

ENERGIEKONZEPT FÜR EINE ZUKUNFTSFÄHIGE ENERGIE- UND WÄRMEVERSORGUNG DES NEUBAUGEBIETES 418 „AM GROßEN MOOR“ FÜR DIE STADT RHEDA-WIEDENBRÜCK

ERSTELLT VON DER

—

energieagentur Lippe GmbH

Rathausstraße 23

33813 Oerlinghausen

Tel. (0 52 02) 49 09 –883

www.energieagentur-lippe.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	3
2.	Neubaugebiet BG 418 „Am großen Moor“	3
2.1.	Energiebilanz der benötigten Nutzwärme	4
3.	Varianten zur dezentralen, also individuellen nachhaltigen und klimafreundlichen Wärmeerzeugung	6
3.1.	Dezentrale Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen	7
3.1.1.	Geologische Randbedingungen für Erdwärmesonden im Untersuchungsgebiet.....	9
3.2.	Strom für die Wärmepumpen	10
3.3.	Wärmepumpe und Kühlung im Sommer	11
3.4.	Berechnung der Wärmegestiegungskosten beispielhaft für EFH.....	13
3.5.	Ausgedehnte Nutzung und Speicherung von PV-Strom für eine Energieautarkie.....	15
3.5.1.	Energiebilanz PICEA für ein EFH	17
3.5.2.	Energiebilanz für ein MFH	21
3.5.3.	Fazit zur Betrachtung einer Energieautarkie aus regenerativen Quellen.....	22
4.	Klimaneutrale Heizung mit Pelletskesselanlage	23
5.	Simulation/ Berechnungen für dezentrale PV-Anlagen unter Variation der Dachausrichtung...	24
5.1.	Ergebnis der Strombilanzen	26
5.2.	Ökonomische Bewertung	28
5.3.	Alternative.....	30
5.4.	Zusammenfassung zu PV-Strom	30
6.	Zentrale Wärmeversorgung über ein Nahwärmenetz	31
6.1.	Hochtemperatur Wärmenetz	31
6.2.	Kalte Fernwärme	33
7.	Möglichkeiten des Planverfassers zur Förderung und Durchsetzung klimarelevanter Maßnahmen durch Vorgaben im B-Plan	35
7.1.	Anschluß- und Benutzungszwang.....	35
7.2.	§ 9 Abs. (1) Nr. 12 BauGB	35
7.3.	Städtebauliche Verträge.....	35
7.4.	Anreizsysteme mit Geld	36
7.5.	Anreizsysteme ohne Geld.....	36
7.6.	Solaroptimierte Stellung und Ausführung der Baukörper.....	36
7.7.	Städtisches Förderprogramm ab Juni 2022	37
8.	Fazit und Empfehlung.....	37

1. Einleitung

Die Stadt Rheda-Wiedenbrück betreibt im Ortsteil Rheda, nördlich der Straße „Zum Galgenknapp“ und beidseitig der Straße „Moorweg“, das Bauleitplanverfahren für ein neues Baugebiet. Der Geltungsbereich des Plangebietes für den Bebauungsplan umfasst etwa 4,7 ha. Der städtebauliche Entwurf sieht eine bauliche Entwicklung mit Wohnhäusern vor. Zurzeit wird die Fläche landwirtschaftlich genutzt. Südlich an das Plangebiet grenzt Wohnnutzung an. Nördlich des Plangebietes befindet sich der Bahndamm der Deutschen Bahn Strecke Hamm - Bielefeld.

Die Anzahl der Wohneinheiten innerhalb des Plangebietes wird bisher mit rund 70-100 angenommen. Das Gebiet liegt nicht in einem Wasserschutzgebiet.

Im Rahmen des Bauleitplanverfahrens ist vorgesehen, dass frühzeitig ein Energiekonzept erstellt wird und entsprechende Maßnahmen im weiteren Verfahren berücksichtigt werden. Ziel ist es, in dem Gebiet Klimaneutralität zu erreichen.

Zur Unterstützung des Planungsprozesses und den Schritten in der Bauleitplanung legt die Energieagentur Lippe GmbH hier eine Betrachtung zum Energiekonzept zwecks klimafreundlichen, bzw. klimaneutralen Wärmeversorgung der neu zu errichtenden Gebäude vor.

Vorliegende Betrachtung für das Gebiet „Am großen Moor“, enthält auch eine Untersuchung zu Kosten und Mehraufwand, wenn sich einzelne Wohneinheiten energieautark machen würden. Diese Autarkie kann mit einer PV-Anlage, Wärmepumpe in Kombination mit einer Einheit aus Batterie- und Wasserstoffspeicher, Elektrolyseur und Brennstoffzelle erreicht werden.

Geprüft wird ebenfalls, ob bei den lokalen Randbedingungen in dem Neubaugebiet, eine zentrale Wärmeversorgung über ein Nahwärmenetz aufgebaut werden kann.

Darüber hinaus werden die Möglichkeiten des Planverfassers zur Vorgabe und Durchsetzung von klimarelevanter Bauweise im Zuge der B-Planung erörtert.

2. Neubaugebiet BG 418 „Am großen Moor“

In dem BG 418 sollen nach der vorliegenden Planung insgesamt bis zu 50 Objekte errichtet werden, 44 Einfamilienhäuser (EFH) bzw. Reihenhäuser (RH) und 4 Mehrfamilienhäuser (MFH) mit 5 bzw. 8 Wohneinheiten. Über den Baustandard der neuen Objekte kann zu diesem Zeitpunkt noch keine Aussage gemacht werden. Es wird für dieses Konzept angenommen, dass alle Objekte nach dem Standard KfW40 oder besser errichtet werden. Dieser Standard wird sich in der folgenden

Energiebilanz widerspiegeln und auch für die Möglichkeit einer Energieautarkie eine wichtige Randbedingung sein.



Abbildung 1: Untersuchungsgebiet "Am großen Moor"

2.1. Energiebilanz der benötigten Nutzwärme

Um eine Energiebilanz für die benötigte Nutzwärme aufstellen zu können, wird auf Angaben des Statistischen Bundesamtes für die durchschnittliche Größe von Neubauten aus dem Jahr 2019 zurückgegriffen. Demnach ist die durchschnittliche Wohnfläche bei EFH 157 m^2 bzw. 153 m^2 bei RH, für die Berechnung des Nutzwärmebedarfs wird die durchschnittliche Fläche eines RH angenommen. Die durchschnittliche Wohneinheit in einem MFH beträgt 78 m^2 . Somit kann von einer neu geschaffenen Wohnfläche von knapp 8.000 m^2 ausgegangen werden.



Abbildung 2: Konzept 5.1 der Grundstücksanordnung BG 418 "Am großen Moor"

Bei den MFH bzw. bei den RH wird es die Möglichkeit geben, sog. Einliegerwohnungen zu errichten. In der aktuellen Planungsphase kann jedoch noch nicht abgesehen werden, wo und wie viele davon realisiert werden. Somit wird diese zusätzliche Wohnfläche nicht berücksichtigt. Die grundsätzlichen Aussagen und Empfehlungen des Energiekonzeptes, werden sich durch diese eventuelle zusätzliche Wohnfläche nicht ändern.

Bei den EFH und RH wird von einem spezifischen Heizwärmebedarf von $24 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ausgegangen. Bei den MFH von spezifisch $18 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Da über die Anzahl der Bewohner in den neuen Wohneinheiten ebenfalls noch keine genaue Aussage getroffen werden kann, wird der Wärmebedarf für die Brauchwasserbereitung über den branchenüblichen Erfahrungswert von $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ abgeschätzt.

Der Nutzwärmebedarf pro EFH bzw. RH wird somit ca. $6 \text{ MWh}_{\text{th}}$ p.a. und ca. $13 \text{ MWh}_{\text{th}}$ pro MFH mit 5 WE, sowie rund $20 \text{ MWh}_{\text{th}}$ bei MFH mit 8 WE betragen. Über alle Neubauten ist in Summe mit einem Nutzwärmebedarf von ca. $290 \text{ MWh}_{\text{th}}$ p.a. zu rechnen. Nachfolgende Tabelle zeigt die Übersicht.

	Anzahl	Wohneinheiten	Nutzfläche pro Objekt	Heizwärmebedarf	Warmwasserbereitung	Nutzwärmebedarf	Nutzwärmebedarf pro Objekt	Nutzwärmebedarf gesamt
			m ²	kWh/m ² *a	kWh/m ² *a	kWh/m ² *a	kWh/a	kWh/a
EFH	44	44	152	24	15	39	5.928	260.832
MFH a 5 WE	2	10	390	19	15	34	13.260	26.520
MFH a 8 WE	2	16	624	17	15	32	19.968	39.936
Summe		70	7468					287.352

Tabelle 1: Energiebilanz des Nutzwärmebedarfs der Am großen Moor

3. Varianten zur dezentralen, also individuellen nachhaltigen und klimafreundlichen Wärmeerzeugung

Betrachtet werden im den folgenden Möglichkeiten der nachhaltigen und regenerativen Nutzwärmeerzeugung der neuen Objekte. Auf die Betrachtung von Gasthermen in Kombination mit Solarthermieanlagen wird in diesem Konzept verzichtet. Diese Kombination wäre nicht vollständig regenerativ. Eine solche Wärmeversorgung ist nicht mit den umweltpolitischen Zielen der Stadt Rheda-Wiedenbrück in Einklang zu bringen, die u.a. eine klimaneutrale Versorgung mit Wärme und Strom in privaten Haushalten vorsieht.

Nachhaltige Nutzwärmeversorgung kann in Neubauten über individuelle Lösungen pro Objekt in den folgenden Varianten erfolgen:

- Wärmepumpe mit Sole/Wasser
- Luft /Wasser- Wärmepumpe
- Pelletskessel
- Energieautarke Systeme als Mischung aus PV- und Wasserstoffanlage

Diese Möglichkeiten werden in den folgenden Abschnitten in Bezug auf die Randbedingungen in der Neubausiedlung „Am großen Moor“ untersucht und erläutert.

3.1. Dezentrale Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen

In den nach aktueller Vorgabe errichteten Neubauten, wird durch Einbau von Fußboden- oder Flächenheizungen, ein maximales Temperaturniveau von 35°C bis 40°C für die Raumheizung benötigt. Bei den EFH wird ein höheres Temperaturniveau nur für kurzzeitige thermische Desinfizierung der Warmwasserinstallation benötigt. Für diese Art Wärmeverbraucher ist ein Einsatz von Wärmepumpen, die nur einen geringen „Temperaturhub“ (Anhebung der Quelltemperatur auf Vorlauftemperatur des Heizungssystems) machen müssen, eine gute Wahl.

Aktuell werden v.a. zwei Arten von Wärmepumpen eingesetzt, die sich in der Art der Gewinnung ihrer Umweltwärme unterscheiden. Dieses sind Luft/Wasser Wärmepumpen bzw. Sole/Wasser Wärmepumpen.

Bei den Luft/Wasser- Wärmepumpen wird der Umgebungsluft Wärme entzogen und durch die Wärmepumpen auf ein technisch nutzbares Niveau angehoben. Bedingt durch die Schwankung der Außentemperatur über die Jahreszeiten, steht der Wärmepumpe eine Umweltwärme zur Verfügung, die zu den Zeiten des höchsten Leistungsbedarfes in der Heizperiode, die niedrigste Quelltemperatur aufweist. Zur Gewinnung der Umgebungswärme, müssen außen an den Objekten sog. Verflüssiger (Wärmetauscher) installiert werden, um der Umgebungsluft Wärme zu entziehen, um sie der Wärmepumpe zur Verfügung zu stellen.



Abbildung 3: Luft/Wasser- Wärmepumpe

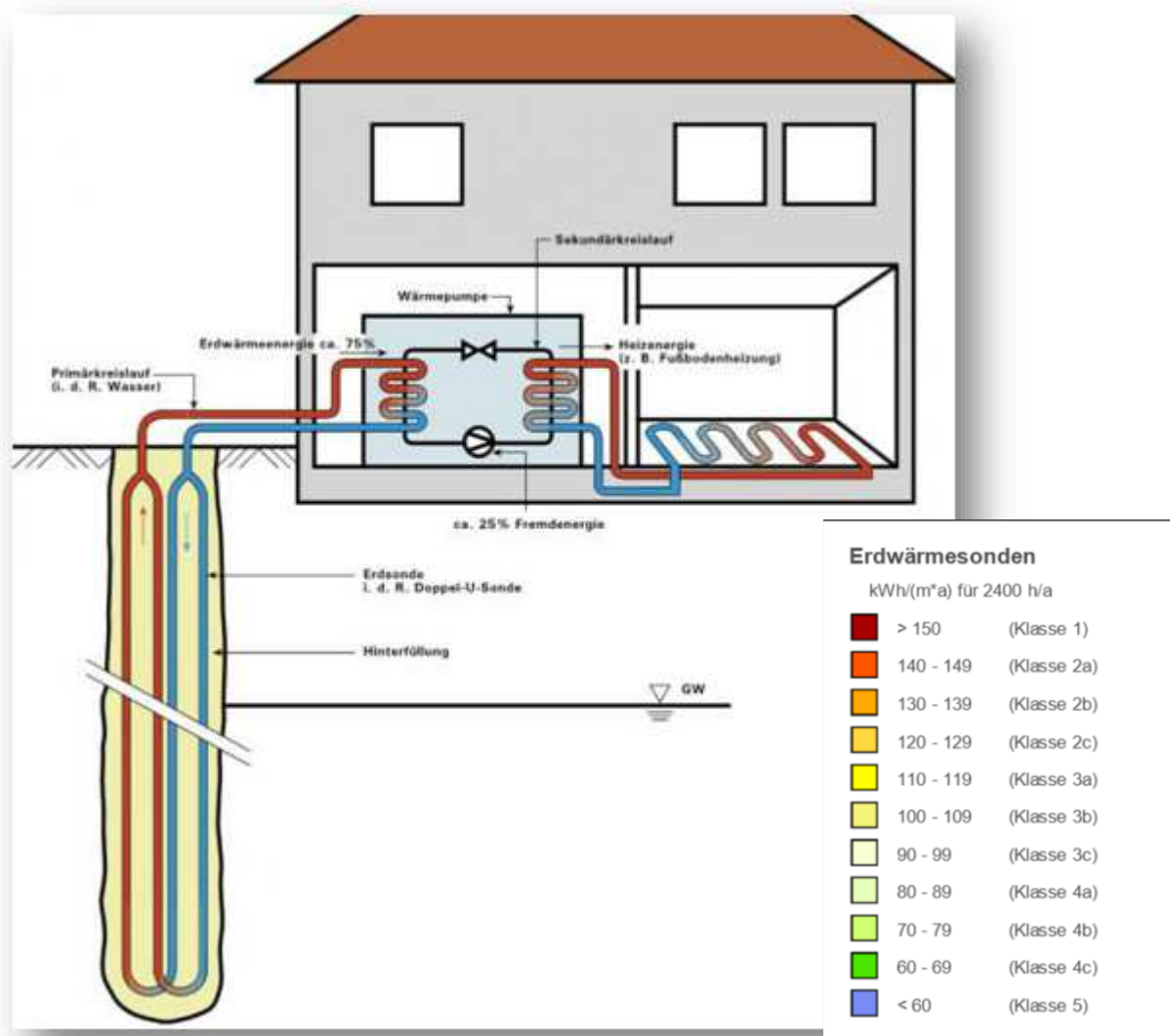


Abbildung 4: Funktionsweise Sole/Wasser- Wärmepumpe

Eine Sole/Wasser- Wärmepumpe entnimmt ihre notwendige Umweltwärme dem Boden. Dies kann mittels einer Sondenbohrung (bis zu 99 Meter tief) oder durch einen in ca. 1,5 Meter Tiefe verlegten Kollektor erfolgen. Im Kontrast zur Luft/Wasser Wärmepumpe gibt es in dieser Variante eine quasi konstante Quellentemperatur über ein Heizjahr, somit kann bei einer solchen Wärmepumpe ein theoretischer Wirkungsgrad (COP), beziehungsweise die zu erwartende Jahresarbeitszahl¹ (JAZ) besser prognostiziert werden.

¹ Kennzahl der ganzjährigen Effizienz eines Wärmepumpensystems als Quotient, aus der bereitgestellten Wärme und des notwendigen Stromeinsatzes inkl. Nebenaggregaten wie z.B. Solepumpen o.ä.

3.1.1. Geologische Randbedingungen für Erdwärmesonden im Untersuchungsgebiet



Abbildung 5: Wärmeleitfähigkeit des Untersuchungsgebietes, Quelle:
<https://www.geothermie.nrw.de/geothermie2022/?lang=de>

Nach den Informationen des Geologischen Dienstes NRW, ist die Ergiebigkeit in dem Gebiet des Neubaugebietes mit der Klasse 2c (mittel) anzugeben. Die Wärmeleitfähigkeit beträgt zwischen 2,0 und 2,4 W/(mK). Dieses entspricht dem Durchschnitt großer Teile des Landkreises Gütersloh.

Eine wichtige Voraussetzung für die Genehmigung einer Bohrung zur Nutzung von Erdwärme ist, dass diese nicht in einem Wasser- und Heilquellenschutzgebiet liegt. Nach Informationen des Geologischen Dienstes, liegt die komplette Fläche des Neubaugebietes „Am großen Moor“ nicht in einem solchen Gebiet. Lediglich die sich im Westen anschließenden Siedlungen liegen wasserwirtschaftlich kritisch.

Somit können in diesem Neubaugebiet beide zuvor vorgestellten Typen von Wärmepumpen eingesetzt werden.

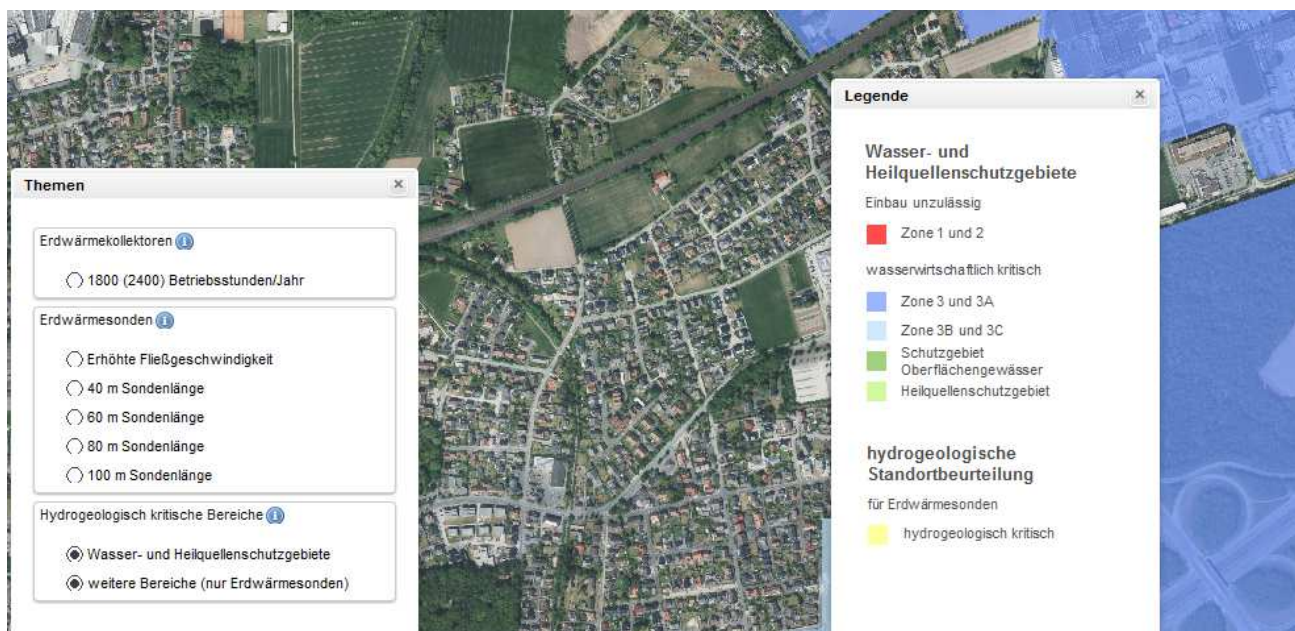


Abbildung 6: Karte der Wasser- und Heilquellenschutzgebiete (Quelle: Geologischer Dienst NRW)

Ebenfalls kann mit beiden vorgestellten Wärmepumpen das Objekt im Sommer, bei Verwendung von Flächenheizungen, gekühlt werden. Beide Typen von Wärmepumpen können, da sie prinzipiell Kältemaschinen sind, rückwärts betrieben werden. Da die Maschinen vom Ziel her vorrangig zur effizienten Wärmeerzeugung ausgelegt sind, kann damit im Umkehrbetrieb allerdings nicht die Zieltemperatur einer Klimaanlage erreicht werden. Die WP ist aber in der Lage, die Raumtemperatur im Bereich von ca. 4 bis 5 Kelvin abzusenken und somit in den Sommermonaten für einen merklichen Temperaturunterschied zu sorgen. Dieser hierfür notwendige Energieeinsatz ist nicht in der zuvor genannten Energiebilanz enthalten.

3.2. Strom für die Wärmepumpen

Grundsätzlich ist beim Einsatz moderner Wärmepumpen, die einen COP (Coefficient of Performance) von bis zu 4,75 aufweisen, dass Verhältnis von Wärmeausbeute zu Stromeinsatz eben dieser Faktor COP. Konkret bedeutet dies, dass für zum Beispiel 6.000 kWh Nutzenergie pro Jahr ein Stromeinsatz von rund 1.300 kWh_{el} zu kalkulieren ist. In Hinblick auf den mit dem Stromeinsatz verbundenen CO₂-Effekt gibt es zwei Möglichkeiten zur Lösung:

- a) Einsatz von Ökostrom
- b) Einsatz von selbst erzeugtem PV –Strom

Da sich im Gegensatz zum Kühlbedarf der Heizwärmebedarf und die solare PV-Stromausbeute im Winter nur zeitweise und damit geringfügig decken, ergibt sich aus den Erfahrungen im parallelen Betrieb von Wärmepumpe und PV-Anlage eine übliche Obergrenze der Gleichzeitigkeit von maximal 20% bis 30%.

In unserem Beispiel, könnten ohne zusätzliche Maßnahmen demnach maximal $\frac{1}{4}$ des Strombedarfs der Wärmepumpe aus der preiswerten eigenen PV-Erzeugung stammen.

Die Abdeckungsquote von PV-Ertrag mit Wärmepumpenbedarf, kann mit folgenden Maßnahmen vergrößert werden:

b1) Einsatz eines stationären Batteriespeichers mit Hybridwechselrichter

Zu Tageszeiten geernteter PV-Strom, kann bei geeigneter Auslegung des Akkus (ca. 125% der üblichen PV Tagesausbeute in der Übergangszeit) in die dunklen Stunden des Tages verlagert werden. Bei aktueller Vergütung für PV-Strom im EEG von weniger als 6 Cent/kWh ist trotz Umwandlungs- und Speicherverlusten ein deutlich günstigerer Betrieb der Wärmepumpe möglich. Übliche Akkusysteme weisen Anschaffungskosten von rund 650.. 850 Euro je kWh Speicherkapazität auf.

b2) Einsatz eines Pufferspeichers auf der Heizungsseite und geeignete Ansteuerung von WP und PV-Anlage

Bei einer Einspeisevergütung von < 6 Cent/kWh el ist die direkte Umwandlung des PV-Stroms in „heißes Heizungswasser“ ebenfalls wirtschaftlich. Genauso gut kann man bei ausdauernder Sonneneinstrahlung auch über die Wärmepumpe mit einem COP von >4 tagsüber Heizungswärme erzeugen, diese in einem Pufferspeicher (~ 1000 Liter) lagern und des Nachts wieder an das Heizungssystem abgeben. Nachteilig hier: Die Spreizung des Heizsystems FBH ist äußerst gering (wenige Grad Celsius), so dass der Puffer trotz Wasservolumen nur geringe Wärmemenge aufnehmen/abgeben kann. Auch die Spreizung der Heiztemperatur WP ist relativ gering, da ein Temperaturunterschied mit maximal 45°C im Vorlauf gegenüber der Rücklauftemperatur der FBH mit ca. 22°C steht $\Rightarrow 23^{\circ}\text{C}$ Spreizung. Damit lassen sich in einem 1.000 Liter Speicher immerhin 26 kWh Heizwärme speichern.

3.3. Wärmepumpe und Kühlung im Sommer

Aus Gründen der Effizienz und generellen energetischen Überlegungen, kann oder sollte ein Kühlbetrieb im Sommer mittels Strom aus einer PV-Anlage umgesetzt werden. In Zeiten hoher Außentemperaturen ist bei Kühlbedarf im Objekt zumeist mit hoher Sonneneinstrahlung zu rechnen,

so dass zu diesen Zeiten mit klimaneutralem Eigenstrom gekühlt werden kann. Ebenfalls ist hier ein deutlicher Kostenvorteil gegenüber der Nutzung von Strom aus dem öffentlichen Netz zu erzielen. In dem Fall der Nutzung einer Sole/Wasser- Wärmepumpe, besteht die prinzipielle Möglichkeit die Quelle durch den Kühlbetrieb im Sommer zu regenerieren bzw. aufzuwärmen, da die den Räumen entzogenen Wärme in die Bohrung geleitet und dort „abgekühlt“ wird.

Die Kosten für die beiden Typen an Wärmepumpen unterscheiden sich v.a. durch die notwendige Bohrung bzw. die notwendigen Bohrungen für eine Sole/Wasser- Wärmepumpe. Diese Mehrkosten können bei dem aktuellen Preisniveau mit der aktuell sehr volatilen Preisentwicklung durch die große Nachfrage an Bohrungen zur Nutzung von Erdwärme auf ca. 8.000 bis 15.000 Euro pro Bohrung (99 Meter) beziffert werden. Diese Mehrkosten können über die Laufzeit einer solchen Wärmepumpe durch einen etwas geringeren Stromeinsatz auf Grund einer nach Erfahrungswerten etwas besseren JAZ kompensiert werden. In Realität hängt die Effizienz einer Wärmepumpe von den tatsächlich vorgefundenen Randbedingungen (Quelltemperaturen/Heiztemperaturen) ab. Durch milde Winter (z.B. Winter 2021/2022) in überwiegenden Temperaturen der Heizperiode zwischen 5 bis 12°C ist von einer nahezu identischen Quelltemperatur für beide Typen der Wärmepumpen auszugehen. Somit ist gerade für Investoren, v.a. bei MFH, der Einsatz einer Luft/Wasser-Wärmepumpe attraktiv, da die Investitionskosten etwas geringer sind, ohne den Mieter*innen nennenswert höhere Heizkosten zuzumuten. Der Aufwand für Wartung und Instandhaltung beider Systeme ist vergleichbar, so dass von dieser Seite kein Unterschied für die Betriebs- bzw. Wärmegestehungskosten zu erwarten ist. Die Wärmepumpe an sich und die verwendeten Kältemittel sind in beiden Fällen ebenfalls identisch, sie unterscheiden sich von Hersteller zu Hersteller nur in Details. Wichtig ist, dass bei einer Wahl der Wärmepumpe auf ein modernes Kältemittel mit einem geringen Globalwarmingpotential (GWP) gesetzt wird, welches nicht unter die F-Gas-Verordnung fällt. Somit kann sichergestellt werden, dass das verwendete Kältemittel über die Laufzeit der Wärmepumpe vorhanden sein wird und nicht ein kompletter Austausch des Kältemittels notwendig wird, was mit hohen Kosten verbunden ist.

Wie zuvor schon angedeutet, kann der Betrieb von Wärmepumpen durch die Nutzung von Sonnenenergie die auf dem Dach des Objektes gewonnen wird, unterstützt werden. Hier gibt es zwei Möglichkeiten:

a) Nutzung von Solarthermie zur Wärmeerzeugung v.a. von Warmwasser. In Zeiten von direkter Sonneneinstrahlung kann hier in vielen Fällen auf den Einsatz der Wärmepumpe, insbesondere über die Sommermonate verzichtet werden.

b) Die zweite Möglichkeit besteht darin, Eigenstrom durch eine PV-Anlage für den Betrieb einer Wärmepumpe zu erzeugen. In beiden Fällen ist es sinnvoll, einen ausreichend großen Wärmespeicher in den Heizkreis zu integrieren, so dass die solare Energie gespeichert werden kann, um sie zeitversetzt nutzen zu können. Im Fall der Solarthermie durch die direkte Speicherung der Wärme, im Fall einer Eigenstromerzeugung durch Nutzung des Stromes erst in der Wärmepumpe und Speicherung der Energie ebenfalls in fertig nutzbarer Wärme für das Heizungssystem. Im Falle einer Eigenstromnutzung durch eine Luft/Wasser- Wärmepumpe sollte darauf hingewiesen werden, dass zu Zeiten einer ausreichenden solaren Einstrahlung auf die PV-Anlage ebenfalls von etwas höheren Außentemperaturen ausgegangen werden kann, als z.B. zu den Abend- und Nachtstunden. Dadurch kann die Effizienz und der notwendige Stromeinsatz ebenfalls günstig beeinflusst werden. Bei ausreichend vorhandener Dachfläche können beide Arten der solaren Energienutzung ebenfalls kombiniert werden.

3.4. Berechnung der Wärmegestehungskosten beispielhaft für EFH

Nachstehende Berechnung verwendet jüngst erhobene Preise für die Komponenten. Es muss hier festgestellt werden, dass im Zusammenhang mit den aktuellen Bedingungen im Bereich Heizungstechnik diese Werte nur eine Momentaufnahme wiedergeben, da stetige Teuerung aufgrund der bekannten Situation gerade in dieser Branche die Regel ist. Somit gibt die Rechnung für einen Bauwilligen des Jahres 2023 oder 2024 nur einen groben Ansatz wieder.

Sole Wasser/Wärmepumpe mit Sondenbohrung im Garten rund 65 Meter tief			
Heizlast 3 kW		Brutto Preise	
Wärmepumpe mit 4 kW plus Heizstab		8.000	Euro
Montage		850	Euro
Heizungstechnik inkl. Puffer & Montage		3.000	Euro
Summe		11.850	
Fördermittel Bafa 35 %		-4.148	Euro
Kapitaleinsatz Heizung		7.703	Euro
Kapitaldienst jährlich auf 20 Jahre Nutzung bei 1,5 % Zins auf die Heizung		448,64	Euro/a
Bohrung 65 BohrMeter inkl. Verguss, Anschluss		9.000	Euro
Fördermittel Bafa 35 %		-3.150	Euro
Kapitaldienst auf die Bohrung auf 50 Jahre ger.		167,1	Euro/a
Wärmebedarf Nutzenergie		6.000	kWh/a
COP Wärmepumpe für Auslegung B0/W35		4,75	
JahresArbeitsZahl, geschätzt .		4,6	
Vollbenutzungsstunden		2.000	h/a
Strombedarf		1.304	kWh/a
Strompreis		32,99	Cent/kWh el
Stromeinsatz PV		23%	
PV Strom in die WP		293	kWh/a
Stromkosten PV		8,0	Cent/kWh
Stromkosten WP Summe		357	Euro/a
Betriebskosten		0	Euro/a
Schornsteinfeger		0	Euro/a
Wartung		160	Euro/a
Gesamtkosten jährlich		1.133	Euro/a
auf die kWh Nutzwärme bezogen		18,88	Cent/kWh N
CO2 Emission für Strom		399	g/kWh
Bei Einsatz Wärmepumpe		0,52	t/a

Tabelle 2: Berechnung der Wärmegestellungskosten für ein EFH bei Einsatz einer individuellen Sole/Wasser- Wärmepumpe, unter Anwendung von PV-Strom mit einer Deckungsquote von 22,5 %

Die Stromkosten und damit der Strompreis, wirkt sich auf die Gestehungskosten „nur“ zu 31,5% aus. Das Gross besteht aus Kapitalkosten, die sich im Laufe der Zeit auch nicht mehr verändern dürften, was dieses System relativ kostenstabil macht.

Hinweis: Ohne eigenen PV Strom verteuert sich der Stromeinsatz in diesen Tarifen um weitere 73 Euro pro Jahr auf 430 € p.a. und die Wärmegestellungskosten bewegen sich spezifisch im Bereich von 20,1 Cent je kWh Nutzwärme.

Luft/Wasser Wärmepumpe			
Leistung 4 kW			Brutto Preise
Wärmepumpe/Split/WW Bereitung			6.500 Euro
Montage etc.			2.000 Euro
Sonstig			1.000 Euro
	Summe		9.500 Euro
Fördermittel 35 %			-3.325 Euro
Kapitaleinsatz			6.175 Euro
Kapitaldienst jährlich auf 20 Jahre Nutzung bei 1,5 % Zins gerechnet			359,67 Euro/a
Wärmebedarf Nutzenergie			6.000 kWh/a
COP Wärmepumpe A-7/ W35			3,5
JAZ geschätzt			2,75
Vollbenutzungsstunden			2.000 h/a
Stromeinsatz mit Heizstab bei Aussentemp < -7 °C ~			250 kWhel/a
Strombedarf			2.432 kWhel/a
Strompreis			32,99 Cent/kWh el
Stromeinsatz aus eigener PV			23%
PV Strom in die WP			547 kWh/a
Stromkosten PV			8,0 Cent/kWh
Stromkosten WP in Summe			666 Euro/a
Betriebskosten			0 Euro/a
Schornsteinfeger			0 Euro/a
Wartung/Reinigung			163 Euro/a
	Gesamtkosten jährlich		1.324 Euro/a
	auf die kWh Nutzwärme bezogen		22,07 Cent/kWh N
CO2 Emission für Strom			399 g/kWh
Bei Einsatz Wärmepumpe			0,97 t/a

Tabelle 3: Berechnung der Wärmegestehungskosten für ein EFH in der Neubausiedlung bei Einsatz einer individuellen Luft/Wasser- Wärmepumpe unter Anwendung von PV – Strom mit einer Deckungsquote von 22,5 %

Im Ergebnis führt der Vergleich der beiden WP-Systeme zu leichten Vorteilen bei der Sole-WP.

Dieser Vorteil vertieft sich, wenn man betrachtet, dass im Kühlungsmodus die Luftwärmepumpe wie ein Kühlschrank zusätzlichen Kühlstrom aufwenden muss, wohingegen die Erdsonde im Naturumlauf durchspült werden kann und so ohne zusätzlichen Energieeinsatz Kältetemperaturen von 15 bis 18°C liefert.

3.5. Ausgedehnte Nutzung und Speicherung von PV-Strom für eine Energieautarkie

Für das Neubaugebiet BG 418 „Am großen Moor“ wird in dem folgenden Abschnitt eine echte Energieautarkie für die zu entstehenden Neubauten vorgestellt. Diese Energieautarkie ist möglich, wenn zur Erbringung der notwendigen Nutzwärme auf den Einsatz von Wärmepumpen und die

Installation von einem Umluftsystem, obligatorisch für das Erreichen eines KfW40 Standards, gesetzt wird.

Für eine Energieautarkie wird in dem folgenden Konzept auf die ausgedehnte Speicherung von PV-Strom und der Nutzung der dabei anfallenden Wärme zur Warmwasserbereitung im Sommer, bzw. zur Raumheizung v.a. im Winter abgezielt.

Dieser Technikpfad kombiniert eine PV-Anlage mit einem Batteriespeicher für die direkte Stromspeicherung und verwandelt darüber hinaus den nicht direkt nutzbaren Strom in einem kleinen Elektrolyseur mit Wasser in Wasserstoff. Die dabei anfallende (Ab)Wärme hat ein ausreichend hohes Temperaturniveau, um es für die Warmwasserbereitung zu nutzen. Der in Gasflaschen gespeicherte Wasserstoff kann in Zeiten, in denen der Strombedarf des Objektes nicht direkt aus der PV-Anlage oder dem Batteriespeicher gedeckt werden kann, in einer Brennstoffzelle wieder in Strom umgewandelt werden. Die hierbei anfallende (Ab)Wärme kann über das Umluftsystem als Heizwärme dem Objekt zur Verfügung gestellt werden. In der folgenden Energiebilanz kann gezeigt werden, dass mit einer ausreichend dimensionierten PV-Anlage die komplette Energie zur Erzeugung von Nutzwärme und der Haushaltsstrom eines durchschnittlichen Haushaltes selbst erzeugt werden kann. Darüber hinaus wird Strom in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden, oder steht weiterer Nutzung zur Verfügung (E-Auto).

Das System mit dem Namen „Picea“ wird von der Firma HPS Home Power Solutions GmbH hergestellt und vertrieben. Nach Recherche der Energieagentur Lippe ist es aktuell das einzige Produkt dieser Art, welches auf dem Markt präsent ist. Es ist aber davon auszugehen, dass solche Systeme in Zukunft von weiteren Anbietern offeriert werden. Das System „Picea“ ist seit 2018/2019 kommerziell verfügbar und kann als ausgereift angesehen werden.

EAL hat keine kommerziellen Verbindungen zu dem Hersteller. Die Energiebilanz wurde in Zusammenarbeit mit dem Hersteller für dieses Konzept erstellt.

Eine „Picea“ besteht aus den folgenden Elementen:

- Wechselrichter für PV-Anlage zur Umwandlung von Gleichstrom in dreiphasigen Wechselstrom mit 50Hz für maximal 12 kW_{Peak} (Wechselrichter können, insb. bei PV-Anlagen in Ost-West Ausrichtung überdimensioniert belegt werden, da nie die komplette PV-Anlage volle solare Einstrahlung aufweisen wird.)
- Batteriespeicher mit einer Kapazität von 20 kWh_{el}

- Elektrolyseur zur Elektrolyse von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff durch überschüssigen PV-Strom
- Wasserstoffspeicher inkl. Be- und Entladevorrichtung zur Außenaufstellung
- Brennstoffzelle zur Umwandlung von Wasserstoff in elektrischen Strom
- Wasseraufbereitung für den Elektrolyseur
- Umluftaggregat für das Objekt
- Übergeordnete Steuerung inkl. Ansteuerung einer Wärmepumpe

3.5.1. Energiebilanz PICEA für ein EFH

Für die Energiebilanz wird von einem durchschnittlichen EFH ausgegangen mit dem zuvor ermittelten Energiebedarf. Der Haushaltstrom wird für einen durchschnittlichen Mehrpersonenhaushalt ohne Nutzung von Elektromobilität angenommen. Der Wirkungsgrad bzw. die JAZ wird zur Wärmebereitung mit einem COP von 3,5 angenommen. Somit ergibt sich ein Strombedarf von insgesamt ca. 4.260 kWh_{el} pro Jahr. Für die Berechnung des solaren Ertrages wird eine ideal ausgerichtete Ost-West PV-Anlage angesetzt mit einer Leistung von 15 kW_{Peak}. Bei entsprechender Planung des Objektes insbesondere der Kubatur bzw. Ausrichtung des Daches, ist eine solche Leistung problemlos auf dem Dach eines EFH unterzubringen. Eine solche PV-Anlage mit modernen PV-Modulen kann bei den klimatischen Bedingungen des Testreferenzjahres für Rheda-Wiedenbrück (DWD) ca. 15.000 kWh elektrischen Strom pro Jahr produzieren. Mit einer Kombination aus Batterie und Wasserstoffspeicher mit einer Speicherkapazität von 900 kWh_{el} nach Umwandlung in Strom durch die Brennstoffzelle, kann nach Simulation zu jeder Stunde eines Jahres der Strombedarf des EFH direkt oder indirekt über nachhaltigen PV-Strom energieautark aus Eigenerzeugung genutzt werden. Die Simulation ergibt, dass diese Energieautarkie ebenfalls mit einer PV-Anlage mit 10 kW_{peak} und einem Wasserstoffspeicher von 1.200 kWh_{el} erreicht werden könnte. In beiden Fällen wird der erzeugte PV-Strom nicht vollständig selbst genutzt werden können und tw. in das öffentliche Netz eingespeist werden. Hierfür ist eine Vergütung nach dem aktuellen EEG zu erhalten, die eher gering ausfällt.

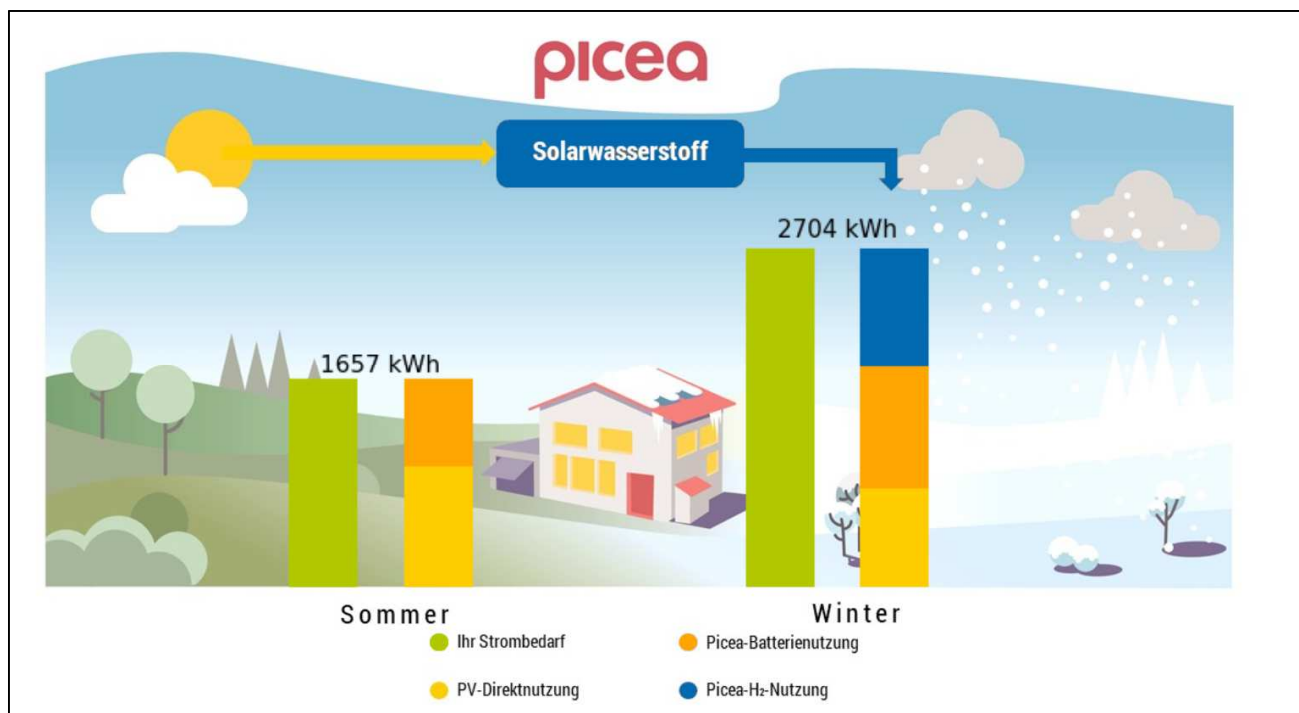


Abbildung 7: Energiebilanz der Eigenstromnutzung im Vergleich Sommer und Winter

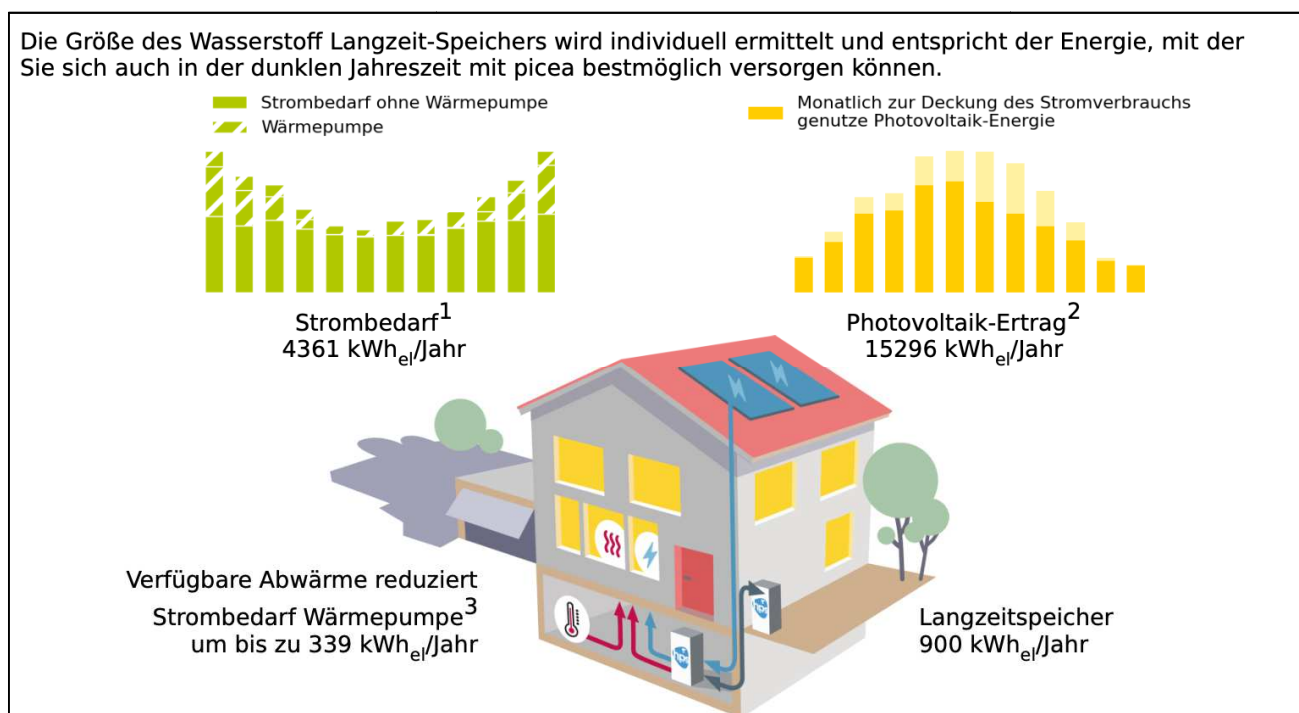


Abbildung 8: Prinzip Skizze der PV-Energienutzung bei 15 kW_{Peak}

Inkl. Installation und Inbetriebnahme ist für eine solche Energiezentrale mit einer Investition von Brutto ca. 115.000 Euro zzgl. PV Modulen auszugehen! Die Investition der Wärmepumpe ist in diesem Kostenrahmen nicht enthalten (Sowieso-Kosten).

Solche Energiezentralen aus den Elementen Batteriespeicher, PV-Anlage, Brennstoffzelle und Elektrolyseur werden, da sie energiepolitisch als sinnvoll erachtet werden, über Bundes- und Landesförderungen bezuschusst. Hinzukommt, dass auch für Privatpersonen der Bau einer solchen Energiezentrale vorsteuerabzugsfähig ist, sofern sie eine bestimmte Quote des erzeugten Strom in das öffentliche Netz einspeisen. Hierzu sollten sich Bauwillige bei einer Überlegung zu einer solchen Investition steuerlich beraten lassen.

Die möglichen Fördermittel werden aus Bundesprogrammen und Programmen des Landes NRW folgend zusammengestellt. Wichtig hierbei ist, dass es sich um eine Momentaufnahme der diesbezüglichen Förderkulissen handelt. Vor der Umsetzung eines solchen Konzeptes, muss somit immer das jeweils aktuelle mögliche Förderregime und die Verfügbarkeit der Fördertöpfe geprüft werden!

Über das KfW Programm 433 werden „stationäre wasserstoffbasierte Energiesysteme in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage“ gefördert, hier sind für das vorgestellte System ca. 15.000 Euro Zuschuss zu erwarten. Über die Förderkulisse progress.NRW, ist für das System v.a. zur Speicherung und Nutzung von Wasserstoff und PV-Strom eine Fördersumme von aktuell ca. 25.000 Euro zu erhalten.

Die Jahreskosten inkl. eines Vollwartungsvertrages sind bei einem Zinsniveau von 2% mit ca. 5.400 Euro für eine solche Energiezentrale inkl. PV-Modulen nach Förderung anzusetzen.

Kosten netto		Kapitalkosten mit 2% Zinsen
PV-Module 15kWp inkl. Installation	12.750 €	779,75 €
Picea Energiezentrale	96.200 €	5.883,28 €
Gutschrift Umluftanlage	- 5.000 €	-305,78 €
Förderung KfW 433	- 15.050 €	-920,41 €
Förderung progress.NRW	- 25.418 €	-1.554,48 €
Summe	63.482 €	3.882 €

Tabelle 4: Kapitalkosten inkl. 2% Zinsen bei einer Nutzung von 20 Jahren

Jahreskosten	
Kapitalkosten	3.882 €
Wartungsvertrag	1.500 €
Jahreskosten	5.382 €

Tabelle 5: Jahreskosten inkl. Wartung

Diesen Kosten stehen Einsparungen/Erlöse für vermiedenen Strombezug von extern und eine Einspeisevergütung für überschüssigen PV-Strom gegenüber.

Erlöse für Einspeisung von PV-Strom		
Erzeugter PV-Strom	15.000	kWh
Eigennutzung inkl. Speicherverluste	7.500	kWh
Einspeisung	7.500	kWh
Einspeisevergütung	0,064	€/kWh
Vergütung	480	€ p.a.

Tabelle 6: Berechnung der Einspeisevergütung

Stromeinsatz	4361	kWhel
Strompreis Grundversorgung	0,45 €	kWh
Kosten Strom p.a.	1.962 €	

Tabelle 7: vermiedener Strombezug

In der Summe ergeben sich pro Jahr über das System Mehrkosten gegenüber einem reinen externen Strombezug, von aktuell knapp 3.000 Euro. Durch eine Ausweitung der Eigenstromnutzung, insbesondere durch eine Elektromobilität, können diese Mehrkosten reduziert werden. In einer Kostensimulation mit einer PV-Anlage von $10\text{kW}_{\text{Peak}}$ und einem größeren Wasserstoffspeicher ist ein ähnliches Jahresergebnis zu erwarten.

An diesem exemplarischen Rechenbeispiel ist zu erkennen, warum solche Gesamtsysteme aktuell von der öffentlichen Hand durch Fördermittel bezuschusst werden.

Kosten für Energieautarkie	
Jahreskosten	5.382 €
vermiedener Strombezug	1.962 €
Einspeisevergütung	480 €
Energieautarkie	2.940 €

Tabelle 8: Jahreskosten der Energieautarkie

Hinweis:

Unter den genannten Randbedingungen müsste der Strom im externen Bezug ca. 1,12 Euro kosten, damit sich das System der Autarkie zu paritätischen Kosten ergäbe.

3.5.2. Energiebilanz für ein MFH

Im folgenden Abschnitt wird das gleiche System für ein MFH betrachtet. Hier wird vereinfacht eine Stromnutzung der Bewohner bzw. Mieter der Wohnungen berücksichtigt. Um dieses umzusetzen, ist ein Mieterstromkonzept inkl. eines passenden Messkonzeptes notwendig.

Erlöse für Einspeisung von PV-Strom		
Erzeugter PV-Strom	20.000	kWh
Eigennutzung inkl. Speicherverlust	12.500	kWh
Einspeisung	7.500	kWh
Einspeisevergütung	0,064	€/kWh
Vergütung	480	€ p.a.

Tabelle 9: Erlöse für Einspeisung von PV-Strom für ein MFH mit 6 WE

Für eine Energieautarkie eines MFH mit 6 Wohneinheiten ist in diesem Fall eine PV-Anlage mit ca. 20kW_{Peak} notwendig. Die Energiezentrale besteht in diesem Fall aus drei Picea in Kombination von Wasserstoffspeichern für 3.600 kWh elektrischen Strom nach Rückumwandlung in der Brennstoffzelle.

Kosten netto		Kapitalkosten mit 2% Zinsen
PV-Module 20 kWp inkl. Installation	12.750 €	779,75 €
Picea Energiezentrale	299.100 €	18.291,97 €
Gutschrift Umluftanlage	- 15.000 €	-917,35 €
Förderung KfW 433	- 45.150 €	-2.761,23 €
Förderung progress.NRW	- 86.964 €	-5.318,43 €
Summe	164.736 €	10.075 €

Tabelle 10: Kapitalkosten Energiezentrale für ein MFH mit 6 WE

Für die Energiezentrale inkl. Modulen ist somit nach Förderung mit einer Summe von netto ca. 165.000 Euro zu rechnen. Die Jahreskosten summieren sich auf ca. 14.500 Euro für den Betrieb inkl. Wartungsvertrag.

Jahreskosten	
Kapitalkosten	10.075 €
Wartungsvertrag	4.500 €
Jahreskosten	14.575 €

Tabelle 11: Jahreskosten Energiezentrale

Unter Berücksichtigung des vermiedenen Strombezuges und der Einspeisevergütung für den PV-Strom, ist mit Kosten für die Energieautarkie von ca. 10.900 Euro pro Jahr bzw. etwa 1.800 Euro pro Wohneinheit zu rechnen. Diese Beispielrechnung zeigt, dass diese Energiezentrale in größeren Einheiten mit höherem zu ersetzendem Eigenbedarf spezifisch günstiger betrieben werden kann. Aber auch in diesem Szenario ist diese Form der Energieautarkie bei den aktuell zu erwartenden Investitionskosten, auf eine starke finanzielle Bezuschussung von öffentlicher Seite angewiesen, um auch nur annähernd in die Größenordnung von vergleichbaren Jahreskosten für Wärme und Haushaltsstrom im Vergleich zu einem reinen Strombezug aus dem öffentlichen Netz zu kommen.

Kosten für Energieautarkie	
Jahreskosten	14.575 €
vermiedener Strombe	3.247 €
Einspeisevergütung	480 €
Energieautarkie	10.848 €
Je WE	1.808 €

Tabelle 12: Jahreskosten Energieautarkie

3.5.3.Fazit zur Betrachtung einer Energieautarkie aus regenerativen Quellen

Nach dem aktuellen Stand der Technik kann gezeigt werden, dass eine Energieautarkie für Neubauten sowohl für EFH und MFH erreicht werden kann. Im Vergleich der zu erwartenden Jahreskosten ist hier jedoch, trotz umfangreicher Förderung, von deutlichen Mehrkosten pro Jahr auszugehen. Ein solches System kommt erst in eine vergleichbare Kostenparität, wenn es mit einer großen PV-Anlage und einer sehr ausgeweiteten Eigenstromnutzung bei einem hohen elektrischen Verbrauch kombiniert werden kann. Dieser Verbrauch ist aktuell z.B. durch die Kombination mit sommerlicher Klimatisierung und ausgedehnter Elektromobilität zu erreichen. Diese ist v.a. für EFH und RH in naher Zukunft zu erwarten.

Für Investoren, welche die gängigen Bauherren von MFH sind, ist aktuell der Einbau einer solchen Energiezentrale wohl nicht wirtschaftlich darstellbar und somit auch von dieser Seite nicht zu erwarten.

4. Klimaneutrale Heizung mit Pelletskesselanlage

Natürlich gibt es auch die Möglichkeit, in Neubauten Kesselanlagen zu verbauen, die mit Primärenergie aus dem Brennstoff Pellets betrieben und prinzipiell als klimaneutral angesehen

Pelletskessel			
			Brutto Preise
Kessel, Pufferspeicher		11.000	Euro
Zubehör /Regelung		2.500	Euro
Pelletspeicher		3.000	Euro
Heizungstechnik/Kamin		3.500	Euro
Sonstige		500	Euro
Förderprogramm BAfA 35%		-7.175	Euro
Kapitaleinsatz		13.325	Euro
Kapitaldienst jährlich auf 20 Jahre Nutzung gerechnet		776,1	Euro/a
Wärmebedarf Nutzenergie		6.000	kWh/a
Jahresnutzungsgrad Pelletskessel		0,88	
Einsatz Primärenergie aus Pellets		6.818	kWhNutz/a
Energieinhalt		5.000	kWh/t
Tonnage Pellets		1,4	t/a
Volumen		2,1	m³
Pelletspreis		375	Euro/t
Brennstoffkosten		511	Euro/a
Betriebskosten	Hilfsenergie	144,9	Euro/a
	Schornsteinfeger	156	Euro/a
	Wartung/Reinigung	350	Euro/a
Gesamtkosten inkl. Kapitaldienst jährlich		1.938	Euro/a
auf die kWh Nutzwärme bezogen		32,31	Cent/kWh Nutz
CO2 Emission für Pellets		27	g/kWh Primär
Bei Pelletseinsatz		0,18	t/a

Abbildung 9: Beispiel Rechnung Pelletskessel EFH

werden können. Diese sind bauartbedingt leicht in der Lage, hohe Heizwassertemperaturen zu erzeugen und können damit im Segment des Altgebäudebestandes von Siedlungen einen wichtigen Baustein zur Dekarbonisierung darstellen. Pelletskessel sind bei weitem nicht so komfortabel wie Wärmepumpen, benötigen einen Schornstein und im Vergleich zur Wärmepumpe eine deutlich häufigere Wartung. Betriebskosten für Schornsteinfeger und der zusätzliche Platzbedarf für ein Pelletslager, machen diese Lösung aus Sicht eines EFH-Besitzers im Vergleich zu WP relativ unattraktiv.

Dies gilt insbesondere im Neubaubereich. Der beispielhaft gerechnete Preis für die selbst erzeugte Wärme in der Leistungsklasse der EFH liegt mit 32 Cent weit oberhalb von Kosten mit den Wärmepumpen. Daher werden diese Systeme in diesem Energiekonzept nicht empfohlen.

5. Simulation/ Berechnungen für dezentrale PV-Anlagen unter Variation der Dachausrichtung

Um die Auswirkung der Gebäudeausrichtung auf den prinzipiellen Ertrag einer Dachparallelanlage zu untersuchen, werden im Folgenden 2 Ausrichtungen (Südausrichtung, Ost-Westausrichtung) hinsichtlich Ertrag und dessen Verschränkung mit dem typischen Lastverläufen (Stromeigenbedarf, Wärmepumpe, Elektroauto) miteinander verglichen.

West

PV-Generatorleistung	0,37 kWp
PV-Generatorfläche	1,79 m ²
Globalstrahlung auf Modul	899,52 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	899,52 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	90,33 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	300,73 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	812,79 kWh/kWp

Ost

PV-Generatorleistung	0,37 kWp
PV-Generatorfläche	1,79 m ²
Globalstrahlung auf Modul	923,21 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	923,21 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	90,49 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	309,21 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	835,70 kWh/kWp

Süd

PV-Generatorleistung	0,74 kWp
PV-Generatorfläche	3,59 m ²
Globalstrahlung auf Modul	1188,82 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	1188,82 kWh/m ²
Anlagennutzungsgrad (PR)	89,61 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	788,59 kWh/Jahr
Spez. Jahresertrag	1065,67 kWh/kWp

Abbildung 10: Berechnung Auswirkung der Gebäudeausrichtung

Ergebnis: Bei gleicher Dimension liefert die OW-Anlage längere Zeit am Tag Strom, aber die Süd-Anlage erzeugt in Summe 29 % mehr Strom.

Standort Rheda-Wiedenbrück			
	Dachneigung	45°	
	Jahresertrag O-W	824	kWh/kW _{Peak}
	Jahresertrag Süd	1.066	kWh/kW _{Peak}
	entspricht Mehrertrag	129%	

Tabelle 13: Spezifischer Ertrag je nach Ausrichtung

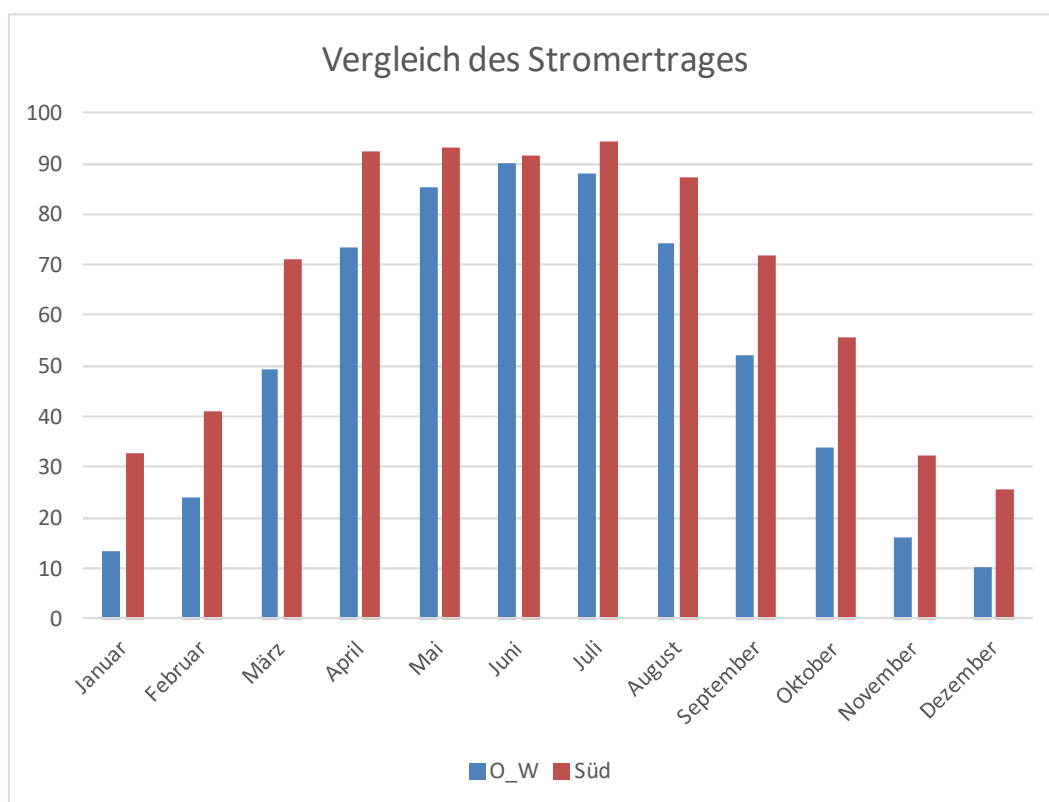


Abbildung 11: Vergleich des Stromertrages, Ost-West und Südausrichtung

Im Folgenden wird die mögliche Verschränkung von Erzeugung und dem Verbrauch (der Eigenabdeckung) bei unterschiedlichen elektrischen Verbrauchern gegenübergestellt:

Grundannahmen sind:

- PV-Anlage mit 9,62 kW_{peak} am Standort Rheda-Wiedenbrück (ca. 13.500 Euro)
- 45° Dachneigung als gut hinterlüftete Dachanlage
- jeweils als Süd und als symmetrische Ost-West Anlage

- Strombedarf EFH 3.300 kWh/a (Standardlastgang)
- Strombedarf der WP 1.300 kWh/a (Lastgang nach Heizungsbedarf)
- Strombedarf E-Auto 2.919 kWh/a inkl. PV-optimiertes Laden für eine Fahrleistung von 15.000km/a

5.1. Ergebnis der Strombilanzen

Der Ertrag der Anlage mit Südausrichtung ist um 29 % insgesamt höher.

Trotz besserer Ausrichtung auf Morgen- und Abendsonne kann die OW-Anlage nur marginal mehr Strom für den Eigenbedarf liefern => 16 % Eigenbedarfsabdeckung. Die Südanlage bringt nur 12 % ihrer Erzeugung in den Eigenbedarf, aber vom Wert her fast die gleiche Strommenge.

Süd Eigenbedarf EFH			Ost-West Eigenbedarf EFH		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Erzeugung	7.514	kWh _{el}
Eigenverbrauch	1.212	kWh _{el}	Eigenverbrauch	1.219	kWh _{el}
Einspeisung	8.627	kWh _{el}	Einspeisung	6.295	kWh _{el}
Süd Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh			Ost-West Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Erzeugung	7.514	kWh _{el}
Eigenverbrauch	2.760	kWh _{el}	Eigenverbrauch	2.546	kWh _{el}
Einspeisung	6.783	kWh _{el}	Einspeisung	4.725	kWh _{el}
Süd Eigenbedarf EFH + WP			Ost-West Eigenbedarf EFH + WP		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Erzeugung	7.514	kWh _{el}
Eigenverbrauch	1.654	kWh _{el}	Eigenverbrauch	1.666	kWh _{el}
Einspeisung	8.185	kWh _{el}	Einspeisung	5.849	kWh _{el}

Tabelle 14: Strombilanz Süd und Ost-West mit Eigenbedarf EFH in Varianten

Mit einer 12 kWh großen stationären Batterie (ca. 9.000 Euro Invest), vergrößert sich der Eigenbedarfsdeckungsanteil auf 28%.

Ohne Batterie ist die Südanlage zu gleichem Umfang in der Lage, den Strom für die Wärmepumpe (ca. 442 kWh el/a) zeitgenau abzudecken, wie die OW-Anlage, die dabei insgesamt weniger Strom generiert.

Süd Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh + WP			OW Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh + WP		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Erzeugung	7.514	kWh _{el}
Eigenverbrauch	3.447	kWh _{el}	Eigenverbrauch	3.050	kWh _{el}
Einspeisung	6.073	kWh _{el}	Einspeisung	4.222	kWh _{el}
Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto			Ost-West Eigenbedarf EFH + E-Auto		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Erzeugung	7.514	kWh _{el}
Eigenverbrauch	1.172	kWh _{el}	Eigenverbrauch	1.118	kWh _{el}
E-Auto	2.625	kWh _{el}	E-Auto	2.235	kWh _{el}
Einspeisung	6.042	kWh _{el}	Einspeisung	4.161	kWh _{el}
Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto + Batterie			Ost-West Eigenbedarf EFH + E-Auto + Batterie		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Erzeugung	7.514	kWh _{el}
Eigenverbrauch	2.463	kWh _{el}	Eigenverbrauch	2.175	kWh _{el}
E-Auto	2.653	kWh _{el}	E-Auto	2.284	kWh _{el}
Einspeisung	4.519	kWh _{el}	Einspeisung	2.893	kWh _{el}

Tabelle 15: Strombilanz Süd und Ost-West Eigenbedarf EFH mit weiteren Variationen

Durch den Einsatz der Batterie kann die südausgerichtete Anlage den **Eigenanteil** vom Haus inkl. einer Wärmepumpe auf 35 % des PV-Ertrages steigern. 687 kWh gehen so aus dem Dach in die Wärmepumpe, was rund die Hälfte des gesamten WP-Bedarfs darstellt.

Unter Einsatz von Elektroauto und Batterie kann **der nicht selbst genutzte Strom** der PV Anlage weiter minimiert werden.

S Eigenbedarf EFH + E-Auto + Batterie + WP			OW Eigenbedarf EFH + E-Auto + WP + Batterie		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Erzeugung	7.514	kWh _{el}
Eigenverbrauch	3.061	kWh _{el}	Eigenverbrauch	2.672	kWh _{el}
E-Auto	2.560	kWh _{el}	E-Auto	2.183	kWh _{el}
Einspeisung	4.008	kWh _{el}	Einspeisung	2.502	kWh _{el}

Tabelle 16: Strombilanz Süd und Ost-West mit Eigenbedarf und E-Auto, Batterie und WP

Die maximale Ausnutzung des eigenen PV-Stroms ergibt sich mit 57% Eigenanteil bei der Kombination von Speicher, Auto und Wärmepumpe.

Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto + WP			Ost-West Eigenbedarf EFH + E-Auto + WP		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Erzeugung	7.514	kWh _{el}
Eigenverbrauch	1.604	kWh _{el}	Eigenverbrauch	1.512	kWh _{el}
E-Auto	2.565	kWh _{el}	E-Auto	2.201	kWh _{el}
Einspeisung	5.670	kWh _{el}	Einspeisung	3.802	kWh _{el}

Tabelle 17 : Strombilanz Süd und Ost-West mit Eigenbedarf & E-Auto und WP ohne Batterie

In allen Vergleichsbilanzen ergibt sich der beste Nutzungsgrad unter Hinzuziehung eines Batteriespeichers. Dabei ist bis hierher noch keine Aussage über die Wirtschaftlichkeit zu treffen, da dieser Speicher sehr teuer in der Anschaffung ist.

5.2. Ökonomische Bewertung

Versicherung/Wartung PV	150 Euro/a		
Kapital PV	12.987 Euro		
Kapitaldienst PV	-913,78 €	3,5 % Zins, 20 Jahre	
Kapital Akku 12kWh	9.000		
Kapitaldienst Akku	-633,25 €	3,5% Zins, 20 Jahre	
Kosten Strom Einkauf	0,35 Euro/kWh el		
Einspeiseertrag	0,06 Euro/kWh el		

Tabelle 18: Randbedingungen ökonomische Bewertung

Süd Eigenbedarf EFH			Süd Eigenbedarf EFH		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.063,78 €	0,1081186
Eigenverbrauch	1.212	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	424,20 €	€/a
Einspeisung	8.627	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	517,62 €	€/a
			Ergebnis p.a.	-121,96 €	€/a
Süd Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh			Süd Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.697	0,1724798
Eigenverbrauch	2.760	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	966	€/a
Einspeisung	6.783	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	407	€/a
			Ergebnis p.a.	-324,05 €	€/a
Süd Eigenbedarf EFH + WP			Süd Eigenbedarf EFH + WP		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.063,78 €	0,1081186
Eigenverbrauch	1.654	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	578,90 €	€/a
Einspeisung	8.185	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	491,10 €	€/a
			Ergebnis p.a.	6,22 €	€/a
Süd Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh + WP			Süd Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh + WP		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.697,03 €	0,1724798
Eigenverbrauch	3.447	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	1.206,45 €	€/a
Einspeisung	6.073	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	364,38 €	€/a
			Ergebnis p.a.	-126,20 €	€/a

Tabelle 19: Übersicht ökonomische Bewertung für die südausgerichtete Anlage in den Varianten

Ergebnis: Eine Batterie ist unwirtschaftlich in dieser Preis/Kostenkonstellation, aber eine Wärmepumpe hievt die PV- Anlage in die Zone von „schwarzen Zahlen“.

Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto			Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.063,78 €	0,1081186
Eigenverbrauch	1.172	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	1.328,95 €	€/a
E-Auto	2.625	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	362,52 €	€/a
Einspeisung	6.042	kWh _{el}	Ergebnis p.a.	627,69	€/a
Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto + Batterie			Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto + Batterie		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.697,03 €	0,1724798
Eigenverbrauch	2.463	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	1.790,60 €	€/a
E-Auto	2.653	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	271,14 €	€/a
Einspeisung	4.519	kWh _{el}	Ergebnis p.a.	364,71	€/a
S Eigenbedarf EFH + E-Auto + Batterie + WP			S Eigenbedarf EFH + E-Auto + Batterie + WP		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.697,03 €	0,1724798
Eigenverbrauch	3.061	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	1.967,35 €	€/a
E-Auto	2.560	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	240,48 €	€/a
Einspeisung	4.008	kWh _{el}	Ergebnis p.a.	510,80	€/a
Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto + WP			Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto + WP		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.063,78 €	0,1081186
Eigenverbrauch	1.604	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	1.459,15 €	€/a
E-Auto	2.565	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	340,20 €	€/a
Einspeisung	5.670	kWh _{el}	Ergebnis p.a.	735,57	€/a

Tabelle 20: Übersicht für die südausgerichtete Anlage mit E-Auto in Varianten

Das Elektroauto macht auch ohne stationäre Batterie die Gesamtanlage sehr wirtschaftlich.

Szenarische Betrachtung mit Strompreis von 47 Cent/kWh

Wenn man den Bezugspreis Strom nach allgemeinem Tarif zum Beispiel mit 47 Cent ansetzt, wird auch eine Batterieanlage wirtschaftlich.

Süd Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh			Süd Eigenbedarf EFH + Batterie 12kWh		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.697	0,1724798
Eigenverbrauch	2.760	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	1.297	€/a
Einspeisung	6.783	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	407	€/a
			Ergebnis p.a.	7,15	€/a

Tabelle 21: Ergebnis bei Strombezugspreis von 47 Cent ohne E-Auto

S Eigenbedarf EFH + E-Auto + Batterie + WP			S Eigenbedarf EFH + E-Auto + Batterie + WP		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.697,03 €	0,1724798
Eigenverbrauch	3.061	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	2.641,87 €	€/a
E-Auto	2.560	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	240,48 €	€/a
Einspeisung	4.008	kWh _{el}	Ergebnis p.a.	1.185,32	€/a
Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto + WP			Süd Eigenbedarf EFH + E-Auto + WP		
Erzeugung	9.839	kWh _{el}	Kosten Erzeugung p.a.	1.063,78 €	0,1081186
Eigenverbrauch	1.604	kWh _{el}	verm.Stromkosten p.a.	1.959,43 €	€/a
E-Auto	2.565	kWh _{el}	Einspeiseerlös p.a.	340,20 €	€/a
Einspeisung	5.670	kWh _{el}	Ergebnis p.a.	1.235,85	€/a

Tabelle 22: Ökonomische Kenndaten PV-Anlage für mögliche Stromkosten von 47 Cent/kWh_{el}

Erhebliche Einsparungen ergeben sich in diesem Szenario erneut mit dem Elektroauto.

5.3. Alternative

Derzeit geht die Entwicklung bei Wallboxen und Elektroautos hin zu Lösungen unter der Bezeichnung V2G => vehicle to Grid. Das Auto kann dabei in beide Richtungen Strom bewegen: Aus der PV- Anlage entnehmen und auch rückwärts in das Grid (Netz) des Hauses abgeben. Dazu sind entsprechende eingerichtete Wall-Boxen und Elektroautos nötig. Der Vorteil ist, dass die Anschaffung des stationären Speichers hier überflüssig wird. Denn das Elektroauto hat per se schon einen sehr großen Batteriekumpen an Bord.

Damit so ein System gut funktioniert, müssen allerdings die Systeme miteinander kommunizieren können und eine übergeordnete Regelung muss bestimmen, wann und wohin der Strom fließen soll. Eine marktverfügbare Lösung in dieser Frage ist in den nächsten Jahren zu erwarten.

5.4. Zusammenfassung zu PV-Strom

Unter Berücksichtigung der unterschiedlichsten Variationen ist es am sinnvollsten das Baugebiet vom B-Plan so vorzugeben, dass eine Südausrichtung der Dachflächen möglichst vollständig erlaubt wird.

Die Kalkulationen mit Sole/Wasser- Wärmepumpen zeigen, dass die Kombination mit Eigenstromerzeugung sehr sinnvoll ist. Beim Betrieb von Luftwärmepumpen dürfte sich der Effekt verstärken.

Die Anschaffung von stationären Speichern kann sich der Bauwillige dann ggf. ersparen, wenn mittelfristig Lösungen im Bereich direktionales Laden (v2G) marktverfügbar werden.

6. Zentrale Wärmeversorgung über ein Nahwärmenetz

Für eine Nahwärmeversorgung wird ein Netz und eine zentrale Wärmeerzeugungseinheit benötigt. Ein Nahwärmenetz kann bei dem benötigten Temperaturniveau reiner Neubauten sehr gut als PE-X-Netz² umgesetzt werden. Neubauten können über Nahwärmenetze mit Vorlauftemperaturen von 75°C, auch für eine hygienische Brauchwasserbereitung in MFH, sicher versorgt werden. Bei diesen Temperaturen ist auch bei PE-X Systemen von einer Haltbarkeit des Rohrnetzes von mehreren Jahrzehnten auszugehen. Inklusive der Netzverluste ergibt sich nach Simulation eine Wärmesenke mit folgender Struktur:

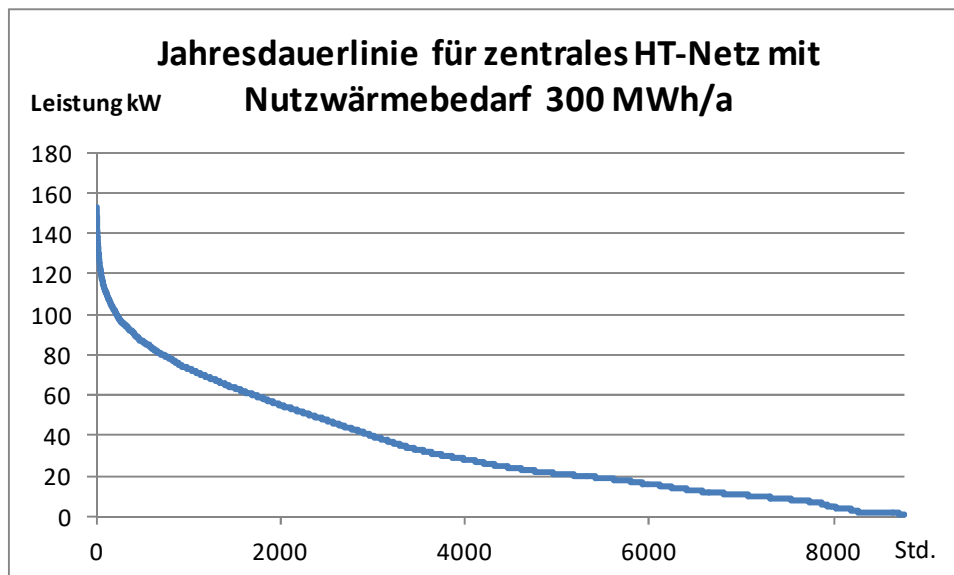


Abbildung 12: Jahressdauerlinie für zentrales HT-Netz mit Nutzwärmebedarf 300 MWh/a

6.1. Hochtemperatur Wärmenetz

Hier ist eine Spitzenlast von 150 kW abzulesen, den Wärmeerzeuger würde man mit ca. 120 kW dimensionieren und über einen Pufferspeicher für die wenigen Stunden des Jahres, Leistung jenseits 120 kW vorhalten.

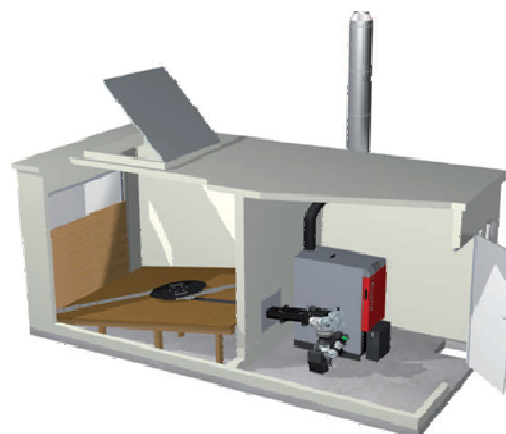
Eine klimafreundliche Beheizung dieses Netzes wäre mit folgenden Heizwerken denkbar:

- zentraler Pelletskessel 120 kW plus Pufferspeicher

² Sog. PE-X Rohre bestehen aus einem Mediumrohr aus vernetztem Polyethylen (PE-X) und einer Dämmschicht aus PU-Schaum umgeben von einem Schutzrohr.

Energiekonzept für das Neubaugebiet BG 418 „Am großen Moor“ in Rheda-Wiedenbrück

- zentraler Kessel mit Holzhackschnitzeln 80 kW zuzüglich Redundanzkessel
- zentrales Heizwerk mit BHKW und Kessel unter Einsatz von Biomethan



Bauherr:	Stadt Borgholzhausen
Standort:	Sundernstraße
Brennstoff:	Frischholz, naturbelassen
Anlagentyp:	Rostfeuerung mit WW Kessel, Wärmenetz
Trassenlänge	260 m PEX-Rohr
Feuerungsleistung	100 kW
Baubeginn:	Mai 2019
Inbetriebnahme:	April 2020



Abbildung 13: Beispiel Lösung Stadt Borgholzhausen

Eine entsprechende Lösung wurde von der Energieagentur Lippe in 2019 in der Stadt Borgholzhausen umgesetzt. Hier wird der Betrieb durch die Mitarbeiter des städtischen Bauhofes sichergestellt.

Eine Lösung für das Neubaugebiet ergäbe sich nur, wenn ein Contractor oder Betreiber für ein zentrales Heizwerk mit Holzhackschnitzeln, Pellets oder Biomethan gefunden werden könnte.

6.2. Kalte Fernwärme

Eine weitere Möglichkeit eine Nahwärmeversorgung aufzubauen ist es, zentral Umweltwärme zu sammeln, z.B. aus Gewässern, Bohrungen zu Gewinnung von Erdwärme oder falls vorhanden, auch eine Nutzung von gewerblicher/industrieller Abwärme. In dieser sogenannten „kalten Nahwärme“ wird den Objekten eine Temperatur (8 bis 12 °C) zur Verfügung gestellt, die nicht direkt als Nutzwärme genutzt werden kann. Eine Geothermiezentrale sammelt diese kalte Wärme mit einem Wasser/Glykologemisch und verteilt sie an die angeschlossenen Objekte. Jedes Haus benötigt dann eine eigene Wärmepumpe,

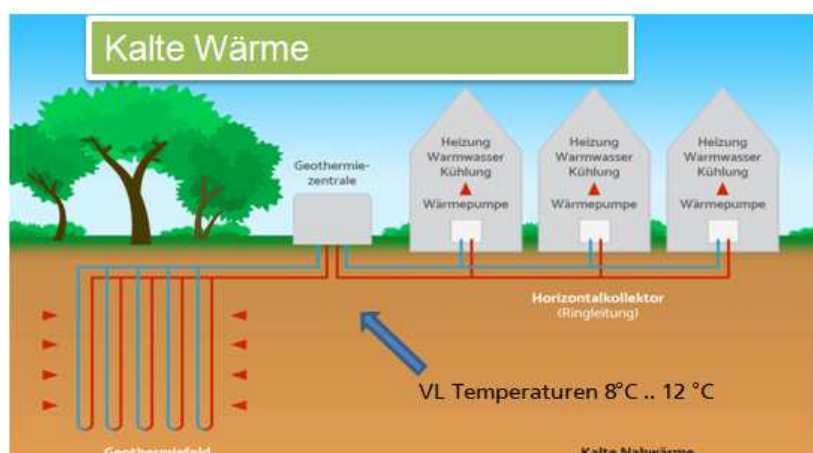


Abbildung 14: Prinzip Kalte Fernwärme

um aus der kalten Wärme des Verteilernetzes sich selbst Heizwärme und Brauchwarmwasser herzustellen. Bei den Stadtwerken Warendorf sieht eine solche Lösung für das Baugebiet „Auf der Brinke“ wie folgt aus:

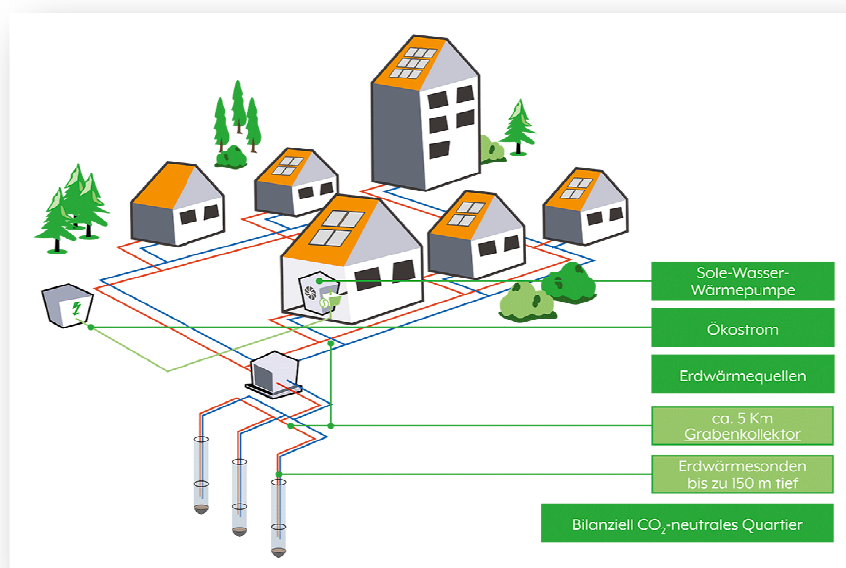


Abbildung 15: Kalte Fernwärme, Stadtwerke Warendorf

Ein wichtiges Detail in der Lösung „kalte Wärme“ ist die Quelle des Wärmepumpenstroms. Die Stadtwerke Warendorf lösen das mit dem Einkauf von „Ökostrom“. Denkbar wäre auch eine dezentrale Erzeugung von PV-Strom auf den einzelnen Häusern.

In allen Varianten einer zentralen Wärmeversorgung über ein Wärmenetz, ob kalt oder heiß, wird ein Errichter und ein Betreiber eines solchen Netzes, sowie zum Betrieb der Erzeuger, Sammler und Verteileinheit benötigt. Nach Rücksprache mit der Stadt Rheda-Wiedenbrück ist aktuell von der öffentlichen Seite, z.B. über das Stadtwerk oder einen städtischen Eigenbetrieb, keine Organisation bekannt, die eine solche Dienstleistung in diesem Neubaugebiet erbringen könnte.

Somit kann an dieser Stelle auf die zugehörige Kostenschätzung inkl. der zu erwartenden Wärmegestehungskosten verzichtet werden.

Nach den Erfahrungen der Energieagentur Lippe sind die zu erwartenden individuellen Wärmekosten in Neubaugebieten mit den Kosten bei dezentraler Eigenerzeugung, z.B. per Wärmepumpe oder Pelletkessel zu vergleichen.

7. Möglichkeiten des Planverfassers zur Förderung und Durchsetzung klimarelevanter Maßnahmen durch Vorgaben im B-Plan

Überwiegend hat sich bei Baugebieten innerhalb der Bauleitplanung herauskristallisiert, dass die energetischen und Klimaschutzbezogenen Ziele bei der Entwicklung neuer Baugebiete nicht im Wege der Festsetzung im Bebauungsplan erreicht werden können. Nicht selten ergeben sich Unsicherheiten im Hinblick auf die rechtliche Tragfähigkeit von Festsetzungen. Als generell vorzugswürdig und besser geeignet ist der Abschluss von städtebaulichen Verträgen anzusehen. Außerdem gibt es Möglichkeiten zur Festlegungen von Kubatur und Platzierung der Objekte zwecks Optimierung für Solarnutzung.

7.1. Anschluß- und Benutzungszwang

Dieses Zwangsmittel erreicht die Stadt nur über eine beschlossene Anschlußzwangssatzung nach Gemeindeordnung. Dies kommt hier nicht zum Tragen, weil es keinen erklärten Willen dazu gibt.

7.2. § 9 Abs. (1) Nr. 12 BauGB

Es können Gebiete zur Platzierung von zentralen Energieerzeugungsanlagen ausgewiesen werden, (Heizwerke nach Kapitel 6 oder sonstige technische Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien).

7.3. Städtebauliche Verträge

Bereits aus dem Wortlaut des § 11 im Baugesetzbuch ergibt sich, dass Regelungen zur Umsetzung der energetischen und Klimaschutzbezogenen Ziele Gegenstand des städtebaulichen Vertrags sein können. In § 11 Abs. 1 Satz 2 Nr. 4 und 5 werden folgende Inhalte als mögliche Vertragsgegenstände benannt:

- entsprechend den mit den städtebaulichen Planungen und Maßnahmen verfolgten Ziele und Zwecke die Errichtung und Nutzung von Anlagen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplungen.
- entsprechend der mit den städtebaulichen Planungen und Maßnahmen verfolgten Ziele und Zwecke die Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden.

Ebenso ist die Möglichkeit zu bewerten, die energiebezogenen Regelungen bzw. Bindungen in privatrechtliche Kaufverträge aufzunehmen, wenn die Gemeinde das neue Baugebiet auf Flächen entwickelt, die in ihrem Eigentum stehen.

In einem geeigneten Vertrag kann sich der Bauwillige z.B. verpflichten:

- Keine fossil betriebene Heizsysteme einzubauen
- Eine bestimmte Anlagengröße an PV zu errichten
- Eine Wall-Box zu installieren und zeitnah zu nutzen
- Usw.

7.4. Anreizsysteme mit Geld

Allgemein liegt die Motivation für den Bauwilligen, sich beim Bau klimaschonend zu verhalten, an den wirtschaftlichen Anreizsystemen. Dieser wirtschaftliche Anreiz ergibt sich hier aber stets aus langfristig wirkenden Einsparungen im Energiebezug. Für Bauwillige ist allerdings das Geld zum Zeitpunkt der Errichtung knapp und hier könnte ein städtisches Verfahren eingreifen, zum Beispiel durch konkrete Bezuschussung des Bauwilligen mit nennenswerten Förderbeträgen bei Errichtung von erneuerbaren Energiesystemen. Ebenso wäre ein zinsloses Darlehen für eine exakt fixierte klimarelevante Maßnahme förderlich.

7.5. Anreizsysteme ohne Geld

- verpflichtende Beratung durch externe Fachexperten, die z.B. von der Stadt bezahlt werden und Vorzüge des klimarelevanten Bauens darlegen.
- Ausarbeitung von Handreichungen (Bauherrenhandbuch) Broschüren, Checklisten zur detaillierten Info für die Bauwilligen.

7.6. Solaroptimierte Stellung und Ausführung der Baukörper

Zur rechtlichen Fixierung der im Sinne des Klimaschutzes verfolgten Ziele, kann die nach § 9 Abs. 1 BauGB in Verbindung mit der BauNVO bestehenden Möglichkeit genutzt werden, die Bauweise, Baulinien und Baugrenzen sowie die Höhe baulicher Anlagen im Bebauungsplan festzusetzen.

In Hinblick auf das Maximieren der solaren Erträge im Baugebiet könnten zum Beispiel folgende Vorgaben betrachtet werden:

Bei der Anordnung der Gebäude soll eine gegenseitige Verschattung weitgehend vermieden werden, so dass solare Gewinne nutzbar sind. Die Entwicklung energetisch günstiger Gebäudeformen, also ein günstiges Verhältnis von Gebäudehüllfläche zu beheizbarem Gebäudevolumen (A/V-Verhältnis)

beinhaltet ein großes Reduktionspotential. Daher ist der Verzicht auf Dachgauben (stattdessen Vollgeschosse und flachere Dächer), Erker, Nischen und Winkel in der wärmedämmenden Gebäudehülle sinnvoll. Weitere Möglichkeiten zur Reduktion des Energieverbrauchs liegen in der Südorientierung der Gebäude in Verbindung mit einer großflächigen Verglasung nach Süden und kleinen Fenstern nach Norden.

Unter diesen Vorzeichen werden z.B. im Baugenehmigungsverfahren die folgenden Aspekte geprüft:

- Kompaktheit der Baukörper (für freistehende Einfamilienhäuser, Doppelhäuser und Hausgruppen des Wohnungsbaus ist grundsätzlich eine Bauweise mit mindesten zwei Vollgeschossen zu ermöglichen),
- Südausrichtung von in der Regel mindestens 50 Prozent der Baukörper bzw. Dachflächen, der Fenster und Hauptaufenthaltsräume zur optimalen Ausnutzung der passiven und aktiven Sonnenenergie (maximale Abweichung von Süden um +/- 35 Grad),
- Verschattungsfreie Einträge solarer Einstrahlung durch bauliche Zuordnungen (Bauhöhe und Bauabstände),
- Auswahl der Bepflanzung mit dem Ziel, solare Erträge vor allem in den Wintermonaten zu gewährleisten.

Pflanzgebote zur Vermeidung von Verschattung durch Vegetation können ebenfalls festgesetzt werden.

7.7. Städtisches Förderprogramm ab Juni 2022

Im Juni 2022 hat die Stadt Rheda-Wiedenbrück ein Förderprogramm zur Stärkung und Umsetzung der städtischen Klimaschutzziele beschlossen. Unter dem Namen „Aktiv für Klimaschutz in Rheda-Wiedenbrück“ werden unterschiedliche Aspekte der nachhaltigen Energieerzeugung, der Energieeffizienz und der lokalen Biodiversität gefördert. Für die in dieser Studie betrachteten Neubauten kommt aus diesen Förderprogramm z.B. eine finanzielle Unterstützung bei dem Bau einer PV-Anlage in Betracht.

8. Fazit und Empfehlung

Im Sinne einer zukunftsweisenden Energie- und Wärmeerzeugung sollte in dem unter Nummer 418 gelisteten Neubaugebiet der Stadt Rheda-Wiedenbrück die individuelle Errichtung von dezentralen Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung empfohlen werden. Auf Grund der geologischen Gegebenheiten können hier Sondenbohrungen vorgenommen und Sole/Wasser- Wärmepumpen

installiert werden. Die Auswahl sollte im Einzelfall auf das jeweilige Objekt und den spezifischen Wärmebedarf/Nutzungsstruktur angepasst werden. Zu beachten ist die derzeitige Unwägbarkeit hinsichtlich Lieferzeiten von Wärmepumpensystem, aber auch die Verfügbarkeit von Bohrunternehmen. Diese Randbedingungen können, je nachdem wie schnell das Gebiet erschlossen wird, von Objekt zu Objekt jeweils zu unterschiedlichen Vorteilen des einen oder anderen Systems führen.

Durch die Wahl von Wärmepumpen kann in Zukunft, bei weiterer Marktdurchdringung von Systemen zu regenerativen Eigenversorgung inkl. einer zu erwartenden Kostensenkung, Systeme mit größerem Autarkiegrad nachgerüstet werden.

Eine weitere Empfehlung der Energieagentur Lippe ist es, nach Möglichkeit die Errichtung von PV-Anlagen auf den Neubauten obligatorisch zu machen und bei dem Design und Ausrichtung der Dächer darauf zu achten, dass effiziente Süd- oder ggf. Ost-West-Anlagen errichtet werden können! Auch bei MFH können heute durch PV-Anlagen z.B. über Mieterstromangebote oder erhöhte Einspeisevergütung für eine Kompletteinspeisung des PV-Stroms, attraktive Bedingungen für Investoren geschaffen werden.

Eine klare Vorgabe zur solaroptimierten Ausrichtung der Gebäude im BG mit einer Forderung nach Kompaktheit (geringes A/V-Verhältnis) könnte geprüft und vorgegeben werden.

Die Akzeptanz für den Einbau von Systemen, die das Budget des Bauherrn/der Baudame zusätzlich belasten und erst später Einsparungen zeitigen, könnte über eine monetäre Anreizregelung auf Kosten der Stadt oder eine intensive Energieberatung verbessert werden.

Eine zentrale Wärmeerzeugung mit Verteilnetz scheitert in dieser Konstellation, weil es keinen Investor und/oder Betreiber für eine Netzlösung gibt, auch wenn von Seiten der Stadt ein Grundstück gemäß § 9 Abs.(1) Nr. 12 BauGB bereitgestellt werden würde.