

Rechenblatt: Speicher- und PV-Dimensionierung für den Inselbetrieb

**So legen Sie Ihre Inselanlage realistisch aus – Schritt für Schritt, mit Winterwerten und
Sicherheitsreserven**

Für wen dieses Rechenblatt gedacht ist

Dieses Arbeitsblatt richtet sich an alle, die eine echte Inselanlage (ein PV-System ohne Anschluss an das öffentliche Stromnetz) planen. Ob Gartenhaus, Berghütte, Tiny House oder autarkes Wohnprojekt: Sie erfahren hier, wie Sie Speicher, PV-Leistung und Wechselrichter so dimensionieren, dass Ihr System auch an aufeinanderfolgenden sonnenarmen Wintertagen zuverlässig funktioniert. Füllen Sie die Felder direkt aus, rechnen Sie Ihre Werte durch und nutzen Sie die Checkliste am Ende als Planungsgrundlage. Der entscheidende Punkt bei der Dimensionierung einer Inselanlage: Sie planen nicht für den Durchschnitt, sondern für den schlimmsten Fall – denn es gibt kein Netz, das einspringt.

Wichtig: Die hier verwendeten Formeln sind bewusst vereinfacht. Sie berücksichtigen keine Leitungsverluste, keine Alterungseffekte des Speichers und keine Temperaturabweichungen der Module. In der Praxis erhöhen diese Faktoren den tatsächlichen Bedarf um typischerweise 10 bis 20 %. Die verbindliche Feinauslegung gehört in die Hände eines erfahrenen Fachbetriebs.

Schnell-Check: Bin ich bereit für die Auslegung?

Bevor Sie mit dem Rechnen beginnen: Prüfen Sie, ob Sie die nötigen Grundlagen haben. Wenn Sie mehr als zwei Punkte nicht abhaken können, lohnt es sich, zuerst die Grundlagen zu klären.

- ☐ Ich kenne den Unterschied zwischen Eigenverbrauchsoptimierung (möglichst viel selbst erzeugten Strom direkt nutzen) und echter Netzautarkie (vollständig ohne öffentliches Stromnetz leben).
- ☐ Ich weiß, welche Geräte meine Anlage versorgen soll.
- ☐ Ich kann die Leistungsangabe (Watt) meiner wichtigsten Geräte nachschlagen.
- ☐ Ich bin mir bewusst, dass 100 % Autarkie (vollständige Energieunabhängigkeit) erheblich teurer ist als eine netzgekoppelte Anlage mit hohem Eigenverbrauch.
- ☐ Ich habe eine ungefähre Vorstellung von meinem Standort und der dortigen Sonneneinstrahlung im Winter.

Ergebnis: Alle Haken gesetzt? Dann weiter zu Schritt 1. Weniger als drei? Informieren Sie sich zuerst über die Grundlagen – zum Beispiel im Wissensbereich von photovoltaik.info.

Schritt 1: Lastenaufstellung – Was verbrauchen Sie wirklich?

Listen Sie alle Geräte auf, die Ihre Anlage versorgen soll. Notieren Sie die Leistung (Watt, meist auf dem Typenschild angegeben), die tägliche Nutzungsdauer und berechnen Sie den Tagesverbrauch je Gerät.

Verbraucher	Leistung (Watt)	Nutzung pro Tag (Stunden)	Tagesverbrauch (Wh) = Leistung × Stunden
Kühlschrank	_____	_____	_____
Gefrierschrank	_____	_____	_____
Beleuchtung gesamt	_____	_____	_____
Waschmaschine	_____	_____	_____
Wasserpumpe / Brunnenpumpe	_____	_____	_____
Herd / Kochplatte	_____	_____	_____
TV / Unterhaltungselektronik	_____	_____	_____
Router / Kommunikation	_____	_____	_____
Heizungssteuerung / Umwälzpumpe	_____	_____	_____
Sonstiges 1: _____	_____	_____	_____
Sonstiges 2: _____	_____	_____	_____
Sonstiges 3: _____	_____	_____	_____
Summe Tagesverbrauch			_____ Wh = _____ kWh

Praxistipp: Watt-Angaben finden Sie auf dem Typenschild oder im Datenblatt. Bei Geräten, die nicht durchgängig laufen (z. B. Kühlschrank: Kompressor springt an und aus), rechnen Sie mit der vom

Hersteller angegebenen durchschnittlichen Tagesaufnahme, falls verfügbar. Im Zweifel lieber großzügig schätzen als zu knapp.

Ermittelter Tagesbedarf (Durchschnitt): _____ kWh/Tag

Winterzuschlag einrechnen

Im Winter steigt der Verbrauch: längere Beleuchtungszeiten, Heizungssteuerung, ggf. Zusatzgeräte. Rechnen Sie einen Zuschlag von 20 bis 30 % auf Ihren Durchschnittswert.

Winterzuschlag (20 bis 30 %): + _____ kWh/Tag

Tagesbedarf Winter (maßgeblich für die gesamte Auslegung): _____ kWh/Tag

Typischer Fehler: Durchschnitts-Denken

Die meisten Planungsfehler entstehen hier. Wer den Sommerdurchschnitt als Grundlage nimmt, unterschätzt den Winterbedarf um typischerweise 30 bis 50 %. Bei einer Inselanlage gibt es kein Netz als Puffer. Deshalb ist der Winterwert Ihre verbindliche Planungsgröße.

Schritt 2: Autarkietage festlegen – Wie lange ohne Sonne?

Autarkietage (auch Autonomietage genannt) sind die Anzahl aufeinanderfolgender Tage, an denen Ihr System ohne nennenswerte Sonneneinstrahlung allein aus dem Speicher versorgt werden muss. In Deutschland treten sogenannte Dunkelflauten (mehrtägige Perioden mit sehr geringer Sonneneinstrahlung und wenig Wind) vor allem im Dezember und Januar auf. Studien des Fraunhofer ISE zeigen, dass solche Phasen mehrere Tage andauern können.

Sicherheitsniveau	Autarkietage	Empfehlung
Basis (kostenoptimiert)	2 Tage	Nur bei sehr diszipliniertem Lastmanagement und vorhandenem Notstromgenerator
Standard	3 Tage	Guter Kompromiss aus Sicherheit und Kosten für die meisten Anwendungen
Hohe Sicherheit	4 bis 5 Tage	Für kritische Versorgung oder Standorte ohne schnelle Hilfe (Berghütte, abgelegenes Grundstück)

Meine gewählte Anzahl Autarkietage: _____ Tage

Entscheidungshilfe:

- Wenn Sie einen Notstromgenerator (Backup-Stromerzeuger mit Kraftstoff) als Rückfallebene einplanen → 2 bis 3 Tage können ausreichen.
- Wenn Sie keinen Generator haben und der Standort schwer erreichbar ist → mindestens 4 Tage einplanen.
- Wenn lebenswichtige Systeme versorgt werden (Heizung, medizinische Geräte) → 5 Tage oder mehr, plus separater Backup-Plan.

Schritt 3: Speicherkapazität berechnen

Hier ermitteln Sie, wie groß Ihr Batteriespeicher sein muss. Die Formel berücksichtigt, dass ein Speicher nie vollständig entladen werden sollte – die sogenannte Entladetiefe (DoD, Depth of Discharge: der Anteil der Gesamtkapazität, den Sie tatsächlich nutzen können, ohne den Speicher zu schädigen) begrenzt die nutzbare Kapazität.

Formel

Benötigte Bruttokapazität (kWh) = Tagesbedarf Winter (kWh) × Autarkietage ÷ Entladetiefe (DoD als Dezimalwert)

Teilschritt A: Nettokapazität

_____ kWh (Tagesbedarf Winter) × _____ Tage (Autarkietage) = _____ kWh (netto, tatsächlich benötigte Energiemenge)

Teilschritt B: Bruttokapazität

_____ kWh (netto) ÷ _____ (DoD als Dezimalwert, z. B. 0,90 für 90 %) = _____ kWh (brutto – diese Zahl bestimmt die zu bestellende Speichergröße)

Entladetiefen nach Speichertechnologie

Speichertechnologie	Typische Entladetiefe (DoD)	Besondere Eigenschaft für Inselbetrieb
LiFePO4 (Lithium-Eisenphosphat, eine besonders langlebige Lithium-Variante)	90 bis 100 % (Herstellerangaben variieren)	Hohe Zyklenfestigkeit, gut geeignet für tägliche Tiefentladung
NMC / Lithium-Ionen allgemein (verbreitete Lithium-Variante, z. B. in E-Autos)	80 bis 90 %	Etwas höhere Energiedichte, aber geringere Zyklenfestigkeit als LFP

Speichertechnologie	Typische Entladetiefe (DoD)	Besondere Eigenschaft für Inselbetrieb
Blei-Säure / AGM / Gel (klassische Batterietechnologie)	50 bis 60 %	Niedrigerer Anschaffungspreis, aber deutlich größer und schwerer, kürzere Lebensdauer bei tiefen Zyklen

Hinweis zur Vereinfachung: Diese Berechnung berücksichtigt keine Alterung des Speichers (Kapazitätsverlust über die Nutzungsjahre, typischerweise 10 bis 20 % nach etwa 10 Jahren je nach Technologie und Nutzung) und keine Systemverluste durch Wechselrichter und Leitungen (typischerweise 5 bis 15 %). In der Praxis sollten Sie deshalb bei der Bruttokapazität einen weiteren Aufschlag von circa 10 bis 20 % einplanen oder diesen Punkt mit Ihrem Fachbetrieb besprechen.

Ergebnis: Benötigte Speicherkapazität (brutto): _____ kWh

Schritt 4: PV-Leistung für den Wintertag berechnen

Die PV-Anlage muss an einem durchschnittlichen Wintertag genug Strom erzeugen, um sowohl den Tagesbedarf zu decken als auch den Speicher nachzuladen. Die Berechnung basiert auf dem spezifischen Ertrag (kWh pro kWp installierter Leistung und Tag) für Ihren Standort im ungünstigsten Monat.

Formel

Benötigte PV-Leistung (kWp) = Tagesbedarf Winter (kWh) ÷ Erwarteter Ertrag im Winter (kWh/kWp/Tag)

Regionale Richtwerte für den Winterertrag (Dezember/Januar)

Region / Jahreszeit	Ertrag pro kWp und Tag (grober Richtwert)
Norddeutschland, Dezember/Januar	ca. 0,3 bis 0,5 kWh/kWp
Süddeutschland, Dezember/Januar	ca. 0,4 bis 0,6 kWh/kWp
Durchschnitt Sommermonat (nur zum Vergleich)	ca. 4 bis 5 kWh/kWp

Diese Richtwerte stammen aus langjährigen Einstrahlungsdaten und werden von Institutionen wie dem Fraunhofer ISE und dem Deutschen Wetterdienst (DWD) veröffentlicht. Die tatsächlichen Werte hängen stark von Ausrichtung, Neigung, Verschattung und lokalen Wetterbedingungen ab.

Rechnung

_____ kWh (Tagesbedarf Winter) ÷ _____ kWh/kWp (regionaler Winterertrag) = _____ kWp

Ergebnis (Rohwert): _____ kWp

Sicherheitsaufschlag

Die obige Berechnung deckt nur den Tagesbedarf. Sie berücksichtigt nicht, dass der Speicher nach einer sonnenarmen Phase vollständig nachgeladen werden muss. Außerdem sind Verluste durch Verschattung, Schneebedeckung, Moduldegradation (natürliche Leistungsminderung der Solarmodule über die Jahre) und Leitungsverluste nicht eingerechnet. Deshalb empfehlen erfahrene Planer einen Aufschlag von 20 bis 40 % auf den reinen Rechenwert.

_____ kWp (Rohwert) $\times$ 1,___ (Aufschlagfaktor, z. B. 1,30 für 30 %) = _____ kWp

PV-Leistung inklusive Sicherheitsaufschlag: _____ kWp

Typischer Fehler: Auslegung nach Sommerertrag

Wer die PV-Leistung nach Sommerwerten bemisst, hat im Winter nur einen Bruchteil des benötigten Stroms. Der Unterschied zwischen Sommer- und Winterertrag in Deutschland beträgt typischerweise den Faktor 8 bis 12. Bei einer Inselanlage ist der Winter der entscheidende Engpass – nicht der Sommer.

Schritt 5: Wechselrichter-Leistung prüfen

Der Off-Grid-Wechselrichter (Inselwechselrichter, wandelt den Gleichstrom aus Speicher und Modulen in Wechselstrom für Ihre Geräte um) ist bei einer Inselanlage Ihr Stromnetz. Er muss zwei Anforderungen gleichzeitig erfüllen:

1. **Dauerleistung:** Die Summe aller Geräte, die gleichzeitig laufen.
2. **Spitzenleistung (Surge):** Der kurzzeitige Anlaufstrom von Motoren. Geräte wie Pumpen, Kompressoren oder Elektrowerkzeuge benötigen beim Start oft das 2- bis 3-Fache ihrer Nennleistung für einige Sekunden.

Gleichzeitig laufende Geräte	Nennleistung (W)	Anlaufleistung (W, falls Motorgerät)
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
Summe Spitzenlast	_____ W	_____ W

Benötigte Wechselrichter-Dauerleistung: _____ kW

Benötigte Wechselrichter-Spitzenleistung (Surge): _____ kW

Typischer Fehler: Anlaufstrom ignoriert

Wenn die Brunnenpumpe beim Einschalten kurzzeitig 3.000 W zieht, der Wechselrichter aber nur 2.500 W Spitzenleistung liefern kann, schaltet sich das gesamte System ab. Das ist kein Defekt, sondern ein Auslegungsfehler. Prüfen Sie bei jedem Motorgerät die Anlaufleistung – sie steht im Datenblatt oder lässt sich beim Hersteller erfragen.

Praxisbeispiel: Dimensionierung für ein kleines Gartenhaus in Norddeutschland

Dieses Beispiel zeigt, wie die Schritte 1 bis 5 zusammenhängen. Die Werte sind fiktiv, aber realistisch gewählt, um das Vorgehen zu veranschaulichen.

Ausgangslage: Gartenhaus, ganzjährige Nutzung an Wochenenden und Ferienzeiten. Kein Netzanschluss. Standort: Schleswig-Holstein.

Parameter	Wert
Tagesbedarf (Durchschnitt)	3,0 kWh/Tag
Winterzuschlag (25 %)	+ 0,75 kWh/Tag
Tagesbedarf Winter	3,75 kWh/Tag
Gewählte Autarkietage	3 Tage
Nettokapazität ($3,75 \times 3$)	11,25 kWh
DoD (LiFePO ₄ , angenommen 90 %)	0,90
Bruttokapazität ($11,25 \div 0,90$)	12,5 kWh
Winterertrag Norddeutschland (unterer Richtwert)	0,3 kWh/kWp/Tag
PV-Rohwert ($3,75 \div 0,3$)	12,5 kWp
Sicherheitsaufschlag (30 %)	+ 3,75 kWp
PV-Leistung mit Aufschlag	ca. 16,3 kWp

Was dieses Beispiel zeigt: Selbst für ein kleines Gartenhaus mit moderatem Verbrauch ergeben sich bei konsequenter Winterauslegung erhebliche Anlagengrößen. Der Unterschied zur Sommerauslegung ist gravierend: Im Sommer würden rechnerisch ca. 1 kWp ausreichen. Das verdeutlicht, warum der Winter der Dimensionierungsengpass ist.

Wichtig: Dieses vereinfachte Beispiel berücksichtigt keine Systemverluste, keine Speicheralterung und keine Verschattung. Die tatsächlich benötigte Anlage kann in der Praxis noch größer ausfallen. Bei einem Projekt dieser Größenordnung ist eine professionelle Planung durch einen auf Inselanlagen spezialisierten Fachbetrieb unverzichtbar.

Warum diese Berechnung für Ihre Energieunabhängigkeit entscheidend ist

Die zentrale Entscheidung bei einer Inselanlage ist nicht, ob Sie Photovoltaik nutzen – sondern ob Ihre Anlage auch dann zuverlässig funktioniert, wenn es darauf ankommt: im dunkelsten Monat des Jahres, nach mehreren Tagen ohne Sonne. Genau das unterscheidet eine echte Insellösung von einer netzgekoppelten Anlage mit Speicher. Wer diesen Unterschied in der Planung nicht berücksichtigt, steht im entscheidenden Moment ohne Strom da. Dieses Rechenblatt zwingt Sie dazu, vom Worst Case her zu denken – und genau das ist der Kern einer soliden Autarkie-Planung.

Checkliste: Vor der Bestellung prüfen

Gehen Sie diese Liste durch, bevor Sie ein Angebot einholen oder Komponenten bestellen. Jeder nicht abgehakte Punkt ist ein potenzielles Planungsrisiko.

Dimensionierung

- ☐ Tagesbedarf inklusive Winterzuschlag berechnet (nicht Sommerdurchschnitt)
- ☐ Autarkietage bewusst gewählt und begründet (nicht einfach Standardwert übernommen)
- ☐ Speicherkapazität unter Berücksichtigung der tatsächlichen Entladetiefe (DoD) der gewählten Technologie berechnet
- ☐ PV-Leistung auf Basis der winterlichen Sonnenstunden kalkuliert, nicht auf Jahresdurchschnitt
- ☐ Sicherheitsaufschlag für PV-Nachladung und Verluste eingeplant (mindestens 20 bis 30 %)
- ☐ Systemverluste und Speicheralterung als zusätzliche Reserven berücksichtigt oder mit dem Fachbetrieb besprochen

Wechselrichter und Anlaufströme

- ☐ Anlaufstrom aller Motorgeräte (Pumpe, Kompressor, Werkzeuge) geprüft
- ☐ Wechselrichter-Spitzenleistung (Surge) ausreichend für gleichzeitigen Anlauf dimensioniert
- ☐ Wechselrichter ist als Off-Grid- / Insel-Wechselrichter geeignet (nicht jeder Hybrid-Wechselrichter kann echten Inselbetrieb)

Installation und Sicherheit

- ☐ Platzbedarf und Belüftung für den Speicher geklärt (LiFePO₄-Speicher benötigen typischerweise frostfreie, trockene Aufstellung)
- ☐ Brandschutzanforderungen für die gewählte Speichertechnologie geprüft
- ☐ Notstromgenerator als Backup für Extremfälle in Erwägung gezogen
- ☐ VDE-Normen (insbesondere VDE 0100-551 für die Errichtung von Niederspannungsanlagen mit Eigenerzeugung und VDE-AR-E 2510-2 für stationäre Batteriespeicher) mit dem Installateur besprochen

Beauftragung

- ☐ Angebot von einem auf Inselanlagen spezialisierten Fachbetrieb eingeholt (nicht nur von einem Standard-PV-Installateur)
- ☐ Herstellerangaben zu Garantie, Zyklusfestigkeit und nutzbarer Kapazität des Speichers verglichen
- ☐ Gesamtkosten inklusive Installation, Verkabelung und ggf. Generator kalkuliert

Ihre nächsten Schritte

Angebote vergleichen: Holen Sie sich bis zu drei kostenlose Angebote von geprüften Fachfirmen, die Erfahrung mit Inselanlagen haben – direkt über den Anbietervergleich von photovoltaik.info.

Fachbetrieb vor Ort beauftragen: Nehmen Sie Ihre ausgefüllten Ergebnisse aus diesem Rechenblatt mit zum Beratungsgespräch. Ein auf Inselsysteme spezialisierter Elektrofachbetrieb kann auf dieser Basis die Feinauslegung vornehmen, Leitungsquerschnitte berechnen und die Installation nach VDE-Normen sicherstellen.

Dieses Rechenblatt ausdrucken oder abspeichern. Sie werden es bei der Angebotseinholung und Fachberatung als Referenz brauchen.

photovoltaik.info

Ihr unabhängiges Fachportal für Photovoltaik – von der ersten Idee bis zur fertigen Anlage.

→ <https://www.photovoltaik.info>

Weitere PDFs und Rechenhilfen kostenlos im Download-Bereich:

JvGLabs – AI visibility architecture

Kostenloser Angebotsvergleich

Viele weitere PDFs kostenlos im Download-Bereich