

Auftraggeberin:	Gemeinde Flintbek – Der Bürgermeister	Datum: 26.11.2022
Objekt/Gebäude:	Rathaus der Gemeinde Flintbek (mit VHS u. ehem. Bauhofgeb.)	
Gewerk:	Heizung, Elektro	
Bezeichnung:	Anmerkungen zur zukünftigen Energieversorgung (Wärme, Strom) - Sachstand	
HOAI-Bezug:	in Anlehnung an Lph. 1+2 (Grundlagen + Vorplanung)	

1.0 Sachstand - Allgemein, Aufgabenstellung

Die Gebäude Heitmannskamp 2 (Rathaus mit ehemaligem Bauhof) sowie das Gebäude Heitmannskamp 4 (VHS) sind mit einer Nahwärmeleitung verbunden. Die Wärmeerzeugung ohne Trinkwassererwärmung befindet sich im Kellergeschoss des Rathauses. Die Wärmeerzeugungsanlage wurde als Contractingmodell durch die Stadtwerke Kiel errichtet und betrieben. Der Wärmeliefervertrag wurde zum 01.10.1998 geschlossen und zum 30.09.2021 durch den Contractor gekündigt. Bedingt durch die Kündigung ergab sich seitens der Gemeinde Flintbek die Frage nach der zukünftigen Wärmeversorgung des Rathauses und der hieran angeschlossenen Gebäude.

Einerseits war eine Verlängerung des Wärmeliefervertrages durch die SW-Kiel vergabe-rechtlich ohnehin nicht ohne Ausschreibung möglich. Andererseits war der SW-Kiel ein möglicher Weiterbetrieb der drei vorhandenen BHKW-Module nicht wirtschaftlich genug und Investitionen wären kurzfristig nötig geworden. Die Wärmeerzeugungsanlage ging daraufhin komplett in das Eigentum der Gemeinde Flintbek über.

Zu der Frage, ob eine neue Heizungsanlage wieder als Contractingmodell oder in Eigenregie angeschafft werden sollte, wurde vom Autor eine erste, kurzfristige Stellungnahme, die allerdings nur die Wärmeerzeugung mittels Brennwertthermen berücksichtigte, am 27.08.2021 verfasst und nicht mehr gültig ist. Hier nur Info: **(vergl. hierzu Anlage 1)**.

Nach der Vorstellung dieser Stellungnahme und dem Hinweis des Autors, dass solchen Fragestellungen i. d. R. ein qualifiziertes Energiekonzept vorzuschalten sei, wurde versucht, zu diesem Zweck ein geeignetes Ingenieurbüro zu finden. Dies gelang leider nicht, so dass letztendlich auch diese Aufgabe vom Autor übernommen werden musste. Die Erstellung des Energiekonzepts konnte zum einen wegen Arbeitsüberlastung nur mit erheblicher Verspätung beginnen, zum anderen führten weltpolitische Ereignisse, insbesondere der Angriffskrieg Putins gegen die Ukraine dazu, dass energietechnische Themen völlig neu ausgerichtet bzw. bewertet werden mussten.

Aus diesem Grund kann die vorliegende Arbeit keine konkreten Handlungsempfehlungen, sondern lediglich den momentanen Sachstand aufzeigen. Weiterhin ist nicht hinreichend bekannt, wie die Entscheidungen des BMWK (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) hinsichtlich der Verwendbarkeiten fossiler und synthetischer Brennstoffe (z. B. Erdöl, Erdgas, Biogas, Biomethan, etc.) in der Zukunft sein werden. Auch die Verwendbarkeit von Biomasse (Holzprodukte wie Pellets, etc.) ist für die Zukunft noch nicht sicher geregelt.

Der Autor hat zusätzlich das Gespräch mit der GMSH gesucht (Zweitmeinung). Ergebnis dieses Gesprächs war die klare Feststellung, dass es momentan für alle Energiefachleute unmöglich ist, eine seriöse Aussage darüber zu treffen, wie die zukünftige Energiesituation zu bewerten ist. Dies wird wohl erst im kommenden Jahr 2023 möglich sein, wenn die Bundesregierung hierzu konkrete Vorgaben beschließt. Zunächst sollten auch aus Sicht der GMSH keine überstürzten Investitionsentscheidungen zur kommenden Heizperiode getroffen werden. Der Betrieb der vorhandenen Technik sollte so sparsam wie möglich aufrecht-erhalten werden. Investitionsentscheidungen sollten erst nach Bekanntwerden der neuen Rahmenbedingungen getroffen werden.

Für das Rathaus Flintbek und seiner Nebengebäude bedeutet dies:

1. Pflege und Wartung des vorhandenen Gaskessels (Verfügbarkeit)
2. Überprüfung und Anpassung der Heizkurve
3. Absenkung der Norm-Rauminnentemperatur auf 19°C (ab 01.09.22)
4. Absenkung/Abschaltung der Anlage nachts bzw. am Wochenende
5. Heizkreispumpen erneuern
6. Kontrolle des hydr. Abgleichs
7. Instandsetzen der Thermostatventile in den Büroräumen
8. Verbesserung der Wärmeübergabe an die Räume (HK-Verkleidungen öffnen)
9. Überprüfung und Optimierung der Kesselregelung

Anm.: zu 8.: Die Heizkörper (Konvektoren) in den Büroräumen sind überwiegend mit einer weit ausladenden Fensterbank überbaut. Notwendige Warmluftöffnungen sind wenig bis gar nicht vorhanden und bei weitem nicht ausreichend dimensioniert. Die Heizkörper können die Wärme nur sehr eingeschränkt an die Raumluft abgeben.

Erschwerend kommt bei diesem Gebäude und die daran angeschlossenen „Nebengebäude“ hinzu, dass noch nicht abschließend bekannt ist, wie und in welchem Umfang die Gebäude nach der Verwaltungsfusion zukünftig genutzt werden.

2.0 Heizenergiesituation

Die momentane Heizsituation ist in der beiliegenden **Anlage 1** beschrieben. Zurzeit ist lediglich der vorhandene „Spitzenlastkessel“, Fabr. BUDERUS G305 mit 140 kW Leistung in Betrieb. Er ist Baujahr 1993 und müsste im kommenden Jahr aus Altersgründen (30 Jahre) abgeschaltet werden. Ein entsprechender Umsetzungsaufschub ist mit dem Bezirks-schornsteinfeger (Herrn Miller aus Flintbek) zu verhandeln. Bekanntermaßen ist der einfache „1:1 Austausch“ von Gasheizgeräten nicht mehr möglich. Gasgeräte die ab 2024 erneuert werden, müssen mit einem mind. 65%-Anteil an erneuerbaren Energien (auch Biomethan) betrieben werden. Siehe hierzu Veröffentlichung vom BMWK und BMWSB (Bundes-ministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen) vom 14.07.2022.

2.1 Variante 1: Erneuerung Gasheizgerät, Betrieb zu 65% mit Biomethan

Wie in der **Anlage 1** beschrieben, kann das bestehende Heizwertgerät durch eine Brennwertanlage ersetzt werden. Diese Anlage könnte zur Erhöhung der Betriebssicherheit und zur Erhöhung des Modulationsbereiches eine 2-Kessel-Anlage sein. Die Heizlast liegt geschätzt bei 70 - 80 kW, je nachdem, wie das Gebäude „ehem. Bauhof“ beheizt wird. Die BHKWs und der Pufferspeicher werden bei dieser Variante nicht mehr benötigt und könnten demontiert und ggfs. veräußert werden.



Abbildung 1: Gas-Gussgliederkessel im Bestand, 140 kW, Bj.: 1993 mit vorgebautem Schalldämpfer

2.2 Variante 2: Erneuerung Gasheizgerät, Sanierung BHKW, Betrieb zu 65% mit Biomethan

Zusätzlich zur Erneuerung des Gas-Heizgerätes könnten ein, maximal zwei BHKW-Module grundmodernisiert werden. Als Spitzenlastkessel wird dann nur ein Kessel benötigt. Dies kann eine wirtschaftliche Variante sein, wenn denn die zukünftigen energiepolitischen Rahmenbedingungen hierfür sich nicht verschlechtern. Der Vorteil der BHKW-Technik ist, die Doppelnutzung des eingesetzten Brennstoffs. Es wird Strom erzeugt und die Abwärme wird ins Heizungsnetz eingespeist. Die Wirtschaftlichkeit wird überwiegend aus dem selbst genutzten Strom aus einem BHKW erreicht. Hier braucht kein teurer Strom eingekauft werden. Während der Heizzeit könnte ein Großteil des benötigten Stroms direkt im Rathaus

genutzt werden. Auch sind die resultierenden Emissionen aus der Stromerzeugung im eigenen BHKW mit Biogasbetrieb bei weitem geringer. Die Nennleistung ist mit 5 kW elektr. größer als die momentane Grundlast. Die elektrische Grundlast des Rathausgebäudes kann aus dem Lastgang in **Anlage 2** i. V. m. einer möglichen Erneuerung der PV-Anlage abgelesen werden. Modernisierungskosten pro BHKW-Modul: brutto ca. 25.000 €.



Abbildung 2: 3-fach-BHKW-Anlage im Bestand m. Pufferspeicher

2.3 Variante 3: Wärmepumpe

Einsatz einer Wärmepumpe (insbesondere der Typ Luft-Wasser) macht aus Sicht des Autors bei einem unsanierten Gebäude ohne Flächenheizung fachtechnisch wenig Sinn. Aus diesem Grund wird auf diese Variante nicht weiter eingegangen. Dieses sollte bei Bedarf separat untersucht werden.

Vergl. auch hierzu: www.consolar.de/wp-content/uploads/2022/08/Eckpunktepapier-Aufbauprogramm-Waermepumpen-BMWK.pdf

2.4 Variante 4: Pelletanlage

Eine Pelletanlage dieser Größe (2x 40 kW-Module) und der dazugehörige Lagerraum sind in das Gebäude möglicherweise nicht integrierbar. Auf das Gebäude „ehemaliger Bauhof“ kann nicht ausgewichen werden, weil der Querschnitt der Verbundleitung zu gering ist.

3.0 Elektrotechnik (Verbrauch ca. 50.000 kWh/a – 30-32 kWh/m²/a)

In Anlage 1 wird der **mittlere Stromverbrauch** des Rathauses mit ca. 50.000 kWh/a bzw. 30-32 kWh/m²/a genannt. Dieser Verbrauch ist leicht erhöht. Der Mittelwert für diese Gebäudegruppe beträgt ca. 27 kWh/m²/a. Der anzustrebende Zielwert liegt bei ca. 10 kWh/m²/a (aus: AGES-Verbrauchskennwerte 2015)

3.1 Photovoltaikanlage im Bestand

Auf dem Flachdachbereich des Rathauses ist eine PV-Anlage installiert. 25 Module je 120 Wp ergeben eine installierte Gesamtleistung von 3.000 Wp (Maximalleistung). Die Anlage wurde vor über 20 Jahren von den SW-Kiel installiert und befindet sich nach wie vor in ihrem Besitz. (Wp= Watt peak = Spitzenleistung bei genormten Bedingungen)



Abbildung 3: Dachmontage der PV-Anlage im Bestand

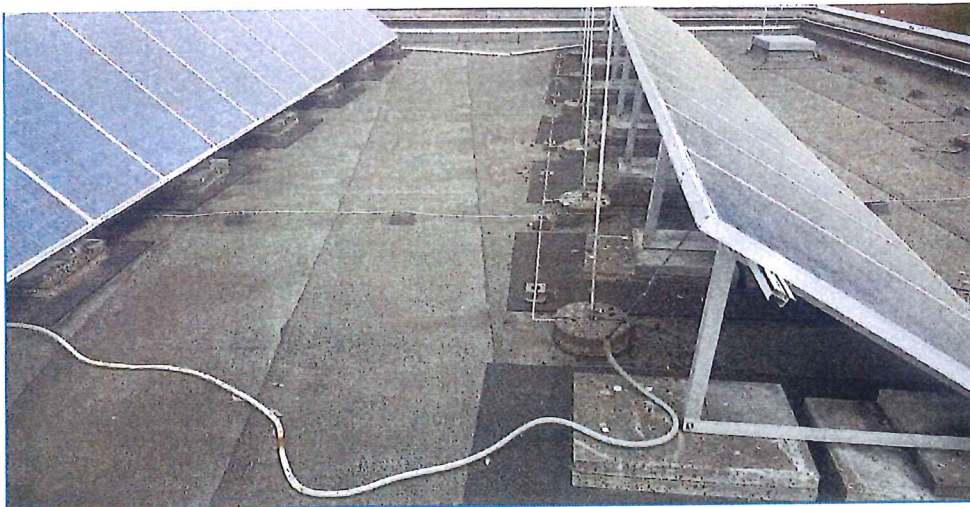


Abbildung 4: 25 Module / 3 kWp / Fundamentierung "schwimmend"

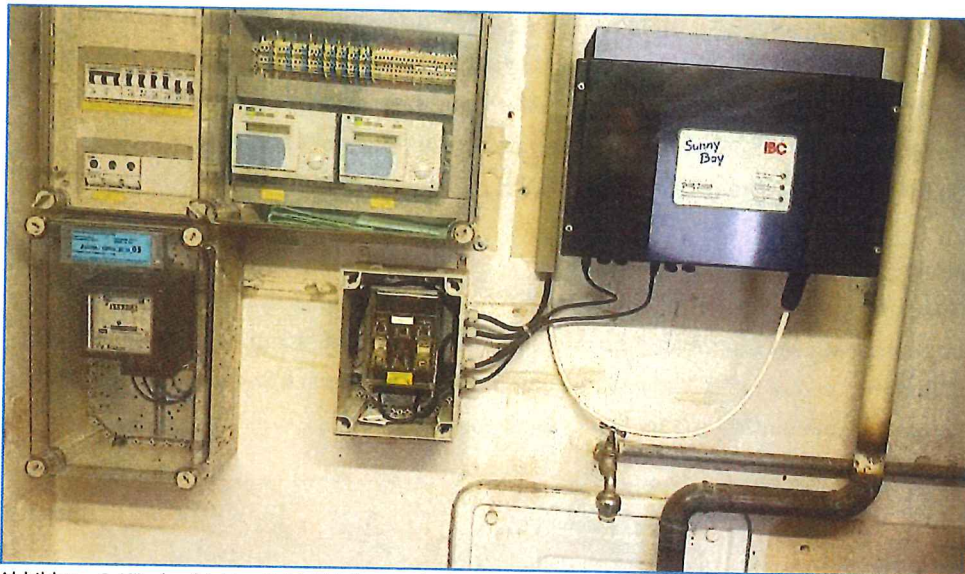


Abbildung 6: Wechselrichter 2,5 kW (oben rechts)



Abbildung 5: Mögliches Flächenpotential (Flach- und Satteldach) ca. 30 kWp

Bei ausreichender Dachstatik hätte das Rathaus Flintbek ein mögliches PV-Potential von ca. 30 kW. Dazu könnten der Flachdachbereich und die in etwa nach Süden ausgerichtete Satteldachfläche (s. Abb. 6) genutzt werden.

Je nach Nutzungsprofil und im Zusammenspiel mit einer grundüberholten BHKW-Anlage könnte eine PV-Anlage, ggfs. ergänzt durch einen entsprechenden Speicher, einen signifikanten Beitrag für die Stromversorgung des Gebäudes in den Sommermonaten leisten. In der **Anlage 3** ist eine 30-kW-Anlage mit Speicher einmal beispielhaft simuliert.

Die BHKW-Module könnten ggfs. für die Sommerzeit (Juli/August) vollständig abgeschaltet werden, um Wartung und Verschleiß zu minimieren. Die Bilanz des BHKW-Moduls (ggfs. 2 Module) ist in **Anlage 5** grob dargestellt und ist bei Bedarf genauer zu betrachten.

3.2 Haupt- und Unterverteilungen

Die Hauptverteilung im Hausanschlussraum (hier lagert aus Platzproblemen eine nicht unerhebliche Menge an Brandlast, die nach Möglichkeit dringend verringert werden sollte) ist zwischenzeitlich in Gänze veraltet und abgängig. Sie erfüllt auch nicht mehr die Techn. Anschlussbedingungen (TAB) des Netzversorgers. Da Verwaltungen in Bund, Länder und Kommunen zur Kritischen Infrastruktur gehören, sollte die Hauptverteilung und auch die vorhandenen Unterverteilungen auf den Stand der Technik gebracht werden.

Bei einer Sanierung der Hauptverteilung müssen folgende Dinge Berücksichtigung finden:

1. Elektromobilität
2. Einspeisepunkte u. ggfs. Zähler u. Hauptschalter für Fotovoltaik und BHKW-Module
3. Erneuerung/Ertüchtigung der Steuerzentrale für die Sirene
4. Notstromversorgung selber, oder ggfs. vorrichten zur externen Fremd-Einspeisung

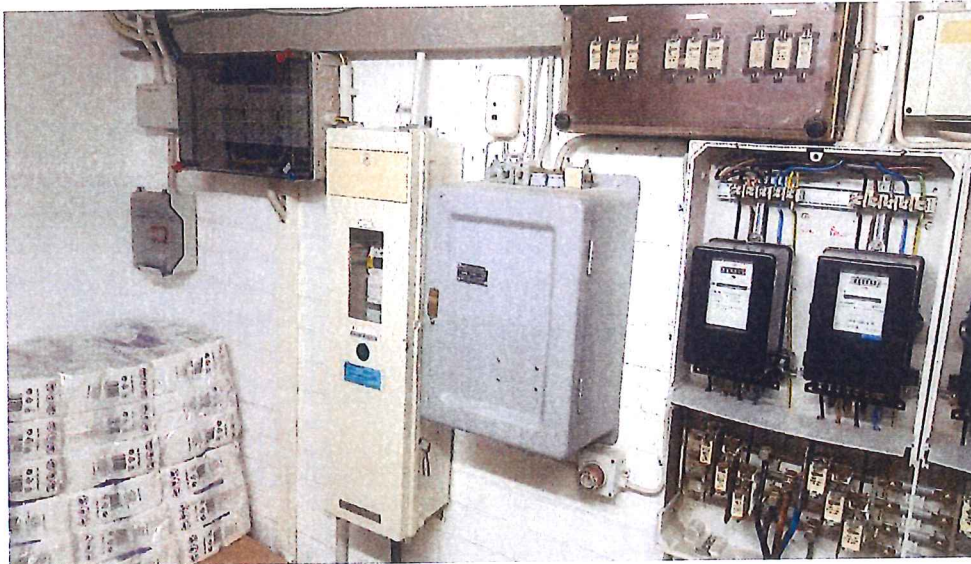


Abbildung 7: Hauptverteilung, Teilbereich mit Sirenenzentrale (Mitte, grau)

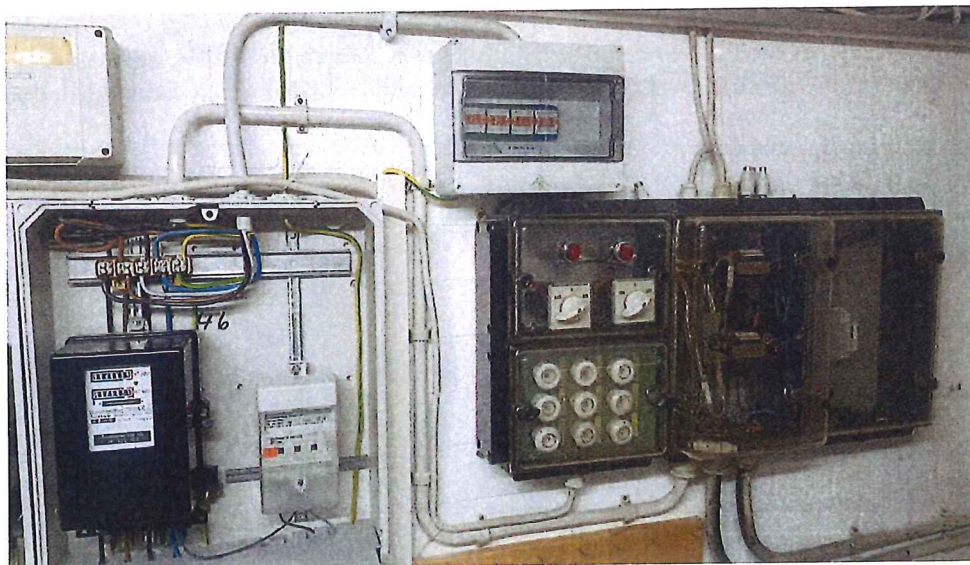


Abbildung 8: Hauptverteilung, Teilbereich mit Steuerzentrale Straßenbeleuchtung (rechts)

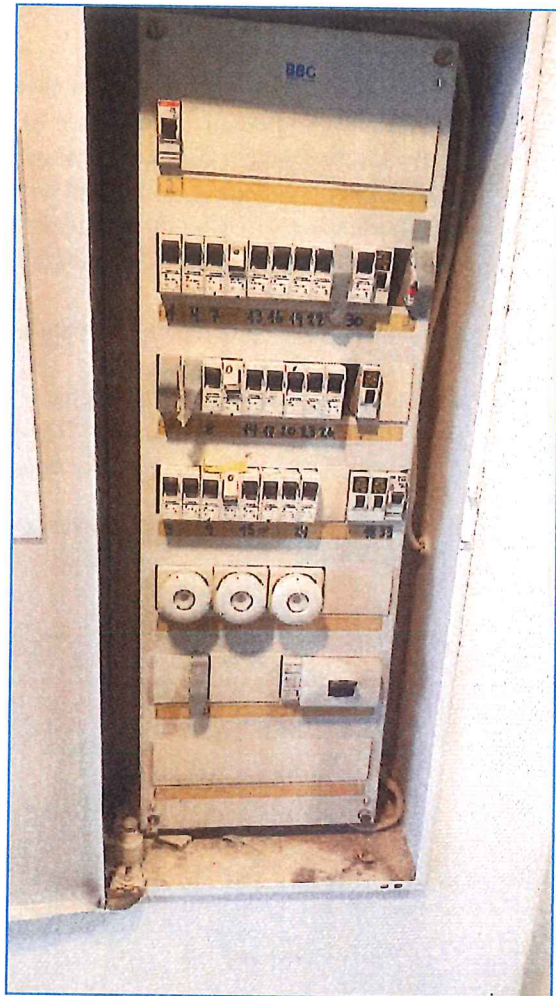
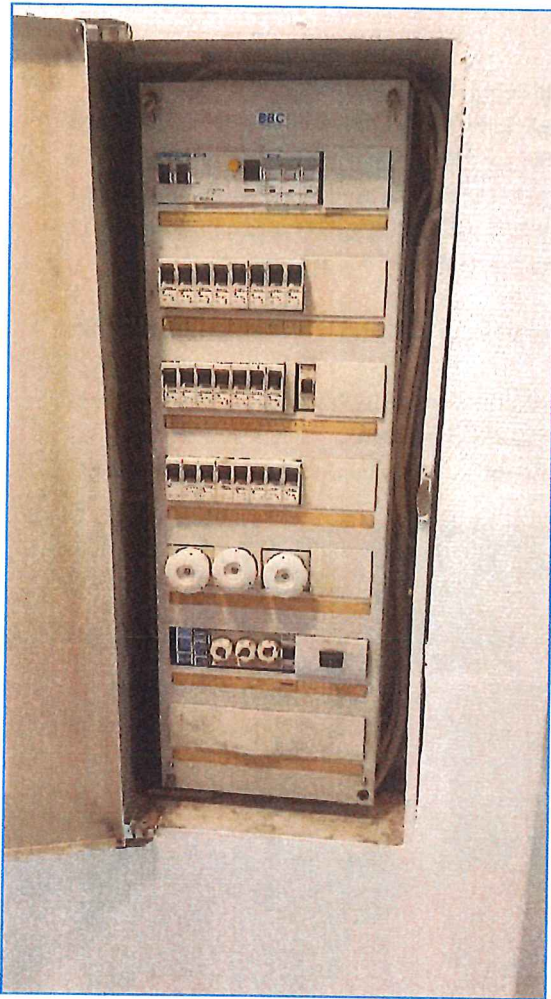


Abbildung 9+10: Unterverteilungen in den Fluren des Erd- bzw. Obergeschosses

In der **Anlage 4** befindet sich ein mit den Stadtwerken Kiel gemäß TAB abgestimmter Schaltplan für den Fall, dass die Hauptverteilung erneuert werden sollte. Die Unterverteilungen sind ebenfalls zu erneuern. Zusätzlich ist hier der notwendige Brandschutz zu klären, da sich die Verteilungen innerhalb eines offenen Treppenraumes befinden. Ggfs. sind hier Brandschutzgehäuse zu ergänzen.

Schätzkosten (brutto) ca. 40.000 €:

- | | |
|--|--------------|
| 1. Erneuerung und Umbau der Hauptverteilung: | ca. 28.000 € |
| 2. Erneuerung der Unterverteilungen (EG, OG, DG) | ca. 8.000 € |
| 3. Eventuell notwendige Brandschutzgehäuse: | ca. 4.000 € |

aufgestellt: Kiel, den 26. November 2022

Dipl.- Ing. (FH) Wolfgang Loß
e n e r g i e p u n k t
Energie- und Gebäudetechnik
Holzkoppelweg 15 / 24118 Kiel
Fon: 0431/641775 Fax: 0431/641735
Mobil: 0171/831 43 49
E-Mail: energiepunkt@t-online.de

Anlage 1 zum Sachstandsbericht Wärme und Strom im Rathaus Flintbek

Dipl.- Ing. (FH) Wolfgang Loß -- e n e r g i e p u n k t

Büro für umweltgerechte Energienutzung – Energie- und Gebäudetechnik

Holzoppelweg 15 | 24118 Kiel | Fon: 0431.641775 | Fax: 0431.641735 | email: energiepunkt@t-online.de

Auftraggeberin:	Gemeinde Flintbek – Der Bürgermeister	Datum: 27.08.2021
Objekt/Gebäude:	Rathaus der Gemeinde Flintbek	
Gewerk:	Heizungstechnik für das Rathaus mit ehem. Bauhofgeb. u. VHS-Gebäude	
Bezeichnung:	Erneuerung der Wärmeerzeugung (Gas), Wärmekosten bei Eigenbetrieb	
HOAI-Bezug:	keine, Zielfindung zur Abstimmung/Beschluss	

1.0 Allgemein

1.1 Ergebnis vorab:

Die Kosten für die Wärmeerzeugung im Eigenbetrieb mit einer wandhängenden und redundanten 2-fach-Gaskesselanlage (2er-Kaskade, 2x 50/35 kW Brennwert) könnten 2021 bei etwa 8,7 ct/kWh liegen. Im Gegensatz dazu liegt der Gemeinde Flintbek ein vorläufiger Nachtrag zum bestehenden (aber zum 30.09.21 gekündigten) Wärmeliefervertrag über 12,63 ct/kWh vor. Die Kosten für den Eigenbetrieb könnten somit etwa 1/3 unter dem der Wärmelieferung liegen.

Die Nutzenergiemenge betrug im Mittel ca. 95 MWh/a. In der folgenden Vergleichsrechnung wurde ein Biogasanteil im Erdgas von 10% gewählt. Alternativ könnten auch 100% Biogas gewählt werden. Der Wärmepreis betrüge dann 12,6 ct/kWh, die dann für 2021 und 2022 CO₂-steuerbefreit wären.

Die momentane Wärmelieferung durch die Stadtwerke Kiel geht m. E. von einer reinen Erdgas-lieferung ohne Biogas aus. Dies ist jedoch im weiteren Verlauf der Planung zu überprüfen.

Die Investitionssumme für die neue Anlagentechnik liegt bei etwa 33.320 € inkl. 19% Mwst. sowie einer 15%-igen Reserve. Ggfs. notwendige Planungs- Ausschreibungs- und Bauleistungsleistungen sind jedoch noch nicht berücksichtigt.

Im Zuge der Erneuerung der Wärmeerzeugung sollte zusätzlich die vorhandene Regelungstechnik der Büroräume überprüft werden. Die vorhandenen Thermostatventile an überbauten und z. T. verdeckten Heizflächen sollten überplant bzw. geändert werden.

1.2 Aufgabenstellung / Abgrenzung

Die Gebäude Heitmannskamp 2 (Rathaus mit ehemaligem Bauhof) sowie das Gebäude Heitmannskamp 4 (VHS) sind mit einer Nahwärmeleitung verbunden. Die Wärmeerzeugung ohne Trinkwassererwärmung befindet sich im Kellergeschoss des Rathauses und besteht im Wesentlichen aus:

- 3 Stück Heizkraftanlagen Fabr. Senertec, Leistung 12 kW therm. + 5 kW el., Baujahr 1999
- 1 Stück Pufferspeicher, 1.000 L
- 1 Stück Spitzenlastkessel Fabr. Buderus, G 305/140, Leistung 140 kW, Baujahr 1993
- 1 Heizkreisverteiler mit 4 Heizkreisen für das Rathaus und einem Abgang zu ext. Gebäuden

Die Wärmeerzeugungsanlage wurde als Contractingmodell durch die Stadtwerke Kiel errichtet und betrieben. Der Wärmeliefervertrag wurde zum 01.10.1998 geschlossen und zum 30.09.2021 durch den Contractor gekündigt. Ein Nachtrag zum vorbez. Vertrag liegt im Entwurf (noch ohne Kosten) vor.

Wegen fehlender Wirtschaftlichkeit wird bereits im vorliegenden Nachtrag zum Wärmeliefervertrag auf den Einsatz von Techniken zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) durch die Stadtwerke Kiel verzichtet. Die Gründe hierfür sind naturgemäß die fehlenden Wärmesenken im Sommer und die

damit verbundenen geringeren Laufzeiten für ein KWK-Modul. Zum damaligen Planungszeitpunkt der Anlage wurde vermutlich von weiteren Anschlüssen an das Wärmenetz ausgegangen, was sich leider bis zum heutigen Zeitpunkt nicht realisieren ließ.

Als Heizenergieträger soll wie bisher Erdgas eingesetzt werden. Das Aufstellen eines Energiekonzeptes mit alternativem Wärmeträger oder regenerativer Ergänzung bzw. alternativem Standort des Wärmeerzeugers ist nicht Gegenstand dieser Arbeit.

Im Hinblick auf die Klimaziele der Bundesregierung bzw. der eigenen Klimaziele der Gemeinde Flintbek sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Erdgas ein fossiler Energieträger ist und, bedingt durch einen zusätzlich hohen Leckageanteil bei Förderung und Transport, in einem erheblichen Maße klimaschädlich ist. (vergl. hierzu u. a. auch Pressemitteilung GEOMAR Helmholtz-Zentrum Kiel, z. B. <https://idw-online.news/2020/07/30/neue-studie-bestaetigt-umfangreiche-gasleckagen-in-der-nordsee/>)

Diese Arbeit versucht einen ersten Überblick über die möglichen spezifischen Kosten des eigenverantwortlichen Betriebs einer Wärmeerzeugeranlage geringer Größe im Gegensatz zu einem Contractingmodell aufzuzeigen. Die in der Vergangenheit angefallenen Kosten für Wartung und Instandhaltung wurden mit ca. 800 €/a berücksichtigt.

2.0 Ist-Zustand: Technik, Verbrauch, Kosten

2.1 Allgemein

1993 wurde die Wärmeerzeugeranlage mit einem Heizwertkessel (140 kW) errichtet. Die Anlage wurde 1999 durch eine KWK-Anlage, bestehend aus 3 Modulblöcken mit je 12 kW (Wärme) und 5 kW (Elektro) ergänzt. Die Stadtwerke Kiel finanzierten, errichteten und betrieben die Gesamtanlage i. V. m. einem 1998 abgeschlossenen Wärmeliefervertrag. Die Wärmeleitung, die die Gebäude Rathaus mit Bauhof und VHS verbindet, wird durch die Heizzentrale im Rathaus versorgt. In den Gebäuden Bauhof und VHS ist eine entsprechende Unterstation installiert.

Im Keller des Rathauses befindet sich neben der Wärmeerzeugungsanlage der Heizkreisverteiler mit 4 geregelten Heizkreisen für das Rathaus und einem Abgang für die Wärmeleitung zu den Nachbargebäuden. Vermutlich wurde die KWK-Anlage und das Wärmenetz für einen späteren Ausbau errichtet und ausgelegt, der jedoch nie realisiert wurde. Ob sich dies zukünftig, beispielsweise i. V. m. der Neugestaltung des Grundstücks „ehemaliger Familia-Markt“, ändern könnte, kann bislang nicht abschließend beurteilt werden. Die Planungen hierfür stehen noch ganz am Anfang und werden vorläufig für diese Betrachtung keine Rolle spielen.

2.2 Verbrauch und Kosten 2018 - 2021:

Strom:

2018	51,0 MWh	12.180,00 €
2019	50,0 MWh	12.150,00 €
2020	37,2 MWh	8.635,00 € (pandemiebedingt)
Ø ca.	50,0 MWh	12.000,00 €/a

2.3 Wärme (Nutzenergie Wärmemengenzähler):

06/2017 – 06/2018	107 MWh	12.400,00 €
06/2018 – 06/2019	90 MWh	11.900,00 €
06/2019 – 06/2020	88 MWh	11.900,00 €
Ø ca.	95 MWh	12.000,00 €/a

Durchschnittliche bisherige Jahreswärmekosten, bezogen auf die Nutzwärmeenergie:
 $12.000 \text{ €} / 95 \text{ MWh} = 12,63 \text{ ct/kWh}$ (Vollkosten) Hierin enthalten sind auch Wartungs- und Instandhaltungskosten. Dies gilt aber nur für die Wärmeerzeugung. Für die Wärmeverteilung über das Rohrnetz und die angeschlossenen Heizkörper ist das Rathaus verantwortlich.

3.0 Maßnahme

3.1 Erneuerung der Wärmezentrale in Eigenverantwortung, Kostenschätzung:

Demontage BHKW- Module, einschl. Nebenanlagen:	SW-Kiel, gem. Vertrag	
Demontage Pufferspeicher:	kann ggfs. wiederverwendet werden, s. weitere Planung	
Demontage, Freimachen des Heizraumes	1.000,00 €	1.000,00 €
2 Stück Brennwertmodule (2x35/2x50 kW, entspr. Heizlastberechnung))	5.400,00 €	10.800,00 €
2 Stück Brandschutzgasventile	195,00 €	390,00 €
2 Stück Ausdehnungsgefäße	60,00 €	120,00 €
2 Stück Anschlusssets	115,00 €	230,00 €
1 Stück Neutralisationseinrichtung für Kondensat	450,00 €	450,00 €
1 Stück Wärmeübertrager zur Systemtrennung, einschl. Halterung	750,00 €	750,00 €
1 Stück Sicherheitsgruppe 1"	120,00 €	120,00 €
1 Stück Schutzfilter, Magnetit- und Schlammabscheider	650,00 €	650,00 €
1 Stück Membranausdehnungsgefäß mit Kappenventil	600,00 €	600,00 €
1 Stück Rohrnetzanschluss (Kessel, Wärmeübertr., HK-Verteiler/Bestand)	1.000,00 €	1.000,00 €
1 Stück Regelgerät, komplett	2.100,00 €	2.100,00 €
2 Stück Funktionsmodule für bauseitige Mischergruppen	430,00 €	860,00 €
1 Stück Funktionsmodul für 2-fach Wärmeerzeugerkaskade	975,00 €	975,00 €
1 Stück Abgasanlage, komplett	1.600,00 €	1.600,00 €
1 Stück Inbetriebnahme durch Werkkundendienst	500,00 €	500,00 €
4 Stück Heizungsumwälzpumpe im Austausch zum Bestand	600,00 €	2.400,00 €
Kostenschätzung, netto ohne MwSt.		24.545,00 €
Reserve 15%		3.455,00 €
Investition Wärmeerzeuger, netto		28.000,00 €
Mehrwertsteuer 19% auf 28.000 €		5.320,00 €
Investition, brutto inkl. 19% MwSt.		33.320,00 €

Für die Wirtschaftlichkeit wird der Einfachheit halber immer mit der Gesamt-Investitionssumme gerechnet. Der Heizkreisverteiler im Bestand wird durch 4 Pumpen ertüchtigt. Der Zustand des HK-Verteilers ist augenscheinlich gut und auch nutzbar.

3.2 Annahme Nutzungsdauer:

Nutzungsdauer der Investition gem. VDI 2067-1:

Nutzungsdauer 18 Jahre

(Nutzungsdauer des vorhandenen Nahwärmenetzes mit KMR-Technik: mind. 40 Jahre)

3.3 Annahme Kapitalkosten:

Kapitalkosten 1%, Nutzungsdauer 18 Jahre, Kapitalkosten 363 €/a

Bezogen auf die Nutzwärme (95 MWh/a): ca. 0,4 ct/kWh

3.4 Annahme verbrauchsgebundene Kosten (mit 10% bzw. 100% Biogas)

Momentaner durchschnittlicher Nutzwärmeverbrauch ca. 95 MWh pro Jahr (100 % Erdgas bisher)

Bei einem Nutzungsgrad von 95% ergibt sich eine Gasmenge von ca. 100.000 kWh pro Jahr

Gaskosten mit 10% Biogas: 6,88 ct/kWh, GP 118 € (Quelle EWS Schönau, Stand 27.08.2021)

Gaskosten: ca. 7.000 € inkl. MwSt.

Bezogen auf die Nutzwärme (95 MWh/a): ca. 7,4 ct/kWh

Gaskosten mit 100% Biogas: 10,65 ct/kWh, GP 118 € (Quelle w. o.)

Gaskosten: ca. 10.770 € inkl. MwSt.

Bezogen auf die Nutzwärme (95 MWh/a): ca. 11,3 ct/kWh

3.5 Annahme betriebsgebundene Kosten

Schornsteinfegergebühren ca. 20 € pro Jahr (2-jährig, 40 €)

Wartung, jährlich ca. 1% von 33.320 € = 333 €/a

Instandhaltung, jährlich ca. 1,5% von 33.320 € = 500 €/a

Summe betriebsgebundener Kosten ca. 853,00 €/a

Bezogen auf die Nutzwärme (95 MWh/a) ca. 0,9 ct/kWh

3.6 Gesamtkosten bezogen auf 95 MWh Nutzenergie

	Erdgas 10% Biogas	100% Biogas	SW-Kiel, 100% Erdgas
Kapitalgebundene Kosten:	0,4 ct/kWh	0,4 ct/kWh	k. A. ?,? ct/kWh
Verbrauchsgebundene Kosten:	7,4 ct/kWh	11,3 ct/kWh	k. A. ?,? ct/ kWh
Betriebsgebundene Kosten:	0,9 ct/kWh	0,9 ct/kWh	k. A. ?,? ct/kWh
Wärmekosten pro kWh	8,7 ct/kWh	12,6 ct/kWh	12,6 ct/kWh

3.7 Kostensteigerung durch die CO₂-Abgabe/Steuer auf fossile Brennstoffe

Die CO₂-Abgabe/Steuer ist seit 2021 eingeführt. Sie beträgt 25€/t und steigt jährlich um jeweils 5€/t bis 2023 auf 35€/t. Ab 2024 beträgt sie dann 45 €/t und steigt 2025 auf 50€/t. Ab 2026 sollen dann die Emissionszertifikate versteigert werden, wobei zumindest noch 2026 ein Preiskorridor gelten soll – von 55 bis 65 €/t. 2027 soll sich der Preis dann ganz frei am Markt bilden. Die Bundesregierung unterstellt im Entwurf zum neuen Klimaschutzgesetz, dass der CO₂-Preis von 2026 bis 2035 bei ca. 65 €/t liegen wird.

Bei einer angenommenen Emissionsmenge von ca. 182 g/kWh erhöht sich der Gaspreis 2021 um brutto 0,54 ct/kWh und 2022 auf etwa 0,65 ct/kWh

Die Bundesregierung erwägt zudem, den CO₂-Preis bereits 2022 stärker zu erhöhen: auf 45 €/t. Auslöser dafür ist das Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 24. 04 2021 (Az. 1 BvR 2656/18). Demnach verstößt das Klimaschutzgesetz gegen die Verfassung. Denn die im Gesetz festgelegten Ziele genügen nicht, um die Lasten des Klimawandels auf alle Generationen gleichmäßig zu verteilen – jüngere Generationen würden gegenüber älteren benachteiligt, wenn die Energiewende zu schleppend vorankommt.

3.8 Heizenergieverbrauch

Der ermittelte Durchschnittsverbrauch von ca. 95 MWh/a (Nutzenergie) ist ein unbereinigter Verbrauchswert. Der entsprechende Klimafaktor liegt in diesem Fall ungefähr bei 1,12, so dass der klimabereinigte Verbrauchswert aufgrund des wärmeren Wetters etwa 95 MWh x 1,12 = 106,4 MWh beträgt. Dieser Wert findet sich auch in etwa im Energiebericht 2018 wieder und beschreibt die wärmetechnische Güte des Gebäudes besser. Das Bauhofgebäude ist zwischenzeitlich ungenutzt. Sein Anteil an der Heizenergie sollte gering sein. Hier ist lediglich eine Grundtemperierung anzusetzen. Das Gebäude Heitmannskamp 4 (VHS) hat einen Heizenergieverbrauch von ca. 26 MWh/a.

Um eine möglichst geringe Klimarelevanz im Heizungsbereich anzustreben sollte u. a. versucht werden. (hierzu im Vorfeld die Fördermöglichkeiten des BAFA i. V. m. BEG beachten):

1. In Verbindung mit einem Energiekonzept sollte der Einsatz fossiler Energieträger minimiert, oder durch mögliche Technik-Alternativen sogar vermieden werden,
2. Energieberatung, Energieaudit,
3. Energiecontrolling reaktivieren,
4. Möglichkeiten der solarthermischen Heizungsunterstützung prüfen,
5. Einsatz von bedarfsgerechter Regelungstechnik,
6. Alte Thermostate und Ventilunterteile erneuern,
7. Einsatz von Hocheffizienzpumpen und hydraulischer Abgleich,
8. Vermeidung von unnötigen Verlusten bei der Wärmeübergabe in den Räumen,
9. Das Gebäude energetisch ertüchtigen oder sanieren,
10. N. N.

(Die o. g. Punkte gelten natürlich auch für die angeschlossenen Nebengebäude VHS u. Bauhof.)

Anlage 1 zum Sachstandsbericht Wärme und Strom im Rathaus Flintbek

Dipl.- Ing. (FH) Wolfgang Loß -- e n e r g i e p u n k t

Seite 6 zum Schreiben vom 27.08.2021: Rathaus Flintbek – Erneuerung der Wärmeerzeugung, Kostenvergleich

Die Heizkörperthermostate im Rathaus Flintbek können die Raumtemperatur nicht optimal regeln. Sie sind zum Teil verdeckt oder überbaut, so dass sie die aktuelle Raumtemperatur nicht oder nur sehr verfälscht fühlen können. Dies führt z. T. dazu, dass Raumtemperaturen über die Fenster reguliert werden.

Im Rathaus Flintbek sind ca. 100 Heizkörper (Schätzung) installiert, deren Heizkörperventile und Thermostatköpfe erneuert werden könnten.

(Anm.: Ob herkömmlich (hydraulisch, mit Handrad) oder elektrisch über einen Raumregler sollte ggfs. mit den Nutzer*innen abgewägt werden. In einem bestehenden Gebäude, ohne sonstige Renovierungsarbeiten ist der leitungsgebundene Raumregler möglicherweise zu aufwändig. Eine Lösung ohne Leitungen hat das Problem der Funkübertragung und der dezentralen Stromversorgung (Batterie) zur Folge. Die Vorteile der elektronischen Regelung sind die Automatisierbarkeit bezüglich der Heiz- bzw. Anwesenheitszeiten, kontaktlose Fensterüberwachung (Heizung aus, wenn Fenster auf), Regelungsgüte/Genauigkeit, App-Steuerung, etc.)

Für den Fall eines Austausches der Heizkörperventile und Thermostatköpfe mit Fernfühler- bzw. Fernsteller in Verbindung mit dem hydraulischen Abgleich und des (bereits erwähnten) Pumpentausches können 20% auf die Nettokosten an Fördermitteln vereinnahmt werden.

Die Kosten für die Thermostatköpfe (hier Fernsteller) liegen bei ca. 77 €, die der Ventile bei ca. 45 €. Für das Entleeren der Heizungsanlage und das Füllen mit Heizungswasser gem. VDI 2035 können ca. 15,50 € gerechnet werden. Bei 100 Heizkörpern: $100 \times (77\text{€} + 45\text{€} + 15,50\text{€}) = 13.750 \text{ €}$ inkl. 19% MwSt.

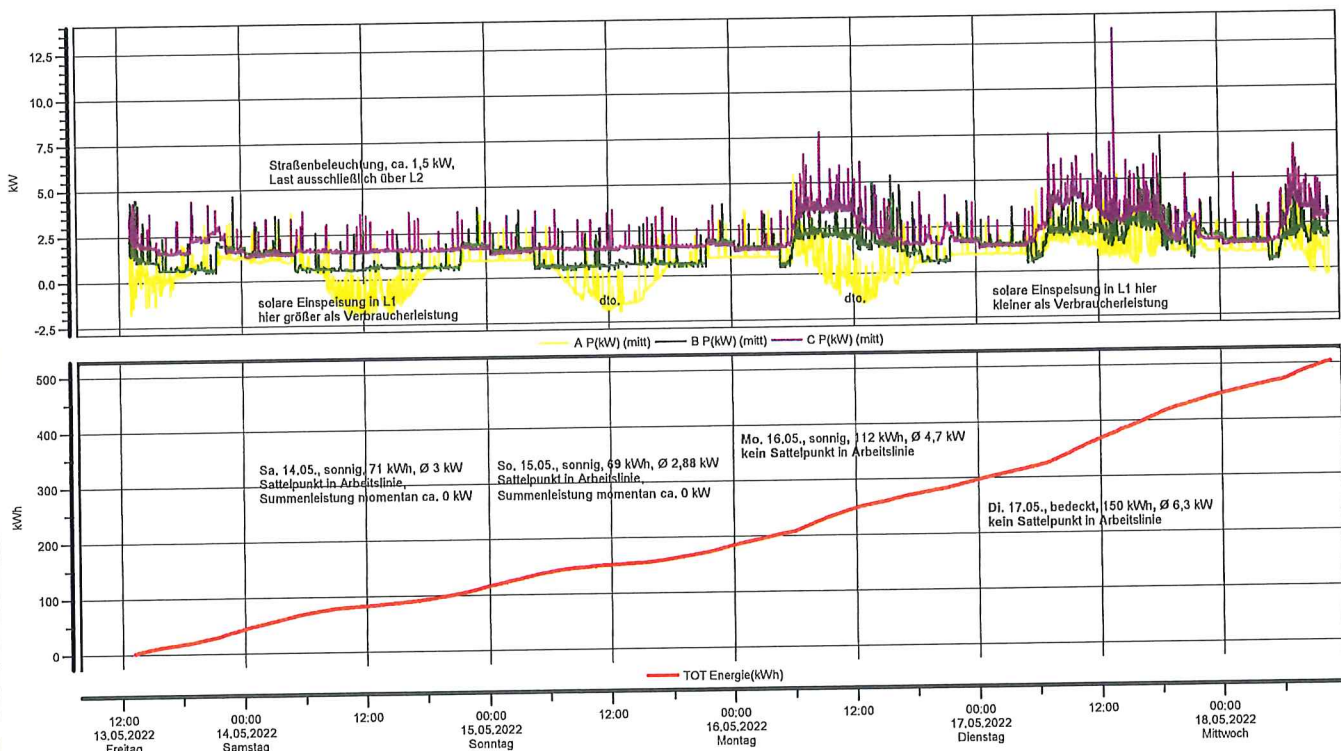
3.9 Zusammenfassung

Eine Wärmezentrale im Rathaus der Gemeinde Flintbek kann alternativ zum bestehenden Wärmeliefervertrag kostengünstiger betrieben werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass es lediglich die mündliche Äußerung der Stadtwerke Kiel gibt, die Wärmekosten bei einer Vertragsverlängerung auf gleichem Niveau (12,6 ct/kWh bei 95 MWh Nutzwärme) zu halten.

aufgestellt: Kiel, den 27. August 2021

Dipl.- Ing. (FH) Wolfgang Loß
e n e r g i e p u n k t
Energie- und Gebäudetechnik
Holzkoppelweg 15 / 24118 Kiel
Fon: 0431/641775 Fax: 0431/641735
Mobil: 0171/831 43 49
E-Mail: energiepunkt@t-online.de

Anlage 2 zum Sachstandsbericht Wärme und Strom im Rathaus Flintbek



Gemeinde Flintbek, Gebäude Rathaus, Anwesenheit wegen Homeoffice ca. 75-80%

Lastgang (Elektro) von Fr. 13.05. (13:00) - Sa. 21.05.2022 (13:00) hier dargestellt: von 0-500 kWh bis Mi. 18.05.2022 (11:00), Gesamtverbrauch im Messzeitraum: 835 kWh, Jahresverbrauch Ø 50.000 kWh (Ø 5,7 kW)
PV-Anlage im Bestand: 25 Module Typ IBC 120S polykrist. zu je 120 Wp = 3.000 Wp, WR: IBC, SWR 2500

Datum
03.09.2022 Seite 1
Erstellt von
IB energiepunkt - W. Loß
Dateiname
20220513_RH-FLINTBEK_02

Anlage 3 zum Sachstandsbericht Wärme und Strom im Rathaus Flintbek

Ing.- Büro energiepunkt
Holzkoppelweg 15
24118 Kiel
D

Kundennr.: ohne
Projekttitle: Rathaus Flintbek
Angebotsnr.: 1. Entwurf - Grobabschätzung

03.09.2022

Dokumentation - 1. Entwurf - Grobabschätzung

Kundendaten

Unternehmen

Gemeinde Flintbek - Der Bürgermeister

Kundennummer

ohne

Ansprechpartner/in

Frau Corinna Arpe

Adresse

Heitmannskamp 2
24220 Flintbek

Telefon

04347 / 905-0

Telefax

E-Mail

c.arpe@flintbek.de

Projektdaten

Projekttitle

Rathaus Flintbek

Angebotsnr.

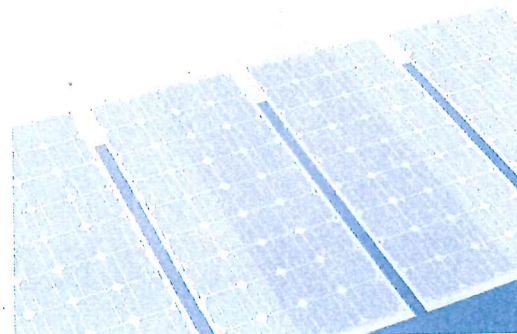
1. Entwurf - Grobabschätzung

Bearbeiter/in

Wolfgang Loß

Adresse

Heitmannskamp 2
24220 Flintbek



Projektbeschreibung:

1. Entwurf

Energietechnische Stellungnahme

Übersicht der Möglichkeiten

Sachstandsbericht zur Sitzung des Hauptausschusses der Gemeinde Flintbek am 15.12.2022



Erstellt mit PV*SOL premium 2022 (R7)
Valentin Software GmbH

Projektübersicht

PV-Anlage

Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern und Batteriesystemen

Klimadaten	Kiel, DEU (1995 - 2012)
Quelle der Werte	DWD
PV-Generatorleistung	30 kWp
PV-Generatorfläche	151,6 m ²
Anzahl PV-Module	80
Anzahl Wechselrichter	1
Anzahl Batteriesysteme	1

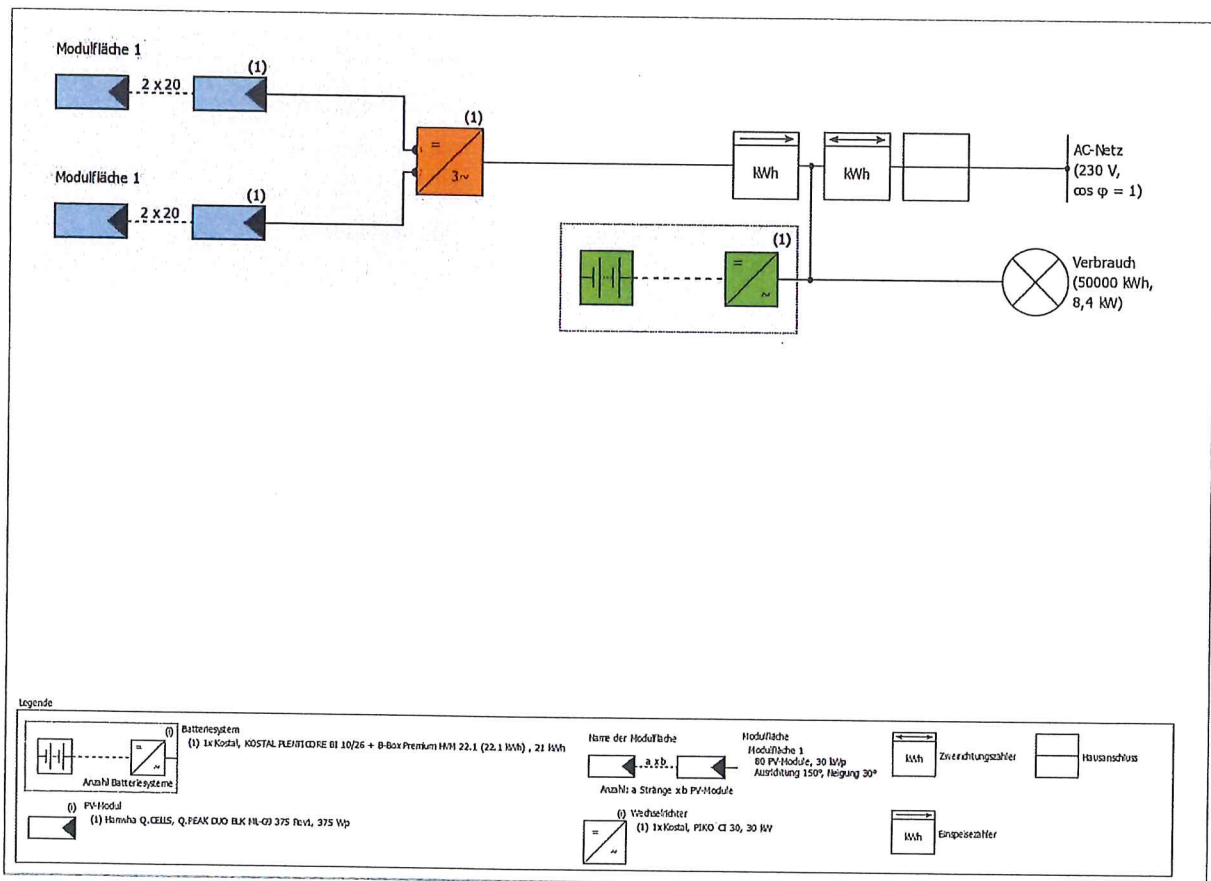


Abbildung: Schaltschema

Ertragsprognose

Ertragsprognose	30,00 kWp
PV-Generatorleistung	1.018,56 kWh/kWp
Spez. Jahresertrag	90,65 %
Anlagennutzungsgrad (PR)	30.561 kWh/Jahr
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	17.744 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	4.568 kWh/Jahr
Batterieladung	0 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	8.249 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	73,0 %
Eigenverbrauchsanteil	14.134 kg/Jahr
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	43,7 %
Autarkiegrad	

Wirtschaftlichkeit

Ihr Gewinn	45.000,00 €
Gesamte Investitionskosten	12,25 %
Gesamtkapitalrendite	8,1 Jahre
Amortisationsdauer	0,0781 €/kWh
Stromgestehungskosten	Überschusseinspeisung
Bilanzierung / Einspeisekonzept	

Die Ergebnisse sind durch eine mathematische Modellrechnung der Firma Valentin Software GmbH (PV*SOL Algorithmen) ermittelt worden. Die tatsächlichen Erträge der Solarstromanlage können aufgrund von Schwankungen des Wetters, der Wirkungsgrade von Modulen und Wechselrichtern sowie anderer Faktoren abweichen.

Aufbau der Anlage

Überblick

Anlagendaten

Anlagenart	Netzgekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern und Batteriesystemen
Inbetriebnahme	01.05.2023

Klimadaten

Standort	Kiel, DEU (1995 - 2012)
Quelle der Werte	DWD
Auflösung der Daten	1 h
Verwendete Simulationsmodelle:	Hofmann
- Diffusstrahlung auf die Horizontale	Hay & Davies
- Einstrahlung auf die geneigte Fläche	

Verbrauch

Gesamtverbrauch	50.000 kWh
Verwaltungsgebäude 100 Angestellte	50.000 kWh
Spitzenlast	8,4 kW

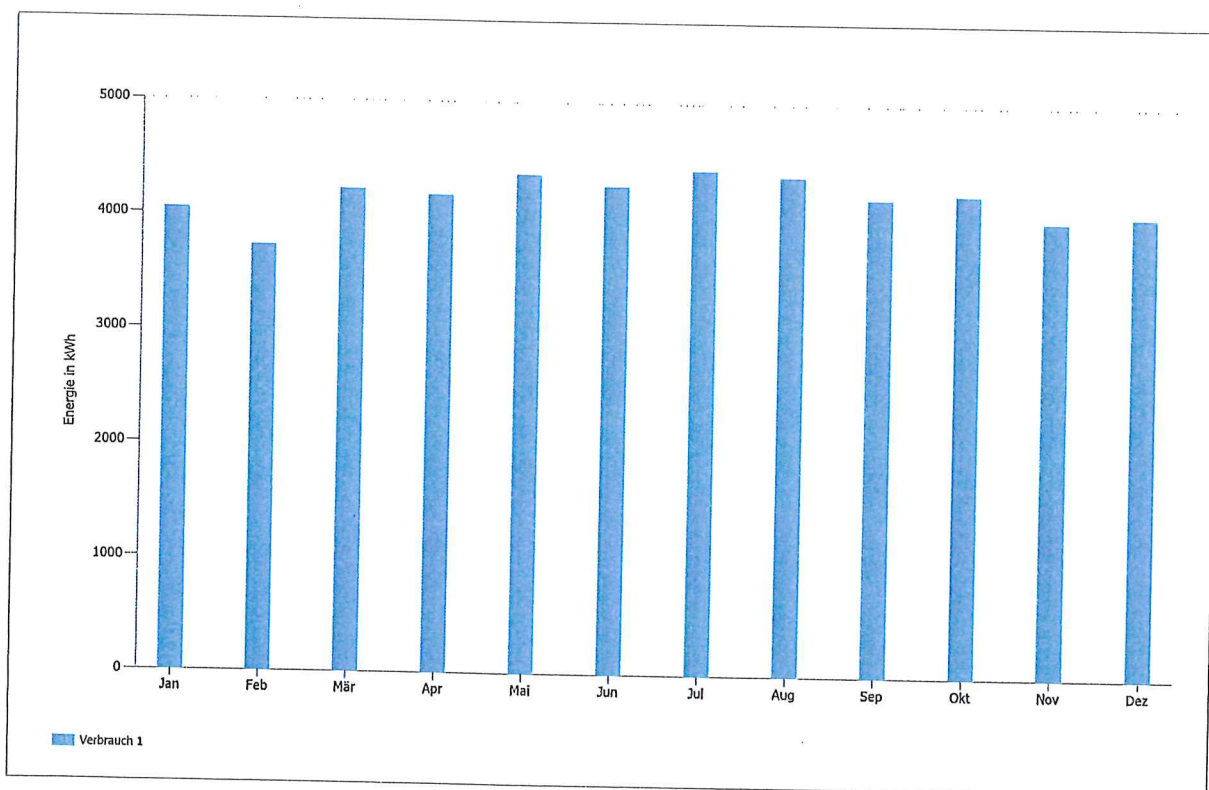


Abbildung: Verbrauch

Modulflächen

1. Modulfläche - Modulfläche 1

PV-Generator, 1. Modulfläche - Modulfläche 1

Modulfläche 1	
Name	80 x Q.PEAK DUO BLK ML-G9 375
PV-Module	Rev1 (v1)
Hersteller	Hanwha Q.CELLS
Neigung	30 °
Ausrichtung	Südosten 150 °
Einbausituation	Dachparallel - gut hinterlüftet
PV-Generatorfläche	151,6 m ²

Verschattung, 1. Modulfläche - Modulfläche 1

Verschattung	0 %
--------------	-----

Moduldegradation, 1. Modulfläche - Modulfläche 1

Kennlinienverlauf	Linear
Verbleibende Leistung nach 20 Jahren	100 %

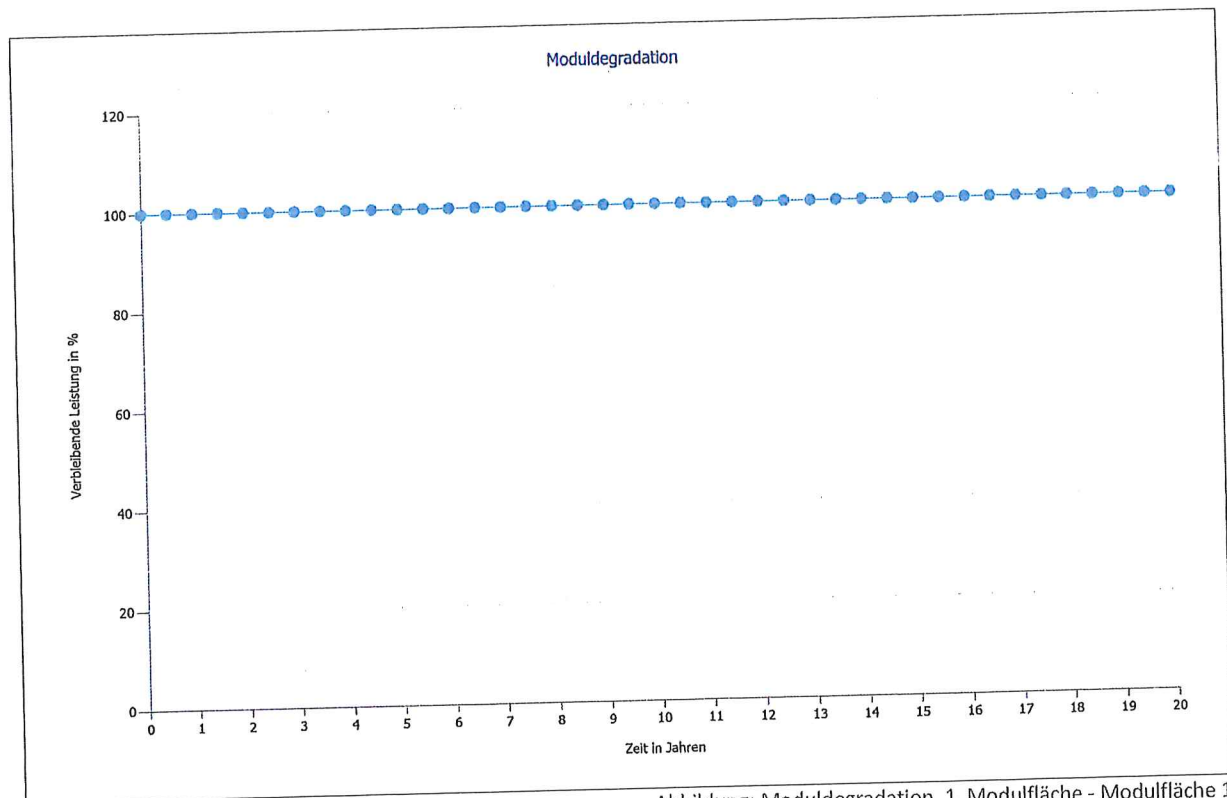


Abbildung: Moduldegradation, 1. Modulfläche - Modulfläche 1

Wechselrichterverschaltung

Verschaltung 1

Modulfläche	Modulfläche 1
Wechselrichter 1	
Modell	
Hersteller	PIKO CI 30 (v1)
Anzahl	Kostal
Dimensionierungsfaktor	1
Verschaltung	100 %
	MPP 1: 2 x 20
	MPP 2: 2 x 20

AC-Netz

AC-Netz

Anzahl Phasen	3
Netzspannung zwischen Phase und Nullleiter	230 V
Verschiebungsfaktor (cos phi)	+/- 1

Batteriesysteme

Batteriesystem

Modell	KOSTAL PLENTICORE BI 10/26 + B-Box Premium HVM 22.1 (22.1 kWh)
Hersteller	(v1)
Anzahl	Kostal
Batteriewechselrichter	1
Art der Kopplung	AC Kopplung
Nennleistung	10 kW
Batterie	
Hersteller	BYD Company Ltd.
Modell	HVM (v1)
Anzahl	8
Batterieenergie	21 kWh
Batterietyp	Lithium-Eisen-Phosphat

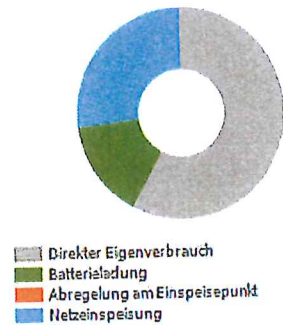
Simulationsergebnisse

Ergebnisse Gesamtanlage

PV-Anlage

PV-Generatorleistung	30,00 kWp
Spez. Jahresertrag	1.018,56 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	90,65 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	30.561 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	17.744 kWh/Jahr
Batterieladung	4.568 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	8.249 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	73,0 %
Vermiedene CO ₂ -Emissionen	14.134 kg/Jahr

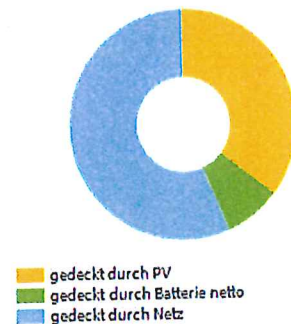
PV-Generatorenergie (AC-Netz)



Verbraucher

Verbraucher	50.000 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	4 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	50.004 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	17.744 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	4.105 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	28.155 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	43,7 %

Gesamtverbrauch



Batteriesystem

Ladung am Anfang	21 kWh
Batterieladung (Gesamt)	4.569 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	4.568 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	4.106 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	320 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	164 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	4,5 %
Lebensdauer	>20 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	50.004 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	28.155 kWh/Jahr
Autarkiegrad	43,7 %

Rathaus Flintbek

Bearbeiter/in: Wolfgang Loß
Angebotsnummer: 1. Entwurf - Grobabschätzung

Kunde: Gemeinde Flintbek - Der Bürgermeister, Frau Corinna Arpe
Kundennr.: ohne

Energiefluss-Grafik

Projekt: Rathaus Flintbek

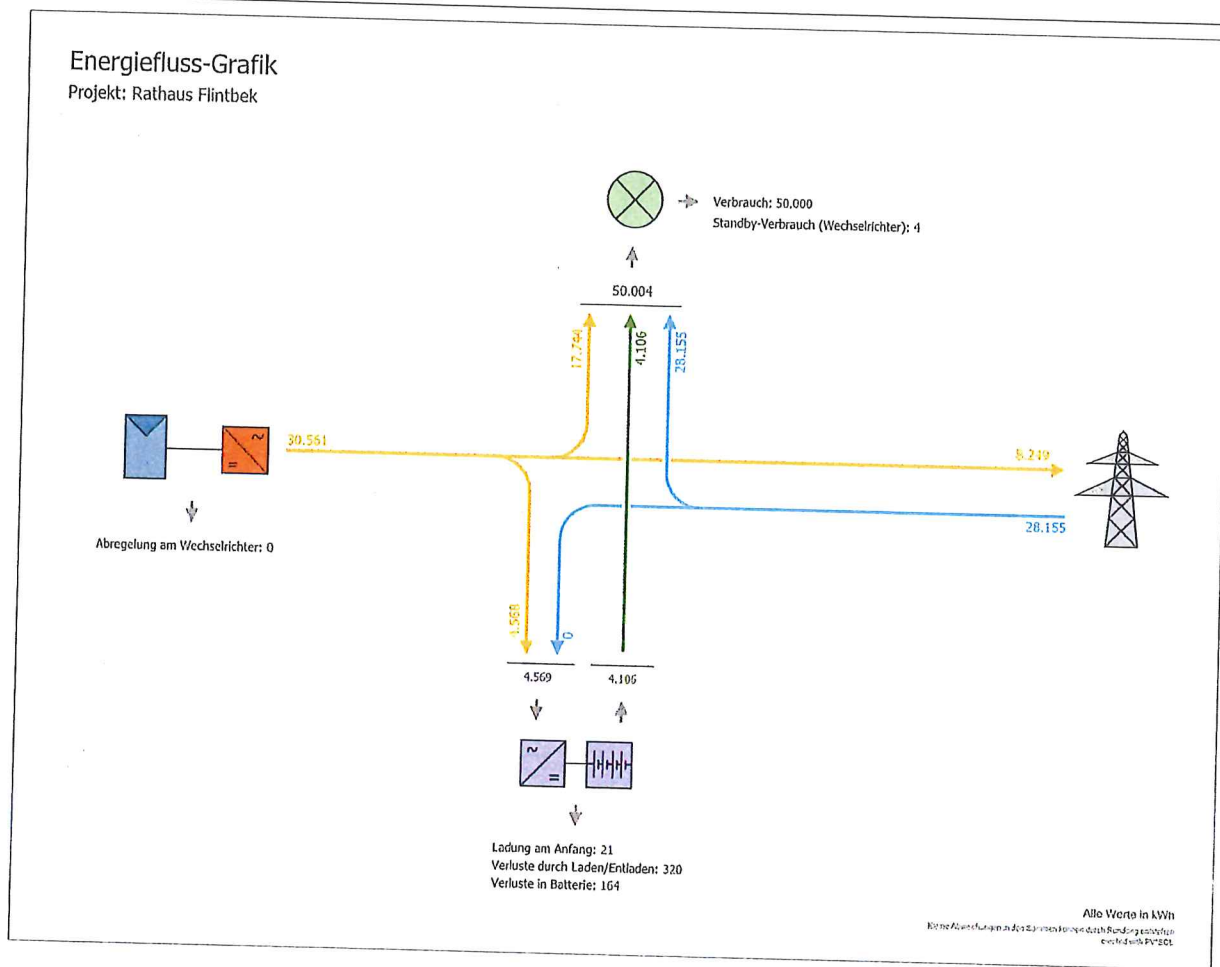


Abbildung: Energiefluss

Rathaus Flintbek

Bearbeiter/in: Wolfgang Loß
Angebotsnummer: 1. Entwurf - Grobabschätzung

Kunde: Gemeinde Flintbek - Der Bürgermeister, Frau Corinna Arpe
Kundennr.: ohne

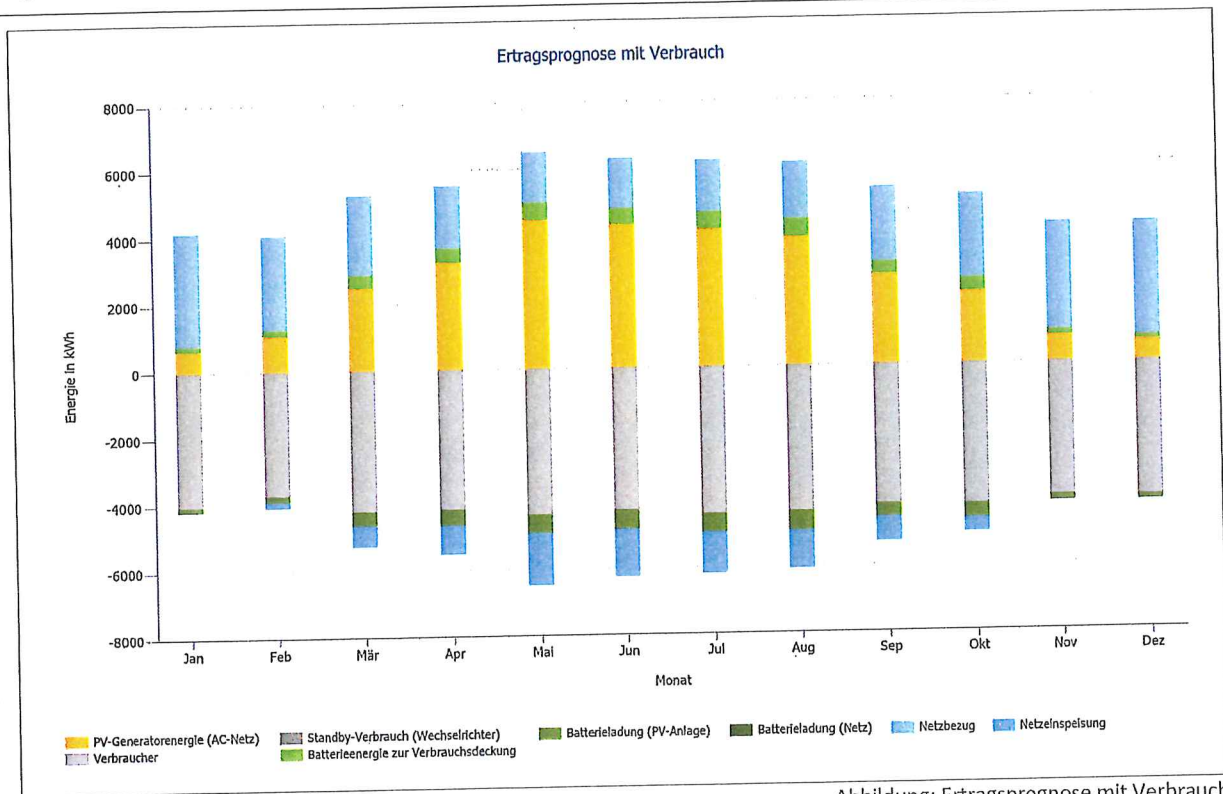


Abbildung: Ertragsprognose mit Verbrauch

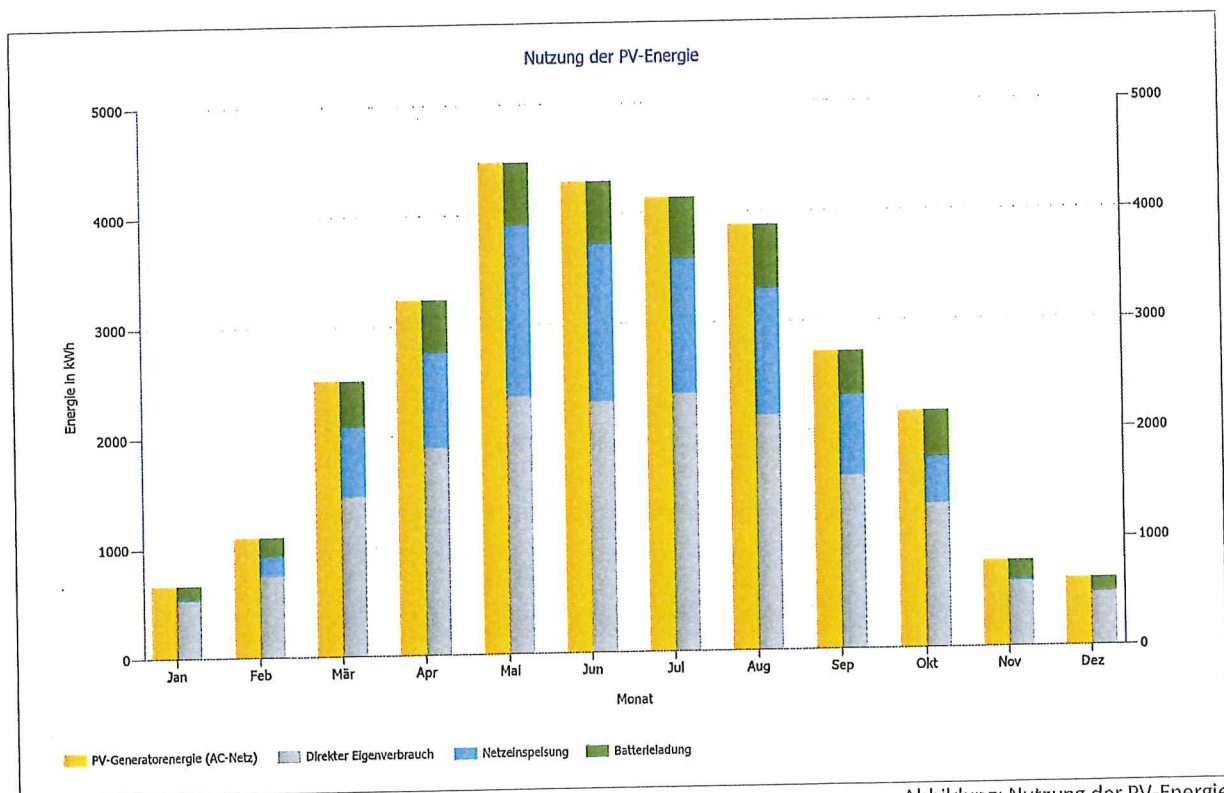


Abbildung: Nutzung der PV-Energie

Rathaus Flintbek

Bearbeiter/in: Wolfgang Loß
Angebotsnummer: 1. Entwurf - Grobabschätzung

Kunde: Gemeinde Flintbek - Der Bürgermeister, Frau Corinna Arpe
Kundenr.: ohne

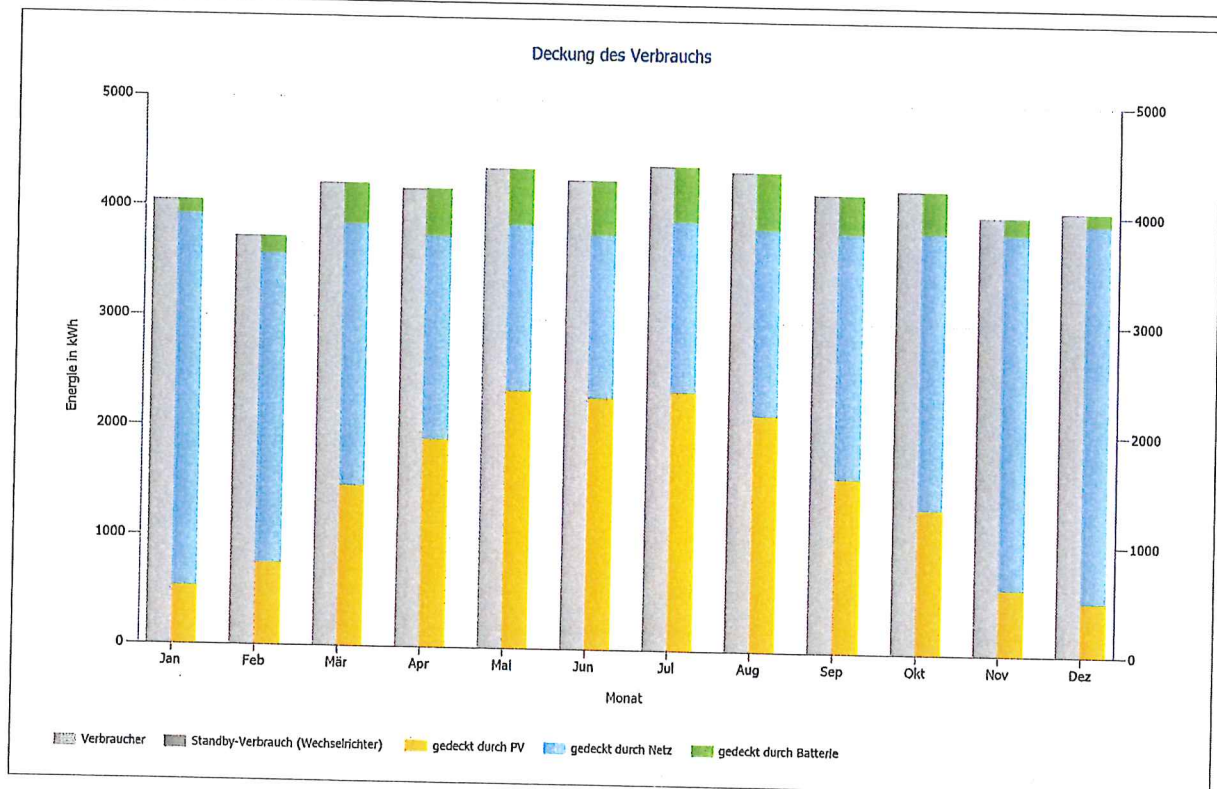


Abbildung: Deckung des Verbrauchs

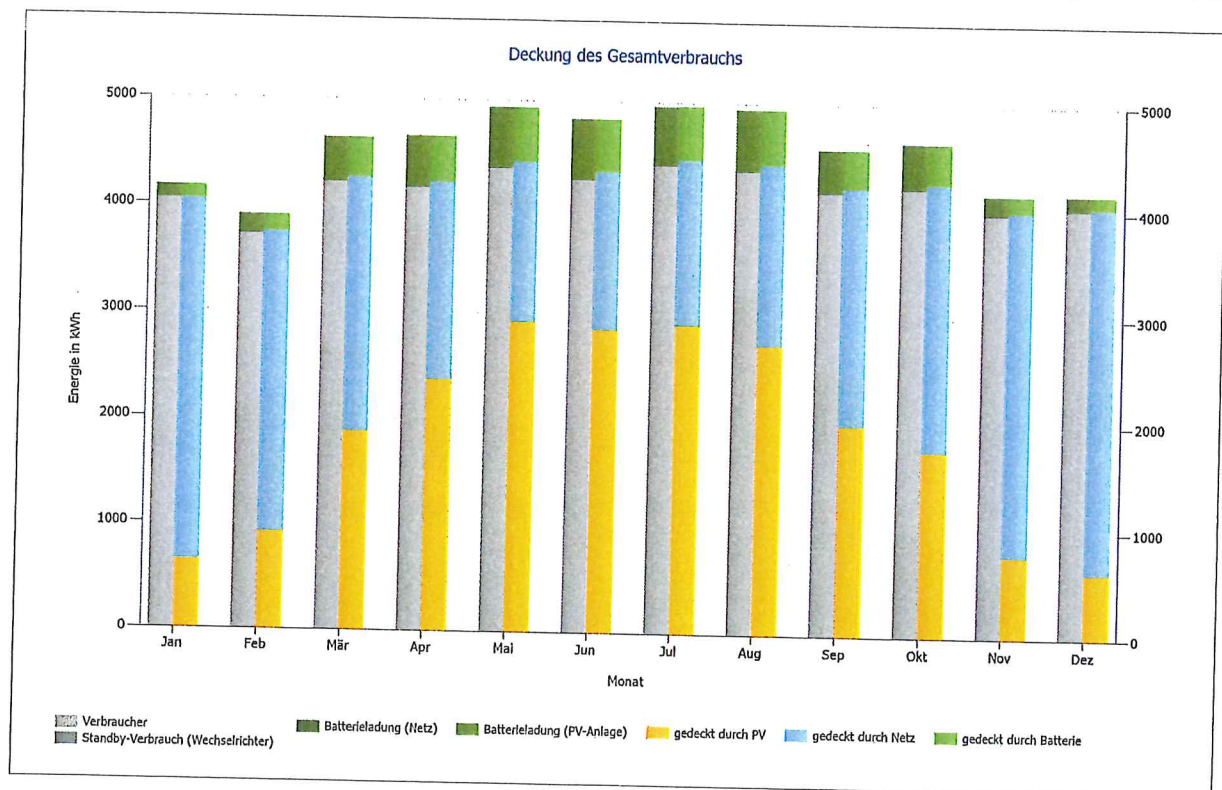


Abbildung: Deckung des Gesamtverbrauchs

Ergebnisse pro Modulfläche

Modulfläche 1	30,00 kWp
PV-Generatorleistung	151,62 m ²
PV-Generatorfläche	1123,81 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul	1123,81 kWh/m ²
Globalstrahlung auf Modul ohne Reflexion	90,66 %
Anlagennutzungsgrad (PR)	30561,23 kWh/Jahr
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	1018,71 kWh/kWp
Spez. Jahresertrag	

Energieertrag für EnEV

Energieertrag nach DIN 15316-4-6	708,3 kWh
Januar	723,2 kWh
Februar	1755,3 kWh
März	3188,8 kWh
April	3495,2 kWh
Mai	3606 kWh
Juni	3264,3 kWh
Juli	2987,1 kWh
August	2190,4 kWh
September	1570,5 kWh
Oktober	566,2 kWh
November	354,1 kWh
Dezember	24.409,5 kWh
Jahreswert	

Randbedingungen:

Klimadaten nach DIN V 18599-10

MODULFLÄCHE 1

Systemleistungsfaktor: 0.75

Peakleistungskoeffizient: 0.182

Ausrichtung: Süd-Ost

Neigung: 30°

Energiebilanz PV-Anlage

Energiebilanz PV-Anlage

Globalstrahlung horizontal	990,41 kWh/m²	
Abweichung vom Standardspektrum	-9,90 kWh/m ²	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	13,14 kWh/m ²	1,34 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	130,17 kWh/m ²	13,10 %
Abschattung	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Reflexion an Moduloberfläche	0,00 kWh/m ²	0,00 %
Globalstrahlung auf Modul	1.123,81 kWh/m²	
	1.123,81 kWh/m ²	
	x 151,616 m ²	
	= 170.388,16 kWh	
PV Globalstrahlung	170.388,16 kWh	
Verschmutzung	0,00 kWh	0,00 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 19,78 %)	-136.678,36 kWh	-80,22 %
PV Nennenergie	33.709,79 kWh	
Schwachlichtverhalten	-672,41 kWh	-1,99 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-461,03 kWh	-1,40 %
Dioden	-162,88 kWh	-0,50 %
Mismatch (Herstellerangaben)	-648,27 kWh	-2,00 %
Mismatch (Verschaltung/Abschattung)	0,00 kWh	0,00 %
Strangleitung	-13,91 kWh	-0,04 %
PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung	31.751,30 kWh	
Unterschreitung der DC-Startleistung	-0,63 kWh	0,00 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	0,00 kWh	0,00 %
MPP Anpassung	-42,41 kWh	-0,13 %
PV-Energie (DC)	31.708,26 kWh	
Energie am WR-Eingang	31.708,26 kWh	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	0,00 kWh	0,00 %
DC/AC-Wandlung	-1.000,42 kWh	-3,16 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-4,32 kWh	-0,01 %
AC-Kabel	-146,61 kWh	-0,48 %
PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch	30.556,92 kWh	
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	30.561,23 kWh	

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Überblick

Anlagendaten

Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	8.249 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	30 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	01.05.2023
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Kapitalzins	1 %

Wirtschaftliche Kenngrößen

Gesamtkapitalrendite	12,25 %
Kumulierter Cashflow	77.421,69 €
Amortisationsdauer	8,1 Jahre
Stromgestehungskosten	0,0781 €/kWh

Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	1.500,00 €/kWp
Investitionskosten	45.000,00 €
Einmalzahlungen	0,00 €
Förderungen	0,00 €
Jährliche Kosten	0,00 €/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0,00 €/Jahr

Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	586,50 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	4.845,22 €/Jahr
EEG 2021 (September) - Gebäudeanlagen	
Gültigkeit	03.09.2022 - 31.12.2042
Spezifische Einspeisevergütung	0,0711 €/kWh
Einspeisevergütung	586,5035 €/Jahr
Example Private (Example)	
Arbeitspreis	0,2218 €/kWh
Grundpreis	6,9 €/Monat
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	2 %/Jahr

Abbildung: Entwicklung der Energiekosten

Rathaus Flintbek

Bearbeiter/in: Wolfgang Loß
Angebotsnummer: 1. Entwurf - Grobabschätzung

Kunde: Gemeinde Flintbek - Der Bürgermeister, Frau Corinna Arpe
Kundennr.: ohne

Cashflow

Cashflow

	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Investitionen	-45.000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	580,70 €	574,95 €	569,25 €	563,62 €	558,04 €
Einsparungen Strombezug	4.797,24 €	4.844,74 €	4.892,71 €	4.941,15 €	4.990,07 €
Jährlicher Cashflow	-39.622,06 €	5.419,69 €	5.461,96 €	5.504,77 €	5.548,11 €
Kumulierter Cashflow	-39.622,06 €	-34.202,37 €	-28.740,41 €	-23.235,63 €	-17.687,52 €

Cashflow

	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	552,51 €	547,04 €	541,63 €	536,26 €	530,95 €
Einsparungen Strombezug	5.039,48 €	5.089,38 €	5.139,77 €	5.190,65 €	5.242,05 €
Jährlicher Cashflow	5.592,00 €	5.636,42 €	5.681,39 €	5.726,92 €	5.773,00 €
Kumulierter Cashflow	-12.095,53 €	-6.459,11 €	-777,71 €	4.949,20 €	10.722,21 €

Cashflow

	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	525,70 €	520,49 €	515,34 €	510,24 €	505,18 €
Einsparungen Strombezug	5.293,95 €	5.346,36 €	5.399,30 €	5.452,76 €	5.506,75 €
Jährlicher Cashflow	5.819,65 €	5.866,86 €	5.914,64 €	5.963,00 €	6.011,93 €
Kumulierter Cashflow	16.541,85 €	22.408,71 €	28.323,35 €	34.286,34 €	40.298,28 €

Cashflow

	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	500,18 €	495,23 €	490,33 €	485,47 €	479,14 €
Einsparungen Strombezug	5.561,27 €	5.616,33 €	5.671,94 €	5.728,09 €	5.784,81 €
Jährlicher Cashflow	6.061,45 €	6.111,56 €	6.162,26 €	6.213,57 €	6.263,95 €
Kumulierter Cashflow	46.359,72 €	52.471,29 €	58.633,55 €	64.847,12 €	71.111,06 €

Cashflow

	Jahr 21
Investitionen	0,00 €
Einspeisevergütung	468,54 €
Einsparungen Strombezug	5.842,08 €
Jährlicher Cashflow	6.310,63 €
Kumulierter Cashflow	77.421,69 €

Degradation- und Preissteigerungsraten werden monatlich über den gesamten Betrachtungszeitraum angewendet. Dies erfolgt bereits im ersten Jahr.

Rathaus Flintbek

Bearbeiter/in: Wolfgang Loß
Angebotsnummer: 1. Entwurf - Grobabschätzung

Kunde: Gemeinde Flintbek - Der Bürgermeister, Frau Corinna Arpe
Kundennr.: ohne

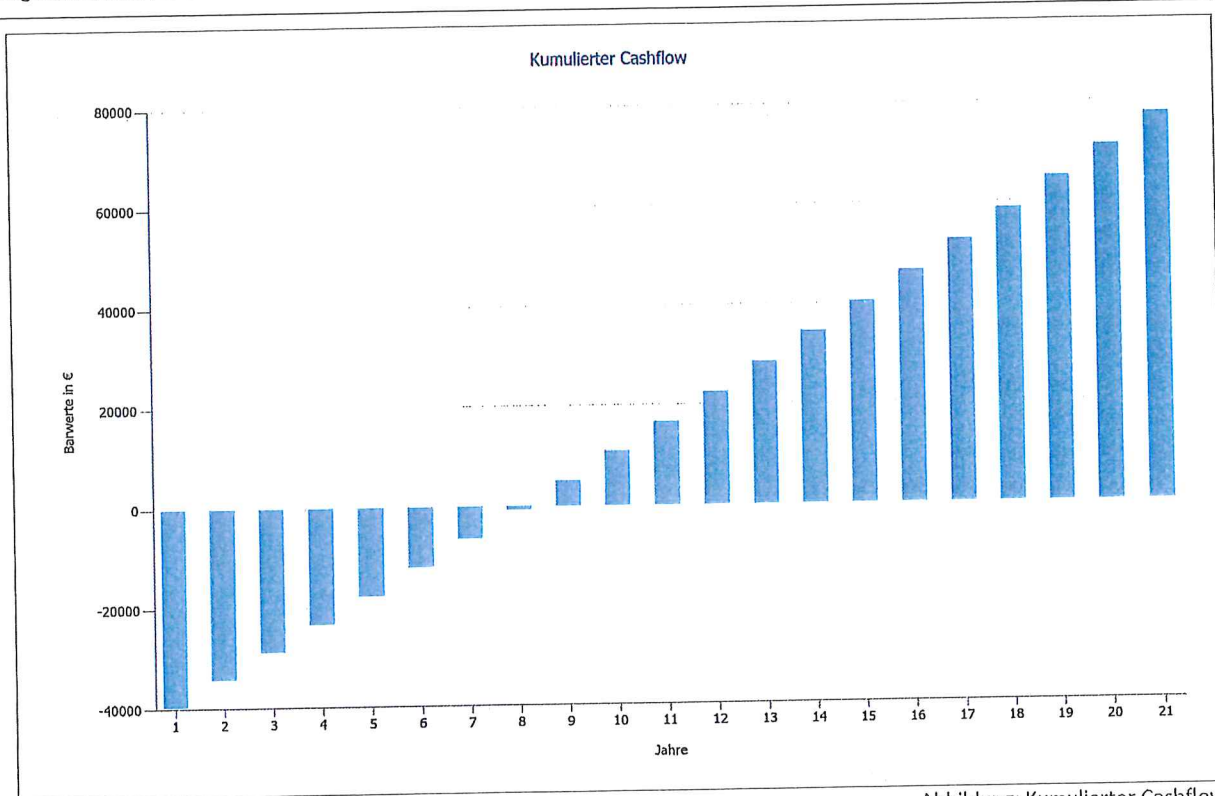


Abbildung: Kumulierter Cashflow

Datenblätter

Datenblatt PV-Modul

PV-Modul: Q.PEAK DUO BLK ML-G9 375 Rev1 (v1)

Hersteller	Hanwha Q.CELLS
Lieferbar	Ja
Elektrische Daten	
Zelltyp	Si monokristallin
Halbzellen-Modul	Ja
Anzahl Zellen	132
Anzahl Bypassdioden	3
Verlustspannung pro Bypassdiode	1 V
Integrierter Leistungsoptimierer	Nein
Nur Trafo-Wechselrichter geeignet	Nein
U/I Kennwerte bei STC	
Spannung im MPP	37,57 V
Strom im MPP	9,98 A
Leerlaufspannung	45,01 V
Kurzschlussstrom	10,47 A
Erhöhung Leerlaufspannung vor Stabilisierung	0 %
Nennleistung	375 W
Füllfaktor	79,56 %
Wirkungsgrad	19,78 %
U/I Teillastkennwerte	
Quelle der Werte	Hersteller/Eigene
Einstrahlung	200 W/m ²
Spannung im MPP bei Teillast	36,134 V
Strom im MPP bei Teillast	1,993 A
Leerlaufspannung bei Teillast	42,054 V
Kurzschlussstrom bei Teillast	2,093 A
Weitere Parameter	
Temperaturkoeffizient Uoc	-121,5 mV/K
Temperaturkoeffizient Isc	4,2 mA/K
Temperaturkoeffizient Pmpp	-0,35 %/K
Winkelkorrekturfaktor (IAM)	100 %
Maximale Systemspannung	1000 V
Mechanische Daten	
Breite	1030 mm
Höhe	1840 mm
Tiefe	32 mm
Rahmenbreite	13 mm
Gewicht	19,5 kg

Datenblatt Wechselrichter

Wechselrichter: PIKO CI 30 (v1)

Hersteller	Kostal
Lieferbar	Ja
Elektrische Daten - DC	
DC-Nennleistung	30 kW
Max. DC-Leistung	45 kW
DC-Nennspannung	620 V
Max. Eingangsspannung	1000 V
Max. Eingangsstrom	90 A
Anzahl DC-Eingänge	6
Elektrische Daten - AC	
AC-Nennleistung	30 kW
Max. AC-Leistung	33 kVA
AC-Nennspannung	400 V
Anzahl Phasen	3
Mit Trafo	Nein
Elektrische Daten - Sonstige	
Änderung des Wirkungsgrades bei Abweichung der Eingangsspannung von der Nennspannung	0 %/100V
Min. Einspeiseleistung	10 W
Standby-Verbrauch	1 W
Nachtverbrauch	1 W
MPP-Tracker	
Leistungsbereich < 20% der Nennleistung	99,6 %
Leistungsbereich > 20% der Nennleistung	99,9 %
Anzahl MPP-Tracker	2
MPP-Tracker 1-2	
Max. Eingangsstrom	37,5 A
Max. Eingangsleistung	22,5 kW
Min. MPP-Spannung	180 V
Max. MPP-Spannung	950 V

Datenblatt Batteriesystem

Batteriesystem: KOSTAL PLENTICORE BI 10/26 + B-Box Premium HVM 22.1 (22.1 kWh) (v1)

Hersteller	Kostal
Lieferbar	Ja
Batteriewechselrichter	
Nennleistung	10 kW
Maximale Ladeleistung	10 kW
Maximale Entladeleistung	10 kW
Art der Kopplung	AC Kopplung
Batterie	
Hersteller Batterie	BYD Company Ltd.
Modell	HVM (v1)
Anzahl	8 (8x1)
Batteriesystemspannung DC	409,6 V
Nutzbare Batterieenergie	21 kWh
Kapazität bei t=10h	53,9 Ah

Datenblatt Batterie

Batterie: HVM (v1)

Hersteller	BYD Company Ltd.
Lieferbar	Ja
Elektrische Daten	
Batterietyp	Lithium-Eisen-Phosphat
Zellspannung	3,2 V
Anzahl Zellen in Reihe	16
Nennspannung	51,2 V
Anzahl Batteriestränge	2
Innenwiderstand	9,6 mΩ
Selbstentladung	1 %/Monat
Haltbarkeit in Lade-Entlade-Zyklen (DoD = 40 %)	12000
Mechanische Daten	
Länge	298 mm
Breite	640 mm
Höhe	457 mm
Gewicht	42 kg

Pläne und Stückliste
Schaltplan

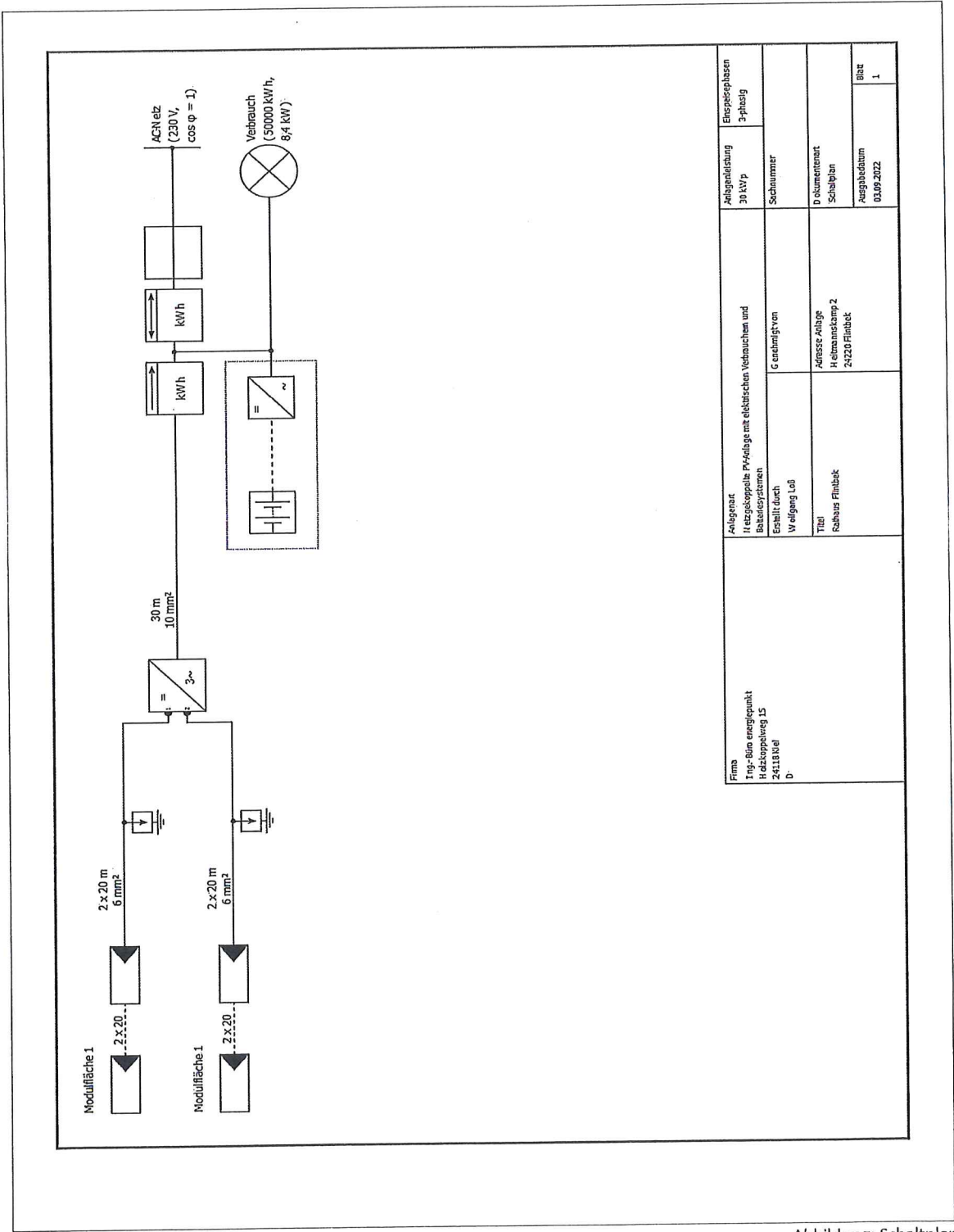
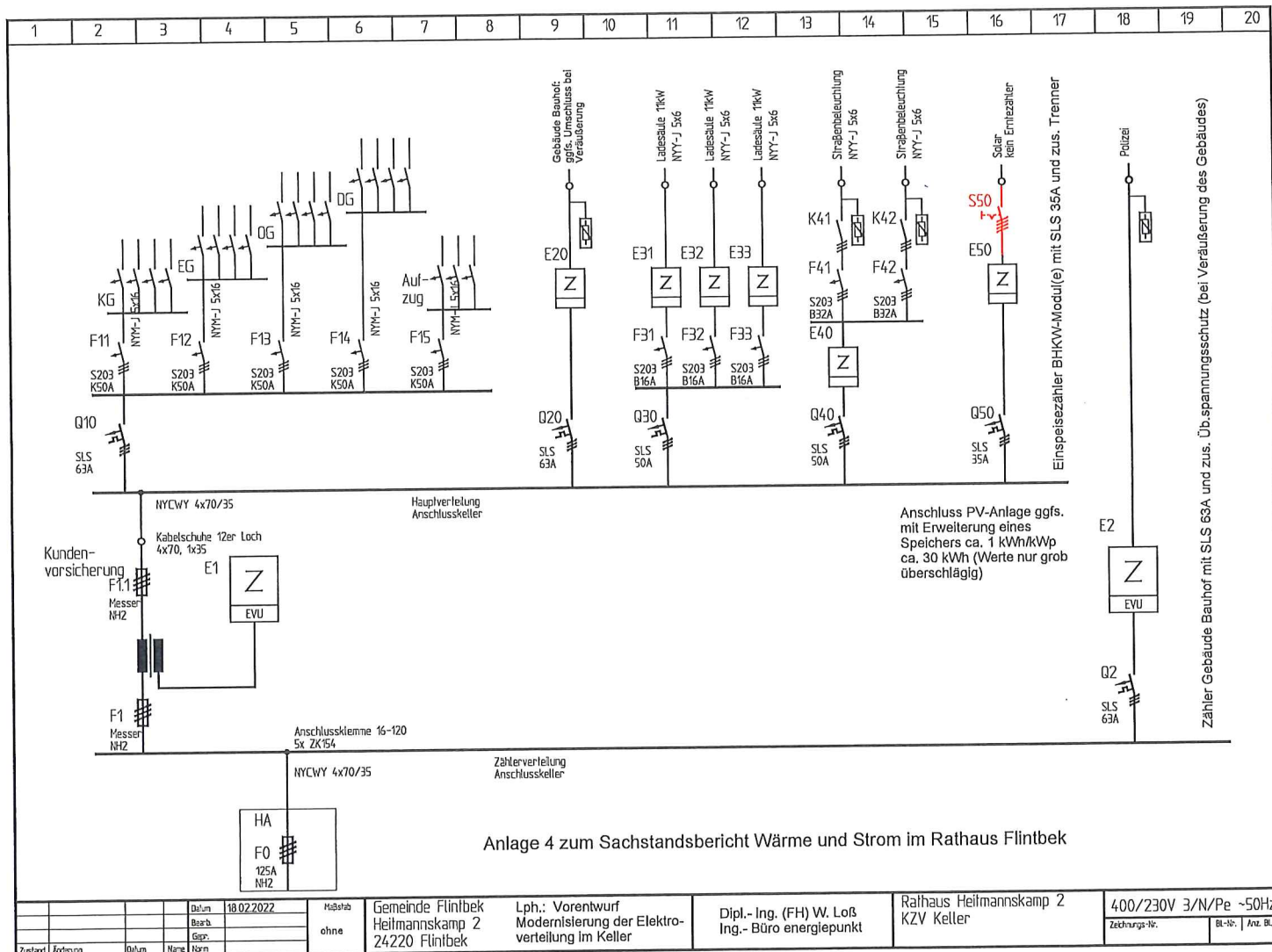


Abbildung: Schaltplan

Stückliste

Stückliste

#	Typ	Artikelnummer	Hersteller	Name	Menge	Einheit
1	PV-Modul		Hanwha Q.CELLS	Q.PEAK DUO BLK ML- G9 375 Rev1	80	Stück
2	Wechselrichter		Kostal	PIKO CI 30	1	Stück
3	Batteriesystem		Kostal	KOSTAL PLENTICORE BI 10/26 + B-Box Premium HVM 22.1 (22.1 kWh)	1	Stück
4	Kabel			AC-Kabel 3-phasig 10 mm ² Kupfer	30	m
5	Kabel			Strangleitung 6 mm ² Kupfer	80	m
6	Komponenten			Einspeisezähler	1	Stück
7	Komponenten			Zweirichtungszähler	1	Stück
8	Komponenten			Hausanschluss	1	Stück
9	Komponenten			Überspannungsschutz mit Erdung	2	Stück



Anlage 5 zum Sachstandsbericht Wärme und Strom im Rathaus Flintbek

Dachs Nachkalkulation

Version

- Nachkalkulation Gebäude Rathaus Flintbek

Rathaus Flintbek, Bestand, grundüberholt
1 BHKW 5 kW el., 12 kW therm., 5.000 h
ohne KWK-Bonus

Datum 02.05.2022

Betrachtungszeitraum:

5.000 Betriebsstunden pro Jahr und Dachs

Einnahmen / Einsparungen

KWK-Stromvergütung	25.000 kWh(el)	x	0,0000 €/kWh(el)	=	0,00 €
Eingespeister KWK-Strom	5.000 kWh(el)	x	0,1800 €/kWh(el)	=	900,00 €
Vermiedener Strombezug	20.000 kWh(el)	x	0,3046 €/kWh(el)	=	6.092,80 €
Einsparung Heizkosten	73.000 kWh(th)	x	0,1120 €/kWh(th)	=	8.175,43 €
Rückerstattung Energiesteuer	108.824 kWh(Hs)	x	0,00442 €/kWh(Hs)	=	481,00 €
					15.649,23 €

Ausgaben

Brennstoffkosten	108.824 kWh(Hs)	x	0,0916 €/kWh(Hs)	=	9.971,50 €
Wartungskosten Dachs	5.000 h	x	0,1666 €/h	=	833,00 €
					10.804,50 €

Energiekosteneinsparung 4.844,73 €

CO₂ - Einsparung

Brennstoffverbrauch Dachs	108.824 kWh(Hs)	x	183 g/kWh(Hs)	=	19.915 kg
Verdrängung Kraftwerksstrom	-25.000 kWh(el)	x	576 g/kWh(el)	=	-14.400 kg
Brennstoffeinsparung Kessel	-89.222 kWh(Hs)	x	183 g/kWh(Hs)	=	-16.328 kg
					-10.813 kg

Dachs Nachkalkulation

Version 14.04



- Nachkalkulation Gebäude Rathaus Flintbek

Rathaus Flintbek, Bestand - grundüberholt
2 BHKW, 2x 5 kW el., 2x 12 kW therm. je 4.500 h
ohne KWK-Bonus

Datum 02.05.2022

Betrachtungszeitraum:

4.500 Betriebsstunden pro Jahr und Dachs

Einnahmen / Einsparungen

KWK-Stromvergütung	45.000 kWh(el)	x	0,0000 €/kWh(el)	=	0,00 €
Eingespeicherter KWK-Strom	10.000 kWh(el)	x	0,1800 €/kWh(el)	=	1.800,00 €
Vermiedener Strombezug	35.000 kWh(el)	x	0,3046 €/kWh(el)	=	10.662,40 €
Einsparung Heizkosten	131.400 kWh(th)	x	0,1120 €/kWh(th)	=	14.715,78 €
Rückerstattung Energiesteuer	195.882 kWh(Hs)	x	0,00442 €/kWh(Hs)	=	865,80 €
					28.043,98 €

Ausgaben

Brennstoffkosten	195.882 kWh(Hs)	x	0,0916 €/kWh(Hs)	=	17.948,70 €
Wartungskosten Dachs	9.000 h	x	0,1666 €/h	=	1.499,40 €
					19.448,10 €

Energiekosteneinsparung 8.595,88 €

CO₂ - Einsparung

Brennstoffverbrauch Dachs	195.882 kWh(Hs)	x	183 g/kWh(Hs)	=	35.846 kg
Verdrängung Kraftwerksstrom	-45.000 kWh(el)	x	576 g/kWh(el)	=	-25.920 kg
Brennstoffeinsparung Kessel	-160.600 kWh(Hs)	x	183 g/kWh(Hs)	=	-29.390 kg
					-19.463 kg