

05.05.2021

Wir gemeinsam für den Ressourcenschutz

Faktor X und Energie in der Ressourcenschutzsiedlung
Bedburg-Kaster



Themenschwerpunkte

1. Ressourcenschutzsiedlung Bedburg-Kaster – das große Ganze
2. Vergleichbarkeit von Energiekonzepten
3. Kostenvergleich Bedburger Modell vs. Eigenlösung
4. Effizienzvergleich Bedburger Modell vs. Eigenlösung
5. Vorteile Bedburger Modell
6. Faktor 2-Erreichung: Bedburger Modell vs. Eigenlösung
7. Gesamtangebot: Wärme/Kühlung, Quartiersstrom und PV-Überschussvermarktung

Einführung – das große Ganze (Teil 1)

Warum machen wir eine Ressourcenschutzsiedlung?

- **Energie-, Klima- und Rohstoffwende**
- **KLIMAWENDE**
 - Klimaneutralität Deutschland nach BVG Urteil vom 30.4.21 bis 2040 angestrebt
 - Es kommt darauf an, was WIRKLICH passiert und nicht, was wir schönrechnen.
 - D.h. keine Gutschriften, keine Kompensation, keine Verrechnungen Sommer/Winter
 - Bauen (und Wohnen) immer noch einer der größten Treibhausgasverursacher
- **ENERGIEWENDE**
 - Wir sind schon weit gekommen mit 40 Jahren Energieeffizienz (beim Heizen)
 - Aber noch lange nicht genug: Verzicht auf Erdgas (Fracking, CO₂-Preis von > 65 €/t) pro kWh=0,180 kg CO₂, d.h. bei 8.000 kWh/Jahr Erdgas ca. 100 € CO₂-Abgabe, Tendenz steigend!
 - Energieverbrauch bei der Erzeugung von Baustoffen und Bauteilen!

Einführung – das große Ganze (Teil 2)

Warum machen wir eine Ressourcenschutzsiedlung?

- **ROHSTOFFWENDE**
 - Viele Rohstoffe werden knapp, nicht unbedingt geologisch, aber in Bezug auf Verfügbarkeit
 - Wegwerfnutzung → Kreislaufnutzung von Stoffen
 - Nichtnachwachsende Rohstoffe → nachwachsende Rohstoffe
 - Intelligente und rohstoffsparende Konstruktionen
 - Langlebige, erweiterbare, reparierbare Bauteile und Haustechnik
 - Innovationen fördern, nicht Technologien fordern
- Berechnungen nach VDI 4.800 (Ressourceneffizienz); EE 4.802.1 (Ressourceneffizienz von Gebäuden)

Die Ressourcenschutzsiedlung Kaster setzt Maßstäbe bei Klima- und Ressourcenschutz!

Vergleichbarkeit von Energiekonzepten

Quelle: Interessengemeinschaft Kaster

Bad Nauheim		
(Nahwärme aus Erdwärme & Ökostrom)		
Grundpreis	- €	
Messpreis	- €	
Arbeitspreis	2,856.00 €	14,28 Cent /KWh
Total / Jahr	2,856.00 €	
Anschlusskosten 12,990.00 € (Anschluss inkl. Technikpaket)		

Wetter		
(Nahwärme aus Pellets, Biogas & Ökostrom)		
Grundpreis	473.25 €	31.55
Messpreis	100.00 €	
Arbeitspreis	1,778.00 €	8,89 Cent /KWh
Total / Jahr	2,351.25 €	
Anschlusskosten 5,000.00 €		

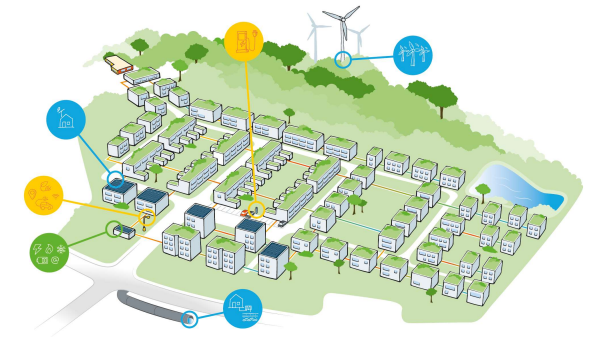
EON		
Bedburger Nahwärme		
Grundpreis	1,927.80 €	160.65
Messpreis	119.00 €	
Arbeitspreis	2,082.50 €	mix
Total / Jahr	4,129.30 €	
Anschlusskosten je nach Grundstücksgröße 8000.- Euro		



Quelle: Stadtwerke Bad Nauheim



Quelle: Stadtwerke Wetter (Hessen)



Fazit: Vergleichbarkeit von Energiekonzepten

Gemeinsame Entwicklung des **individuell passenden Energiekonzepts** mit den Projektpartnern:

- bewusster Verzicht auf Erdgaseinsatz
- Untersuchung verschiedener Wärmeerzeuger auf **ökologische und ökonomische Umsetzbarkeit**:
 - u.a. keine Einsatzmöglichkeit von Erdwärmesonden wegen zu niedrigem Grundwasserspiegel in Folge vom Braunkohletagebau bzw. in Ermangeln von verfügbaren Freiflächen für Erdflächenkollektoren
 - Hackschnitzelnutzung in Ermangeln von Platz; erhöhte Schall- und Emissionsaufkommen (u.a. Lärm, LKW-Verkehr, Feinstaub)
 - Stromdirektheizung schlechtere Faktor X-Bewertung
- zukunftsfähiges Energiekonzept mit langfristig stabilen Energiepreisen

Keine Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Versorgungskonzepten wg. (leider) zu vieler unterschiedlicher Faktoren mit unmittelbaren Preis-Einfluss, u.a.:

- Vergleichbarkeit der techn. Erzeugungsstruktur (Leistung, ökologischer Fußabdruck/ CO₂-Abgaben, Preis, Zukunftskosten usw.)
- Vergleichbarkeit der Abnahmestruktur (Größe des Gebiets, Anzahl Kunden, Art der Bebauung (EFH/MFH/Kleingewerbe), Menge/Art Wärme, Kühlung, Strom, Digitales usw.)
- Vergleichbarkeit ist nur für Gesamtwärme- bzw. Energiekosten in Euro/qm möglich!

Kostenvergleich Bedburger Modell vs. Eigenlösung

Kostenvergleich dezentrale Eigenversorgung vs. Quartiersversorgung				
Wohnfläche	130,00	m²		
Heizlast je EFH	8,00	kW		
Jahreswärmebedarf Raumheizung zum Preis AP1	7.200	kWh/Jahr		
zusätzlich Warmwasser (Anteil 25%) zum Preis AP2	2.400	kWh/Jahr		
Strombedarf der Wärmepumpe	3.840	kWh/Jahr		
Wärmekostenvergleich Quartiersversorgung vs. Eigenlösung				
Wärmepreise inkl. MwSt.	Wärmelieferung Quartiersversorgung		Eigenversorgung	
	während Reallaborlaufzeit	nach Reallabor	m. Luft-Wasser-WP gem. BDEW Heizkostenvergleich 2016	
	160,65	160,65		
	119,00	119,00		
	10,71	13,09		
Arbeitspreis 2 für Wärmepumpe brutto [Cent/kWh]				
Arbeitspreis 1 temperiert für Raumheizung brutto [Cent/kWh]	7,14	9,52		
Es ergeben sich folgende Jahreskosten für Wärme				
Grundpreis [Euro/Jahr]	1.285,20	1.285,20		
Mess- und Abrechnungspreis [Euro/Jahr]	119,00	119,00		
Wärme zur Warmwasserbereitung brutto [Euro/Jahr]	257,04	314,16		
Wärme zur Raumheizung brutto [Euro/Jahr]	514,08	685,44		
Gesamt [Euro/Jahr]	2.175,32	2.403,80		
angenommene Lebensdauer beträgt 20 Jahre ohne Reparaturen				
Luft-Wärmepumpe bzw. Anschlusskosten	1.428,00 €	1.428,00 €	14.910,70 €	
Installationskosten			300,00 €	
Anschaffungs- u. Installationskosten:	1.428,00 €	1.428,00 €	15.210,70 €	
Wartungsvertrag 1x jährlich			100,00 €	
Rücklage für neue Wärmepumpe 1x jährlich			745,54 €	
jährliche Stromkosten für Wärmeerzeugung			989,18 €	
jährliche Wärmekosten inkl. Anschlusskosten	2.175,32 €	2.403,80 €	1.834,72 €	
monatl. Kosten Wärme inkl. Anschlusskosten	181,28 €	200,32 €	152,89 €	
Annuität Anschaffungs- und Installationskosten 20 Jahre	91,60 €	91,60 €	975,72 €	
Gesamtkosten pro Jahr	2.266,92 €	2.495,40 €	2.810,44 €	
monatliche Kosten inkl. Anschlusskosten	188,91 €	207,95 €	234,20 €	
spezifische Wärmekosten in [€/m² und Monat]	1,45 €	1,60 €	1,80 €	
Stromkostenvergleich Quartiersstrom vs. Verivox Tarif Grünstrom				
angesetzter Jahresstromverbrauch	3.300	kWh		
	Quartiersstrom Bedburg während Reallabor	Quartiersstrom Bedburg nach Reallabor	Vergleichsposition Grünstromtarif Verivox	
	84,60 €	84,60 €	93,84 €	
	20,23 €	22,61 €	25,76 €	
	752,19 €	830,73 €	943,92 €	
monatliche Kosten für Haushaltsstrom	62,68 €	69,23 €	78,66 €	
Jährliche Gesamtersparnis als Quartierskunde der E.ON Energy Solutions GmbH im Vergleich zur Eigenversorgung [€/a]	735,25 €	428,23 €		
Alle Kosten sind brutto, also inkl. Mehrwertsteuer				

In dem Kostenvergleich wurde der BDEW-Heizkostenvergleich aus dem Jahre 2016 herangezogen, somit können dargestellte Kosten veraltet sein!

Aktuelle Marktpreise von qualitativ vergleichbaren Wärmepumpen betragen:

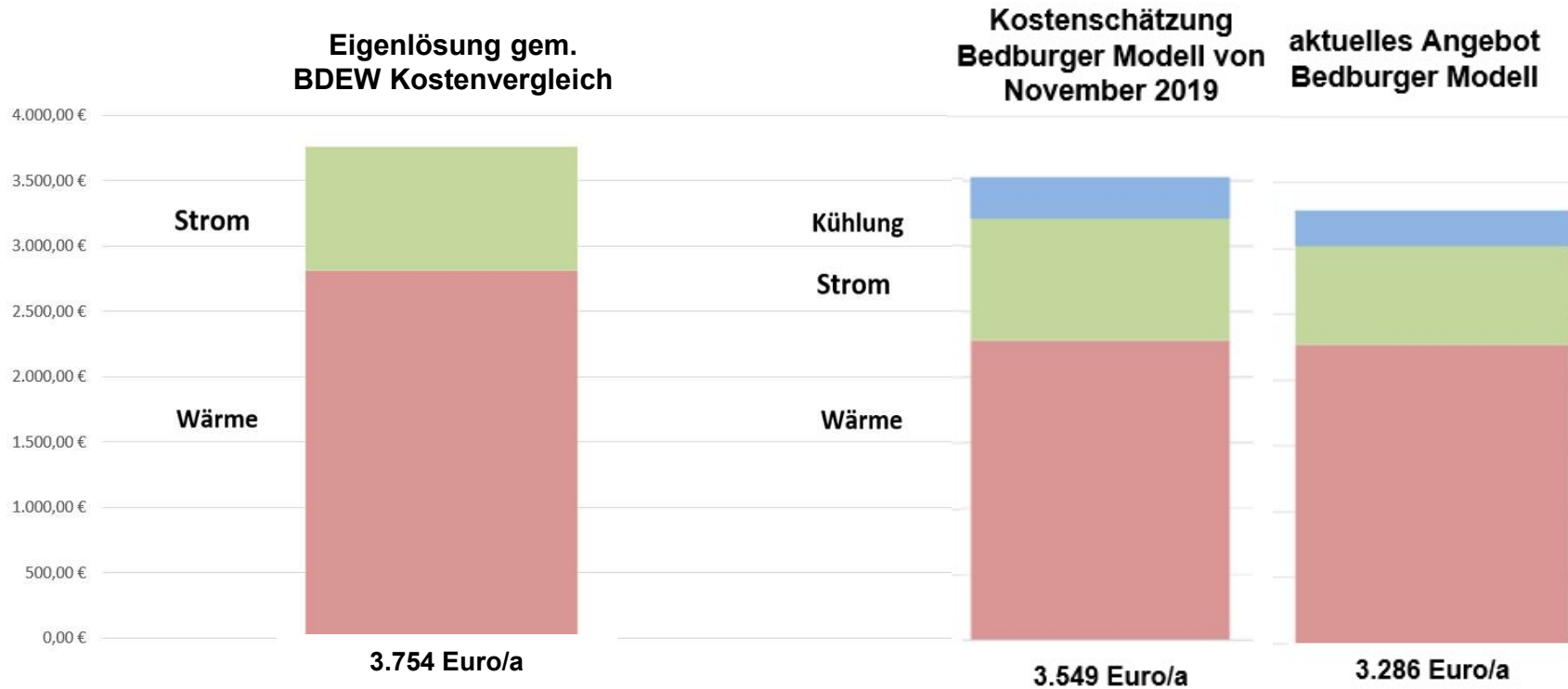
1. Wärmepumpe: 10.200 Euro
2. Hydraulik / Installation: 7.300 Euro

→ hierzu zählen: Pumpengruppe/Heizkreisverteiler, Ausdehnungsgefäß, Warmwasserspeicher, Umschaltung Kühlfunktion, Sicherheitsgruppe usw.

Summe: ca. 17.500 Euro

- Grundstückskostenbeitrag pro m² wurde zwecks Vergleichbarkeit aus Position *Anschaffungs- u. Installationskosten* herausgerechnet
- Annuität: Berücksichtigung einer Verzinsung i.H.v. 2,5 % (Langzeitfinanzierung)
- Kostenvergleich = beispielhafte Gesamtkostenbetrachtung
 - einmalige Kosten Bedburger Modell: Anschaffungs- u. Installationskosten
 - laufende Kosten Bedburger Modell: Grund-, Mess- und Arbeitspreis
- die Reallaborförderung ist in den Endkundenpreise enthalten

Vergleich Gesamt-Energiekosten pro Jahr (brutto)



- Das Bedburger Modell ist günstiger als eine qualitativ vergleichbare Eigenlösung gem. veröffentlichtem Heizkostenvergleichsrechner vom BDEW (https://www.bdew.de/media/documents/Heizkostenvergleich_Neubau.pdf)
- Die im November 2019 kommunizierten Gesamtkosten des Bedburger Modells werden eingehalten!

Fazit: Kostenvergleich Bedburger Modell vs. Eigenlösung

- **Neutraler Kostenvergleich** gem. veröffentlichtem BDEW Heizkostenvergleichs Jahr 2016 (BDEW Heizkostenvergleich 2021 noch nicht veröffentlicht, aber angekündigt)
- Bereits Vergleich mit (veralteten) Werten des BDEW aus 2016 zeigt, dass das **Bedburger Modell marktfähig** ist
- Vergleich Eigenlösung via Luft-Wasser-Wärmepumpe mit dem Bedburger Modell nur tauglich bei **Bewertung der Vollkosten** (d.h. neben reinen Anschaffungs- und Installationskosten u.a. auch Kosten für Wartung und Instandhaltung, Rücklagen für Ersatzinvestitionen und Finanzierungskosten)
- Bedburger Modell umfasst ein **rundum-sorglos-Paket ab** mit Wärme/ Kühlung und Strom von E.ON (ökologisch zertifiziert unter maximaler Nutzung von regionalen Energien wie Windkraft, PV, Abwasser- u. Erd-Wärmegewinnung u.ä.)
- **Kostenrisiko** für Beschaffung der Anlagen, laufende Kosten, Erneuerungen und Anteil Stromeinsatz (COP/ JAZ) **liegt komplett bei E.ON**
- anderweitige Nutzungsmöglichkeit der nicht nötigen Eigeninvestition für die Bauherren
- Entwicklung eines **Gesamtenergiekonzepts** für die Ressourcenschutzsiedlung, d.h. auf die individuelle Erzeugungs- und Verbraucherstruktur abgestimmtes Energiekonzept (Wärme-/Kühlung, Strom, PV-Stromvermarktung)

Anzusetzende Jahresarbeitszahl für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe

Jahresarbeitszahl (JAZ) gleich **Leistungsfähigkeit Wärmepumpe**, beschreibt Verhältnis von erzeugter Wärmeenergie zum eingesetzten Strom

Untersuchungen der RWTH Aachen zeigen, dass die gem. Normen EN 14285 und Richtlinien VDI 4650 **prognostizierte JAZ deutlich von tatsächlich gemessenen JAZ abweichen!**

Hauptsächliche Gründe:

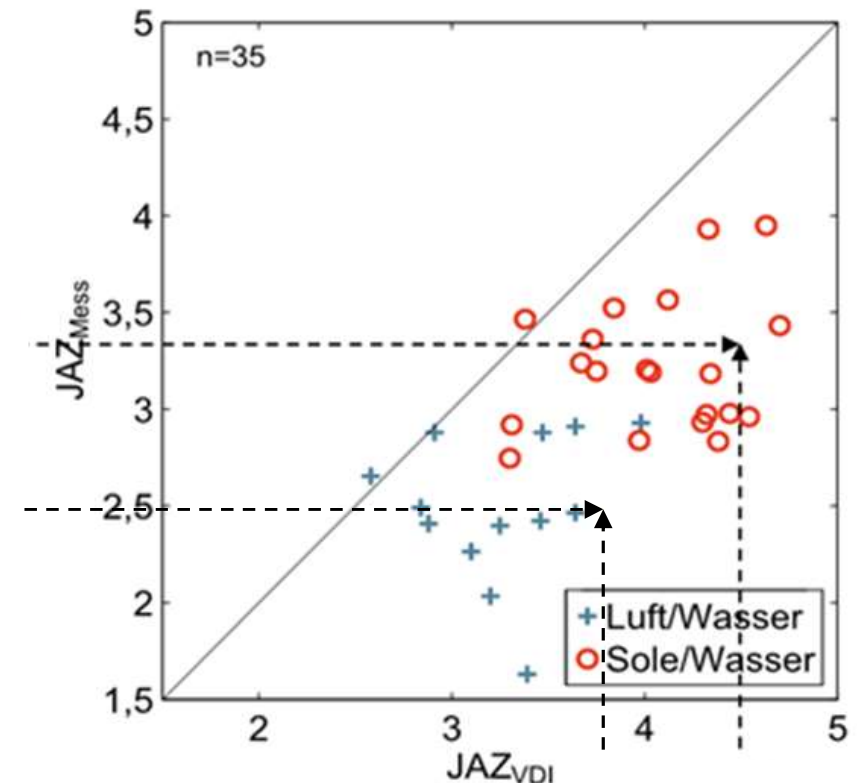
- Vernachlässigung von **schwankenden Rahmenbedingungen** (z.B. Umgebungstemperaturen, ins. Winterbetrieb)
- **keine realitätsnahen Randbedingungen**

→ I.d.R. Ermittlung der JAZ beim Hersteller unter Laborbedingungen (vgl. Durchschnittsverbrauch ECE-Normverbrauch Kfz)!

Ergebnis:

Die JAZ von Luft-Wasser-Wärmepumpen schwanken zwischen 1,5 und 3. E.ON-Kostenvergleich nimmt die gem. BDEW angesetzte JAZ für Eigenlösung **2,5** an und liegt somit voll im Mittel.

JAZ des Bedburger Modells liegt gem. Erfahrungswerte und auf Bedburg angepasste Simulationen bei **> 4** und unterstützt damit zusätzlich den Ressourcenschutz.; zudem kein Klagerisiko wg. Lärmbelästigung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe (s. Urteile Schallschutz).



Quelle: RWTH Aachen; Untersuchung verschiedener Wärmepumpen gemontiert über ein Jahr (gradtagsbereinigt)

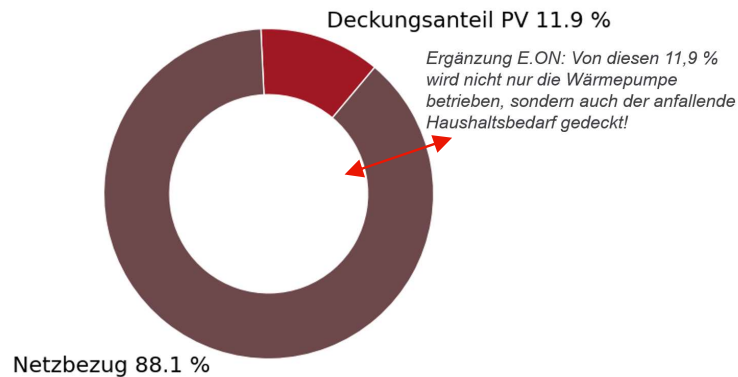
Fazit: Jahresarbeitszahl für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe unter Herstellerangaben

- Das **Bedburger Modell** ist als Gesamtsystem deutlich effizienter und ressourcenschonender als die Eigenlösung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe.
- Untersuchungen der RWTH Aachen belegt durchschnittliche Jahresarbeitszahl (JAZ) 2,5; d.h. unter Realbedingungen werden im Durchschnitt aus **1 kWh Strom** nur **2,5 kWh Wärme** erzeugt.
(Hersteller-JAZ wird unter Laborbedingungen ermittelt; tatsächliche Einflussfaktoren deutlich untergewichtet – damit **deutlich höherer Stromeinsatz und somit höhere Kosten** als angekündigt).
- Bedburger Modell hingegen hat eine JAZ von > 4, d.h. dass aus **1 kWh Strom** werden **mindestens 4 kWh Wärme** erzeugt (Hinweis: jegliches Risiko für Unterschreiten der JAZ liegt bei E.ON).
- Neben Effizienznachteil ist bei Luft-Wasser-Wärmepumpe gegenüber dem Bedburger Modell zudem auch die **höhere Geräuschemission** zu berücksichtigen, diese kann je nach Hersteller sehr unterschiedlich und vom direkten Nachbarn als störend empfunden werden! Ggf. sind zur Schalleindämmung nachträglich zusätzliche **Emissionsauflagen für Schallschutz** erforderlich.
- Je energieeffizienter das Gesamtenergiekonzept betrieben wird, desto höher ist unser Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz in Bedburg-Kaster!

PV-Überschussnutzung für Luft-Wasser-Wärmepumpe

- der erzeugte PV-Strom kann nur zu einem **geringen Anteil** zur Wärmeerzeugung genutzt werden
- Grund dafür ist der **jahreszeitliche Versatz**: Im Sommer viel PV-Stromertrag, dann jedoch kein Wärmepumpenstrom nötig; im Winter (sehr) wenig PV-Stromertrag, dann aber hoher Strombedarf Wärmepumpe
- Nutzung von preiswertem PV-Strom ohne Speicher zu **ca. 11,9 %** gemäß Simulation; mit Speicher und komplexer Steuerung **bis zu ca. 20 %** möglich
- Am Markt angebotene **bilanzielle** Solar Clouds sind ökologisch und ökonomisch fraglich, da die tatsächliche Solarenergienutzung schöngerechnet wird.

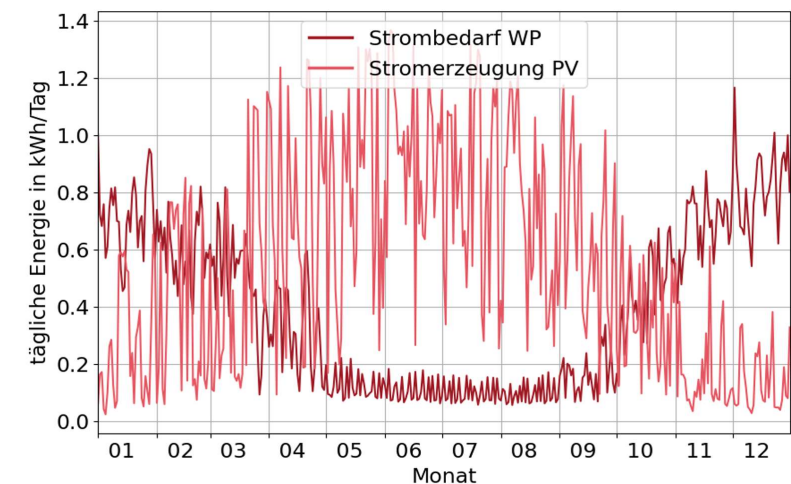
Jährliche Bilanz des Deckungsanteils PV-Strom an Wärmepumpe



Randbedingungen

Gebäudegröße	130 m ²
Gebäudewärmebedarf bei 35 °C	~ 7200 kWh/a
Warmwasserbedarf bei 65 °C (mit Speicher)	~ 2400 kWh/a
Elektrischer Bedarf Wärmepumpe	~ 3250 kWh/a
JAZ Wärmepumpe	~ 2,85
Dachfläche Süd, 30° Neigung PV 25 m ² (~5 kWp)	~ 4750 kWh/a

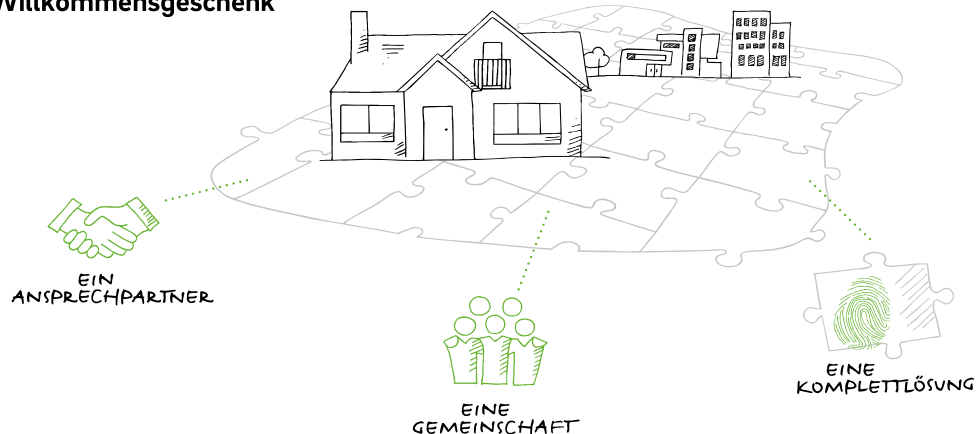
Strombedarf WP vs. Stromerzeugung PV



Quelle: heatbeat nrw GmbH, einfache WP-Lösung

Ihr rundum-sorglos-Paket – Gesamtkonzept Bedburger Modell

- ✓ **100 % „grüner“, lokaler und günstiger Quartiersstrom** als Koppelprodukt
- ✓ attraktive Konditionen für **PV-Überschussverkauf an E.ON** als Koppelprodukt
- ✓ **dauerhaft effiziente, kostengünstige & CO₂-reduzierte** Energie
- ✓ Möglichkeit zur **aktiven und passiven Kühlung**
- ✓ innovativer Ansatz zur Energiebereitstellung
- ✓ **ein Ansprechpartner** Vertrieb, der Sie begleitet und bei allen Fragen rund um das Thema Energieversorgung unterstützt (Übernahme von Hausanschlussplanung mit Ihren Gewerken)
- ✓ Übernahme eines **24/7 Betriebs- und Entstörungsservices**
- ✓ sehr gute ökologische Kennzahlen: Durch innovative Erzeugungstechnik erreichen wir heute schon einen **Primärenergiefaktor von 0,59**. So können Sie mindestens ein **KfW-Effizienzhaus 55** bauen.
- ✓ Übernahme von Investitions-, Wartungs- und Instandhaltungskosten durch E.ON → **kein Kostenrisiko** für Sie!
- ✓ Unterstützung bei Innovationen in Ihren Eigenheim durch ein **SmartHome-Willkommensgeschenk**



Digitales Quartiersmanagement

- ✓ **Bereitstellung** intelligenter Assets, z.B. intelligente Messeinrichtung
- ✓ **Kostenoptimierung** durch Gesamtauslegung des Energiesystems
- ✓ **Optimierung der Energieflüsse** und Heben von Synergien
- ✓ **ökologische Optimierung** durch intelligente Energienutzung
- ✓ **Steuerung aller Energieströme** im Quartier, durch Vernetzung aller Komponenten in den Sektoren
- ✓ **digitales Monitoring** für Endkunden.

05.05.2021

Auswirkung auf das Bauvorhaben (Faktor 2), wenn sich jemand gegen das Bedburger Modell entscheidet

Reales, in Bedburg eingereichtes Gebäude mit ca. 210 m²

	Energie	Klima	Rohstoffe
	PENRT	GWP	RI _{abio}
	[kWh/m ² /50a]	[kg/m ² /50a]	[kg/m ² /50a]
Referenzgebäude	3101,4	1235,03	7363,21
Kundengebäude, dynamisierter Strommix	1544,28	288,46	3459,14
Faktor X	2,00	4,30	2,10
Kundengebäude, Bedburger kalte Nahwärme	1445,69	140,48	3234,43
Faktor X	2,10	8,80	2,30

Ökostrom vs. Quartiersstromangebot

Günstiger Grünstromanbieter laut Verivox (Stand: 04.2021)

Grundpreis: 121,88 Euro/Jahr (brutto)

Arbeitspreis: 25,97 ct/kWh (brutto)

- Der reine Energiepreise, die Netznutzungsentgelte, Steuern und Umlagen **können nach Ende der Vertragslaufzeit steigen.**
- In der Regel handelt es sich bei Ökostromtarife nicht um „echte“ und lokale Grünstromangebote, sondern um Graustromtarife mit sogenannten Herkunftsnachweisen (d.h. die verbrauchte Strommenge wird in EU-Ländern als Grünstrom produziert bzw. „entwertet“, z.B. Wasserkraft in Norwegen) → **Kein nachweisbarer Beitrag zum Ressourcenschutz in Bedburg!**

Quartiersstromangebot Bedburger Modell

Grundpreis: 84,60 Euro/Jahr (brutto)

Arbeitspreis: 22,61 ct/kWh (brutto)

- Der reine (Wind-)Energiepreis ist über 20 Jahre fix (**Preissicherheit!**); nur die Netznutzungsentgelte, Steuerung und Umlagen **können nach Ende der Vertragslaufzeit steigen.**
- Energetisches Gesamtkonzept für die Ressourcenschutzsiedlung: Quartiersstrom wird **nur als Gesamtangebot** zum Wärmevertrag ermöglicht!
- gesetzlich vorgegebene Erstlaufzeit = 1 Jahr + Verlängerungsoptionen

PV-Überschussnutzung im Quartier durch E.ON

PV-Vermarktungsangebot Bedburger Modell:

Verkauf der überschüssigen PV-Energie an E.ON in Höhe der gesetzlichen EEG-Förderung + 1,00 ct/kWh.

- **Nutzung des lokal erzeugten PV-Stroms im Quartier** in der Ressourcenschutzsiedlung statt Einspeisung ins öffentliche Netz.
- Energetisches Gesamtkonzept für die Ressourcenschutzsiedlung: PV-Stromvermarktung wird **nur als Gesamtangebot** zum Wärmevertrag ermöglicht!
- **Autarkiesteigerung des Quartiers durch Sektorenkopplung** und zentrale Quartiersbatterie. Somit ist ein eigener Batteriespeicher pro Haus aus rein energetischer Sicht nicht zwingend notwendig.

Wichtig:

Im Falle einer Eigenlösung kann eine PV-Anlage nur zu einem geringen Anteil (vgl. Folie 12) den zur Wärmeerzeugung benötigten Strom decken! Der PV-Strom kann hauptsächlich im Sommer zur Deckung der Kühlungsenergie genutzt werden. Am Markt angebotene bilanzielle Solar Clouds sind ökologisch und ökonomisch fraglich, da die tatsächliche Solarenergienutzung schön gerechnet wird!

Ressourcenschutzsiedlung Bedburg-Kaster – belastbarer Beitrag zum Klimaschutz

- glaubhafte Einsparung von nichtnachwachsenden Rohstoffen, CO₂ und grauer Energie mit Gesamtbetrachtung Herstellung, Bau und Betrieb
- daher deutschlandweites Pilotprojekt mit aktivem Beitrag zum Klimaschutz und Anerkennung als Reallabor der Energiewende
- zukunftsfähig, nachhaltig und wertstabil und auf ansteigende Klimaschutzziele 2050 ausgerichtet
- Kombination unterschiedlicher Energiequellen zur optimalen Ausnutzung von unterschiedlich verfügbaren Energiequellen, deren Kombination intelligent und sektorenkoppelnd erfolgt
- digitales Quartiersmanagement zur energetischen und ökologischen Optimierung auf Quartiersebene und somit Ausnutzung größerer Synergien als auf einzelner Gebäudeebene möglich!
- als Gemeinschaft Energien miteinander intelligent vernetzt nutzen
- Bedburg als Energiestadt der Zukunft im Rheinischen Revier und darüber hinaus!

Fazit: Alle Projektpartner der Ressourcenschutzsiedlung haben versucht, Ihnen ein glaubhaftes und nachhaltiges Gesamtprojekt anzubieten. Gerne sprechen Sie uns jederzeit an - wir freuen uns auf einen konstruktiven Austausch!

Gemeinsam für den Ressourcenschutz in Bedburg

