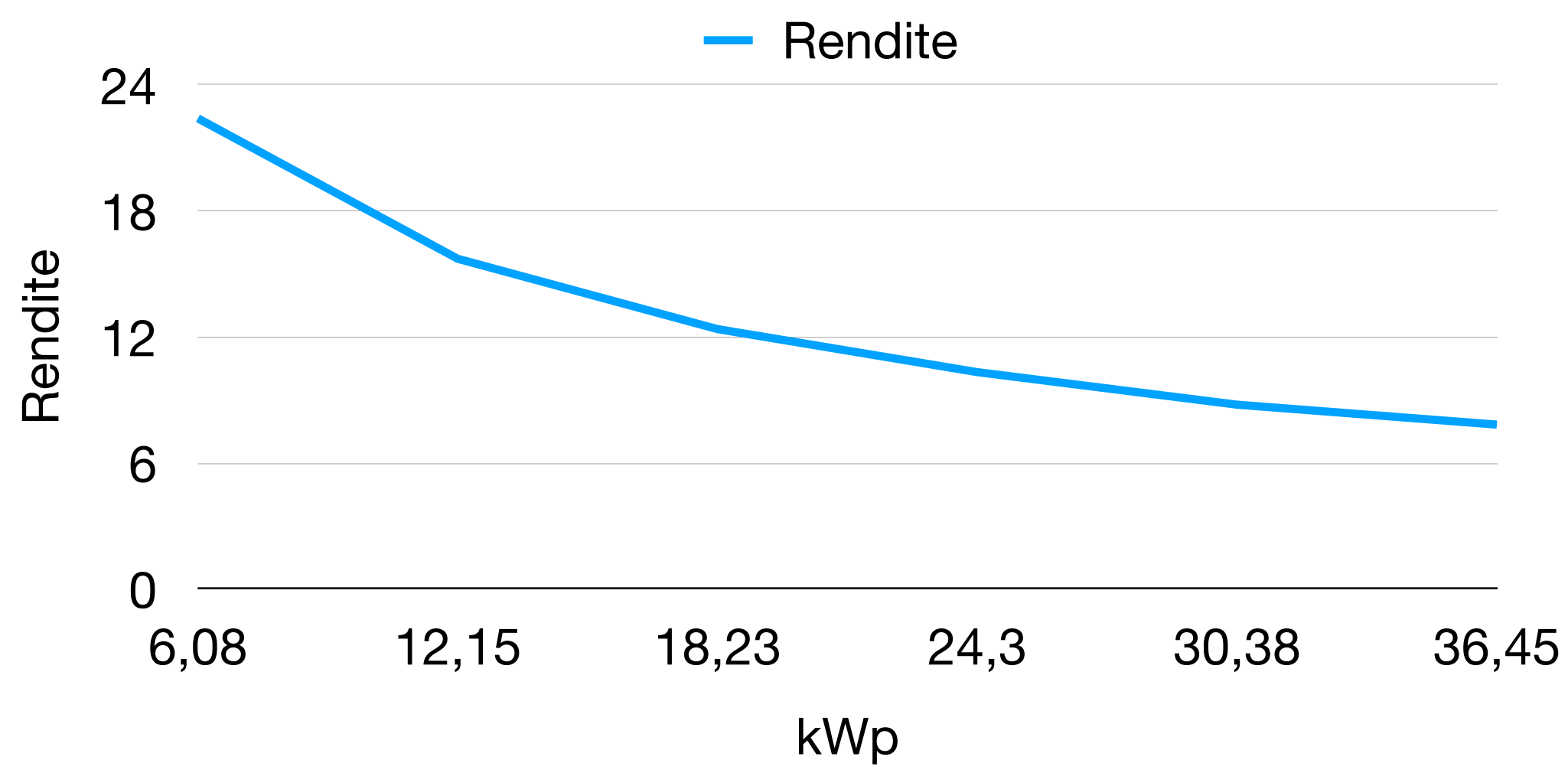


Faktor Größe der Anlage



Es gilt (ideale Anlage):

- **Der Cashflow läuft gegen einen Maximalwert (asymptotisch).**
- **Gleichzeitig fällt die Rendite stark ab.**



Faktor Größe - Zusammenfassung

Es gilt:

- Das Resultat aus der Wirtschaftlichkeit liefert keine eindeutigen Ergebnisse zur Größe der PV-Anlage.
- Der Investor muss selbst Grenzwerte für die Größe der PV-Anlage definieren:
 - **Budget in Zusammenhang mit den Förderungen**
 - **Rendite**
 - **Energie**
 - **Politisch**
 - **Energieeffizienz des Gebäudes**



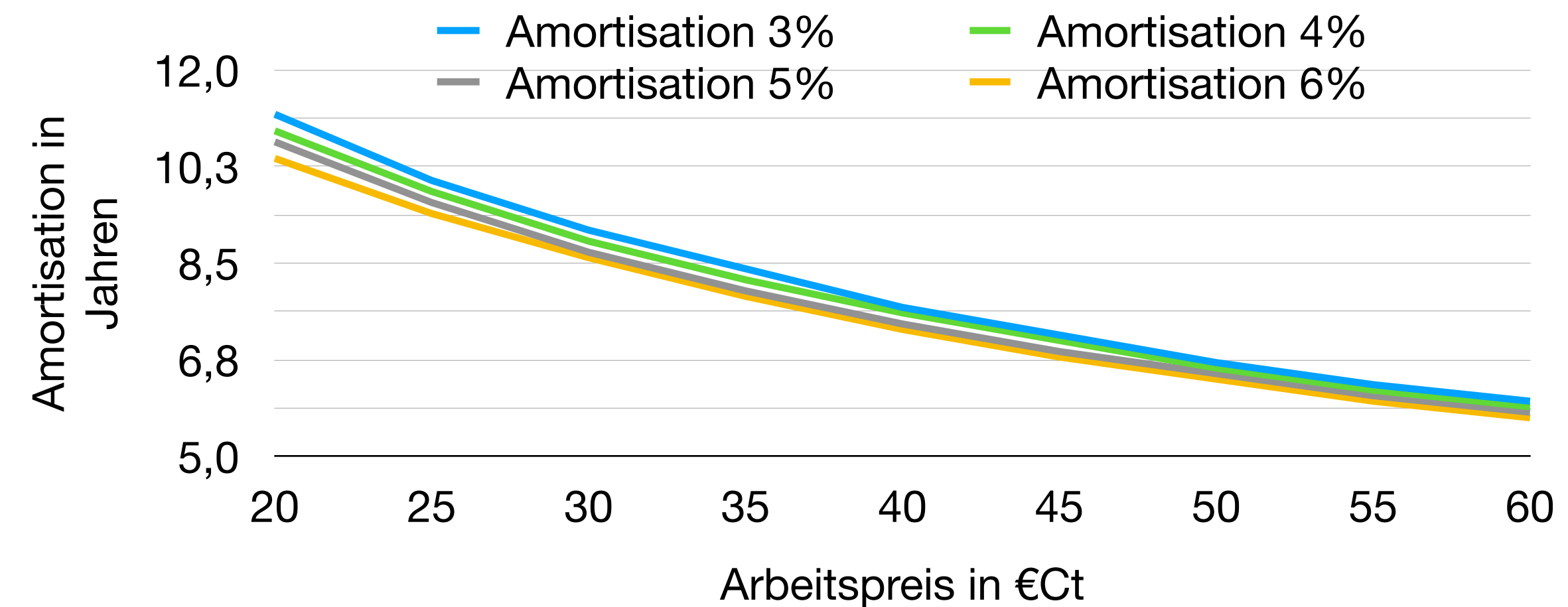
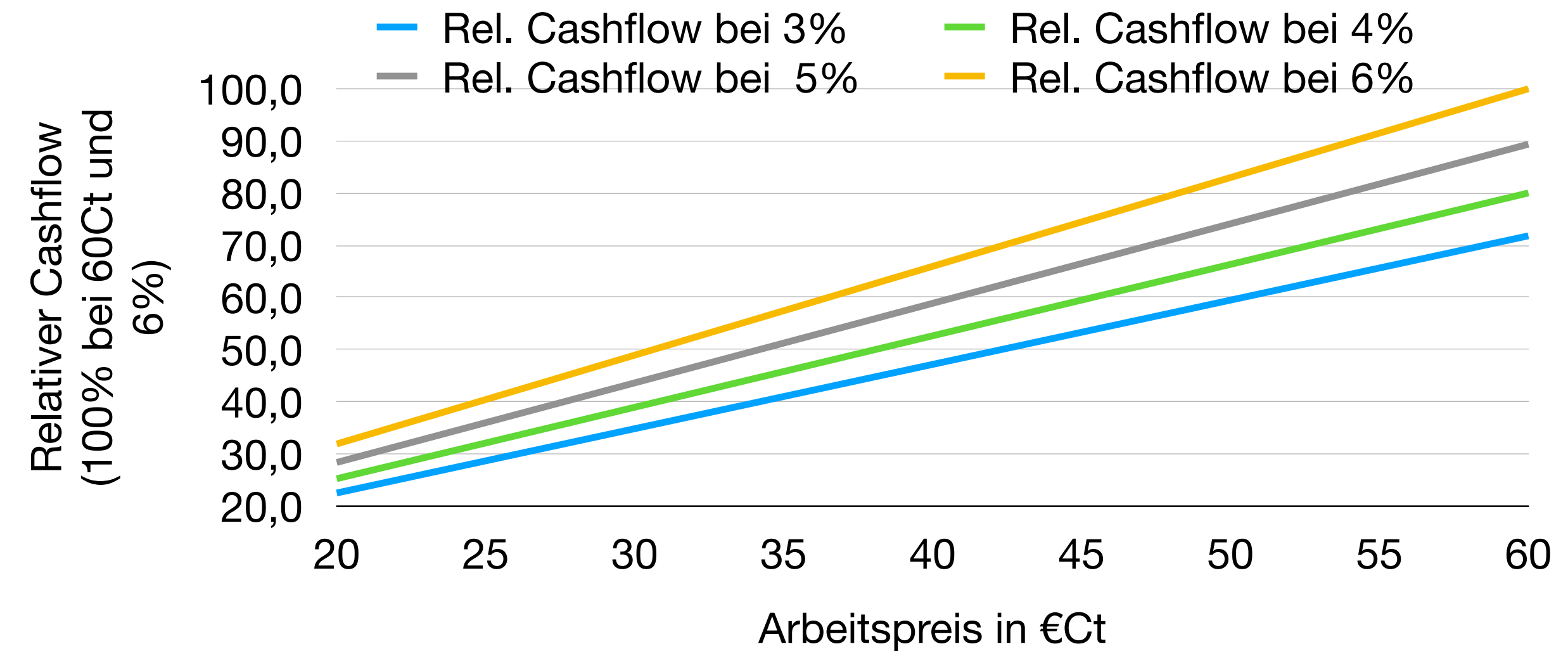
Faktor Stromkosten

Die Stromkosten werden bestimmt durch

- Grundpreis
- Arbeitspreis
- Strompreissteigerung

Es gilt:

- **Der Cashflow steht im proportionalen Zusammenhang mit dem Arbeitspreis**
- **Die Strompreissteuerung bestimmt die Steigung.**
- **Die Amortisation sinkt umgekehrt proportional ab.**

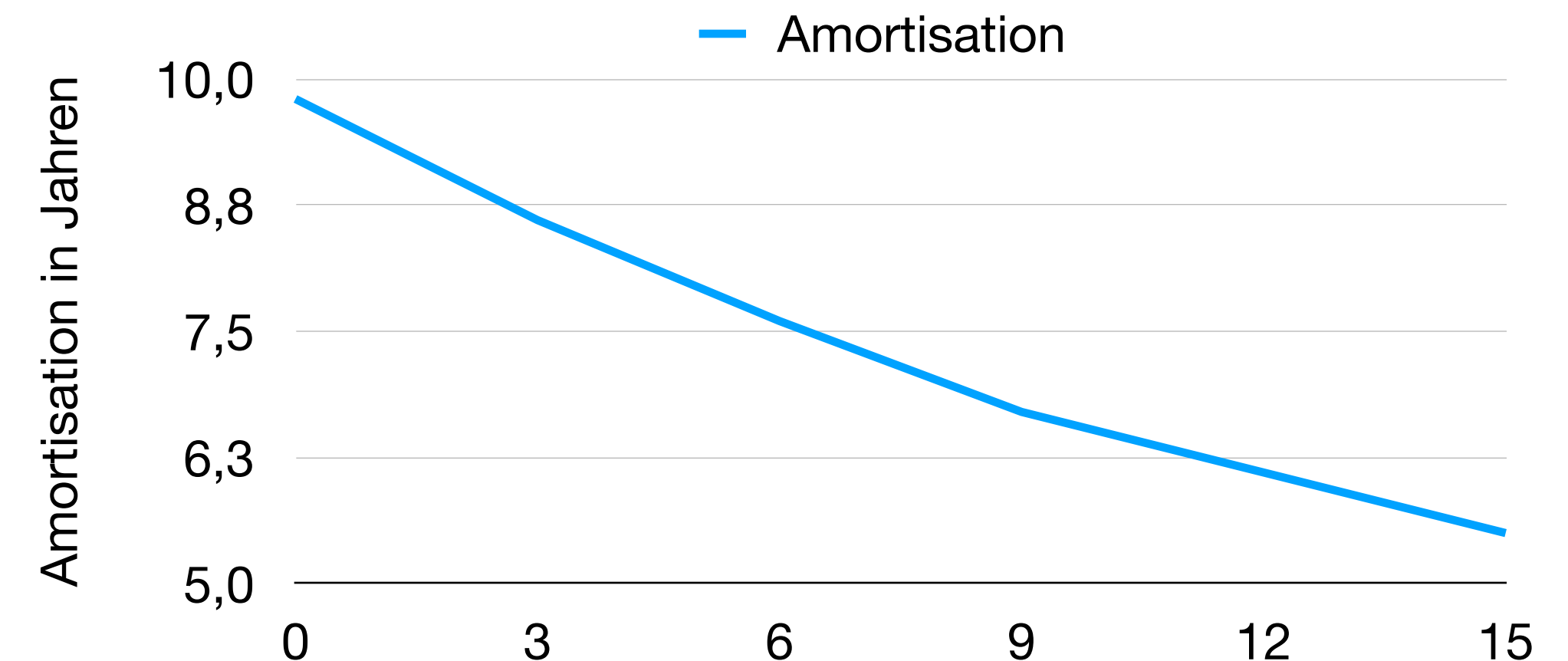
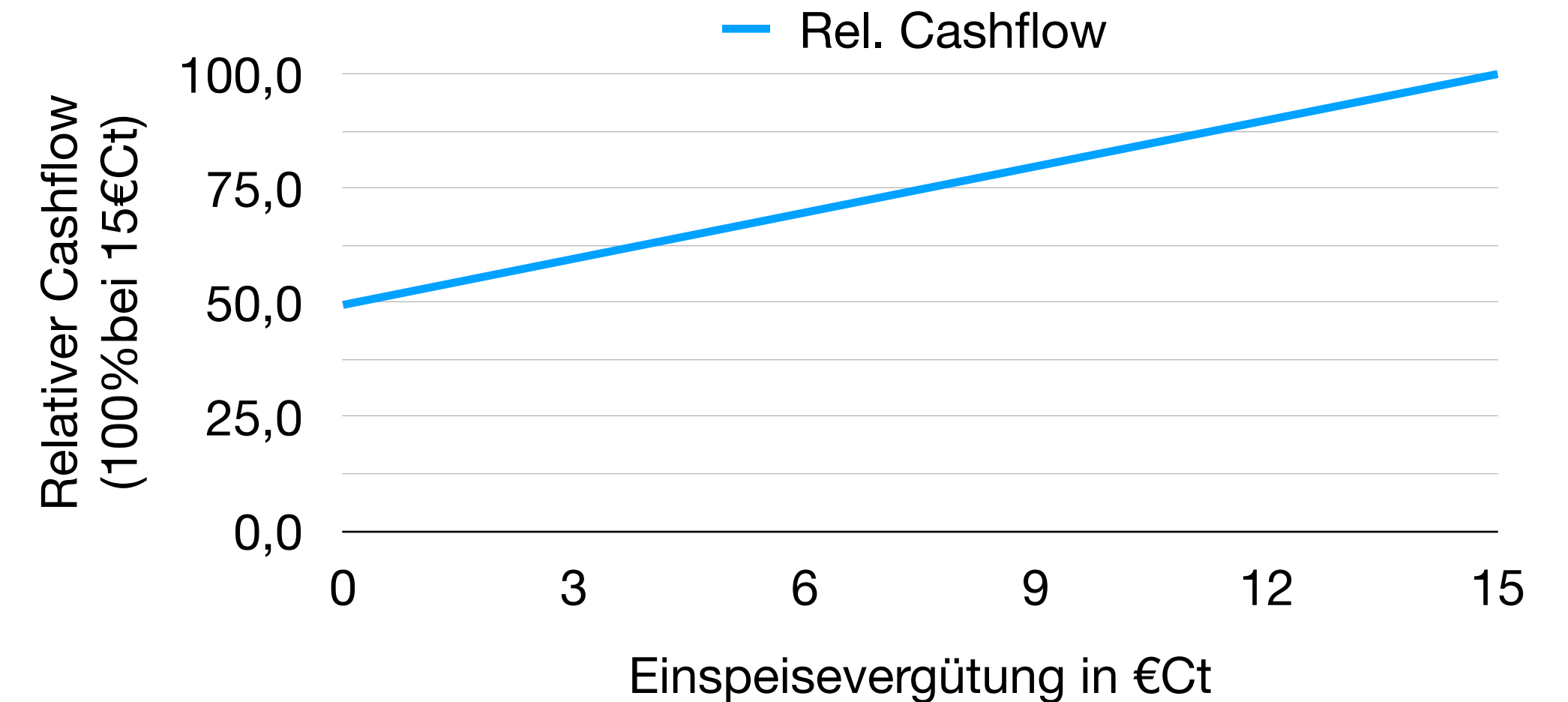


Faktor - Einspeisevergütung

Die Einspeisevergütung ist für die Wirtschaftlichkeit ein wichtiger Faktor.

Es gilt:

- **Der Cashflow steht im proportionalen Zusammenhang mit der Einspeisevergütung.**
- **Die Amortisation sinkt umgekehrt proportional.**



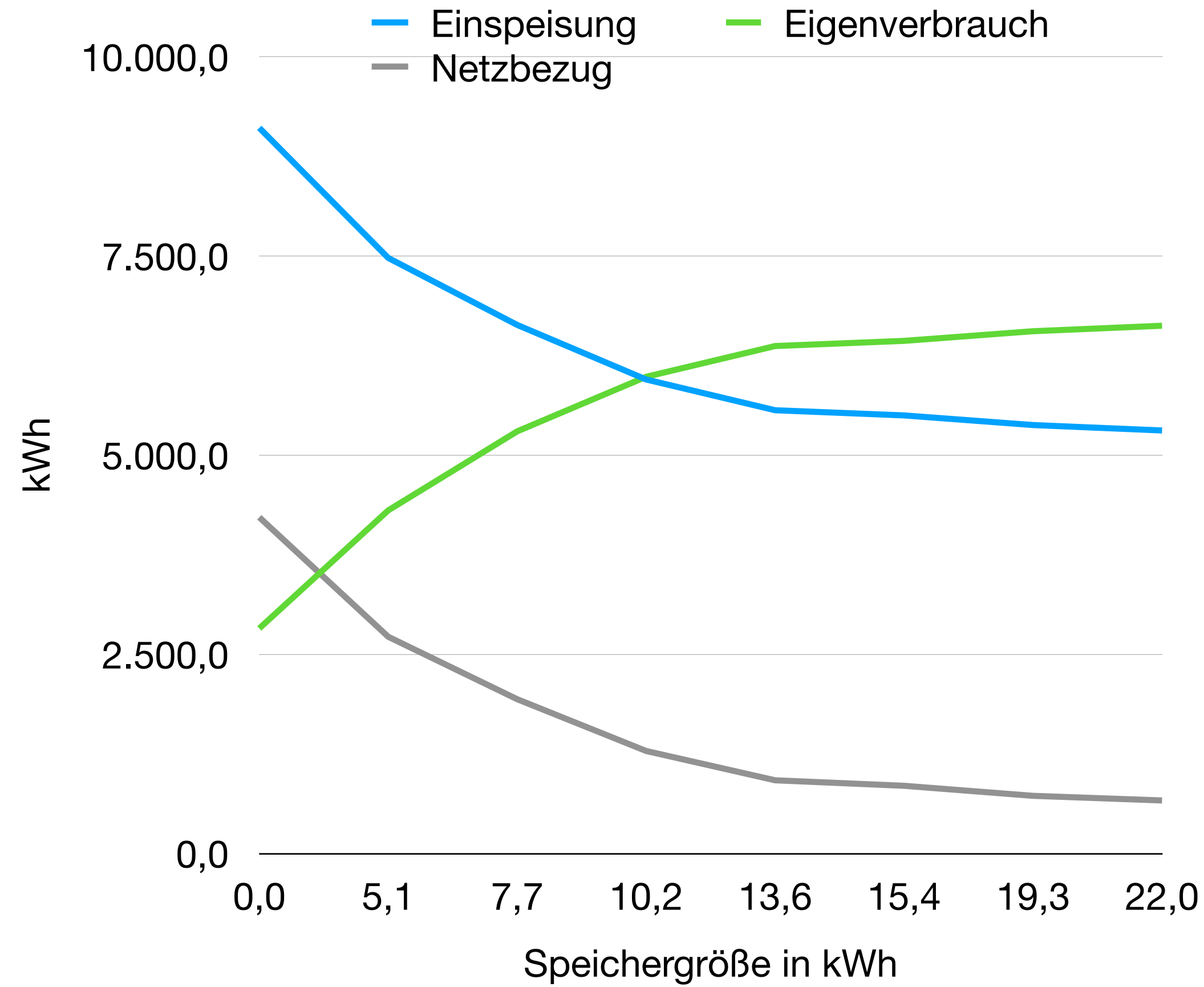
Faktor Größe des PV-Speicher

Beispiel: Haus mit 10kWp

Verbrauch	10.000 kWh
AP	0,45 €
GP	80 €
Preissteigerung	5 % / Jahr



Faktor Größe PV-Speicher - Energiefluss



Es gilt (ideale Anlage):

- **Ertrag und Einspeisung verhalten sich umgekehrt proportional zur Größe zum PV-Speicher.**
- **Eigenverbrauch, Einspeisung und Netzbezug verlaufen asymptotisch.**

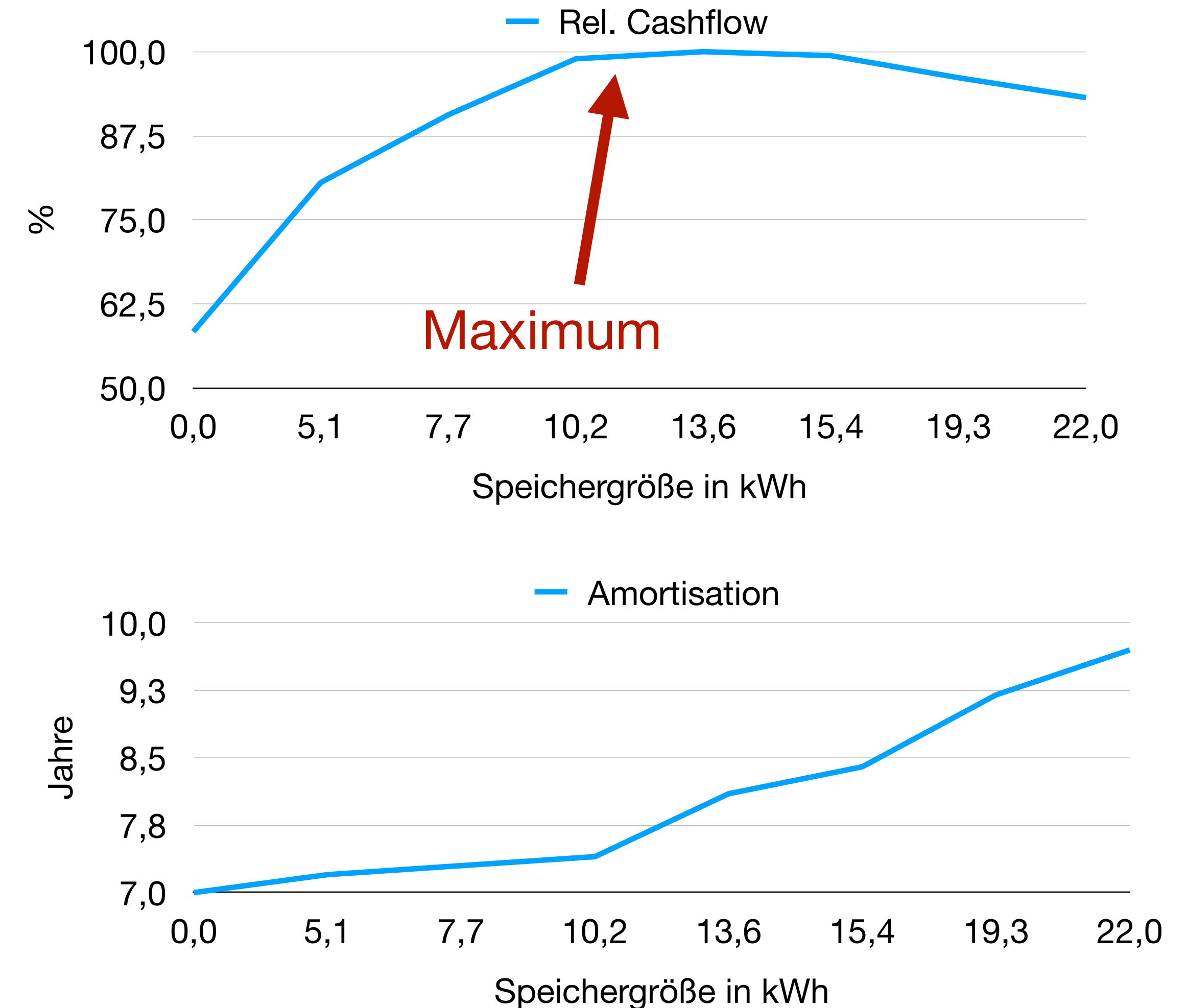
Faktor Größe PV-Speicher

Der PV-Speicher kann am Cashflow bewertet werden.

Es gilt:

- **Der Cashflow bildet ein Maximum aus. Dies kann als Kriterium für die Speichergröße herangezogen werden.**
- **Die Amortisation sinkt linear.**
- **Hier ist das Maximum nahe der von der HTW empfohlenen Speichergröße**

Verbrauch / 1000 in kWh



Sonstige Kosten

Weitere Kosten für die PV-Anlage werden bestimmt durch

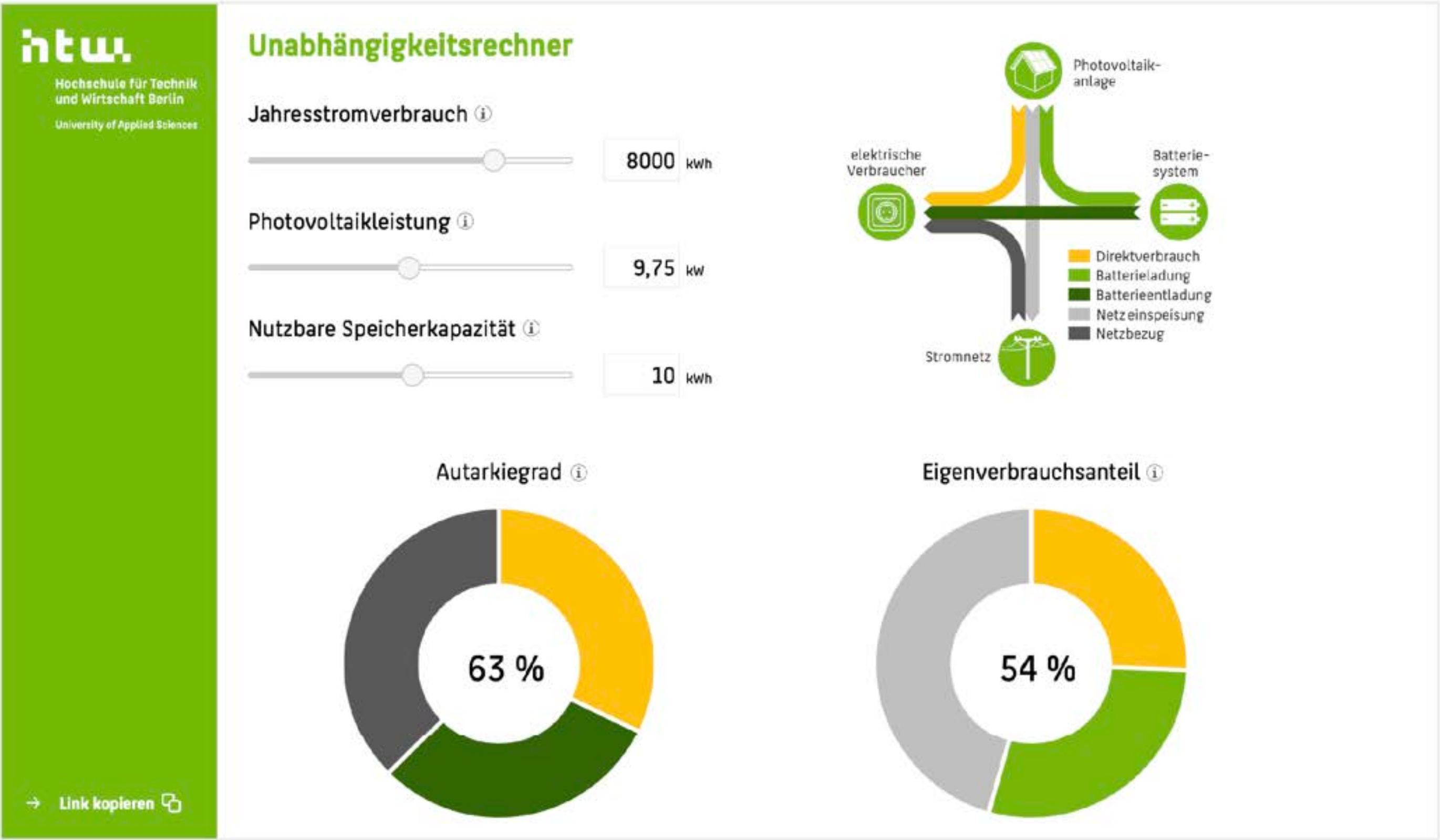
- Zweck der PV-Anlage
- Zähleranlage
- Größe der PV-Anlage
 - Anforderungen zur Direktvermarktung
 - Anforderungen an den Netzanschluss
 - Anforderungen an Blitz- und Brandschutz
- Kopplung an die Sektoren: Wärme und E-Mobilität.



Quelle: <https://pixabay.com/de/photos/stromzähler-strom-zahlen-energie-96863/>

Tools

Autarkiegrad - Unabhängigkeitsrechner der HTW



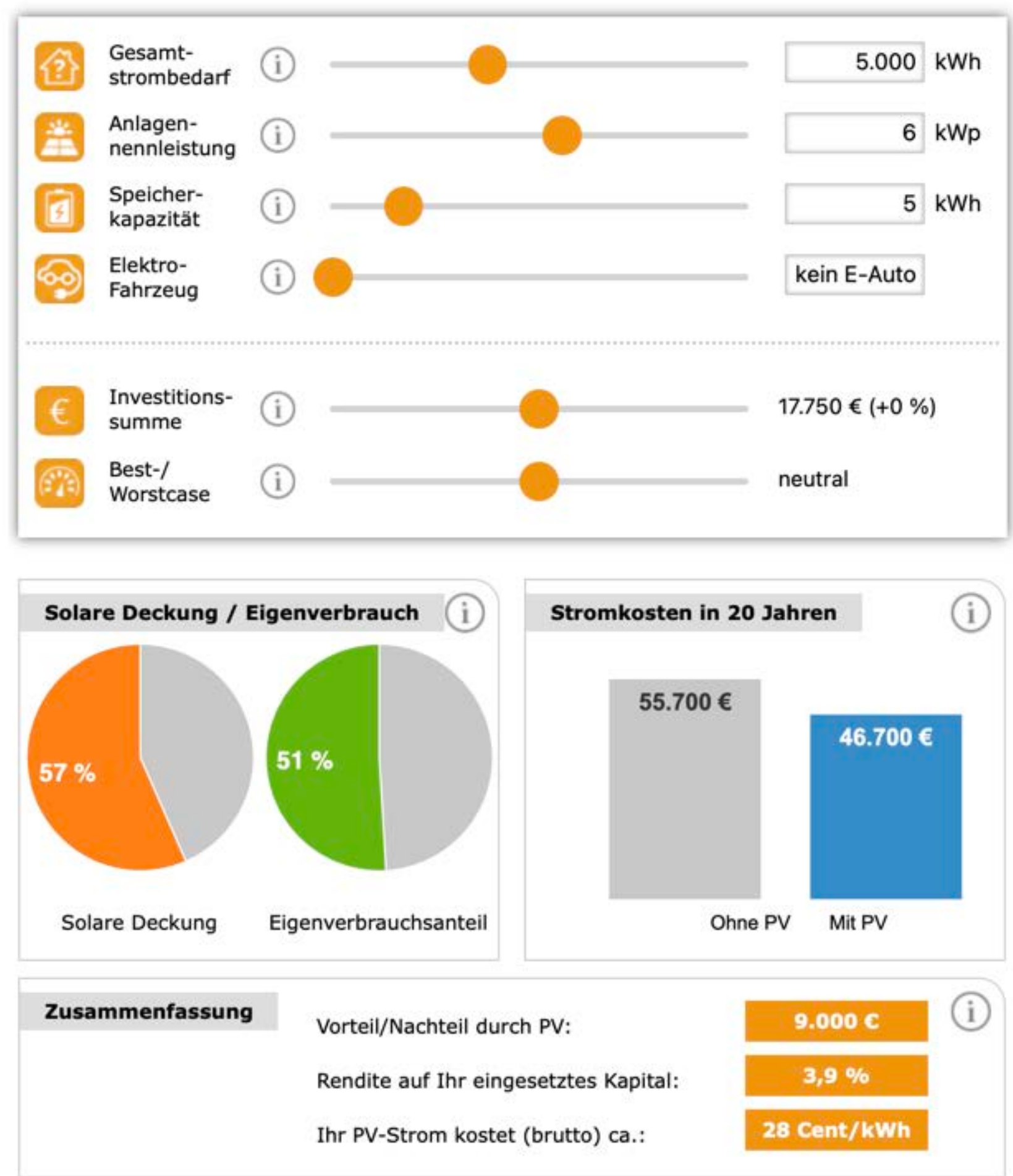
<https://solar.htw-berlin.de/rechner/unabhaengigkeitsrechner/>

pv@now der DGS Franken

Umfassendes web-basiertes Tool für die Berechnung von PV-Anlagen:

- Wirtschaftlichkeit
- Solare Deckung
- PV-Anlagen
- PV-Speicher
- Elektrofahrzeuge
- Mieterstromkalkulation

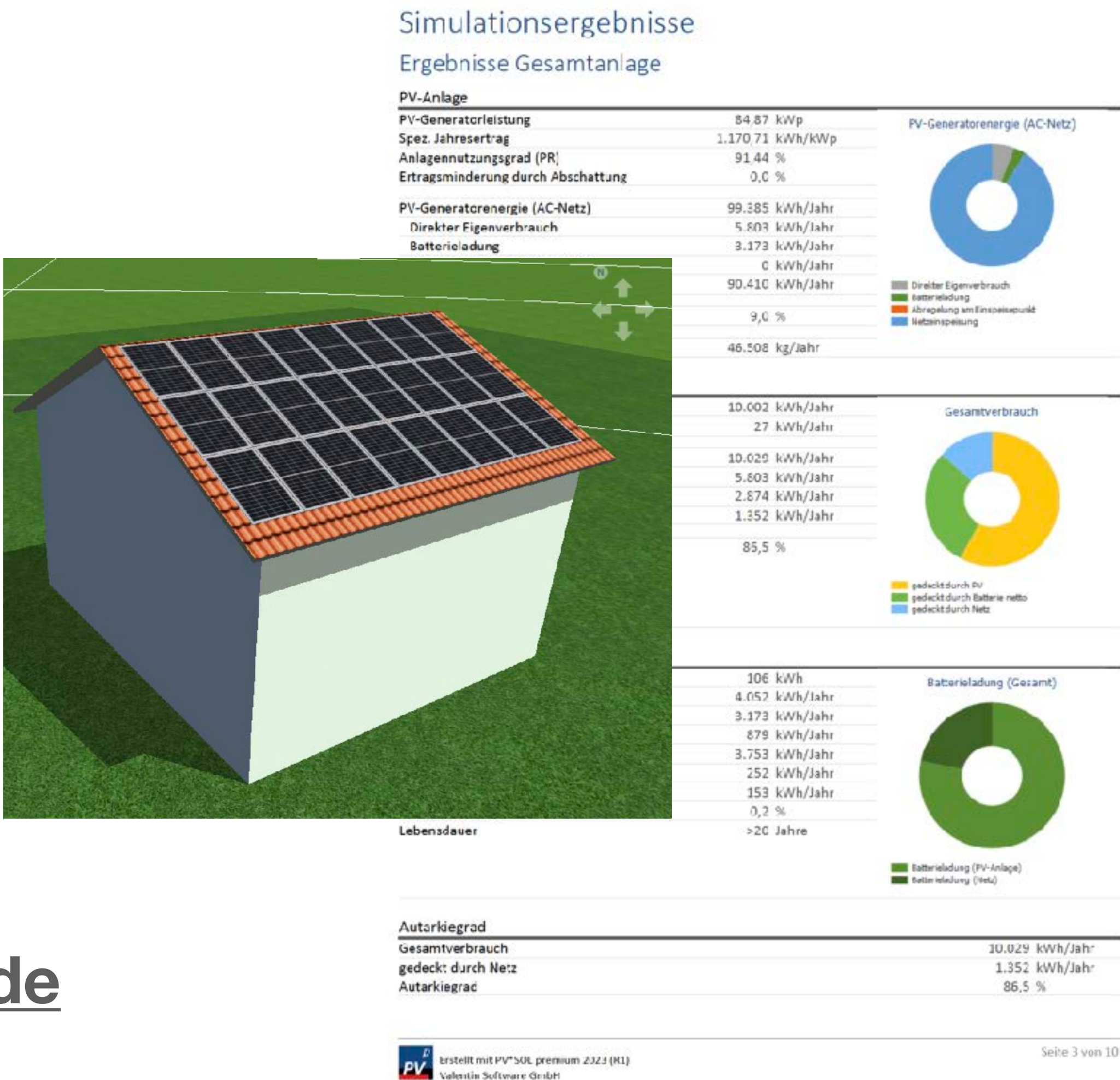
www.pv-now.de



Umfassende lokal zu installierende Software
(Windows-basiert)

- Konstruktion von Gebäuden, Freiflächen, ...
- Umfassenden Datenbank für PV-Komponenten
- Simulation
- Verschattungssimulation und -berechnung
- Umfassender Bericht zur Solaranlage
- Umfassender Bericht zur Wirtschaftlichkeit
- Elektrofahrzeuge

www.valentin-software.de



HOTTGENROTH (PV-Software-Pakete)

Umfassende lokal zu installierende Software
(Windows-basiert)

- Konstruktion von Gebäuden, ...
- Umfassenden Datenbank für PV-Komponenten
- Simulation
- Verschattungssimulation und -berechnung
- Umfassender Bericht zur Solaranlage
- Umfassender Bericht zur Wirtschaftlichkeit

HOTTGENROTH PV



PV-Start-Paket 1	PV-Start-Paket 2
MESSEN & BERECHNEN ✓ Gebäudeaufmaß, Bemaßung und Modul-Auslegung (SimpleMeasure App) ✓ Schnelle und einfache PV-Ertragsberechnung oder detaillierte PV-Simulation mit Batteriespeicherbetrachtung (PV-Planer)	MESSEN, BERECHNEN & ABWICKELN ✓ Gebäudeaufmaß, Bemaßung und Modul-Auslegung (SimpleMeasure App) ✓ Schnelle und einfache PV-Ertragsberechnung oder detaillierte PV-Simulation mit Batteriespeicherbetrachtung (PV-Planer) ✓ Kundenverwaltung, Auftragsmanagement und Abwicklung (Kaufmann)

Kontakt

Klaus-Peter Rosenthal
PV- und Mieterstromberater

Tel. 0172 103 51 26
experte@solarerlebensstil.de

Inspira tu Corazón GmbH

Wallbergstr. 16a
82194 Gröbenzell

www.solarerlebensstil.de



<https://pixabay.com/de/illustrations/banner-header-gesichter-silhouetten-1158382/>



Quellenangaben

Quellen

- PV*Sol, Simulation von PV-Anlagen, Valentin Software
- Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067-1 und VDI 6025
<https://www.youtube.com/watch?v=eo0M7E8AdN4>
- Schulungsunterlagen zur TÜV Zertifizierung
„Photovoltaik (PV) Sachkunde“
DGS Franken, Björn Hemman, Michael Vogtmann
- Autarkie-Rechner der HTW Berlin
<https://solar.htw-berlin.de/rechner/unabhaengigkeitsrechner/>
- Planung und Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Anlage
Verlag: Forum (www.forum-verlag.com)
- Jürgen K. Wittlinger
Photovoltaikanlagen im Steuerrecht
Verlag: Springer Gabler

Quellen

- Stromspeicherinspektion 2021 (jährlich aktualisiert)
PDF der HTW Berlin, <https://solar.htw-berlin.de/studien/speicher-inspektion-2021/>
- Team Zukunftsfelder und Innovation / MRN
 - Photovoltaikanlagen auf Mehrfamilienhäusern - wie funktioniert das?
<https://www.youtube.com/watch?v=8Uli9wtYc4>
- Steuerberater Mücke auf YouTube:
 - <https://www.youtube.com/c/SteuerberaterStefanMücke>
- Richtlinie Förderprogramm Klimaneutrale Gebäude (FKG):
 - <https://stadt.muenchen.de/infos/foerderprogramm-klimaneutrale-gebaeude.html>

Gesetzliche Grundlagen

- **EnWG - Energiewirtschaftsgesetz**
https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/EnWG.pdf
- **EEG - Erneuerbare-Energie-Gesetz**
https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2021.pdf
- **MaStRV - Verordnung für das zentrale elektronische Verzeichnis energiewirtschaftlicher Daten**
<https://www.gesetze-im-internet.de/mastrv/MaStRV.pdf>

Informationen der Bundesnetzagentur

- Leitfaden zur Eigenversorgung

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Eigenversorgung/Finaler_Leitfaden.pdf;jsessionid=843BF7EC232EB8AB2CC296B2168378FA?__blob=publicationFile&v=2

- Leitfaden zum Messen und Schätzen bei EEG-Umlagepflichten

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Hinweispapiere/Messen_Schaetzen.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Zum Autor

- Klaus-Peter Rosenthal, geb. 1967
- Dipl.-Ing(FH) für Elektrotechnik
- Seit 1993 Entwicklung, Beratung und Schulung in Bereichen Automotive, Maschinenbau und PV Speicher
- Sachkunde zertifiziert für PV Anlagen durch den TÜV Rheinland
- Ehrenamtlicher Berater des Bauzentrum München zu PV-Anlagen und -Speicher
- Beratungstätigkeiten zu PV-Anlagen
 - Grundsätzliche Beratung zu PV-Anlagen, Funktion, Aufbau und Richtlinien
 - Mieterstromberatung
 - Angebotsprüfung und -bewertung
 - Auslegung von PV-Anlagen und Simulationen, Wirtschaftlichkeits- und Verschattungsanalyse
 - Zugelassen für die Förderprogramme der LH München, FES und FKG (www.muenchen.de/fkg, www.muenchen.de/fes)



Rechtlicher Hinweis

Solarer Lebensstil ein Service der Inspira tu Corazon GmbH

- **ist nicht verantwortlich** für die rechtlichen korrekten **Inhalte anderer Unternehmen oder Privatpersonen** der **verlinkten Medien** wie Bücher, Webseiten oder Soziale Medien. Die verlinkten Inhalte sind sorgfältig ausgewählt und dienen einer Orientierung und Vertiefung zu den angesprochenen Inhalten.
- bietet ausgewählte Inhalte und ist stets bemüht den **aktuellen Stand der Technik/Wissenschaft wiederzugeben**.
- hält das **Copyright seiner Präsentationen**.
Sollten Sie Teile kopieren und zum eignen Zweck verwenden wollen, ist dies nur mit unserer schriftlichen Genehmigung möglich.