

Eine Kampagne der LEKA MV • www.mv-effizient.de • info@mv-effizient.de



Eigenversorgung mit Strom aus Photovoltaikanlagen

Runder Tisch „Photovoltaik Vielank“ | 3. Juni 2021 | Arne Raket | Technischer Berater LEKA MV



- I. PV-Anlagen: Technik, Nutzung und Eigenversorgung**
- II. Wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen**
- III. Einspeisevergütung und Fördermöglichkeiten**

Vortragender

Dipl.-Ing. (FH) Maschinenbau (Energietechnik)

Arne Rakel

Technischer Berater

Landesenergie- und Klimaschutzagentur MV

Telefon: 0385 30 31 640

Handy: 0152 54770610

E-Mail: arne.rakel@leka-mv.de





62 Veranstaltungen | Online und vor Ort | 8 Themen

1. Erneuerbare Energiequellen
2. Energiemanagement und Gebäudeautomation
3. Wärmerückgewinnung
4. Intelligente Beleuchtungssysteme
5. Speichersysteme Wärme und Strom
6. Contracting – Energieeffizienz vom Dienstleister
7. E-Mobilität im Unternehmen
8. Sektorkopplung



CO₂-ABGABEBELASTUNG AB 2021

CO₂-Abgabe 2021: 25 Euro/Tonne...2026: 55-65 Euro/Tonne

Preiseffekte der CO₂-Bepreisung auf Hauptbrennstoffe





Energieträger	2021	2022	2023	2024	2025; Mindestpreis 2026	2026 Höchstpreis
Heizöl (leicht) in ct/l	6,5	7,7	9,0	11,6	14,2	16,8
Erdgas in in ct/kWh	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3
Diesel in in ct/l	6,5	7,7	9,0	11,6	14,2	16,8
Benzin in in ct/l	5,6	6,7	7,8	10,1	12,3	14,5

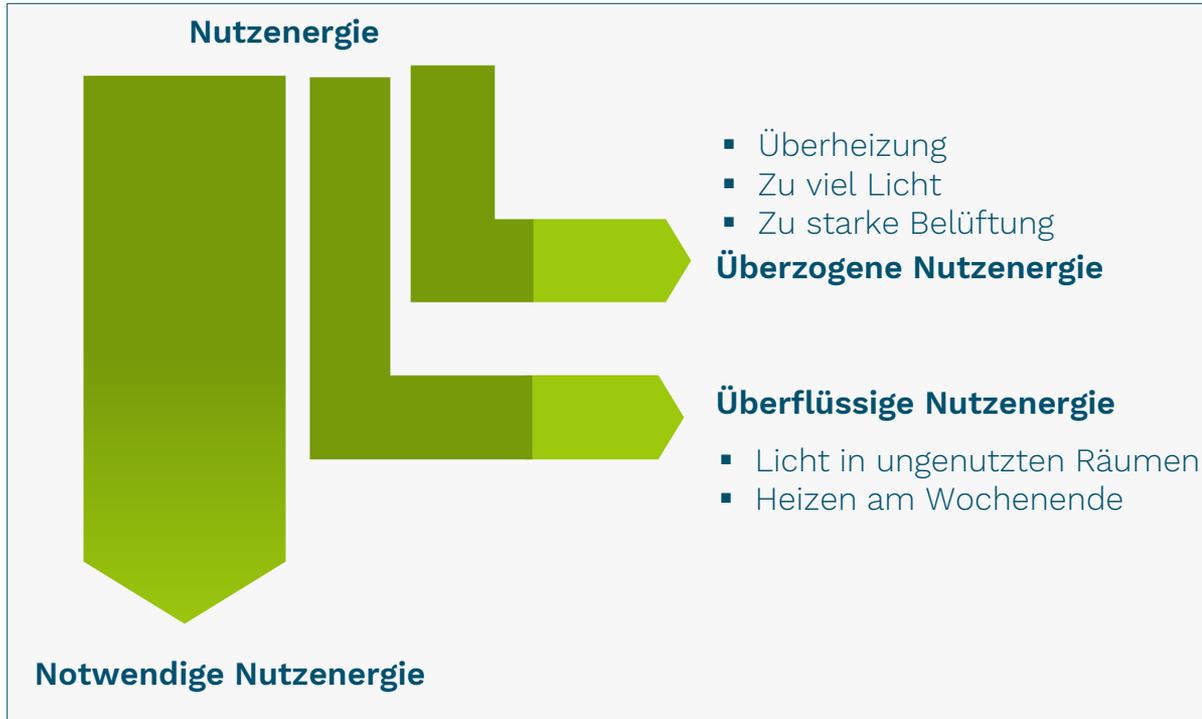
Preisrechner für Unternehmen

Energieträger	Jahresverbrauch	Preis in € pro kWh / Liter / kg (optional)	Kosten pro Jahr in €	CO ₂ -Emissionen in t
Strom (in kWh) *	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,00	0
Erdgas (in kWh)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,00	0
Heizöl (in Litern)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,00	0
Diesel Kraftstoff (in Litern)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,00	0
Benzin Kraftstoff (in Litern)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,00	0
Steinkohle (kg) - <small>Erzeugung ab 01.01.2021</small>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,00	0
Braunkohle (kg) - <small>Erzeugung ab 01.01.2021</small>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,00	0
Summen			0,00	0

Betrachtung Zeitraum 01.01.2021 - 31.12.2025	2021	2022	2023	2024	2025
CO ₂ -Preis [€/t CO ₂]	25	30	35	45	55
Reduzierung der EEG-Umlage [ct/kWh]	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Energieträger	Kostenänderung[€]	Kostenänderung[€]	Kostenänderung[€]	Kostenänderung[€]	Kostenänderung[€]
Strom	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdgas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Heizöl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diesel Kraftstoff	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Benzin Kraftstoff	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Steinkohle			0,00	0,00	0,00
Braunkohle			0,00	0,00	0,00
Summe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

→ www.ihk.de/co2-preisrechner

Quelle: DIHK 2020



- ▣ Verluste senken
 - ▣ Effizienz steigern
 - ▣ Kosten kalkulieren
 - ▣ Beschaffung prüfen
 - ▣ Automatisieren
 - ▣ Kontrollieren
- ... Kosten optimieren!**

- Leistungen anpassen
- Verluste minimieren
- Erneuerbare Energien nutzen



- Energieeinsparung
- Kostensenkung
- Klimaschutz



If you can't measure it, you can't improve it

Zitat: William Thomson, 1. Baron Kelvin

Unternehmen benötigen
Energie in Form von...

...Strom und Wärme.

Beides kann mit Hilfe erneuerbarer Energien
(Anlagen) produziert werden.



EE	Anlage	Energieform
Sonne	PV-Anlage	Strom/Wärme/Mobilität
	Solarthermieanlage	Wärme/Kälte
	Lichtlenksysteme	Licht
Wind	Windkraftanlage	Strom
Biomasse	Heizkessel	Wärme
	BHKW	Strom/Wärme
Luft-/Erdwärme	Wärmepumpe	Wärme



Vorteile

- Unabhängigkeit und konstanter Strompreis für 20–25 Jahre
- Emissionseinsparung → Klimaschutz
- Kosteneinsparung (Vermeidung Entgelte/Umlagen/Steuer auf Strom sowie seit 2021 CO₂-Abgabe)

Nachteile

- Rechtliche Rahmenbedingungen z. T. komplex
- Schwankende Verfügbarkeit – Ausgleich mittels Speicher oder Kombination verschiedener Quellen möglich (Tag/Nacht, Sommer/Winter)

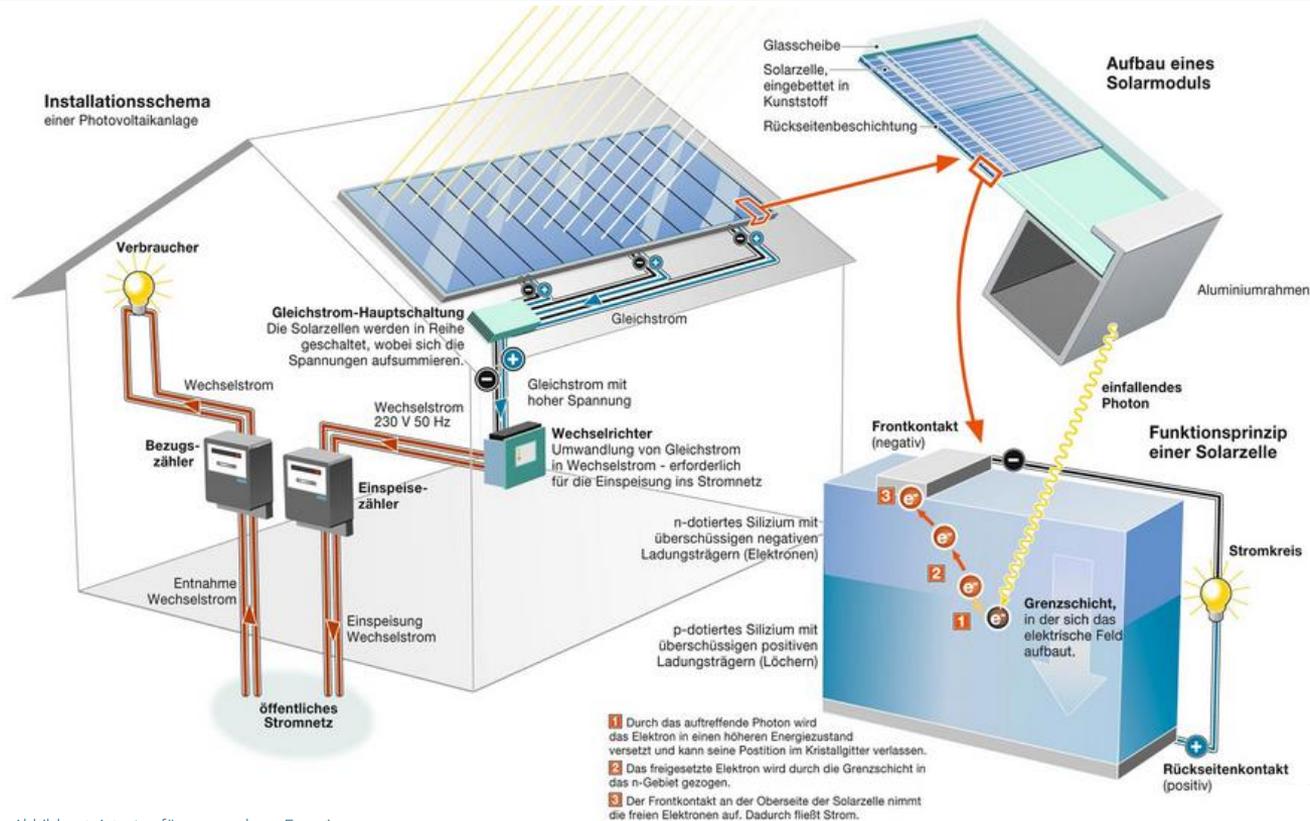


Abbildung: Agentur für erneuerbare Energien





EIGENVERBRAUCHSANTEIL UND AUTARKIEGRAD



Investitionskosten	1.200 150	€/kW _p €/m ² DF
Flächenverbrauch	8	m ² /kW _p (70 % DF)
Ertrag	950 120	kWh/kW _p p. a. kWh/m ² DF p. a.
Speicher (Investition)	800...1.800	€/kWh



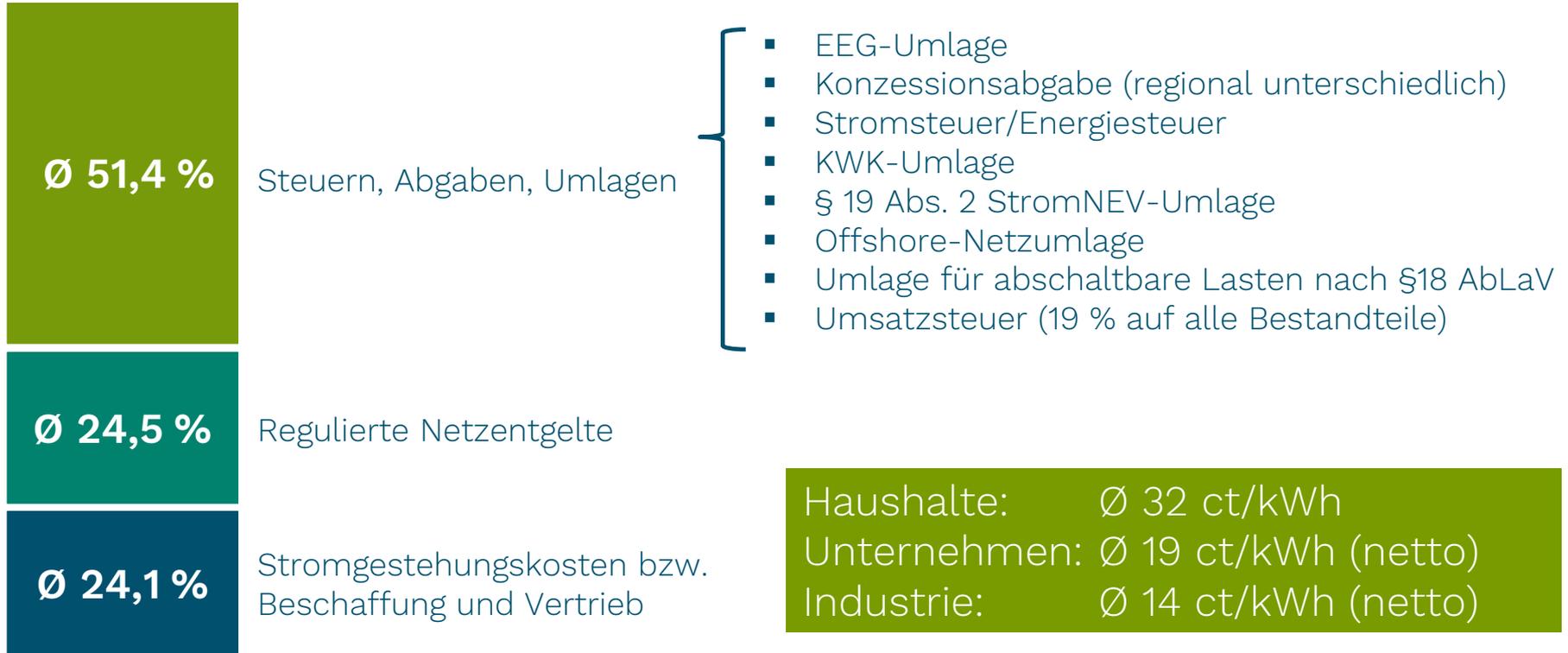


Eigenverbrauchsanteil = $\frac{\text{Verbraucher Strom aus eigener PV-Anlage}}{\text{Insgesamt produzierter PV-Strom}}$



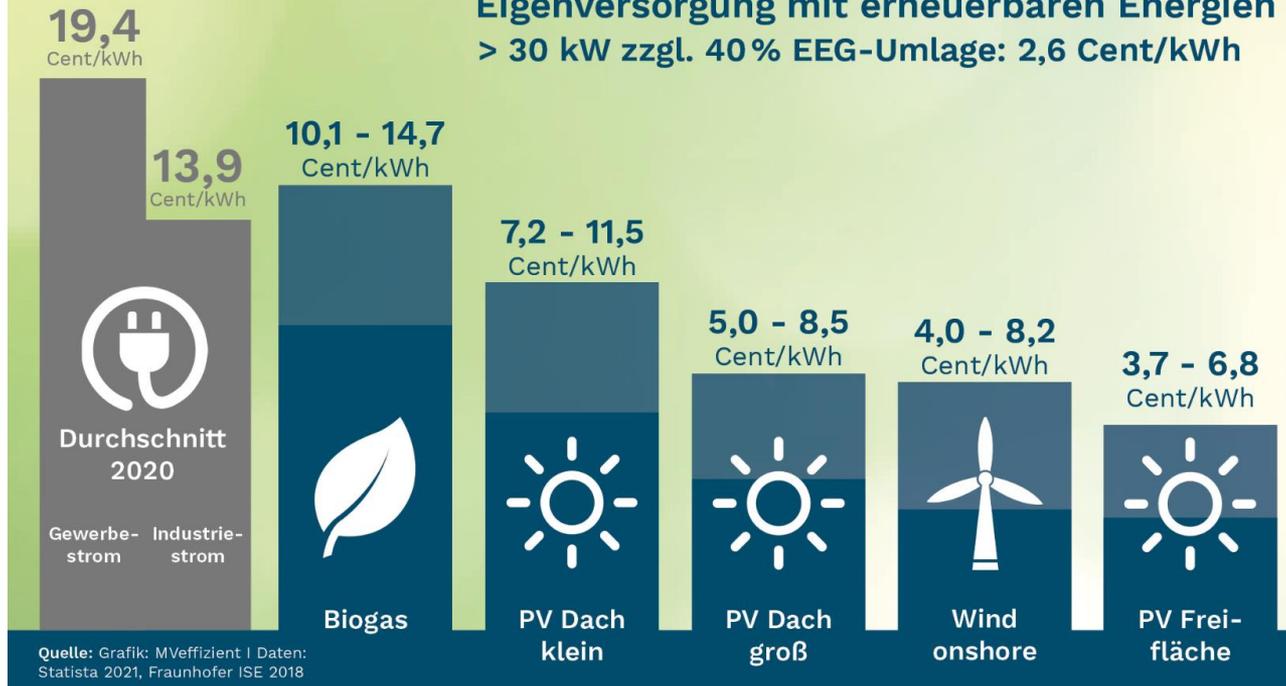
Autarkiegrad = $\frac{\text{Verbraucher Strom aus eigener PV-Anlage}}{\text{Insgesamt verbrauchter Strom}}$





Stromgestehungskosten

Eigenversorgung mit erneuerbaren Energien
> 30 kW zzgl. 40 % EEG-Umlage: 2,6 Cent/kWh



Stromgestehungskosten beinhalten:

- Anschaffungskosten (Bau und Installation der Anlage)
- Kapitalkosten (EK-Rendite, Zinsen, Laufzeiten)
- Betriebskosten während der Nutzungszeit (Versicherung, Wartung, Reparatur)
- Einstrahlungsangebot
- Lebensdauer (25 Jahre) inkl. jährliche Degradation der Anlage

EEG-Umlage auf Eigenverbrauch:

Seit Juli 2014: 40 % EEG-Umlage

→ 2021: $6,5 \text{ ct/kWh} \cdot 40 \% = 2,6 \text{ ct/kWh}$

Ausnahmen:

- PV-Anlagen $\leq 30 \text{ kWp}$ und Verbrauch $\leq 30.000 \text{ kWh}$
- Bestandsanlagen (IBN vor dem 1. Aug 2014)
- Inselanlagen und Einspeiser ohne Vergütung

Umsatzsteuer auf Eigenverbrauch:

→ Bemessungsgrundlage örtlicher Nettostrompreis



Änderung seit 1. April 2021: PV-Anlagen zwischen 300 und 750 kWp

- Betreiber erhält Einspeisevergütung nur noch auf 50 % des erzeugten Stroms
 - 50 % Direktvermarktung ohne Marktprämie oder
 - PV-Anlage so planen, dass 50 % selbst verbraucht werden



§ 3 Nr. 19 EEG 2021

- Verbrauch von **Strom** durch eine natürliche oder juristische Person
- Unmittelbarer räumlicher Zusammenhang mit der Stromerzeugungsanlage
- Strom **darf nicht** durch ein öffentliches Netz geleitet werden
- Verbraucher = Betreiber der Stromerzeugungsanlage
- Zeitgleichheit von Produktion und Verbrauch (15 Minuten)



...maximieren trotz Volatilität

Überschüsse richtig nutzen

- Power-to-Heat
- E-Fuhrpark
- Einspeisen



Flauten ausgleichen

- Lastmanagement
- Speicher
- Negative Korrelation Sonne und Wind nutzen
- BHKW mit Biogas/-masse

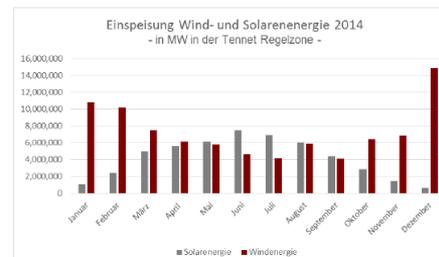
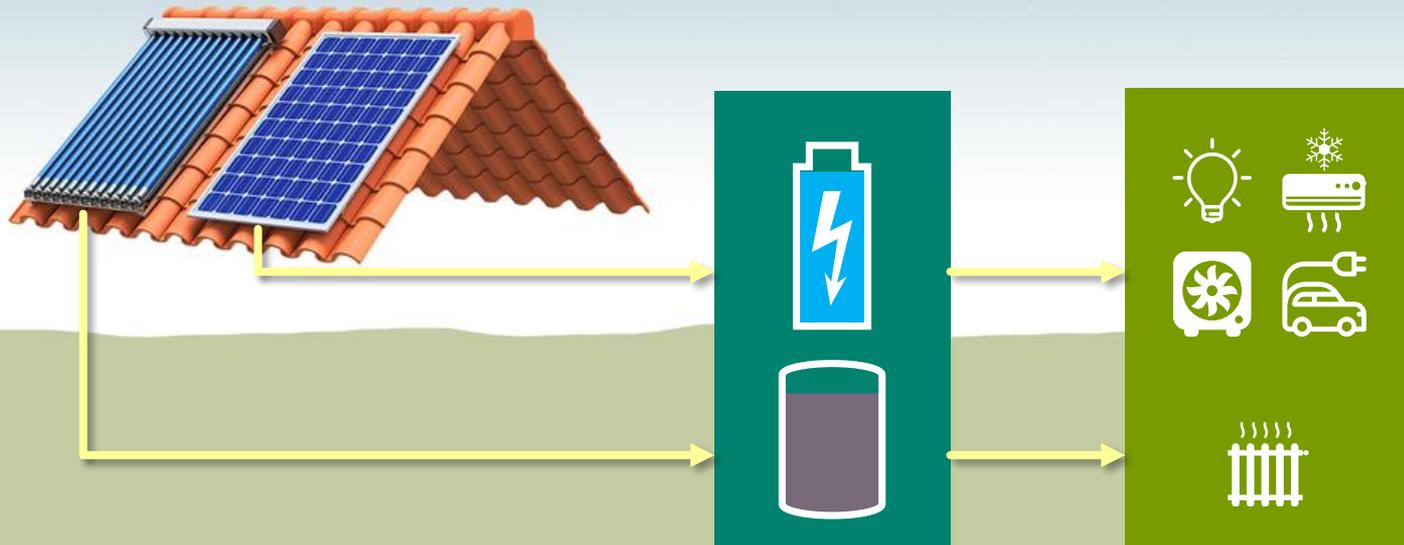
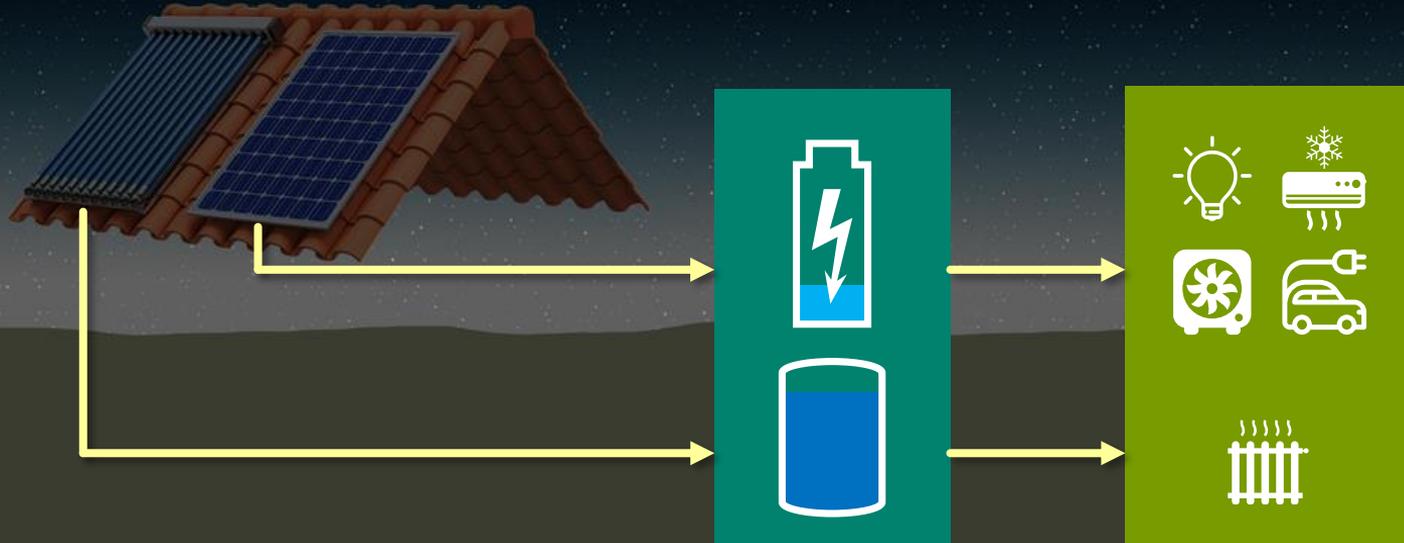


Abbildung 16: Eingespeiste Wind- und Solarenergie 2014 in der Tennet Regelzone (Quelle: Eigene Darstellung, Daten: Tennet TSO 2015a & b).



Quelle: Shutterstock





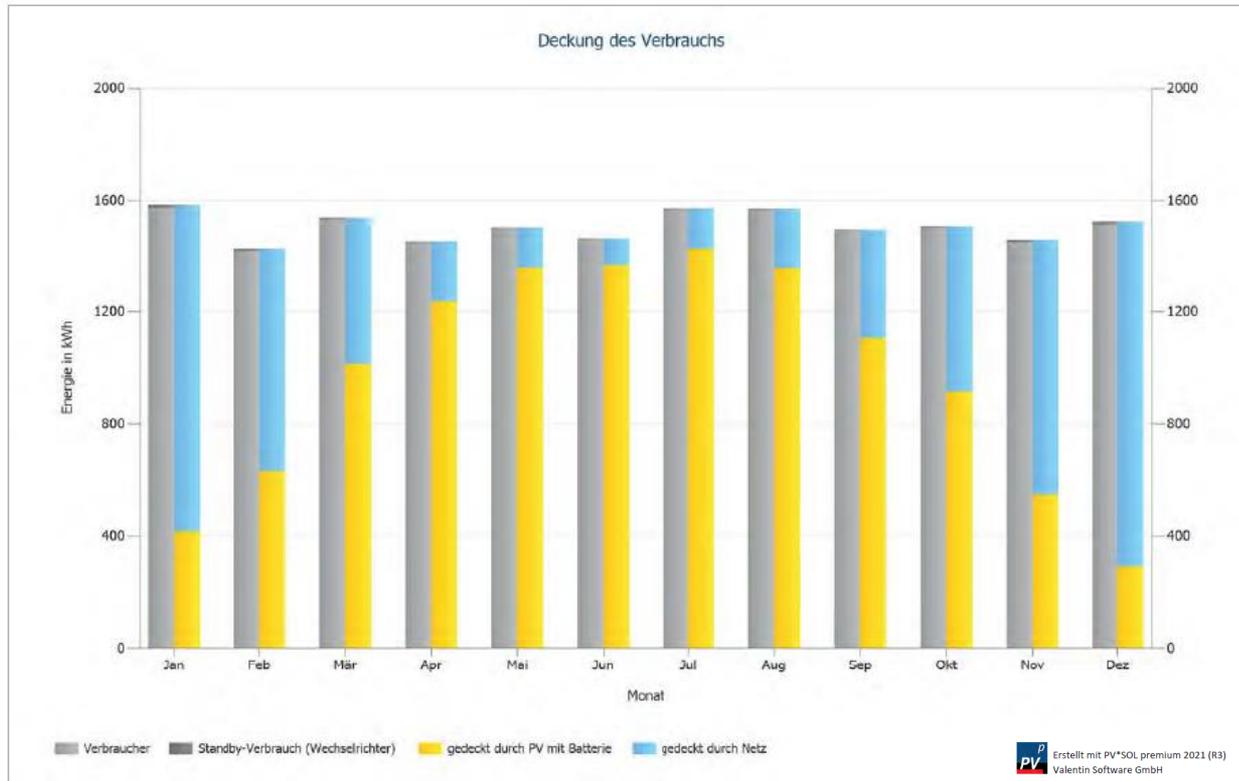
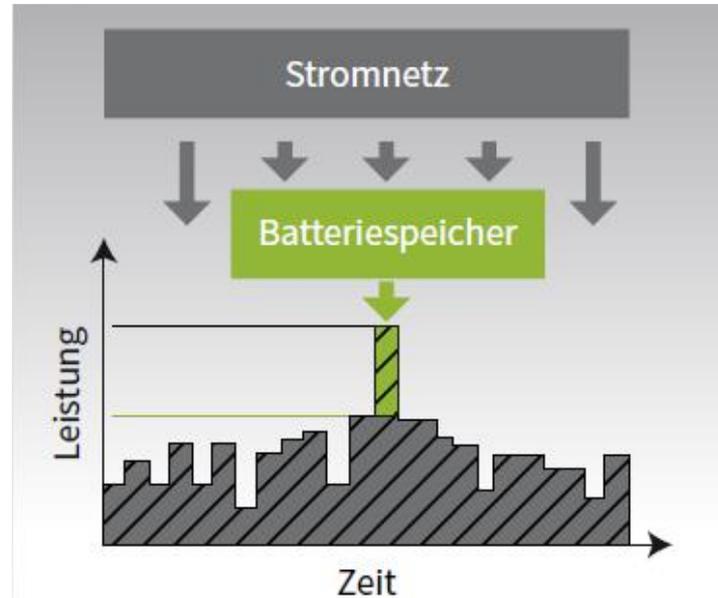
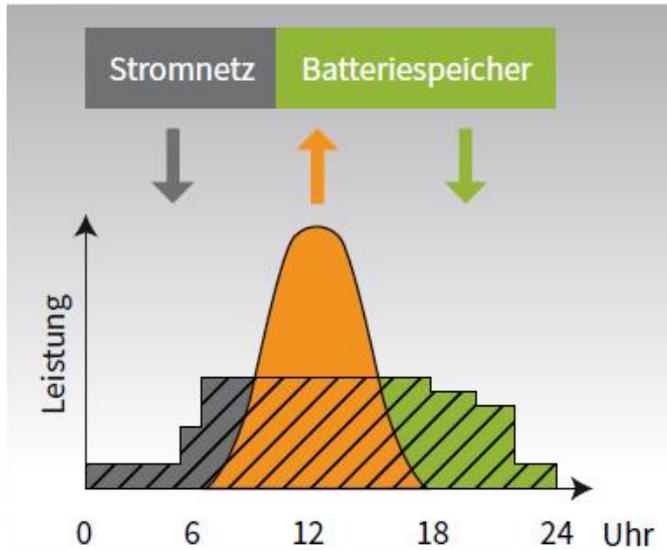


Abbildung: Deckung des Verbrauchs

NUTZEN EINES STROMSPEICHERS



-  Bezug aus Stromnetz
-  Eigenverbrauch PV-Strom
-  Bezug aus Batteriespeicher
-  PV-Ertrag

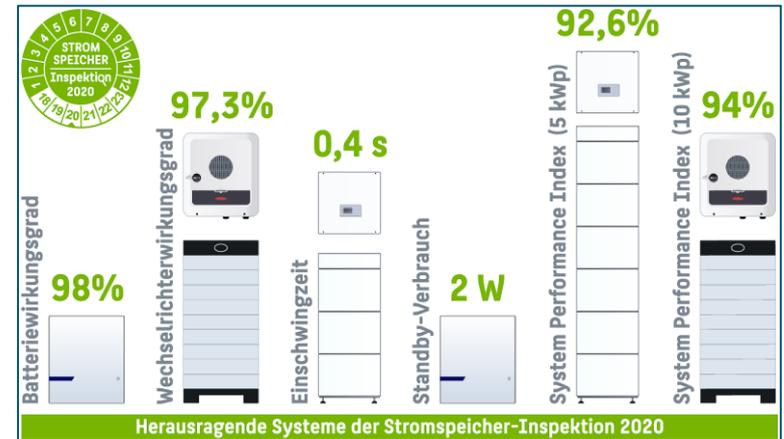
- Stromverbrauch**
-  Bezug aus Batteriespeicher
-  Bezug aus Stromnetz
- Maximaler Strombezug**
- ohne Batteriespeicher
- mit Batteriespeicher

Quelle: EWS GmbH & Co. KG

Wirkungsgrad elektrischer Speichersysteme

- Li-X: 90...95 %
 - Ni-MH: 70 %
 - Redox-Flow: 70...80 %
 - Schwungrad: 90 %
-
- Wechselrichter: 90...97 %

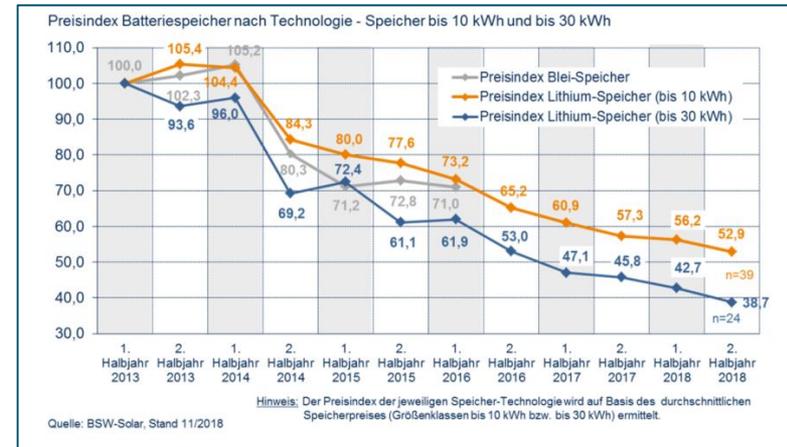
→ [Stromspeicherinspektion 2020 der HTW Berlin](#)



Kosten elektrischer Speichersysteme

- Solarspeicher: 1.000...1.800€/kWh_{Kapazität}
- Installation: 900...3.500€ pro Anlage
- Speicherkosten: ≥ 15 Ct/kWh

→ Kosten für Speicher sinken!





PKW

Energieträger	Kosten/100km
Benzin	7,8 €
Strommix	4,5 €
EE	1,05 €



Transporter

Energieträger	Kosten/100km
Diesel	8,8 €
Strommix	8,4 €
EE	2,10 €



LKW

Energieträger	Kosten/100km
Diesel	34,0 €
Strommix	30,0 €
EE	7,0 €

Nur verbrauchsbedingte Kosten auf Basis aktueller Treibstoffpreise, ohne CO2-Abgaben, mit erneuerbarer Energie aus Eigenversorgungsanlage Photovoltaik



Quelle: GreenHP Luft/Wasser-Wärmepumpe | <http://www.greenhp.eu/>

- dT Quelle Senke (Hub)
- Verdichter (el./ therm.)
- Kältemittel (R290, CO₂, Wasser)
- WT-Flächen (dT, Abw. Carnot)

QUALITÄT



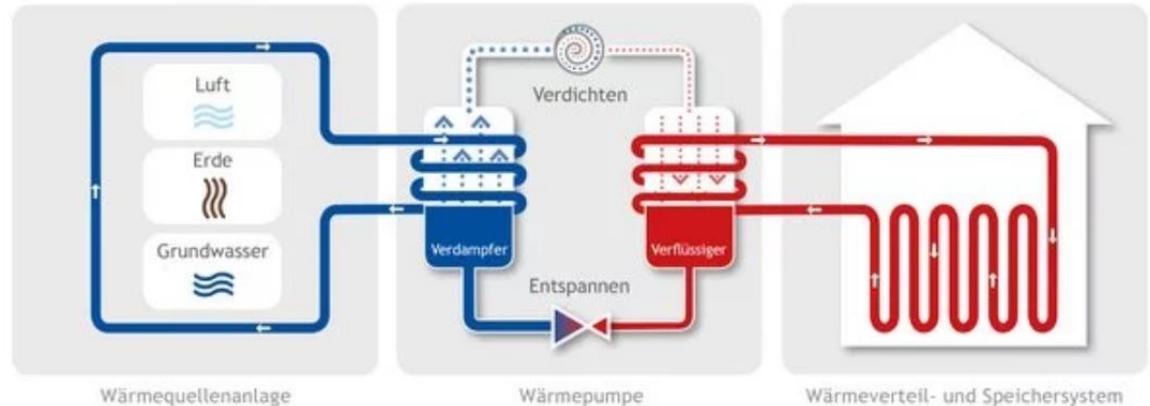
Antriebsenergie

- Konstruktion und Herstellung
- Planung
- Einbau

ABWÄRME

Umweltenergie

Wärmeenergie



Quelle: Bundesverband Wärmepumpen

» Wärmepumpen für jede Leistung / jede Wärmequelle

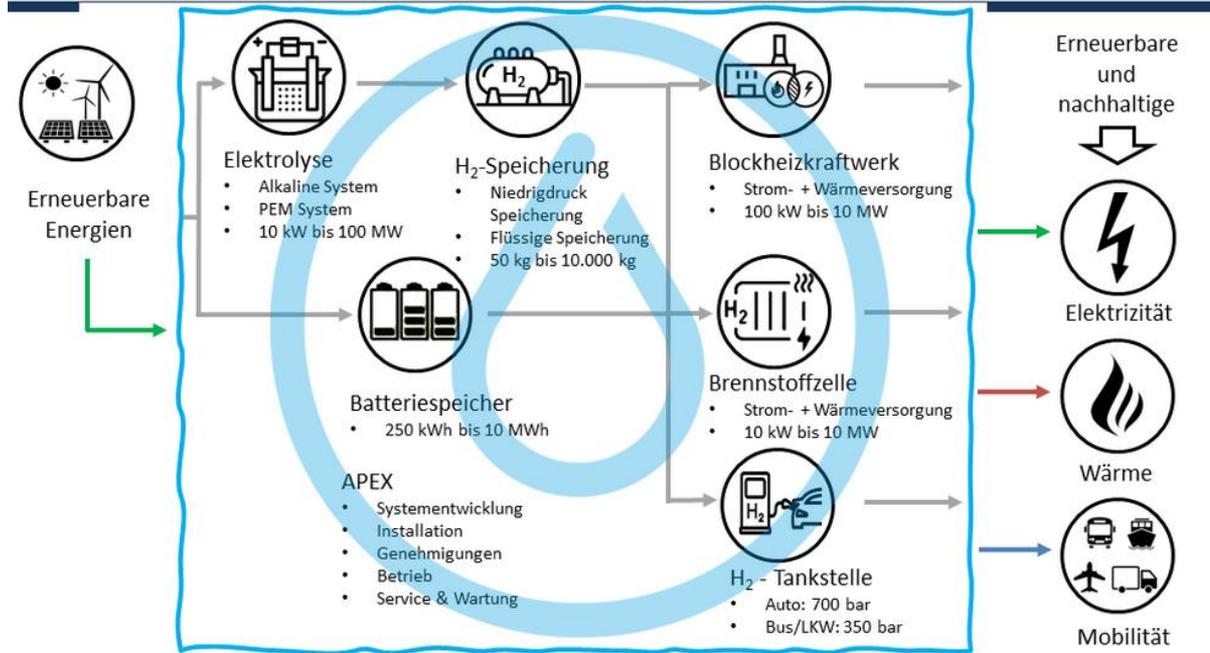


Quelle: Ochsner

Einsatzzwecke:

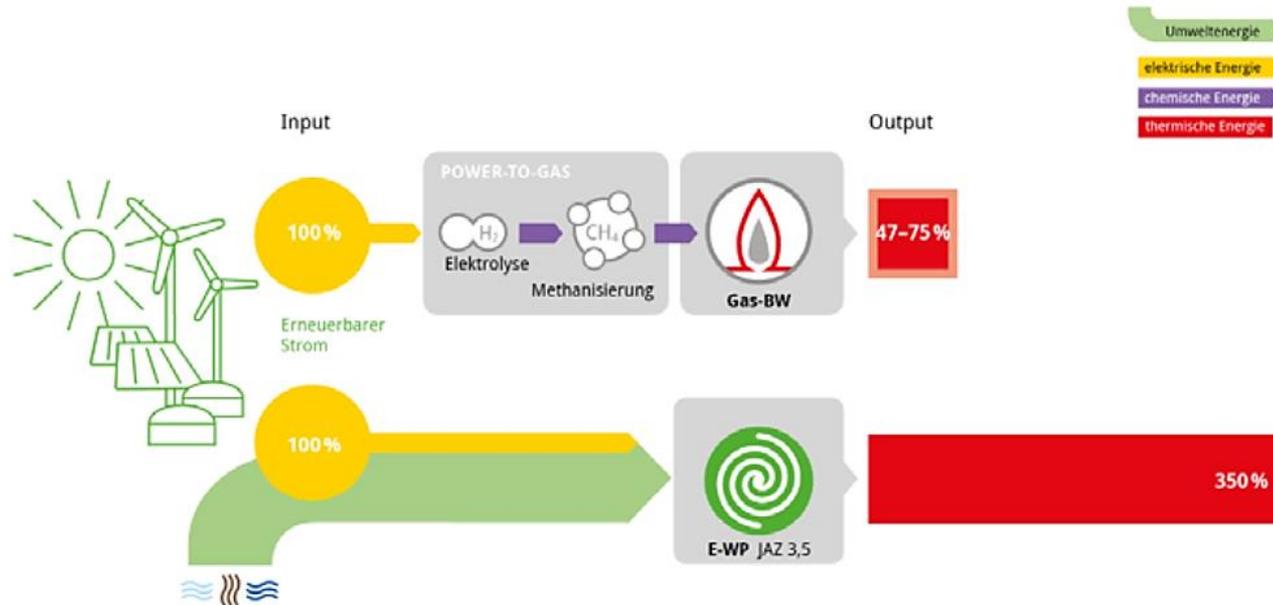
- Kleinwärmepumpen: Abluftwärmenutzung/ Warmwasser/ Heizung
- Großwärmepumpen: Industrielle Nutzung/ Nah- und Fernwärme

Skalierbares und flexibles APEX-Energiesystem



APEX Energy Teterow GmbH

→ Heizsysteme der Zukunft: Effizienzvergleich Wärmepumpe und Power-to-Gas



Quelle: Bundesverband Wärmepumpen

→ Wärmepumpe im Gebäudesektor 4,5 Mal effizienter als grüner Wasserstoff

→ Das UBA hat die Ökobilanzen von WEA und PV-Anlagen aktualisiert.

„Die berechneten Energy Payback Times der untersuchten PV-Anlagen, liegen an einem deutschen Anlagenstandort:

zwischen 0,9 und 2,1 Jahren

Der investierte Primärenergieaufwand für die Herstellung, die Nutzung und das Lebensende der PV-Anlagen amortisiert sich somit nach einer sehr kurzen Anlagenlaufzeit.“

Quelle: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf

III. Fördermittel

Feste Einspeisevergütung für Photovoltaikanlagen

Inbetriebnahme	Auf und Wohn- und Nichtwohngebäuden und an Lärmschutzwänden			Sonstige Anlagen ≤ 100 kW _p
	≤ 10 kW _p	> 10...≤ 40 kW _p	> 40...≤ 100 kW _p	
April 2021	7,81	7,59	5,95	5,36
Mai 2021	7,69	7,47	5,86	5,28
Juni 2021	7,58	7,36	5,77	5,20
Juli 2021	7,47	7,25	5,68	5,12

Feste Einspeisevergütung bis zu einer Nennleistung von 100 kW.

Für Anlagen mit einer Nennleistung von 100–750 kW besteht die Pflicht zur Direktvermarktung.

Ab 750 kW Teilnahme an Ausschreibungen

Marktprämienmodell für Photovoltaikanlagen (Degression 1,4 %)

Inbetriebnahme	Auf und Wohn- und Nichtwohngebäuden und an Lärmschutzwänden			Sonstige Anlagen
	$\leq 10 \text{ kW}_p$	$> 10 \dots \leq 40 \text{ kW}_p$	$> 40 \dots \leq 100 \text{ kW}_p$	$\leq 750 \text{ kW}_p$
April 2021	8,21	7,99	6,35	5,76
Mai 2021	8,09	7,87	6,26	5,68
Juni 2021	7,98	7,76	6,17	5,60
Juli 2021	7,87	7,65	6,08	5,52

Feste Einspeisevergütung bis zu einer Nennleistung von 100 kW.

Für Anlagen mit einer Nennleistung von 100–750 kW besteht die Pflicht zur Direktvermarktung.

Ab 750 kW Teilnahme an Ausschreibungen

Beratung



Energieberatung DIN V 18599

→ *Zuschuss*

-  Energieberatung für Nichtwohngebäude
Förderhöhe abhängig von Nettogrundfläche des betreffenden Gebäudes
-  Förderhöhe: 80 % der Beratungskosten, max. € 8.000 in Abhängigkeit von der Nettogrundfläche:

< 200 m ²	max. € 1.700
200-500 m ²	max. € 5.000
> 500 m ²	max. € 8.000
- 

Gebäude



Erneuerbare Energien – Standard (270)

→ *Kredit*

- 
 - Anlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme, für Netze und Speicher
 - **Photovoltaik (Aufdach/Fassade, Freifläche, EEG-konform)**, Batteriespeicher, Wasser, Wind, Biogas, Contracting und vieles mehr
 - Für Privatpersonen, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen
-  Kredit max. 50 Mio €, max. 100 % der Investitionskosten
-  100 % Auszahlung

Anlagen 

KFW
Bank aus Verantwortung

Erneuerbare Energien – Premium (271/281)

→ Kredit

- i** Anlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme, für Netze und Speicher
Solarkollektoranlagen, Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse, Wärmenetze (EE), Biogasleitungen, Wärmespeicher, effiziente Wärmepumpen, KWK-Anlagen
Für große und mittlere Unternehmen, kommunale Einrichtungen (271), kleine Unternehmen (281)
- %** Kredit max. 25 Mio € pro Vorhaben, bis zu 100 % der Investitionskosten
- €** 100 % Auszahlung, Tilgungszuschuss bis 50 %

Anlagen 

KFW
Bank aus Verantwortung

Klimaschutzoffensive für den Mittelstand (293)

→ Kredit, Zuschuss

- i** Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte aus Erneuerbaren Energien, Energiespeicher und E-Fahrzeuge
Für gewerbliche Unternehmen, kommunale Unternehmen, Einzelunternehmen und Freiberuflich Tätige
- %** Kredit max. 25 Mio € pro Vorhaben, bis zu 100 % der förderfähigen Investitionskosten
- €** 100 % Auszahlung, Klimazuschuss bis zu 6 % des Kreditbetrages

Gebäude



Bundesamt
für Wirtschaft und
Ausfuhrkontrolle

Bundeshilfe für effiziente Gebäude (BEG-Förderung)

→ *Zuschuss*

- i** Anlagen zur Erzeugung von Strom und Wärme, für Netze und Speicher auf Wohn- und Nichtwohngebäuden sowie in Einzelmaßnahmen
Effizienzhaus 40 Plus (EE- und NH-Klasse) – gebäudenaher Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, z. B. PV-Anlagen mit Stromspeicher (mind. 500 kWh p.a. und mind. 10 kWh/m² p.a.)
- %** Für Privatpersonen, freiberuflich Tätige, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen und viele mehr
- €** Förderhöhe: 30 % bis 50 % der Investitionskosten

Investitions- programm



Modernisierung für Beherbergungsbetriebe

→ *Zuschuss*

- i** Steigerung der Energieeffizienz oder Verbesserung der Klimafreundlichkeit
- %** Bis 800.000 Euro
Große Unternehmen 30 %,
Mittlere Unternehmen 40 %,
Kleine Unternehmen 50 %

**Achtung:
Antragstellung bis
30.06.2021**

Förderung bis 31.12.2021 | www.lfi-mv.de

Gemeinsam für mehr Klimaschutz!

Technische Beratung Energieeffizienz und Klimaschutz



Dipl.-Ing. (FH) Arne Rakel
Telefon: 0385 3031640
Handy: 0152 54770610
E-Mail: arne.rakel@leka-mv.de



Dr.-Ing. Uwe Borchert
Telefon: 03831 457036
Handy: 0174 3445185
E-Mail: uwe.borchert@leka-mv.de



www.mv-effizient.de | info@mv-effizient.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Eine Kampagne der:



Gefördert durch:



Im Auftrag von:

