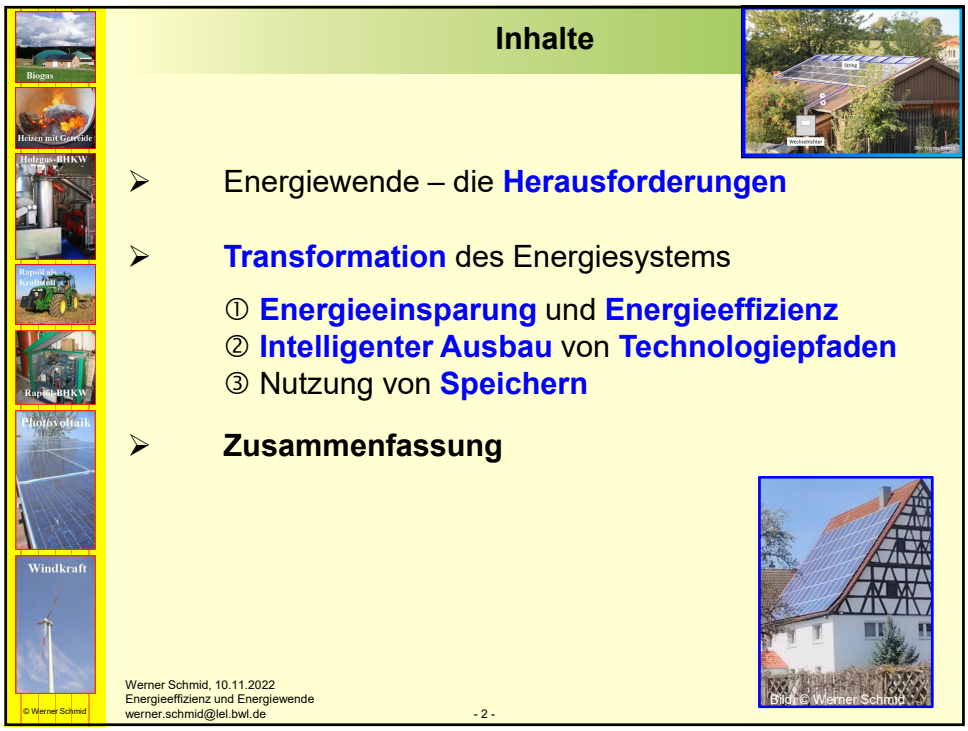
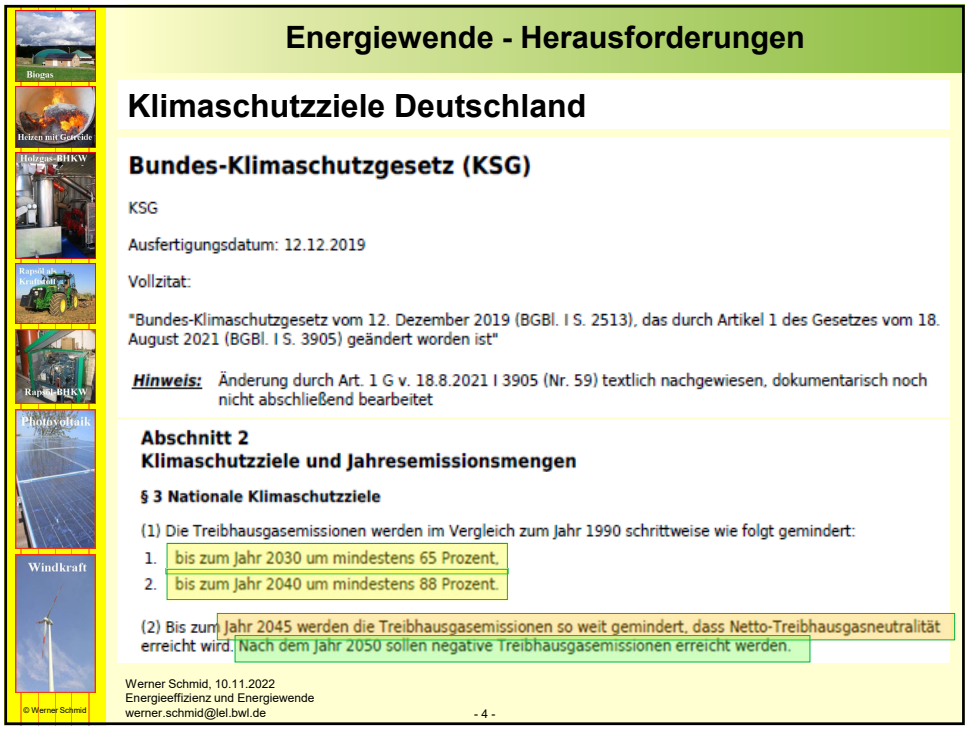
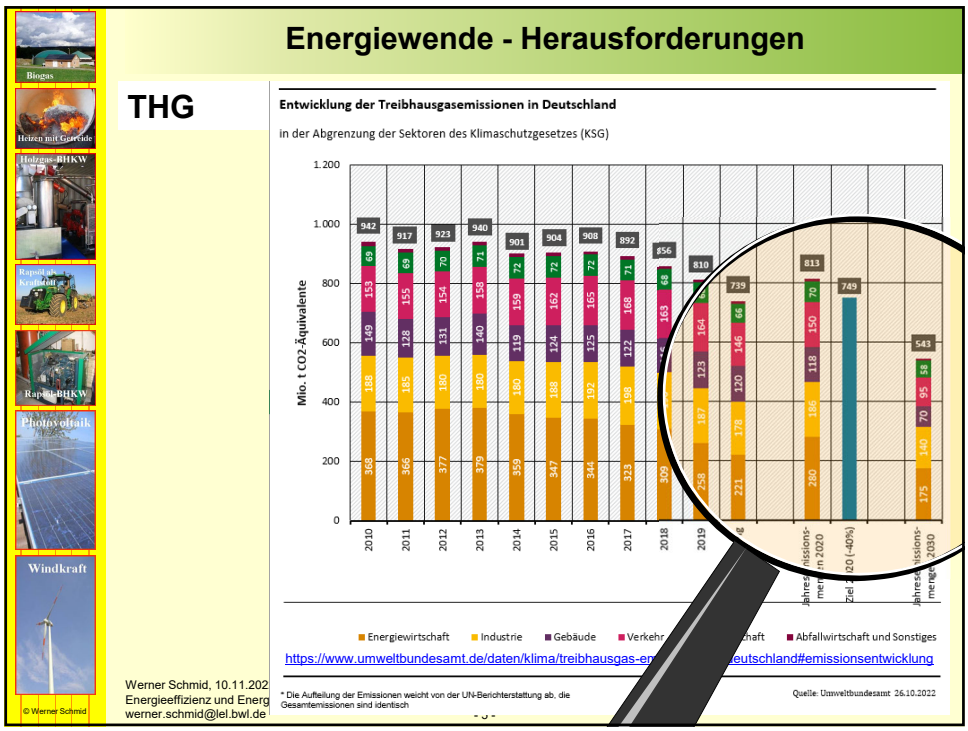
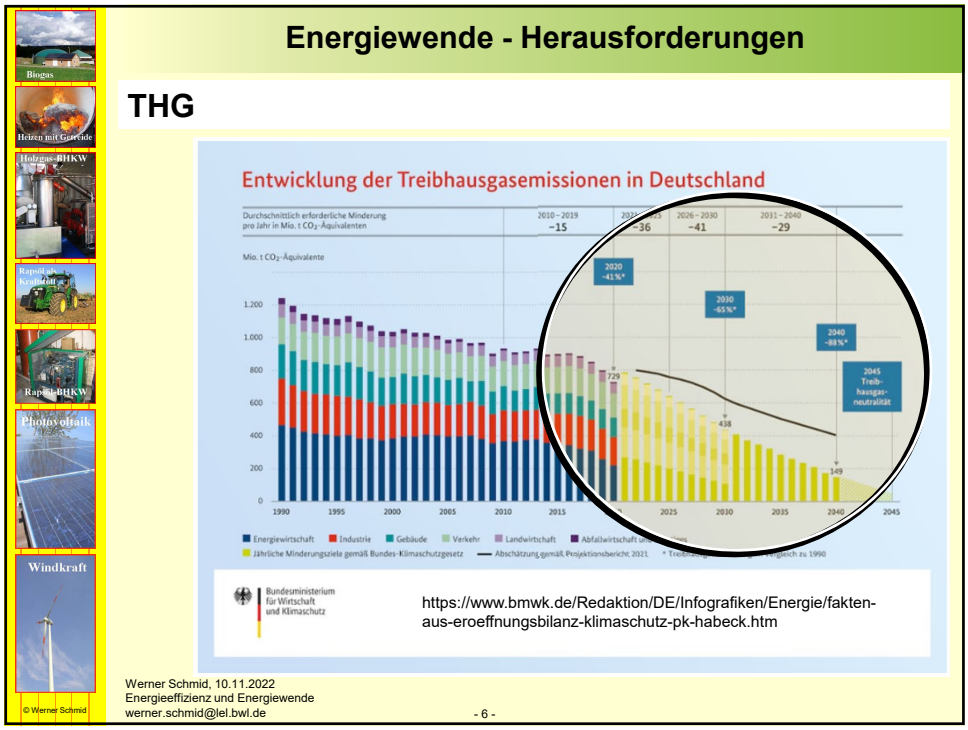
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Energieeffizienz - unverzichtbarer Baustein auf dem Weg zur Energiewende
ALB Baden-Württemberg e.V..
Werner Schmid
LEL Schwäbisch Gmünd
Kirchberg/Jagst, 10. November 2022
- 1 -

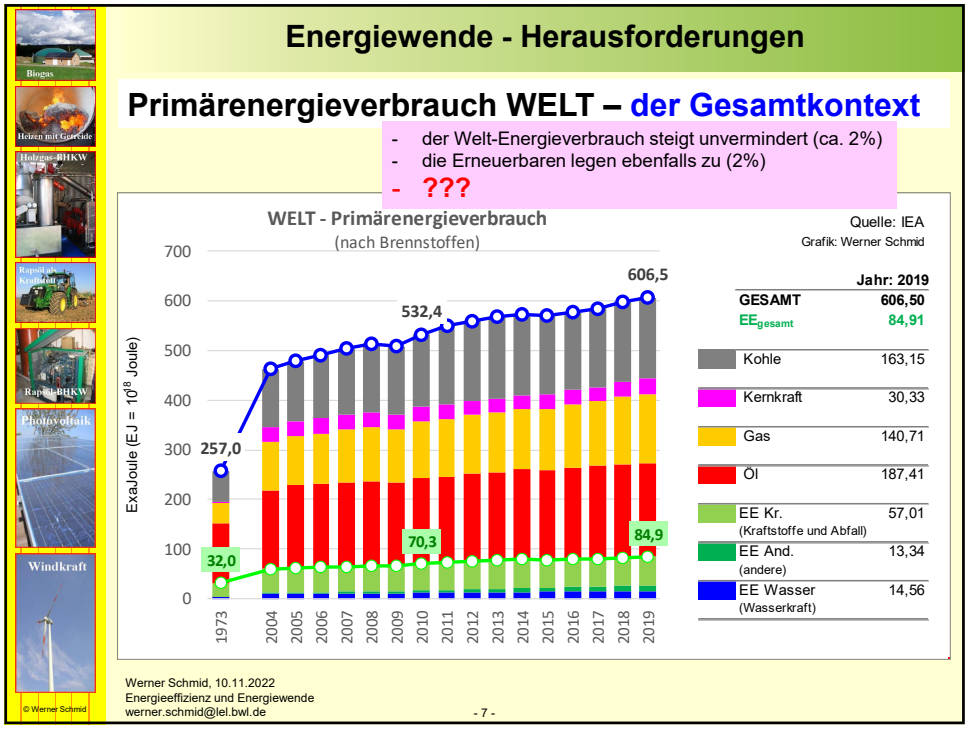

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Inhalte
Energiewende – die Herausforderungen
Transformation des Energiesystems
① Energieeinsparung und Energieeffizienz
② Intelligenter Ausbau von Technologiepfaden
③ Nutzung von Speichern
Zusammenfassung
Bild: © Werner Schmid
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 2 -

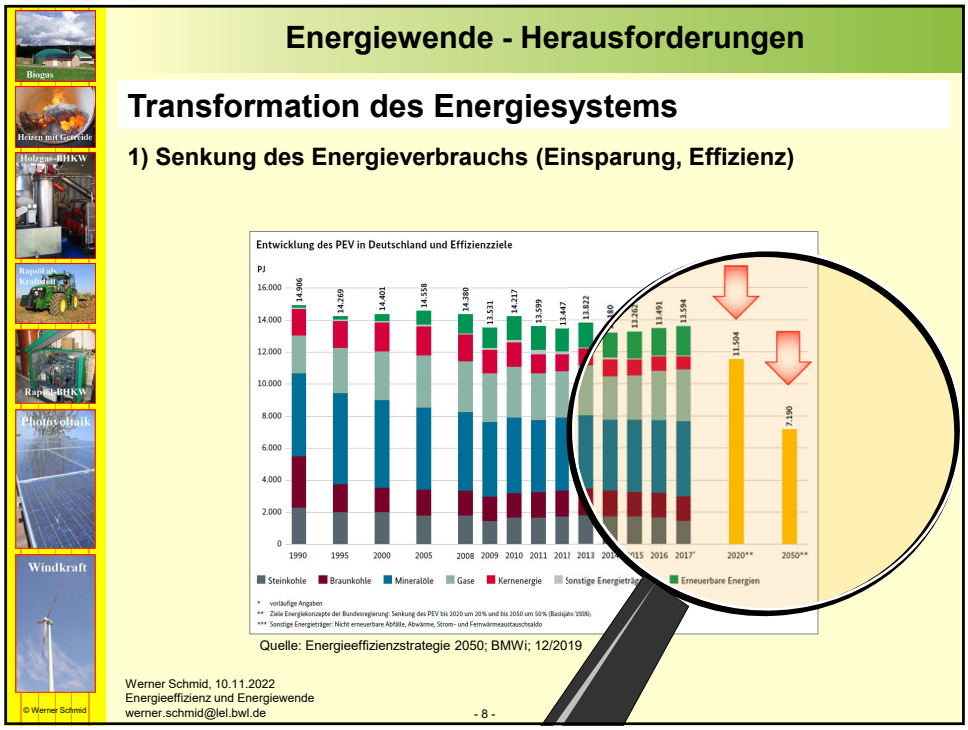
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Energiewende - Herausforderungen
Bild: © Werner Schmid
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 3 -


Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Energiewende - Herausforderungen
Klimaschutzziele Deutschland
Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)
KSG
Ausfertigungsdatum: 12.12.2019
Vollzitat:
"Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist"
Hinweis: Änderung durch Art. 1 G v. 18.8.2021 I 3905 (Nr. 59) textlich nachgewiesen, dokumentarisch noch nicht abschließend bearbeitet
Abschnitt 2
Klimaschutzziele und Jahresemissionsmengen
§ 3 Nationale Klimaschutzziele
(1) Die Treibhausgasemissionen werden im Vergleich zum Jahr 1990 schrittweise wie folgt gemindert:
1. bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 Prozent,
2. bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 Prozent.
(2) Bis zum Jahr 2045 werden die Treibhausgasemissionen so weit gemindert, dass Netto-Treibhausgasneutralität erreicht wird. Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden.
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 4 -


Energiewende - Herausforderungen
THG
Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland
in der Abgrenzung der Sektoren des Klimaschutzgesetzes (KSG)
Mio. t CO2-Äquivalente
Energiewirtschaft
Industrie
Gebäude
Abfallwirtschaft und Sonstiges
Quelle: Umweltbundesamt 26.10.2022
Werner Schmid, 10.11.2022
werner.schmid@lel.bwl.de

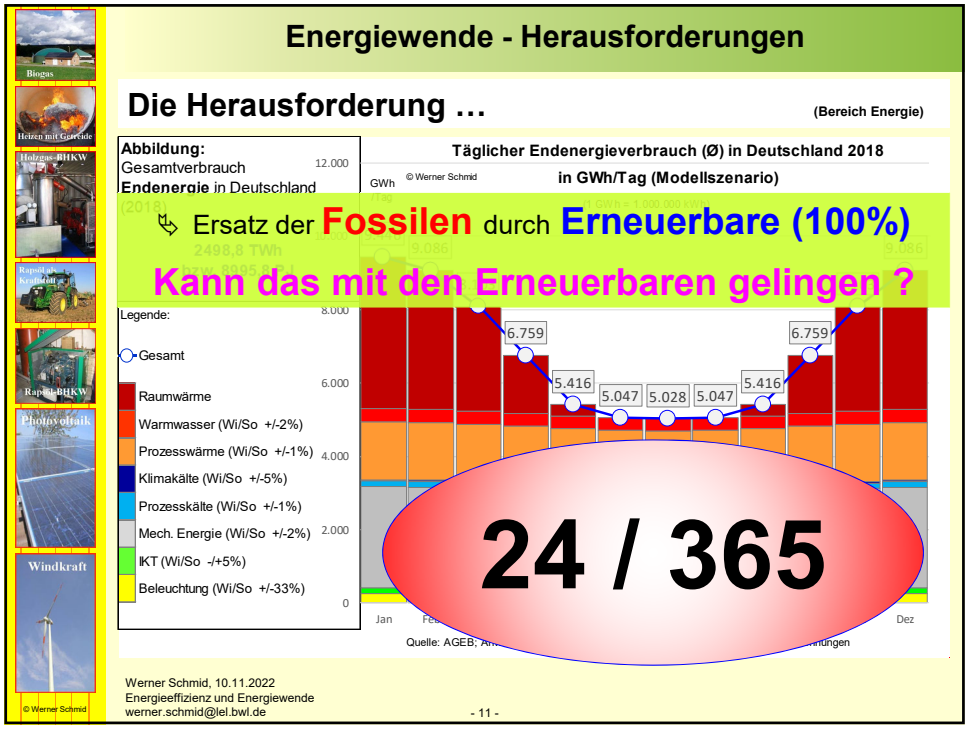

Energiewende - Herausforderungen
THG
Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland
Mio. t CO2-Äquivalente
Energiewirtschaft
Industrie
Gebäude
Verkehr
Landwirtschaft
Abfallwirtschaft
https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/fakten-aus-eroeffnungsbilanz-klimaschutz-pk-habeck.htm
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 6 -

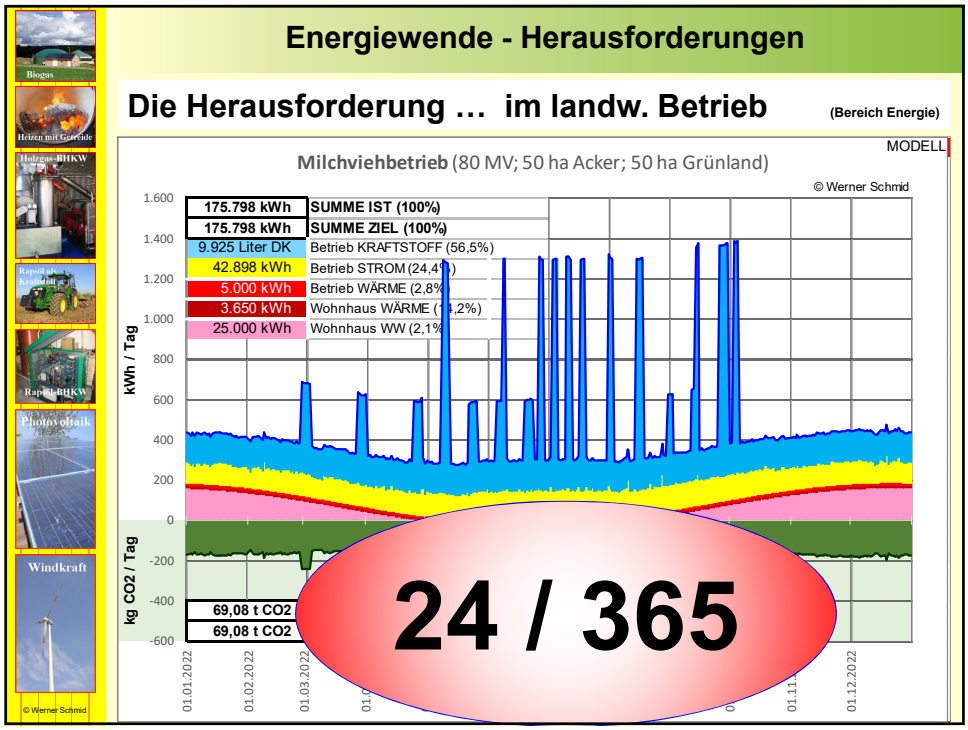

Energiewende - Herausforderungen
Primärenergieverbrauch WELT – der Gesamtkontext
- der Welt-Energieverbrauch steigt unvermindert (ca. 2%)
- die Erneuerbaren legen ebenfalls zu (2%)
- ???
WELT - Primärenergieverbrauch
(nach Brennstoffen)
Quelle: IEA
Grafik: Werner Schmid
ExaJoule (EJ = 10^18 Joule)
257,0
532,4
606,5
32,0
70,3
84,9
Jahr: 2019
GESAMT 606,50
EE gesamt 84,91
Kohle 163,15
Kernkraft 30,33
Gas 140,71
Öl 187,41
EE Kr. (Kraftstoffe und Abfall) 57,01
EE And. (andere) 13,34
EE Wasser (Wasserkraft) 14,56
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 7 -

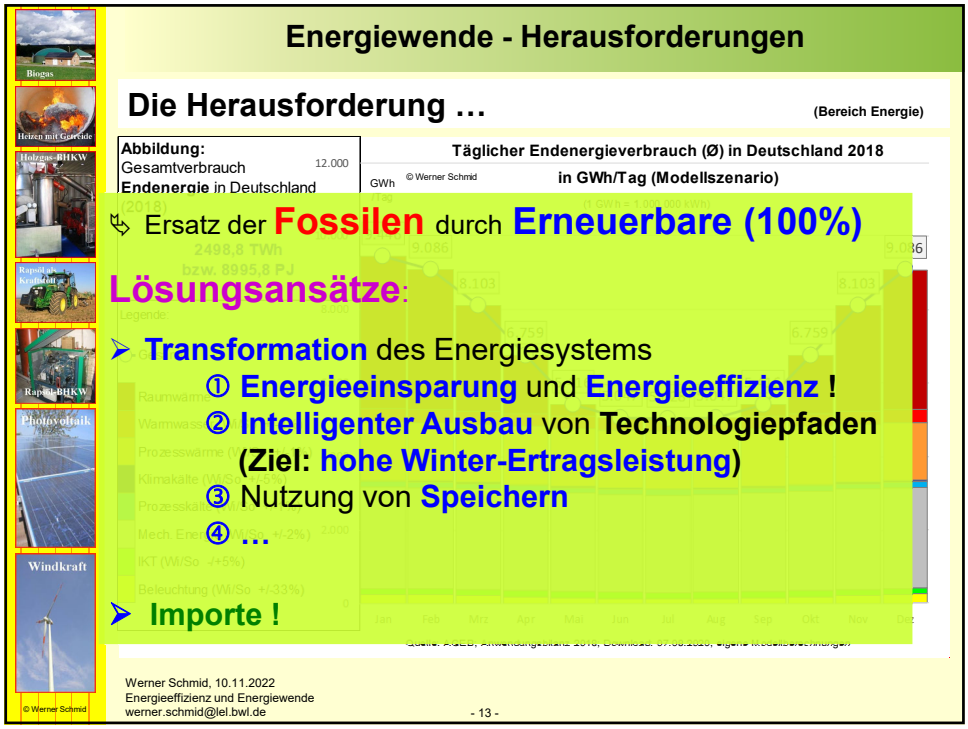

Energiewende - Herausforderungen
Transformation des Energiesystems
1) Senkung des Energieverbrauchs (Einsparung, Effizienz)
Entwicklung des PEV in Deutschland und Effizienzziele
PJ
Steinkohle
Braunkohle
Mineralöle
Gase
Kernenergie
Erneuerbare Energien
Quelle: Energieeffizienzstrategie 2050; BMWi; 12/2019
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 8 -

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Energiewende - Herausforderungen
Transformation des Energiesystems
1) Senkung des Energieverbrauchs (Einsparung, Effizienz)
2) Umbau der Energiebereitstellung auf Erneuerbare Quellen
Abbildung 55: Primärenergieverbrauch im Szenario Klimaschutzprogramm 2035 (KSPr (Jan 2020)); 2008-2035
16.000
14.000
12.000
10.000
8.000
6.000
4.000
2.000
0
-2.000
PJ
2008
2010
2016
2020
2025
2030
2035
Jahre
Einsparung & Effizienz
ca. 25-30%
+
-
Braunkohle
Steinkohle
Mineralöl
Fossile Gase
Müll
Kernenergie
Erneuerbare
Stromhandelssaldo
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
Quelle: Abschätzung der Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung; UBA; 10/2020
- 9 -

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Energiewende - Herausforderungen
Die Herausforderung …
(Bereich Energie)
Abbildung:
Gesamtverbrauch
Endenergie in Deutschland
(2018)
2498,8 TWh
bzw. 8995,8 PJ
12.000
10.000
8.000
6.000
4.000
2.000
0
Legende:
Gesamt
Raumwärme
Warmwasser (Wi/So +/-2%)
Prozesswärme (Wi/So +/-1%)
Klimakälte (Wi/So +/-5%)
Prozesskälte (Wi/So +/-1%)
Mech. Energie (Wi/So +/-2%)
IKT (Wi/So -/+5%)
Beleuchtung (Wi/So +/-33%)
Täglicher Endenergieverbrauch (Ø) in Deutschland 2018
in GWh/Tag (Modellszenario)
(1 GWh = 1.000.000 kWh)
GWh /Tag
© Werner Schmid
9.446
9.086
8.103
6.759
5.416
5.047
5.028
5.047
5.416
6.759
8.103
9.086
Jan
Feb
Nov
Dez
Quelle: AGEB
Primär-Energieträger 2018
Mineralöl 33,9%
Steinkohle 10,9%
Braunkohle 11,3%
Erdgas, Erdölgas 23,5%
Kernenergie 6,3%
Wasser- und Windkraft 1) 3) 4,8%
andere Erneuerbare 2) 9,0%
Außenhandelssaldo Strom -1,3%
Sonstige 4) 1,7%
Quelle: BMWi; Energiedaten-gesamt 2021
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de


Energiewende - Herausforderungen
Die Herausforderung …
(Bereich Energie)
Abbildung:
Gesamtverbrauch
Endenergie in Deutschland
Täglicher Endenergieverbrauch (Ø) in Deutschland 2018
in GWh/Tag (Modellszenario)
© Werner Schmid
Ersatz der Fossilen durch Erneuerbare (100%)
Kann das mit den Erneuerbaren gelingen ?
Legende:
Gesamt
Raumwärme
Warmwasser (Wi/So +/-2%)
Prozesswärme (Wi/So +/-1%)
Klimakälte (Wi/So +/-5%)
Prozesskälte (Wi/So +/-1%)
Mech. Energie (Wi/So +/-2%)
IKT (Wi/So -/+5%)
Beleuchtung (Wi/So +/-33%)
6.759
5.416
5.047
5.028
5.047
5.416
6.759
24 / 365
Jan
Dez
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 11 -


Energiewende - Herausforderungen
Die Herausforderung … im landw. Betrieb
(Bereich Energie)
MODELL
Milchviehbetrieb (80 MV; 50 ha Acker; 50 ha Grünland)
© Werner Schmid
175.798 kWh SUMME IST (100%)
175.798 kWh SUMME ZIEL (100%)
9.925 Liter DK Betrieb KRAFTSTOFF (56,5%)
42.898 kWh Betrieb STROM (24,4%)
5.000 kWh Betrieb WÄRME (2,8%)
3.650 kWh Wohnhaus WÄRME (1,2%)
25.000 kWh Wohnhaus WW (2,1%)
kWh / Tag
kg CO2 / Tag
69,08 t CO2
69,08 t CO2
24 / 365
01.01.2022
01.02.2022
01.03.2022
01.12.2022

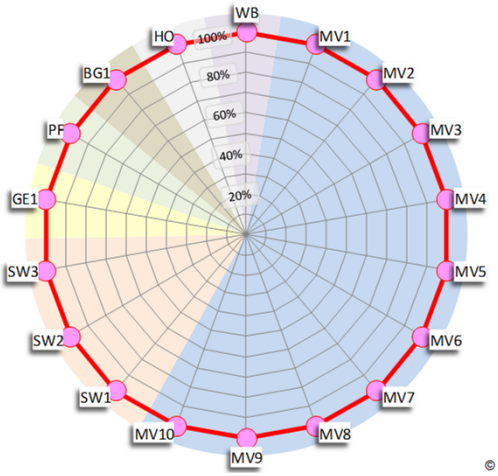

Energiewende - Herausforderungen
Die Herausforderung …
(Bereich Energie)
Abbildung:
Gesamtverbrauch
Endenergie in Deutschland
Täglicher Endenergieverbrauch (Ø) in Deutschland 2018
in GWh/Tag (Modellszenario)
© Werner Schmid
Ersatz der Fossilen durch Erneuerbare (100%)
Lösungsansätze:
Transformation des Energiesystems
① Energieeinsparung und Energieeffizienz !
② Intelligenter Ausbau von Technologiepfaden
(Ziel: hohe Winter-Ertragsleistung)
③ Nutzung von Speichern
④ …
Importe !
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 13 -

① Energieeinsparung und Energieeffizienz
… wie sagt meine beste Freundin immer zu mir …
„Licht ausmacha !“
BWI © WernerSchmid
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 14 -

Energieeinsparung und Energieeffizienz

Effizienzgewinne durch Energieberatung in den Leuchtturmbetrieben

(Bezugsbasis: Ergebnisse der Beratung von Betriebszweigen / Energieträgern)



Legende:

Anzahl der Leuchtturm-Betriebe ges. (18)

- MV - Milchviehhaltung (10)
- SW - Schweinehaltung (3)
- GE - Hähnchenhaltung (1)
- PF - Pferdehaltung (1)
- BG - Biogaserzeugung (1)
- HO - Hopfenbau (1)
- WB - Weinbau (1)

Effizienzgewinne:	von	bis	Ø
Energieeffizienz			
Kosteneffizienz			
CO_2- Effizienz			

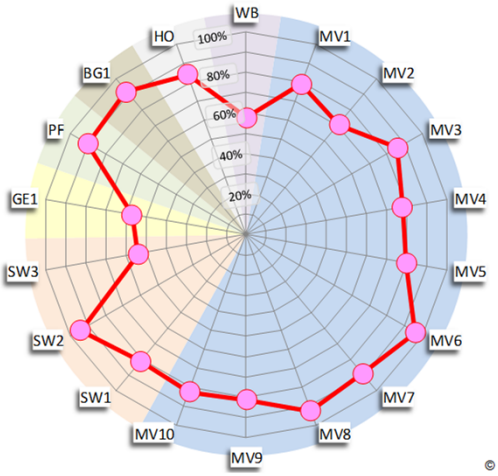
© LEL Schwäbisch Gmünd; erstellt: Werner Schmid (10/2018)

DBU-Projekt: "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft" (2015-2018)

Energieeinsparung und Energieeffizienz

Effizienzgewinne durch Energieberatung in den Leuchtturmbetrieben

(Bezugsbasis: Ergebnisse der Beratung von Betriebszweigen / Energieträgern)



Legende:

Anzahl der Leuchtturm-Betriebe ges. (18)

- MV - Milchviehhaltung (10)
- SW - Schweinehaltung (3)
- GE - Hähnchenhaltung (1)
- PF - Pferdehaltung (1)
- BG - Biogaserzeugung (1)
- HO - Hopfenbau (1)
- WB - Weinbau (1)

Effizienzgewinne:	von	bis	Ø
Energieeffizienz	4%	46%	20%
Kosteneffizienz			
CO_2- Effizienz			

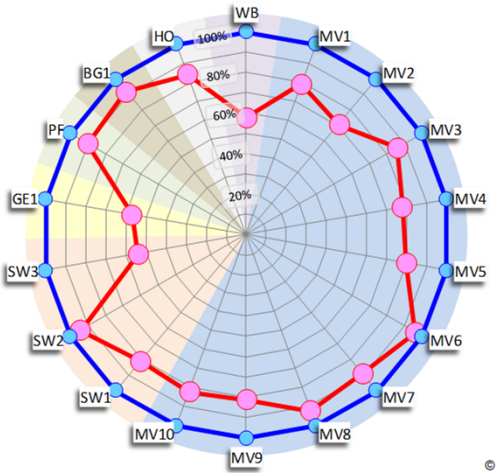
© LEL Schwäbisch Gmünd; erstellt: Werner Schmid (10/2018)

DBU-Projekt: "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft" (2015-2018)

Energieeinsparung und Energieeffizienz

Effizienzgewinne durch Energieberatung in den Leuchtturmbetrieben

(Bezugsbasis: Ergebnisse der Beratung von Betriebszweigen / Energieträgern)



Legende:

Anzahl der Leuchtturm-Betriebe ges. (18)

- MV - Milchviehhaltung (10)
- SW - Schweinehaltung (3)
- GE - Hähnchenhaltung (1)
- PF - Pferdehaltung (1)
- BG - Biogaserzeugung (1)
- HO - Hopfenbau (1)
- WB - Weinbau (1)

Effizienzgewinne:	von bis	Ø
Energieeffizienz	4% - 46%	20%
Kosteneffizienz		
CO_2- Effizienz		

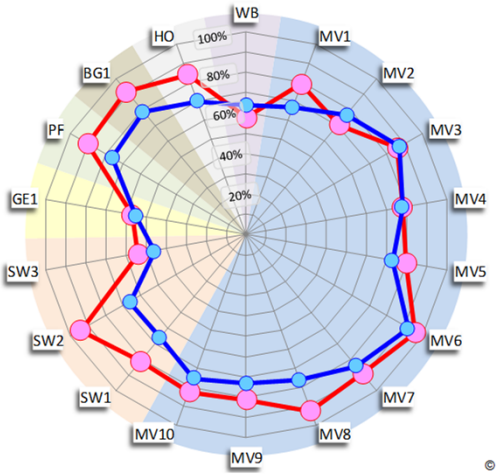
© LEL Schwäbisch Gmünd; erstellt: Werner Schmid (10/2018)

DBU-Projekt: "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft" (2015-2018)

Energieeinsparung und Energieeffizienz

Effizienzgewinne durch Energieberatung in den Leuchtturmbetrieben

(Bezugsbasis: Ergebnisse der Beratung von Betriebszweigen / Energieträgern)



Legende:

Anzahl der Leuchtturm-Betriebe ges. (18)

- MV - Milchviehhaltung (10)
- SW - Schweinehaltung (3)
- GE - Hähnchenhaltung (1)
- PF - Pferdehaltung (1)
- BG - Biogaserzeugung (1)
- HO - Hopfenbau (1)
- WB - Weinbau (1)

Effizienzgewinne:	von bis	Ø
Energieeffizienz	4% - 46%	20%
Kosteneffizienz	8% - 54%	28%
CO_2- Effizienz		

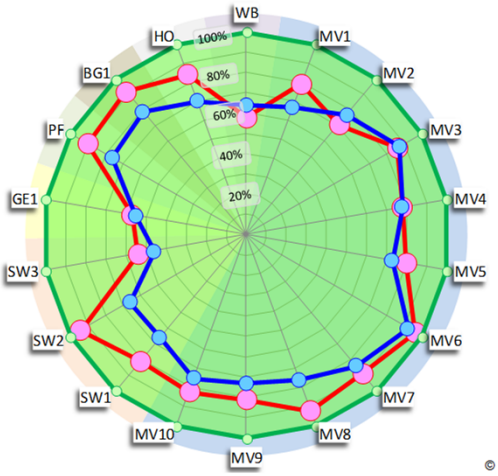
© LEL Schwäbisch Gmünd; erstellt: Werner Schmid (10/2018)

DBU-Projekt: "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft" (2015-2018)

Energieeinsparung und Energieeffizienz

Effizienzgewinne durch Energieberatung in den Leuchtturmbetrieben

(Bezugsbasis: Ergebnisse der Beratung von Betriebszweigen / Energieträgern)



Legende:

Anzahl der Leuchtturm-Betriebe ges. (18)

- MV - Milchviehhaltung (10)
- SW - Schweinehaltung (3)
- GE - Hähnchenhaltung (1)
- PF - Pferdehaltung (1)
- BG - Biogaserzeugung (1)
- HO - Hopfenbau (1)
- WB - Weinbau (1)

Effizienzgewinne:	von	bis	Ø
Energieeffizienz	4%	46%	20%
Kosteneffizienz	8%	54%	28%
CO_2- Effizienz			

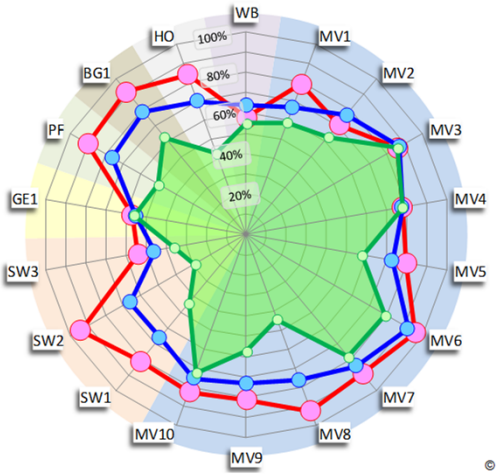
© LEL Schwäbisch Gmünd; erstellt: Werner Schmid (10/2018)

DBU-Projekt: "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft" (2015-2018)

Energieeinsparung und Energieeffizienz

Effizienzgewinne durch Energieberatung in den Leuchtturmbetrieben

(Bezugsbasis: Ergebnisse der Beratung von Betriebszweigen / Energieträgern)



Legende:

Anzahl der Leuchtturm-Betriebe ges. (18)

- MV - Milchviehhaltung (10)
- SW - Schweinehaltung (3)
- GE - Hähnchenhaltung (1)
- PF - Pferdehaltung (1)
- BG - Biogaserzeugung (1)
- HO - Hopfenbau (1)
- WB - Weinbau (1)

Effizienzgewinne:	von	bis	Ø
Energieeffizienz	4%	46%	20%
Kosteneffizienz	8%	54%	28%
CO_2- Effizienz	14%	71%	42%

© LEL Schwäbisch Gmünd; erstellt: Werner Schmid (10/2018)

DBU-Projekt: "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft" (2015-2018)

Energieeinsparung und Energieeffizienz

… Potentiale „schlummern aller Orten“ …

Energieeffizienzmaßnahmen in den Leuchtturmbetrieben
18 Leuchtturmbetriebe

Milchviehhaltung
(5) > Milchkühlung: Vorkühler
(2) > Milchkühlung: Standort Kühlaggregat
(1) > Milchkühlung: betriebsindivid. Steuerung
(1) > Wärmerückgewinnung Milchkühlung
(2) > Frequenzsteuerung Vakuumpumpe
(7) > LEL Beleuchtung
(6) > PV-Eigenstromerzeugung
(2) > Güllepumpen Lastmanagement
(1) > effiziente Tränkebeckenheizung
(1) > Wasserstation (Pumpe)
(1) > Ventilatoren
(1) > automatische Fütterung
(1) > PC / Laptop
(1) > Dämmung Rohrleitung
(1) > Warmwasser Kälberfütterung
(1) > Warmwasser Waschmaschine

Schweinehaltung
(1) > Lüftungsregelung (Frequenzumrichter)
(1) > Lüftung: Einzel > Zentral
(1) > Lüftung (FU & Steuerung)
(1) > Frequenzgesteuerte Umwälzpumpen
(1) > gebläselose Mühle
(2) > LEL Beleuchtung
(2) > PV-Eigenstromerzeugung
(1) > Dämmung Dach
(1) > Biogaswärme

Geflügelhaltung
(2) > Lüftung: Offenstall & konv. Stall
(2) > Dämmung Dach: Offenstall & konv. Stall
(1) > LEL Beleuchtung
(1) > Biogaswärme
(1) > Optimierung Biogas

Pferdehaltung
(1) > LEL Beleuchtung
(1) > Dämmung Rohrleitung
(1) > PV-Eigenstromerzeugung
(1) > Einbau Pellets-Heizung
(1) > Bau einer Brunnenanlage

Biogaserzeugung
(2) Biogas Notkühler / Wärmenutzung
(1) > LEL Beleuchtung
(1) > Güllepumpe Lastmanagement
(1) > Stromzählertuasch
(2) > PV-Eigenstromerzeugung

Weinbau
(1) > Kühlturm
(1) > Kälte-/Wärme Management
(1) > LEL Beleuchtung
(1) > Niedrigenergie-Haus
(1) > Sonstiges

Hopfenbau
(1) > Hopfentrocknung
> Hackschnitzelkessel zur Wärmebereitstellung
> Optimierung Luftführung

© LEL Schwäbisch Gmünd; erstellt: Werner Schmid (01/2019)
DBU-Projekt: "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft" (2015-2019)

© Werner Schmid

© Werner Schmid

Energieeinsparung und Energieeffizienz

Milchviehhaltung – Einbau eines Vorkühlers

DBU-Projekt: "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft"
Autor: Karl-Heinz Wiech, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH)
Kreuzgrundweg 1b; 36100 Petersberg karl-heinz.wiech@llh.hessen.de

Maßnahme: Stand: 08/2018

Einbau einer Milchvorkühlung

Ausgangssituation:
> Betriebsneubau im Jahr 2006. Einbau konventioneller Technik für die Milchgewinnung. Ziel: Einhaltung niedriger Investitionskosten.
> Im Rahmen einer Erweiterungsplanung der Milchviehhaltung 2017 wurde der Energieverbrauch analysiert. Es konnten Effizienzpotentiale festgestellt werden.

Maßnahmenvorschlag:
> Einbau eines Plattenvorkühlers zur Einsparung von Strom
> Nutzung von Brunnenwasser zur Vorkühlung der Milch
> Verwendung des zur Vorkühlung eingesetzten Wassers für die Reinigung der Melkanlage sowie als Tränkewasser für die Milchkuhherde.

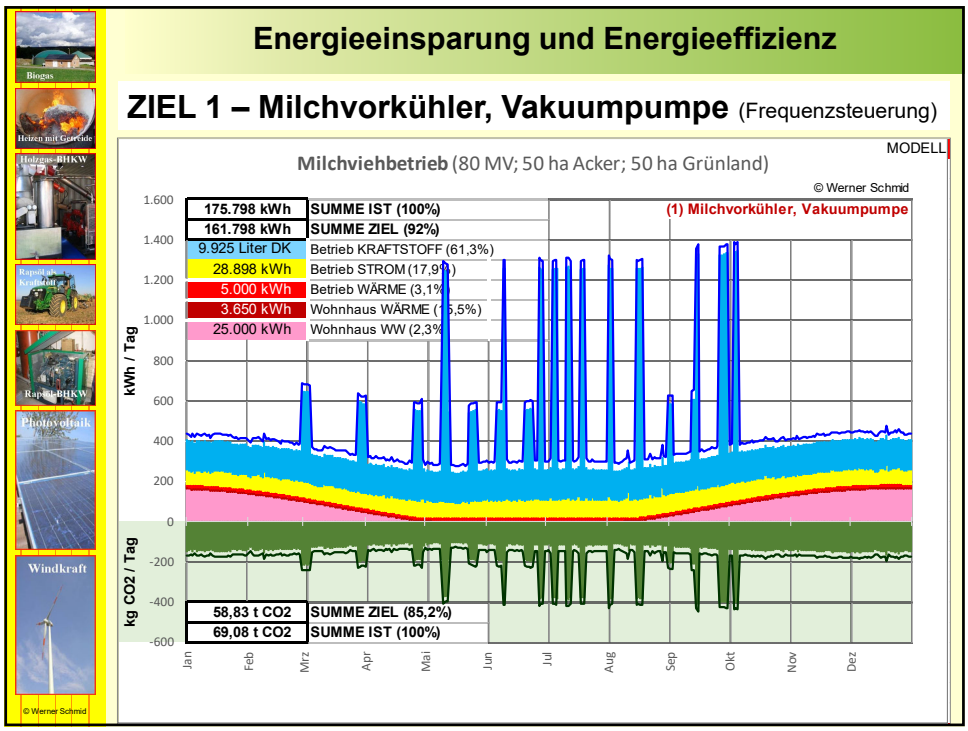
Wirkung der Maßnahme: (Prognose)

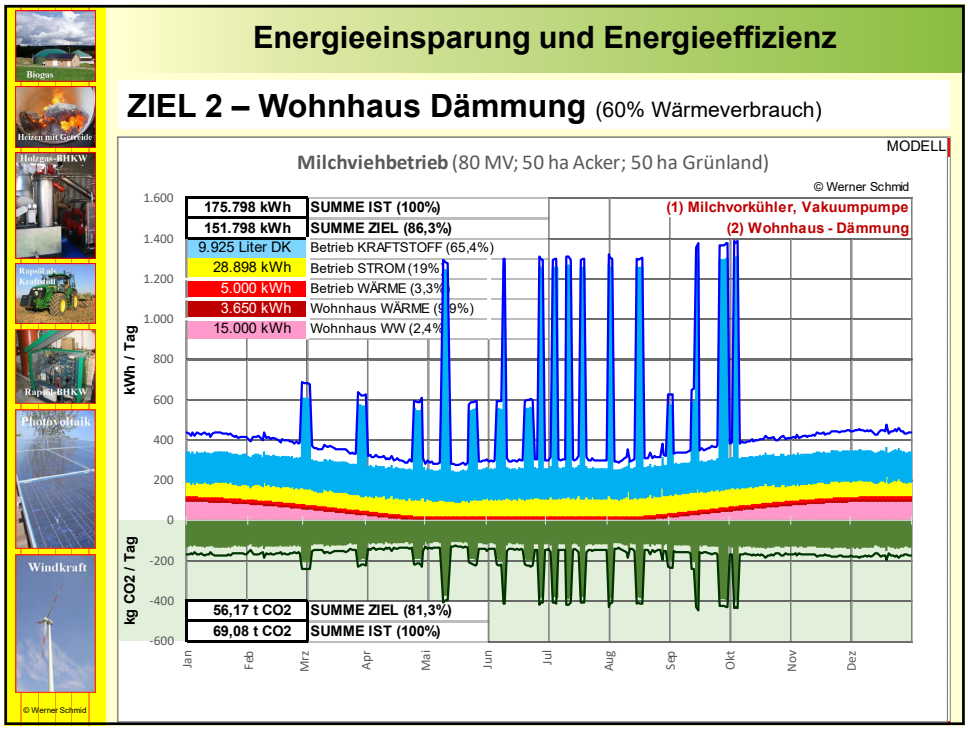
		ENERGIE in kWh		KOSTEN [1] €/ Einh.	Kosten in €	KLIMASCHUTZ [2] kg CO_2/ E.	in kg CO_2
IST	Stromverbrauch Milchkühlung vorher	46.000	kWh Netzstrom	(0,210)	9.660	(0,562)	25.852
		Σ: 46.000		Σ:	9.660	Σ:	25.852
	Einsparung d. Einbau eines Milchvorkühlers	-17.000					
ZIEL	Stromverbr. Milchkühlung nachher	29.000	kWh Netzstrom	(0,210)	6.090	(0,562)	16.298
		Σ: 29.000		Σ:	6.090	Σ:	16.298
	Einsparung (Einbau Milchvorkühler)	Energie	17.000	Kosten	3.570	CO_2	9.554

[1] verbrauchsgebundene Kosten (ohne Mwst.) [2] direkte Emissionen

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Energieeinsparung und Energieeffizienz
Milchviehhaltung – Wartung, Optimierung Kühlung
DBU-Projekt: "Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft"
Autor: Dirk Wietzke, LWK Schleswig-Holstein, Land- und Energietechnik
Grüner Kamp 15-17; 24768 Rendsburg
dwietzke@lksh.de
Maßnahme:
Stand: 08/2018
Optimierung der Milch(vor)kühlung
Ausgangssituation:
> Der im Betrieb vorhandene Milchvorkühler arbeitet nicht optimal. Die gemolkene Milch wird im Vorkühler lediglich von 32 auf 22°C vorgekühlt (Ziel: 16-17°C)
> Die Kälteaggregate stehen in einem geschlossenen Raum. Aufgrund der hohen durchschnittlichen Raumtemperatur wird ein erhöhter Stromverbrauch festgestellt
Bild: Wietzke
Rolltor zur Belüftung der Milchkammer
Kühlaggregate
Maßnahmenvorschlag:
> Instandsetzung des Vorkühlers (Demontage, Zerlegung, Reinigung): Die Leistung des Vorkühlers ist durch Kalkablagerungen auf der "Wasserseite" erheblich vermindert
> Durchbruch in Außenwand des Technikraums (Kühlaggregate), Einbau eines Rolltors, Aggregate können nach Bedarf (Sommer/Winter) mit kühler Außenluft betrieben werden
Bild: Wietzke
Wirkung der Maßnahme: (Prognose)
ENERGIE in kWh
KOSTEN 1) €/ Einh. Kosten in €
KLIMASCHUTZ 2) kg CO2/ E. in kg CO2
IST
Stromverbrauch Milchkühlung vorher 48.840 kWh Netzstrom (0,213) 10.398 (0,562) 27.448
Σ: 48.840 (1,45 kWh / 100 kg Milch) Σ: 10.398 Σ: 27.448
Einsparung d. Maßnahmen am Milchvorkühler -14.090 (1,45 >> 1,03)
Einsparung Kühlaggregatbetrieb (Außenluft) -5.820 (1,03 >> 0,83)
ZIEL
Stromverbr. Milchkühlung nachher 28.930 kWh Netzstrom (0,213) 6.159 (0,562) 16.259
Σ: 28.930 (0,83 kWh / 100 kg Milch) Σ: 6.159 Σ: 16.259
Einsparung (Optimier. Milchkühlung) Energie 19.910 Kosten 4.239 CO2 11.189
1) verbrauchsgebundene Kosten (ohne Mwst.) 2) direkte Emissionen
Werner Schm
Energieeffizi
werner.schm

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Energieeinsparung und Energieeffizienz
IST - Ausgangssituation
MODELL
Milchviehbetrieb (80 MV; 50 ha Acker; 50 ha Grünland)
© Werner Schmid
175.798 kWh SUMME IST (100%)
175.798 kWh SUMME ZIEL (100%)
9.925 Liter DK Betrieb KRAFTSTOFF (56,5%)
42.898 kWh Betrieb STROM (24,4%)
5.000 kWh Betrieb WÄRME (2,8%)
3.650 kWh Wohnhaus WÄRME (2,2%)
25.000 kWh Wohnhaus WW (2,1%)
69,08 t CO2 SUMME ZIEL (100%)
69,08 t CO2 SUMME IST (100%)
kWh / Tag
kg CO2 / Tag
1.600
1.400
1.200
1.000
800
600
400
200
0
-200
-400
-600
Jan
Feb
Mrz
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez


Energieeinsparung und Energieeffizienz
ZIEL 1 – Milchvorkühler, Vakuumpumpe (Frequenzsteuerung)
MODELL
Milchviehbetrieb (80 MV; 50 ha Acker; 50 ha Grünland)
© Werner Schmid
(1) Milchvorkühler, Vakuumpumpe
175.798 kWh SUMME IST (100%)
161.798 kWh SUMME ZIEL (92%)
9.925 Liter DK Betrieb KRAFTSTOFF (61,3%)
28.898 kWh Betrieb STROM (17,9%)
5.000 kWh Betrieb WÄRME (3,1%)
3.650 kWh Wohnhaus WÄRME (15,5%)
25.000 kWh Wohnhaus WW (2,3%)
58,83 t CO2 SUMME ZIEL (85,2%)
69,08 t CO2 SUMME IST (100%)
kWh / Tag
kg CO2 / Tag
Jan Feb Mrz Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid


Energieeinsparung und Energieeffizienz
ZIEL 2 – Wohnhaus Dämmung (60% Wärmeverbrauch)
MODELL
Milchviehbetrieb (80 MV; 50 ha Acker; 50 ha Grünland)
© Werner Schmid
(1) Milchvorkühler, Vakuumpumpe
(2) Wohnhaus - Dämmung
175.798 kWh SUMME IST (100%)
151.798 kWh SUMME ZIEL (86,3%)
9.925 Liter DK Betrieb KRAFTSTOFF (65,4%)
28.898 kWh Betrieb STROM (19%)
5.000 kWh Betrieb WÄRME (3,3%)
3.650 kWh Wohnhaus WÄRME (9,9%)
15.000 kWh Wohnhaus WW (2,4%)
56,17 t CO2 SUMME ZIEL (81,3%)
69,08 t CO2 SUMME IST (100%)
kWh / Tag
kg CO2 / Tag
Jan Feb Mrz Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid

Energieeinsparung und Energieeffizienz

4 Hauptansätze:

- Potentiale in der Technik
  - *effizientere Technik*
- Potentiale im System
  - *Dimensionierung, Steuerung, Energieträgerwechsel, …*
- Nutzerbedingte Potentiale
  - *Pflege, Wartung, Sicherheit im Umgang mit der Technik, …*
- Eigenstrom und -wärme
  - *Ersatz fossiler E-Träger*

Milchkühlung: **Vorkühler**
Frequenzsteuerung **Vakuumpumpe**
LED Beleuchtung
Lüftungsregelung (Frequenzumrichter)
Dämmung Dach
Elektrifizierung …

Milchkühlung: **Standort** Kühlaggregat
gebläselose Mühle
Elektrifizierung
…

Reinigung z.B.: Ventilatoren/Gitter
Wartung von Geräten
auf kurze Laufzeiten achten
„Ausschalten“ wenn ungenutzt
Zeitschaltungen nutzen
…

Photovoltaik; Biogas; Wind (?)
Holz-; Hackschnitzel-; Pellets -Heizung
„Abwärme nutzen (z.B. Biogas)
…

© Werner Schm

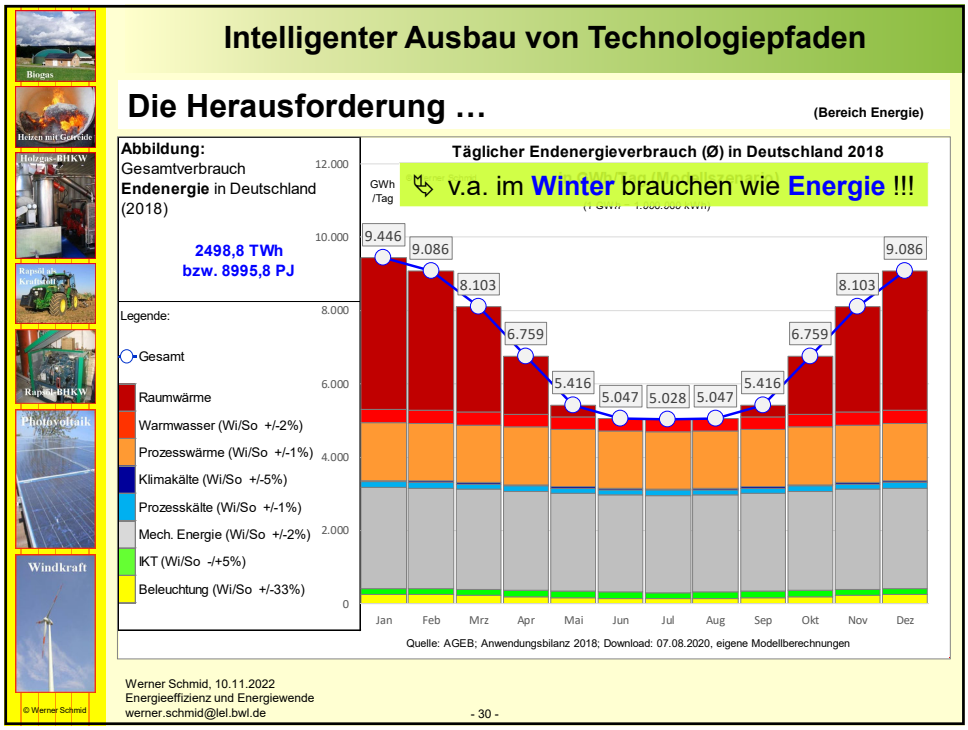
Energieeinsparung und Energieeffizienz

Förderung und Literaturquellen

- **BLE – Bundesprogramm Energieeffizienz**
  (Beratung & Investition)
  https://www.ble.de/DE/Projektfoerderung/Foerderungen-Auftraege/Bundesprogramm-Energieeffizienz/bundesprogramm-energieeffizienz_node.html
- **Beratung.Zukunft.Land – Landesprogramm BW**
  (Beratung – Großer & Kleiner Energieeffizienzcheck)
  https://bzl.landwirtschaft-bw.de/MLR.Beratung.Lde/Startseite
- Broschüre: **Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz …**
  https://energieeffizienz.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/DBU+-+Umweltkommunikationsprojekt/Oeffentlichkeitsarbeit
- Broschüre: **Energieeffizienzverbesserung in der Landwirtschaft**
  https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/technik/pdf/energieeffizienzverbesserung.pdf
- Broschüre: **Energieeffizienz in der Landwirtschaft**
  https://www.landwirtschaft.sachsen.de/energieeffizienz-in-der-saechsischen-landwirtschaft-12009.html
- TOOL: **Photovoltaikrechner – Wirtschaftlichkeit, Eigenstrom**
  https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Unsere+Themen/Erneuerbare_Energien
- TOOL: **Energiecheck für landwirtschaftliche Betriebe**
  https://www.lfl.bayern.de/ilt/umwelttechnik/emissionen/312492/index.php

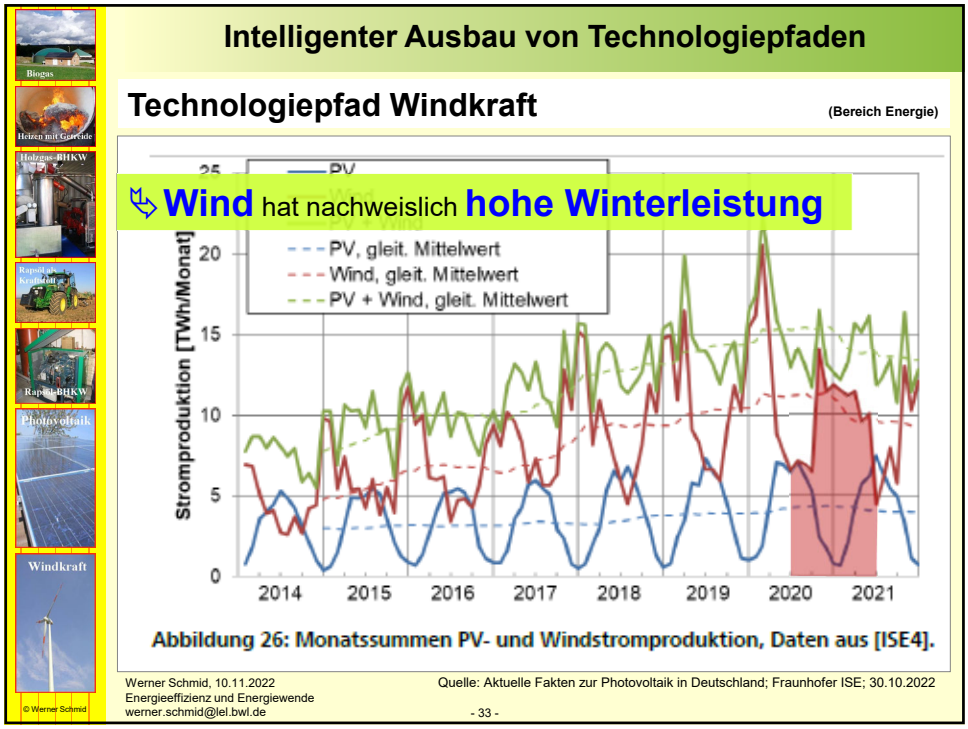
© Werner Schmid

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
String
Wechselrichter
② Intelligenter Ausbau von Technologiepfaden
Bild: © Werner Schmid
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 29 -

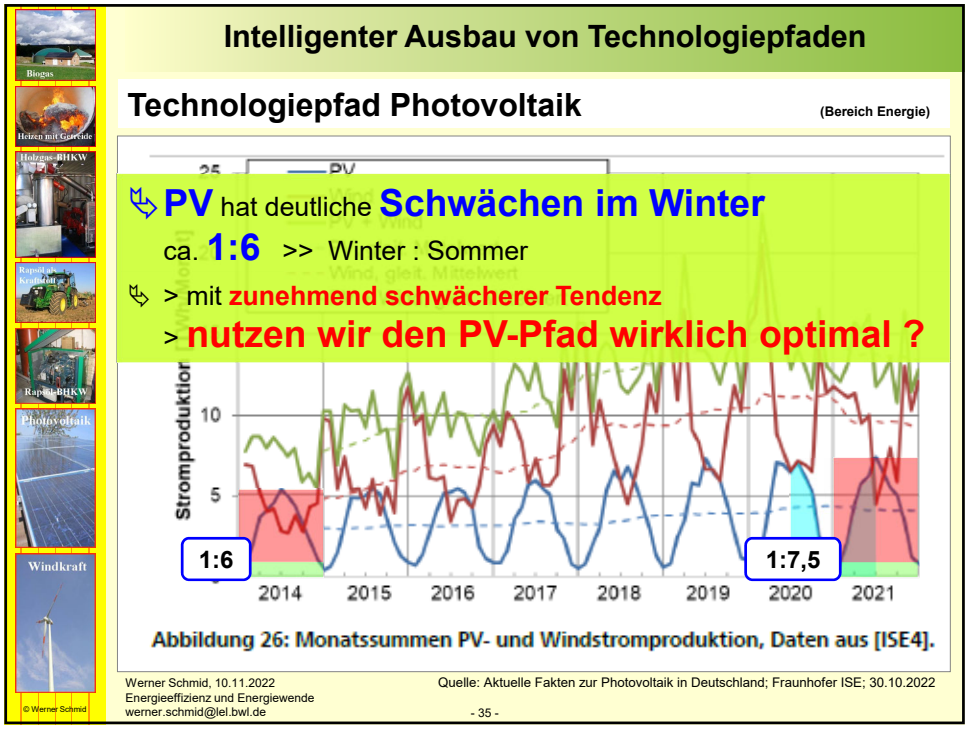

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Intelligenter Ausbau von Technologiepfaden
Die Herausforderung …
(Bereich Energie)
Abbildung:
Gesamtverbrauch
Endenergie in Deutschland
(2018)
2498,8 TWh
bzw. 8995,8 PJ
Legende:
Gesamt
Raumwärme
Warmwasser (Wi/So +/-2%)
Prozesswärme (Wi/So +/-1%)
Klimakälte (Wi/So +/-5%)
Prozesskälte (Wi/So +/-1%)
Mech. Energie (Wi/So +/-2%)
IKT (Wi/So -/+5%)
Beleuchtung (Wi/So +/-33%)
Täglicher Endenergieverbrauch (Ø) in Deutschland 2018
GWh /Tag
v.a. im Winter brauchen wie Energie !!!
12.000
10.000
8.000
6.000
4.000
2.000
0
9.446
9.086
8.103
6.759
5.416
5.047
5.028
5.047
5.416
6.759
8.103
9.086
Jan
Feb
Mrz
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
Quelle: AGEB; Anwendungsbilanz 2018; Download: 07.08.2020, eigene Modellberechnungen
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 30 -

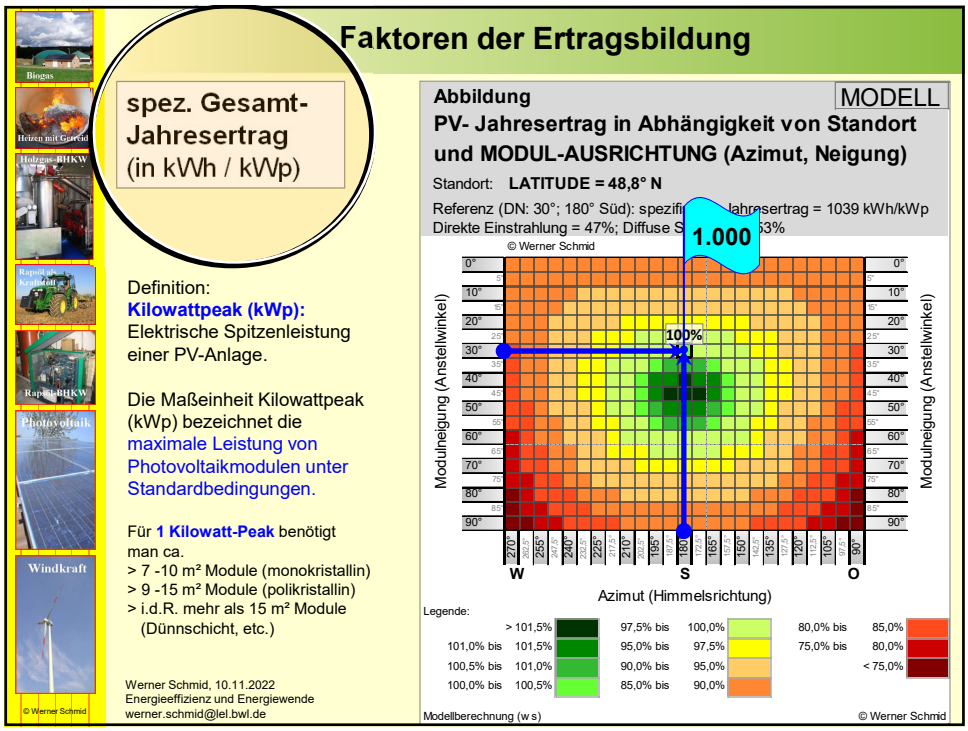
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Intelligenter Ausbau von Technologiepfaden
Technologiepfad BIOGAS
(Bereich Energie)
Biogas hat in Bezug auf die Winterleistung
Potentiale und Stärken
>>> Verweis auf Folgevorträge
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 31 -
Bild: Werner Schmid

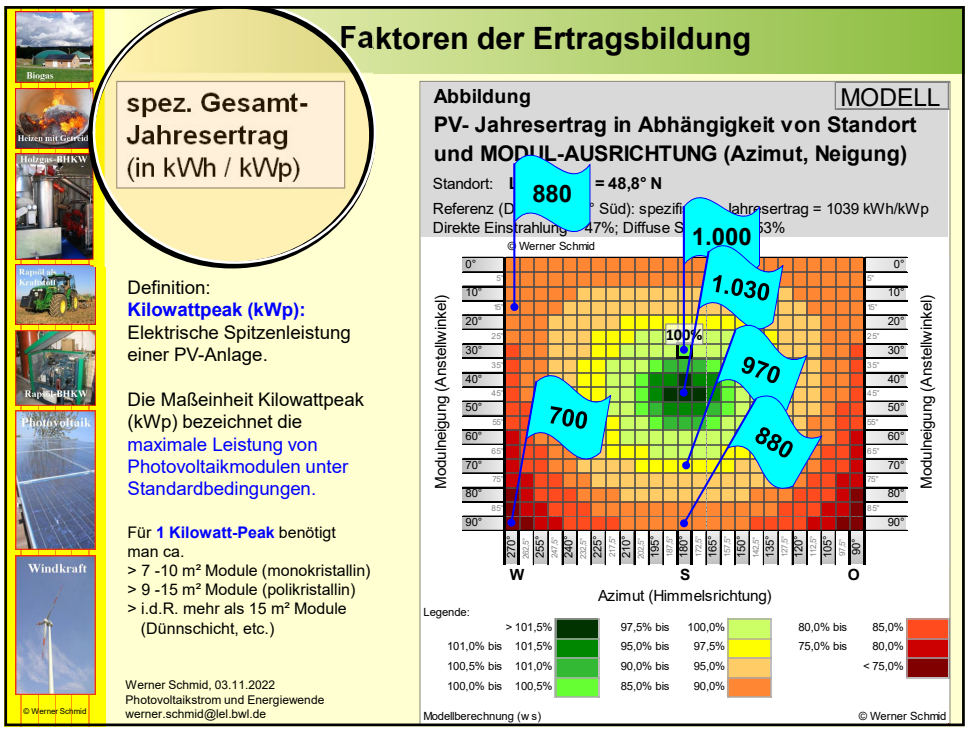
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Intelligenter Ausbau von Technologiepfaden
Technologiepfad Windkraft
(Bereich Energie)
Wind hat nachweislich hohe Winterleistung
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
Bild: Werner Schmid

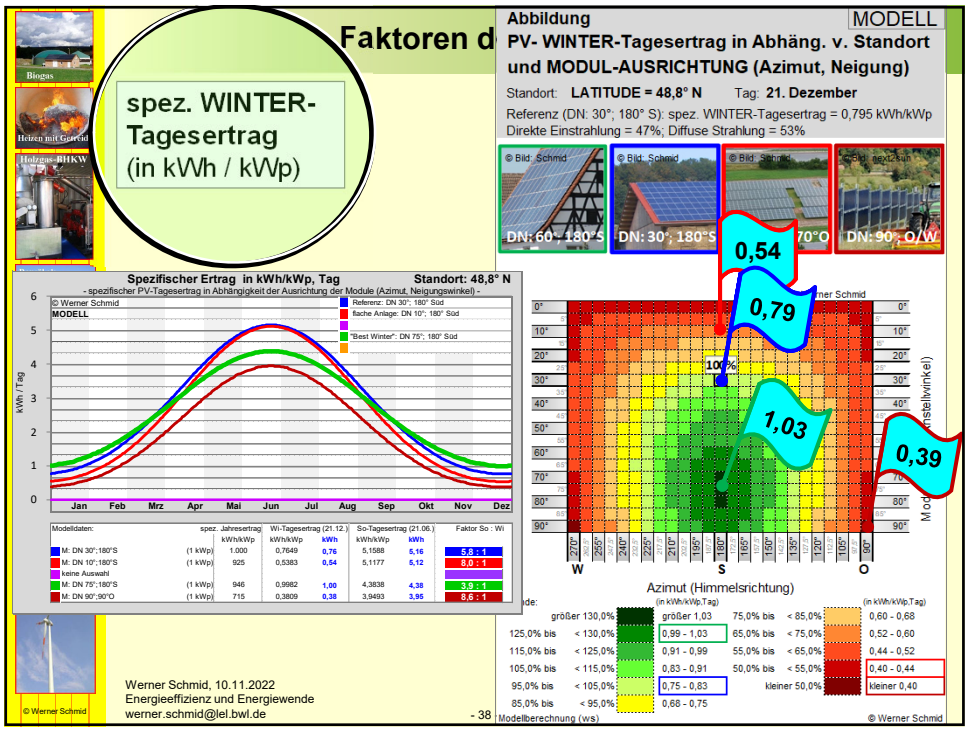

Intelligenter Ausbau von Technologiepfaden
Technologiepfad Windkraft
(Bereich Energie)
Wind hat nachweislich hohe Winterleistung
PV, gleit. Mittelwert
Wind, gleit. Mittelwert
PV + Wind, gleit. Mittelwert
Stromproduktion [TWh/Monat]
0
5
10
15
20
25
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
Abbildung 26: Monatssummen PV- und Windstromproduktion, Daten aus [ISE4].
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
Quelle: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland; Fraunhofer ISE; 30.10.2022
- 33 -
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsölkraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid

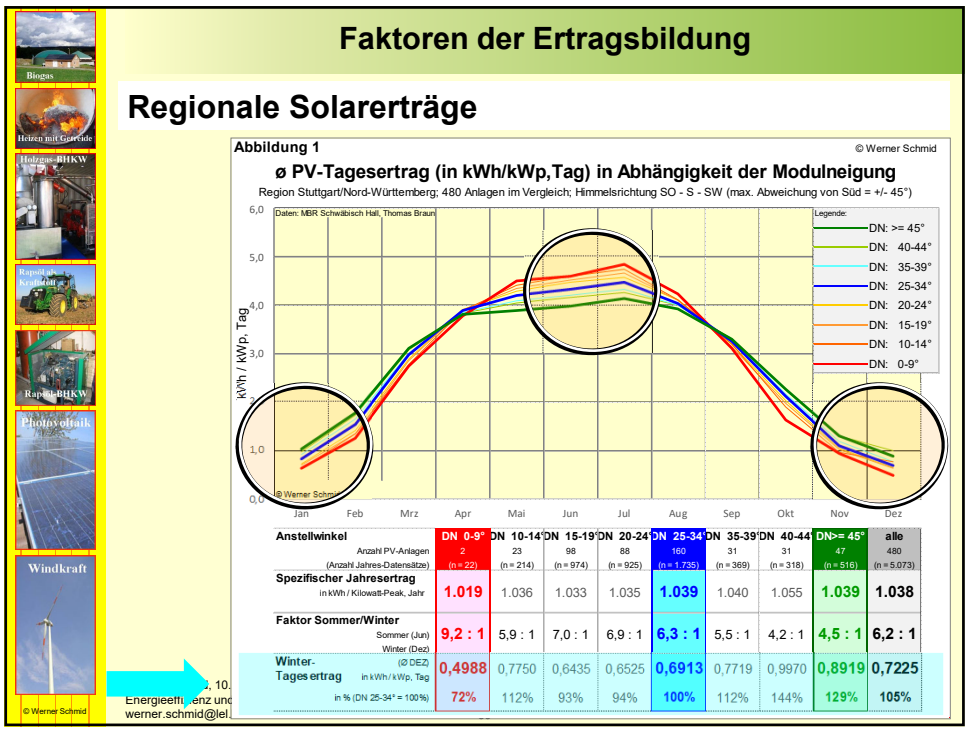
Transformation des Energiesystems
Technologiepfad Photovoltaik
(Bereich Energie)
PV hat deutliche Schwächen im Winter
ca. 1:6 >> Winter : Sommer
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 34 -
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsölkraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid

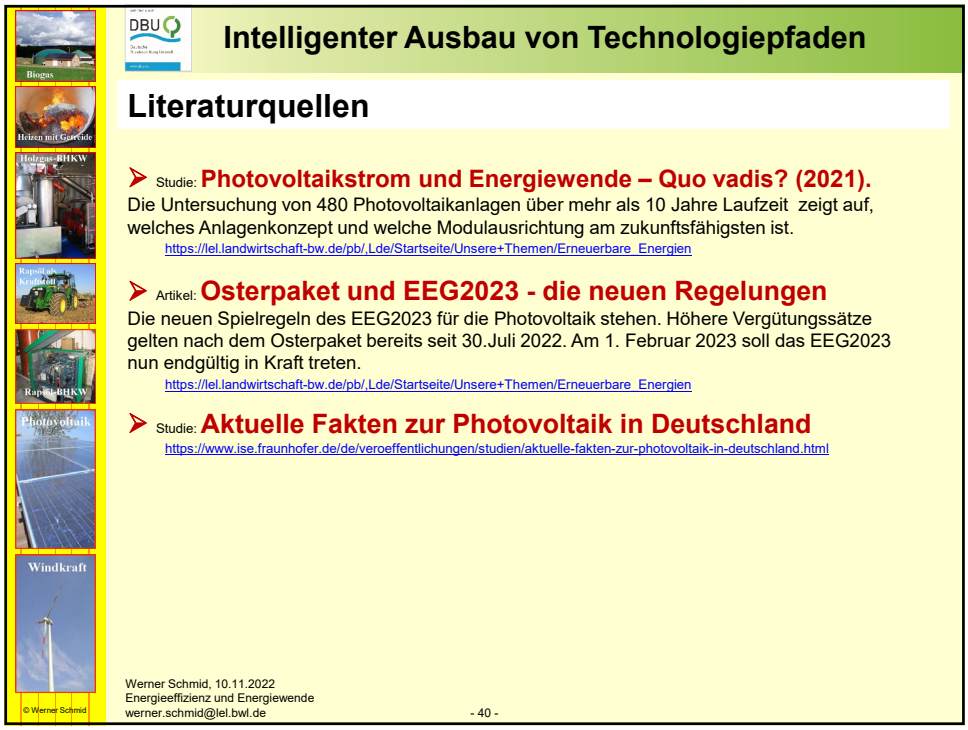

Intelligenter Ausbau von Technologiepfaden
Technologiepfad Photovoltaik
(Bereich Energie)
PV hat deutliche Schwächen im Winter
ca. 1:6 >> Winter : Sommer
> mit zunehmend schwächerer Tendenz
> nutzen wir den PV-Pfad wirklich optimal ?
Stromproduktion
10
5
1:6
1:7,5
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
Abbildung 26: Monatssummen PV- und Windstromproduktion, Daten aus [ISE4].
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
Quelle: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland; Fraunhofer ISE; 30.10.2022
- 35 -
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid


Faktoren der Ertragsbildung
spez. Gesamt-Jahresertrag
(in kWh / kWp)
Definition:
Kilowattpeak (kWp):
Elektrische Spitzenleistung einer PV-Anlage.
Die Maßeinheit Kilowattpeak (kWp) bezeichnet die maximale Leistung von Photovoltaikmodulen unter Standardbedingungen.
Für 1 Kilowatt-Peak benötigt man ca.
> 7 -10 m² Module (monokristallin)
> 9 -15 m² Module (polikristallin)
> i.d.R. mehr als 15 m² Module (Dünnschicht, etc.)
Abbildung
MODELL
PV- Jahresertrag in Abhängigkeit von Standort und MODUL-AUSRICHTUNG (Azimut, Neigung)
Standort: LATITUDE = 48,8° N
1.000
100%
Modulneigung (Anstellwinkel)
Azimut (Himmelsrichtung)
W
S
O
Legende:
Modellberechnung (w s)
© Werner Schmid
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de

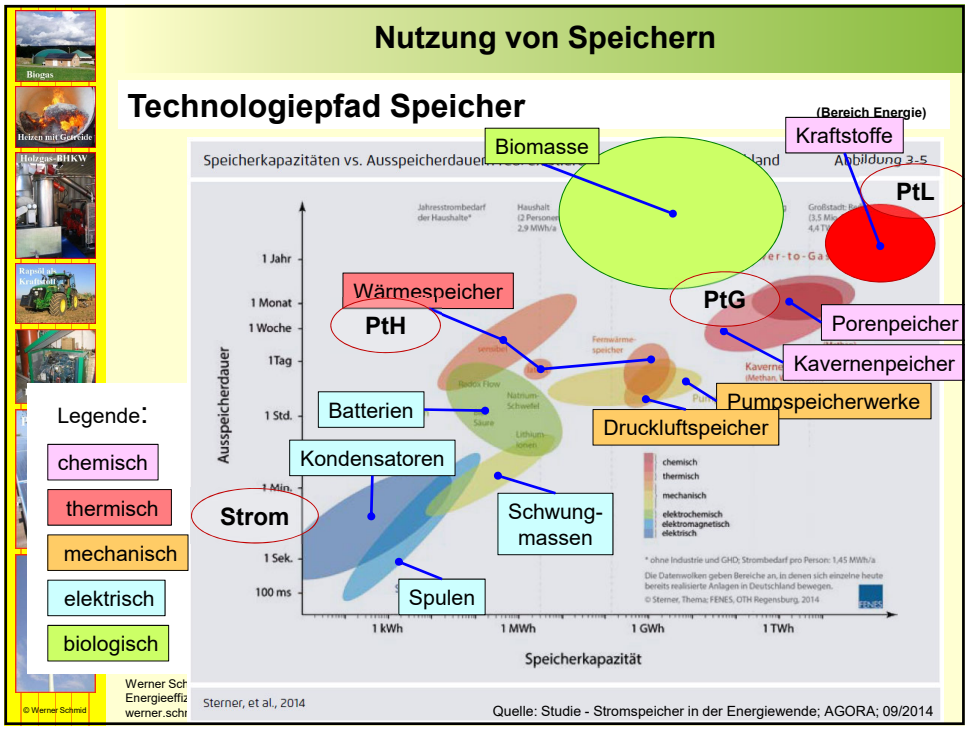

Faktoren der Ertragsbildung
spez. Gesamt-Jahresertrag
(in kWh / kWp)
Definition:
Kilowattpeak (kWp):
Elektrische Spitzenleistung einer PV-Anlage.
Die Maßeinheit Kilowattpeak (kWp) bezeichnet die maximale Leistung von Photovoltaikmodulen unter Standardbedingungen.
Für 1 Kilowatt-Peak benötigt man ca.
> 7 -10 m² Module (monokristallin)
> 9 -15 m² Module (polikristallin)
> i.d.R. mehr als 15 m² Module (Dünnschicht, etc.)
Werner Schmid, 03.11.2022
Photovoltaikstrom und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
Abbildung
MODELL
PV- Jahresertrag in Abhängigkeit von Standort und MODUL-AUSRICHTUNG (Azimut, Neigung)
Standort:
880
1.000
1.030
970
880
700
100%
Modulneigung (Anstellwinkel)
Azimut (Himmelsrichtung)
W
S
O
Legende:
Modellberechnung (w s)
© Werner Schmid

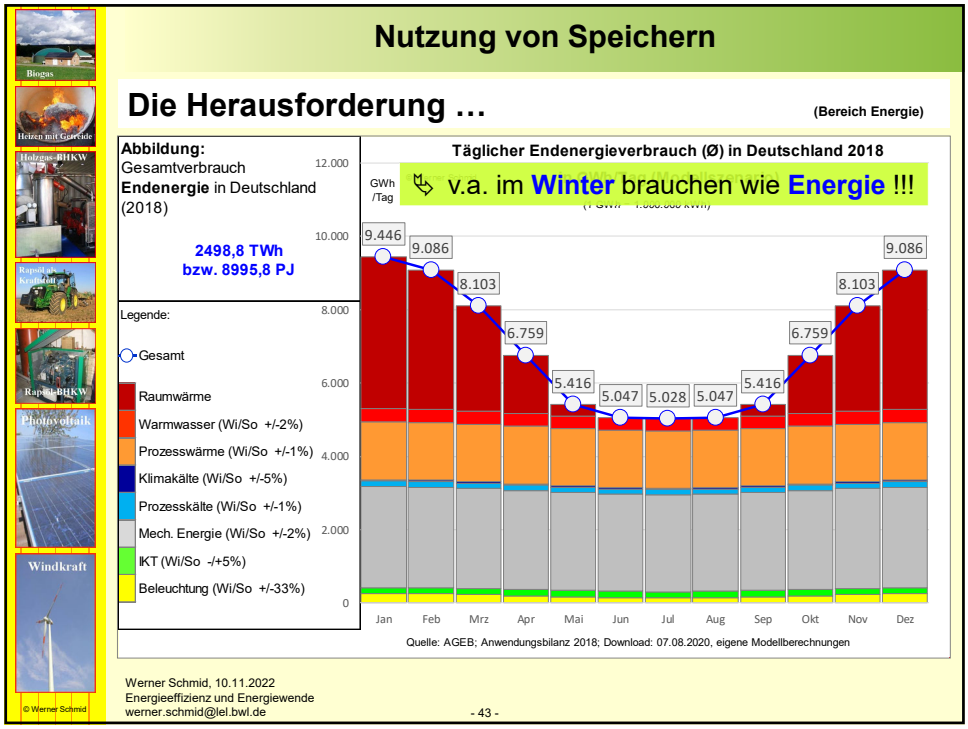

Faktoren d
spez. WINTER-Tagesertrag
(in kWh / kWp)
Abbildung
MODELL
PV- WINTER-Tagesertrag in Abhäng. v. Standort und MODUL-AUSRICHTUNG (Azimut, Neigung)
Standort: LATITUDE = 48,8° N
Tag: 21. Dezember
Referenz (DN: 30°; 180° S): spez. WINTER-Tagesertrag = 0,795 kWh/kWp
Direkte Einstrahlung = 47%; Diffuse Strahlung = 53%
DN: 60°; 180°S
DN: 30°; 180°S
DN: 90°; O/W
0,54
0,79
1,03
0,39
100%
Spezifischer Ertrag in kWh/kWp, Tag
Standort: 48,8° N
Jan
Feb
Mrz
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
Modellbereich (ws)
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 38 -
© Werner Schmid


Faktoren der Ertragsbildung
Regionale Solarerträge
Abbildung 1
© Werner Schmid
ø PV-Tagesertrag (in kWh/kWp,Tag) in Abhängigkeit der Modulneigung
Region Stuttgart/Nord-Württemberg; 480 Anlagen im Vergleich; Himmelsrichtung SO - S - SW (max. Abweichung von Süd = +/- 45°)
Daten: MBR Schwäbisch Hall, Thomas Braun
Legende:
DN: >= 45°
DN: 40-44°
DN: 35-39°
DN: 25-34°
DN: 20-24°
DN: 15-19°
DN: 10-14°
DN: 0-9°
kWh / kWp, Tag
6,0
5,0
4,0
3,0
1,0
0,0
Jan
Feb
Mrz
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
Anstellwinkel
Anzahl PV-Anlagen
(Anzahl Jahres-Datensätze)
DN 0-9° 2 (n = 22)
DN 10-14° 23 (n = 214)
DN 15-19° 98 (n = 974)
DN 20-24° 88 (n = 925)
DN 25-34° 160 (n = 1.735)
DN 35-39° 31 (n = 369)
DN 40-44° 31 (n = 318)
DN>= 45° 47 (n = 516)
alle 480 (n = 5.073)
Spezifischer Jahresertrag
in kWh / Kilowatt-Peak, Jahr
1.019 1.036 1.033 1.035 1.039 1.040 1.055 1.039 1.038
Faktor Sommer/Winter
Sommer (Jun)
Winter (Dez)
9,2 : 1 5,9 : 1 7,0 : 1 6,9 : 1 6,3 : 1 5,5 : 1 4,2 : 1 4,5 : 1 6,2 : 1
Winter-Tagesertrag
(Ø DEZ)
in kWh / kWp, Tag
0,4988 0,7750 0,6435 0,6525 0,6913 0,7719 0,9970 0,8919 0,7225
in % (DN 25-34° = 100%)
72% 112% 93% 94% 100% 112% 144% 129% 105%
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid


Intelligenter Ausbau von Technologiepfaden
Literaturquellen
Studie: Photovoltaikstrom und Energiewende – Quo vadis? (2021).
Die Untersuchung von 480 Photovoltaikanlagen über mehr als 10 Jahre Laufzeit zeigt auf, welches Anlagenkonzept und welche Modulausrichtung am zukunftsfähigsten ist.
https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Unsere+Themen/Erneuerbare_Energien
Artikel: Osterpaket und EEG2023 - die neuen Regelungen
Die neuen Spielregeln des EEG2023 für die Photovoltaik stehen. Höhere Vergütungssätze gelten nach dem Osterpaket bereits seit 30.Juli 2022. Am 1. Februar 2023 soll das EEG2023 nun endgültig in Kraft treten.
https://lel.landwirtschaft-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Unsere+Themen/Erneuerbare_Energien
Studie: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland
https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 40 -
© Werner Schmid

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
String
Wechselrichter
③ Nutzung von Speichern
Bild: © Werner Schmid
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 41 -


Nutzung von Speichern
Technologiepfad Speicher
(Bereich Energie)
Biomasse
Kraftstoffe
PtL
PtG
Wärmespeicher
PtH
Porenpeicher
Kavernenpeicher
Pumpspeicherwerke
Druckluftspeicher
Batterien
Kondensatoren
Strom
Schwung-
massen
Spulen
Legende:
chemisch
thermisch
mechanisch
elektrisch
biologisch
Speicherkapazitäten vs. Ausspeicherdauer
Ausspeicherdauer
1 Jahr
1 Monat
1 Woche
1 Tag
1 Std.
1 Min.
1 Sek.
100 ms
1 kWh
1 MWh
1 GWh
1 TWh
Speicherkapazität
Sterner, et al., 2014
Quelle: Studie - Stromspeicher in der Energiewende; AGORA; 09/2014


Nutzung von Speichern
Die Herausforderung …
(Bereich Energie)
Abbildung:
Gesamtverbrauch
Endenergie in Deutschland
(2018)
2498,8 TWh
bzw. 8995,8 PJ
Legende:
Gesamt
Raumwärme
Warmwasser (Wi/So +/-2%)
Prozesswärme (Wi/So +/-1%)
Klimakälte (Wi/So +/-5%)
Prozesskälte (Wi/So +/-1%)
Mech. Energie (Wi/So +/-2%)
IKT (Wi/So -/+5%)
Beleuchtung (Wi/So +/-33%)
Täglicher Endenergieverbrauch (Ø) in Deutschland 2018
GWh /Tag
v.a. im Winter brauchen wie Energie !!!
9.446
9.086
8.103
6.759
5.416
5.047
5.028
5.047
5.416
6.759
8.103
9.086
Jan
Feb
Mrz
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
Quelle: AGEB; Anwendungsbilanz 2018; Download: 07.08.2020, eigene Modellberechnungen
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 43 -

Nutzung von Speichern
Technologiepfad Speicher
(Bereich Energie)
Die Aufgabe:
Transport überschüssiger Sommer-Energie in das Winterhalbjahr!
Kurzfristspeicher (mehrere Tage bis Wochen) …
> … sind im Markt vielfältig verfügbar.
> … im Sektor Wärme sind wirtschaftlich
> … im Sektor Strom befinden sich an der Schwelle der Wirtschaftlichkeit
Für Langzeitspeicherung gilt:
> Aus technischer Sicht sind bereits viele Optionen geeignet
> Wirkungsgradverluste sind durch Maßnahmen minimierbar
> PROBLEM: Wirtschaftlichkeit von Langzeitspeichern
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 44 -

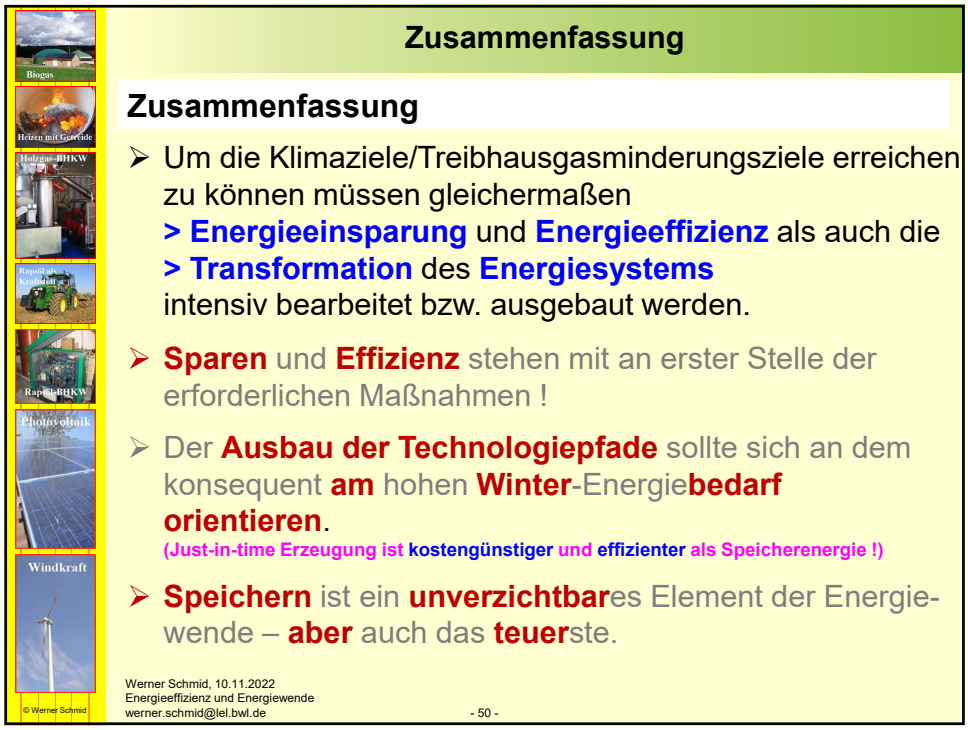
Nutzung von Speichern
Technologiepfad Speicher
(Bereich Energie)
Speicherkosten in Abhängigkeit der Anzahl an Nutzungszyklen pro Jahr (Bsp: Batteriespeicher)
Batterie:
Nutzbare Kapazität 1,0 kWh
max. Lebensdauer: 15 Jahre
max. Anzahl Vollzyklen 10.000
Herstellungskosten: 800 €/kWh
Instandhaltung 1%
Kalk. Zinssatz 3%
* Systemkosten = Kosten ohne Berücksichtigung der Kosten für den zu speichernden Strom
Systemkosten* eines Batteriesystems (HK: 800,-. €/kWh)
in Cent je Kilowattstunde Ct/kWh
10.000
1.000
100
10
1
7.733,00 Ct/kWh
733,00 Ct/kWh
73,33 Ct/kWh
36,67 Ct/kWh
30,56 Ct/kWh
26,19 Ct/kWh
22,92 Ct/kWh
20,37 Ct/kWh
18,33 Ct/kWh
14,67 Ct/kWh
12,22 Ct/kWh
10,86 Ct/kWh
10,50 Ct/kWh
10,22 Ct/kWh
10,00 Ct/kWh
1 10 100 200 220 240 260 280 300 320 340 360 400 500 600 700 800 900 1.000
Vollzyklen pro Jahr
© Werner Schmid 11/2022
© Werner Schmid
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 45 -

Transformation des Energiesystems
Technologiepfad Speicher
(Bereich Energie)
Potential von grünem Wasserstoff in Verbindung mit Technologiepfaden wie PtG, PtL ?
Quelle: Studie - Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe; AGORA; 03/2018
Einzel- und Gesamtwirkungsgrade von Pkw mit unterschiedlichen Antriebskonzepten ausgehend von erneuerbar erzeugtem Strom
Abbildung 2
Batteriebetriebenes Elektroauto
Erneuerbaren-Strom 100 %
Übertragung (95 %)
Batterienutzung 86 %
(90 %)
Elektromotor (85 %)
Mechanik (95 %)
69 %
insgesamt
Brennstoffzellen-Auto
Erneuerbaren-Strom 100 %
Übertragung (95 %)
Elektrolyse (70%)
Wasserstoff 67 %
Kompression/ Transport (80 %)
32 %
Brennstoff-zelle (60 %)
Elektromotor (85 %)
Mechanik (95 %)
26 %
insgesamt
Auto mit Verbrennungsmotor
Erneuerbaren-Strom 100 %
Übertragung (95%)
Elektrolyse (70%)
Wasserstoff 67 %
Power-to-Liquid (70 %)
Ferntransport (95 %)
44 %
Flüssig-kraftstoff
13 %
insgesamt
PtL
Hinweis: Einzelwirkungsgrade in Klammern. Durch Multiplikation der Einzelwirkungsgrade ergeben sich die kumulierten Gesamtwirkungsgrade in den Kästen.
eigene Berechnung auf der Grundlage von acatech et al. (2017a), Abbildung 5
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewend
werner.schmid@lel.bwl.de
© Werner Schmid

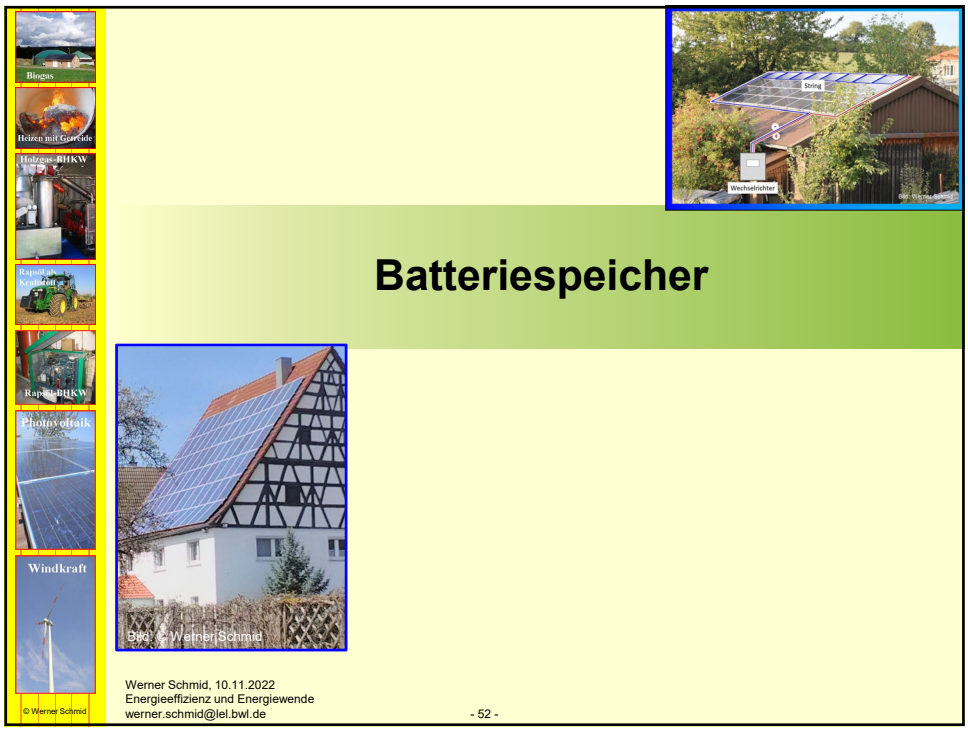
Nutzung von Speichern
Technologiepfad Speicher
(Bereich Energie)
Potential von grünem Wasserstoff in Verbindung mit Technologiepfaden wie PtG, PtL ?
Quelle: Studie - Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe; AGORA; 03/2018
Einzel- und Gesamtwirkungsgrade unterschiedlicher Heizungssysteme ausgehend von erneuerbar erzeugtem Strom
Abbildung 3
Elektrische Wärmepumpe
Erneuerbaren-Strom 100 %
Übertragung (95 %)
insgesamt 285 %
Brennstoffzellen-Heizung
Erneuerbaren-Strom 100 %
Übertragung (95 %) Elektrolyse (70 %)
Wasserstoff 67 %
Kompression/Transport/ Brennstoffzelle*
Wärme 24 %
Strom 21 %
insgesamt 45 %
Gasbrennwert-kessel
Erneuerbaren-Strom 100 %
Übertragung (95%) Elektrolyse (70%)
Wasserstoff 67 %
Power-to-Gas (80 %) Transport (99 %)
Methan
insgesamt 50 %
PtG
* Wirkungsgrade: 80 Prozent (Kompression/Transport) und 85 Prozent (Brennstoffz
insgesamt, davon 4
rozent Wärme, 40 Prozent Strom)
Hinweis: Einzelwirkungsgrade in Klammern. Durch Multiplikation der Einzelwirkungsgrade ergeben sich die kumulierten Gesamtwirkungsgrade in den Kästen. Für die Wärmepumpe wird eine Jahresarbeitszahl von drei angenommen.
eigene Berechnung auf der Grundlage von acatech et al. (2017 a,b), Köppel (2015), FENES et al. (2015)
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
© Werner Schmid

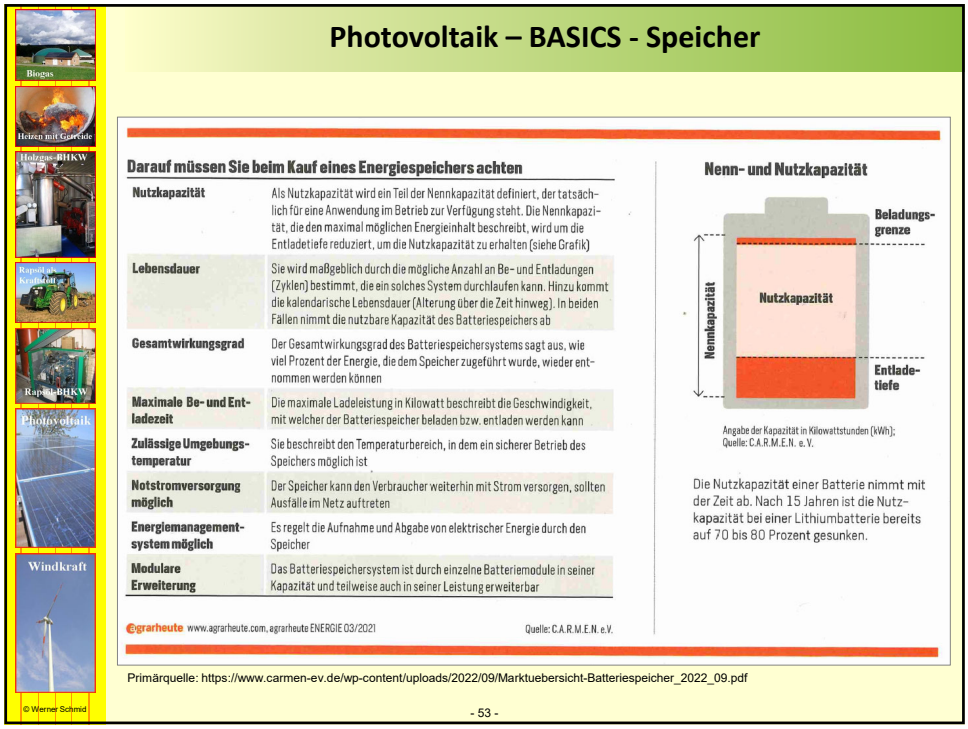
Nutzung von Speichern
Literaturquellen
Broschüre: Marktübersicht Batteriespeicher 2022
https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/
Studie: Stromspeicher-Inspektion 2022
https://solar.htw-berlin.de/studien/speicher-inspektion-2022/
Studie: Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe; AGORA; 03/2018
https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/SynKost_2050/Agora_SynCost-Studie_WEB.pdf
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
© Werner Schmid

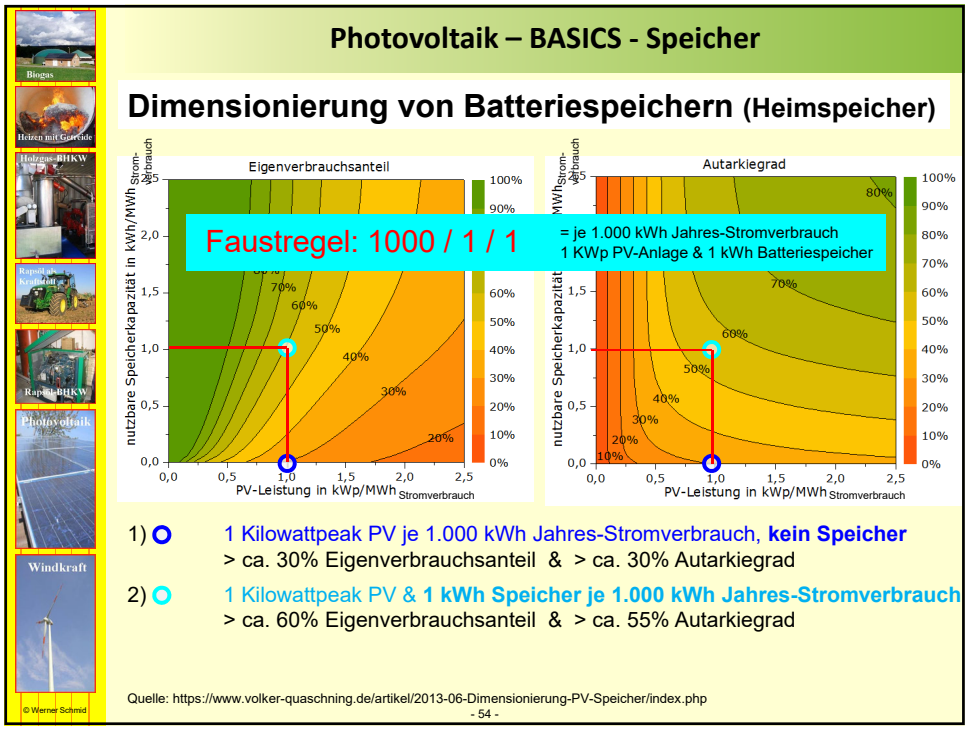
Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Zusammenfassung
Bild: © Werner Schmid
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 49 -


Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Zusammenfassung
Zusammenfassung
➢ Um die Klimaziele/Treibhausgasminderungsziele erreichen zu können müssen gleichermaßen
> Energieeinsparung und Energieeffizienz als auch die
> Transformation des Energiesystems
intensiv bearbeitet bzw. ausgebaut werden.
➢ Sparen und Effizienz stehen mit an erster Stelle der erforderlichen Maßnahmen !
➢ Der Ausbau der Technologiepfade sollte sich an dem konsequent am hohen Winter-Energiebedarf orientieren.
(Just-in-time Erzeugung ist kostengünstiger und effizienter als Speicherenergie !)
➢ Speichern ist ein unverzichtbares Element der Energiewende – aber auch das teuerste.
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 50 -

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
String
Wechselrichter
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
Werner Schmid
LEL Schwäbisch Gmünd,
Referat 41: Landwirtschaftliche Märkte,
Landesstelle für landwirtschaftliche Marktkunde
Tel.: 07171 / 917 - 207
werner.schmid@lel.bwl.de
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 51 -


Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
String
Wechselrichter
Batteriespeicher
BWL © WernerSchmid
Werner Schmid, 10.11.2022
Energieeffizienz und Energiewende
werner.schmid@lel.bwl.de
- 52 -


Photovoltaik – BASICS - Speicher
Darauf müssen Sie beim Kauf eines Energiespeichers achten
Nutzkapazität
Als Nutzkapazität wird ein Teil der Nennkapazität definiert, der tatsächlich für eine Anwendung im Betrieb zur Verfügung steht. Die Nennkapazität, die den maximal möglichen Energieinhalt beschreibt, wird um die Entladetiefe reduziert, um die Nutzkapazität zu erhalten (siehe Grafik)
Lebensdauer
Sie wird maßgeblich durch die mögliche Anzahl an Be- und Entladungen (Zyklen) bestimmt, die ein solches System durchlaufen kann. Hinzu kommt die kalendarische Lebensdauer (Alterung über die Zeit hinweg). In beiden Fällen nimmt die nutzbare Kapazität des Batteriespeichers ab
Gesamtwirkungsgrad
Der Gesamtwirkungsgrad des Batteriespeichersystems sagt aus, wie viel Prozent der Energie, die dem Speicher zugeführt wurde, wieder entnommen werden können
Maximale Be- und Entladezeit
Die maximale Ladeleistung in Kilowatt beschreibt die Geschwindigkeit, mit welcher der Batteriespeicher beladen bzw. entladen werden kann
Zulässige Umgebungstemperatur
Sie beschreibt den Temperaturbereich, in dem ein sicherer Betrieb des Speichers möglich ist
Notstromversorgung möglich
Der Speicher kann den Verbraucher weiterhin mit Strom versorgen, sollten Ausfälle im Netz auftreten
Energiemanagementsystem möglich
Es regelt die Aufnahme und Abgabe von elektrischer Energie durch den Speicher
Modulare Erweiterung
Das Batteriespeichersystem ist durch einzelne Batteriemodule in seiner Kapazität und teilweise auch in seiner Leistung erweiterbar
agrarheute www.agrarheute.com, agrarheute ENERGIE 03/2021
Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V.
Nenn- und Nutzkapazität
Beladungsgrenze
Nutzkapazität
Nennkapazität
Entladetiefe
Angabe der Kapazität in Kilowattstunden (kWh); Quelle: C.A.R.M.E.N. e.V.
Die Nutzkapazität einer Batterie nimmt mit der Zeit ab. Nach 15 Jahren ist die Nutzkapazität bei einer Lithiumbatterie bereits auf 70 bis 80 Prozent gesunken.
Primärquelle: https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2022/09/Marktuebersicht-Batteriespeicher_2022_09.pdf
© Werner Schmid
- 53 -


Photovoltaik – BASICS - Speicher
Dimensionierung von Batteriespeichern (Heimspeicher)
Eigenverbrauchsanteil
Autarkiegrad
Faustregel: 1000 / 1 / 1
= je 1.000 kWh Jahres-Stromverbrauch
1 KWp PV-Anlage & 1 kWh Batteriespeicher
nutzbare Speicherkapazität in kWh/MWh Stromverbrauch
PV-Leistung in kWp/MWh Stromverbrauch
1) 1 Kilowattpeak PV je 1.000 kWh Jahres-Stromverbrauch, kein Speicher
> ca. 30% Eigenverbrauchsanteil & > ca. 30% Autarkiegrad
2) 1 Kilowattpeak PV & 1 kWh Speicher je 1.000 kWh Jahres-Stromverbrauch
> ca. 60% Eigenverbrauchsanteil & > ca. 55% Autarkiegrad
Quelle: https://www.volker-quaschning.de/artikel/2013-06-Dimensionierung-PV-Speicher/index.php
© Werner Schmid
- 54 -

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Photovoltaik – BASICS - Speicher
Milchviehbetrieb (~80 MK)
> Netzbezug
> + 40 kWp PV (DN30°;S)
> + 40 kWh Batterie
Grafik
Stuttgart - 80 MV
Standort: Baden-Württemberg (48,7° N)
Strombereitstellung durch Netzbezug und Eigenerzeugung (Eigenverbrauchsquote und Autarkiegrad)
© Werner Schmid
PV - Variante 1:
40 kWp
1000 kWh/kWp.a
DN:30°; 180°(O-S-O)
SoWi: 5,8 : 1
PV - Variante 2:
PV - Variante 3:
Batteriespeicher: 40,0 kWh
Wirkungsgrad: 90%
max. Ladeleist.: 20kW; max. Entladeleist.: 20kW
600
500
400
300
200
100
0
-100
-200
Jan
Feb
Mrz
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
© Werner Schmid
Stuttgart - 80 MV
Standort: Baden-Württemberg (48,7° N)
Stromverbrauch Betrieb - 42.898 kWh
Stromverbrauch Systemverluste - 1.179 kWh
Stromverbrauch GESAMT - 44.077 kWh
(ohne Mwst.)
SUMME Kosten:
Strombereitstellung GESAMT 44.077 kWh 10.649 €
Netzbezug (0,287 €/kWh) 14.681 kWh -4.215 €
PV 40,00 kWp (0,1105 + 0 €/kWh) 29.396 kWh -3.248 €
(Gesamterzeugung: 40000 kWh)
BHKW 1 0 €
BHKW 2 0 €
Batterie 40,0 kWh nutzb. Kap. (0,2766 €/kWh SYS-Ko. 11.290 kWh) -2.797 €
(rd. 282 Volzykleln / Wirkungsgrad: 90 % / max. Ladestrom: 20 kW / max. Entladestrom: 20 kW)
Einspeisung (Ø Erlöse [0,0738] - Ø Vollkosten [0,1105]) 10.604 kWh -389 €
© Werner Schmid
Eigenerzeugung ges. 40.000 kWh
Einspeisung 10.604 kWh
Eigenverbrauch 29.396 kWh
Eigenverbrauchsquote 73,5%
Autarkiegrad 66,7%
Legende:
EE-Einspeisung 26,5% 10.604 kWh
PV -Direktverbrauc 43,8% 19.285 kWh
BHKW1 -Direktvert
BHKW2 -Direktvert
Batterieentladung 22,9% 10.111 kWh
Netzbezug 33,3% 14.681 kWh
Verbrauch GES. (100%) 44.077 kWh
Verbrauch TAG 55,3% 24.396 kWh
Verbrauch NACHT 42,0% 18.502 kWh
Verluste (Sys., Batt 2,7% 1.179 kWh
Werner Schmid, 13.01.2022
werner.schmid@lel.bwl.de
Eigenenergieerzeugung Photovoltaik

Biogas
Heizen mit Getreide
Holzgas-BHKW
Rapsöl als Kraftstoff
Rapsöl-BHKW
Photovoltaik
Windkraft
© Werner Schmid
Photovoltaik – BASICS - Speicher
Notstromversorgung
Sollten Ausfälle im Netz auftreten, können Verbraucher mit Hilfe eines Speichers weiterhin mit Strom versorgt werden, wenn diese eines der folgenden Merkmale aufweisen:
• Notstromfähigkeit: Es ist eine einzelne Steckdose am Gerät vorhanden, die bei einem Stromausfall genutzt werden kann. Die zur Verfügung stehende Leistung ist hierbei begrenzt.
• Back-Up-Fähigkeit: Der Speicher kann die Stromversorgung im Gebäude aufrechterhalten, jedoch nicht unterbrechungsfrei (z. B. nur durch Betätigung eines Schalters). Die zur Verfügung stehende Leistung ist häufig begrenzt.
• Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV): Das Prinzip der USV ist, dass die Sicherstellung der elektrischen Versorgung in vollem Leistungsumfang ohne merkbare Unterbrechung erfolgt.
& Inselbetrieb
Quelle: https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/

Photovoltaik – BASICS - Speicher

C.A.R.M.E.N.

Marktübersicht Batteriespeicher 2022

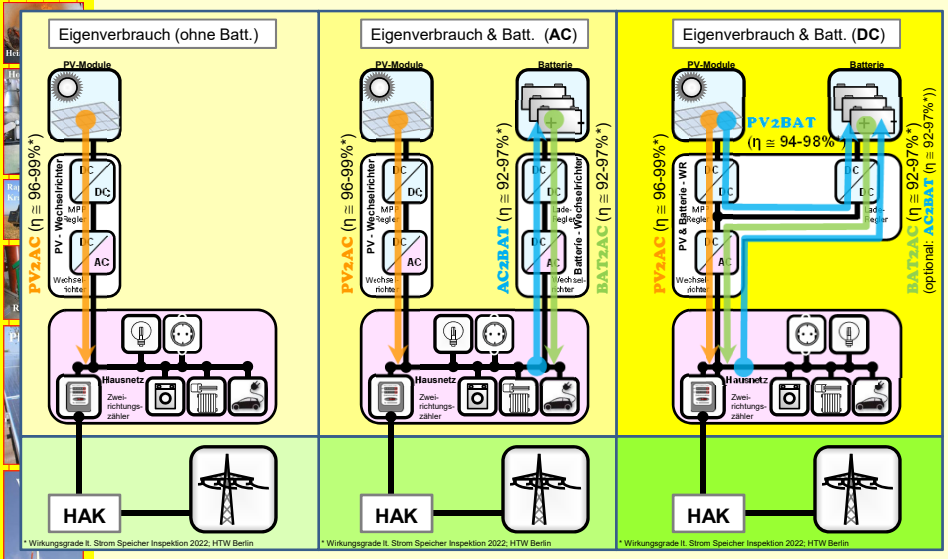
X = NEIN
✓ = JA
(✓) = optional

Unternehmen	Produktbezeichnung	Zelltypus	Nennkapazität [kWh]	Nutzkapazität [kWh]	Angenommene restliche Nutzkapazität nach 15 Jahren (restliche %)	Unverbindliche Preisempfehlung (UVP) (€) netto	Anzahl der Zyklen	Anzahl der Phasen	Maximale Ladeleistung [kW]	Maximale Entladeleistung [kW]	Notstromfähigkeit	Backup-fähigkeit	USV	Zellwerksatzgarantie Komplettsystem [Jahre]	Produktgarantie Komplettsystem [Jahre]	Interne Verbindung	Gesamtwirkungsgrad	Möglichkeit zur modularen Erweiterung (Jahre)	Min. Umgebungstemperatur [°C]	Max. Umgebungstemperatur [°C]	Herkunftsland Batteriesystem	Montagort	Schutzart IP
RCT power RCT Power GmbH	RCT Power Storage System mit Power Battery 7,6 und Power Storage DC 6.0	$LiFePO_4$	7,7	6,9	70	k. A.	3.500	3	6,2	6,0	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	✓(1,5)	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 7,6 und Power Storage DC 8.0	$LiFePO_4$	7,7	6,9	70	k. A.	3.500	3	7,7	7,7	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	✓(1,5)	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 7,6 und Power Storage DC 10.0	$LiFePO_4$	7,7	6,9	70	k. A.	3.500	3	7,7	7,7	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	✓(1,5)	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 9,6 und Power Storage DC 4.0	$LiFePO_4$	9,6	8,6	70	k. A.	3.500	3	7,7	4,0	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	✓(1,5)	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 9,6 und Power Storage DC 6.0	$LiFePO_4$	9,6	8,6	70	k. A.	3.500	3	7,7	6,0	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	✓(1,5)	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 9,6 und Power Storage DC 8.0	$LiFePO_4$	9,6	8,6	70	k. A.	3.500	3	9,6	8,0	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	✓(1,5)	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 9,6 und Power Storage DC 10.0	$LiFePO_4$	9,6	8,6	70	k. A.	3.500	3	9,6	9,6	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	✓(1,5)	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 11,5 und Power Storage DC 4.0	$LiFePO_4$	11,5	10,4	70	k. A.	3.500	3	9,2	4,0	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	X	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 11,5 und Power Storage DC 6.0	$LiFePO_4$	11,5	10,4	70	k. A.	3.500	3	9,2	6,0	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	X	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 11,5 und Power Storage DC 8.0	$LiFePO_4$	11,5	10,4	70	k. A.	3.500	3	11,5	8,0	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	X	5	40	k. A.	Boden	IP 42
	RCT Power Storage System mit Power Battery 11,5 und Power Storage DC 10.0	$LiFePO_4$	11,5	10,4	70	k. A.	3.500	3	11,5	10,0	X	(✓)	X	10	10	Nicht nötig	k. A.	X	5	40	k. A.	Boden	IP 42

Quelle: https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktuebersicht-batteriespeicher/

© Werner Schmid

Photovoltaik – BASICS - Speicher



© Werner Schmid

© Werner Schmid

Text

Text