

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



Infoabend Bürger für Bürger
Kraft der Sonne im Quartier –
Familie Klöpping unter Strom

Daten

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Neubau, Baujahr: 2020
- Wohnfläche 167 m²

- Heizung: Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

- **PV-Anlage: 27,2 kWp**
- **Batteriespeicher: 8,2 kWh**

- 3-Personen-Haushalt
- Elektroauto seit 05 / 2022

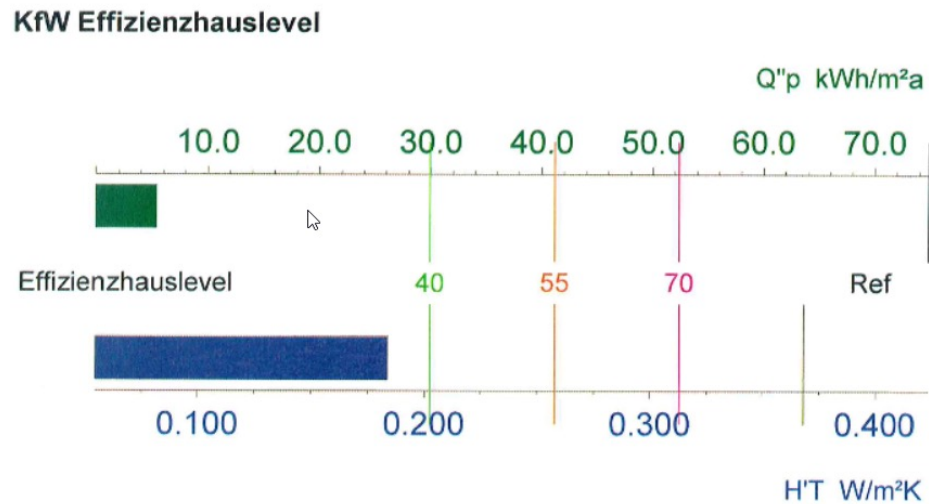


Haus - Endenergiebedarf von nur 3kWh/(m²*a)

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Endenergiebedarf: 3 kWh/(m²*a)
- Primärenergiebedarf: 5 kWh/(m²*a)



ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹ 18.11.2013

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

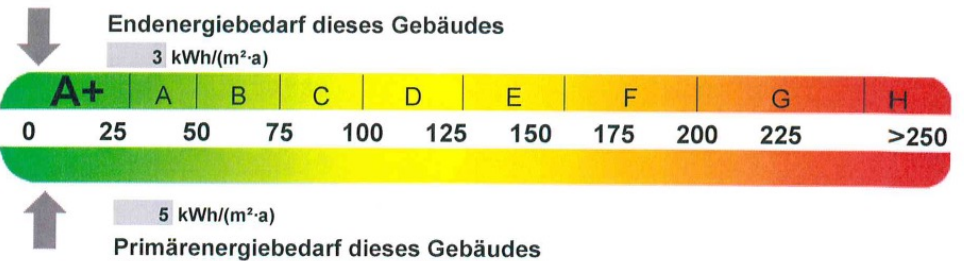
Registriernummer ²

(oder: "Registriernummer wurde beantragt am ...")

2

Energiebedarf

CO₂-Emissionen ³



Anforderungen gemäß EnEV ⁴

Primärenergiebedarf

Ist-Wert Anforderungswert

Energetische Qualität der Gebäudehülle H_T'

Ist-Wert Anforderungswert

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau)

eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

- Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
- Verfahren nach DIN V 18599
- Regelung nach § 3 Absatz 5 EnEV
- Vereinfachungen nach § 9 Absatz 2 EnEV

Haus – Aus nachwachsendem Rohstoff

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Gebaut in **Holzrahmenbauweise**
- **Wärmedämmung: Zellulose, Holzweichfaser sowie Holzhartfaser (kein Styropor!)**
- Mit einem **lokalen Bauträger**

Schichtaufbau und U-Werte der verwendeten Bauteile

Holzrahmenbau mit WDVS	206.12 m ²	U-Wert = 0.125 W/m ² K
------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material	Das Bauteil besitzt 2 Schichtbereiche		λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Diff. - Wid.
	Dichte [kg/m ³]	Dicke s [mm]			
Aufbau des Feldbereichs 90.2 %					
Luftübergang Warmseite R _{si} 0.13					
F1 Gipskarton	D 900.0	12.50	0.250	0.050	8
F2 OSB-Platten	D 650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50
F3 Holzfaserdämmstoff 036	0.0	60.00	0.036	1.667	5
F4 OSB-Platten	650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50
F5 Einblasdämmung climacell	55.0	200.00	0.040	5.000	70
F6 Holzfaserplatte (hart)	D 1000.0	60.00	0.039	1.538	70
F7 Leichtputz	D 700.0	10.00	0.250	0.040	15 / 20
Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.04					
Aufbau des Balkenbereichs 9.8 %					
Luftübergang Warmseite R _{si} 0.13					
B1 Gipskarton	D 900.0	12.50	0.250	0.050	8
B2 OSB-Platten	D 650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50
B3 Holzfaserdämmstoff 036	0.0	60.00	0.036	1.667	5
B4 OSB-Platten	650.0	15.00	0.130	0.115	30 / 50
B5 Holz (Fichte, Kiefer, Tanne)	600.0	200.00	0.130	1.538	40
B6 Holzfaserplatte (hart)	D 1000.0	60.00	0.039	1.538	70
B7 Leichtputz	D 700.0	10.00	0.250	0.040	15 / 20
Luftübergang Kaltseite R _{se} 0.04					



U-Wert-Berechnung inhomogener Bauteile nach DIN EN ISO 6946

Bauteildicke	Feldanteil	Flächengewicht	U-Wert	R _t	R _t '	R _t ''
372.50 mm	90.2 %	119.4 kg/m ²	0.125 W/m ² K	7.98 m ² K/W	8.17 m ² K/W	7.79 m ² K/W

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile ($\rho \geq 100 \text{ kg/m}^3$):
 Einsatzart: normale Außenwand beheizter Räume
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 119.4 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 5.064 m²K/W (Balkenbereich)
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.200 m²K/W
 ACHTUNG! Dichteangaben im Schichtaufbau sind unvollständig.

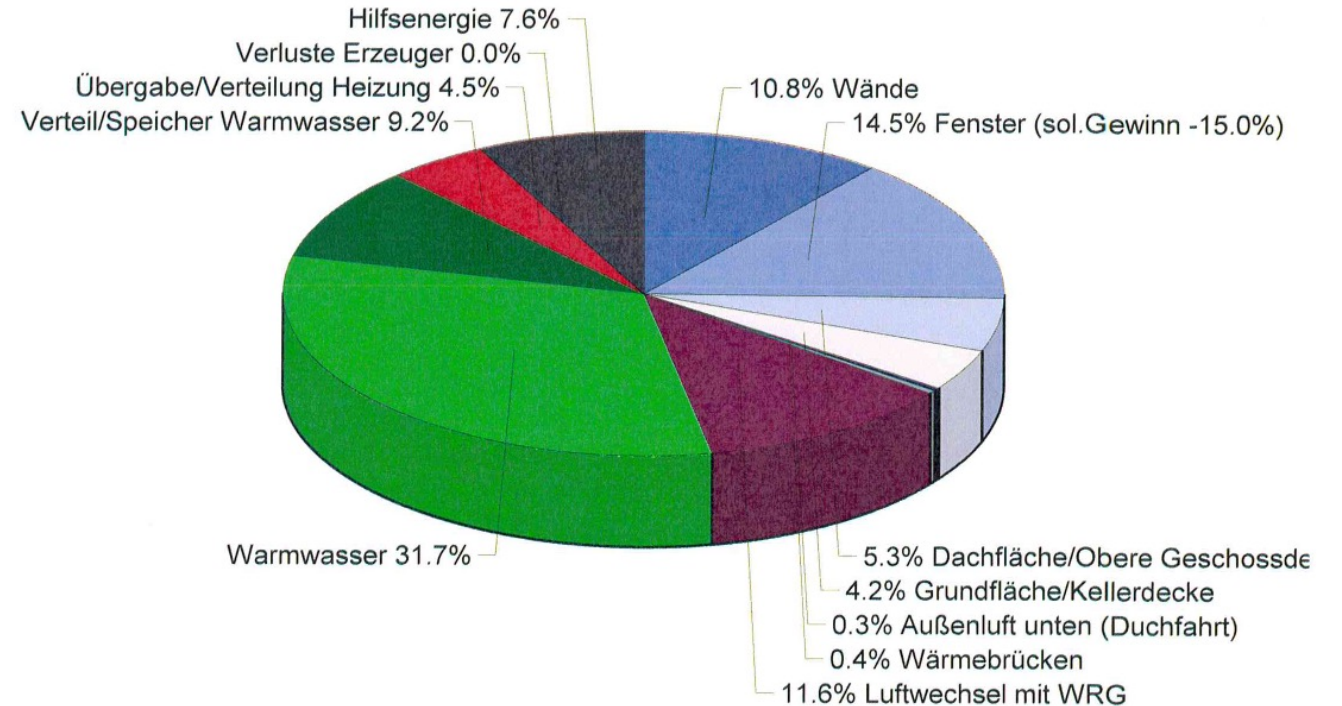
die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Haus – Wofür wird Energie verbraucht?

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Fast 1/3 des Energiebedarfs wird für die **Warmwasseraufbereitung** verbraucht
- Laut Berechnung bringen die Fenster mehr solare Gewinn als dass sie Energieverlust bedeuten



In der Grafik ist die prozentuale Verteilung der Endenergie zu sehen. Skaliert wurde alles auf den Heizwärmebedarf. Nutzbare interne und solare Wärmegewinne wurden bei den Transmissions- und

Haus – Wofür wird Energie verbraucht?

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Stromverbrauch 2022: 6606 kWh
 - Wärmepumpe (incl. Warmwasser und Lüftung): 2402 kWh
 - Haushaltsverbrauch: 2604 kWh
 - eAuto: 1600 kWh

- Stromeinkauf 2022: 1512 kWh

Photovoltaikanlage – Strom vom Dach

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- **Größe: 27,2 kWp**
- Module: 80 x 340Wp Viessmann Module
 - 2 Strings pro Seite a 20 Module jeweils
- Wechselrichter PV: SMA Tripower 25000
- Wechselrichter Batterie: SMA Sunnyboy Storage 3,7
- Batterie: BYD HVM 8,2 kWh
- **Erzeugung (12/2020 – 05/2023): 57,2 MWh**
- **Erzeugung pro Jahr: ca. 20-24 MWh**



Photovoltaikanlage – Erzeugung

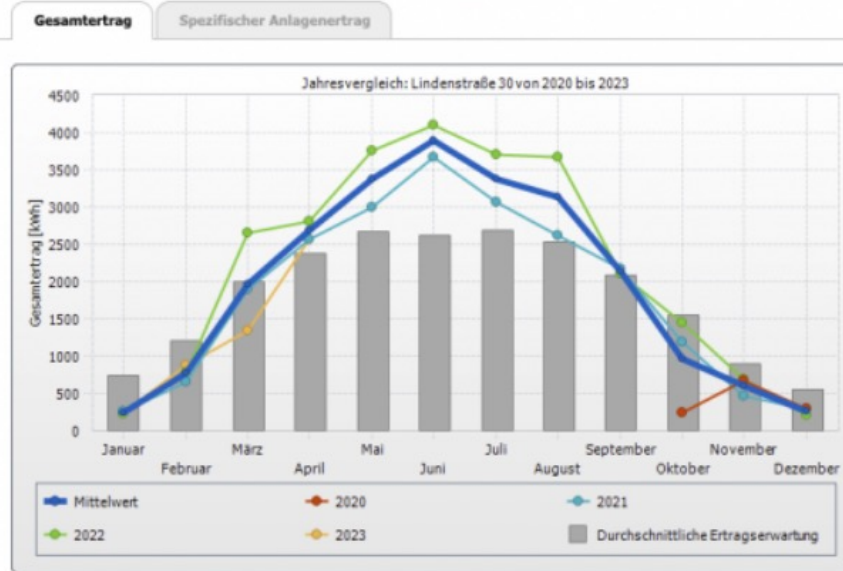
Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Ertragswerte werden erfüllt oder überschritten



Jahresvergleich | Lindenstraße 30



Gesamtertrag [kWh]	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe
2020													1207,85
2021	254,90	662,99	1894,43	2564,85	2991,97	3676,49	3066,08	2623,96	2180,91	1191,93	472,52	286,61	21867,64
2022	226,36	778,14	2658,42	2811,10	3751,75	4101,36	3707,01	3666,19	2110,78	1445,47	681,12	215,13	26152,84
2023	246,59	877,50	1344,86	2560,47									5029,42
Mittelwert	242,62	772,88	1965,90	2687,97	3371,86	3888,92	3386,55	3145,08	2145,85	960,67	608,59	264,28	23441,17
Anteil Jahr	1,04%	3,30%	8,39%	11,47%	14,38%	16,59%	14,45%	13,42%	9,15%	4,10%	2,60%	1,13%	100,00%
Ertragsersparung *	739,73	1200,69	2001,88	2386,01	2671,36	2627,46	2684,53	2533,08	2094,07	1554,09	899,97	557,54	21950,40

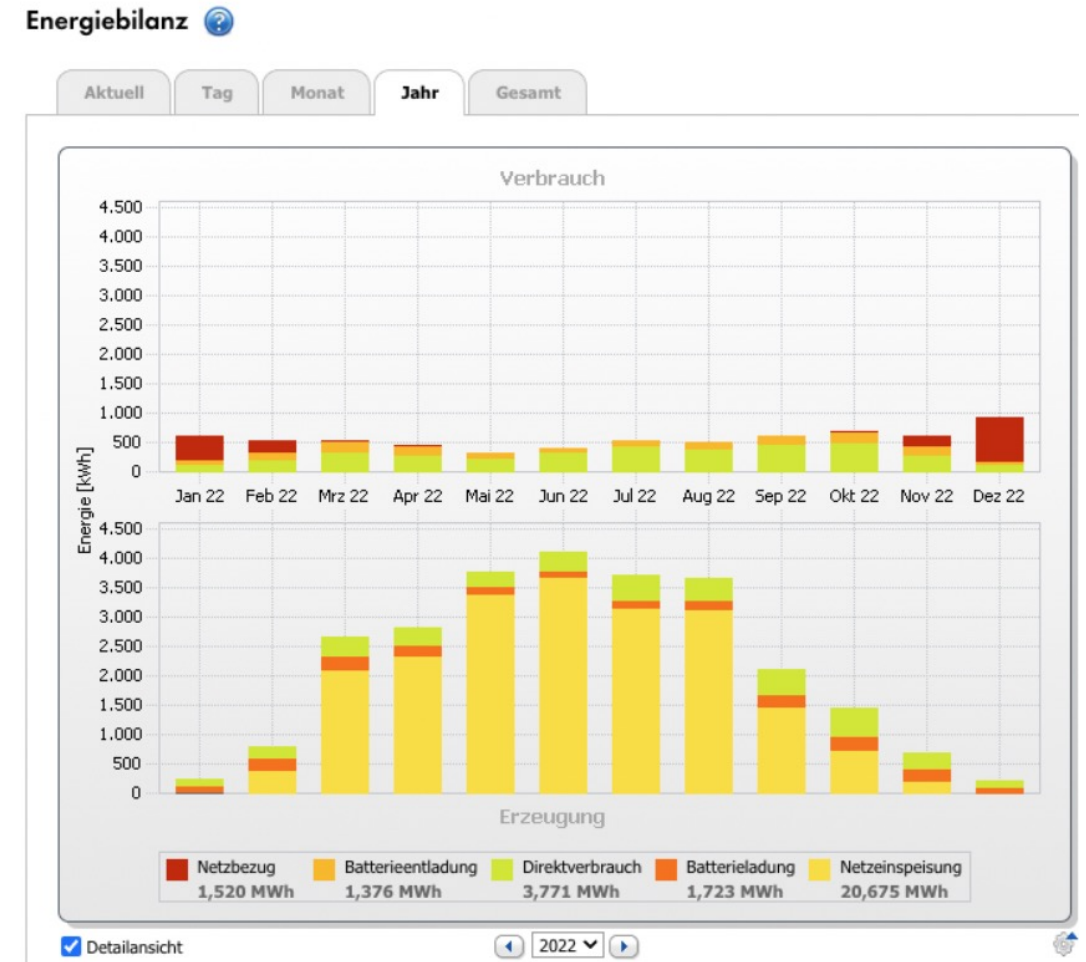
* Die durchschnittliche Ertragsersparung resultiert aus einer manuellen Vorgabe. In Abhängigkeit der Ausrichtung und den Einstrahlungsschwankungen zwischen den einzelnen Jahren kann es durchaus zu größeren Abweichungen zur durchschnittlichen Ertragsersparung kommen.

Photovoltaikanlage - Wir speisen ein

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Erzeugung insgesamt bisher: **57,122 MWh**
 - Davon Direktverbrauch: 8,753 MWh (~15%)
 - Davon Eigenverbrauch: 13,331 MWh (~23%)
 - Netzeinspeisung: 43,807 MWh (~76%)
- Mit unserer Photovoltaikanlage können wir somit (rechnerisch) weitere 2-3 EFH versorgen
- Erzeugter Strom bleibt im Quartier

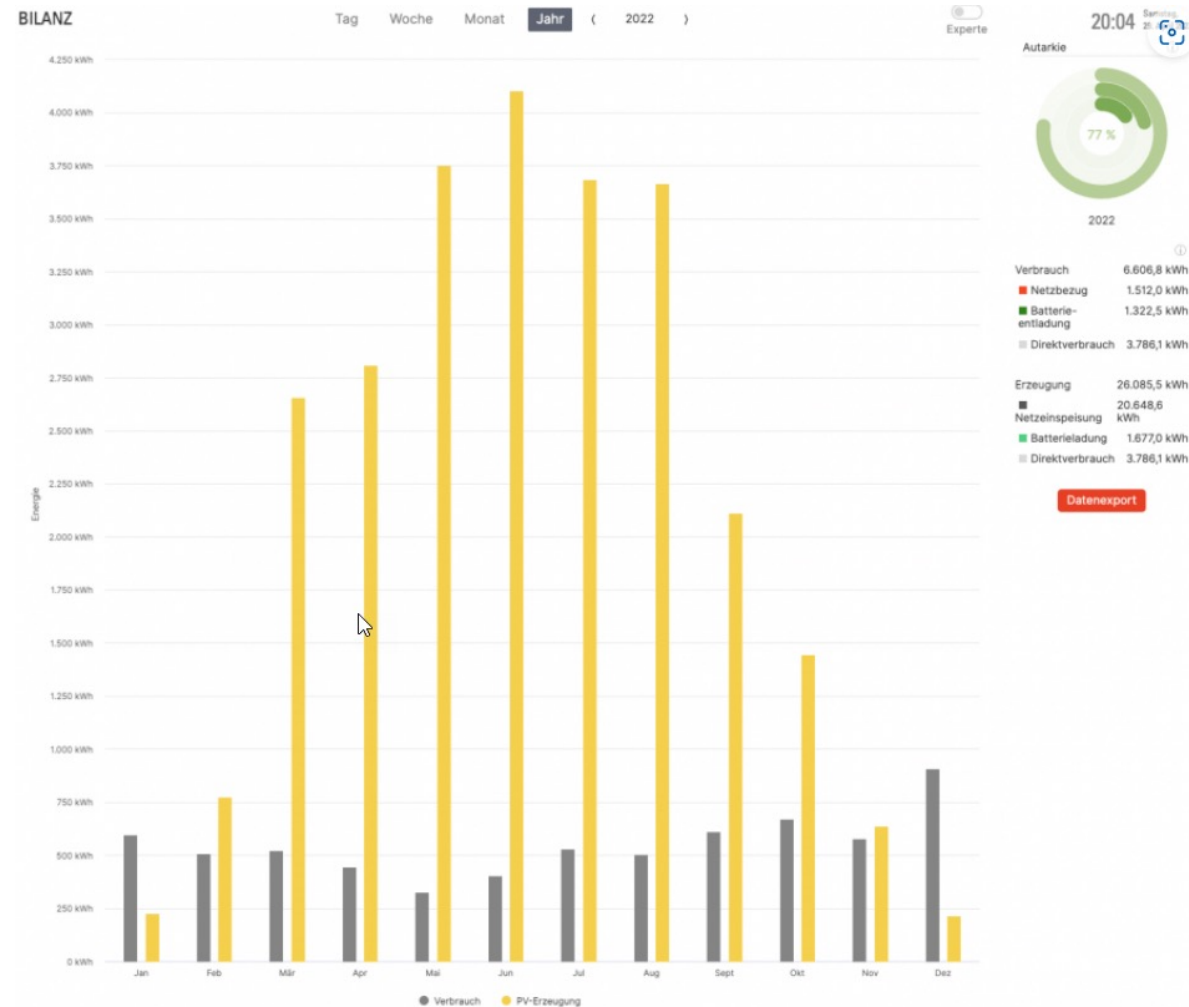


Photovoltaikanlage - Autarkie

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- > 70 % der Zeit sind wir autark (brutto), sprich wir erzeugen insgesamt mehr PV-Strom als dass wir Strom verbrauchen
- Von April bis Oktober sind wir komplett autark (netto), denn dann erzeugen wir jeglichen Strom, den wir verbrauchen, selbst
- Nachts versorgen wir uns aus dem Batteriespeicher, der am Tag mit PV-Strom geladen wurde
- Nacht-Stand-By-Verbrauch: ca. 250 W



Batteriespeicher – PV-Strom auch nachts

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- **AC-Batteriespeicher: 8,2 kWh**
- Batterieladung: 4,604 MWh
- Batterieentladung: 3,705 MWh

- Wirkungsgrad: ~80 %

- Vollzyklen: 450
- Ca. 200 Vollzyklen pro Jahr



Batteriespeicher – Lohnt sich das?

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Ladeverluste Kosten 2022:
 - 31,45 € (bei 0,31€/kWh bis 31.12.2022)
- Batterieersparnisse 2022:
 - 378,53 € (bei 0,31€/kWh bis 31.12.2022) Strombezugskosten
- Meistens lohnt sich ein Speicher wirtschaftlich nicht wegen Verluste und Anschaffungspreis sowie Lebenserwartung von <15 Jahren
 - Sollten jedoch die Speicherpreise fallen und die Strompreise wieder steigen müsste neu bewertet werden
 - In unseren Fall: extra Förderung wegen KfW40+ Standard, daher u.a. Speicher erforderlich

Elektroauto – Zu > 80% mit PV-Strom geladen

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Seit 05 / 2022
- Gefahren: ca. 8.000 km
- Entspricht ca. 1.600 kWh
- Davon geladen mit PV-Strom zu Hause: 1.300 kWh
- Über 80 % direkt aus der PV „getankt“
- Eigenverbrauch um ca. 33% dadurch erhöht



Smart Home = Intelligentes Zu-Hause

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- PV-Strom möglichst sinnvoll selbst zu verbrauchen
 - Direktverbrauch wenn die Sonne scheint (machen wir die Waschmaschine morgens an oder einfach zur Mittagszeit?)
 - Wiederentdecken alter Technologien: Zeitvorwahl der Waschmaschine
- Automatische Eigenverbrauchsoptimierung:
 - “intelligente“ Reihenfolge der Verbraucher:
 - 1. Hausbatterie
 - 2. Warmwasser
 - 3. (Im Winter) Erhöhung der Vorlauftemperatur FBH
 - 4. Erhöhung der Warmwasser Temperatur im Speicher
 - 5. Wallbox / eAuto
 - Estrich dient im Winter als kleiner thermischer Speicher
- Elektroauto weitestgehend nur mit PV-Strom laden
 - Das Auto wird zum Laden angeschlossen, die Wallbox spricht mit dem Energiemanagementsystem ob PV-Strom-Überschuss vorhanden ist und wenn das der Fall ist wird das Auto damit geladen
- Bewegungsmelder, Verschattungen, LED-Beleuchtung, Sensoren, Wetterstation

Smart Home = Intelligentes Zu-Hause

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



- Überwachung der Verbrauchswerte
- Benachrichtigungen bei „70% Abregelung“
- Prognosebasiertes Batterie Ladung
- Automatisierungen von Aufgaben:
 - Morgens zwischen 06:00 und 08:00 wird, wenn das Licht in der Küche eingeschaltet wird, automatisch das Radio eingeschaltet
 - „Zeitschaltuhren“ für Außenbeleuchtung das auf Helligkeit anstatt Zeit reagiert wird
 - Verschattung bei erreichten Schwellwert / erhöhten Temperaturen im Haus
 - Anwesenheitssimulation

Fragen? Fragen!

Zukunftsfähige Energieversorgung im Eigenheim



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt: stefan@klöpping.de

Ja, wirklich mit ö in der eMail Adresse, ja das geht wirklich :)