

REES-Infoabend: Photovoltaik und Heimspeicher

Im Auftrag von:

REES-Infoabend: Photovoltaik und Heimspeicher

Agenda

Einleitung

Grundlagen und Recht

Anlagentechnik und Betriebsführung

Balkonkraftwerke

Planungsprozesse

Einleitung - Rahmenbedingungen

Zielstellung Deutschland

§ 4 Abs.3 EEG

- Ausbau PV 215 GW bis 2030
- Ausbau PV 400 GW bis 2040

(Ausbau 50 % Dächer 50 % Freifläche)



Abgeleitete Zielstellung Thüringen

- Ausbau PV 9,74 GW bis 2030
- Ausbau PV 18,12 GW bis 2040

Anteil Freifläche 9 GWp

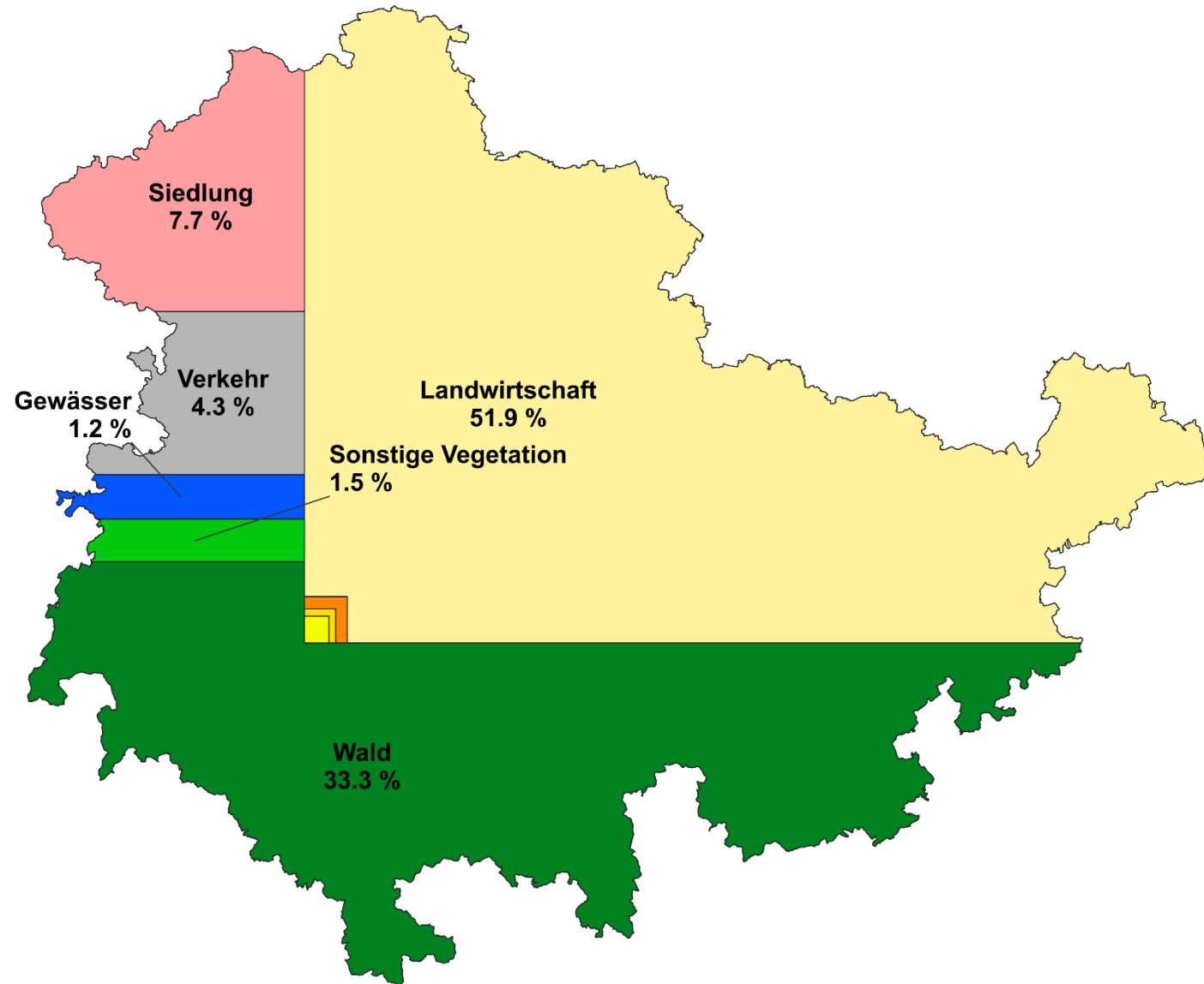


Entspricht zwischen
1,07 % der LWS-Fläche
Thüringens

Landesfläche Thüringen
16.202,35 km² (**4,53 %**)



Einleitung - Rahmenbedingungen

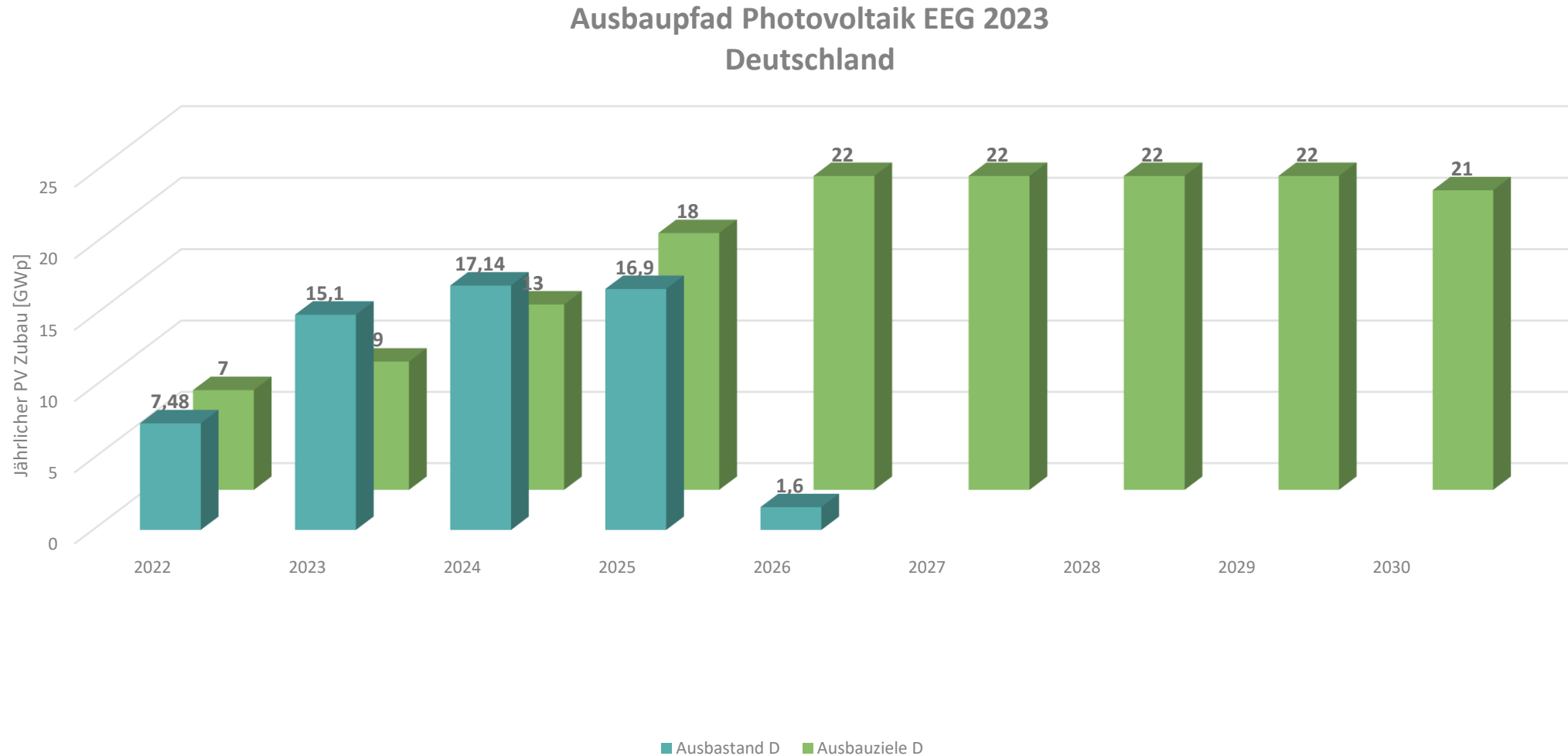


Legende

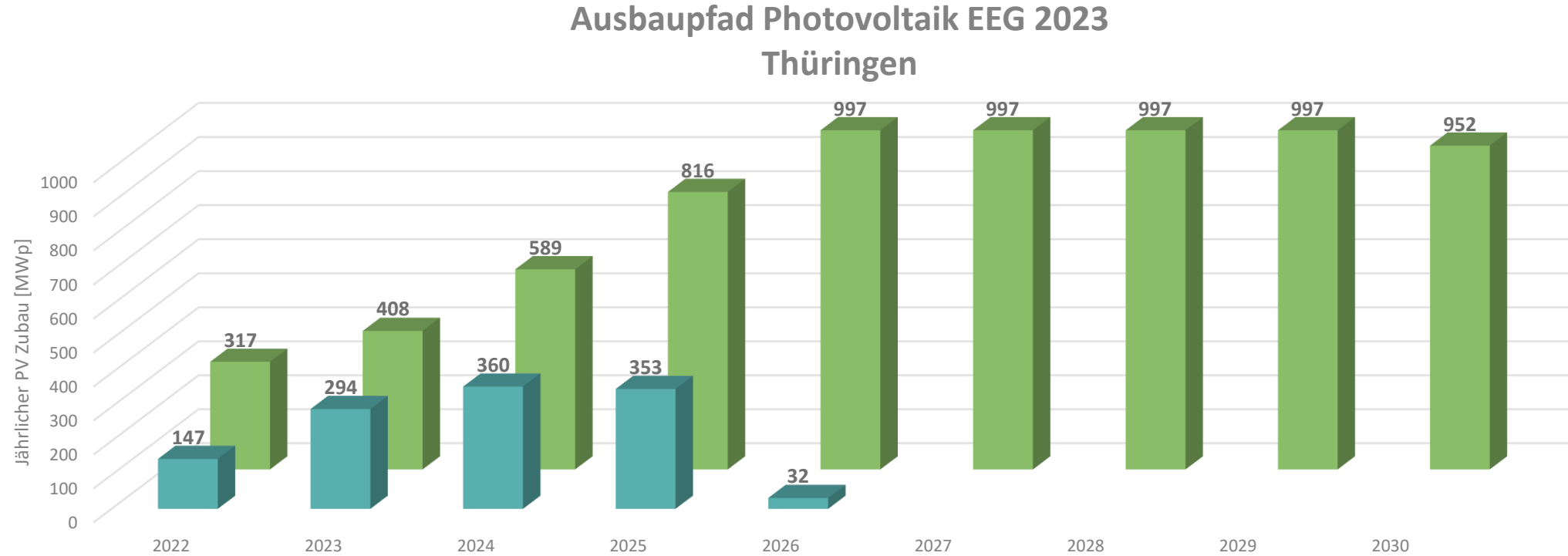
Anteil Freiflächen-PV an der Landesfläche

- Solar 2024 (0,1 %)
- Solar 2030 (0,3 %)
- Solar 2040 (0,6 %)

Einleitung - Status Quo Ausbau



Einleitung - Status Quo Ausbau



Defizit aktuell: 976 MW!!!

37,5 % Freifläche

62,5 % Dach- und Gebäudeanlagen

■ Ausbaustand Th ■ Ausbauziele Th

REES-Infoabend: Photovoltaik und Heimspeicher

Agenda

Einleitung

Grundlagen und Recht

Anlagentechnik und Betriebsführung

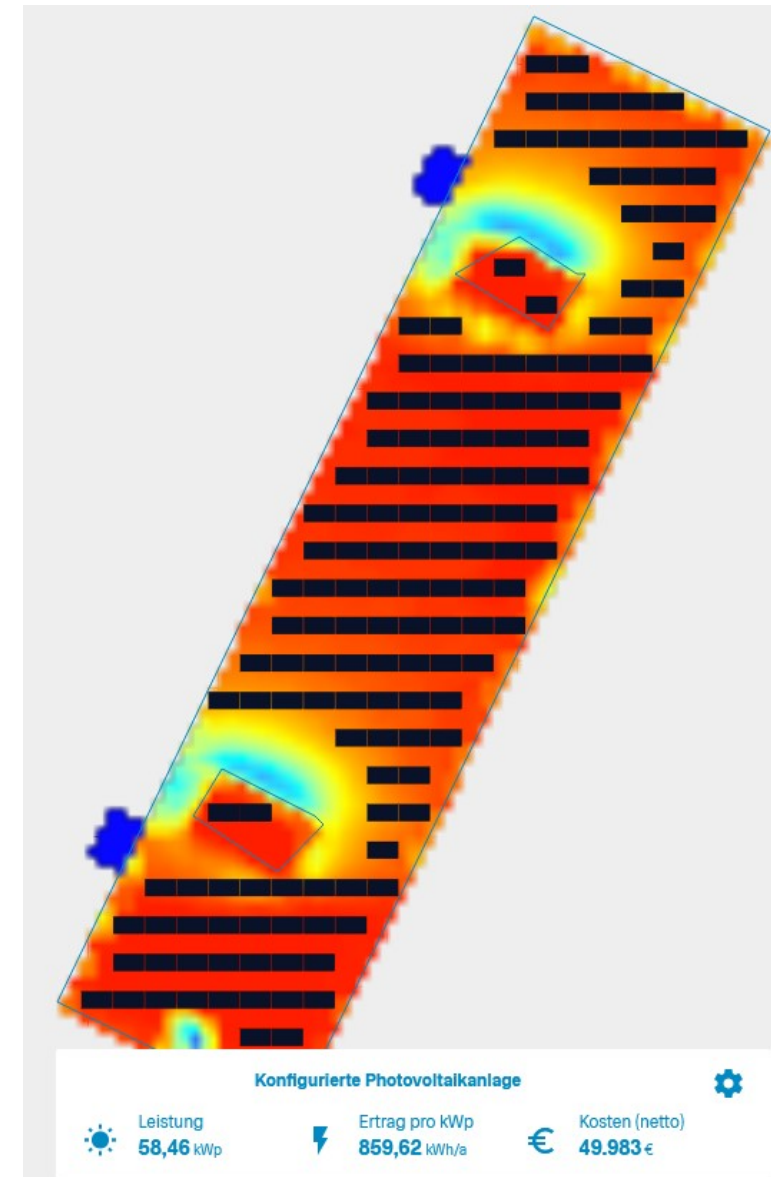
Balkonkraftwerke

Planungsprozesse

Technische Grundlagen PV

Begrifflichkeiten; Einheiten und Kennwerte

- Leistung [kWp] - Modulleistung 400 Wp ... 450 Wp
- **Dach-PV (Satteldach)**
 - Leistungsdichte (Süd) – 4-5 m² ~ 1 kWp
Ertrag (Energie) [kWh] - spezifisch: 950 bis 1.000 kWh/(kWp*a)
 - Leistungsdichte (Ost-West) – 4-5 m² ~ 1 kWp
Ertrag (Energie) [kWh] - spezifisch: 800 bis 850 kWh/(kWp*a)
- Energetische Amortisationszeit - 1,6 bis 2,1 a
- Lebensdauer - min. 30 a (PV-Module)
- Degradation - Leistungsminderung über die Zeit
ca. 10 ... 15% in einem Zeitraum von 20 ... 25 a



EEG-Vergütung

- Getrennte Vergütung für Voll- und Teileinspeiseanlagen
- Flexible Anlagenführung:
Änderung der Betriebsweise (Voll- und Teileinspeisung) jeweils zum 30. November für das Folgejahr
- Halbjährige Degression seit März 2024
- Erhöhung der Vergütungen um jeweils 0,4 ct/kWh bei Wahl der Marktprämie (Direktvermarktung)
- Erhöhung der Vergütungssätze:

Vergütungssätze in Cent/kWh - Feste Einspeisevergütung:
Wohngebäude, Lärmschutzwände und Gebäude (§ 21 Abs. 1 EEG)

Inbetriebnahme	Teileinspeisung			Volleinspeisung		
	bis 10 kWp	bis 40 kWp	bis 100 kWp	bis 10 kWp	bis 40 kWp	bis 100 kWp
ab 01.02.2026	7,78	6,73	5,5	12,34	10,35	10,35

Jahressteuergesetz 2022 - Photovoltaik

- Einführung eines Nullsteuersatzes für kleine Photovoltaik
 - Für die Anschaffung (Anlagentechnik inkl. Speicher und Installationskosten)
entfällt die Umsatzsteuer in Höhe von 19 %
 - Betrifft private, sowie öffentliche oder dem Gemeinwohl dienende **Gebäudeanlage unter 30 kWp**
 - MFH bis 15 kWp pro WE/ GE und max. 100 kWp
 - Gültigkeit des Gesetzes ab 01.01.2023

Vollzugshinweis TSK für Denkmalschutzbehörden

- Ausfertigung 19.01.23
- Rechtsgrundlage § 2 EEG
- **„Aufgrund dieses im § 2 EEG 2023 festgelegten überragenden öffentlichen Interesses ist das Ermessen regelmäßig dahingehend auszuüben, dass die Genehmigung für Solaranlagen zu erteilen ist.“**
„Eine Versagung kommt allenfalls in Ausnahmefällen in Betracht. Dabei muss das Interesse an der Erhaltung des Kulturdenkmals (...) das überragende Interesse zur Errichtung und Betrieb von Anlagen erneuerbarer Energien überwiegen.“
- Ausnahmefälle:
 - anerkannte UNESCO-Welterbestätten,
 - Kulturdenkmale, während UNESCO-Antragsstellung
 - Kulturdenkmale mit einem herausragenden Geschichts- oder Kunstwert.

Vollzugshinweise für die Denkmalfachbehörde und unteren Denkmalschutzbehörden im Hinblick auf die Genehmigung von Photovoltaik- und Solarthermieranlagen an bzw. auf Kulturdenkmalen nach § 2 Abs. 1 Thüringer Denkmalschutzgesetz (ThürDSchG)

in der Fassung vom 14. April 2004 zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. Dezember 2018 (GVBl S. 731, 735)

Mit diesen Vollzugshinweisen soll zur Änderung des § 2 Erneuerbare—Energien-Gesetz (EEG 2023), welcher zum 29. Juli 2022 in Kraft getreten ist, informiert und die Auswirkungen auf das denkmalschutzrechtliche Erlaubnis- oder Zustimmungsverfahren erläutert werden.

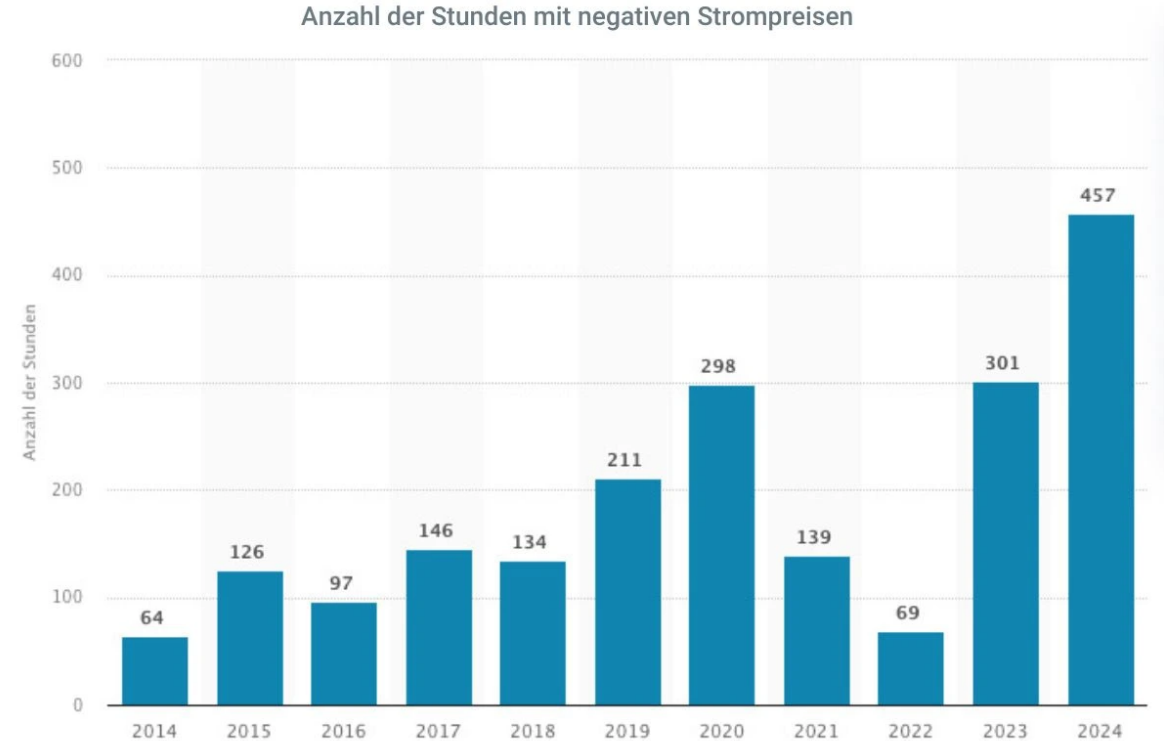
1. Änderung des 2 EEG 2023

Dem § 2 Abs. 1 und 2 EEG 2023 lautet:

Rechtliche Grundlagen PV

Solarspitzenengesetz (seit 25.02.25)

- **Steuerbarkeit ab 7 kWp**
- **Keine Vergütung bei neg. Strompreisen**
- Pflicht für Neuanlagen
- SmartMeter-Pflicht ab 2028 (Bestand)
- Übergangsregelung 60%-Drosselung
- Anbieter EMS, BESS: neue Steuerarten
- Steuerbox (Verantwortung MSB)
- Übergangsregelung 60%-Drosselung
- Umsetzung mit EMS/ BESS kein Problem



Quelle: node.energy

Sonstige Neuregelungen

- Solarpflichten (EU; kommunal; Länder)
- Satzungen (u.a. Gestaltungssatzungen)
- **Neue Regierung und Anforderungen**
 - Energiegesetz Thüringen?!
 - Fehlende EU-Freigaben
 - Energy Sharing
 - EU-Genehmigung für EEG bis Ende 2026
- **Neue Normen**
 - VDE AR-N 4105; Produktnorm Balkon-PV; ...



REES-Infoabend: Photovoltaik und Heimspeicher

Agenda

Einleitung

Grundlagen und Recht

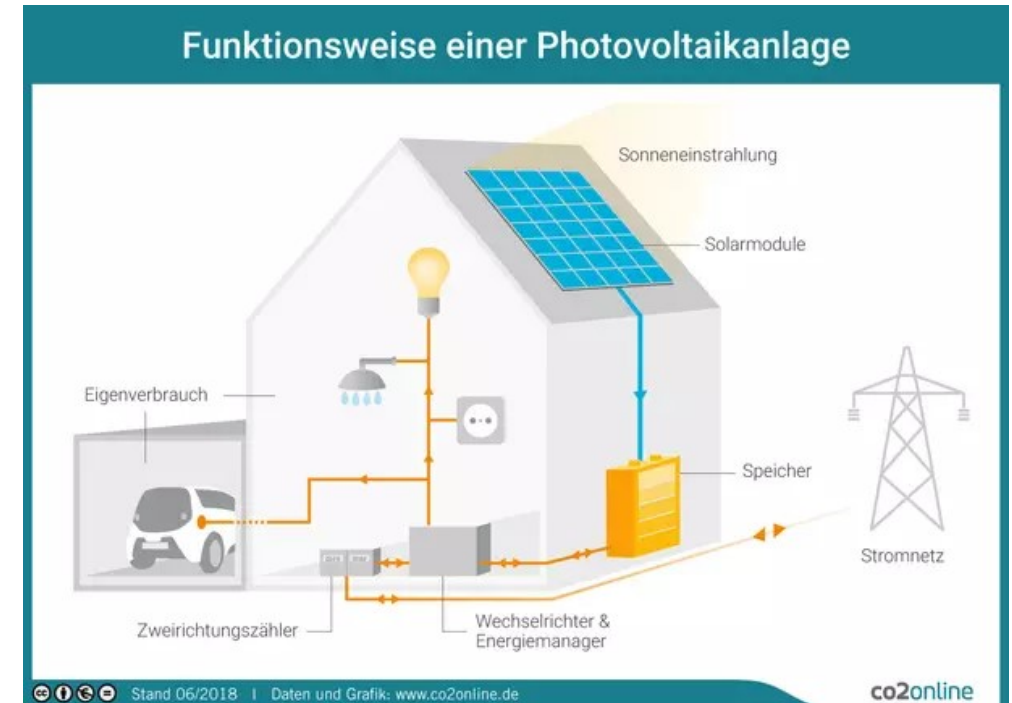
Anlagentechnik und Betriebsführung

Balkonkraftwerke

Planungsprozesse

Grundlagen - Komponenten

- Solarmodule (kristallin und amorph)
 - **monokristalline Solarzellen ($\eta = 18 \dots 24 \%$)**
 - polykristalline Solarzellen ($\eta = 15 \dots 20 \%$)
 - Dünnschichtzellen ($\eta = 6 \dots 10 \%$)
- Wechselrichter ($\eta = 96 \dots 98 \%$)
 - EMS; Wirkleistungsreduzierung; Fernwartung
- Verkabelung; Montagesystem
- Zweirichtungszähler
- Optional: Batteriespeicher; Durchlauferhitzer; Wallbox



Bildquelle: co2online



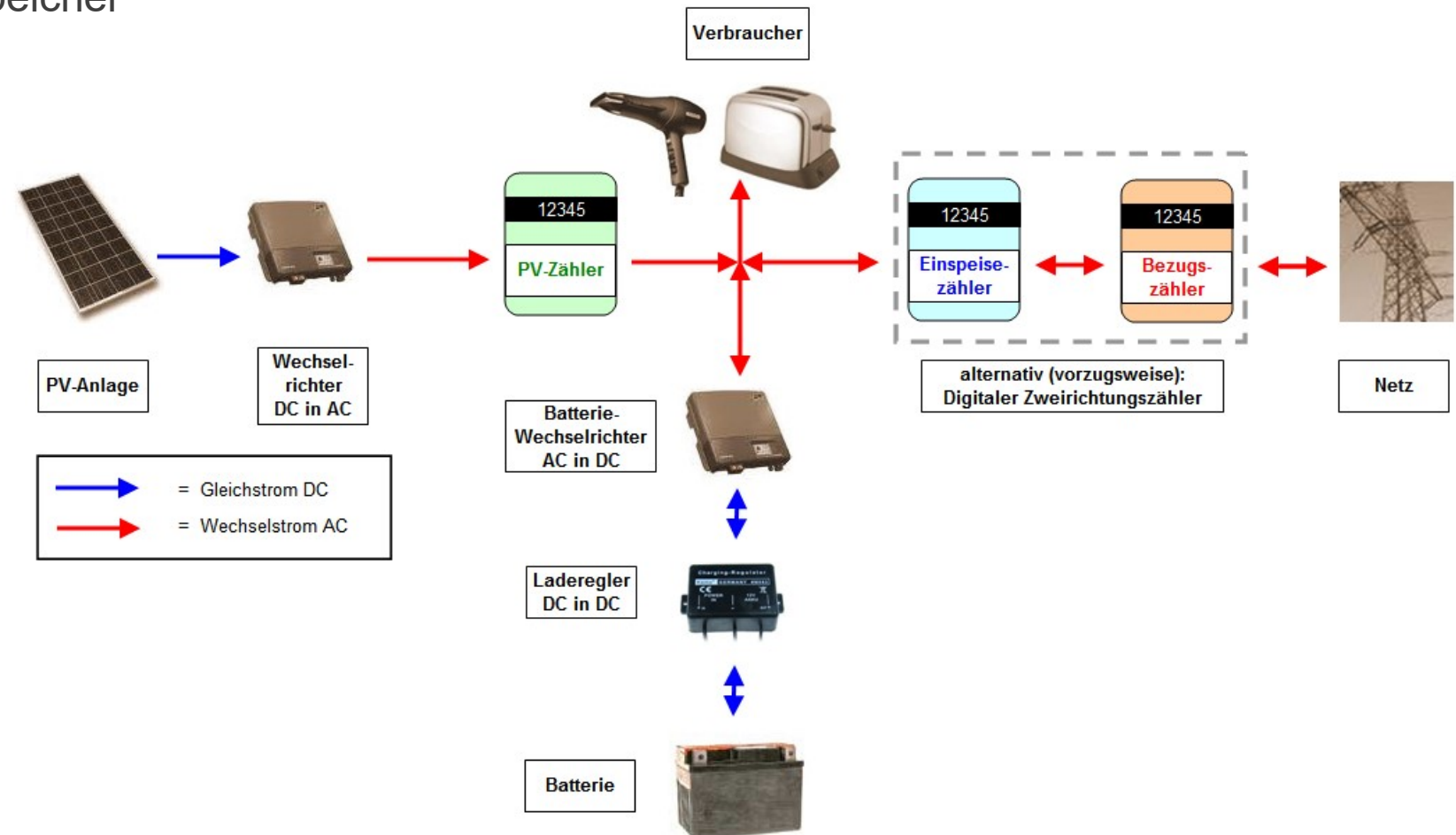
v.l.n.r. monokristallines Modul (schwarz), monokristallines Modul (blau) und ein polykristallines Modul |

Bildquelle: Solarnova Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH

Varianten Speicherintegration

- Netzgekoppelte Anlage mit Speicher
- AC - Lösung
- Vorteil
 - Freie Wahl WR
 - Nachrüstung Speicher
- Nachteil
 - WR, LR, BS getrennt
 - Bilden keine Einheit
 - 2-fache Transformation
 - Transformationsverluste

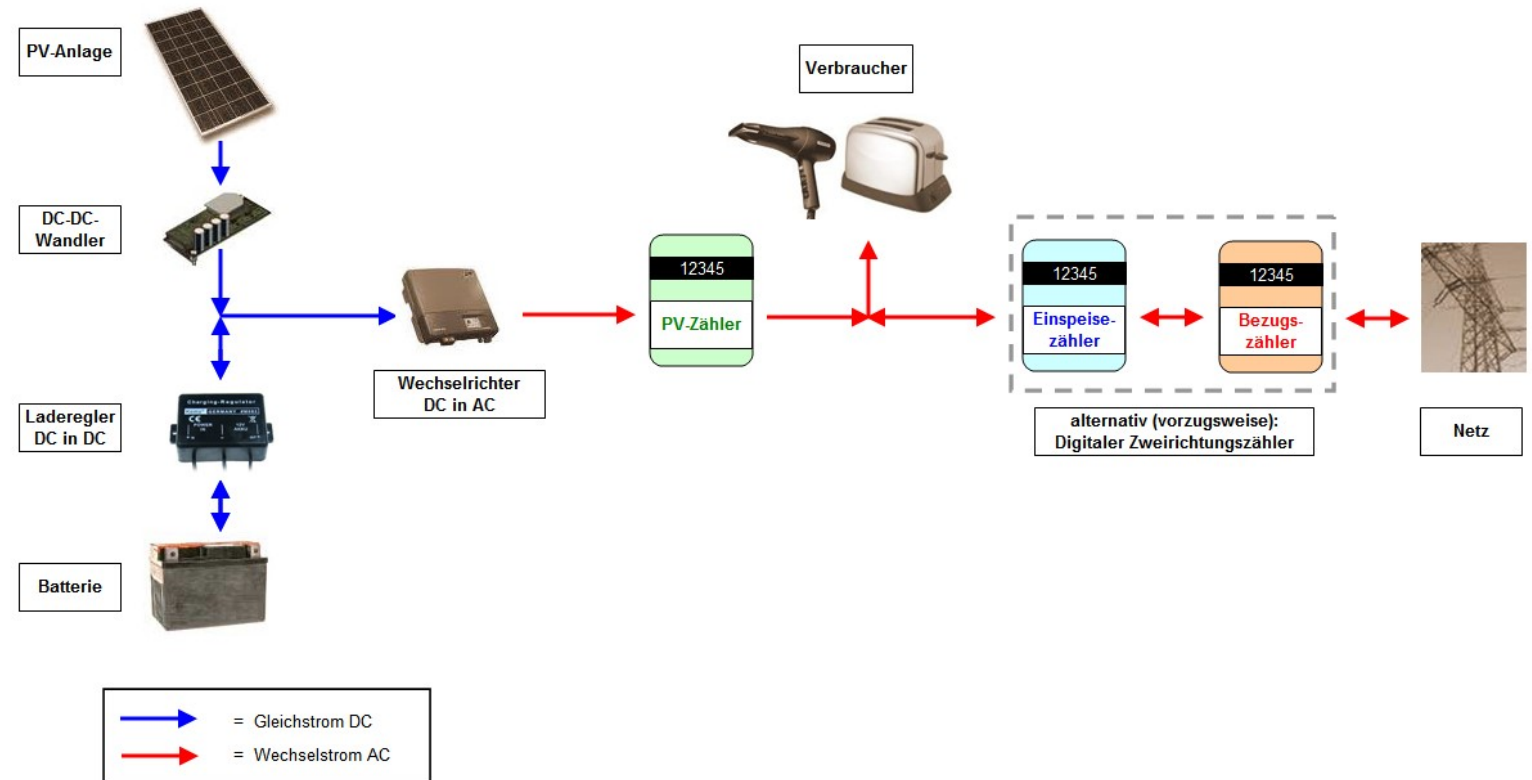
AC-Lösung für ein PV-Batteriespeichersystem



Varianten Speicherintegration

- Netzgekoppelte Anlage mit Speicher
- DC - Lösung
- Vorteil
 - Kostengünstiger bei Neuanlage
 - Besserer Wirkungsgrad
- Nachteil
 - WR vom Anbieter benötigt
 - Komplettkonfiguration notwendig
 - Optimale Abstimmung aller Komponenten

DC-Lösung für ein PV-Batteriespeichersystem



Anlagentechnik

ThEGA

Varianten Unterkonstruktion



Einhängung unter den Schindeln
Bildquelle: solaranlagen-online.de



Einhängung über eigene Schindel
Bildquelle : pv-lichtwerbung.de



Flachdach Aufständerrung (mit Bohrung)
Quelle: solaranlagen.eu

Wirtschaftliche Faktoren und Kennwerte

- spezifische Kosten (größenabhängig)
 - PVA – 3 bis 4 kWp - 1.500 bis 1.800 € pro kWp (netto)
 - PVA – 8 bis 10 kWp - 1.350 bis 1.500 € pro kWp (netto)
 - Speicher – ab ca. 400 bis 600 € pro kWh (netto)
 - kapazitätsabhängig, Tendenz weiter fallend (Schnitt -20%)
- laufende Kosten ca. 2 % der Investitionskosten
- Amortisationszeiten zwischen 7 und 15 a
- Einspeisevergütung
- Förderungen (KfW; EEG-Vergütung)
- Eigenverbrauch vs. Einspeisung

PV-Komponenten	Ungefäher Kostenanteil	Beispielanlage 10 kWp und 8 kWh Speicher
Photovoltaikmodule	10%	2.000,00 €
Unterkonstruktion	10%	2.000,00 €
Wechselrichter	16%	3.300,00 €
Montagekosten	39%	8.000,00 €
Anlagenmeldung & Serviceleistungen	6%	1.320,00 €
Stromspeicher	19%	4.000,00 €
Gesamtsumme		20.620,00 €

Eigene Darstellung

Eigenverbrauch, Einspeisung und Autarkie

- $EVQ = EV \text{ (Orange)} / PV\text{-Ertrag (Gelb+Orange)}$
(Nutzung des Solarstroms)

EVQ ~ 30 %

EVQ - Eigenverbrauchsquote

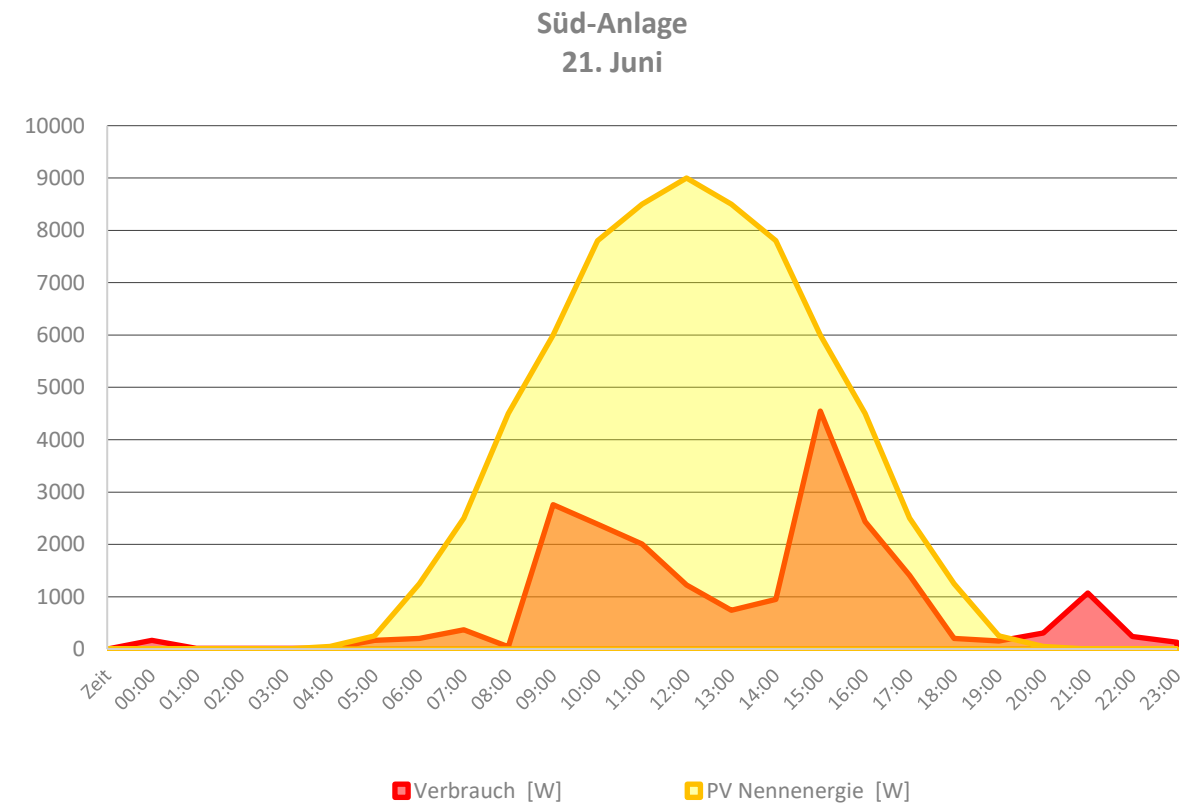
EV - Eigenverbrauch PV

- $AG = EV \text{ (Orange)} / SV \text{ (Rot+Orange)}$
(Unabhängigkeit vom Netz)

AG > 90 %

AG - Autarkiegrad

SV - Stromverbrauch



Eigenverbrauch, Einspeisung und Autarkie

- **EVQ = EV (Orange) / PV-Ertrag (Gelb+Orange)**
(Solartromverbrauch im Gebäude) **EVQ ~ 50 %**

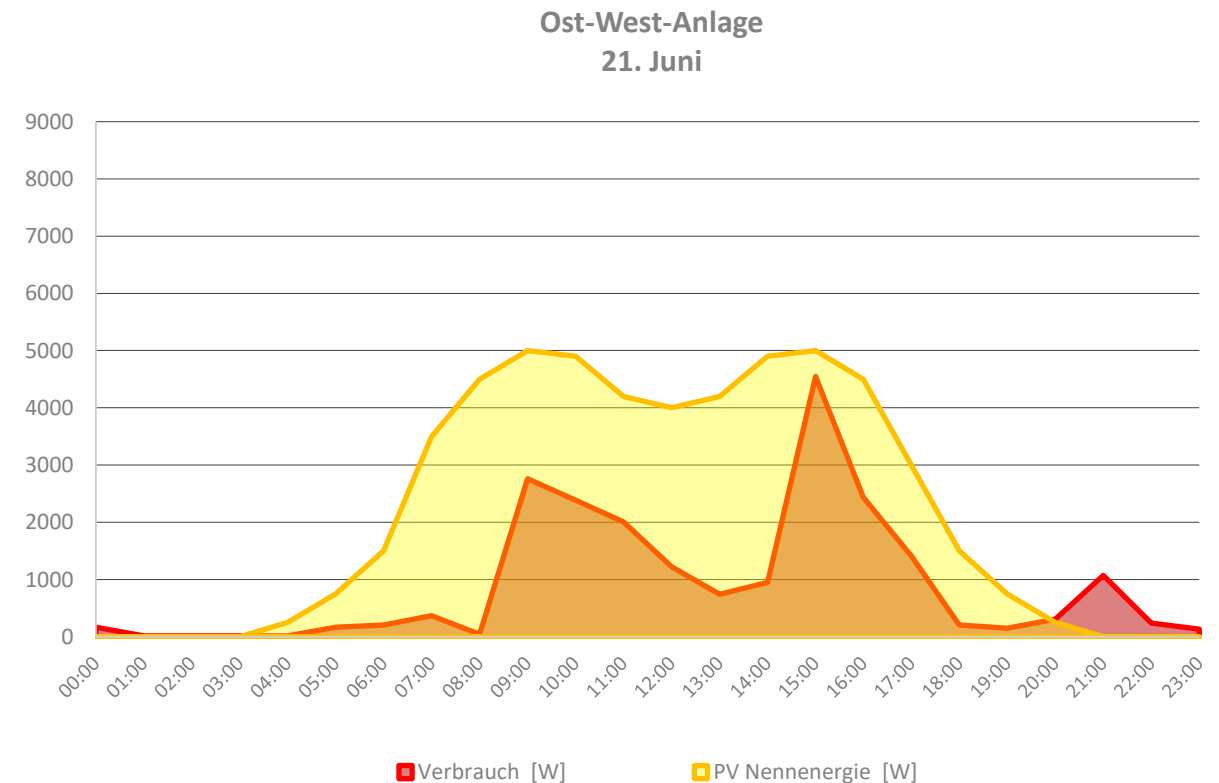
EVQ - Eigenverbrauchsquote

EV - Eigenverbrauch PV

- **AG = EV (Orange) / SV (Rot+Orange)**
(Unabhängigkeit vom Netz) **AG > 90 %**

AG - Autarkiegrad

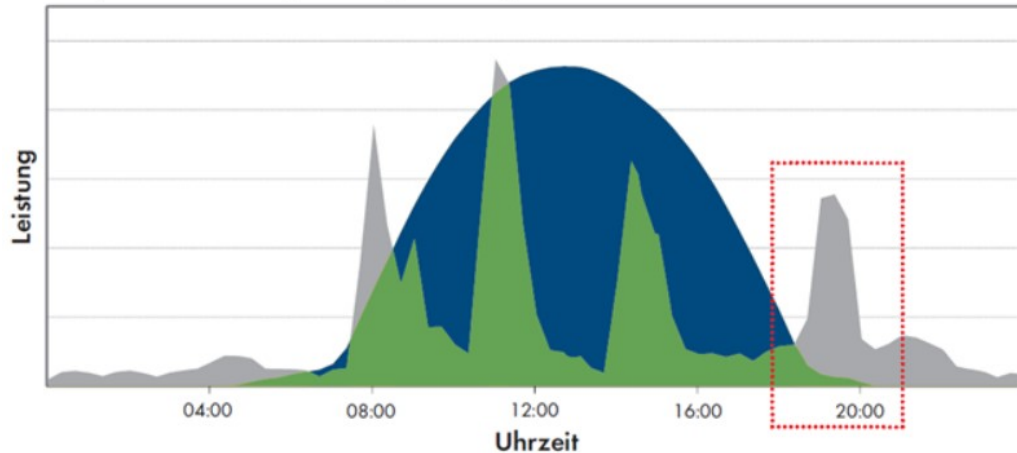
SV - Stromverbrauch



Bildquelle: ThEGA

Betriebsweise & Wirtschaftlichkeit

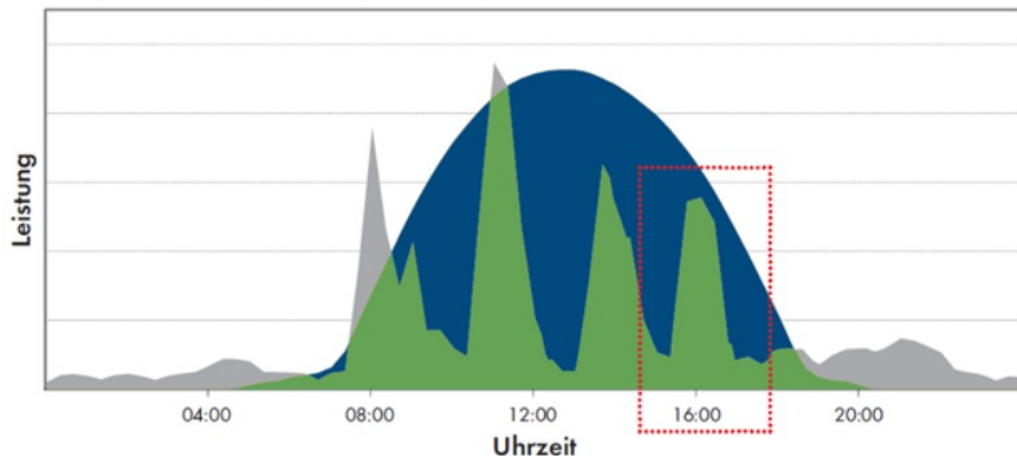
Lastprofil ohne Energiemanagement-System



Anpassung Lastprofil

- Ziel: Erhöhung der Eigenverbrauchsquote
- Anwendungsfall: Bei EVQ unter ~50 %
- Verschiebung von Lastspitzen (manuell oder durch EMS)
- Einsatz Energiespeicher

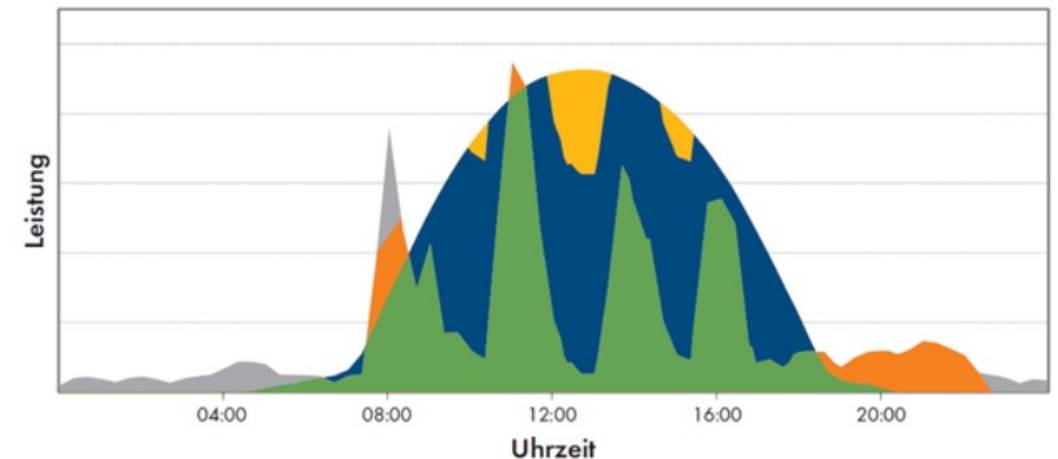
Lastprofil mit Energiemanagement-System



■ Eingespeiste PV-Energie ■ Direkt verbrauchte PV-Energie ■ Aus dem Netz bezogene Energie

Abbildung:
Lehrbuch
Photovoltaik
2018 –
Lastkurve,
EMS, Speicher

Lastprofil mit Energiemanagement-System und Batterie-Speicher (2 kWh)



■ Eingespeiste PV-Energie ■ Direkt verbrauchte PV-Energie ■ Gespeicherte PV-Energie
■ Aus dem Netz bezogene Energie ■ Aus dem Speicher bezogene Energie

Beispielrechnung - Rahmenbedingungen

- Anlagengröße - 9 kWp (Süd-Ausrichtung, Flachdach)
- Investition – 14.400 € (keine Finanzierung)
- Laufende Kosten - 288 €/a
- Energieertrag - 8.550 kWh/a
- Spezifische Gestehungskosten (30a) -> 9 ct/kWh
- Jahresstromverbrauch 8.550 kWh
- Strombezugskosten 35 ct/kWh

Volleinspeisung

EEG-Vergütung – 12,34 ct/kWh

Laufzeit - 20a (30a)

Amortisationszeit 17 bis 18 Jahre

Teileinspeisung

(Ohne Speicher, 50 % EVQ)

EEG-Vergütung – 7,78 ct/kWh

Laufzeit - 20a (30a)

Amortisationszeit 10 bis 11 Jahre

Teileinspeisung

(Ohne Speicher, 100 % EVQ)

EEG-Vergütung – 0 ct/kWh

Laufzeit - 30a

Amortisationszeit 6 bis 7 Jahre

Beispielrechnung - Rahmenbedingungen

- Anlagengröße - 9 kWp (Süd-Ausrichtung, Flachdach)
- Investition – 19.400 € (keine Finanzierung)
- Laufende Kosten - 288 €/a
- Energieertrag - 8.550 kWh/a
- Spezifische Gestehungskosten (30a) -> 10,9 ct/kWh
- Speichergröße 5 kWh
- Jahresstromverbrauch 8.550 kWh
- Strombezugskosten 35 ct/kWh

Volleinspeisung (ohne Speicher)

EEG-Vergütung – 12,34 ct/kWh

Laufzeit - 20a (30a)

Amortisationszeit 17 bis 18 Jahre

Teileinspeisung (Mit Speicher, 50 % EVQ)

EEG-Vergütung – 7,78 ct/kWh

Laufzeit - 20a (30a)

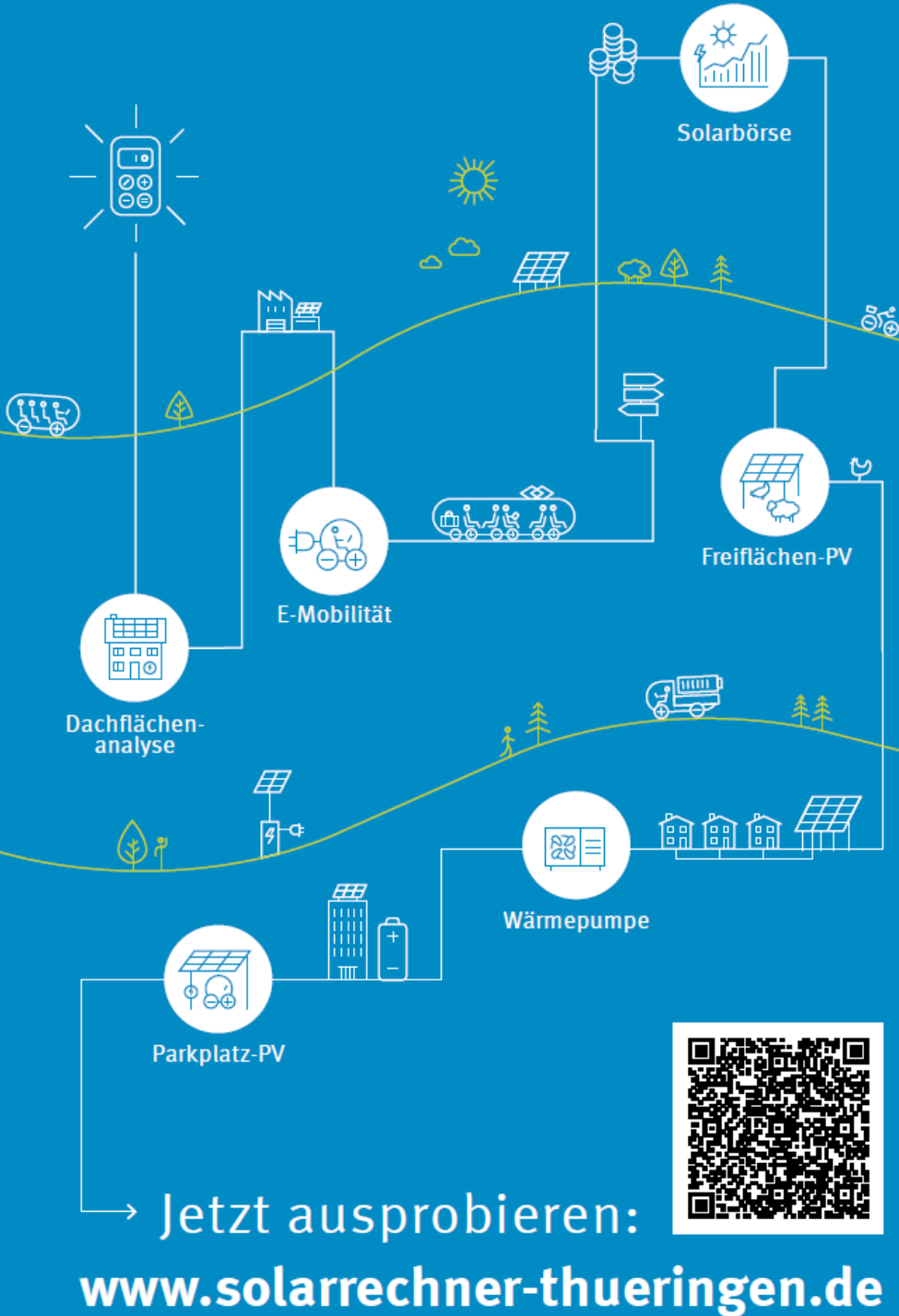
Amortisationszeit 11 bis 12 Jahre

Teileinspeisung (Mit Speicher, 100 % EVQ)

EEG-Vergütung – 0 ct/kWh

Laufzeit - 30a

Amortisationszeit 9 bis 10 Jahre



Thüringer Solarrechner

- + > 350.000 Besuche und > 66 Mio. Zugriffe
- + Erfassung aller Hausdächer und Freiflächen im Freistaat
- + Automatische Analyse der Größe, Ausrichtung, Verschattung und Neigung
- + „Energiestraßen“ visualisiert die kommunalen Potentiale an BAB und Schienenwegen
- + Thüringer Solarbörse hilft, geeignete Flächen für PV-Anlagen anzubieten oder zu finden
- + Aktuell 75 Inserate mit einer Gesamtfläche von ca. 57,7 ha und einem PV-Potential von ca. 44 MWp

REES-Infoabend: Photovoltaik und Heimspeicher

Agenda

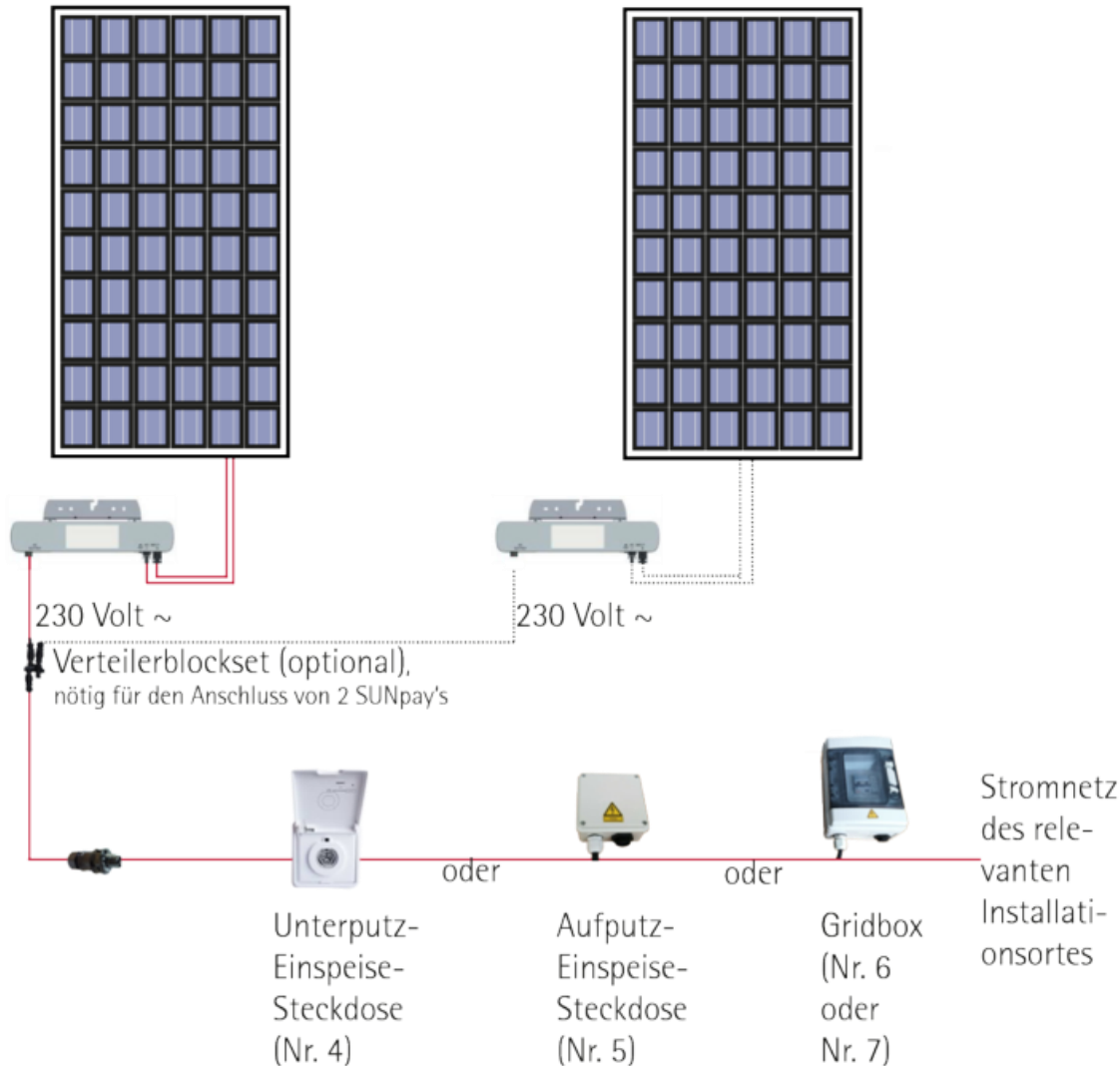
Einleitung

Grundlagen und Recht

Anlagentechnik und Betriebsführung

Balkonkraftwerke

Planungsprozesse



Bildquelle: Sunset Energietechnik

Komponenten

- 1 bis 2 PV-Module
 - Summe Modulleistung **max. Leistung 2000 W**
(DC Gleichstrom)
- 1 bis 2 Wechselrichter (1-Phasig)
 - Summe Wechselrichter **max. Leistung 800 W**
(AC Wechselstrom)
- Speicher (optional)
- Anschlusskabel Hausnetz
(Schuko- oder **Wielandstecker**)

Balkonkraftwerke

Aufstellungsort

- Lösung bei Miets- oder Eigentumswohnungen
- Einfamilienhäuser, Garagen oder Schrebergärten
- Senkrechte, oder angewinkelte Aufhängung
- Klassische Aufständerung



Bildquelle: Sunset
Energietechnik



Bildquelle: Sunset
Energietechnik



Bildquelle: SOLARWATT
GmbH – Balkon-PV ohne
Aufständerung

Kosten

- Kosten für 2 Module + Wechselrichter ab 200 €
- Einführung des Nullsteuersatzes am 01.01.23 für kleine Photovoltaik-Anlagen
 - Für die Anschaffung (Anlagentechnik inkl. Speicher und Installationskosten)
entfällt die Umsatzsteuer in Höhe von 19 %
 - Betrifft private, sowie öffentliche oder dem Gemeinwohl dienende **Gebäudeanlage unter 30 kWp**
- **Keine Förderung** im Sinne eines Investitionszuschusses (ggf. kommunale Förderung)

Balkonkraftwerke

Vergleich klassische Dach-PV vs Balkonsolar

Rahmenbedingungen

- Stromgestehungskosten Dach ~ 9 – 12 ct/kWh
- Stromgestehungskosten Balkon ~ 2,5 – 4 ct/kWh
- Lebensdauer ca. 30 Jahre

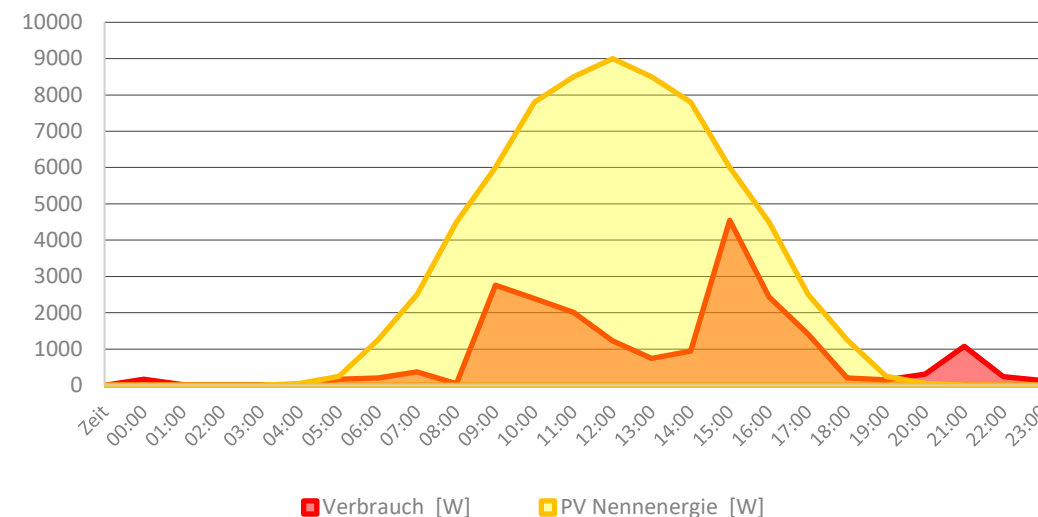
Dachanlage

- Hoher Autarkiegrad → Unabhängigkeit von Versorgerkosten
- Geringer Eigenversorgungsgrad → „schlechtere“ Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage, da niedrige EEG-Vergütung

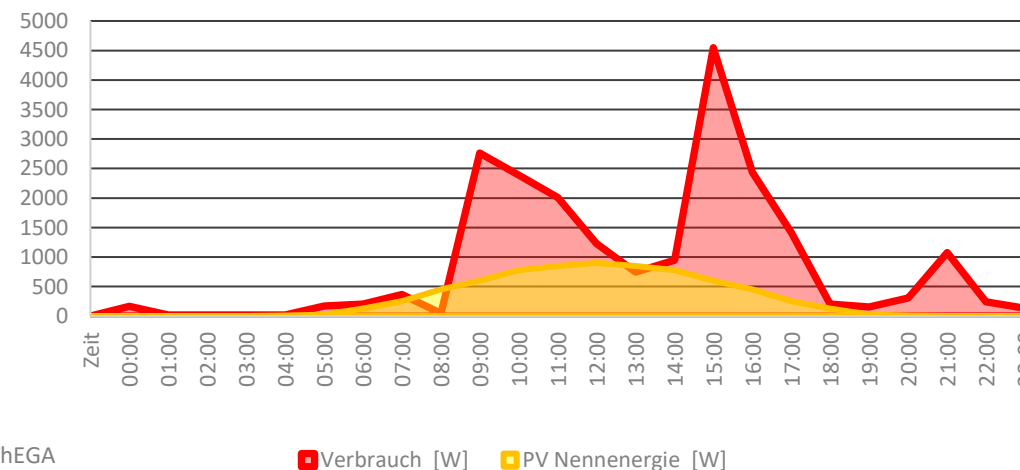
Balkon-PV

- Niedriger Autarkiegrad → Hohe Reststromversorgung durch Energieversorger
- Hoher Eigenversorgungsgrad → gute Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage

Süd-Anlage Dach 9 kW



Balkon-PV 0,8 kW



Balkonkraftwerke

EEG 2023

- Meldepflicht bei BNetzA/Marktstamdatenregister; keine Anmeldung bei Netzbetreiber
- Messtellenbetreiber ist verpflichtet auf SmartMeter oder 2-Richtungszähler umzustellen; Balkonanlagen dürfen auch vor Zähleraustausch betrieben werden
- Maximal zulässige Wechselrichterleistung 800 Wp; 2000 W Modulleistung

BGB und WEG

- Privilegierung für Mieter und Wohnungseigentümer
- Versagung durch Vermieter/Eigentümerversammlung nur bei unzumutbaren Gründen

BauGB/LBauO/Denkmalschutz

- Anlage ist Genehmigungsfrei
- Denkmalschutz ist in der Regel kein Versagungsgrund
- Beachte städtische Satzungen (z.B. Gestaltungssatzung)

Empfehlungen durch VDE

- Überprüfung des Hausnetzes und Anschluss durch Elektroinstallateur
- Anschluss an das Hausnetz durch Wielandstecker
- Ggf. Austausch der Sicherung



Digitalzähler (links) und Ferraris Zähler (rechts)
Bildquelle: SMA



Wielandstecker
Bildquelle: Yuma.de

Balkonkraftwerke

ThEGA

ThEGA

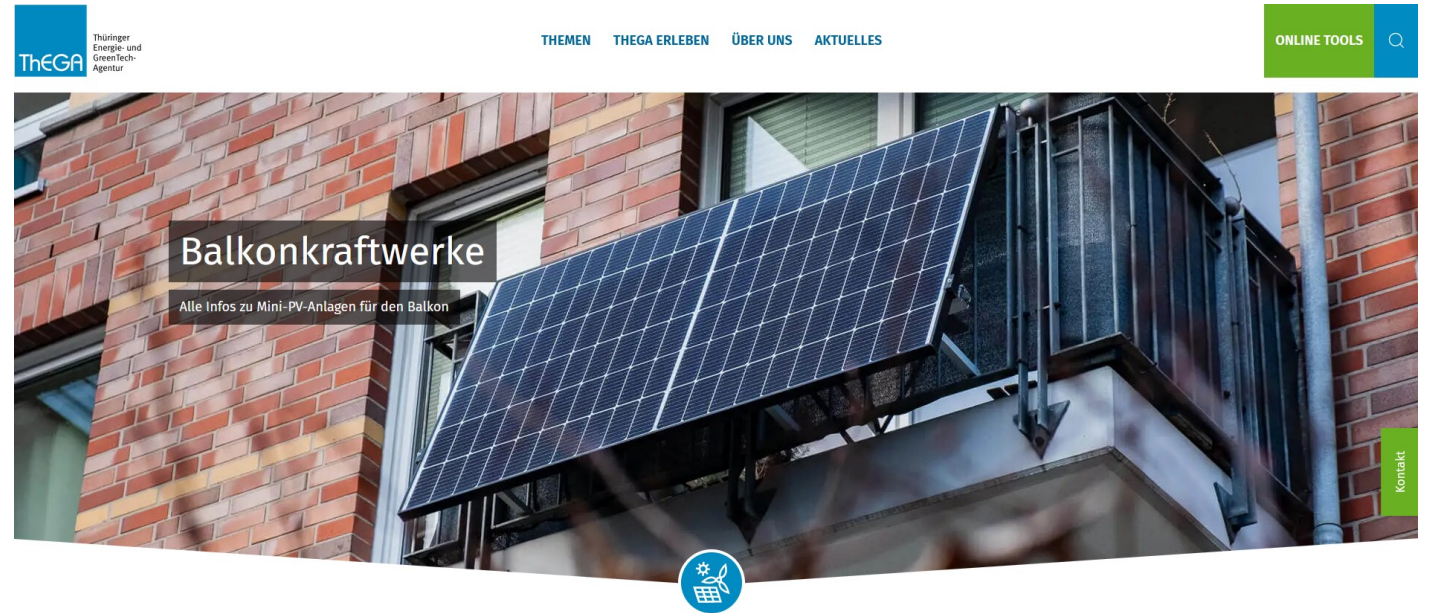
www.thega.de

Balkonkraftwerke

BNetzA

www.bundesnetzagentur.de

Balkon-Solaranlagen



Forschungsgruppe
SOLARSPEICHERSYSTEME

Themen

Rechner

Über uns

Studien

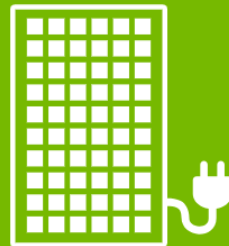
Publikationen

Suche



STECKER-SOLAR-SIMULATOR

Dieser Rechner zeigt Ihnen, wie viel Strom und Geld Sie mit einem Stecker-solargerät am Balkon, an der Hauswand oder auf dem Dach einsparen.



htw

HTW Berlin

STECKER-SOLAR-SIMULATOR

Freistaat
Thüringen



Ministerium
für Umwelt, Energie
und Naturschutz

EFRE 
EUROPA FÜR THÜRINGEN
EUROPÄISCHER FONDS FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG


EUROPÄISCHE UNION

REES-Infoabend: Photovoltaik und Heimspeicher

Agenda

Einleitung

Grundlagen Photovoltaik

Anlagentechnik und Betriebsführung

Balkonkraftwerke

Planungsprozesse

Genehmigungen

Baugenehmigung

- Genehmigungsfrei nach § 63 Abs. 2 ThürBO für gebäudeunabhängige Anlagen über 3 m Höhe und 9 m Länge
- Genehmigungsfrei nach § 60 Abs. 1 ThürBO für Solaranlagen in, an und auf Dach- und Außenwandflächen, ausgenommen bei Hochhäusern

Genehmigung durch EVU (Netzverträglichkeit)

- Nur bei größeren Volleinspeiseanlagen (> 30 kWp)

Denkmalschutz

(Untere Umweltschutzbehörde – Blendgutachten)

Meldepflichten

Bundesnetzagentur

- Pflicht zur Registrierung und Nennung des Inbetriebnahmedatums
- Bei Nichteinhaltung entfällt das Recht auf EEG-Vergütung

Netzbetreiber

- Bei Netzgekoppelten Anlagen (vor Montage)
- Errichtung und der Anschluss der PVA ist durch ein ins Installateurverzeichnis eingetragenes „Elektrounternehmen“ vorzunehmen

Finanzamt

- Fragebogen zur steuerlichen Erfassung; Bei kleinen Teileinspeiseanlagen (< 30 kWp) keine Gewerbeanmeldung

Planungsprozesse

z.B.
über Thüringer Solarrechner →

**Ersteinschätzung über Bedarf
und Potentiale**

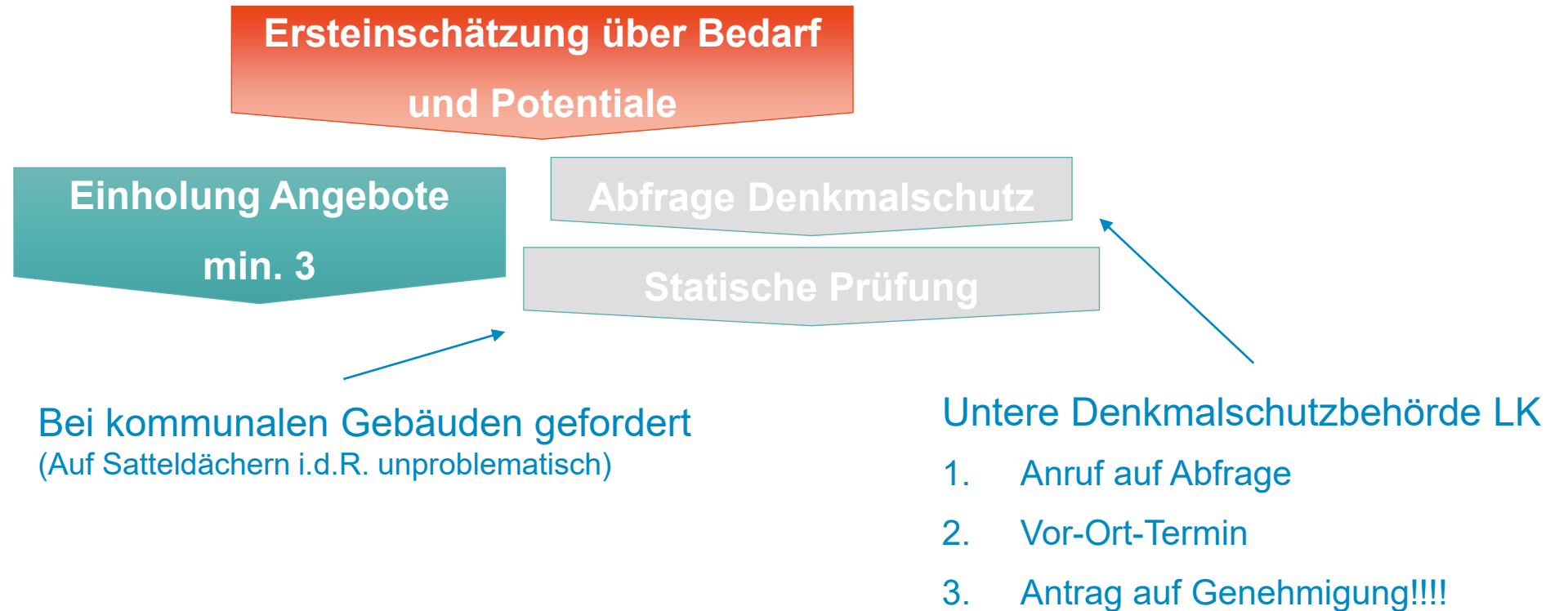
Planungsprozesse

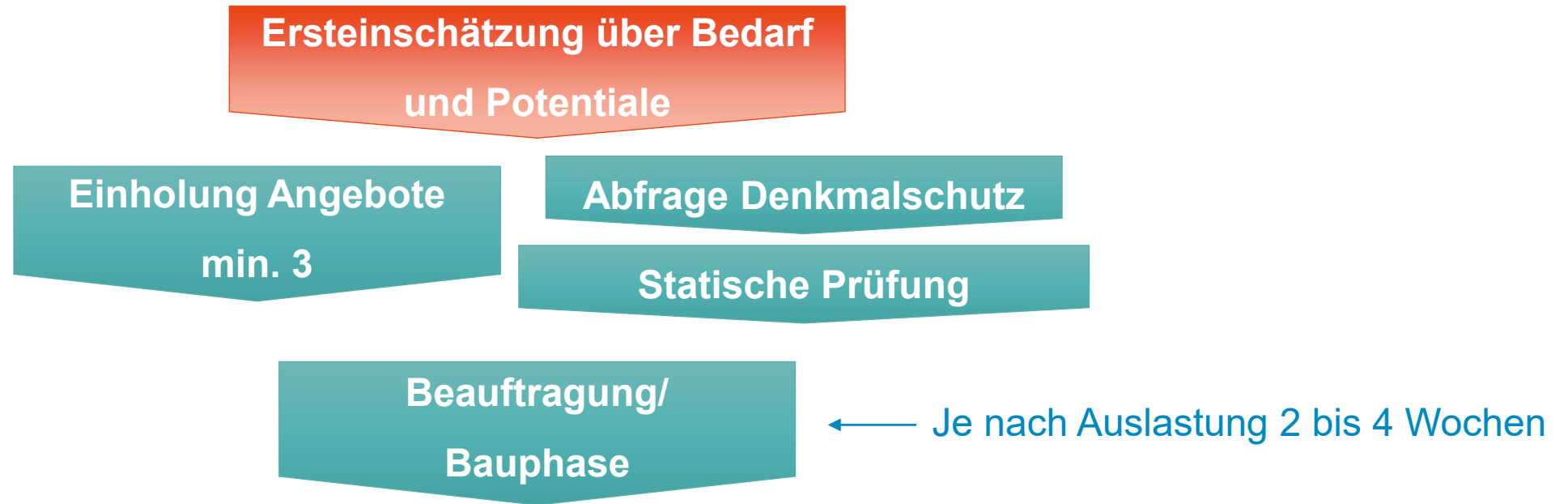
Ersteinschätzung über Bedarf
und Potentiale

Einholung Angebote
min. 3

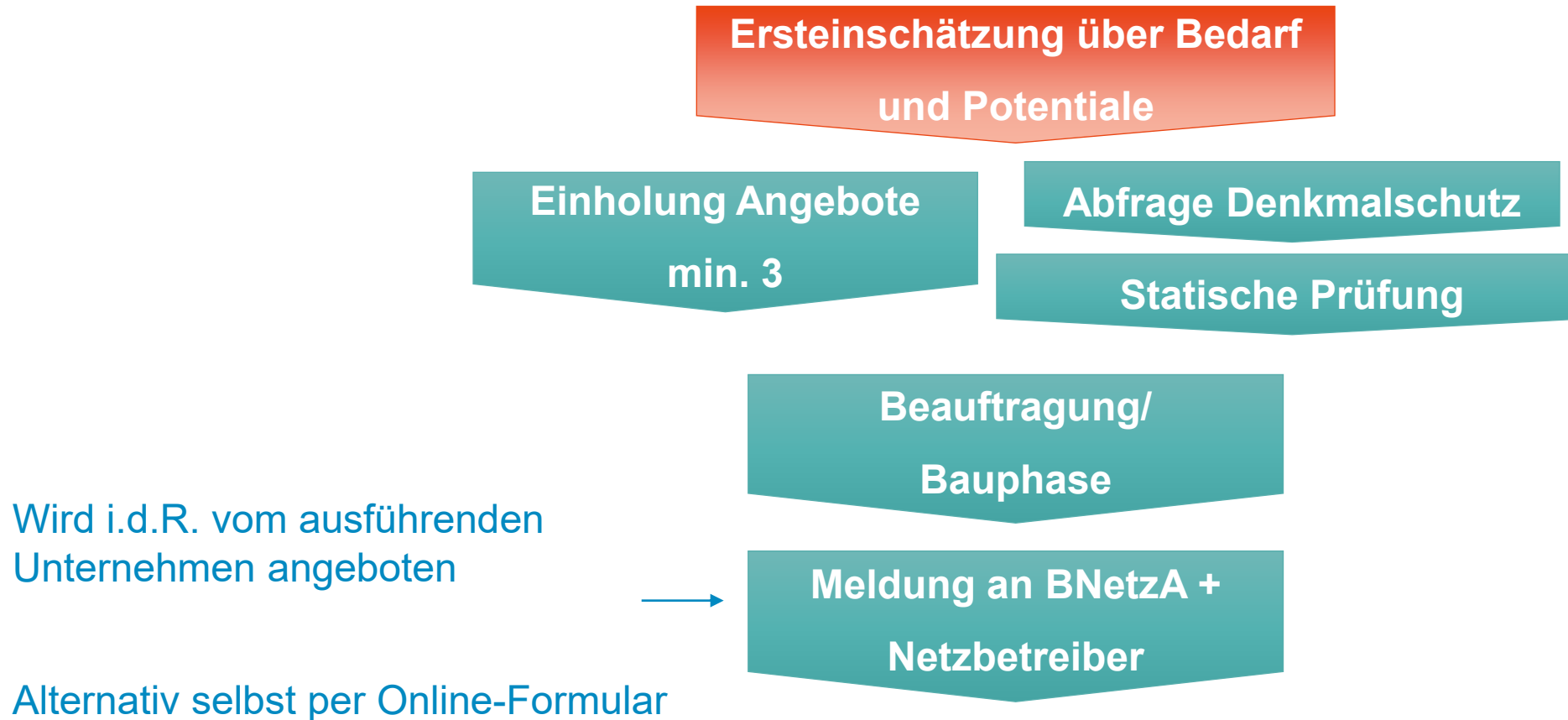
z.B.

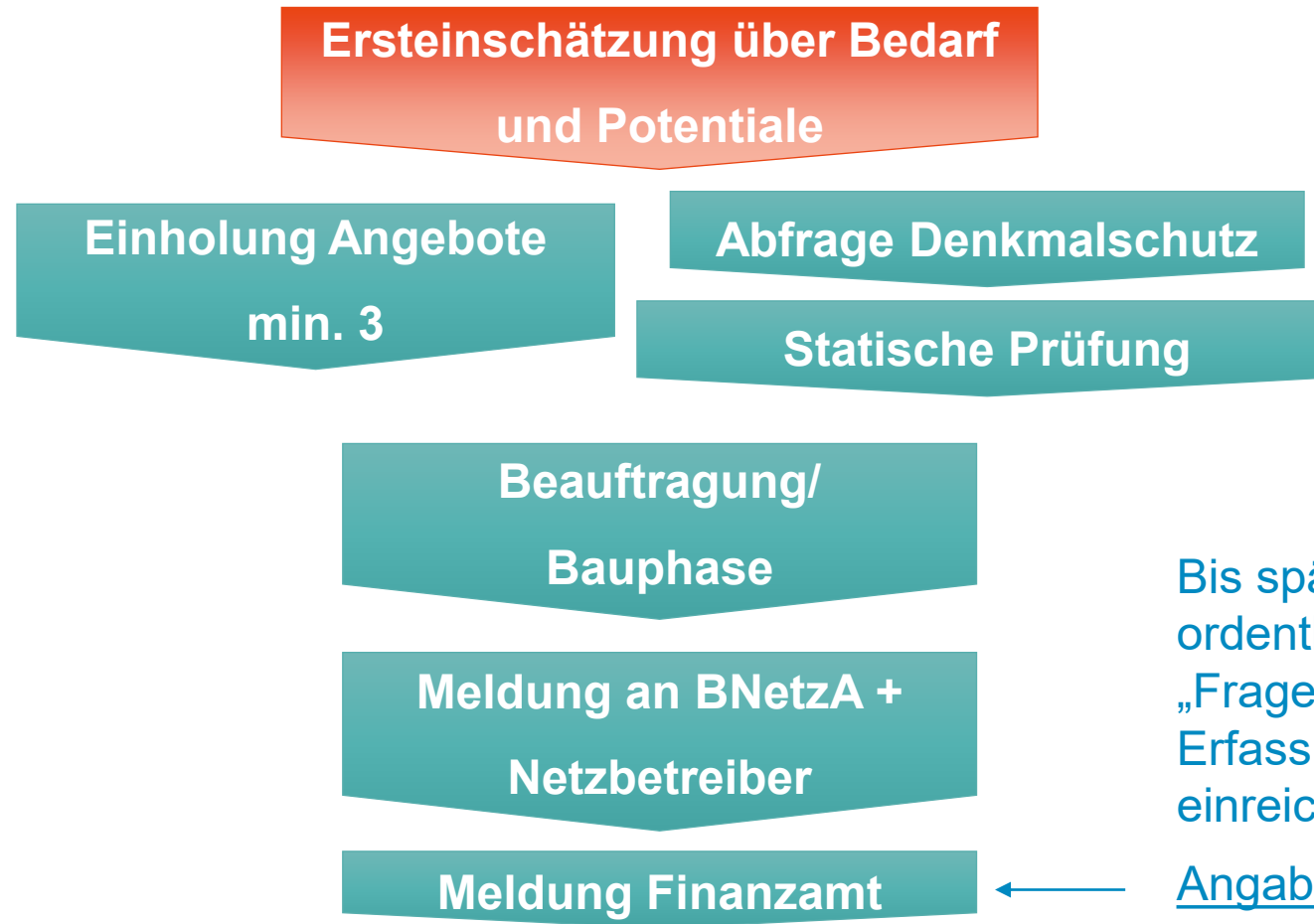
- Handwerkskammern
- Unternehmensdatenbank (ThEGA)
- Google-Suche (regional)





Planungsprozesse

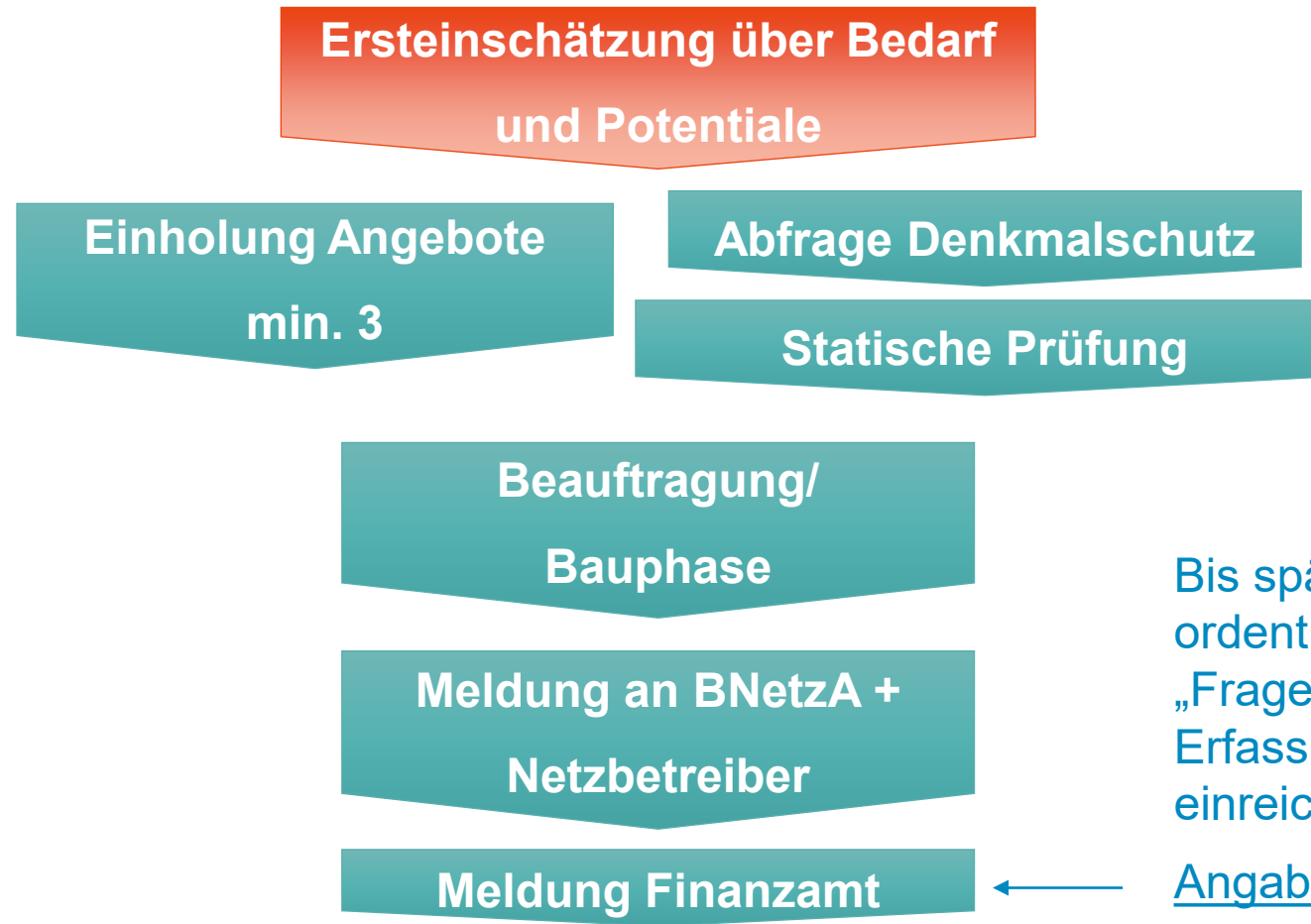




Bis spätestens 1 Monat nach ordentlicher Inbetriebnahme „Fragebogen zur steuerlichen Erfassung“ beim Finanzamt (Elster) einreichen.

Angabe auf Liebhaberei

Kleinunternehmerregelung oder Regelbesteuerung

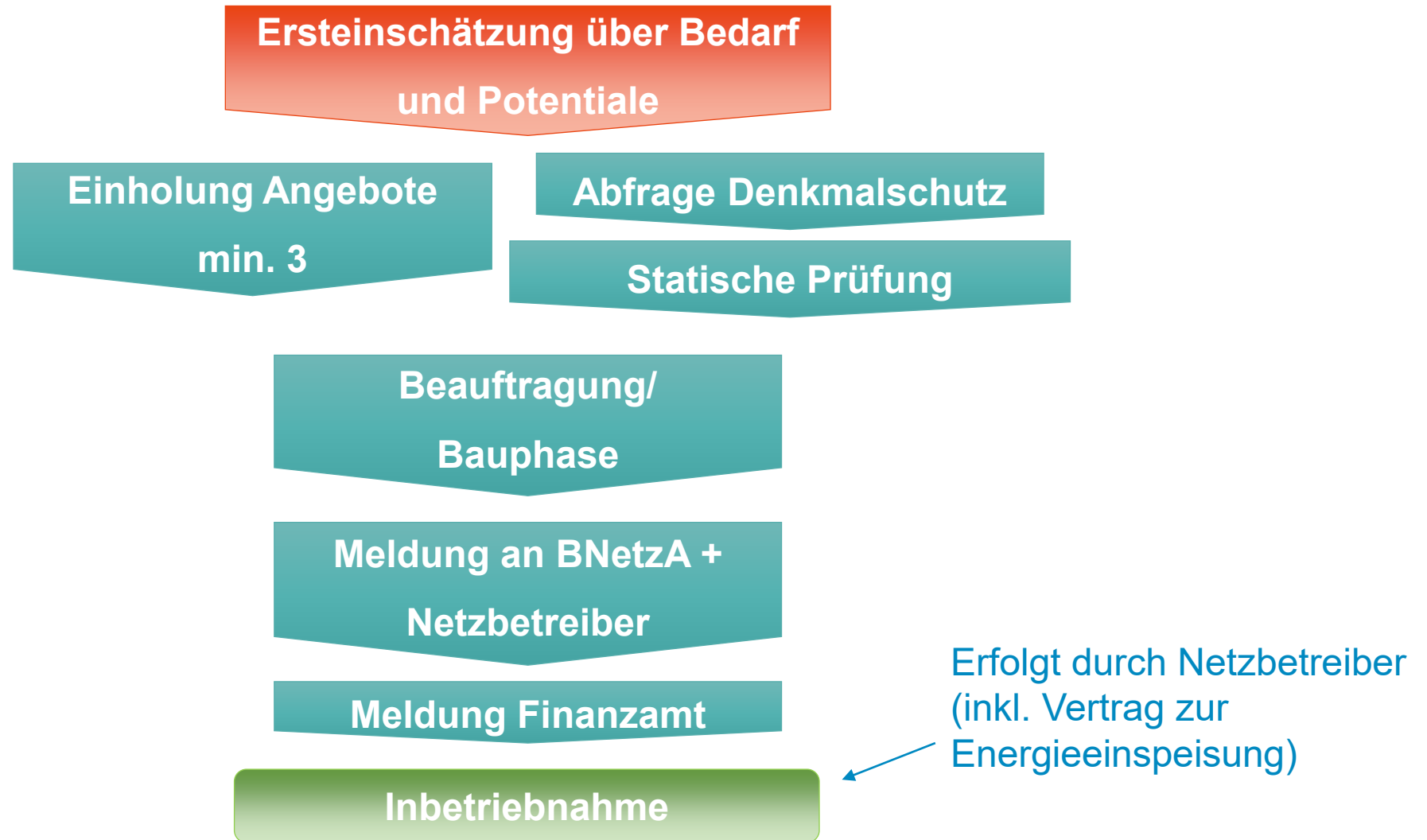


Bis spätestens 1 Monat nach ordentlicher Inbetriebnahme „Fragebogen zur steuerlichen Erfassung“ beim Finanzamt (Elster) einreichen.

Angabe auf Liebhaberei

Kleinunternehmerregelung oder Regelbesteuerung

Bis 30 kWp keine Gewerbe- oder Einkommenssteuer!!!



Folgen Sie uns:



www.thega.de/x

www.thega.de/facebook

www.thega.de/linkedin

www.thega.de/newsletter

Ihr Ansprechpartner



Daniel Krieg

Servicestelle Solarrenergie

E-Mail: daniel.krieg@thega.de

Tel.: 0361 5603-358