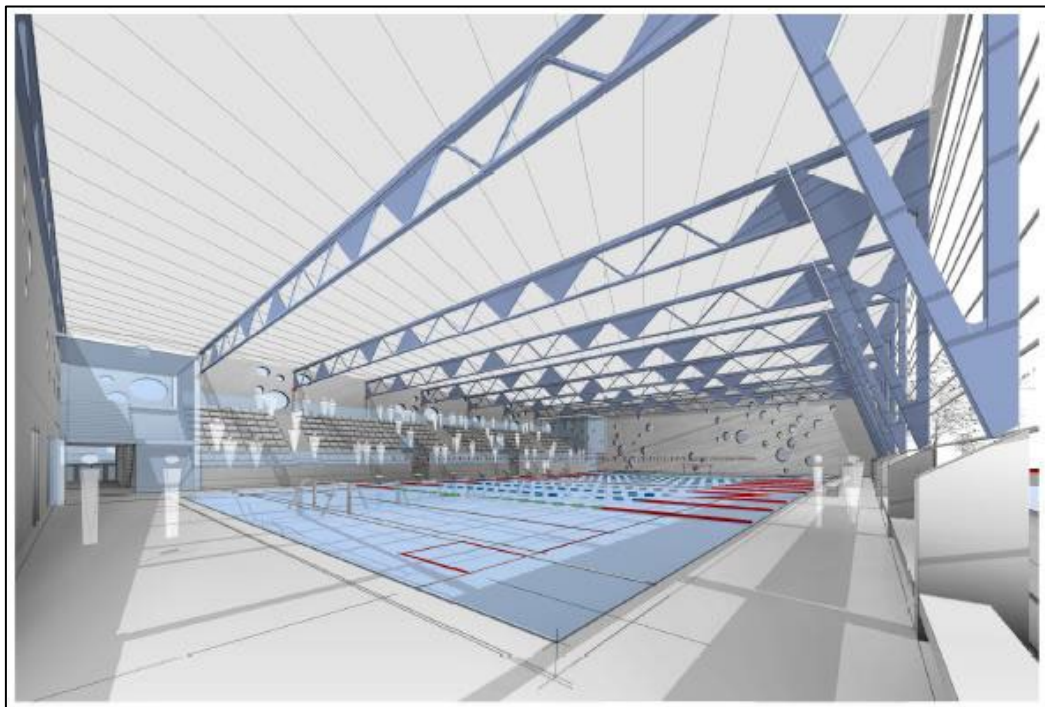




Stadtbadanbau Plauen



Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung



M&S UMWELTPROJEKT GMBH

www.mus-umweltprojekt.de

Zentrale Plauen

Anschrift: Pfortenstraße 7
D-08527 Plauen
Telefon (03741) 57219-0
Telefax (03741) 57219-40
E-Mail plauen@mus-umweltprojekt.de



Privatrechtliche Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau nach RAP Stra 15 - Registrier-Nr: 63/StB 39.2 [A1/ A3]

Auf der Grundlage der Verwaltungsvereinbarung zwischen der OFD-H und der BAM anerkanntes Ingenieurbüro für Probenahme und Analytik auf Bundesliegenschaften, BAM-Registrier-Nr. 204

Objekt : **Erweiterung Stadtbad Plauen**

Stadt Plauen / Vogtlandkreis

Vorhaben : **Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung**

Planungsphase : Variantenvoruntersuchung

Auftraggeber :



Stadt Plauen
Unterer Graben 1
08523 Plauen

Auftragnehmer : **M&S Umweltprojekt GmbH**

Projektnummer : **22/09/1141 PI**

Plauen, 15.02.2023
aktualisiert: 22.03.2023



bearbeitet:

Dipl.-Ing. S. Opitz
(Projektleiter)

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

6.2.6	Variante 4 – Wärmepumpe mit Speicher	73
6.2.6.1	Variante 4a – Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + Eisspeicher.....	74
6.2.6.2	Variante 4b – Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + eTank	75
6.2.7	Variante 5 - Biomasseheizung	76
6.3	Energetischer Variantenvergleich.....	77
6.4	wirtschaftlicher VArIantenvergleich/ Wirtschaftlichkeistbetrachtung	79
6.5	CO2-Emissionen (bilanziell)	83
6.6	Vorzugsvariante	85
7.	VORSCHLÄGE FÜR MESSSTELLEN	86
8.	EMPFEHLUNGEN FÜR DIE WEITERE PLANUNG DES STADTBADANBAUS.....	87
8.1	Gebäudehülle	87
8.2	Stromerzeugung.....	89
8.2.1	WindMyRoof.....	89
8.2.2	Aeromine.....	90
8.2.3	Vortex Bladeless	90
8.2.4	Windturbinenwand	91
8.2.5	Semitransparente PV-Module.....	92
8.2.6	Windkraft	93
8.2.7	Wasserkraft.....	94
8.3	Wärmeerzeugung.....	94
8.4	Wasseraufbereitung	95
8.5	Duschen	98
8.6	Beckenwasser.....	99
8.7	Pumpen, Motoren, Ventilatoren.....	99
8.8	Hallenlüftung/ Hallendurchströmung.....	100
8.9	Gebäudeleittechnik.....	102
8.10	Beleuchtung	102
8.11	Platzbedarf für die Anlagentechnik	102
8.12	Sonstige Hinweise.....	103
9.	AUFGABENSTELLUNG FÜR DIE AUSSCHREIBUNG DER WEITEREN PLANUNGEN	104
10.	ZUSAMMENFASSUNG.....	107
11.	QUELLEN/ UNTERLAGEN	109

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1 – Kennzahlen Erweiterungsbau (Quelle: Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen – Variante 3)	15
Tabelle 2 – maximale U-Werte der Bauhülle	48
Tabelle 3 – Nutzungsprofil	49
Tabelle 4 – Temperaturen nach VDI 2089, Tabelle 2	50
Tabelle 5 – tabellarische Übersicht Zoneneinteilung	51
Tabelle 6 – Energiebedarfsermittlung Stadtbadanbau mittels EPASSHELENA Ultra	54
Tabelle 7 – Energiebedarfsermittlung Stadtbadanbau mittels VDI 2089	55
Tabelle 8 – Heizleistungen gem. VDI 2089, Teil 1 in Verbindung mit DIN EN 12831-1	56
Tabelle 9 – überschlägige Ermittlung Leistungsbedarf Strom	57
Tabelle 10 – Bedarfe Stadtbadanbau Plauen	57
Tabelle 11 – Energiebedarfsermittlung auf der Grundlage Kennwerte Bestand 2022	58
Tabelle 12 – Zusammenfassung Energiebedarfsermittlungen für den Anbau	59

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1 – Lage des Stadtbades sowie der Erweiterungsfläche mit Gemarkungs- und Flurstücksangaben (Quelle: geoportal Sachsen)	13
Abbildung 2 – Lageplan Variante - Auszug aus Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen – Variante längs (Quelle: Architekturlux)	14
Abbildung 3 – Erdgasverbrauch Stadtbad Plauen (ohne Witterungsreinigung); Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung	19
Abbildung 4 – Erdgasverbrauch Stadtbad Plauen (ohne Witterungsreinigung) unterteilt nach Erzeugungsart; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung	20
Abbildung 5 – Erdgasverbrauch, Wärme- und Stromerzeugung BHKW, Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung	20
Abbildung 6 – Erdgasverbrauch Stadtbad Plauen (ohne Witterungsreinigung) unterteilt nach Erzeugungsart; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung	21
Abbildung 7 – aus Verbrauchsdaten ermittelte Heizlast Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung	22
Abbildung 8 – mittlere monatliche Heizlast Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung	23
Abbildung 9 – monatlicher Gasbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	24

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Abbildung 10 – täglicher Gasbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	24
Abbildung 11 – stündlicher Gasbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	25
Abbildung 12 – stündlicher Gasbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen - Zeitraum 12.08.2021 - 31.12.2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	26
Abbildung 13 – monatlicher Gasverbrauch BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	26
Abbildung 14 – täglicher Gasverbrauch BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	27
Abbildung 15 – stündlicher Gasverbrauch BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	27
Abbildung 16 – monatliche Wärmelieferung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	28
Abbildung 17 – tägliche Wärmelieferung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	28
Abbildung 18 – stündliche Wärmelieferung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	29
Abbildung 19 – Entwicklung jährlicher Stromverbrauch Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung	30
Abbildung 20 – monatlicher Stromverbrauch Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung	31
Abbildung 21 – monatlicher Stromverbrauch Stadtbad Plauen für die Jahre 2021 und 2022 aufgeteilt nach Bereichen; Datenquelle: INM, eigene Darstellung	31
Abbildung 22 – monatlicher Strombezug (Hauptstromzähler) Stadtbad Plauen - Zeitraum 01/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	32
Abbildung 23 – täglicher Strombezug (Hauptstromzähler) Stadtbad Plauen - Zeitraum 01/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	32
Abbildung 24 – stündlicher Strombezug (Hauptstromzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	33
Abbildung 25 – monatliche Stromerzeugung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	34
Abbildung 26 – tägliche Stromerzeugung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	34
Abbildung 27 – stündliche Stromerzeugung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	35
Abbildung 28 – stündlicher Stromverbrauch Sauna Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	36
Abbildung 29 – stündlicher Stromerzeugung PVA Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	36

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Abbildung 30 – stündliche Stromeinspeisung (BHKW und PVA) Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	37
Abbildung 31 – Strombilanz Stadtbad Plauen 2021; Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung	38
Abbildung 32 – Strombilanz Stadtbad Plauen 2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung	39
Abbildung 33 – monatlicher Wasserbezug aus öffentlichen Netz - Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung	40
Abbildung 34 – monatlicher Wasserverbrauch Sauna Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung	41
Abbildung 35 – monatlicher Wasserverbrauch Stadtbad Plauen (ohne Sauna); Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung	41
Abbildung 36 – monatlicher Wasserbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	42
Abbildung 37 – täglicher Wasserbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	43
Abbildung 38 – stündlicher Wasserbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	43
Abbildung 39 – monatlicher Wasserbezug Sauna Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 - 12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	44
Abbildung 40 – täglicher Wasserbezug Sauna Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	44
Abbildung 41 – stündlicher Wasserbezug Sauna Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software	45
Abbildung 42 – Entwicklung spezifischer Wärmeverbrauch	46
Abbildung 43 – Entwicklung spezifischer Stromverbrauch	46
Abbildung 44 – Entwicklung spezifischer Wasserverbrauch	46
Abbildung 45 – Auszug aus [1] - Grundriß Erdgeschoss Variante 3 (Blatt 17) mit Zonierung	51
Abbildung 46 – Auszug aus [1] - Querschnitt Variante 3 (Blatt 18) mit Zonierung	52
Abbildung 47 – Auszug aus [1] - Ansichten / Gesamtschnitt Variante 3 (Blatt 19) mit Zonierung	52
Abbildung 48 – Anlagenschemata Ausgangsvariante für die Berechnung des Energiebedarfs	53
Abbildung 49 – Definition der Verbrauchsseite	65
Abbildung 50 – Energieflussdiagramm Variante 0 - Ausgangsvariante	66
Abbildung 51 – Energiefluss Variante 1a – Gasbrennwertkessel und PV-Anlage	67
Abbildung 52 – Energiefluss Variante 1b – Gas-BHKW + Spitzenlastkessel und PV-Anlage	68
Abbildung 53 – Energiefluss Variante 2 – Fernwärme und PV-Anlage	69
Abbildung 54 – Energiefluss Variante 3a – Luftwärmepumpe + Spitzenlastkessel und PV-Anlage	70
Abbildung 55 – Energiefluss Variante 3b – Sole-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel und PV-Anlage	71
Abbildung 56 – Energiefluss Variante 3c – Sole-Wärmepumpe + PVT + Spitzenlastkessel und PV-Anlage	72

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Abbildung 57 – Energiefluss Variante 3d – Sole-Wärmepumpe + Luft-Wärmepumpe + elektr. Nachheizung und PV- Anlage	73
Abbildung 58 – Energiefluss Variante 4a – Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + Eisspeicher + Spitzenlastkessel und PV- Anlage	74
Abbildung 59 – Energiefluss Variante 4b – Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + eTank + Spitzenlastkessel und PV- Anlage	75
Abbildung 60 – Energiefluss Variante 5 – Pelletkessel und PV-Anlage	76
Abbildung 61 – Variantenvergleich – gesamter Brennstoff- und Strombedarf	77
Abbildung 62 – Energiebedarf Fernwärme ohne PV-Anlage	78
Abbildung 63 – Variantenvergleich – Investitionskosten	80
Abbildung 64 – Variantenvergleich – Energiegestehungskosten	81
Abbildung 65 – Variantenvergleich – Energiekosten über 20 Jahre	82
Abbildung 66 – Variantenvergleich – CO ₂ -Emissionen	84
Abbildung 67 – System WindMyRoof (Quelle: https://www.windmyroof.com/en/)	89
Abbildung 68 – System Aeromine (Quelle: https://www.aerominetechologies.com/)	90
Abbildung 69 – System Vortex Bladeless (Quelle: https://vortexbladeless.com)	91
Abbildung 70 – Windturbinenwand (Quelle: https://www.agrarheute.com/management/agribusiness/windturbinen-mini-generatoren-genug-strom-fuer-haushalt-599767)	91
Abbildung 71 – geplanter Gang zum Anbau (Quelle: [1])	92
Abbildung 72 – Absenkung Wasserspiegel zu Nichtnutzungszeiten (Quelle: [4])	96
Abbildung 73 – Schema Wasseraufbereitung und -nutzung Lippe-Bad (Quelle: [4])	97
Abbildung 74 – Zentrale Anordnung der Duschen (Quelle: [4])	98
Abbildung 75 – Luftführung mit bodennaher Absaugung zur vorteilhaften Temperatur- und Feuchteschichtung (Quelle: [4])	101

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Auszug aus Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen – Variante 3
Anlage 2	Berechnungsdokumentation Energiebedarfsermittlung
Anlage 3	Berechnungsdokumentation Energiebedarfsermittlung nach VDI 2089
Anlage 4	Variantendarstellungen und -simulationsergebnisse, Wirtschaftlichkeitsberechnung
Anlage 4.1	Variante 0: Gasbrennwertkessel
Anlage 4.2	Variante 1a: Gasbrennwertkessel + PV-Anlage
Anlage 4.3	Variante 1b: Gas-BHKW + Spitzenlastkessel + PV-Anlage
Anlage 4.4	Variante 2: Fernwärme + PV-Anlage
Anlage 4.5	Variante 3a: Luft-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel + PV-Anlage
Anlage 4.6	Variante 3b: Sole-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel + PV-Anlage
Anlage 4.7	Variante 3c: Sole-Wärmepumpe + PVT + Spitzelastkessel + PV-Anlage
Anlage 4.8	Variante 3d: Sole-Wärmepumpe + Luft-Wärmepumpe + elektr. Nachheizung + PV-Anlage
Anlage 4.9	Variante 4a: Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + Eisspeicher + Spitzenlastkessel + PV-Anlage
Anlage 4.10	Variante 4b: Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + eTank + Spitzenlastkessel + PV-Anlage
Anlage 4.11	Variante 5: Pelletkessel + PV-Anlage
Anlage 5	Variantenvergleiche
Anlage 5.1	Vergleich der Simulationsergebnisse der Varianten
Anlage 5.2	Wirtschaftlichkeitsvergleich der Varianten
Anlage 6	Unterlagen/ Email BREMAG
Anlage 7	Unterlagen/ Richtpreisangebot enviaTherm
Anlage 8	Stromkennzeichnung Stadtwerke Strom Plauen 2021

0. Vorwort / Kurzzusammenfassung

Für das Stadtbad Plauen ist eine Erweiterung (Anbau) geplant. Die Energieversorgung des Anbaus soll dabei klimaneutral sein. Insgesamt soll das gesamte Stadtbad mit seinem Neubau bilanziell pro Betriebsjahr nicht mehr Treibhausgasemissionen ausstoßen als die aktuellen Bestandsgebäude allein.

Statistische Erhebungen zeigen, dass die Personalkosten in öffentlichen Bädern mit einem Kostenanteil von etwa 50 Prozent den größten Einzelkostenblock darstellen. Darauf folgen die Energiekosten mit einem Anteil von immerhin etwa 30 Prozent. Das erscheint relativ gering, doch tatsächlich weisen die Hallen- und Freibäder im Vergleich zu Wohn-, Geschäfts-, Büro-, Sport- und sonstige Nutzgebäuden den höchsten spezifischen Energiebedarf auf. Dies ist nicht verwunderlich, da ein immenser Energiebedarf für die Bereitstellung der relativ großen und beheizten Wasserflächen sowie der dazugehörigen Raumklimatisierung notwendig ist.

Wesentliche Anteile am Wärmeverbrauch werden durch die Verteilverluste der Wärmeerzeugung, durch die Gebäudehülle durch die Erwärmung der Raumluft und des Beckenwassers sowie des Duschwassers verursacht. Strom wird neben den Lüftungsanlagen hauptsächlich von Pumpen, Attraktionen, elektrisch beheizten Saunen und der Beleuchtung verbraucht. Aufgrund der komplexen Anlagentechnik sowie der Wechselbeziehungen zwischen Badewassertechnik und Lüftungsanlagen bieten Hallenschwimmbäder ein vergleichsweise hohes Energie- und Kosteneinsparpotenzial.

Durch eine energieoptimierte Planung von Schwimmhallen-Neubauten lassen sich große Energiemengen einsparen.

Auf der Grundlage der Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen (vgl. [1]) wurden im Rahmen des vorliegenden Berichtes Varianten zur Energieversorgung aufgestellt und bewertet. Wie die Untersuchungen zeigen, ist eine klimaneutrale Energieversorgung schwer realisierbar. Nur durch den Einsatz von erneuerbaren Energien (z.B. Biogas, Strom von PV-, Wind- oder Wasserkraftanlagen, klimaneutrale Fernwärme auf erneuerbaren Energien) wird es möglich sein, dies zu realisieren.

In einem ersten Schritt wurden die Daten des vorhandenen Stadtbades analysiert und ausgewertet. In einem weiteren Schritt erfolgte eine Abschätzung des erforderlichen Energiebedarfs für den geplanten Anbau. Grundlage hierbei bildete die Variante 3 der Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen [1]. Bevor die einzelnen Varianten aufgestellt wurden, erfolgte ein Abgleich der auf unterschiedlichen Wegen ermittelten Energiebedarfe mit dem Daten des vorhandenen Bades.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden anschließend verschiedene Varianten zur energetischen Versorgung des Stadtbadanbaues aufgestellt und miteinander aus energetischer, wirtschaftlicher sowie emissionstechnischer Sicht verglichen.

Anhand der durchgeführten Variantenuntersuchung ist mit einem Einsatz von Wärmepumpentechnik am ehesten eine treibhausgasneutrale Versorgung realisierbar. Im Rahmen der Variantenuntersuchung hat sich die Variante Luft-Wärmepumpe in Kombination mit einer Sole-Wärmepumpe sowie elektrischer Warmwassererzeugung und elektrischer Spitzenlastabdeckung als die Variante mit den geringsten Treibhausgasemissionen herausgestellt. Auch die Biomassevariante liegt in ähnlicher Größenordnung. Jedoch wird bei der Biomasse-Variante ein höherer Platzbedarf benötigt.

Neben der Aufstellung, Simulation und dem Vergleich der unterschiedlichen Varianten wurden Hinweise gegeben/ erarbeitet, die im Rahmen der weiteren Planungen berücksichtigt werden sollten sowie Anforderungen an die folgenden Planungen definiert. Neben einer kompakten Bauweise mit einem geringen Fensteranteil und kleinen U-Werten ist insbesondere auch auf eine wärmebrückenfreie und luftdichte Planung und Ausführung Wert zu legen. Zur Reduzierung des Strombedarfs sollen eine effiziente Beleuchtung (LED), effiziente Motoren, Ventilatoren und Wasseraufbereitungstechniken zum Einsatz kommen. Weiterhin ist ein hoher Wärmerückgewinnungsgrad anzustreben.

1. Angaben zum Auftraggeber

- Name / Firma / Institution: Stadt Plauen
- Postanschrift: Unterer Graben 1
08523 Plauen
- Ansprechpartner: Frau Müller
- Telefon: 03741 / 291-1622
- Telefax: 03741 / 291-31622
- E-Mail: paula.mueller@plauen.de

2. Angaben zum Verfasser

- Name / Firma / Institution: M&S Umweltprojekt GmbH
- Postanschrift: Pfortenstraße 7
08527 Plauen
- Ansprechpartner: Herr Opitz (Projektleiter)
- Telefon: 03741 / 57 219 0
- Telefax: 03741 / 57 219 40
- E-Mail: sv.opitz@mus-umweltprojekt.de

3. Allgemeine Angaben

3.1 STANDORT

- Ort: 08527 Plauen
- Kreis: Vogtlandkreis
- Gemarkung: Plauen
- Flurstücke: 1597/15; 1597/16
1597/17 (geplanter Anbau)
- Eigentümer: Stadt Plauen
- Betreiber: Bäder Plauen mbH
- Höhe über HN: 333 m ü. HN (ca. Angaben)

Das Stadtbad befindet sich südöstlich des Zentrums der Stadt Plauen. Nordwestlich grenzt die Elster an das Stadtbadgelände und südöstlich die Hofer Strasse. Die Straße am Elsteranger, welche südlich und südwestlich des Stadtbadareals verläuft, soll im Zuge des geplanten Erweiterungsbaus verlegt werden.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Lage des Stadtbades sowie die Flurstücksgrenzen.

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

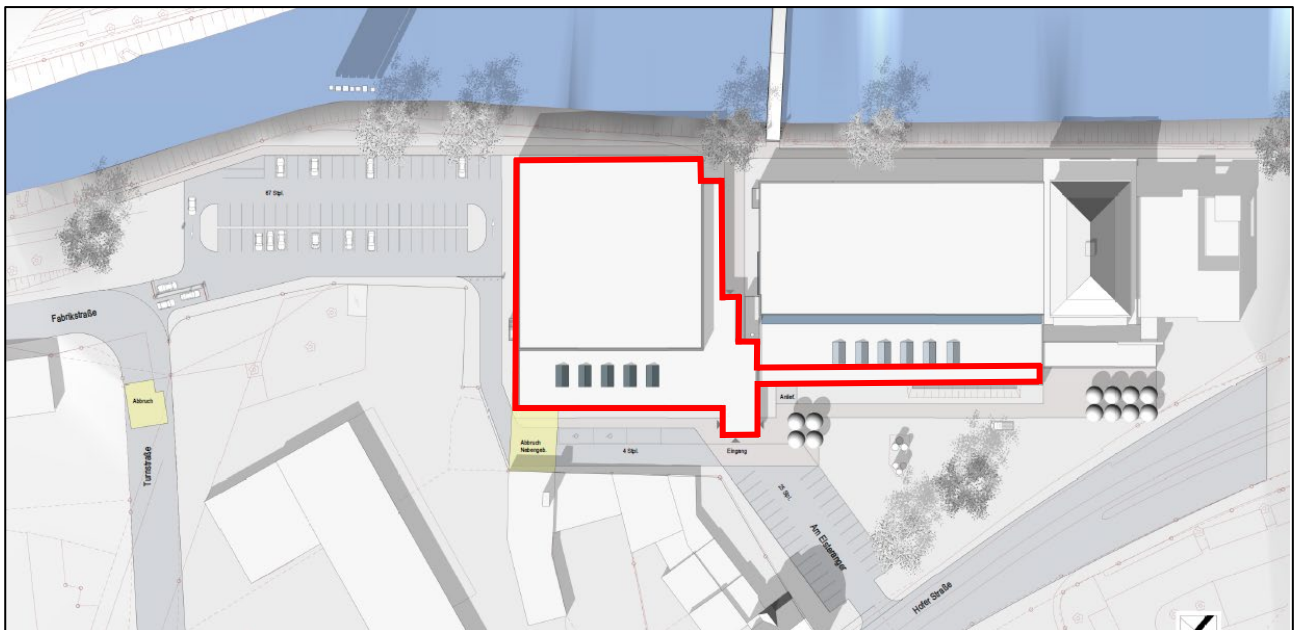


Abbildung 1 – Lage des Stadtbades sowie der Erweiterungsfläche mit Gemarkungs- und Flurstücksangaben (Quelle: geoportal Sachsen)

3.2 ANGABEN ZUR ERWEITERUNG

Für den Anbau liegt für die Bearbeitung dieser Variantenuntersuchung eine Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen vor [1].

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Lageplan der Variante. Weitere Unterlagen (Grundriss, Schnitte, Ansichten und Perspektiven) zur Variante sind der Anlage 1 beigefügt. Diese Unterlagen bilden auch die Grundlage für die weiterführenden Betrachtungen.



Legende: — geplante Erweiterung

Abbildung 2 – Lageplan Variante - Auszug aus Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen – Variante längs (Quelle: Architekturlux)

Offen ist noch, inwieweit auch ein Parkdeck errichtet wird/ werden soll. Weitere Planungen/ Detailplanung zur vorgesehenen Erweiterung liegen nicht vor.

Gemäß der Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen – Variante 3 - werden für die weitere Bearbeitung nachfolgende Kennzahlen zu Grunde gelegt:

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Tabelle 1 – Kennzahlen Erweiterungsbau (Quelle: Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen – Variante 3)

	BGF [m ²]	BRI [m ³]
34 m Halle Schwimmhalle	1.746,88	17.730,83
34 m Halle UG Technik	720,42	2.341,36
34 m Halle UG Becken	891,79	2.363,24
50 m Halle UG Schacht	87,62	299,67
34 m Halle Sanitär-/Nebentrakt	797,81	2.592,88
50 m Halle neuer Gand	186,28	950,04
50 m Halle neuer Gang	22,35	114,00
Summe	4.453,15	26.392,02

4. Ist-Situation

4.1 GRUNDLAGEN

Das Stadtbad wurde von 2005 bis 2007 neu errichtet. Hierbei wurden Teile des alten Stadtbades (Bereich jetzige Herrenhalle) in den Neubau integriert. 2011 erfolgte mit dem Sauna-Anbau eine Erweiterung.

Neben der Bedarfsermittlung für den Anbau ist im Rahmen der Variantenuntersuchung auch eine Analyse des Bestandes durchzuführen.

4.2 BESTANDSANALYSE

Die Stadt Plauen betreibt ein kommunales Energiemanagement. Innerhalb des Energiemanagements werden auch die Hauptverbrauchsdaten des Stadtbades erfasst. Neben der Darstellung der vorhandenen Anlagentechnik werden im Folgenden auch die erfassten Verbrauchsdaten ausgewertet und mögliche Potenziale der vorhandenen Technik herausgearbeitet.

4.2.1 TECHNISCHE EINRICHTUNGEN DER VORHANDENEN ENERGIEVERSORGUNG

Für die Energieversorgung des jetzigen Stadtbades stehen nachfolgende technische Einrichtungen zur Verfügung.

BHKW

- Typ: Loganova EN70V2
- Hersteller: Buderus
- Medium: Erdgas
- Leistung: 110 KW_{th}, 70 KW_{el}
- Anwendung: Wärme für Luftheizung Schwimmhalle und Eigenstromerzeugung sowie Einspeisung

Solarluftkollektoren

- Kollektorfläche: 110 m²
- Anwendung: Erwärmung Zuluft zentrale Lüftungsgeräte
- Max. Luftvolumenstrom: 9.000 m³/h

PV-Anlage

- Beschreibung: Fassaden-Lamellenanlage (Südwest), Nachführung defekt
- Modulleistung: 88 Wp
- Modulanzahl: 60 Stück
- Anlagenleistung: 5,28 KW_p
- Anwendung: Eigenstromerzeugung sowie Einspeisung

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Gegenwärtig wird auf dem Dach der derzeitigen Schwimmhalle (50 m Becken) eine PV-Anlage installiert. Entsprechend den vorliegenden Informationen können zu der PV-Anlage folgende Daten erhoben werden (vgl. [21]):

- Anlagenleistung: 99,88 kW_p
- Anzahl Module: 235 Stck. à 425 W
- Batterie: Lithium (50 kWh; SMA Sunny Tripower Storage 60 [Batterie-Wechselrichter])
- jährl. Energieertrag: ca. 91.000 kWh

Gas-Brennwertkessel

- Typ: Logano plus SB 735
- Hersteller: Buderus
- Medium: Erdgas
- Leistung: 1.200 KW
- Anwendung: Wärme Schwimmhalle, Sauna, Beckenwasser
- Kesselleistung auf 300 KW gedrosselt

Ursprünglich war auch eine Geothermieanlage vorhanden. Aufgrund technischer Schwierigkeiten bzw. weil die Anlage nicht so funktionierte wie geplant, wurde diese zurückgebaut. Die ehemalige Geothermieanlage (7 Bohrungen à 99,5 m tief, Bohrlochdurchmesser 140 mm, Bohrungen sind noch vorhanden) hatte eine Nennleistung von 180 KW. Sie wurde zur Erwärmung des Beckenwassers und zum Betrieb der Fußbodenheizung in den Umkleideräumen genutzt. Eine weitere technische Einrichtung der Geothermieanlage war ein Biodiesel-betriebener Verdichtermotor (Direktverdampfertechnik).

Lüftungsanlagen

Großanlagen

- Hersteller: menerga
- elektr. Anschlussleistung: 41 KW
- Luftleistung: 19.000 m³/h
- Anzahl: 3 Stück

Kleinere Anlage (Duschen)

- Hersteller: Nova
- elektr. Anschlussleistung: ca. 15 KW
- Wärmeleistung: 74 KW
- Luftleistung: 13.000 m³/h
- Anzahl: 1 Stück

Anhand der Bestandspläne werden über die Lüftungsanlagen derzeit ca. 75.000 m³/h Zuluft dem Stadtbad zugeführt. Die Zuluft wird mittels den Solarluftkollektoren (9.000 m³/h) sowie über einen erdverlegten Außenluftkanal (1.800 m³/h) vorgewärmt.

4.2.2 ANALYSE ENERGIEVERBRAUCH

Seitens der Stadt Plauen erfolgt die Erfassung von Verbrauchsdaten mit Hilfe der Software INM Management von INM. Je nach Medium liegen Daten seit 2014 vor. Im Rahmen eines Pilotprojektes der SAENA erfasst die Stadt Plauen seit März 2021 digital Stundenwerte der Verbräuche.

Im Rahmen dieser Variantenuntersuchung wird lediglich auf die für die Untersuchungen relevanten Daten eingegangen. Jährliche Auswertung der monatlichen Verbrauchsentwicklungen erfolgen durch das Energieteam der Stadt Plauen.

4.2.2.1 Wärme

Anhand der in der Software erfassten Verbräuche, ergibt sich für das Stadtbad Plauen ein durchschnittlicher Jahresverbrauch an Gas von ca. 2.580 MWh, wie auch die nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

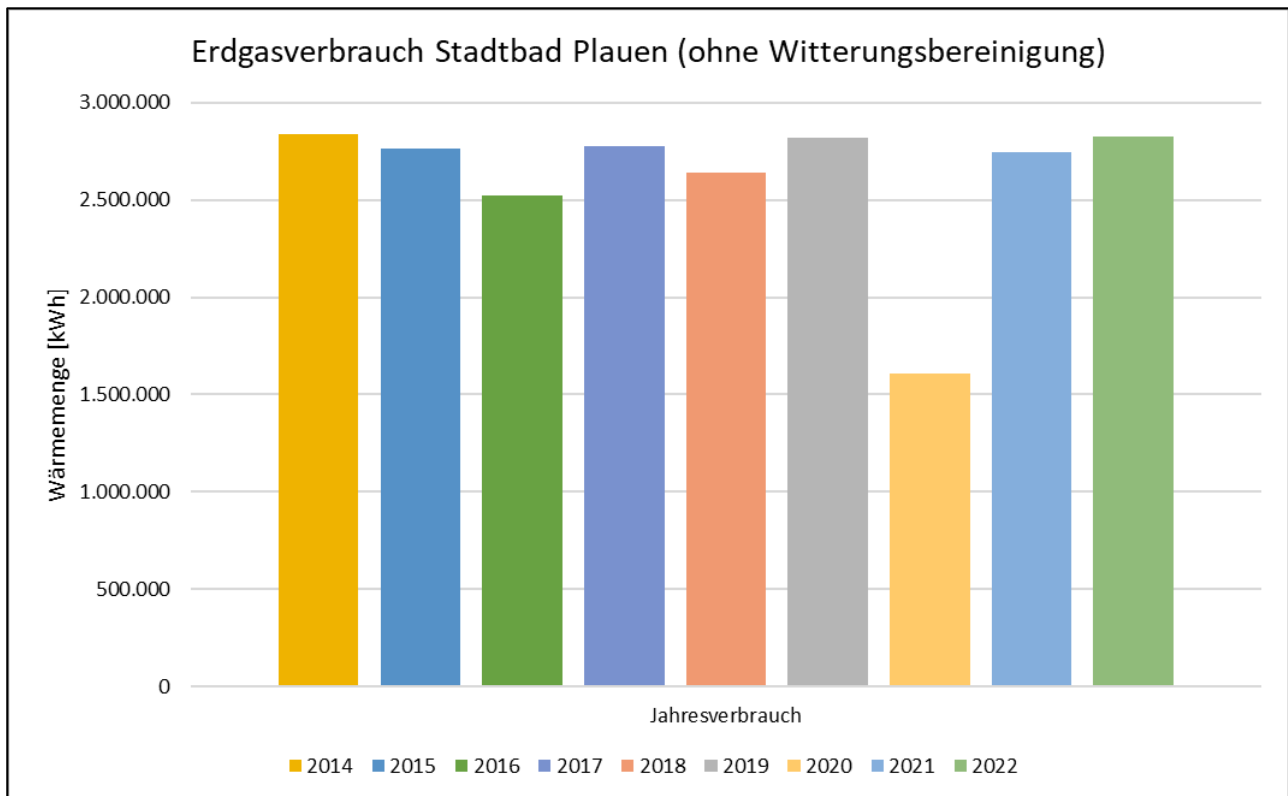


Abbildung 3 – Erdgasverbrauch Stadtbad Plauen (ohne Witterungsberreinigung); Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung

Die Abbildung 3 verdeutlicht, dass das Jahr 2020 nicht repräsentativ ist. Hier sind deutlich die Auswirkungen der Schließungen infolge der Corona-Pandemie zu erkennen. Allerdings gab es auch im ersten Quartal 2021 coronabedingte Einschränkungen im Badbetrieb, wobei diese anhand der Daten zwar Auswirkungen zeigen, jedoch nicht als signifikant erscheinen.

Seit 2018 wird neben dem Brennwertkessel auch ein BHKW betrieben. Monatliche Wärmemengen-erzeugungsdaten für 2018 – 2020 liegen jedoch nicht vor. Das Jahr 2020 war, wie bereits dargestellt, deutlich durch die Coronapandemie beeinflusst und ist somit nicht aussagekräftig für einen regulären Badbetrieb. In Abstimmung mit dem Energiemanager der Stadt Plauen (Herr Uebel) wurde für das Jahr 2019 für die monatlichen Erzeugungsdaten ein Mittelwert der Jahre 2021 und 2022 gebildet. Auf dieser Grundlage zeigt die nachfolgende Abbildung den Wärmebedarf des Stadtbades unter

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Berücksichtigung der Erzeugungsart. Für das Jahr 2018 erfolgt aufgrund fehlender Daten keine Differenzierung.

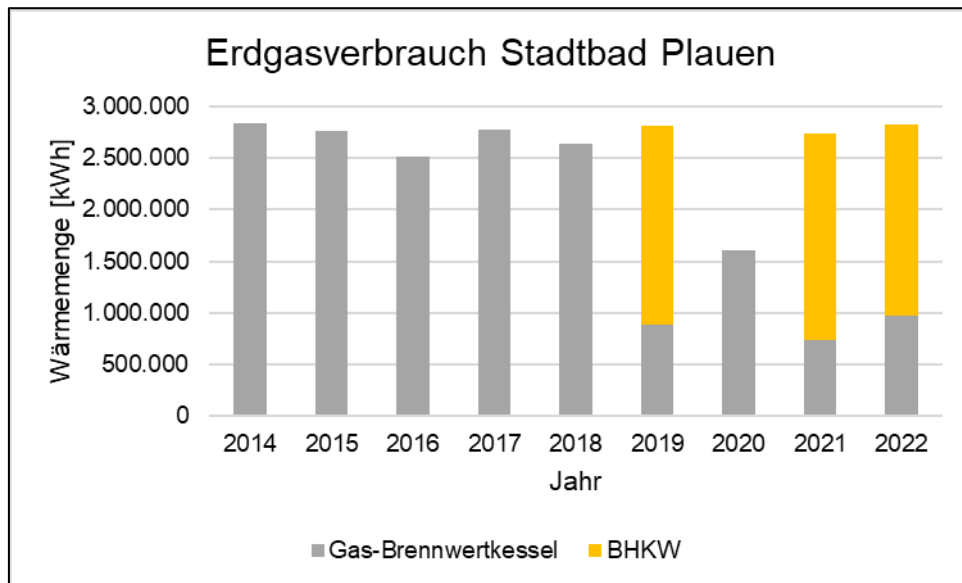


Abbildung 4 – Erdgasverbrauch Stadtbad Plauen (ohne Witterungsbereinigung) unterteilt nach Erzeugungsart; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung

Mit dem BHKW wird neben der Abdeckung des Wärmebedarfs des Stadtbades gleichzeitig auch Strom erzeugt, eigengenutzt bzw. eingespeist. Die Auswertung der vorliegenden Daten für 2021 und 2022 zeigt die nachfolgende Abbildung.

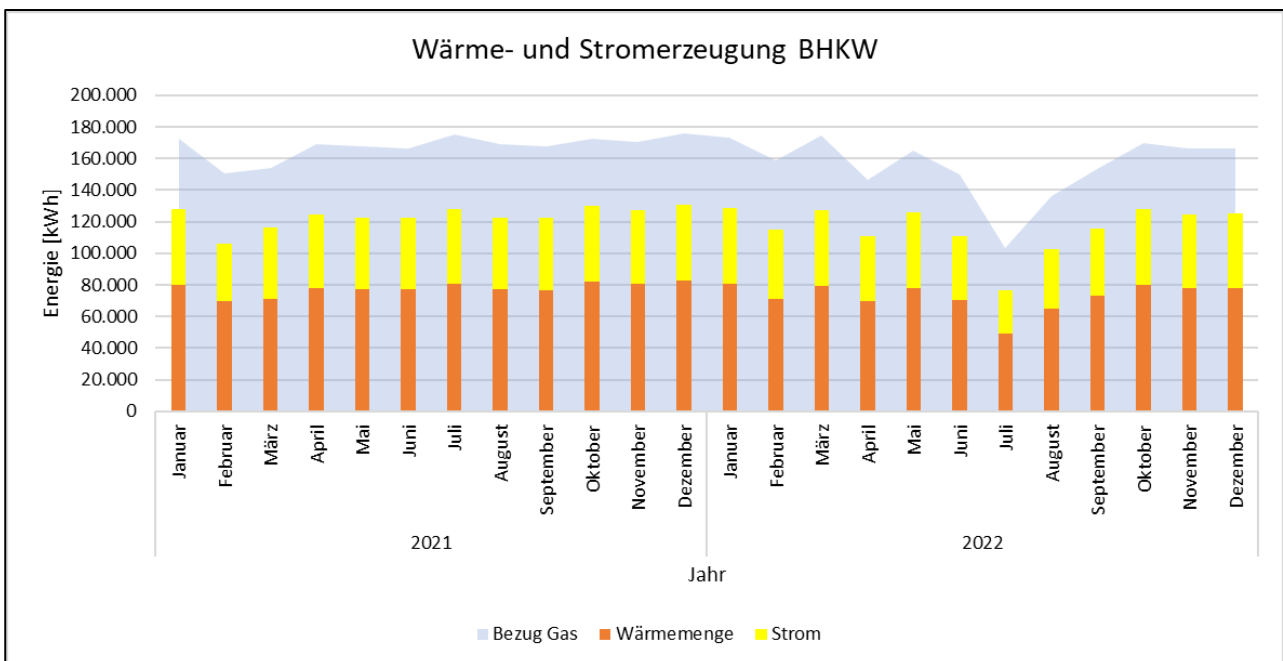


Abbildung 5 – Erdgasverbrauch, Wärme- und Stromerzeugung BHKW, Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Die erzeugte Wärmemenge des BHKW wird messtechnisch ebenfalls erfasst, so dass sich für die benötigte Wärmemenge des Stadtbades (incl. Sauna) folgendes Bild ergibt.

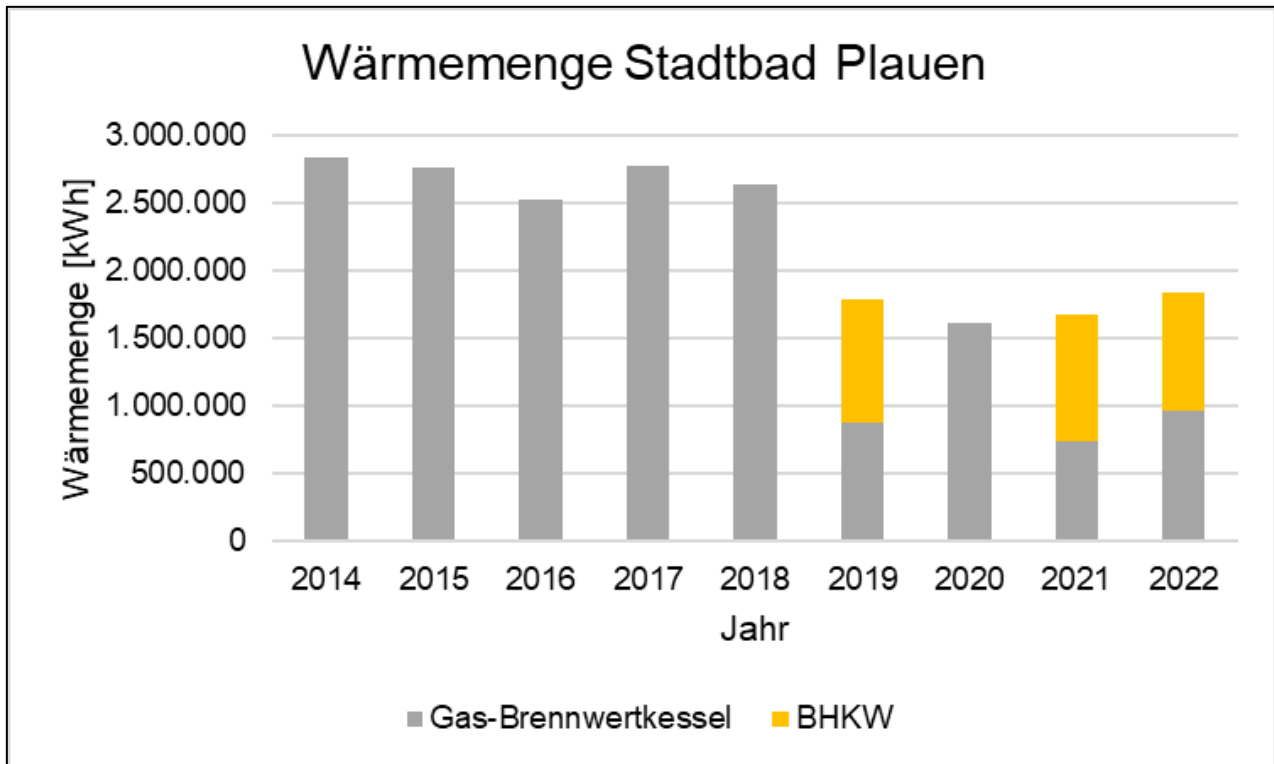


Abbildung 6 – Erdgasverbrauch Stadtbad Plauen (ohne Witterungsbereinigung) unterteilt nach Erzeugungsart; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung

Anhand der zur Verfügung stehenden Daten erfolgte eine Berechnung der tatsächlichen Heizlast für den Heizkessel und das BHKW. Da die Daten, insbesondere bis 2020 aufgrund der Erfassung von Jahresverbräuchen und durch die genutzte Software die Ermittlung der monatlichen Verbräuche anhand von anteiligen Tagen erfolgte, sind diese Daten für eine Berechnung der Heizlast nicht geeignet. Daher erfolgte eine Neuberechnung der monatlichen Verbräuche über die Jahressummen in Verbindung mit den Gradtagszahlen für den Standort Plauen. Aufbauend auf diesen Daten erfolgte anschließend eine Berechnung der tatsächlichen Heizlast, wobei auch diese nur theoretische Werte darstellen.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

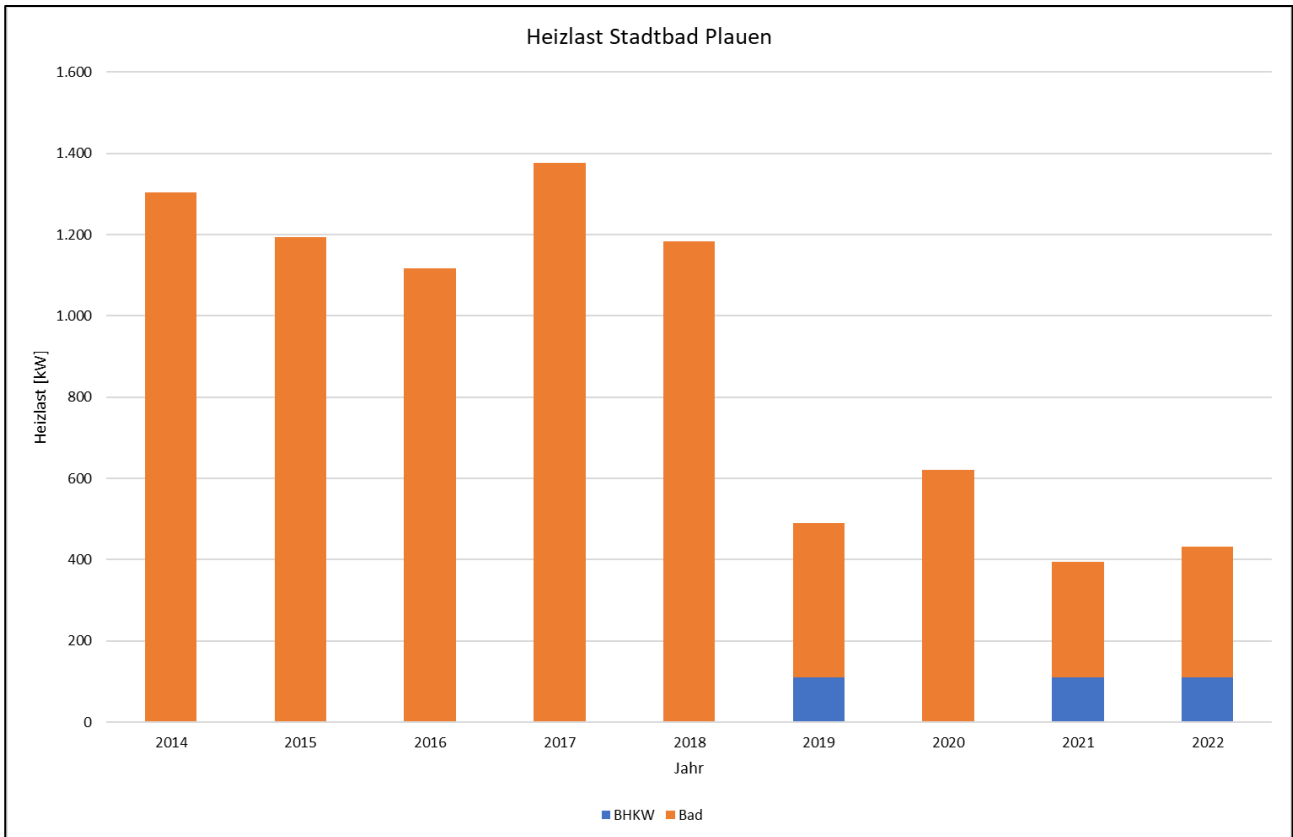


Abbildung 7 – aus Verbrauchsdaten ermittelte Heizlast Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung

Wie die Abbildung 7 zeigt, wurde mit der Errichtung des BHKW die erforderliche Heizlast des Kessels deutlich reduziert. Auf der Grundlage der ermittelten monatlichen Verbrauchsdaten betrug die durch den Heizkessel bereitgestellte Heizlast 381 kW (2019), 285 kW (2021) bzw. 433 kW (2022). Dies war auch auf der Grundlage der Wärmeverbräuche (vgl. auch Abbildung 6) zu erwarten. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass infolge der Auswirkungen der Coronapandemie in Verbindung mit den zeitlichen Schließungen des Stadtbades, insbesondere die Daten 2020 sowie des ersten Halbjahres 2021 nicht repräsentativ erscheinen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die mittlere monatliche Heizlast, die sich auf der Grundlage der vorliegenden Verbrauchsdaten in Verbindung mit der Berechnung der Heizlast ergeben.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

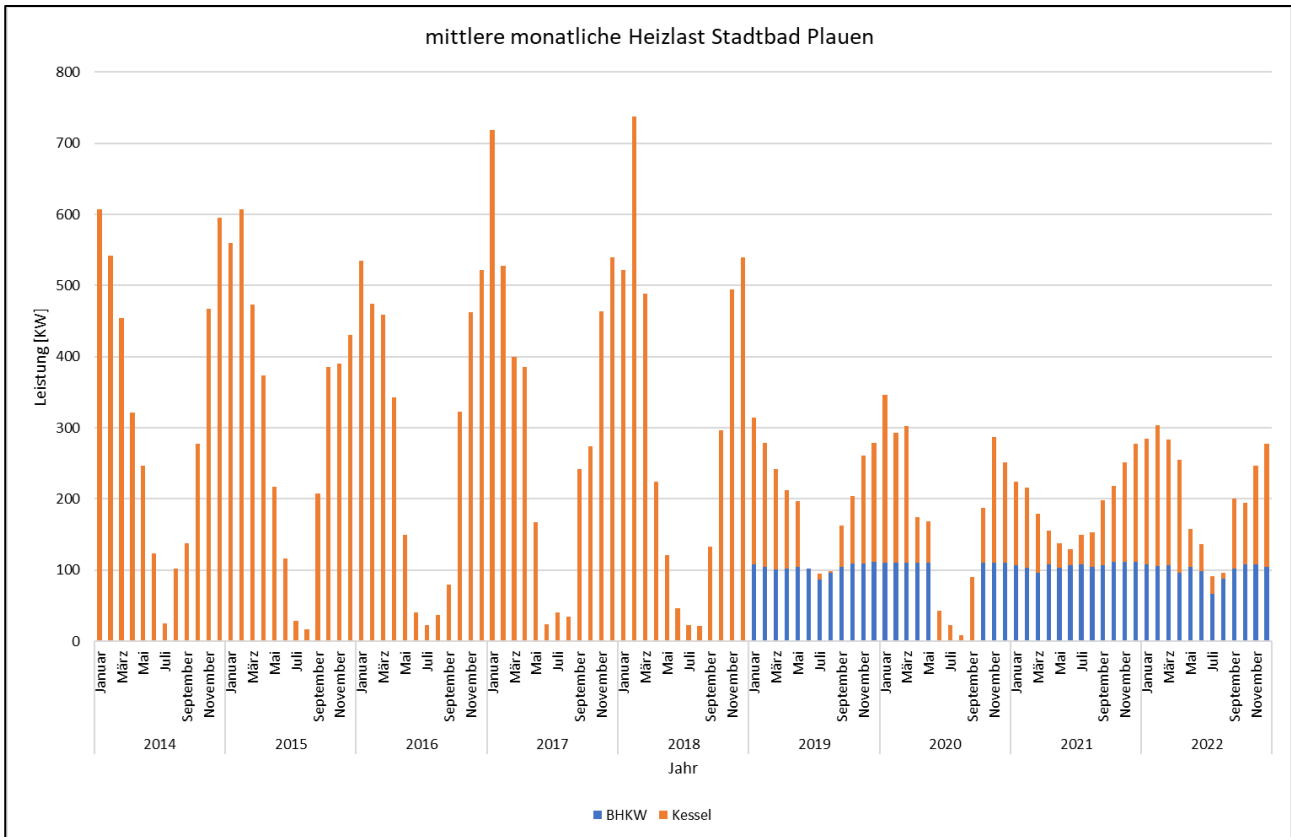


Abbildung 8 – mittlere monatliche Heizlast Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung

Aus der vorstehenden Abbildung 8 wird ersichtlich, dass die ermittelte maximale mittlere monatliche Heizlast, vor Inbetriebnahme des BHKW, bei ca. 740 KW liegt. Mit der Inbetriebnahme des BHKW ist diese deutlich gesunken und liegt bei max. 350 KW (110 KW BHKW und 240 KW Brennwertkessel). Die Ergebnisse der Berechnungen sind insoweit plausibel, da der vorhandene Brennwertkessel auf 300 KW Leistung gedrosselt ist und das BHKW permanent läuft.

Seit März 2021 erfolgt eine automatische digitale Erfassung der Zählerstände für den Gesamtgasbezug, den Gasverbrauch des BHKW sowie der durch das BHKW gelieferten Wärmemenge. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die erfassten Verbräuche der einzelnen Erfassungsstellen in unterschiedlichen zeitlichen Auflösungen über den Zeitraum 01.01.2021 bis 31.12.2022, wobei der Zeitraum März 2021 nicht repräsentativ ist (mit der digitalen Erfassung wurde erst Mitte März 2021 begonnen).

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

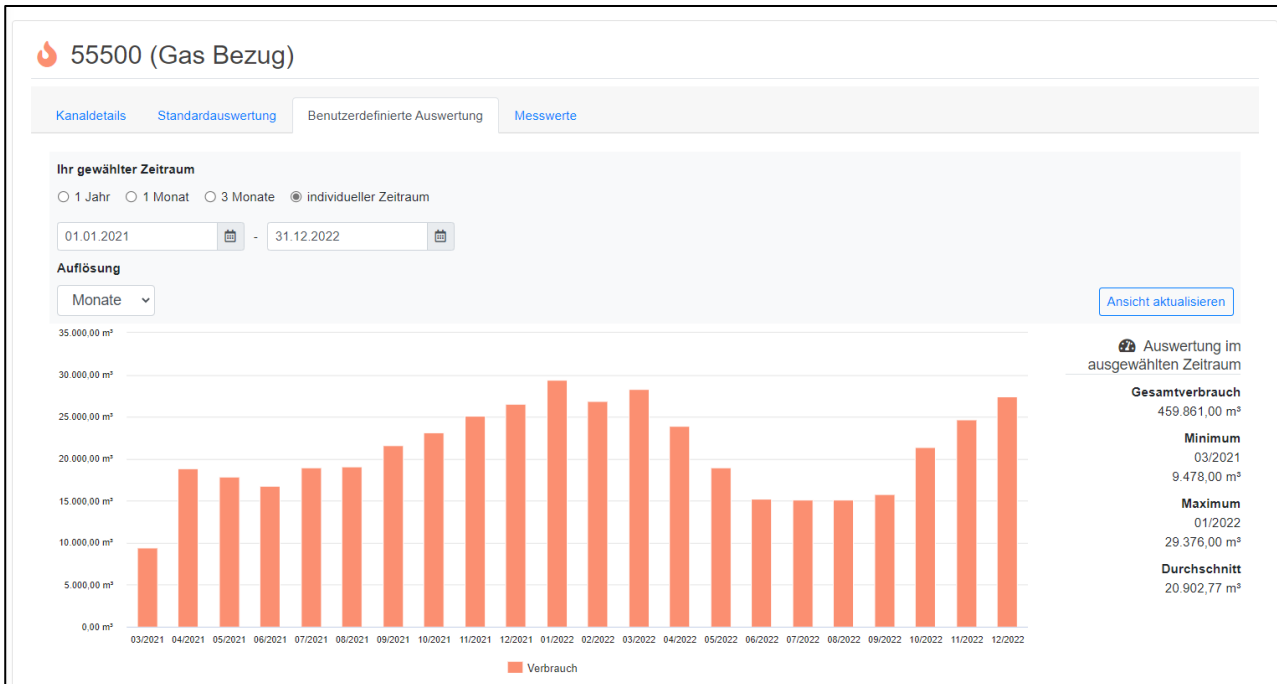


Abbildung 9 – monatlicher Gasbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Die Abbildung 9 zeigen typische Jahresverläufe des monatlichen Gasverbrauches. Der maximale Gasbezug im Betrachtungszeitraum liegt bei 29.376 m³ (Januar 2021). In den Sommermonaten 2022 (Juni bis August) liegt der monatliche Gasverbrauch relativ konstant bei ca. 15.200 m³ und ist überwiegend auf den Dauerbetrieb des BHKW zurückzuführen.

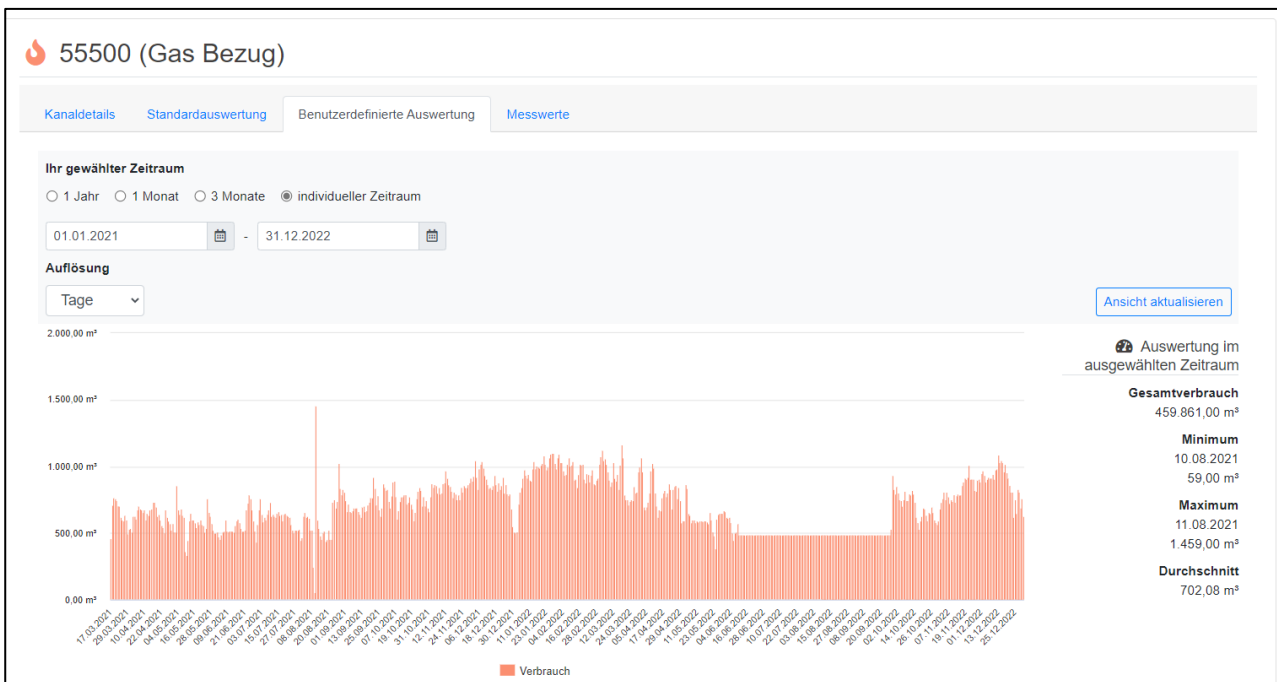


Abbildung 10 – täglicher Gasbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Die vorstehende Abbildung des täglichen Gasbezuges verdeutlicht, dass in den Monaten Juni bis September 2022 ausschließlich das BHKW in Betrieb war und dies mit einem relativ konstanten Betrieb. Der tägliche Gasverbrauch in diesem Zeitraum liegt bei ca. 490 m³ bzw. 20,5 m³/h bei 24-Stundenbetrieb. Die Spitze im August 2021 (11.08.2021) mit 1.459 m³ ist vermutlich auf eine schnelle Beckenwassererwärmung nach Neubefüllung des Beckens zurückzuführen. Dies wird auch aus der nachfolgenden Abbildung deutlich.

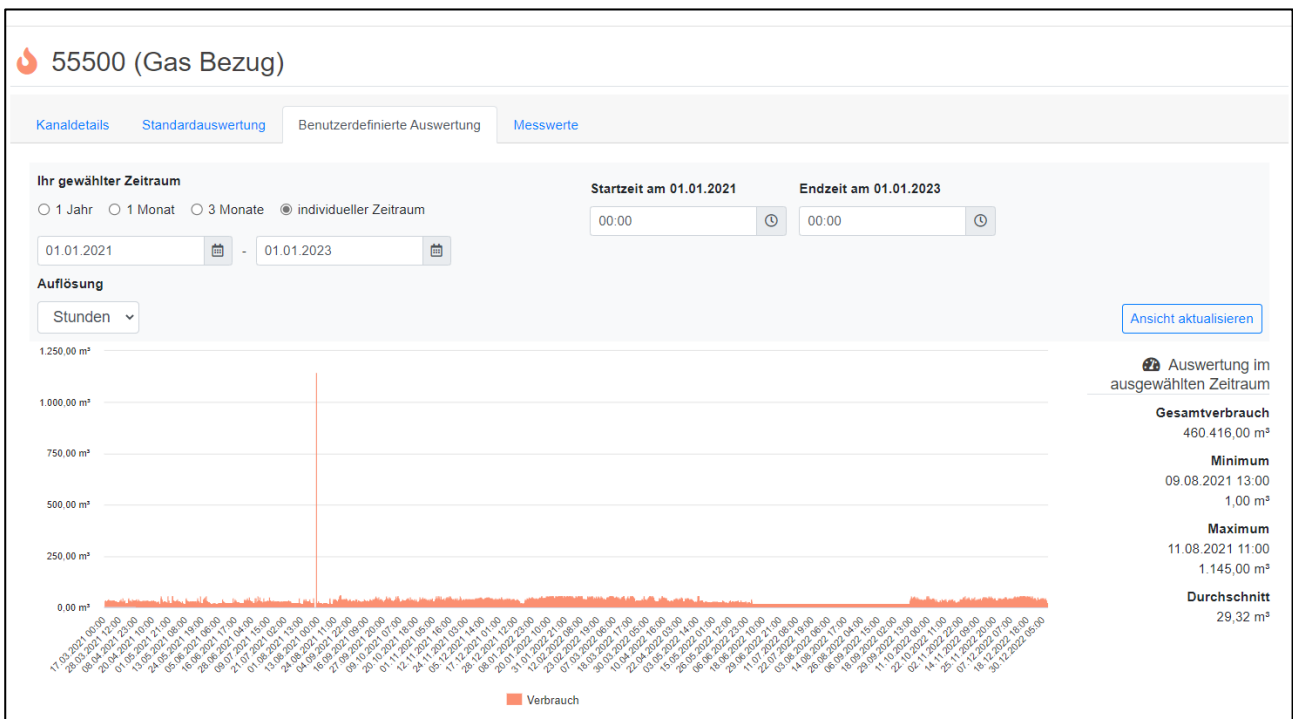


Abbildung 11 – stündlicher Gasbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

In der folgenden Abbildung 12 wurde der Beginn des Betrachtungszeitraums auf den 14.08.2021 verlegt, um die Auswirkung der Spitze vom 11.08.2021 zu eliminieren. Damit kommt auch deutlicher hervor, dass insbesondere in den Sommermonaten das BHKW konstant läuft und stündlich ca. 20 m³ Gas verbraucht.

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

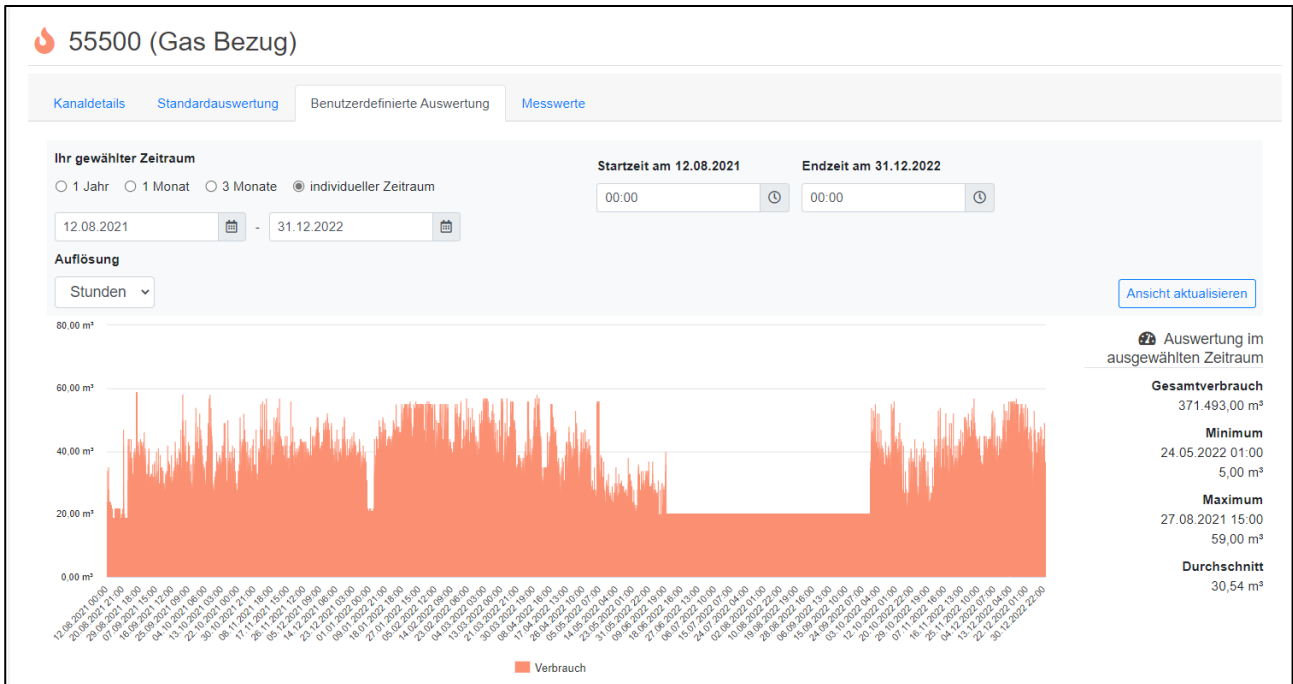


Abbildung 12 – stündlicher Gasbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 12.08.2021 – 31.12.2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen, in Analogie zum Hauptgasanschluss, die digital erfassten Gasverbräuche des BHKW und im Anschluss die mittels BHKW erzeugte und dem Stadtbad bereitgestellte Wärmemenge in unterschiedlichen zeitlichen Auflösungen.

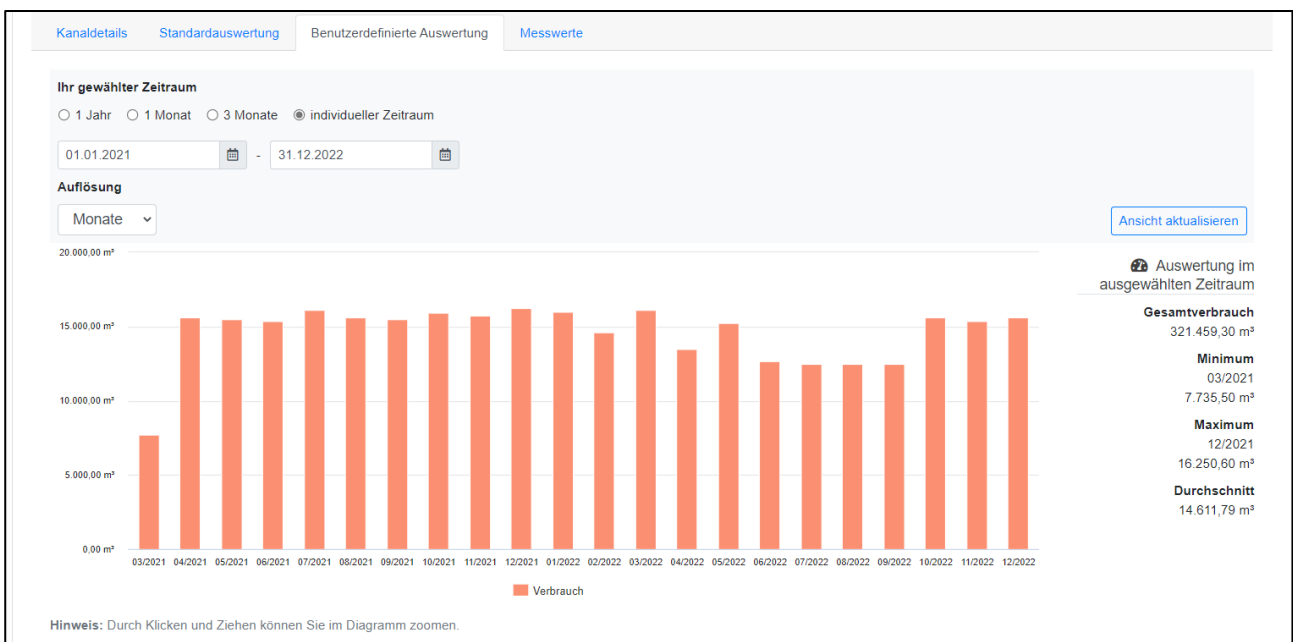


Abbildung 13 – monatlicher Gasverbrauch BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

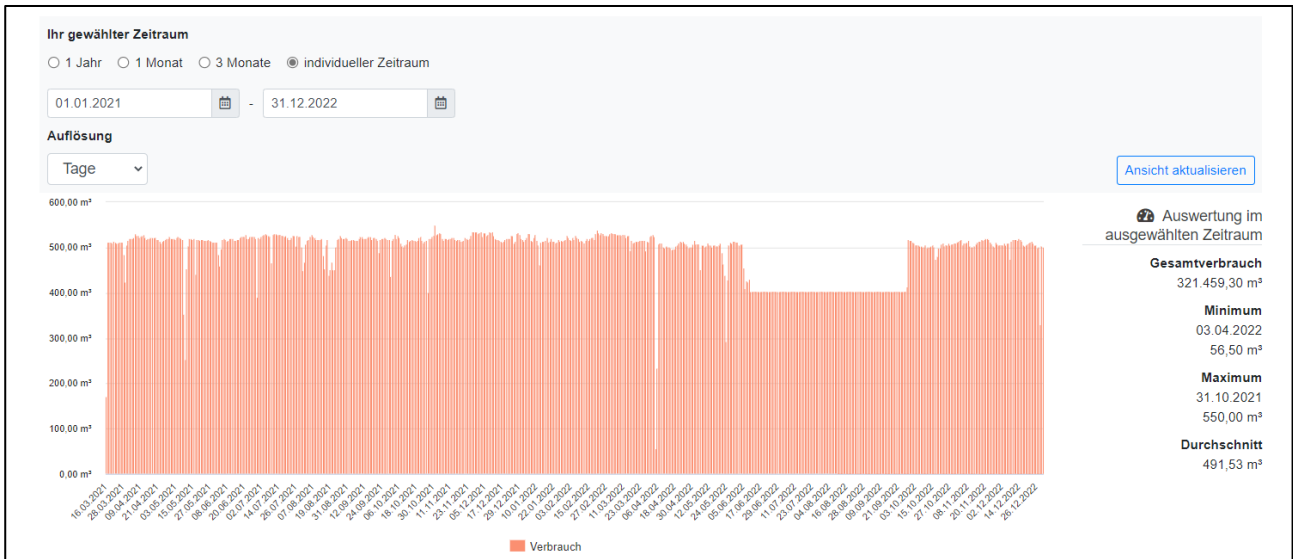


Abbildung 14 – täglicher Gasverbrauch BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

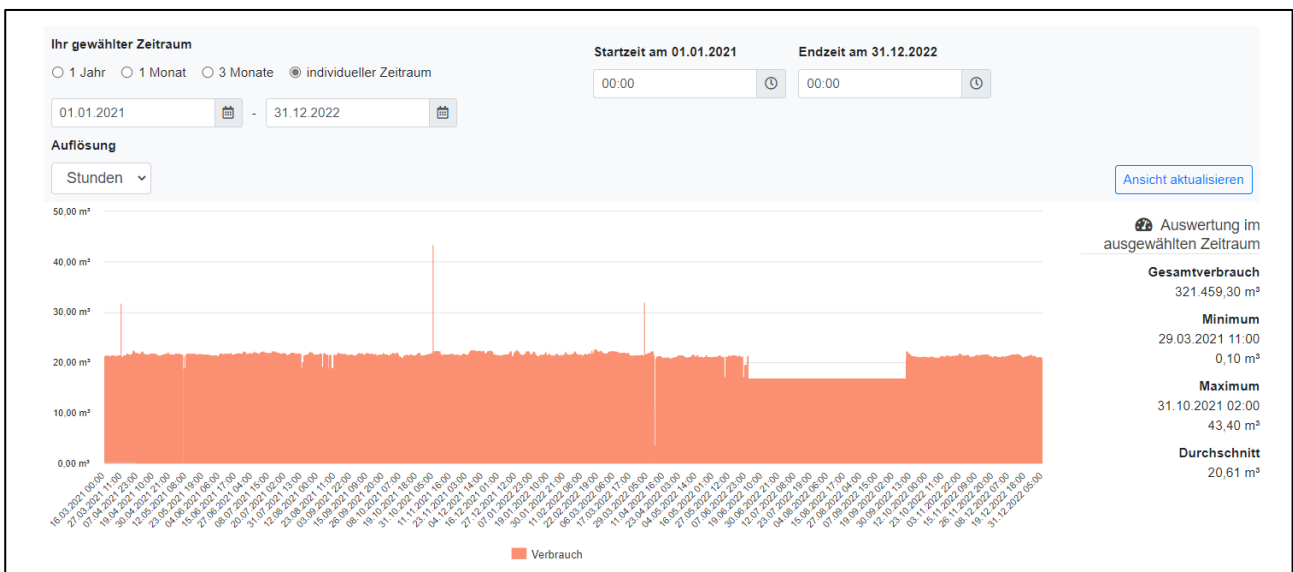


Abbildung 15 – stündlicher Gasverbrauch BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung



Abbildung 16 – monatliche Wärmelieferung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

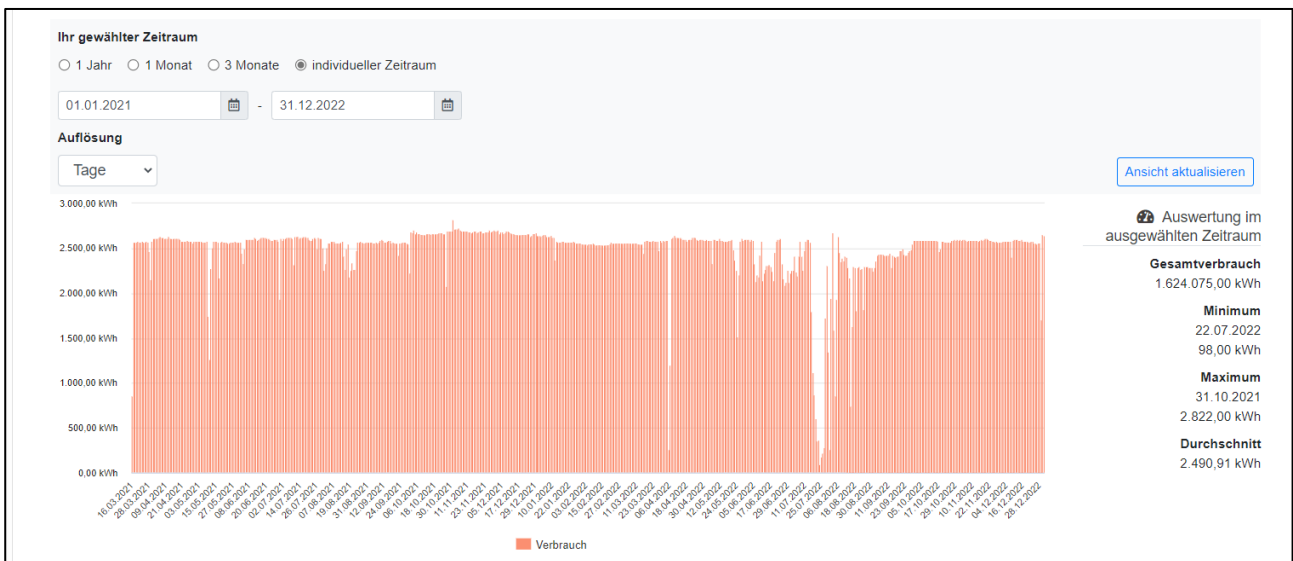


Abbildung 17 – tägliche Wärmelieferung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

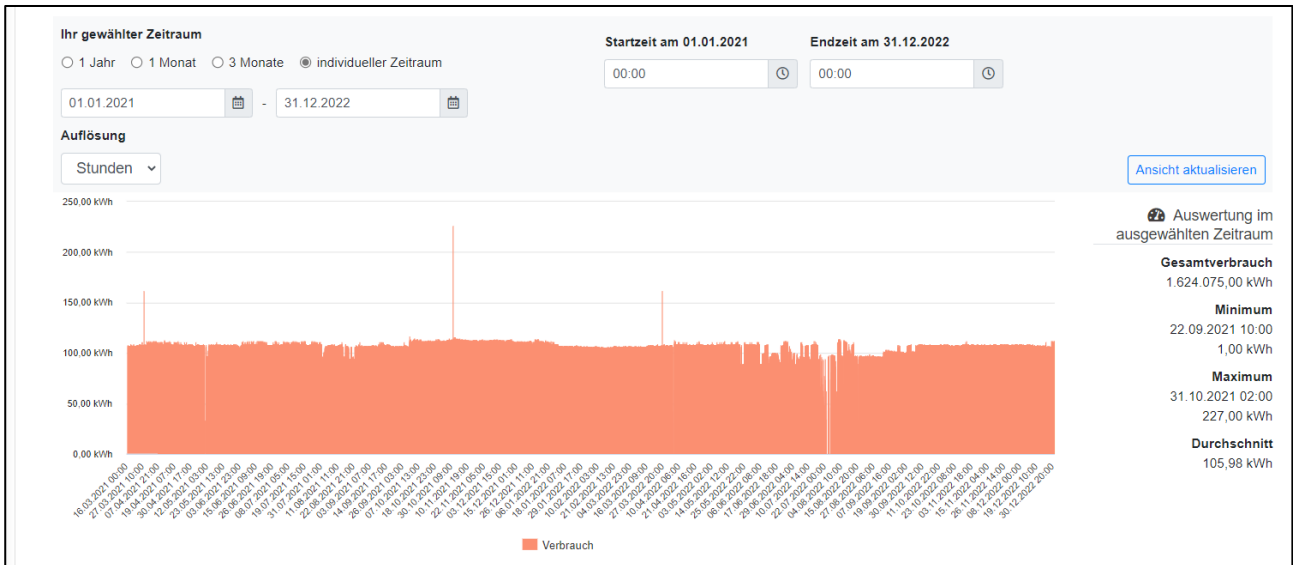


Abbildung 18 – stündliche Wärmelieferung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Die vorstehenden Abbildungen zum Gasverbrauch und der Wärmebereitstellung des BHKW verdeutlichen, dass das BHKW mit wenigen Ausnahmen (Juli 2022 – Badschließung) weitestgehend konstant läuft und die thermische Leistung im Durchschnitt bei ca. 106 KW liegt. Somit ist das BHKW auf der Grundlage der Daten voll ausgelastet und hat keine Reserven.

4.2.2.2 Strom

Das Stadtbad Plauen bezieht derzeit den erforderlichen Strombedarf, der zusätzlich zur Eigenerzeugung durch BHKW und PV-Anlage erforderlich ist, aus dem öffentlichen Netz. Der durch die an der Südfassade der 50 m Halle befindlichen PV-Fassadenanlage erzeugte Strom wird, laut den Informationen der Stadt Plauen, komplett eingespeist.

Zur Erfassung der Stromverbräuche sowie der Stromerzeugungsmengen existieren mehrere Zähler. Die Daten werden seitens der Stadt Plauen monatlich, zum Teil auch stündlich, erfasst.

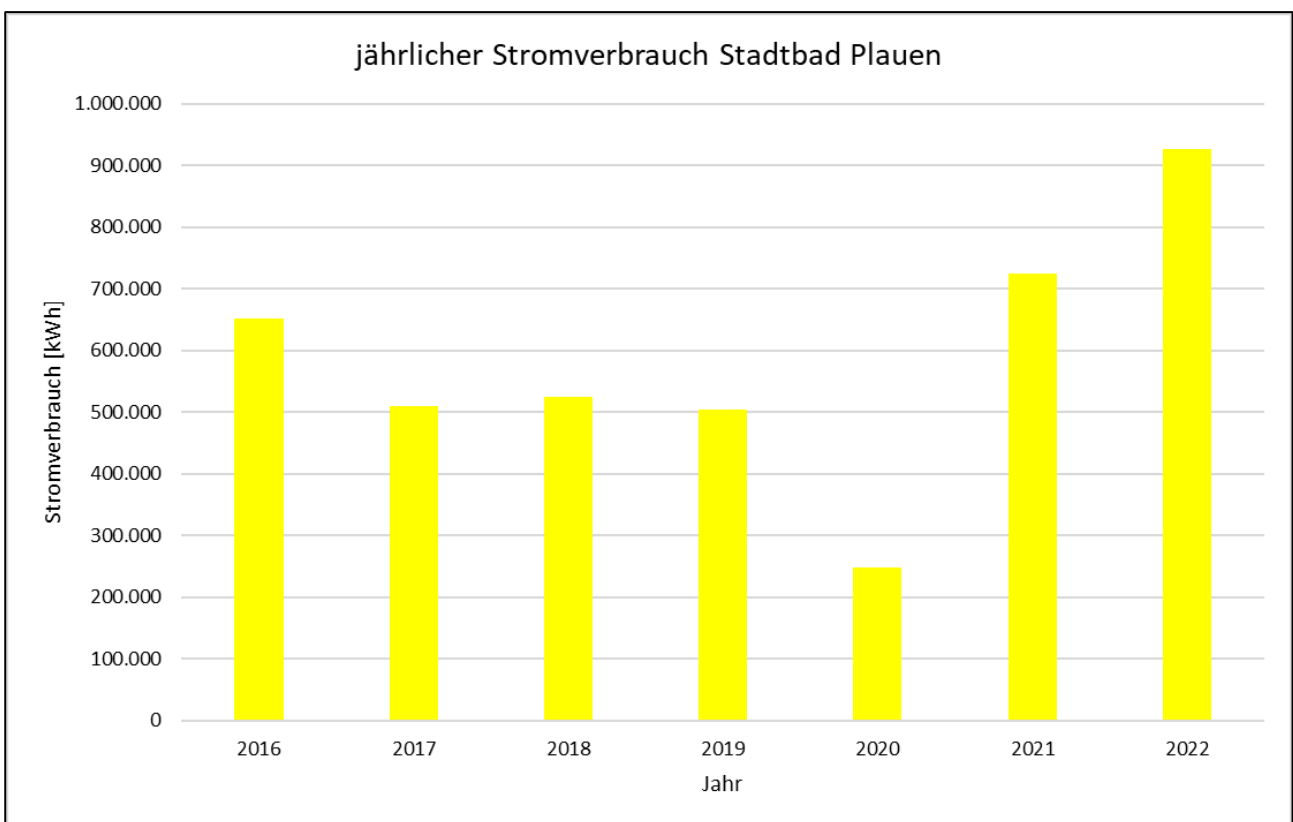


Abbildung 19 – Entwicklung jährlicher Stromverbrauch Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung

Aus der Entwicklung des jährlichen Strombedarfs des Stadtbades Plauen ist ersichtlich, dass sich der Strombedarf in den Jahren 2021 und 2022 gegenüber den Vorcoronajahren deutlich erhöht hat. Die Ursache hierfür liegt darin begründet, dass vor 2021 der mittels BHKW erzeugte Strom nicht erfasst wurde und damit die Daten vor 2021 nicht valide sind.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

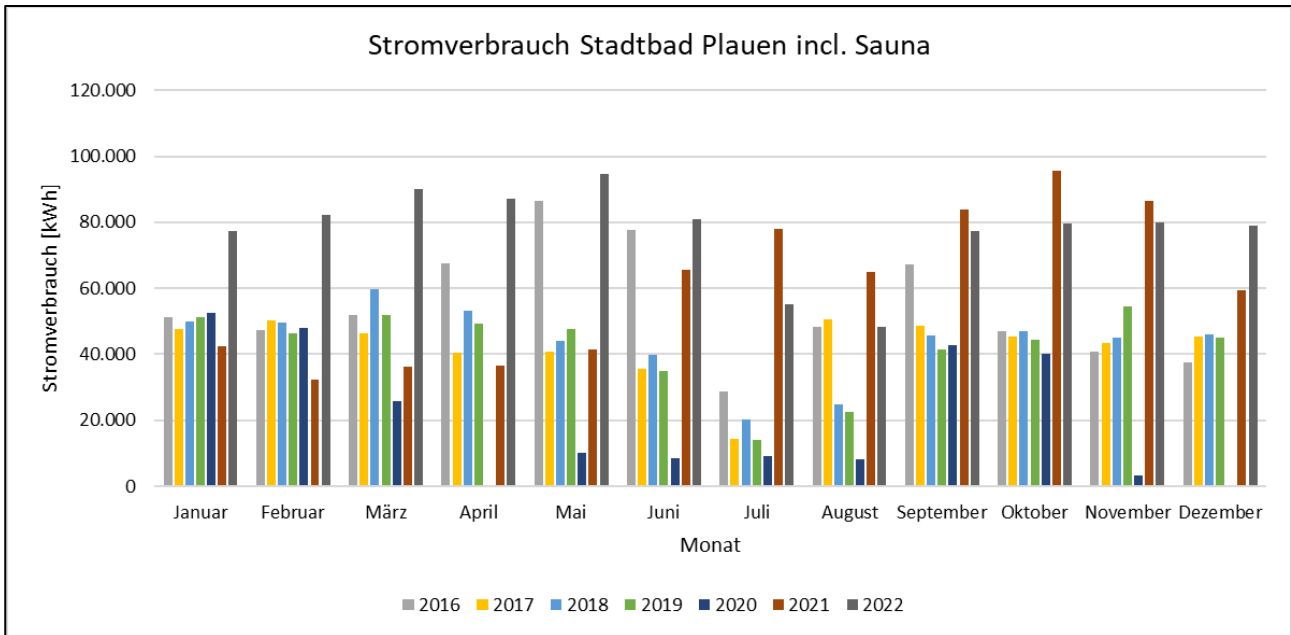


Abbildung 20 – monatlicher Stromverbrauch Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen - INM, eigene Darstellung

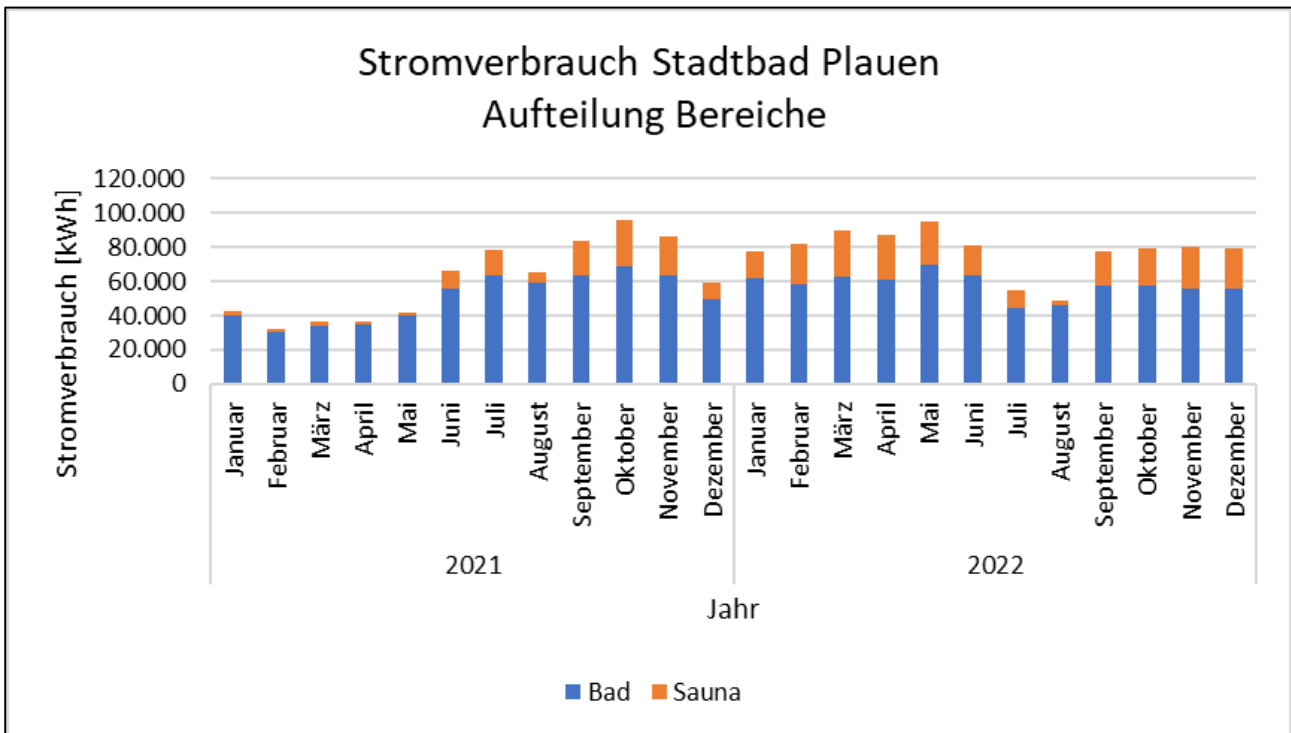


Abbildung 21 – monatlicher Stromverbrauch Stadtbad Plauen für die Jahre 2021 und 2022 aufgeteilt nach Bereichen; Datenquelle: INM, eigene Darstellung

In Analogie zur Wärme werden auch für den Strom verschiedene Zähler seit 2021 automatisch digital erfasst.

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

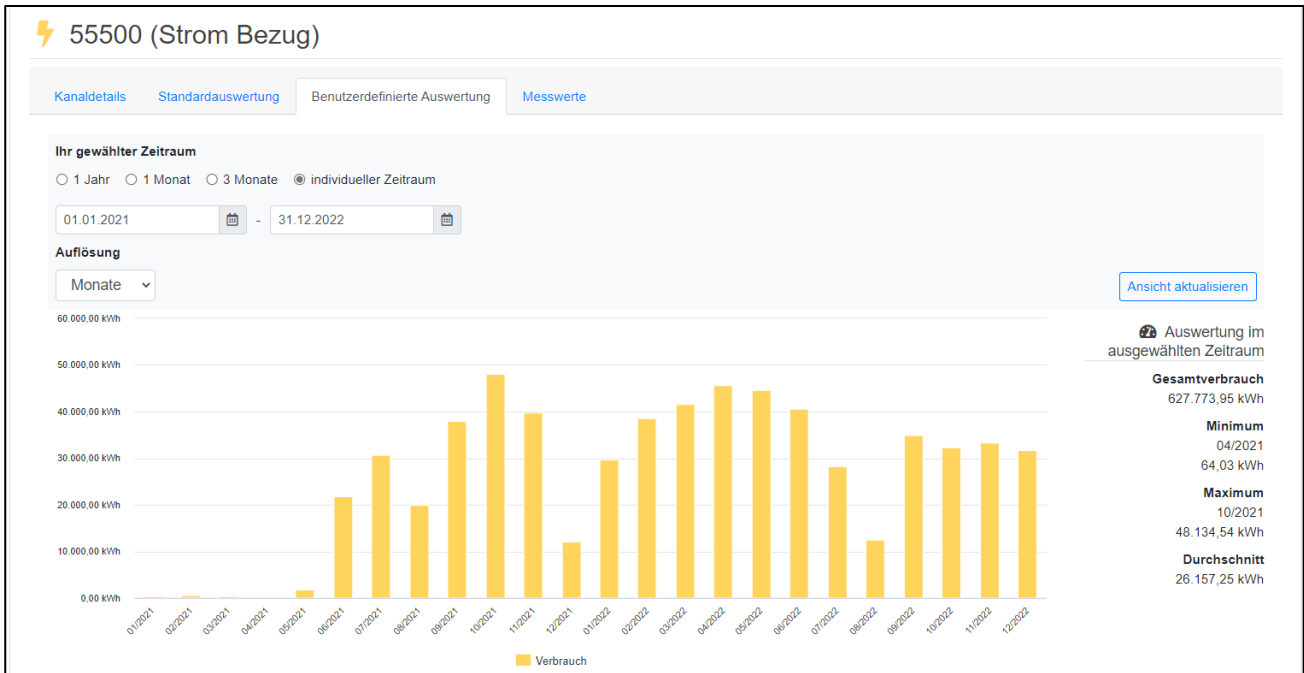


Abbildung 22 – monatlicher Strombezug (Hauptstromzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

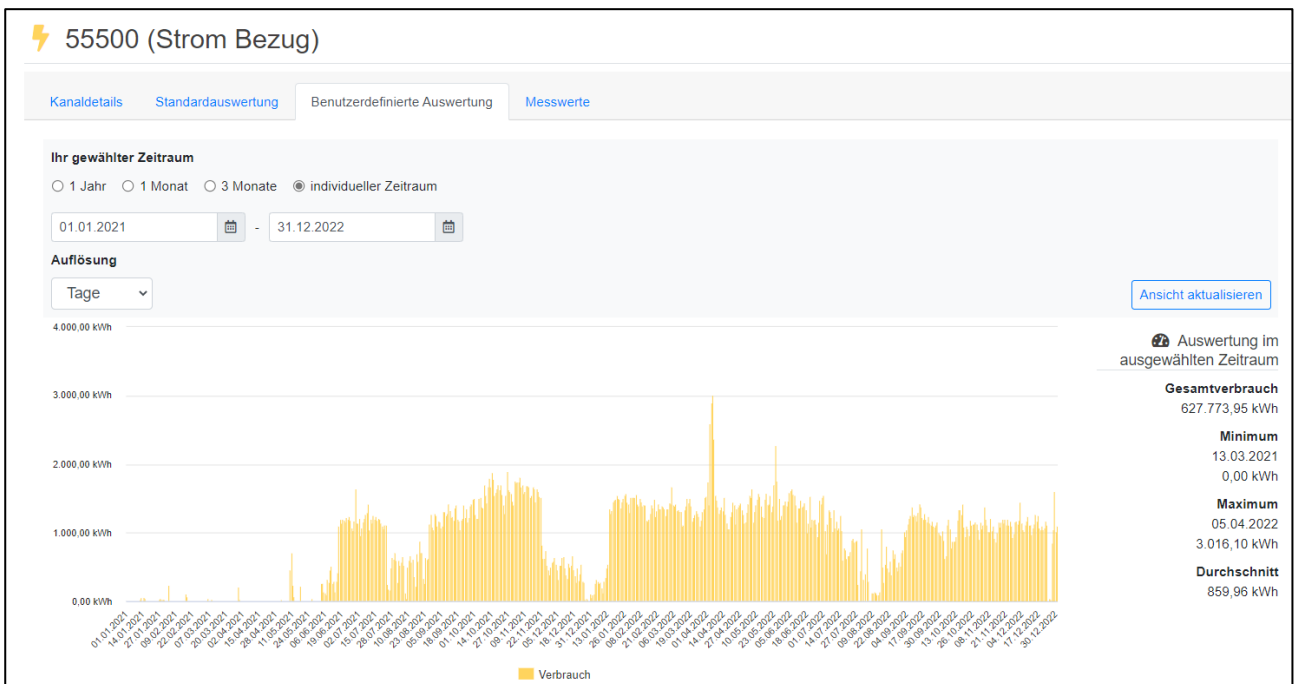


Abbildung 23 – täglicher Strombezug (Hauptstromzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

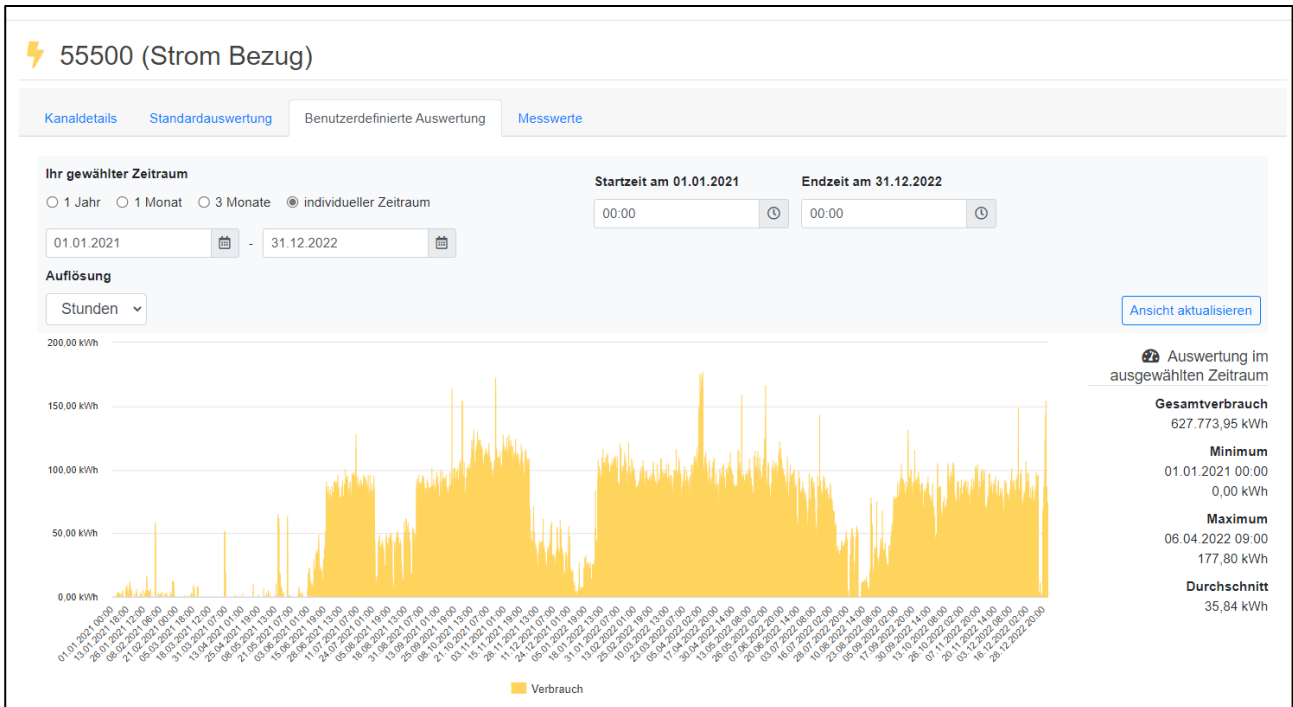


Abbildung 24 – stündlicher Strombezug (Hauptstromzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Anhand der vorstehenden Abbildung lässt sich ableiten, dass:

- ⇒ im ersten Halbjahr 2021 deutliche Auswirkungen der Coronapandemie erkennbar sind (Schließung des Stadtbades bzw. deutlich eingeschränkter Badbetrieb)
- ⇒ die maximal aus dem Netz bezogene Leistung bei ca. 178 KW liegt (Lastspitze)
- ⇒ der mittlere monatliche Stromverbrauch (Netzbezug) bei ca. 26.150 kWh liegt
- ⇒ der mittlere tägliche Stromverbrauch aus dem Netz ca. 860 kWh beträgt
- ⇒ der mittlere stündliche Stromverbrauch (Netzbezug) ca. 36 kWh beträgt

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

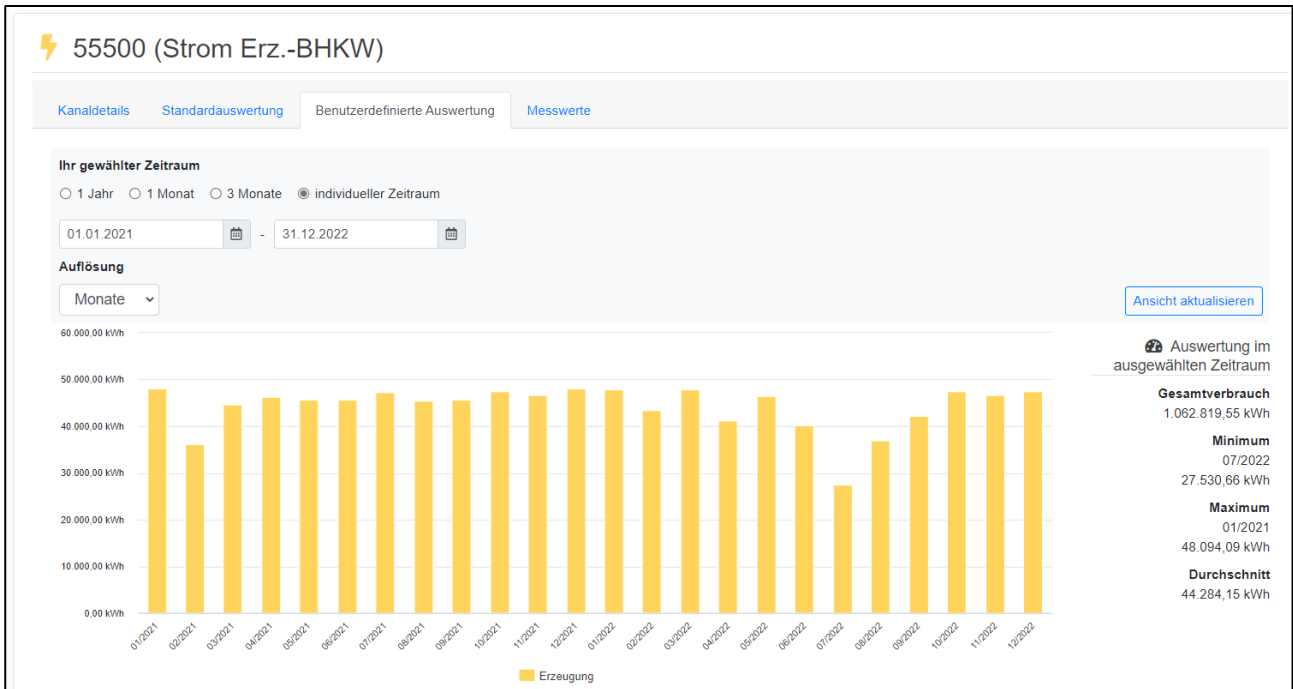


Abbildung 25 – monatliche Stromerzeugung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

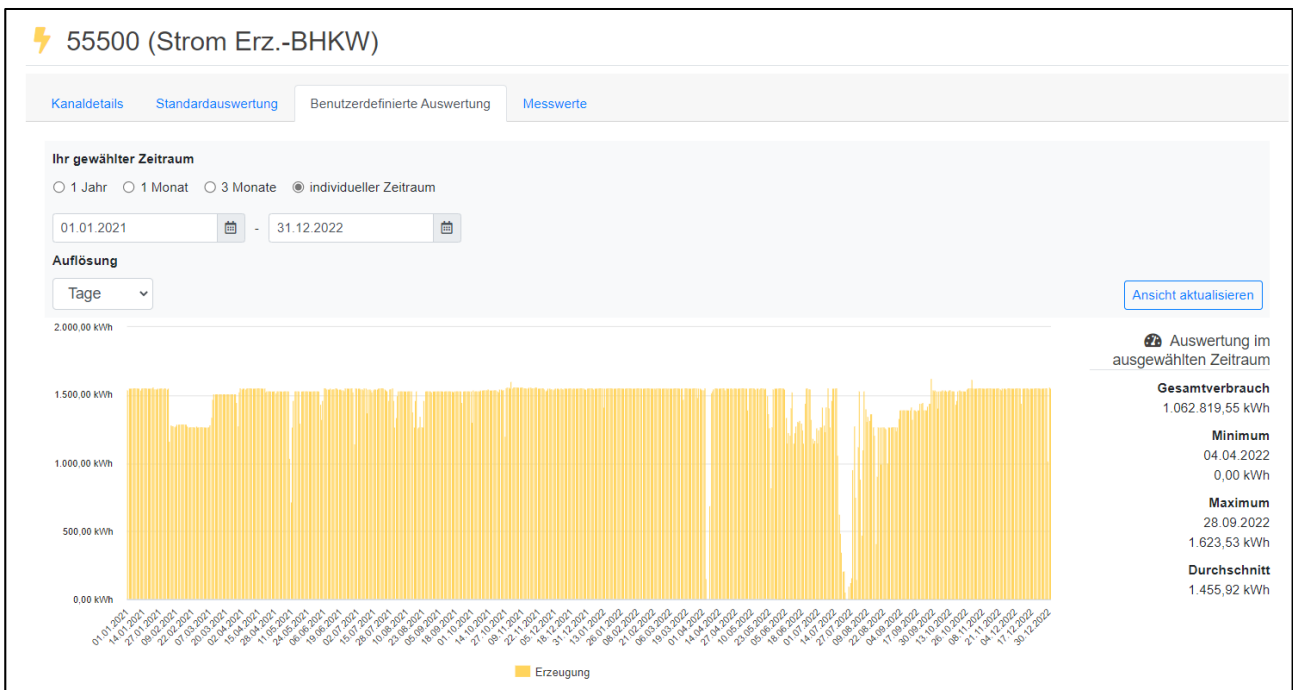


Abbildung 26 – tägliche Stromerzeugung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

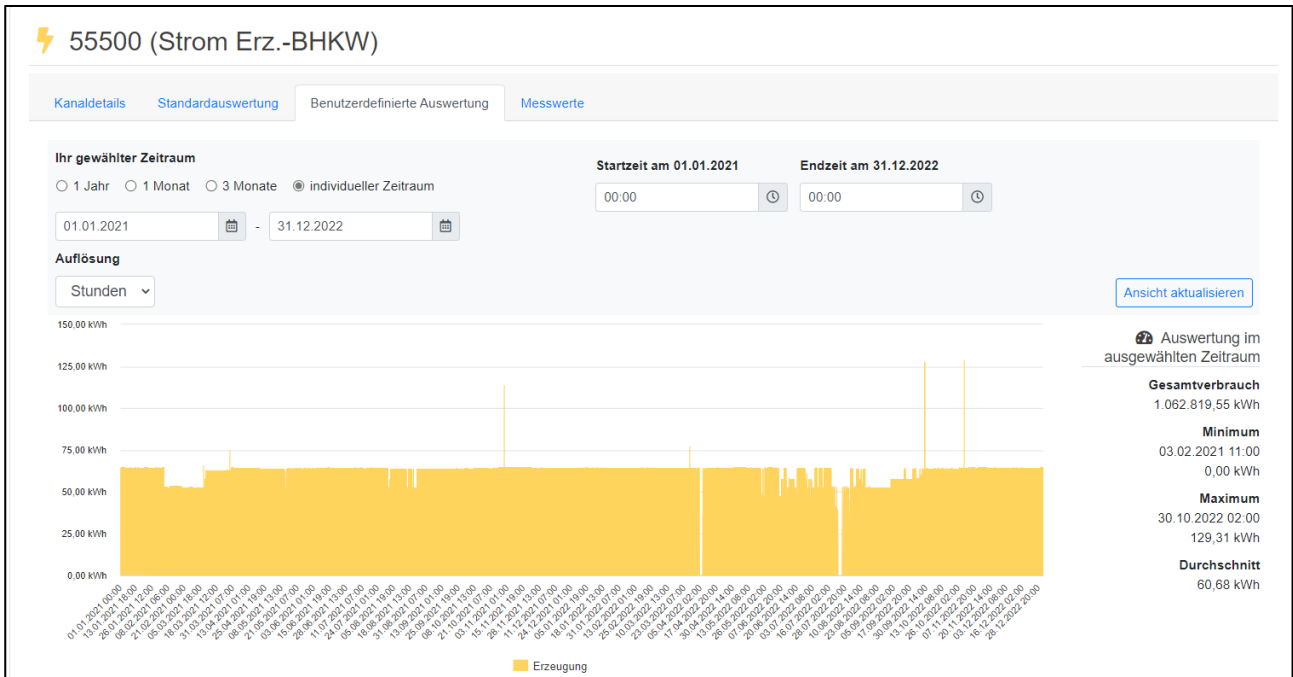


Abbildung 27 – stündliche Stromerzeugung BHKW Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Aus den Abbildungen zur Stromproduktion durch das BHKW im Stadtbad Plauen lässt sich ableiten, dass

- ⇒ die mittlere monatliche Stromproduktion bei ca. 44.285 kWh liegt
- ⇒ die tägliche Stromproduktion ca. 1.456 kWh und die mittlere stündliche Stromproduktion ca. 61 kWh beträgt
- ⇒ das BHKW in Verbindung mit der herstellerseitig angegebenen elektrischen Leistung (70 KW) weitestgehend ausgelastet ist
- ⇒ der durchschnittliche Leistungsbedarf (BHKW und Strombezug Netz) bei ca. 100 KW und die Lastspitze bei ca. 250 KW liegt

Neben den beiden vorstehenden Zählern werden noch die Stromzähler der Sauna, der Stromzähler PV-Stromerzeugung sowie der Stromzähler der Stromeinspeisung digital erfasst. Aus übersichtsgründen werden für diese Zähler nachfolgend nur die Abbildungen der Stundenwerte aufgenommen.

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung



Abbildung 28 – stündlicher Stromverbrauch Sauna Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

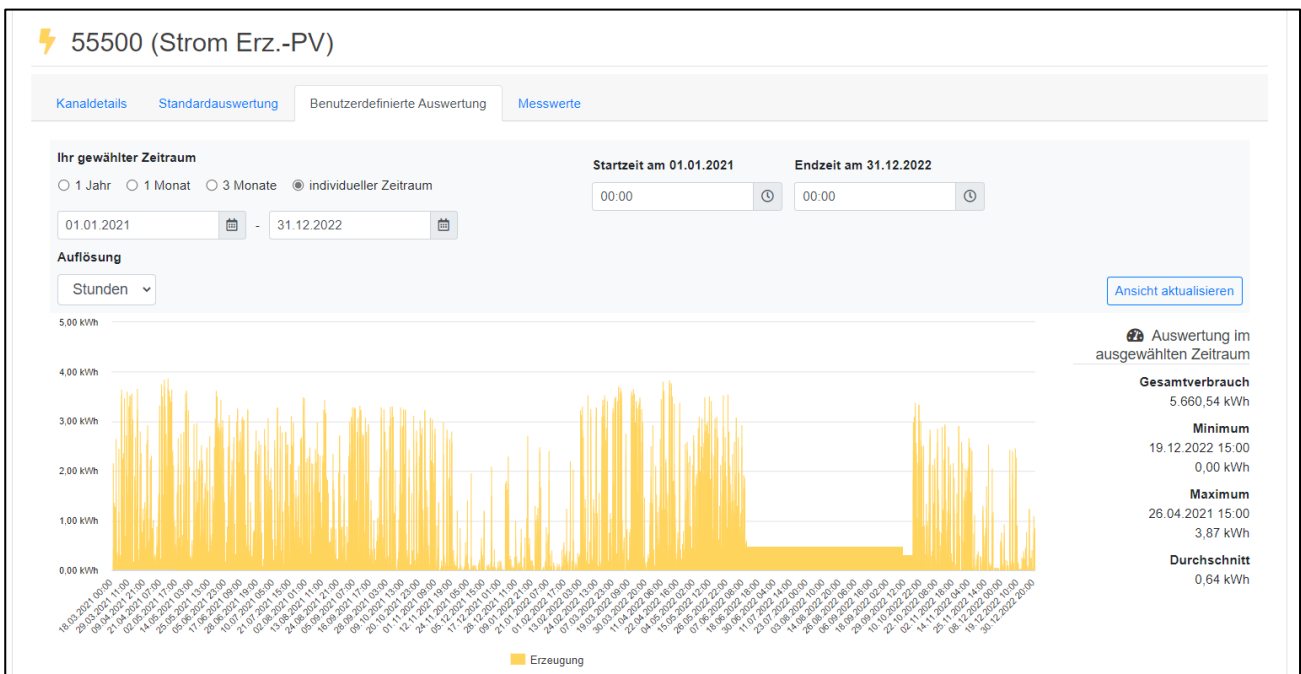


Abbildung 29 – stündlicher Stromerzeugung PVA Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

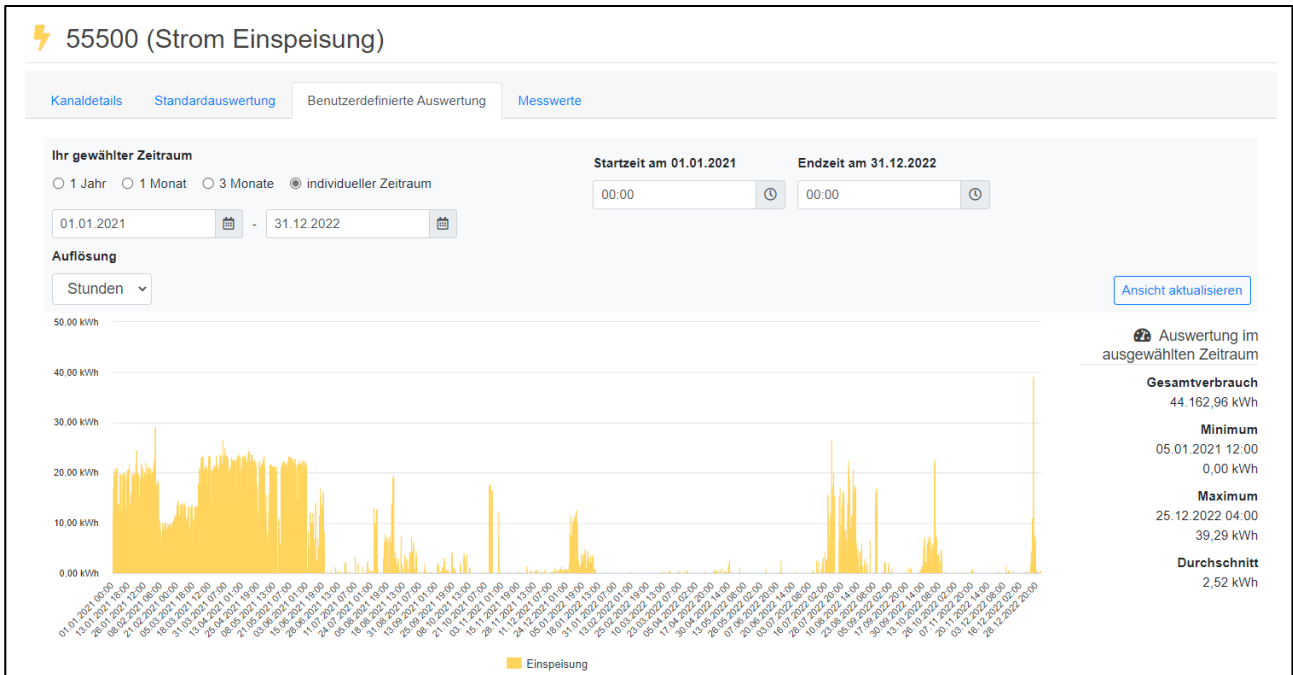


Abbildung 30 – stündliche Stromeinspeisung (BHKW und PVA) Stadtbad Plauen – Zeitraum 01/2021 –12/2022;
Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Anhand der vorliegenden Daten lassen sich für die Jahre 2021 und 2022 für den Strom nachfolgende graphischen „Strombilanzen“ erstellen.

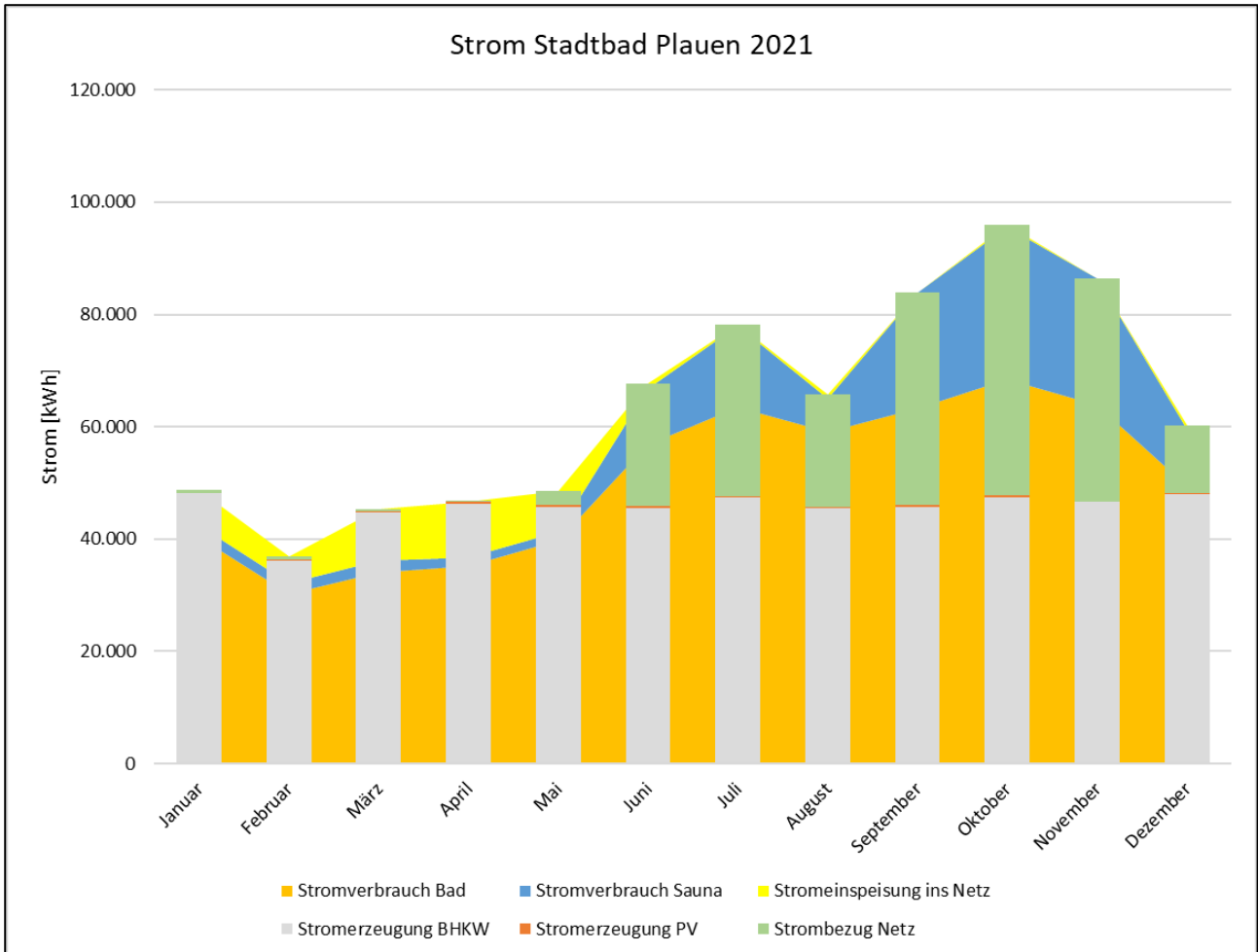


Abbildung 31 – Strombilanz Stadtbad Plauen 2021; Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung

Die Abbildung 31 verdeutlicht, dass im ersten Halbjahr 2021 durch coronabedingte Schließungen bzw. deutlich eingeschränktem Badbetrieb der erforderliche Strombedarf durch das BHKW und die PV-Anlage abgedeckt werden konnte. Im Rahmen eines „Normalbetriebes“ (ab Juni 2021) ist für die Deckung des Strombedarfs im Bestand zusätzlich ein Strombezug aus dem Netz erforderlich (im Mittel ca. 30.000 kWh pro Monat).

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

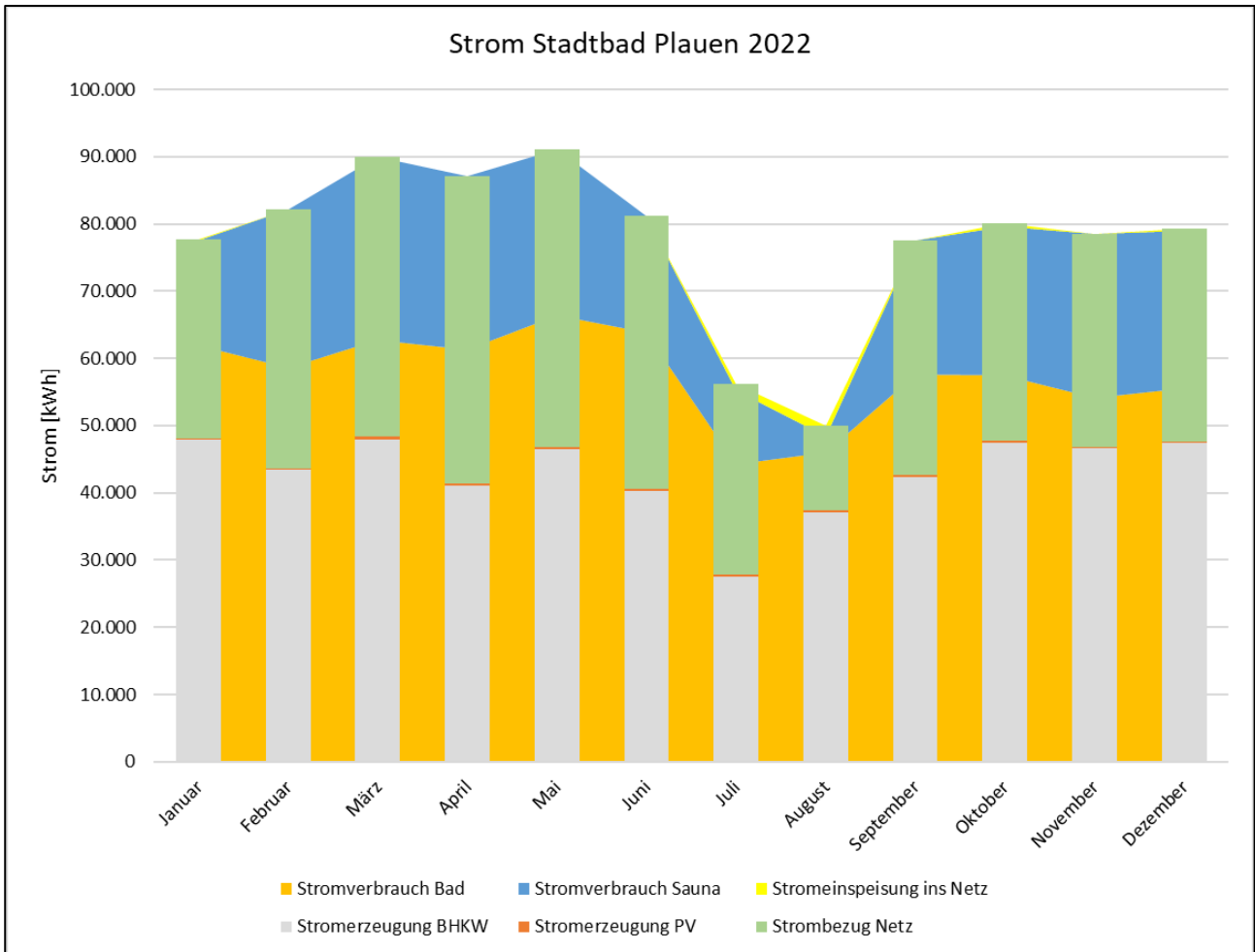


Abbildung 32 – Strombilanz Stadtbad Plauen 2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung

Die Bilanz für 2022 verdeutlicht, dass zur Deckung des erforderlichen Strombedarfs neben der Eigenerzeugung durch BHKW und PV-Anlage ein zusätzlicher Strombedarf aus dem Netz besteht. Dieser liegt im Mittel bei ca. 34.400 kWh im Monat.

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

4.2.2.3 Wasser

Das Stadtbad Plauen bezieht derzeit den erforderlichen Wasserbedarf aus dem öffentlichen Netz. Anhand der nachfolgenden Abbildung sind deutlich die Auswirkungen der Coronapandemie in Verbindung mit der Badschließung/ eingeschränktem Badbetrieb im ersten Halbjahr 2021 erkennbar. Im Jahr 2020 lag der monatliche Wasserverbrauch ziemlich konstant bei ca. 1.000 m³, was sicherlich auch auf pandemiebedingte Schließungen/ eingeschränktem Badbetrieb zurückzuführen ist.

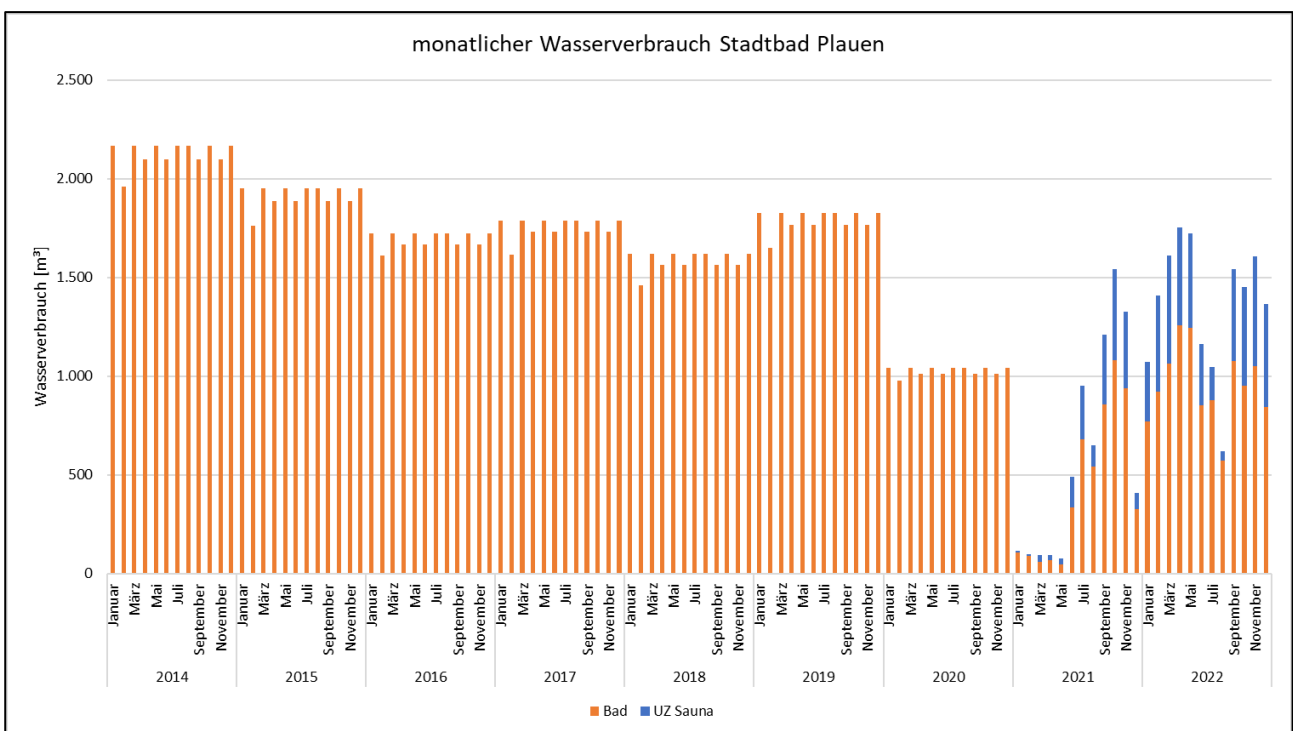


Abbildung 33 – monatlicher Wasserbezug aus öffentlichen Netz - Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung

Neben dem Hauptzähler für den Wasserbezug aus dem öffentlichen Trinkwassernetz wird seit 2021 auch ein Unterzähler für den Wasserbedarf des Saunabereiches des Stadtbades monatlich erfasst.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

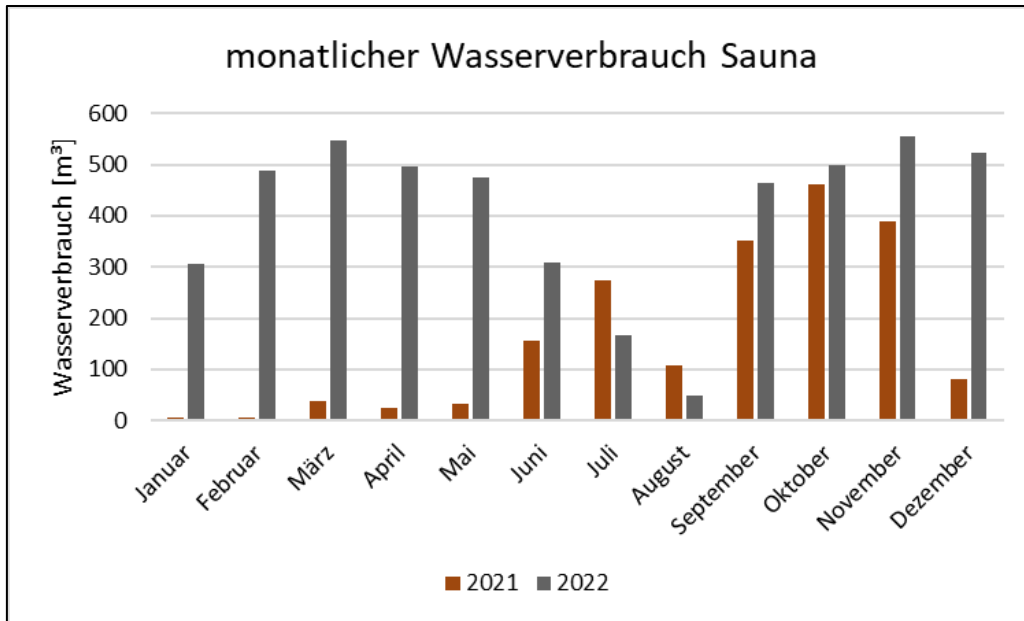


Abbildung 34 – monatlicher Wasserverbrauch Sauna Stadtbad Plauen; Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung

Daraus resultierend ergibt sich für den reinen Badbetrieb folgender monatlicher Wasserbedarf für das Becken-, Dusch- und Sanitärwasser.

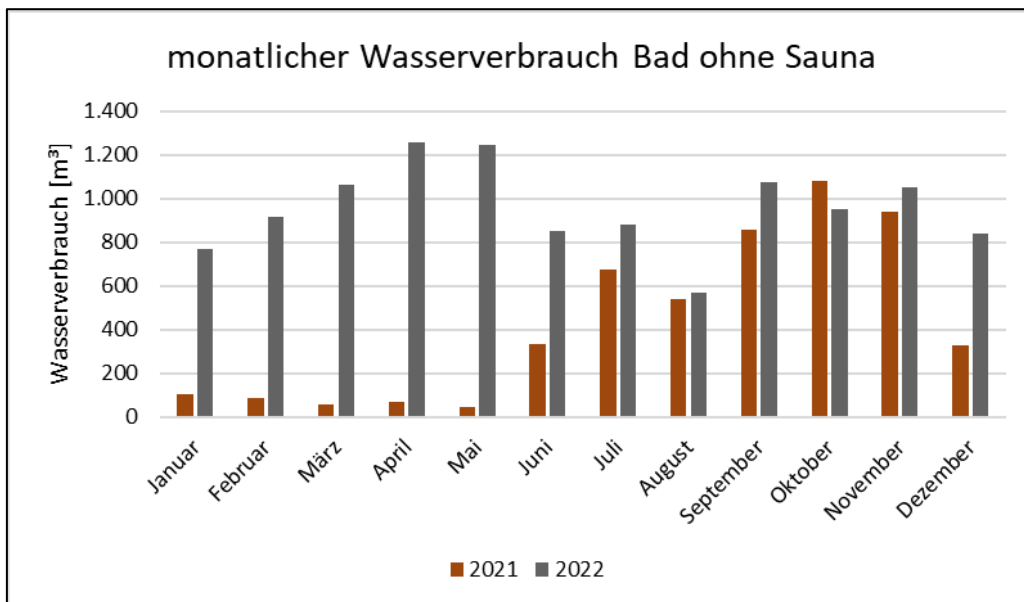


Abbildung 35 – monatlicher Wasserverbrauch Stadtbad Plauen (ohne Sauna); Datenquelle: Stadt Plauen – INM, eigene Darstellung

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Wie bei Wärme und Strom wird auch der Hauptwasserzähler sowie der Unterzähler Wasser Sauna seit März 2021 stündlich digital erfasst. Die folgenden Abbildungen verdeutlichen dabei die entsprechenden Verbräuche in unterschiedlichen zeitlichen Auflösungen.

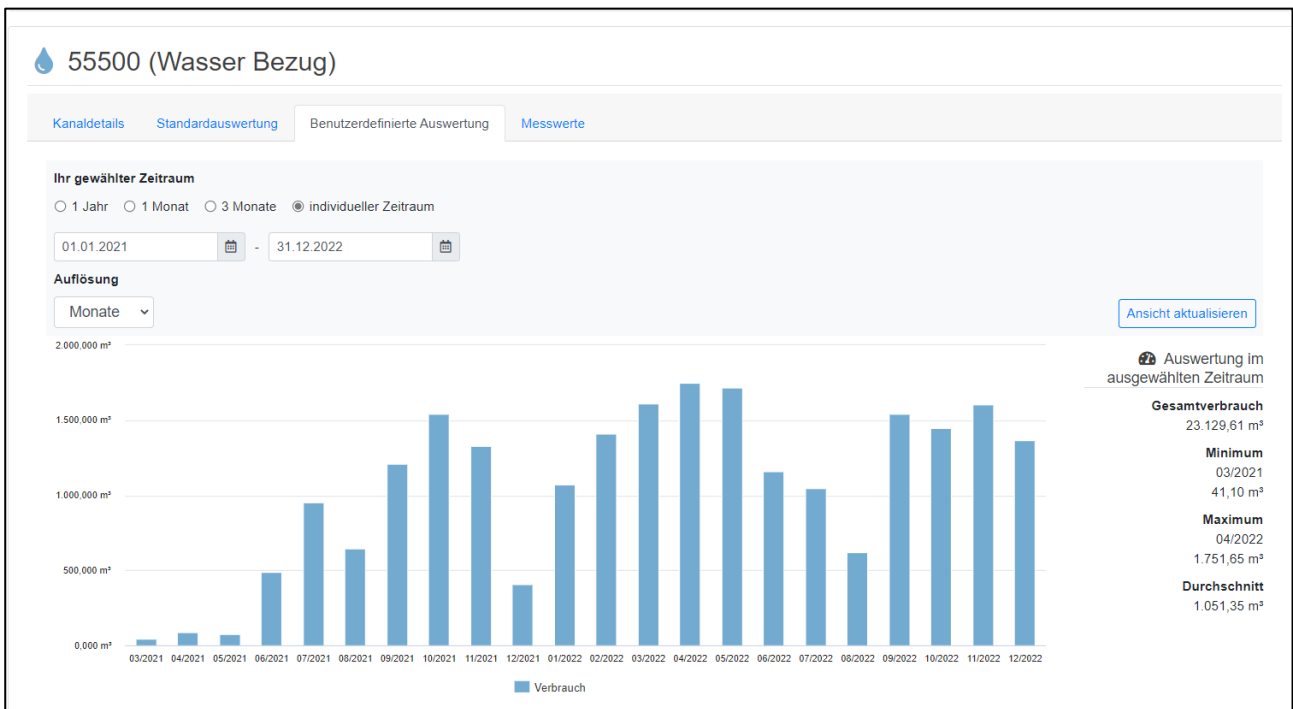


Abbildung 36 – monatlicher Wasserbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

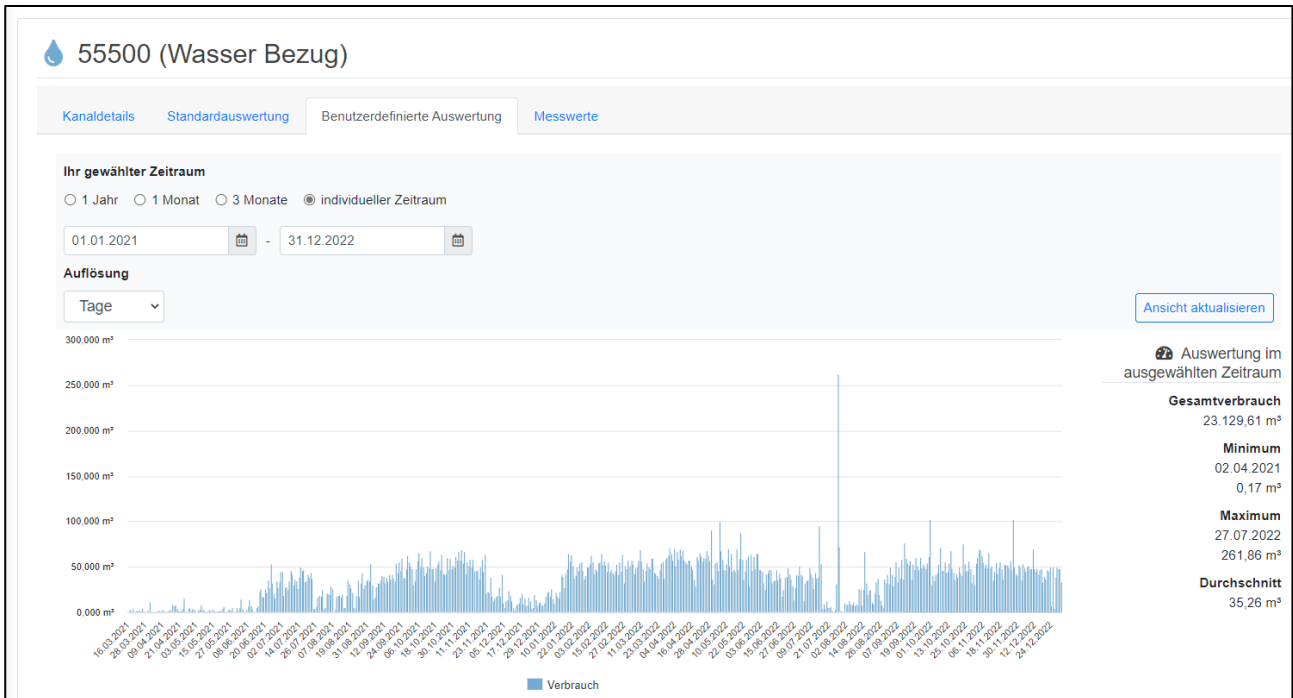


Abbildung 37 – täglicher Wasserbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

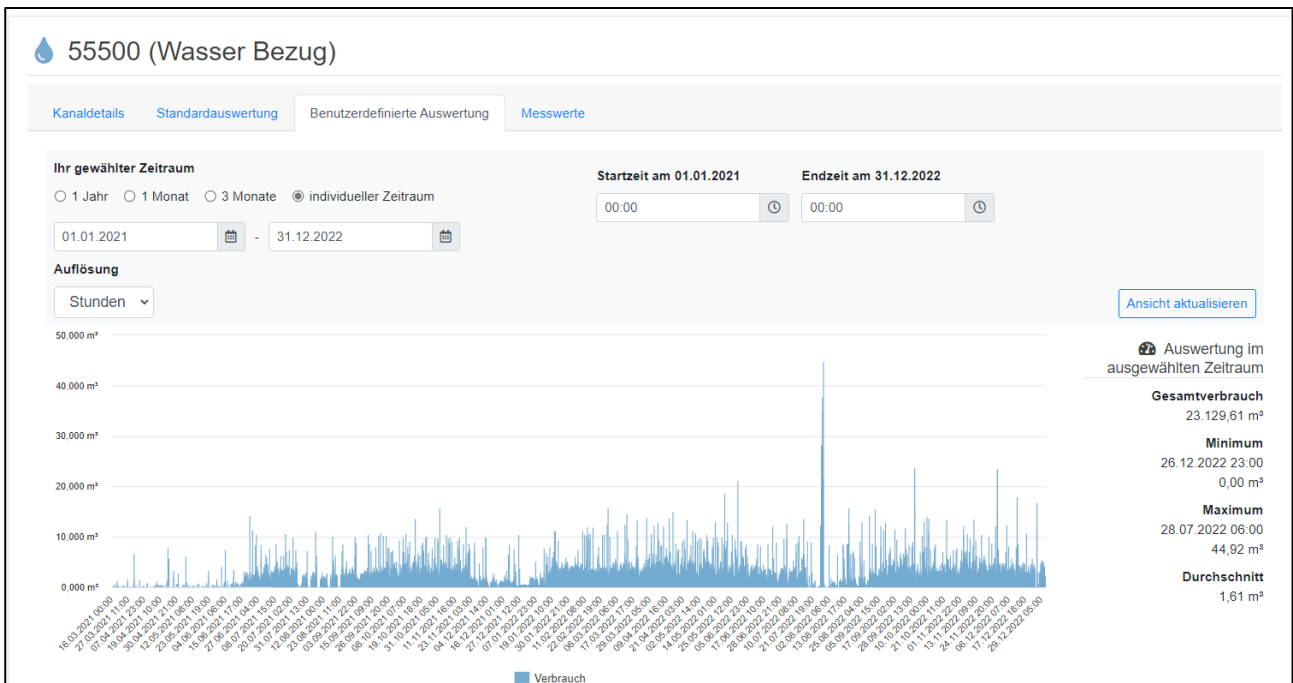


Abbildung 38 – stündlicher Wasserbezug (Hauptzähler) Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

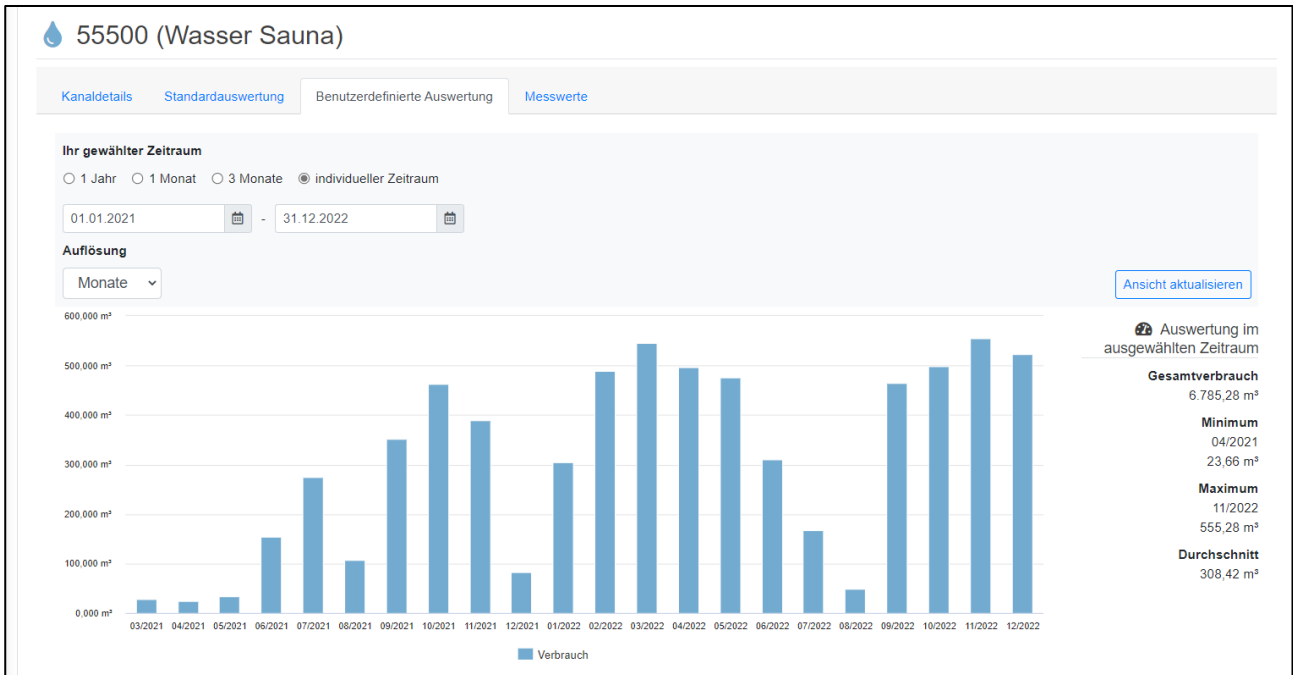


Abbildung 39 – monatlicher Wasserbezug Sauna Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

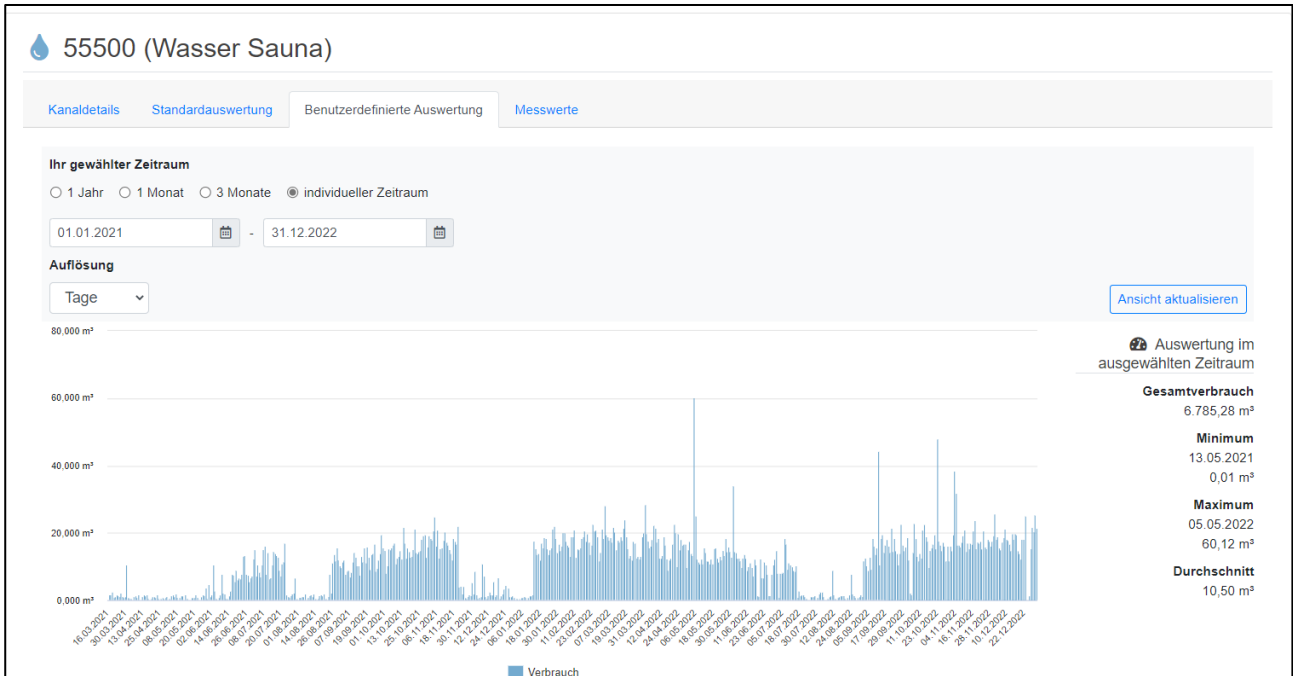


Abbildung 40 – täglicher Wasserbezug Sauna Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

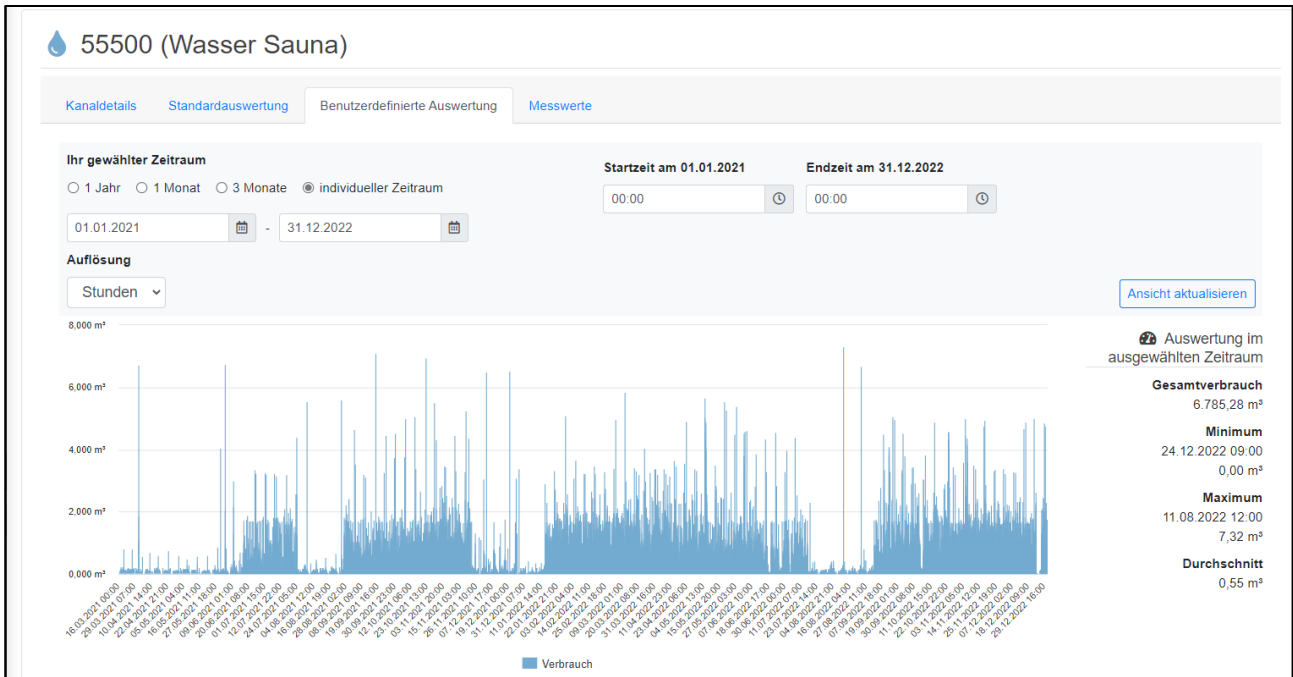


Abbildung 41 – stündlicher Wasserbezug Sauna Stadtbad Plauen – Zeitraum 03/2021 –12/2022; Datenquelle: Stadt Plauen – INM - Monitoring, Screenshot Datenauswertung Software

Anhand der vorstehenden Abbildung 36 bis Abbildung 41 lässt sich folgendes zusammenfassen:

- ⇒ durchschnittlicher monatlicher Wasserbedarf Bad gesamt liegt bei ca. 1.050 m³
- ⇒ darauf entfallen monatlich durchschnittlich ca. 310 m³ auf den Bereich der Sauna
- ⇒ der durchschnittliche tägliche Wasserbedarf beträgt ca. 35 m³ (ca. 25 m³ Bad und ca. 10 m³ Sauna)
- ⇒ der durchschnittliche stündliche Wasserbedarf liegt bei ca. 1,6 m³/h (ca. 0,6 m³/h Bereich Sauna und ca. 1 m³/h Bereich Bad)
- ⇒ zu Betriebszeiten lässt sich für das Stadtbad ein stündlicher Wasserbedarf von ca. 3 m³/h ableiten
- ⇒ in Spitzen liegt der stündliche Gesamtwasserbedarf bei ca. 25 m³ (Bereich Sauna ca. 7 m³)
- ⇒ bei Beckenneubefüllung kann die Spitze des Wasserbezuges auch bei ca. 45 m³/h liegen

4.2.2.4 Kennzahlen

Zum besseren Vergleich der Entwicklungen eignet sich die Bildung von Kennzahlen. Im Rahmen des kommunalen Energiemanagements der Stadt Plauen werden dazu jährliche Energieberichte erstellt.

Für das Stadtbad werden die Kennzahlen mit Bezug auf die Beckenfläche (1.100 m²) in Verbindung mit den Verbräuchen gebildet. Damit die einzelnen Jahre vergleichbar bleiben, werden die Verbrauchsdaten witterungsbereinigt. Die so erhalten spezifischen Verbräuche über den Zeitraum 2019 bis 2022 zeigen die folgenden Abbildungen.

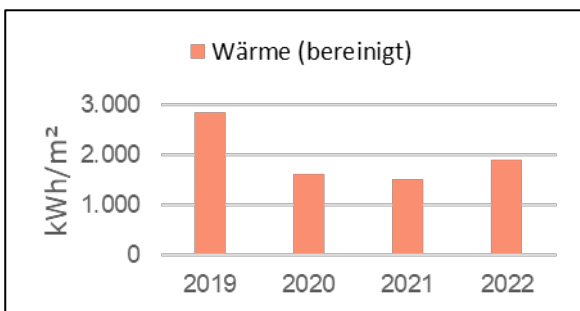


Abbildung 42 – Entwicklung spezifischer Wärmeverbrauch

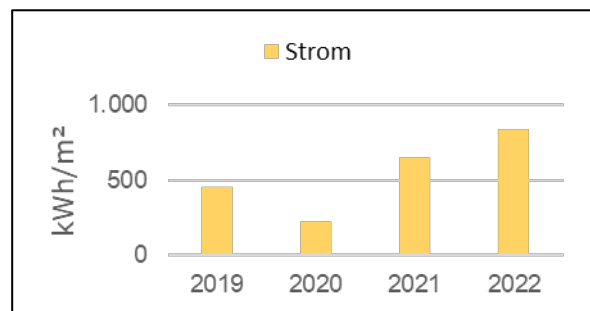


Abbildung 43 – Entwicklung spezifischer Stromverbrauch

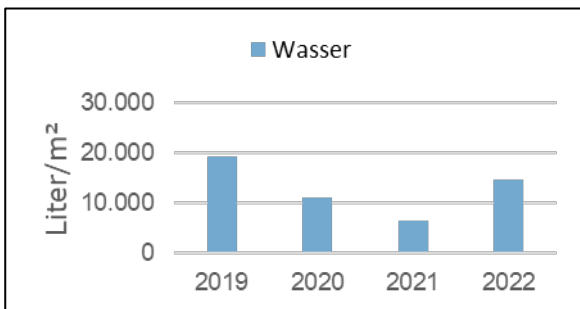


Abbildung 44 – Entwicklung spezifischer Wasserverbrauch

Für das Jahr 2022 ergeben sich auf der Grundlage der vorstehenden Abbildungen folgende Kennzahlen bezogen auf die Beckenfläche für das Stadtbad in Plauen (incl. Sauna):

- spezifischer Wärmeverbrauch (bereinigt) 1.912 kWh/m²
- spezifischer Stromverbrauch 839 kWh/m² bzw. 627 kWh/m² (ohne Sauna)
- spezifischer Wasserverbrauch 14.628 l/m² bzw. 14,6 m³/m²
10.424 l/m² bzw. 10,4 m³/m² (ohne Sauna)

Eine Differenzierung des spezifischen Wärmeverbrauchs ohne Sauna ist aufgrund fehlender Erfassung nicht möglich.

4.2.2.5 Zusammenfassung IST-Analyse Verbrauchsdaten Bestand

Anhand der Betrachtungen in den Gliederungspunkten 4.2.2.1 bis 4.2.2.4 lassen sich die Verbrauchsdaten des Bestandes wie folgt kurz zusammenfassen.

Bereich Wärme

- im Bestand mittlere monatliche Heizlast von max. 350 KW Heizleistung anscheinend ausreichend
- berechnete Heizlast des Bestandsgebäudes bei ca. 400 – 500 KW (incl. Sauna)
- spezifischer witterungsbereinigter Wärmeverbrauch bezogen auf die Beckenfläche 1.912 kWh/m²
- Reserven der vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen nur beim gedrosselten Brennwertkessel ableitbar, BHKW läuft durchgehend im „Volllastbetrieb“

Bereich Strom

- Leistungsbedarf Strom gesamt beträgt ca. 250 KW
- Reserven der vorhandenen Stromerzeugungsanlagen (PVA und BHKW) nur unwesentlich
- Änderungen aufgrund der derzeitig im Bau befindlichen PVA auf dem Dach der 50 m Halle auf Reserven in der Stromerzeugung, die für den Anbau nutzbar wären, derzeitig nicht abschätzbar (keine Daten vorliegend)
- spezifischer Stromverbrauch bezogen auf die Beckenfläche 839 kWh/m² bzw. 627 kWh/m² (ohne Sauna)

Bereich Wasser

- in Betriebszeiten durchschnittlich 3 m³/ h an Wasserbedarf im Bad
- in Spitzen außerhalb der Öffnungszeiten auch 20 m³/h
- spezifischer Wasserverbrauch bezogen auf die Beckenfläche 14,6 m³/m² bzw. 10,4 m³/m² (ohne Sauna)

5. Ermittlung Energiebedarf Stadtbadanbau

5.1 GRUNDLAGEN UND RANDBEDINGUNGEN

Gegenwärtig liegen nur Auszüge aus der Studie zur Erweiterung des Stadtbades in Plauen vor (Pläne und Ansichten). Eine detailliertere Planung für den Stadtbadanbau Plauen liegt nicht vor. Daher werden im Folgenden die Betrachtungen auf der Grundlage der vorliegenden Unterlagen angestellt (speziell Variante 3) und sind im Rahmen der weiteren Planungen zum Stadtbadanbau zu verifizieren.

Die Abschätzung des Energiebedarfs für den geplanten Stadtbadanbau erfolgt auf der Grundlage der VDI 2089 [8 – 11] in Verbindung mit der Normenreihe DIN V 18599 [17]. Weiterhin wurde der Planungsleitfaden „Passivhauskonzept für Hallenbäder“ [5] für die Betrachtungen mit herangezogen.

Bauhülle

Generell wird davon ausgegangen, dass die Bauhülle im Passivhausstandard mit folgenden max. U-Werten ausgeführt wird:

Tabelle 2 – maximale U-Werte der Bauhülle

	U-Wert [W/(m ² K)]
Außenwände an Außenluft	0,11
Fußboden an Erdreich	0,12
Fußboden Gänge an Außenluft	0,11
Dach	0,11
Fußboden an Keller	0,11
Fensterfronten und Fenster	0,90
Innen- und Außentüren	2,90

Die in der Tabelle 2 aufgeführten max. U-Werte sollten im Rahmen der weiteren Planungen eingehalten, besser noch, unterschritten werden. Daraus resultierend wird sich auch der Energiebedarf für die Heizung reduzieren.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Nutzungsprofil

Auf der Grundlage der aktuellen Nutzungszeiten, die sich auch mit der Erweiterung des Stadtbades nicht wesentlich ändern sollen, wurden für die Betrachtungen folgende Daten zu Grunde gelegt:

Tabelle 3 – Nutzungsprofil

Nutzungszeiten	
Mo – Fr	7.00 – 20.00 Uhr
Sa/So/Feiertag	8.00 – 20.00 Uhr
jährliche Nutzungstage	323 Tage (365 Tage/a abzgl. 42 Tage Schließzeit [6 Wochen])
jährliche Nutzungsstunden	323 Tage à 13 Stunden = 4.199 Stunden davon 70 % Tagzeit (2.939 Stunden) 30 % Nachtzeit (1.260 Stunden)
RLT- und Lüftungsbetrieb	analog jährlicher Nutzungstage
Wassertemperatur Schwimmbecken	26,5 °C
Beleuchtungsstärke (Wartungswert)	
Umkleide/ WC	200 lx
Schwimmbecken	200 – 600 lx
Schwimmhalle	200 lx
Nebenräume/ Aufsicht	200 lx
Gänge/ Foyer	200 lx
UG Technik	100 lx

Raumtemperaturen

In der VDI 2089 werden für die einzelnen Räume und für das Beckenwasser Temperaturniveaus vorgegeben, die entsprechend für die Planungen zu Grunde zu legen sind. In der nachfolgenden Tabelle werden in Anlehnung an die VDI 2089 die entsprechenden Vorgaben zusammengefasst.

Im Betrieb der Schwimmhalle sollte entsprechend DIN 2089 die Raumlufftemperatur 2 K bis 4 K über der Beckenwassertemperatur, jedoch nicht über 34 °C, liegen (Verringerung Wärmeentzug vom feuchten unbedeckten Körper und aus Gründen der Behaglichkeit).

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Tabelle 4 – Temperaturen nach VDI 2089, Tabelle 2

	Raumlufttemperatur		Wassertem- peratur
	min.	max.	
Eingangsbereich/ Nebenräume	20 °C		
Treppenhäuser	18 °C		
Umkleideräume	22 °C	28 °C	
Sanitäts-, Schwimmmeister- und Personalräume	22 °C	26 °C	
Duschräume mit zugehörigen Sanitäräumen	26 °C	34 °C	
Schwimmhalle	30 °C	24 °C	
Schwimmbecken			28 °C (26,5 °C)

Derzeitig wird die Beckenwassertemperatur des Schwimmbeckens im Stadtbad Plauen auf 26,5 °C abgesenkt (Einsparung Energie). Gemäß Auskunft Herr Adler soll dies auch zukünftig beibehalten werden.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Zonierung

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen in Verbindung mit der DIN 18599 wurden für die Ermittlung des Wärmebedarfs folgende Zoneneinteilung vorgenommen:

Tabelle 5 – tabellarische Übersicht Zoneneinteilung

Zone	Nutzung	Fläche	Konditionierung
Zone 1 - Schwimmhalle	Stadtbad Plauen Schwimmhalle (Zone 1)	907,00 m ²	beheizt (statisch [FB-Heizung] + RLT)
Zone 2 - Schwimmbecken	Stadtbad Plauen Schwimmbecken (Zone 2)	850,00 m ²	unkonditioniert
Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär	Stadtbad Plauen Umkleide/Duschen/ WC (Zone 3)	798,00 m ²	beheizt (statisch [FB-Heizung] + RLT)
Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht	Stadtbad Plauen Nebenräume/ Aufsicht (Zone 4)	175,00 m ²	beheizt (statisch [FB-Heizung] + RLT)
Zone 5 - Gänge und Foyer	Stadtbad Plauen Gänge/ Foyer (Zone 5)	279,00 m ²	beheizt (statisch [FB-Heizung])
Zone 6 - UG Technik	Stadtbad Plauen UG Technik (Zone 6)	828,00 m ²	Unkonditioniert

Die folgenden Abbildungen zeigen die Lage der Zonen.

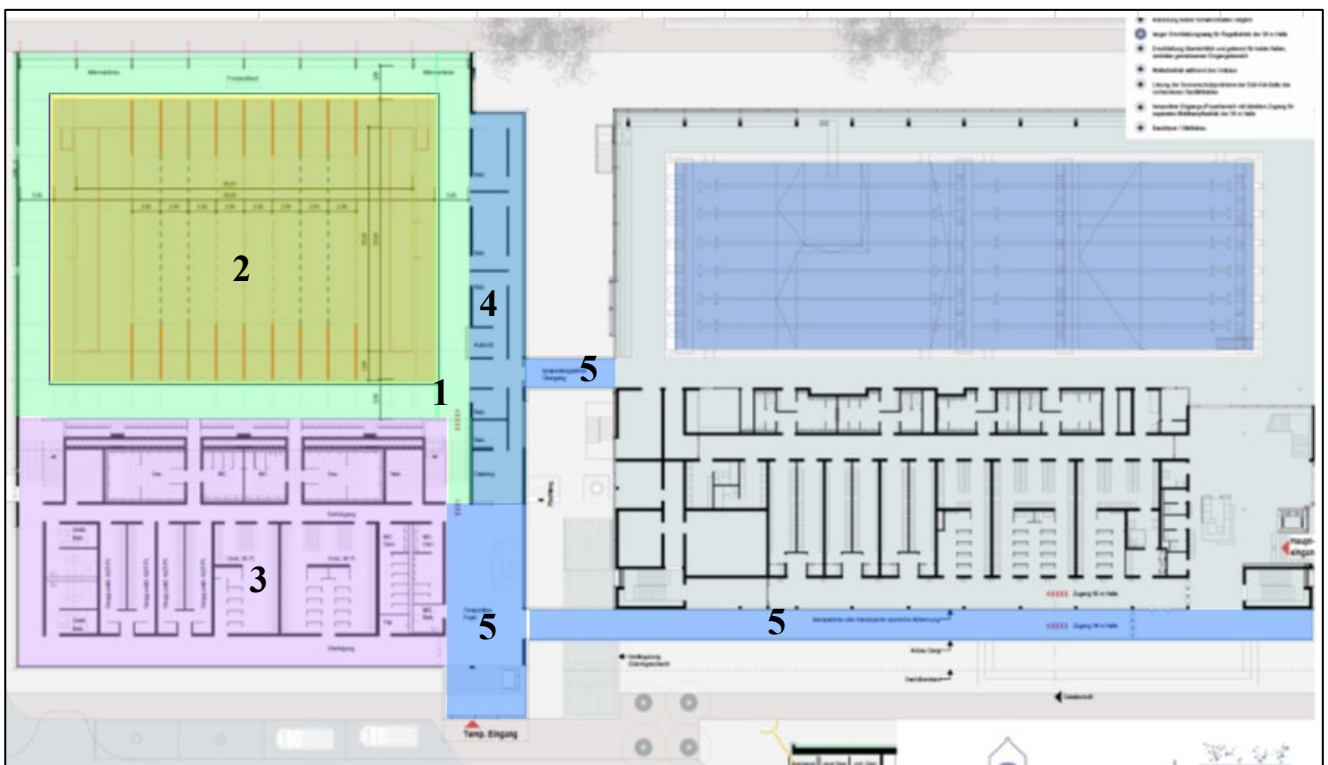


Abbildung 45 – Auszug aus [1] - Grundriß Erdgeschoss Variante 3 (Blatt 17) mit Zonierung

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

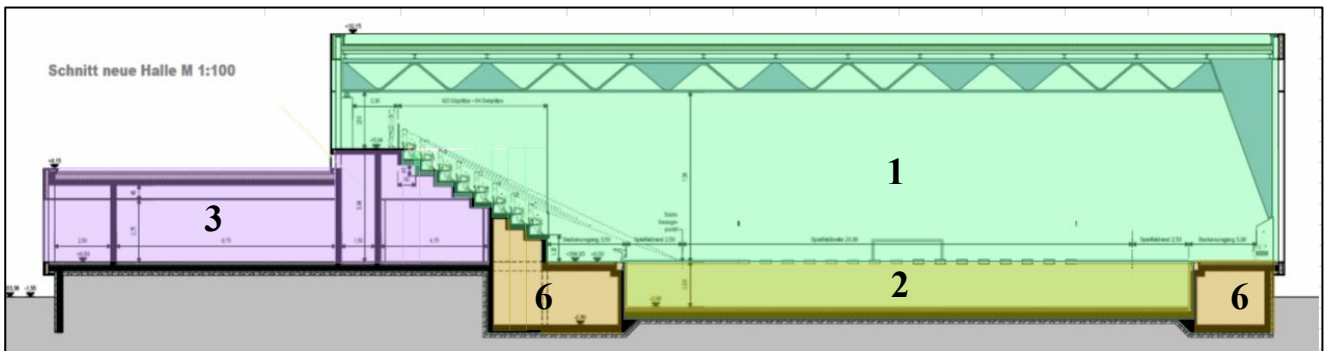


Abbildung 46 – Auszug aus [1] - Querschnitt Variante 3 (Blatt 18) mit Zonierung

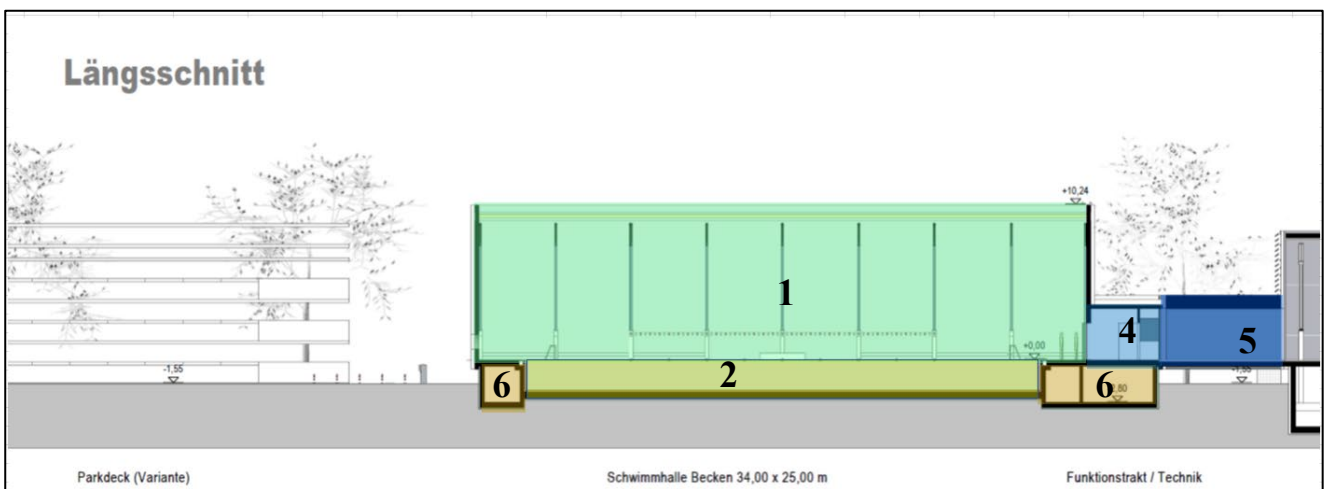


Abbildung 47 – Auszug aus [1] - Ansichten / Gesamtschnitt Variante 3 (Blatt 19) mit Zonierung

Anlagentechnik für Ausgangsvariante

Für die softwaregestützte Berechnung des Energiebedarfs ist es erforderlich, eine Ausgangsvariante zu definieren. Die nachfolgende Abbildung zeigt das dafür zu Grunde gelegte Anlagenschemata.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

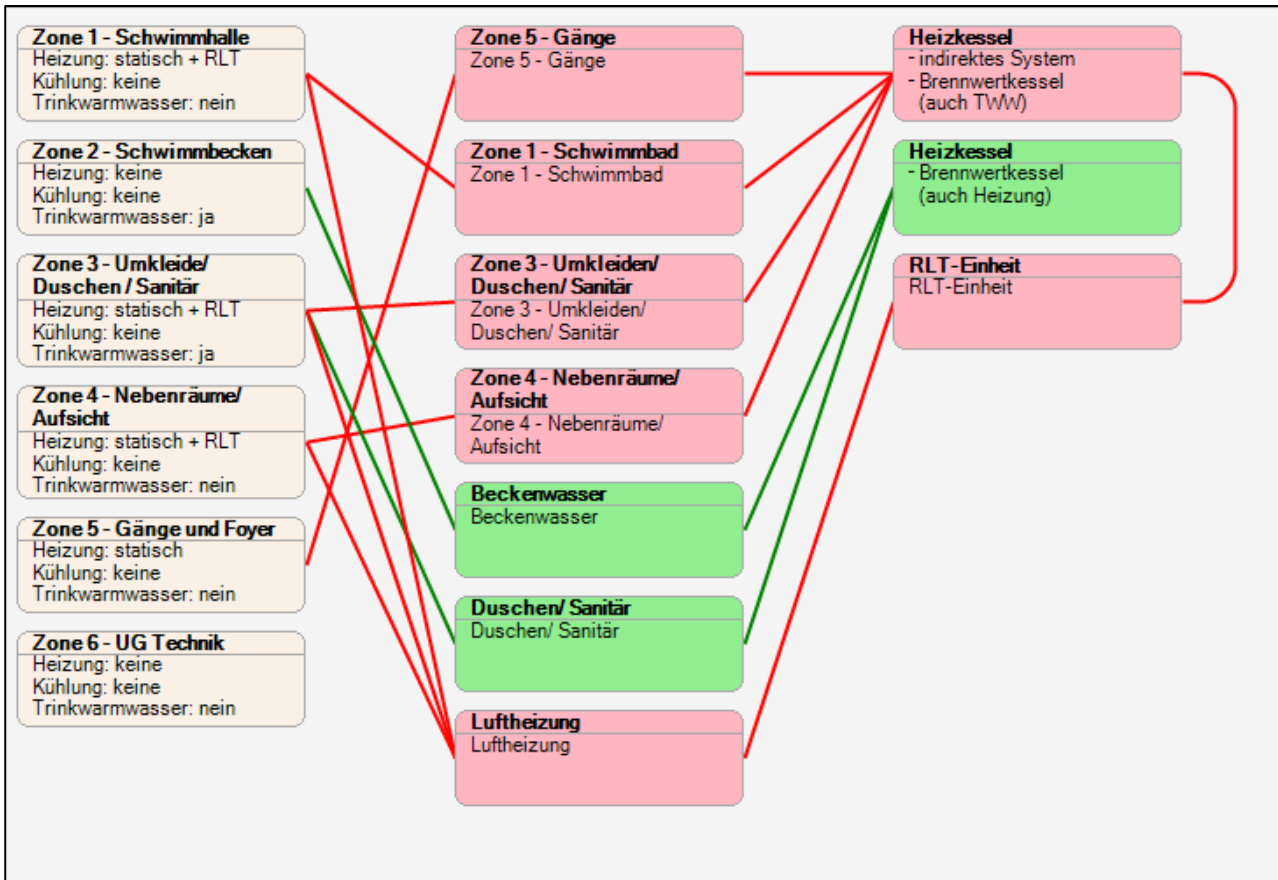


Abbildung 48 – Anlagenschemata Ausgangsvariante für die Berechnung des Energiebedarfs

Die Konditionierung der einzelnen Zonen erfolgt dabei wie in der Tabelle 5 dargestellt.

Die Dokumentation der softwaregestützten Berechnungen mittels des Programms EPASSHELENA Ultra® ist der Anlage 2 beigefügt.

5.2 ERMITTLUNG ENERGIEBEDARF STADTBADANBAU

Die Ermittlung des Energiebedarfs erfolgte auf der Grundlage der VDI 2089 in Verbindung mit der DIN 18599, dem GEG 2020 sowie dem Leitfaden „Passivhauskonzept für Hallenbäder“.

Die Dokumentation der softwaregestützten Berechnungen mittels des Programms EPASSHELENA Ultra® auf der Grundlage der DIN 18599 in Verbindung mit dem GEG 2020 ist der Anlage 2 beigefügt. Die so erhaltenen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen. Einzelheiten der Berechnungen können der Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 6 – Energiebedarfsermittlung Stadtbadanbau mittels EPASSHELENA Ultra

Jährlicher Nutzenergiebedarf	spezifisch [kWh/(m ² a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	72,45	156.413,60
Trinkwarmwasser und Beckenwasser	306,69	662.150,00
Beleuchtung	10,02	21.635,20
Gesamt		840.198,80

Jährlicher Endenergiebedarf (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m ² a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	98,69	213.081,80
Trinkwarmwasser und Beckenwasser	332,67	718.243,50
Beleuchtung	19,45	41.990,00
Belüftung	14,91	32.194,40
Gesamt		1.005.509,70

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m ² a)]	absolut [kWh/a]
Erdgas	429,00	926.220,30
Strom-Mix	36,72	79.289,40
Gesamt		1.005.509,70

Jährlicher Primärenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m ² a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	99,02	213.797,20
Trinkwarmwasser und Beckenwasser	330,69	713.967,80
Beleuchtung	35,00	75.581,90
Belüftung	26,84	57.950,10
Gesamt		1.061.297,00

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die vorstehenden Ergebnisse die erforderlichen Aufwendungen für die Beckenwasseraufbereitung/ Umwälzung nicht berücksichtigt. Der Strombedarf hierfür lässt sich auf der Grundlage von [5] mit ca. 127.000 kWh berechnen (17 W/m² Beckenfläche, 24 Std., 365 Tage). Der erforderliche Heizwärmebedarfs für die Beckenwassererwärmung beträgt unter einem Ansatz von ca. 700 kWh/m² (in Anlehnung an [5] für effiziente Lösungen mit ca. 400 – 700 kWh/m² Wasserfläche und Jahr) ca. 595.000 kWh.

Im Ergebnis der Berechnungen wurde programmintern eine Kessel-Nennleistung von **985 KW** ermittelt.

Zur Verifizierung der zuvor ermittelten Bedarfe erfolgte parallel eine Bedarfsermittlung auf der Grundlage der VDI 2089, Blatt 2, Tabelle 8 und 9 [10].

Tabelle 7 – Energiebedarfsermittlung Stadtbadanbau mittels VDI 2089

	Verbrauchskennzahlen für Hallenbäder, VDI 2089, Teil 1, Tabelle 8		Richtwerte für Hallenbäder, VDI 2089, Teil 1, Tabelle 9	
	je m ² Wasserfläche	Stadtbadanbau Plauen	je m ² Wasserfläche	Stadtbadanbau Plauen
Wärme [kWh]	3.500	2.975.000	2.000	1.700.000
Strom [kWh]	1.000	850.000	600	510.000
Wasser [m ³]	33	28.050	20	17.000

Ebenso auf der Grundlage der VDI 2089, Teil 1 erfolgte eine überschlägige Ermittlung Leistungsbedarfs für Heizung und Strom. Auf der Grundlage der Berechnung der erforderlichen Heizlast (siehe Anlage 3) ergeben sich folgende theoretischen Leistungen.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Tabelle 8 – Heizleistungen gem. VDI 2089, Teil 1 in Verbindung mit DIN EN 12831-1

	erforderliche Heizleistung
Transmissionswärmeverlust Gebäude	273 KW
Lüftungswärmeverluste	584 KW
Beckenwassererwärmung	378 KW
Duschwassererwärmung	269 KW
Summe	1.504 KW

Entsprechend den Vorgaben der VDI 2089 wäre für die Erwärmung des Beckenwassers nach Neubefüllung (Füllzeit 48 Stunden) eine Heizlast von 656 KW erforderlich. Diese wurde bei der vorstehenden Zusammenstellung nicht berücksichtigt. Begründet wird dies damit, dass einerseits zu diesem Zeitpunkt kein Badetrieb gegeben ist und andererseits dies in den Sommermonaten erfolgt und somit auch keine wesentliche Heizleistung für die Erwärmung des Gebäudes erforderlich ist. Bei einer Streckung der Aufwärmzeit für das Beckenwasser reduziert sich auch der erforderliche Heizbedarf. So würde bei einer Zeit von 72 Stunden sich der erforderliche Heizwärmebedarf auf ca. 440 KW verringern.

Bezüglich des Duschwassers müssten nach VDI 2089, Teil 1 insgesamt 43 Duschen im geplanten Anbau vorgesehen werden. Dies erscheint auch im Hinblick auf die vorhandenen Duschen im Stadtbad (derzeitig: 32 Stück) zu hoch. In Anlehnung an den Bestand wird zur Berechnung der Heizlast für die Duschwassererwärmung im Rahmen der Variantenuntersuchung von 32 neuen Duschen ausgegangen.

Für den Leistungsbedarf Strom für den Stadtbadanbau erfolgt eine überschlägige Ermittlung auf der Grundlage der VDI 2089, Ballt 1 - Entwurf, Tabelle 8. Hierbei wurde eine Gebäudegrundfläche von 4.453,16 m², eine Kubatur von 26.392 m³ gem. Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen, Variante 3 zugrunde gelegt. Die Wasserfläche beträgt 850 m² (34 * 25 m).

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Tabelle 9 – überschlägige Ermittlung Leistungsbedarf Strom

	Ansatz gem. VDI 2089, T. 1	Gleichzeitigkeits- faktor gem. VDI 289, T1	Leistungsbedarf
allg. Beleuchtung	12 W/m ² Gebäudefläche	0,8	43 KW
Außenbeleuchtung	2 W/m ² Gebäudefläche	1,0	9 KW
allg. Verbraucher	8 W/m ² Gebäudefläche	0,6	21 KW
Wassertechnik	300 W/m ² Wasserfläche	0,9	230 KW
Heizung/ Lüftung	4 W/m ³ Gebäudevolumen	0,8	84 KW
Summe			387 KW

Auf der Grundlage der vorstehenden Berechnungen lassen sich folgende Bedarfe berechnen:

Tabelle 10 – Bedarfe Stadtbadanbau Plauen

	Wärme	Strom
Heizung	213.100 kWh	
Beleuchtung		42.000 kWh
Trinkwarmwasser	120.000 kWh	
Beckenwassererwärmung	600.000 kWh	
Wasseraufbereitung		127.000 kWh
Lüftungsanlagen		34.000 kWh
Sonstiges (Heizungspumpen, Was- serzirkulationspumpen etc.)		5.000 kWh
Summe	933.100 kWh	208.000 kWh

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Wie im Gliederungspunkt 4.2.2.4 dargestellt, werden im Rahmen des kommunalen Energiemanagements Kennzahlen für das vorhandene Stadtbad erhoben. Auf der Grundlage der Kennzahlen für 2022 ergeben sich, ohne Berücksichtigung der Sauna, folgende Bedarfe für den Stadtbadanbau.

Tabelle 11 – Energiebedarfsermittlung auf der Grundlage Kennwerte Bestand 2022

	Verbrauchskennwert Bestand 2022	Energiebedarf Stadtbadanbau Plauen
Wärme [kWh]	1.912 kWh/m ² Beckenfläche	1.625.200 kWh
Strom [kWh]	627 kWh/m ² Beckenfläche	532.950 kWh
Wasser [m ³]	10,4 m ³ /m ² Beckenfläche	8.840 m ³

Zusammenfassung Bedarfsermittlung und Ableitung für die Variantenuntersuchung

Die unterschiedlichen Berechnungsansätze liefern auch zum Teil stark abweichende Ergebnisse, wie auch die nachfolgende tabellarische Zusammenfassung verdeutlicht.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Tabelle 12 – Zusammenfassung Energiebedarfsermittlungen für den Anbau

	DIN 18599 u. GEG 2020 (ohne Wasseraufbereitung)		VDI 2089, Teil 1, Tabelle 9		VDI 2089, Teil 1, Detailberechnung	Bedarf gem. Tabelle 10	Auf Basis Verbrauchskennwerte Bestand	Verbrauchsdaten Bestand 2022	
	Leistung	Bedarf	auf Basis Verbrauchskennzahl	auf Basis Richtwert	Leistung			Verbrauch	Leistung
Wärme	985 KW	926.220 kWh	2.975.000 kWh	1.700.000 kWh	1.500 KW	933.100 kWh	1.625.200 kWh	1.837.572 kWh	450 KW
Strom		79.290 kWh	850.000 kWh	510.000 kWh	387 KW	208.000 kWh	532.950 kWh	931.667 kWh	250 KW
Wasser			28.050 m ³	17.000 m ³			8.840 m ³	16.237 m ³	

Die Tabelle 12 verdeutlicht, dass die Berechnungen nach normativen Grundlagen deutlich von den tatsächlichen Bedarfen abweicht. Gegenüber dem Bestandsbau haben sich die energetischen Anforderungen an den Neubau deutlich verschärft. Unter Berücksichtigung der ggw. Situation auf dem Energiemarkt, dem gestiegenen Interesse am Klimaschutz etc. wurde im Rahmen der Betrachtungen davon ausgegangen, dass der Neubau mindestens Passivhausstandard erfüllt. Demzufolge wird sich auch der Wärmebedarf gegenüber dem Bestandsbau deutlich verringern. Weiterhin sind neben den technischen Weiterentwicklungen der Anlagentechnik einhergehend mit Einsatz energieeffizienter Systeme auch stromseitig deutlich geringere Bedarfe anzunehmen. Auch der Einsatz von LED-Technik (im Bestand weitestgehend nicht vorhanden) wird sich reduzierend auf den Stromverbrauch auswirken. In den Berechnungen nach DIN 18599 wurde der Einsatz von LED-Technik bereits berücksichtigt.

Auf Grund des Stadiums der Planungen zum Anbau des Stadtbades (derzeitig nur Auszüge aus Studie zur Erweiterung dazu, keine weiteren Planungen [z.B. Entwurfsplanung] vorliegend) werden für die Aufstellung der Varianten und deren Vergleich folgende Eingangsdaten zu Grunde gelegt:

erforderliche Heizleistung:	450 KW
erforderlicher Wärmebedarf:	1.000.000 kWh
erforderliche Leistung Strom:	250 KW
erforderlicher Strombedarf:	250.000 kWh

Im Rahmen der weiteren Planungen sind die Ansätze zu verifizieren und entsprechend anzupassen. Detailberechnungen und Auslegungsberechnungen sind nicht Bestandteil dieser Variantenuntersuchungen.

6. Varianten zur Energieversorgung des Stadtbadanbaus

6.1 ALLGEMEINES

Für die Deckung des erforderlichen Energiebedarfs für den geplanten Stadtbadanbau in Plauen kommen eine Vielzahl von Möglichkeiten und Kombinationen in Betracht. Gemäß Aufgabenstellung für die Variantenuntersuchung sind insgesamt 5 verschiedene Varianten herauszuarbeiten und miteinander zu vergleichen. Prämisse soll dabei sein, dass einerseits eine sinnvolle Verknüpfung zum Bestand (insbesondere Wasseraufbereitung) und andererseits eine weitestgehend klimaneutrale Versorgung (bilanziell keine deutlich höheren CO₂-Emissionen als zum jetzigen Zeitpunkt mit dem vorhandenen Bad) erfolgen soll.

Grundlage für die Variantaufstellung bilden die Bestandsanalyse sowie die Bedarfsermittlung für den Neubau. Da ggw. noch keine Entwurfsplanung bzw. weiterführende Planungen zum Anbau vorliegen, können die Varianten auch nur grob bilanziert werden und weisen dementsprechend auch Unsicherheiten auf. Detailbetrachtungen und Anlagenauslegungen sind nicht Bestandteil der beauftragten Leistungen zur Variantenuntersuchung.

In Abstimmung mit der Stadt Plauen wurden für die Deckung des Energiebedarfs nachfolgende Varianten aufgestellt und in den nächsten Gliederungspunkten näher betrachtet.

Variante 0 - Ausgangsvariante

Wärme	Strom
Gasbrennwertkessel	Netz

Variante 1

Wärme	Strom
Abdeckung des Wärmebedarfs durch den vorhandenen, derzeit gedrosselten, Gaskessel ggf. in Kombi mit weiterem BHKW	BHKW, PV/Hybridkollektoren, Netz

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Variante 2

Wärme	Strom
Fernwärme ggf. in Kombi mit weiterem BHKW	PV/Hybridkollektoren, Netz

Variante 3

Wärme	Strom
Wärmepumpe (Geothermie, Luft)	PV/Hybridkollektoren, Netz

Variante 4

Wärme	Strom
Wärmepumpe (Geothermie, Luft), Solar-Luftkollektoren (Fassade) in Kombination mit Speicher (z.B. Saisonalspeicher als Eisspeicher, eTank etc.)	PV/Hybridkollektoren, Netz

Variante 5

Wärme	Strom
Biomasse-Heisanlage (auch als BHKW [z.B. Holzvergaser-BHKW mit biogenen Festbrennstoffen] denkbar)	BHKW, PV/Hybridkollektoren, Netz

Neben den vorgenannten Varianten gibt es noch eine Vielzahl von weiteren Varianten/Variantenkombinationen. Generell kann Strom auch mittels Windkraft erzeugt werden. Hier seien beispielweise die Systeme von WindMyRoof sowie Aeromine (Nutzung von Gebäudeaufwinden) und Vortex Bladeless (Nutzung des Prinzips der aeroelastischen Resonanz) genannt. Eine Modellierung/ Bilanzierung dieser Systeme ist zum ggw. Zeitpunkt aufgrund fehlender Voruntersuchungen (z.B. Windmessungen, Windsimulationsberechnungen etc.) derzeit nicht möglich. Im Gliederungspunkt 8 wird auf die möglichen Systeme etwas näher eingegangen. Es wird empfohlen, im Rahmen der weiteren Planungen diesbezüglich weitere Betrachtungen bzw. Machbarkeitsstudien durchzuführen.

Weiterhin besteht die Möglichkeit auf dem möglicherweise zu errichtenden Parkhaus, auf der obersten Ebene semitransparente PV-Module zu installieren um weiteren Strom zu produzieren und im Stadtbad (Alt- und Neubau) zu nutzen sowie überschüssigen Strom einzuspeisen. Zu einem möglichen Parkhaus liegen bislang keine detaillierteren Informationen vor, so dass diese ergänzende Möglichkeit der Stromproduktion bei der Variantenaufstellung zunächst nicht berücksichtigt wird. Weitere Informationen zu den semitransparenten Modulen werden im Gliederungspunkt 8 gegeben.

Stromerzeugung mittels Wasserkraft wird derzeit nicht als relevant für den Badanbau gesehen. Die Nutzung von Wasserkraftwerk im unmittelbaren Bereich des Bades in der Elster ist, auch im Hinblick auf den oft vorhandenen Niedrigwasserstand, aus ggw. Sicht keine Option. Um auch mit Niedrigwasser umgehen zu können, wäre ein Eingriff in das Flussbett erforderlich (Vertiefung im Bereich der möglichen Anlage, Stauanlage o.ä.). Bei Hochwasser kommt es möglicherweise zu einer Überschwemmung der Anlage, was unter Umständen eine Zerstörung der Gesamtanlage zur Folge haben kann. Ergänzend kommt hinzu, dass im Vorfeld umfangreiche genehmigungsrechtliche Aspekte zu klären sind. Die Nutzung der Wehranlage im Bereich der Uferstraße stellt derzeit auch keine Option dar, da eigentumsrechtliche Belange sowie Belange der Zuständigkeiten in Verbindung mit dem Bau und den Betrieb einer möglichen Anlage nicht geklärt sind.

Neben der Nutzung der angrenzenden Elster zur Stromerzeugung, kann diese auch als Wärmequelle dienen. Entsprechend umgesetzte Projekte, die Flüsse als Energiequelle nutzen, gibt es bereits. Jedoch ist auch hier zum ggw. Zeitpunkt die Datenlage nicht ausreichend, um eine grobe Bilanzierung durchführen zu können. Neben genehmigungsrechtlichen Sachverhalten (u.a. Genehmigung der Nutzung seitens der Landestalsperrenverwaltung) sind weitere Untersuchungen zur Wasserqualität, zu den Strömungsverhältnissen etc. erforderlich.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Im Folgenden werden die aufgestellten Varianten näher dargestellt und miteinander verglichen. Details zu den Varianten können den Anlagen 4 entnommen werden. Die Betrachtungen zur Klima-/Treibhausgasneutralität (bilanziell) erfolgen im Anschluss an den Variantenvergleich. Grundlage für alle Betrachtungen bilden folgende Meteodaten.

Mittlere Außentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Bei den im Gliederungspunkt 6.2 aufgestellten Varianten handelt es sich um eine erste Grobauslegung auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Informationen. Sie können daher nur als grobe Orientierung herangezogen werden und stellen somit auch keine Anlagenplanung mit Detailauslegung dar. Es handelt sich dabei um prinzipiell mögliche technisch umsetzbare sowie funktionierende Energieversorgungsmöglichkeiten und geben daher einen Überblick zu den zu erwartenden Energieflüssen, den Kosten, den Emissionen und den Energiegestehungskosten. Im Rahmen dieser Vorbetrachtungen erfolgt keine Optimierung hinsichtlich der Anlagen- und Speichertechnik, der Anlagensteuerungen sowie der Energieflüsse. Unberücksichtigt dabei bleiben auch Wärmerückgewinnung (z.B. Duschwasser, Beckenwasser) und Abluftwärmenutzung (z.B. Wärmepumpeneinsatz im Abluftsystem der Lüftungsanlagen). Für diese Betrachtungen ist die Ausgangslage und damit die Datenbasis nicht detailliert genug.

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

6.2. VARIANTENBESCHREIBUNG

Für die Aufstellung der einzelnen Varianten wurde zunächst die Verbrauchsseite definiert und als einheitliche Ausgangslage für die einzelnen Varianten zu Grunde gelegt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die für die nachfolgenden Varianten definierte Ausgangslage. Grundlage dabei bilden die im Gliederungspunkt 5.2 zusammengefassten Berechnungen und Festlegungen.

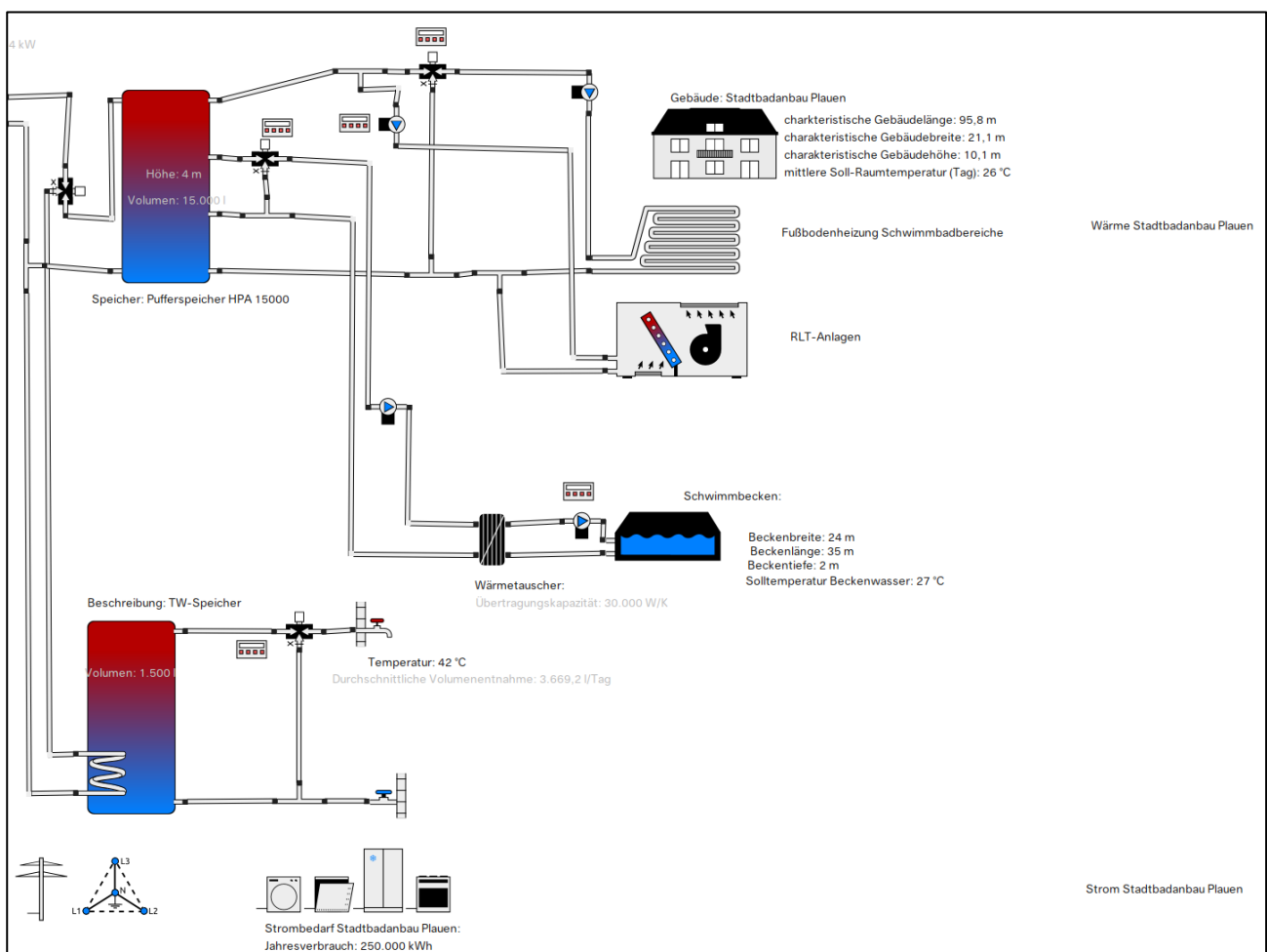


Abbildung 49 – Definition der Verbrauchsseite

Darauf aufbauend wurden bei den Variantaufstellungen Möglichkeiten der Wärme- und Stromerzeugung zur Abdeckung des definierten Bedarfs aufgestellt.

6.2.1 VARIANTE 0 - AUSGANGSVARIANTE

Die Ausgangsvariante geht davon aus, dass für die Wärmeversorgung ein Brennwertkessel verwendet wird. Unter Berücksichtigung der Bedarfsermittlung in Verbindung mit der Bestandsanalyse würde für die Abdeckung des erforderlichen Wärmebedarfs des Anbaus der vorhandenen Brennwertkessel ausreichend sein. Dazu müsste der Drosselung des Kessels aufgehoben werden. Der vorhandene Kessel hat eine Leistung von 1.200 KW und ist derzeit auf 300 KW gedrosselt. Somit könnte der Kessel eine Leistung für den Anbau von 900 KW zur Verfügung stellen. Mit dem prognostizierten Bedarf von 450 KW wäre somit ausreichend Kapazität gegeben.

Für die Abdeckung des Strombedarfs wird von einem reinen Netzbezug ausgegangen.

Die Simulation der Variante erfolgte mit Hilfe des Programms Polysun (Version 2023.4). Das ange-setzte Anlagenschemata, Anlagenleistungen, Eingangsdaten sowie die Ergebnisse der Simulation können der Anlage 4.1 entnommen werden. Anhand der Berechnungen ergibt sich folgendes Energieflussdiagramm.

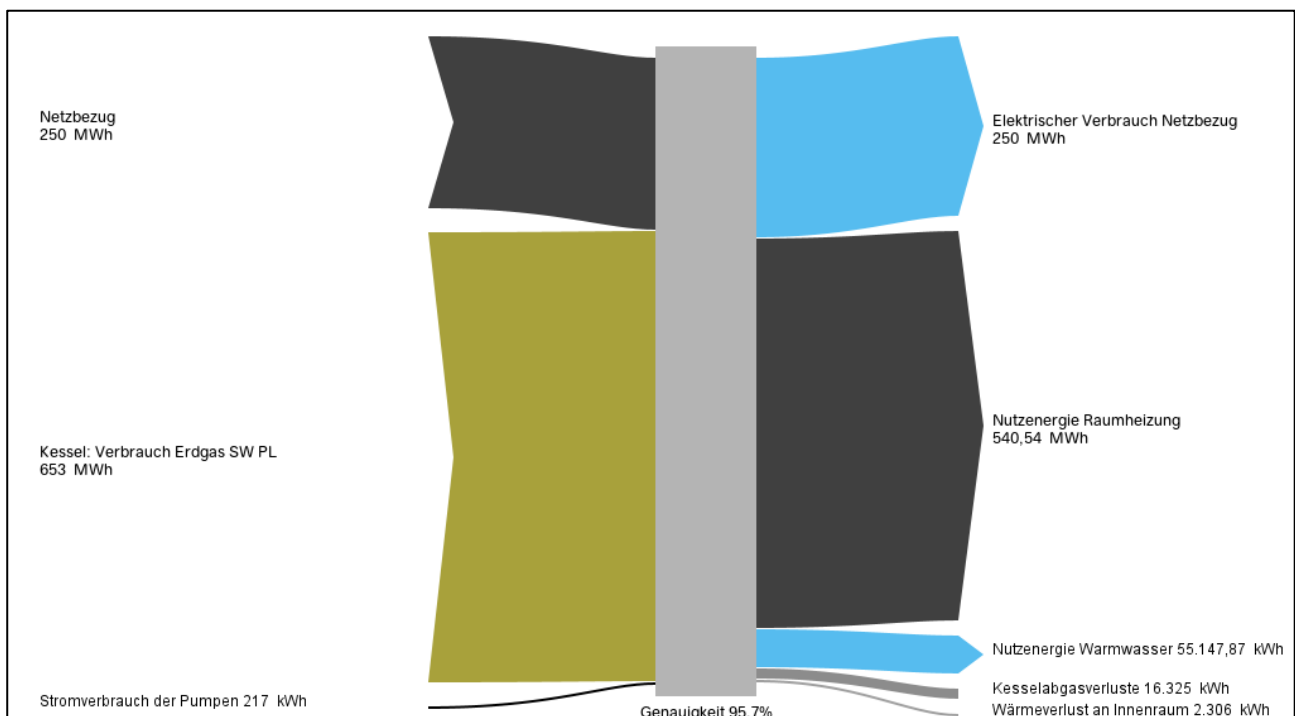


Abbildung 50 – Energieflussdiagramm Variante 0 - Ausgangsvariante

Durch die Nutzung des vorhandenen Kessels wird kein zusätzlicher Platz für die Anlagentechnik zur Wärmebereitstellung benötigt.

6.2.2 VARIANTE 1A – GASBRENNEWERTKESSEL UND PV-ANLAGE

Bei der Variante 1a wird ebenfalls der vorhandene Kessel des jetzigen Stadtbades für die Wärmeversorgung des Anbaus eingesetzt. Für die Abdeckung eines Teils des Strombedarf wird neben dem Netzbezug eine PV-Anlage vorgesehen. Die angedachte PV-Anlage mit einer Ost-Westausrichtung ist als flachaufgeständerte Dachanlage mit insgesamt 760 Modulen und einer Leistung (DC) von 323 KW vorgesehen. Zusätzlich ist ein Batteriespeicher (60 kWh) angedacht.

Aus der Anlage 4.2 gehen Einzelheiten zur Variante 1a hervor.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Energiefluss auf der Grundlage der Ansätze und der durchgeführten Simulation.

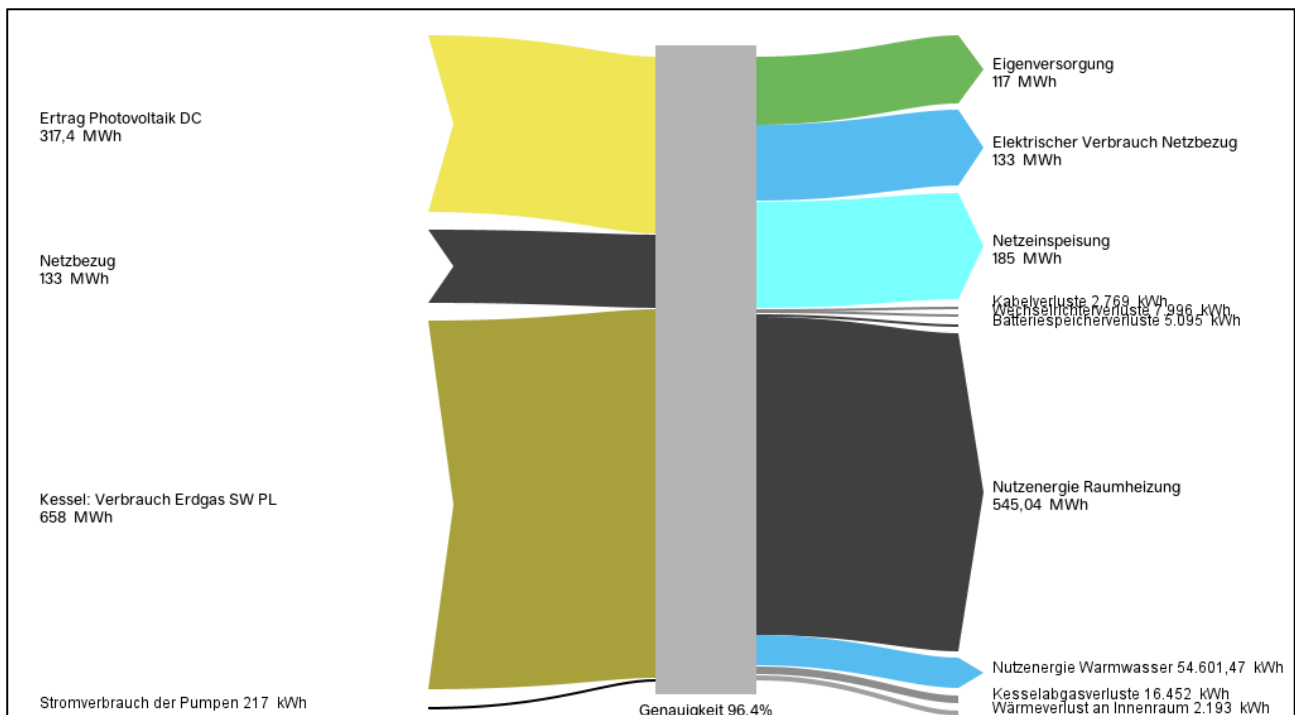


Abbildung 51 – Energiefluss Variante 1a – Gasbrennwertkessel und PV-Anlage

Der Überschuss an PV-Strom wird in das Netz eingespeist. Unter Umständen könnten auch Teile für die Stromversorgung des jetzigen Badbetriebes noch genutzt werden. Wie bereits dargestellt wird ggf. eine 100 kW_P-PV-Anlage auf dem Dach des jetzigen Stadtbades errichtet. Inwieweit hier eine Deckung des Netzbezuges des jetzigen Stadtbades erfolgt, kann ggf. nicht verlässlich abgeschätzt werden. Betrachtungen gehen davon aus, dass bis zu 83.000 kWh erzeugter PV-Strom eigengenutzt werden können [21]. Eine verlässliche Prognose, in welchem Umfang die vorgesehene PV-Anlage für den Stadtbadanbau hier zusätzlich noch den Strombedarf decken könnte, ist ggf. nicht möglich.

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Wie bei der Variante 0 – Ausgangsvariante wird der vorhandene Kessel weitergenutzt, so dass kein zusätzlicher Platzbedarf für die Anlagen zur Wärmebereitstellung besteht.

6.2.3 VARIANTE 1B – GAS-BHKW-SPITZENLASTKESSEL UND PV-ANLAGE

Die Variante 1b, als Untervariante zur Variante 1a, nimmt zusätzlich den Einsatz eines Gas-BHKW auf. Der vorhandene Kessel fungiert dabei als Spitzenlastkessel. Diese Variante entspricht dem ggw. Stand der Versorgung des vorhandenen Stadtbades, jedoch hat das bei dieser Variante eingesetzte BHKW eine höhere Leistung und könnte unter Umständen auch noch einen Teil des Strombedarfs des jetzigen Stadtbades abdecken. Im Rahmen der Variantenuntersuchung wurde eine gasbetriebenes BHKW mit einer elektrischen Leistung von 140 KW und einer Gesamtleistungen von 384 KW angesetzt.

Details zu den vorgesehenen Anlagen sowie den Ergebnissen der Simulation können der Anlage 4.3 entnommen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Energiefluss auf der Grundlage der durchgeführten Simulation.

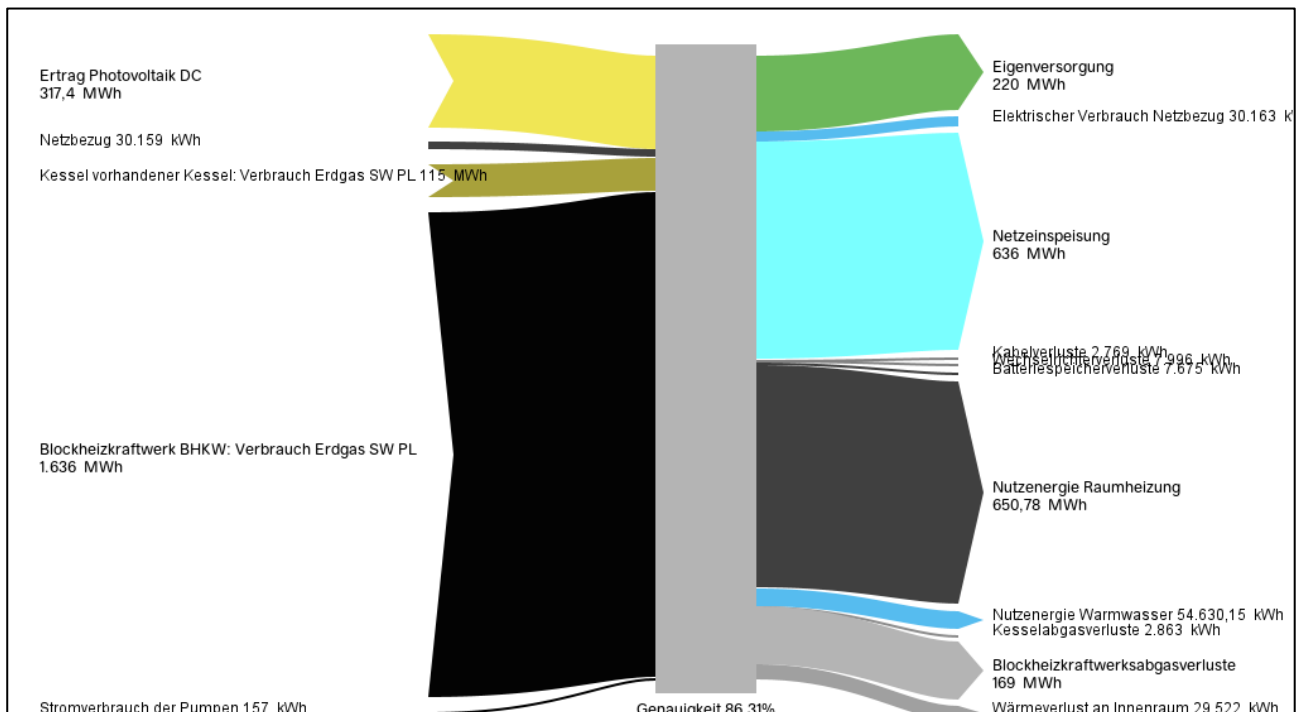


Abbildung 52 – Energiefluss Variante 1b – Gas-BHKW + Spitzenlastkessel und PV-Anlage

Das angedachte BHKW könnte im jetzigen „Heizraum“ aufgestellt werden. Es wird eingeschätzt, dass hier noch ausreichend Platz vorhanden ist.

6.2.4 VARIANTE 2 - FERNWÄRME

Bei der Variante 2 wird die wärmetechnische Versorgung des Stadtbadanbaus mittels Fernwärme betrachtet. Die Stadt Plauen hat ein Fernwärmenetz, welches durch die enviaTherm betrieben wird. Ein Vorteil dieser Variante besteht darin, dass seitens des Stadtbades keine Anlagen zur Wärmeerzeugung betrieben werden müssen und der erforderliche Platzbedarf sehr gering ist.

Details zur vorgesehenen Anlage sowie den Ergebnissen der Simulation können der Anlage 4.4 entnommen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Energiefluss auf der Grundlage der durchgeführten Simulation.

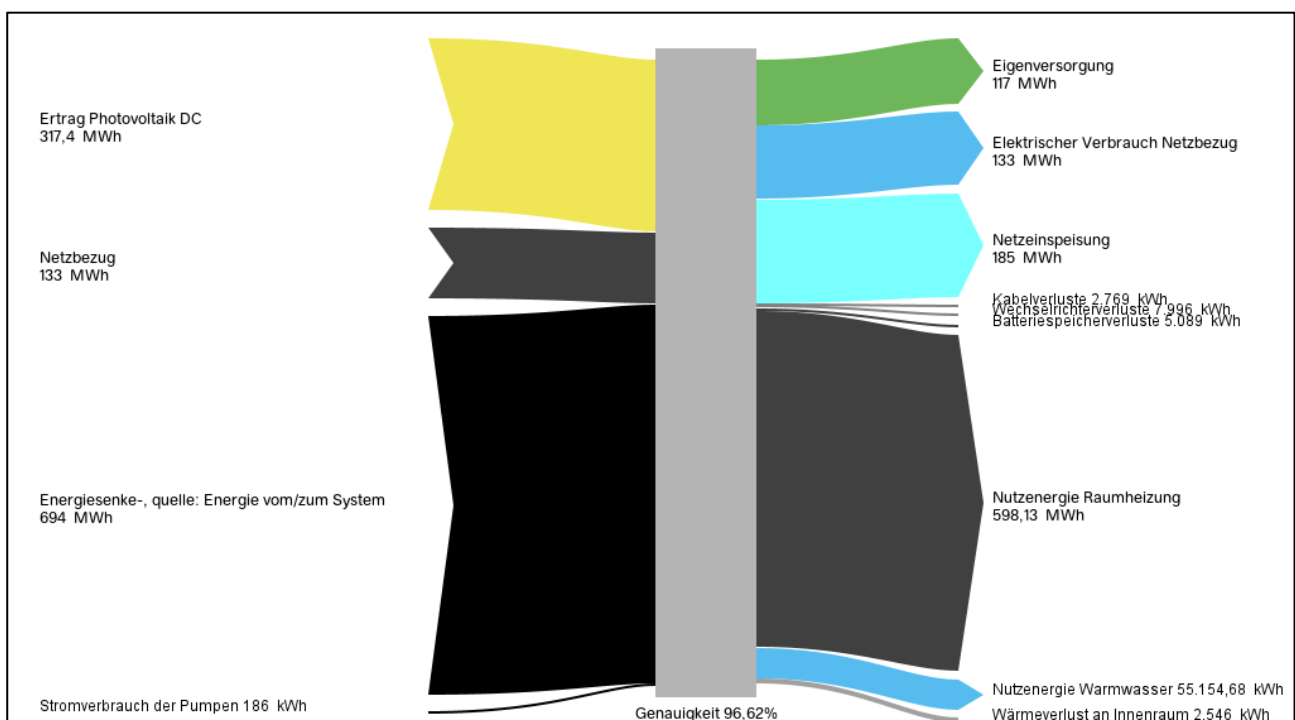


Abbildung 53 – Energiefluss Variante 2 – Fernwärme und PV-Anlage

Da bei der Fernwärme nur ein geringumfänglicher Platzbedarf für die Übergabestation (Wärmetauscher etc.) besteht, könnte dies auch im jetzigen „Heizungsraum“ installiert werden. Somit würde auch hier kein zusätzlicher Platzbedarf für die Anlagentechnik bestehen.

6.2.5 VARIANTE 3 - WÄRMEPUMPE

Für die Variante 3 – Wärmepumpe wurden 4 Untervarianten aufgestellt. Bei 3 Untervarianten dient der vorhandene Gaskessel als Spitzenlastkessel. Weiterhin beinhalten die Untervarianten die gleiche PV-Anlagenkonfiguration wie in der Variante 1. In der vierten Untervariante wird auf den Spitzenlastkessel verzichtet. Hier kommen 2 Wärmepumpensysteme zum Einsatz. Die Warmwasserbereitung sowie die Spitzenlastabdeckung erfolgt mittels Heizpatronen in den entsprechenden Pufferspeichern.

6.2.5.1 Variante 3a – Luft-Wärmepumpe

Neben dem vorhandenen Gaskessel sieht die Variante 3a den Einsatz einer Luftwärmepumpe mit einer Leistung von 200 KW vor. Teile des Strombedarfs der Wärmepumpe werden über die angelegte PV-Anlage abgedeckt. Einzelheiten zur Variante, den Komponenten sowie den Ergebnissen der Simulation können der Anlage 4.5 entnommen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Energiefluss, welcher sich im Ergebnis der durchgeführten Simulation ergibt.

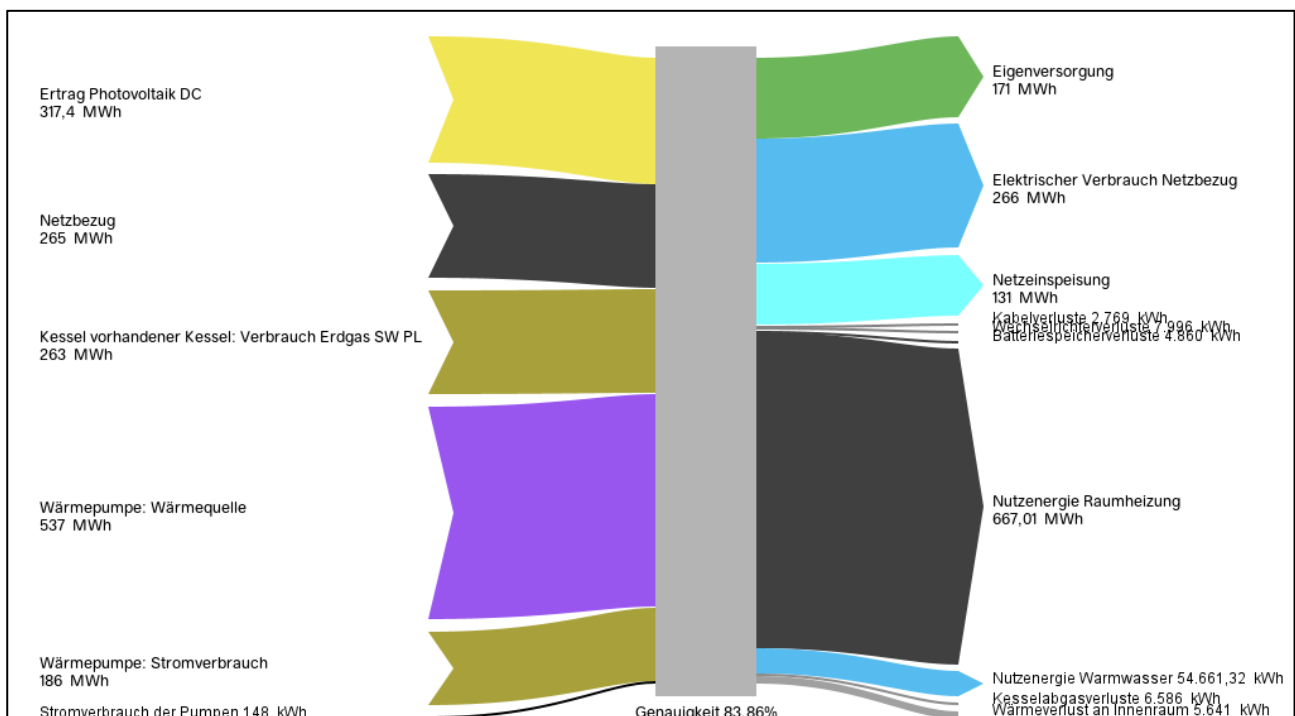


Abbildung 54 – Energiefluss Variante 3a – Luftwärmepumpe + Spitzenlastkessel und PV-Anlage

Die Luft-Wärmepumpe (innenaufgestellt) benötigt eine relativ geringe Fläche. Auch hier wird eingeschätzt, dass die vorhandenen Flächen im jetzigen „Heizungsraum“ hierfür ausreichend erscheinen.

6.2.5.2 Variante 3b – Sole-Wärmepumpe

Im Gegensatz zur Variante 3a sieht die Variante 3b den Einsatz einer zweistufigen Sole-Wärmepumpe mit einer Leistung von 230 kW vor. Als Wärmequelle dienen Erdwärmesonden. Es wird zunächst ein Erdwärmesondenfeld (40 mm Doppel-U-Sonde) bestehend aus 12 Sonden mit einer Länge von jeweils ca. 100 m vorgesehen, auch wenn theoretisch ein Sondenfeld mit ca. 50 Sonden à 100 m erforderlich wäre. Teile des Strombedarfs der Wärmepumpe sowie des Pumpenstroms für den Solekreislauf werden über die angedachte PV-Anlage abgedeckt. Einzelheiten zur Variante, den Komponenten sowie den Ergebnissen der Simulation können der Anlage 4.6 entnommen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Energiefluss, welcher sich im Ergebnis der durchgeführten Simulation ergibt.

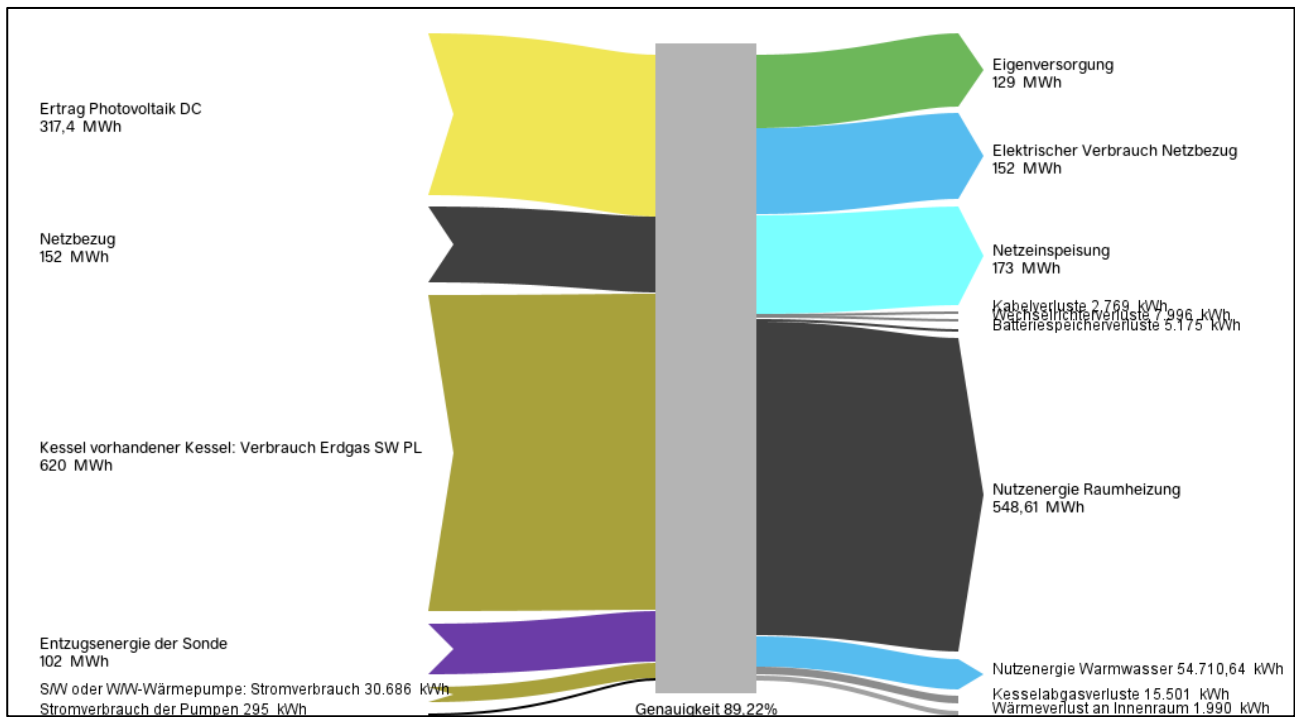


Abbildung 55 – Energiefluss Variante 3b – Sole-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel und PV-Anlage

In Analogie zur Luft-Wärmepumpe (innenaufgestellt) wird auch bei der Sole-Wärmepumpe eingeschätzt, dass die vorhandenen Flächen im jetzigen „Heizungsraum“ hierfür ausreichend erscheinen. Das Sondenfeld liegt außerhalb bzw. unterhalb des Gebäudes. Ein zusätzlicher Platzbedarf für Technik wird daher ggw. nicht als erforderlich angesehen bzw. erscheinen die vorhandenen Flächen ausreichend.

6.2.5.3 Variante 3c – Sole-Wärmepumpe + PVT

Die Variante 3c ist eine Erweiterung der Variante 3b. Neben der Sole-Wärmepumpe ist der Einsatz einer PVT-Anlage zur Erdwärmesondenregeneration vorgesehen. Neben der Regeneration der Erdwärmesonden wird zusätzlich durch die Hybridkollektoren elektrischer Strom erzeugt. Es ist angedacht, die PVT-Anlage an die südwestliche Giebelwand anzubringen. Insgesamt sind 150 Module mit einer Leistung (DC) von 51 KW geplant. Einzelheiten zur Variante, den Komponenten sowie den Ergebnissen der Simulation können der Anlage 4.7 entnommen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Energiefluss, welcher sich im Ergebnis der durchgeführten Simulation ergibt.

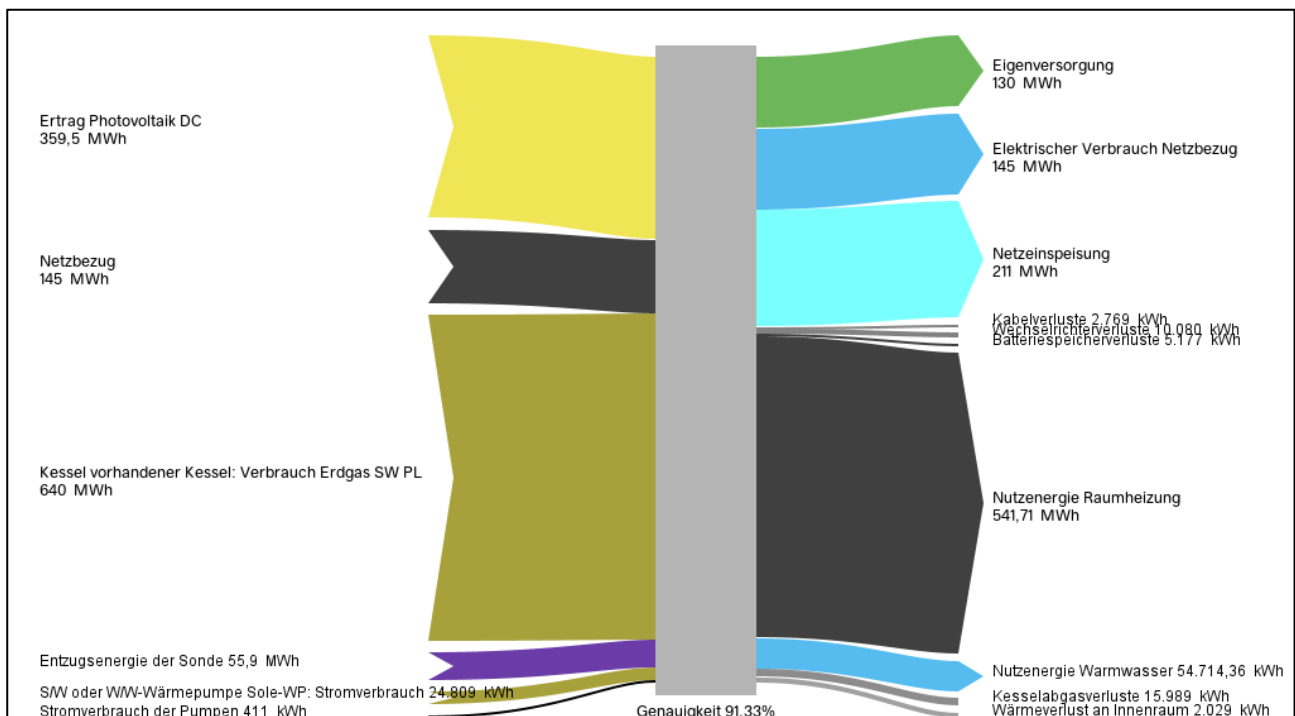


Abbildung 56 – Energiefluss Variante 3c – Sole-Wärmepumpe + PVT + Spitzenlastkessel und PV-Anlage

Da sich die Anlagentechnik der Variante 3c im Prinzip nicht von der Anlagentechnik der Variante 3b unterscheidet, gilt auch hier die Einschätzung zum Platzbedarf für die Variante 3b.

6.2.5.4 Variante 3d – Sole-Wärmepumpe + Luft-Wärmepumpe + elektr. WW und Nachheizung

Die Variante 3d ist eine Kombination der Variante 3a und der Variante 3b, wobei der Spitzenlastkessel durch elektrische Heizpatronen in den Speichern ersetzt wurde. So ist einerseits eine rein elektrische Warmwasserbereitung (dezentral) und andererseits eine Spitzenlastabdeckung im Heizbetrieb durch elektrische Heizpatronen im Pufferspeicher vorgesehen. Wie bei den anderen Varianten bleibt auch hier die PVA-Anlage Teil des Konzeptes. Einzelheiten zur Variante, den Komponenten sowie den Ergebnissen der Simulation können der Anlage 4.8 entnommen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Energiefluss, welcher sich im Ergebnis der durchgeführten Simulation ergibt.

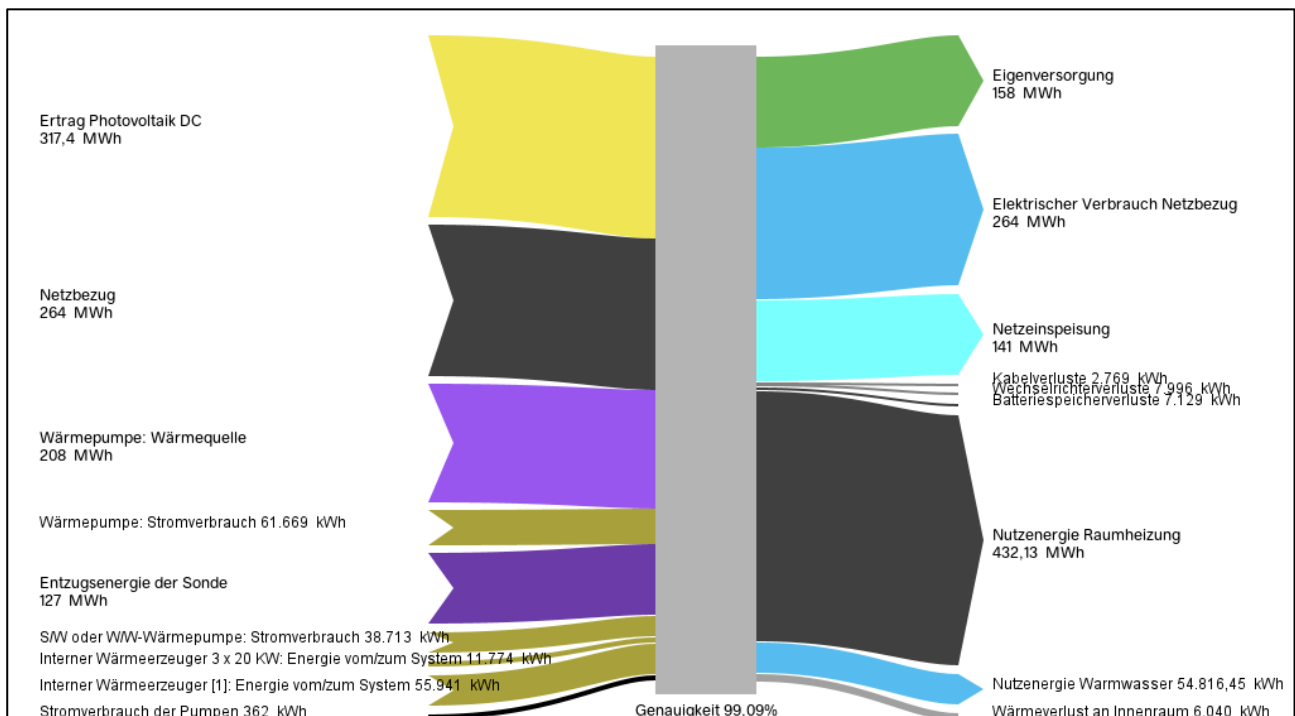


Abbildung 57 – Energiefluss Variante 3d – Sole-Wärmepumpe + Luft-Wärmepumpe + elektr. Nachheizung und PV-Anlage

Bei Umsetzung der Variante 3d wird von einem zusätzlichen Platzbedarf von ca. 20 m² für die Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung ausgegangen.

6.2.6 VARIANTE 4 – WÄRMEPUMPE MIT SPEICHER

In Analogie zur den Varianten 3 wurden auch bei der Variante 4 Untervarianten, die im wesentlich nur unterschiedliche Speichersysteme aufweisen, aufgestellt. Grundidee bei beiden Untervarianten ist die Variante 3b.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

6.2.6.1 Variante 4a – Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + Eisspeicher

Aufbauend auf die Variante 3b wird das Erdwärmesondenfeld durch einen Eisspeicher in Verbindung mit einer Solarthermieanlage ersetzt. Die vorgesehene Solarthermieanlage besteht aus 150 Flachkollektoren die an die Südwestfassade angebracht sind. Die Solarthermieanlage speist den Eisspeicher mit Wendelwärmeübertrager (Abmessungen quaderförmiger Eisspeicher: 2 x 3 m mit einem Wasservolumen von ca. 6 m³). Der Eisspeicher dient dann der Sole-Wärmepumpe (gleiches Modell wie bei der Variante 3b) als Wärmequelle. Insbesondere in den Wintermonaten kommt es zu einer gewollten Vereisung des Speichers.

Neben der Wärmepumpe dient der vorhandene Gaskessel als Spitzenlastkessel.

Details zu den Komponenten sowie den Ergebnissen der Simulation können der Anlage 4.9 entnommen werden.

Im Ergebnis der durchgeführten Simulation ergibt sich folgender Energiefluss.

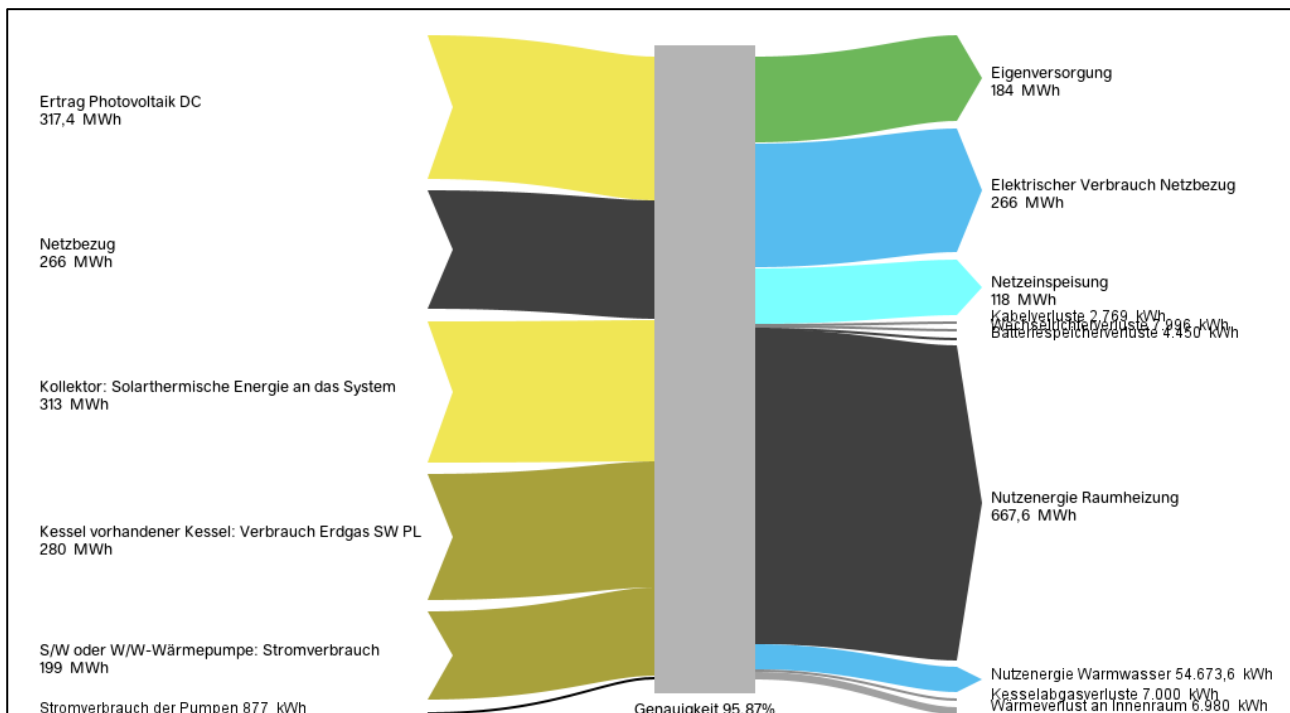


Abbildung 58 – Energiefluss Variante 4a – Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + Eisspeicher + Spitzenlastkessel und PV-Anlage

Die Wärmepumpe könnte im jetzigen Heizungsraum mit aufgestellt werden (noch vorhandener Platz erscheint ausreichend).

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

6.2.6.2 Variante 4b – Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + eTank

Im Gegensatz zur Variante 4a kommt nicht ein Eisspeicher sondern ein eTank zum Einsatz. Die solarthermische Anlage sowie die Wärmepumpe sind gleich der Variante 4a. Als eTank ist ein Erdtank (außerhalb des Gebäudes oder darunter) mit 10 m Länge, 10 m Breite und 1,5 m Tiefe vorgesehen. Das eTank-System ist ein Bodenspeicher nach unten offen. Die seitlichen Wände und die obere Platte sind wärmegeklämmt. In Verbindung mit dem Neubau (Bodenplatte) und einer Anordnung unterhalb des Gebäudes könnten kostenseitig Synergieeffekte geschaffen werden. Problematisch in diesem Zusammenhang ist die Nähe zur Elster sowie möglicherweise der relative niedrige Grundwasserflurabstand (ca. 3 – 4 m). Bei zu hohem Grundwasserstand wird die im eTank gespeicherte Wärme „weggespült“.

Details zu den Komponenten sowie den Ergebnissen der Simulation können der Anlage 4.10 entnommen werden.

Im Ergebnis der durchgeführten Simulation ergibt sich folgender Energiefluss.

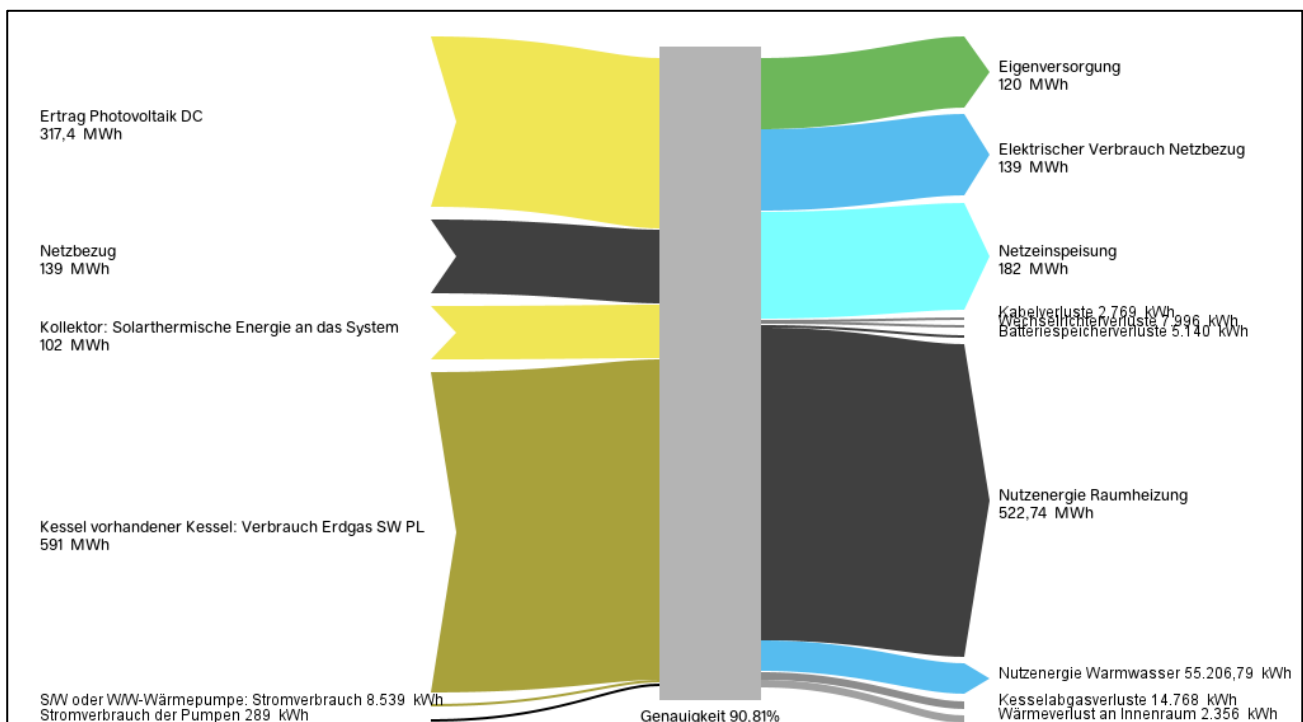


Abbildung 59 – Energiefluss Variante 4b – Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + eTank + Spitzenlastkessel und PV-Anlage

Die Wärmepumpe könnte im jetzigen Heizungsraum mit aufgestellt werden (noch vorhandener Platz erscheint ausreichend).

6.2.7 VARIANTE 5 - BIOMASSEHEIZUNG

Eine weitere Variante wurde als Biomasseheizung ausgeführt (Variante 5). Hier ist ein Pelletkessel mit 500 KW vorgesehen.

Details zu den Komponenten sowie den Ergebnissen der Simulation können der Anlage 4.11 entnommen werden.

Im Ergebnis der durchgeführten Simulation ergibt sich folgender Energiefluss.

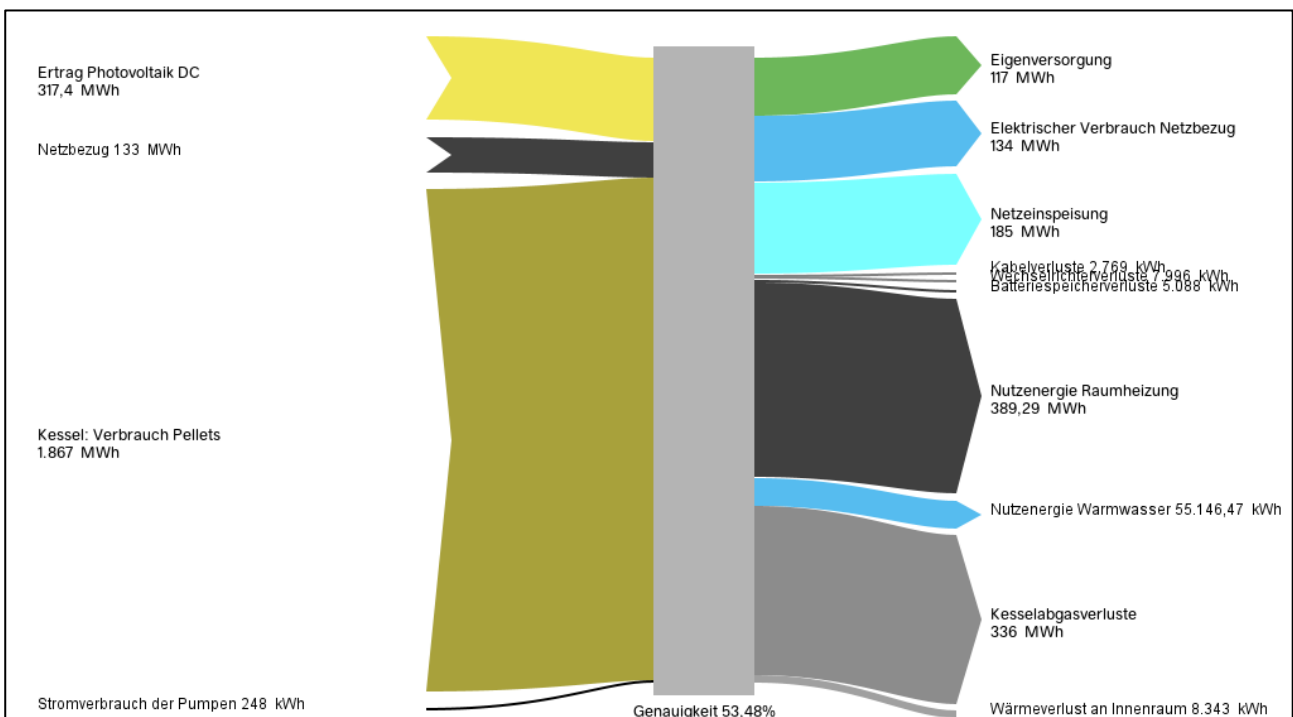


Abbildung 60 – Energiefluss Variante 5 – Pelletkessel und PV-Anlage

Neben dem Pellet-Kessel wird ein Lager für die Pellets benötigt. Dies kann einerseits eine Containerlösung aber auch ein Kellerraum sein. Eine Containerlösung wäre die Lösung mit dem geringsten zusätzlichen Platzbedarf im Gebäude.

6.3 ENERGETISCHER VARIANTENVERGLEICH

Für die unter Punkt 6.2 aufgestellten und skizzierten Varianten erfolgte ein Variantenvergleich (ebenfalls mit Hilfe des Programms Polysun). Eine Zusammenfassung des Vergleiches kann der Anlage 5.1 entnommen werden.

Bezüglich des gesamten Brennstoff- und Strombedarfs ist die Variante 2 (Fernwärme) als beste Variante zu nennen, wie auch die nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

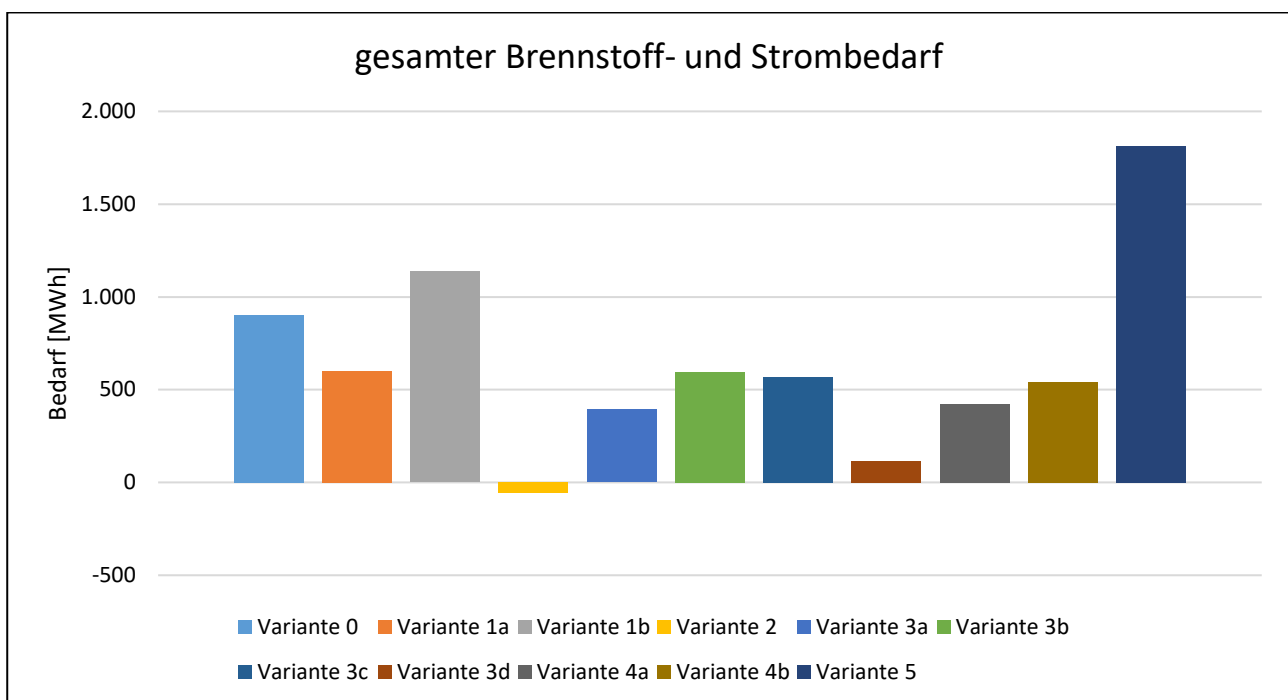


Abbildung 61 – Variantenvergleich – gesamter Brennstoff- und Strombedarf

Der bei der Variante 2 durch die Bilanzierung ausgewiesene negative Brennstoff- und Strombedarf resultiert im Wesentlichen aus der Stromproduktion der PV-Anlage. Betrachtet man die Fernwärme ohne die PV-Anlage ergibt sich für die Fernwärme ein abschätzbarer Jahresenergiebedarf in Höhe von ca. 694 MWh, wie auch die nachfolgende Abbildung mit den monatlichen Fernwärmebedarfen verdeutlicht.

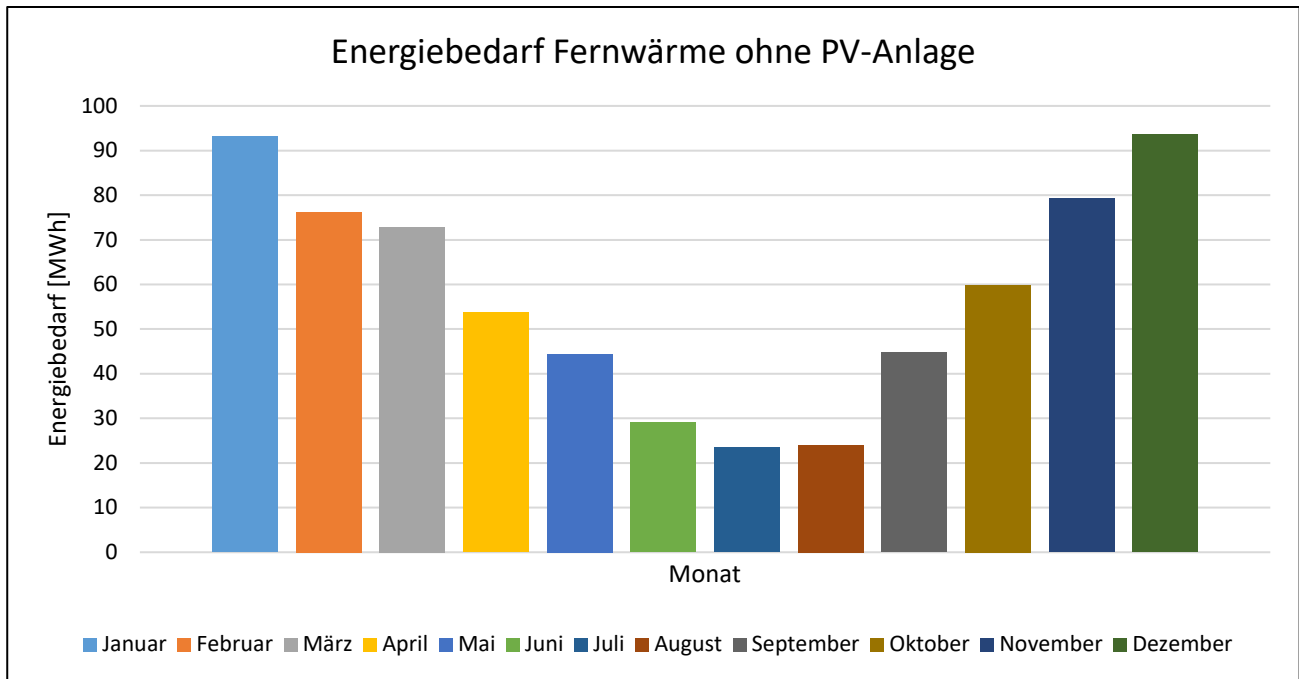


Abbildung 62 – Energiebedarf Fernwärme ohne PV-Anlage

Die Energieflussbilder der einzelnen Varianten zeigen, dass zum ggw. Planungsstand Wärmepumpensysteme (auch incl. Speichertechnik) geeignet für die Versorgung des Stadtbadanbaues sind, auch wenn zum Teil die erforderlichen Wärmeabdeckungen durch den Spitzenlastkessel immer noch sehr hoch sind. Ursachen hierfür liegen in der zu geringen Planungstiefe und den damit einhergehenden Unsicherheiten/ Ungenauigkeiten im Rahmen der Simulationen sowie der Definition der Randparameter begründet. Im Rahmen der weiteren und konkreteren Planungen sollten die gewählten Anlagenkonfigurationen nochmals überprüft und konkrete Anlagenplanungen und -simulationen diesbezüglich angestellt werden.

Die Variante 1b weist gegenüber der Variante 1a einen deutlich höheren Gasverbrauch auf, was jedoch auf die parallele Strom- und Wärmeerzeugung durch das BHKW zurückzuführen ist.

Aus energetischer Sicht erscheint momentan die Kombination Sole-Wärmepumpe in Verbindung mit Luft-Wärmepumpe und elektr. Warmwasserbereitung/ Nachheizung eine sinnvolle Alternative zu einer gasbasierten Spitzenlastwärmeerzeugung am Standort darzustellen. Aber auch die anderen Varianten mit Wärmepumpentechnik sollten im Rahmen weiterer Planungen nicht völlig unberücksichtigt bleiben. Im Rahmen der weiteren Planungen sollten daher insbesondere die Varianten 3 a -d (als Vorzugsvariante) nochmals näher betrachtet werden, auch im Hinblick auf die Wärmequelle (Sole, Elster, Luft, Abwärme).

Eine Biomasseheizung wird, auch mit Hinblick auf den erforderlichen Platzbedarf für das Lager, nicht favorisiert.

6.4 WIRTSCHAFTLICHER VARIANTENVERGLEICH/ WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

Auch die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen der einzelnen Variante sowie der Varianten untereinander erfolgte mit Hilfe von Polysun. Die entsprechenden Dokumentationen der einzelnen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sind den entsprechenden Variantendokumentationen der Anlage 4 beigelegt.

Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurden für die einzelnen Komponenten/ Anlagen folgende Lebensdauer zu Grunde gelegt:

Wärmepumpen	20 Jahre
Sondenanlage	30 Jahre
PV-Anlage, Solarthermie, PVT	20 Jahre
Batteriespeicher	10 Jahre
Kessel, BHKW und sonstige Anlagen	20 Jahre

Für die Energieträger werden für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen nachfolgende Ansätze angenommen (brutto):

Stadtwerke Strom Plauen	0,143 €/kWh; Leistung	49,02 €/KW (gem. [23])
Stadtwerke Plauen Erdgas	0,47 €/m ³ Gas (gem. [24])	0,047 €/kWh, jedoch mit 19% MwSt)
Pellets	0,46 €/kg (Stand: 01.02.2023 [25])	
Fernwärme	0,09 €/kWh	
Einspeisevergütung	0,071 €/kWh	

Hierbei wurden derzeitig aktuelle bzw. gegenwärtig vertraglich geregelte Preise zu Grunde gelegt. Gerade unter den derzeitigen starken Schwankungen der Energiepreise ist eine verlässliche Kalkulation/ Wirtschaftlichkeitsberechnung sehr schwierig. So lagen die auf dem Markt erzielbaren Strompreise im September bei ca. 0,75 €/kWh und liegen aktuell bei ca. 0,35 €/kWh. Ähnlich sind auch die Preisschwankungen bei Gas (September 2022: ca. 0,45 €/kWh/ Aktuell: ca. 0,11 €/kWh).

Weitere Einzelheiten zu den angesetzten Preissteigerungen, der Preisänderung Technologie sowie der Inflation können den Anlagen 4 entnommen werden.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Die zu erwartenden Investitionskosten liegen (ohne Variante 0) zwischen 475 – 1.034 T€, wie auch die nachfolgende Abbildung zeigt.

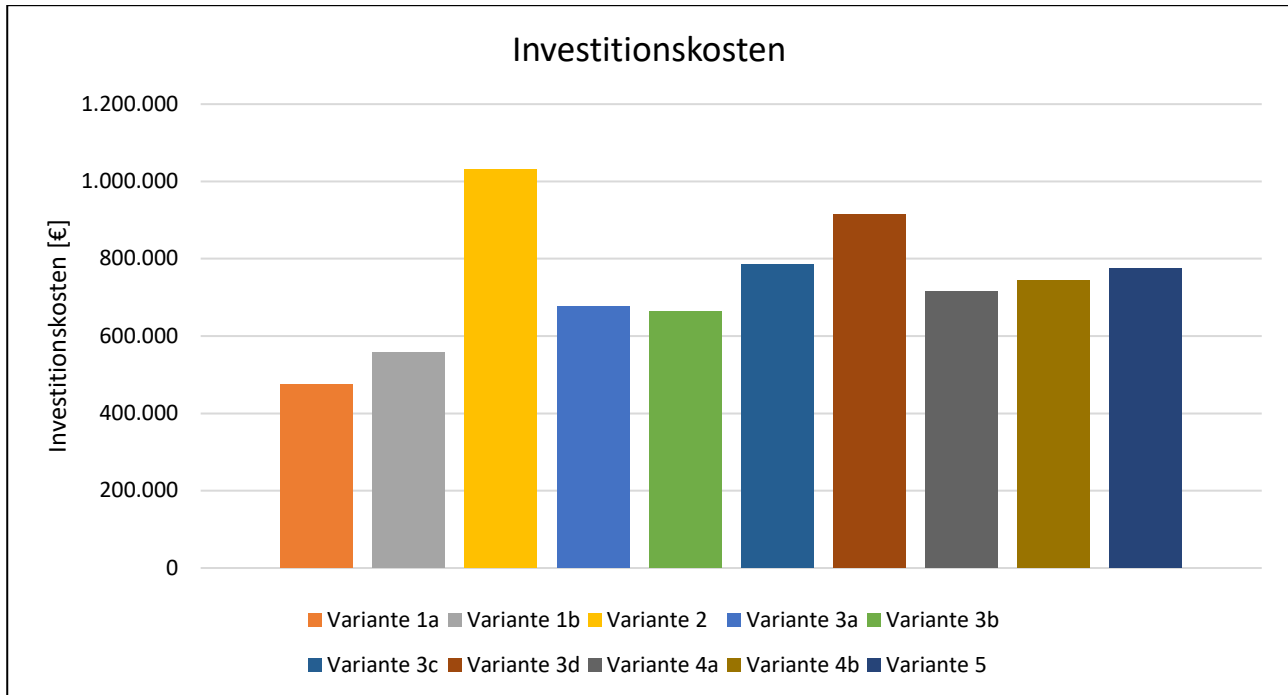


Abbildung 63 – Variantenvergleich – Investitionskosten

Wie die Abbildung 63 verdeutlicht, liegen die Investitionskosten bei der Variante 2 am höchsten. Neben den Kosten für die PV-Anlage (420.000 € - bei allen Varianten gleich) machen hier die sehr hohen Erschließungskosten (ca. 560.000 €) für den Fernwärmeanschluss mehr als 50% der Gesamtinvestitionskosten für die wärmetechnische Erschließung incl. PV-Anlage aus.

Ein entscheidender Faktor für die wirtschaftliche Bewertung der einzelnen Varianten, neben den Investitionskosten, sind die Energiegestehungskosten. Anhand der groben Anlagendimensionierung in Verbindung mit der überschlägigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung liegen die zu erwartenden Energiegestehungskosten zwischen 0,10 – 0,20 €/kWh, wie auch die nachfolgende Abbildung zeigt.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

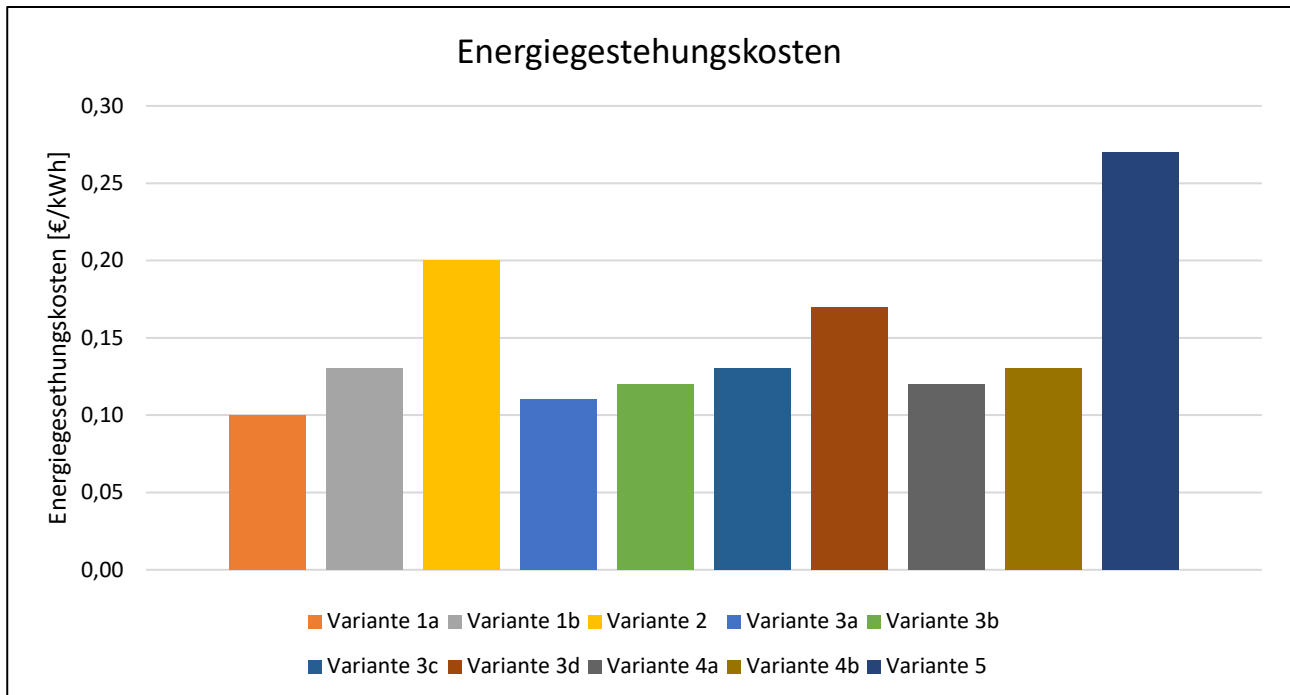


Abbildung 64 – Variantenvergleich – Energiegestehungskosten

Wie die vorstehende Abbildung verdeutlicht, sind die Energiegestehungskosten bei der Variante 1a (Variante 0 wird nicht weiter betrachtet) mit 0,10 €/kWh am geringsten. Dies resultiert im Wesentlichen daraus, dass aufgrund der Nutzung des vorhandenen Kessels keine Investitionskosten für die Anlagentechnik der Wärmeerzeugung des Anbaus entstehen und damit investitionsseitig nur die PV-Anlage zum Tragen kommt. Bei der Variante 5 sind die Energiegestehungskosten aufgrund der derzeitigen Pelletpreise in Verbindung mit dem Brennstoffbedarf am höchsten.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

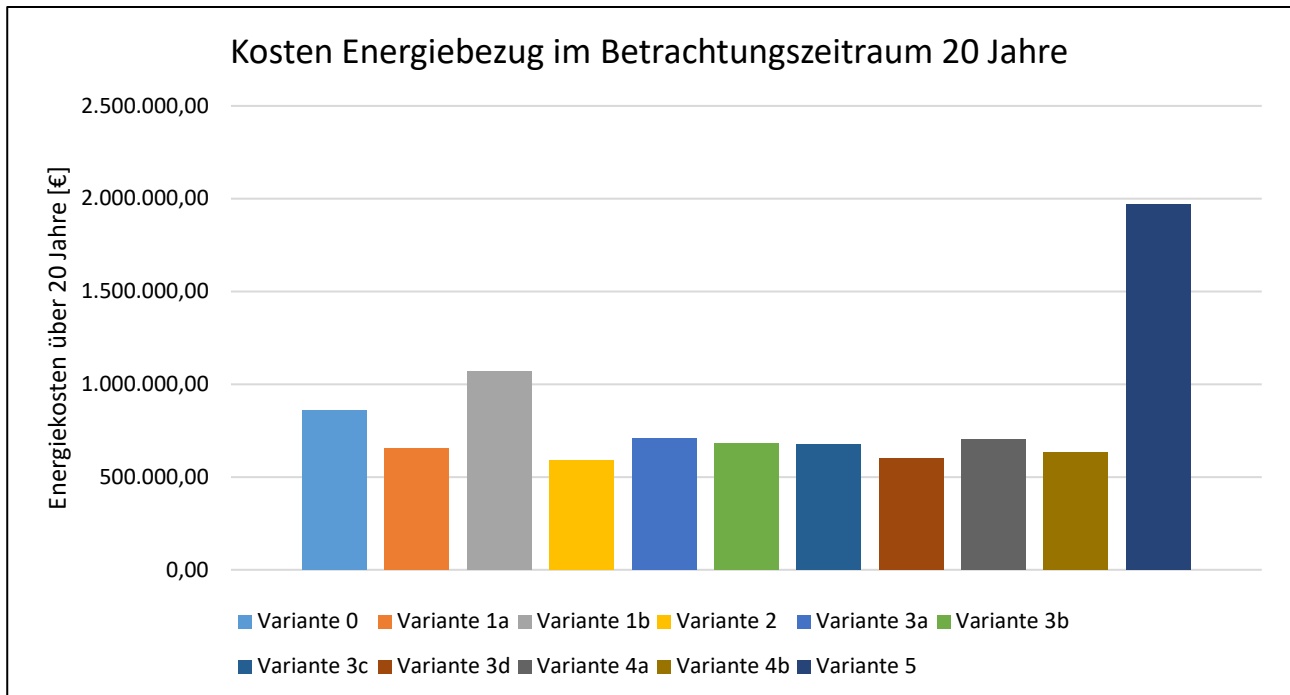


Abbildung 65 – Variantenvergleich – Energiekosten über 20 Jahre

Die Betrachtung der Summe der Energiekosten über einen Zeitraum von 20 Jahren zeigt, dass die Fernwärme, die Kombination aus Sole-Wärmepumpe und Luft-Wärmepumpe in Verbindung mit der elektrischen Warmwassererzeugung/ Nachheizung mit am günstigsten sind. Die Energiebezugskosten der Variante 1b sowie der Variante 5 werden hauptsächlich durch den hohen Brennstoffbedarf bestimmt.

In der Anlage 5.2 ist eine ausführlichere Dokumentation zum wirtschaftlichen Variantenvergleich enthalten.

6.5 CO₂-EMISSIONEN (BILANZIELL)

Gemäß Aufgabenstellung des AG, ist eine klimaneutrale (treibhausgasneutrale) Energieversorgung des Stadtbadanbaues vorgesehen. In Verbindung mit dem bestehenden Bad soll perspektivisch nicht mehr Treibhausgase emittiert werden als bislang. Dies kann nur mit einer deutlichen Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Bestand bzw. einer völlig auf erneuerbaren Energien basierte Versorgung des Anbaus erreicht werden (z.B. Biogas, Solarthermie, PV-Stromerzeugung, klimaneutrale Fernwärmerversorgung, Öko-Strom etc.) möglich. Insbesondere eine Umstellung auf Biogas müsste dann auch für die Bestandsanlagen erfolgen, da auch Biogas CO₂-Emissionen verursacht (ca. 148 g/kWh).

Die aufgestellten Varianten weisen unterschiedliche CO₂-Emissionen auf. Die nachfolgende Abbildung stellt die CO₂-Emissionen der einzelnen Varianten gegenüber. Für die Berechnung der CO₂-Emissionen wurden folgende Emissionsfaktoren herangezogen:

Strom Stadtwerke Strom Plauen:	278 g/kWh (vgl. auch Anlage 8)
Erdgas:	202 g/kWh (vgl. auch [22])
Fernwärme enviaTherm:	180 g/kWh (vgl. auch Anlage 7)
Holzpellets:	23 g/kWh (vgl. auch [22])

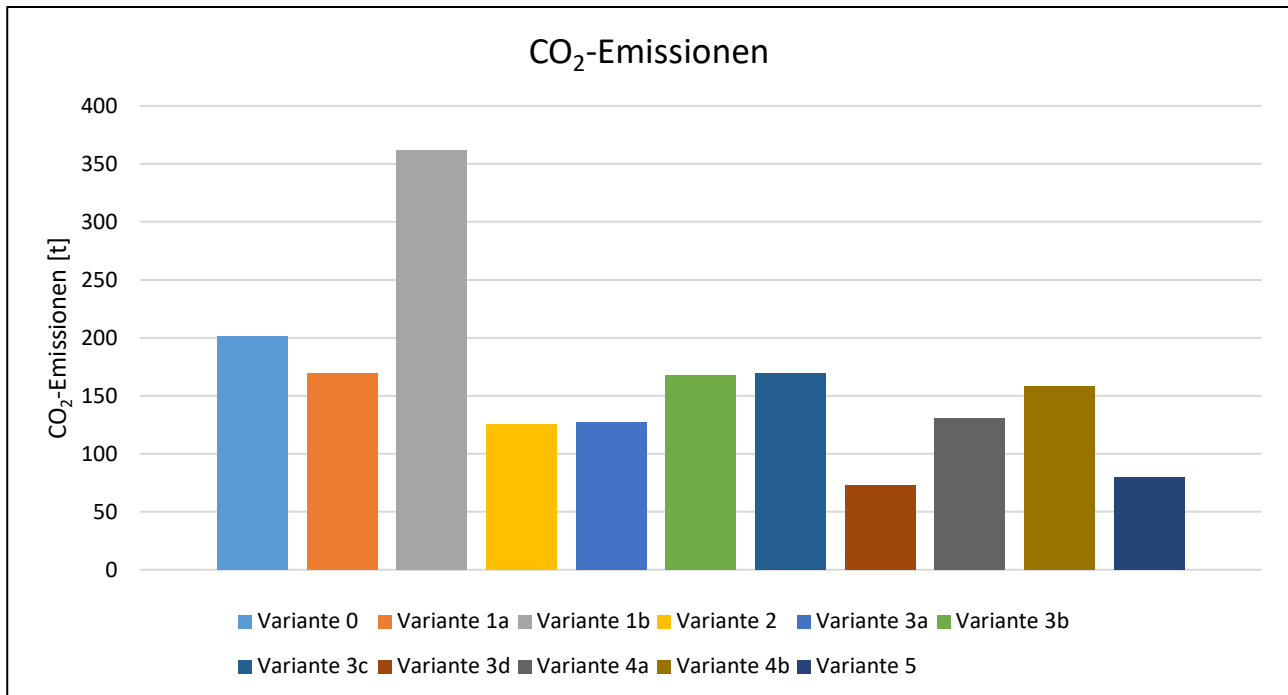


Abbildung 66 – Variantenvergleich – CO₂-Emissionen

Die geringsten CO₂-Emissionen weist die Variante 3d auf. Mit ca. 73 t liegen diese geringfügig unter denen der Variante 5 (ca. 80 t). Bei beiden Varianten liegen die CO₂-Emissionen deutlich unter den anderen Varianten. Mit Einsatz weiterer erneuerbarer Stromproduktion durch PV-Anlagen (z.B. geplante Anlage in Haselbrunn und Preißelpöhl, oder durch ein Windkraftanlage, treibhausgasneutrale Fernwärmeerzeugung) könnten die Emissionen der Variante 3d weiter reduziert werden. In welchem Umfang kann ggw. jedoch nicht abgeschätzt werden.

Unter Berücksichtigung der ggw. in Installation befindlichen PV-Anlage auf dem vorhandenen Bad (99,9 KW Leistung; Eigenverbrauchsreduktion ca. 83.000 kWh, vgl. auch [22]) können im Bestand auf der Grundlage der Daten der Stromkennzeichnung der Stadtwerke Strom Plauen (Stand 2021) ca. 23 t CO₂-Emissionen eingespart werden.

Weiterhin wird sich der Energiebedarf durch den Einsatz von Wärmerückgewinnungssystemen in den Lüftungsanlagen, der Wasseraufbereitung sowie dem Duschabwasser nochmals verringern, so dass sich in dessen Konsequenz auch die Treibhausgasemissionen nochmal verringern werden. In welchem Umfang sich dies auf die Gesamtbilanz auswirkt, kann aufgrund der derzeitigen Planungstiefe (nur Vorbetrachtungen bzw. Variantenbetrachtungen, keine Detailplanungen bislang vorliegend) nicht abgeschätzt werden.

Auf der Grundlage des jetzigen Planungsstandes kann mit der Umsetzung der Variante 3d in Verbindung mit der Nutzung von Öko-Strom am ehesten die Treibhausgasneutralität erreicht werden.

6.6 VORZUGSVARIANTE

Die aufgestellten Varianten wurden in Verbindung mit dem energetischen und wirtschaftlichen Vergleich bewertet. Im Ergebnis hat sich die Varianten 3 (Wärmepumpensysteme) als Vorzugsvarianten herauskristallisiert, wobei ggw. die Variante 3d unter dem Aspekt Treibhausneutralität, zu bevorzugen ist. Mit der hier vorgesehenen Wärmeerzeugung durch eine Kombination von Luft- und Solewärmepumpe in Verbindung mit elektrischer Warmwasserbereitung/ Spitzenlastabdeckung kann, unter konsequentem Einsatz von aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms, die Treibhausgasneutralität am ehesten erreicht werden. Bei den Varianten mit Spitzenlastabdeckung durch den vorhandenen Gaskessel ist eine perspektivische Erreichung der Treibhausgasneutralität nicht gegeben. Auch der Einsatz von Biomasse erzeugt Treibhausgasemissionen, die anhand der durchgeführten Simulationen und Berechnungen noch, wenn auch nur leicht, über den Emissionen der Variante 3d liegen.

Prinzipiell können auch bei den Varianten 3a - 3c die Warmwasserbereitung und Spitzlastabdeckung elektrisch erfolgen. Es wird aber hierdurch der Emissionsausstoß vermutlich nicht an die Variante 3d herankommen.

Sicherlich kann die Spitzenlastabdeckung bei der Variante 3d auch durch den vorhandenen Gaskessel erfolgen, wobei sich hierdurch höhere Emissionen ergeben werden.

Generell sollten im Rahmen der weiteren Planung aber auch die anderen Varianten mit Wärmepumpensystemen (sowie ggf. die Fernwärme) nicht außer Acht gelassen und daher in die detaillierteren Planungen und Betrachtungen mit aufgenommen werden. Auch die beiden Varianten mit Speicher stellen durchaus eine mögliche Versorgungsvariante dar, auch wenn zum gegenwärtigen Zeitpunkt Aufwand und Nutzen nicht in einem sinnvollen Verhältnis stehen, da noch immer relativ viel Erdgas benötigt wird.

7. Vorschläge für Messstellen

Für die Überwachung und die energetische Bewertung im Rahmen des Betriebs der technischen Anlagen des Stadtbadanbaus wurde zusammen mit dem Energiemanager der Stadt Plauen (Herr Uebel) folgender Vorschlag für Messstellen erarbeitet.

- Unterzähler Gas für Anbau (bei Umsetzung Gas-BHKW bzw. Nutzung des vorhandenen Kessels)
- Wärmemengenzähler für Wärmepumpen (sofern nicht bereits durch Wärmepumpe automatisch erfasst), Warmwasser, Beckenwasser und Raumwärme (getrennt nach statische Systeme und Lüftungsanlagen – am besten für jede Lüftungsanlage 1 Zähler)
- Unterzähler Strom für
Anbau mit weiteren Unterzählern für
 - Beleuchtung
 - Wärmepumpen (sofern nicht bereits durch WP erfasst)
 - Lüftungsanlagen (für jede Anlage 1 Zähler)
 - Wasseraufbereitung
- Unterzähler Wasser für Anbau mit weiteren Unterzählern für
 - Duschen/ WC
 - Beckenwasser
- Wasserzähler für Abwasser

Die Zähler sollten M-Bus- fähig sein, damit eine digitale Erfassung/ Übermittlung der Daten in die vorhandene Software bzw. der Gebäudeleittechnik erfolgen kann.

8. Empfehlungen für die weitere Planung des Stadtbadanbaus

8.1 GEBÄUDEHÜLLE

Die gegenwärtige Variante zum Hallenneubau weist einen hohen Fensterflächenanteil auf. Dies führt auch zu höheren Wärmeverlusten (bedingt durch die schlechten U-Werte der Verglasung). Im Rahmen der weiteren Planung sollte daher geprüft werden, ob der Fensterflächenanteil verringert werden kann.

Es sollte weiterhin darauf geachtet werden, dass Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung (U-Wert $< 0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) in Verbindung mit thermisch getrennten Rahmenprofilen zum Einsatz kommen (auf eine wärmebrückenfreie Konstruktion ist im Rahmen der Planung aber auch im Rahmen der Ausführung zu achten). Zur Verringerung von Wärmeverlusten über die Fenster/ transparenten Bauteile sollte auch ein Einsatz von Jalousien/Rollläden geprüft werden.

Durch eine Verringerung des Fensterflächenanteils der Nordwestfassade, des Fensterflächenanteils des Verbindungsganges zum Hallenbau um jeweils ca. 50%, kann, in Verbindung mit einer Reduzierung der Hallenhöhe um 1 m, der Wärmebedarf für die Gebäudebeheizung um ca. 2,5% reduziert werden. Es sollte daher geprüft werden, ob die vorgesehenen Fensterflächenanteile verkleinert werden können. Es wird weiterhin empfohlen, im Rahmen der weiteren Planungen zu prüfen, inwieweit auf einen zusätzlichen Ganganbau an der Südostseite verzichtet werden kann (Nutzung des vorhandenen Ganges zu den Umkleiden auch als Gang zur neuen Halle).

Für die Ausführung der opaken Bauteile sollten incl. Dämmung mindestens folgende U-Werte erreicht, besser unterschritten, werden:

Außenwände an Außenluft, Dach, Fußboden Gänge an Außenluft, Fußboden an Keller

U-Wert $0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ oder kleiner

Außenwände gegen Erdreich (Kellerwände unter GOK)

U-Wert $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ oder kleiner

Fußboden an Erdreich (Bodenplatte)

U-Wert $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ oder kleiner

Im Rahmen der Bauausführung ist auf eine wärmebrückenfreie Ausführung zu achten. Dies bedeutet im Bereich

- Außenwände lückenlose Dämmung der Bauteile unter Verwendung von wärmebrückenfreien Dämmstoffdübel und Fassadenhalter
- Dach Entwässerung nach außen führen (außerhalb der thermischen Hülle)
Planung kurzer Gefällestrecken oder der Dachkonstruktion mit Gefälle, damit eine einheitliche Dämmschichtdicke verwendet werden kann
- Keller Integration aller direkt und indirekt beheizten Gebäudezonen in die thermische Hülle
Kellerdämmung lückenlos und unter Vermeidung von Wärmebrücken

Bereits im Rahmen der Planung ist, in Abstimmung mit der Statik, auf eine wärmebrückenfreie Konstruktion zu achten. Hierzu zählen insbesondere:

- wärmebrückenfrei Attikalösungen im Flachdachbereich
- thermische Trennung im Bereich von Stahlbeton-Lichtschächten und Vordächern
- Vermeidung von Überständen der Bodenplatte
- keine Durchdringungen der Gebäudehülle
- Vermeidung von innenliegenden Dachentwässerungen
- Minimierung von Strangentlüftungen über Dach (komplette Steigleitungen der Abwasserrohre müssen gedämmt werden)
- Realisierung Druckausgleich Schwallwasserbehälter innerhalb der thermischen Hülle

Zum Schutz vor Feuchteschäden in der Baukonstruktion ist eine dichte Hülle unerlässlich. Eine Luftdichtheit von $q_{50} \leq 0,4 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$ ist zu empfehlen. Ein Luftdichtheitskonzept sollte Bestandteil der weiteren Planungen sein. Auf eine luftdichte Bauausführung ist zu achten und in verschiedenen Bauphasen (insbesondere nach dem Rohbau bzw. vor dem Innenausbau, Putzarbeiten) ein Luftdichtheitstest durchzuführen.

Zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes schon während der Bauphase sollte im Rahmen der weiteren Planungen der Einsatz von recyclebaren/ ökologischen Baustoffen (soweit deren Einsatz möglich ist) geprüft und berücksichtigt werden. Dies gilt auch für die Auswahl möglicher Dämmstoffe.

8.2 STROMERZEUGUNG

Wie bereits erwähnt, können für die Stromproduktion weitere Alternativen in Betracht kommen. Eine verlässliche Modellierung/ Bilanzierung bzw. Abschätzung für diese Alternativen ist ggw. nicht möglich. Hierzu sollten im Rahmen der weiteren Planungen entsprechende Machbarkeitsstudien und Windsimulationen durchgeführt werden. Im Folgenden wird kurz auf die weiteren Möglichkeiten eingegangen.

8.2.1 WINDMYROOF

Das System WindMyRoof (französisches Unternehmen) nutzt die Gebäudeaufwinde an der Fassade, wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

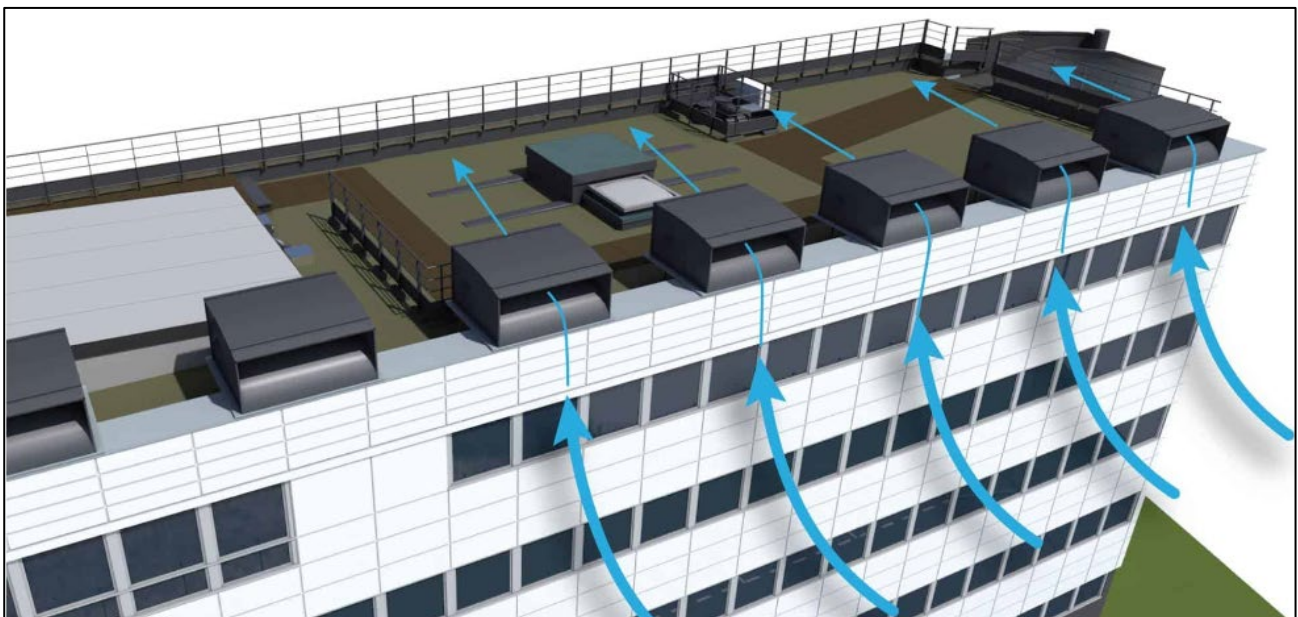


Abbildung 67 – System WindMyRoof (Quelle: <https://www.windmyroof.com/en/>)

Denkbar wäre dieses System auch im Zusammenhang mit der erforderlichen Außenluftansaugung der Raumlufthechnischen Anlagen. Hier könnte unter Umständen der „Windsog“ und somit auch die Stromproduktion erhöht werden. Dementgegen stehen sicherlich erhöhte Aufwendungen für die Ansaugung (höhere Druckverluste) die sich in einem Mehrbedarf an Strom niederschlagen. Auf eine Anfrage beim Unternehmen haben wir bislang keine Rückinformation erhalten. Im Rahmen der empfohlenen Machbarkeitsstudie sollte dies mit betrachtet werden.

8.2.2 AEROMINE

Das System des amerikanischen Unternehmens Aeromine Technologies Inc. nutzt auch die Gebäudeaufwinde. Die innovative Lösung Aeromine erzeugt nach Herstellerangaben bis zu 50% mehr Strom als vergleichbare Solarlösungen.

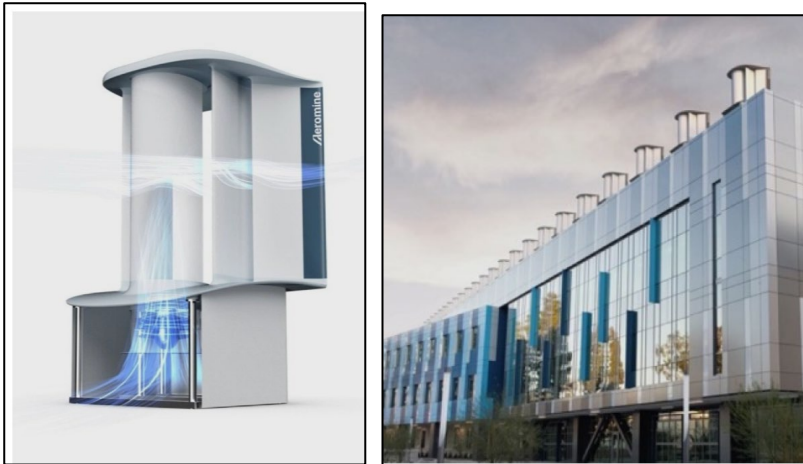


Abbildung 68 – System Aeromine (Quelle: <https://www.aeromine.com/>)

Das System, welches auch unter extremsten Wetterbedingungen arbeitet, erfasst und verstärkt den Gebäudeluftstrom bei Windgeschwindigkeiten unter 5 m/h und erzeugt mehr Strom auf weniger Raum (eine Anlage ersetzt laut Hersteller 16 PV-Module). Es ist für die Installation auf großen Dachflächen konzipiert. Auch hier blieb eine Anfrage an das Unternehmen bislang unbeantwortet.

8.2.3 VORTEX BLADELESS

Das System Vortex Bladeless, ein spanisches start-up Unternehmen, nutzt das Prinzip der Stromerzeugung durch Schwingung/ Oszillation. Die Anlagen gibt es in unterschiedlichen Größen und haben ggw. den Status „Testphase“. Es ggw. Sicht wäre es daher zunächst eine Nachrüstoption.

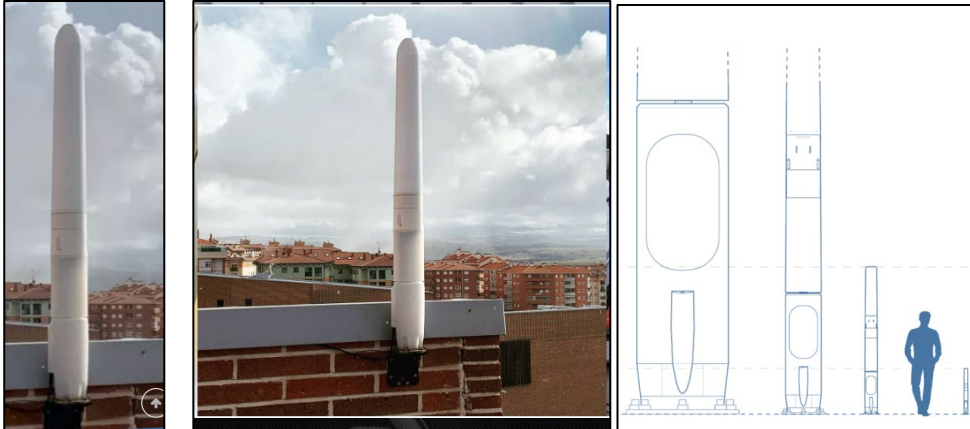


Abbildung 69 – System Vortex Bladeless (Quelle: <https://vortexbladeless.com>)

Wie beim System WindMyRoof und Aeromine haben wir das Unternehmen mit Bezug auf dem geplanten Stadtbadanbau per Mail angefragt. Auch hier haben wir bislang keine Antwort erhalten.

8.2.4 WINDTURBINENWAND

Eine weitere Möglichkeit der Stromproduktion bildet eine Windturbinenwand (Windturbinen mit Mini-Generatoren). Das System ist variabel. Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft eine 2,40 m hohe und 7,60 m breite Ausführung des amerikanischen Designers und Unternehmer Joe Doucet.

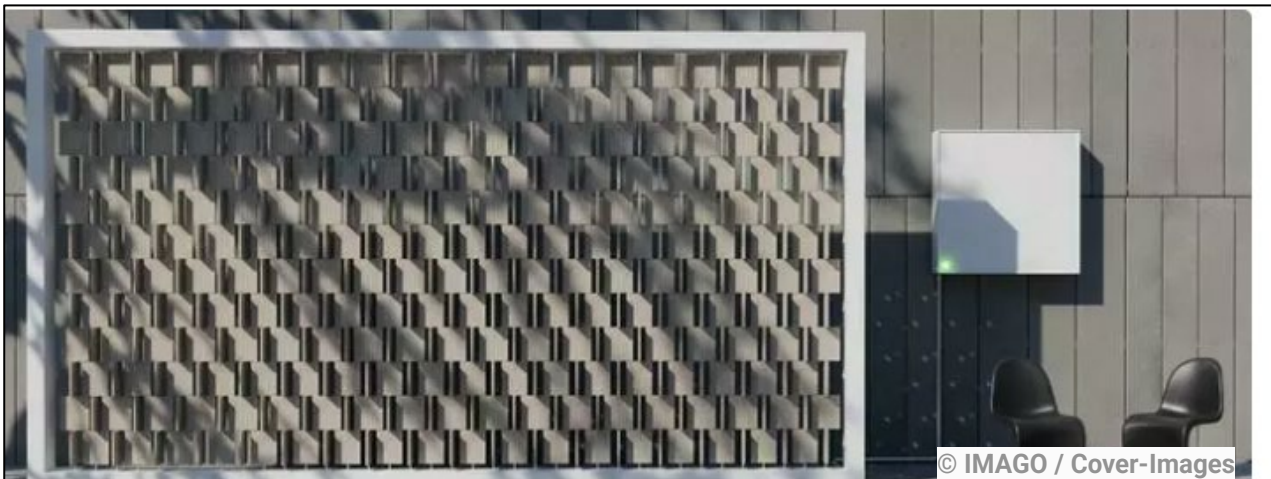


Abbildung 70 – Windturbinenwand (Quelle: <https://www.agrarheute.com/management/agribusiness/windturbinen-mini-generatorn-genug-strom-fuer-haushalt-599767>)

Der Prototyp und dessen Simulation hat ergeben, dass eine solche Wand genügen würde, um einen amerikanischen Haushalt (Stromverbrauch durchschnittlich etwas mehr als 10.000 kWh) ausreichen würde. Eine direkte Übertragbarkeit auf Deutschland besteht jedoch nicht, da hier andere Windbedingungen vorhanden sind. Um das Produkt auf den Markt zu bringen, führt der Entwickler derzeit Gespräche mit potentiellen Herstellern. Angaben zu Kosten und technischen Details lassen sich daher noch nicht finden.

Ein möglicher Einsatz im Rahmen des Stadtbadanbaus wäre unter Umständen als Fassadenelement des Parkhauses. Auch eine Nachrüstung wäre denkbar. Dabei ist anzumerken, dass das System je nach Anwendungsfall in seinen Abmessungen anpassbar sein soll.

8.2.5 SEMITRANSARENTE PV-MODULE

Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung von Strom in Verbindung mit sommerlichem Wärmeschutz bilden semitransparente PV-Module. In der für die Untersuchungen zu Grunde gelegten Variante des Anbaus, ist entlang des vorhandenen Badzuganges ein zusätzlicher Gang als Vorbau vorgesehen. Dieser soll aus einer Glasfront bestehen, wie die folgende Abbildung zeigt.

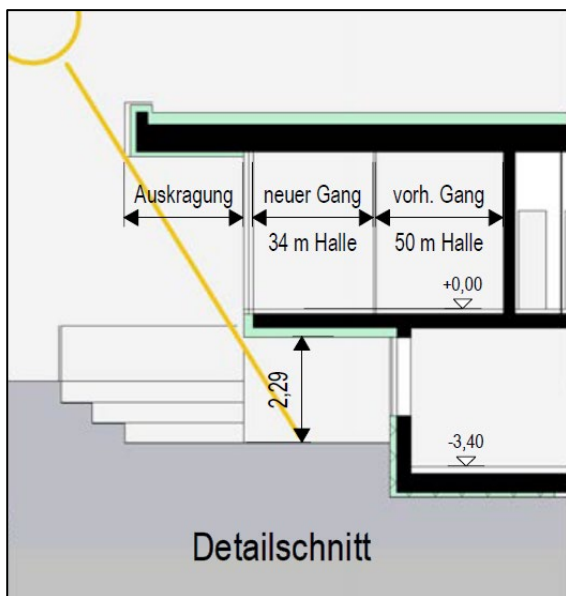


Abbildung 71 – geplanter Gang zum Anbau (Quelle: [1])

Anhand der vorliegenden Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen [1] lässt sich eine Ganglänge von ca. 70 m, eine Höhe der Verglasung von ca. 5 m und somit eine Glasfläche von ca. 350 m² ableiten. Für diese Fläche könnten ca. 28 semtransparente Module (Abmessungen 2,4 * 5,1 m) verwendet werden. Die Lichtdurchlässigkeit ist gestaltbar zwischen 0 – 100%. Bei 30% Transparenz liegt die Leistung bei ca. 120 W/m². Daraus würde sich eine mögliche Anlagenleistung von ca. 41 KW_p ergeben, was rechnerisch bei einer Südostausrichtung sowie einer senkrechten Anordnung einer jährlichen Stromproduktion von ca. 32.000 kWh entspricht. Die Investitionskosten würden sich auf ca. 155.000 € belaufen. Die statische Amortisation ohne Berücksichtigung von Energiepreiserhöhungen etc. würde ca. 16 Jahre betragen (angenommener Strompreis: 0,30 ct/kWh)

Analog könnten auch die Fensterfronten des Stiefelganges gestaltet werden. Mit einer Fensterfläche von ca. 130 m² könnten hier ca. 14 KW_p installiert werden (ca. 11.000 kWh pro Jahr). Hier würden sich die Investitionskosten auf ca. 55.000 € belaufen (statische Amortisation ca. 17 Jahre bei einem Strompreis von 0,30 ct/kWh).

8.2.6 WINDKRAFT

Unter Ansatz einer unabhängigen Versorgung und unter Nutzung erneuerbarer Energien wäre prinzipiell auch die Errichtung einer Windkraftanlage denkbar.

Hierdurch könnte, auch in Verbindung mit der ggw. realisierten (Dach 50 m-Halle [100 KW]) bzw. der angedachten PV-Anlage (Dach Stadtbadanbau [ca. 320 KW]) in Verbindung mit dem vorhandenen BHKW, rein rechnerisch mehr als der komplette Strombedarf für die technischen Anlagen und die Heizwärme des Anbaus aber auch des Bestandes abgedeckt werden, was einerseits eine Unabhängigkeit von zukünftigen Energiepreisentwicklungen und andererseits eine Versorgung mit 100 % erneuerbaren Energien bedeutet.

Neben genehmigungsrechtlichen Aspekten sowie der Standortsuche wäre im Vorfeld zu klären, wie ein Betreibermodell aussehen könnte. Denkbar wäre eine Errichtung und der Betrieb der Windkraftanlage durch die Stadtwerke Strom Plauen.

Die Investitionskosten für eine Windkraftanlage (1 - 4 MW Leistung) lassen sich mit ca. 1 - 3,2 Mio € abschätzen (ca. 800 €/MW). Der Ertrag einer solchen Anlage liegt bei ca. 4 bis 5 Mio kWh. Die Betriebskosten (incl. Wartungs- und Instandhaltungskosten) liegen bei ca. 150.000 €/Jahr. Die Energiegestehungskosten liegen bei Windkraftanlagen zwischen 7,8 bis 10 ct/kWh.

8.2.7 WASSERKRAFT

Generell wäre auch eine Nutzung der Wasserkraft zur Stromerzeugung möglich.

Im direkten Bereich des Stadtbades erscheint jedoch eine Errichtung eines Wasserkraftwerkes in der Elster mit Hinblick auf den oft vorhandenen Niedrigwasserstand als nicht zu favorisierende Variante. Einerseits wäre eine Vertiefung des Elsterflussbettes/ die Errichtung einer Wehranlage erforderlich und andererseits sind im Vorfeld umfangreiche genehmigungsrechtliche Aspekte (u.a. mit der Landestalsperrenverwaltung) zu klären. Ein weiteres Problem könnte im Zusammenhang mit möglichen Hochwasserereignissen entstehen. Hierbei könnte es zu „Überschwemmungen“ der Anlage und damit zu Zerstörungen kommen.

Eine Nutzung der ca. 1 km entfernten im Oberstrom gelegenen Wehranlage an der Uferstraße, die sich im Eigentum der Landestalsperrenverwaltung befindetet, erscheint derzeit ebenfalls keine Option darzustellen. Hier wären zunächst eigentumsrechtliche Sachverhalte zu klären. Weiterhin ist eine Klärung der Zuständigkeiten in Verbindung mit einem möglichen Bau und Betrieb einer Wasserkraftanlage im Bereich der Wehranlage erforderlich.

8.3 WÄRMEERZEUGUNG

Neben den dargestellten Varianten (ohne Wärmeenerzeugung mittels Strom durch Windkraft) wäre auch eine Nutzung der Abluft der Lüftungsanlagen als Wärmequelle in Verbindung mit einer Wärmepumpe eine denkbare Ergänzung. Eine Detailbetrachtung in Verbindung mit einer Bilanzierung im Rahmen dieser Variantenuntersuchung ist auf der Grundlage des Planungsstandes (vgl. [1]) gegenwärtig nicht möglich. Hier wären Angaben zu den konkreten Raumluftechnischen Anlagen erforderlich. Insbesondere wäre hier die Lufttemperatur der Abluft nach der Wärmerückgewinnung (es sollte in den Lüftungsanlagen ein hoher Wärmerückgewinnungsgrad erreicht werden – z.B. durch Gegenstromwärmetauscher) ein entscheidender Eingangsparameter für die Bilanzierung einer Wärmepumpe. Es wird daher empfohlen, diese Möglichkeit im Rahmen der weiteren Planungen näher zu betrachten.

Weiterhin sollte die Wärme des Abwassers (Duschen und Beckenwasser) genutzt werden. Mit Einsatz von Wärmetauschern, z.B. mittels Wärmetauschersammelrohren (ggf. in Verbindung mit Wärmepumpen) könnte somit die Temperatur des Abwassers gesenkt und die gewonnene Energie zur Vorwärmung (z.B. des Duschwassers bzw. des Beckenwasser) genutzt werden. Dadurch kann das Temperaturniveau des zufließenden Trinkwassers erhöht und letztendlich der Heizwärmebedarf zur

Erwärmung des Becken- bzw. Duschwassers reduziert werden. Für eine Bilanzierung im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie ist jedoch der Detaillierungsgrad dieser Variantenuntersuchung nicht gegeben und es fehlen entsprechende Auslegungsgrundlagen.

8.4 WASSERAUFBEREITUNG

Auf Nachfrage bei der „Wartungsfirma“ der vorhandenen Wasseraufbereitungsanlage hat ergeben, dass die vorhandene Anlage durchaus in der Lage ist, zusätzliches Wasser aufzubereiten (vgl. auch Anlage 6).

Ggw. läuft die vorhanden Anlage mit einer Zulaufleistung von 2,5 m³/h und im Mittel ca. 13 Stunden am Tag. Die maximal mögliche tägliche Betriebsdauer der Anlage beträgt ca. 20 Stunden (4 Stunden für Reinigung, Absetzzeit etc.), so dass sich somit eine mögliche tägliche Tagesleistung von 50 m³ ergibt. Mit einer kleineren Modernisierung der Anlage, könnte die Anlagenleistung auch auf 3 m³/h bzw. 60 m³/Tag erweitert werden. Nach Angaben der BREMAG (vgl. Anlage 6) würde eine Modernisierung altersbedingt Sinn machen. Eine Realisierung im Zusammenhang mit dem Stadtbadanbau wäre dabei zu favorisieren.

Es wird daher empfohlen, im Rahmen der weiteren Planungen die vorhandene Anlage weiter auszulasten und ggf. eine Anlagenerweiterung incl. die Modernisierung gegenüber einer komplett neuen zusätzlichen Anlage zu favorisieren.

Im Rahmen der weiteren Planungen sollte auch das Konzept der Wasseraufbereitung überdacht werden. So könnte in Schließzeiten des Bades der Wasserspiegel leicht abgesenkt werden, was zu einer Entlastung der Überlaufrinnen führt. Die erforderliche Wasserumwälzung erfolgt dann nur noch durch aktive Beckenabsaugung (Internumwälzung). Dies hat zum Vorteil, dass einerseits nicht mehr so viel Wasser aufbereitet werden muss und andererseits sich der Wärmebedarf für die Wiederaufheizung des gereinigten Wassers aber auch der Strombedarf für die Umwälzung reduzieren lässt.

Erweiterung Stadtbad Plauen
Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Prinzip schematisch.

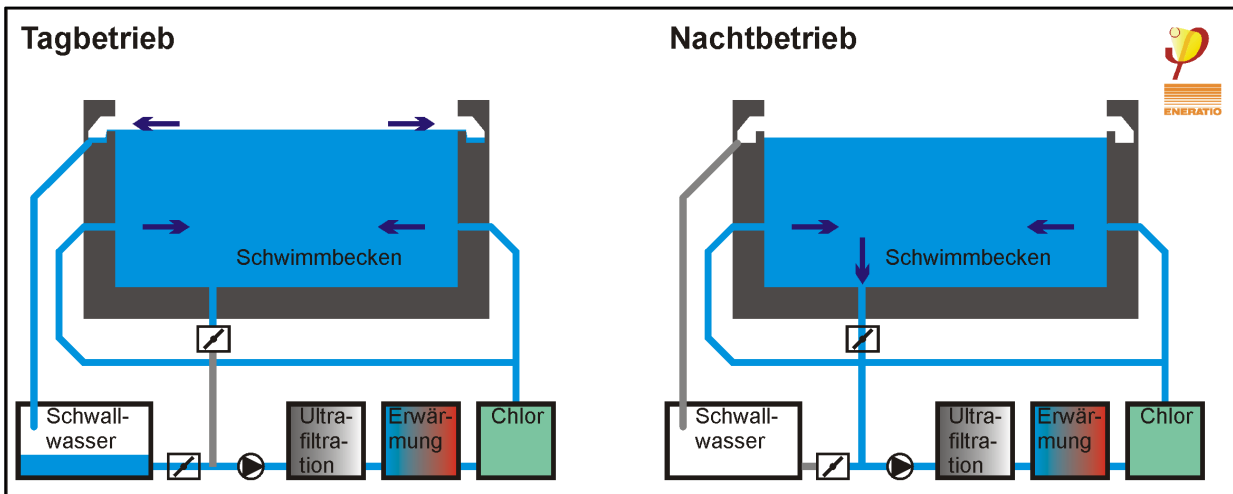


Abbildung 72 – Absenkung Wasserspiegel zu Nichtnutzungszeiten (Quelle: [4])

Neben der Absenkung des Wasserspiegels in Schließzeiten des Bades könnte das überschüssige Wasser der Aufbereitung nach Wärmerückgewinnung und UV-Behandlung auch als WC und Urinalspülung genutzt werden. Dadurch könnte der Trinkwasserbedarf für die WC's und Urinalspülung reduziert werden.

8.5 DUSCHEN

Auf der Grundlage der Ausgangsdatenlage zum Stadtbadanbau ist vorgesehen, die Duschen wie im Bestand entlang der Wände anzuordnen. Aus energetischer und wartungstechnischer Sicht wird empfohlen, zentrale „Duschsäulen“ anzuordnen, wie die nachfolgende Abbildung zeigt.



Abbildung 74 – Zentrale Anordnung der Duschen (Quelle: [4])

Durch eine solche zentrale Anordnung, die ein kompaktes Rohrnetz mit kurzen Leitungslängen ermöglicht, können einerseits der Strombedarf für die Warmwasserzirkulation andererseits aber auch die Wärme-/ Verteilverluste verringert werden. Ein weiterer positiver Effekt wäre eine Revisionsfähigkeit (Zugänglichkeit in die Säulen von unten oder oben bzw. durch eine wandintegrierte Zugangsmöglichkeit).

Generell sollte im Rahmen der weiteren Planungen auf eine dezentrale Trinkwarmwasserbereitung (Duschen, Waschbecken) geachtet werden. Neben einer rein elektrischen Warmwasserbereitung sollte auch die Möglichkeit der Nutzung des Durchflussprinzips mittels Heizungswasser (Frischwasserstation/ Wärmetauscher) geprüft werden.

Auf die Berücksichtigung von Wärmerückgewinnung wurde bereits im Gliederungspunkt 8.3 hingewiesen. Auf eine Wiederholung an dieser Stelle wird daher verzichtet.

8.6 BECKENWASSER

Im Rahmen der weiteren Planungen sollte eine Rohrleitungsverbindung zwischen dem Bestand und dem Anbau berücksichtigt werden. Dies ermöglicht, dass im Rahmen von Reinigungsarbeiten Beckenwasser von einem Becken in das andere Becken gepumpt werden kann. Dadurch kann einerseits der Bedarf an Frischwasser zur Beckenfüllung verringert und andererseits die Abwassermenge reduziert werden. Ein weiterer positiver Effekt entsteht dadurch, dass durch das Umpumpen von warmen Beckenwasser der Heizbedarf zur Beckenwassererwärmung minimiert werden kann (es muss, wie auch jetzt im Bestand erforderlich, nur eine Beckenfüllung komplett auf die erforderliche Beckenwassertemperatur erwärmt werden → Reduktion des erforderlichen Wärmebedarfs für die Beckenwassererwärmung um ca. 50% bei der Neubefüllung nach Reinigungsarbeiten).

Zur Reduktion der Wärmeverluste in Nichtbetriebszeiten (außerhalb der Nutzungszeiten) wird eine Abdeckung der Wasserfläche des Anbaus empfohlen (wurde auch im Rahmen der Variantenaufstellung berücksichtigt). Eine Abdeckung der Wasserfläche wäre auch eine möglich Nachrüstooption für das vorhandene 50-m-Becken sowie für das Becken der Herrenhalle.

Eine durchgängige Beckenwasserumwälzung mit vollem Auslegungsvolumenstrom ist nicht zwingend nötig. In Nichtnutzungszeiten oder bei geringen Besucherzahlen (Badegästen) kann, bei Einhaltung der erforderlichen Wasserqualität, ein Teillastbetrieb angestrebt werden. Wie bei der Internumwälzung (vgl. Punkt 8.4) kann auch mit einer temporären Volumenstromabsenkung der Stromverbrauch reduziert werden (dabei auf eine Gewährleistung der Beckendurchströmung achten). In diesem Zusammenhang wird empfohlen, im Rahmen der weiteren Planungen auch zu prüfen, inwieweit eine Pumpenkühlung mittels Wasser in Verbindung mit Vorwärmung des zufließenden Beckenwasser wirtschaftlich umgesetzt werden kann.

Zur Verringerung der Verdunstung, sollten im Rahmen der weiteren Planungen folgende Aspekte geprüft/ beachtet werden:

- Erhöhung der Hallenluftfeuchte (durchgängig oder zumindest bei Nichtnutzungszeiten) – Richtwert für die Planung 55-60 % Feuchte während der Öffnungszeiten einhergehend mit einer gut gedämmten Gebäudehülle (max. relative Feuchte aus Bautenschutzgründen 64%)
- Nachabsenkung des Beckenwasserspiegels (Internumwälzung) – keine Verdunstung über Überlaufrinnen
- Ausführung der Überlaufrinnen in verdunstungsarmer Ausführung
- Abdeckung des Beckenwassers in Nichtnutzungszeiten

8.7 PUMPEN, MOTOREN, VENTILATOREN

Die weiteren Planungen sollen darauf Wert legen, dass sämtliche Antriebsmotoren an den Umwälzpumpen für Beckenwasser und Heizung, aber auch die Ventilatoren mit möglichst hohem Wirkungsgrad zum Einsatz kommen. Durch die Pumpenauswahl, einer bedarfsgerechten Betriebsweise und einer Auslegung des Rohrleitungs-/ Kanalnetzes mit geringen Druckverlusten, kann der Stromverbrauch reduziert werden. Im Rahmen der weiteren Planungen sollte zwingend darauf geachtet werden.

8.8 HALLENLÜFTUNG/ HALLENDURCHSTRÖMUNG

Eine bedarfsgerechte Planung und Ausführung der Lüftungsanlagen wird vorausgesetzt. Hierbei ist auch darauf zu achten, dass hocheffiziente Wärmerückgewinnungseinrichtungen verwendet werden. In herkömmlichen Bädern wird die Verglasung oft mit trockener Luft angeblasen (Kondensatfreihaltung). Mit dem Einsatz hoher thermischer Qualitäten von Fensterrahmen, Verglasungen und Abstandhalter (bei Passivhausstandard üblich) kann dies in der Regel entfallen. Daraus resultierend wird ermöglicht, dass, bei einem Klima wie in Deutschland, Lüftungsgeräte nur mit Außenluft betrieben und unter Umständen kleiner ausgelegt werden können (Reduktion des Umluftanteils und in dessen Folge Erreichung von Stromeinsparungen).

Im Rahmen der weiteren Planungen zum Lüftungskanalnetz sollte auf eine kompakte Bauweise in Verbindung mit möglichst geringen Druckverlusten (Verwendung druckverlustarmer Einbauteile/Konstruktionen → z.B. Vergrößerung Kanalquerschnitt für Außenluftgitter) geachtet werden (Verringerung Investitionskosten, Platzbedarf und Stromkosten). Luftgeschwindigkeiten kleiner 3 m/s sind zu empfehlen. Auf eine Verwendung effizienter Ventilatoren ist zu achten.

Zur Verringerung der Kanalführung von Außen- und Fortluftkanal sollte Lüftungsgeräte möglichst nah an der thermischen Hülle aufgestellt werden. Weiterhin ist auf eine vollständige, dampfdiffusionsdichte und gute Dämmung (mind. 10 cm) zu achten (Reduktion der Wärmeverluste zwischen Innenraum und kalten Außen- und Fortluftkanälen).

Sollte eine Abschaltung der Lüftungsgeräte in Nichtnutzungszeiten realisiert werden, ist ein Einsatz motorbetriebener Klappen im Außen- und Fortluftkanal zu empfehlen (Verhinderung des Kaltluftzuströmung).

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Zur effizienten Abführung von Schadstoffen ist eine gute Luftführung und Hallendurchströmung sehr wichtig, was durch eine Schichtlüftung gut umsetzbar ist. Hierbei bildet sich direkt über dem Wasser eine feuchte Luftschicht, die eine geringere Verdunstung zur Folge hat. Einen halben Meter über dem Wasserspiegel ist die Luft um ca. 10% trockner und bietet ein angenehmeres Klima für Personen außerhalb des Beckens (trockene Personen wie z.B. Personal). Weiterhin wird dadurch die Gebäudehülle geringeren Feuchten ausgesetzt (Feuchteschutz).

Mit einer unteren Abführung der Hallenabluft wird eine solche Schichtlüftung erreicht. Die folgende Abbildung zeigt eine Luftführung mit bodennaher Absaugung.

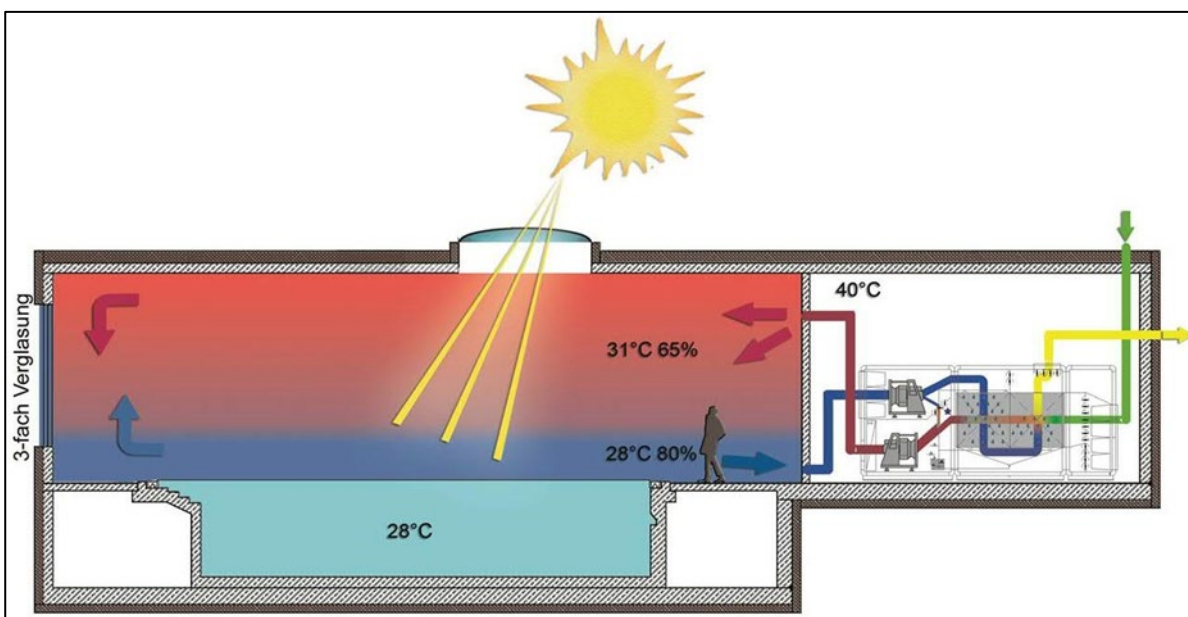


Abbildung 75 – Luftführung mit bodennaher Absaugung zur vorteilhaften Temperatur- und Feuchteschichtung (Quelle: [4])

Neben energetischen Vorteilen können so auch die Schadstoffe, die am Wasser entstehen, effektiv abgeführt werden. Im Rahmen der Anordnung der Zuluftzuführung (wahlweise an der Fassade oberhalb des Aufenthaltsbereiches oder an der Decke) ist darauf zu achten, dass die feuchte Schicht über dem Becken nicht durch impulshafte Einbringung der Luft beeinträchtigt/ zerstört wird. Weiterhin ist konstruktiv darauf zu achten, dass keine „kalte“ Luft aus Nebenräumen in die Halle strömen kann (Vermeidung der Anhebung der feuchten, warmen Schicht über dem Becken).

8.9 GEBÄUDELEITTECHNIK

Die Planung der Gebäudeleittechnik sollte unter der Prämisse der Anbindung an die vorhandene Gebäudeleittechnik erfolgen. Dies ermöglicht eine zentrale Regelung der Haus- und Anlagentechnik.

In diesem Zusammenhang ist mit dem Betreiber/ Betriebspersonal aber auch mit dem Energiemanagement der Stadt Plauen im Rahmen der weiteren Planungen zu klären, welche Messgrößen zur Betriebsüberwachung und -optimierung überwacht und ggf. graphisch (z.B. Balkendiagramme im Jahresverlauf) angezeigt werden sollen. Für Auswertungen und Bewertungen sollten die meisten Messwerte nicht nur als Momentanwert angezeigt werden, sondern auch deren zeitlicher Verlauf abrufbar sein (z.B. Umwälzvolumenstrom, Beckenfrischwasserzugabe, Wassertemperaturen, Klappenstellung der Lüftungsgeräte, Reglervorgabe aus der Lüftungsprogrammierung, Sensorendaten).

8.10 BELEUCHTUNG

Für die erforderliche Innenbeleuchtung des Schwimmbades sollten effiziente Technologien (insbesondere LED) zum Einsatz kommen. Dabei ist im Rahmen der weiteren Planungen darauf zu achten, dass diese auch für die erhöhten Temperaturen geeignet sind. Durch den Einsatz von Bewegungs- und Präsenzmeldern sowie Tageslichtsensoren kann eine bedarfsgerechte Regelungsstrategie aufgebaut werden. Weiterhin wird empfohlen, zumindest den Bereich der Beckenbeleuchtung in dimmbarer Bauweise auszuführen. Somit kann eine bedarfsgerechte Beleuchtung (Trainingsbetrieb, Wettkampfbetrieb, Freizeitschwimmen, Reinigungsarbeiten [können auch bei geringerer Beleuchtungsstärke und reduzierter Anzahl an Leuchten erfolgen] etc.) umgesetzt werden. Empfohlen wird weiterhin, dass jede Leuchte separat angesteuert werden kann.

Zur Umsetzung einer bedarfsgerechten Beleuchtung, für geeignete Unterteilungen in Beleuchtungsbereiche sowie zum Nachweis einer ausreichenden Beleuchtungsstärke auf der Wasserfläche im Wettkampfbetrieb wird die Durchführung einer Lichtplanung empfohlen.

8.11 PLATZBEDARF FÜR DIE ANLAGENTECHNIK

Im überwiegende wird eingeschätzt, dass die in den Varianten dargestellte Anlagentechnik in den vorhandenen „Heizungsraum“ integriert/ aufgestellt werden kann (max. 20 m²). Insbesondere die Variante 2 (Fernwärme) benötigt für die Übergabestation nur eine sehr kleine Fläche (je nach Größe bis ca. 5 m²).

Eine Ausnahme bildet die Variante 5 (Biomasseheizung). Bei Biomasseheizungen sind insbesondere für die erforderlicher Brennstofflagerung zusätzliche Flächen erforderlich. Es wird mind. 50 m² Grundfläche für das erforderliche Brennstofflager (mit einer Raumhöhe von mind. 3 m) ausgegangen. Weiterhin kommt noch Platzbedarf für die erforderliche automatische Beschickung der Heizungsanlage hinzu. Alternativ zum gebäudeinternen Lager wäre auch eine Containerlösung möglich. Hierzu müsste jedoch im unmittelbaren Außenbereich des Stadtbades eine entsprechende Lösung berücksichtigt werden. Auch hier wird mindestens von einem Flächenbedarf von ca. 50 m² ausgegangen.

8.12 SONSTIGE HINWEISE

Im Sinne eines „grünen/ nachhaltigen Gebäudekonzeptes“ sollte im Rahmen der weiteren Planungen auch eine mögliche Dach-/ Fassadenbegrünung betrachtet werden. Durch den Einsatz dauergrüner Pflanzen entsteht ein wärmedämmender Effekt im Winter und ein kühlender Effekt im Sommer. In Verbindung mit der vorgesehene PV-Dachanlage könnte damit auch die Effizienz der PV-Anlage gesteigert werden. Dementgegen steht jedoch ein erhöhter Aufwand für Wartung/ Pflege. Ein weiterer positiver Effekt wäre die erhöhte Regenwasserversickerung/ Wasserrückhaltung. Dach-/ Fassadenbegrünungen wirken sich positiv auf das Mikroklima aus (Feinstaubfilter, CO₂-Speicher).

Ähnlich wie die Fassaden-/ Dachbegrünung ist eine Lösung der Firma Green City Solutions mit Sitz in Dresden. Mit ihrem regenerativen BioTech-Filter, bestehend aus Moos, kann Feinstaub gefiltert, Treibhausgas gebunden die Umgebungsluft gekühlt werden. Hierzu gibt es unterschiedliche Lösungen der Firma Green City Solutions [18].

- City Tree Kombination aus Stadtmöbel und Biofilter
- CiytBreez Kombination aktive Luftfilterung mit digitaler Präsentationstechnik
- WallBreez Lösung für Fassadengestaltung

Insbesondere im Rahmen der Außenflächengestaltung sollte geprüft werden, inwieweit solche Lösungen für eine nachhaltige Verbesserung der Luftqualität im Bereich des Bades (auch im Hinblick auf dessen Lage an der Hofer Straße – einer vielbefahrenen Straße in Plauen) umgesetzt werden kann.

9. Aufgabenstellung für die Ausschreibung der weiteren Planungen

Die Stadt Plauen beabsichtigt die Planung zum Stadtbadanbau auszuschreiben und an einen Generalplaner zu vergeben. Generell sind im Rahmen der weiteren Planungen die aktuellen gesetzlichen Anforderungen (z.B. GEG 2023) zu berücksichtigen. Weiterhin sollten die Hinweise im Gliederungspunkt 8 mit aufgenommen und deren Umsetzung geprüft werden.

Zur Erreichung einer klimaneutralen/ treibhausgasneutralen Energieversorgung des Stadtbadanbaus erscheinen anhand der Variantenuntersuchung Wärmepumpensysteme am geeignetsten. Hierbei hat sich die Kombination aus Luft-Wärmepumpe und Sole-Wärmepumpe in Verbindung mit elektrischer Warmwasserbereitung sowie elektrischer Nachheizung aus ökologischer Sicht als Vorzugsvariante herausgestellt. Generell sollte im Rahmen der weiteren Planungen die Wärmepumpentechnik detaillierter geplant werden. In diesem Zusammenhang sollte auch nochmal die Wärmequelle für die Wärmepumpen überprüft werden. Neben der Luft und der Geothermie könnte hier auch die Elster als eine relativ günstig zu erschließende Wärmequelle genutzt werden. Hierzu sind im Rahmen der Planungen entsprechende Abstimmung mit der Landestalsperrenverwaltung sowie Voruntersuchungen durchzuführen. Eine Wärmespeicherung in den Sommermonaten erscheint anhand der Variantenuntersuchung in Verbindung mit den stetig erforderlichen Wärmebedarf für das Beckenwasser ggw. nicht sinnvoll. Im Rahmen der weiteren Planungen sollte dies jedoch nochmal geprüft werden. In diesem Zusammenhang sind Berechnungen durchzuführen, ob eine perspektivische Ablösung des vorhandenen Kessels im Bestand durch eine leistungsmäßig höhere Anlagenauslegung der Wärmepumpen etc. im Anbau möglich ist.

Weiterhin sollten im Rahmen der Planungen folgende Sachverhalte aufgenommen und näher betrachtet werden:

- Verringerung des Fensterflächenanteils zur Verringerung der Transmissionswärmeverluste
- Im Rahmen der Planungen sind folgende U-Werte nicht zu überschreiten und deren Einhaltung nachzuweisen

Außenbauteile	U-Wert 0,11 W/(m ² K) oder kleiner
Außenwände gg. Erdreich	U-Wert 0,13 W/(m ² K) oder kleiner
Fußboden gg. Erdreich	U-Wert 0,12 W/(m ² K) oder kleiner
- Transparente Bauteile als 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit max. U-Wert 0,6 W/(m²K)
- Einsatz von Nachweis wärmebrückenfreier Konstruktionen
- Luftdichtheit Gebäude $q_{50} \leq 0,4 \text{ m}^3/(\text{hm}^2)$
- Nutzung von semitransparenten PV-Modulen im Bereich erforderlicher Glasflächen mit südlicher Ausrichtung
- Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung (ggf. mit zusätzlichem Einsatz von Wärmepumpentechnik) aus dem Duschabwasser sowie dem Abluftvolumenstrom der Lüftungsanlagen (nach interner Wärmerückgewinnung in den Lüftungsanlagen).
- Berücksichtigung dezentraler Warmwasserbereitung für die Duschbereiche.
- Reduktion der Duschenanzahl auf ein unbedingt erforderliches Maß. Ggf. kann auch eine gemeinsame Nutzung der Duschen im Bestand möglich sein (keine Duschen im Anbau).
- Für die Anordnung der Duschen sollte eine zentrale Lösung angestrebt werden. Mit einer solchen Lösung könnten Aufwendungen für die erforderliche Zirkulation aber auch Wärmeverluste verringert werden (vgl. auch Gliederungspunkt 8.5).
- Der Anbau ist in die vorhandene Beckenwasseraufbereitung zu integrieren. Ggf. ist eine Modernisierung der Anlage (kein Neubau) durchzuführen. Hierbei ist zu prüfen, inwieweit eine zusätzliche Reinigung für eine mögliche Einleitung des überschüssigen Wassers in die Elster erforderlich ist. Weiterhin ist im Rahmen der Planung umzusetzen, dass Teile des Abwassers der Beckenwasserreinigung für die WC und Urinalspülung eingesetzt werden. Eine zusätzliche Wärmerückgewinnung ist ebenfalls zu berücksichtigen (siehe auch Gliederungspunkt 8.4)
- Das Beckenwasser sollte außerhalb der Nutzungszeiten abgesenkt werden. Weiterhin sollte die Beckenfläche zur Verringerung der Wärmeverluste außerhalb der Nutzungszeiten abdecken.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

- Für Wartungs- und Reinigungsarbeiten ist eine Rohrverbindung zwischen Bestandsbecken und Becken im Anbau vorzusehen, um Wasser von einem Becken in das andere Becken umpumpen zu können.
- Die Lüftungsanlagen sind so zu konzipieren, dass eine bodennahe Absaugung erfolgt.
- Für die Beleuchtung soll LED-Technik zum Einsatz kommen. Zum Nachweis einer ausreichenden Lichtstärke auf der Wasserfläche im Rahmen von Wettkämpfen ist ein Lichtplaner hinzuzuziehen.
- Rohr- und Leitungskanäle sind so zu planen, dass nur sehr geringe Druckverluste entstehen.
- Prüfung inwieweit Pumpen mittels Wasser gekühlt und das so erwärmte Wasser dem System Wärmemenge für Becken- und Duschwassererwärmung etc. zur Verfügung stellen kann.
- Die Gebäudeleittechnik ist so zu planen, dass diese zusammen mit dem Bestandsbau zentral betreut und bedient werden kann.

10. Zusammenfassung

Auf der Grundlage der Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen (vgl. [1]) wurde im Rahmen des vorliegenden Berichtes Varianten zur klimaneutralen Energieversorgung aufgestellt und bewertet. Wie die Untersuchungen zeigen, ist eine klimaneutrale Energieversorgung schwer realisierbar. Nur durch den Einsatz von erneuerbaren Energien (z.B. Biogas, Strom von PV-, Wind- oder Wasserkraftanlagen, klimaneutrale Fernwärme auf erneuerbaren Energien) wird es möglich sein, dies zu realisieren.

In einem ersten Schritt wurden die Daten des vorhandenen Stadtbades analysiert und ausgewertet. Anhand der vorliegenden Daten und deren Auswertung liegt der spezifische Wärmeverbrauch des Stadtbades bei 1.912 kWh/m² (witterungsbereinigt, bezogen auf die Beckenfläche). Für den Strom wurde ein spezifischer Verbrauch von 627 kWh/m² (ohne Sauna) und für Wasser ein spezifischer Verbrauch von 10,4 m³/m² (ohne Sauna) ermittelt.

In einem weiteren Schritt erfolgte eine Abschätzung des erforderlichen Energiebedarfs für den geplanten Anbau. Dies erfolgte auf unterschiedlichen Wegen und lieferte unterschiedliche Ergebnisse. Grundlage hierbei bildete die Variante 3 der Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen. Bevor die einzelnen Varianten aufgestellt wurden, erfolgte ein Abgleich der auf unterschiedlichen Wegen ermittelten Energiebedarfe mit dem Daten des vorhandenen Bades. Im Rahmen der Bewertung der Ergebnisse im Vergleich zum Bestand wurden für die Aufstellung der Varianten folgende max. Daten festgeschrieben:

erforderliche Heizleistung:	450 KW
erforderlicher Wärmebedarf:	1.000.000 kWh
erforderliche Leistung Strom:	250 KW
erforderlicher Strombedarf:	250.000 kWh

Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurden verschiedene Varianten zur energetischen Versorgung des Stadtbadanbaues aufgestellt und miteinander aus energetischer, wirtschaftlicher und emissions-technischer Sicht verglichen. Hierzu erfolgte zunächst, auf der Grundlage der vorhergehenden Betrachtungen und Berechnungen ermittelten Bedarfe für den Anbau, eine Definition der Verbraucherseite, die für alle Varianten den gleichen Ausgangspunkt darstellt. Mit dieser verbraucherseitig definierten Ausgangslage wurden dann insgesamt 5 verschiedene (zum Teil auch mit Untervarianten) Möglichkeiten der Bedarfsabdeckung aufgestellt und mit Hilfe einer softwaregestützten Simulation bilanziert. Darauf aufbauend wurden die Varianten miteinander hinsichtlich energetischer, wirtschaftlicher und emissionstechnischer Aspekte verglichen.

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

Anhand der durchgeführten Variantenuntersuchung ist mit einem Einsatz von Wärmepumpentechnik am ehesten eine treibhausgasneutrale Versorgung realisierbar. Im Rahmen der Variantenuntersuchung hat sich die Variante Luft-Wärmepumpe in Kombination mit einer Sole-Wärmepumpe sowie elektrischer Warmwassererzeugung und elektrischer Spitzenlastabdeckung als die Variante mit den geringsten Treibhausgasemissionen herausgestellt. Aufgrund der geringen Planungstiefe (insbesondere zum Gebäude und der zur Anwendung kommenden Anlagentechnik, fehlenden Voruntersuchungen) wurden Annahmen getroffen. Daher sind die im Rahmen dieser Untersuchungen erhaltenen Simulationsergebnisse mit Unsicherheiten/ Ungenauigkeiten behaftet. Im Rahmen der weiteren Planungen sind die vorliegenden Ergebnisse zu verifizieren.

Neben der Erarbeitung von Vorschlägen für die Erfassung sinnvoller Messgrößen zur Überwachung der Energieverbräuche wurden in einem weiteren Schritt Empfehlungen für die weitere Planung herausgearbeitet. Hierzu zählen die Festlegung von einzuhaltenden U-Werten für die Außenbauteile und Fenster sowie Empfehlungen für die Beckenwasseraufbereitung, Duschen, Wärmebereitstellung, Beckenwasser (Absenkung außerhalb Nutzungszeiten und Abdeckung), Hallenlüftung etc., die eine sinnvolle Ergänzung aus energetischer Sicht darstellen. Auch werden mögliche Nachrüstoptionen für Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien aufgezeigt.

Abschließend erfolgte eine Zusammenstellung der wichtigsten Punkte, die im Rahmen der Ausschreibung der Planungs- und Bauleistungen zu berücksichtigen sind. Generell ist neben dem Einsatz effizienter Systeme darauf zu achten, dass die aktuell gültigen Richtlinien und gesetzlichen Anforderungen im Rahmen der Planungen und der Ausführung berücksichtigt und angewendet werden.

11. Quellen/ Unterlagen

- [1] Pläne aus Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen – Variante 3, Architekturlux, vom AG zur Verfügung gestellt
- [2] Energieökologisches Konzept, Ergänzung zum Förderantrag Umbau und Erweiterung Stadtbad Hofer Straße Plauen, Obermeyer Planen + Bauen, 23.06.2004
- [3] Bohrprofile Bohrung Geothermie, Erdwärmesondenanlage Stadtbad Plauen, blz GEOTECHNIK, 08/2006
- [4] Passivhaus-Konzept für Hallenbäder: Leitfaden, Hrsg. Passivhausinstitut, Darmstadt, Juni 2018
- [5] Passivhaus-Konzept für Hallenbäder: Datenauswertung und Empfehlungen, Hrsg. Passivhausinstitut, Darmstadt, Juni 2018
- [6] Grundlagenuntersuchung der bauphysikalischen und technischen Bedingungen zur Umsetzung des Passivhauskonzeptes im öffentlichen Hallenbad, Passivhausinstitut, Darmstadt, Dezember 2009
- [7] Integrale Planung für die Realisierung eines öffentlichen Hallenbades mit Konzepten der Passivhaustechnologie, Endbericht, O. Ahrens (Eneratio) et.al., Lünen, Dezember 2011
- [8] VDI 2089, Blatt 1 (Entwurf) Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern - Hallenbädern, Hrsg. Verein Deutscher Ingenieure, September 2019
- [9] VDI 2089, Blatt 1 Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern - Hallenbädern, Hrsg. Verein Deutscher Ingenieure, September 2010
- [10] VDI 2089, Blatt 2 Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern – Effizienter Einsatz von Energie und Wasser in Schwimmbädern, Hrsg. Verein Deutscher Ingenieure, August 2009
- [11] VDI 2089, Blatt 1 (Entwurf) Technische Gebäudeausrüstung von Schwimmbädern - Hallenbädern, Hrsg. Verein Deutscher Ingenieure, September 2019
- [12] DIN 19643-1, Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 1: Allgemeine Anforderung, Deutsches Institut für Normung e.V., November 2012
- [13] DIN 19643-2, Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 2: Verfahrenskombination mit Festbett- und Anschwemmfiltern, Deutsches Institut für Normung e.V., November 2012
- [14] DIN 19643-3, Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 3: Verfahrenskombination mit Ozonung, Deutsches Institut für Normung e.V., November 2012
- [15] DIN 19643-4, Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 4: Verfahrenskombination mit Ultrafiltration, Deutsches Institut für Normung e.V., November 2012

Erweiterung Stadtbad Plauen

Variantenuntersuchung zur klimaneutralen Energieversorgung

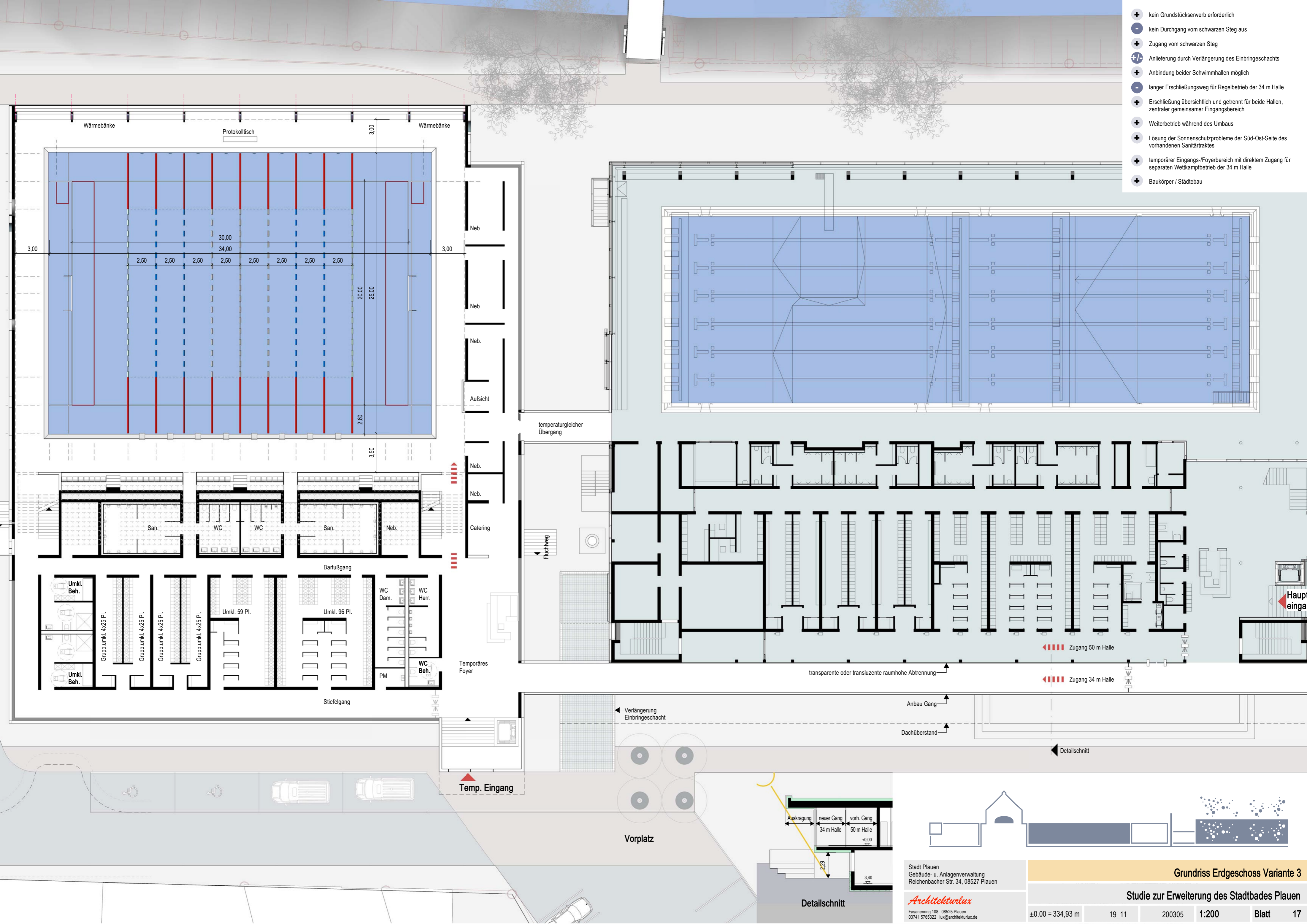
- [16] DIN 19643-1, Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser – Teil 1: Allgemeine Anforderung, Deutsches Institut für Normung e.V., November 2012
- [17] Normenreihe DIN V 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Deutsches Institut für Normung e.V., Juni 2012
- [18] Firmeninformationen greencity solutions, <https://greencitysolutions.de/>, aufgerufen am 12.01.2023
- [19] Internetauftritt Ertex Solar, <https://www.ertex-solar.at/angebot/isolierende-fassade/>, aufgerufen am 12.01.2023
- [20] Internetauftritt SOLARWATT, <https://www.solarwatt.de/ratgeber/photovoltaik-als-parkplatzueberdachung>, aufgerufen am 13.01.2023
- [21] Projektdokumentation PV-Anlage Stadtbad Plauen mit Sunny Design 5.40.0 vom 12.12.2022 (von Herrn Adler zur Verfügung gestellt)
- [22] Merkblatt zu den CO₂-Faktoren, Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), 01.01.2019
- [23] Stadtwerke Strom Plauen GmbH & Co. KG, Monatsrechnung 11/2022 (Rg.-Nr.: VR 1000434967 v. 05.12.2022
- [24] Stadtwerke Erdgas Plauen GmbH, Monatsrechnung 11/2022 (Rg.-Nr.: 100000030262) v. 14.12.2022
- [25] <https://www.holzpellets.net/pelletspreise/Sachsen>, aufgerufen am 14.02.2023

Anlagen

Anlage 1

Auszug aus Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen – Variante 3

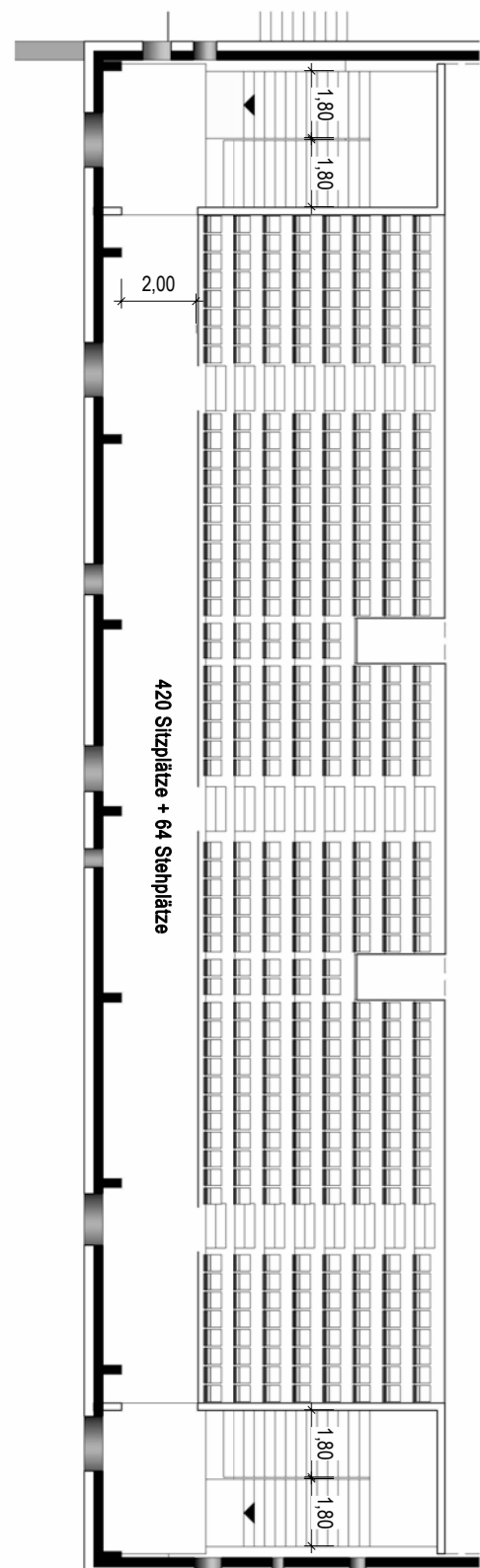
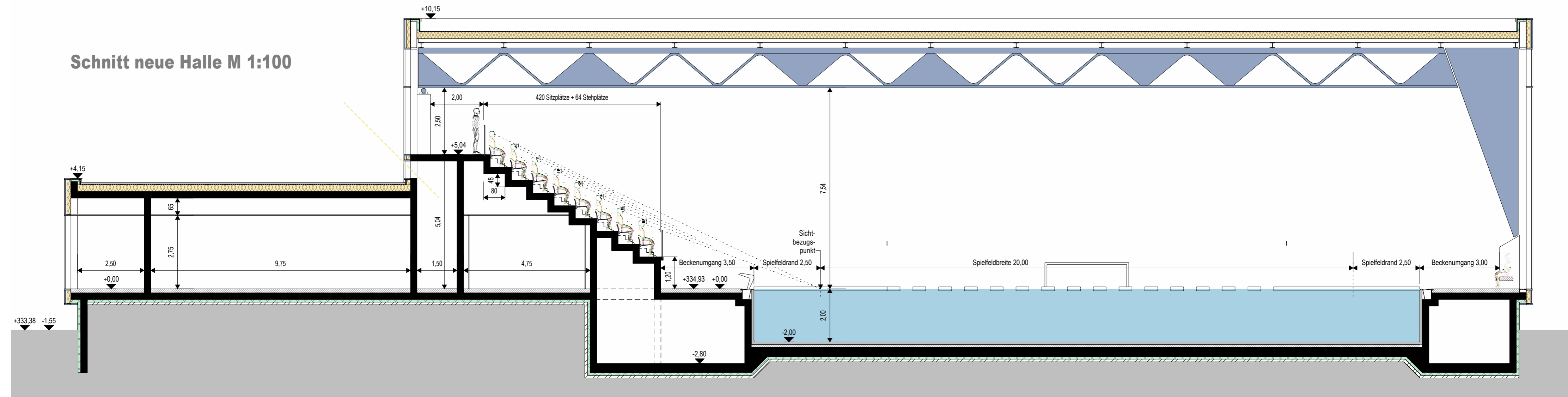
- ⊕ kein Grundstückserwerb erforderlich
- ⊖ kein Durchgang vom schwarzen Steg aus
- ⊕ Zugang vom schwarzen Steg
- ⊕/- Anlieferung durch Verlängerung des Einbringschachts
- ⊕ Anbindung beider Schwimmhallen möglich
- ⊖ langer Erschließungsweg für Regelbetrieb der 34 m Halle
- ⊕ Erschließung übersichtlich und getrennt für beide Hallen, zentraler gemeinsamer Eingangsbereich
- ⊕ Weiterbetrieb während des Umbaus
- ⊕ Lösung der Sonnenschutzprobleme der Süd-Ost-Seite des vorhandenen Sanitärtraktes
- ⊕ temporärer Eingang-/Foyerbereich mit direktem Zugang für separaten Wettkampfbetrieb der 34 m Halle
- ⊕ Baukörper / Städtebau



Stadt Plauen
Gebäude- u. Anlagenverwaltung
Reichenbacher Str. 34, 08527 Plauen

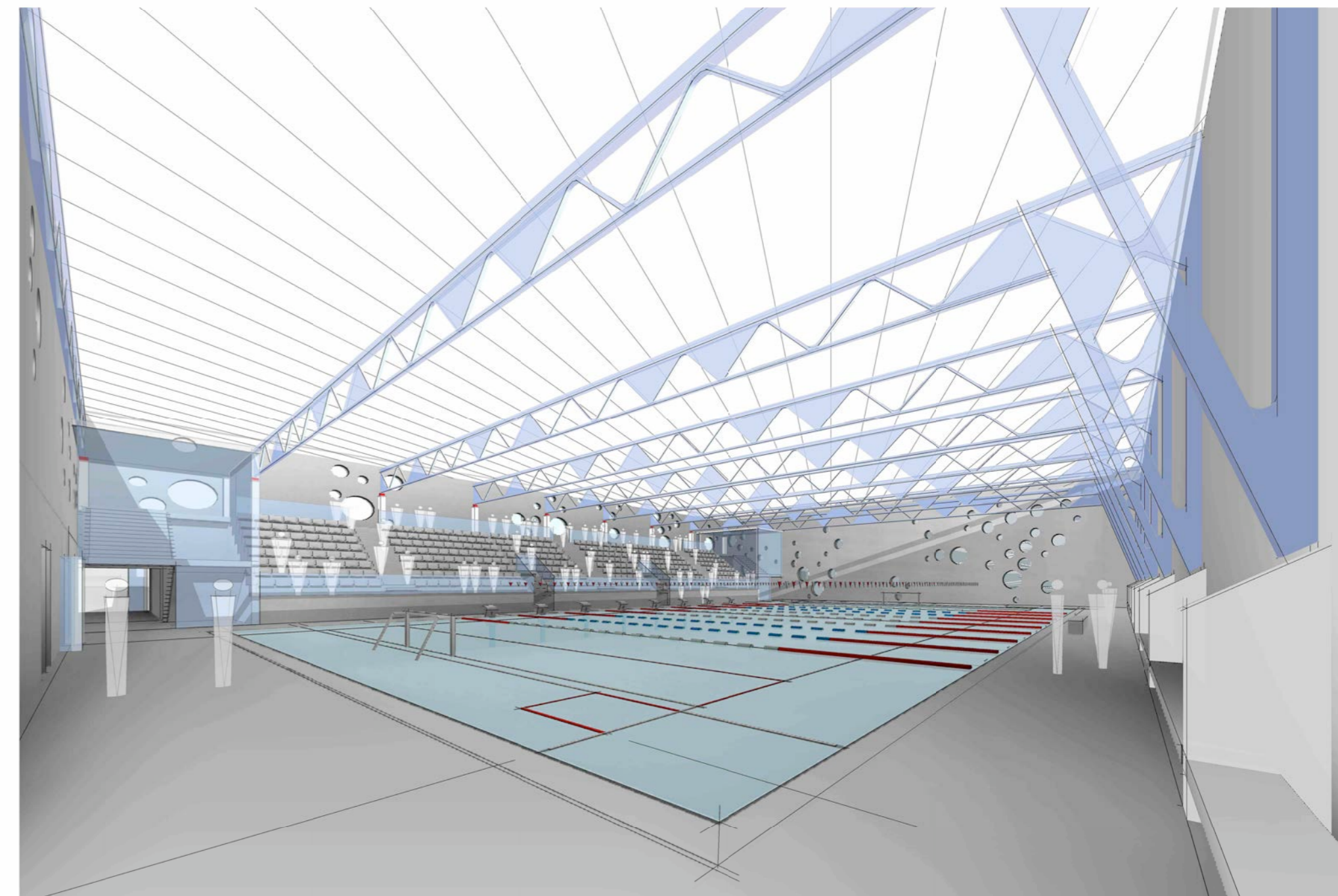
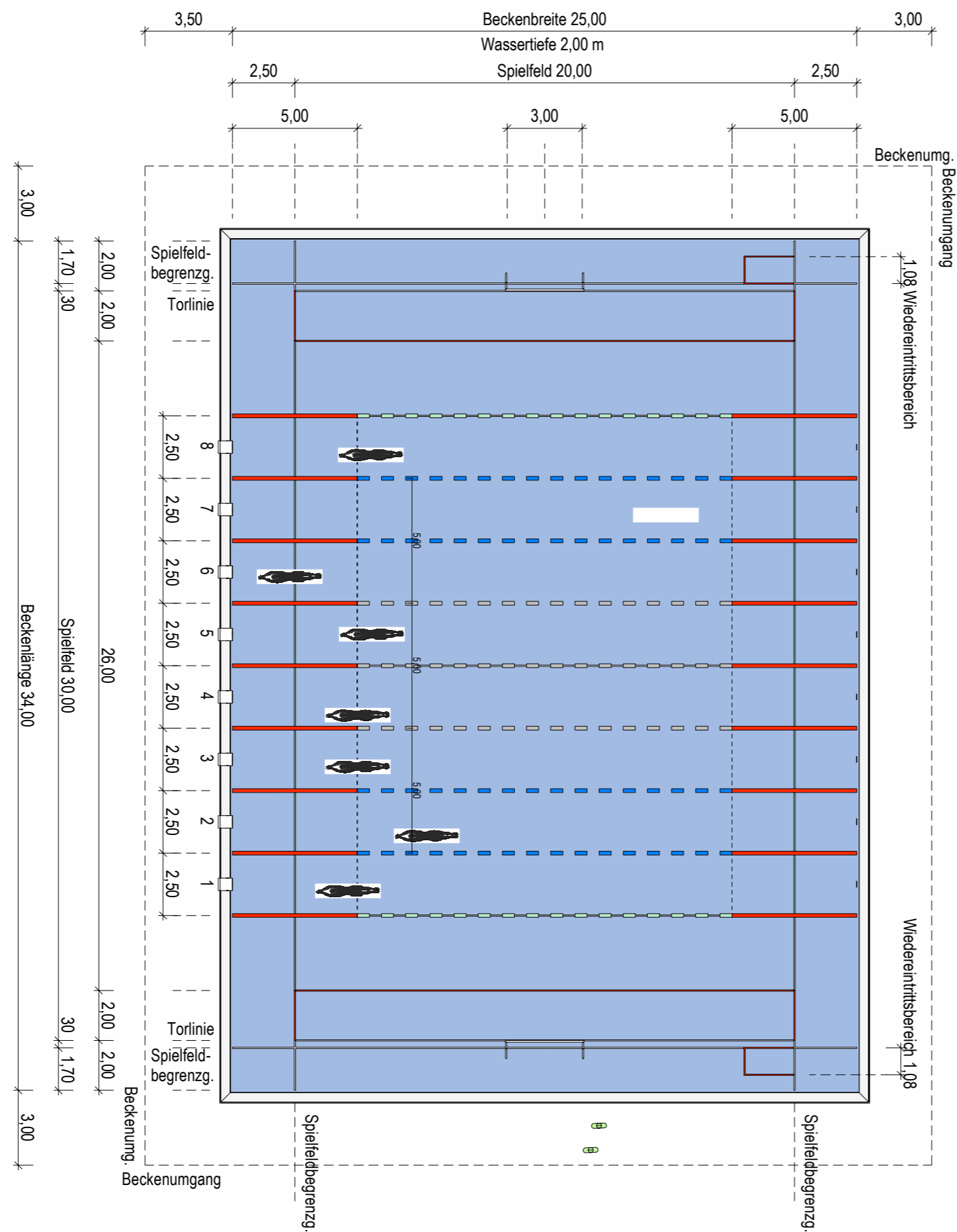
Architekturlux
Fasenering 108 08525 Plauen
03741 5765322 lux@architekturlux.de

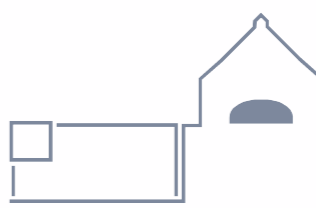
Schnitt neue Halle M 1:100



Tribüne M 1:200

Schwimmbecken M 1:200





Stadt Plauen
Gebäude- u. Anlagenverwaltung
Reichenbacher Str. 34, 08527 Plauen

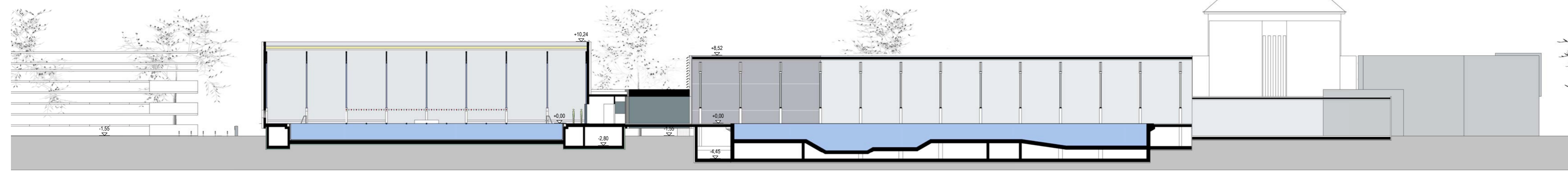
Architekturlux
Fasenering 108 08525 Plauen
03741 5765322 lux@architekturlux.de

Querschnitt, Grundrissausschnitte Becken und Tribüne Variante 3

Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen

±0.00 = 334,93 m 19_11 200305 1:100 / 1:200 Blatt 18

Längsschnitt



Parkdeck (Variante)

Schwimmhalle Becken 34,00 x 25,00 m

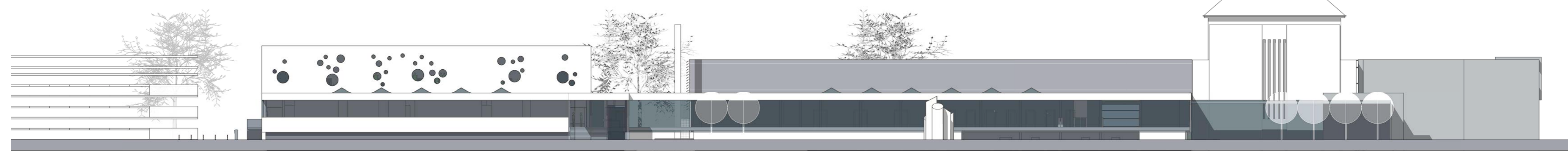
Funktionstrakt / Technik

Schwimmhalle Becken 51,53 x 16,67 m

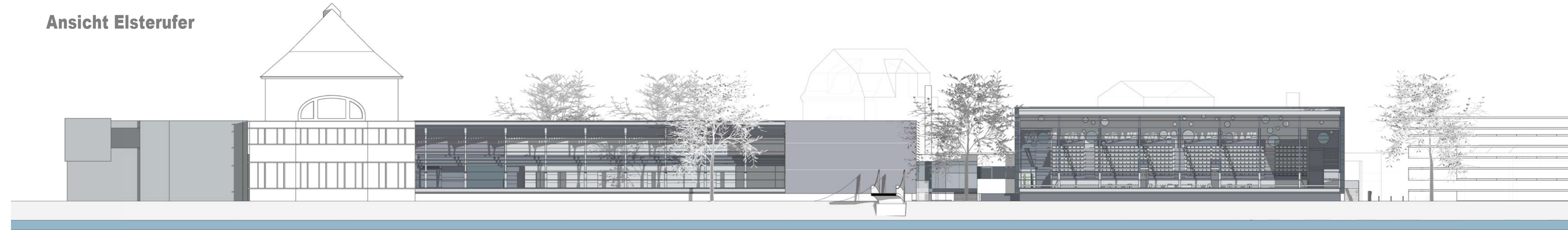
Herrenhalle / Verbinder

Saunatrakt

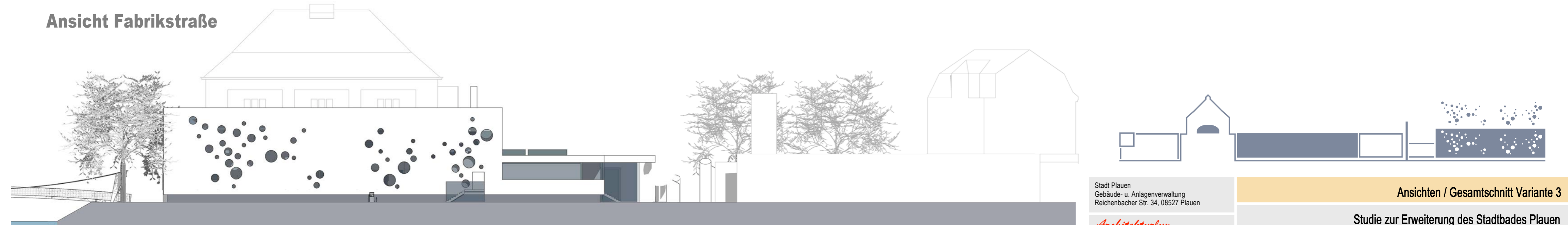
Ansicht Hofer Str.



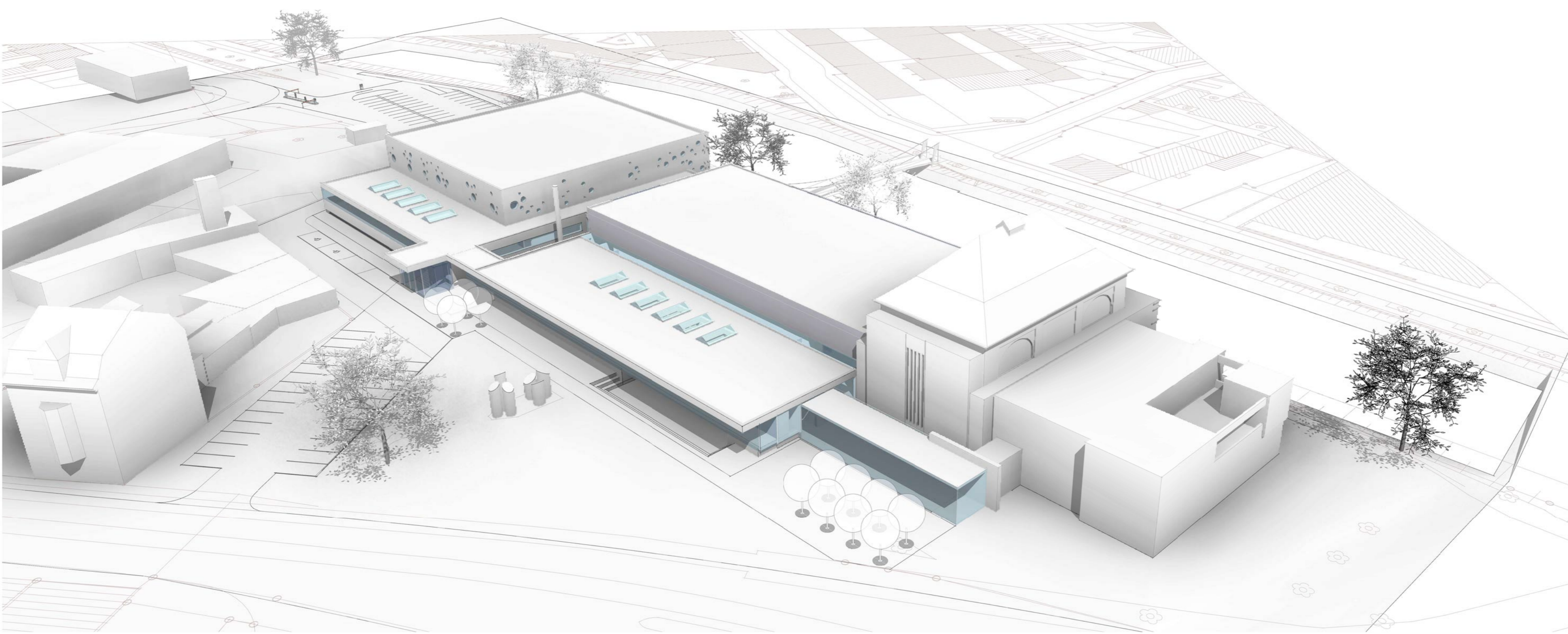
Ansicht Elsterufer



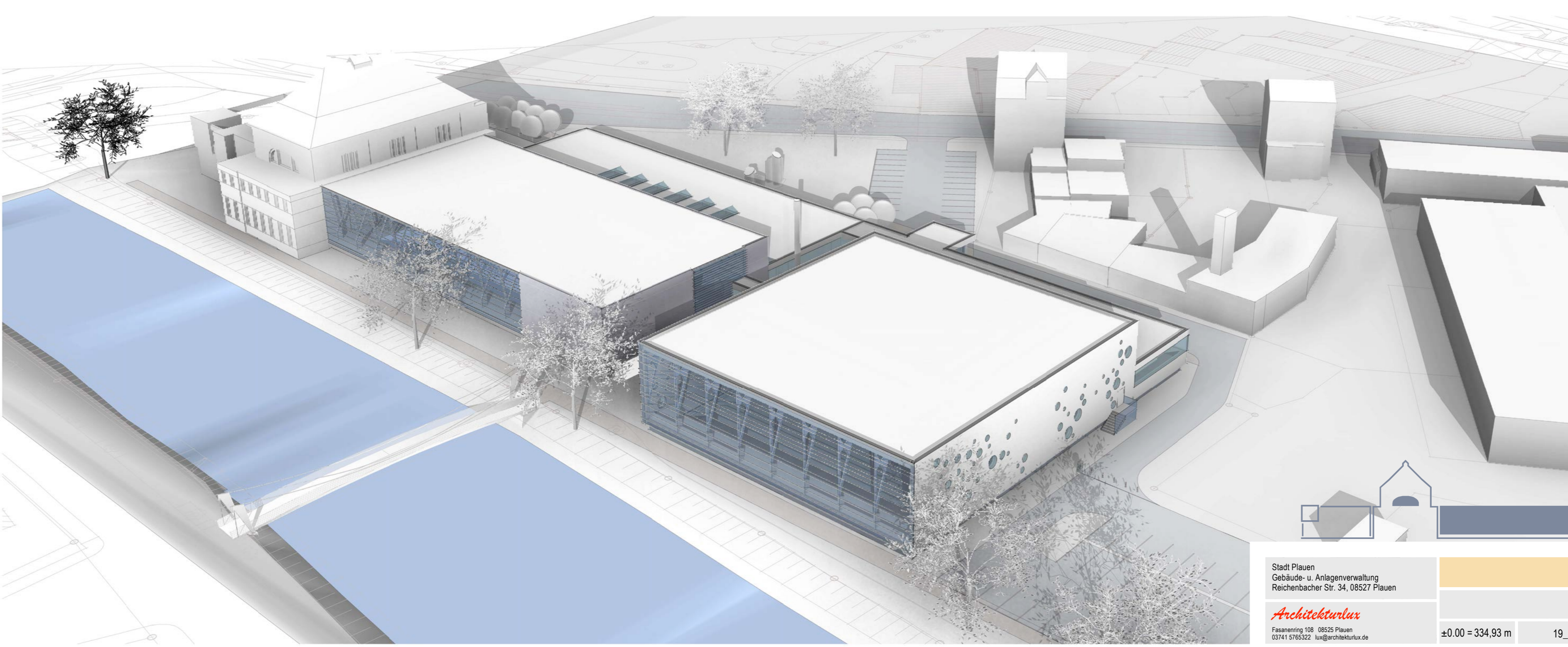
Ansicht Fabrikstraße



**Vogelblick
Hofer Straße**



**Vogelblick
Elsterseite**



Stadt Plauen
Gebäude- u. Anlagenverwaltung
Reichenbacher Str. 34, 08527 Plauen

Architekturlux
Fasenering 108 08525 Plauen
03741 5765322 lux@architekturlux.de

Perspektiven Variante 3

Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen

±0.00 = 334,93 m 19_11 200305 Blatt 20



Bauteil	BGF neu	vorh.	H	BRI
50 m Halle UG	2.723,72 m ²	x	4,360	11.875,43 m ³
50 m Halle Schwimmhalle	1.850,90 m ²	x	9,120	16.880,24 m ³
50 m Halle Sanitär-/Nebentrakt	967,52 m ²	x	9,230	8.930,24 m ³
	5.542,15 m ²			37.685,92 m ³
34 m Halle Schwimmhalle	1.746,88 m ²	x	10,150	17.730,83 m ³
34 m Halle UG Technik	720,42 m ²	x	3,250	2.341,36 m ³
34 m Halle UG Becken	891,79 m ²	x	2,650	2.363,24 m ³
50 m Halle UG Schacht	87,62 m ²	x	3,420	299,67 m ³
34 m Halle Sanitär-/Nebentrakt	797,81 m ²	x	3,250	2.592,88 m ³
50 m Halle neuer Gang	186,28 m ²	x	5,100	950,04 m ³
50 m Halle neuer Gang	22,35 m ²	x	5,100	114,00 m ³
BGF / BRI	4.453,16 m²			26.392,03 m³

KGR	Kosten €
100 Grundstück	0
200 Herrichten und Erschließen	50.000
300 Bauwerk - Baukonstruktionen	7.000.000
400 Bauwerk - Technische Anlagen	4.000.000
500 Außenanlagen	630.000
600 Ausstattung und Kunstwerke	320.000
700 Baunebenkosten	2.200.000
Kosten	14.200.000

Stadt Plauen
Gebäude- u. Anlagenverwaltung
Reichenbacher Str. 34, 08527 Plauen

Kennzahlen Variante 3

Architekturlux

Fasanenring 108 08525 Plauen
03741 5765322 lux@architekturlux.de

Studie zur Erweiterung des Stadtbades Plauen

±0.00 = 334,93 m

19_11

200313

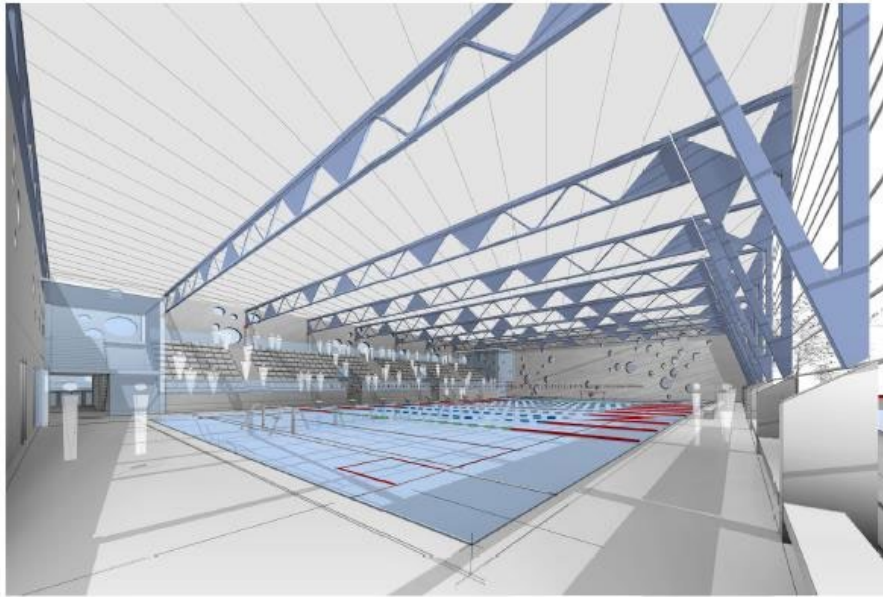
Blatt

21

Anlage 2

Berechnungsdokumentation Energiebedarfsermittlung

Projekt-Dokumentation



Projekt Stadtbadanbau Plauen

Projektnummer 22/09/1141 PI

Gebäude Stadtbadanbau Plauen

Hofer Straße 2

08527 Plauen

Aussteller

Auftraggeber

Erstellungsdatum 11.01.2023

Allgemein

Projektdate

Projekt

Projektname	Stadtbadanbau Plauen
Projektnummer	22/09/1141 PI
Erstellungsdatum	12.01.2023
Programmversion	ZUB Helena v7.121 Ultra

Gebäude

Name/Bezeichnung	Stadtbadanbau Plauen
Gebäudetyp	Stadtbad
Straße, Hausnr.	Hofer Straße 2
PLZ, Ort	08527 Plauen
Baujahr	2023
Baujahr des Wärmeerzeugers	2023
Baujahr der Klimaanlage	

Berechnungsverfahren

Gebäudeart	Nichtwohngebäude nach DIN V 18599
Randbedingungen	freie Eingabe der Randbedingungen
Berechnung gemäß	GEG 2020
keine Verrechnung von Energieträger Nachtstrom bei GEG §23	ja
Art des Gebäudes	Neubau
Vereinfachte Flächenerfassung nach DIN V 18599-1 Anhang D	nein

Randbedingungen der Berechnung

Klimastandort	GEG Referenzklima Deutschland
---------------	-------------------------------

Gebäudedaten

Geometrie

Nettovolumen V	22.222,8 m ³
Nettogrundfläche A _{NGF}	2.159,0 m ²
Thermische Hüllfläche	6.405,0 m ²
Geschosshöhe [m]	10,15
vereinfachte Ermittlung der charakteristischen Maße:	
Heizung (Gebäudegruppe 4)	
charakteristische Breite	28,75 m
charakteristische Länge	70,13 m
Trinkwarmwasser (Gebäudegruppe 4)	
charakteristische Breite	21,09 m
charakteristische Länge	95,85 m

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen.



Gebäudeergebnisse

Gebäude (ohne Schwimmbadtechnik)

Jährlicher Nutzenergiebedarf	spezifisch [kWh/(m ² a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	72,45	156.413,60
Trinkwarmwasser und Beckenwasser	306,69	662.150,00
Beleuchtung	10,02	21.635,20
Gesamt		840.198,80

Jährlicher Endenergiebedarf (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m ² a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	98,69	213.081,80
Trinkwarmwasser und Beckenwasser	332,67	718.243,50
Beleuchtung	19,45	41.990,00
Belüftung	14,91	32.194,40
Gesamt		1.005.509,70

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m ² a)]	absolut [kWh/a]
Erdgas	429,00	926.220,30
Strom-Mix	36,72	79.289,40
Gesamt		1.005.509,70

Jährlicher Primärenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m ² a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	99,02	213.797,20
Trinkwarmwasser und Beckenwasser	330,69	713.967,80
Beleuchtung	35,00	75.581,90
Belüftung	26,84	57.950,10
Gesamt		1.061.297,00



Zoneneinteilung

Einteilung auf der Grundlage der vorliegenden Variantenuntersuchungen – hier: Variante längs

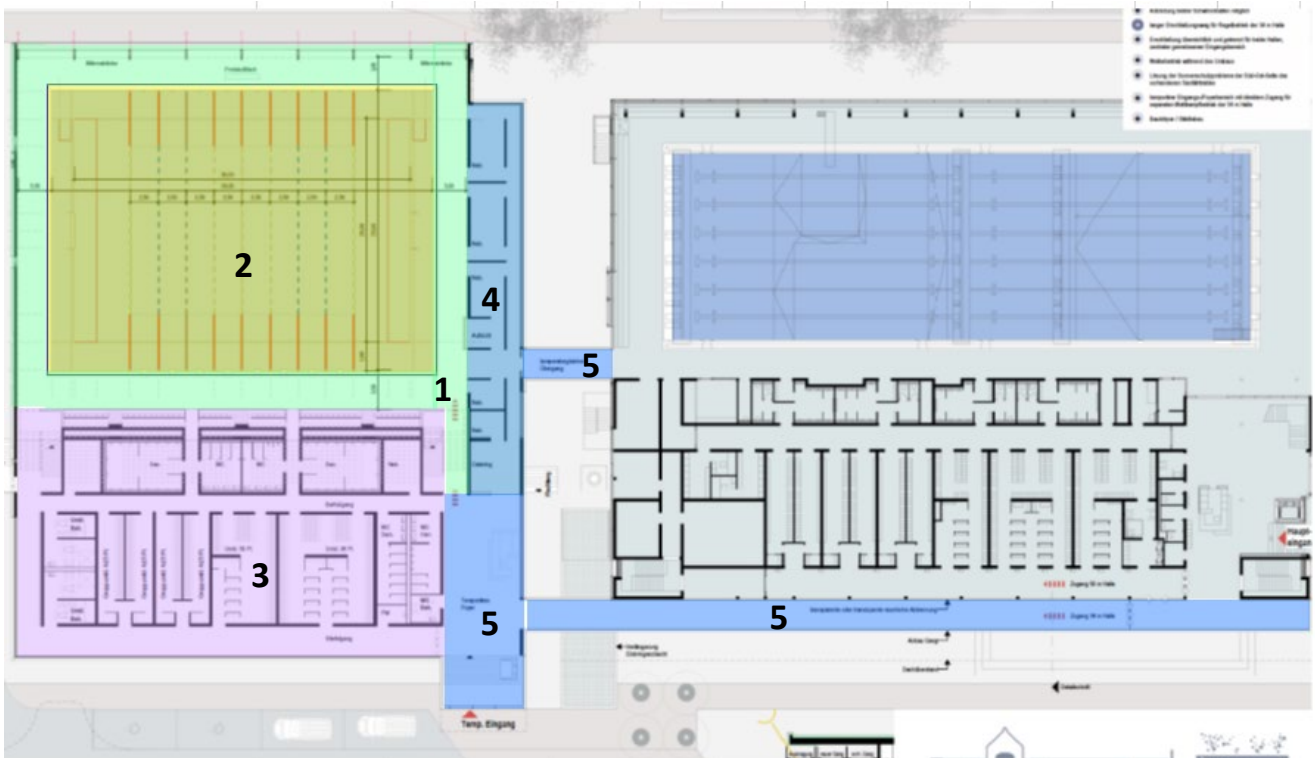
Tabellarische Übersicht der Zonen

Zone	Nutzung	Fläche	Konditionierung
Zone 1 - Schwimmhalle	Stadtbad Plauen Schwimmhalle (Zone 1)	907,00 m ²	beheizt (RLT)
Zone 2 - Schwimmbecken	Stadtbad Plauen Schwimmbecken (Zone 2)	850,00 m ²	unkonditioniert
Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär	Stadtbad Plauen Umkleide/Duschen/ WC (Zone 3)	798,00 m ²	beheizt (RLT)
Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht	Stadtbad Plauen Nebenräume/ Aufsicht (Zone 4)	175,00 m ²	beheizt (RLT)
Zone 5 - Gänge und Foyer	Stadtbad Plauen Gänge/ Foyer (Zone 5)	279,00 m ²	beheizt (statisch)
Zone 6 - UG Technik	Stadtbad Plauen UG Technik (Zone 6)	828,00 m ²	unkonditioniert

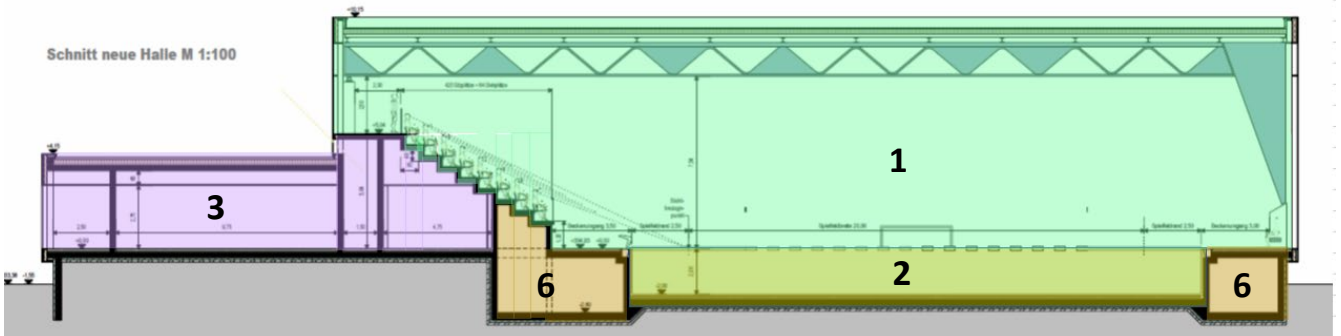
Nutzungszeiten

Zone	Nutzungsstunden [h/d]	Nutzungstage [d/a]	Betriebsstunden RLT, Kühlung, Heizung [h/d]
Zone 1 - Schwimmhalle	13	323	15
Zone 2 - Schwimmbecken	13	323	15
Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär	13	323	15
Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht	13	323	15
Zone 5 - Gänge und Foyer	13	323	15
Zone 6 - UG Technik	13	323	15

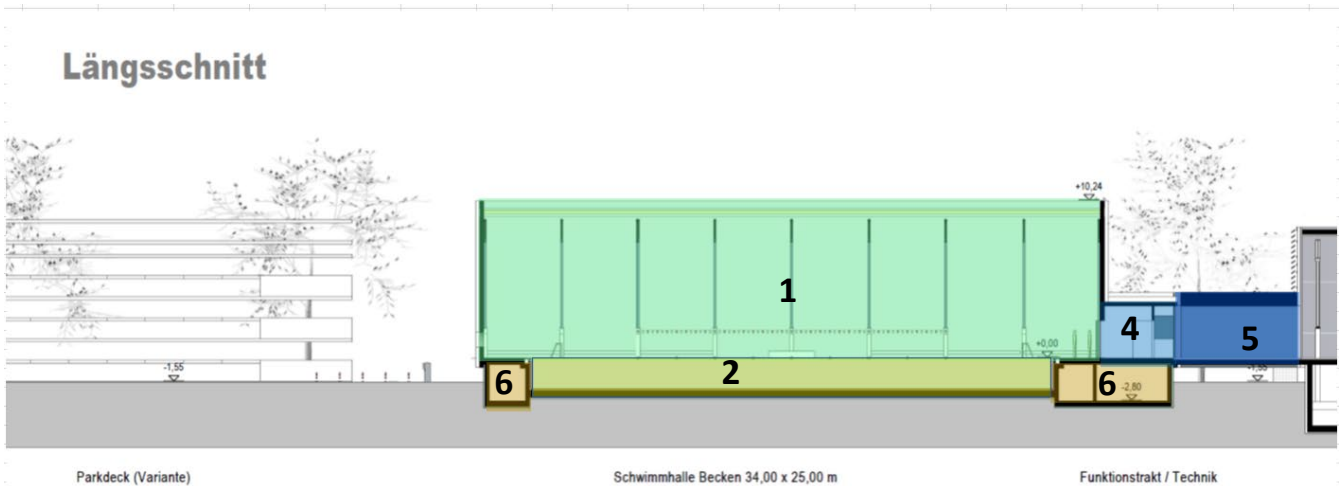
Grundriß Halle



Schnitt neue Halle



Längsschnitt neue Halle



Parkdeck (Variante)

Schwimmbad Becken 34,00 x 25,00 m

Funktionstrakt / Technik



Bautechnik

Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

Bauteile

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m ² K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
Außenwand Südwest an Außenluft	ja	8,90	1,20	
Außenwand Nordwest an Außenluft	ja	8,90	1,20	
Außenwand Nordost an Außenluft	ja	8,90	1,20	
Außenwand Südost an Außenluft	ja	8,90	1,20	
Außenwand UG an Außenluft	nicht geprüft	8,90	-	
Außenwand UG an Erdreich	nicht geprüft	7,60	-	
Fußboden an Erdreich	ja	8,16	0,90	gegen Erdreich
Fußboden Gänge zur Außenluft	ja	8,88	1,75	
Dach	ja	9,00	1,20	
Innenwand/ Decke zur Schwimmhalle	nicht geprüft	1,74	-	
Innenwände Zone 3	nicht geprüft	1,74	-	
Innenwände Zone 4	nicht geprüft	1,74	-	
Innenwände Zone 5	nicht geprüft	1,74	-	
Innenwände Zone 6	nicht geprüft	1,74	-	
Schwimmbeckenwand	nicht geprüft	1,74	-	
Fußboden an Keller unbeheizt	ja	8,75	0,90	Luftraum über Erdreich
Decke Keller an beheizten Raum	nicht geprüft	8,89	-	

Bauteilliste

Bauteile

Bezeichnung	Fläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	Ausrichtung	U-Wert [W/(m ² K)]
Außenwand Südwest an Außenluft	503,00	464,00	Südwest	0,110
Außenwand Nordwest an Außenluft	501,00	57,00	Nordwest	0,110
Außenwand Nordost an Außenluft	505,00	303,00	Nordost	0,110
Außenwand Südost an Außenluft	693,00	236,00	Südost	0,110
Fußboden an Erdreich	2.628,00	2.628,00	horizontal	0,120
Fußboden Gänge zur Außenluft	129,00	129,00	horizontal	0,110
Dach	2.949,00	2.949,00	horizontal	0,110
Fußboden an Keller unbeheizt	175,00	175,00	horizontal	0,110

Fenster

Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
Fensterfront zur Elster	376,00	0,90
Fensterfront Gang zur 34 m Halle	280,00	0,90
Fensterfront Nordwest Gang zur 34 m Halle	32,00	0,90
Fensterfront Gang zur 34 m Halle Stirnseite Nordost	6,00	0,90
Fensterfront NO temporäres Foyer (oben)	36,00	0,90
Glasanbau NO und SW temporäres Foyer	60,00	0,90
Glasanbau SO temporäres Foyer	45,00	0,90
Fensterband Stiefelgang Südwest	37,00	0,90
Fensterband Stiefelgang Südost	110,00	0,90
Fensterband Verbindungsgang Nordwest	22,00	0,90
Fensterband Verbindungsgang Südost	22,00	0,90
Fensterband Nebenräume/ Aufsicht Nordwest	14,00	0,90
Fensterband Nebenräume/ Aufsicht Nordost	96,00	0,90

Türen

Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]
Innentüren	28,00	2,90
Außentüren	2,00	2,90

Zone 1 - Schwimmhalle

Nutzungsprofil

Stadtbad Plauen Schwimmhalle (Zone 1) (benutzerdefiniert)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	17.730,83 (benutzerdefiniert)
Nettogrundfläche A _{NGF} [m ²]	907,00

Ermittlung des Nettovolumens			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	1746,88*10,15	Schwimmhalle neu EG 34x25	17.730,83

Ermittlung der Nettogrundfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	1746,88	Schwimmhalle neu EG 34x25	1.746,88
2	-35*24		-840,00
3	0,12	Aufrundung	0,12

Geschosshöhe [m]	7,54
Raumhöhe (für Referenzanlage) [m]	7,54

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherefähigkeit C _{wirk} /A _{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU _{WB} [W/m ² K]	0,100
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heizfunktion
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Nutzungsdauer	
Reduzierter Betrieb an Nutzungstagen	Temperaturabsenkung
Reduzierter Betrieb an Nichtnutzungstagen	Abschaltung

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	ausschließlich über Durchlässe bzw. Undichtigkeiten
e [-]	0,07
f [-]	15
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	0,4 (gemessen)
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	nein
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C1 - Die Anlage läuft konstant
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [$m^3/(hm^2)$]	16,0
Relative Abwesenheit $RLT\ c RLT D$ [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $RLT\ F RLT D$ [-]	1,0

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	7.092,33	7.092,33

Beleuchtungsbereich 1: Schwimmhalle

Fläche [m^2]	907,00 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m^2]	907,00
Fläche ohne Tageslicht A_{kTL} [m^2]	0,00
lichte Raumhöhe [m]	7,54 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers}$ [-]	0,882
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,00 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t_{Tag} [h]	2939,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	1260,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m [lx]	200,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_A [-]	1,00 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_A [-]	0,0 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	1,0 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	1,0 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	LEDs in LED-Leuchten, Sonstige

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Manuell
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	Manuell
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fensterfront zur Elster – Außenwand Nordwest an Außenluft

Gewinne/Verluste der Bauteile

Nr.	Name	Gewinne [kWh/a]	Verluste [kWh/a]
1	Außenwand Südwest an Außenluft	501	8.593
2	Außenwand Nordwest an Außenluft	14	879
3	Fensterfront zur Elster	43.339	61.481
4	Außenwand Nordost an Außenluft	119	5.516
5	Außenwand Südost an Außenluft	270	3.997
6	Dach	2.138	39.070
	Wärmebrücken		59.609

Zonenergebnisse: Zone 1 - Schwimmhalle

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Heizung	25.076,3	27,65
Beleuchtung	5.276,8	5,82
Gesamt	30.353,1	33,47

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Erdgas	32.307,8	35,62
Strom-Mix	39.067,3	43,07
Gesamt	71.375,1	78,69

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Heizung	33.618,1	37,07
Beleuchtung	10.553,5	11,64
Lüftung	27.203,5	29,99
Gesamt	71.375,1	78,69

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Heizung	34.375,2	37,90
Beleuchtung	18.996,3	20,94
Lüftung	48.966,4	53,99
Gesamt	102.337,9	112,83

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	6.224,00
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	57,29
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	57,29

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	17.138,47
maximale Heizleistung [kW]	32,13
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	27.203,53

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

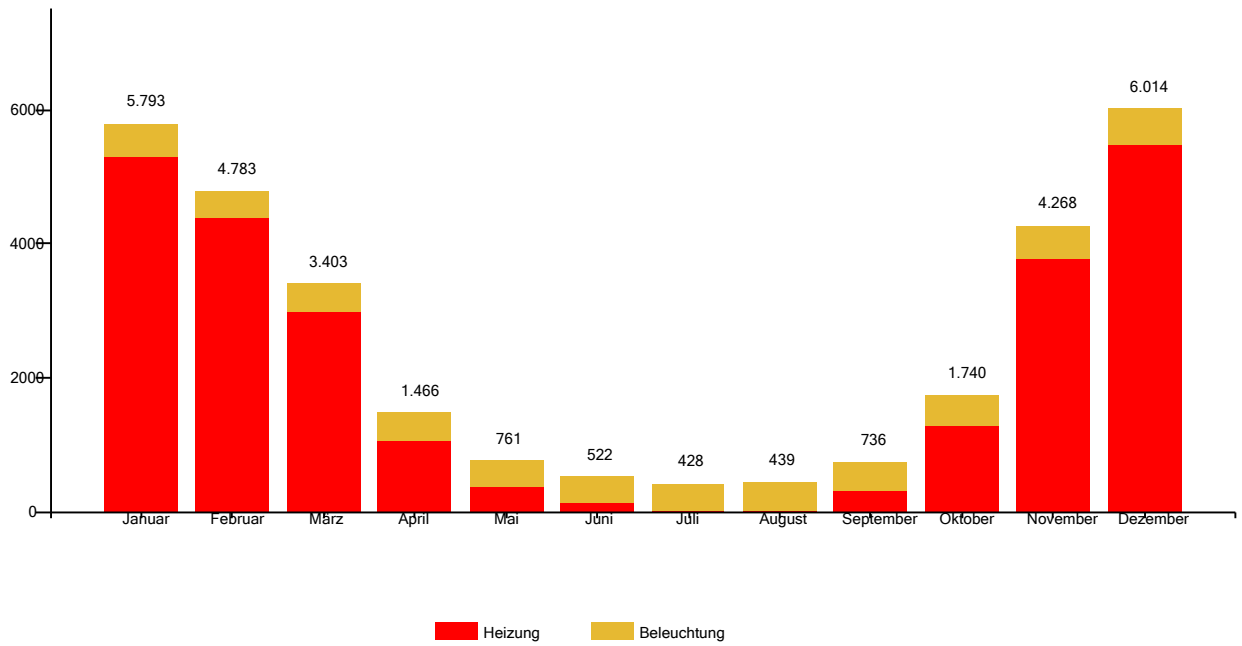
jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	5.276,76
--	----------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

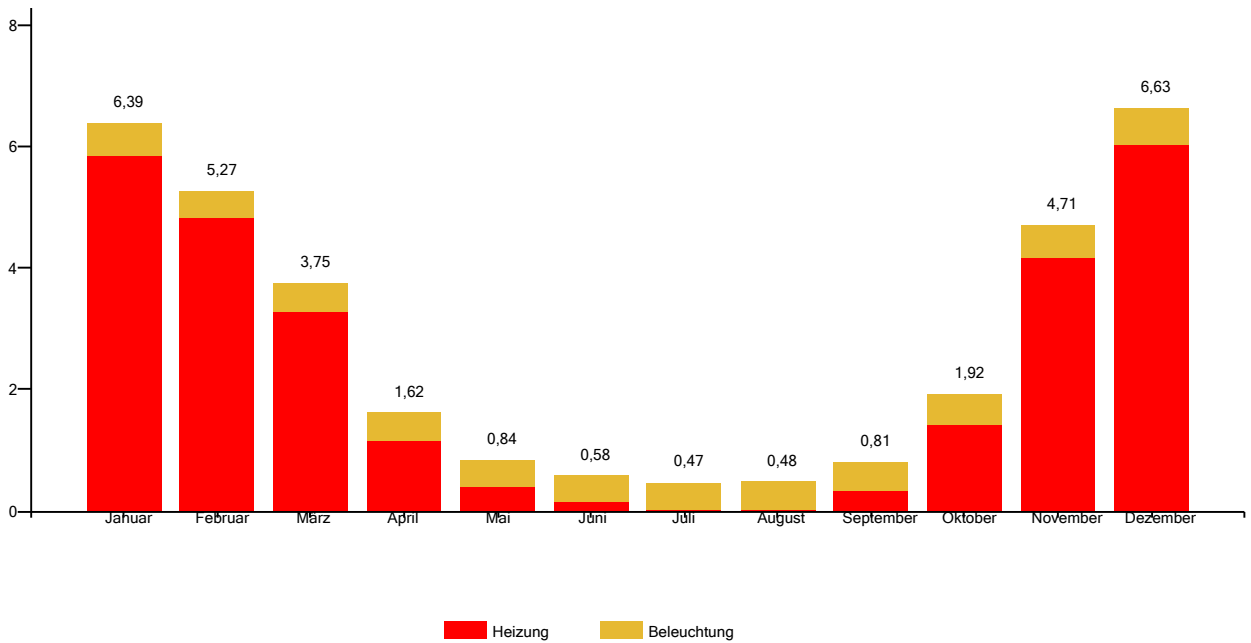
ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

Zonenergebnisse (grafisch): Zone 1 - Schwimmhalle

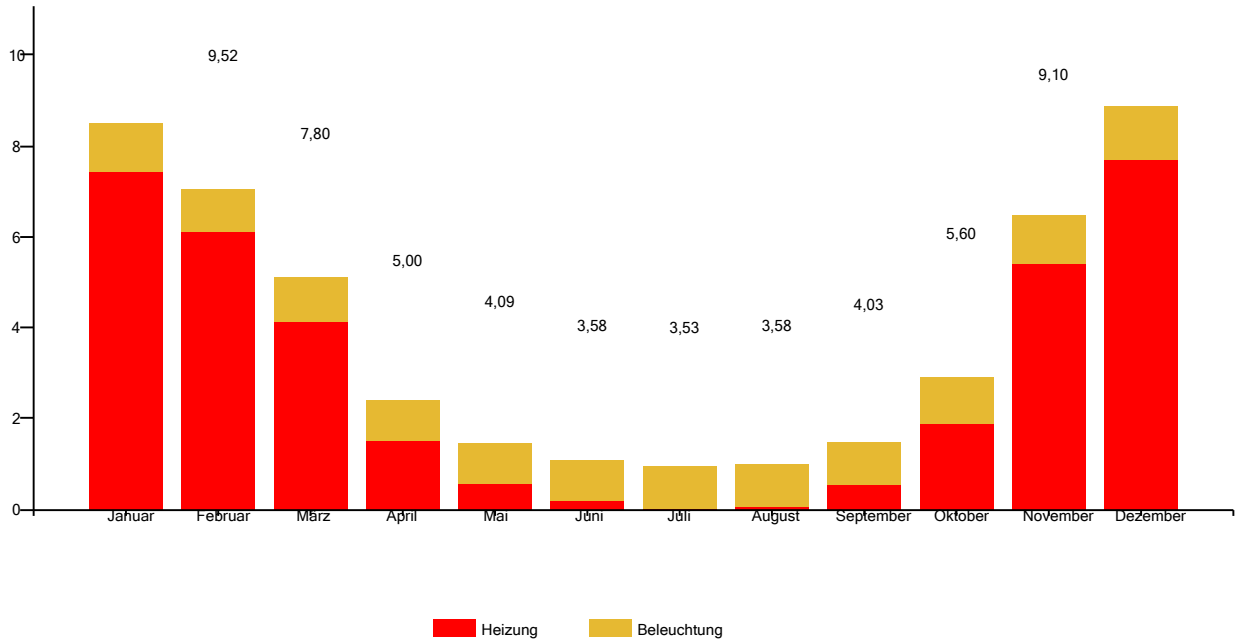
Nutzenergiebedarf [kWh/a]



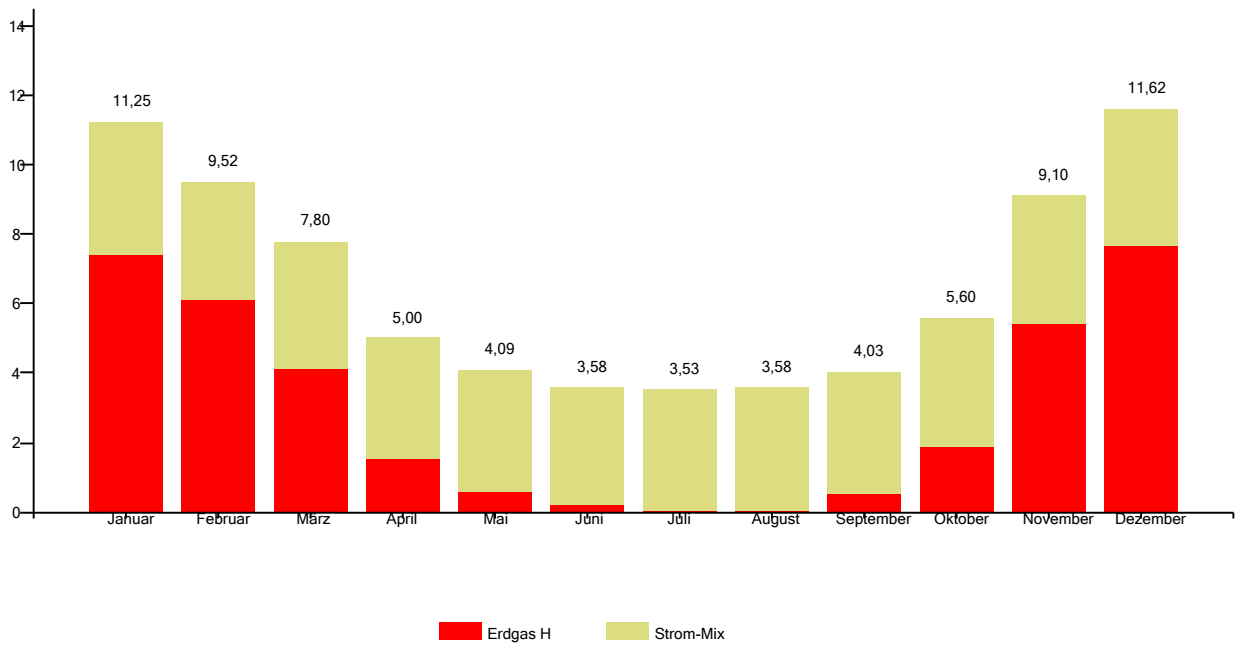
Spezifischer Nutzenergiebedarf [kWh/(m²a)]



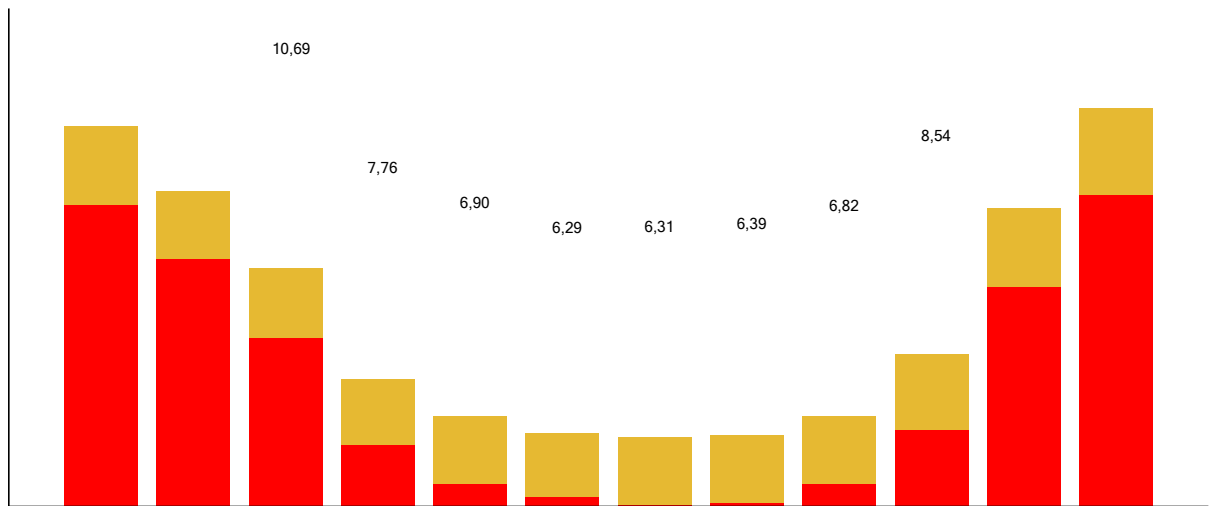
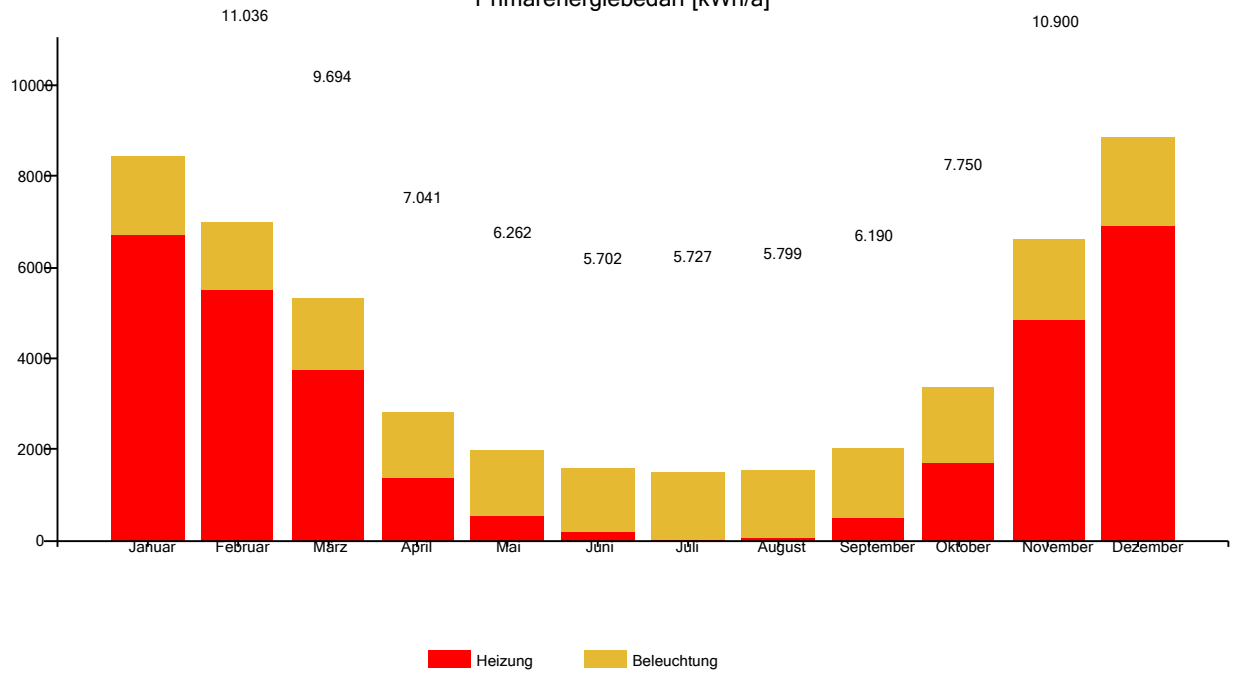
Spezifischer Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]



Spezifische Endenergie nach Energieträgern [kWh/(m²a)]



Primärenergiebedarf [kWh/a]



Zone 2 - Schwimmbecken

Nutzungsprofil

Stadtbad Plauen Schwimmbecken (Zone 2) (benutzerdefiniert)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	1.700,0 (benutzerdefiniert)
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	850,00 (wird bei Gebäudenettogrundfläche ignoriert)

Ermittlung des Nettovolumens			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	34*25*2		1.700,00

Ermittlung der Nettogrundfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	34*25		850,00

Geschosshöhe [m]	2,00
------------------	------

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherefähigkeit $C_{\text{wirk}}/A_{\text{NGF}}$ [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	nein
RLT-Anlage	keine Luftaufbereitung
Raumheizung/-kühlung mittels RLT-Anlage	keine Konditionierung
Abseite oder Dachraum ohne Wärmedämmung	nein
Warmwasserbedarf vorhanden	ja
vollständige Beleuchtung	ja

Nutzungsdauer	
Reduzierter Betrieb an Nutzungstagen	kein reduzierter Betrieb
Reduzierter Betrieb an Nichtnutzungstagen	Abschaltung

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie III - hier nicht erfasste Fälle
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h^{-1}]	2,59
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	120,00
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Beckenwasser:

Bedarf ist über den Tag verteilt	
täglicher Nutzenergiebedarf [kWh/d]	1.850,0

Beleuchtungsbereich 1: Schwimmbecken

Fläche [m^2]	850,00 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m^2]	0,00
Fläche ohne Tageslicht A_{kTL} [m^2]	850,00
lichte Raumhöhe [m]	10,00
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers}$ [-]	0,000
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,00 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t_{Tag} [h]	2939,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	1260,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m [lx]	300,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_A [-]	1,00 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_A [-]	0,0 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	1,0 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	1,0 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	LEDs in LED-Leuchten, Sonstige

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Manuell
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	tageslichtabhängig gedimmtes System, nicht abschaltend (Standbyverluste), wiedereinschaltend
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Zonenergebnisse: Zone 2 - Schwimmbecken

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Warmwasser	597.550,0	703,00
Beleuchtung	11.805,0	13,89
Gesamt	609.354,9	716,89

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Erdgas	626.629,6	737,21
Strom-Mix	24.882,8	29,27
Gesamt	651.512,4	766,49

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Warmwasser	627.902,5	738,71
Beleuchtung	23.609,9	27,78
Gesamt	651.512,4	766,49

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Warmwasser	623.275,5	733,27
Beleuchtung	42.497,9	50,00
Gesamt	665.773,4	783,26

Weitere Ergebnisse

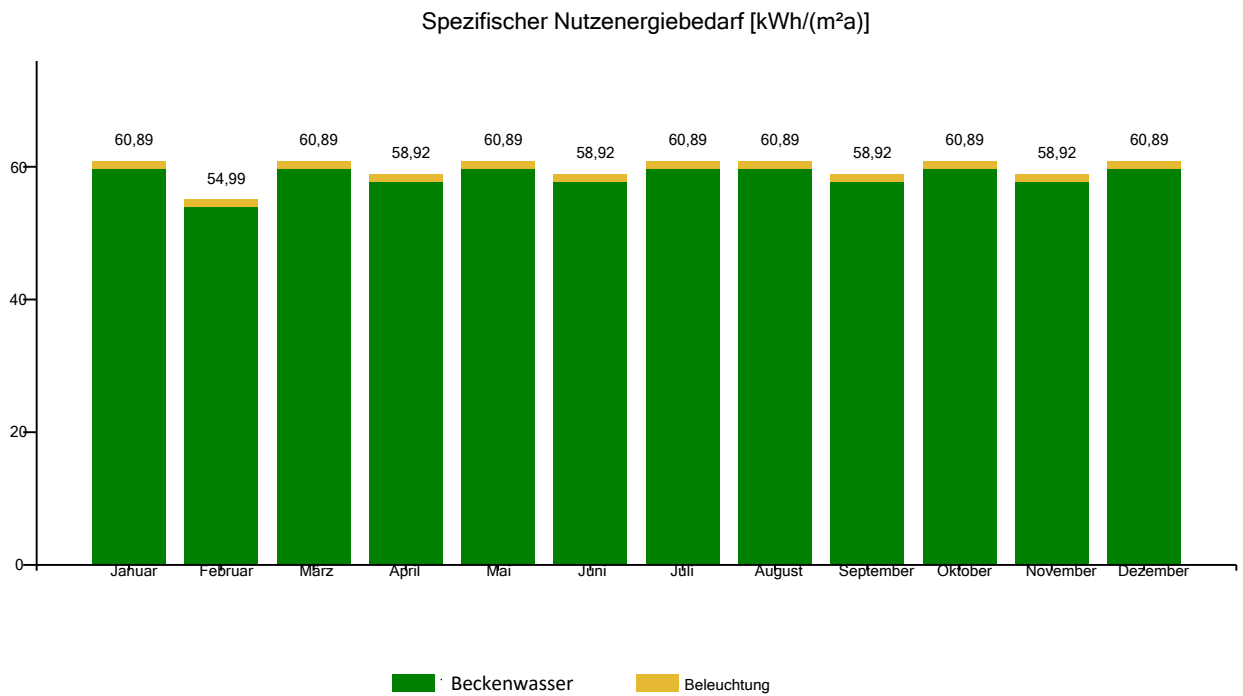
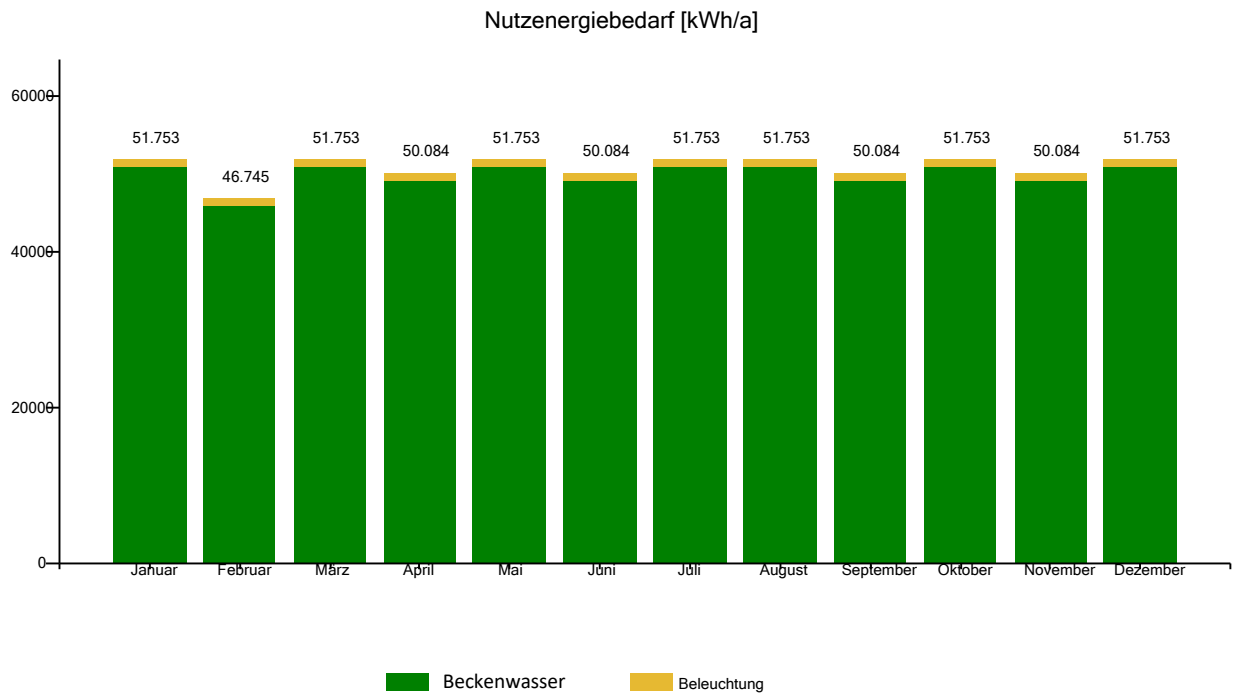
Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	11.804,96
--	-----------

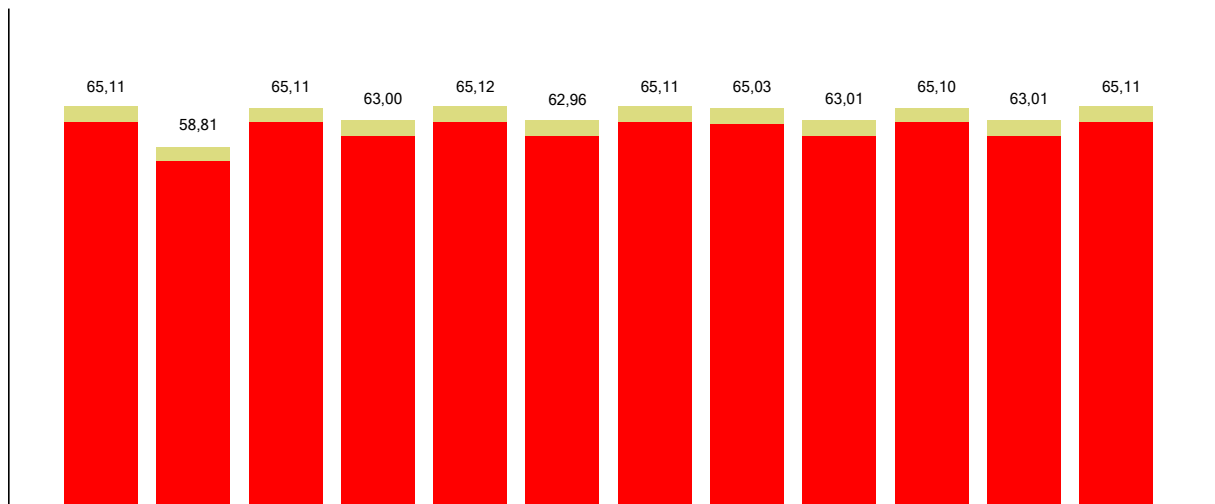
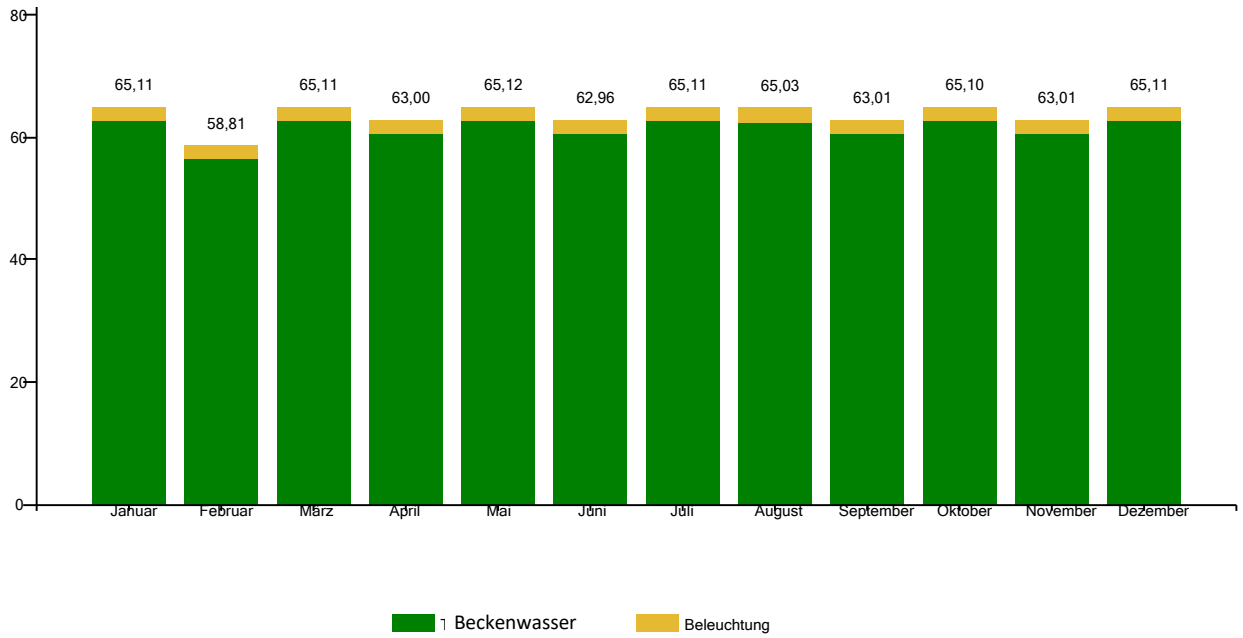
Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

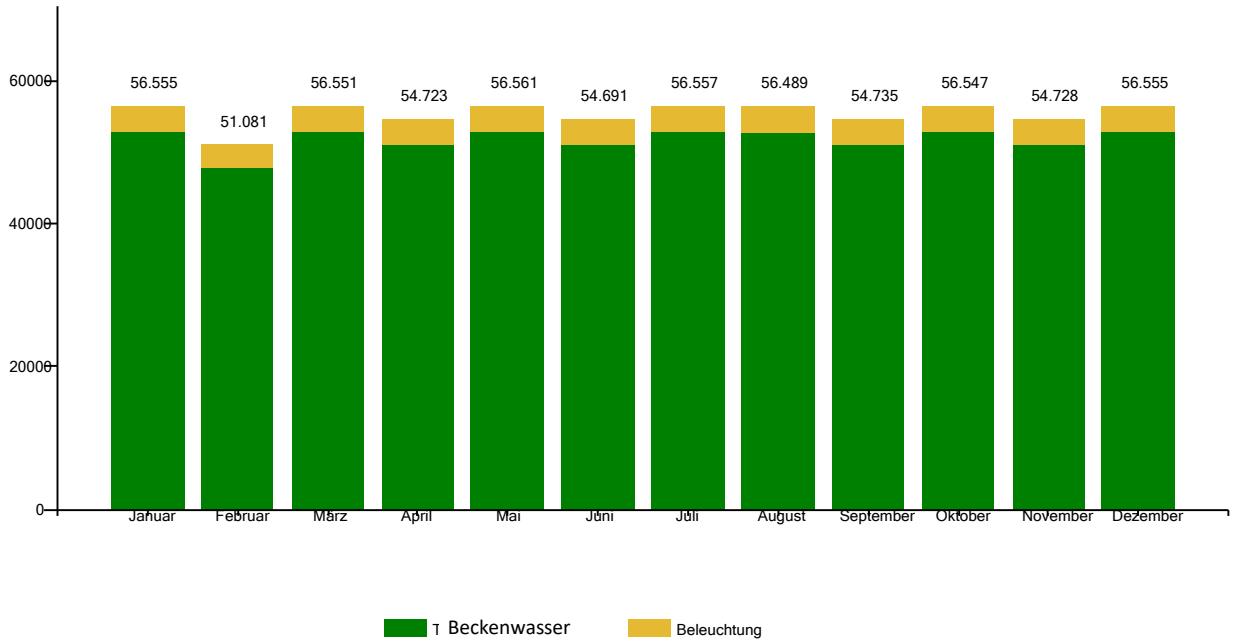
Zonenergebnisse (grafisch): Zone 2 - Schwimmbecken



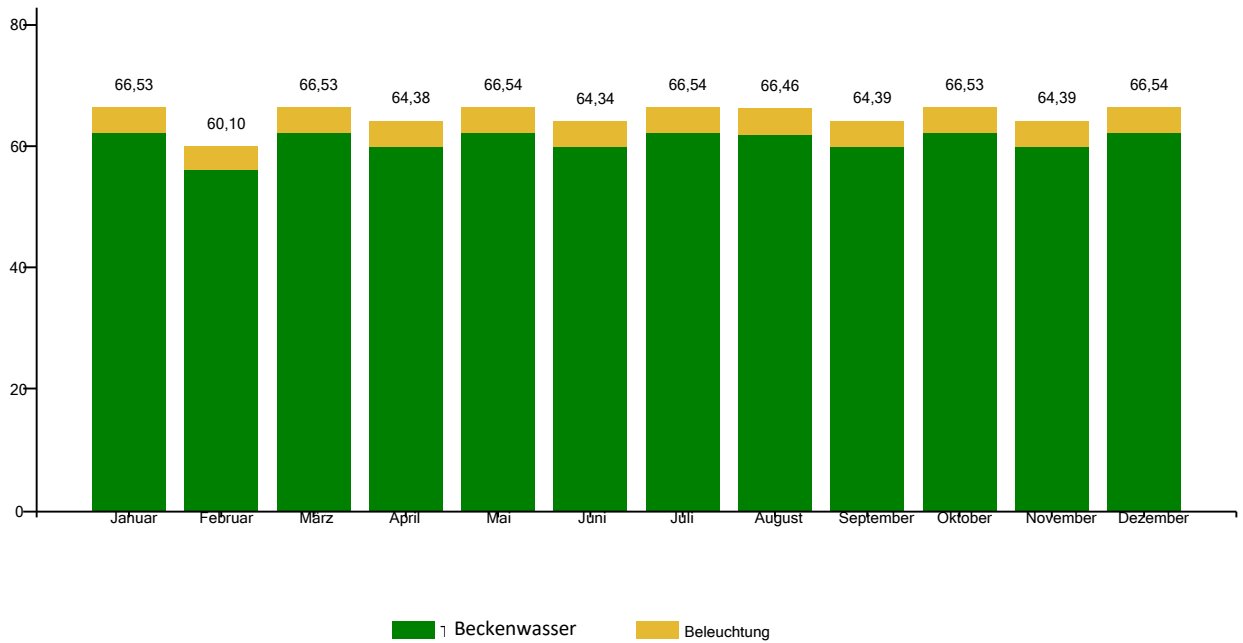
Spezifischer Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]



Primärenergiebedarf [kWh/a]



Spezifischer Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]



Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär

Nutzungsprofil

Stadtbad Plauen Umkleide/Duschen/ WC (Zone 3) (benutzerdefiniert)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	2.593,0
Nettogrundfläche A _{NGF} [m ²]	798,00
Geschosshöhe [m]	3,40

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C _{wirk} /A _{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU _{WB} [W/m ² K]	0,100
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heizfunktion
Warmwasserbedarf vorhanden	ja
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Nutzungsdauer	
Reduzierter Betrieb an Nutzungstagen	Temperaturabsenkung
Reduzierter Betrieb an Nichtnutzungstagen	Abschaltung

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	ausschließlich über Durchlässe bzw. Undichtigkeiten
e [-]	0,07
f [-]	15
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n ₅₀ [h ⁻¹]	0,4 (gemessen)
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	nein
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C1 - Die Anlage läuft konstant
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [$\text{m}^3/(\text{hm}^2)$]	16,0
Relative Abwesenheit $\text{RLT } c \text{RLT} D$ [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit $\text{RLT } F \text{RLT} D$ [-]	1,0

Luffförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m^3/h] (Standardwerte)	1.037,2	1.037,2

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	120,00
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Duschen/ WC:

Bedarf ist über den Tag verteilt	
täglicher Nutzenergiebedarf [kWh/d]	200,0

Beleuchtungsbereich 1: Umkleide/ Duschen/ WC

Fläche [m^2]	798,00 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m^2]	260,59
Fläche ohne Tageslicht A_{KTL} [m^2]	537,41
lichte Raumhöhe [m]	3,30 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{\text{TL,Vers}}$ [-]	0,884
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t_{Tag} [h]	2939,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	1260,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_{m} [lx]	200,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_{A} [-]	1,00 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_{A} [-]	0,9 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	0,8 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	0,8 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_{t} [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{vB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	LEDs in LED-Leuchten, Sonstige

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Manuell
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	Manuell
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fensterband Stiefelgang Südwest – Außenwand Südwest an Außenluft
Fensterband Stiefelgang Südost – Außenwand Südost an Außenluft

Gewinne/Verluste der Bauteile

Nr.	Name	Gewinne [kWh/a]	Verluste [kWh/a]
1	Außenwand Südwest an Außenluft	40	452
2	Fensterband Stiefelgang Südwest	7.265	4.025
3	Außentüren	61	701
4	Außenwand Südost an Außenluft	35	346
5	Fensterband Stiefelgang Südost	26.162	11.967
6	Dach	590	7.180
7	Fußboden an Erdreich	0	8.468
	Wärmebrücken		9.054

Zonenergebnisse: Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	2.757,0	3,45
Warmwasser	64.600,0	80,95
Beleuchtung	764,3	0,96
Gesamt	68.121,3	85,37

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Erdgas	96.176,8	120,52
Strom-Mix	7.890,0	9,89
Gesamt	104.067,7	130,41

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	7.531,8	9,44
Warmwasser	90.341,0	113,21
Beleuchtung	2.216,5	2,78
Lüftung	3.978,3	4,99
Gesamt	104.067,7	130,41

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Heizung	8.371,0	10,49
Warmwasser	89.992,3	112,77
Beleuchtung	3.989,7	5,00
Lüftung	7.161,0	8,97
Gesamt	109.513,9	137,24

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	4.351,07
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	14,12
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	14,12

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	2.506,37
maximale Heizleistung [kW]	4,70
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	3.978,31

Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

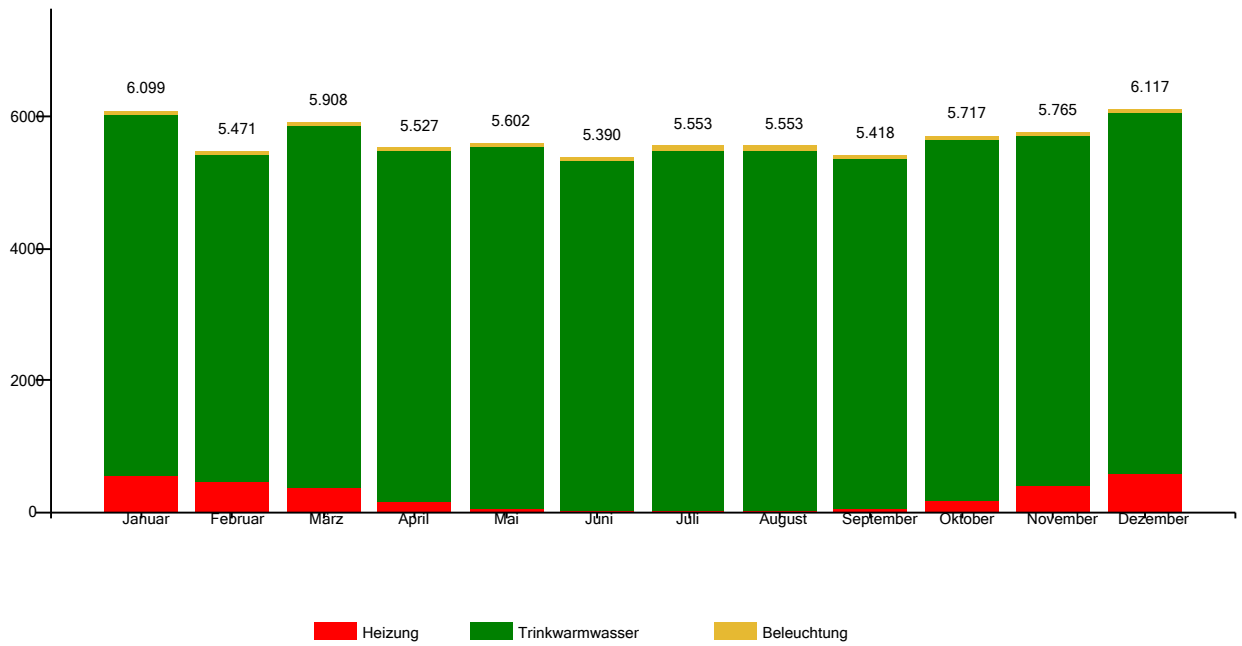
jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	764,32
--	--------

Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

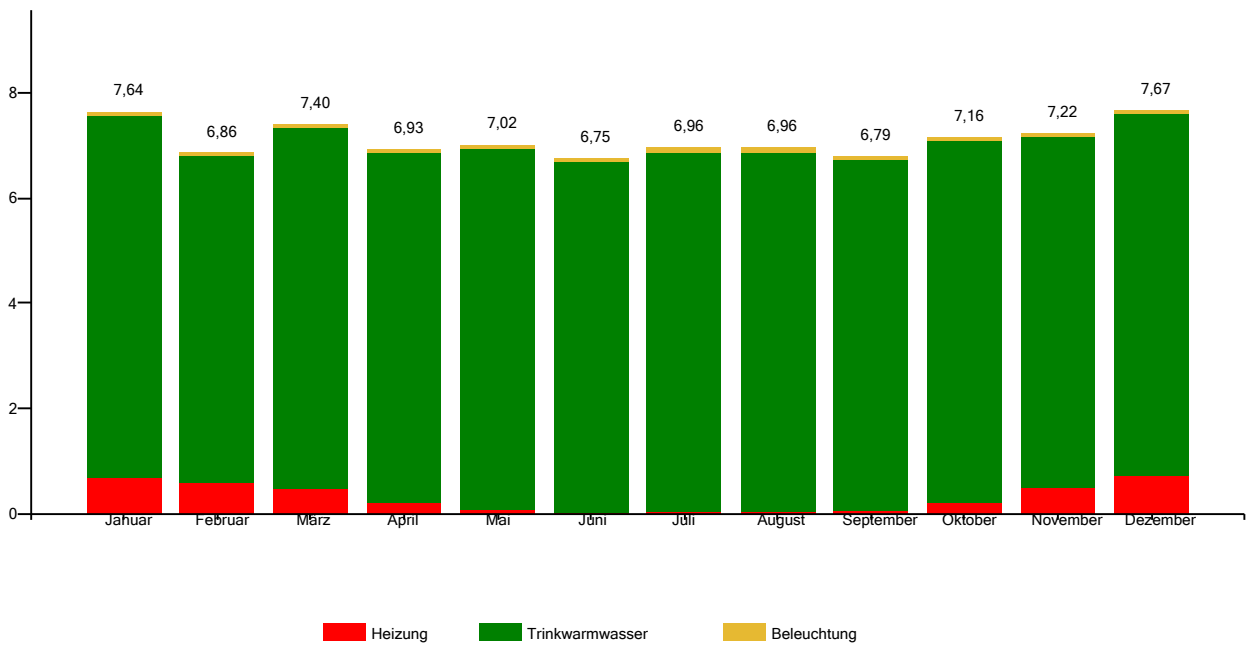
ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

Zonenergebnisse (grafisch): Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär

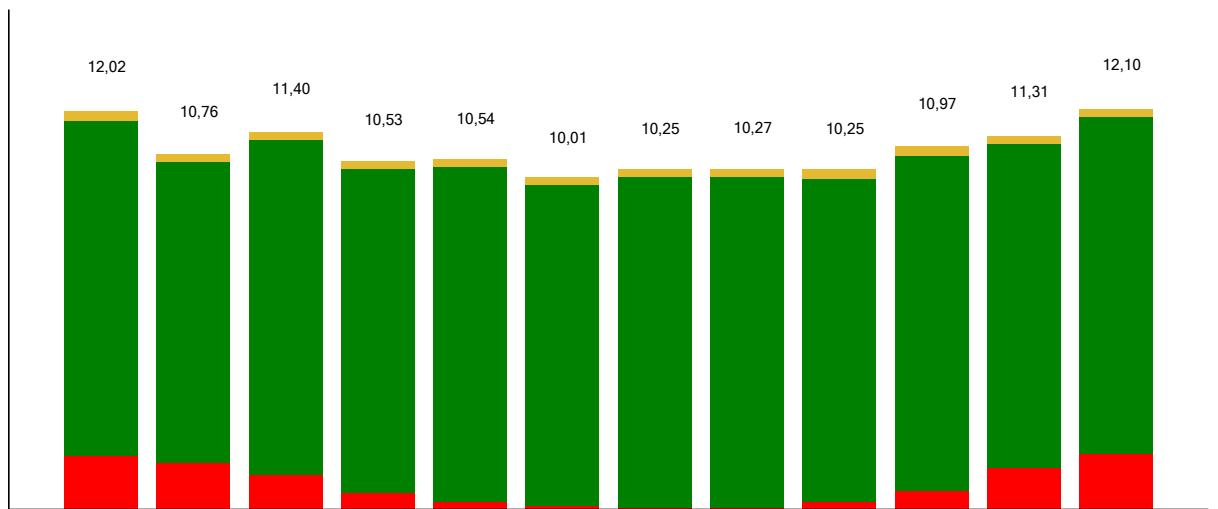
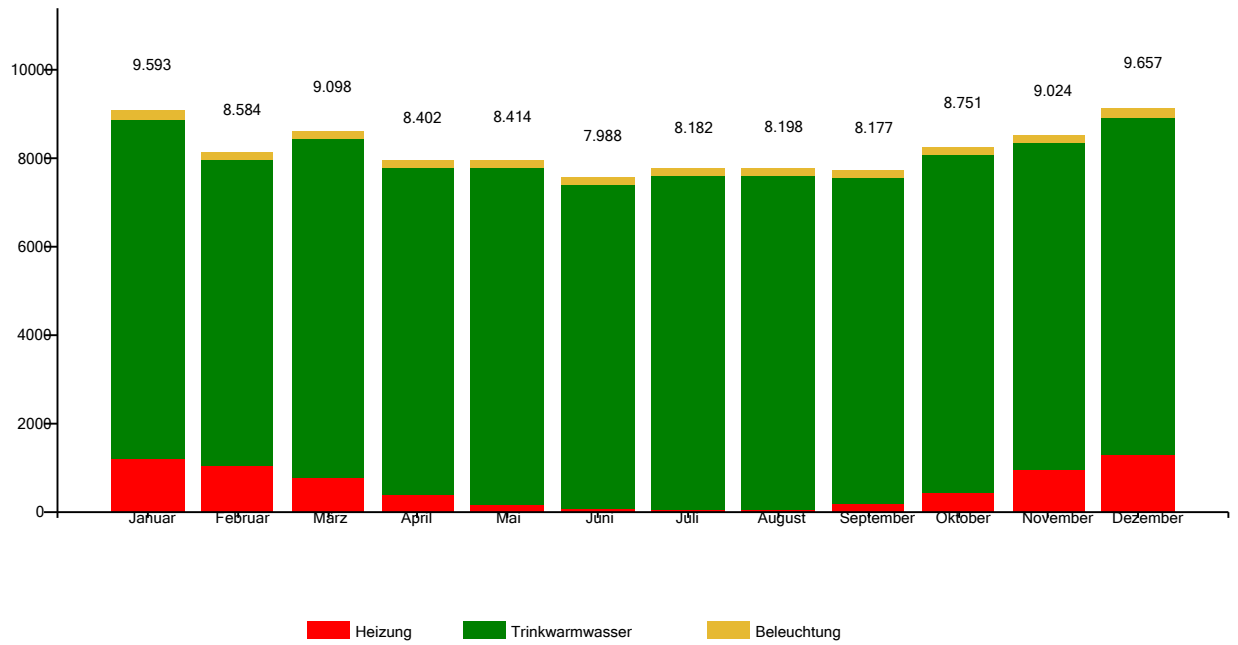
Nutzenergiebedarf [kWh/a]

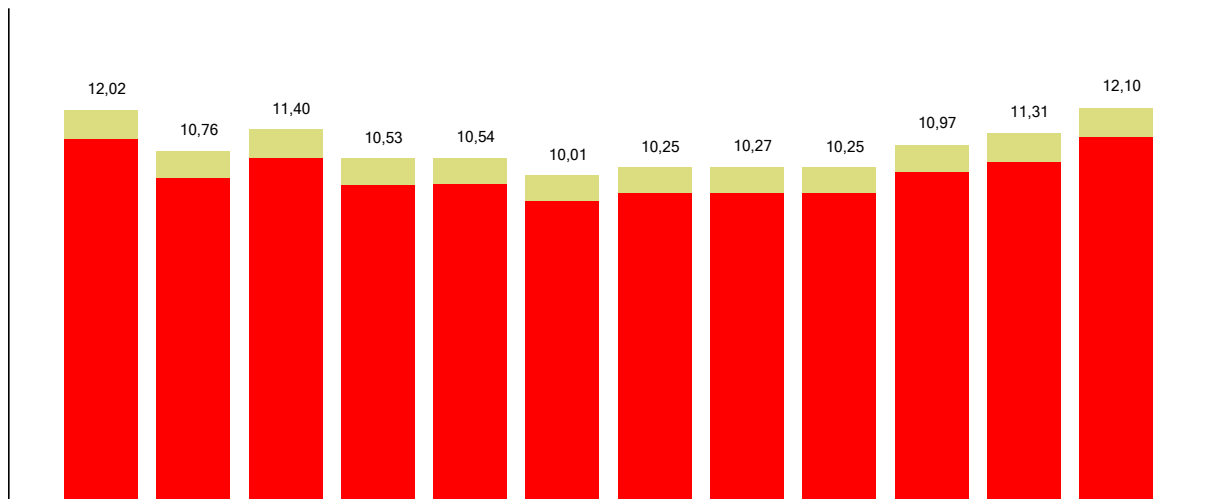
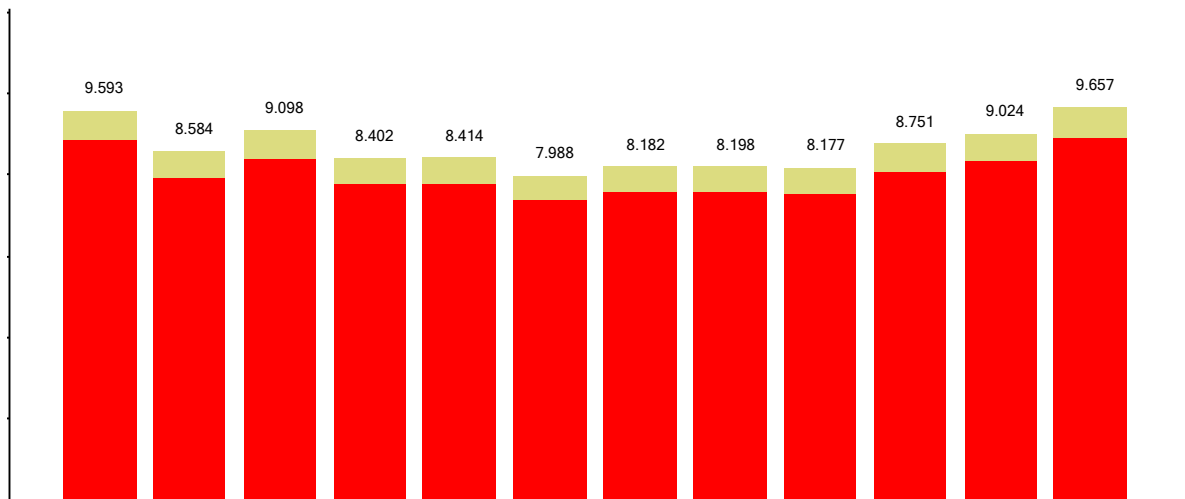


Spezifischer Nutzenergiebedarf [kWh/(m²a)]

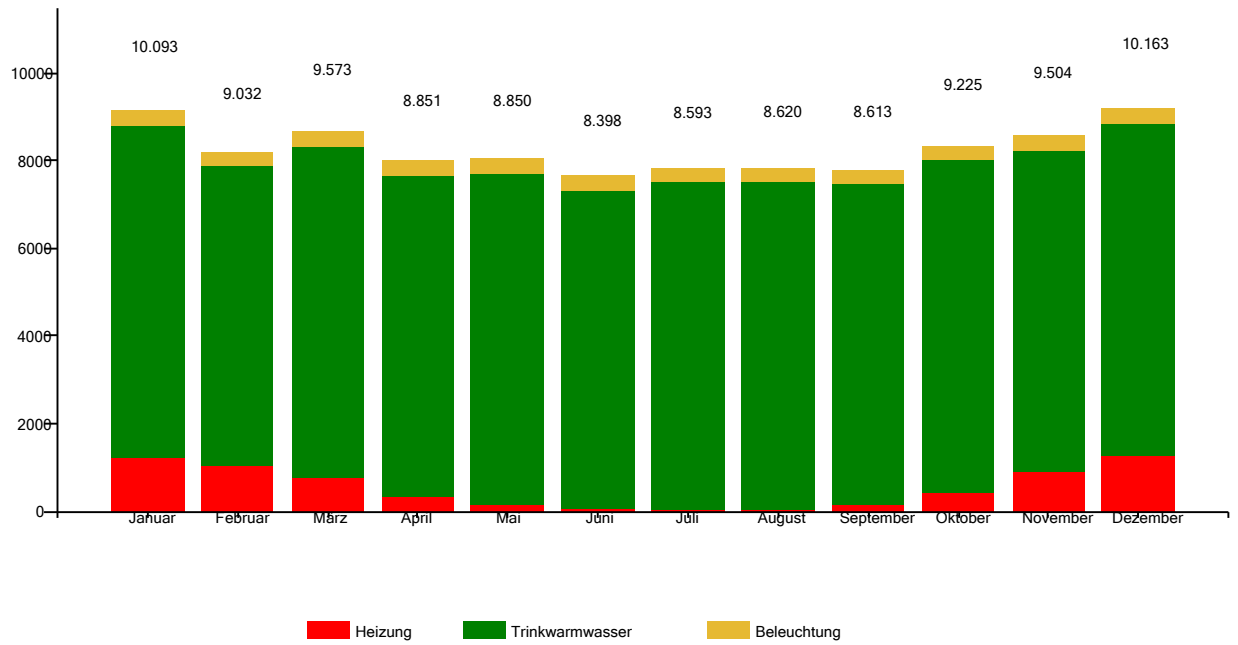


Endenergiebedarf [kWh/a]

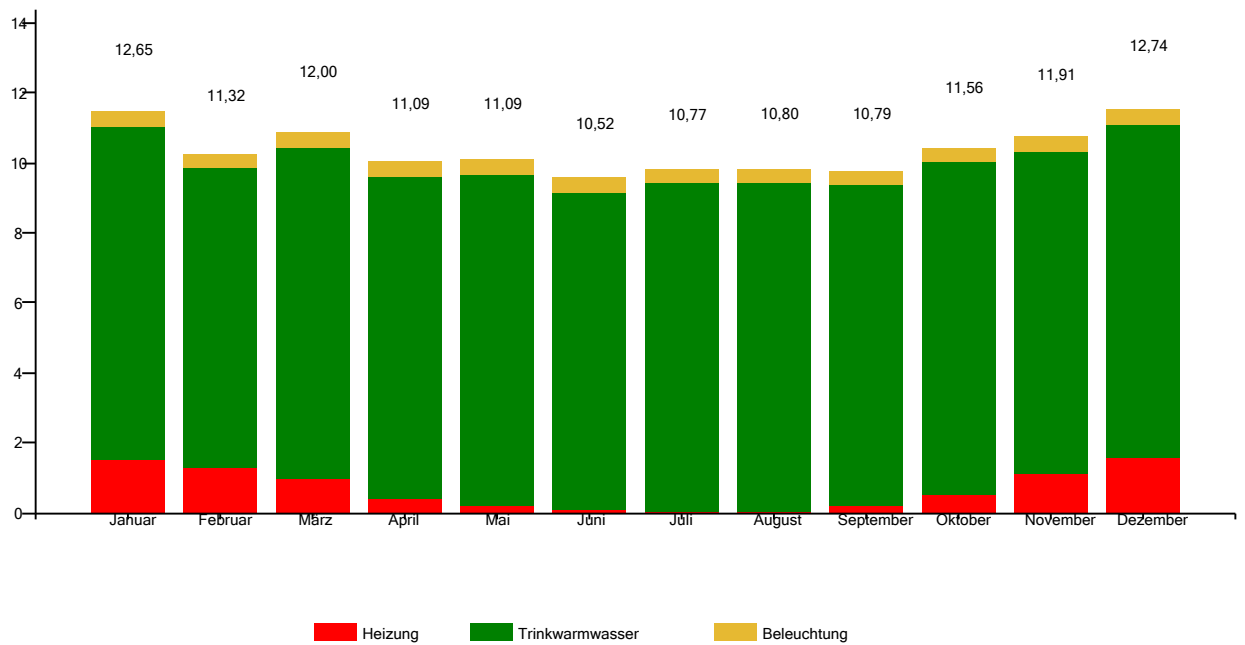




Primärenergiebedarf [kWh/a]



Spezifischer Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]



Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht

Nutzungsprofil

Stadtbad Plauen Nebenräume/ Aufsicht (Zone 4) (benutzerdefiniert)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	660,0
Nettogrundfläche A _{NGF} [m ²]	175,00
Geschosshöhe [m]	5,10

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C _{wirk} /A _{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU _{WB} [W/m ² K]	0,100
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	Lüftungsanlage mit Heizfunktion
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Nutzungsdauer	
Reduzierter Betrieb an Nutzungstagen	Temperaturabsenkung
Reduzierter Betrieb an Nichtnutzungstagen	Abschaltung

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n ₅₀ [h ⁻¹]	0,4 (gemessen)
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Mechanische Lüftungsanlage

Art der Lüftungsanlage	Lüftungsanlagen, mit Zu- und Abluft in derselben Zone
Lüftungsanlage liefert vollständigen Mindestaußenluftvolumenstrom	nein
Kategorie nach DIN EN 16798-3	IDA-C1 - Die Anlage läuft konstant
flächenbezogener Mindestaußenluftvolumenstrom [m ³ /(hm ²)]	2,5
Relative Abwesenheit RLT c RLT D [-]	0,0
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit RLT F RLT D [-]	1,0

Luftförderung	Zuluft	Abluft
Auslegungsvolumenstrom der Anlage [m ³ /h] (Standardwerte)	264,0	264,0

Beleuchtungsbereich 1: Nebenräume/ Aufsicht

Fläche [m ²]	175,00 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A _{TL} [m ²]	175,00
Fläche ohne Tageslicht A _{KTL} [m ²]	0,00
lichte Raumhöhe [m]	5,00 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor C _{TL,Vers} [-]	0,906
Höhe der Nutzebene h _{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t _{Tag} [h]	2939,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t _{Nacht} [h]	1260,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E _m [lx]	300,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k _A [-]	0,93 (Standardwert)
relative Abwesenheit C _A [-]	0,5 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k _{AL} [-]	1,25 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k _{RLL} [-]	1,25 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F _t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k _{VB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	LEDs in LED-Leuchten, Sonstige

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Manuell
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	Manuell
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fensterband Nebenräume/ Aufsicht Nordwest – Außenwand Nordwest an Außenluft
Fensterband Nebenräume/ Aufsicht Nordost – Außenwand Nordost an Außenluft

Gewinne/Verluste der Bauteile

Nr.	Name	Gewinne [kWh/a]	Verluste [kWh/a]
1	Außenwand Nordwest an Außenluft	1	34
2	Fensterband Nebenräume/ Aufsicht Nordwest	1.614	1.291
3	Außenwand Nordost an Außenluft	8	214
4	Fensterband Nebenräume/ Aufsicht Nordost	13.395	8.851
5	Innentüren	46	1.188
6	Dach	191	1.972
7	Fußboden an Keller unbeheizt	0	986
	Wärmebrücken		4.082

Zonenergebnisse: Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	83.226,3	475,58
Beleuchtung	1.210,8	6,92
Gesamt	84.437,1	482,50

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Erdgas	111.859,1	639,19
Strom-Mix	3.208,9	18,34
Gesamt	115.068,0	657,53

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	112.239,2	641,37
Beleuchtung	1.816,2	10,38
Lüftung	1.012,6	5,79
Gesamt	115.068,0	657,53

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	111.535,5	637,35
Beleuchtung	3.269,2	18,68
Lüftung	1.822,7	10,42
Gesamt	116.627,3	666,44

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	82.524,55
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	18,98
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	18,98

Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

Energiebedarf für die Lufterwärmung [kWh/a]	637,95
maximale Heizleistung [kW]	1,20
Endenergiebedarf für Luftförderung [kWh/a]	1.012,61

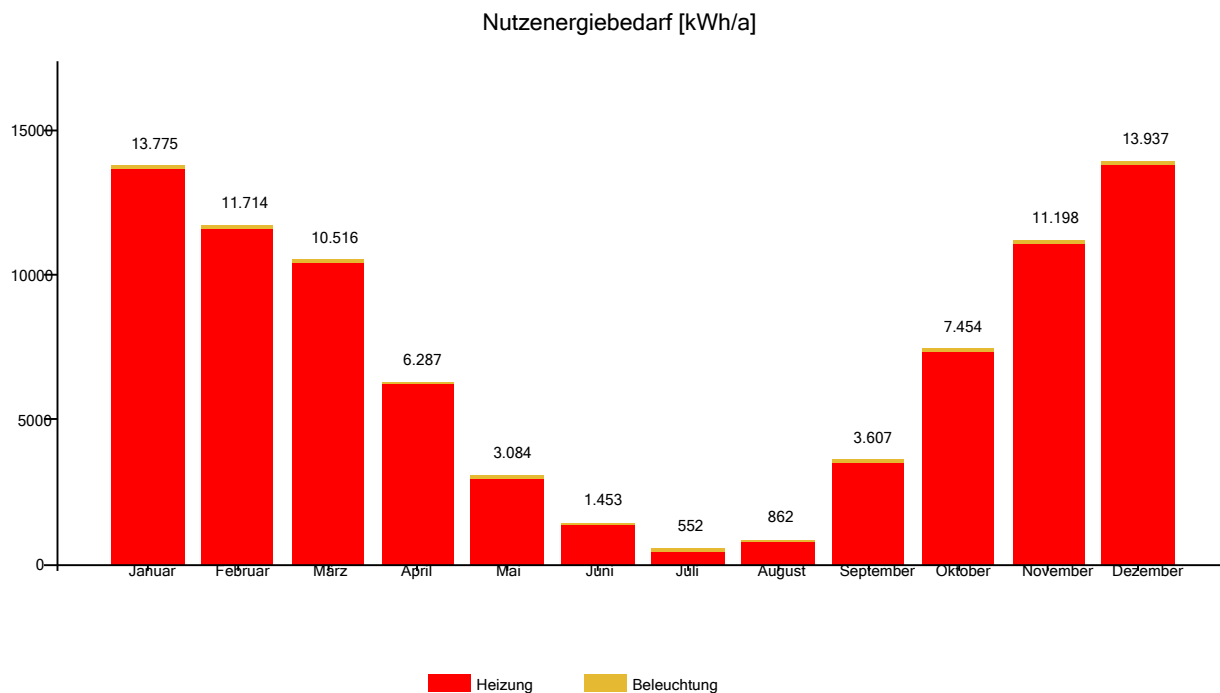
Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	1.210,81
--	----------

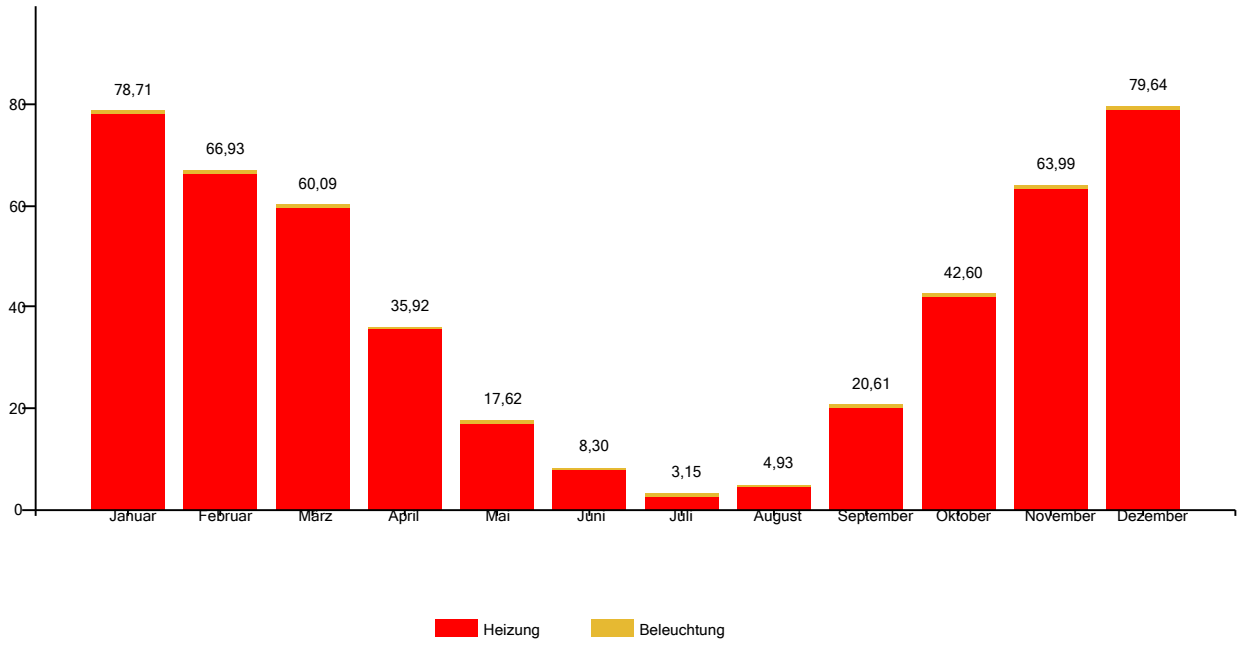
Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

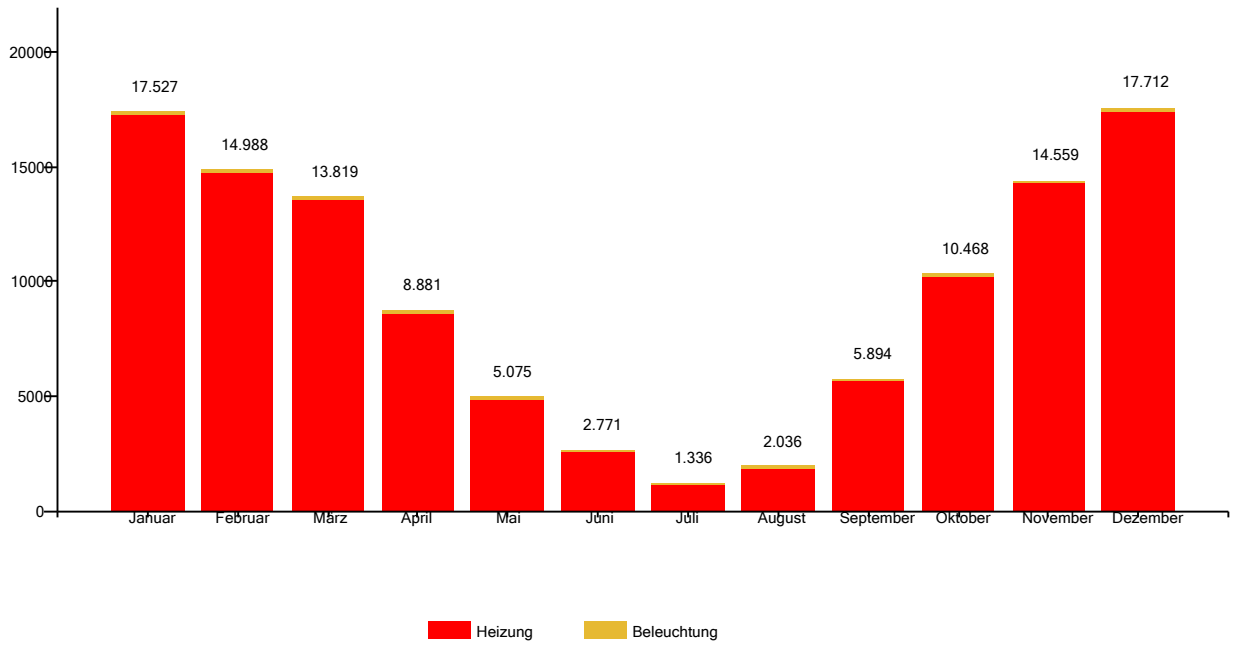
Zonenergebnisse (grafisch): Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht



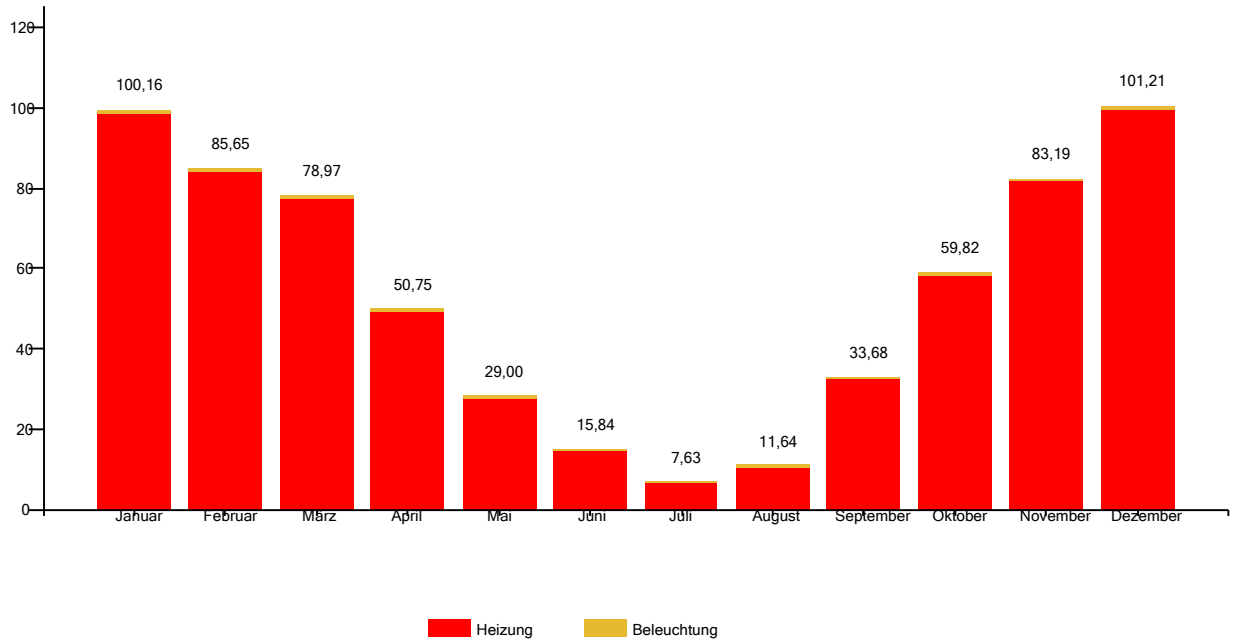
Spezifischer Nutzenergiebedarf [kWh/(m²a)]



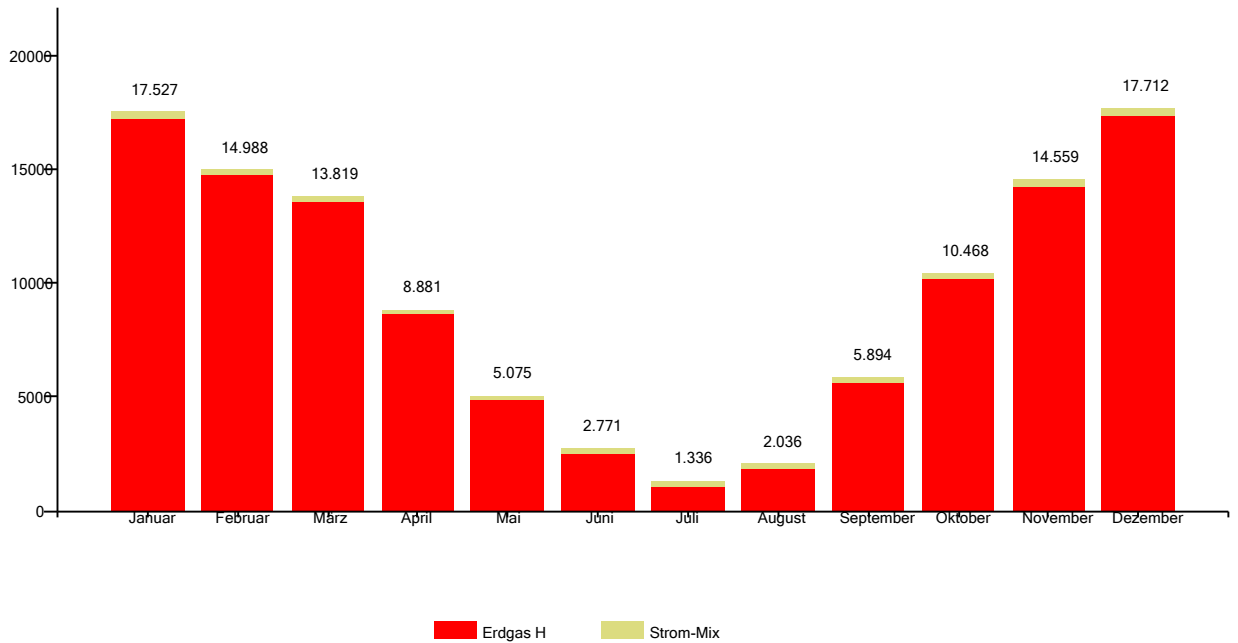
Endenergiebedarf [kWh/a]



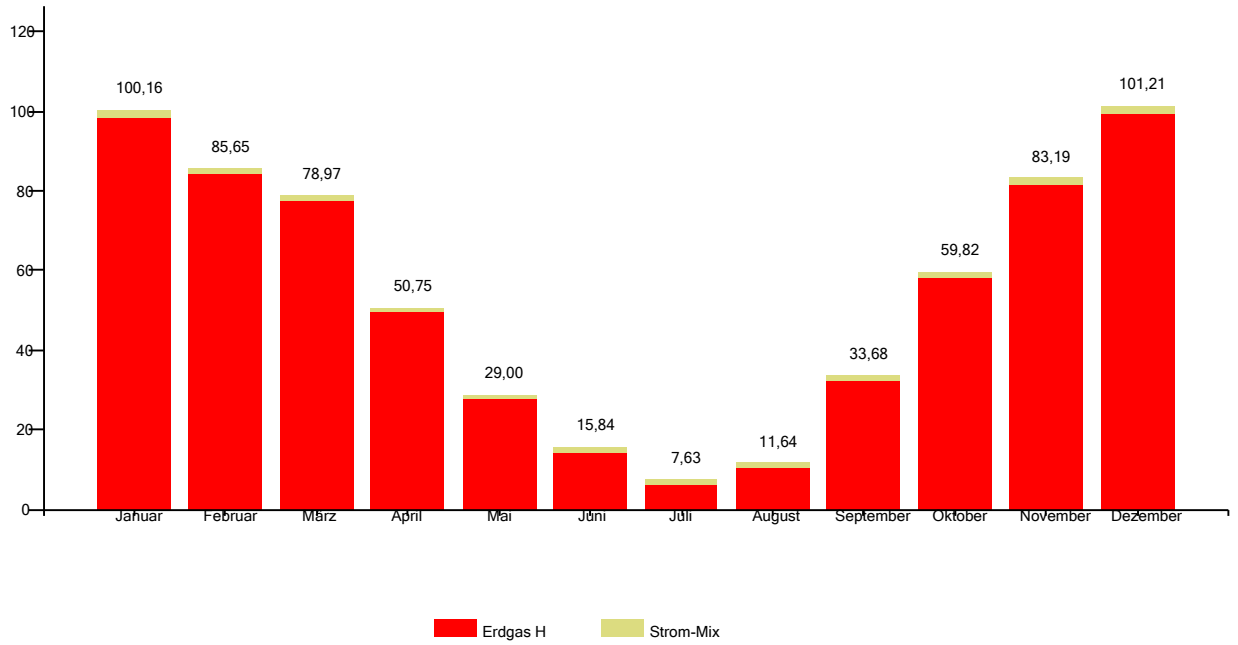
Spezifischer Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]



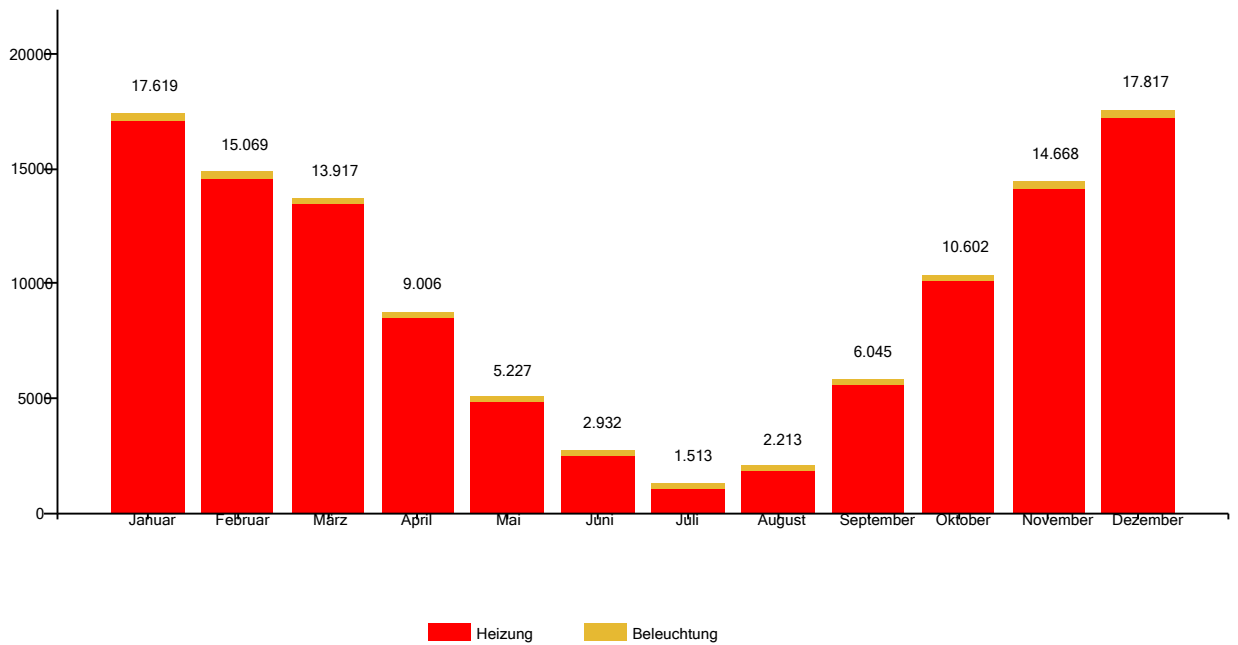
Endenergie nach Energieträgern [kWh/a]



Spezifische Endenergie nach Energieträgern [kWh/(m²a)]



Primärenergiebedarf [kWh/a]



Zone 5 - Gänge und Foyer

Nutzungsprofil

Stadtbad Plauen Gänge/ Foyer (Zone 5) (benutzerdefiniert)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	1.239,0
Nettogrundfläche A_{NGF} [m ²]	279,00
Geschosshöhe [m]	5,10

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk}/A_{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU_{WB} [W/m ² K]	0,100
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
RLT-Anlage	keine Luftaufbereitung
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Nutzungsdauer	
Reduzierter Betrieb an Nutzungstagen	Temperaturabsenkung
Reduzierter Betrieb an Nichtnutzungstagen	Abschaltung

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n_{50} [h ⁻¹]	0,4 (gemessen)
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	55,00
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Beleuchtungsbereich 1: Gänge/ Foyer

Fläche [m ²]	279,00 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A_{TL} [m ²]	279,00
Fläche ohne Tageslicht A_{kTL} [m ²]	0,00
lichte Raumhöhe [m]	5,00 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor $C_{TL,Vers}$ [-]	0,880
Höhe der Nutzebene h_{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t_{Tag} [h]	2939,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t_{Nacht} [h]	1260,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E_m [lx]	300,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k_A [-]	0,93 (Standardwert)
relative Abwesenheit C_A [-]	0,5 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k_{AL} [-]	1,25 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k_{RL} [-]	1,25 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F_t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB} [-]	1,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	LEDs in LED-Leuchten, Sonstige

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Manuell
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	Manuell
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Fenster

Fensterfront Gang zur 34 m Halle – Außenwand Südost an Außenluft
Fensterfront Gang zur 34 m Halle Stirnseite Nordost – Außenwand Nordost an Außenluft
Fensterfront Nordwest Gang zur 34 m Halle – Außenwand Nordwest an Außenluft
Fensterband Verbindungsgang Nordwest – Außenwand Nordwest an Außenluft
Fensterband Verbindungsgang Südost – Außenwand Südost an Außenluft
Fensterfront NO temporäres Foyer (oben) – Außenwand Nordost an Außenluft
Glasanbau NO und SW temporäres Foyer – Außenwand Nordost an Außenluft
Glasanbau NO und SW temporäres Foyer – Außenwand Nordost an Außenluft
Glasanbau SO temporäres Foyer – Außenwand Südost an Außenluft

Gewinne/Verluste der Bauteile

Nr.	Name	Gewinne [kWh/a]	Verluste [kWh/a]
1	Außenwand Südost an Außenluft	0	0
2	Fensterfront Gang zur 34 m Halle	50.698	25.830
3	Außenwand Nordost an Außenluft	0	0
4	Fensterfront Gang zur 34 m Halle Stirnseite Nordost	837	554
5	Außenwand Nordwest an Außenluft	0	0
6	Fensterfront Nordwest Gang zur 34 m Halle	3.688	2.952
7	Dach	115	1.184
8	Fußboden Gänge zur Außenluft	0	1.184
9	Außenwand Nordwest an Außenluft	3	113
10	Fensterband Verbindungsgang Nordwest	2.536	2.030
11	Außenwand Südost an Außenluft	13	113
12	Fensterband Verbindungsgang Südost	5.232	2.030
13	Dach	26	271
14	Fußboden Gänge zur Außenluft	0	271
15	Außenwand Nordost an Außenluft	3	90
16	Fensterfront NO temporäres Foyer (oben)	5.023	3.321
17	Außenwand Nordost an Außenluft	0	0
18	Glasanbau NO und SW temporäres Foyer	4.186	2.768
19	Außenwand Nordost an Außenluft	0	0
20	Glasanbau NO und SW temporäres Foyer	4.186	2.768
21	Außenwand Südost an Außenluft	0	0
22	Glasanbau SO temporäres Foyer	10.703	4.151
23	Dach	164	1.691
24	Fußboden an Erdreich	0	1.598
	Wärmebrücken		9.625

Zonenergebnisse: Zone 5 - Gänge und Foyer

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Heizung	45.354,0	162,56
Beleuchtung	1.965,0	7,04
Gesamt	47.319,0	169,60

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m²a)]
Erdgas	59.247,0	212,35
Strom-Mix	3.393,1	12,16
Gesamt	62.640,1	224,52

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Heizung	59.692,7	213,95
Beleuchtung	2.947,5	10,56
Gesamt	62.640,1	224,52

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Heizung	59.515,5	213,32
Beleuchtung	5.305,4	19,02
Gesamt	64.820,9	232,33

Weitere Ergebnisse

Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	45.354,02
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	23,83
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	23,83

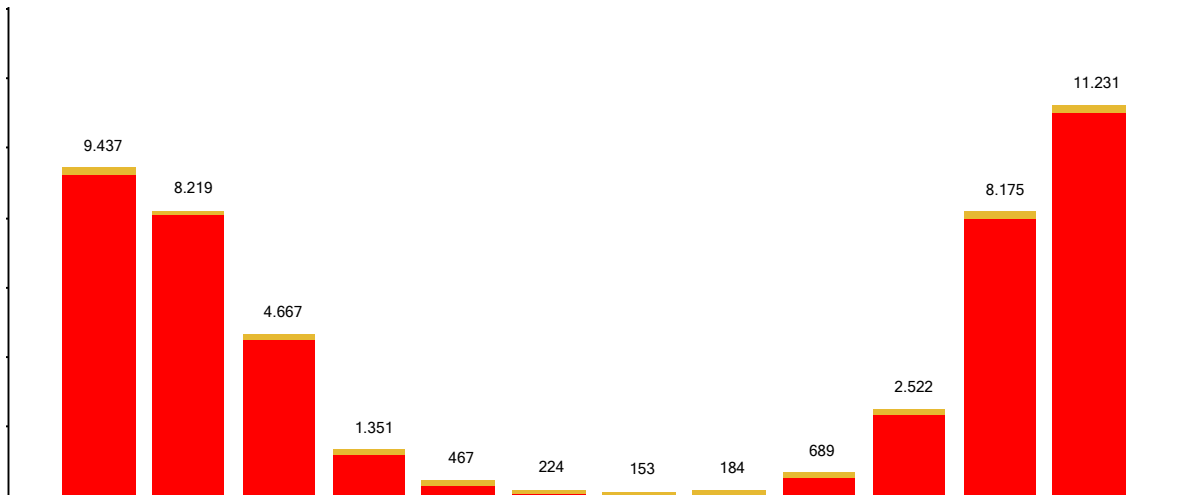
Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	1.964,97
--	----------

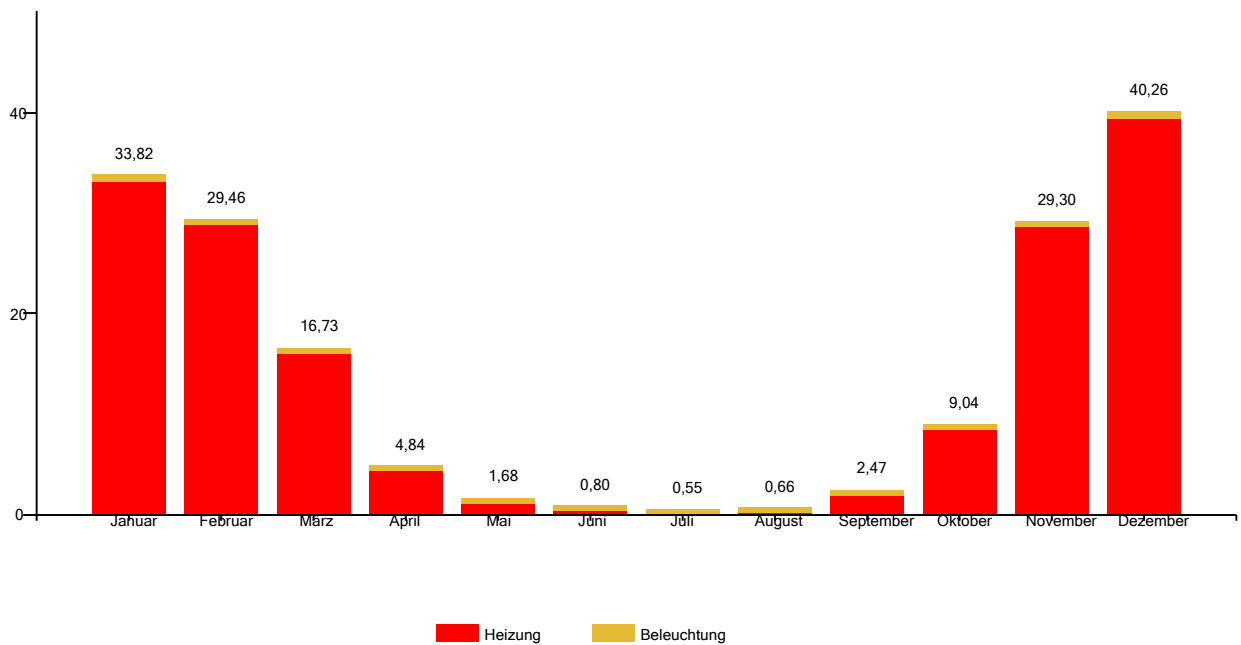
Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

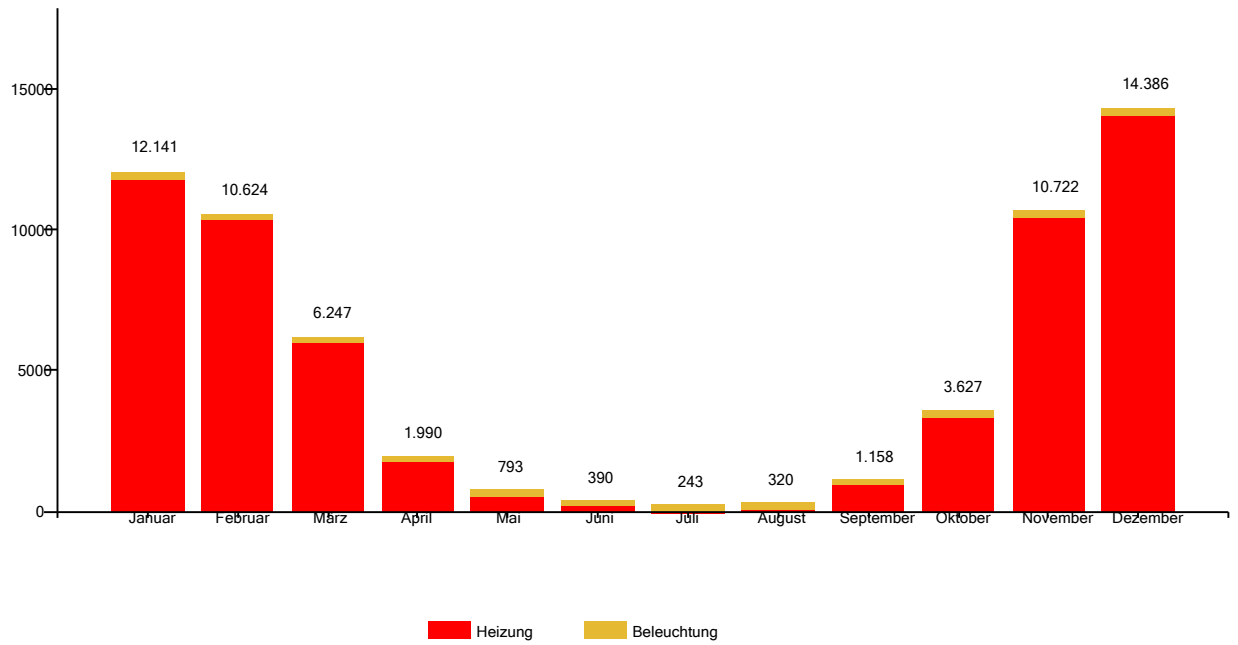
Zonenergebnisse (grafisch): Zone 5 - Gänge und Foyer



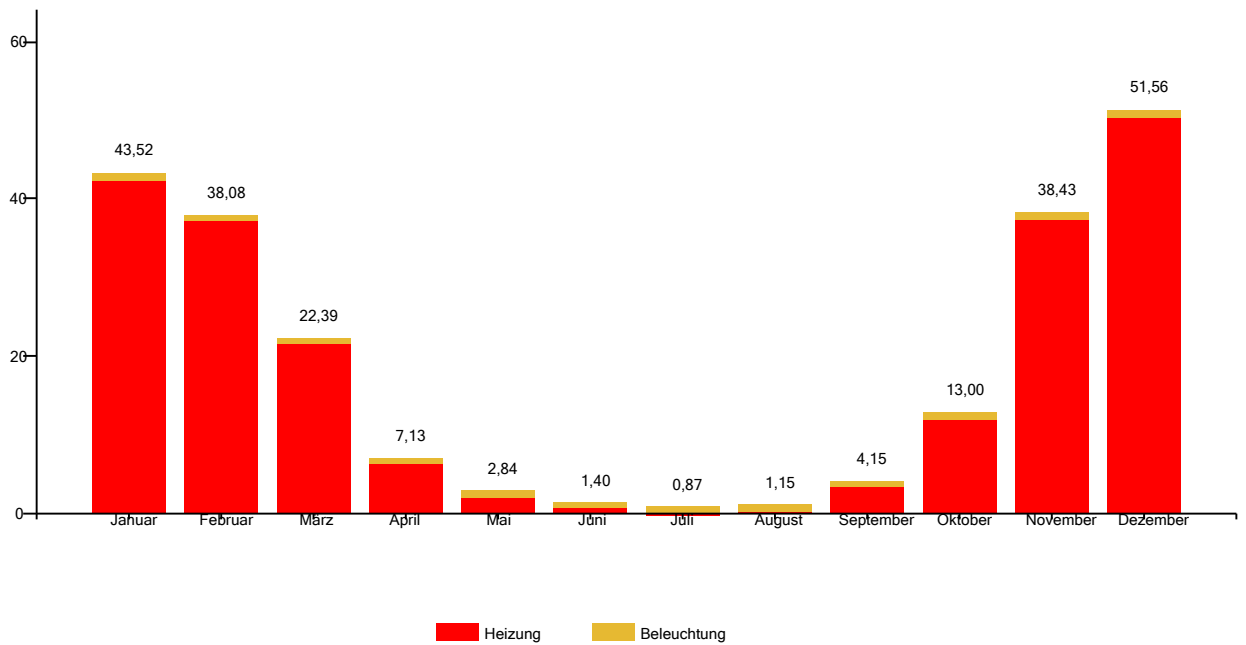
Spezifischer Nutzenergiebedarf [kWh/(m²a)]



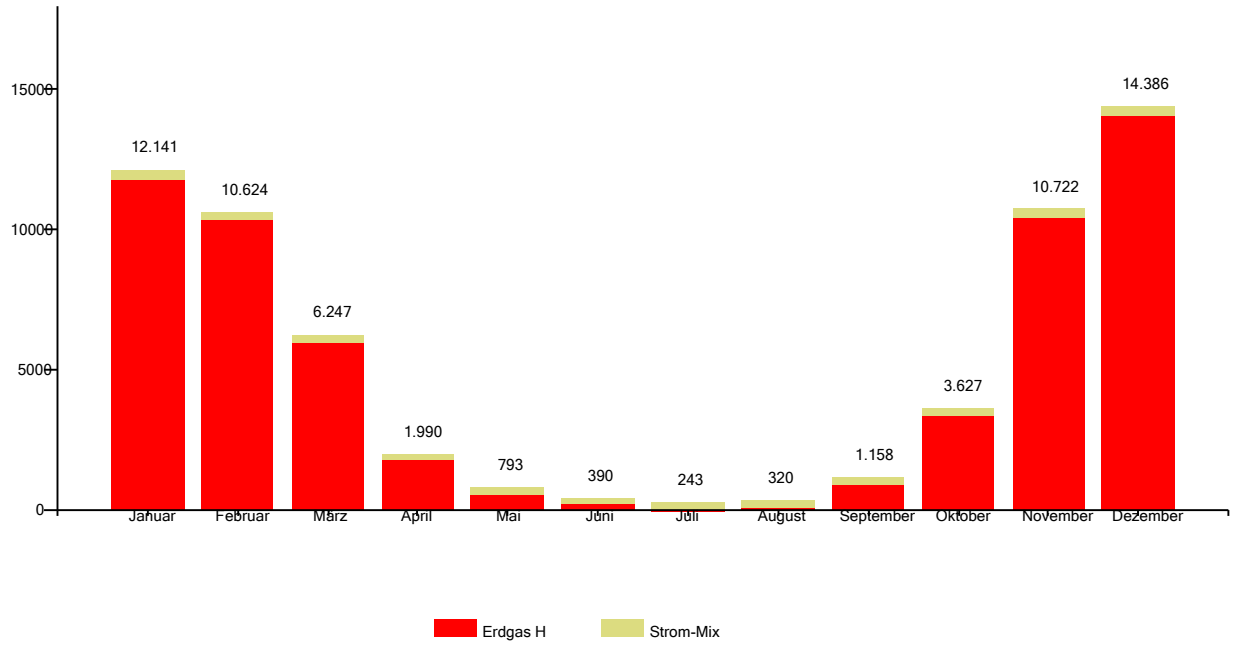
Endenergiebedarf [kWh/a]



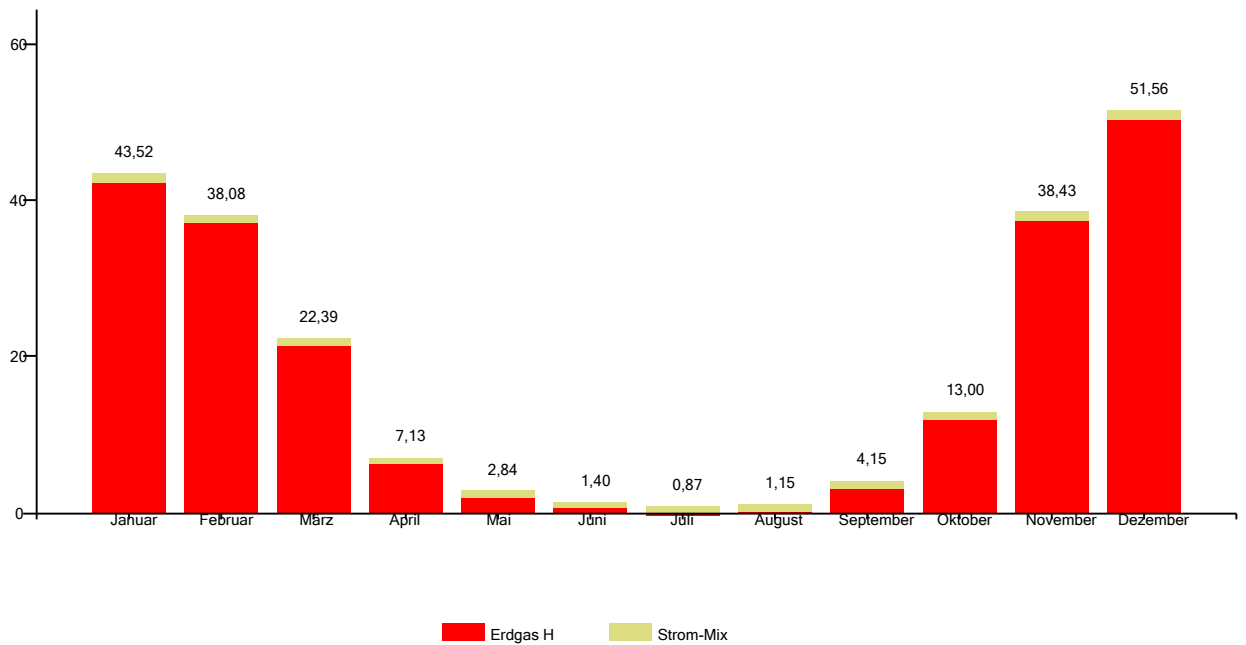
Spezifischer Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]



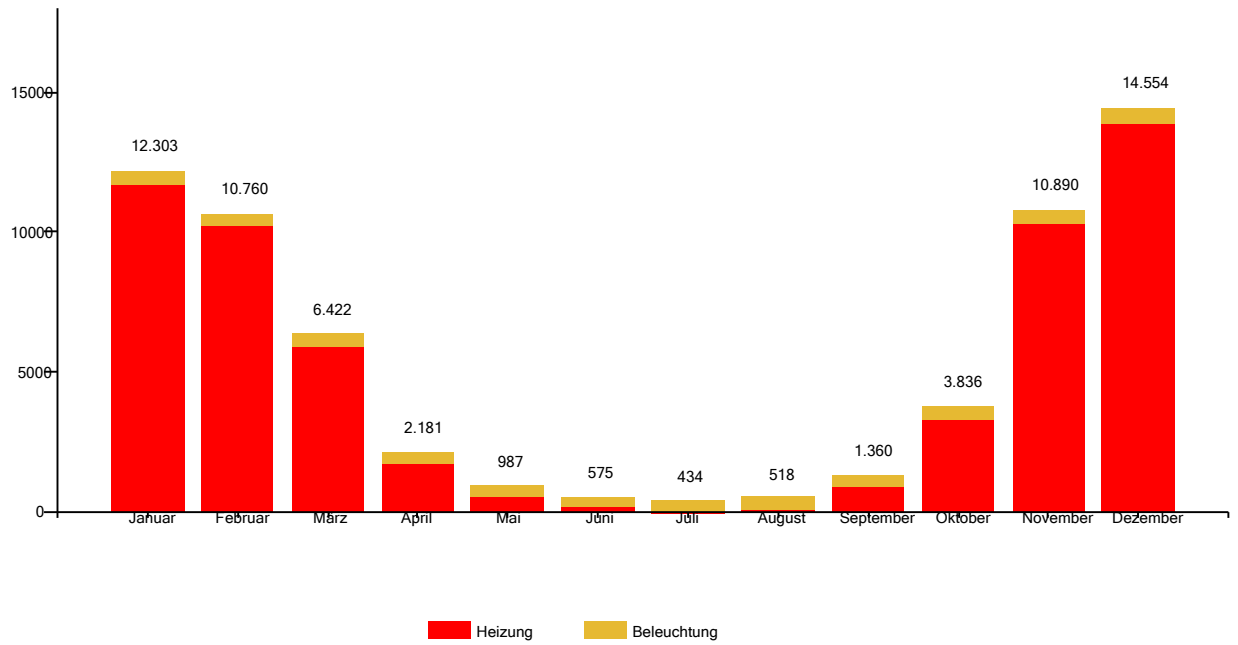
Endenergie nach Energieträgern [kWh/a]



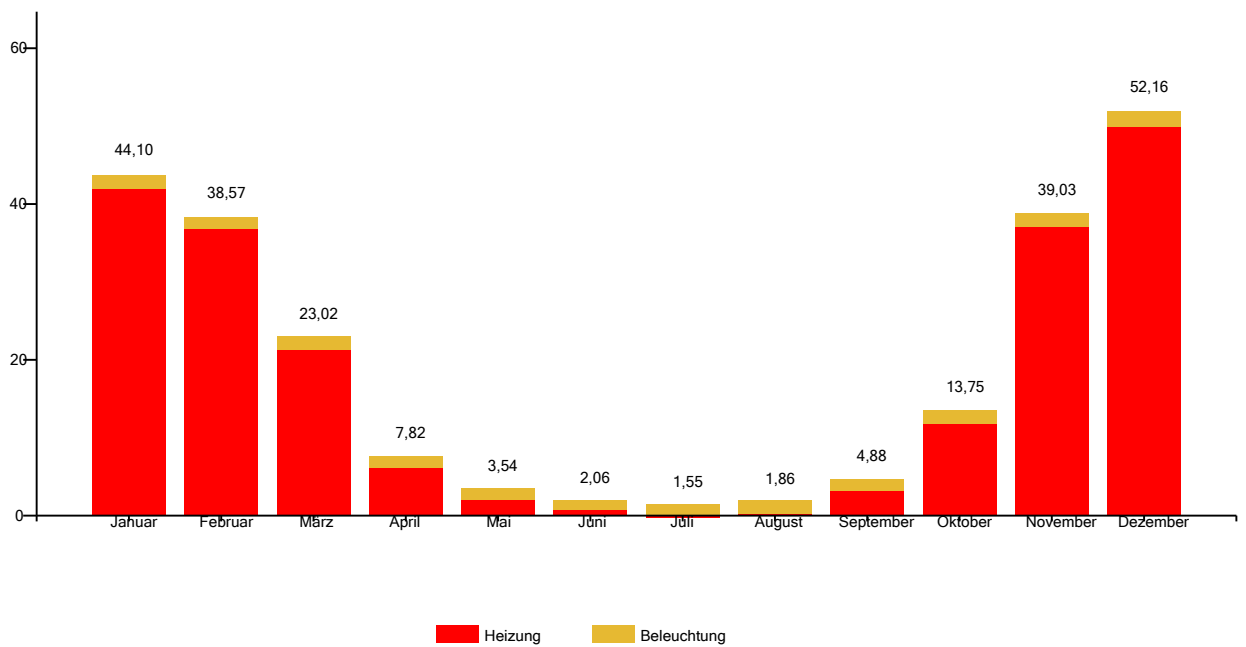
Spezifische Endenergie nach Energieträgern [kWh/(m²a)]



Primärenergiebedarf [kWh/a]



Spezifischer Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]



Zone 6 - UG Technik

Nutzungsprofil

Stadtbad Plauen UG Technik (Zone 6) (benutzerdefiniert)

Geometrie

Nettovolumen V [m ³]	2.641,0
Nettogrundfläche A _{NGF} [m ²]	828,00 (wird bei Gebäudenettogrundfläche ignoriert)
Geschosshöhe [m]	3,25

Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	mittelschwer
Wärmespeicherfähigkeit C _{wirk} /A _{NGF} [Wh/(m ² K)]	90
Wärmebrückenkorrektur ΔU _{WB} [W/m ² K]	0,100

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	nein
RLT-Anlage	keine Luftaufbereitung
Raumheizung/-kühlung mittels RLT-Anlage	keine Konditionierung
Abseite oder Dachraum ohne Wärmedämmung	nein
Warmwasserbedarf vorhanden	nein
vollständige Beleuchtung	ja

Nutzungsdauer	
Reduzierter Betrieb an Nutzungstagen	Temperaturabsenkung
Reduzierter Betrieb an Nichtnutzungstagen	Abschaltung

Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz n ₅₀ [h ⁻¹]	0,4 (gemessen)
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	360,00
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

Unterer Abschluss: Keller

Umfang Bodenplatte [m]	360,00
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
Tiefe des Kellers unter Erdreichoberkante [m]	1,30

Beleuchtungsbereich 1: Technik

Fläche [m ²]	828,00 (100,0 % der Zonenfläche)
Tageslichtversorgung: Berechnungsverfahren	vereinfachtes Verfahren nach DIN V 18599-1:2018-09, Anhang D
Fläche mit Tageslicht A _{TL} [m ²]	0,00
Fläche ohne Tageslicht A _{kTL} [m ²]	828,00
lichte Raumhöhe [m]	3,15 (Standardwert)
Tageslichtversorgungsfaktor C _{TL,Vers} [-]	0,000
Höhe der Nutzebene h _{Ne} [m]	0,80 (Standardwert)
jährliche Tagesbetriebsstunden t _{Tag} [h]	2939,0 (Standardwert)
jährliche Nachtbetriebsstunden t _{Nacht} [h]	1260,0 (Standardwert)
Wartungswert der Beleuchtungsstärke E _m [lx]	100,0 (Standardwert)
Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe k _A [-]	1,00 (Standardwert)
relative Abwesenheit C _A [-]	0,98 (Standardwert)
Raumindex für Kunstlicht k _{AL} [-]	1,5 (Standardwert)
Raumindex für Dachoberlichter k _{RL} [-]	1,5 (Standardwert)
Teilbetriebsfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung F _t [-]	1,0 (Standardwert)
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k _{VB} [-]	2,0 (aus Nutzungsprofil)

Kunstlicht

Berechnungsart	Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4
Beleuchtungsart	Direkt/Indirekt
Lampenart	LEDs in LED-Leuchten, Sonstige

Beleuchtungskontrolle

Präsenzerfassung	Manuell
Art des tageslichtabhängigen Kontrollsystems	Manuell
Konstantlichtregelung vorhanden	nein

Zonenergebnisse: Zone 6 - UG Technik

Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Beleuchtung	613,3	0,74
Gesamt	613,3	0,74

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Strom-Mix	846,4	1,02
Gesamt	846,4	1,02

Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Beleuchtung	846,4	1,02
Gesamt	846,4	1,02

Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m ² a)]
Beleuchtung	1.523,4	1,84
Gesamt	1.523,4	1,84

Weitere Ergebnisse

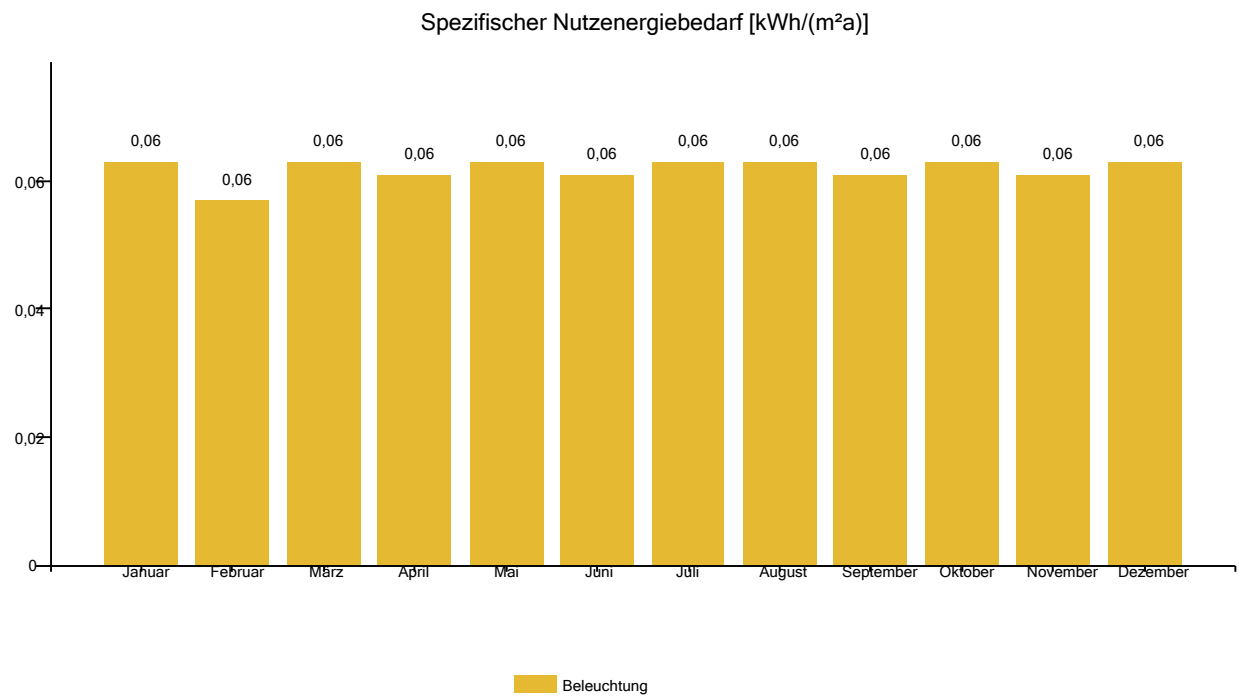
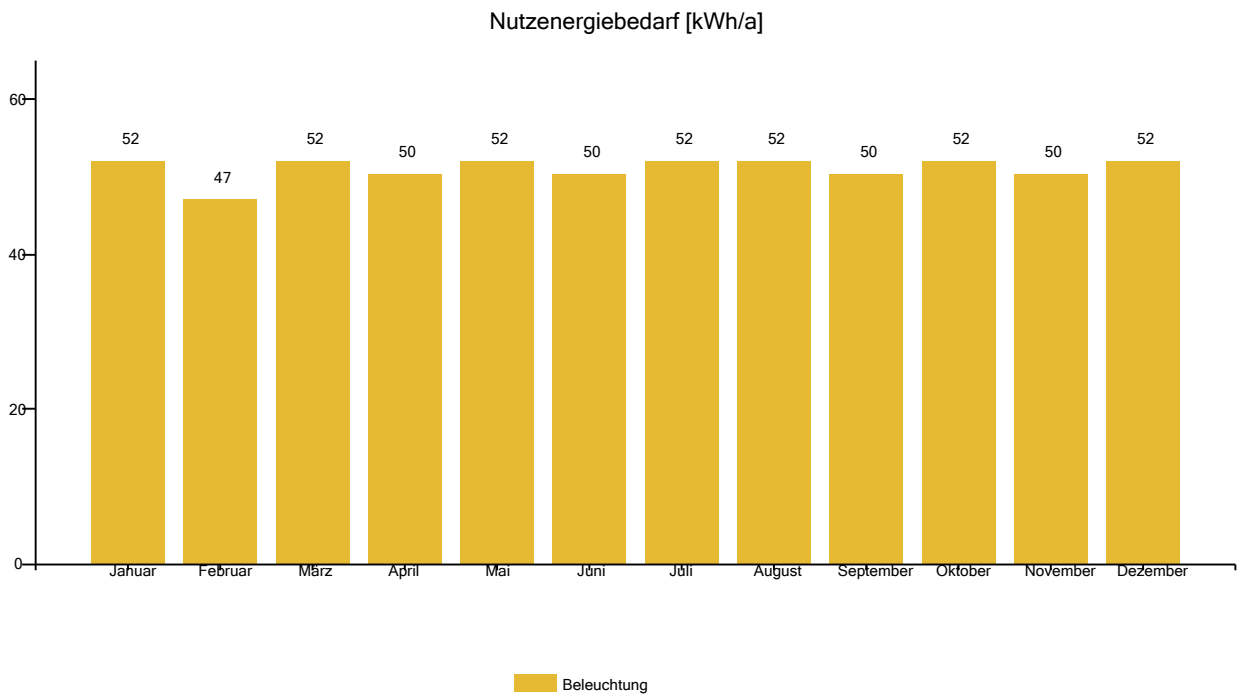
Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

jährlicher Nutzenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	613,30
--	--------

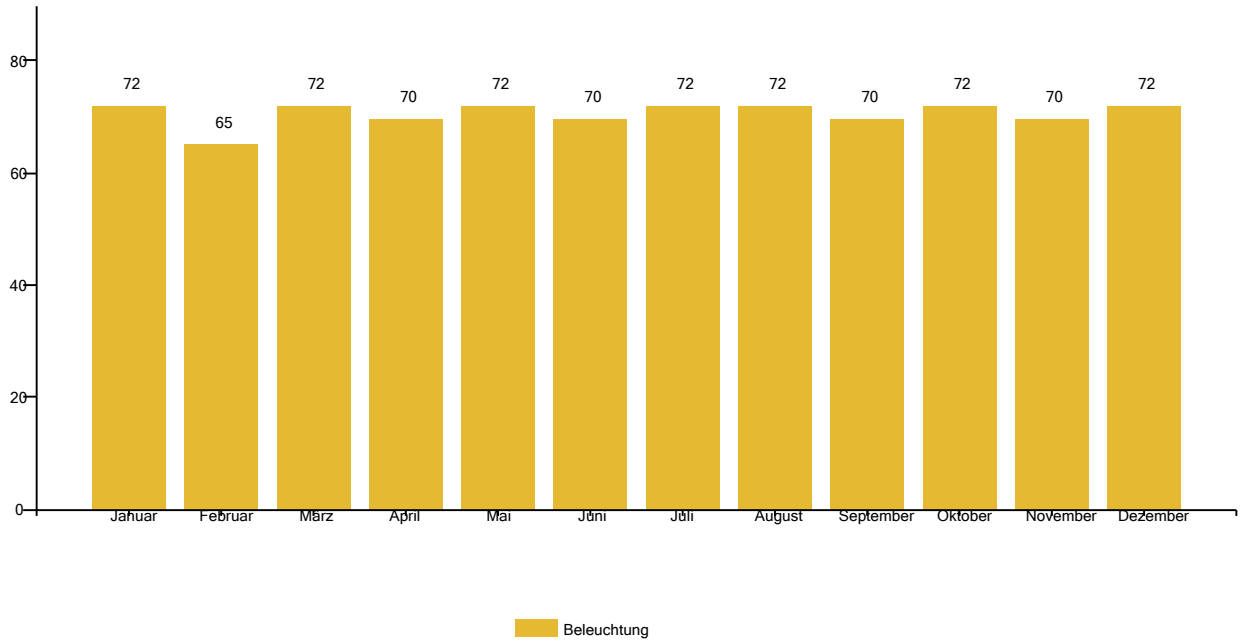
Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

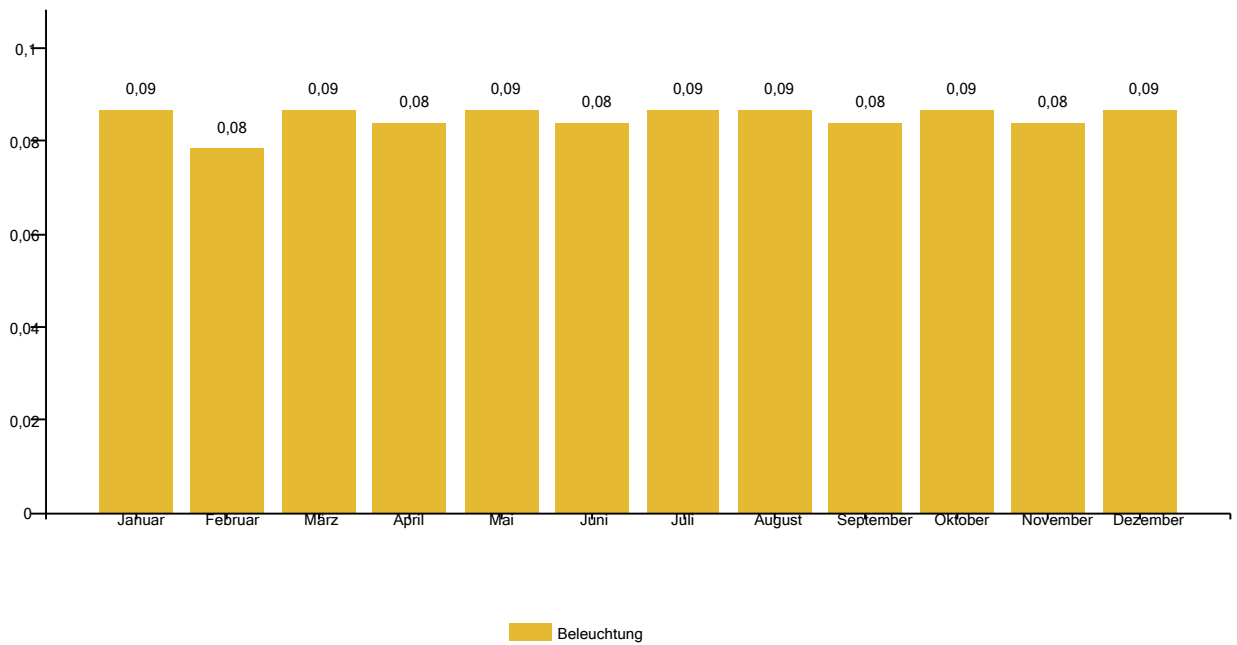
Zonenergebnisse (grafisch): Zone 6 - UG Technik



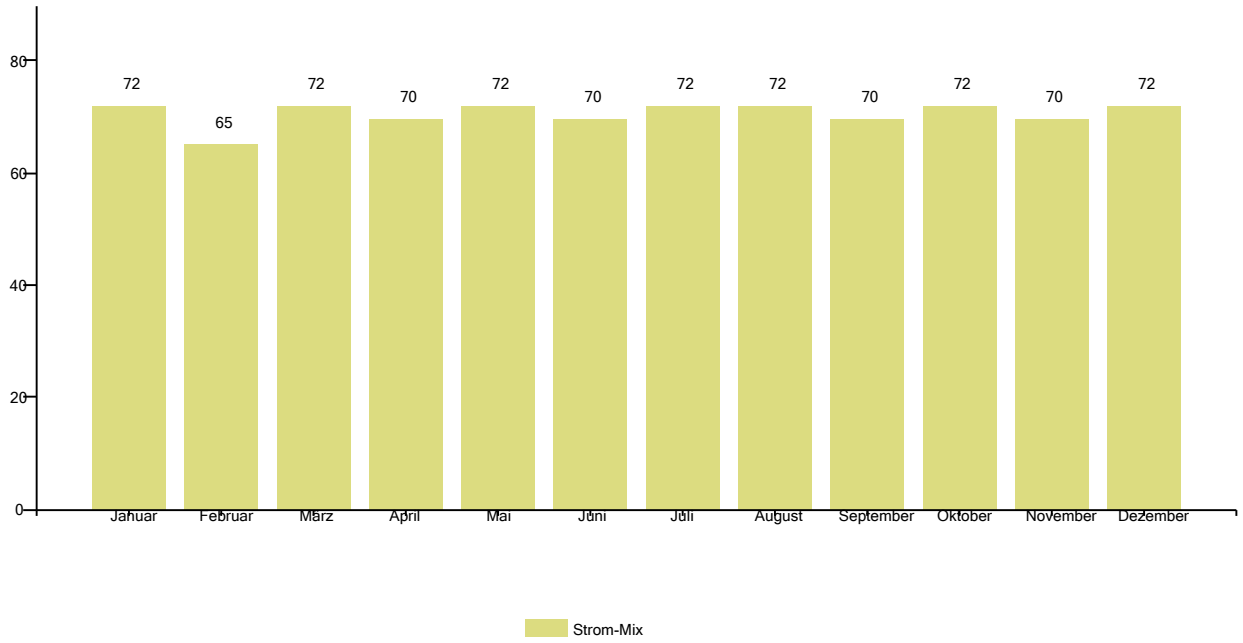
Endenergiebedarf [kWh/a]



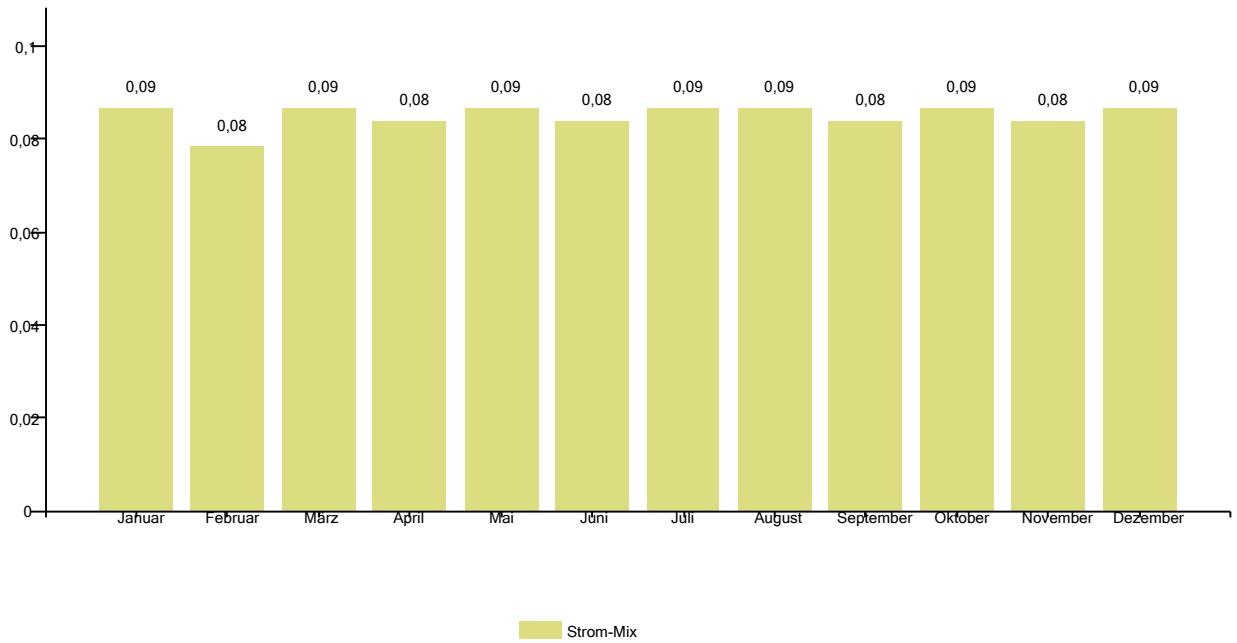
Spezifischer Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]



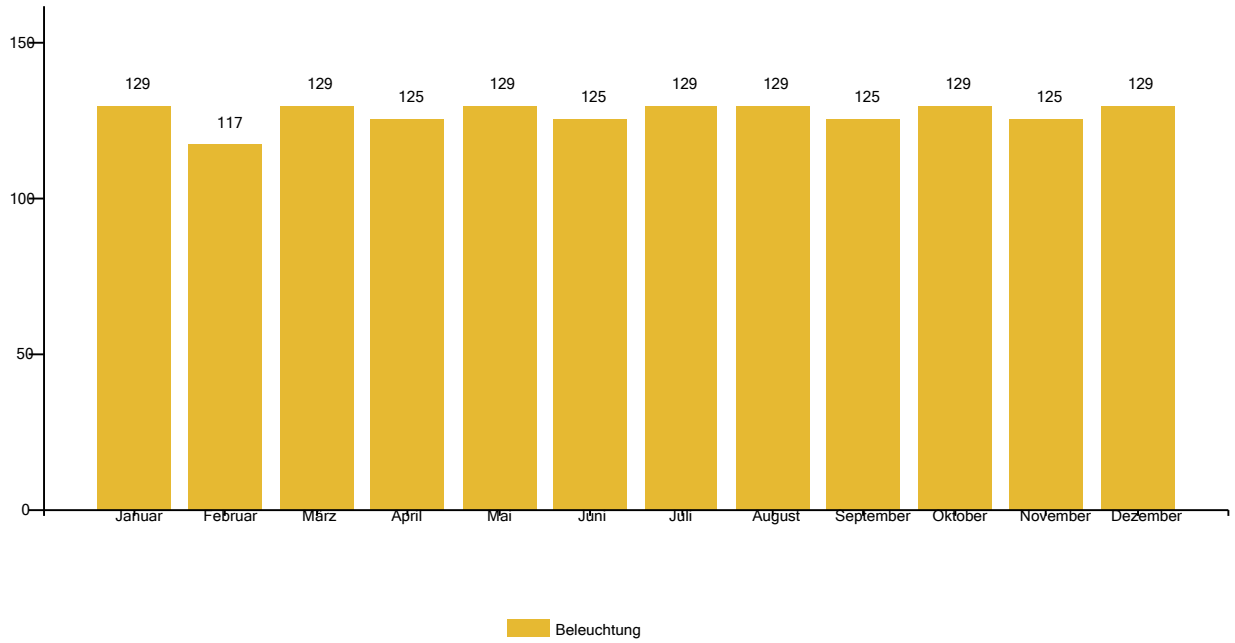
Endenergie nach Energieträgern [kWh/a]



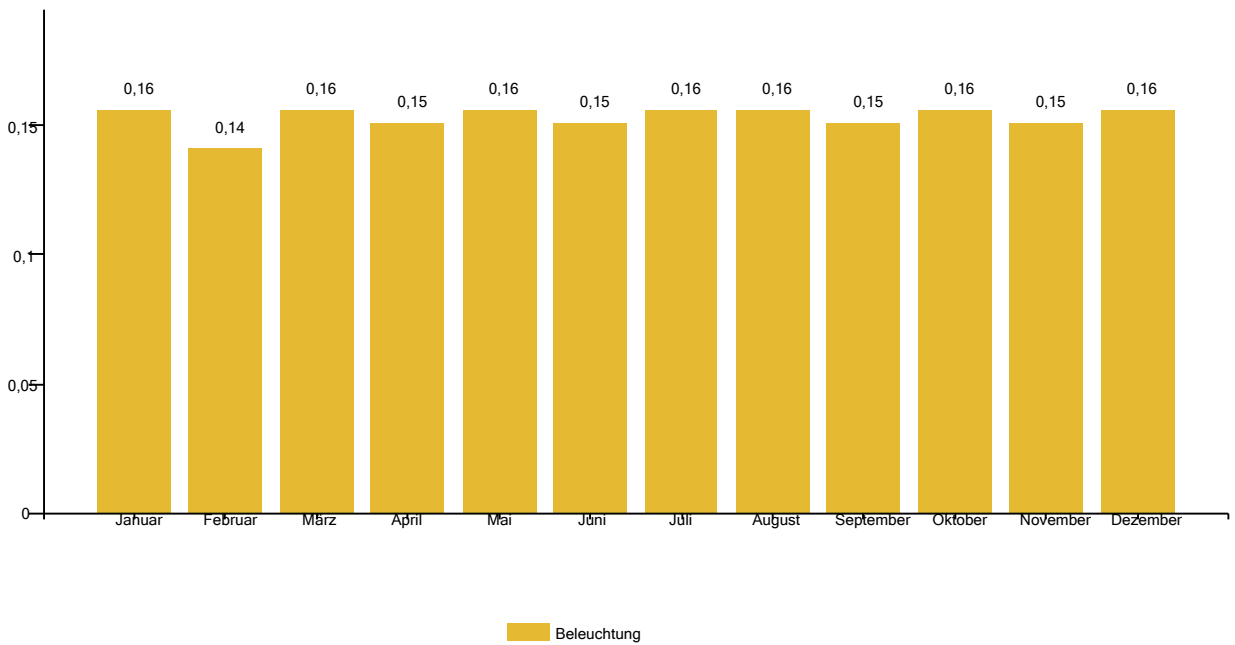
Spezifische Endenergie nach Energieträgern [kWh/(m²a)]



Primärenergiebedarf [kWh/a]



Spezifischer Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]



Nutzungsprofile

Nutzung: Stadtbad Plauen Schwimmhalle (Zone 1)		
Nutzungszeiten		
tägliche Nutzungszeit	Uhr	von 7:00 bis 20:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	323
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2939
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	1260
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00 bis 20:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	323
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00 bis 20:00
Raumkonditionen		
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	32
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	-1
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	28
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	-1
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz
Mindestaußenluftvolumenstrom		
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	16,00
Beleuchtung		
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	200
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0
Minderungsfaktor k_A	–	1
relative Abwesenheit C_A	–	0
Raumindex k	–	1
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t	–	1
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1
Personenbelegung		
Belegungsdichte	m ² je Person	12
Interne Wärmequellen		
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m ² d)	4800
Arbeitshilfen $q_{l,\text{fac}}$	Wh/(m ² d)	400
Wärmezufuhr je Tag ($q_{l,p} + q_{l,\text{fac}}$)	Wh/(m ² d)	5200
Erläuterungen:		

Nutzung: Stadtbad Plauen Schwimmbecken (Zone 2)

		von	bis
Nutzungszeiten			
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	20:00
jährliche Nutzungsstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	323	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2939	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	1260	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	20:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	323	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	20:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	26,5	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	-1	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	26,5	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	-1	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	0,00	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	300	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0	
Minderungsfaktor k_A	–	1	
relative Abwesenheit C_A	–	0	
Raumindex k	–	1	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsichte	m ² je Person	12	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{i,p}$	Wh/(m ² d)	4800	
Arbeitshilfen $q_{i, \text{fac}}$	Wh/(m ² d)	–	
Wärmezufuhr je Tag ($q_{i,p} + q_{i, \text{fac}}$)	Wh/(m ² d)	4800	
Erläuterungen:			

Nutzung: Stadtbad Plauen Umkleide/Duschen/ WC (Zone 3)

		von	bis
Nutzungszeiten			
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	20:00
jährliche Nutzungsstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	323	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2939	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	1260	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	20:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	323	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	20:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	24	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	29,00	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	200	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	1	
relative Abwesenheit C_A	–	0,9	
Raumindex k	–	0,8	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsichte	m ² je Person	14	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m ² d)	4000	
Arbeitshilfen $q_{l, \text{fac}}$	Wh/(m ² d)	–	
Wärmezufuhr je Tag ($q_{l,p} + q_{l, \text{fac}}$)	Wh/(m ² d)	4000	
Erläuterungen:			

Nutzung: Stadtbad Plauen Nebenräume/ Aufsicht (Zone 4)

		von	bis
Nutzungszeiten			
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	20:00
jährliche Nutzungsstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	323	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2939	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	1260	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	20:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	323	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	20:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	22	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	18	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	25,00	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	300	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	0,93	
relative Abwesenheit C_A	–	0,5	
Raumindex k	–	1,25	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsichte	m ² je Person	3	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m ² d)	92	
Arbeitshilfen $q_{l,\text{fac}}$	Wh/(m ² d)	8	
Wärmezufuhr je Tag ($q_{l,p} + q_{l,\text{fac}}$)	Wh/(m ² d)	100	
Erläuterungen:			

Nutzung: Stadtbad Plauen Gänge/ Foyer (Zone 5)

		von	bis
Nutzungszeiten			
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	20:00
jährliche Nutzungsstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	323	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2939	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	1260	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	20:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	323	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	20:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	22	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	18	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	mit Toleranz	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	7,00	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	300	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	0,93	
relative Abwesenheit C_A	–	0,5	
Raumindex k	–	1,25	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	1	
Personenbelegung			
Belegungsichte	m ² je Person	3	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m ² d)	92	
Arbeitshilfen $q_{l, \text{fac}}$	Wh/(m ² d)	8	
Wärmezufuhr je Tag ($q_{l,p} + q_{l, \text{fac}}$)	Wh/(m ² d)	100	
Erläuterungen:			

Nutzung: Stadtbad Plauen UG Technik (Zone 6)

		von	bis
Nutzungszeiten			
tägliche Nutzungszeit	Uhr	7:00	20:00
jährliche Nutzungsstage $d_{\text{nutz,a}}$	d/a	323	
jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit t_{Tag}	h/a	2939	
jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit t_{Nacht}	h/a	1260	
tägliche Betriebszeit RLT und Kühlung	Uhr	5:00	20:00
jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung $d_{\text{op,a}}$	d/a	323	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	5:00	20:00
Raumkonditionen			
Raum-Solltemperatur Heizung $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	20	
Raum-Solltemperatur Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{soll}}$	°C	24	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Maximaltemperatur Auslegung Kühlung $\vartheta_{i,c,\text{max}}$	°C	26	
Temperaturabsenkung reduzierter Betrieb $\Delta\vartheta_{i,NA}$	K	4	
Feuchteanforderung	–	keine	
Mindestaußenluftvolumenstrom			
flächenbezogen	m ³ /(hm ²)	0,15	
Beleuchtung			
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	lx	100	
Höhe der Nutzebene h_{Ne}	m	0,8	
Minderungsfaktor k_A	–	1	
relative Abwesenheit C_A	–	0,98	
Raumindex k	–	1,5	
Minderungsfaktor Gebäudebetriebszeit F_t	–	1	
Anpassungsfaktor Beleuchtung vertikaler Flächen k_{VB}	–	2	
Personenbelegung			
Belegungsichte	m ² je Person	–	
Interne Wärmequellen			
Personen $q_{l,p}$	Wh/(m ² d)	–	
Arbeitshilfen $q_{l,\text{fac}}$	Wh/(m ² d)	–	
Wärmezufuhr je Tag ($q_{l,p} + q_{l,\text{fac}}$)	Wh/(m ² d)	–	
Erläuterungen:			

Geschosse

Geschoss "EG"

Bezeichnung	EG
Geschosshöhe [m]	10,00
Lichte Raumhöhe [m]	7,54

Raumgruppe "Zone 1 - Schwimmhalle"

Bezeichnung	Zone 1 - Schwimmhalle
Nutzung	Schwimmhalle und Tribüne
Zone	Zone 1 - Schwimmhalle
Nutzungsprofil	Stadtbad Plauen Schwimmhalle (Zone 1)
Beleuchtungsbereich	Schwimmhalle
Geschosshöhe [m]	10,15
Lichte Raumhöhe [m]	7,54
Nettogrundfläche [m ²]	907,00
Nettovolumen [m ³]	17.906,0

Räume:

Raum: Schwimmhalle			
Anzahl: 1	Nettogrundfläche: 907,00 m ²	Nettovolumen: 17.906,00 m ³	
Ermittlung der Nettogrundfläche:			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	1746,88		1.746,88
2	-35*24		-840,00
3	0,12		0,12

Verwendete Bauteile:

Name	Bruttofläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Ausrichtung
Außenwand Südwest an Außenluft	430,00	430,00	0,11	Südwest
Außenwand Nordwest an Außenluft	420,00	44,00	0,11	Nordwest
Fensterfront zur Elster		376,00	0,90	
Außenwand Nordost an Außenluft	276,00	276,00	0,11	Nordost
Außenwand Südost an Außenluft	200,00	200,00	0,11	Südost
Dach	1.955,00	1.955,00	0,11	

Raumgruppe "Zone 3 - Umkleide/Duschen/WC"

Bezeichnung	Zone 3 - Umkleide/Duschen/WC
Nutzung	Umkleiden/ Duschen/ WC
Zone	Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär
Nutzungsprofil	Stadtbad Plauen Umkleide/Duschen/ WC (Zone 3)
Beleuchtungsbereich	Umkleide/ Duschen/ WC
Geschosshöhe [m]	3,40
Lichte Raumhöhe [m]	3,30
Nettogrundfläche [m ²]	798,00
Nettovolumen [m ³]	2.593,0

Räume:

Raum: Umkleide/Duschen/WC zusammengefasst		
Anzahl: 1	Nettogrundfläche: 798,00 m ²	Nettovolumen: 2.593,00 m ³

Verwendete Bauteile:

Name	Bruttofläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Ausrichtung
Außenwand Südwest an Außenluft	73,00	34,00	0,11	Südwest
Fensterband Stiefelgang Südwest		37,00	0,90	
Außentüren		2,00	2,9	
Außenwand Südost an Außenluft	136,00	26,00	0,11	Südost
Fensterband Stiefelgang Südost		110,00	0,90	
Dach	540,00	540,00	0,11	
Fußboden an Erdreich	800,00	800,00	0,12	

Raumgruppe "Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht"

Bezeichnung	Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht
Zone	Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht
Nutzungsprofil	Stadtbad Plauen Nebenräume/ Aufsicht (Zone 4)
Beleuchtungsbereich	Nebenräume/ Aufsicht
Geschosshöhe [m]	5,10
Lichte Raumhöhe [m]	5,00
Nettogrundfläche [m ²]	175,00
Nettovolumen [m ³]	660,0

Räume:

Raum: Nebenräume/ Aufsicht zusammengefasst		
Anzahl: 1	Nettogrundfläche: 175,00 m ²	Nettovolumen: 660,00 m ³

Verwendete Bauteile:

Name	Bruttofläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Ausrichtung
Außenwand Nordwest an Außenluft	17,00	3,00	0,11	Nordwest
Fensterband Nebenräume/ Aufsicht Nordwest		14,00	0,90	
Außenwand Nordost an Außenluft	119,00	19,00	0,11	Nordost
Fensterband Nebenräume/ Aufsicht Nordost		96,00	0,90	
Öffnung/ Tür Verbindungsgang		4,00	2,9	
Dach	175,00	175,00	0,11	
Fußboden an Keller unbeheizt	175,00	175,00	0,11	

Raumgruppe "Zone 5 - Gänge/ Foyer"

Bezeichnung	Zone 5 - Gänge/ Foyer
Zone	Zone 5 - Gänge und Foyer
Nutzungsprofil	Stadtbad Plauen Gänge/ Foyer (Zone 5)
Beleuchtungsbereich	Gänge/ Foyer
Geschosshöhe [m]	5,10
Lichte Raumhöhe [m]	5,00
Nettogrundfläche [m ²]	279,00
Nettovolumen [m ³]	1.239,0

Räume:

Raum: Zugang 34 m Halle		
Anzahl: 1	Nettogrundfläche: 105,00 m ²	Nettovolumen: 535,00 m ³

Raum: temperaturgleicher Übergang		
Anzahl: 1	Nettogrundfläche: 24,00 m ²	Nettovolumen: 96,00 m ³

Ermittlung des Nettovolumens:			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	24*4		96,00

Raum: temporäres Foyer		
Anzahl: 1	Nettogrundfläche: 150,00 m ²	Nettovolumen: 608,00 m ³

Verwendete Bauteile:

Name	Bruttofläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Ausrichtung
Außenwand Gang 34 m Halle Südost	280,00	0,00	0,11	Südost
Fensterfront Gang zur 34 m Halle		280,00	0,90	
AW Gang 34 m Halle Nordost	6,00	0,00	0,11	Nordost
Fensterfront Gang zur 34 m Halle Stirnseite Nordost		6,00	0,90	
AW Nordwest Gang 34 m Halle	32,00	0,00	0,11	Nordwest
Fensterfront Nordwest Gang zur 34 m Halle		32,00	0,90	
Dach Gang 34 m Halle	105,00	105,00	0,11	
Fußboden zur Außenluft Gang 34 m Halle	105,00	105,00	0,11	
Verbindungsgang Hallen AW Nordwest	32,00	10,00	0,11	Nordwest
Fensterband Verbindungsgang Nordwest		22,00	0,90	
Verbindungsgang Hallen AW Südost	32,00	10,00	0,11	Südost
Fensterband Verbindungsgang Südost		22,00	0,90	
Dach Verbindungsgang	24,00	24,00	0,11	
Fußboden Verbindungsgang an Außenluft	24,00	24,00	0,11	
temp. Foyer AW Nordost (v. Zone 4 bis Fahrstuhl)	44,00	8,00	0,11	Nordost
Fensterfront NO temporäres Foyer (oben)		36,00	0,90	
temp. Foyer Glasanbau Nordost	30,00	0,00	0,11	Nordost
Glasanbau NO und SW temporäres Foyer		30,00	0,90	
temp. Foyer Glasanbau Südwest	30,00	0,00	0,11	Nordost
Glasanbau NO und SW temporäres Foyer		30,00	0,90	
Temp. Foyer Glasanbau Südost	45,00	0,00	0,11	Südost
Glasanbau SO temporäres Foyer		45,00	0,90	
temp. Foyer Dach	150,00	150,00	0,11	
temp. Foyer FB	150,00	150,00	0,12	

Geschoss "UG"

Bezeichnung	UG
Geschosshöhe [m]	2,80
Lichte Raumhöhe [m]	2,80

Raumgruppe "Zone 2 - Schwimmbecken"

Bezeichnung	Zone 2 - Schwimmbecken
Zone	Zone 2 - Schwimmbecken
Nutzungsprofil	Stadtbad Plauen Schwimmbecken (Zone 2)
Beleuchtungsbereich	Schwimmbecken
Geschosshöhe [m]	2,80
Nettogrundfläche [m ²]	850,00
Nettovolumen [m ³]	2.363,0

Räume:

Raum: Schwimmbecken
Anzahl: 1 Nettogrundfläche: 850,00 m ² Nettovolumen: 2.363,00 m ³

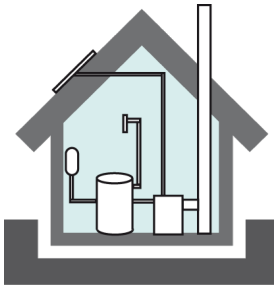
Raumgruppe "Zone 6 - UG Technik"

Bezeichnung	Zone 6 - UG Technik
Zone	Zone 6 - UG Technik
Nutzungsprofil	Stadtbad Plauen UG Technik (Zone 6)
Beleuchtungsbereich	Technik
Geschosshöhe [m]	3,25
Lichte Raumhöhe [m]	3,15
Nettogrundfläche [m ²]	828,00
Nettovolumen [m ³]	2.641,0

Räume:

Raum: Technik
Anzahl: 1 Nettogrundfläche: 740,00 m ² Nettovolumen: 2.341,00 m ³

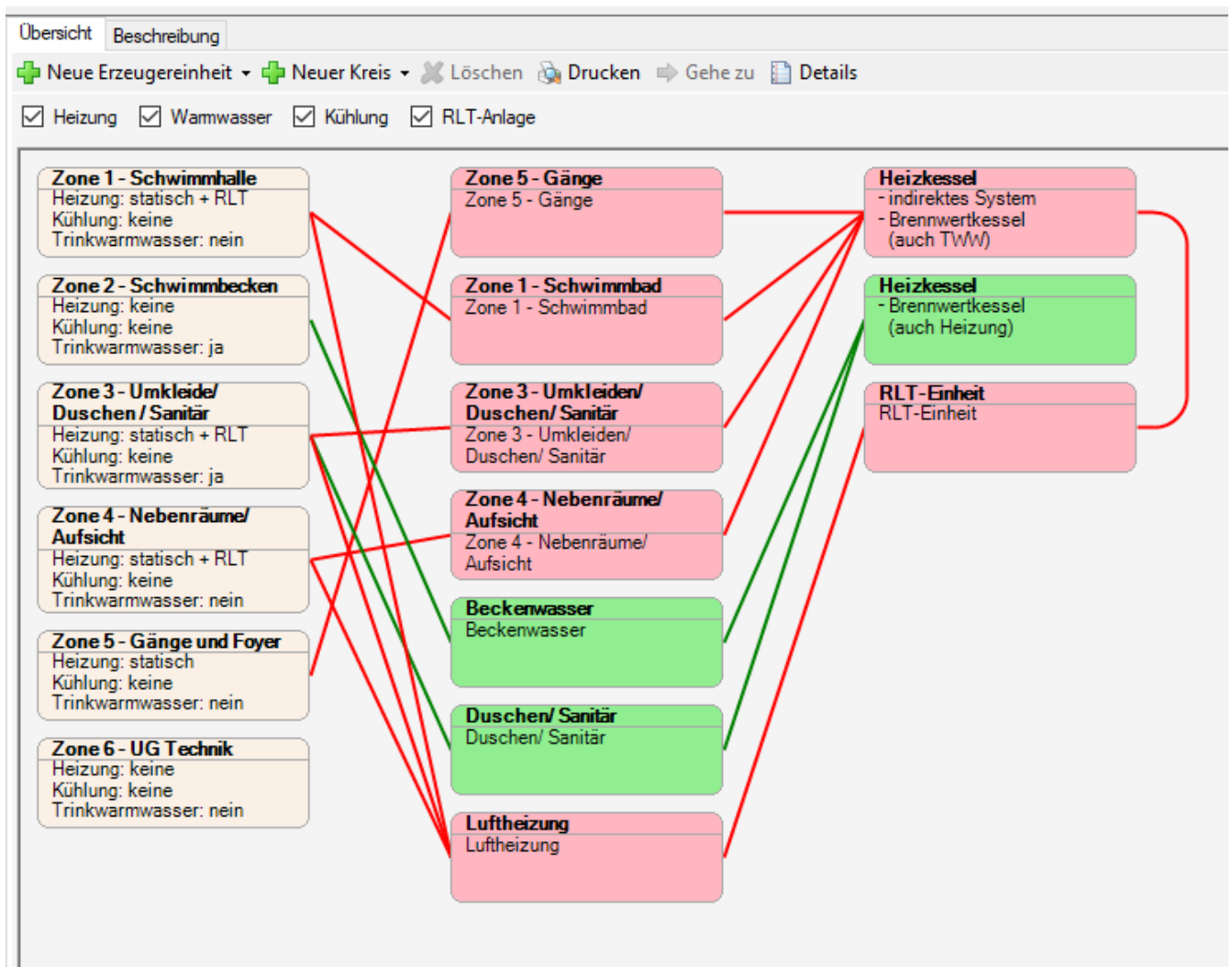
Raum: Schacht
Anzahl: 1 Nettogrundfläche: 88,00 m ² Nettovolumen: 300,00 m ³



Anlagentechnik

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung

Schemata



Heizkessel

Anzahl Erzeuger	1
Art des Systems	indirekt
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

1. Brennwertkessel 1

Erzeuger	Brennwertkessel
Baujahr	2022
Art des Erzeugers	Brennwertkessel verbessert
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0
Energieträger	Erdgas H
kombinierter Wärmeerzeuger für Heizung und Trinkwarmwasser: zugehörige Trinkwarmwassereinheit	Heizkessel

Details

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	70,0/55,0
Nennleistung-Kesselwirkungsgrad aus Abgasverlust	nein
Pumpenmanagement	kein integriertes Pumpenmanagement
elektrische Kesselregelung vorhanden	nein
Art des Brenners	Gebälsebrenner
Kessel-Nennleistung [kW]	985,05 (Standardwert)
Betriebsbereitschaftsverlust bei 70 °C [-]	0,003 (Standardwert)
Kesselwirkungsgrad bei Nennleistung [-]	0,966 (Standardwert)
elektrische Leistungsaufnahme Nennlast [kW]	1,230 (Standardwert)
Leistungsaufnahme Schlumberbetrieb [kW]	0,000 (Standardwert)
Kesselwirkungsgrad bei Teillast [-]	1,060 (Standardwert)
Lastbereich Teillast [-]	0,300 (Standardwert)
elektrische Leistungsaufnahme Teillast [kW]	0,410 (Standardwert)

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	134.102,60	22.311,07	–	–
+ <i>Verluste durch Speicherung</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
+ <i>Verluste durch Verteilung</i>	8.421,41	0,00	2.883,24	109,93
+ <i>Verluste durch Übergabe</i>	27.053,46	0,00	0,00	0,00
= <i>erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	169.577,45	22.311,07	–	–
– <i>regenerativer Anteil</i>	0,00	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Erzeugung</i>	15.448,80	2.487,27	226,69	37,29
= <i>Endenergiebedarf</i>	185.026,25	24.798,34	3.109,93	147,21

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Brennwertkessel 1	100,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 0,91$

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser

Heizkessel

Anzahl Erzeuger	1
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

1. Brennwertkessel 1

Erzeuger	Brennwertkessel
Baujahr	2022
Art des Erzeugers	Brennwertkessel verbessert
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0
Energieträger	Erdgas H
kombinierter Wärmeerzeuger für Heizung und Trinkwarmwasser:	
zugehörige Heizungserzeugereinheit (mit Erzeugerdetails)	Heizkessel

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	662.150,00	–
<i>+ Verluste durch Speicherung</i>	0,00	0,00
<i>+ Verluste durch Verteilung</i>	51.178,83	956,77
<i>= erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	713.328,81	–
<i>– regenerativer Anteil</i>	0,00	–
<i>+ Verluste durch Erzeugung</i>	3.871,51	891,05
<i>= Endenergiebedarf</i>	717.200,32	1.847,82

Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Brennwertkessel 1	100,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit: $SPF = 0,99$

Anlagentechnik: Raumluftechnische Anlagen

RLT-Einheit

Betriebsweise	Heizfunktion
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Vor-/Rücklauftemperatur Heizkreis [°C]	70,0/55,0 (Standardwert)

Wärmerückgewinnung

Art der Wärmerückgewinnung	nur Wärme
Systemlösung Wärmerückgewinnung	Plattenwärmeübertrager ab 2018
Temperaturänderungsgrad η_t [-]	0,73
Art des Systems	Plattenwärmetauscher und andere Systeme ohne zusätzlichen Hilfsenergiebedarf

Wärmeerzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Heizkessel	1,00

Anbindung Wärme

Verteilung

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
--------------------	--------------

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	85,96 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	0,00
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	1,00 (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,0 (Standardwert)

Ergebnisse Heizregister

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Nutzwärme</i>	20.282,79	–
<i>Verluste durch Verteilung</i>	0,00	–
<i>Verluste durch Übergabe</i>	2.028,28	–

Anbindung Wärme

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	0,00	255,14
<i>Verluste durch Übergabe</i>	0,00	0,00

Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung

Zone 5 - Gänge

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Heizkessel	1,00

Verteilung 1: Gänge

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Hydraulischer Abgleich	Abgleich dynamisch je Heizkörper (z. B. mit automatischen Durchflussbegrenzern/Differenzdruckreglern)
mehr als 10 Heizkörper	nein
Vorlauftemperaturadaption Abgleich	keine Vorlauftemperaturadaption
Rücklauftemperaturbegrenzung	nein
Überströmventil vorhanden	nein
Gebäudegruppe	Gruppe 4: Schwimmhalle, Turnhalle, Umkleiden, auch Umkleidegebäude von Produktionsstätten
Netztyp	Typ IIb: Etagenverteiltertyp Fußbodenheizung
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m ²]	279,00

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	146,87 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	15,45 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Anbindeleitung

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	0,00 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	257,00 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	209,31 (Standardwert)
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	38,16 (Standardwert)
Wärmemengenzähler vorhanden	nein (Standardwert)
Strangarmaturen vorhanden	nein (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,6 (Standardwert)

Übergabe 1: Gänge/ Foyer

Art der Wärmeübergabe	Flächenheizung (bauteilintegriert)
Wärmeträgermedium	Wärmeträgermedium Wasser
System Flächenheizung	Fußbodenheizung Nasssystem
Art Dämmung	Flächenheizung mit 100 % besserer Dämmung als nach DIN EN 1264 erforderlich
Art der Regelung	ungeregelt
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	keine Einzelraumregelung
intermittierende Betriebsweise	ja
Anzahl Antriebe elektronische Regelung	0
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 5 - Gänge und Foyer	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	3.179,93	1.227,04
Verluste durch Übergabe	7.018,62	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Zone 1 - Schwimmbad

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklaufemperatur	nein

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Heizkessel	1,00

Verteilung 1: Schwimmbad

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Hydraulischer Abgleich	kein hydraulischer Abgleich
mehr als 10 Heizkörper	nein
Vorlaufemperaturadaption Abgleich	keine Vorlaufemperaturadaption
Rücklaufemperaturbegrenzung	nein
Überströmventil vorhanden	nein
Gebäudegruppe	Gruppe 4: Schwimmhalle, Turnhalle, Umkleiden, auch Umkleidegebäude von Produktionsstätten
Netztyp	Typ IIb: Etagenverteiltertyp Fußbodenheizung
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m ²]	907,00

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	483,44 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	35,27 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Anbindeleitung

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	0,00 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	329,20 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	209,31 (Standardwert)
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	1,00 (Standardwert)
Wärmemengenzähler vorhanden	nein (Standardwert)
Strangarmaturen vorhanden	nein (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,0 (Standardwert)

Übergabe 1: Schwimmbad

Art der Wärmeübergabe	Flächenheizung (bauteilintegriert)
Wärmeträgermedium	Wärmeträgermedium Wasser
System Flächenheizung	Fußbodenheizung Nasssystem
Art Dämmung	Flächenheizung mit 100 % besserer Dämmung als nach DIN EN 1264 erforderlich
Art der Regelung	ungeregelt
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	keine Einzelraumregelung
intermittierende Betriebsweise	ja
Anzahl Antriebe elektronische Regelung	0
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 1 - Schwimmhalle	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	1.276,86	254,88
Verluste durch Übergabe	729,61	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Zone 3 - Umkleiden/ Duschen/ Sanitär

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Heizkessel	1,00

Verteilung 1: Umkleide/ Duschen/ Sanitär

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Hydraulischer Abgleich	kein hydraulischer Abgleich
mehr als 10 Heizkörper	nein
Vorlauftemperaturadaption Abgleich	keine Vorlauftemperaturadaption
Rücklauftemperaturbegrenzung	nein
Überströmventil vorhanden	nein
Gebäudegruppe	Gruppe 4: Schwimmhalle, Turnhalle, Umkleiden, auch Umkleidegebäude von Produktionsstätten
Netztyp	Typ IIb: Etagenverteiltertyp Fußbodenheizung
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m²]	798,00

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	421,36 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	32,25 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Anbindeleitung

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	0,00 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	149,38 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	209,31 (Standardwert)
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	13,41 (Standardwert)
Wärmemengenzähler vorhanden	nein (Standardwert)
Strangarmaturen vorhanden	nein (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,6 (Standardwert)

Übergabe 1: Umkleide/ Duschen/ Sanitär

Art der Wärmeübergabe	Flächenheizung (bauteilintegriert)
Wärmeträgermedium	Wärmeträgermedium Wasser
System Flächenheizung	Fußbodenheizung Nasssystem
Art Dämmung	Flächenheizung mit 100 % besserer Dämmung als nach DIN EN 1264 erforderlich
Art der Regelung	ungeregelt
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	keine Einzelraumregelung
intermittierende Betriebsweise	ja
Anzahl Antriebe elektronische Regelung	0
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär	1,00

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	0,00	0,00
Verluste durch Übergabe	0,00	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Heizkessel	1,00

Verteilung 1: Nebenräume/ Aufsicht

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Hydraulischer Abgleich	kein hydraulischer Abgleich
mehr als 10 Heizkörper	nein
Vorlauftemperaturadaption Abgleich	keine Vorlauftemperaturadaption
Rücklauftemperaturbegrenzung	nein
Überströmventil vorhanden	nein
Gebäudegruppe	Gruppe 4: Schwimmhalle, Turnhalle, Umkleiden, auch Umkleidegebäude von Produktionsstätten
Netztyp	Typ IIb: Etagenverteiltertyp Fußbodenheizung
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m²]	175,00

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	98,35 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	11,15 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Anbindeleitung

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	0,00 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	198,41 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	209,31 (Standardwert)
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	24,21 (Standardwert)
Wärmemengenzähler vorhanden	nein (Standardwert)
Strangarmaturen vorhanden	nein (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,6 (Standardwert)

Übergabe 1: Nebenräume/ Aufsicht

Art der Wärmeübergabe	Flächenheizung (bauteilintegriert)
Wärmeträgermedium	Wärmeträgermedium Wasser
System Flächenheizung	Fußbodenheizung Nasssystem
Art Dämmung	Flächenheizung mit 100 % besserer Dämmung als nach DIN EN 1264 erforderlich
Art der Regelung	ungeregelt
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	keine Einzelraumregelung
intermittierende Betriebsweise	ja
Anzahl Antriebe elektronische Regelung	0
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht	1,00

Ergebnisse (Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	3.964,62	1.401,33
Verluste durch Übergabe	19.305,23	0,00

Anlagentechnik: Verteilsystem Trinkwarmwasser

Beckenwasser

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Heizkessel	1,00

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 2 - Schwimmbecken	1,00

Verteilung 1: Beckenwasser

Art der Trinkwarmwasser-Verteilung	zentral
Art der Zirkulation	mit Zirkulation
System Trinkwassererwärmer	Durchflusssystem
Laufzeit der Zirkulationspumpe [h/d]	13,0 (Standardwert)
Regelung der Zapftemperatur	keine Korrektur
Gebäudegruppe	Gruppe 4: Schwimmhalle, Turnhalle, Umkleiden, auch Umkleidegebäude von Produktionsstätten
Netztyp	Typ II: Ebenentyp
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m ²]	850,00

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	517,63 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	7,34 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Stichleitung

Rohrtyp	Stichleitung - SL
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	142,84 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	97,64 (Standardwert)
Auslegung Warmwasserpumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	217,00 (Standardwert)
Auslegungs-Temperaturpreizung im Zirkulationskreis [K]	0,0 (Standardwert)
Differenzdruck Trinkwassererwärmer [kPa]	15,00 (Standardwert)

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	26.688,10	487,89

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Duschen/ Sanitär

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Heizkessel	1,00

Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär	1,00

Verteilung 1: Duschen/ Sanitär

Art der Trinkwarmwasser-Verteilung	zentral
Art der Zirkulation	mit Zirkulation
System Trinkwassererwärmer	Speicher
Laufzeit der Zirkulationspumpe [h/d]	13,0 (Standardwert)
Regelung der Zapftemperatur	keine Korrektur
Gebäudegruppe	Gruppe 4: Schwimmhalle, Turnhalle, Umkleiden, auch Umkleidegebäude von Produktionsstätten
Netztyp	Typ I: Steigestrangtyp
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m ²]	798,00

Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	330,51 (Standardwert)
Umgebung	Standardrandbedingungen beheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	20,0

Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	242,99 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Rohrabschnitt 3: Stichleitung

Rohrtyp	Stichleitung - SL
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	136,75 (Standardwert)
Umgebung	in allen versorgten Zonen
Zonen	keine

Pumpe

elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	93,84 (Standardwert)
Auslegung Warmwasserpumpe	überdimensioniert (bei nicht bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	ungeregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	217,00 (Standardwert)
Auslegungs-Temperaturspreizung im Zirkulationskreis [K]	0,0 (Standardwert)
Differenzdruck Trinkwassererwärmer [kPa]	1,00 (Standardwert)

Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	24.490,73	468,88

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlagentechnik: Verteilsystem Kalt-/Warmluft

Luftheizung

Betriebsweise	Heizfunktion
Luftkanaloberfläche außerhalb der thermischen Hülle $A_{k,A}$ [m ²]	0,00

Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
RLT-Einheit	1,00

Übergaben

Zone	Deckungsanteil	Nutzungsgrad Übergabe Wärme	Nutzungsgrad Übergabe Kälte
Zone 1 - Schwimmhalle	1,00		1,00 (Standardwert)
Zone 3 - Umkleide/ Duschen / Sanitär	1,00		1,00 (Standardwert)
Zone 4 - Nebenräume/ Aufsicht	1,00		1,00 (Standardwert)

Ergebnisse

	Energie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung (Wärme)	0,00
Verluste durch Übergabe (Wärme)	2.028,28

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Ökologie

Jährliche Treibhausgasemissionen

Äquivalente CO₂-Emissionen nach GEG Anlage 9

Energieträger	Endenergie (Heizwert) [kWh/a]	Emissions- faktor [g/kWh]	Absolut [kg/a]	Flächen- bezogen [kg/(m ² a)]
Erdgas H	269.902	240	64.776,4	30,00
Strom	53.560	560	29.993,7	13,89
Gesamt	323.462		94.770,1	43,90

Die jährlichen Treibhausgasemissionen (äquivalente CO₂-Emissionen) nach GEG Anlage 9 betragen: **43,9 kg/(m²a).**

Anlage 3

Berechnungsdokumentation Energiebedarfsermittlung nach VDI 2089

1 Transmissionswärmeverlust Gebäude

Berechnung nach DIN EN 12831-1, Pkt. 8 - vereinfachtes Verfahren für Gebäude

Ansatz vereinfachend: Einzonenmodell

Transmissionswärmeverlust

	Außenwand-Außenluft	Außenwand Erdreich	Dach	Fußboden Erdreich	boden Auße	Fenster	Summe
Fläche Bauteile	m² 1.355	283	2.938	2.815	128	978	
Wärmedurchgangskoeffizient Bauteil	W/m²K 0	0	0	0	0	1	
pauschaler Wärmebrückenzuschlag	W/m²K 0	0	0	0	0	1	
Innenvolumen beheiztes Geb.	m³ 26.392	26.392	26.392	26.392	26.392	26.392	
Luftwechselrate	1/h 0	0	0	0	0	0	
Norminnentemperatur	°C 32	32	32	32	32	32	
Normaußenentemperatur	°C -16	-16	-16	-16	-16	-16	
Temperaturkorrektur	1	0	1	0	1	1	
Transmissionswärmeverlust Gebäude gem. Gl. 55	7.154	530	15.513	4.864	676	71.824	100.561 W

Lüftungswärmeverlust (Norm-) gem. Gl. 56 **172.287 W**

Summe Norm-Heizlast des Gebäudes (vereinfacht) **273 KW**

2 Lüftungswärmeverlust (nach VDI 2089, T. 1)

2.1 RLT-Anlage Umkleide und Nebenbereiche

2.1.1 Umkleide

	Länge	Breite	Fläche	Volumenstrom
Sammelkabinen	25,00		362,50	7.250 m³/h
Behindert incl. Gang	7,50	14,50	108,75	1.631 m³/h
Summe				8.881 m³/h

2,467013889 m³/s

Zulufttemp. 24 °C
Misch- bzw. Außenlufttemp. 5 °C
c (Korrekturfaktor Wärmekap. Luft und Dichte Luft gem. VDI 2089, T. 1 - S. 26) 1,2 kg/m³

Lüftungswärmeverlust Umkleide gem. Gl. 20 203.707 KJ/h bzw. **57 KW**

2.1.2 Nebenbereiche/ Aufsicht

	Länge	Breite	Fläche	Volumenstrom
Nebenbereiche/ Aufsicht incl. Catering	3,50	35,00	122,50	3.063 m³/h
Foyer	7,30	20,00	146,00	2.190 m³/h
Gang vom Haupteingang	71,00	1,50	106,50	1.598 m³/h
Verbindungsgang Hallen	8,00	3,00	24,00	360 m³/h
Räume li und re neben Duschen (2 Stck.)	3,50	4,75	33,25	831 m³/h
Summe				8.041 m³/h

Ansatz Einzelkabinen
Ansatz Einzelkabinen
Ansatz Einzelkabinen

Zulufttemp. 20 °C
Misch- bzw. Außenlufttemp. 5 °C
c (Korrekturfaktor Wärmekap. Luft und Dichte Luft gem. VDI 2089, T. 1 - S. 26) 1,2072

Lüftungswärmeverlust Nebenbereiche/ Aufsicht gem. Gl. 20 145.611 KJ/h bzw. **40 KW**

2.1.3 WC / Duschen

	Länge	Breite	Fläche	Volumen	Volumenstrom
WC links neben Umkleiden	6,00	14,50	3,40	295,80	4.437 m³/h
Duschen (2 Stck.)	7,50	4,75	3,40	242,25	7.268 m³/h
WC incl. Gänge zum Bad	10,00	4,75	3,40	161,50	2.423 m³/h
Summe					14.127 m³/h

15 m³/h je Raumvolumen
30 m³/h je Raumluftvolumen
15 m³/h je Raumvolumen

Zulufttemp. Duschen 30 °C
Zulufttemp. WC 24 °C
Misch- bzw. Außenlufttemp. 5 °C
c (Korrekturfaktor Wärmekap. Luft und Dichte Luft gem. DIN S. 26) 1,2072

Lüftungswärmeverlust WC gem. Gl. 20 157.335 KJ/h bzw. **44 KW**
Lüftungswärmeverlust Duschen gem. Gl. 20 219.333 KJ/h bzw. **61 KW**
Summe **105 KW**

Summe 2.1 **202 KW**

2.2 Schwimmhalle

vereinfachend Berchnung wie 2.1

	Volumen Schwimmhalle	Zulufttemp. Schwimmhalle	Misch- bzw. Außenlufttemp.	c (Korrekturfaktor Wärmekap. Luft und Dichte Luft gem. DIN S. 26)
	17.425 m³	36 °C	5 °C	1,2072

6 K höher gem. DIN

Lüftungswärmeverlust Schwimmhalle gem. Gl. 20 652.099 KJ/h bzw. **181 KW**

Summe Lüftungswärmeverlust RLT (nach VDI 2089, Teil 1) **383 KW**

3 Heizlast Beckenwasser

3.1 Verdunstungswärmeverlust Beckenwasser

	verdampfter Wassermassenstrom	Verdampfungswärme bei Beckenwassertemp.
	0,5 kg/s	30 KJ/kg

Verdunstungswärmeverlust Beckenwasser gem. Gl. 22 **15 KW**

3.2 Wärmeverlust Füll- und Ergänzungswasser

	Nennbelastung (Gl. 24)	Füllwasserzusatz	cpw (Wärmekap. Wasser)	Beckenwassertemp.	Füllwassertemp.	Beckenwasserfläche	Personenfrequenz
	65 Personen pro Stunde bei 13 Std. Öffnungszeit	300 >= 30 kg/Person	4,168 kJ/kgK	26 °C	10 °C	850 m²	10 pro Stunde

4,5 m² je Person Schwimmerbecken
2,7 m² je Person Nichtschwimmerbecken

Wärmeverlust Füll- und Beckenwasser gem. Gl. 23 **1.308.111 KJ/h** bzw. **363 KW**
Besucher pro Tag pro Std. bei 13 Std. 850 (Auskunft Herr Adler) 65,4

3.3 Heizlast Neubefüllung Becken

	Wasservolumenstrom (Beckenwasser/ 48 Std.)	Beckenwasservolumen	Volumenstrom (bei Füllzeit von 48 Stunden)
	1700 m³	35,42 m³/h	0,0098 m³/s bzw. l/s

cpw (Wärmekap. Wasser) 4,168 kJ/kgK
Beckenwassertemp. 26 °C
Füllwassertemp. 10 °C

Heizlast bei Neubefüllung des Becken gem. Gl. 25 **656 KJ/s bzw. KW** wird in Zusammenfassung nicht berücksichtigt

4 Duschwasser

	Anzahl Duschen gem. VDI 2089, Teil 1 - Tabelle 7 bis 450 m²	je weitere 150 m² d.h.	Differenz Wasserfläche	daraus resultiered Anzahl der Duschen nach VDI 2089, Teil 1
	20 Stck.	+10 Stck.	400 m²	43 Stck.

32 Duschen in Variantenuntersuchung

Gleichzeitigkeitsfaktor f. Benutzung Duschen 0,6 gem. VDI 2089, Teil 1 - 0,6 - 0,8
Ladespeicherfaktor 0,7 gem. VDI 2089, Teil 1; <=1

	Duschwasserverbrauch	Warmwassertemp. Duschen	Kaltwassertemp.	spez. Wärmekap. Wasser
	0,15 (0,15 - 0,20) kg/s gem. VDI 2089, Teil 1	42 °C	10 °C	4,168 KJ/kgK

0,15 (0,15 - 0,20) kg/s gem. VDI 2089, Teil 1
42 °C
10 °C
4,168 KJ/kgK

359 KJ/s bzw. KW

269 KJ/s bzw. KW

Anlage 4

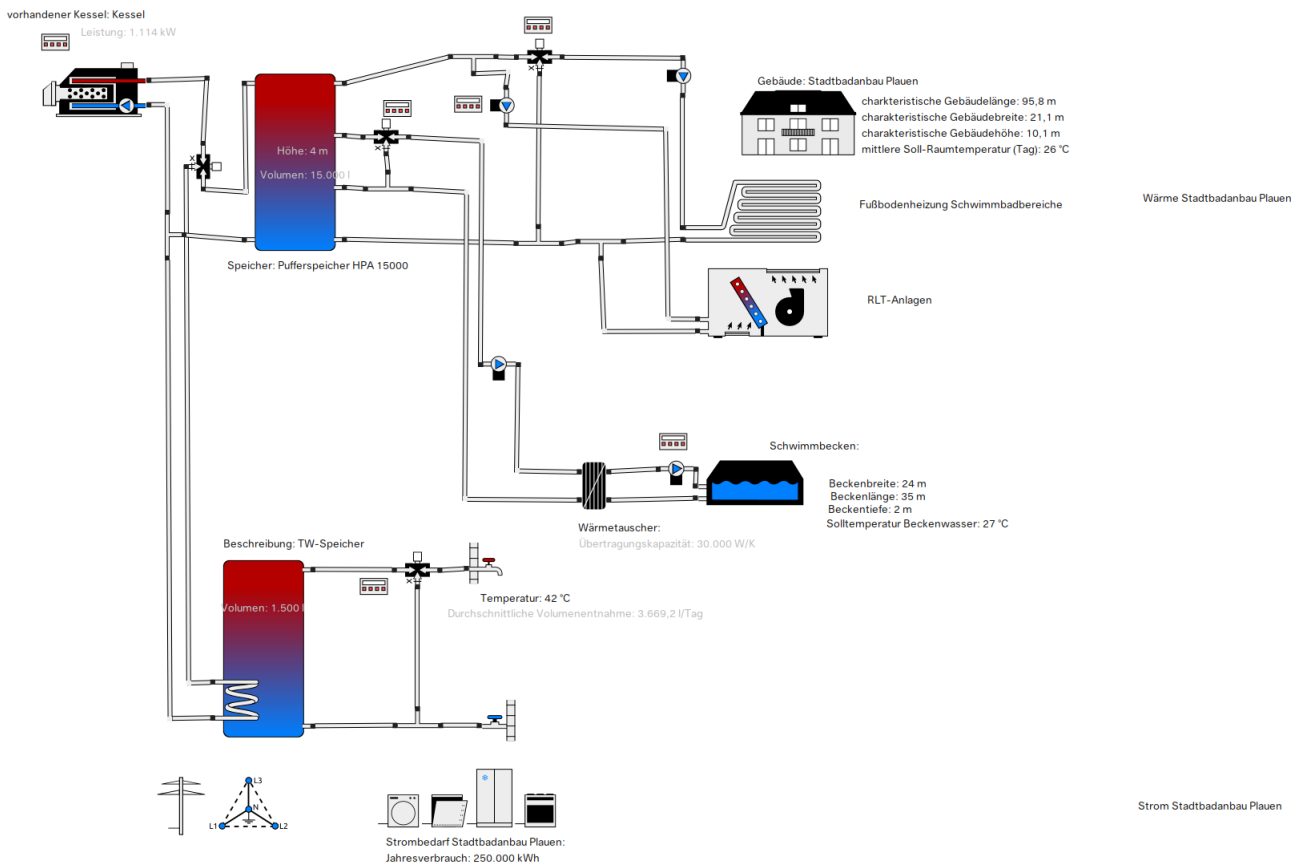
Variantendarstellungen und -simulationsergebnisse, Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Anlage 4.1

Variante 0 – Ausgangsvariante Gasbrennwertkessel

Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V0: Ausgangsvariante Gas-Kessel



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

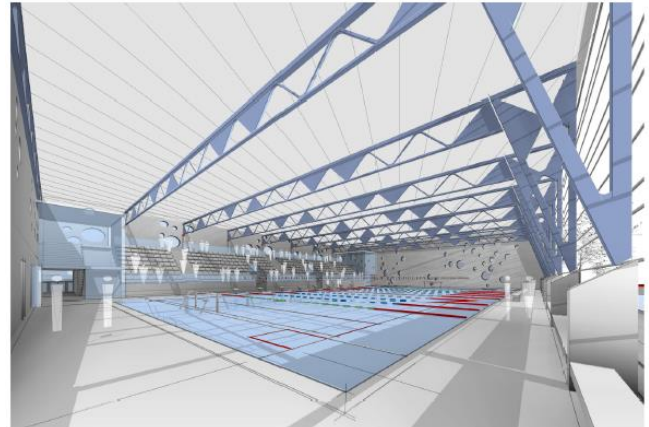
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

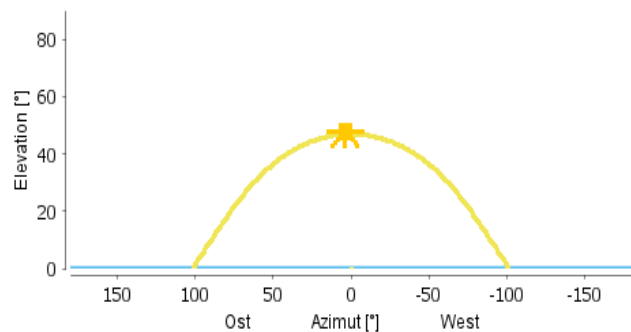
Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	903 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	250 MWh
Gesamter Gasverbrauch [Egas]	653 MWh
Nutzenergie [Quse]	600 MWh
Systemeffizienz $[(Quse+Einv) / (Eaux+Epar)]$	0,92
Anlagenaufwandszahl	1,2
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

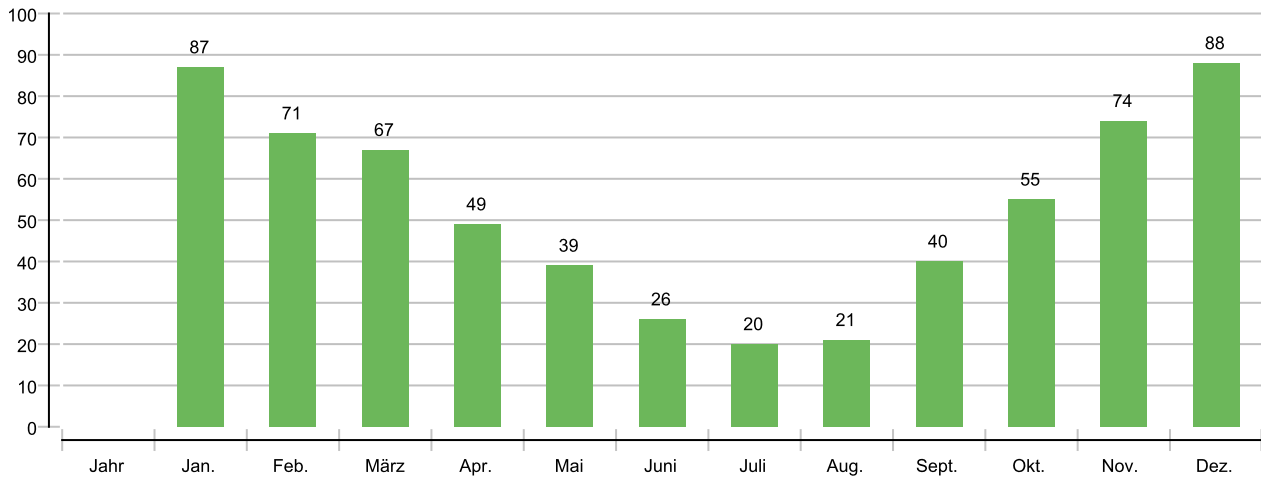
Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Elektrische Verbraucher		Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	250	
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250	
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	kWh	217	
Kessel		Logano plus SB745-1200 M&S	
Leistung	kW	1.114	
Gesamtnutzungsgrad	%	97,5	
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	637	
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	653	
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	m ³ (gas)	62.190	
Abgasverluste [Qex]	kWh	16.325	
Gebäude		Stadtbadanbau Plauen	
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²	2.021,5	
Soll-Raumtemperatur	°C	25	
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh	294	
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²	145	
Solarertrag durch Fenster	MWh	641	
Gesamter Energieverlust	MWh	1.533	
Heiz-/Kühlelement 1		Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W	1.000	
Soll-Vorlauftemperatur	°C	40	
Soll-Rücklauftemperatur	°C	35	
Nettoenergie von/zum den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	371	
Lüfter 2		Stadtbad	
Nennheizleistung	W	383.000	
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C	90	
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C	70	
Nettoenergie von/zum den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	170	
Schwimmbad		Hallenbad	
Schwimmbad-Typ		Hallenbad	
Länge	m	35	
Breite	m	24	
Durchschnittliche Tiefe	m	2	
Solltemperatur	°C	27	
Warmwasserbedarf		Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d	3.669	
Solltemperatur	°C	42	
Energiebedarf [Qdem]	kWh	52.081	

Externer Wärmetauscher	riesig	
Übertragungskapazität	W/K	30.000
Pumpe Pumpe FB-Heizung	Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar	33,109
Durchsatz	l/h	53.680
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	23,3
Pumpe Pumpe RLT	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	26,718
Durchsatz	l/h	15.476
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	194
Speicher Pufferspeicher	Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l	15.000
Höhe	m	4
Material		Stahl
Wärmedämmung		Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm	160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	890
Anschlussverluste	kWh	75,1
Speicher TW-Speicher	CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l	1.500
Höhe	m	2,09
Material		Edelstahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	403
Anschlussverluste	kWh	104

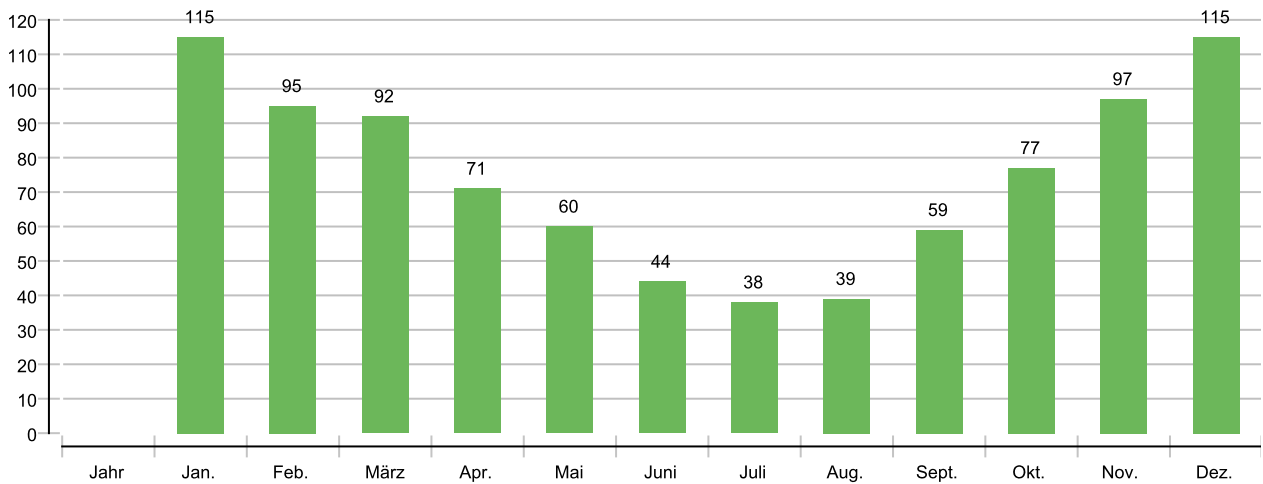
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



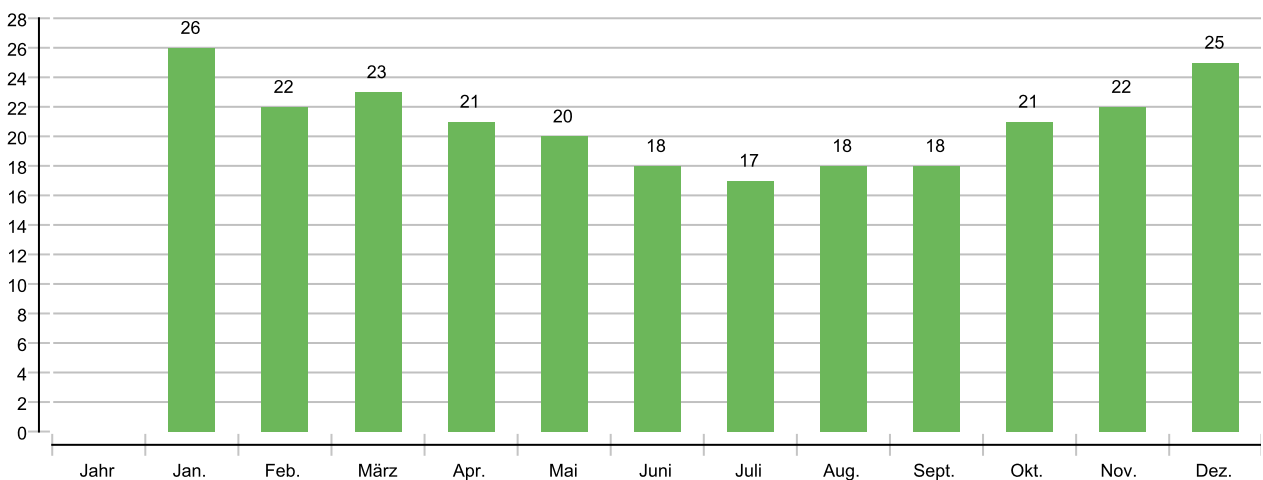
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



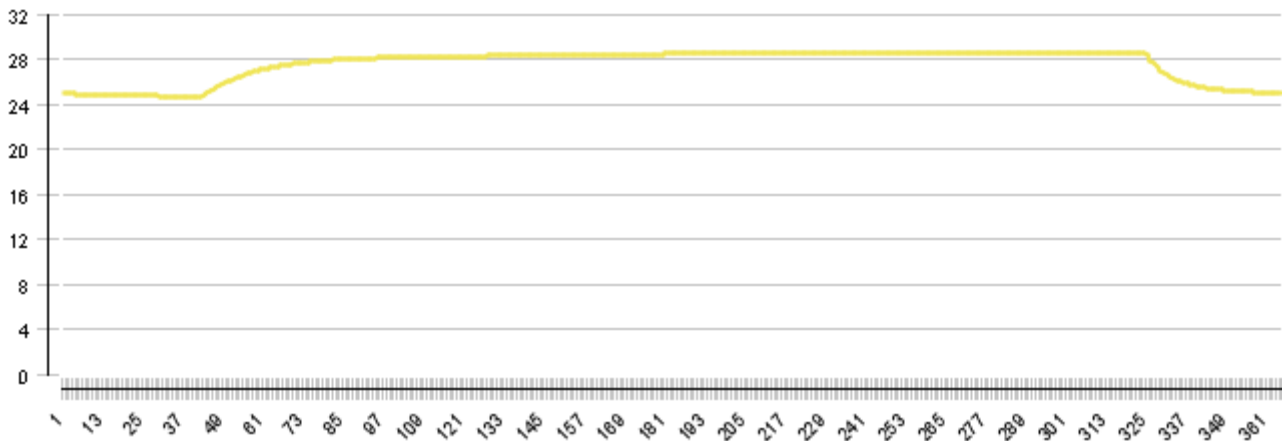
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh

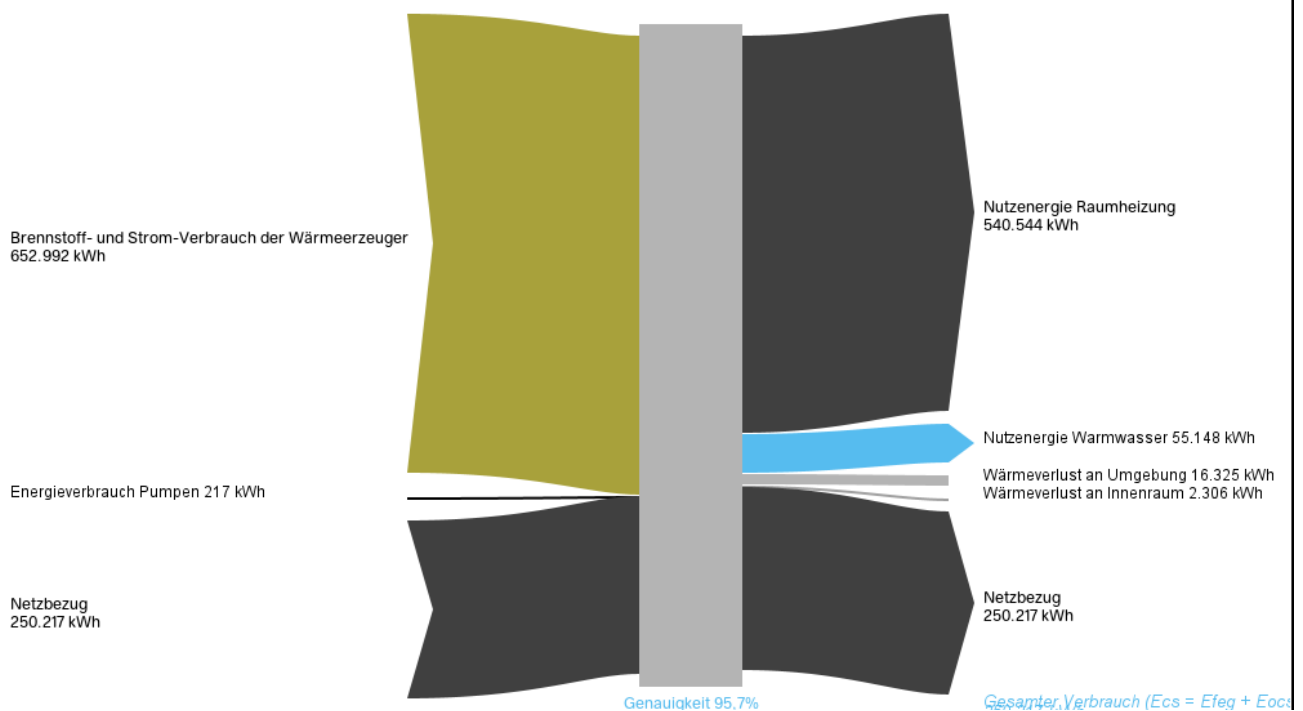


	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]													
MWh	637	87	71	67	49	39	26	20	21	40	55	74	88
Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]													
MWh	653	89	73	69	50	40	27	21	22	41	56	76	91
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]													
MWh	903	115	95	92	71	60	44	38	39	59	77	97	115
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]													
kWh	217,3	28,8	24,5	22,5	16,8	13,2	8,6	6,4	6,9	13,6	20,1	26,6	29,3
Nutzenergie [Quse]													
MWh	600	81	66	63	46	37	25	20	21	38	52	69	82
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	2306	201	179	194	187	194	179	187	192	192	200	196	203
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]													
MWh	250	26	22	23	21	20	18	17	18	18	21	22	25

Schwimmbad Temperatur [°C] - Tagesmittelwert

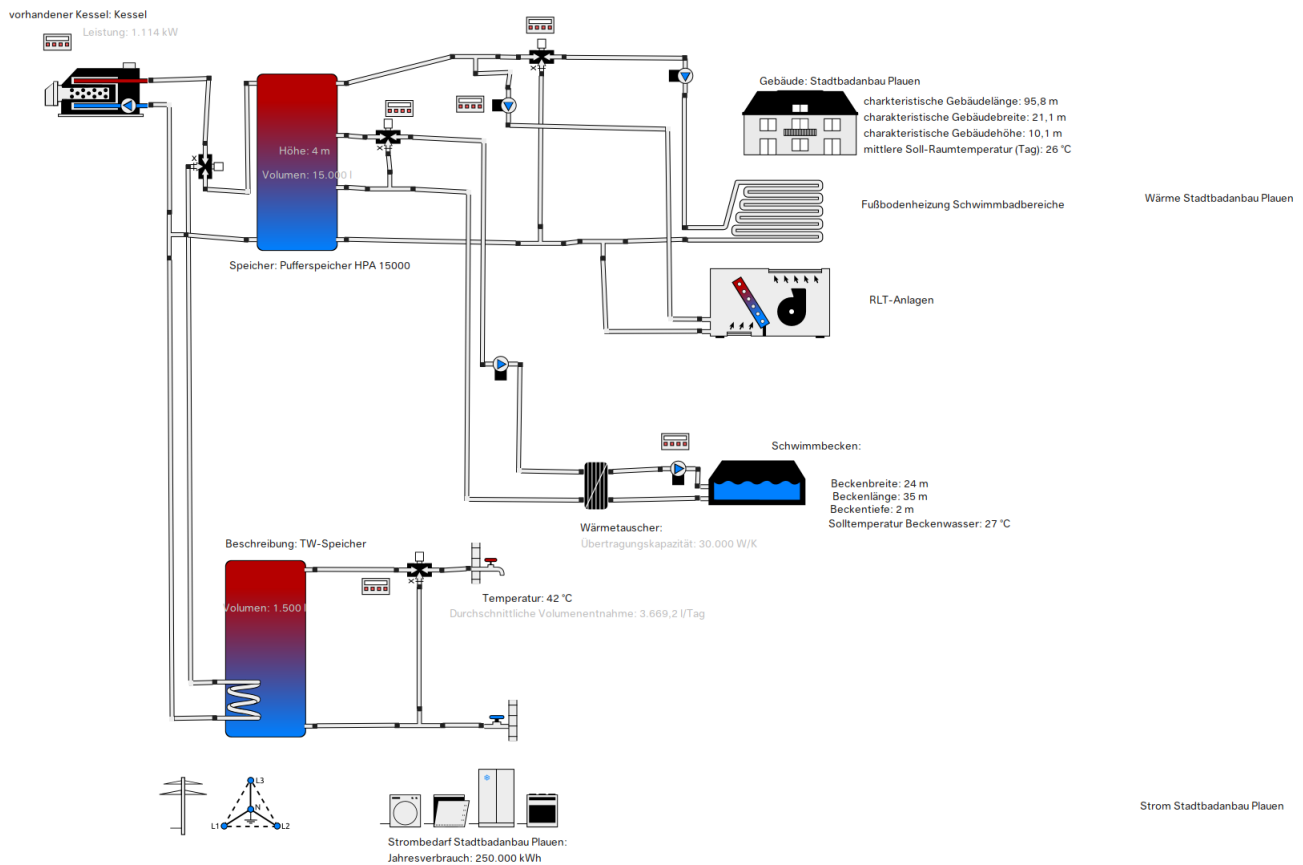


Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V0: Ausgangsvariante Gas-Kessel



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

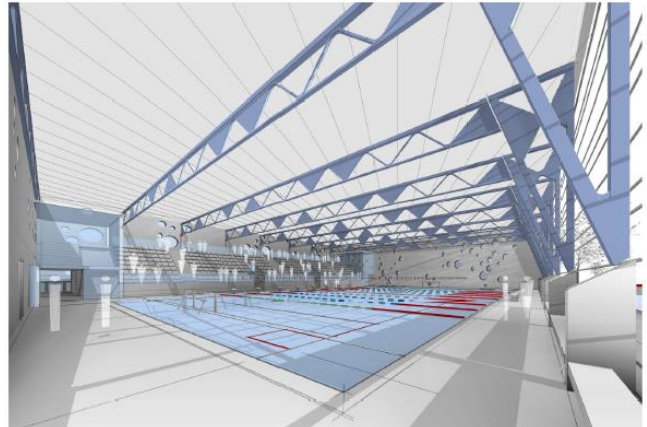
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	903 MWh
Nutzenergie [Quse]	600 MWh
Systemeffizienz $[(Q_{use} + E_{inv}) / (E_{aux} + E_{par})]$	0,92
Anlagenaufwandszahl	1,2
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Erdgas SW PL		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Energiepreise		
Erdgas SW PL		0,47 EUR/m ³ Gas
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

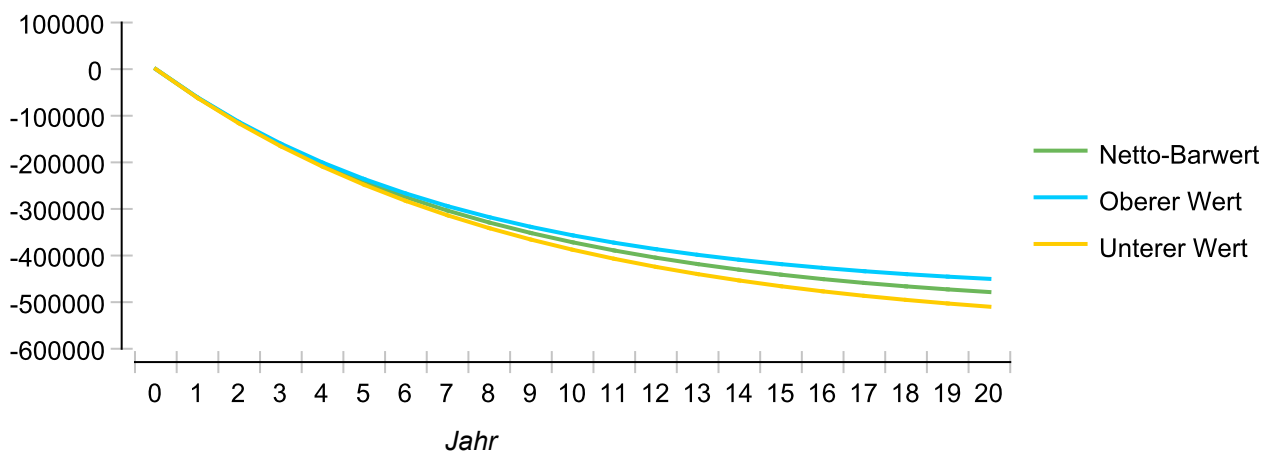
Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		1000,00 EUR/a

Netto-Barwert

Netto-Barwert		-478327,09 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-450031,98 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-509785,61 EUR

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]

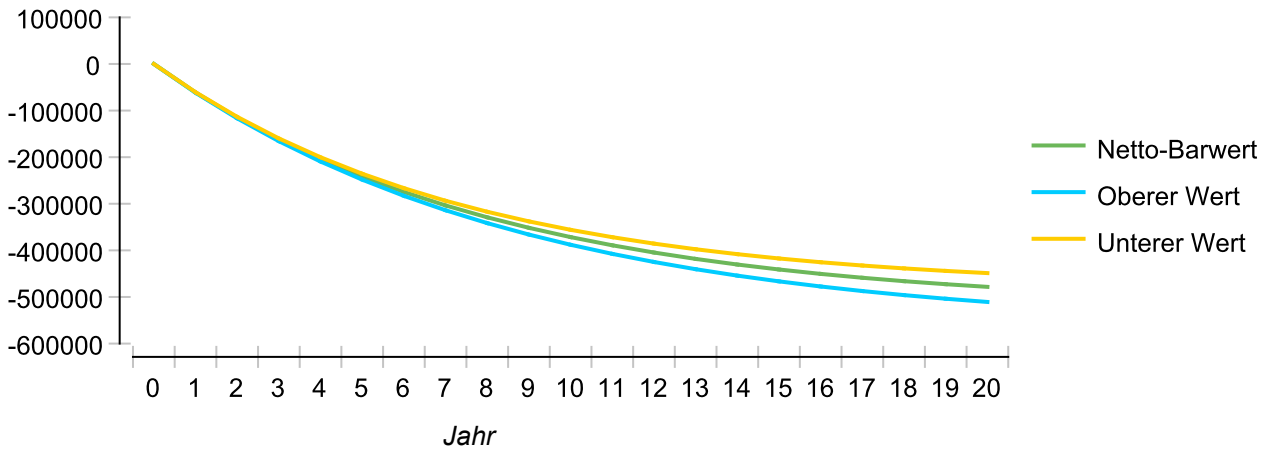


NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung		
Oberer Wert	1,00%	-510713,75 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-448779,96 EUR

Netto-Barwert

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



Amortisationszeit

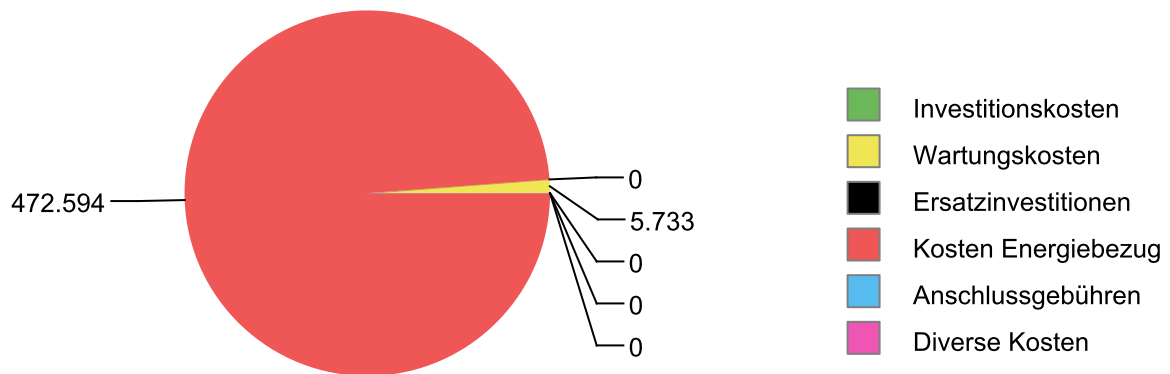
Amortisationszeit

nicht amortisiert

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn	-1909173,82 EUR
Energiegestehungskosten	0,08 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf	0,00 EUR
Kosten Brennstoffe & FW	368800,48 EUR
Kosten Elektrizität	492462,47 EUR

Energiegestehungskosten [EUR]



Annuität

Annuität	-48718,67 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

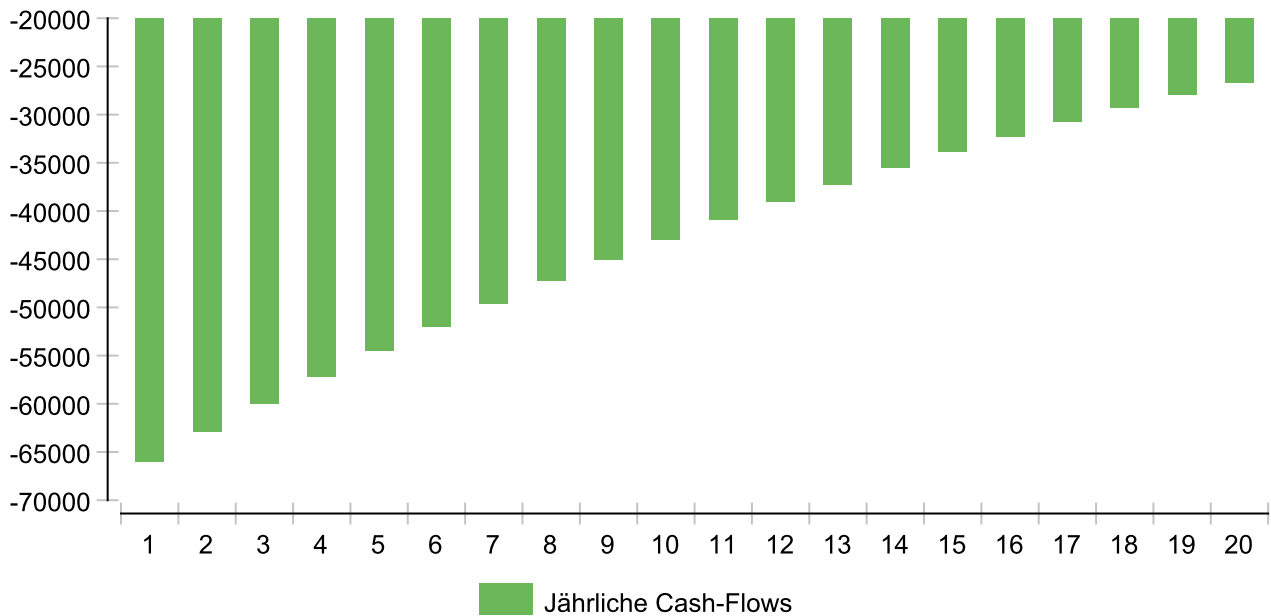
Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate		0,00
Ersatzinvestitionen		0,00 EUR

Jährliche Cash-Flows

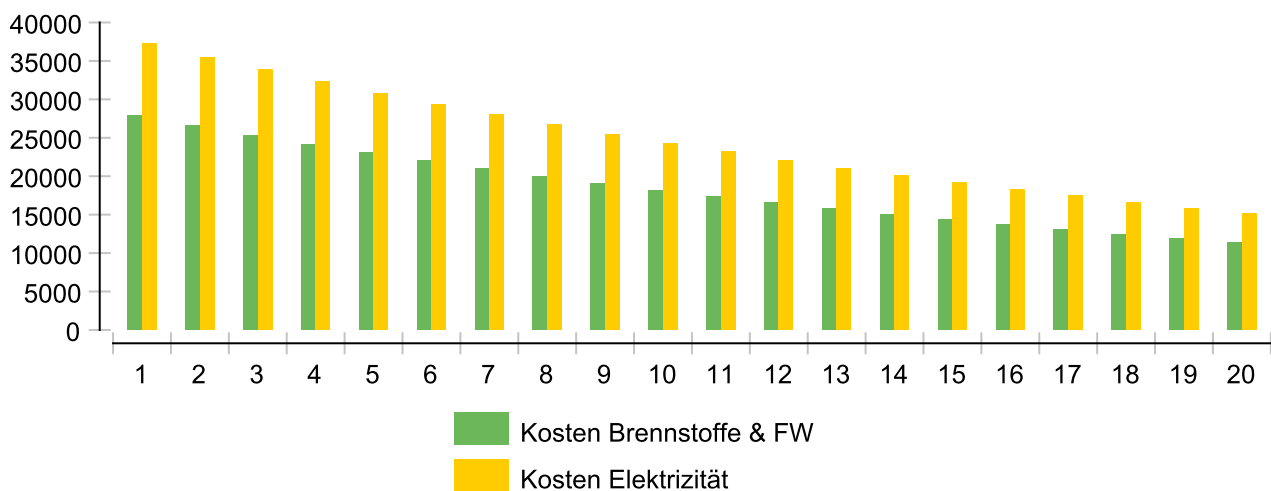
Jährliche Cash-Flows		0,00 EUR
----------------------	--	----------

Jährliche Cash-Flows [EUR]



Erlös Energieverkauf		0,00 EUR
Kosten Brennstoffe & FW		368800,48 EUR
Kosten Elektrizität		492462,47 EUR

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		0,00 EUR
---------------------	--	----------

Glossar

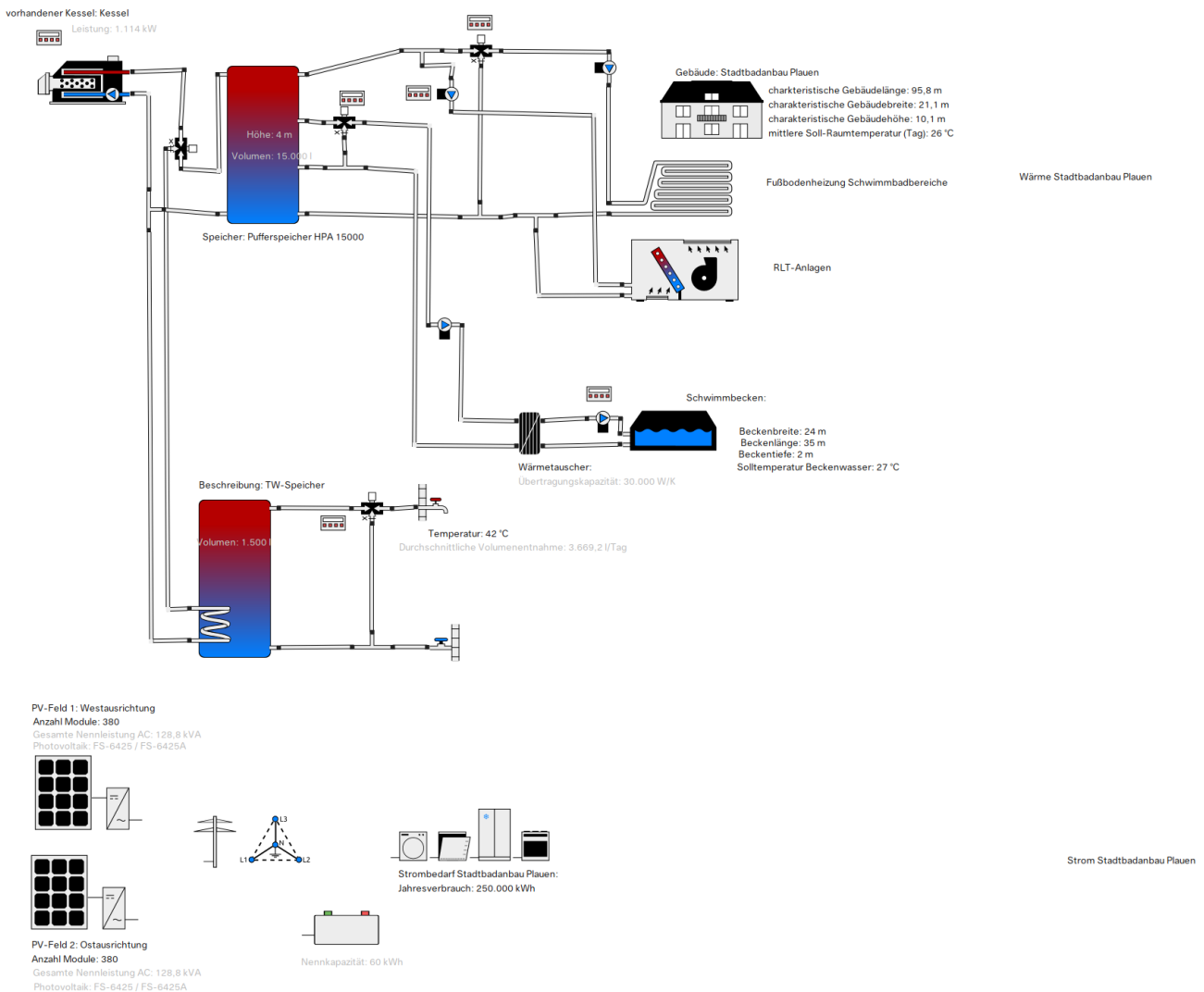
Netto-Barwert	Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).
Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 4.2

Variante 1a: Gasbrennwertkessel + PV-Anlage

Varianteuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V1a: Gas-Kessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

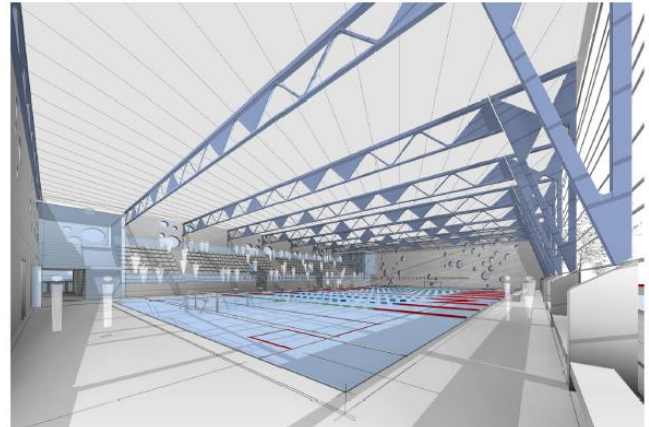
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	602 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	250 MWh
Gesamter Gasverbrauch [Egas]	658 MWh
Nutzenergie [Quse]	604 MWh
Systemeffizienz $[(Q_{use} + E_{inv}) / (E_{aux} + E_{par})]$	0,92
Anlagenaufwandszahl	1,2
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

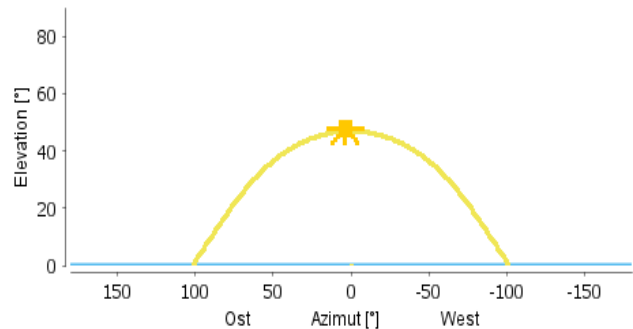
Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	250 MWh
Eigenverbrauch	122 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	39,8 %
Autarkiegrad	46,7 %

Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	0,02
Lebensdauer in Jahren	a	20
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	kWh	217
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	122
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	39,8
Autarkiegrad [Raut]	%	46,7
Kessel	Logano plus SB745-1200 M&S	
Leistung	kW	1.114
Gesamtnutzungsgrad	%	97,5
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	642
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	658
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	m ³ (gas)	62.675
Abgasverluste [Qex]	kWh	16.452

Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-90
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		7
Auslegung 1: A Module pro Strang		2
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	12,6

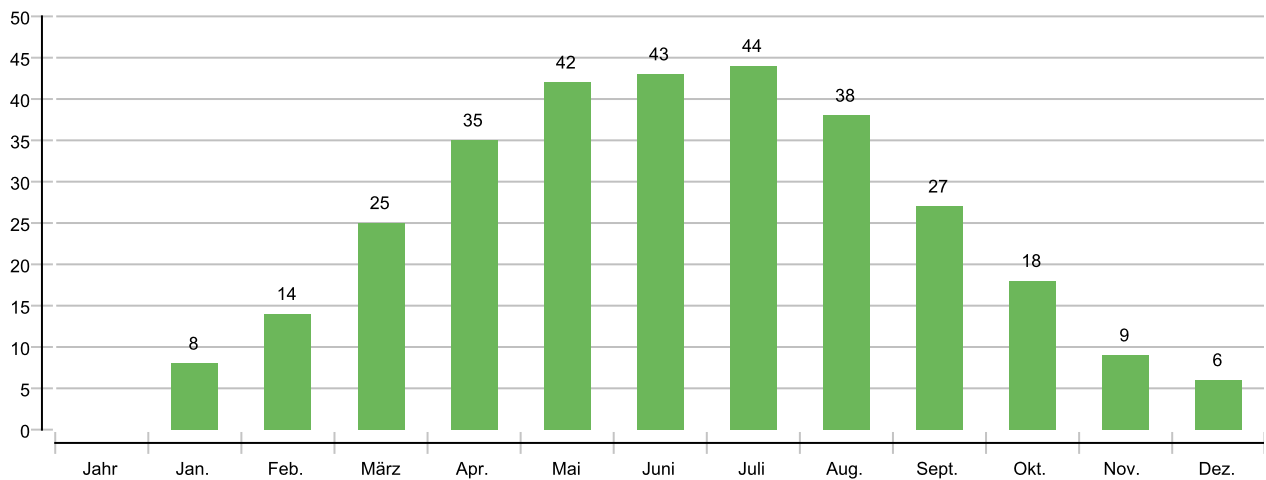
Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
Gebäude		Stadtbadanbau Plauen
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²	2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C	25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh	296
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²	146
Solarertrag durch Fenster	MWh	641
Gesamter Energieverlust	MWh	1.537

Heiz-/Kühlelement 1		Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W		1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C		40
Soll-Rücklauftemperatur	°C		35
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		373
Lüfter 2		Stadtbad	
Nennheizleistung	W		383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C		90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C		70
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		172
Schwimmbad		Hallenbad	
Schwimmbad-Typ			Hallenbad
Länge	m		35
Breite	m		24
Durchschnittliche Tiefe	m		2
Solltemperatur	°C		27
Warmwasserbedarf		Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d		3.669
Solltemperatur	°C		42
Energiebedarf [Qdem]	kWh		52.081
Externer Wärmetauscher		riesig	
Übertragungskapazität	W/K		30.000
Pumpe Pumpe FB-Heizung		Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar		33,063
Durchsatz	l/h		53.634
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		23,3
Pumpe Pumpe RLT		Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar		26,684
Durchsatz	l/h		15.463
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		194
Speicher Pufferspeicher		Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l		15.000
Höhe	m		4
Material			Stahl
Wärmedämmung			Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm		160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh		899
Anschlussverluste	kWh		76,3

Speicher TW-Speicher	CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l	1.500
Höhe	m	2,09
Material		Edelstahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	351
Anschlussverluste	kWh	89,3

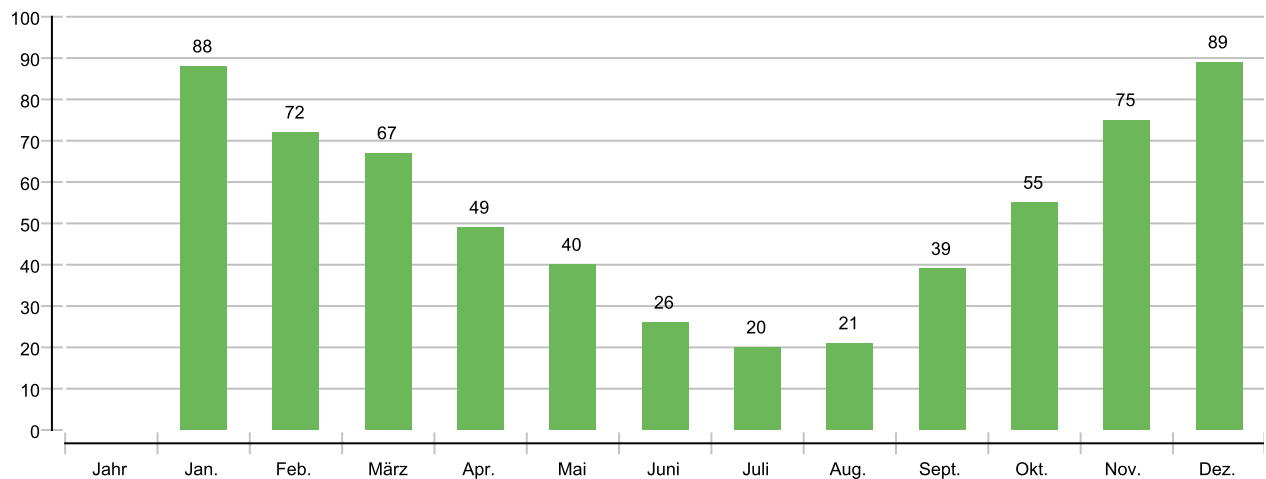
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



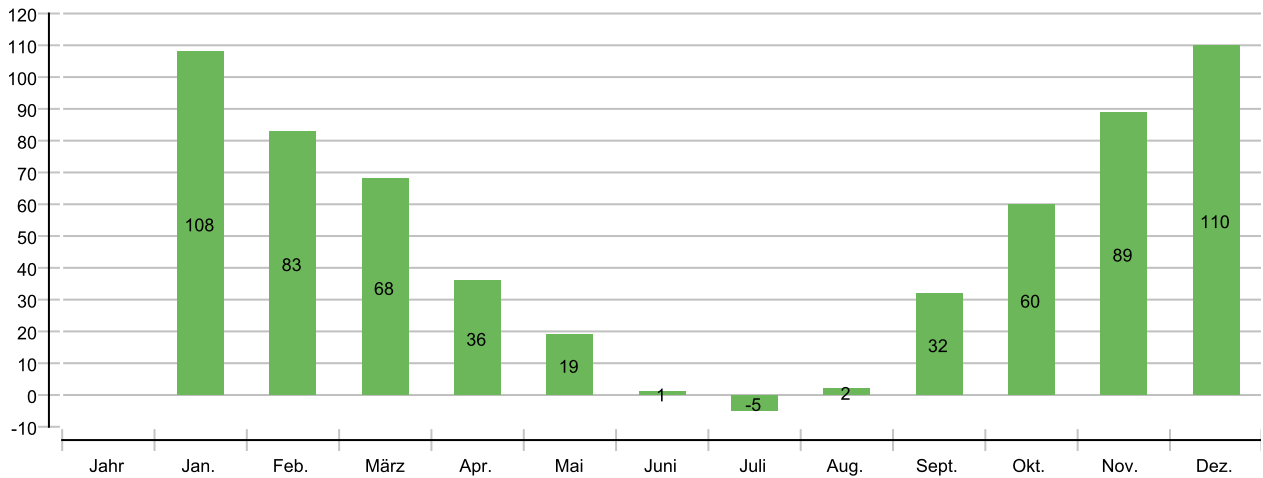
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



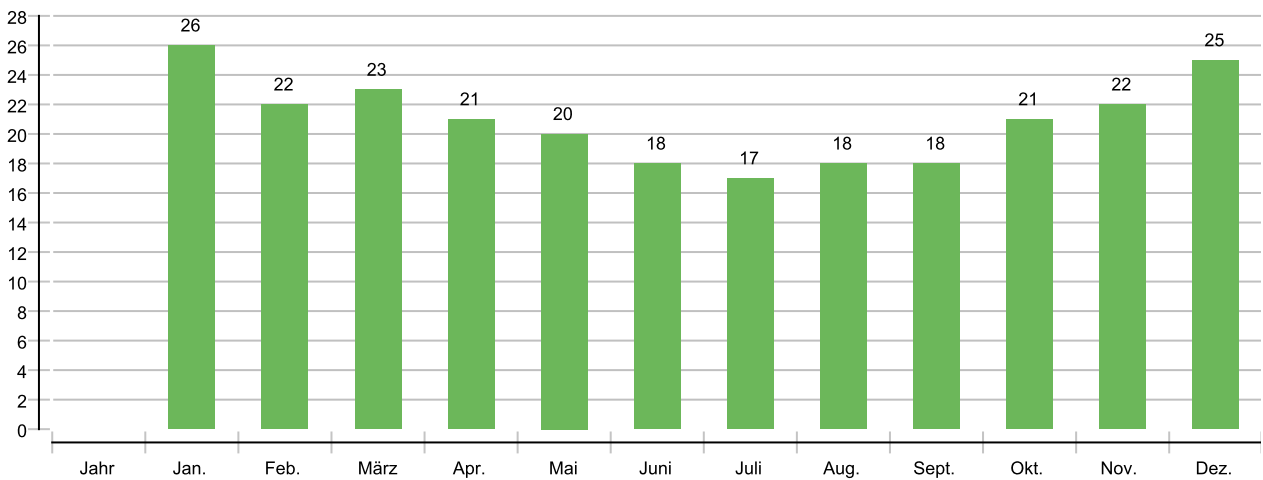
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



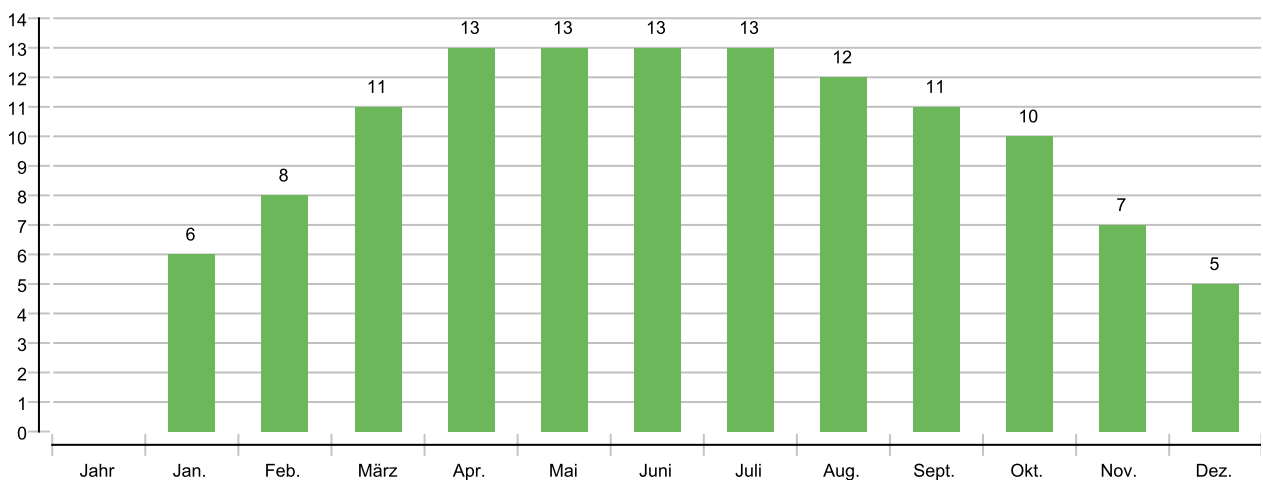
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



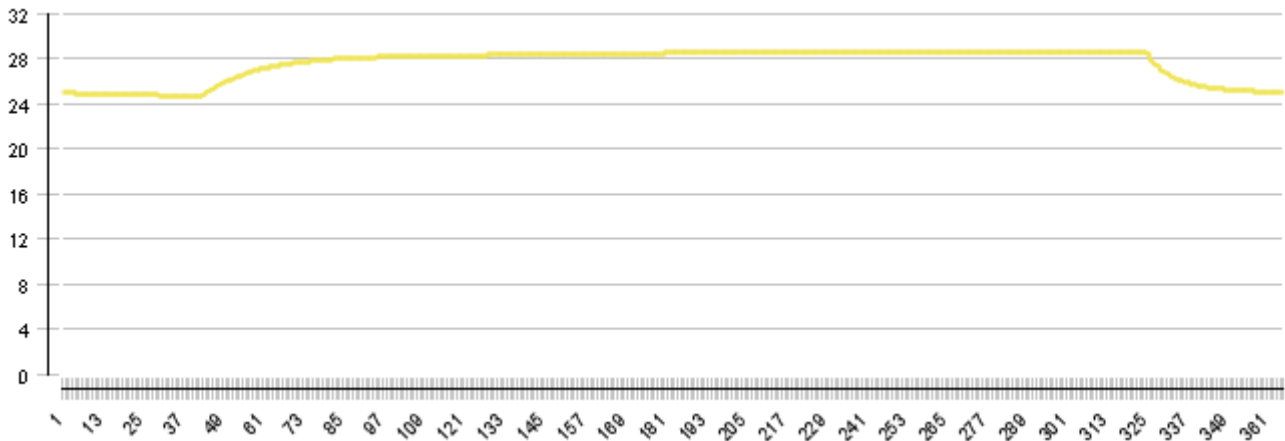
Eigenverbrauch [Eocs]

MWh

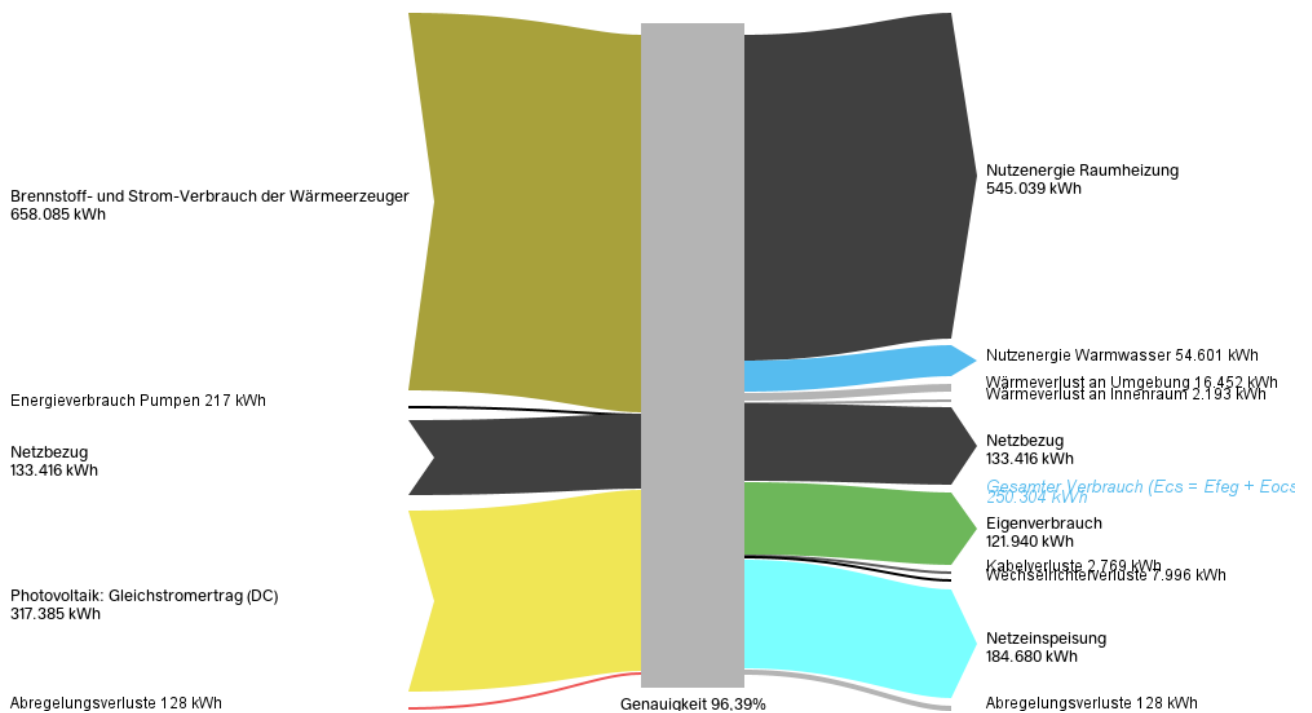


	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]													
MWh	642	88	72	67	49	40	26	20	21	39	55	75	89
Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]													
MWh	658	90	74	69	50	41	27	21	21	40	56	77	91
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]													
MWh	602	108	83	68	36	19	1	-5	2	32	60	89	110
Ertrag Photovoltaik DC [Qpvf]													
MWh	317	8	14	25	36	43	45	45	39	28	18	9	6
Einstrahlung in Modulebene [Esol PV]													
MWh	2150	56	93	168	240	290	305	310	267	190	123	64	43
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]													
MWh	307	8	14	25	35	42	43	44	38	27	18	9	6
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]													
kWh	217,2	28,6	24,5	22,6	16,9	13,2	8,7	6,4	7	13,5	20,1	26,7	29
Nutzenergie [Quse]													
MWh	604	82	67	63	46	38	25	20	21	38	52	70	83
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	2193	190	170	184	174	183	176	175	189	184	190	185	192
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]													
MWh	250	26	22	23	21	20	18	17	18	18	21	22	25
Eigenverbrauch [Eocs]													
MWh	122	6	8	11	13	13	13	13	12	11	10	7	5

Schwimmbad Temperatur [°C] - Tagesmittelwert

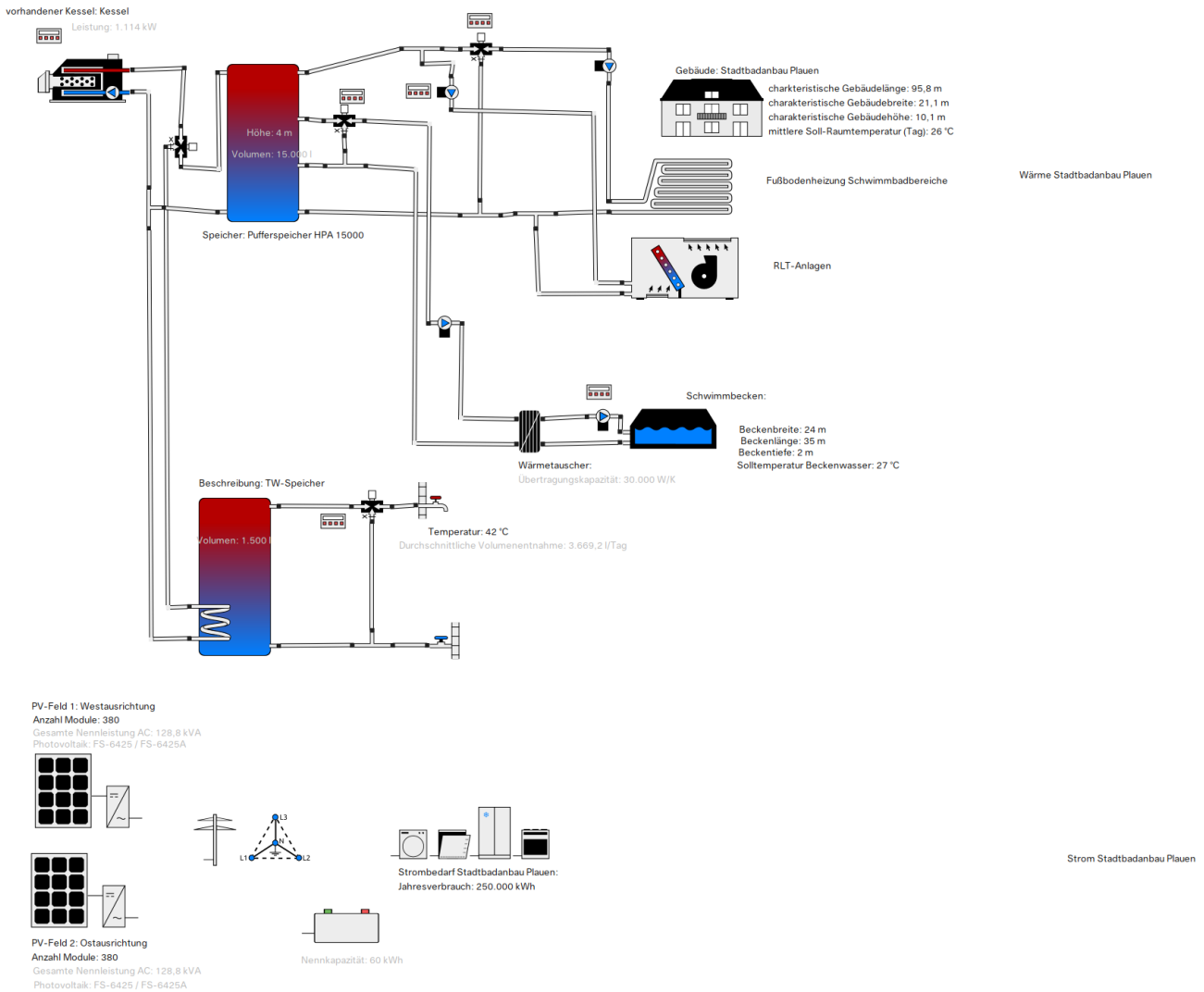


Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



Varianteuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V1a: Gas-Kessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

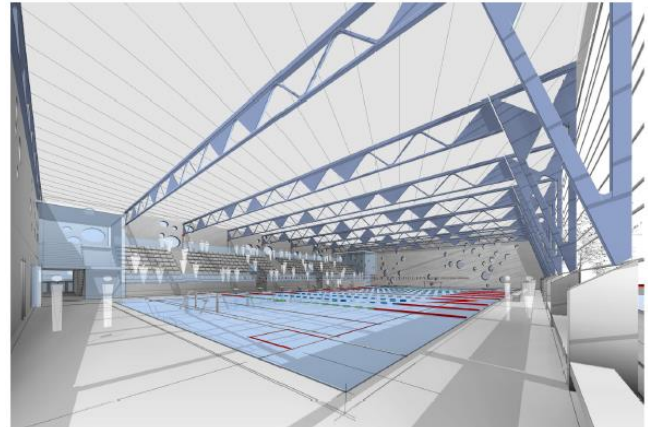
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	602 MWh
Nutzenergie [Quse]	604 MWh
Systemeffizienz $[(Q_{use} + E_{inv}) / (E_{aux} + E_{par})]$	0,92
Anlagenaufwandszahl	1,2
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

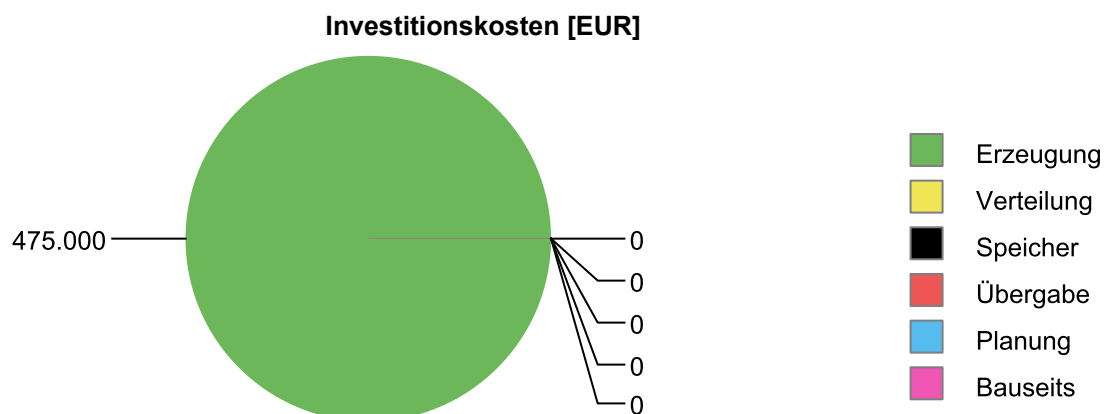
Jahresverbrauch	250 MWh
Eigenverbrauch	122 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	39,8 %
Autarkiegrad	46,7 %

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Erdgas SW PL		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Erdgas SW PL		0,47 EUR/m ³ Gas
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	475000,00 EUR
Total		475000,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		2000,00 EUR/a

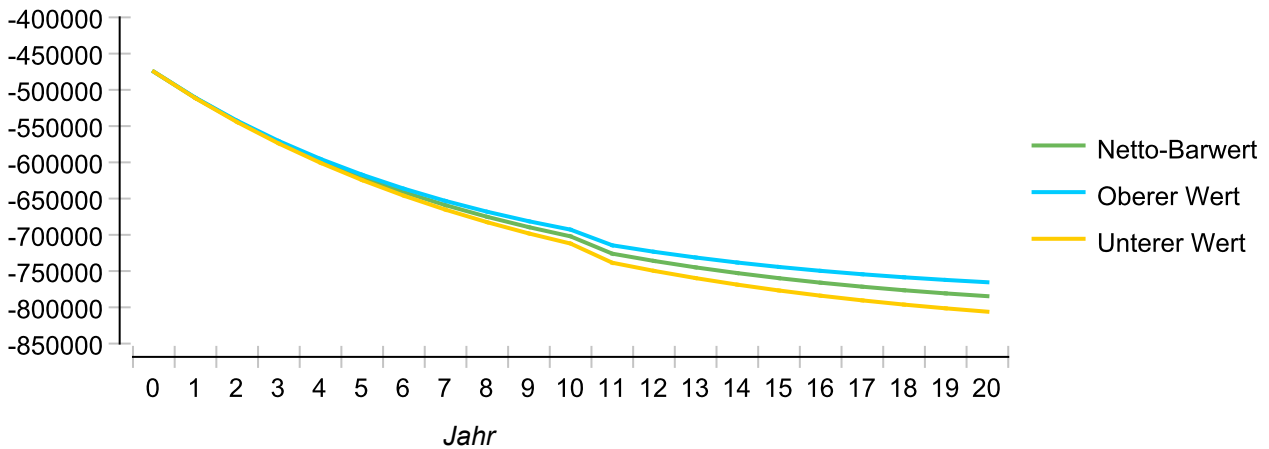
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-784630,34 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-765394,11 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-806056,63 EUR

Netto-Barwert

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz

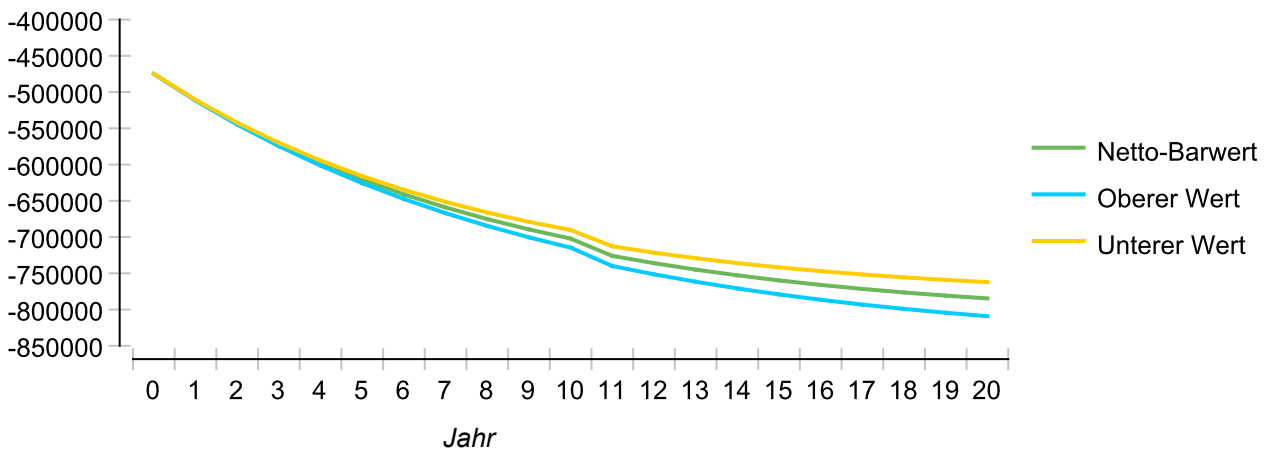
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung

Oberer Wert	1,00%	-809200,56 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-762214,36 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



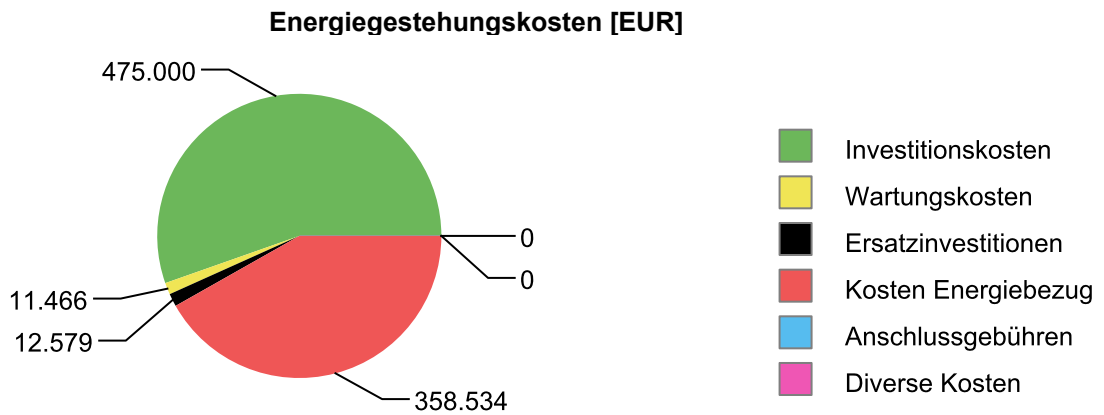
Amortisationszeit

Amortisationszeit	nicht amortisiert
-------------------	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn	-1767707,04 EUR
Energiegestehungskosten	0,10 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf	123700,97 EUR
Kosten Brennstoffe & FW	371676,97 EUR
Kosten Elektrizität	281721,94 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-79916,33 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

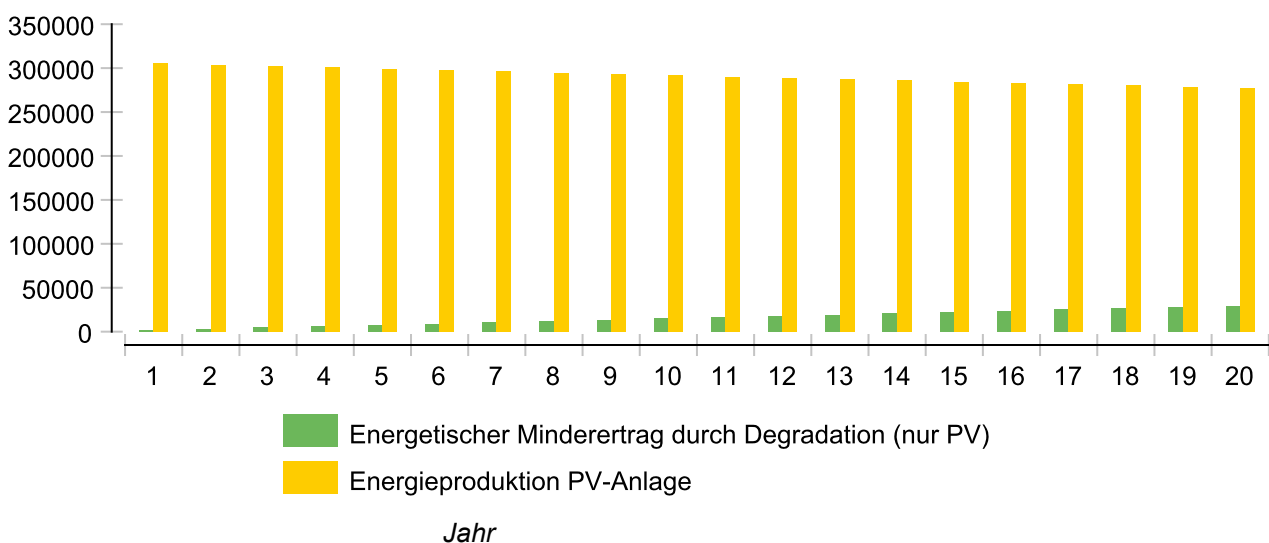
Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,12
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

Degradation PV

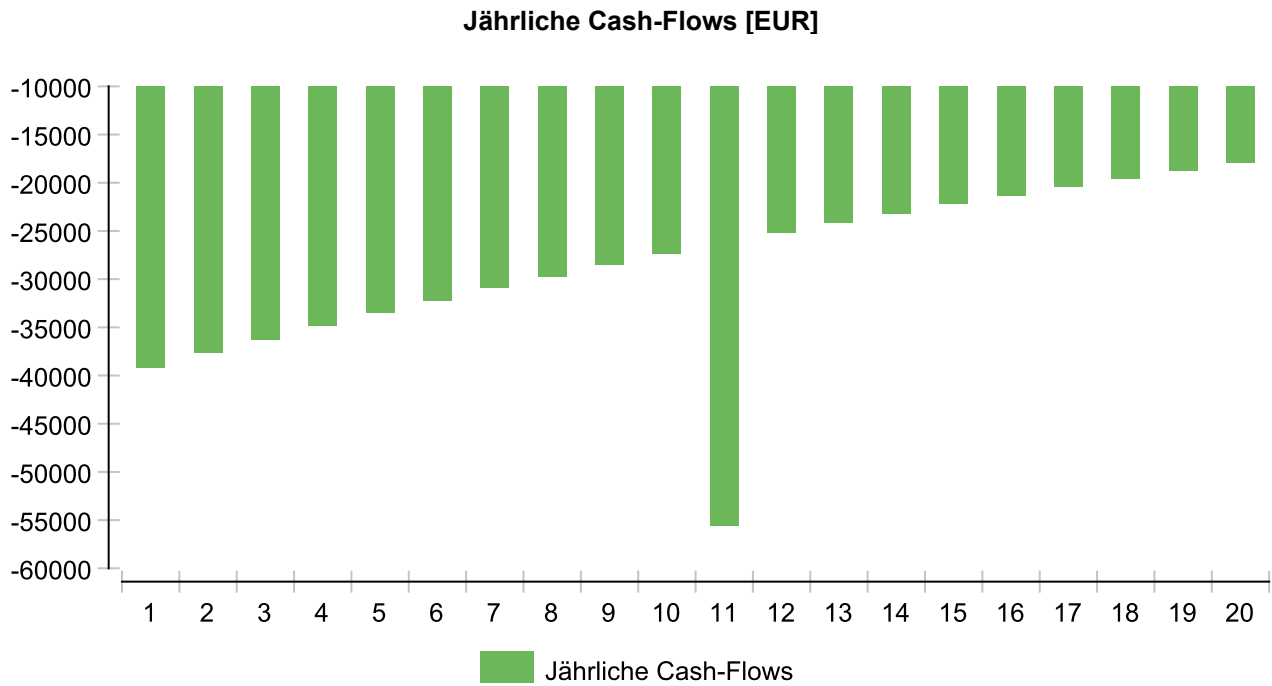
Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	311981,27 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	8363,44 EUR

Energieproduktion PV-Anlage [kWh]

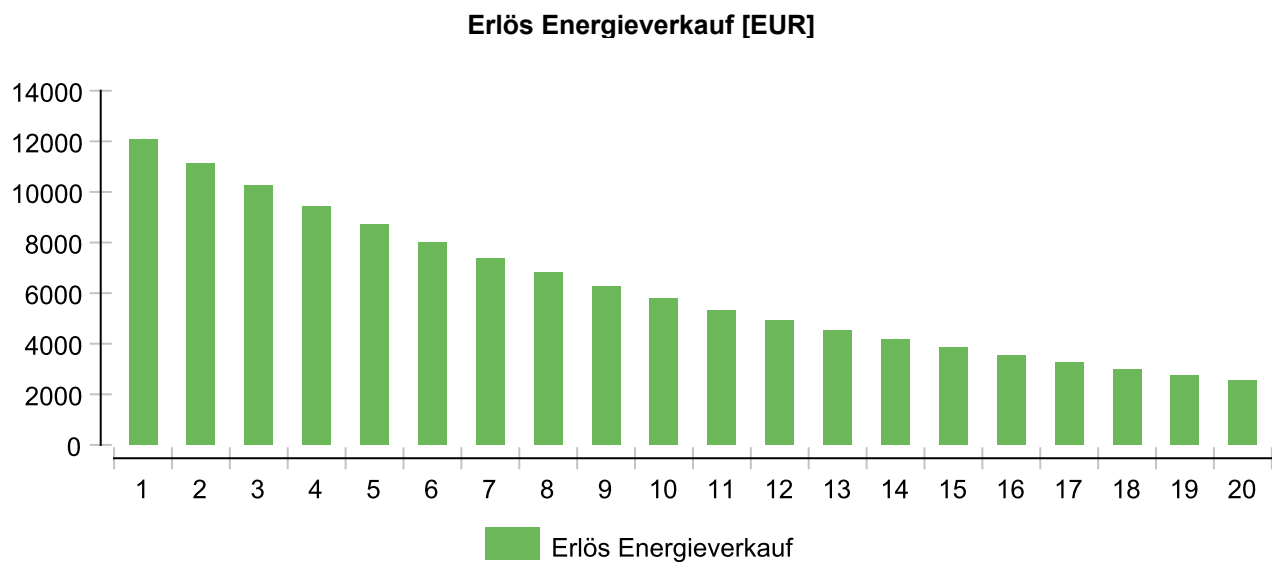


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 123700,97 EUR

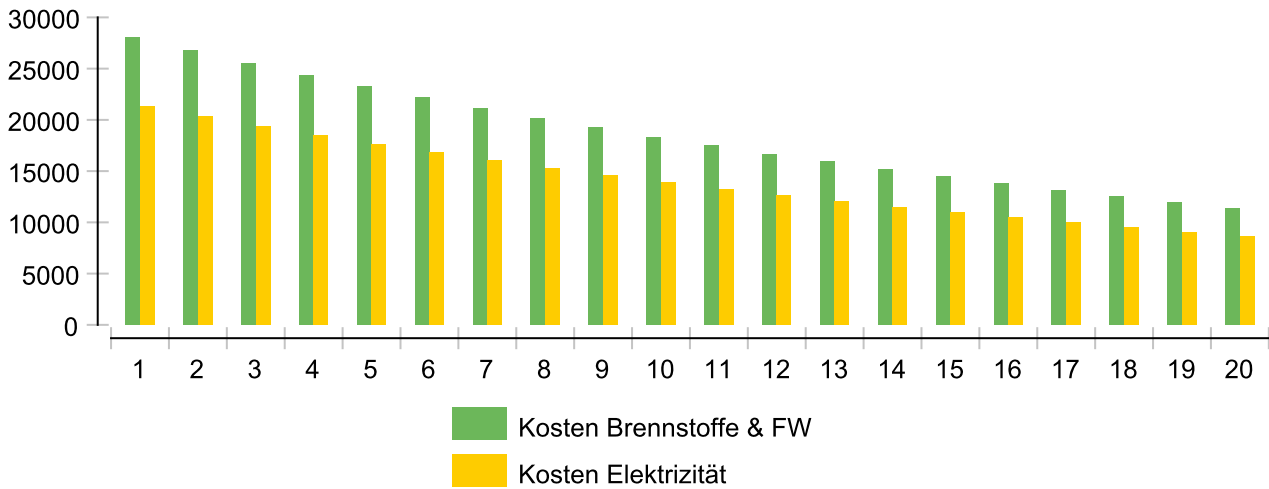


Kosten Brennstoffe & FW 371676,97 EUR

Jährliche Cash-Flows

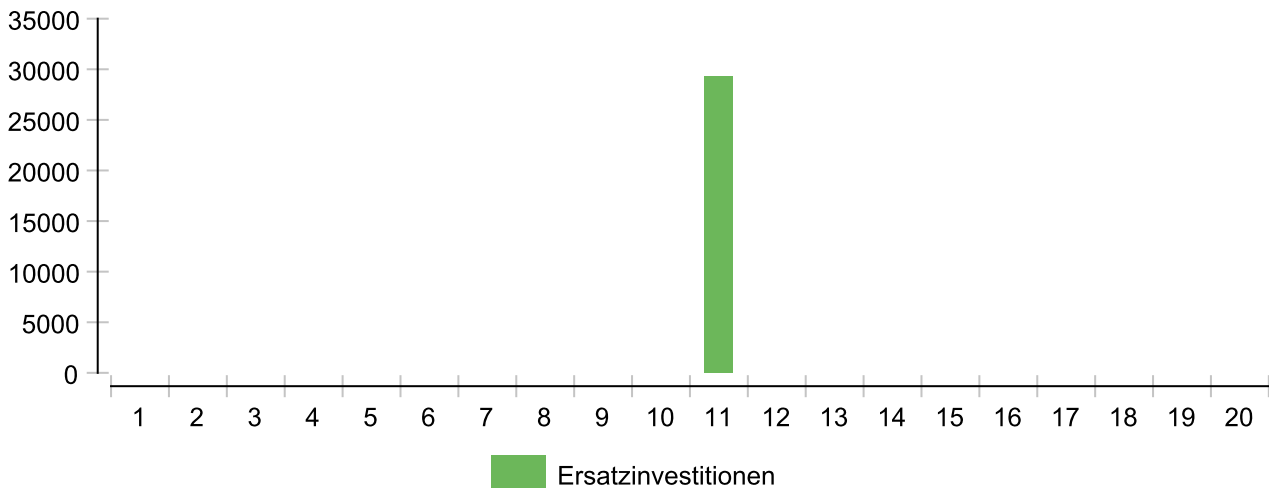
Kosten Elektrizität	281721,94 EUR
---------------------	---------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR
---------------------	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Glossar

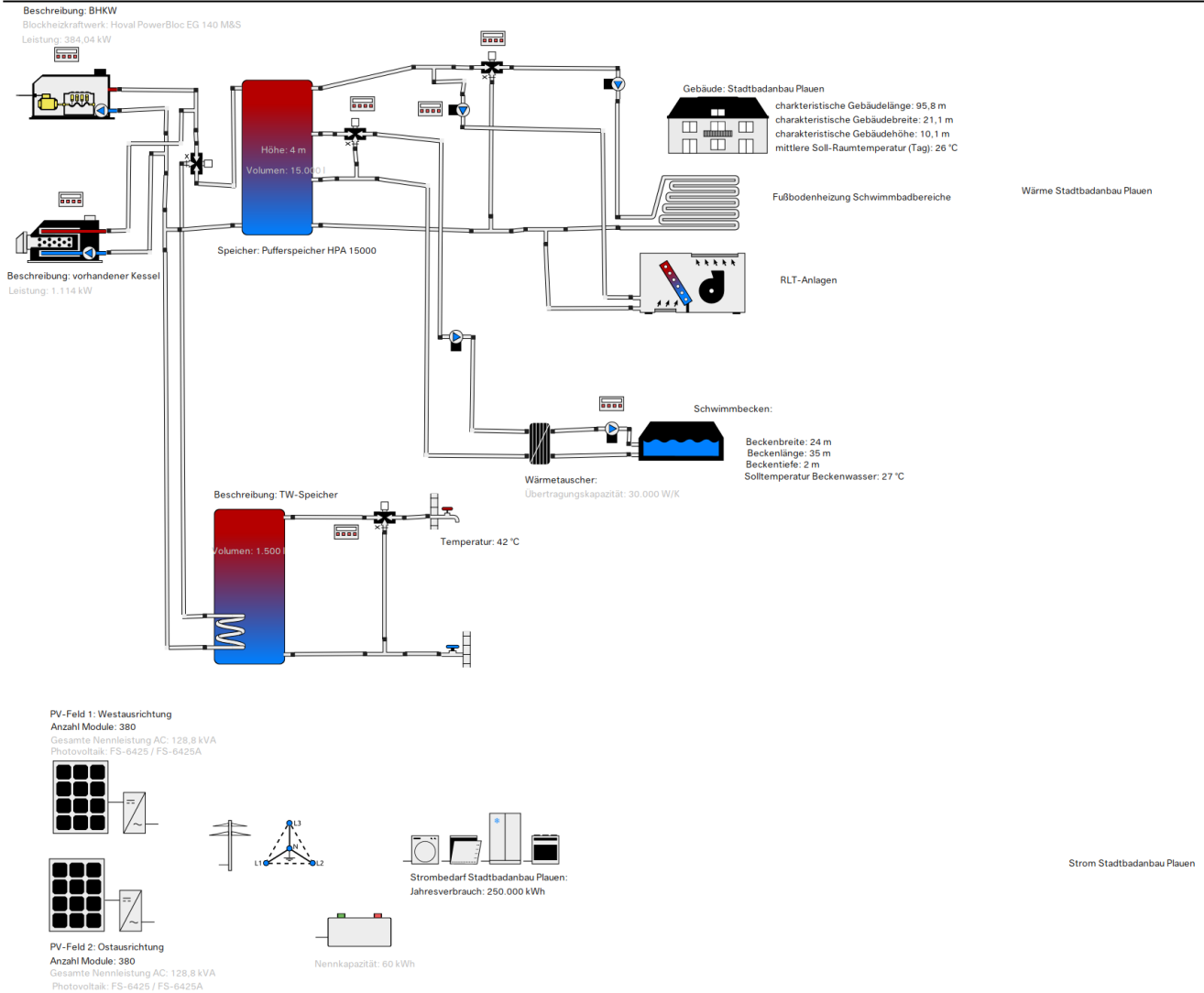
Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 4.3

Variante 1b: Gas-BHKW + Spitzenlastkessel + PV-Anlage

Varianteuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V1b: Gas-BHKW + Spitzenlastkessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen

Längengrad: 12,14°

Breitengrad: 50,491°

Höhe ü.M.: 383 m

Dieser Report wurde erstellt durch:

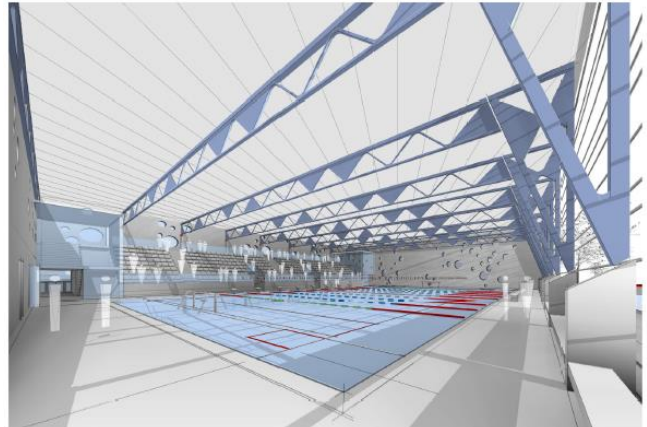
M&S Umweltprojekt GmbH

Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	1.138 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	250 MWh
Gesamter Gasverbrauch [Egas]	1.751 MWh
Nutzenergie [Quse]	727 MWh
Systemeffizienz $[(Q_{use} + E_{inv}) / (E_{aux} + E_{par})]$	0,73
Anlagenaufwandszahl	2,65
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

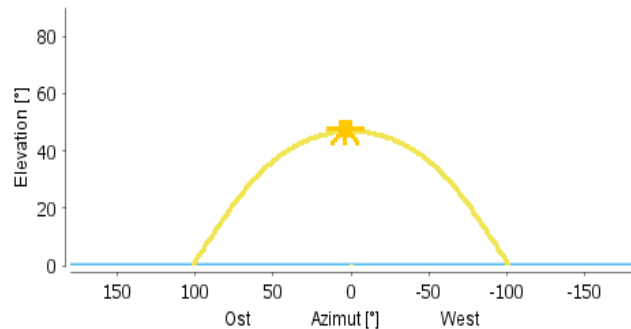
Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	250 MWh
Eigenverbrauch	228 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	26,4 %
Autarkiegrad	87,9 %

Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	569 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	1,3
Lebensdauer in Jahren	a	6,2
Blockheizkraftwerk BHKW	Hoval PowerBloc EG 140 M&S	
Elektrische Leistung	kW	140
Leistung	kW	384,04
Gesamtnutzungsgrad	%	88,2
Thermischer Nutzungsgrad	%	54,1
Elektrischer Nutzungsgrad	%	34
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	1.636
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	886
Erzeugte elektrische Energie BHKW/Generator (AC) [Einv]	MWh	557
Betriebsdauer	h	5.591
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	kWh	157
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	228
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	26,4
Autarkiegrad [Raut]	%	87,9

Kessel vorhandener Kessel		Logano plus SB745-1200 M&S	
Leistung	kW		1.114
Gesamtnutzungsgrad	%		97,4
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh		112
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh		115
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	m ³ (gas)		10.908
Abgasverluste [Qex]	kWh		2.863
Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A	
Hersteller			First Solar
Datenquelle			Photovoltaikforum
Anzahl Module			380
Anzahl Module (Auslegung)			380
Gesamte Nennleistung DC	kW		161,5
Bruttogesamtfläche	m ²		942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°		10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°		-90
Wechselrichter 1: Name			SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller			SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen			3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter			16
Auslegung 1: Cos phi			1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge			7
Auslegung 1: A Module pro Strang			2
Wechselrichter 2: Name			SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller			SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen			3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter			12
Auslegung 2: Cos phi			1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge			13
Auslegung 2: A Module pro Strang			1
Gesamte Nennleistung AC	kVA		128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh		152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh		147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp		907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh		0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh		147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh		1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh		12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh		12,6

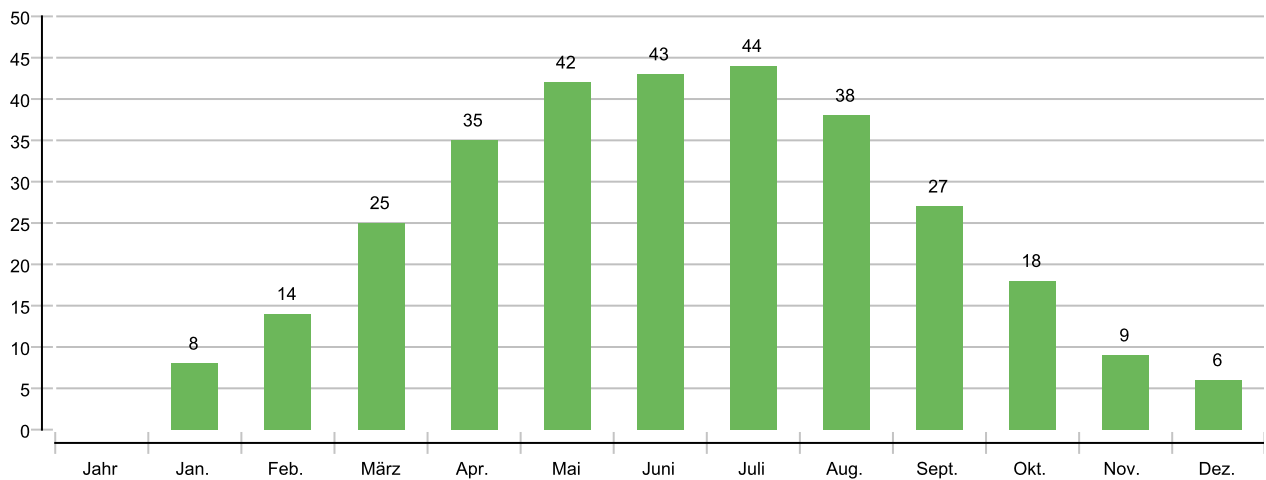
Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
Gebäude		Stadtbadanbau Plauen
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²	2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C	25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh	352
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²	174
Solarertrag durch Fenster	MWh	641
Gesamter Energieverlust	MWh	1.646

Heiz-/Kühlelement 1		Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W		1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C		40
Soll-Rücklauftemperatur	°C		35
Nettoenergie von/zur den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		337
Lüfter 2		Stadtbad	
Nennheizleistung	W		383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C		90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C		70
Nettoenergie von/zur den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		313
Schwimmbad		Hallenbad	
Schwimmbad-Typ			Hallenbad
Länge	m		35
Breite	m		24
Durchschnittliche Tiefe	m		2
Solltemperatur	°C		27
Warmwasserbedarf		Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d		3.669
Solltemperatur	°C		42
Energiebedarf [Qdem]	kWh		52.081
Externer Wärmetauscher		riesig	
Übertragungskapazität	W/K		30.000
Pumpe Pumpe FB-Heizung		Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar		31,151
Durchsatz	l/h		53.214
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		16,8
Pumpe Pumpe RLT		Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar		22,662
Durchsatz	l/h		15.344
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		140
Speicher Pufferspeicher		Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l		15.000
Höhe	m		4
Material			Stahl
Wärmedämmung			Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm		160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh		3.441
Anschlussverluste	kWh		280

Speicher TW-Speicher	CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l	1.500
Höhe	m	2,09
Material		Edelstahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	351
Anschlussverluste	kWh	85,3

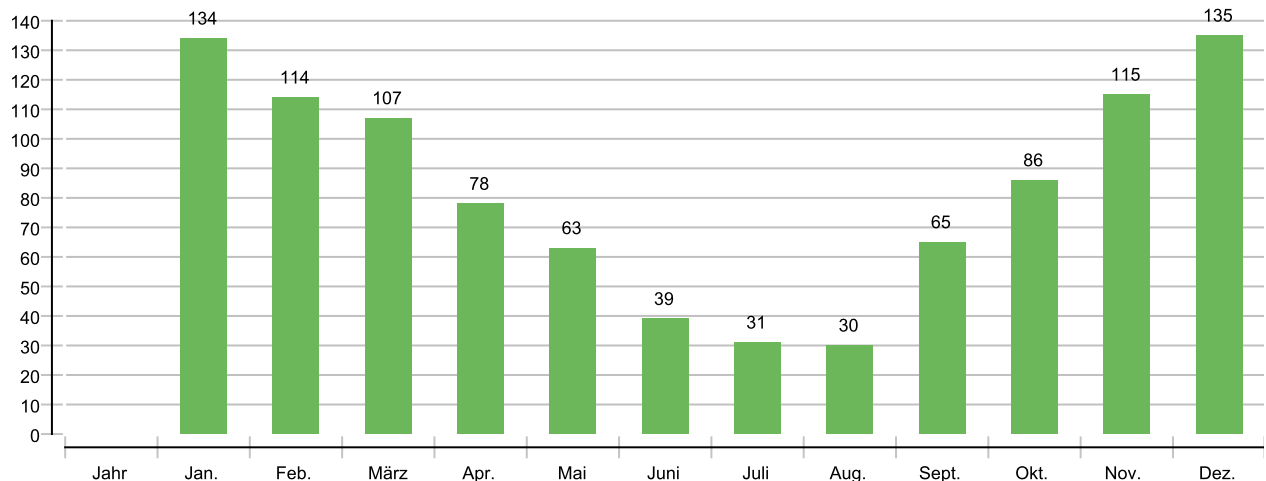
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



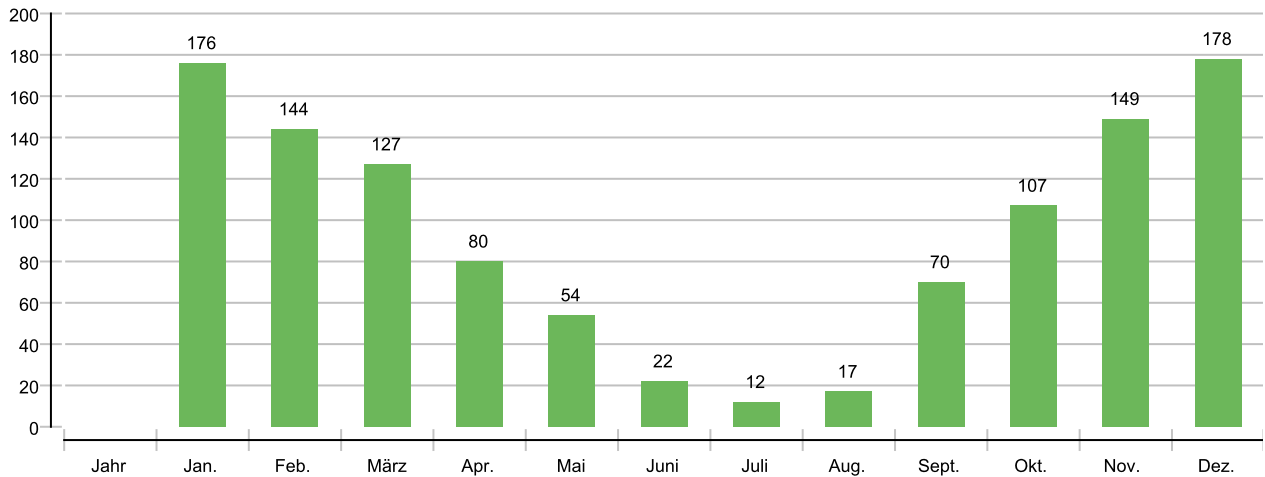
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



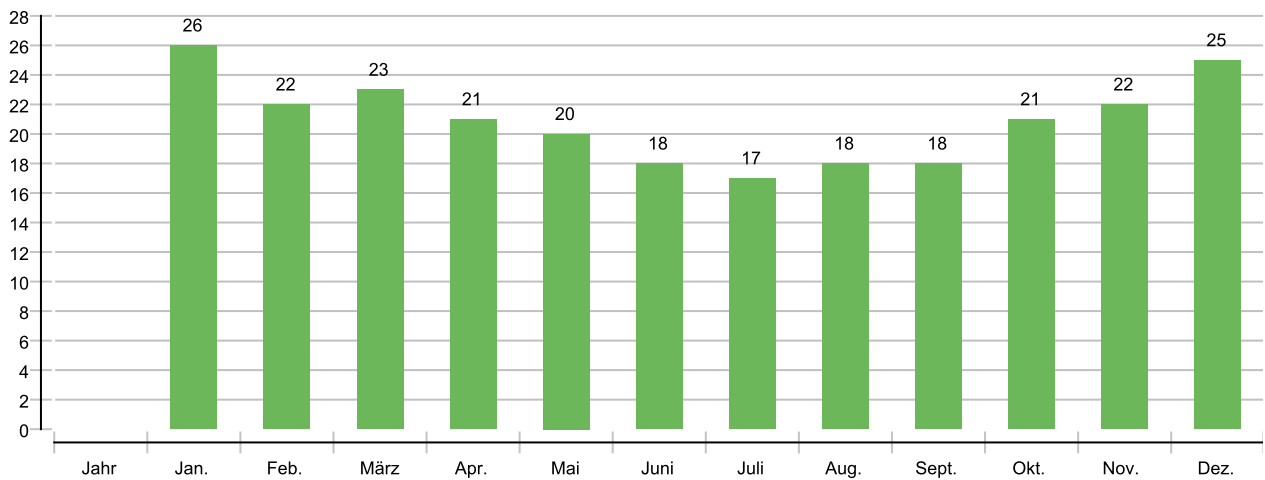
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



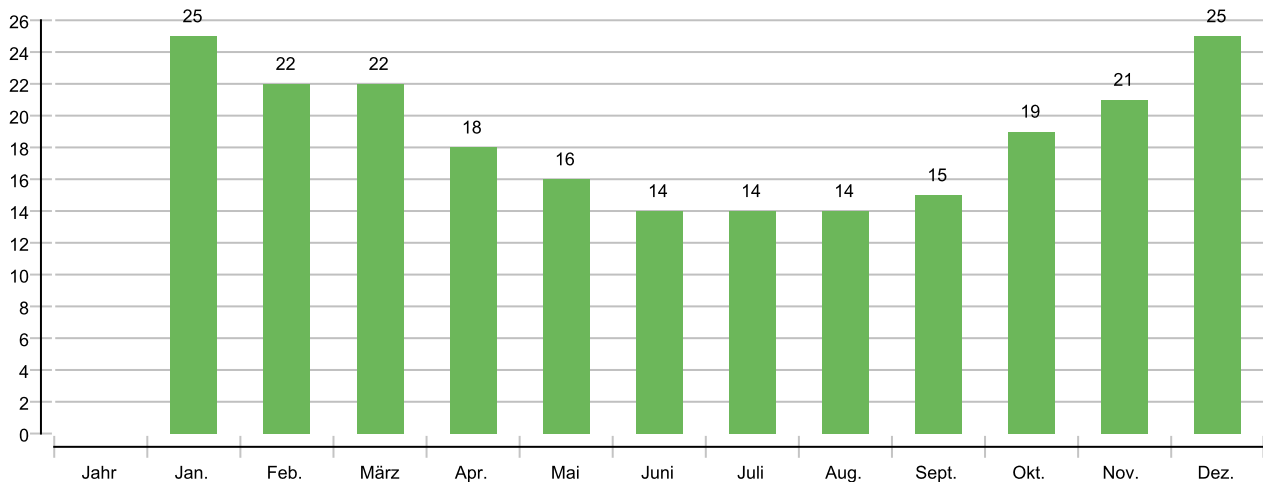
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



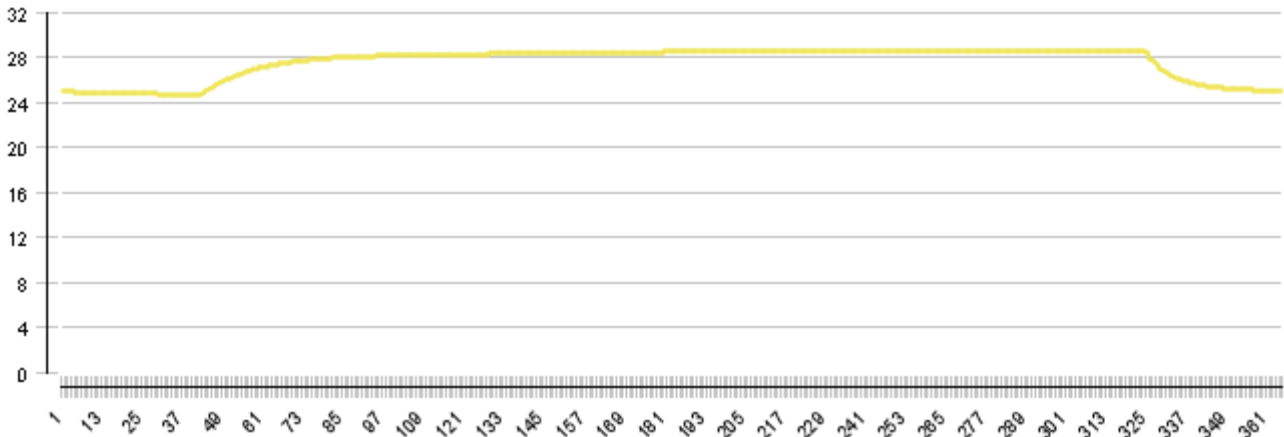
Eigenverbrauch [Eocs]

MWh

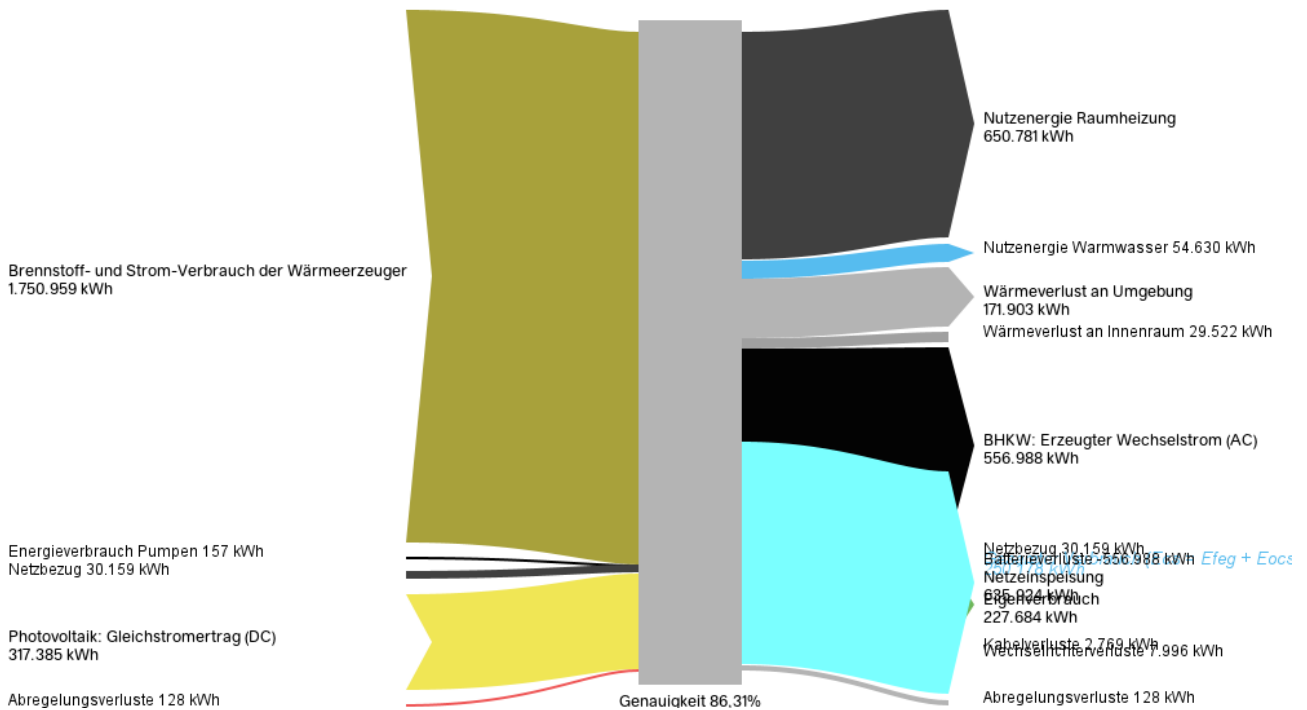


	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]													
MWh	998	134	114	107	78	63	39	31	30	65	86	115	135
Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]													
MWh	1751	234	201	189	137	110	68	54	53	114	153	202	237
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]													
MWh	1138	176	144	127	80	54	22	12	17	70	107	149	178
Ertrag Photovoltaik DC [Qpvf]													
MWh	317	8	14	25	36	43	45	45	39	28	18	9	6
Einstrahlung in Modulebene [Esol PV]													
MWh	2150	56	93	168	240	290	305	310	267	190	123	64	43
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]													
MWh	307	8	14	25	35	42	43	44	38	27	18	9	6
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]													
kWh	156,5	24,8	20,4	17,7	10,5	7,2	3,8	2,8	2,7	7,9	12,5	20,4	25,8
Nutzenergie [Quse]													
MWh	727	92	77	75	59	50	34	27	27	51	64	80	91
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	29522	2323	2142	2483	2550	2672	2485	2520	2528	2549	2640	2346	2284
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]													
MWh	250	26	22	23	21	20	18	17	18	18	21	22	25
Eigenverbrauch [Eocs]													
MWh	228	25	22	22	18	16	14	14	14	15	19	21	25

Schwimmbad Temperatur [°C] - Tagesmittelwert

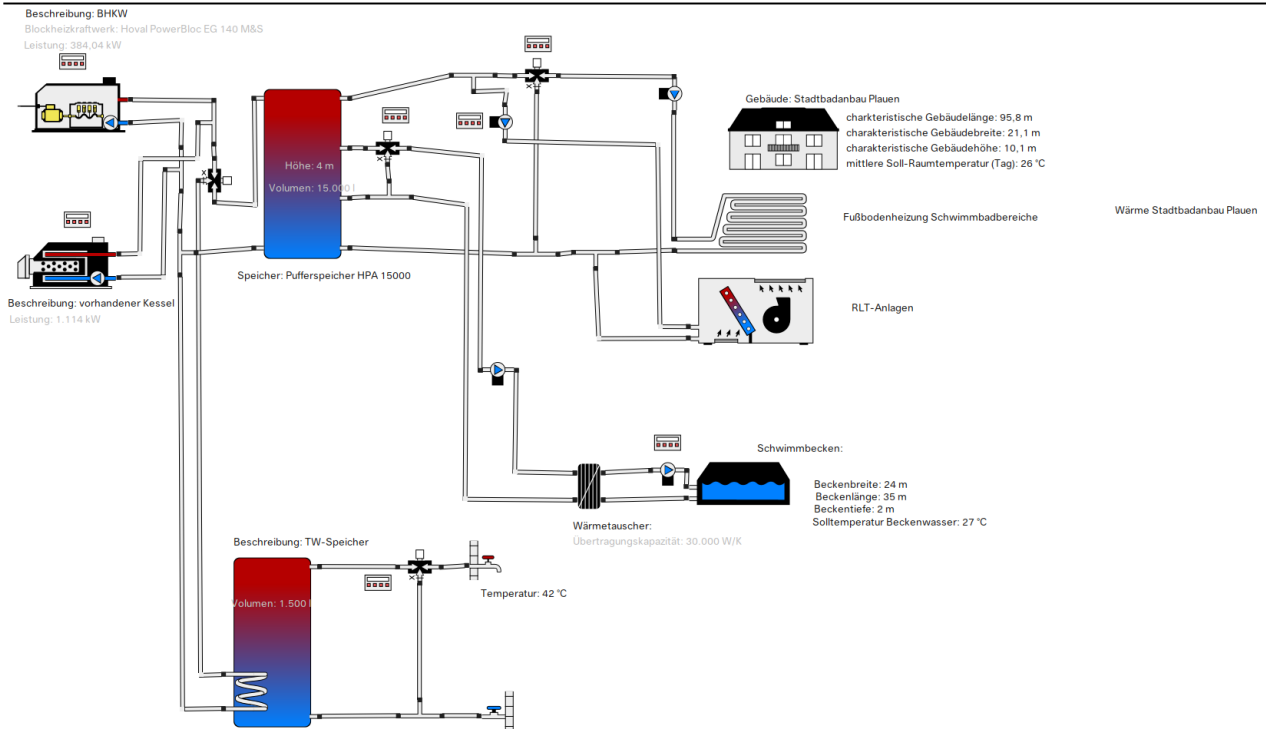


Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)

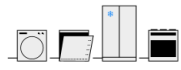
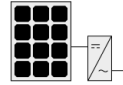


Varianteuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V1b: Gas-BHKW + Spitzenlastkessel + PVA



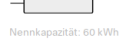
PV-Feld 1: Westausrichtung
Anzahl Module: 380
Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Strombedarf Stadtbadanbau Plauen:
Jahresverbrauch: 250.000 kWh

Strom Stadtbadanbau Plauen

PV-Feld 2: Ostausrichtung
Anzahl Module: 380
Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Standort der Anlage

Plauen

Längengrad: 12,14°

Breitengrad: 50,491°

Höhe ü.M.: 383 m

Dieser Report wurde erstellt durch:

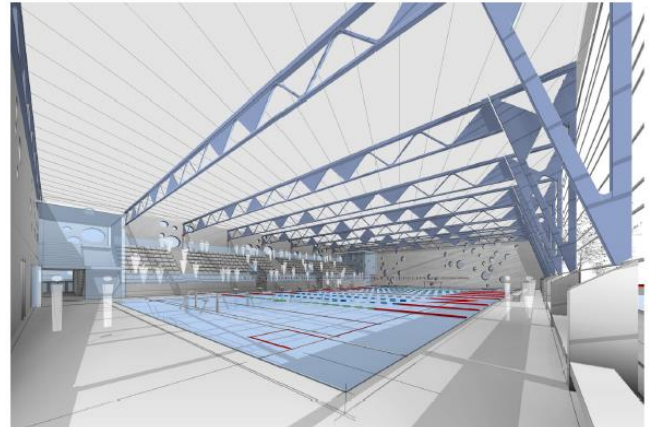
M&S Umweltprojekt GmbH

Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	1.138 MWh
Nutzenergie [Quse]	727 MWh
Systemeffizienz $[(Q_{use} + E_{inv}) / (E_{aux} + E_{par})]$	0,73
Anlagenaufwandszahl	2,65
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

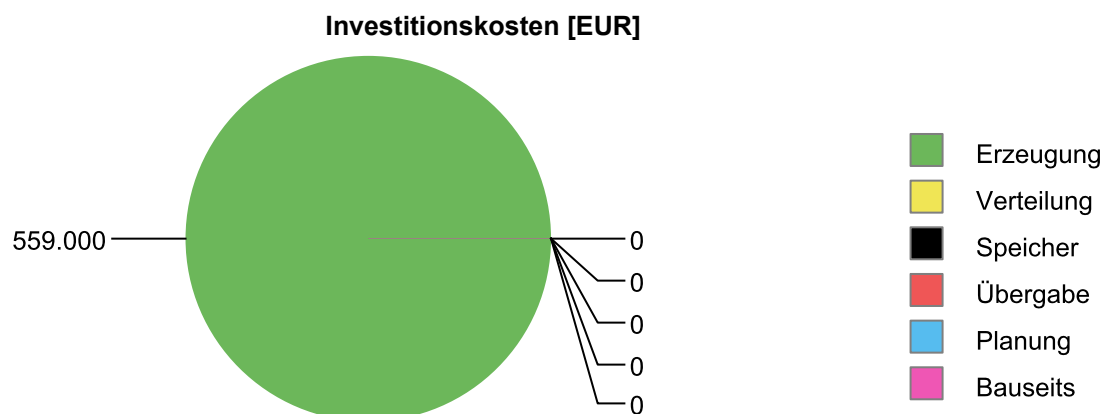
Jahresverbrauch	250 MWh
Eigenverbrauch	228 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	26,4 %
Autarkiegrad	87,9 %

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Erdgas SW PL		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Erdgas SW PL		0,47 EUR/m ³ Gas
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	559000,00 EUR
Total		559000,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		25000,00 EUR/a

Diverses

Einnahmen Energieverkauf		
Verkauf von Energie		24500,00 EUR/a
Energiepreissteigerung		3,00 %

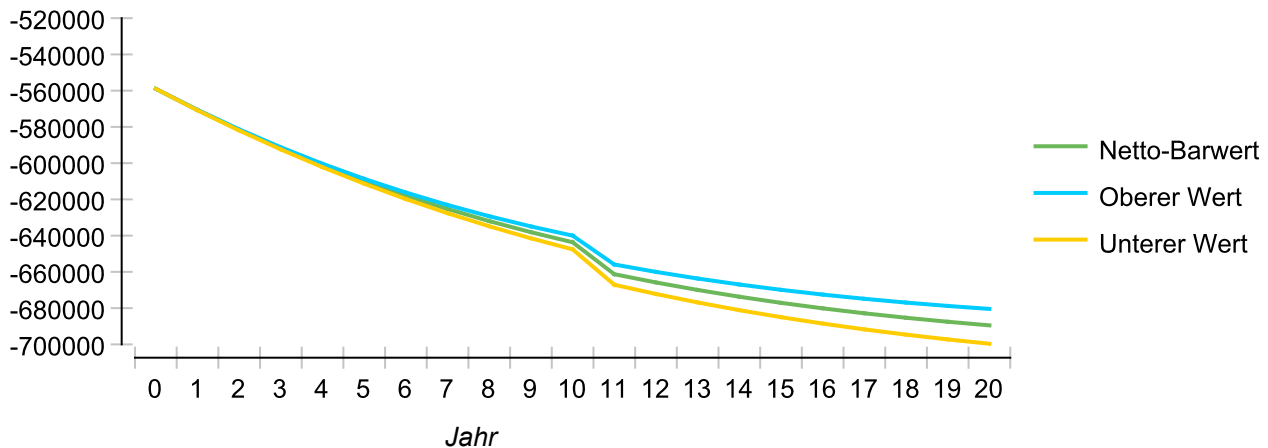
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-689507,23 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-680440,72 EUR

Netto-Barwert

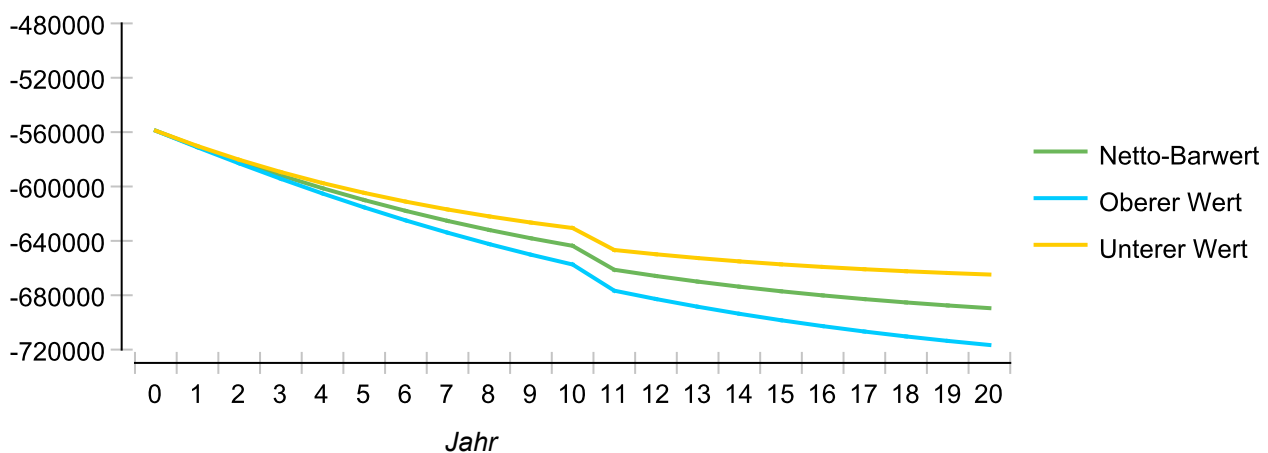
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Unterer Wert	-1,00%	-699656,94 EUR

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung		
Oberer Wert	1,00%	-716605,27 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-664785,04 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



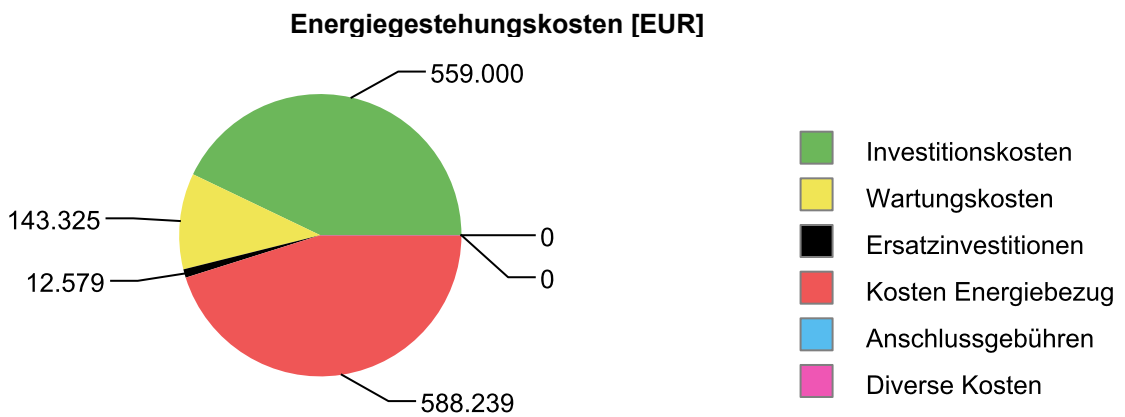
Amortisationszeit

Amortisationszeit		nicht amortisiert
-------------------	--	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn		-1172918,65 EUR
Energiegestehungskosten		0,13 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf		777344,45 EUR
Kosten Brennstoffe & FW		988915,78 EUR
Kosten Elektrizität		83100,93 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-70227,83 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

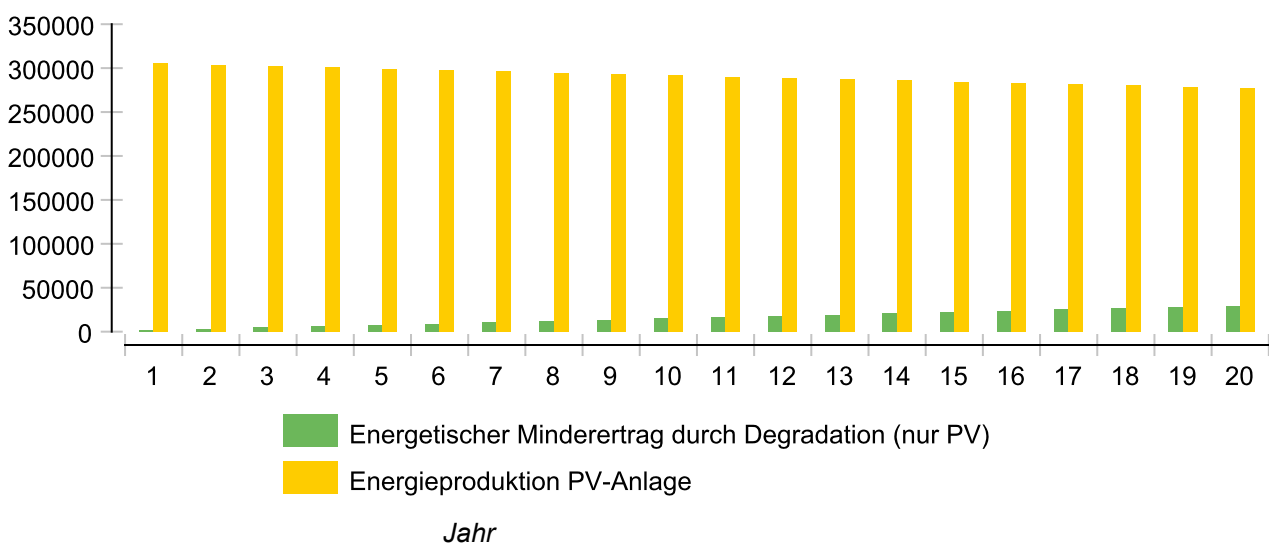
Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,10
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

Degradation PV

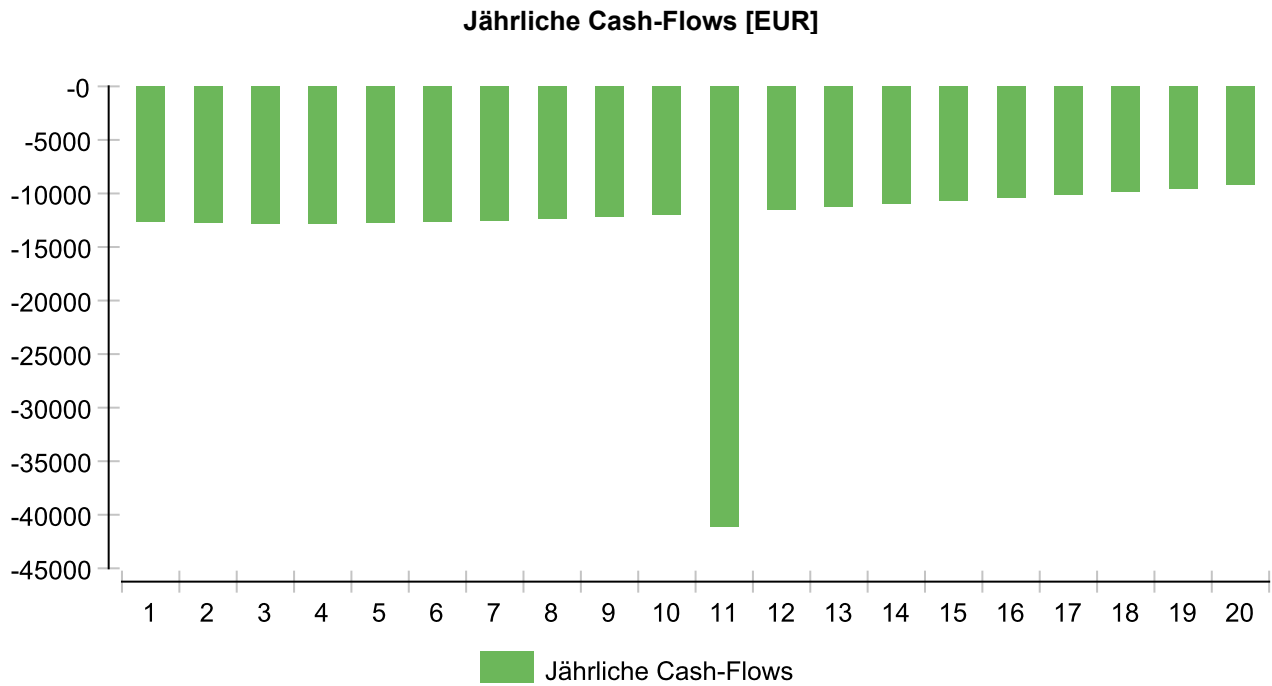
Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	311980,85 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	8363,43 EUR

Energieproduktion PV-Anlage [kWh]

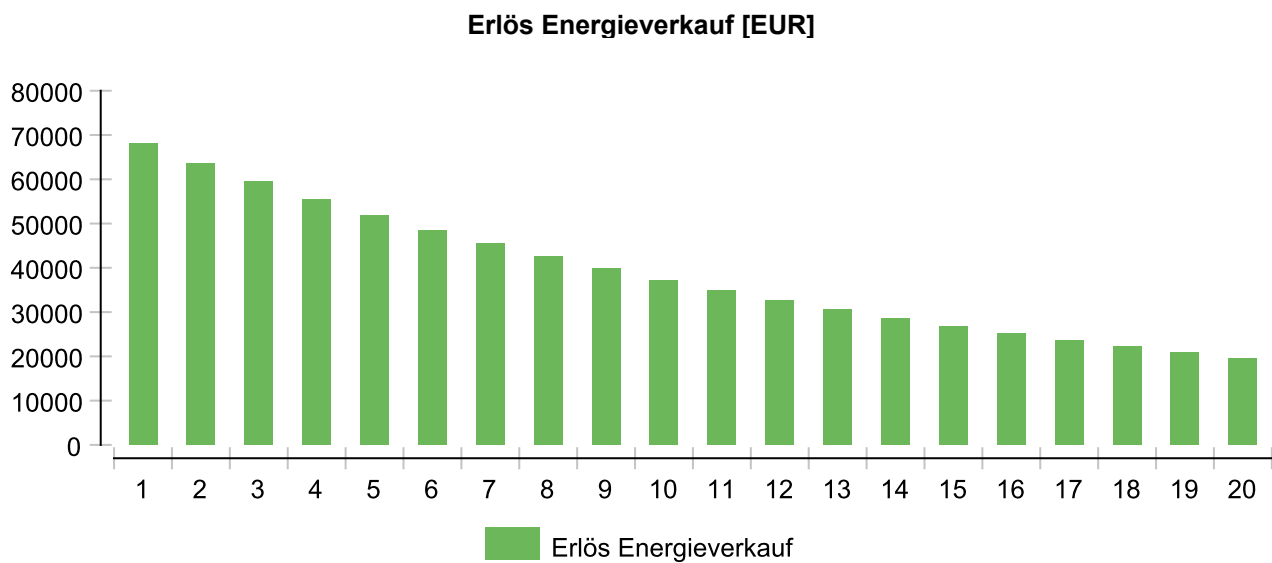


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 777344,45 EUR

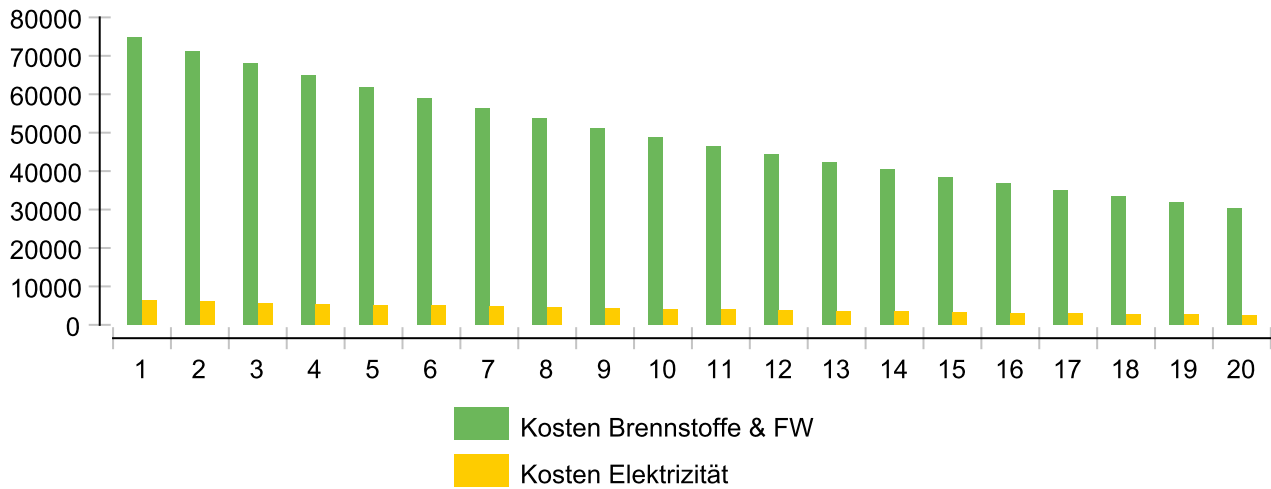


Kosten Brennstoffe & FW 988915,78 EUR

Jährliche Cash-Flows

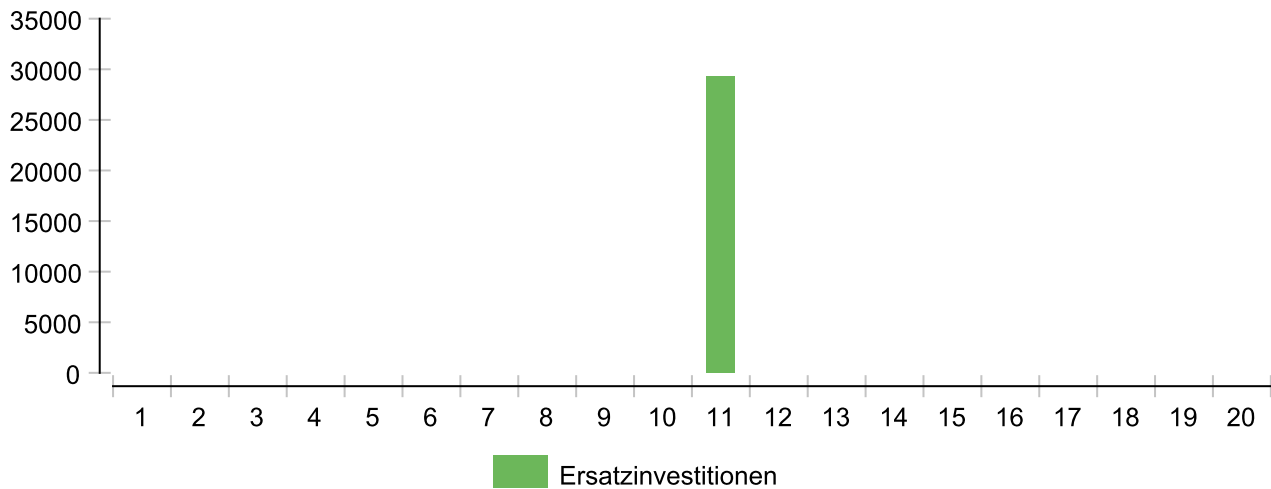
Kosten Elektrizität		83100,93 EUR
---------------------	--	--------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		29329,41 EUR
---------------------	--	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert

Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Glossar

Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

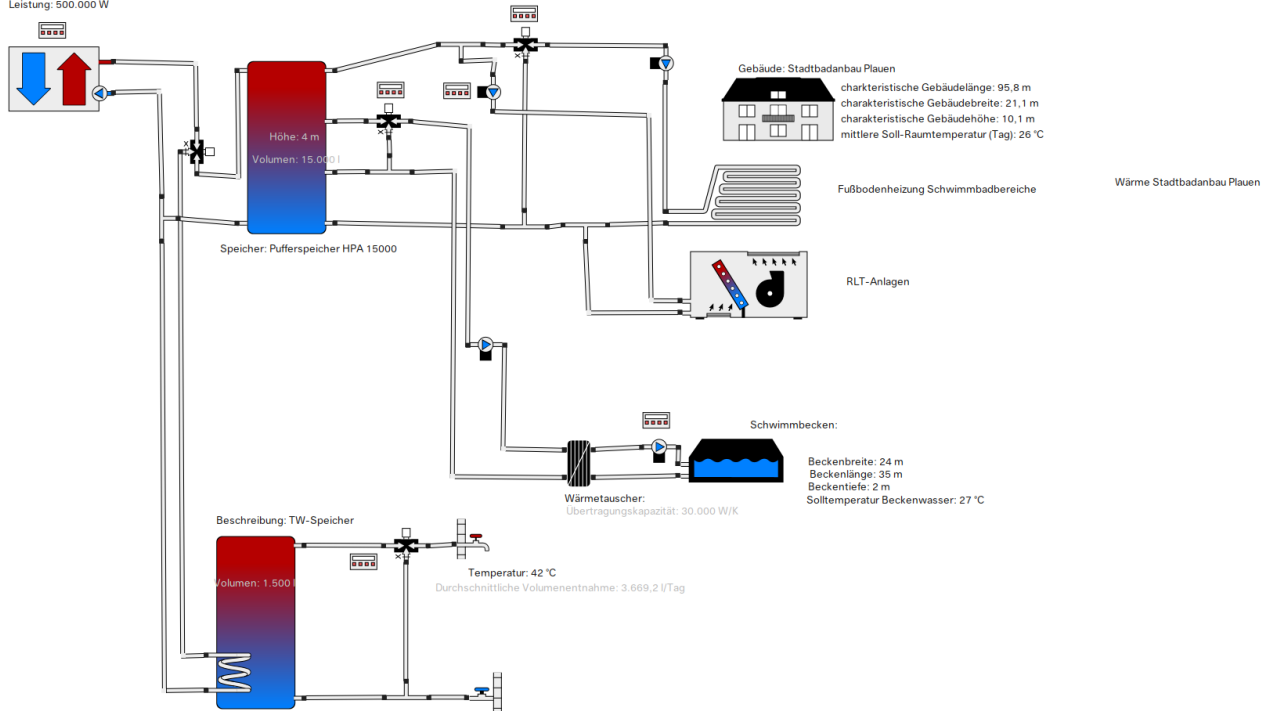
Anlage 4.4

Variante 2: Fernwärme + PV-Anlage

Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

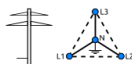
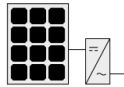
V2: Fernwärme + PVA

Fernwärmeanschluss:
Leistung: 500.000 W



PV-Feld 1: Westausrichtung

Anzahl Module: 380
 Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
 Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Strombedarf Stadtbadanbau Plauen:
 Jahresverbrauch: 250.000 kWh

PV-Feld 2: Ostausrichtung

Anzahl Module: 380
 Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
 Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Nennkapazität: 60 kWh

Standort der Anlage

Plauen

Längengrad: 12,14°

Breitengrad: 50,491°

Höhe ü.M.: 383 m

Dieser Report wurde erstellt durch:

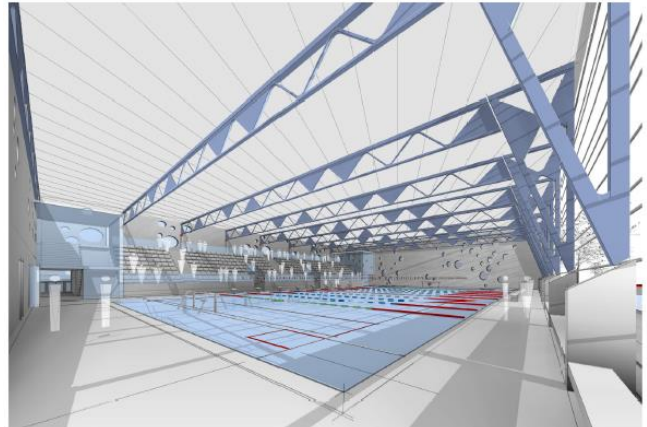
M&S Umweltprojekt GmbH

Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	250 MWh
Gesamter Fernwärmeverbrauch [EdistHeat]	694 MWh
Anlagenaufwandszahl	0,0003
Nutzenergie [Quse]	411 MWh
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

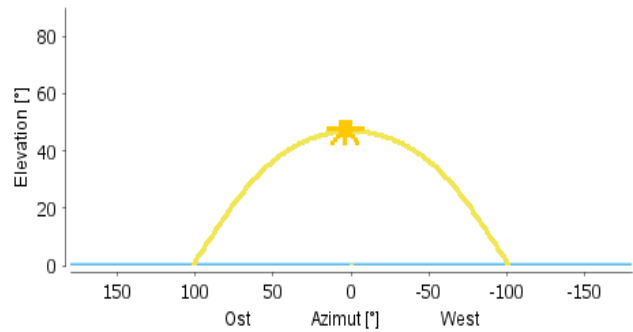
Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	250 MWh
Eigenverbrauch	122 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	39,8 %
Autarkiegrad	46,7 %

Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	0,02
Lebensdauer in Jahren	a	20
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	kWh	186
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	122
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	39,8
Autarkiegrad [Raut]	%	46,7

Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-90
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		7
Auslegung 1: A Module pro Strang		2
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	12,6

Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
Energiesenke-, quelle		Senke
Leistung	W	500.000
Eintrittstemperatur	°C	60
Austrittstemperatur	°C	90
Nenndurchsatz	l/h	14.232

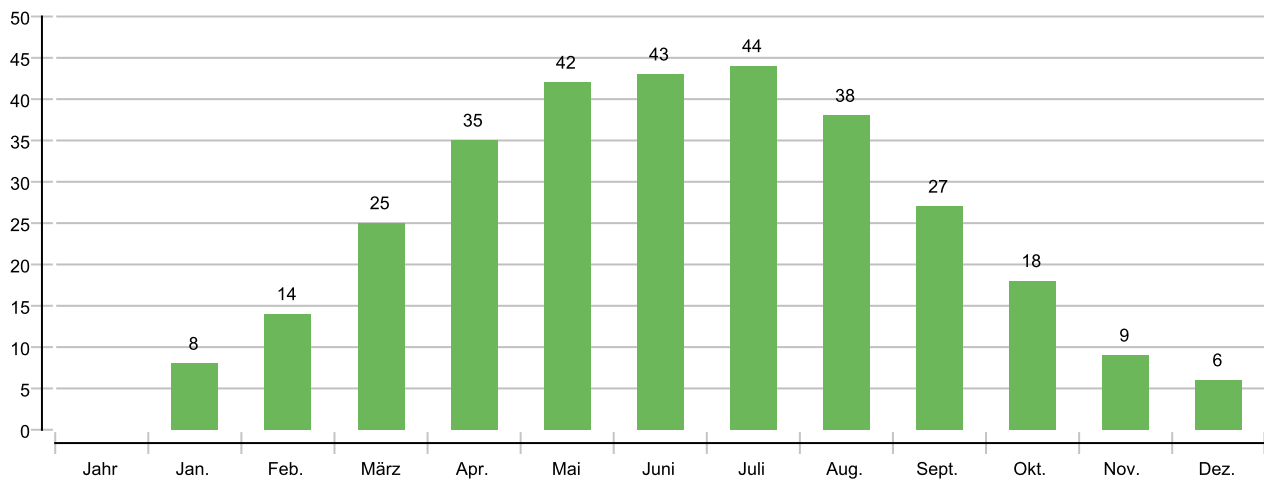
Gebäude	Stadtbadanbau Plauen	
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²	2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C	25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh	335
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²	166
Solarertrag durch Fenster	MWh	641
Gesamter Energieverlust	MWh	1.590
Heiz-/Kühlelement 1	Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W	1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C	40
Soll-Rücklauftemperatur	°C	35
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	363
Lüfter 2	Stadtbad	
Nennheizleistung	W	383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C	90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C	70
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	235
Schwimmbad	Hallenbad	
Schwimmbad-Typ		Hallenbad
Länge	m	35
Breite	m	24
Durchschnittliche Tiefe	m	2
Solltemperatur	°C	27
Warmwasserbedarf	Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d	3.669
Solltemperatur	°C	42
Energiebedarf [Qdem]	kWh	52.081
Externer Wärmetauscher	riesig	
Übertragungskapazität	W/K	30.000
Pumpe Pumpe FB-Heizung	Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar	32,952
Durchsatz	l/h	54.189
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	19,9
Pumpe Pumpe RLT	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	25,397
Durchsatz	l/h	15.625
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	166

Speicher Pufferspeicher	Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l	15.000
Höhe	m	4
Material		Stahl
Wärmedämmung		Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm	160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	1.379
Anschlussverluste	kWh	142

Speicher TW-Speicher	CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l	1.500
Höhe	m	2,09
Material		Edelstahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	388
Anschlussverluste	kWh	85,6

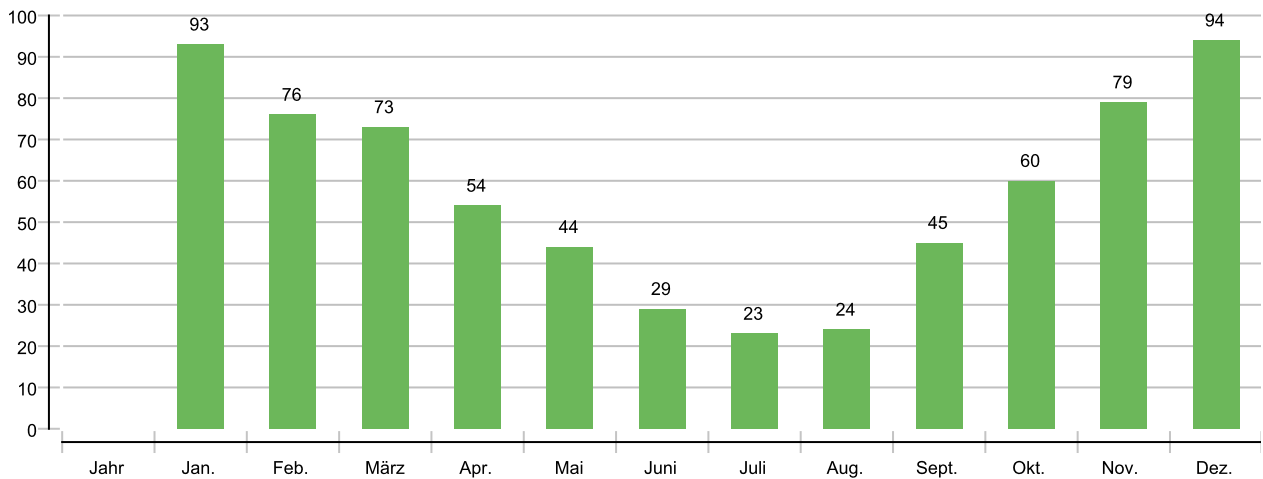
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



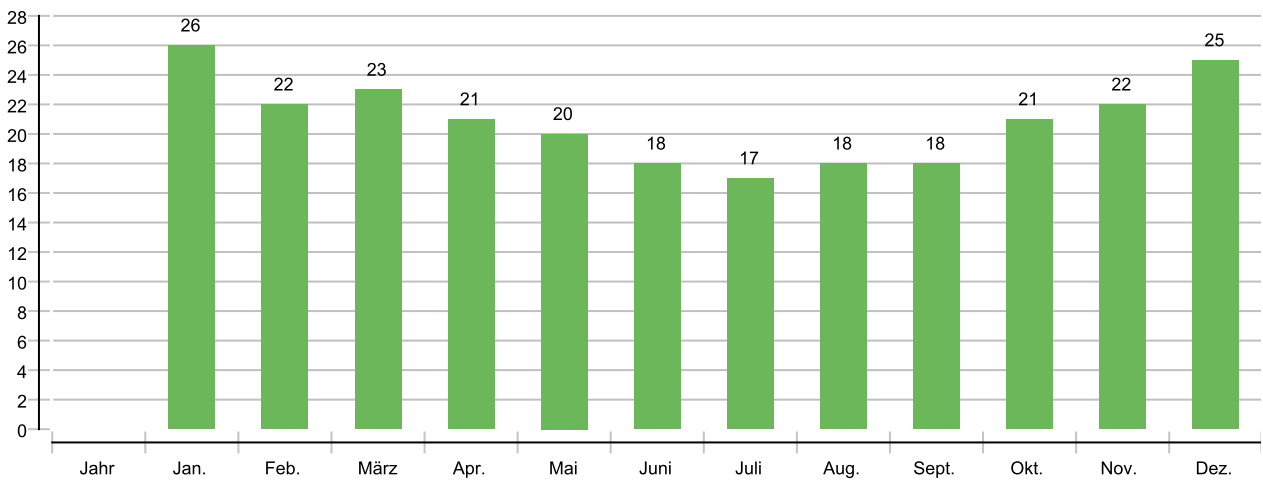
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



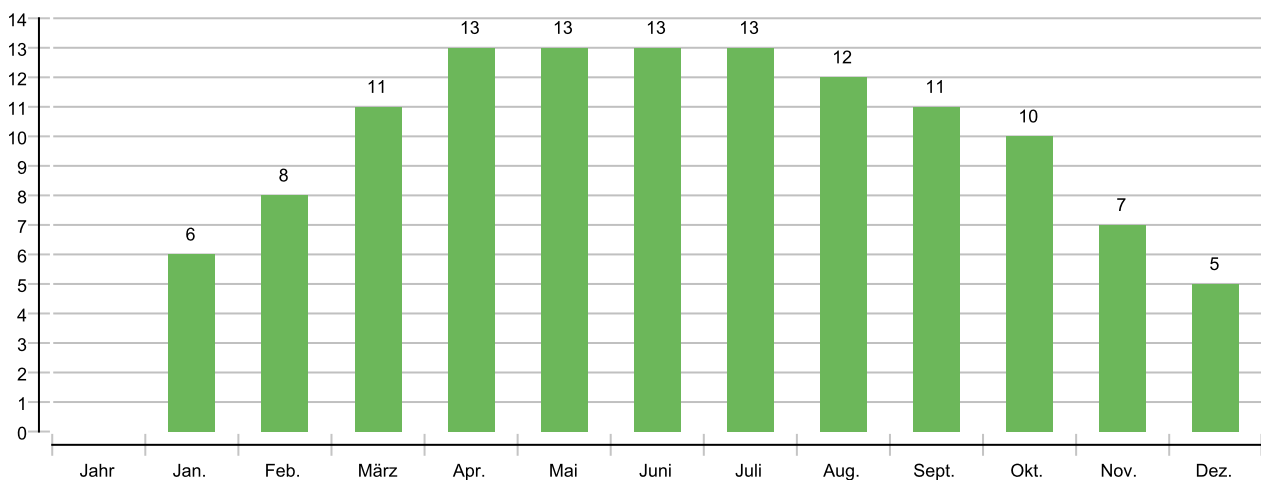
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



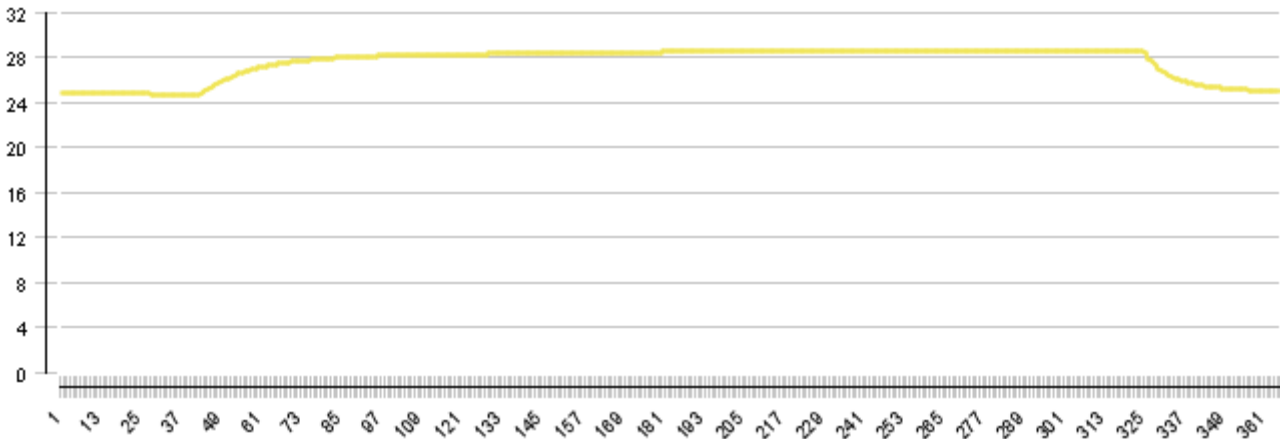
Eigenverbrauch [Eocs]

MWh

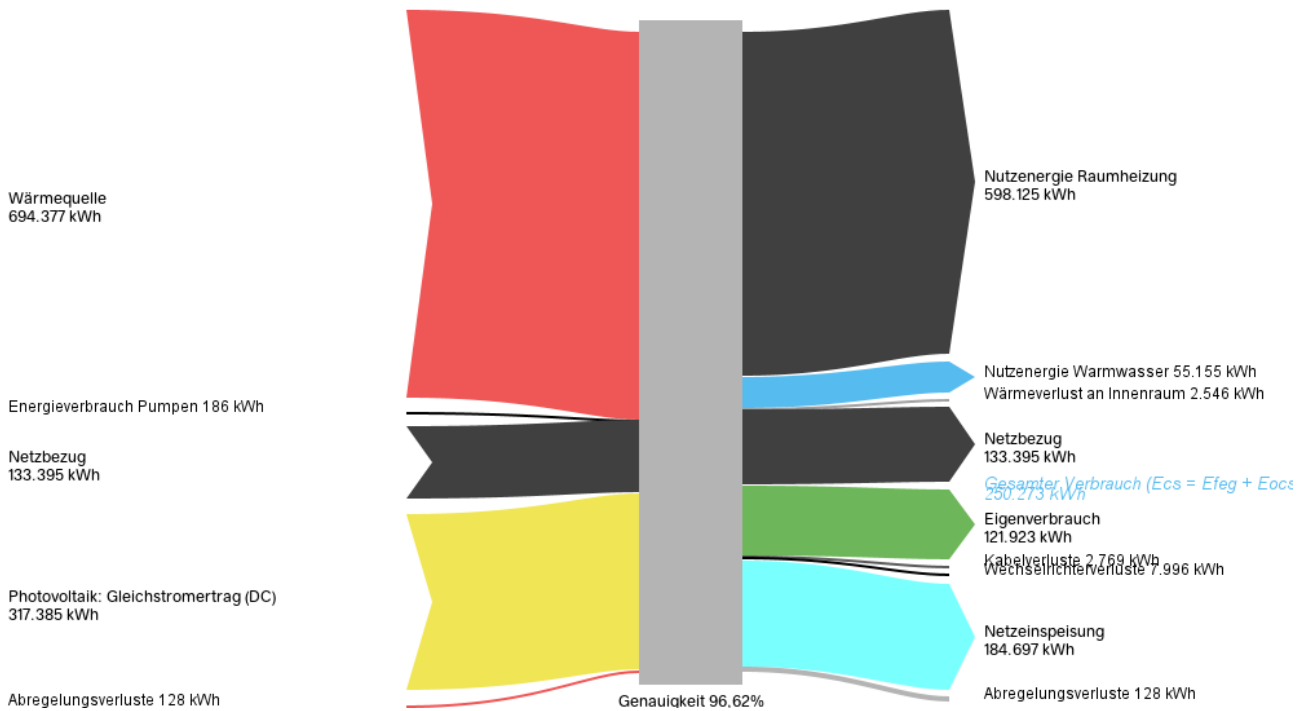


	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]													
MWh	694	93	76	73	54	44	29	23	24	45	60	79	94
Ertrag Photovoltaik DC [Qpvf]													
MWh	317	8	14	25	36	43	45	45	39	28	18	9	6
Einstrahlung in Modulebene [Esol PV]													
MWh	2150	56	93	168	240	290	305	310	267	190	123	64	43
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]													
MWh	307	8	14	25	35	42	43	44	38	27	18	9	6
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]													
kWh	186	27,2	22,5	20	13,1	10,6	6,7	4,9	4,8	10,8	15	22,9	27,5
Nutzenergie [Quse]													
MWh	658	86	72	68	52	43	28	23	24	43	57	74	87
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	2546	198	179	202	221	232	196	249	233	214	214	208	201
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]													
MWh	250	26	22	23	21	20	18	17	18	18	21	22	25
Eigenverbrauch [Eocs]													
MWh	122	6	8	11	13	13	13	13	12	11	10	7	5

Schwimmbad Temperatur [°C] - Tagesmittelwert



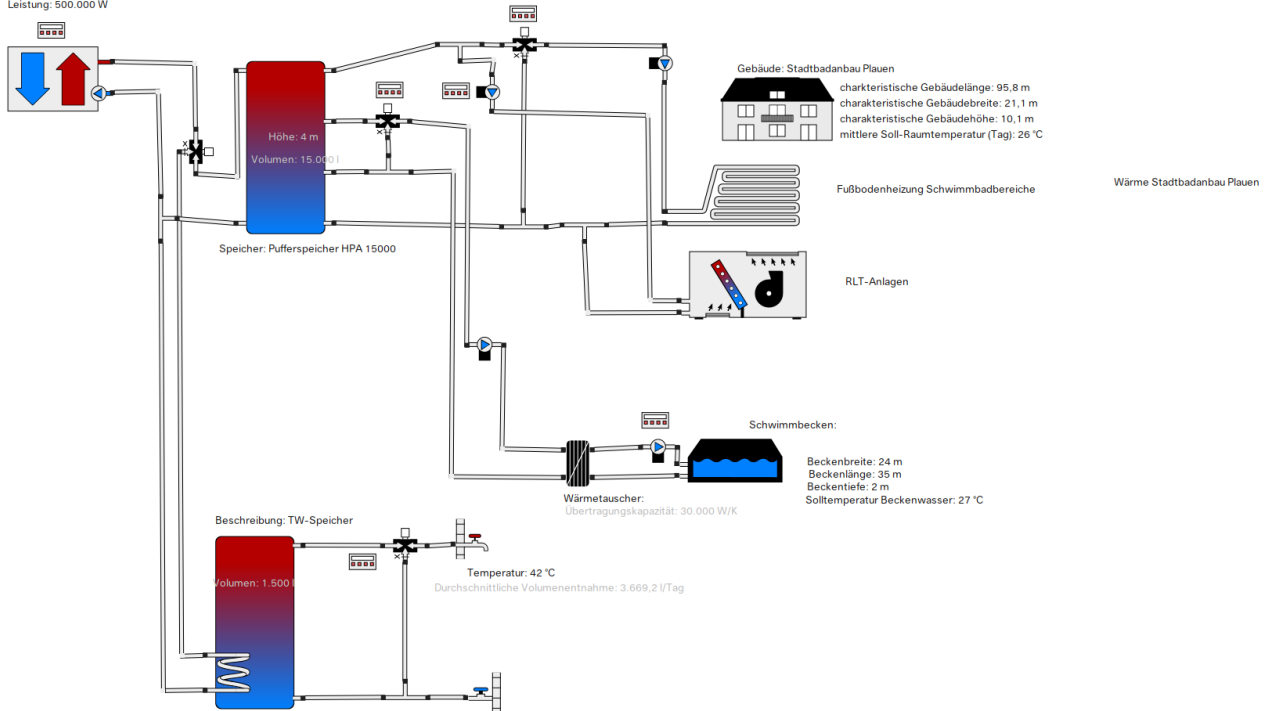
Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



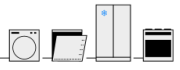
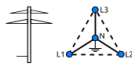
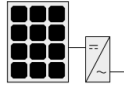
Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V2: Fernwärme + PVA

Fernwärmeanschluss:
Leistung: 500.000 W

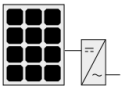


PV-Feld 1: Westausrichtung
 Anzahl Module: 380
 Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
 Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Strombedarf Stadtbadanbau Plauen:
 Jahresverbrauch: 250.000 kWh

PV-Feld 2: Ostausrichtung
 Anzahl Module: 380
 Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
 Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Nennkapazität: 60 kWh

Standort der Anlage

Plauen
 Längengrad: 12,14°
 Breitengrad: 50,491°
 Höhe ü.M.: 383 m

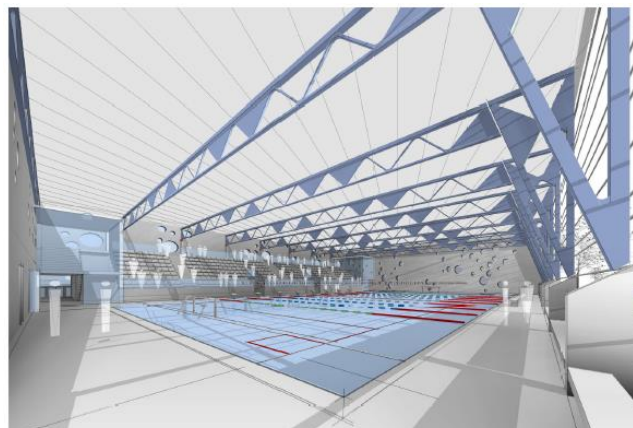
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
 Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	250 MWh
Gesamter Fernwärmeverbrauch [EdistHeat]	694 MWh
Anlagenaufwandszahl	0,0003
Nutzenergie [Quse]	411 MWh
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

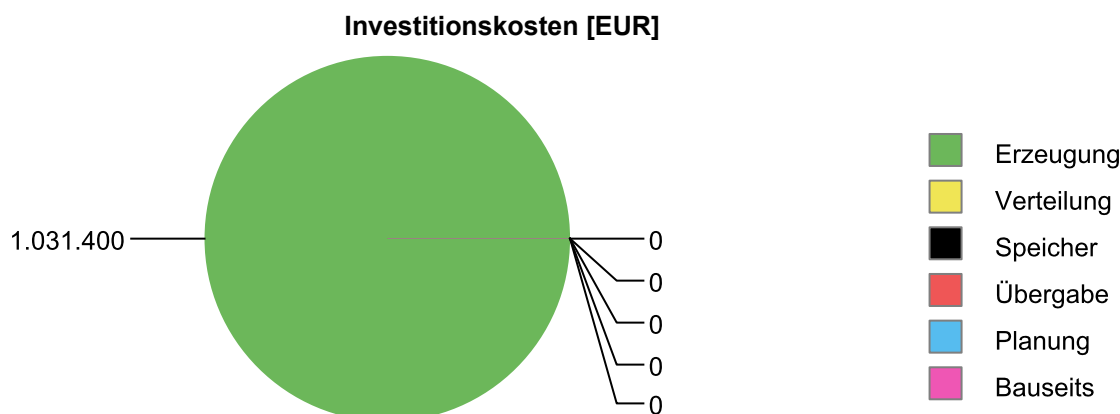
Jahresverbrauch	250 MWh
Eigenverbrauch	122 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	39,8 %
Autarkiegrad	46,7 %

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Fernwärme enviaTherm		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Fernwärme enviaTherm		0,09 EUR/kWh
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	1031400,00 EUR
Total		1031400,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		1500,00 EUR/a

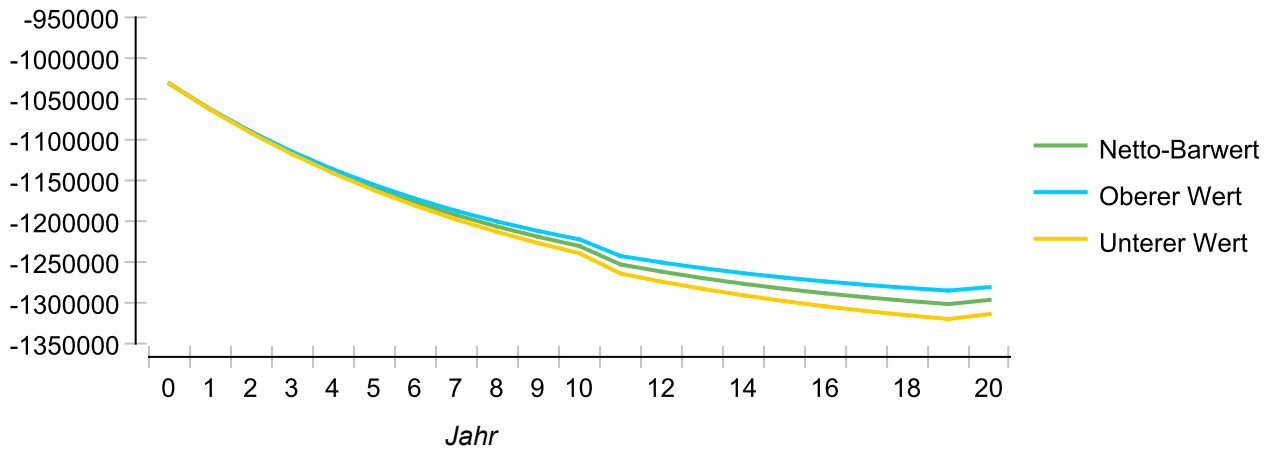
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-1296448,71 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-1280767,35 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1313775,90 EUR

Netto-Barwert

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz

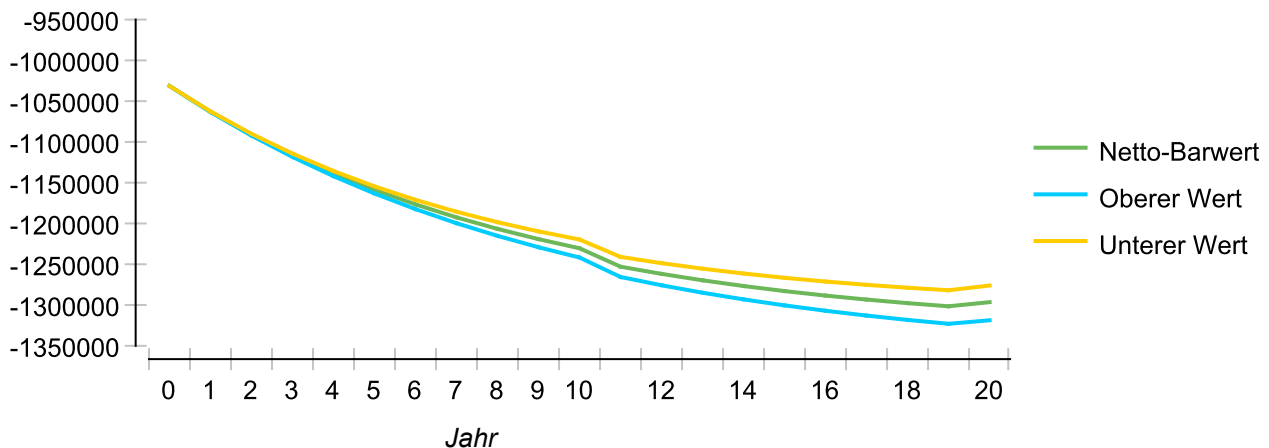
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung

Oberer Wert	1,00%	-1318746,28 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1276106,10 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



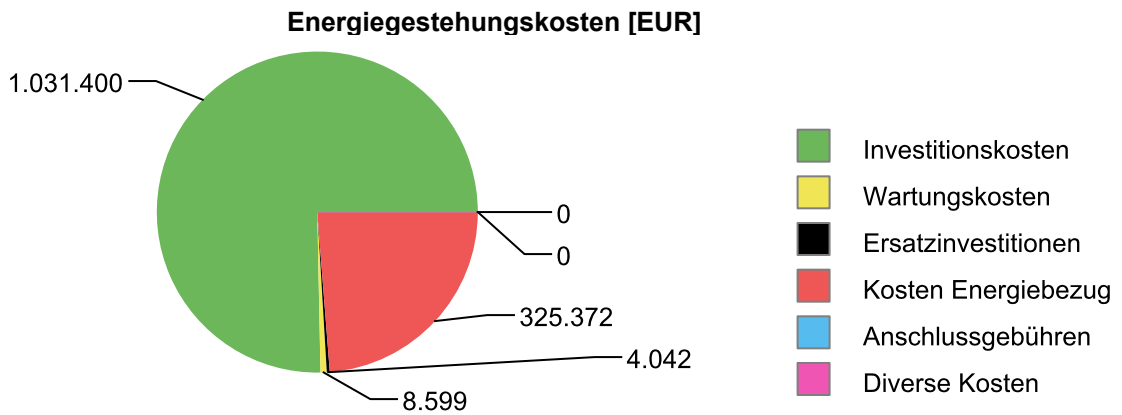
Amortisationszeit

Amortisationszeit	nicht amortisiert
-------------------	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn	-2181488,52 EUR
Energiegestehungskosten	0,20 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf	123726,46 EUR
Kosten Brennstoffe & FW	311163,09 EUR
Kosten Elektrizität	281799,21 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-132046,16 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

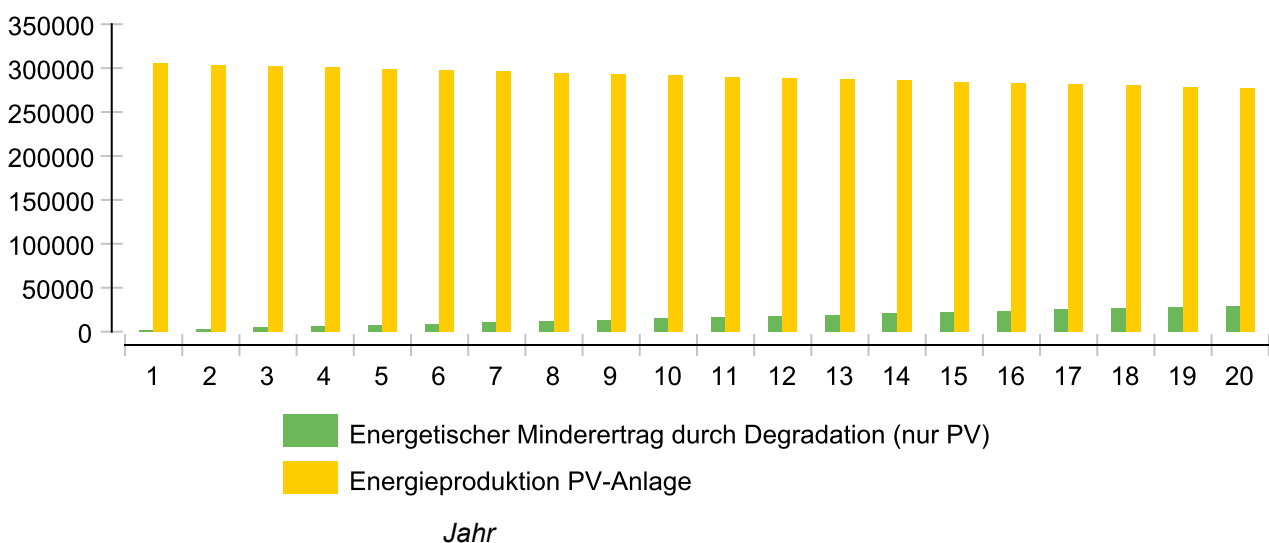
Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,05
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

Degradation PV

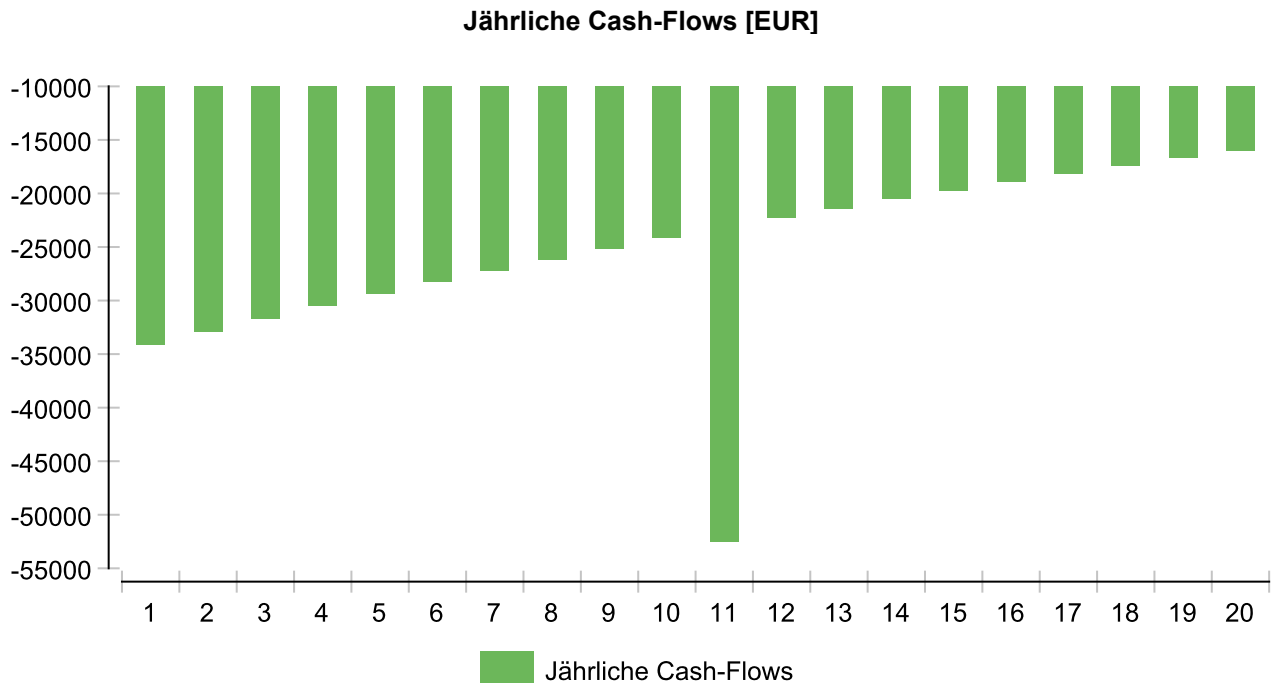
Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	311981,23 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	8363,44 EUR

Energieproduktion PV-Anlage [kWh]

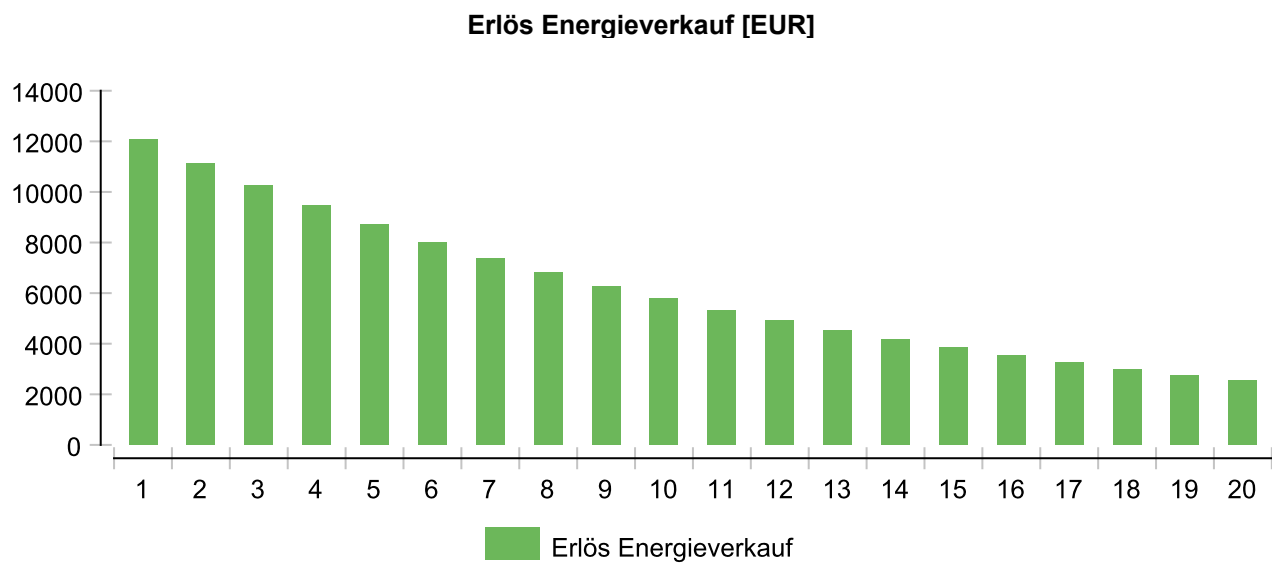


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 123726,46 EUR

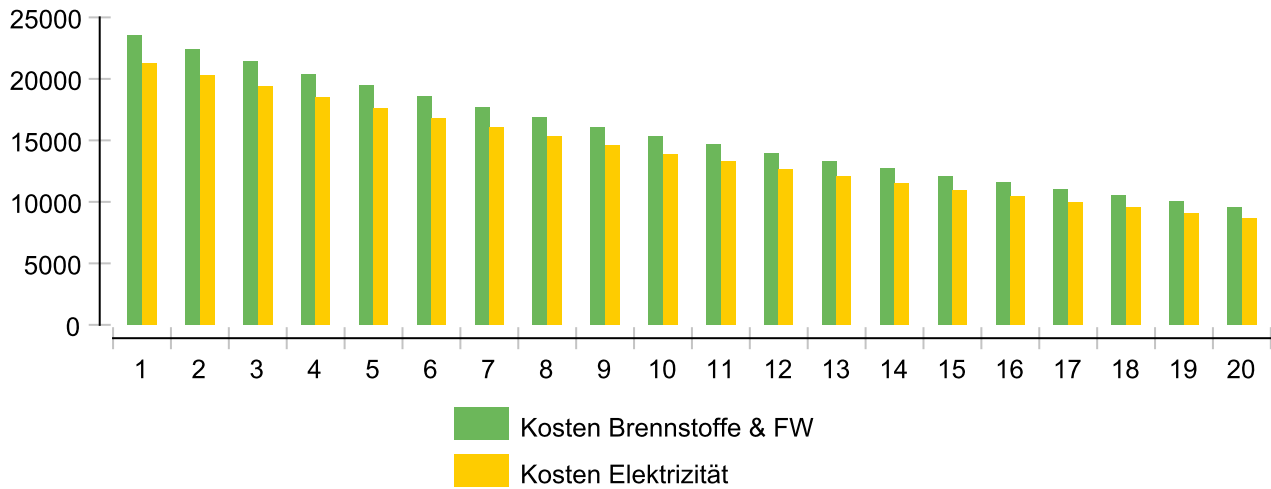


Kosten Brennstoffe & FW 311163,09 EUR

Jährliche Cash-Flows

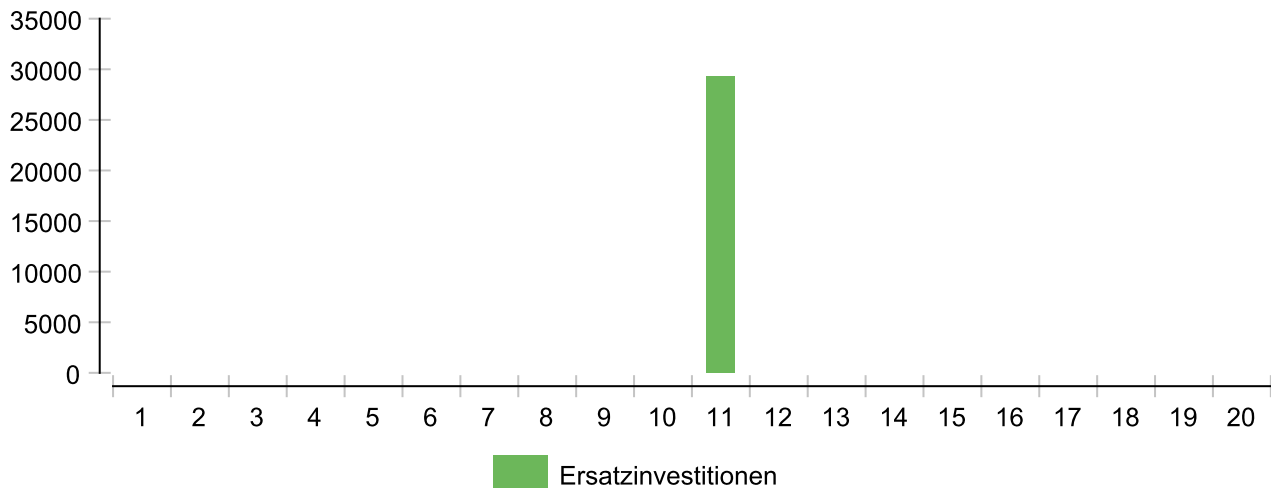
Kosten Elektrizität		281799,21 EUR
---------------------	--	---------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		29329,41 EUR
---------------------	--	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Glossar

Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 4.5

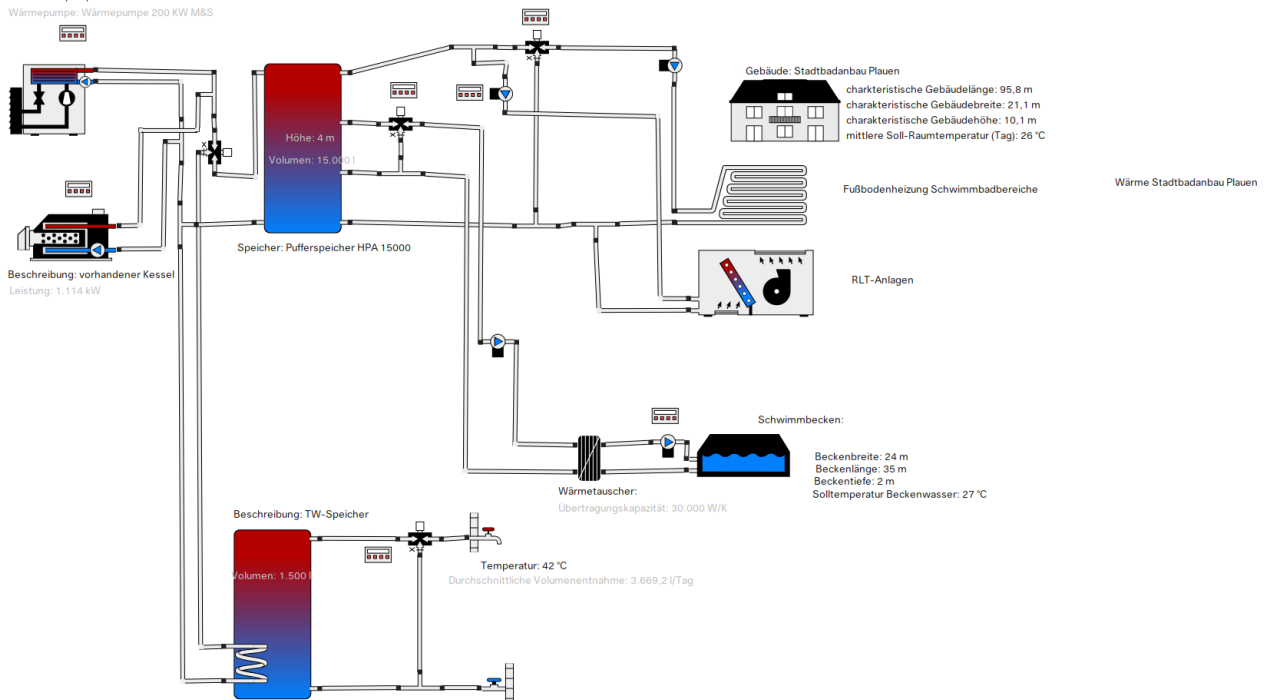
Variante 3a: Luft-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel + PV-Anlage

Varianteuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V3a: Luft-WP + Spitzenlastkessel + PVA

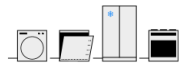
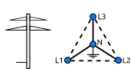
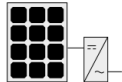
Luft-Wärmepumpe:

Wärmepumpe: Wärmepumpe 200 KW M&S



PV-Feld 1: Westausrichtung

Anzahl Module: 380
Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Strombedarf Stadtbadanbau Plauen:
Jahresverbrauch: 250.000 kWh

Strom Stadtbadanbau Plauen

PV-Feld 2: Ostausrichtung

Anzahl Module: 380
Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Nennkapazität: 60 kWh

Standort der Anlage

Plauen

Längengrad: 12,14°

Breitengrad: 50,491°

Höhe ü.M.: 383 m

Dieser Report wurde erstellt durch:

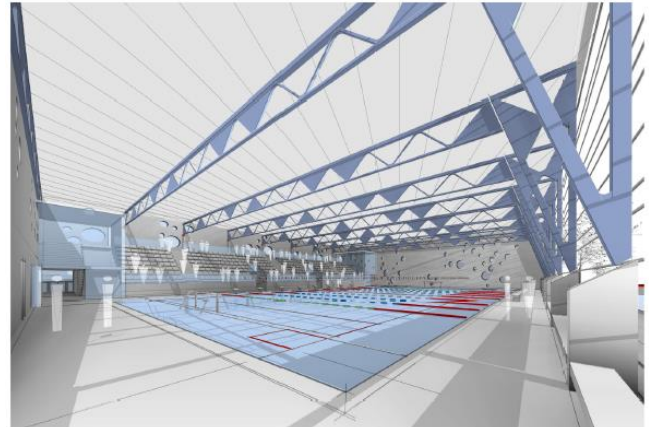
M&S Umweltprojekt GmbH

Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	393 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	437 MWh
Gesamter Gasverbrauch [Egas]	263 MWh
Nutzenergie [Quse]	731 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	1,6
Anlagenaufwandszahl	0,53
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

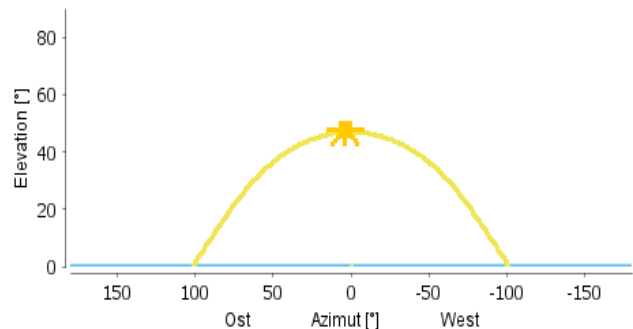
Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	437 MWh
Eigenverbrauch	176 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	57,4 %
Autarkiegrad	39,2 %

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

Jahresarbeitszahl für Luft-Wasser-Wärmepumpe	3,9
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	186 MWh
Gesamte Energieeinsparung	537.260 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	149.315 kg

Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	0,1
Lebensdauer in Jahren	a	20
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	437
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	MWh	187
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	176
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	57,4
Autarkiegrad [Raut]	%	39,2

Kessel vorhandener Kessel		Logano plus SB745-1200 M&S	
Leistung	kW		1.114
Gesamtnutzungsgrad	%		97,5
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh		257
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh		263
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	m ³ (gas)		25.088
Abgasverluste [Qex]	kWh		6.586
Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A	
Hersteller			First Solar
Datenquelle			Photovoltaikforum
Anzahl Module			380
Anzahl Module (Auslegung)			380
Gesamte Nennleistung DC	kW		161,5
Bruttogesamtfläche	m ²		942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°		10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°		-90
Wechselrichter 1: Name			SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller			SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen			3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter			16
Auslegung 1: Cos phi			1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge			7
Auslegung 1: A Module pro Strang			2
Wechselrichter 2: Name			SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller			SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen			3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter			12
Auslegung 2: Cos phi			1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge			13
Auslegung 2: A Module pro Strang			1
Gesamte Nennleistung AC	kVA		128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh		152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh		147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp		907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh		0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh		147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh		1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh		12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh		12,6

Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
Wärmepumpe		Wärmepumpe 200 KW M&S
Heizleistung bei A2/W35	kW	200
El. Leistung bei A2/W35	kW	50
COP bei A2W35		4
DeltaT bei A7/W35	K	5
Arbeitszahl		3,88
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	724
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	186
Energieeinsparung Wärmepumpe	MWh	537
CO2 Einsparung Wärmepumpe	kg	149.315

Gebäude	Stadtbadanbau Plauen	
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²	2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C	25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh	379
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²	188
Solarertrag durch Fenster	MWh	641
Gesamter Energieverlust	MWh	1.660

Heiz-/Kühlelement 1	Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W	1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C	40
Soll-Rücklauftemperatur	°C	35
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	389

Lüfter 2	Stadtbad	
Nennheizleistung	W	383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C	90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C	70
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	278

Schwimmbad	Hallenbad	
Schwimmbad-Typ		Hallenbad
Länge	m	35
Breite	m	24
Durchschnittliche Tiefe	m	2
Solltemperatur	°C	27

Warmwasserbedarf	Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d	3.669
Solltemperatur	°C	42
Energiebedarf [Qdem]	kWh	52.081

Externer Wärmetauscher	riesig	
Übertragungskapazität	W/K	30.000

Pumpe Pumpe FB-Heizung	Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar	31,727
Durchsatz	l/h	53.592
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	15,9

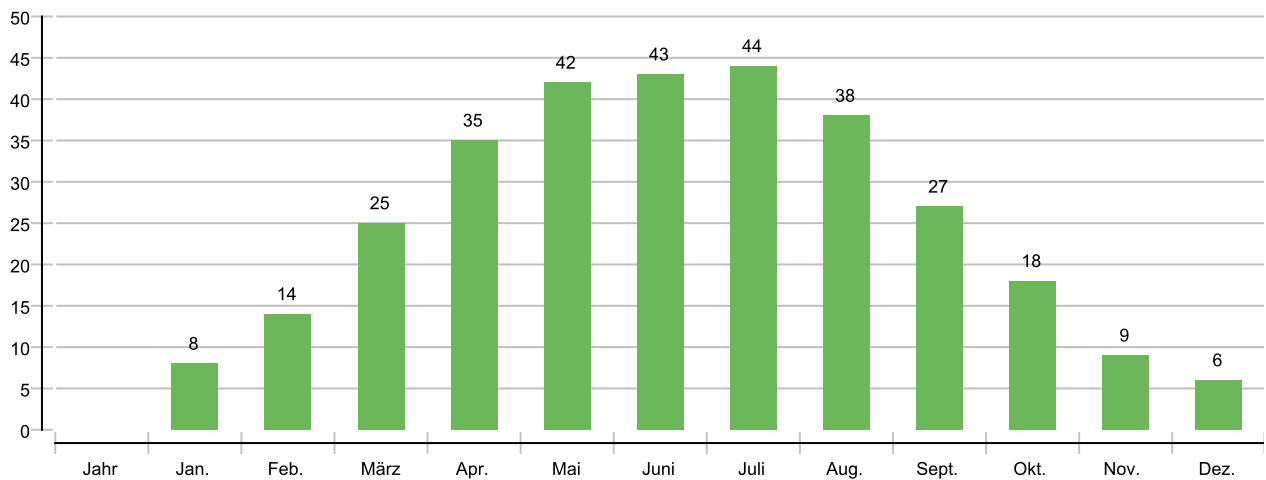
Pumpe Pumpe RLT	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	23,387
Durchsatz	l/h	15.453
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	133

Speicher Pufferspeicher	Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l	15.000
Höhe	m	4
Material		Stahl
Wärmedämmung		Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm	160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	3.819
Anschlussverluste	kWh	239

Speicher TW-Speicher	CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l	1.500
Höhe	m	2,09
Material		Edelstahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	374
Anschlussverluste	kWh	101

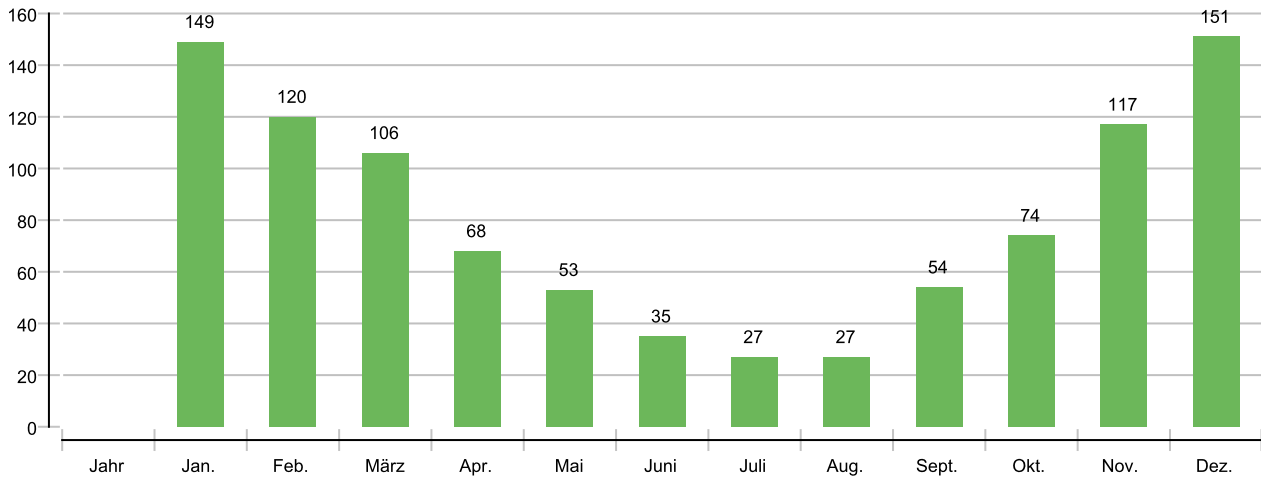
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



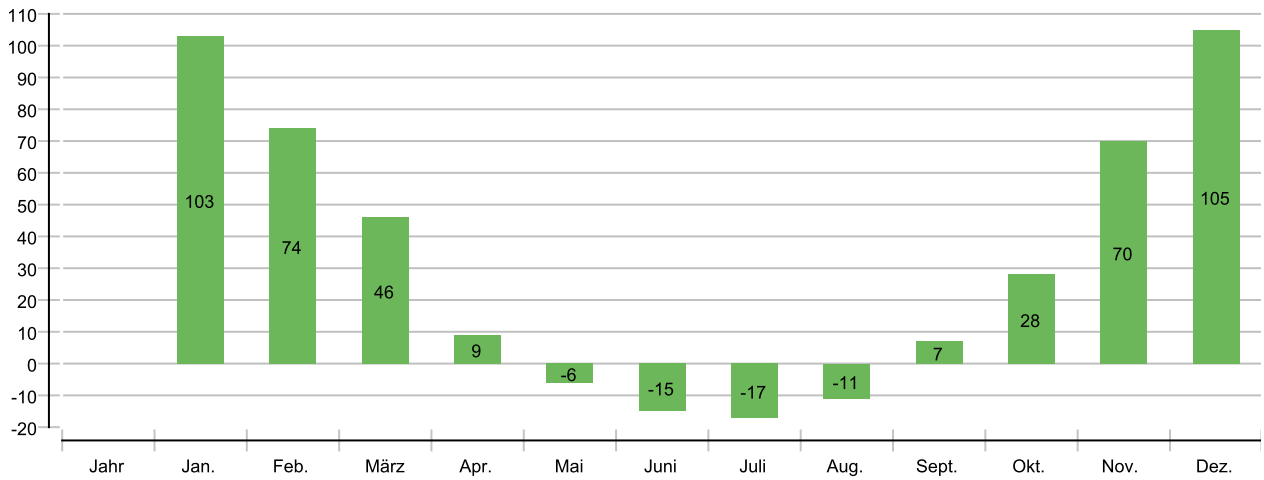
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



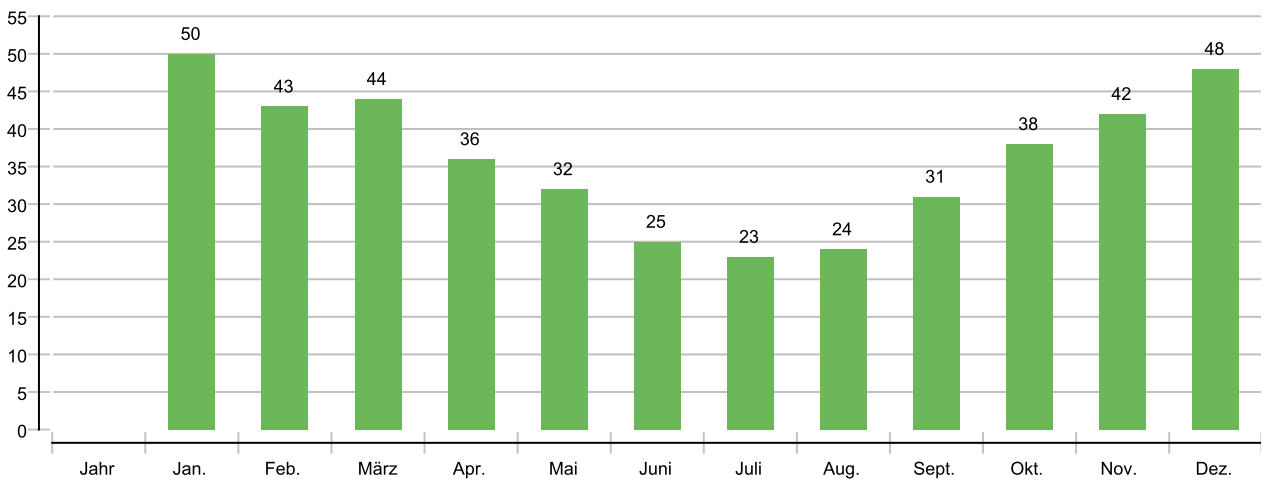
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



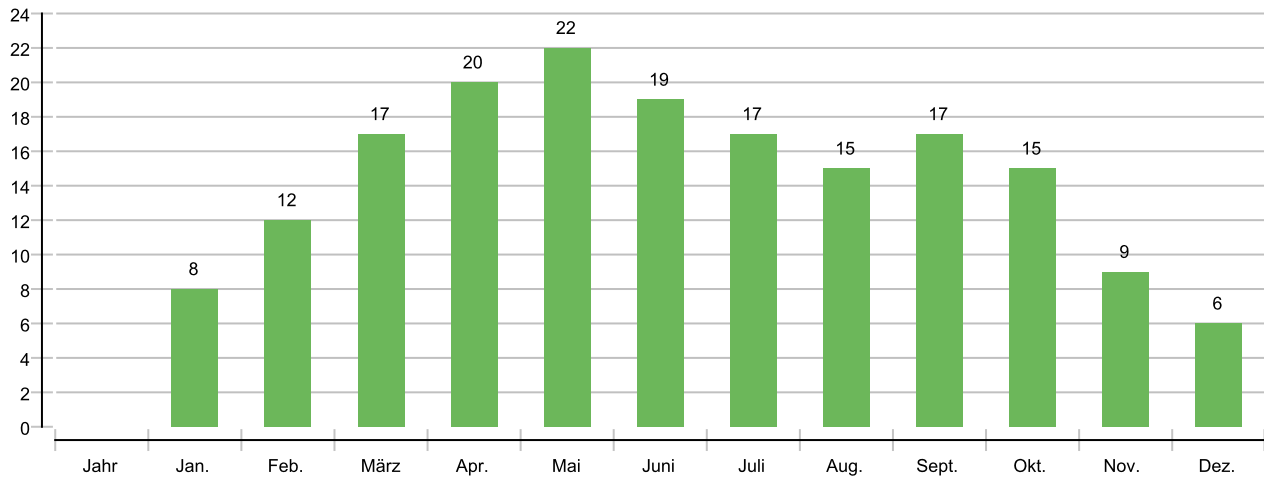
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



Eigenverbrauch [Eocs]

MWh



Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
------	------	------	------	------	-----	------	------	------	-------	------	------	------

Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh	980	149	120	106	68	53	35	27	27	54	74	117	151
-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]

MWh	450	85	65	47	23	16	11	9	9	16	24	57	86
-----	-----	----	----	----	----	----	----	---	---	----	----	----	----

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh	393	103	74	46	9	-6	-15	-17	-11	7	28	70	105
-----	-----	-----	----	----	---	----	-----	-----	-----	---	----	----	-----

Ertrag Photovoltaik DC [Qpvf]

MWh	317	8	14	25	36	43	45	45	39	28	18	9	6
-----	-----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

Einstrahlung in Modulebene [Esol PV]

MWh	2150	56	93	168	240	290	305	310	267	190	123	64	43
-----	------	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh	307	8	14	25	35	42	43	44	38	27	18	9	6
-----	-----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

Stromverbrauch der Pumpen [Epar]

kWh	148,5	25,8	21,1	16,3	8,1	5,5	3	2,1	2,1	6	10,4	21	27
-----	-------	------	------	------	-----	-----	---	-----	-----	---	------	----	----

Nutzenergie [Quse]

MWh	731	90	76	76	60	52	34	27	27	53	67	79	90
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]

kWh	5641	235	248	379	530	603	624	669	674	569	525	333	251
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

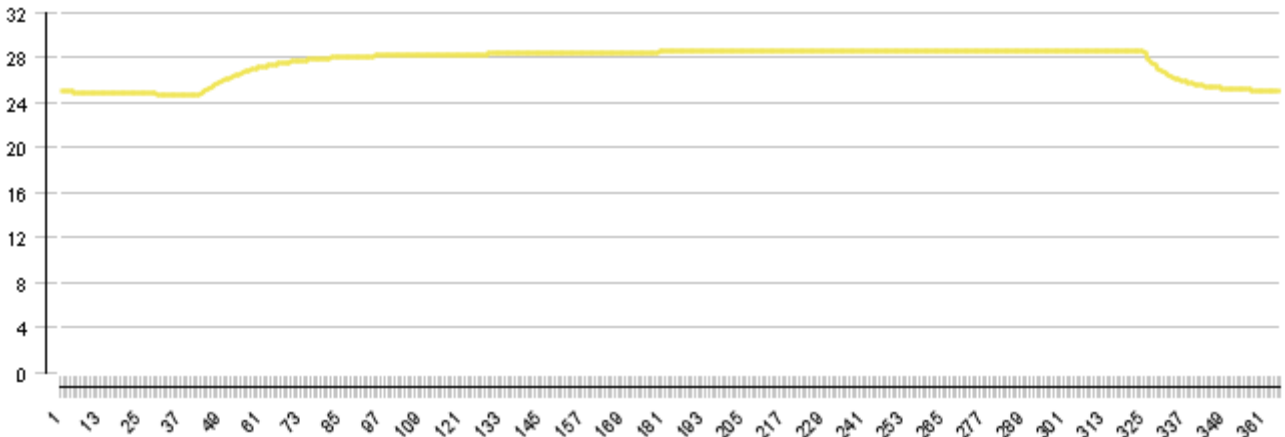
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh	437	50	43	44	36	32	25	23	24	31	38	42	48
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

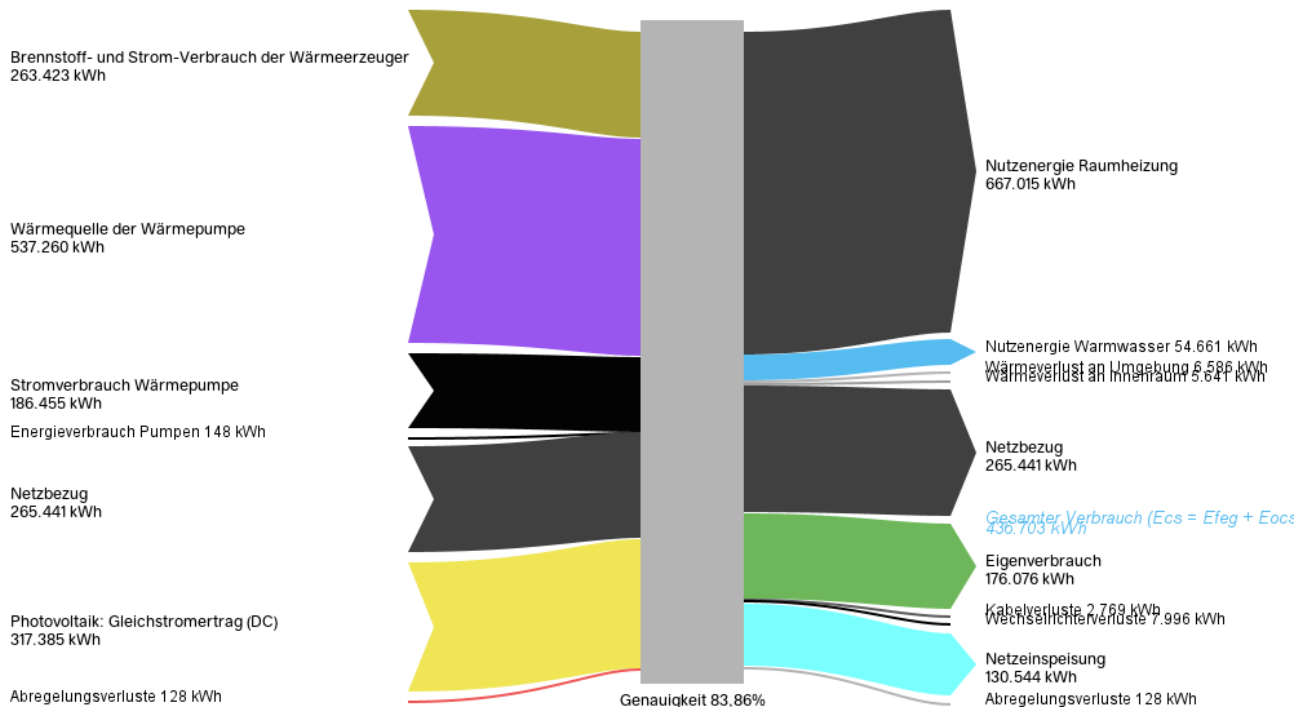
Eigenverbrauch [Eocs]

MWh	176	8	12	17	20	22	19	17	15	17	15	9	6
-----	-----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

Schwimmbad Temperatur [°C] - Tagesmittelwert



Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)

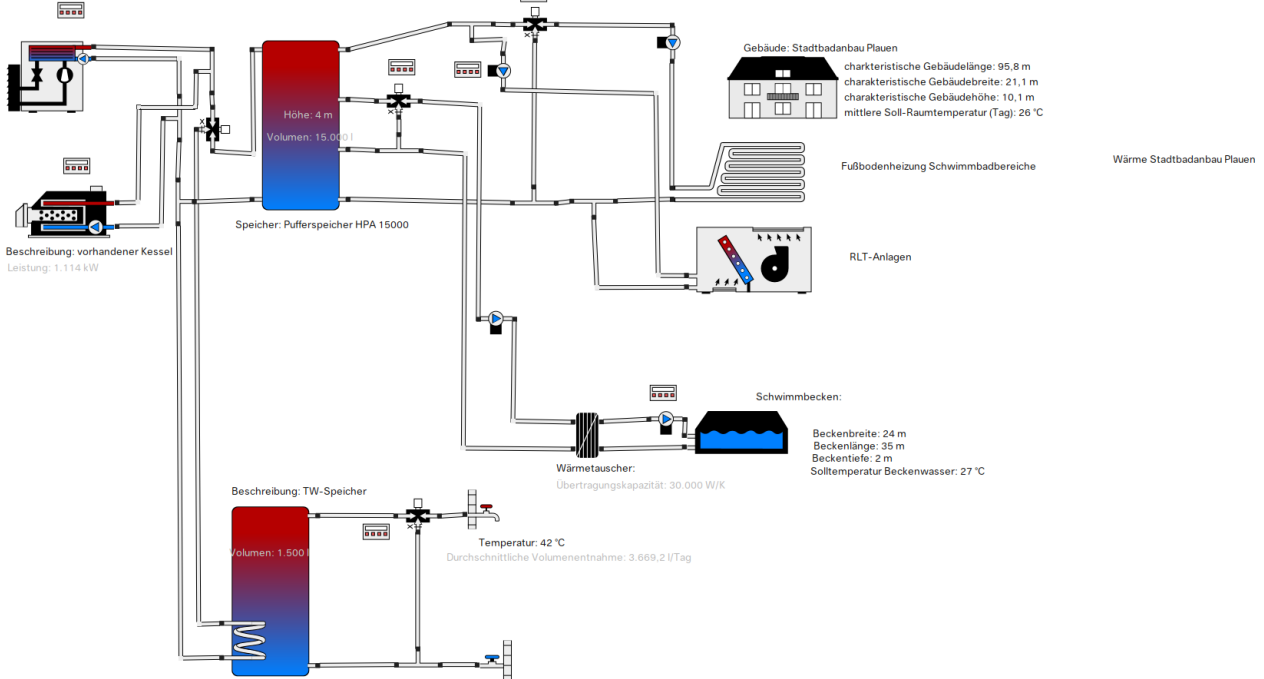


Varianteuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V3a: Luft-WP + Spitzenlastkessel + PVA

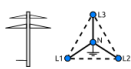
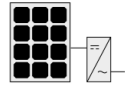
Luft-Wärmepumpe:

Wärmepumpe: Wärmepumpe 200 KW M&S



PV-Feld 1: Westausrichtung

Anzahl Module: 380
Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Strombedarf Stadtbadanbau Plauen:
Jahresverbrauch: 250.000 kWh

Strom Stadtbadanbau Plauen

PV-Feld 2: Ostausrichtung

Anzahl Module: 380
Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Nennkapazität: 60 kWh

Standort der Anlage

Plauen

Längengrad: 12,14°

Breitengrad: 50,491°

Höhe ü.M.: 383 m

Dieser Report wurde erstellt durch:

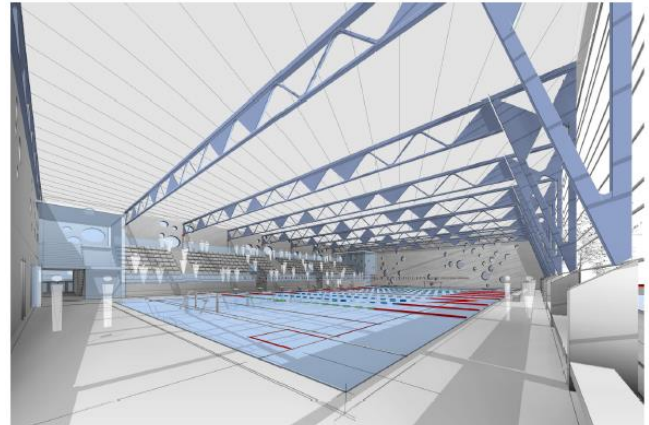
M&S Umweltprojekt GmbH

Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	393 MWh
Nutzenergie [Quse]	731 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	1,6
Anlagenaufwandszahl	0,53
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	437 MWh
Eigenverbrauch	176 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	57,4 %
Autarkiegrad	39,2 %

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

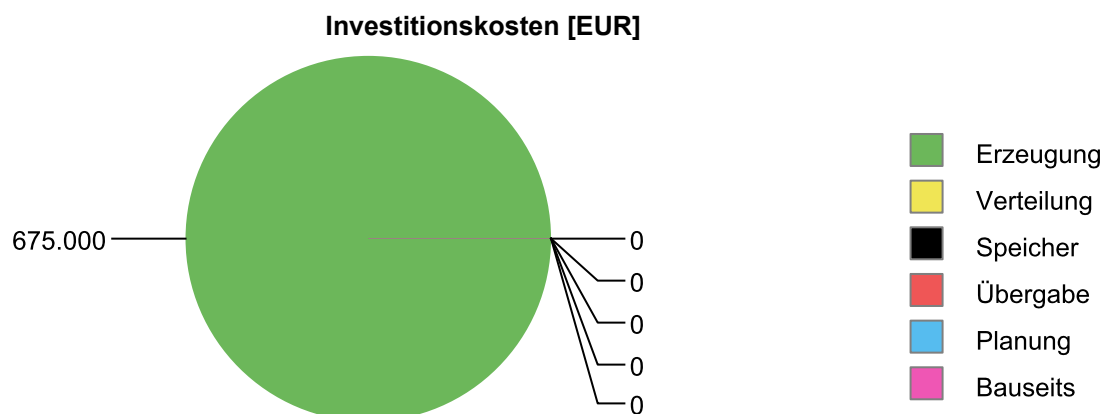
Jahresarbeitszahl für Luft-Wasser-Wärmepumpe	3,9
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	186 MWh
Gesamte Energieeinsparung	537.260 kWh
Gesamte vermiedene CO ₂ -Emission	149.315 kg

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Erdgas SW PL		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Erdgas SW PL		0,47 EUR/m ³ Gas
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	675000,00 EUR
Total		675000,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		5000,00 EUR/a

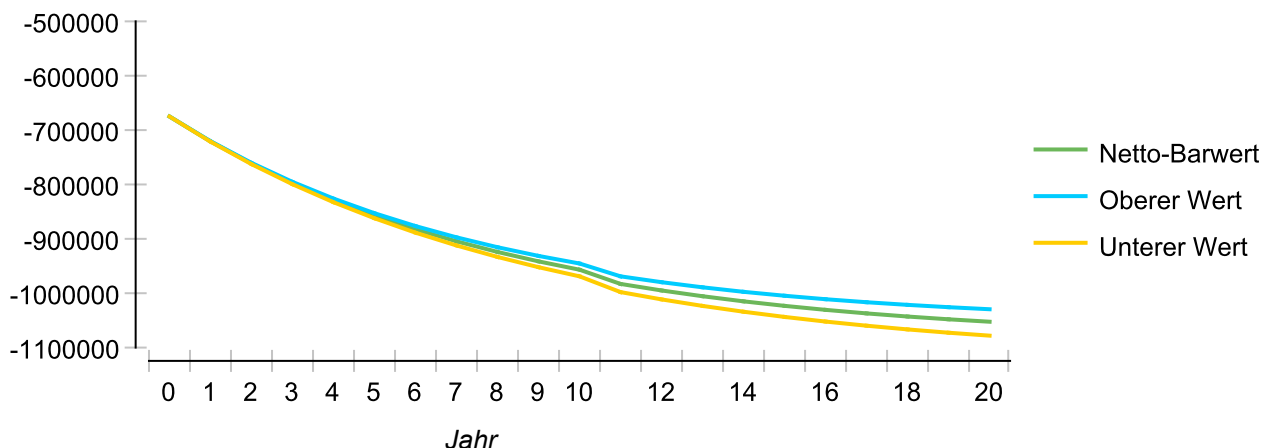
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-1052496,31 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-1029488,32 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1078098,48 EUR

Netto-Barwert

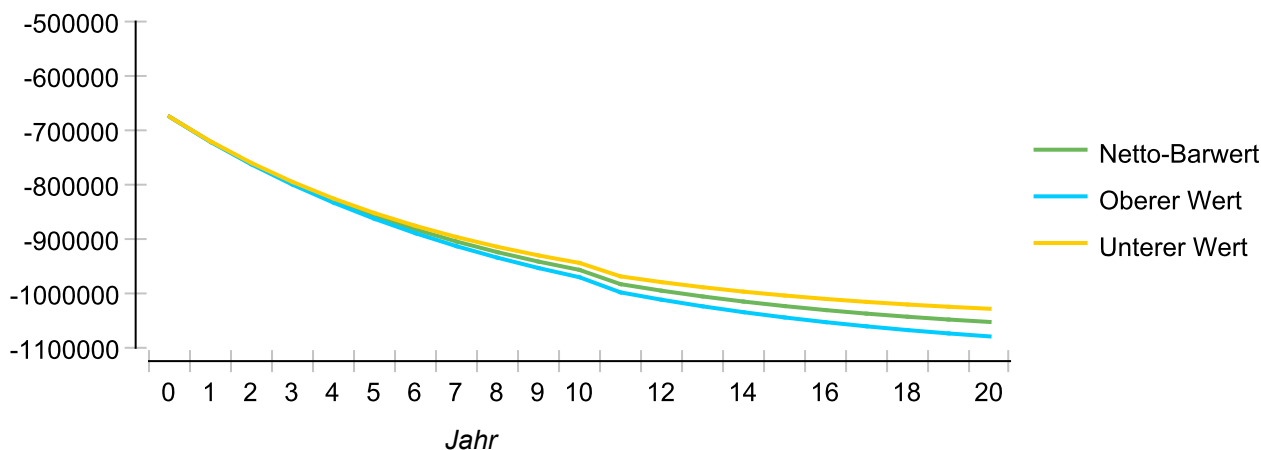
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz			
---------------------------------------	--	--	--

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung		
Oberer Wert	1,00%	-1079073,29 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1028249,50 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



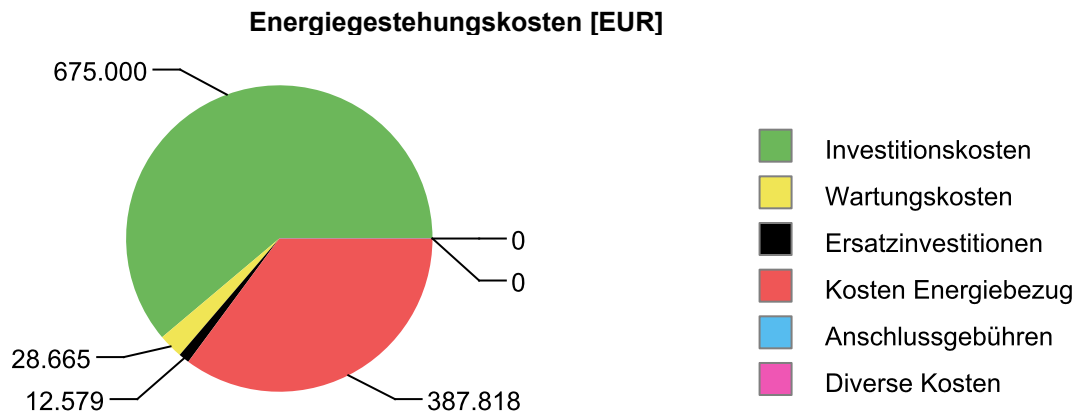
Amortisationszeit

Amortisationszeit		nicht amortisiert
-------------------	--	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn		-2217727,53 EUR
Energiegestehungskosten		0,11 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf		87440,18 EUR
Kosten Brennstoffe & FW		148777,70 EUR
Kosten Elektrizität		557987,50 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-107199,07 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

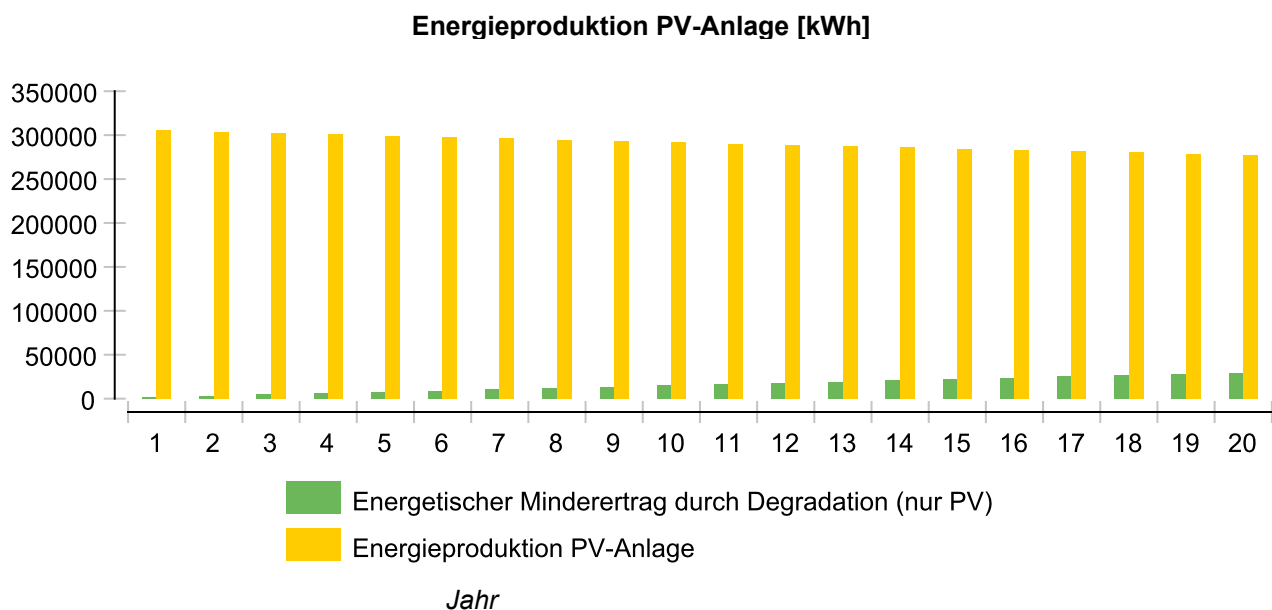
Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,08
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

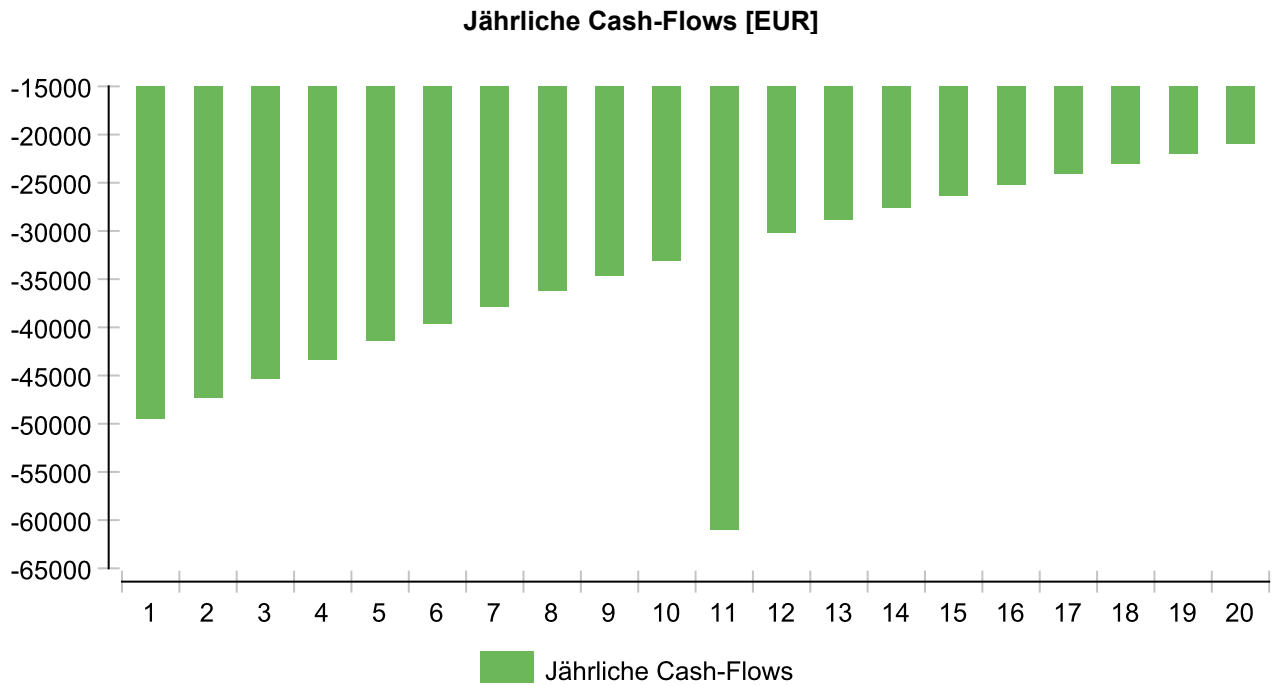
Degradation PV

Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	311981,23 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	8363,44 EUR

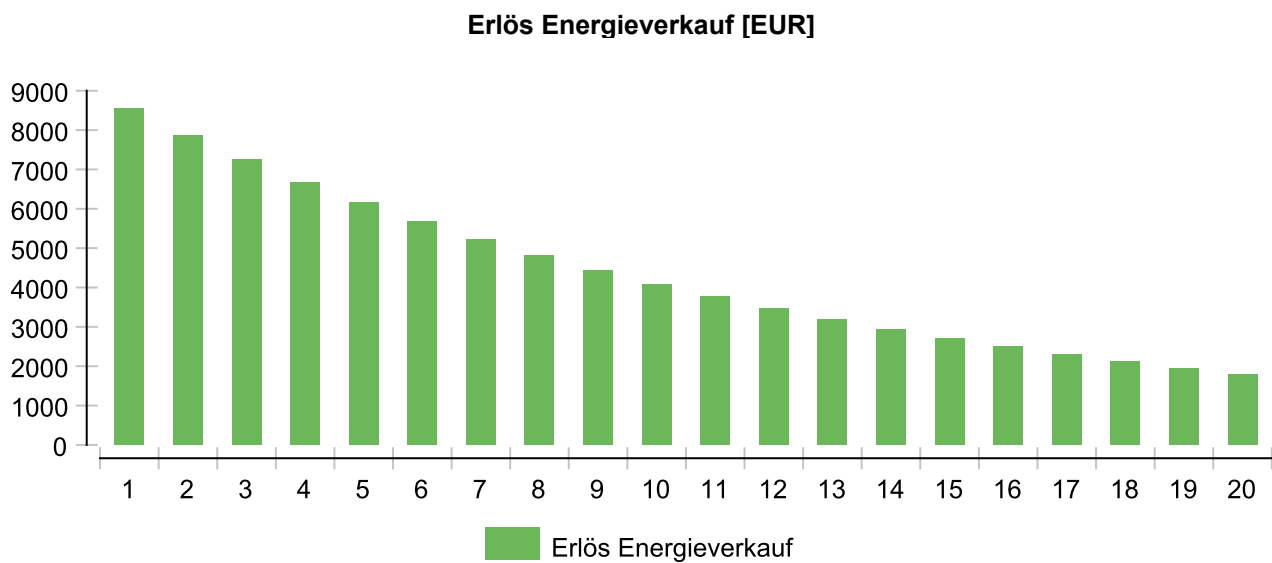


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 87440,18 EUR

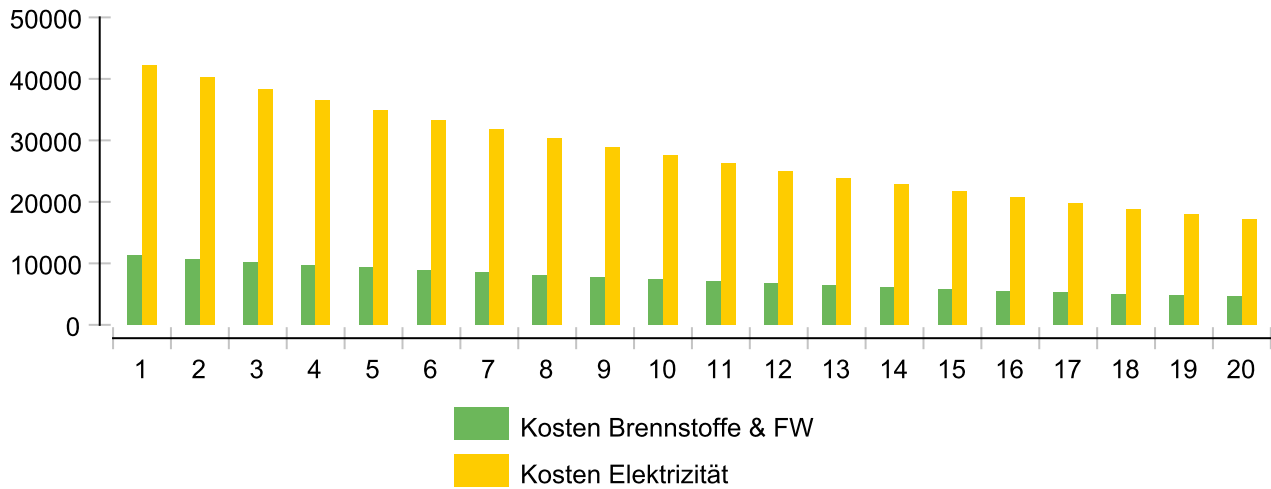


Kosten Brennstoffe & FW 148777,70 EUR

Jährliche Cash-Flows

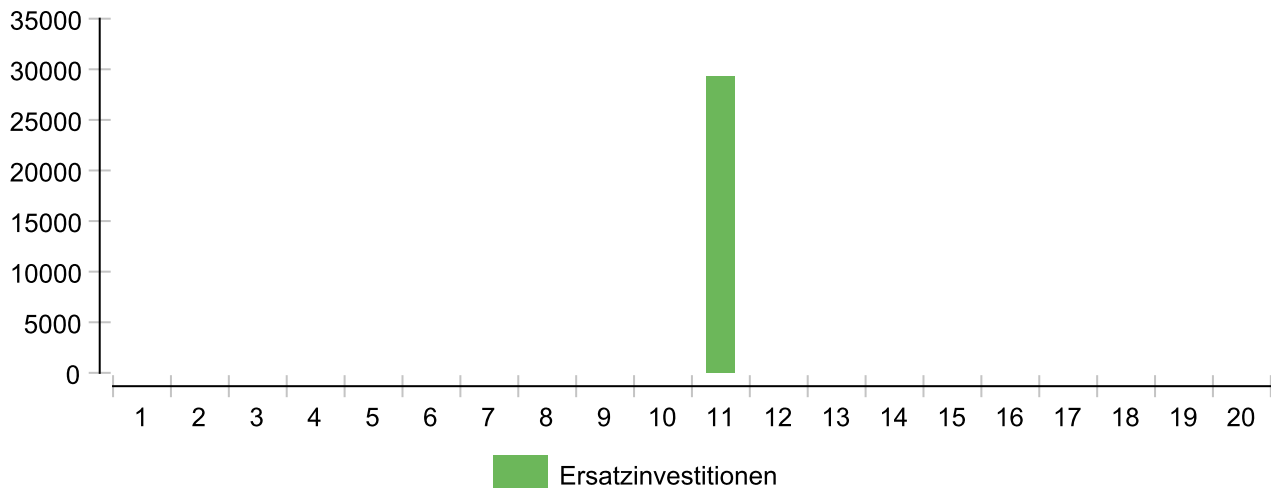
Kosten Elektrizität		557987,50 EUR
---------------------	--	---------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		29329,41 EUR
---------------------	--	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Glossar

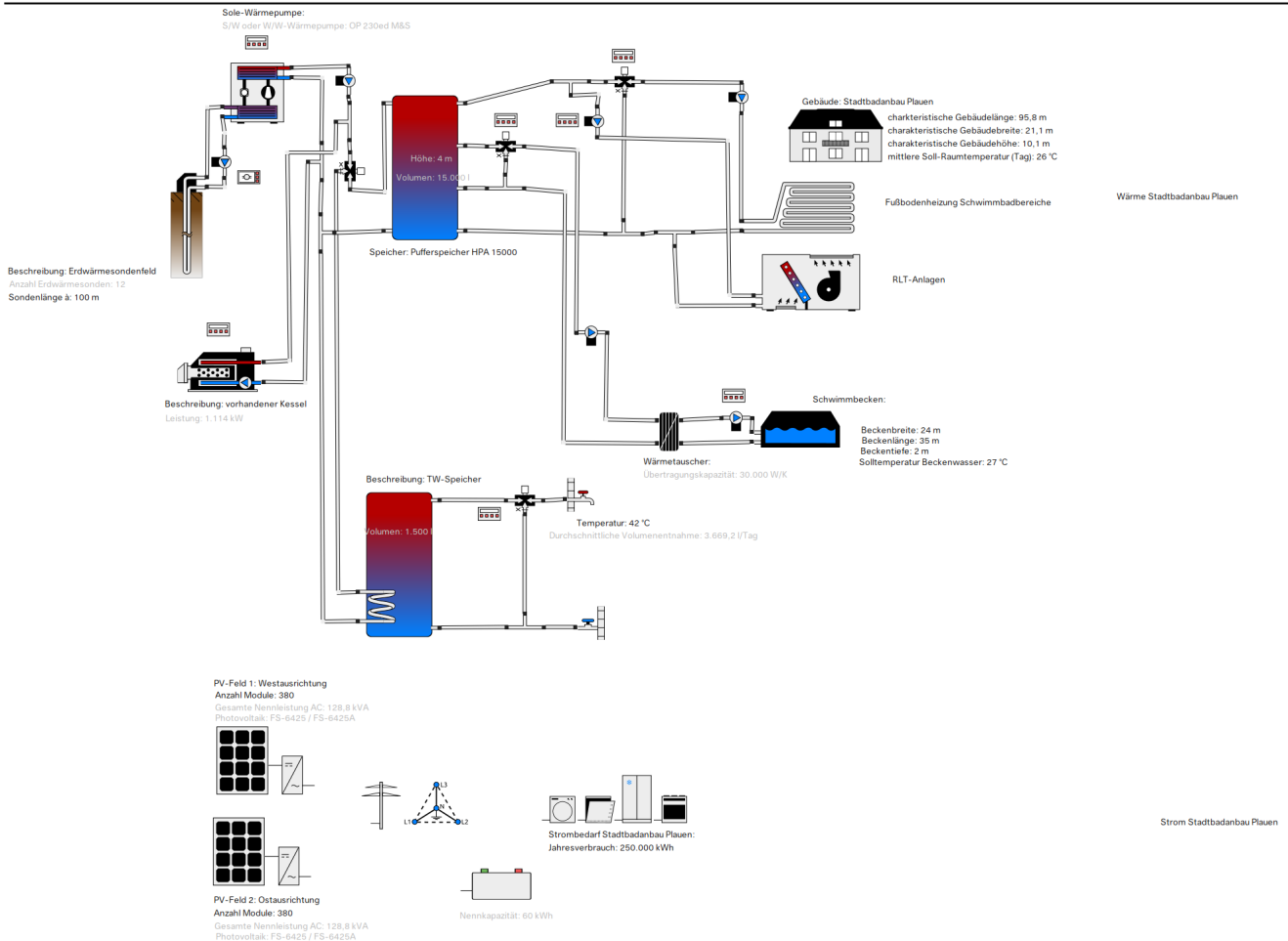
Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 4.6

Variante 3b: Sole-Wärmepumpe + Spitzenlastkessel + PV+Anlage

Varianteuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V3b: Sole-WP + Spitzenlastkessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

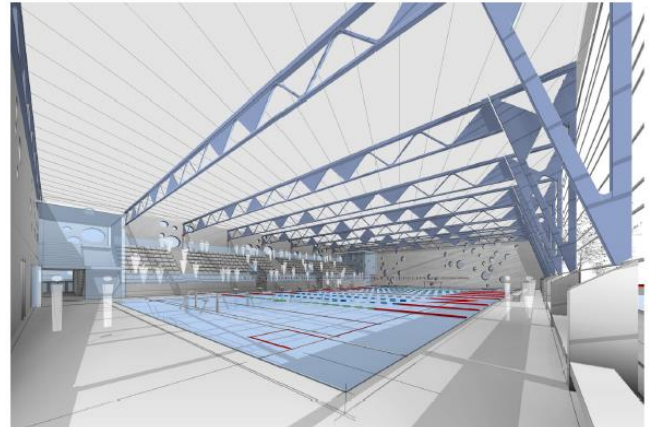
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	594 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	281 MWh
Gesamter Gasverbrauch [Egas]	620 MWh
Nutzenergie [Quse]	611 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	0,9
Anlagenaufwandszahl	1,13
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

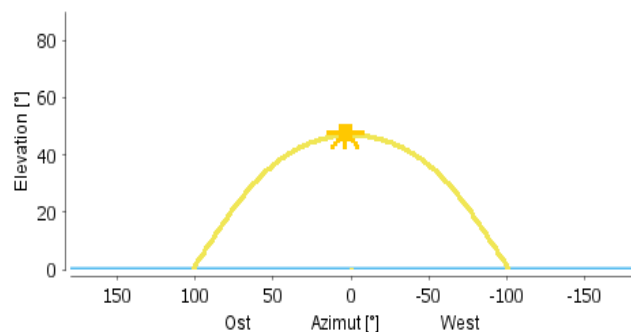
Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	281 MWh
Eigenverbrauch	134 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	43,7 %
Autarkiegrad	45,8 %

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	4,3
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	30.686 kWh
Sondnlänge (Total)	1.194 m
Entzugsenergie der Sonde	101.645 kWh
Gesamte Energieeinsparung	101.722 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	28.271 kg

Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	0,1
Lebensdauer in Jahren	a	20
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	281
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	kWh	30.981
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	134
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	43,7
Autarkiegrad [Raut]	%	45,8

Erdwärmesonde Erdwärmesondenfeld	40 mm Doppel-U-Sonde	
Sondenlänge	m	100
Anzahl Erdwärmesonden		12
Sondenabstand	m	10
Erdschicht 1	m	1 / Erde
Erdschicht 2	m	5 / Sand, trocken
Erdschicht 3	m	31 / Ton, trocken
Erdschicht 4	m	63 / Glimmerschiefer
Eintrittstemperatur im Betrieb	°C	-12,9
Austrittstemperatur im Betrieb	°C	-9,7
Entzugsenergie der Sonde	MWh	102
Kessel vorhandener Kessel	Logano plus SB745-1200 M&S	
Leistung	kW	1.114
Gesamtnutzungsgrad	%	97,5
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	605
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	620
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	m ³ (gas)	59.053
Abgasverluste [Qex]	kWh	15.501

Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-90
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		7
Auslegung 1: A Module pro Strang		2
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	12,6

Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
S/W oder W/W-Wärmepumpe		OP 230ed M&S
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)		4,31
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	132
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	kWh	30.686
Energieeinsparung Wärmepumpe	MWh	102
CO2 Einsparung Wärmepumpe	kg	28.271

Gebäude	Stadtbadanbau Plauen	
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²	2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C	25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh	307
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²	152
Solarertrag durch Fenster	MWh	641
Gesamter Energieverlust	MWh	1.541
Heiz-/Kühlelement 1	Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W	1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C	40
Soll-Rücklauftemperatur	°C	35
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	359
Lüfter 2	Stadtbad	
Nennheizleistung	W	383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C	90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C	70
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	190
Schwimmbad	Hallenbad	
Schwimmbad-Typ		Hallenbad
Länge	m	35
Breite	m	24
Durchschnittliche Tiefe	m	2
Solltemperatur	°C	27
Warmwasserbedarf	Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d	3.669
Solltemperatur	°C	42
Energiebedarf [Qdem]	kWh	52.081
Externer Wärmetauscher	riesig	
Übertragungskapazität	W/K	30.000
Pumpe Pumpe FB-Heizung	Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar	32,566
Durchsatz	l/h	53.268
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	22,9
Pumpe Pumpe RLT	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	26,051
Durchsatz	l/h	15.358
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	191

Pumpe Pumpe Solekreislauf	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	28,537
Durchsatz	l/h	39.600
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	40,7

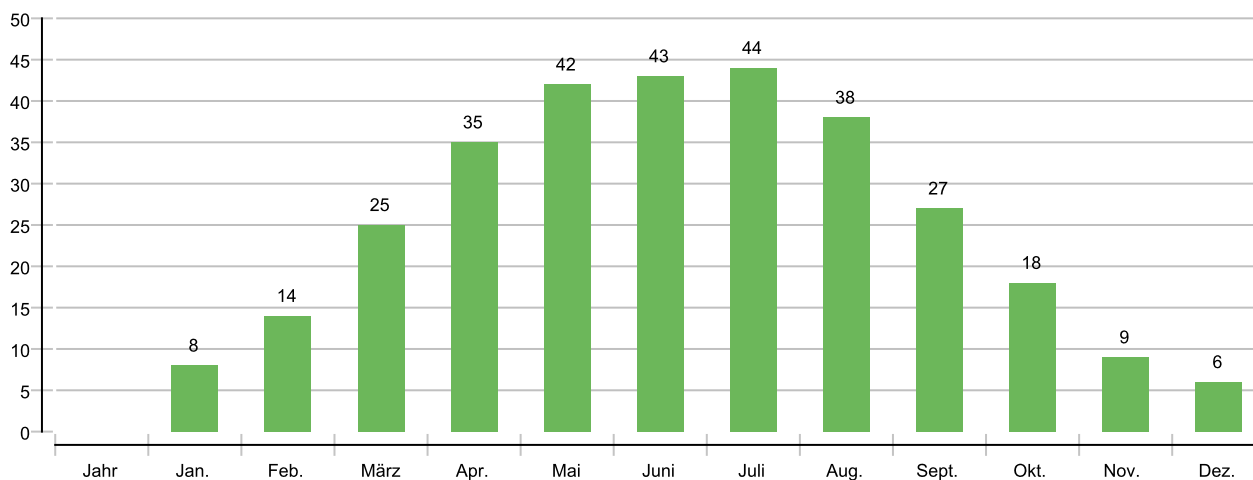
Pumpe Pumpe Wp-Kreislauf	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	38,609
Durchsatz	l/h	39.600
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	40,1

Speicher Pufferspeicher	Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l	15.000
Höhe	m	4
Material		Stahl
Wärmedämmung		Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm	160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	870
Anschlussverluste	kWh	73,2

Speicher TW-Speicher	CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l	1.500
Höhe	m	2,09
Material		Edelstahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	358
Anschlussverluste	kWh	94,9

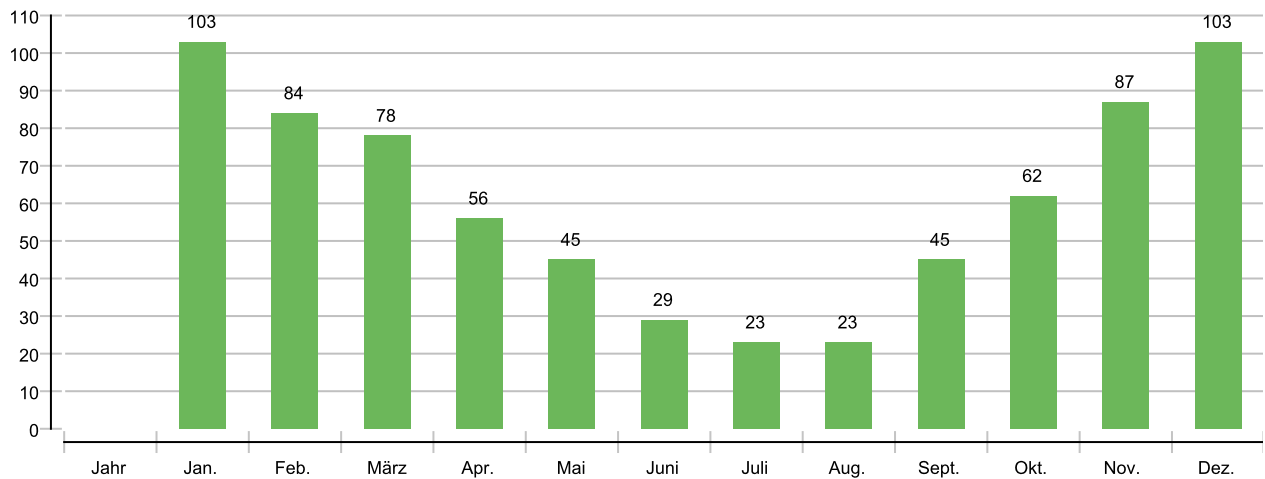
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



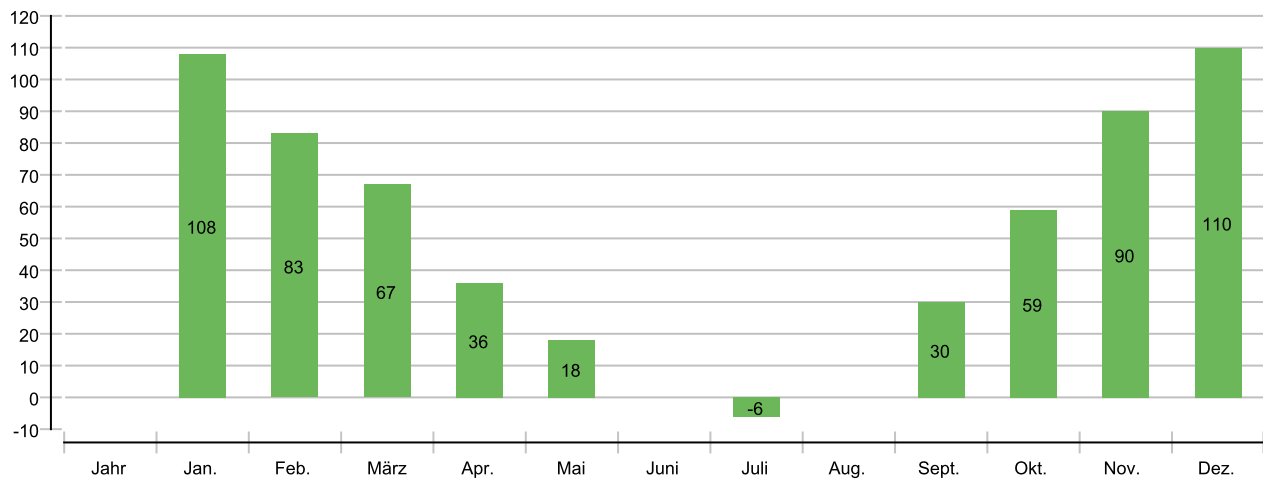
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



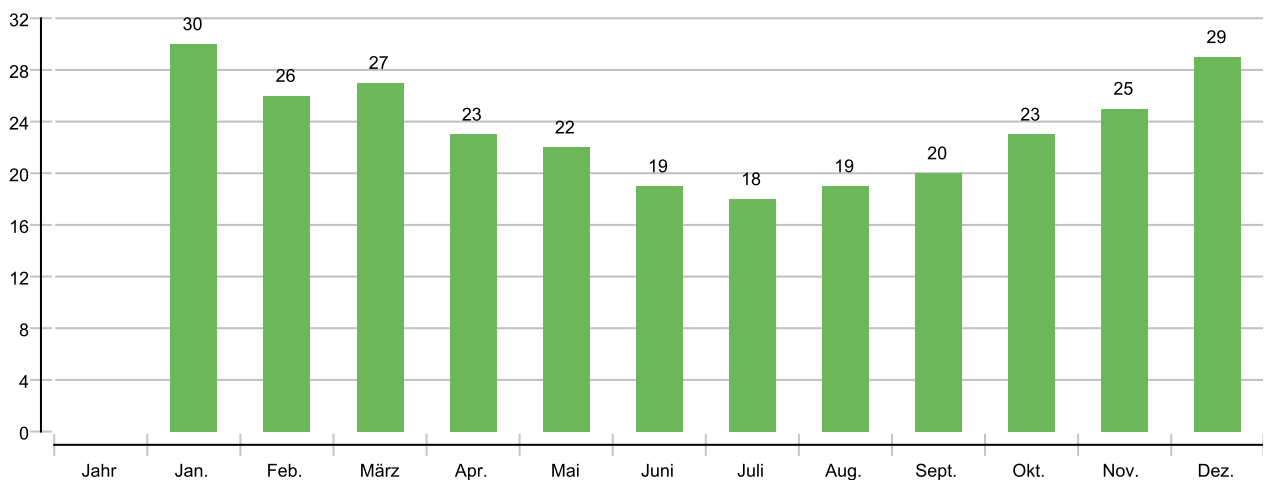
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



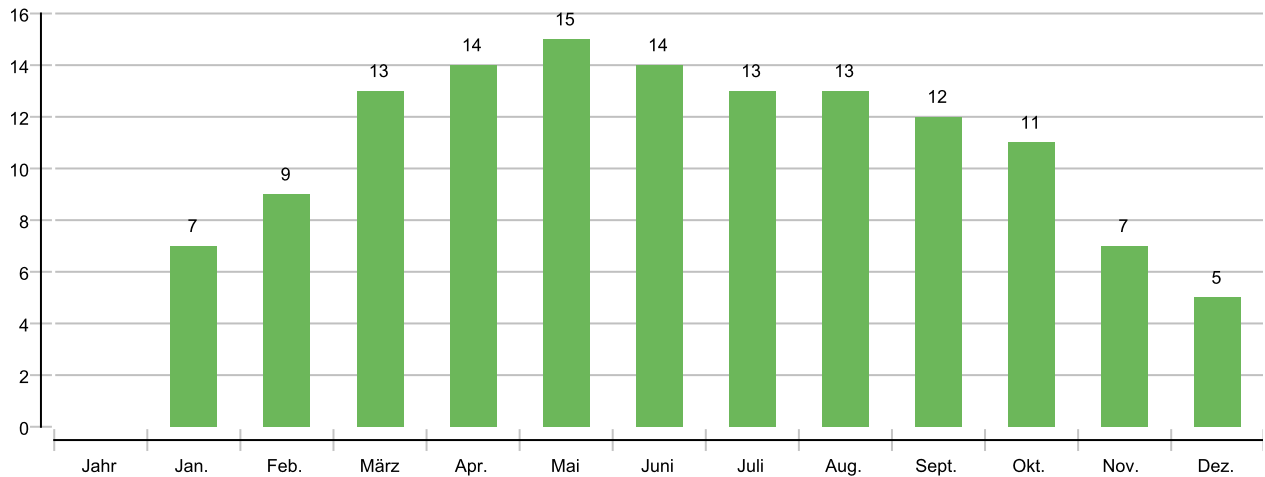
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



Eigenverbrauch [Eocs]

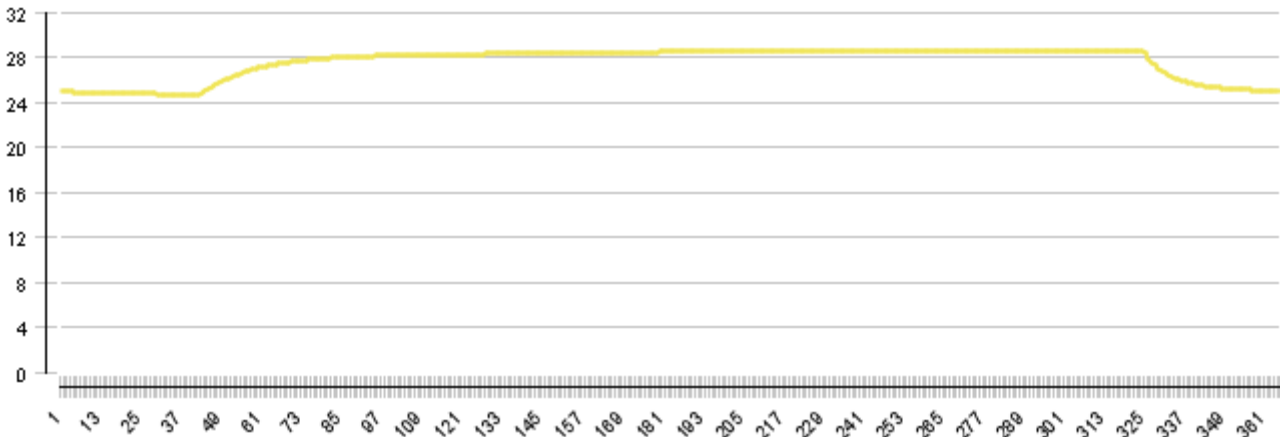
MWh



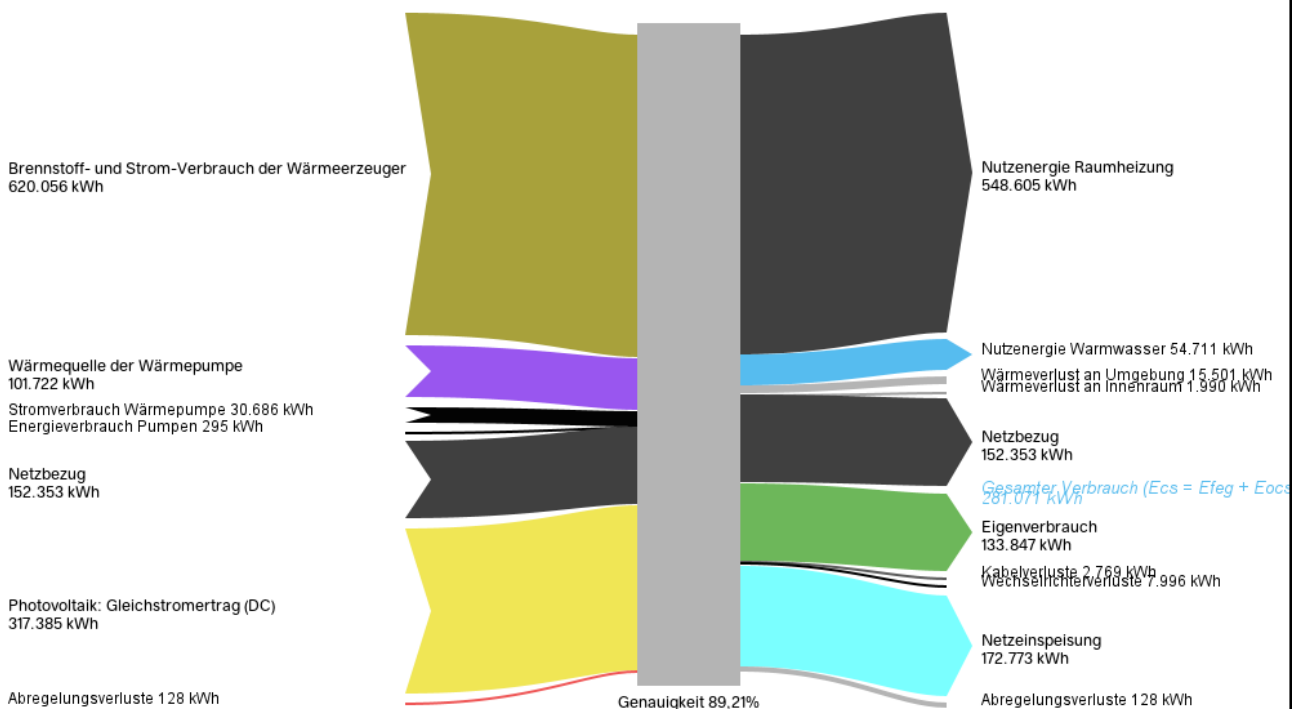
	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Energie der Wärmerezeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]													
MWh	737	103	84	78	56	45	29	23	23	45	62	87	103
Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmerezeuger [Eaux]													
MWh	651	90	74	68	50	40	26	20	20	39	55	77	91
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]													
MWh	594	108	83	67	36	18	0	-6	0	30	59	90	110
Ertrag Photovoltaik DC [Qpvf]													
MWh	317	8	14	25	36	43	45	45	39	28	18	9	6
Einstrahlung in Modulebene [Esol PV]													
MWh	2150	56	93	168	240	290	305	310	267	190	123	64	43
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]													
MWh	307	8	14	25	35	42	43	44	38	27	18	9	6
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]													
kWh	295	40,4	33,8	31,4	22,5	17,8	11,6	8,7	9	17,9	25,8	35,8	40,3
Nutzenergie [Quse]													
MWh	611	83	69	63	47	38	25	20	21	38	53	72	84
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmerezeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	1990	182	161	173	159	162	150	155	157	163	172	174	183
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]													
MWh	281	30	26	27	23	22	19	18	19	20	23	25	29
Eigenverbrauch [Eocs]													
MWh	134	7	9	13	14	15	14	13	13	12	11	7	5

Schwimmbad

Temperatur [°C] - Tagesmittelwert

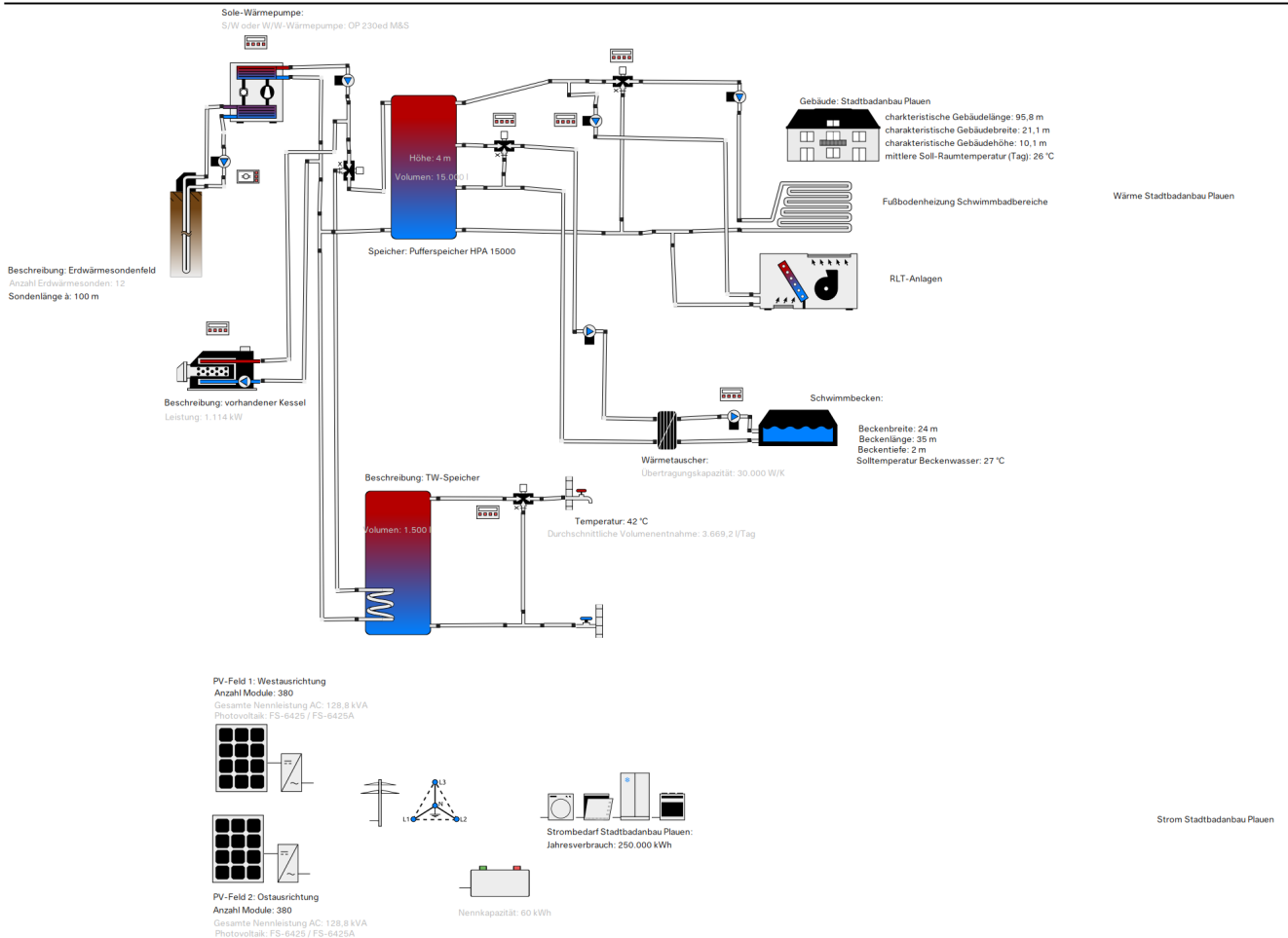


Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V3b: Sole-WP + Spitzenlastkessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

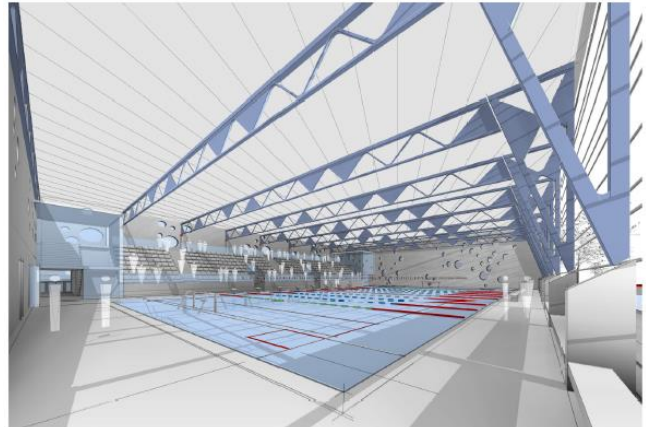
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	594 MWh
Nutzenergie [Quse]	611 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	0,9
Anlagenaufwandszahl	1,13
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	281 MWh
Eigenverbrauch	134 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	43,7 %
Autarkiegrad	45,8 %

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

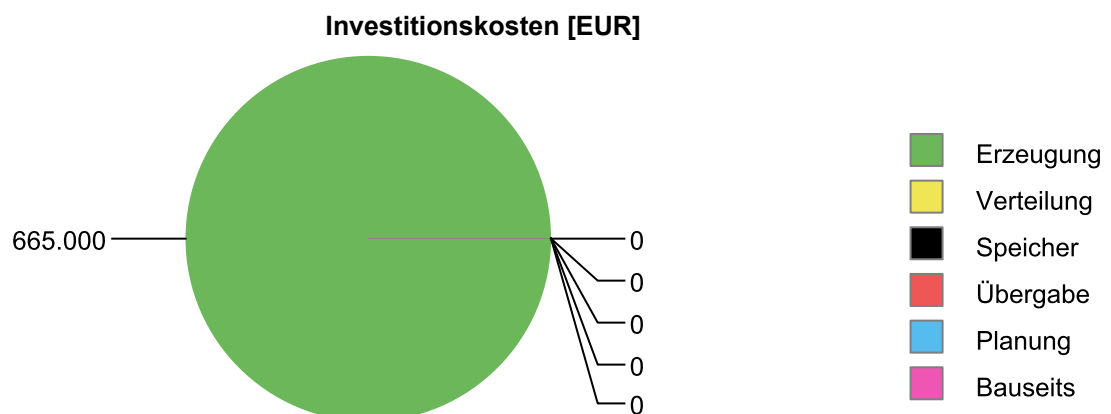
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	4,3
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	30.686 kWh
Sondenlänge (Total)	1.194 m
Entzugsenergie der Sonde	101.645 kWh
Gesamte Energieeinsparung	101.722 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	28.271 kg

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Erdgas SW PL		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Erdgas SW PL		0,47 EUR/m ³ Gas
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	665000,00 EUR
Total		665000,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		10000,00 EUR/a

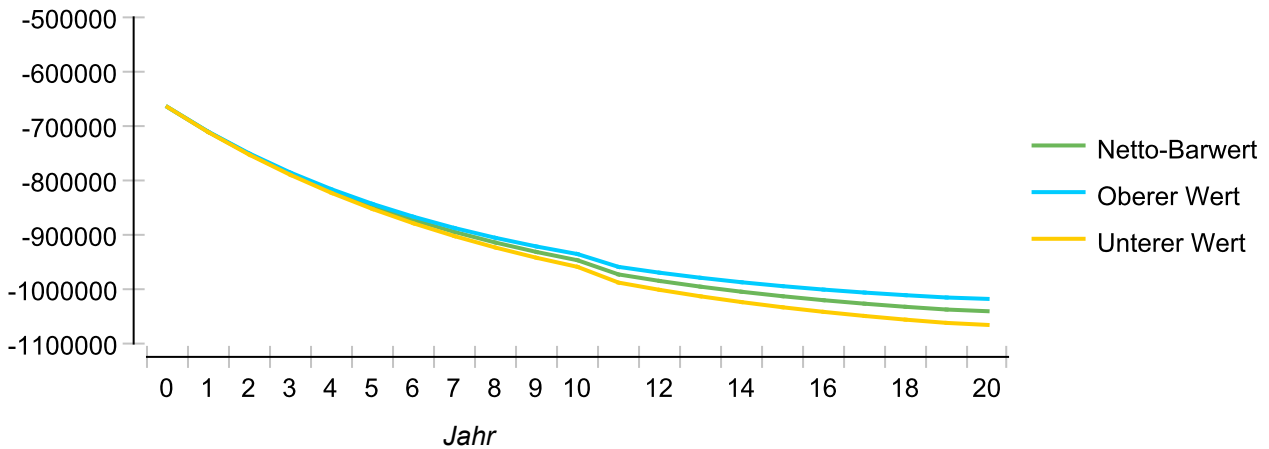
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-1040501,20 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-1017817,38 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1065714,94 EUR

Netto-Barwert

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz

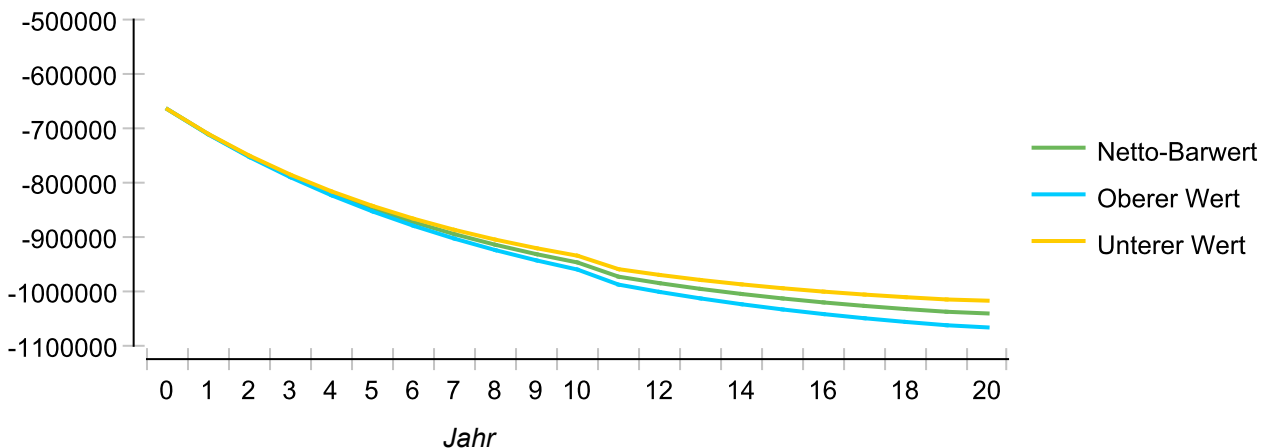
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung

Oberer Wert	1,00%	-1066214,80 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1017042,07 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



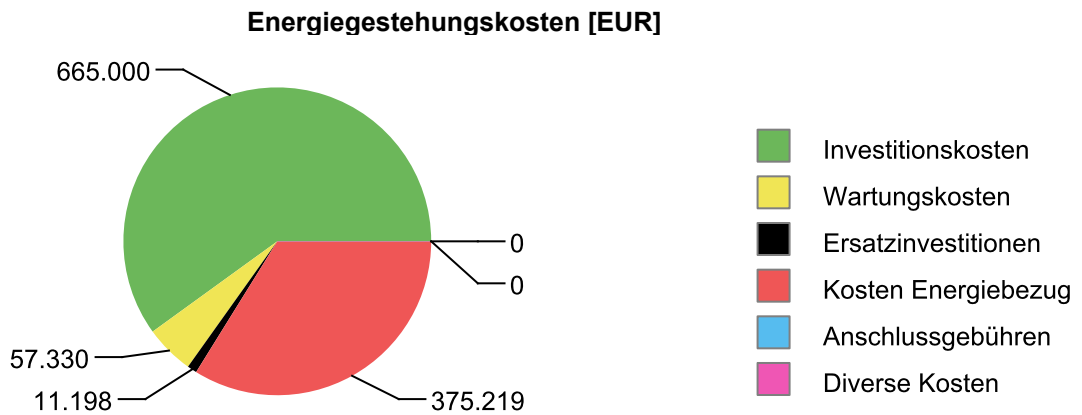
Amortisationszeit

Amortisationszeit	nicht amortisiert
-------------------	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn	-2200450,71 EUR
Energiegestehungskosten	0,12 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf	115725,50 EUR
Kosten Brennstoffe & FW	350198,50 EUR
Kosten Elektrizität	333606,65 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-105977,34 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

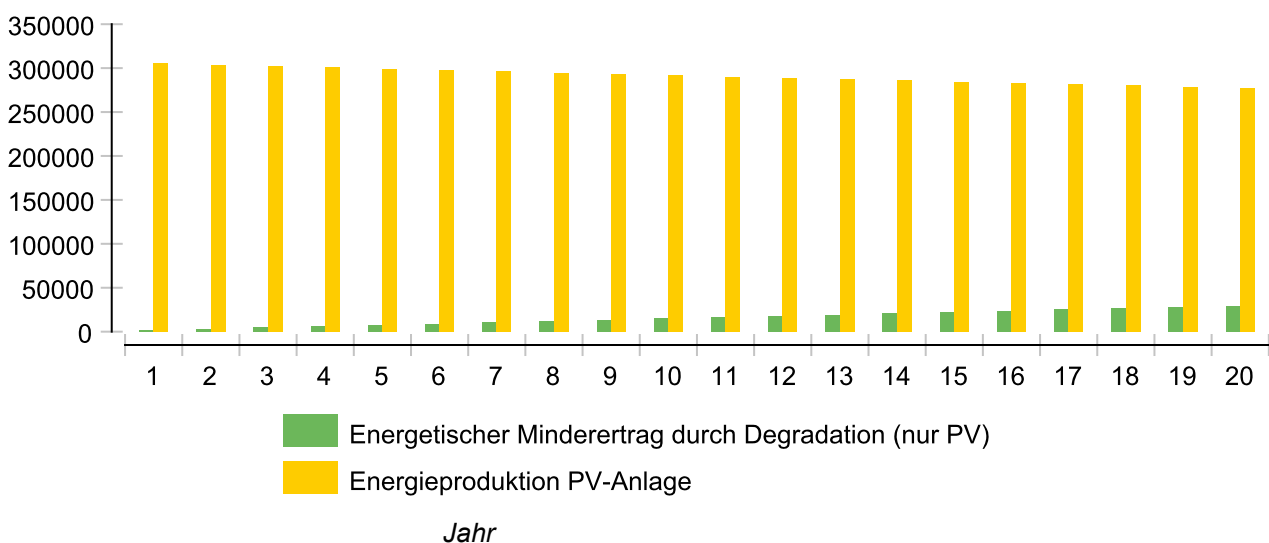
Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,08
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

Degradation PV

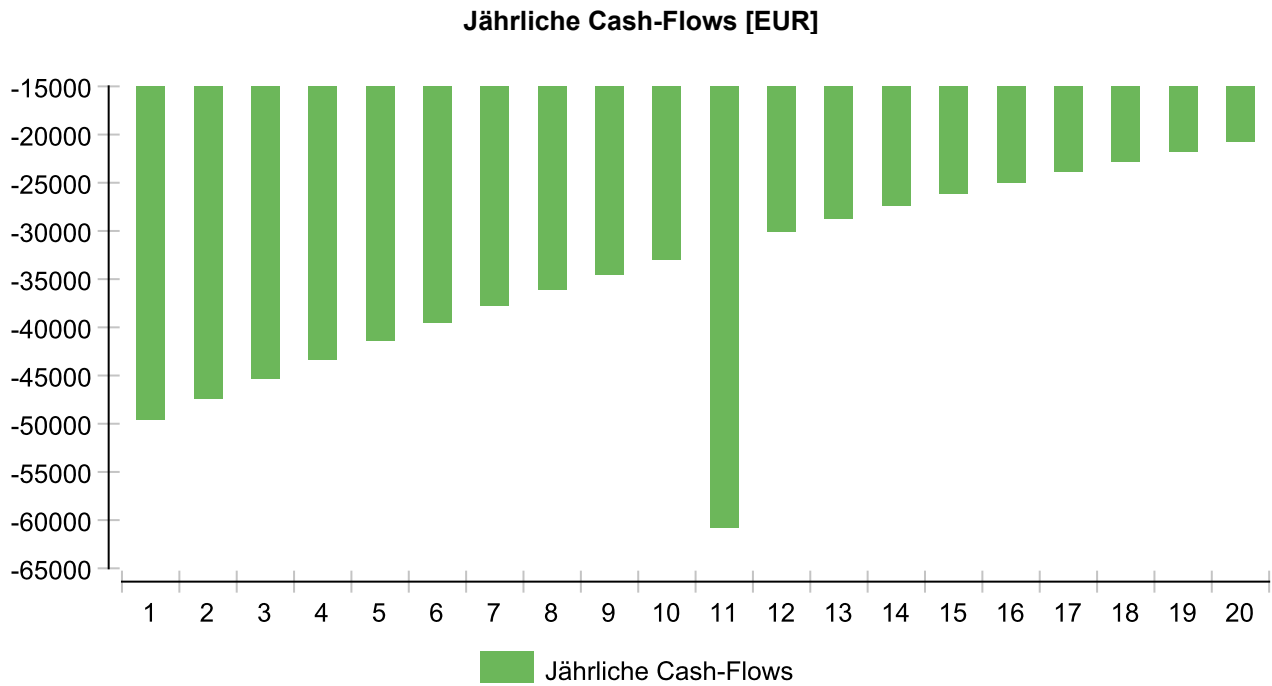
Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	311981,27 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	8363,44 EUR

Energieproduktion PV-Anlage [kWh]

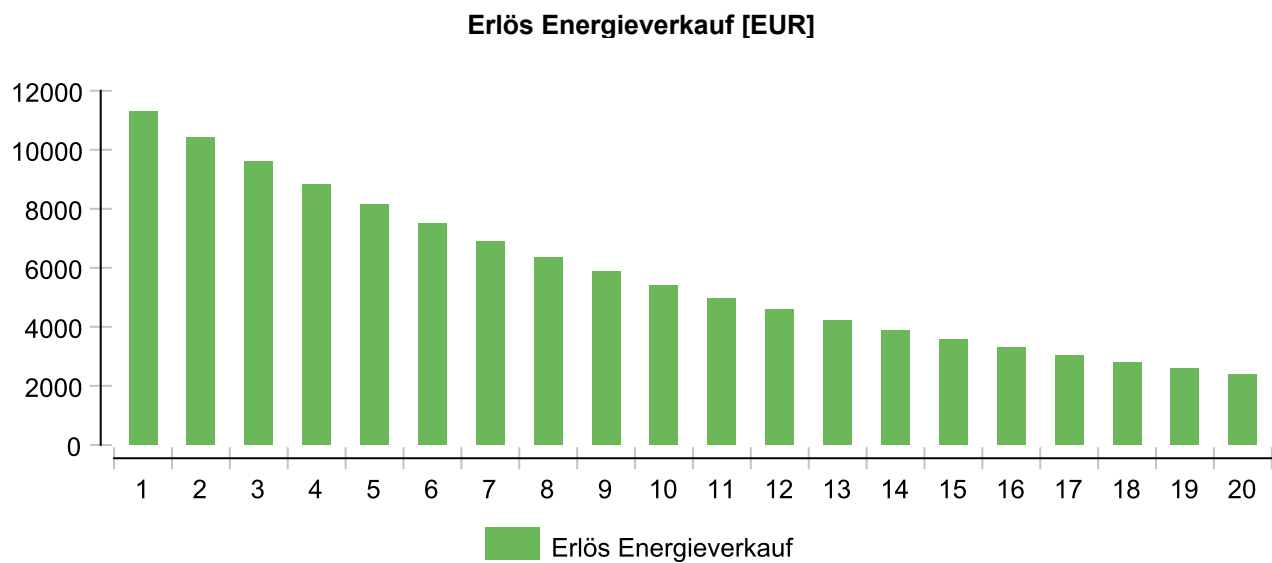


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 115725,50 EUR

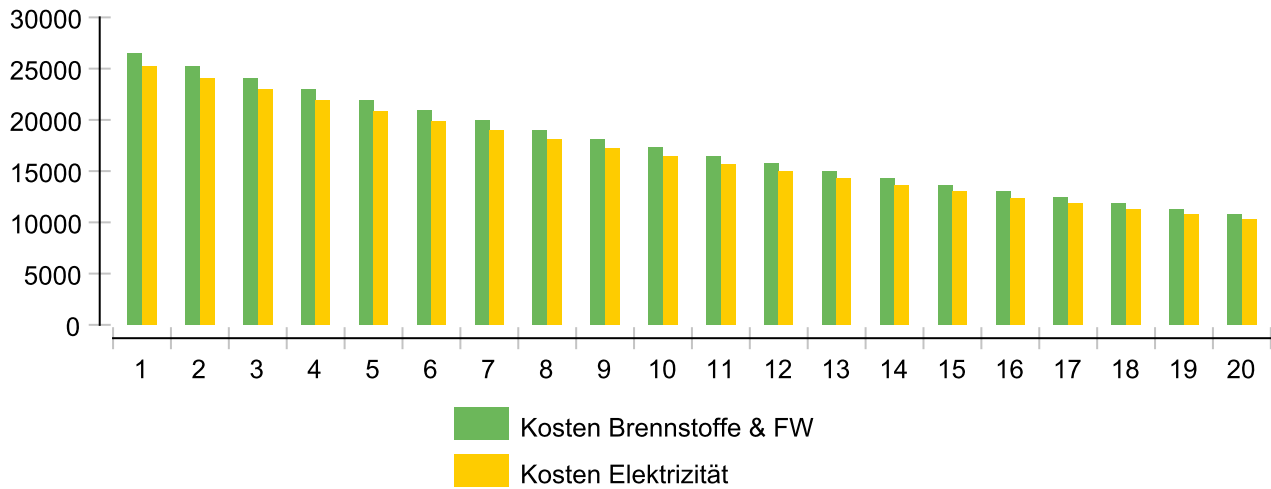


Kosten Brennstoffe & FW 350198,50 EUR

Jährliche Cash-Flows

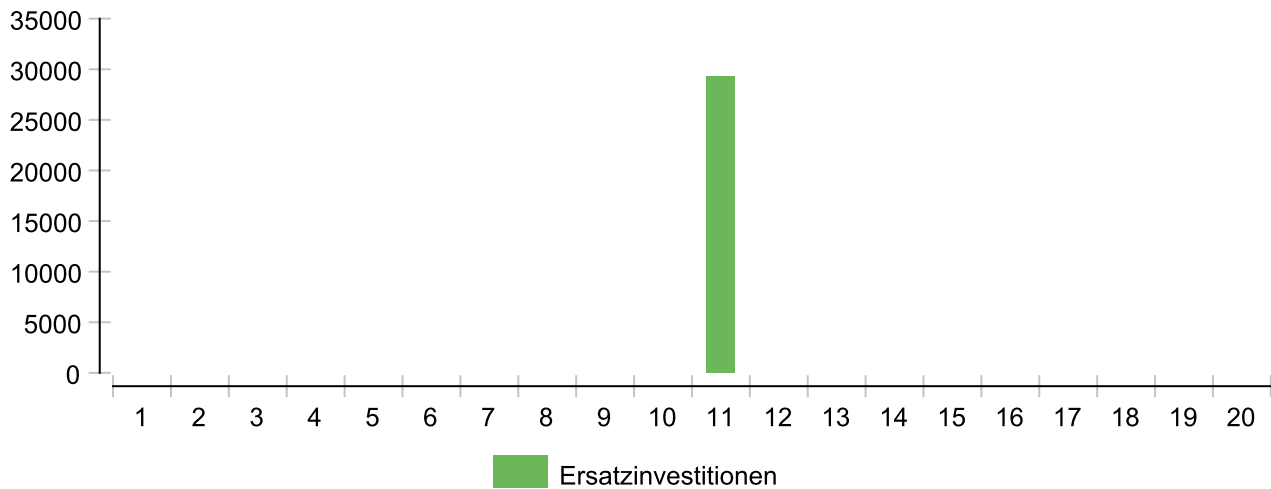
Kosten Elektrizität		333606,65 EUR
---------------------	--	---------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		29329,41 EUR
---------------------	--	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert	Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).
---------------	---

Glossar

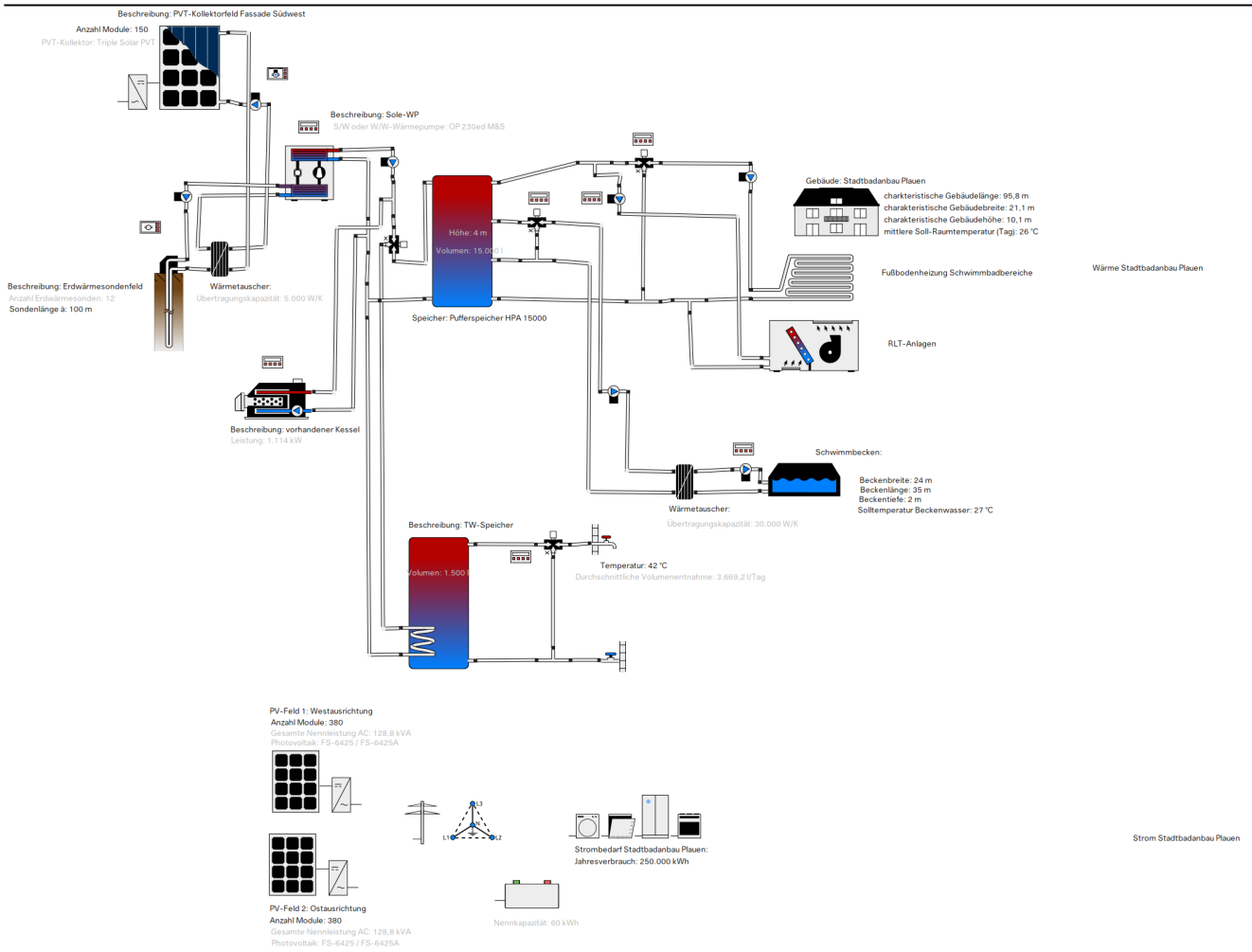
Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 4.7

Variante 3c: Sole-Wärmepumpe + PVT + Spitzenlastkessel + PV+Anlage

Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V3c: Sole-WP + PVT + Spitzenlastkessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen

Längengrad: 12,14°

Breitengrad: 50,491°

Höhe ü.M.: 383 m

Dieser Report wurde erstellt durch:

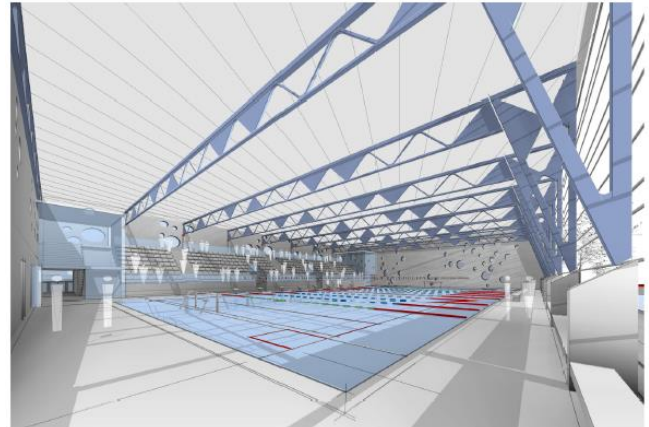
M&S Umweltprojekt GmbH

Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	568 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	275 MWh
Gesamter Gasverbrauch [Egas]	640 MWh
Nutzenergie [Quse]	606 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	0,9
Anlagenaufwandszahl	1,17
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Solarthermie (Jahreswerte)

Kollektorfläche	300 m ²
Solarer Deckungsanteil gesamt	6,3%
Solarer Deckungsanteil Warmwasser [SFnHw]	11,2 %
Solarer Deckungsanteil Gebäude [SFnBd]	5,8 %
Gesamter Kollektorfeldertrag	50.605,3 kWh
Kollektorfeldertrag bzgl. Bruttofläche	168,7 kWh/m ² /Jahr
Kollektorfeldertrag bzgl. Aperturfläche	168,7 kWh/m ² /Jahr
Max. Brennstoffeinsparung (VDI 6002)	1.822,3 kWh: [Strom SW Plauen] , 4.000,3 m ³ (gas): [Erdgas SW PL]
Max. Energieeinsparung (VDI 6002)	390.453,2 kWh
Max. vermiedene CO ₂ -Emission	8.989 kg

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte) (inklusive PVT-Kollektor)

Bruttogesamtfläche	2.184,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	359,5 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	346,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	374 kW
Performance Ratio	83,5 %
Spezifischer Jahresertrag	927 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	96.335 kg

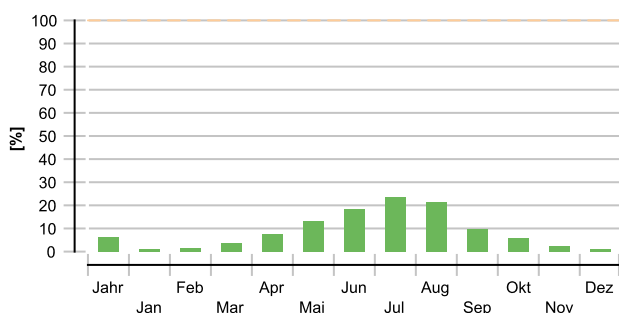
Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	275 MWh
Eigenverbrauch	135 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	39,1 %
Autarkiegrad	47,3 %

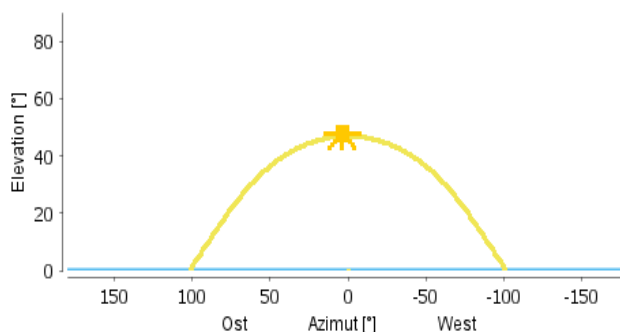
Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	5,3
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	24.809 kWh
Sondentiefe (Total)	1.200 m
Entzugsenergie der Sonde	55.860 kWh
Gesamte Energieeinsparung	106.599 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	29.626 kg

Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SFn]



Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	0,04
Lebensdauer in Jahren	a	20
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	275
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	kWh	25.220
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	135
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	39,1
Autarkiegrad [Raut]	%	47,3
Erdwärmesonde Erdwärmesondenfeld	40 mm Doppel-U-Sonde	
Sondenlänge	m	100
Anzahl Erdwärmesonden		12
Sondenabstand	m	10
Erdschicht 1	m	1 / Erde
Erdschicht 2	m	5 / Sand, trocken
Erdschicht 3	m	31 / Ton, trocken
Erdschicht 4	m	63 / Glimmerschiefer
Eintrittstemperatur im Betrieb	°C	-0,1
Austrittstemperatur im Betrieb	°C	5
Entzugsenergie der Sonde	MWh	55,9
Kessel vorhandener Kessel	Logano plus SB745-1200 M&S	
Leistung	kW	1.114
Gesamtnutzungsgrad	%	97,5
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	624
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	640
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	m ³ (gas)	60.912
Energieeinsparung Solarthermie	kWh	42.003
CO2 Einsparung Solarthermie	kg	8.483
Brennstoffeinsparung Solarthermie	m ³ (gas)	4.000
Abgasverluste [Qex]	kWh	15.989

PVT-Kollektor PVT-Kollektorfeld Fassade Südwest		Triple Solar PVT
Datenquelle		Triple Solar
Anzahl Module		150
Kollektor-Aperturfläche	m ²	300
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	90
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-45
Globalstrahlung nach IAM	MWh	241
Diffusstrahlung nach IAM	MWh	118
Kollektorfeldertrag [Qsol]	kWh	50.605
Gesamte Nennleistung DC	kW	51
Performance Ratio [PerfR]	%	85,6
Wechselrichter 1: Name		STP 30000TL-US-10
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		6
Auslegung 1: A Module pro Strang		13
Auslegung 1: B Anzahl Stränge		6
Auslegung 1: B Module pro Strang		12
Energieproduktion DC [Qpvf]	kWh	42.092
Energieproduktion AC [Qinv]	kWh	40.008
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	784

Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-90
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		7
Auslegung 1: A Module pro Strang		2
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	12,6

Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
S/W oder W/W-Wärmepumpe Sole-WP	OP 230ed M&S	
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)		5,3
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	131
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	kWh	24.809
Energieeinsparung Solarthermie	kWh	1.822
CO2 Einsparung Solarthermie	kg	506
Energieeinsparung Wärmepumpe	MWh	107
CO2 Einsparung Wärmepumpe	kg	29.626

Gebäude		Stadtbadanbau Plauen	
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²		2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C		25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh		304
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²		151
Solarertrag durch Fenster	MWh		641
Gesamter Energieverlust	MWh		1.534
Heiz-/Kühlelement 1		Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W		1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C		40
Soll-Rücklauftemperatur	°C		35
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		354
Lüfter 2		Stadtbad	
Nennheizleistung	W		383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C		90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C		70
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		187
Schwimmbad		Hallenbad	
Schwimmbad-Typ			Hallenbad
Länge	m		35
Breite	m		24
Durchschnittliche Tiefe	m		2
Solltemperatur	°C		27
Warmwasserbedarf		Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d		3.669
Solltemperatur	°C		42
Energiebedarf [Qdem]	kWh		52.082
Externer Wärmetauscher		riesig	
Übertragungskapazität	W/K		30.000
Externer Wärmetauscher		klein	
Übertragungskapazität	W/K		5.000
Pumpe Pumpe FB-Heizung		Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar		32,711
Durchsatz	l/h		53.415
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		23

Pumpe Pumpe RLT	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	26,175
Durchsatz	l/h	15.400
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	192

Pumpe Pumpe Solerkreislauf	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	0,445
Durchsatz	l/h	4.472
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	131

Pumpe Pumpe WP Kreislauf	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	39,326
Durchsatz	l/h	39.600
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	51,9

Pumpe Pumpe PVT	Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar	6,287
Durchsatz	l/h	9.000
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	12,3

Speicher Pufferspeicher	Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l	15.000
Höhe	m	4
Material		Stahl
Wärmedämmung		Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm	160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	877
Anschlussverluste	kWh	73,9

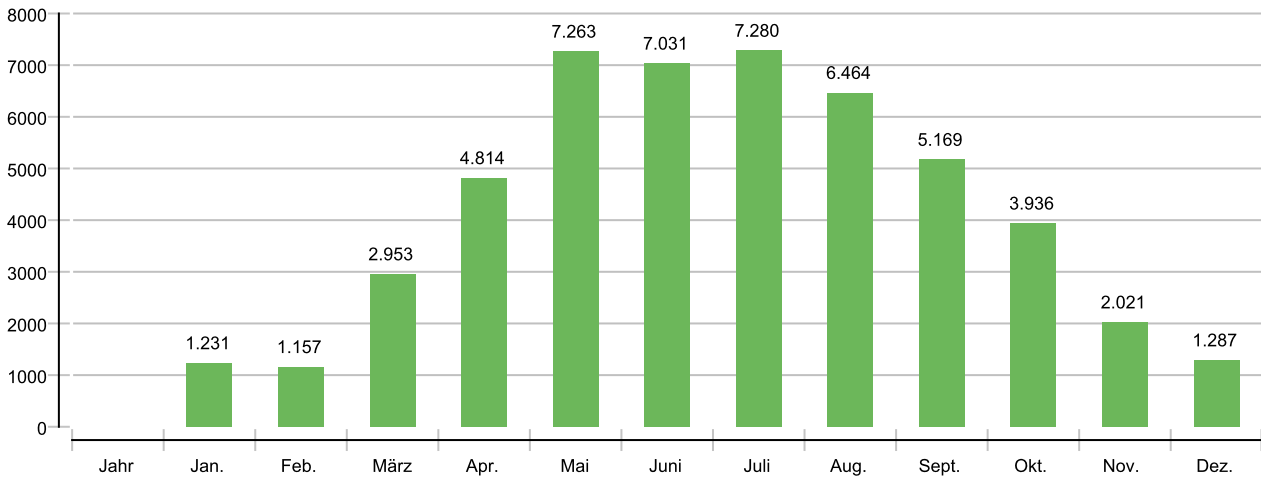
Speicher TW-Speicher	CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l	1.500
Höhe	m	2,09
Material		Edelstahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	359
Anschlussverluste	kWh	95,5

Kreislauf

Solarkreislauf		
Fluidmischung		Propylenmischung
Fluidkonzentration	%	33,3
Volumen des Fluidbereichs	l	526,4
Druck am obersten Punkt im Kreislauf	bar	4

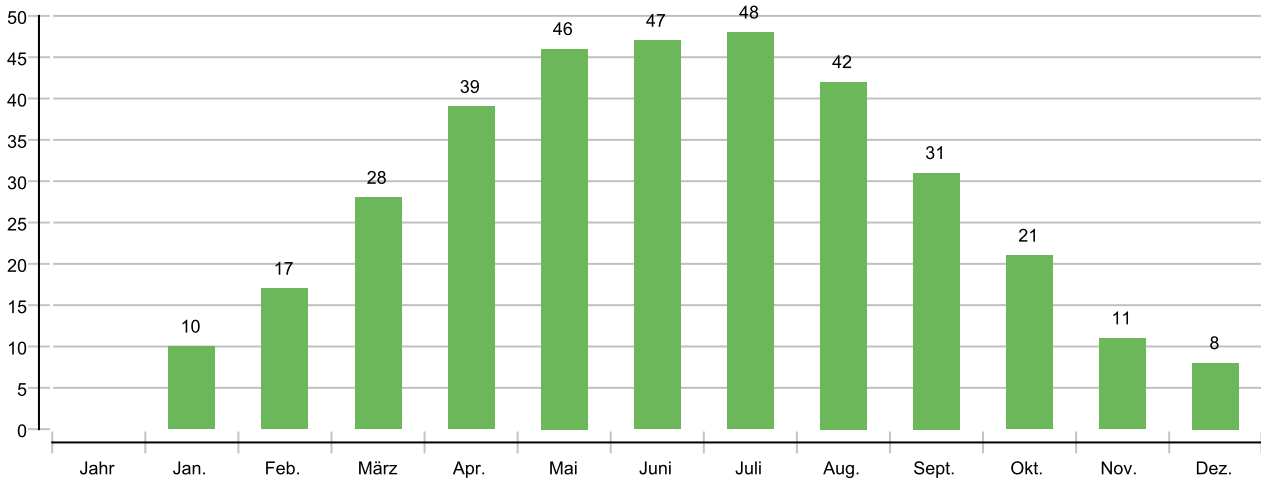
Solarthermische Energie an das System [Qsol]

kWh



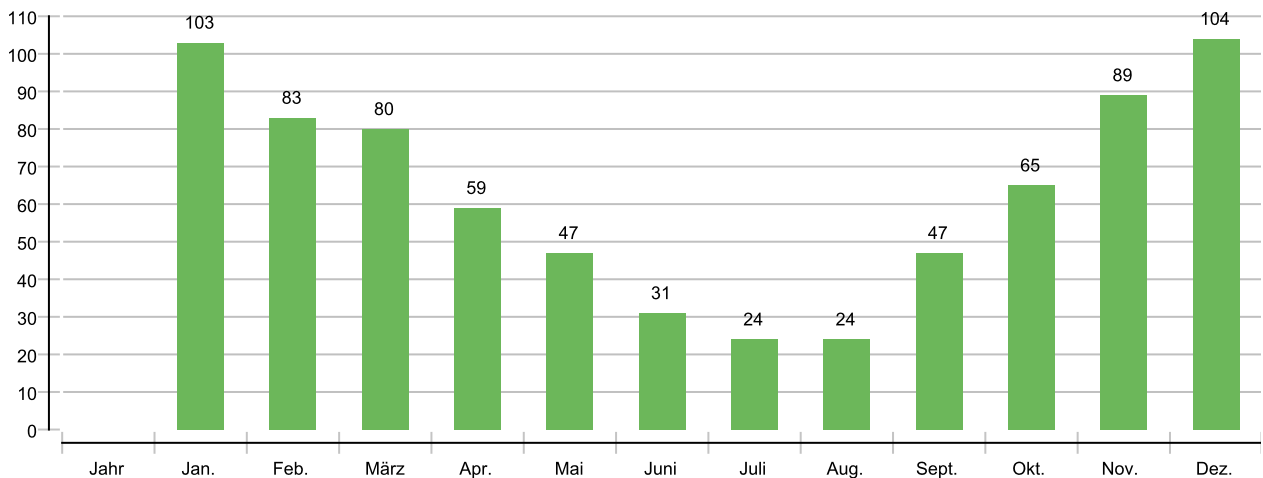
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



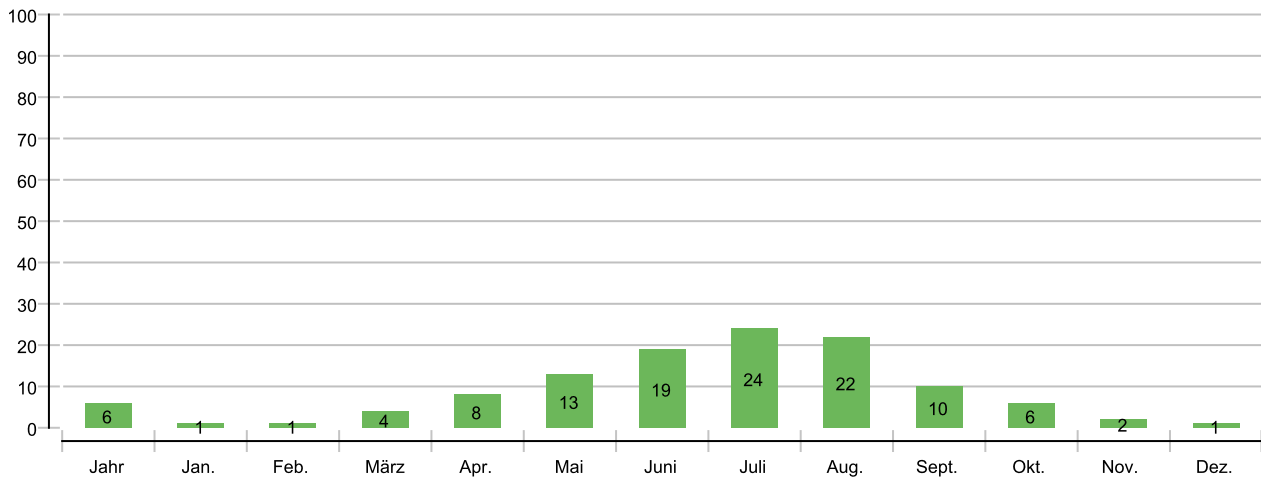
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



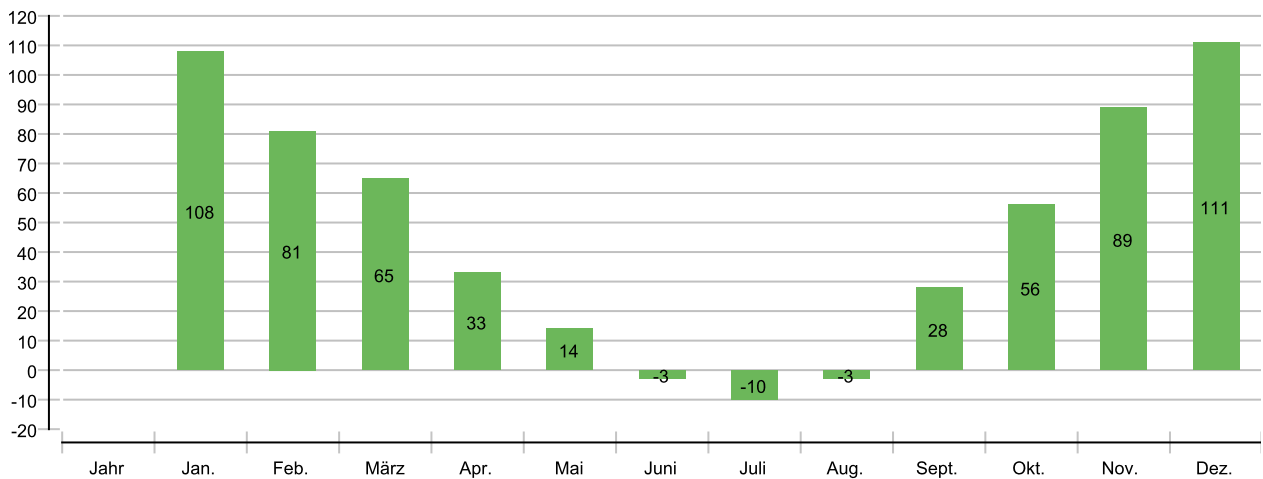
Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SFn]

%



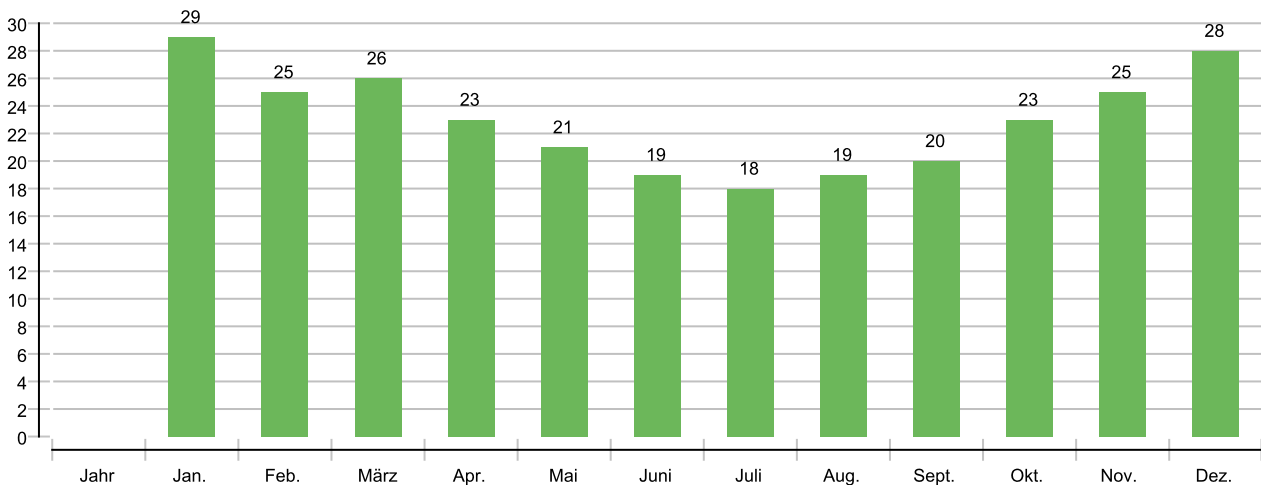
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



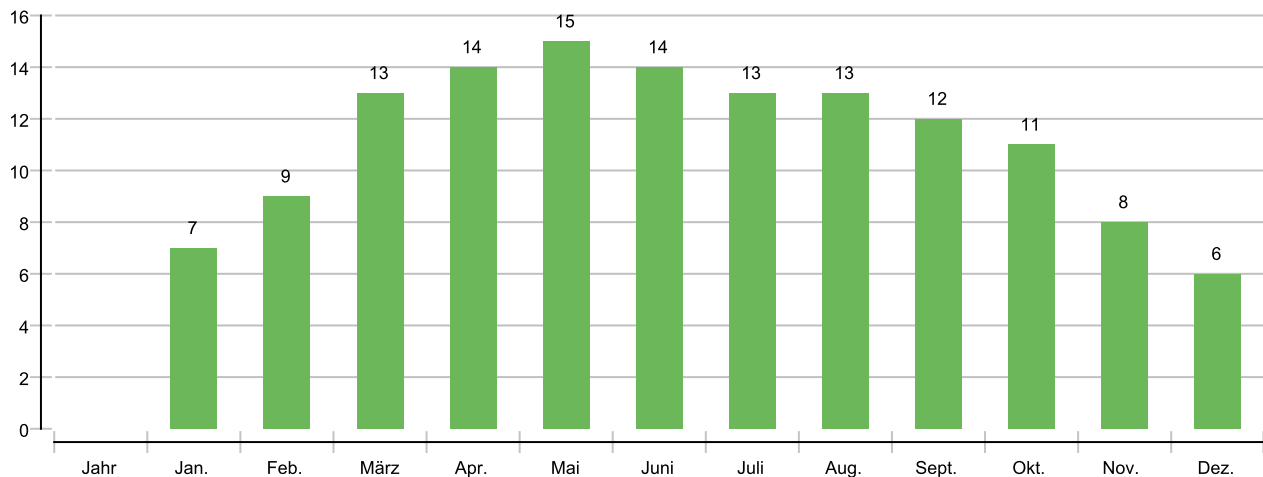
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



Eigenverbrauch [Eocs]

MWh



Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
------	------	------	------	------	-----	------	------	------	-------	------	------	------

Solarthermische Energie an das System [Qsol]

kWh	50605	1231	1157	2953	4814	7263	7031	7280	6464	5169	3936	2021	1287
-----	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh	755	103	83	80	59	47	31	24	24	47	65	89	104
-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]

MWh	664	93	75	71	51	40	26	20	21	41	55	79	93
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SF_n]

%	6,3	1,2	1,4	3,6	7,5	13,4	18,6	23,6	21,5	9,9	5,7	2,2	1,2
---	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [E_{tot}]

MWh	568	108	81	65	33	14	-3	-10	-3	28	56	89	111
-----	-----	-----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	-----

Einstrahlung in Kollektorebene [E_{sol}]

MWh	275	15	19	26	28	28	28	28	30	27	22	14	11
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Ertrag Photovoltaik DC [Q_{pvf}]

MWh	359	11	17	30	40	47	49	49	43	32	22	12	8
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---

Einstrahlung in Modulebene [E_{sol PV}]

MWh	2424	70	112	194	268	318	333	338	296	217	145	78	54
-----	------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

Ertrag Photovoltaik AC [Q_{inv}]

MWh	347	10	17	28	39	46	47	48	42	31	21	11	8
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---

Stromverbrauch der Pumpen [E_{par}]

kWh	410,8	44,7	37,6	38,6	33,2	32,6	26,3	23	22,5	28,8	36	42,3	45,3
-----	-------	------	------	------	------	------	------	----	------	------	----	------	------

Nutzenergie [Q_{use}]

MWh	606	82	67	63	46	38	26	20	21	38	52	70	83
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Q_{int}]

kWh	2029	177	159	172	161	172	162	166	172	164	175	171	179
-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

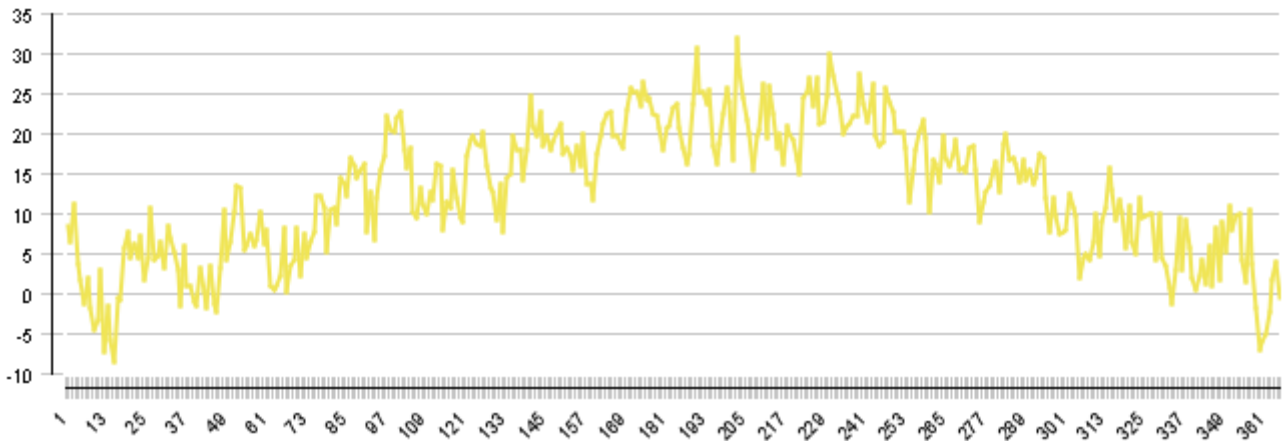
Gesamter Stromverbrauch [E_{cs}]

MWh	275	29	25	26	23	21	19	18	19	20	23	25	28
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

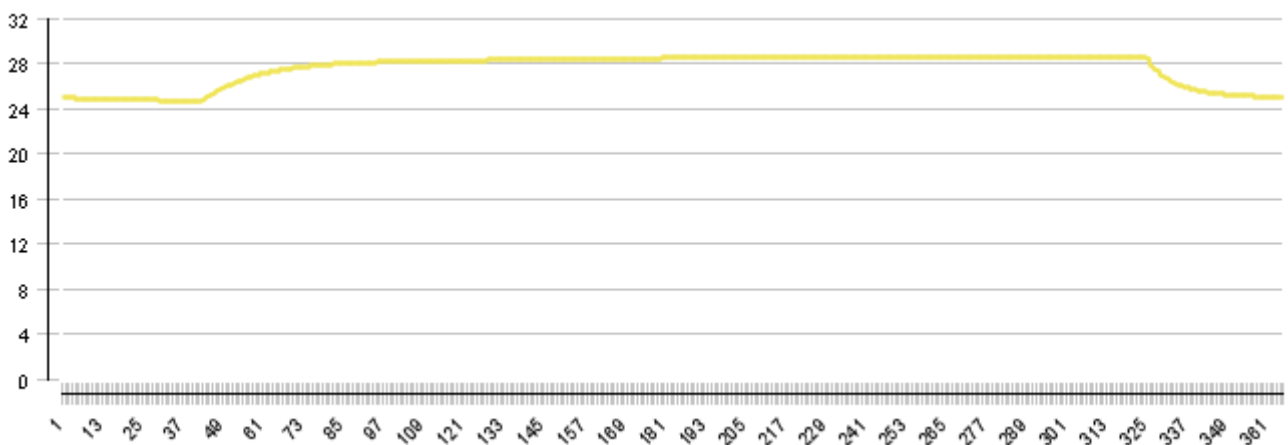
Eigenverbrauch [Eocs]

MWh	135	7	9	13	14	15	14	13	13	12	11	8	6
-----	-----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

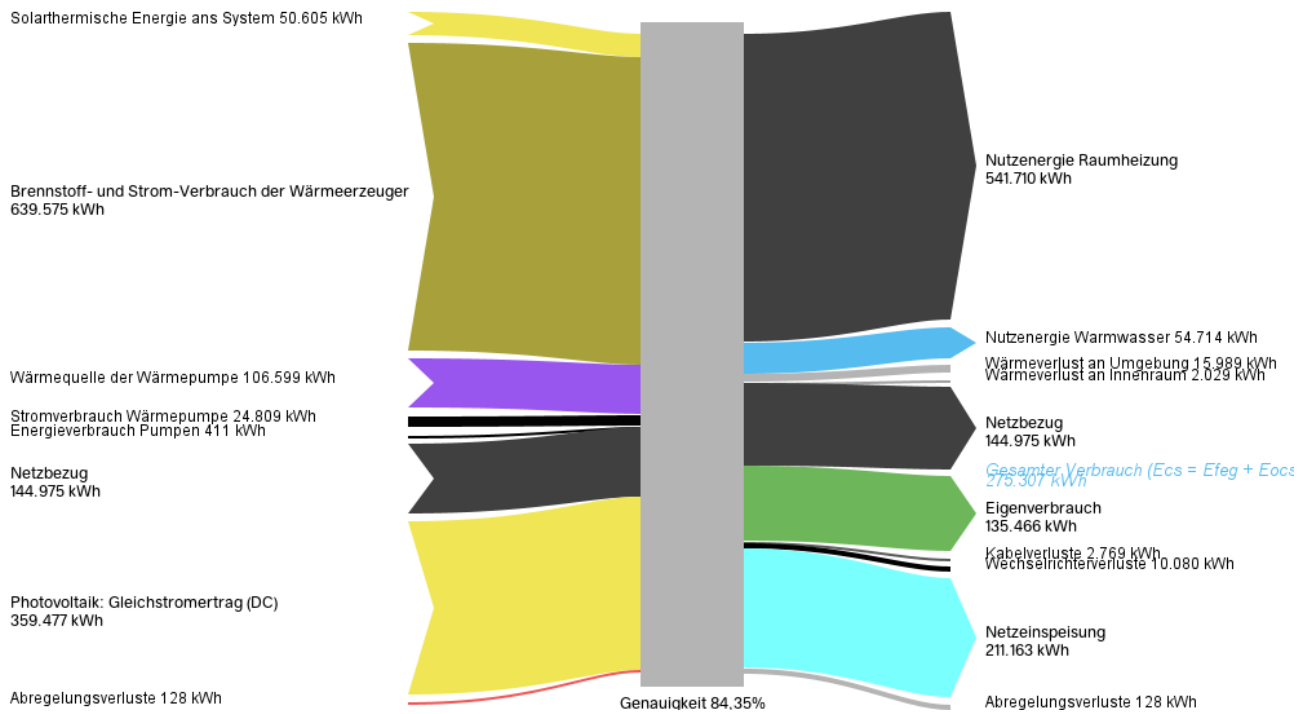
PVT-Kollektor PVT-Kollektorfeld Fassade Südwest Tägliche Maximaltemperatur [°C]



Schwimmbad Temperatur [°C] - Tagesmittelwert

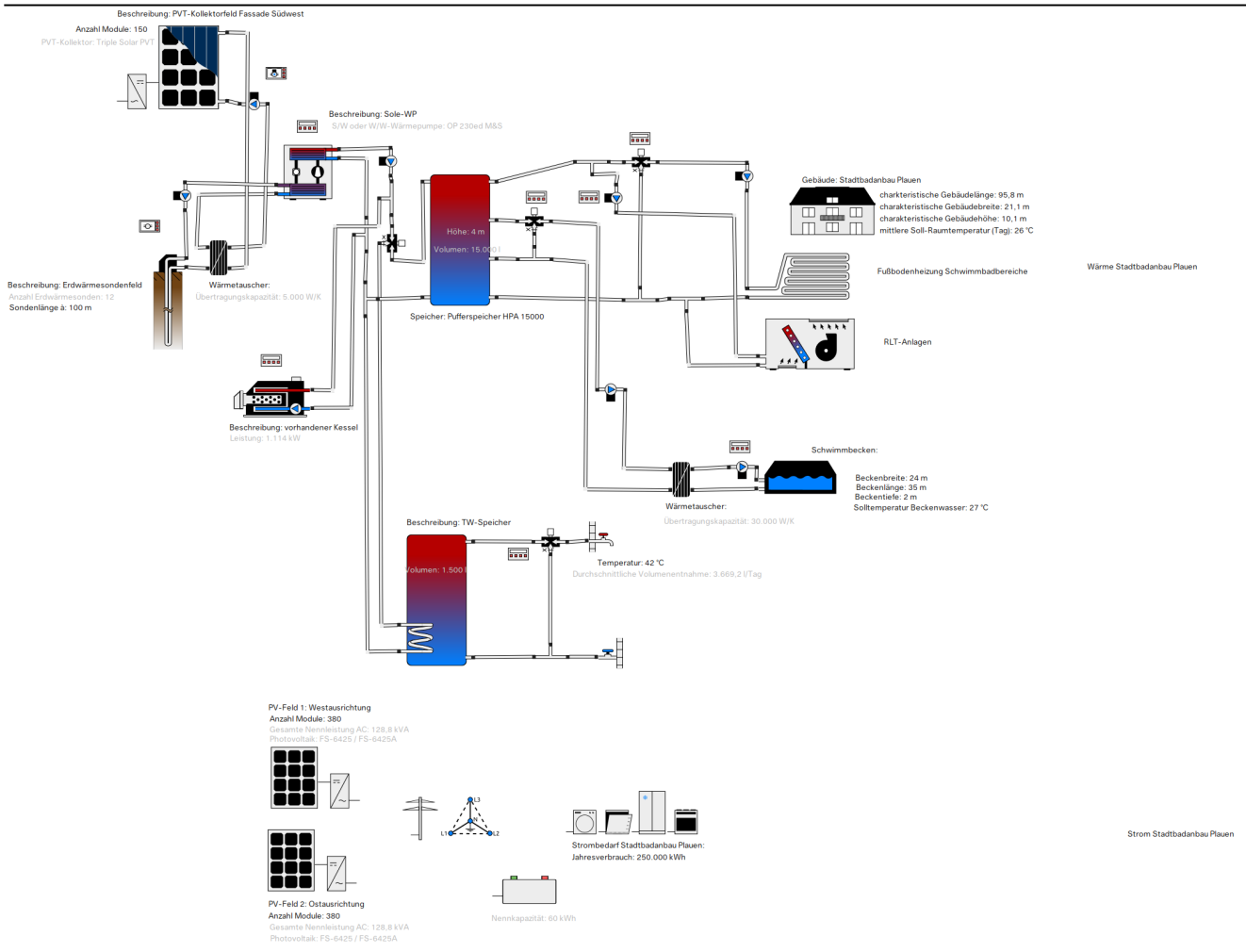


Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V3c: Sole-WP + PVT + Spitzenlastkessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen

Längengrad: 12,14°

Breitengrad: 50,491°

Höhe ü.M.: 383 m

Dieser Report wurde erstellt durch:

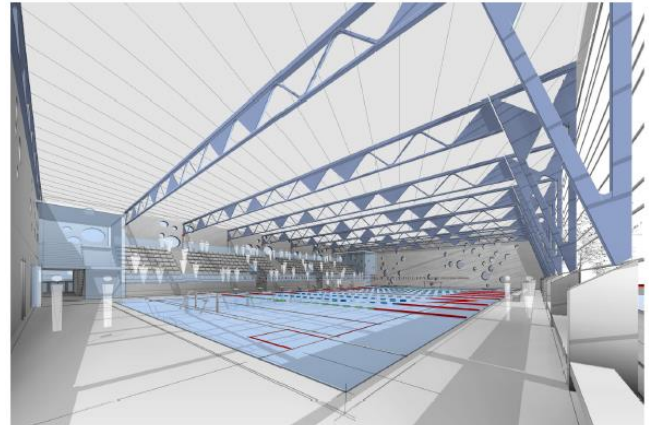
M&S Umweltprojekt GmbH

Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	568 MWh
Nutzenergie [Quse]	606 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	0,9
Anlagenaufwandszahl	1,17
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Solarthermie (Jahreswerte)

Kollektorfläche	300 m ²
Solarer Deckungsanteil gesamt	6,3%
Solarer Deckungsanteil Warmwasser [SFnHw]	11,2 %
Solarer Deckungsanteil Gebäude [SFnBd]	5,8 %
Gesamter Kollektorfeldertrag	50.605,3 kWh
Kollektorfeldertrag bzgl. Bruttofläche	168,7 kWh/m ² /Jahr
Kollektorfeldertrag bzgl. Aperturfläche	168,7 kWh/m ² /Jahr
Max. Brennstoffeinsparung (VDI 6002)	1.822,3 kWh: [Strom SW Plauen] , 4.000,3 m ³ (gas): [Erdgas SW PL]
Max. Energieeinsparung (VDI 6002)	390.453,2 kWh
Max. vermiedene CO ₂ -Emission	8.989 kg

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte) (inklusive PVT-Kollektor)

Bruttogesamtfläche	2.184,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	359,5 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	346,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	374 kW
Performance Ratio	83,5 %
Spezifischer Jahresertrag	927 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	96.335 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	275 MWh
Eigenverbrauch	135 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	39,1 %
Autarkiegrad	47,3 %

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

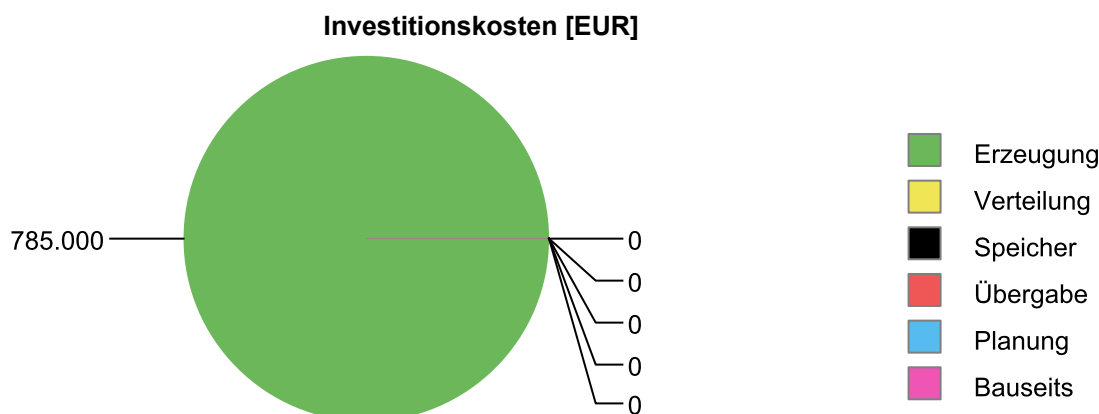
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	5,3
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	24.809 kWh
Sondnlänge (Total)	1.200 m
Entzugsenergie der Sonde	55.860 kWh
Gesamte Energieeinsparung	106.599 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	29.626 kg

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Erdgas SW PL		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Erdgas SW PL		0,47 EUR/m ³ Gas
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	785000,00 EUR
Total		785000,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		5000,00 EUR/a

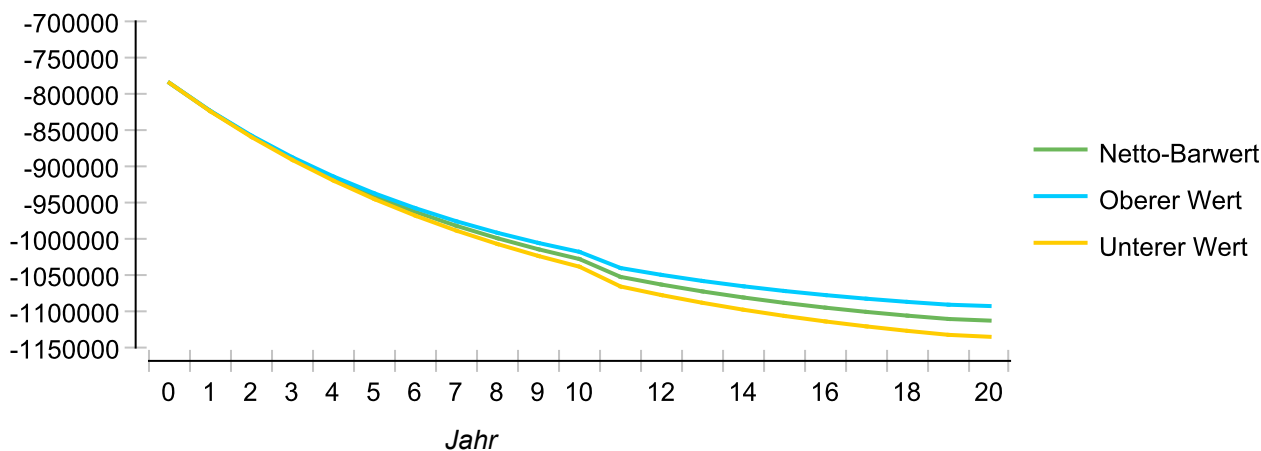
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-1112808,43 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-1092726,62 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1135140,82 EUR

Netto-Barwert

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz

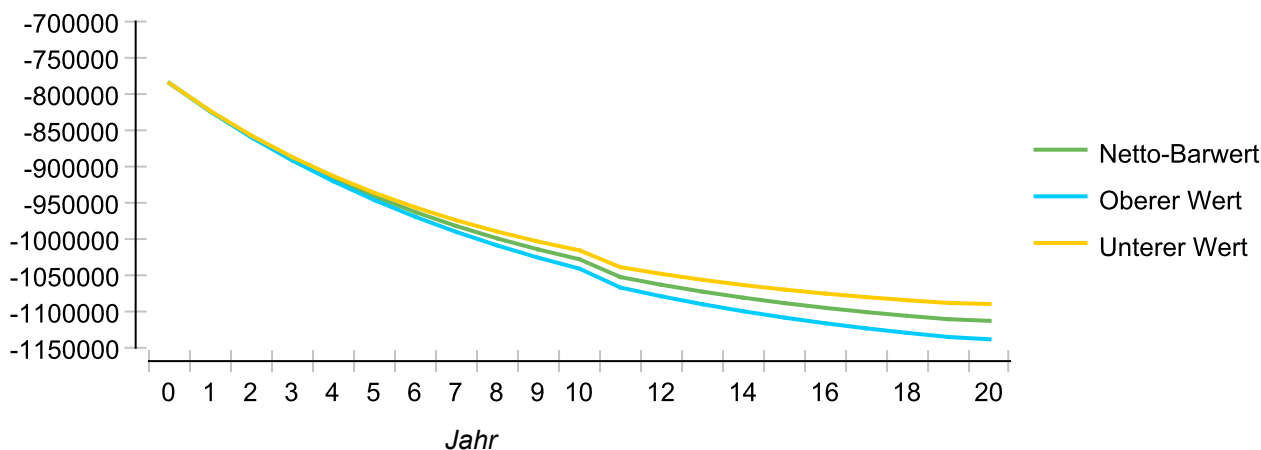
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung

Oberer Wert	1,00%	-1138288,79 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1089562,10 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



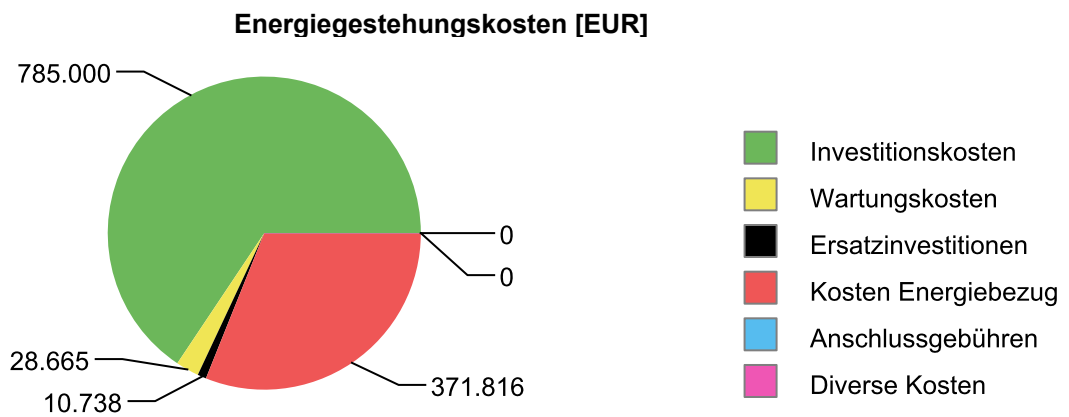
Amortisationszeit

Amortisationszeit	nicht amortisiert
-------------------	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn	-2155105,27 EUR
Energiegestehungskosten	0,13 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf	141439,34 EUR
Kosten Brennstoffe & FW	361222,62 EUR
Kosten Elektrizität	316379,87 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-113342,00 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

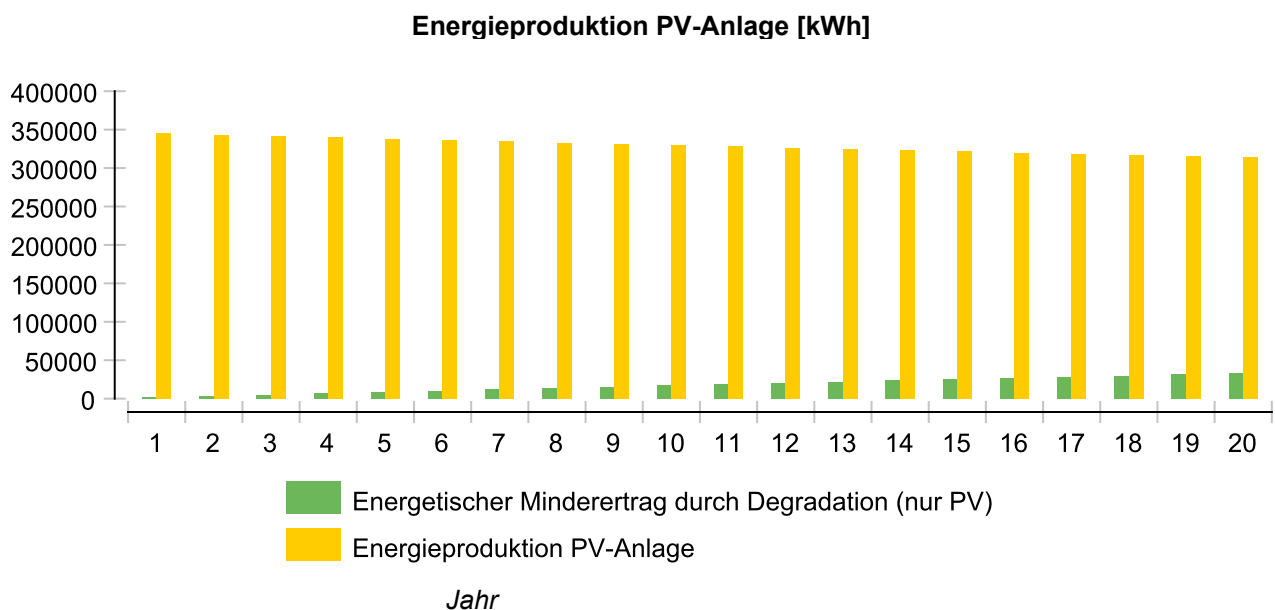
Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,07
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

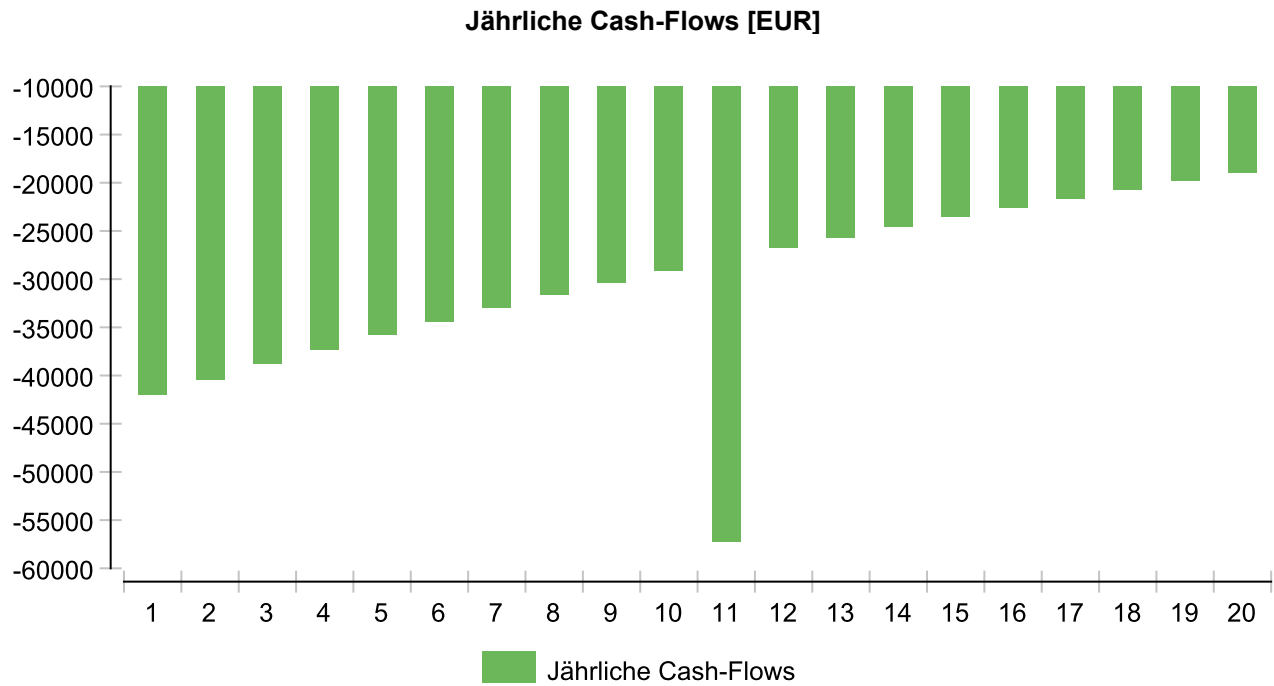
Degradation PV

Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	352688,73 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	9454,71 EUR

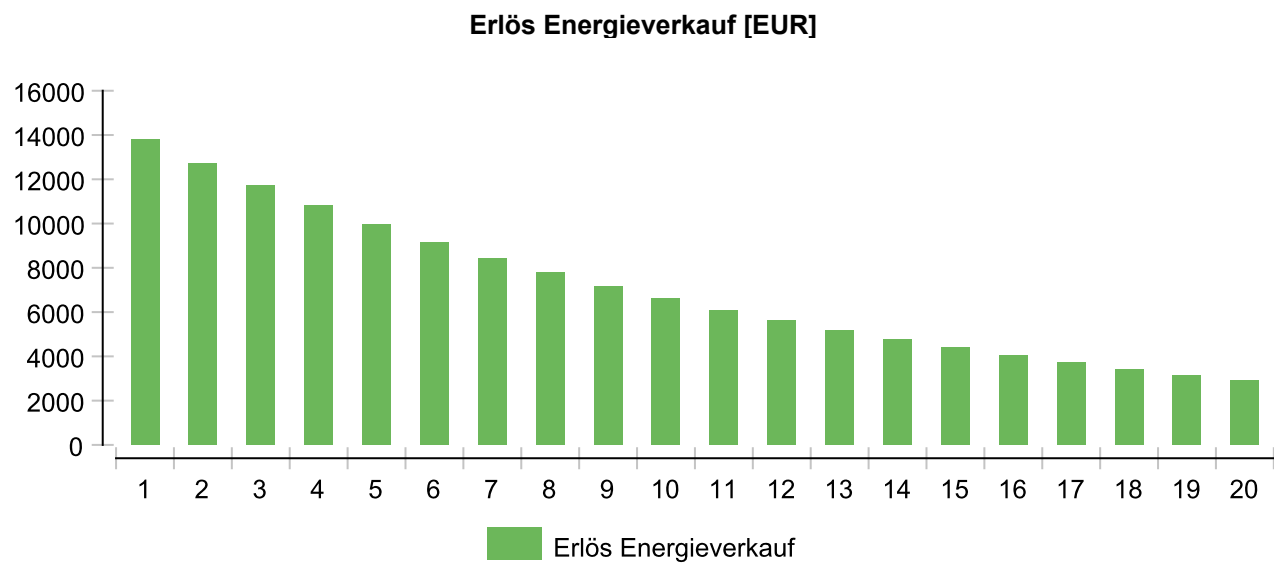


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 141439,34 EUR

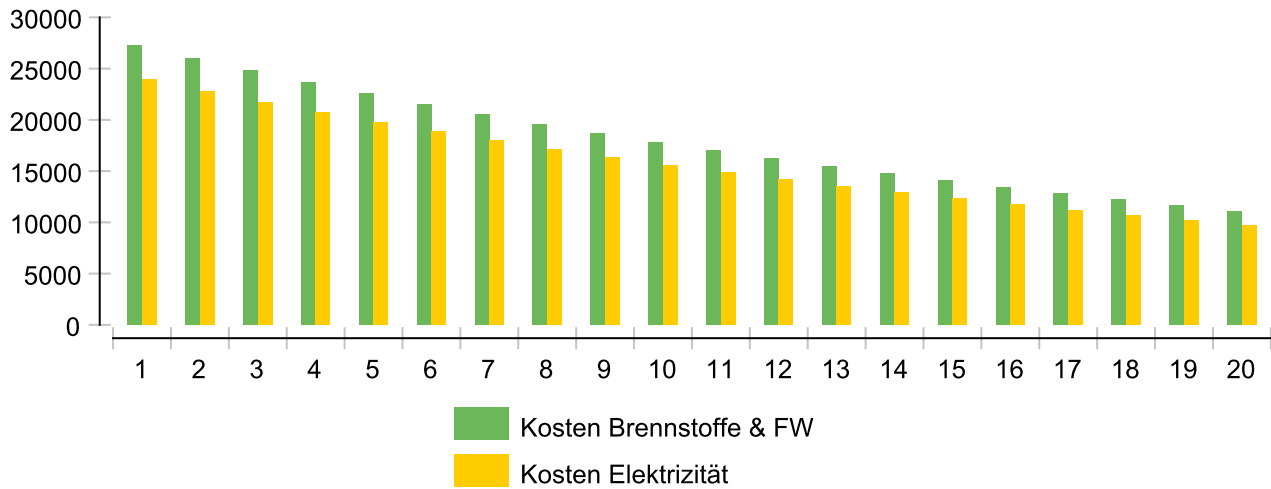


Kosten Brennstoffe & FW 361222,62 EUR

Jährliche Cash-Flows

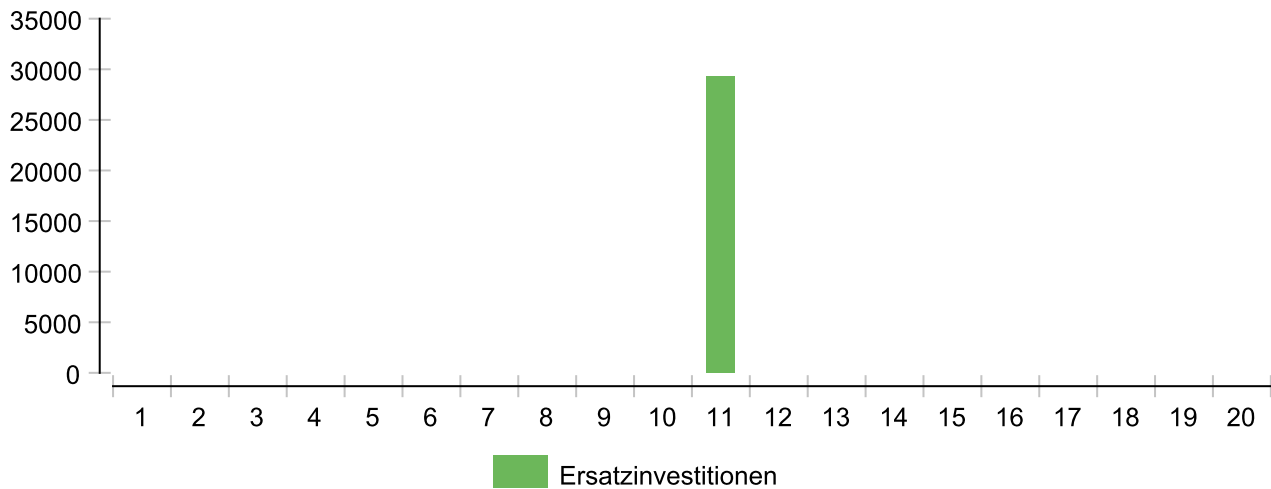
Kosten Elektrizität		316379,87 EUR
---------------------	--	---------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		29329,41 EUR
---------------------	--	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Glossar

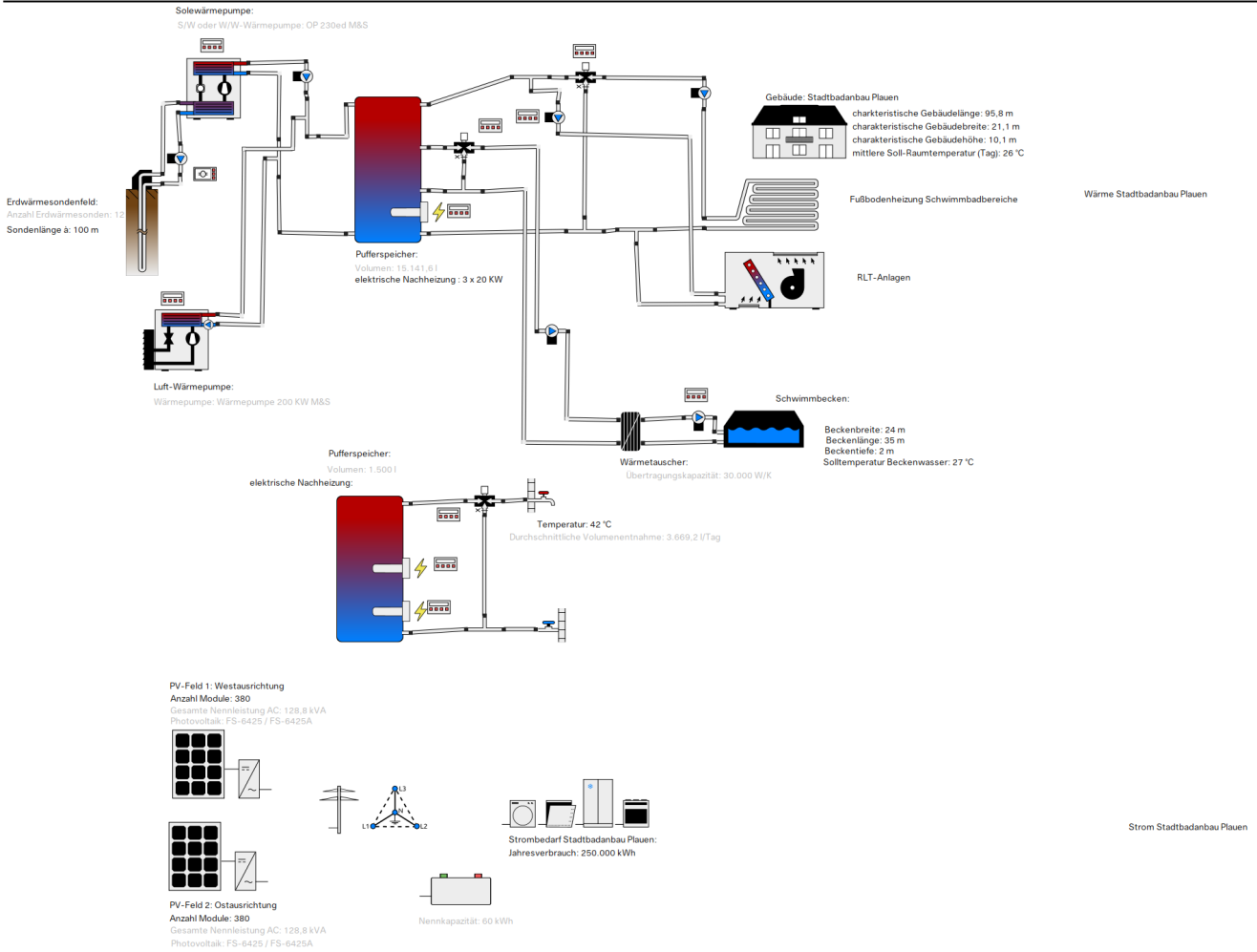
Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 4.8

Variante 3d: Sole-Wärmepumpe + Luft-Wärmepumpe + elektr. Warmwasserbereitung und Nach-
heizung + PV+Anlage

Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V3d: Sole-WP + Luft-WP + elektr. Nachheizung + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

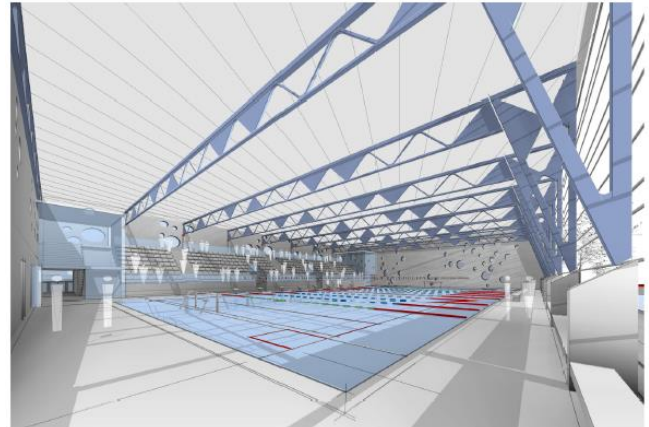
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	115 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	422 MWh
Nutzenergie [Quse]	493 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	2,9
Anlagenaufwandszahl	0,24
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

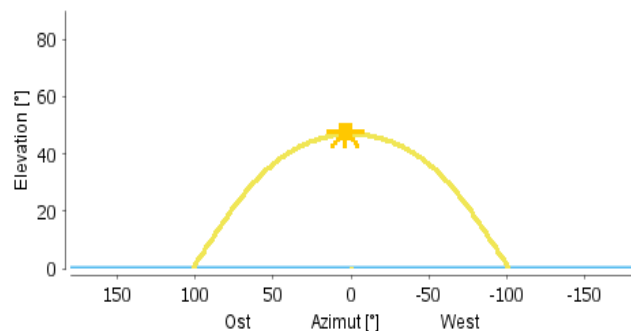
Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	422 MWh
Eigenverbrauch	166 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	54 %
Autarkiegrad	37,5 %

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	4,3
Jahresarbeitszahl für Luft-Wasser-Wärmepumpe	4,4
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	100 MWh
Sondenlänge (Total)	1.194 m
Entzugsenergie der Sonde	126.767 kWh
Gesamte Energieeinsparung	334.511 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	92.967 kg

Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	0,4
Lebensdauer in Jahren	a	20
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	422
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	MWh	172
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	166
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	54
Autarkiegrad [Raut]	%	37,5

Erdwärmesonde		40 mm Doppel-U-Sonde
Sondenlänge	m	100
Anzahl Erdwärmesonden		12
Sondenabstand	m	10
Erdschicht 1	m	1 / Erde
Erdschicht 2	m	5 / Sand, trocken
Erdschicht 3	m	31 / Ton, trocken
Erdschicht 4	m	63 / Glimmerschiefer
Eintrittstemperatur im Betrieb	°C	-10,3
Austrittstemperatur im Betrieb	°C	-7,7
Entzugsenergie der Sonde	MWh	127
Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-90
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		7
Auslegung 1: A Module pro Strang		2
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	12,6

Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
S/W oder W/W-Wärmepumpe		OP 230ed M&S
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)		4,28
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	166
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	kWh	38.713
Energieeinsparung Wärmepumpe	MWh	127
CO2 Einsparung Wärmepumpe	kg	35.259

Wärmepumpe		Wärmepumpe 200 KW M&S	
Heizleistung bei A2/W35	kW		200
El. Leistung bei A2/W35	kW		50
COP bei A2W35			4
DeltaT bei A7/W35	K		5
Arbeitszahl			4,37
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh		269
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	kWh		61.669
Energieeinsparung Wärmepumpe	MWh		208
CO2 Einsparung Wärmepumpe	kg		57.709
Gebäude		Stadtbadanbau Plauen	
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²		2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C		25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh		248
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²		123
Solarertrag durch Fenster	MWh		641
Gesamter Energieverlust	MWh		1.424
Heiz-/Kühlelement 1		Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W		1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C		40
Soll-Rücklauftemperatur	°C		35
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		297
Lüfter 2		Stadtbad	
Nennheizleistung	W		383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C		90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C		70
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		136
Schwimmbad		Hallenbad	
Schwimmbad-Typ			Hallenbad
Länge	m		35
Breite	m		24
Durchschnittliche Tiefe	m		2
Solltemperatur	°C		27
Warmwasserbedarf		Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d		3.669
Solltemperatur	°C		42
Energiebedarf [Qdem]	kWh		52.082
Externer Wärmetauscher		riesig	
Übertragungskapazität	W/K		30.000

Pumpe Pumpe FB-Heizung		Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar		34,172
Durchsatz	l/h		54.613
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		26

Pumpe Pumpe RLT		Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar		27,686
Durchsatz	l/h		15.745
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		217

Pumpe Pumpe Solekreislauf		Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar		28,33
Durchsatz	l/h		39.600
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		60,2

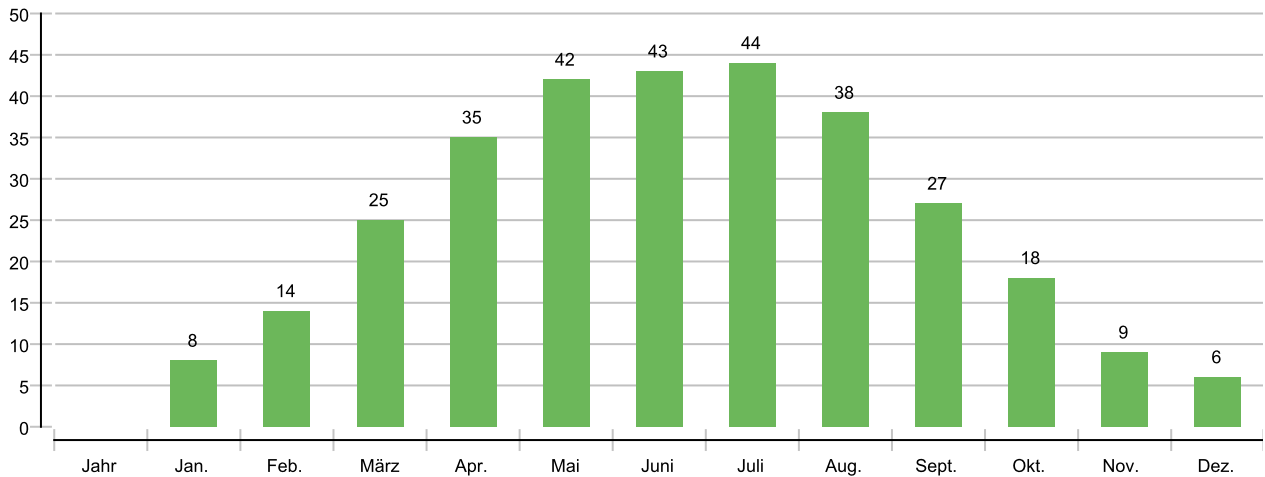
Pumpe Pumpe Wp-Kreislauf		Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar		39,097
Durchsatz	l/h		39.600
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		58,4

Speicher		Pufferspeicher (4000gal US-Muster)	
Volumen	l		15.141,6
Höhe	m		2,2
Material			Stahl, emailliert
Wärmedämmung			PU-Weichschaum
Dämmungs-Dicke	mm		101,6
Wärmeverlust [Qhl]	kWh		780
Anschlussverluste	kWh		66,2

Speicher		1500 l Puffer M&S	
Volumen	l		1.500
Höhe	m		2
Material			Stahl
Wärmedämmung			PU hart
Dämmungs-Dicke	mm		80
Wärmeverlust [Qhl]	kWh		976
Anschlussverluste	kWh		78,3

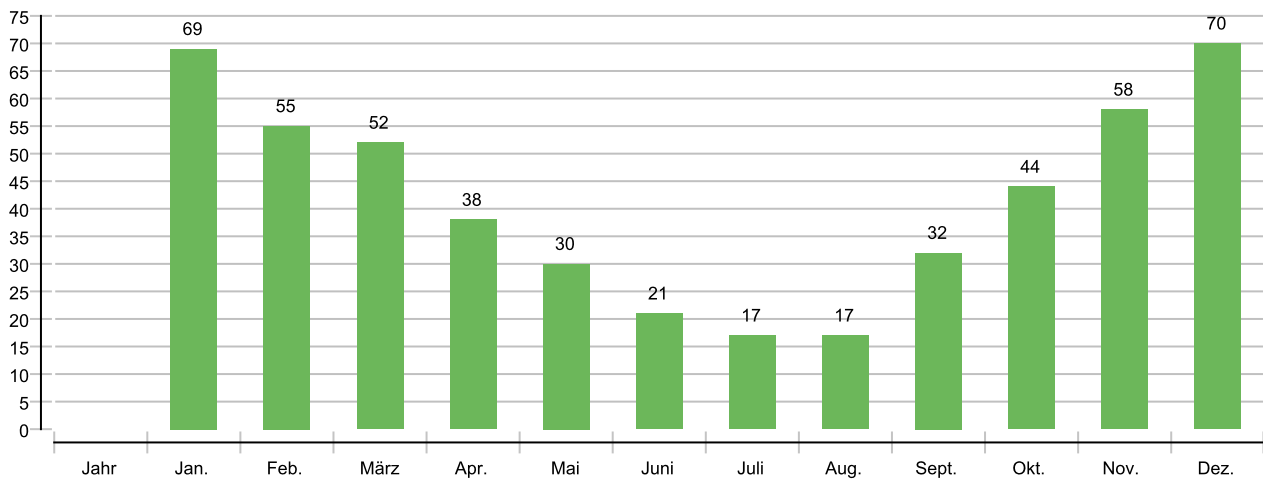
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



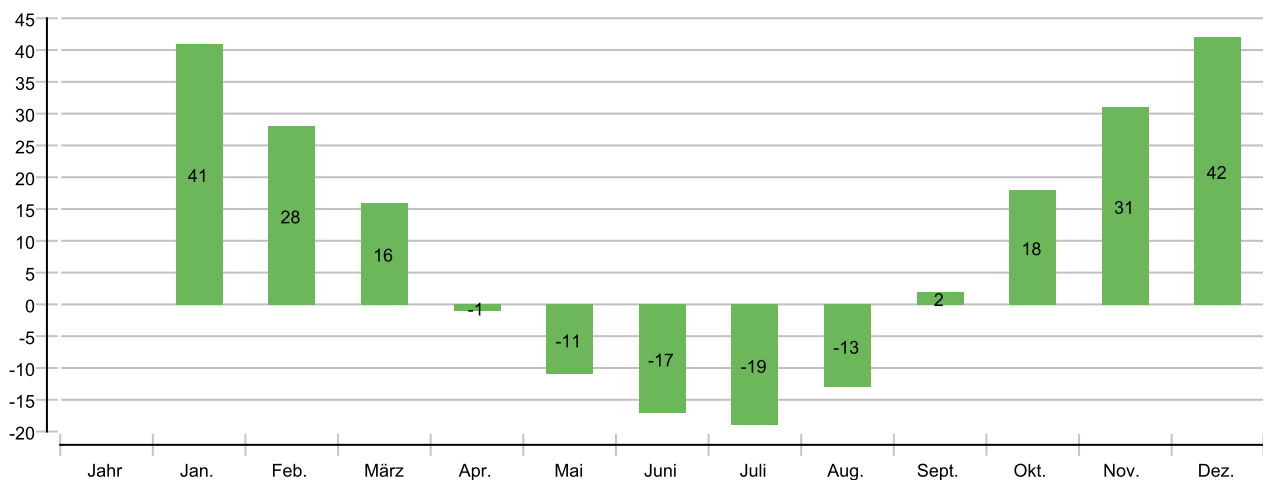
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



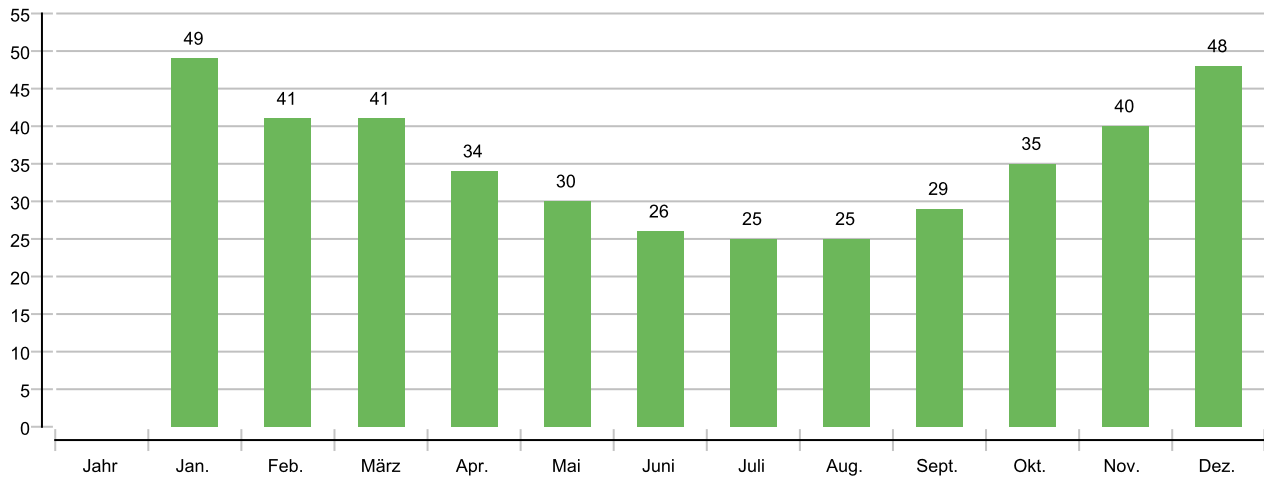
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



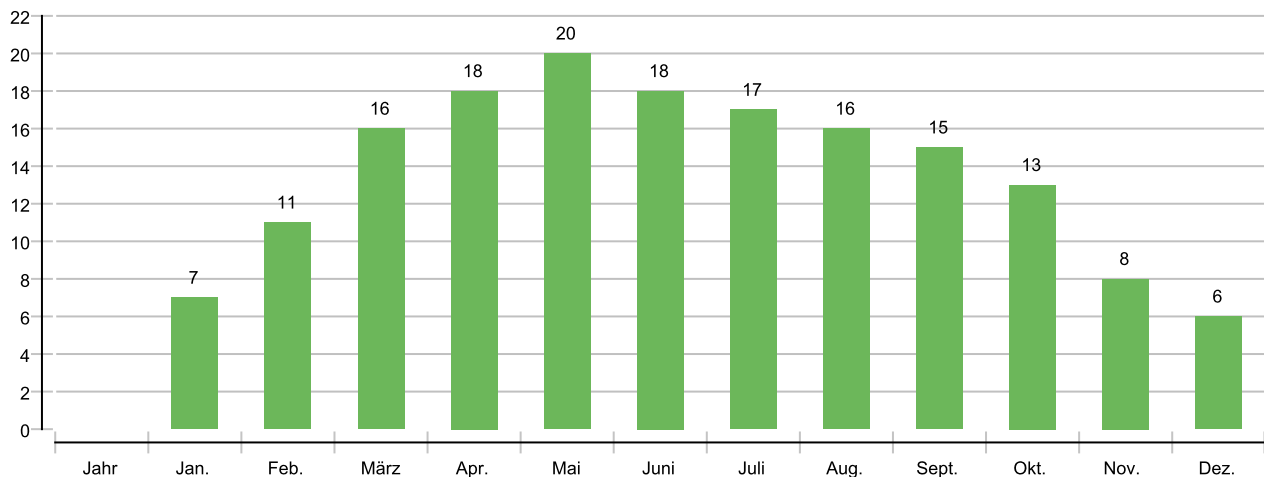
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



Eigenverbrauch [Eocs]

MWh



Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
------	------	------	------	------	-----	------	------	------	-------	------	------	------

Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh	503	69	55	52	38	30	21	17	17	32	44	58	70
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]

MWh	172	23	19	18	13	11	8	7	7	10	14	18	23
-----	-----	----	----	----	----	----	---	---	---	----	----	----	----

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh	115	41	28	16	-1	-11	-17	-19	-13	2	18	31	42
-----	-----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	---	----	----	----

Ertrag Photovoltaik DC [Qpvf]

MWh	317	8	14	25	36	43	45	45	39	28	18	9	6
-----	-----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

Einstrahlung in Modulebene [Esol PV]

MWh	2150	56	93	168	240	290	305	310	267	190	123	64	43
-----	------	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh	307	8	14	25	35	42	43	44	38	27	18	9	6
-----	-----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

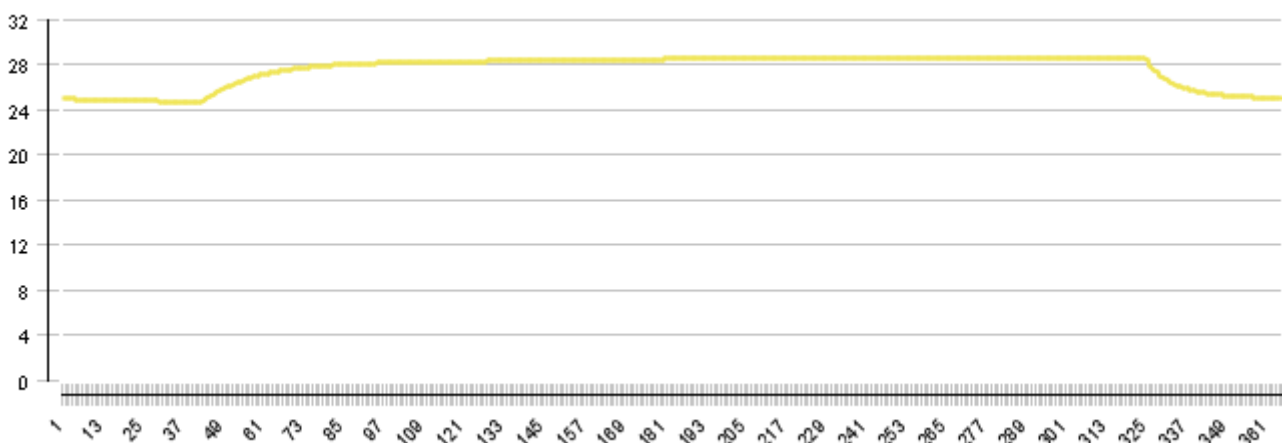
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]

kWh	361,7	49,1	40,3	37,3	27,6	21,2	14,4	11	11,6	22,8	34	42,6	49,7
-----	-------	------	------	------	------	------	------	----	------	------	----	------	------

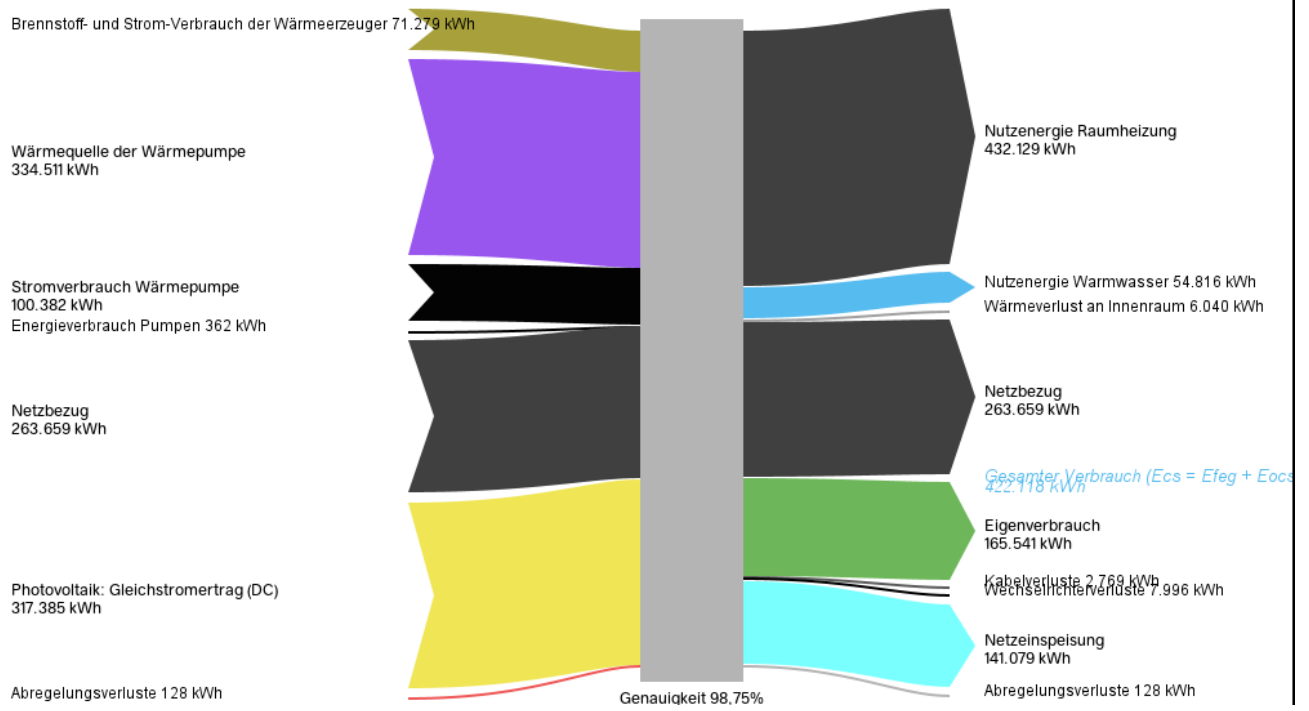
	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Nutzenergie [Quse]													
MWh	493	68	54	50	37	30	21	17	17	31	43	56	69
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	6040	606	543	554	494	477	444	435	428	442	497	526	594
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]													
MWh	422	49	41	41	34	30	26	25	25	29	35	40	48
Eigenverbrauch [Eocs]													
MWh	166	7	11	16	18	20	18	17	16	15	13	8	6

Schwimmbad

Temperatur [°C] - Tagesmittelwert

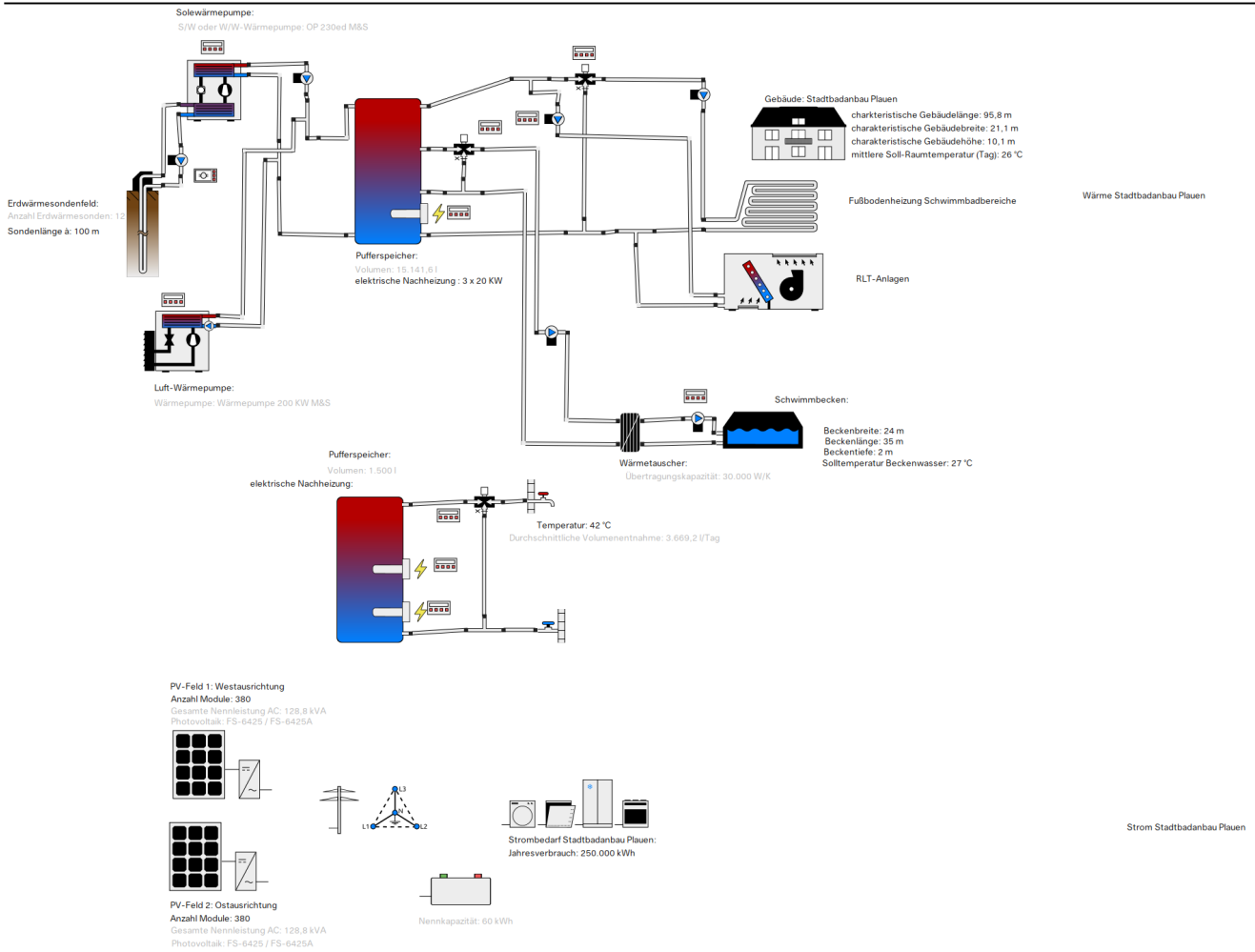


Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V3d: Sole-WP + Luft-WP + elektr. Nachheizung + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

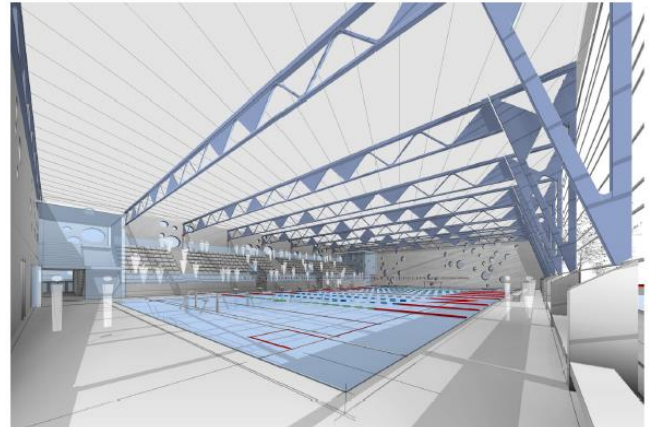
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	115 MWh
Nutzenergie [Quse]	493 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	2,9
Anlagenaufwandszahl	0,24
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	422 MWh
Eigenverbrauch	166 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	54 %
Autarkiegrad	37,5 %

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

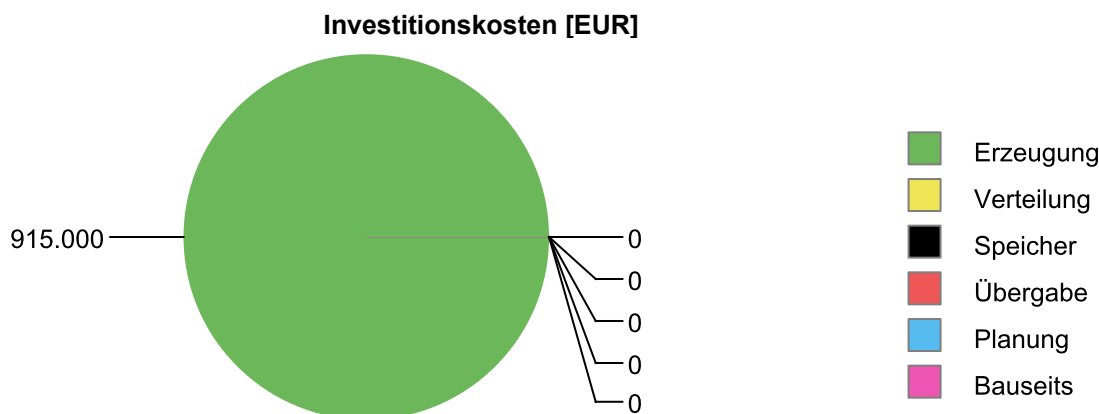
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	4,3
Jahresarbeitszahl für Luft-Wasser-Wärmepumpe	4,4
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	100 MWh
Sondenlänge (Total)	1.194 m
Entzugsenergie der Sonde	126.767 kWh
Gesamte Energieeinsparung	334.511 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	92.967 kg

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	915000,00 EUR
Total		915000,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		10000,00 EUR/a

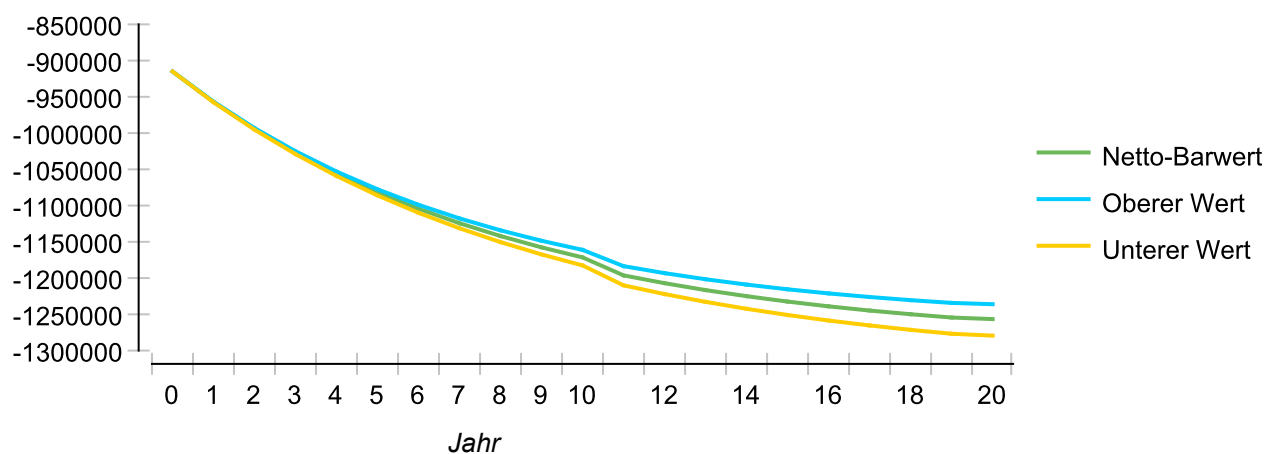
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-1256584,73 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-1236045,36 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1279399,98 EUR

Netto-Barwert

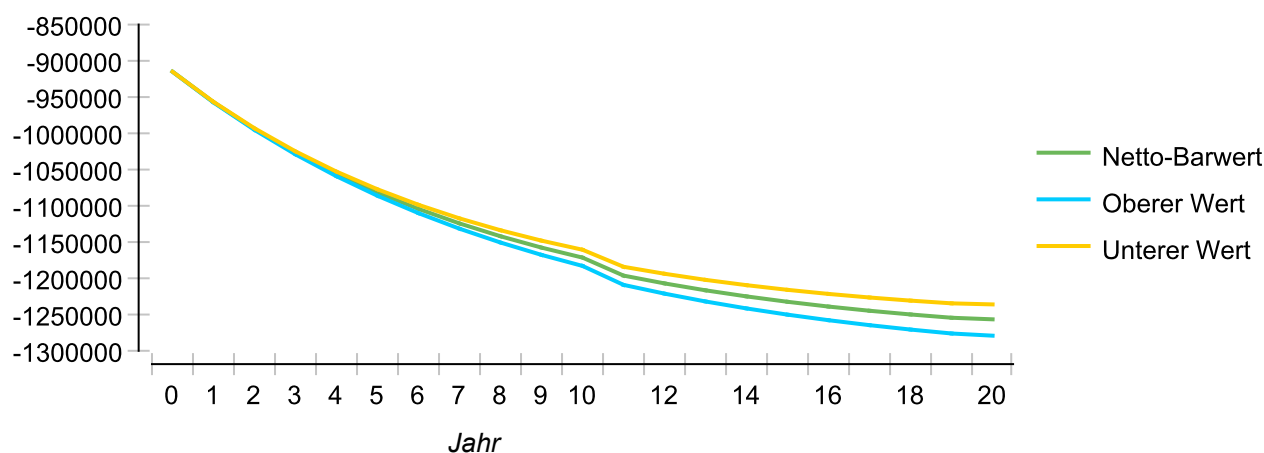
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz			
---------------------------------------	--	--	--

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung		
Oberer Wert	1,00%	-1279147,66 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1236000,03 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



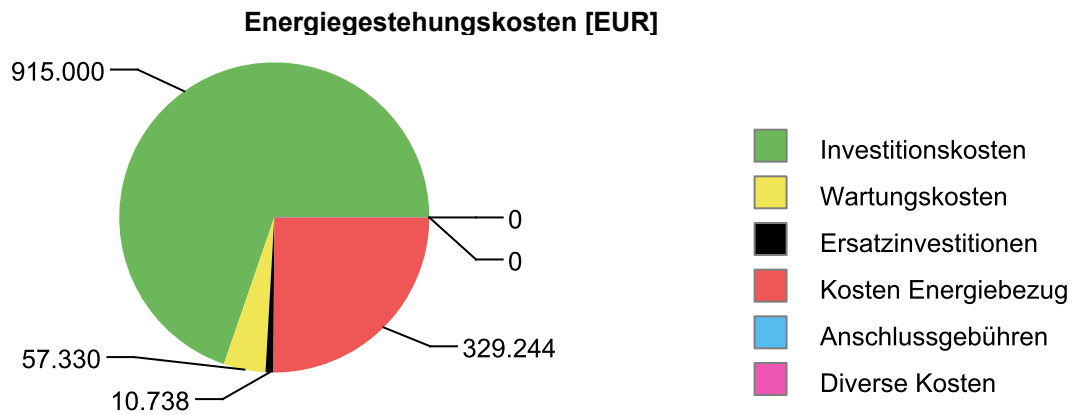
Amortisationszeit

Amortisationszeit		nicht amortisiert
-------------------	--	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn		-2309382,20 EUR
Energiegestehungskosten		0,17 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf		94496,58 EUR
Kosten Brennstoffe & FW		0,00 EUR
Kosten Elektrizität		600019,07 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-127985,93 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

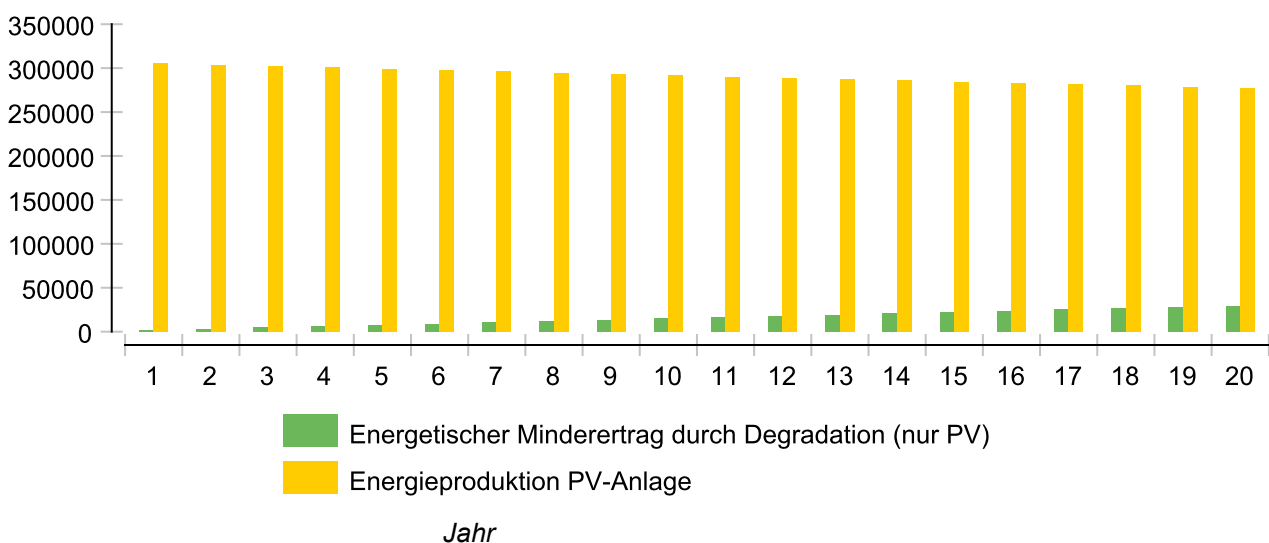
Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,06
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

Degradation PV

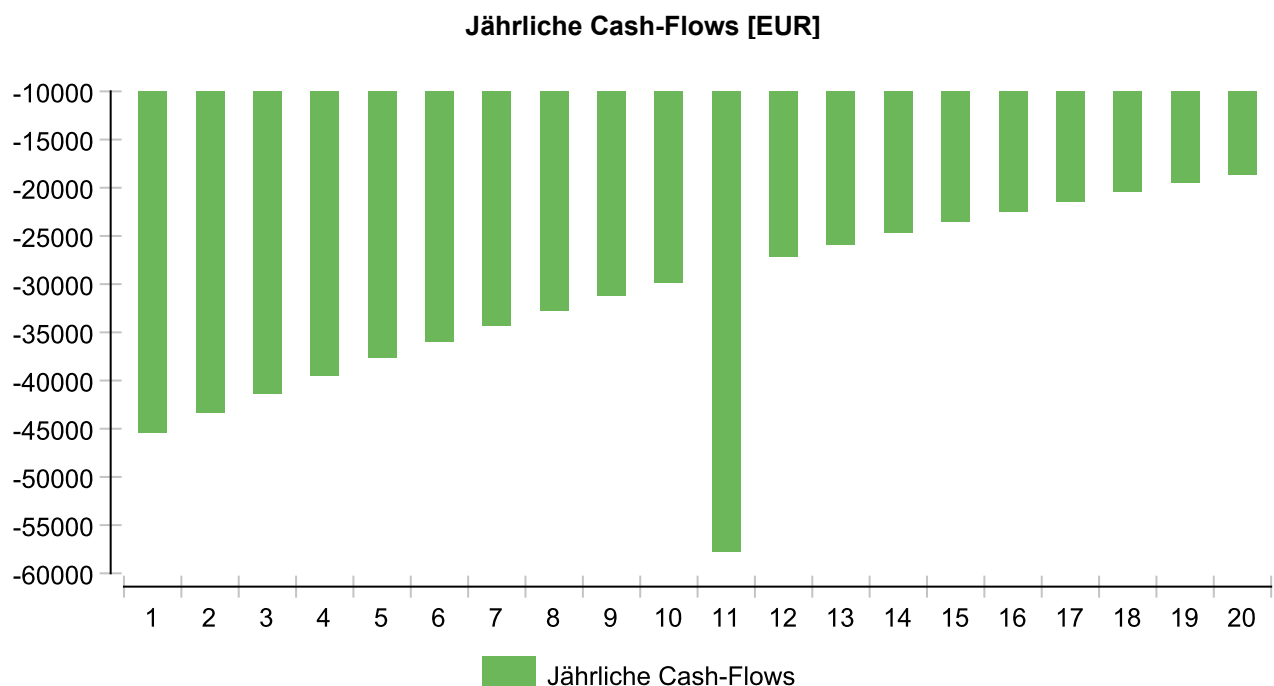
Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	311981,30 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	8363,44 EUR

Energieproduktion PV-Anlage [kWh]

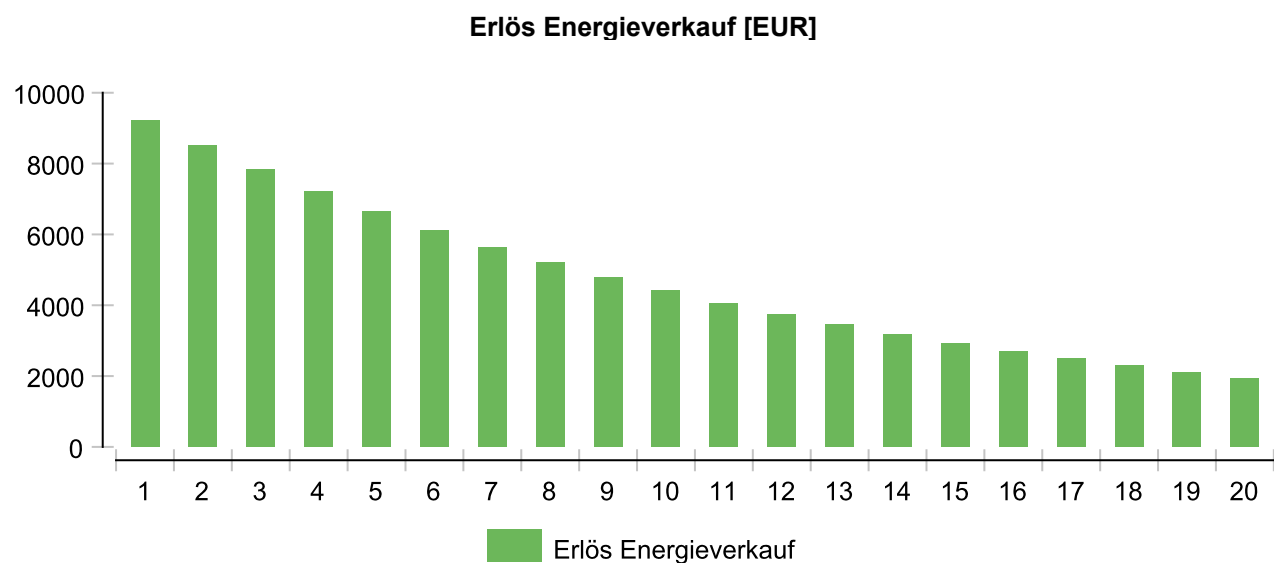


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 94496,58 EUR

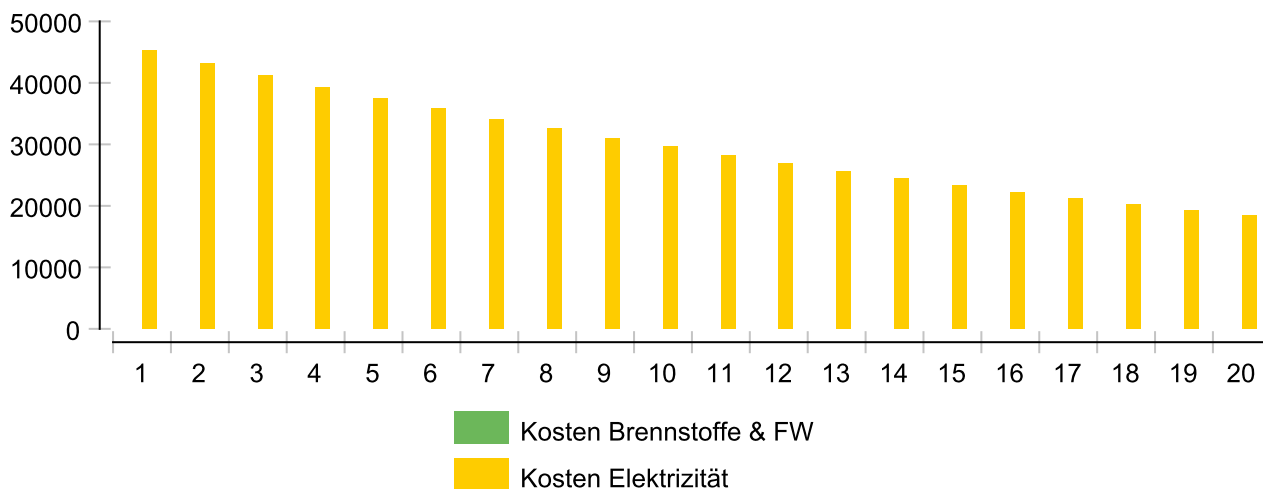


Kosten Brennstoffe & FW 0,00 EUR

Jährliche Cash-Flows

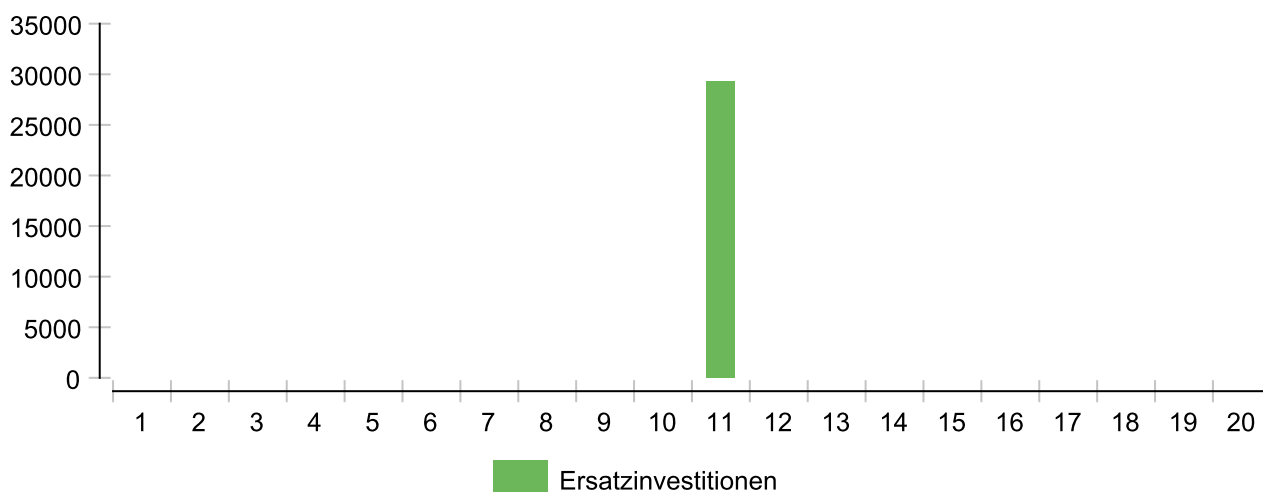
Kosten Elektrizität		600019,07 EUR
---------------------	--	---------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		29329,41 EUR
---------------------	--	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Glossar

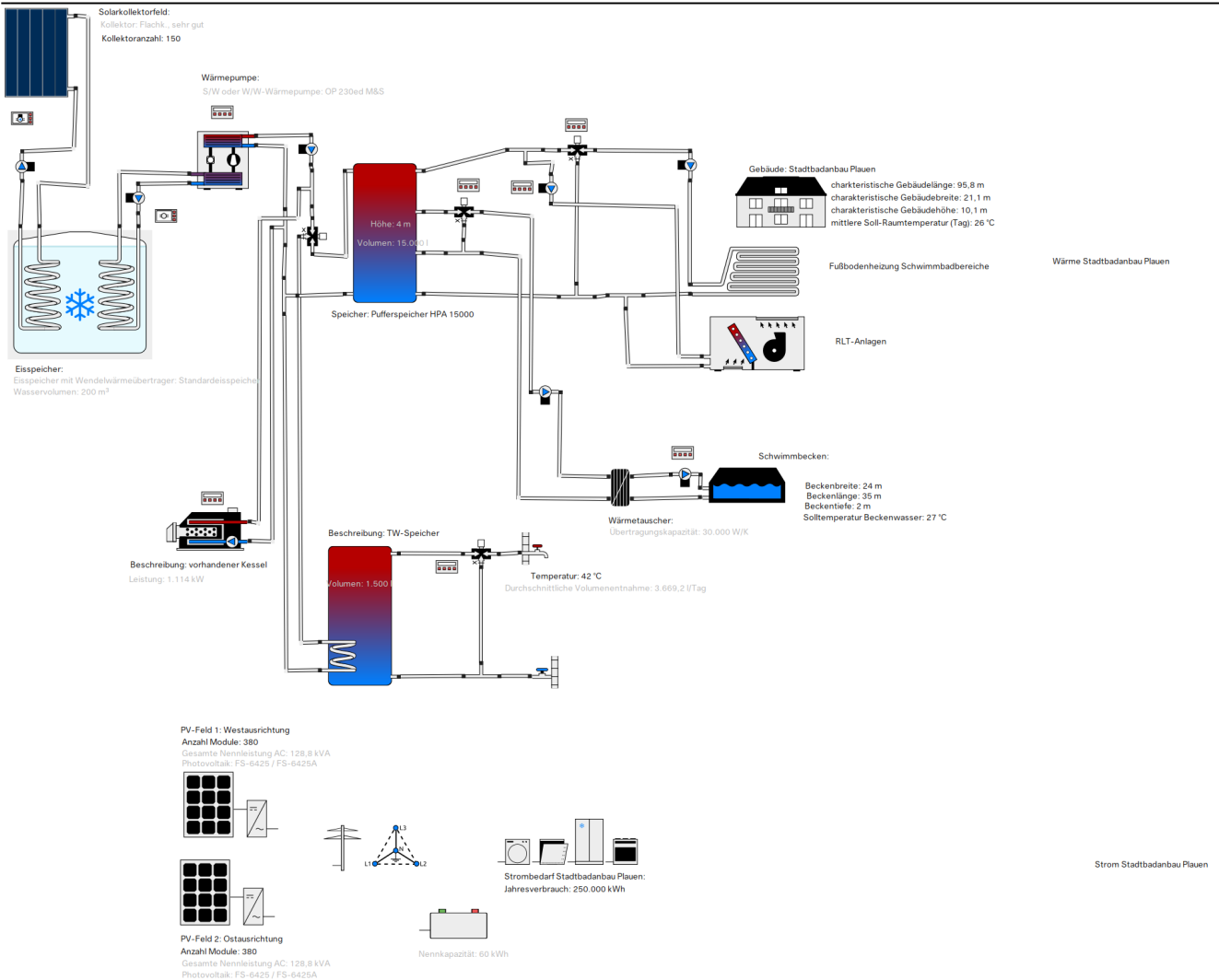
Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 4.9

Variante 4a: Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + Eisspeicher + Spitzenlastkessel + PV-Anlage

Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V4a: WP + Solarthermie + Eisspeicher + Spitzenlastkessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

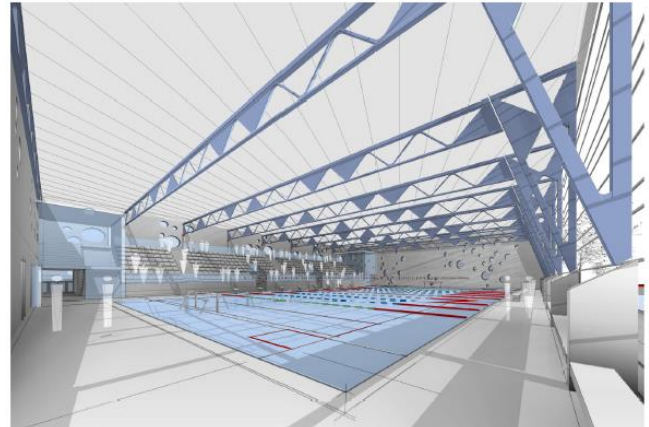
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	423 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	450 MWh
Gesamter Gasverbrauch [Egas]	280 MWh
Nutzenergie [Quse]	729 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	1,5
Anlagenaufwandszahl	0,55
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Solarthermie (Jahreswerte)

Kollektorfläche	300 m ²
Solarer Deckungsanteil gesamt	24,9%
Solarer Deckungsanteil Warmwasser [SFnHw]	29,6 %
Solarer Deckungsanteil Gebäude [SFnBd]	23,6 %
Gesamter Kollektorfeldertrag	313.195,1 kWh
Kollektorfeldertrag bzgl. Bruttofläche	1.044 kWh/m ² /Jahr
Kollektorfeldertrag bzgl. Aperturfläche	1.160 kWh/m ² /Jahr
Max. Brennstoffeinsparung (VDI 6002)	72.175,7 kWh: [Strom SW Plauen] , 6.866 m ³ (gas): [Erdgas SW PL]
Max. Energieeinsparung (VDI 6002)	450.889,3 kWh
Max. vermiedene CO ₂ -Emission	34.619 kg

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

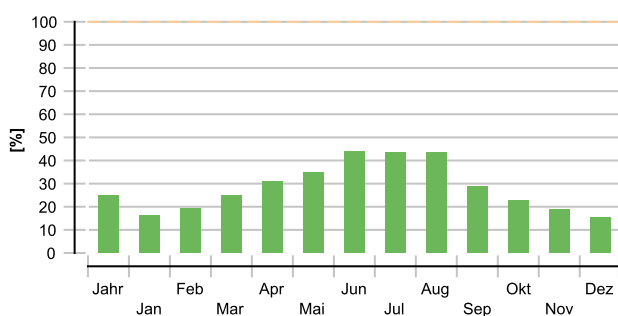
Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	450 MWh
Eigenverbrauch	189 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	61,6 %
Autarkiegrad	40,9 %

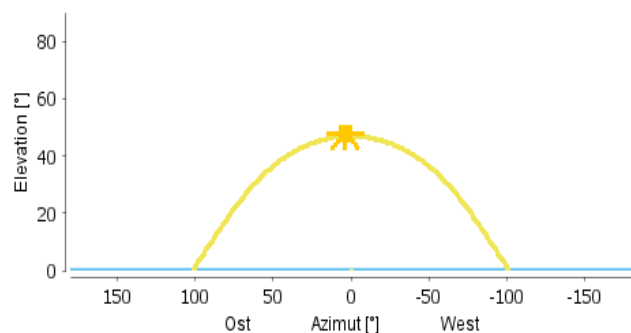
Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	3,4
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	199 MWh
Gesamte Energieeinsparung	470.911 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	130.876 kg

Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SFn]



Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	0,1
Lebensdauer in Jahren	a	20
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	450
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	MWh	200
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	189
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	61,6
Autarkiegrad [Raut]	%	40,9
Kessel vorhandener Kessel	Logano plus SB745-1200 M&S	
Leistung	kW	1.114
Gesamtnutzungsgrad	%	97,5
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	273
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	280
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	m ³ (gas)	26.667
Energieeinsparung Solarthermie	MWh	72,1
CO2 Einsparung Solarthermie	kg	14.560
Brennstoffeinsparung Solarthermie	m ³ (gas)	6.866
Abgasverluste [Qex]	kWh	7.000
Kollektor	Flachk., sehr gut	
Datenquelle		SPF
Kollektoranzahl		150
Parallele Abschnitte		1
Bruttogesamtfläche	m ²	300
Gesamte Aperturfläche	m ²	270
Gesamte Absorberfläche	m ²	270
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	90
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-45
Kollektorfeldertrag [Qsol]	MWh	313
Einstrahlung in Kollektorebene [Esol]	MWh	247
Kollektorwirkungsgrad [Qsol / Esol]	%	127
Direktstrahlung nach IAM	MWh	116
Diffusstrahlung nach IAM	MWh	112

Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-90
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		7
Auslegung 1: A Module pro Strang		2
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	12,6

Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
S/W oder W/W-Wärmepumpe		OP 230ed M&S
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)		3,37
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	670
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	199
Energieeinsparung Solarthermie	kWh	72.176
CO2 Einsparung Solarthermie	kg	20.059
Energieeinsparung Wärmepumpe	MWh	471
CO2 Einsparung Wärmepumpe	kg	130.876

Gebäude	Stadtbadanbau Plauen	
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²	2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C	25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh	386
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²	191
Solarertrag durch Fenster	MWh	641
Gesamter Energieverlust	MWh	1.660
Heiz-/Kühlelement 1	Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W	1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C	40
Soll-Rücklauftemperatur	°C	35
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	396
Lüfter 2	Stadtbad	
Nennheizleistung	W	383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C	90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C	70
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	272
Schwimmbad	Hallenbad	
Schwimmbad-Typ		Hallenbad
Länge	m	35
Breite	m	24
Durchschnittliche Tiefe	m	2
Solltemperatur	°C	27
Warmwasserbedarf	Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d	3.669
Solltemperatur	°C	42
Energiebedarf [Qdem]	kWh	52.079
Eisspeicher mit Wendelwärmeübertrager	Standardeisspeicher	
Eisspeicherform		Quader
Wasservolumen [VH ₂ O]	m ³	200
Eisspeicherlänge	m	10
Eisspeicherbreite	m	20
Füllstand ohne Eis	m	1
Vereisungsgrad (Maximum)	%	100
Externer Wärmetauscher	riesig	
Übertragungskapazität	W/K	30.000

Pumpe Pumpe FB-Heizung		Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar		31,499
Durchsatz	l/h		53.120
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		15,1

Pumpe Pumpe RLT		Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar		23,642
Durchsatz	l/h		15.317
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		126

Pumpe Pumpe Wp-Kreislauf		Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar		27,479
Durchsatz	l/h		39.600
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		438

Pumpe Pumpe Kreislauf Solarthermie		Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar		1.251.460,25
Durchsatz	l/h		27.000
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		246

Pumpe Pumpe Eintritt WP		Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar		7.333,357
Durchsatz	l/h		99.000
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		52,6

Speicher Pufferspeicher		Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l		15.000
Höhe	m		4
Material			Stahl
Wärmedämmung			Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm		160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh		5.235
Anschlussverluste	kWh		2,4

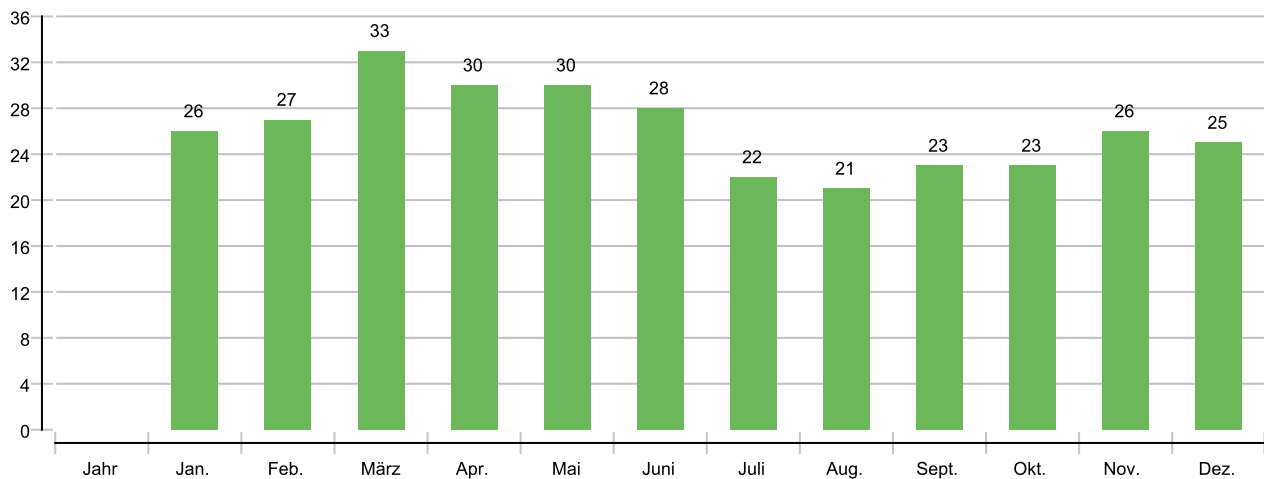
Speicher TW-Speicher		CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l		1.500
Höhe	m		2,09
Material			Edelstahl
Wärmedämmung			PU hart
Dämmungs-Dicke	mm		90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh		170
Anschlussverluste	kWh		-2,1

Kreislauf

Solarkreislauf		
Fluidmischung		Propylenmischung
Fluidkonzentration	%	33,3
Volumen des Fluidbereichs	l	2.615,4
Druck am obersten Punkt im Kreislauf	bar	4

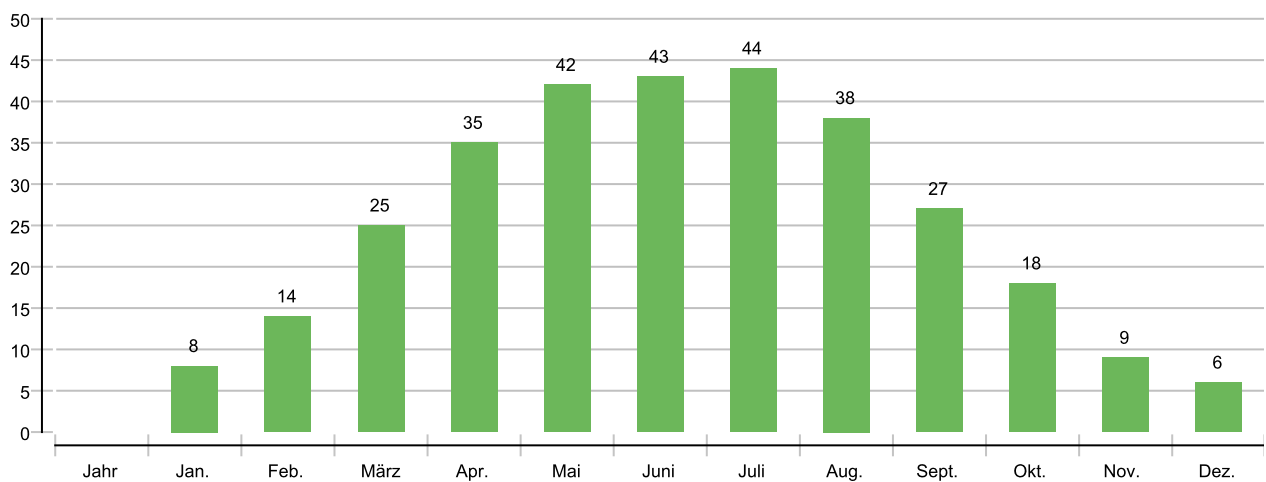
Solarthermische Energie an das System [Qsol]

MWh



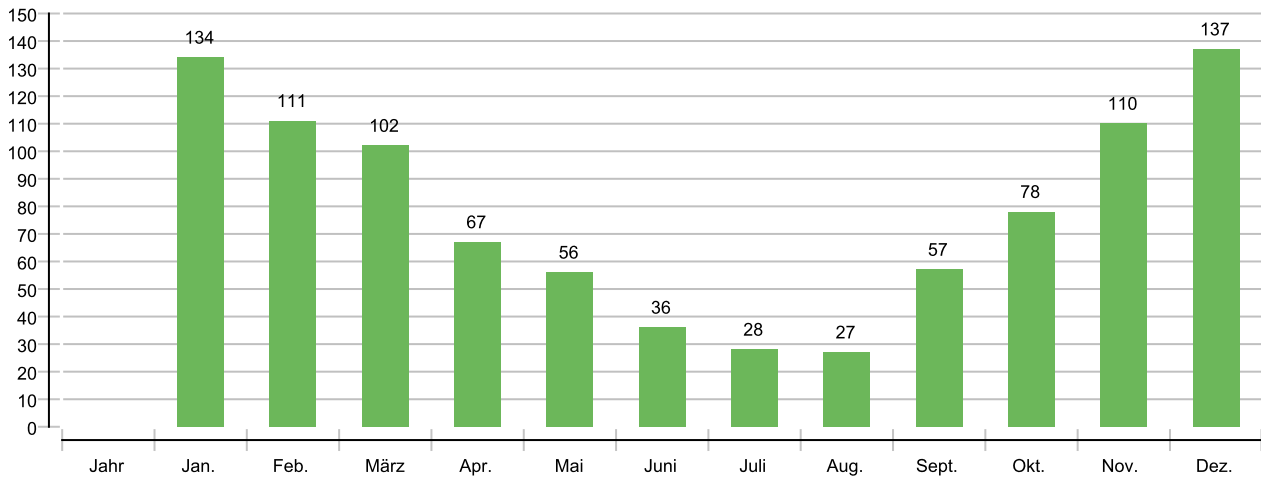
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



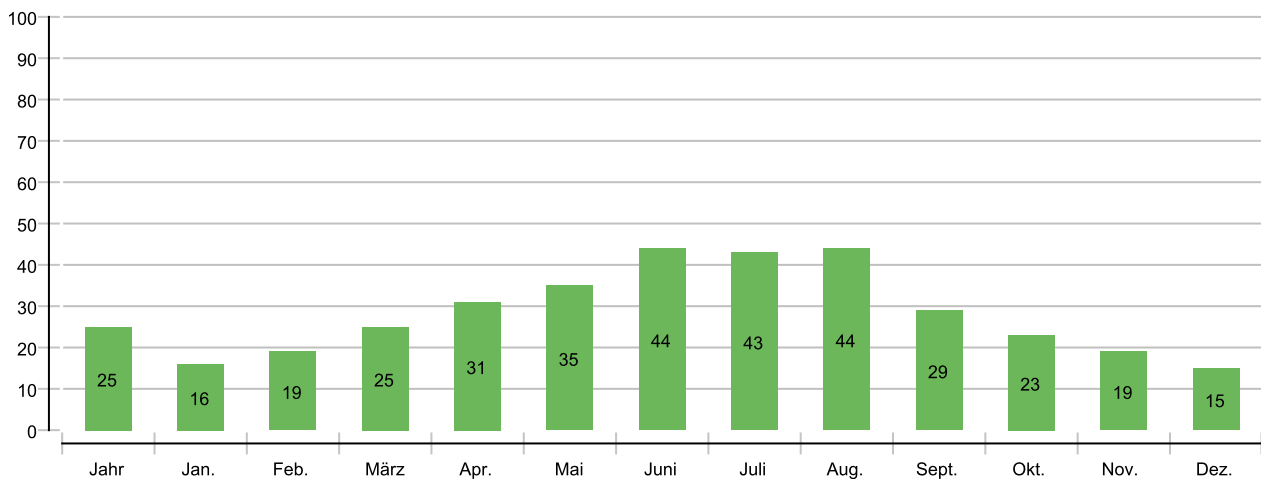
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



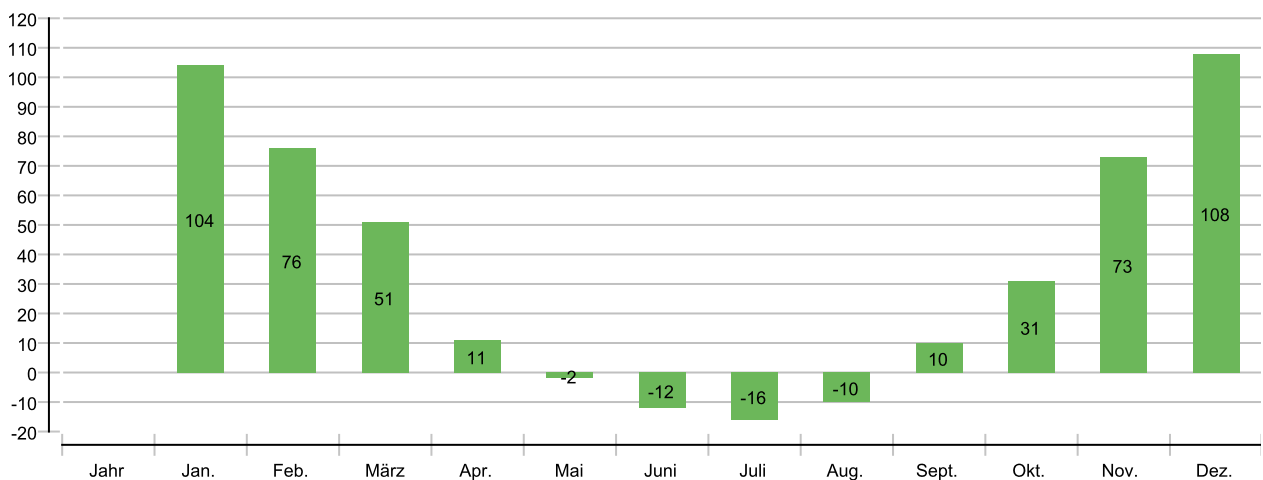
Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SFn]

%



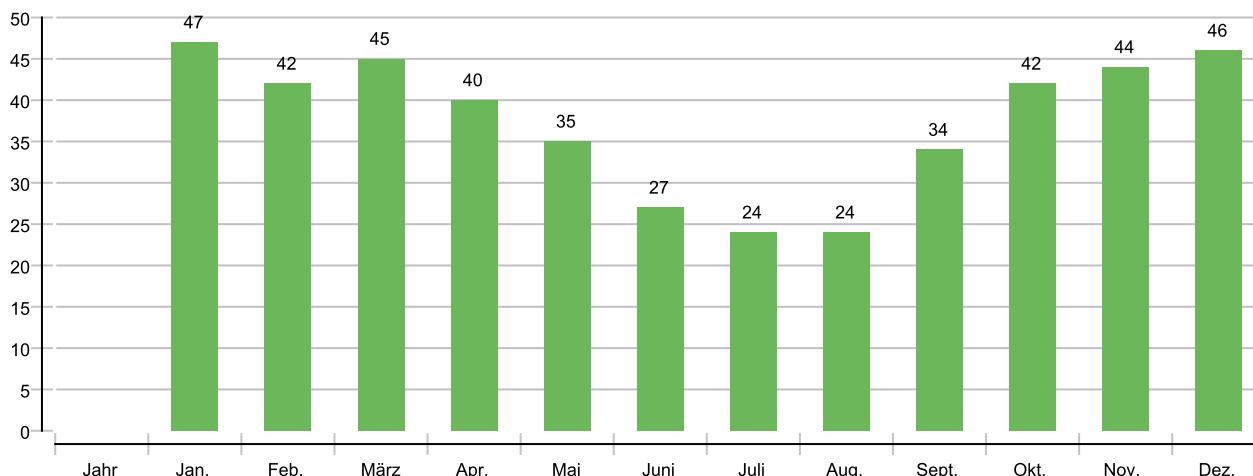
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



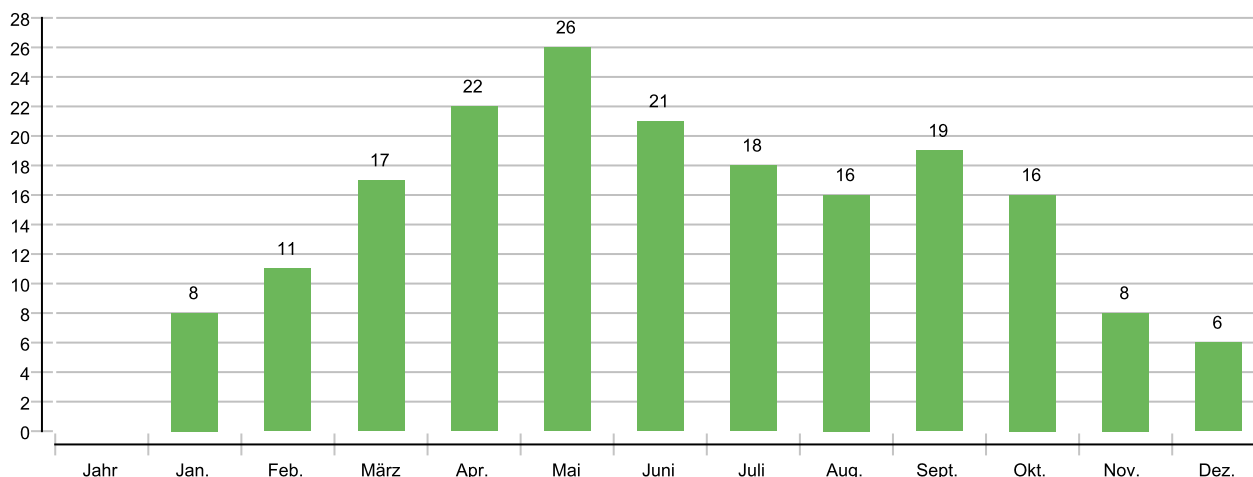
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



Eigenverbrauch [Eocs]

MWh



Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
------	------	------	------	------	-----	------	------	------	-------	------	------	------

Solarthermische Energie an das System [Qsol]

MWh	313	26	27	33	30	30	28	22	21	23	23	26	25
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh	943	134	111	102	67	56	36	28	27	57	78	110	137
-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]

MWh	479	86	67	53	25	20	14	10	10	19	27	60	89
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SF_n]

%	24,9	16,3	19,3	24,7	30,8	35	43,8	43,3	43,6	28,7	22,6	19	15,3
---	------	------	------	------	------	----	------	------	------	------	------	----	------

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [E_{tot}]

MWh	423	104	76	51	11	-2	-12	-16	-10	10	31	73	108
-----	-----	-----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----	-----

Einstrahlung in Kollektorebene [E_{sol}]

MWh	247	13	18	23	25	25	25	25	27	24	20	13	10
-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

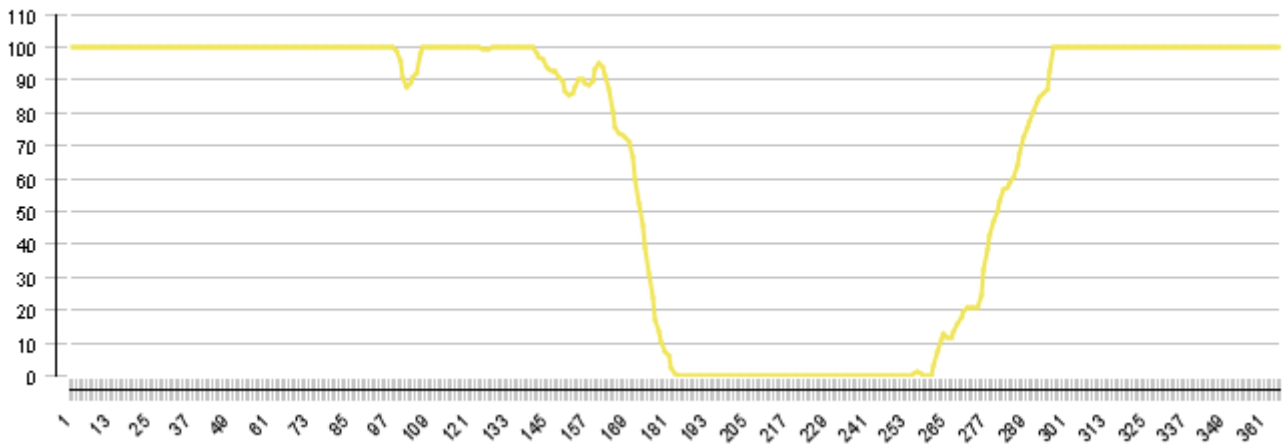
Ertrag Photovoltaik DC [Q_{pvf}]

MWh	317	8	14	25	36	43	45	45	39	28	18	9	6
-----	-----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Einstrahlung in Modulebene [Esol PV]													
MWh	2150	56	93	168	240	290	305	310	267	190	123	64	43
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]													
MWh	307	8	14	25	35	42	43	44	38	27	18	9	6
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]													
kWh	877,2	97,6	82,8	87,3	63,7	64,8	61,4	57	55	56,6	62	88,9	99,9
Nutzenergie [Quse]													
MWh	729	88	75	75	60	53	35	28	27	54	69	79	88
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	6980	250	265	403	643	762	819	902	911	772	679	331	244
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]													
MWh	450	47	42	45	40	35	27	24	24	34	42	44	46
Eigenverbrauch [Eocs]													
MWh	189	8	11	17	22	26	21	18	16	19	16	8	6

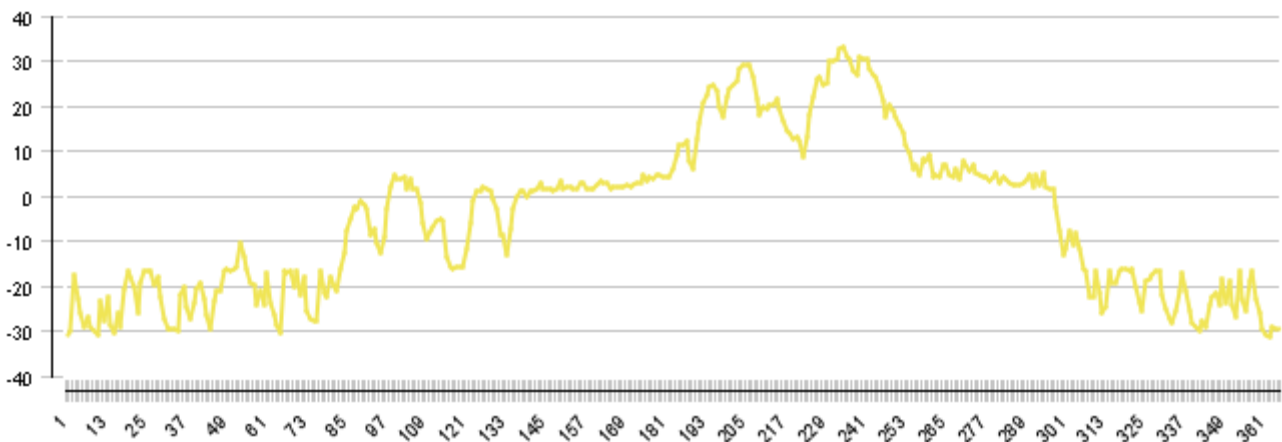
Eisspeicher mit Wendelwärmeübertrager

Vereisungsgrad [%] - Tagesmittelwert



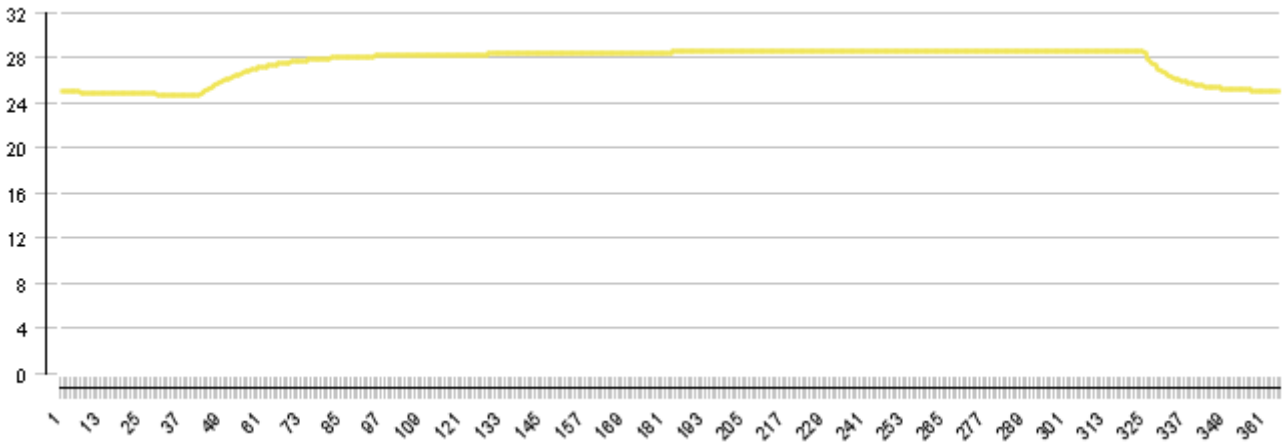
Kollektor

Tägliche Maximaltemperatur [°C]

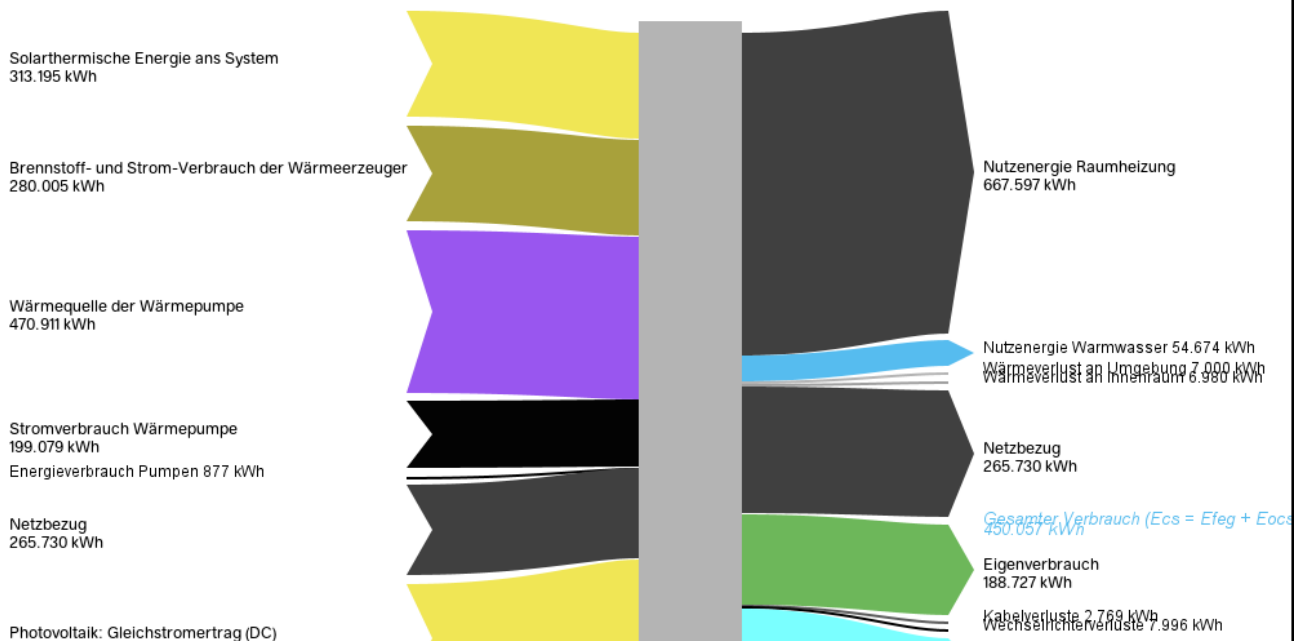


Schwimmbad

Temperatur [°C] - Tagesmittelwert

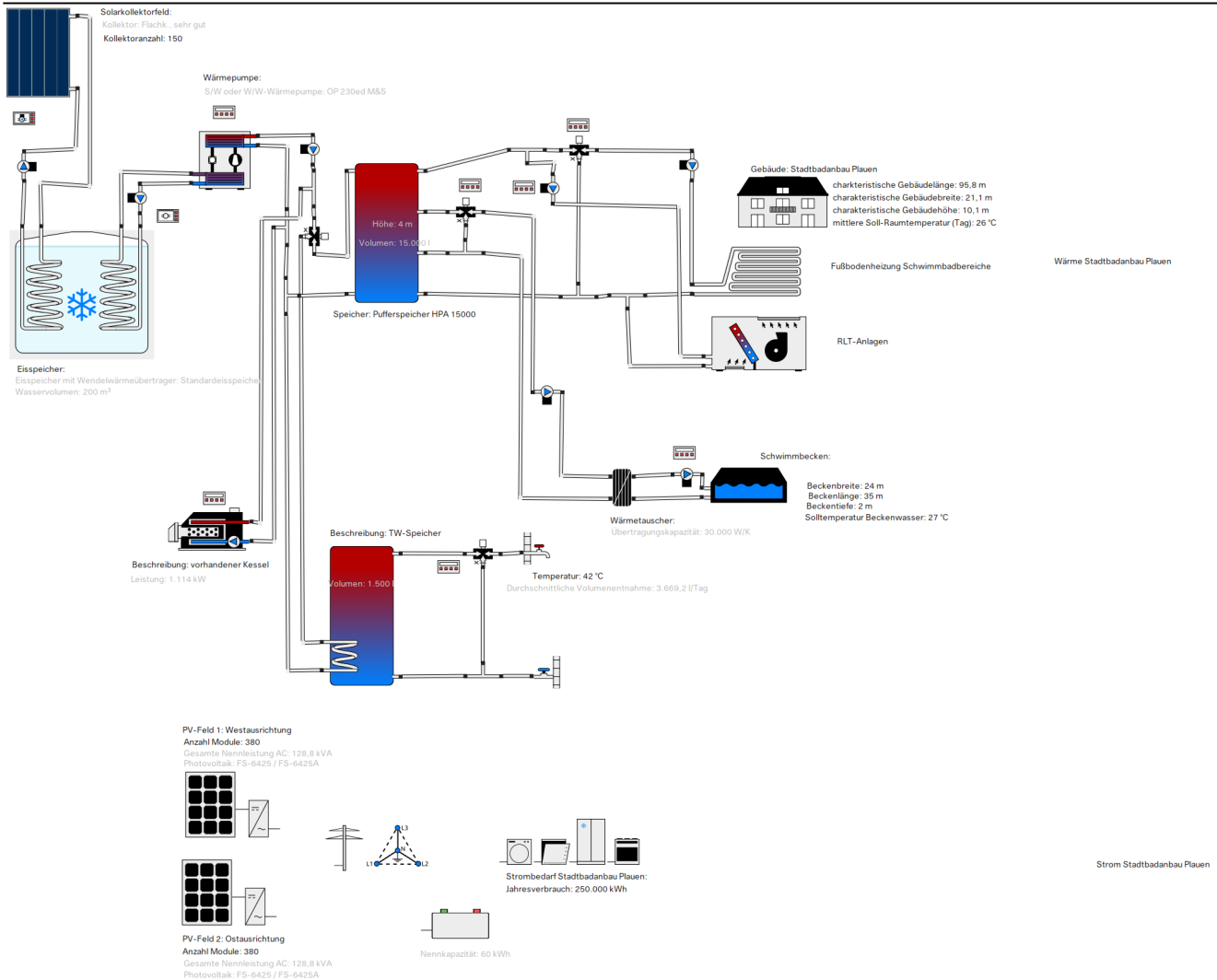


Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V4a: WP + Solarthermie + Eisspeicher + Spitzenlastkessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

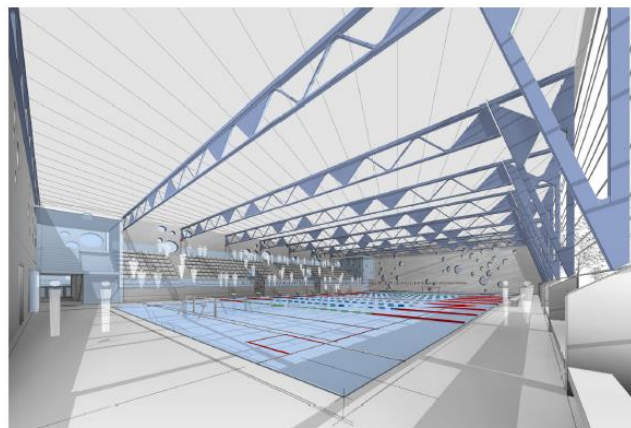
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	423 MWh
Nutzenergie [Quse]	729 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	1,5
Anlagenaufwandszahl	0,55
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Solarthermie (Jahreswerte)

Kollektorfläche	300 m ²
Solarer Deckungsanteil gesamt	24,9%
Solarer Deckungsanteil Warmwasser [SFnHw]	29,6 %
Solarer Deckungsanteil Gebäude [SFnBd]	23,6 %
Gesamter Kollektorfeldertrag	313.195,1 kWh
Kollektorfeldertrag bzgl. Bruttofläche	1.044 kWh/m ² /Jahr
Kollektorfeldertrag bzgl. Aperturfläche	1.160 kWh/m ² /Jahr
Max. Brennstoffeinsparung (VDI 6002)	72.175,7 kWh: [Strom SW Plauen] , 6.866 m ³ (gas): [Erdgas SW PL]
Max. Energieeinsparung (VDI 6002)	450.889,3 kWh
Max. vermiedene CO ₂ -Emission	34.619 kg

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	450 MWh
Eigenverbrauch	189 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	61,6 %
Autarkiegrad	40,9 %

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

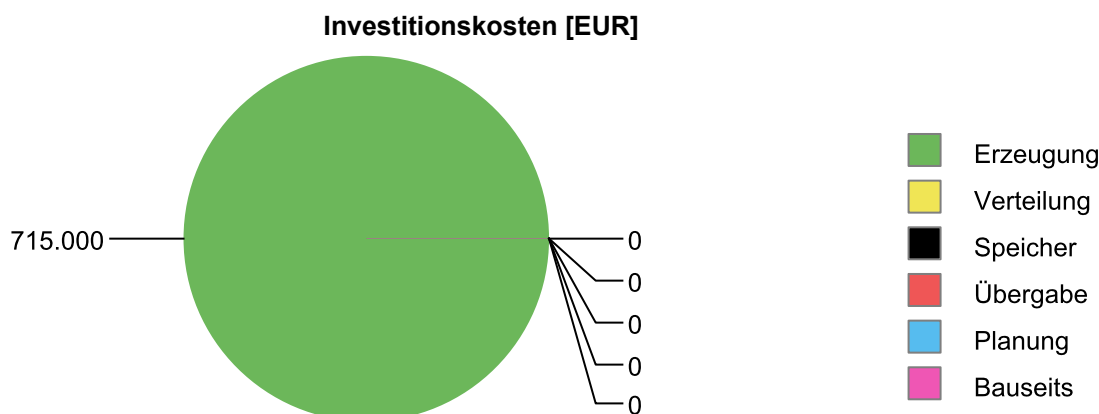
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	3,4
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	199 MWh
Gesamte Energieeinsparung	470.911 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	130.876 kg

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Erdgas SW PL		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Erdgas SW PL		0,47 EUR/m ³ Gas
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	715000,00 EUR
Total		715000,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		10000,00 EUR/a

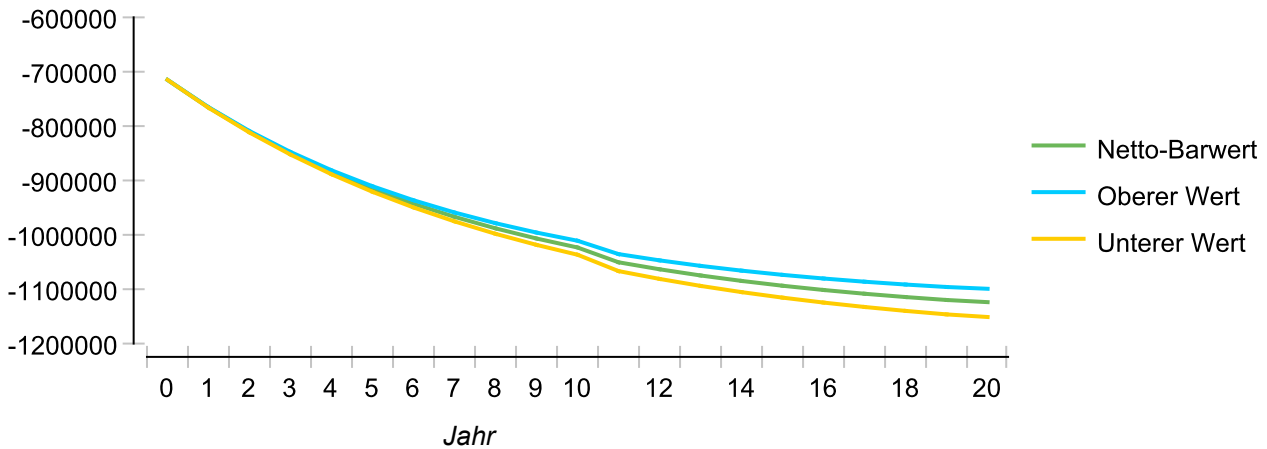
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-1123813,32 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-1099237,69 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1151130,52 EUR

Netto-Barwert

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz

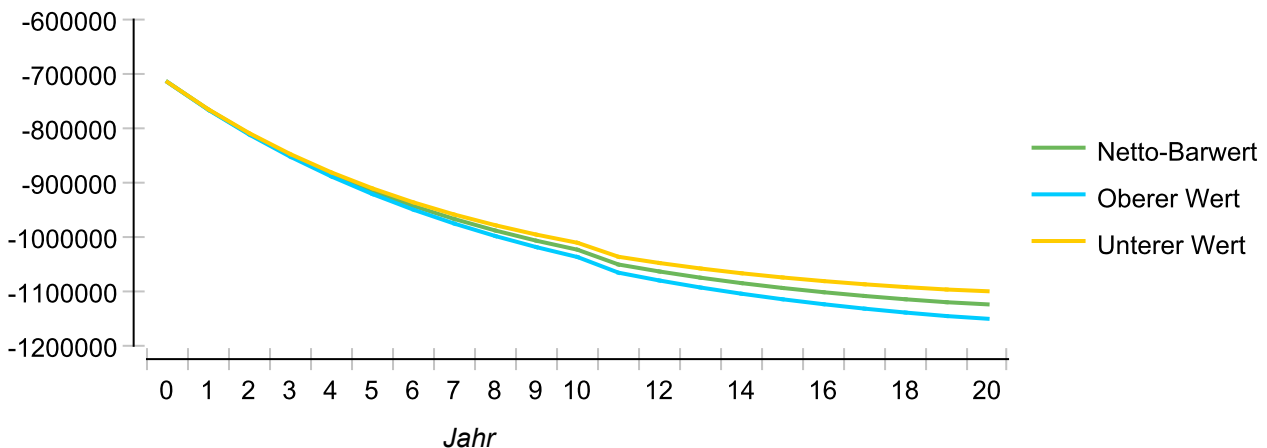
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung

Oberer Wert	1,00%	-1150282,17 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1099665,17 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



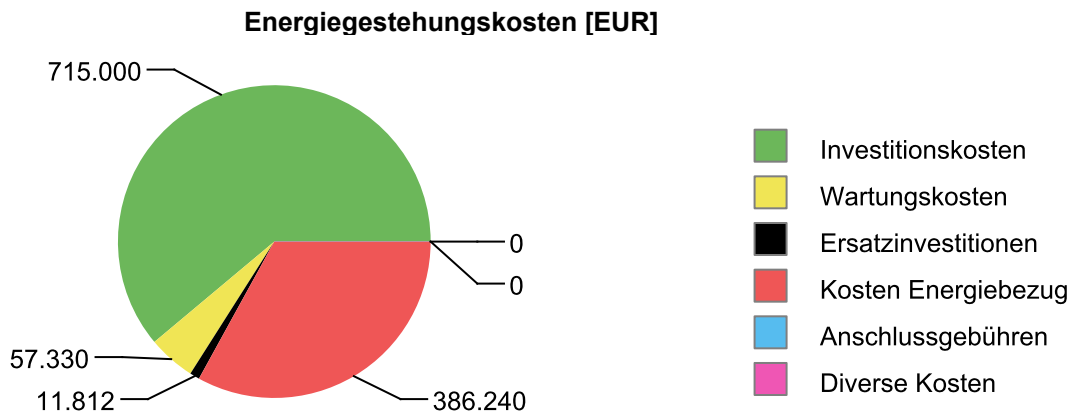
Amortisationszeit

Amortisationszeit	nicht amortisiert
-------------------	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn	-2368470,40 EUR
Energiegestehungskosten	0,12 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf	78966,35 EUR
Kosten Brennstoffe & FW	158142,69 EUR
Kosten Elektrizität	545746,87 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-114462,87 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

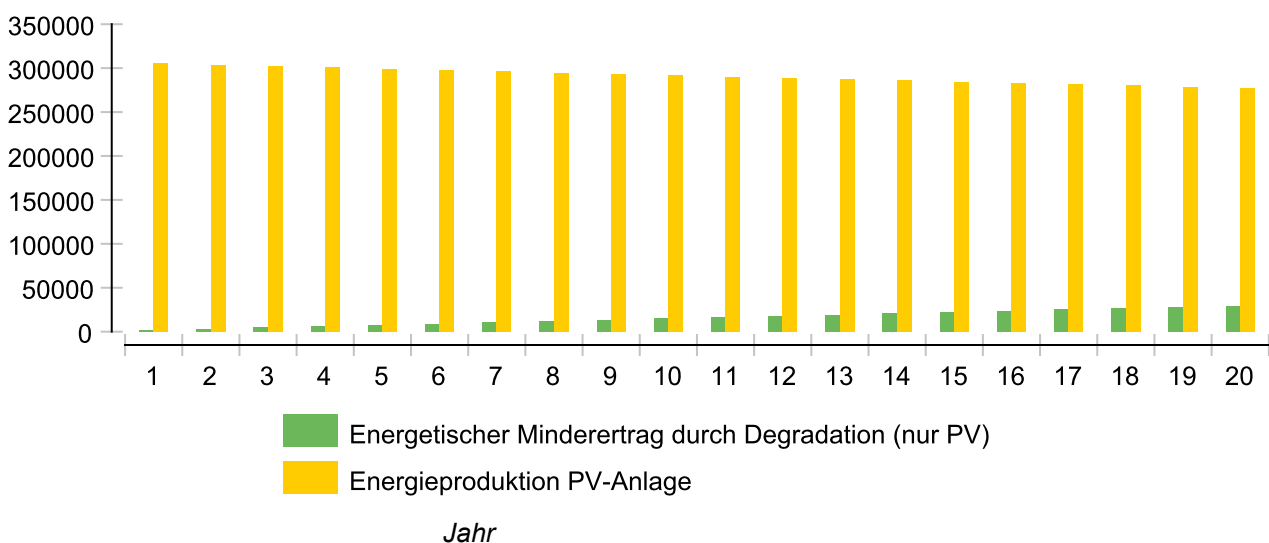
Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,08
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

Degradation PV

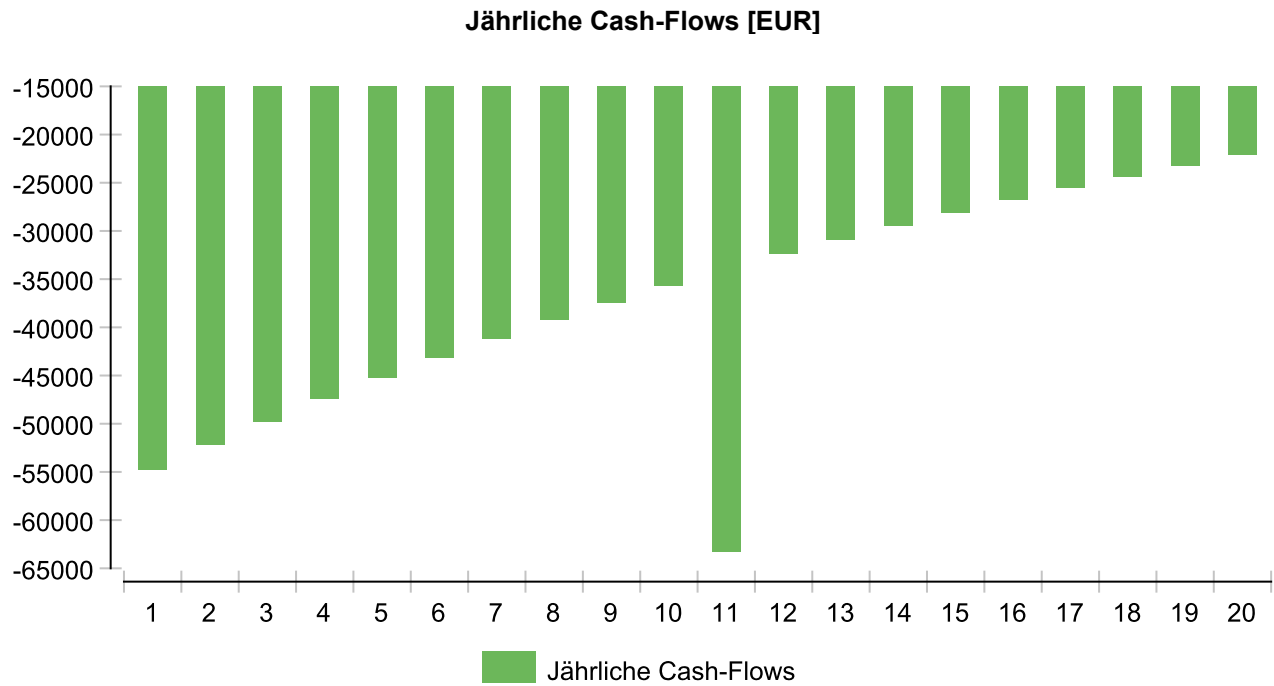
Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	311981,30 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	8363,44 EUR

Energieproduktion PV-Anlage [kWh]

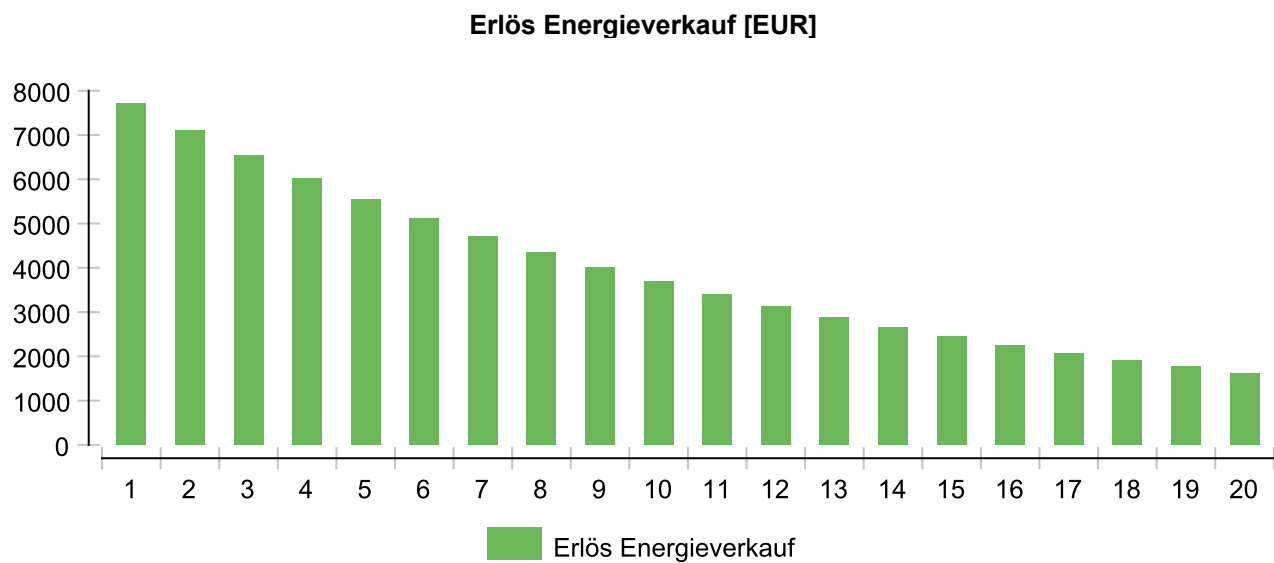


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 78966,35 EUR

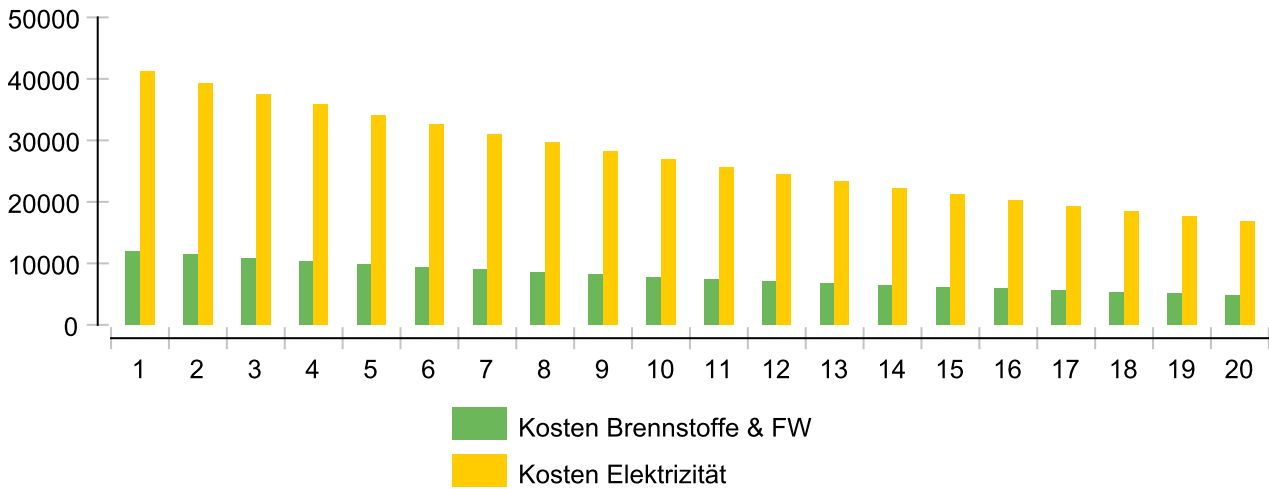


Kosten Brennstoffe & FW 158142,69 EUR

Jährliche Cash-Flows

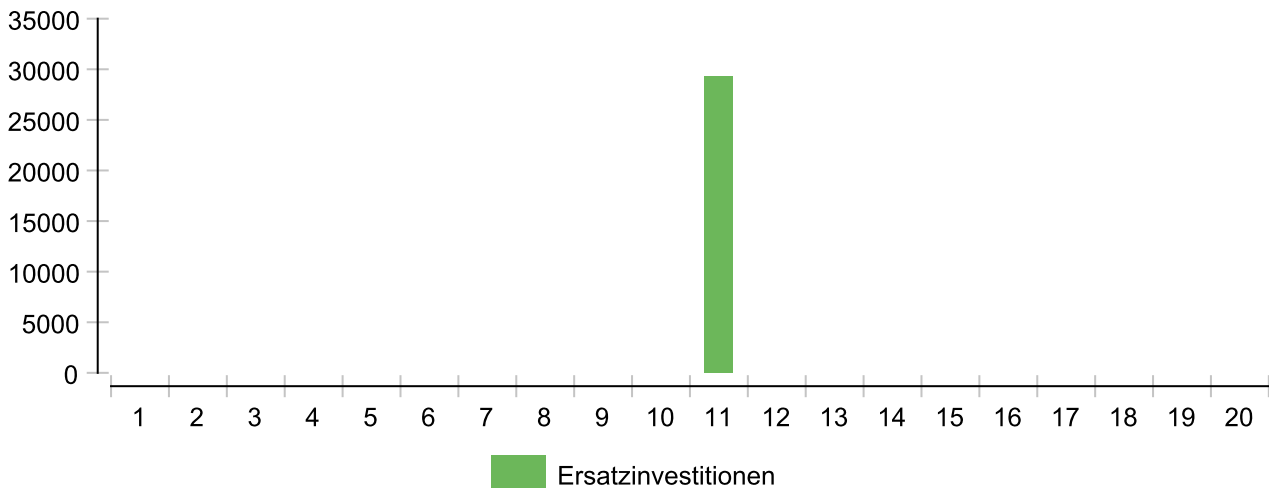
Kosten Elektrizität		545746,87 EUR
---------------------	--	---------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		29329,41 EUR
---------------------	--	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Glossar

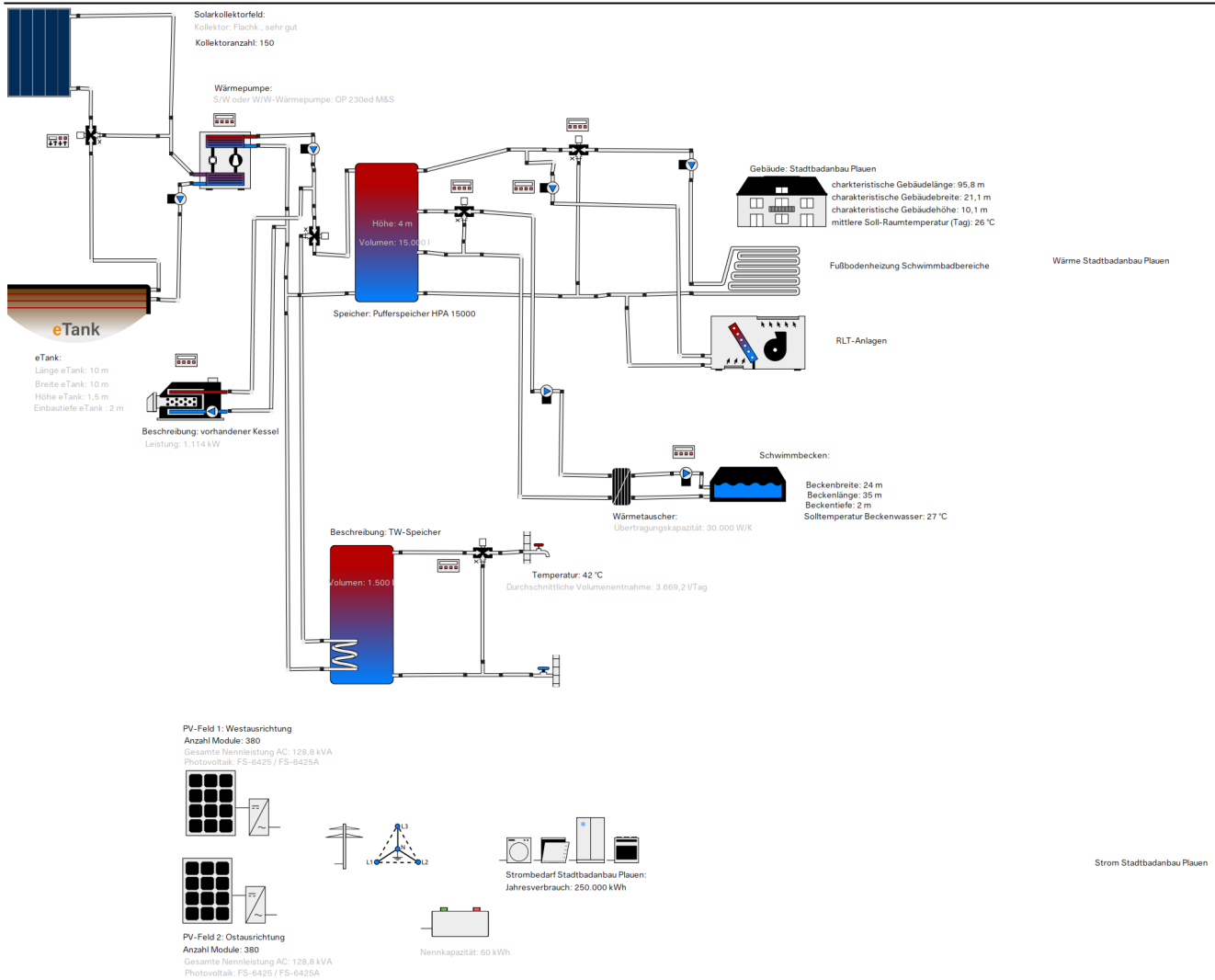
Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 4.10

Variante 4b: Sole-Wärmepumpe + Solarthermie + eTank + Spitzenlastkessel + PV+Anlage

Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V4b: WP + Solarthermie + eSpeicher + Spitzenlastkessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

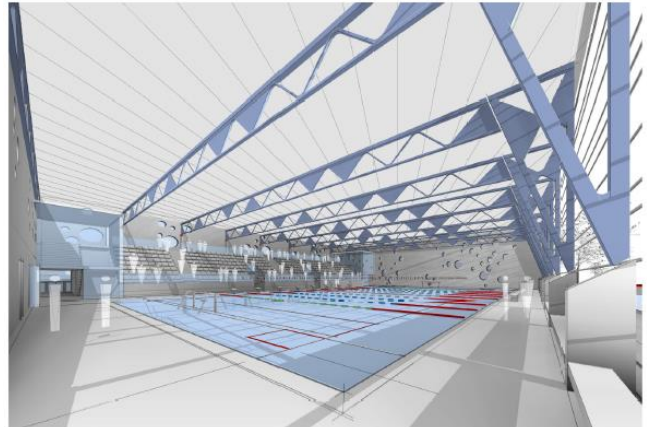
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	543 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	259 MWh
Gesamter Gasverbrauch [Egas]	591 MWh
Nutzenergie [Quse]	583 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	1
Anlagenaufwandszahl	1,12
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Solarthermie (Jahreswerte)

Kollektorfläche	300 m ²
Solarer Deckungsanteil gesamt	14,1%
Solarer Deckungsanteil Warmwasser [SFnHw]	19,4 %
Solarer Deckungsanteil Gebäude [SFnBd]	12,5 %
Gesamter Kollektorfeldertrag	102.004,6 kWh
Kollektorfeldertrag bzgl. Bruttofläche	340 kWh/m ² /Jahr
Kollektorfeldertrag bzgl. Aperturfläche	377,8 kWh/m ² /Jahr
Max. Brennstoffeinsparung (VDI 6002)	1.313,7 kWh: [Strom SW Plauen] , 9.249,4 m ³ (gas): [Erdgas SW PL]
Max. Energieeinsparung (VDI 6002)	405.052,1 kWh
Max. vermiedene CO ₂ -Emission	19.979 kg

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

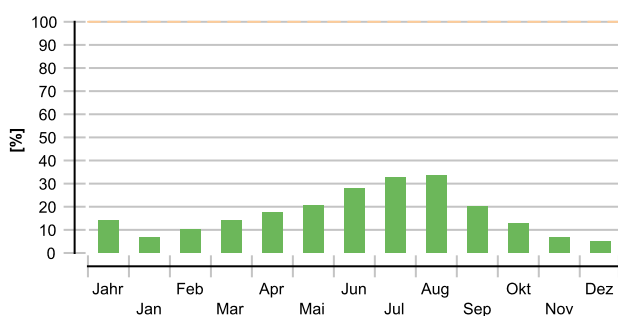
Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	259 MWh
Eigenverbrauch	125 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	40,7 %
Autarkiegrad	46,2 %

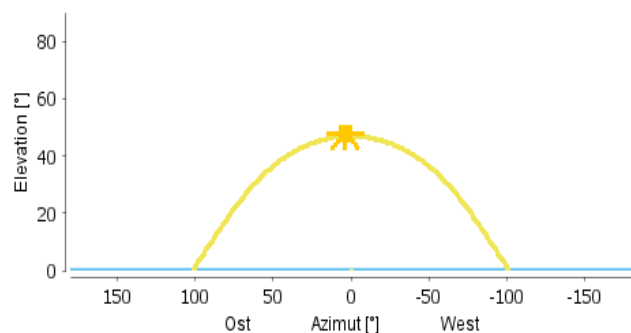
Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	5,6
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	8.539 kWh
Gesamte Energieeinsparung	39.003 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	10.840 kg

Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SFn]



Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	0,04
Lebensdauer in Jahren	a	20
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	259
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	kWh	8.828
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	125
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	40,7
Autarkiegrad [Raut]	%	46,2
Kessel vorhandener Kessel	Logano plus SB745-1200 M&S	
Leistung	kW	1.114
Gesamtnutzungsgrad	%	97,5
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	576
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	591
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	m ³ (gas)	56.258
Energieeinsparung Solarthermie	MWh	97,1
CO2 Einsparung Solarthermie	kg	19.614
Brennstoffeinsparung Solarthermie	m ³ (gas)	9.249
Abgasverluste [Qex]	kWh	14.768
Kollektor	Flachk., sehr gut	
Datenquelle		SPF
Kollektoranzahl		150
Parallele Abschnitte		1
Bruttogesamtfläche	m ²	300
Gesamte Aperturfläche	m ²	270
Gesamte Absorberfläche	m ²	270
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	90
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-45
Kollektorfeldertrag [Qsol]	MWh	102
Einstrahlung in Kollektorebene [Esol]	MWh	247
Kollektorwirkungsgrad [Qsol / Esol]	%	41,2
Direktstrahlung nach IAM	MWh	116
Diffusstrahlung nach IAM	MWh	112

Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-90
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		7
Auslegung 1: A Module pro Strang		2
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	12,6

Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
S/W oder W/W-Wärmepumpe		OP 230ed M&S
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)		5,57
Energie vom/zum System [Qaux]	kWh	47.542
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	kWh	8.539
Energieeinsparung Solarthermie	kWh	1.314
CO2 Einsparung Solarthermie	kg	365
Energieeinsparung Wärmepumpe	kWh	39.003
CO2 Einsparung Wärmepumpe	kg	10.840

Gebäude	Stadtbadanbau Plauen	
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²	2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C	25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh	291
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²	144
Solarertrag durch Fenster	MWh	641
Gesamter Energieverlust	MWh	1.515
Heiz-/Kühlelement 1	Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W	1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C	40
Soll-Rücklauftemperatur	°C	35
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	358
Lüfter 2	Stadtbad	
Nennheizleistung	W	383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C	90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C	70
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh	164
Schwimmbad	Hallenbad	
Schwimmbad-Typ		Hallenbad
Länge	m	35
Breite	m	24
Durchschnittliche Tiefe	m	2
Solltemperatur	°C	27
Warmwasserbedarf	Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d	3.669
Solltemperatur	°C	42
Energiebedarf [Qdem]	kWh	52.081
Externer Wärmetauscher	riesig	
Übertragungskapazität	W/K	30.000
Pumpe Pumpe FB-Heizung	Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar	33,357
Durchsatz	l/h	53.888
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	23,6
Pumpe Pumpe RLT	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	26,935
Durchsatz	l/h	15.537
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	197

Pumpe Pumpe Wp-Kreislauf	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	49,06
Durchsatz	l/h	39.600
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	16,1

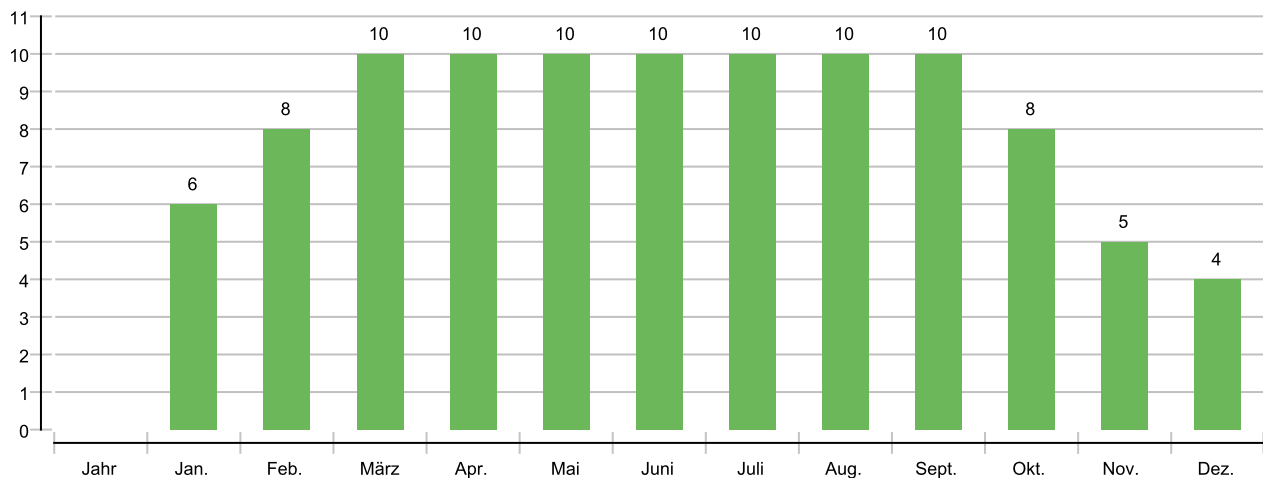
Pumpe Pumpe Eintritt WP	Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar	7.147,09
Durchsatz	l/h	3.600
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	52,6

Speicher Pufferspeicher	Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l	15.000
Höhe	m	4
Material		Stahl
Wärmedämmung		Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm	160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	893
Anschlussverluste	kWh	75,6

Speicher TW-Speicher	CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l	1.500
Höhe	m	2,09
Material		Edelstahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	432
Anschlussverluste	kWh	111

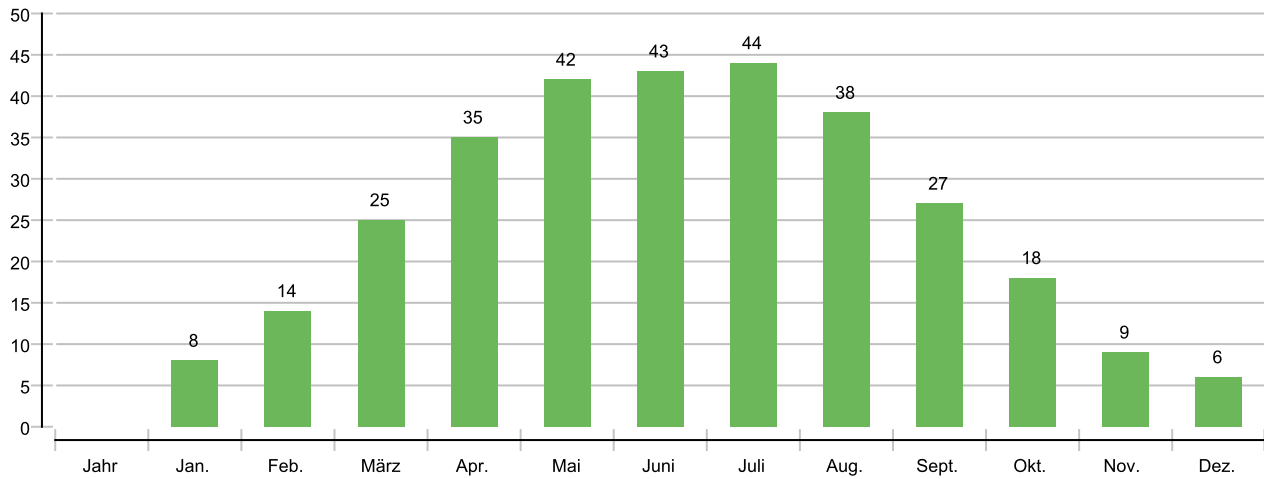
Solarthermische Energie an das System [Qsol]

MWh



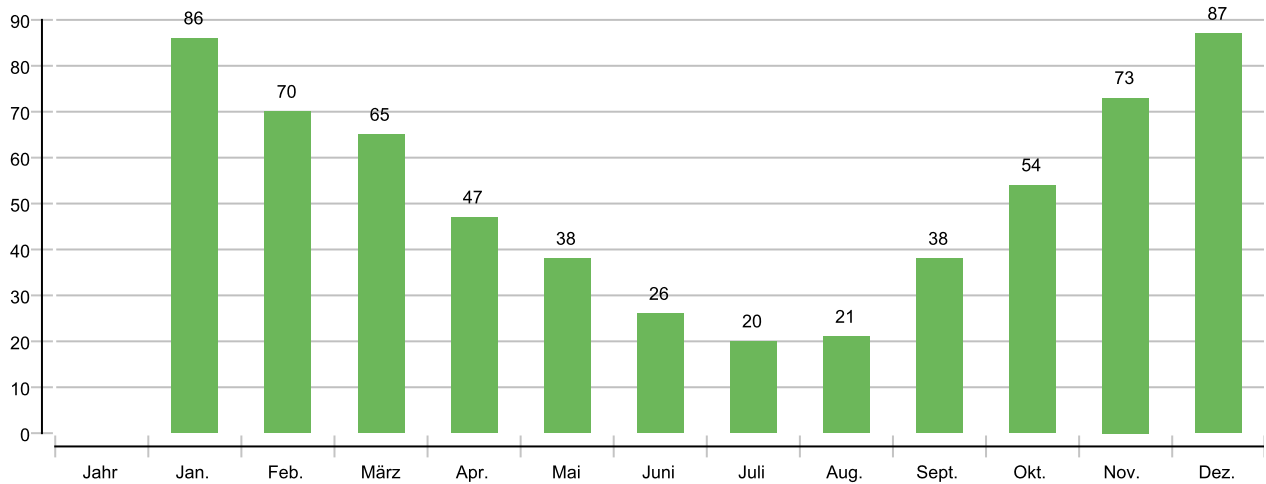
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



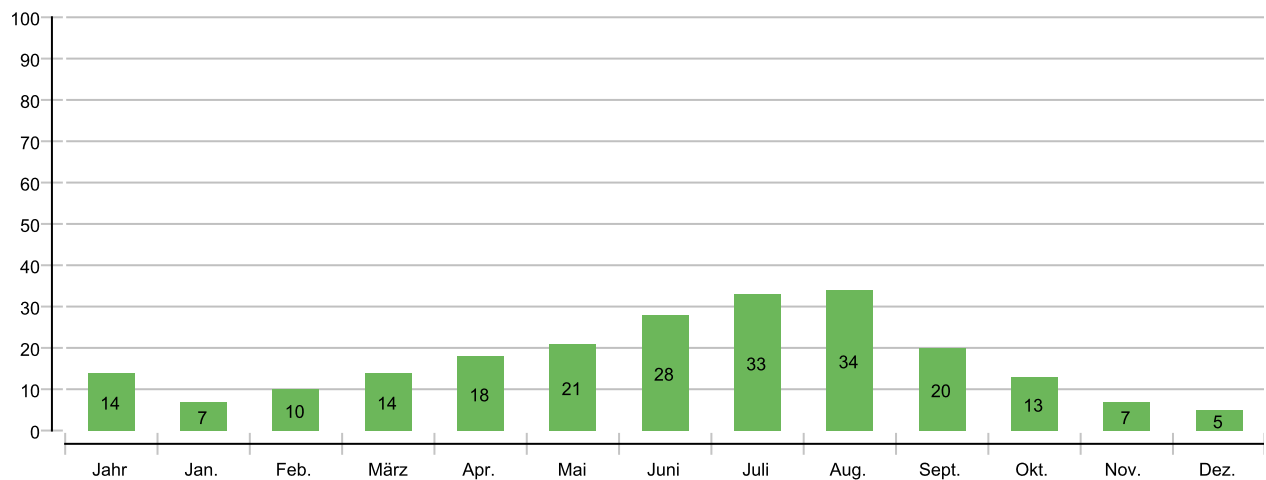
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



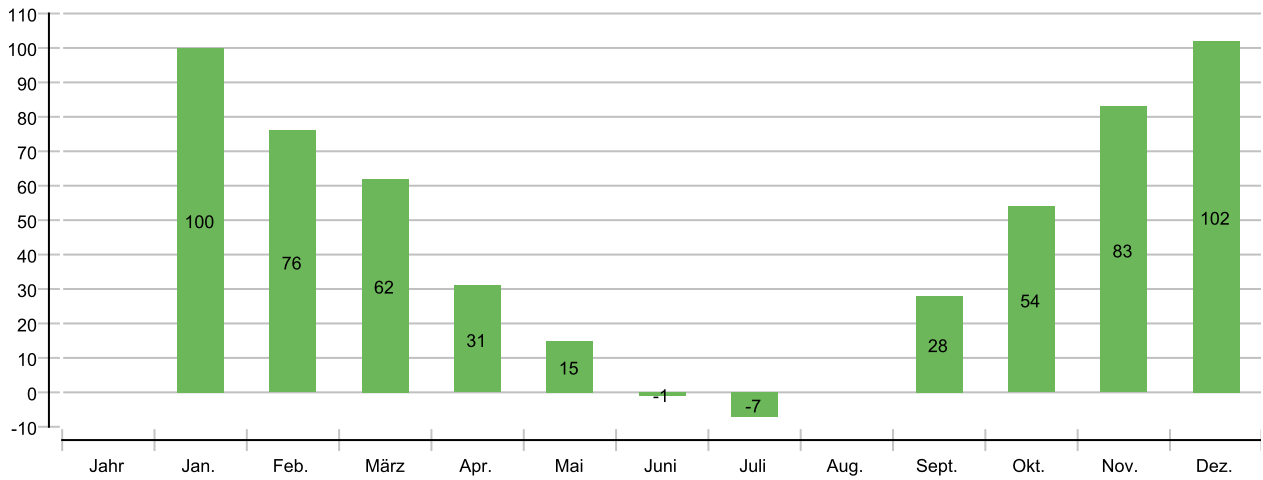
Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SFn]

%



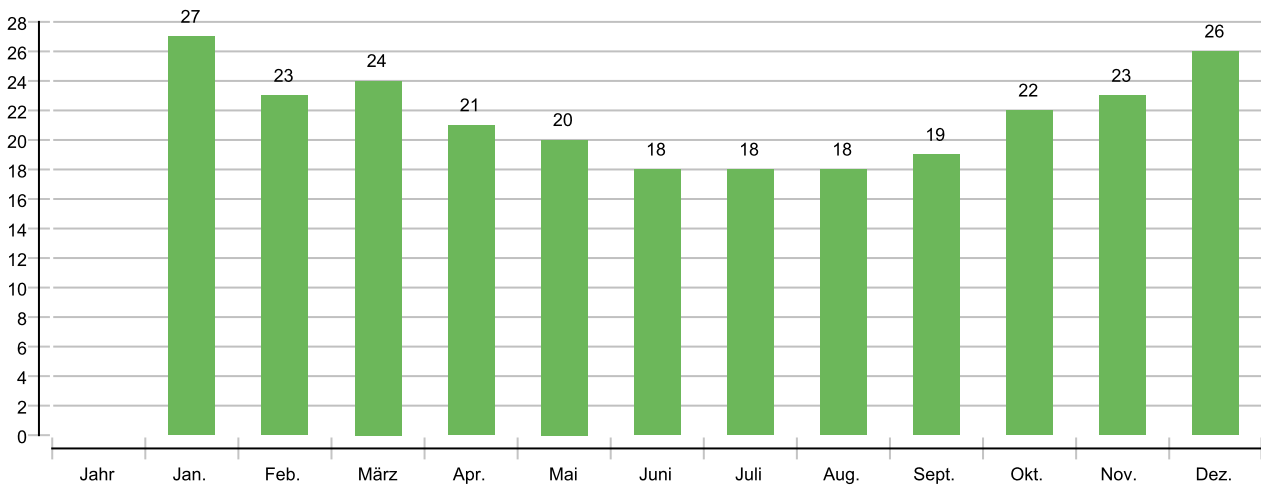
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



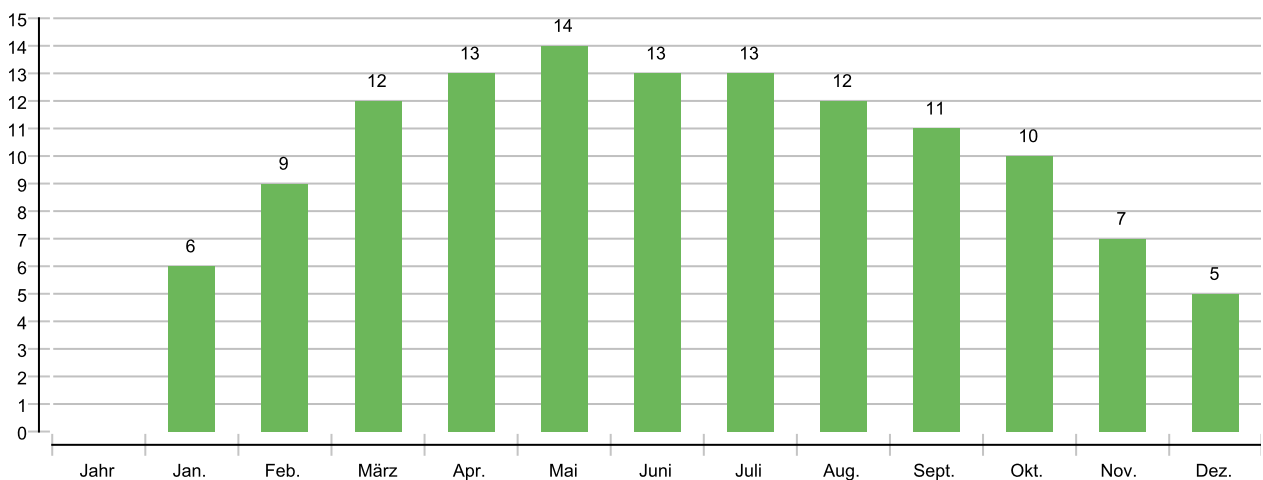
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



Eigenverbrauch [Eocs]

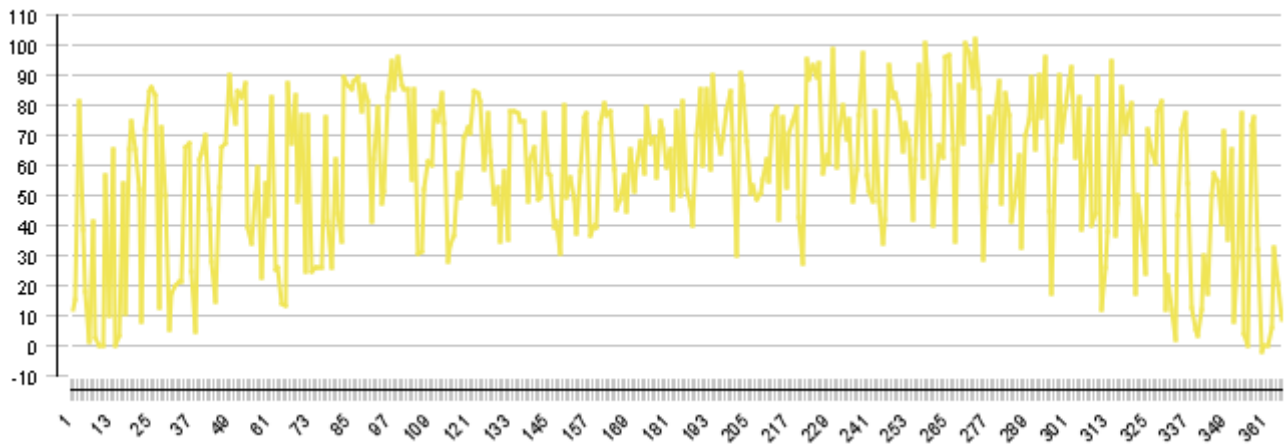
MWh



Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	
Solarthermische Energie an das System [Qsol]													
MWh	102	6	8	10	10	10	10	10	10	8	5	4	
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]													
MWh	623	86	70	65	47	38	26	20	21	38	54	73	87
Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]													
MWh	599	82	67	63	45	37	25	19	20	37	51	70	83
Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SFn]													
%	14,1	6,8	10,2	13,8	17,6	20,5	27,8	32,6	33,6	20,3	12,9	6,8	4,9
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]													
MWh	543	100	76	62	31	15	-1	-7	0	28	54	83	102
Einstrahlung in Kollektorebene [Esol]													
MWh	247	13	18	23	25	25	25	25	27	24	20	13	10
Ertrag Photovoltaik DC [Qpvf]													
MWh	317	8	14	25	36	43	45	45	39	28	18	9	6
Einstrahlung in Modulebene [Esol PV]													
MWh	2150	56	93	168	240	290	305	310	267	190	123	64	43
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]													
MWh	307	8	14	25	35	42	43	44	38	27	18	9	6
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]													
kWh	289,4	36,1	30,8	28,9	22,7	18,8	13,7	11,4	11,8	18,7	26,7	33,1	36,6
Nutzenergie [Quse]													
MWh	583	78	65	60	45	36	25	20	20	36	51	67	79
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	2356	194	176	194	193	198	188	204	208	199	208	197	198
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]													
MWh	259	27	23	24	21	20	18	18	18	19	22	23	26
Eigenverbrauch [Eocs]													
MWh	125	6	9	12	13	14	13	13	12	11	10	7	5

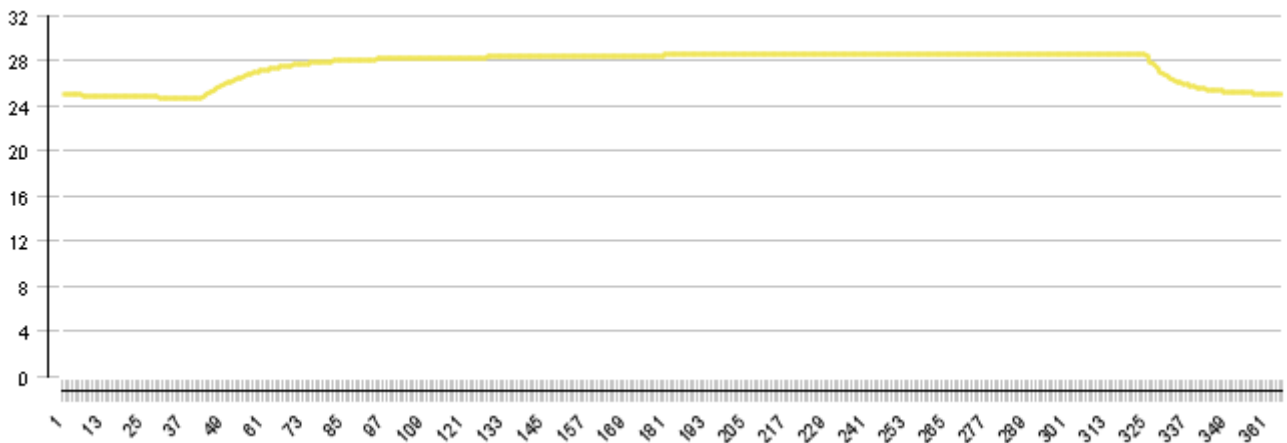
Kollektor

Tägliche Maximaltemperatur [°C]

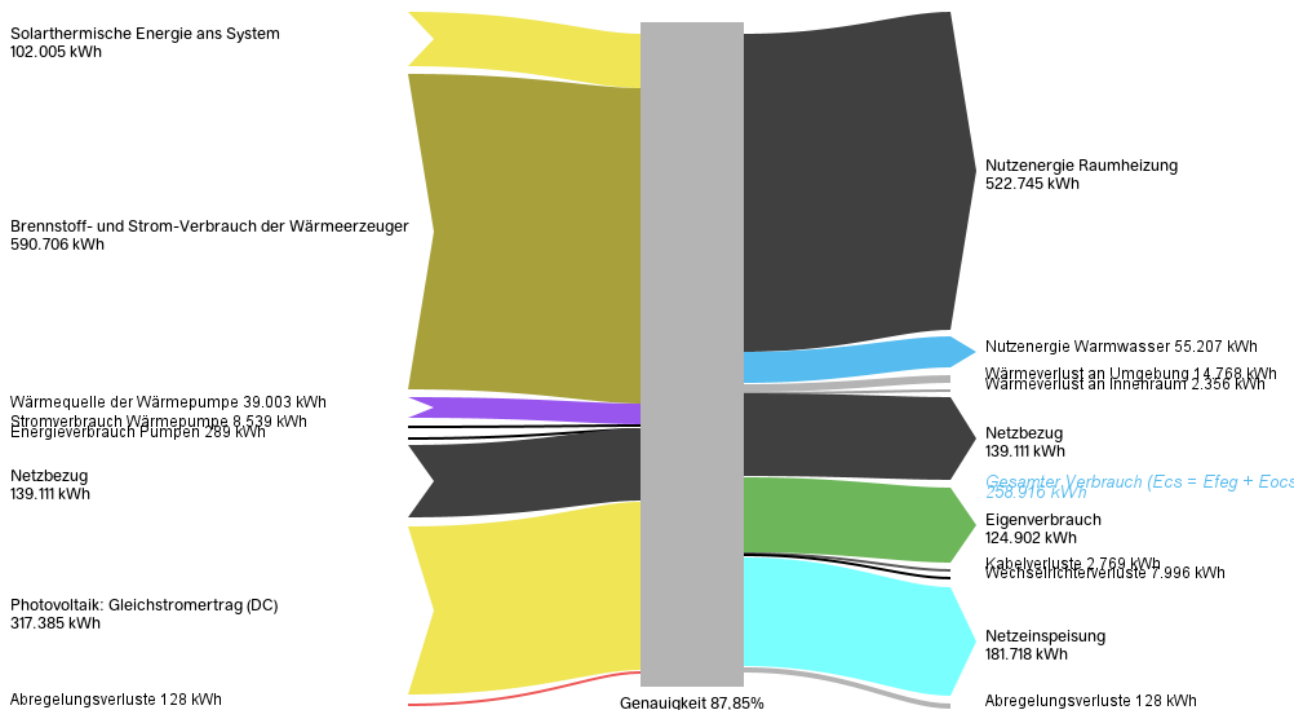


Schwimmbad

Temperatur [°C] - Tagesmittelwert

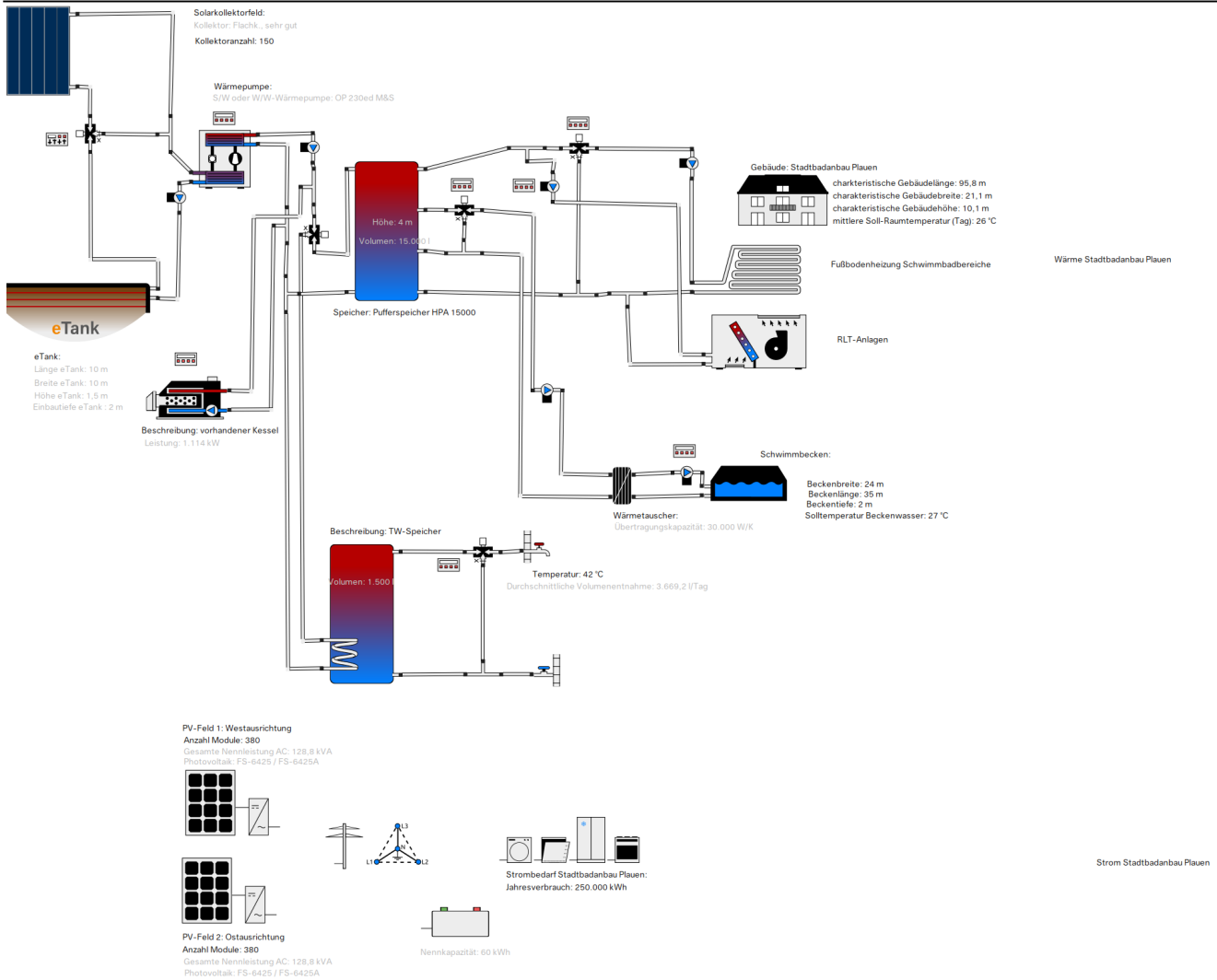


Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V4b: WP + Solarthermie + eSpeicher + Spitzenlastkessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

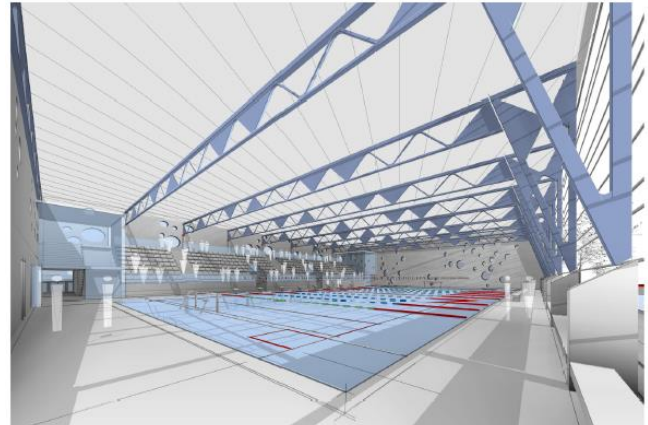
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	543 MWh
Nutzenergie [Quse]	583 MWh
Systemjahresarbeitszahl (SJAZ)	1
Anlagenaufwandszahl	1,12
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Solarthermie (Jahreswerte)

Kollektorfläche	300 m ²
Solarer Deckungsanteil gesamt	14,1%
Solarer Deckungsanteil Warmwasser [SFnHw]	19,4 %
Solarer Deckungsanteil Gebäude [SFnBd]	12,5 %
Gesamter Kollektorfeldertrag	102.004,6 kWh
Kollektorfeldertrag bzgl. Bruttofläche	340 kWh/m ² /Jahr
Kollektorfeldertrag bzgl. Aperturfläche	377,8 kWh/m ² /Jahr
Max. Brennstoffeinsparung (VDI 6002)	1.313,7 kWh: [Strom SW Plauen] , 9.249,4 m ³ (gas): [Erdgas SW PL]
Max. Energieeinsparung (VDI 6002)	405.052,1 kWh
Max. vermiedene CO ₂ -Emission	19.979 kg

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	259 MWh
Eigenverbrauch	125 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	40,7 %
Autarkiegrad	46,2 %

Übersicht Wärmepumpe (Jahreswerte)

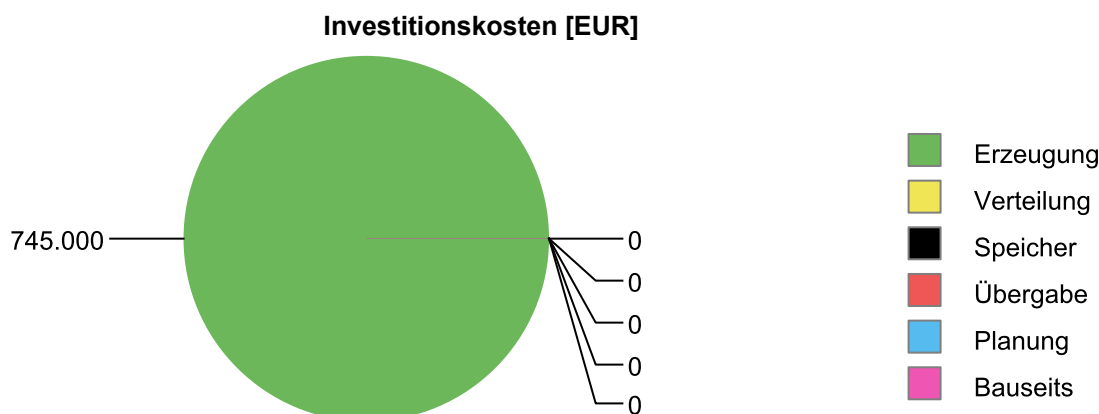
Jahresarbeitszahl (ohne Pumpenleistung)	5,6
Gesamter Stromverbrauch im Heizbetrieb [Eaux]	8.539 kWh
Gesamte Energieeinsparung	39.003 kWh
Gesamte vermiedene CO2-Emission	10.840 kg

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Erdgas SW PL		3,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Erdgas SW PL		0,47 EUR/m ³ Gas
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	745000,00 EUR
Total		745000,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		10000,00 EUR/a

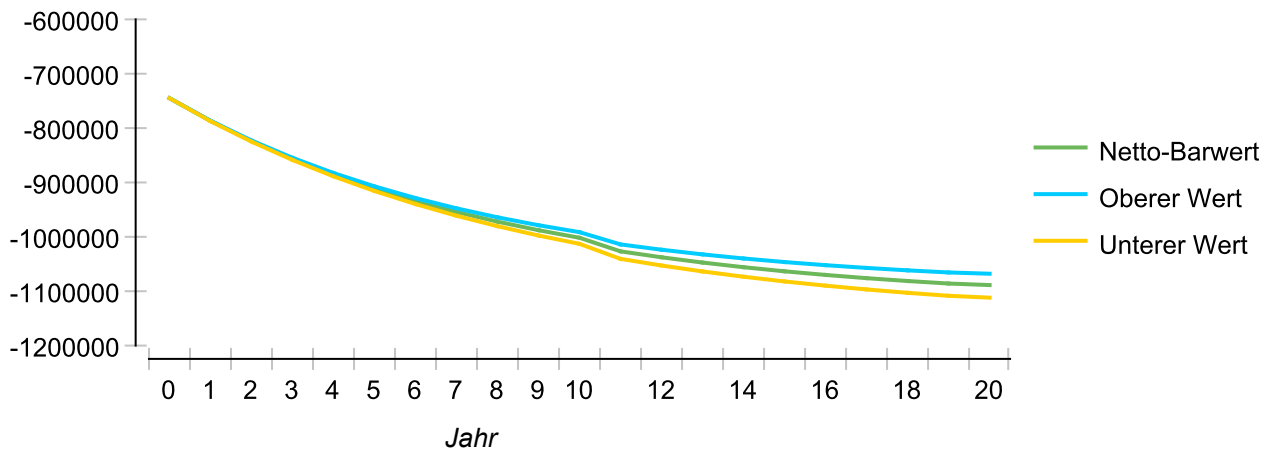
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-1088734,16 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-1067890,87 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1111905,83 EUR

Netto-Barwert

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz

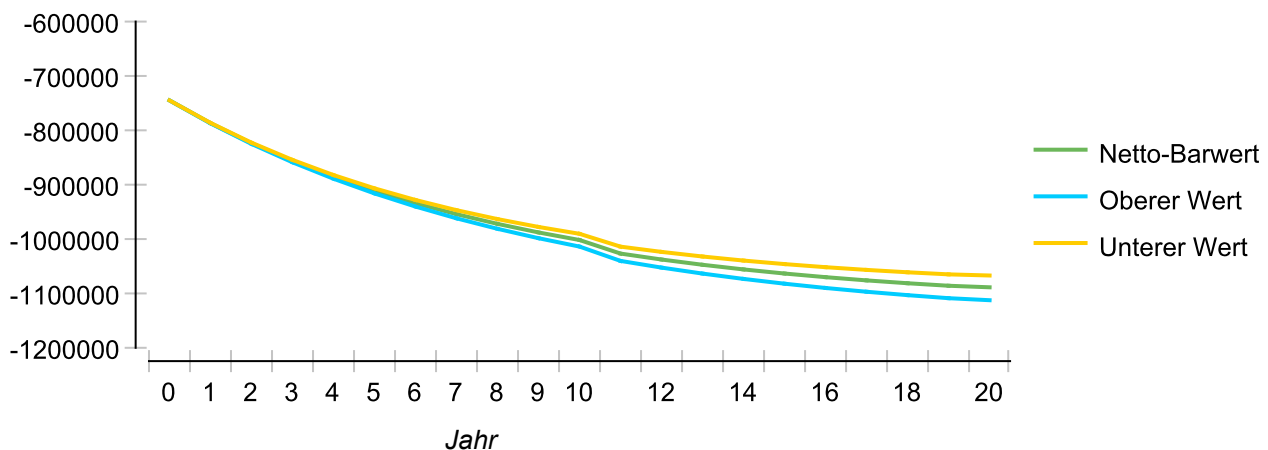
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung

Oberer Wert	1,00%	-1112502,41 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1067049,82 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



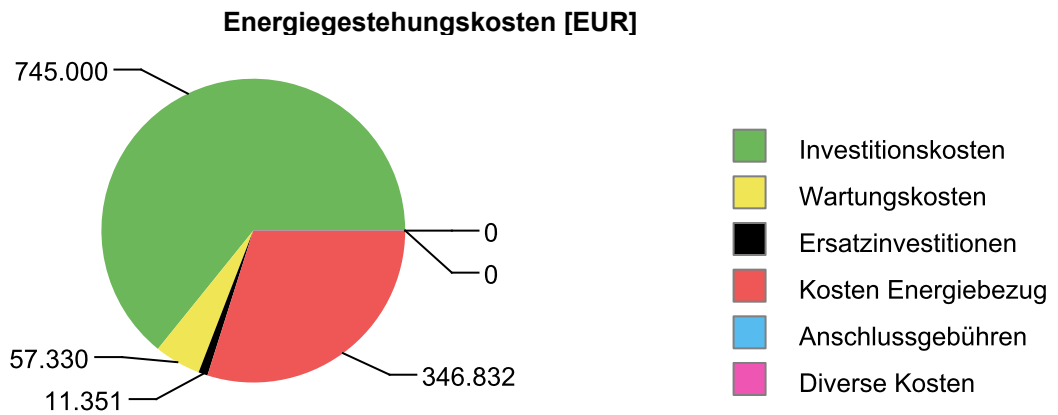
Amortisationszeit

Amortisationszeit	nicht amortisiert
-------------------	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn	-2154918,63 EUR
Energiegestehungskosten	0,13 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf	121717,25 EUR
Kosten Brennstoffe & FW	333622,09 EUR
Kosten Elektrizität	298450,12 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-110889,98 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

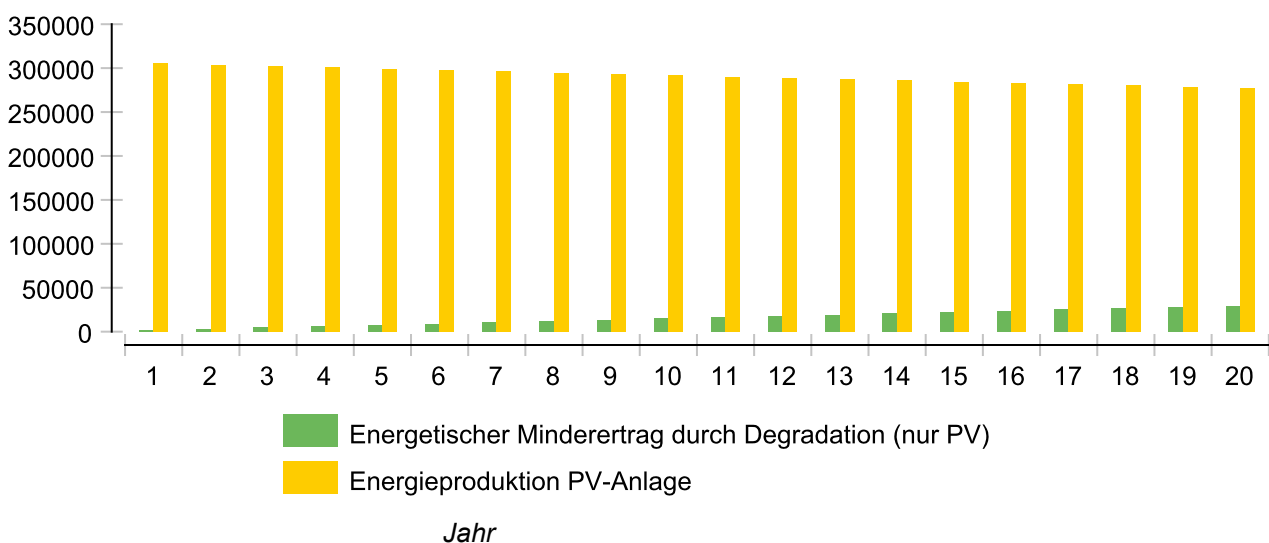
Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,07
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

Degradation PV

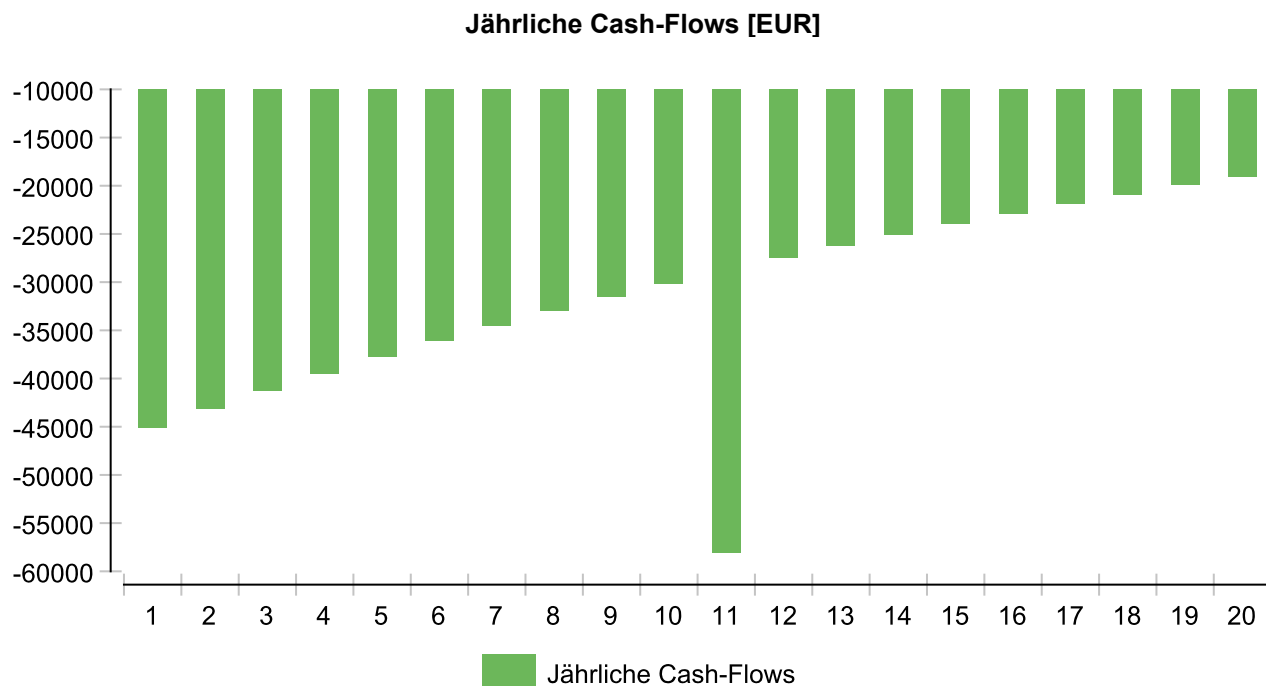
Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	311981,27 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	8363,44 EUR

Energieproduktion PV-Anlage [kWh]

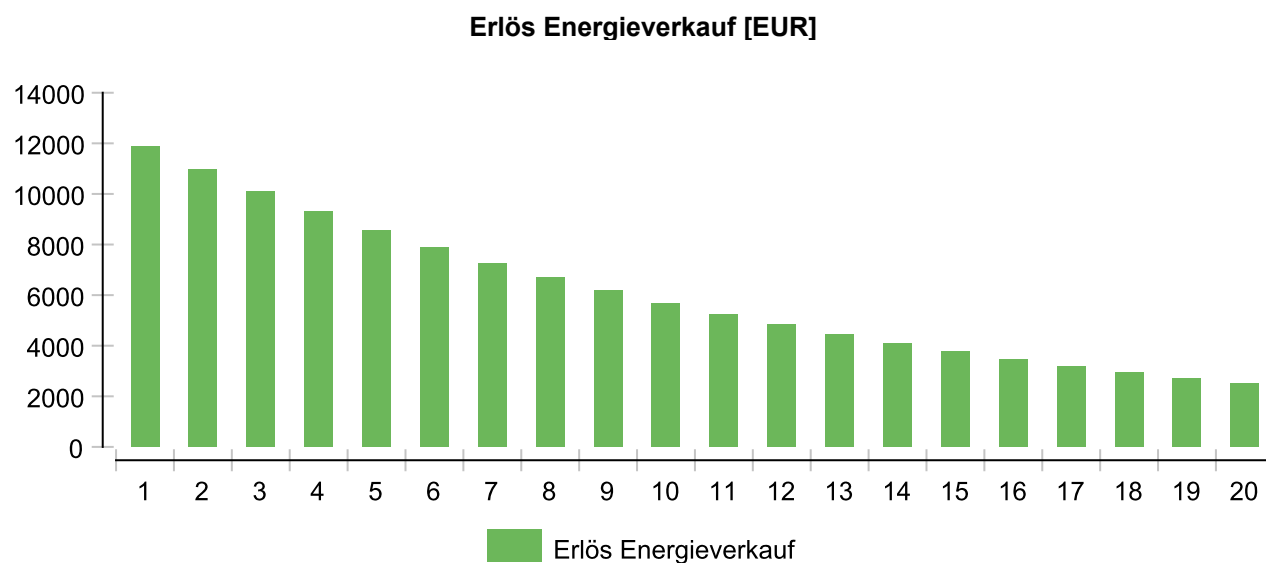


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 121717,25 EUR

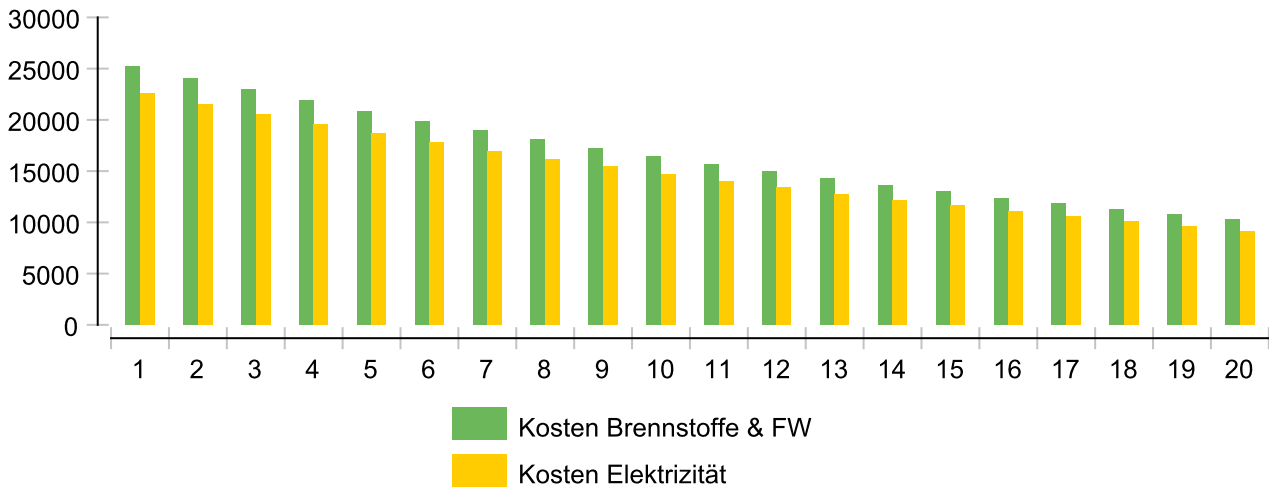


Kosten Brennstoffe & FW 333622,09 EUR

Jährliche Cash-Flows

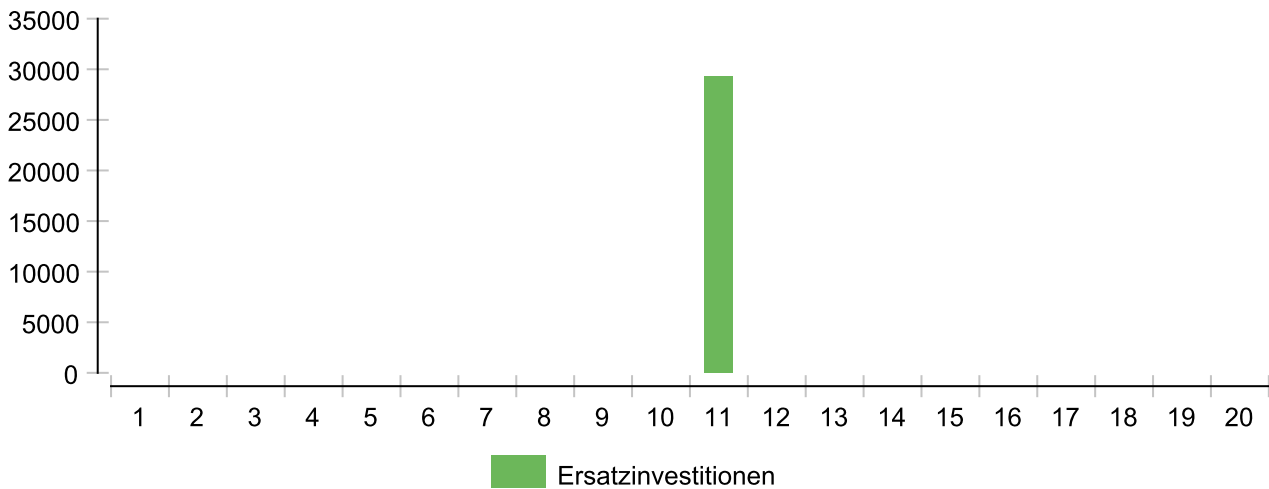
Kosten Elektrizität		298450,12 EUR
---------------------	--	---------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		29329,41 EUR
---------------------	--	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Glossar

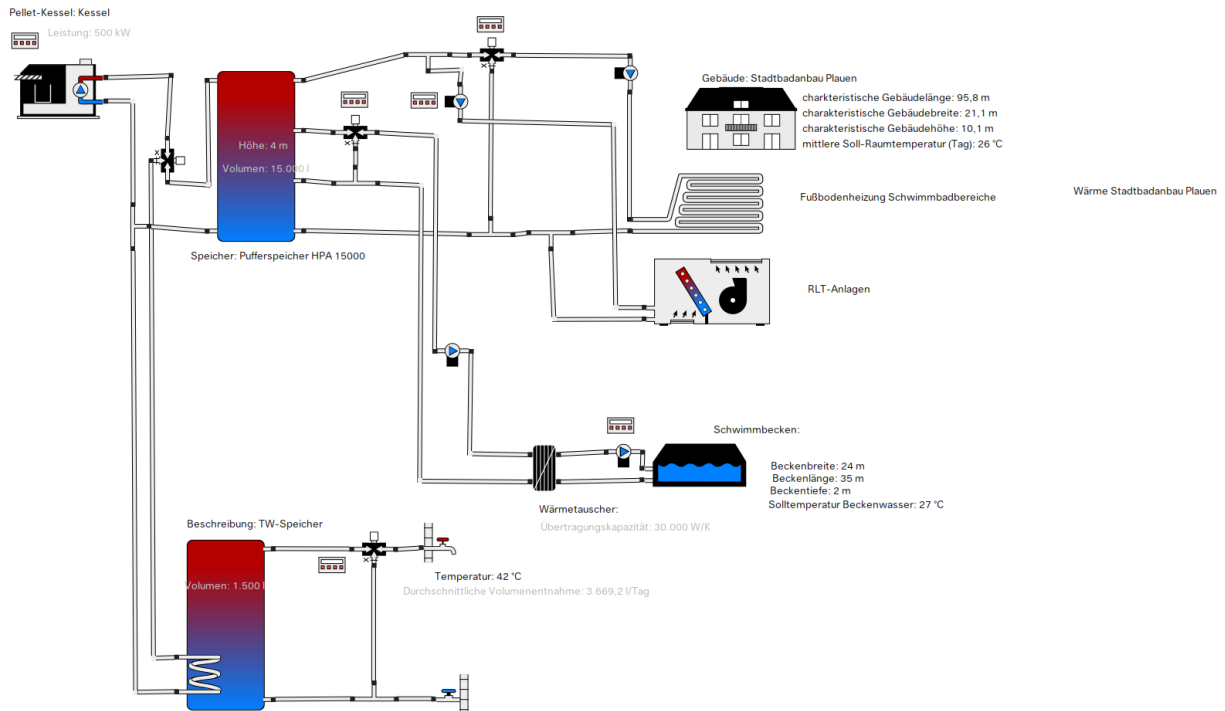
Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 4.11

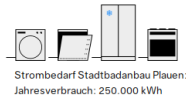
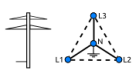
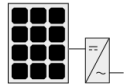
Variante 5: Pelletkessel + PV+Anlage

Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

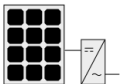
V5: Holz-Kessel + PVA



PV-Feld 1: Westausrichtung
Anzahl Module: 380
Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



PV-Feld 2: Ostausrichtung
Anzahl Module: 380
Gesamte Nennleistung AC: 128,8 kVA
Photovoltaik: FS-6425 / FS-6425A



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

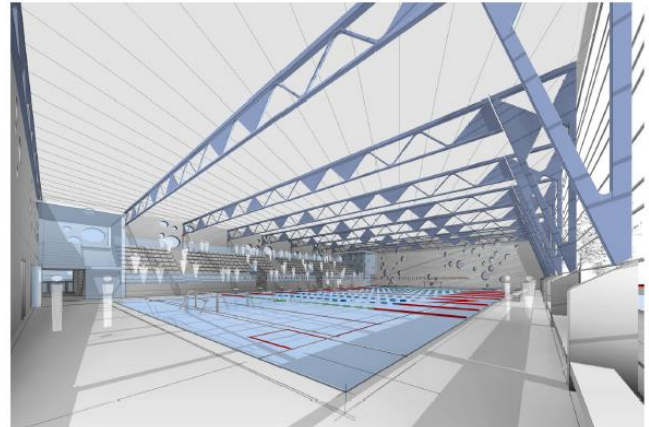
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	1.811 MWh
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]	250 MWh
Gesamter Pelletverbrauch [Epellets]	1.867 MWh
Nutzenergie [Quse]	461 MWh
Systemeffizienz $[(Q_{use} + E_{inv}) / (E_{aux} + E_{par})]$	0,25
Anlagenaufwandszahl	4,86
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

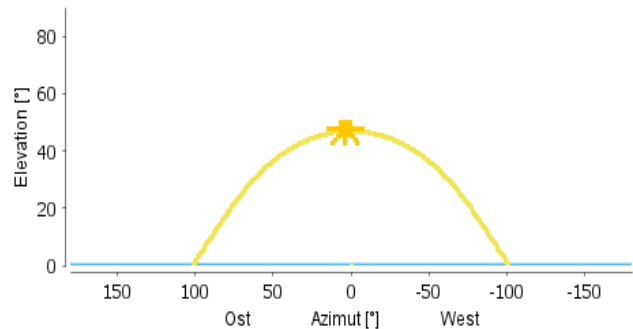
Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

Jahresverbrauch	250 MWh
Eigenverbrauch	122 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	39,8 %
Autarkiegrad	46,7 %

Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	8,6 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.100 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	568 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Batterie	Sonnenbatterie comfort 60	
Anzahl Batterien		1
Nennkapazität	kWh	60
Kumulierter Schaden [D]	%	0,02
Lebensdauer in Jahren	a	20
Elektrische Verbraucher	Standard	
Elektrischer Verbrauch [Ecs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch von Profilen [Epcs]	MWh	250
Elektrischer Verbrauch der thermischen Komponenten [Ethcs]	kWh	248
Eigenverbrauch [Eocs]	MWh	122
Eigenverbrauchsverhältnis [Rocs]	%	39,8
Autarkiegrad [Raut]	%	46,7
Kessel	Pellets 500 KW	
Leistung	kW	500
Gesamtnutzungsgrad	%	81,7
Energie vom/zum System [Qaux]	MWh	1.525
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	MWh	1.867
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	kg	373.467
Abgasverluste [Qex]	MWh	336

Photovoltaik Westausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	-90
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		7
Auslegung 1: A Module pro Strang		2
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	152
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	147
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	907
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	147
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.260
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	12,6
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	12,6

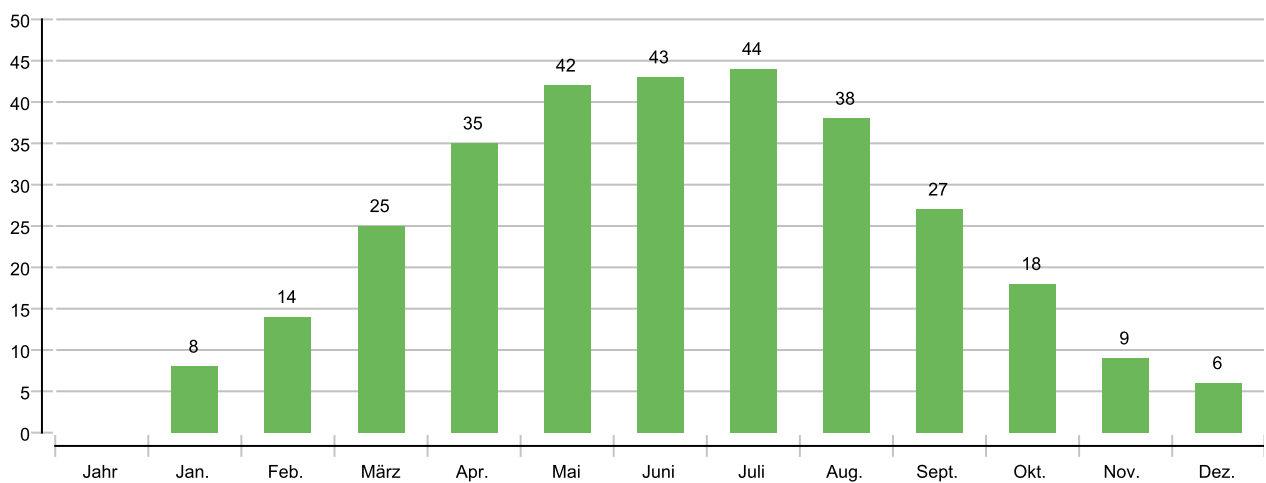
Photovoltaik Ostausrichtung		FS-6425 / FS-6425A
Hersteller		First Solar
Datenquelle		Photovoltaikforum
Anzahl Module		380
Anzahl Module (Auslegung)		380
Gesamte Nennleistung DC	kW	161,5
Bruttogesamtfläche	m ²	942,4
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°	10
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°	0
Wechselrichter 1: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 1: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 1: Anzahl Phasen		3
Auslegung 1: Anzahl Wechselrichter		16
Auslegung 1: Cos phi		1
Auslegung 1: A Anzahl Stränge		14
Auslegung 1: A Module pro Strang		1
Wechselrichter 2: Name		SMA Sunny Boy 5.0
Wechselrichter 2: Hersteller		SMA Solar Technology AG
Wechselrichter 2: Anzahl Phasen		3
Auslegung 2: Anzahl Wechselrichter		12
Auslegung 2: Cos phi		1
Auslegung 2: A Anzahl Stränge		13
Auslegung 2: A Module pro Strang		1
Gesamte Nennleistung AC	kVA	128,8
Energieproduktion DC [Qpvf]	MWh	166
Energieproduktion AC [Qinv]	MWh	160
Spezifischer Jahresertrag	kWh/kWp	991
Blindenergie [Qinvr]	kvarh	0
Scheinenergie [Qinva]	kVAh	160
Kabelverluste [Qcbl]	kWh	1.509
Abregelung im Wechselrichter [Qderi]	kWh	115,7
Abregelungsverluste [Qder]	kWh	115,7
Gebäude		Stadtbadanbau Plauen
Beheizte/gekühlte Wohnfläche	m ²	2.021,5
Soll-Raumtemperatur	°C	25
Heizwärmebedarf [Qdem]	MWh	279
Spezifischer Heizwärmebedarf ohne WW [Qdem]	kWh/m ²	138
Solarertrag durch Fenster	MWh	641
Gesamter Energieverlust	MWh	1.382

Heiz-/Kühlelement 1		Fussbodenheizung	
Leistung pro Heiz-/Kühlelement bei Normbedingungen	W		1.000
Soll-Vorlauftemperatur	°C		40
Soll-Rücklauftemperatur	°C		35
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		255
Lüfter 2		Stadtbad	
Nennheizleistung	W		383.000
Nennvorlauftemperatur des heissen Wassers	°C		90
Nennrücklauftemperatur des heissen Wassers	°C		70
Nettoenergie von/zu den Heiz-/Kühlmodulen	MWh		134
Schwimmbad		Hallenbad	
Schwimmbad-Typ			Hallenbad
Länge	m		35
Breite	m		24
Durchschnittliche Tiefe	m		2
Solltemperatur	°C		27
Warmwasserbedarf		Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d		3.669
Solltemperatur	°C		42
Energiebedarf [Qdem]	kWh		52.082
Externer Wärmetauscher		riesig	
Übertragungskapazität	W/K		30.000
Pumpe Pumpe FB-Heizung		Eco, klein	
Kreislauf-Druckverlust	bar		34,365
Durchsatz	l/h		54.805
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		26,5
Pumpe Pumpe RLT		Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar		27,73
Durchsatz	l/h		15.801
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh		221
Speicher Pufferspeicher		Pufferspeicher HPA 15000	
Volumen	l		15.000
Höhe	m		4
Material			Stahl
Wärmedämmung			Polyestervlies
Dämmungs-Dicke	mm		160
Wärmeverlust [Qhl]	kWh		782
Anschlussverluste	kWh		71,1

Speicher TW-Speicher	CWS1 / 1500 Trinkwasserspeicher	
Volumen	l	1.500
Höhe	m	2,09
Material		Edelstahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	90
Wärmeverlust [Qhl]	kWh	416
Anschlussverluste	kWh	123

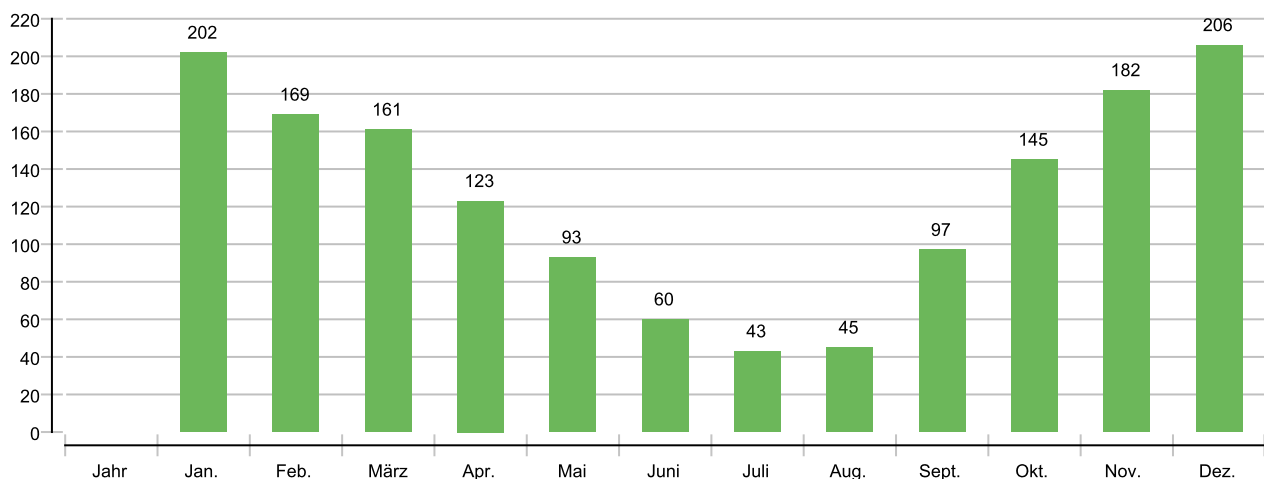
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]

MWh



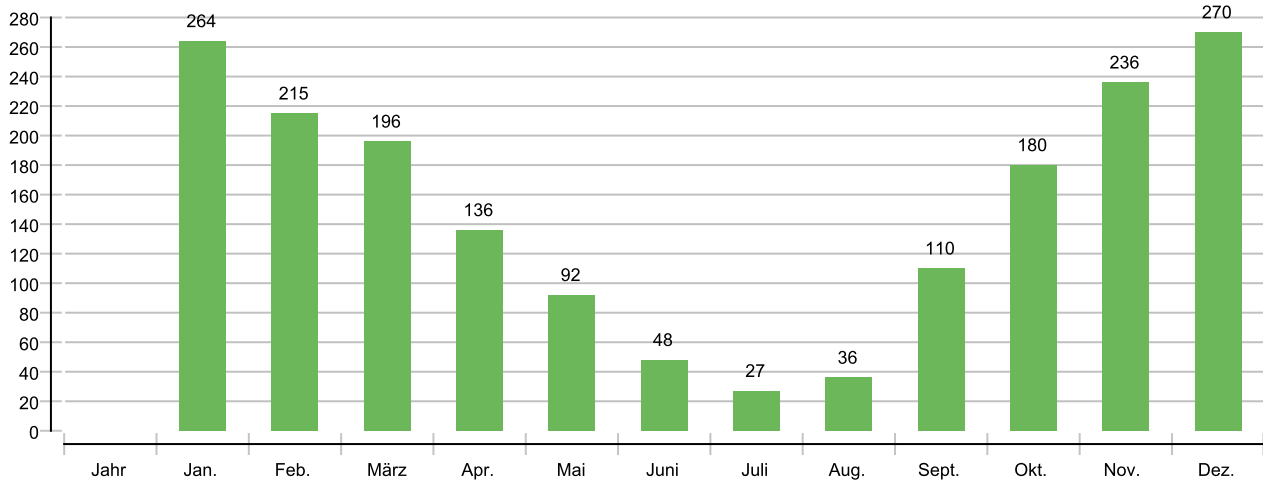
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

MWh



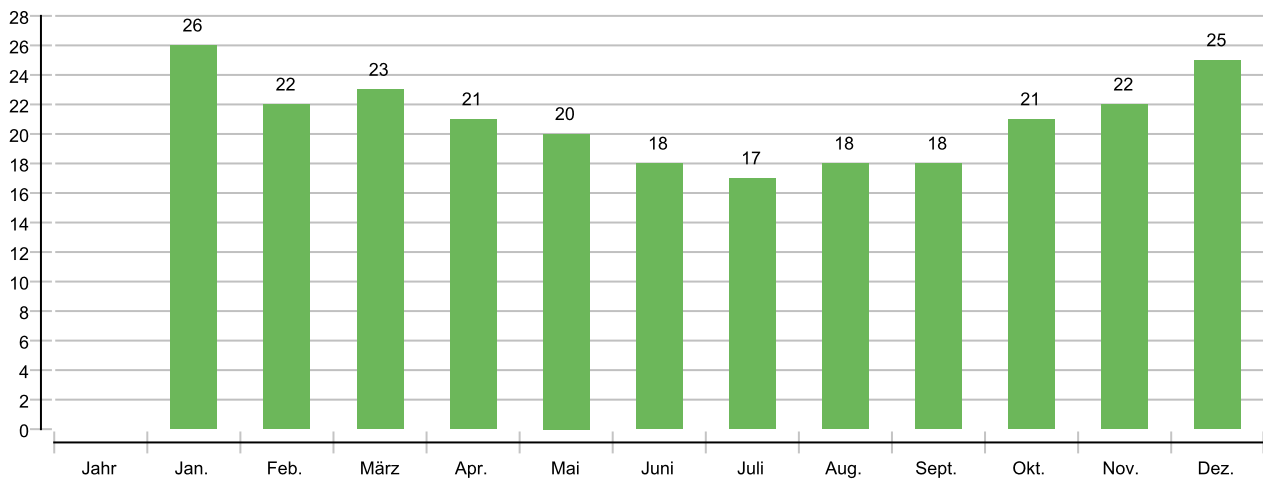
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

MWh



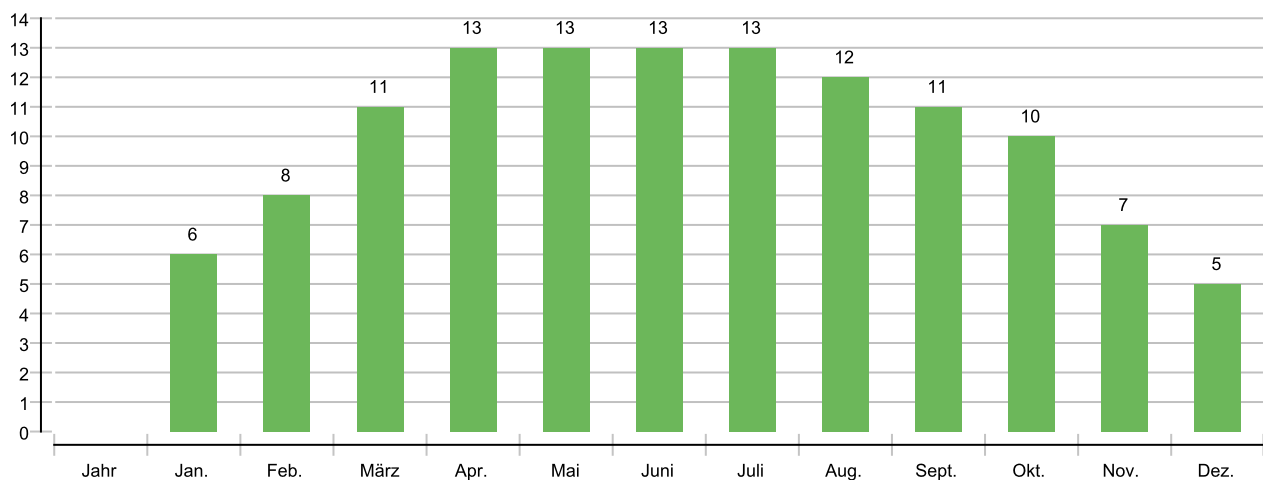
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]

MWh



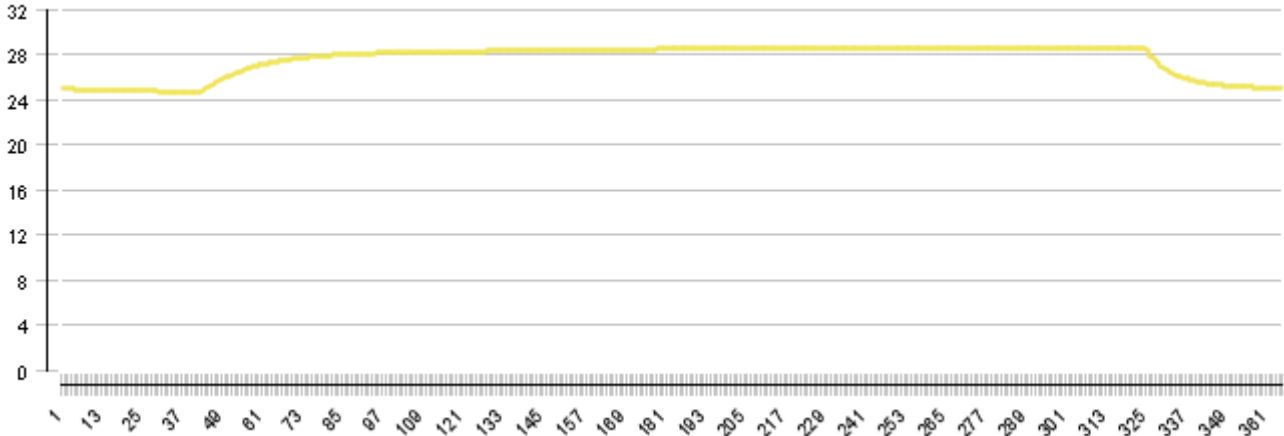
Eigenverbrauch [Eocs]

MWh

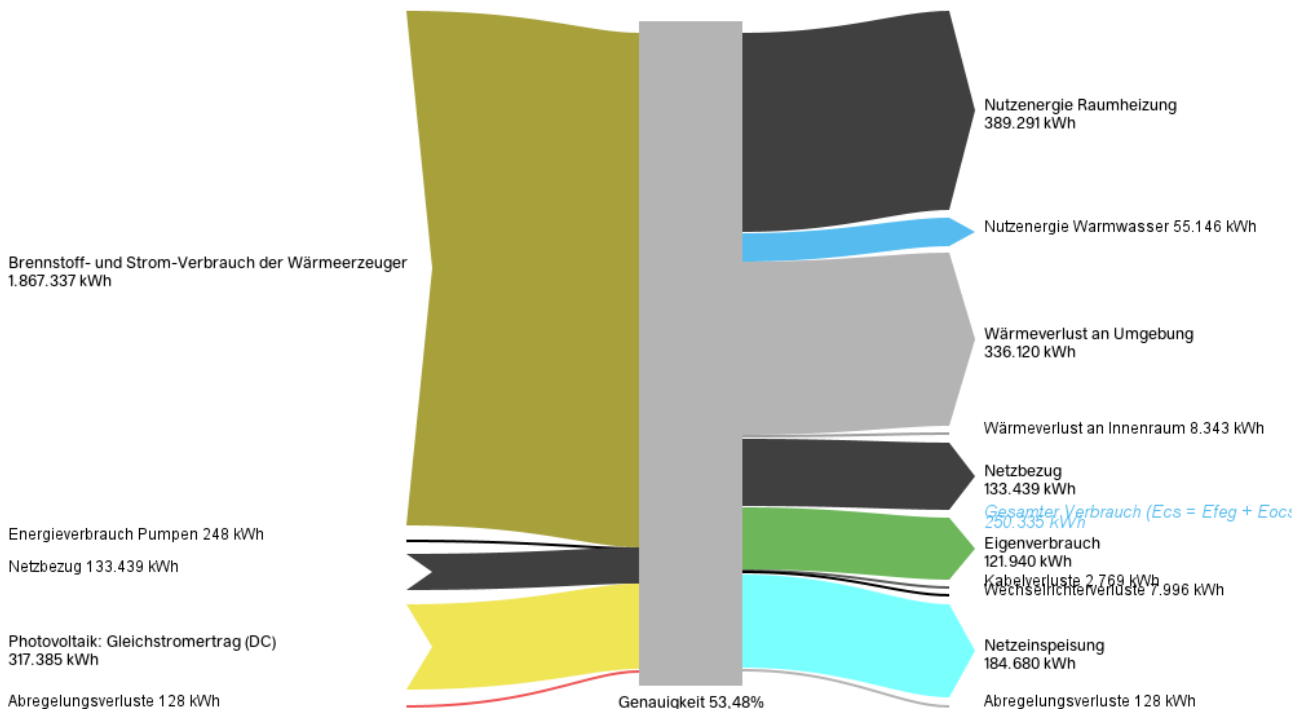


	Jahr	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]													
MWh	1525	202	169	161	123	93	60	43	45	97	145	182	206
Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]													
MWh	1867	246	206	197	150	114	74	54	56	119	177	223	251
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]													
MWh	1811	264	215	196	136	92	48	27	36	110	180	236	270
Ertrag Photovoltaik DC [Qpvf]													
MWh	317	8	14	25	36	43	45	45	39	28	18	9	6
Einstrahlung in Modulebene [Esol PV]													
MWh	2150	56	93	168	240	290	305	310	267	190	123	64	43
Ertrag Photovoltaik AC [Qinv]													
MWh	307	8	14	25	35	42	43	44	38	27	18	9	6
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]													
kWh	247,7	31,8	25,8	25,5	20,3	15,7	10,7	7,9	8,2	16,4	24,8	28,8	31,7
Nutzenergie [Quse]													
MWh	461	59	45	46	37	31	23	18	19	31	43	49	59
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	8343	653	602	691	687	739	727	754	760	713	716	650	651
Gesamter Stromverbrauch [Ecs]													
MWh	250	26	22	23	21	20	18	17	18	18	21	22	25
Eigenverbrauch [Eocs]													
MWh	122	6	8	11	13	13	13	13	12	11	10	7	5

Schwimmbad Temperatur [°C] - Tagesmittelwert

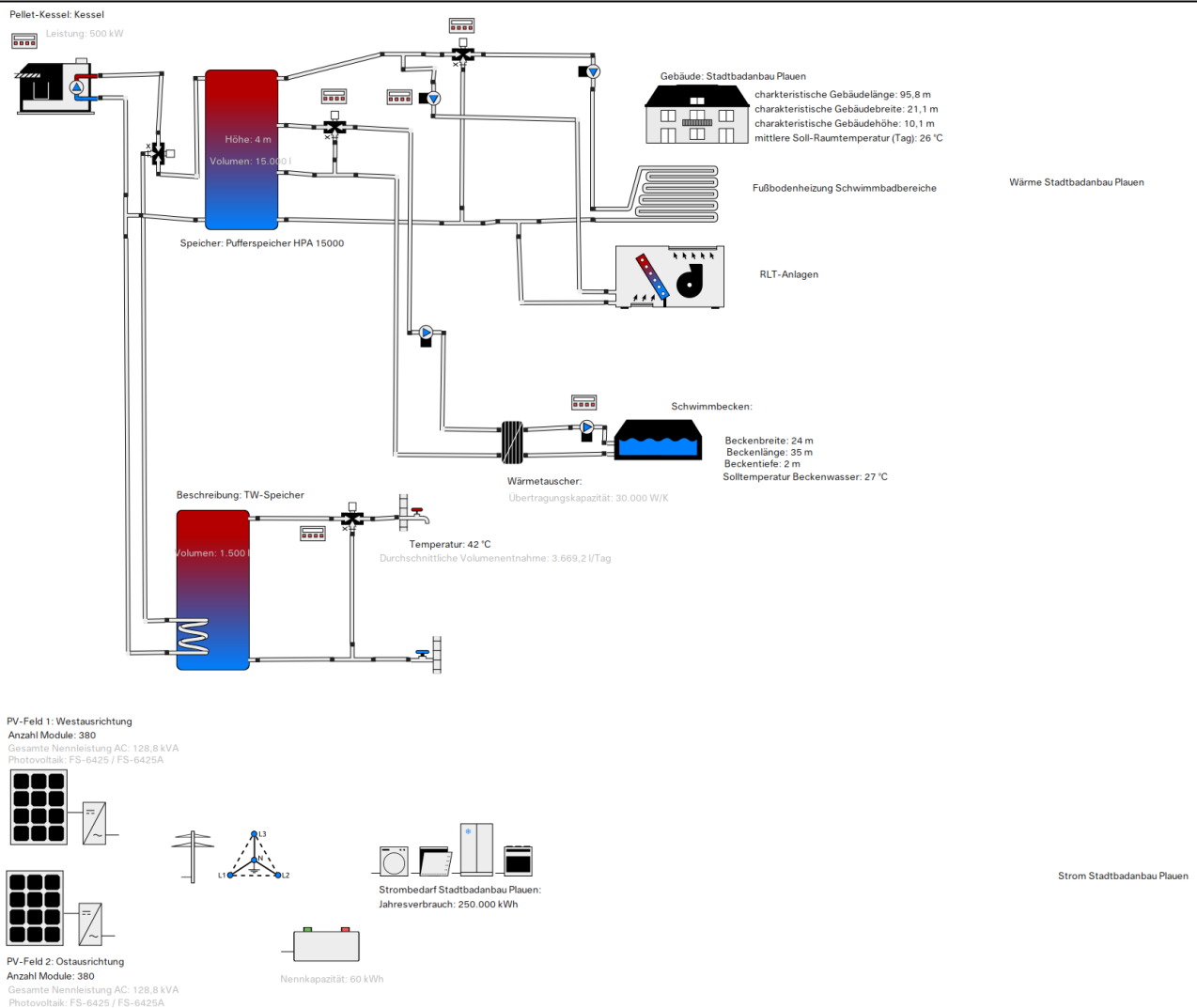


Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



Varianteuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

V5: Holz-Kessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

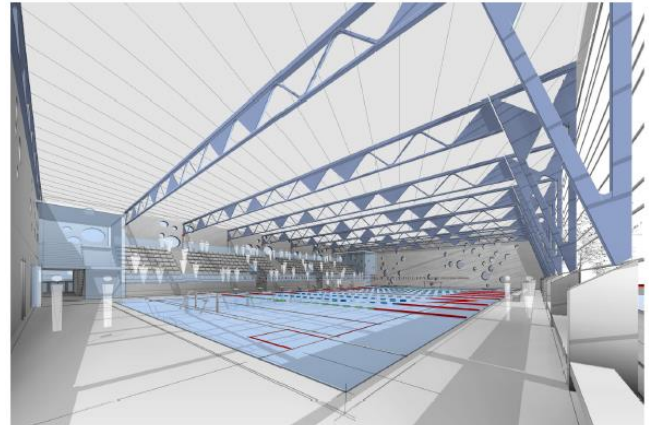
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes



Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	1.811 MWh
Nutzenergie [Quse]	461 MWh
Systemeffizienz $[(Q_{use} + E_{inv}) / (E_{aux} + E_{par})]$	0,25
Anlagenaufwandszahl	4,86
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

Übersicht Photovoltaik (Jahreswerte)

Bruttogesamtfläche	1.884,8 m ²
Energieproduktion DC [Qpvf]	317,4 MWh
Energieproduktion AC [Qinv]	306,6 MWh
Gesamte Nennleistung DC	323 kW
Performance Ratio	83,2 %
Spezifischer Jahresertrag	949 kWh/kWp
Phasen-Schieflast	0 kVA
Blindenergie [Qinvr]	0 kvarh
Scheinenergie [Qinva]	306,6 kVAh
CO2 Einsparung	85.216 kg

Übersicht Elektrizität (Jahreswerte)

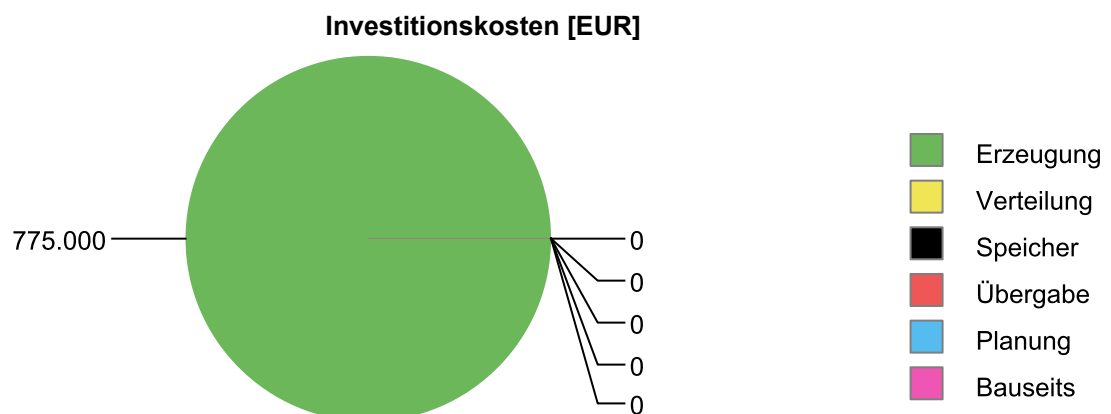
Jahresverbrauch	250 MWh
Eigenverbrauch	122 MWh
Eigenverbrauchsverhältnis	39,8 %
Autarkiegrad	46,7 %

Konditionen

Betrachtungsperiode		20,00 a
Kalkulationszinssatz		8,00 %/a
Energiepreissteigerung		
Elektrisch		3,00 %/a
Pellets BAFA		0,00 %/a
Preisänderung Technologie		2,00 %/a
Inflation		8,00 %/a
Degradation PV		0,50 %/a
Energiepreise		
Pellets BAFA		0,46 EUR/kg
Leistungspreis Elektrizität		49,02 EUR/kW
Elektrizitätsprofil		M&S Strom SW PI

Anlagekosten

Erzeugung	100,00%	775000,00 EUR
Total		775000,00 EUR



Betrieb & Unterhalt

Kosten		
Wartungskosten		10000,00 EUR/a

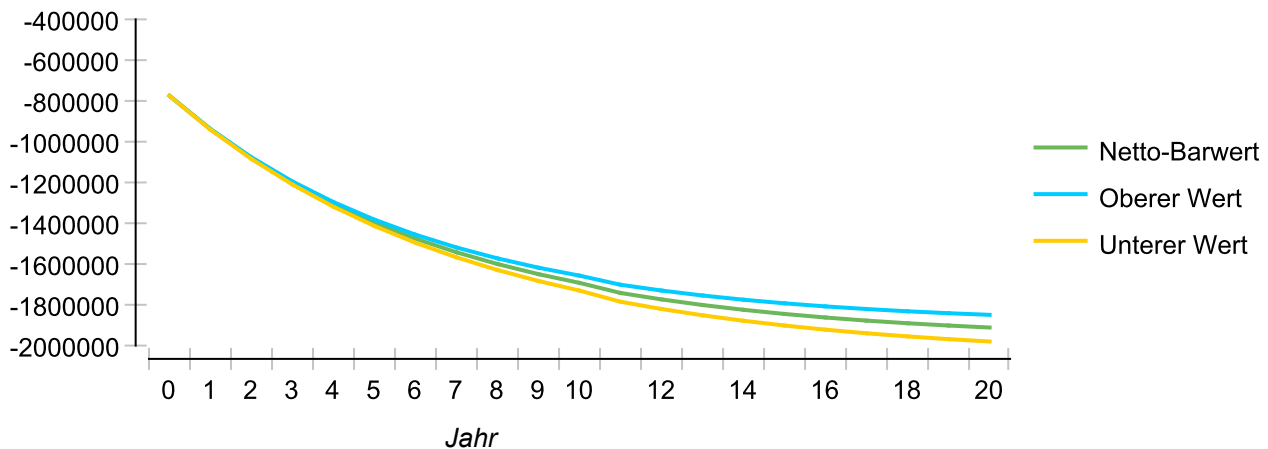
Netto-Barwert

Netto-Barwert		-1911468,37 EUR
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz		
Oberer Wert	1,00%	-1849348,97 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1980133,84 EUR

Netto-Barwert

NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz

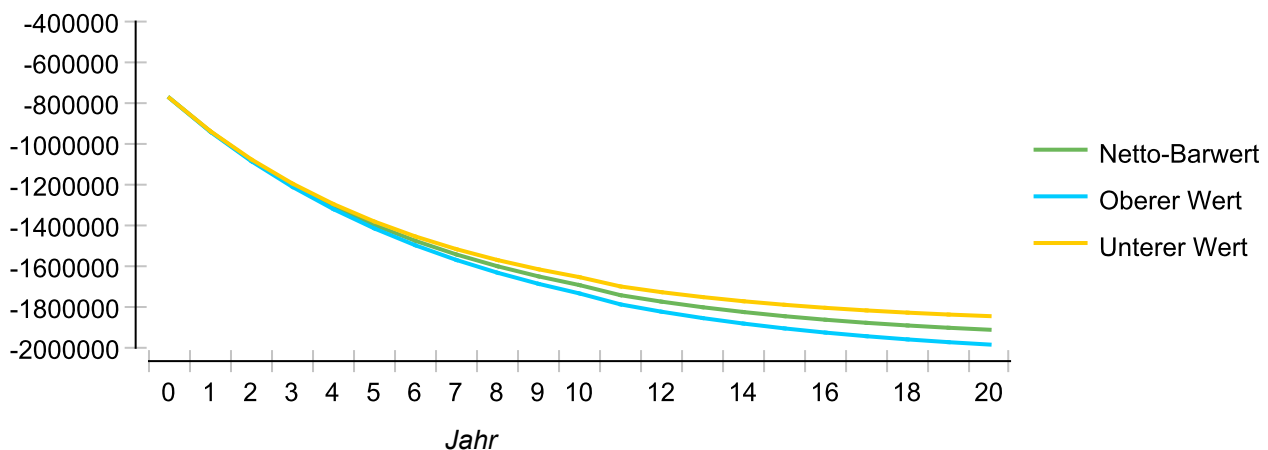
NPV-Sensitivität Kalkulationszinssatz [EUR]



NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung

Oberer Wert	1,00%	-1984270,94 EUR
Unterer Wert	-1,00%	-1844759,54 EUR

NPV-Sensitivität Energiepreisteuerung [EUR]



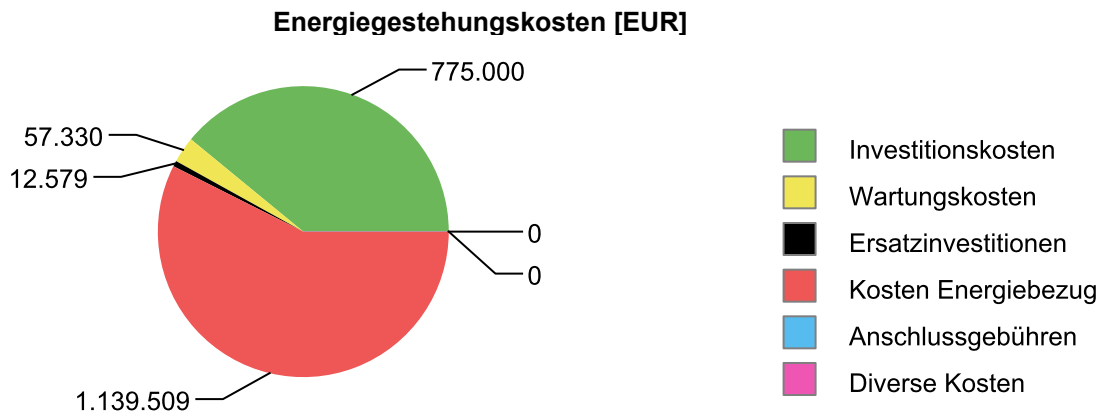
Amortisationszeit

Amortisationszeit	nicht amortisiert
-------------------	-------------------

Absolute Gewinne und Kosten

Absoluter Gewinn	-4848428,24 EUR
Energiegestehungskosten	0,27 EUR/kWh
Erlös Energieverkauf	123700,96 EUR
Kosten Brennstoffe & FW	1686708,70 EUR
Kosten Elektrizität	281763,76 EUR

Absolute Gewinne und Kosten



Annuität

Annuität	-194687,27 EUR/a
Annuitätsfaktor	10,19 %

Interner Zinssatz

Interner Zinssatz	keine Angabe
-------------------	--------------

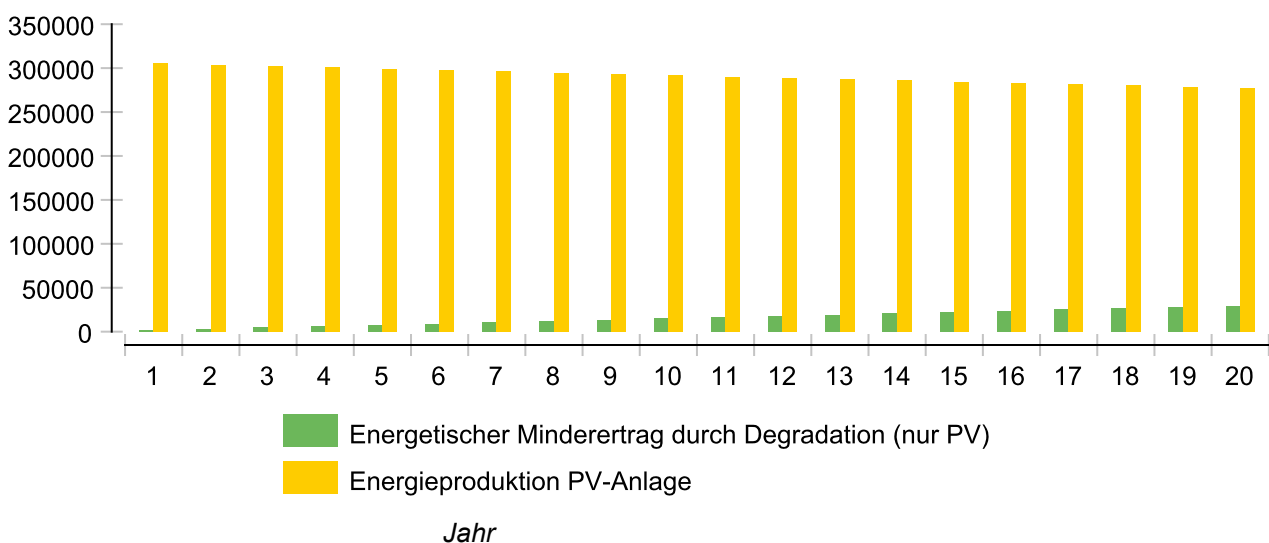
Ersatzinvestitionen

Erneuerungsrate	0,07
Ersatzinvestitionen	29329,41 EUR

Degradation PV

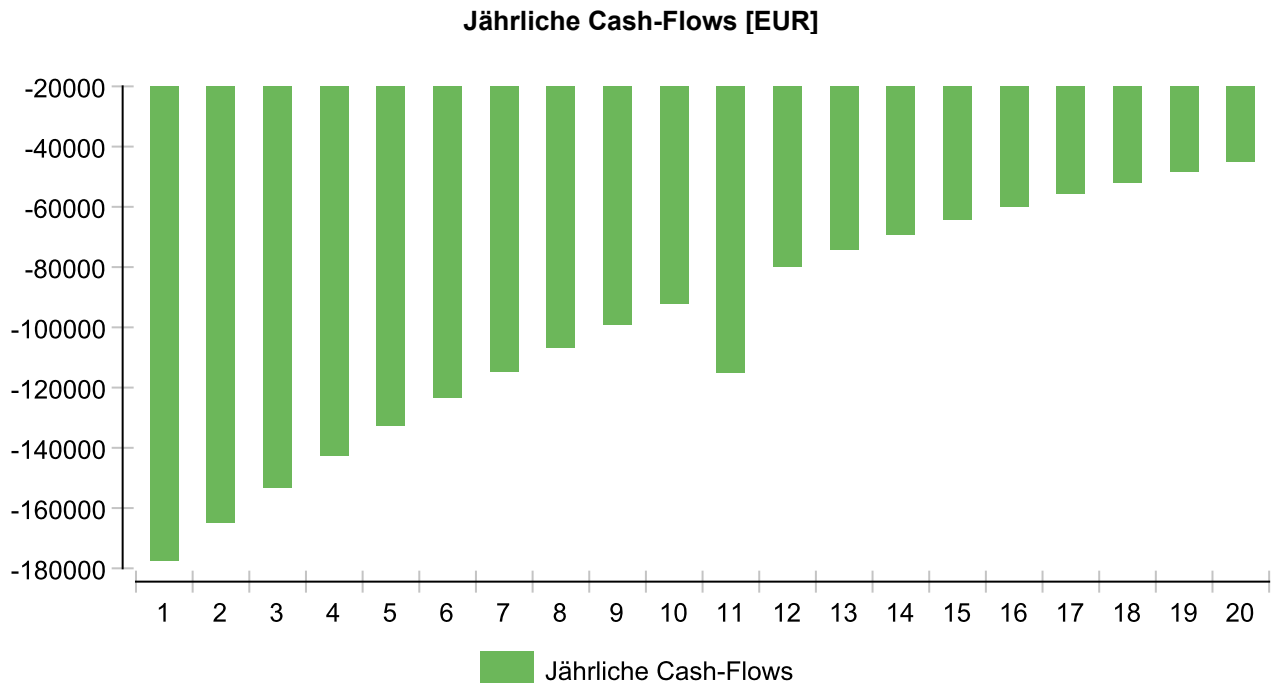
Energetischer Minderertrag durch Degradation (nur PV)	311981,30 kWh
Finanzieller Minderertrag durch Degradation (nur PV)	8363,44 EUR

Energieproduktion PV-Anlage [kWh]

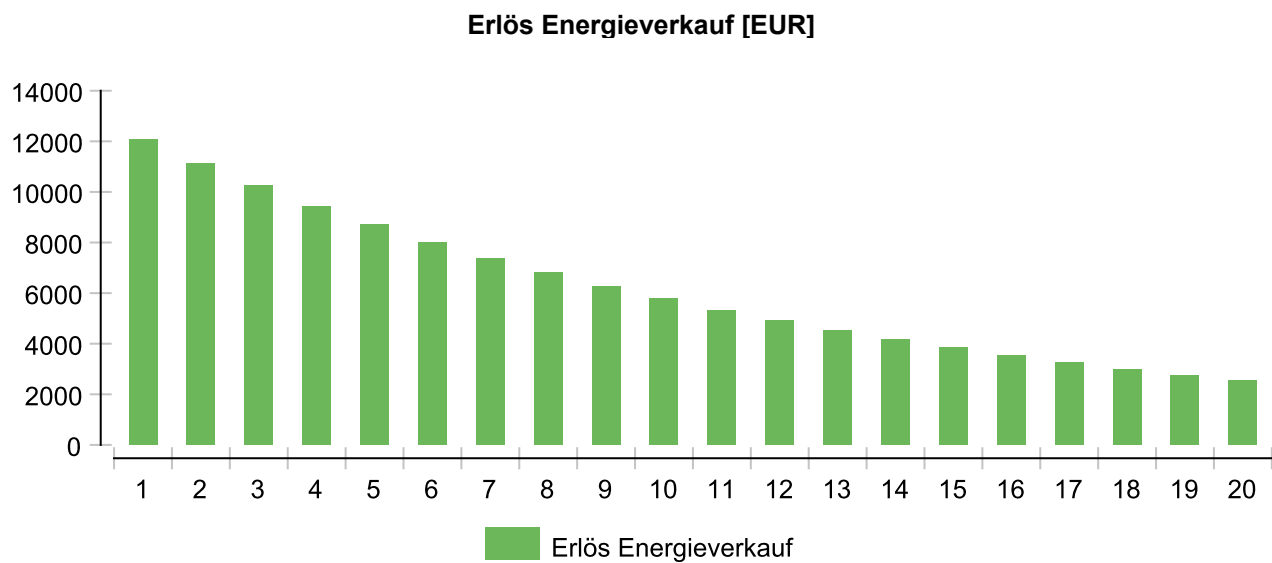


Jährliche Cash-Flows

Jährliche Cash-Flows 0,00 EUR



Erlös Energieverkauf 123700,96 EUR

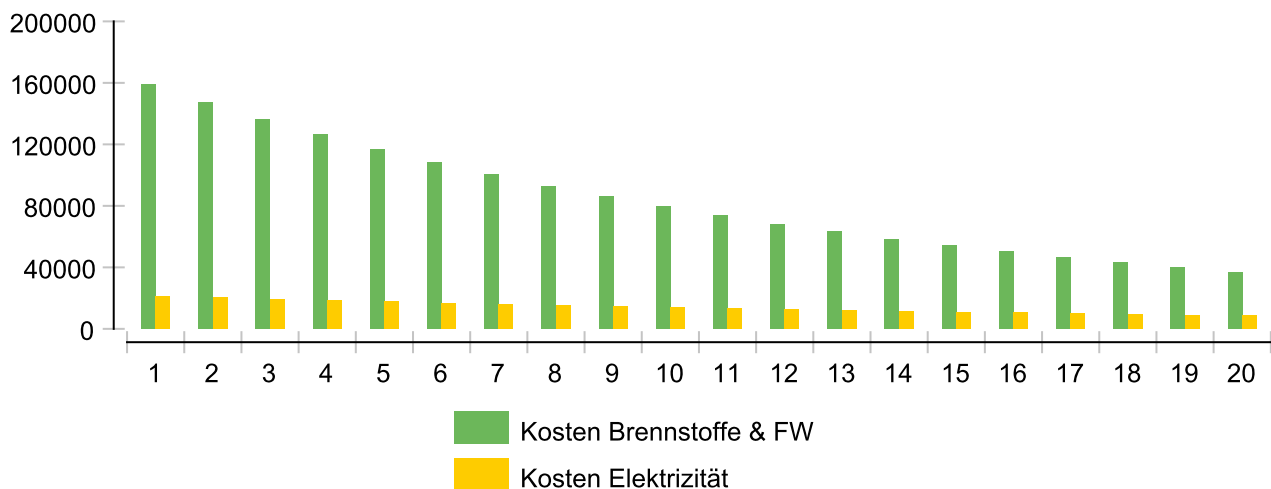


Kosten Brennstoffe & FW 1686708,70 EUR

Jährliche Cash-Flows

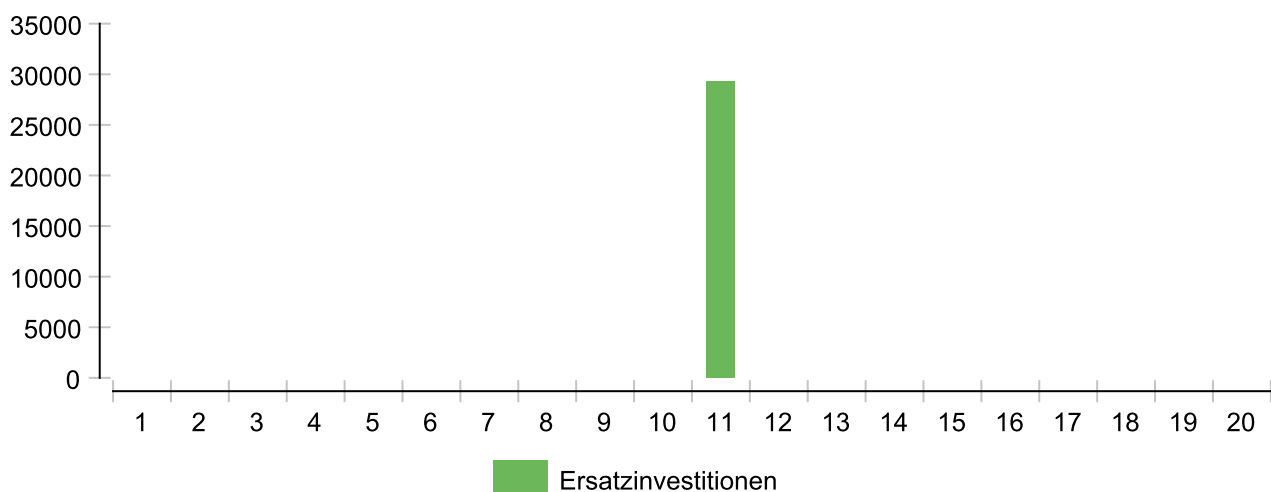
Kosten Elektrizität		281763,76 EUR
---------------------	--	---------------

Kosten Energiebezug [EUR]



Ersatzinvestitionen		29329,41 EUR
---------------------	--	--------------

Ersatzinvestitionen [EUR]



Glossar

Netto-Barwert Summe der Barwerte aller Einzahlungen und Auszahlungen (netto) aus der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum. Als Referenzzeitpunkt gilt die Inbetriebnahme. Diesem Wert wird automatisch eine Sensitivitätsanalyse bezüglich dem Kalkulationszinssatz und der Energiepreissteigerung angefügt. Entsprechend werden zusätzlich auch die oberen und unteren Extremwerte dargestellt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Glossar

Interner Zinssatz	Der IRR drückt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Investition als finanzmathematisch korrekt berechnete Rendite sämtlicher Zahlungsströme der Investition im gewählten Betrachtungszeitraum aus. Diese Rendite kann in ihrer absoluten Höhe beurteilt oder mit Alternativen verglichen werden. Während die Netto-Kapitalwertmethode von einem bestimmten Zinssatz (Kapitalkostensatz) ausgeht und damit den Netto-Barwert sämtlicher Zahlungen ermittelt, drückt der IRR jenen Zinssatz aus, bei welchem der Netto-Kapitalwert gleich null ist. Beim Betrag pro Fläche wird die Eingabe mit der beheizten/gekühlten Wohnfläche multipliziert. Der IRR ist eine Rendite auf das gesamte investierte Kapital; seine Berechnung ist nur sinnvoll, sofern die Summe sämtlicher Einnahmen grösser ist als die Summe sämtlicher Ausgaben.
Amortisationszeit	Dauer bis sich die Investition durch eigene Einnahmen amortisiert hat. Auch Pay-Back-Dauer genannt. Weitere Informationen in der Benutzerdokumentation (F11).

Anlage 5

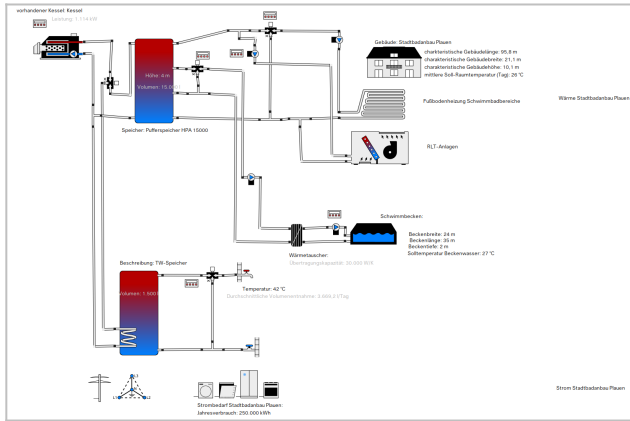
Variantevergleiche

Anlage 5.1

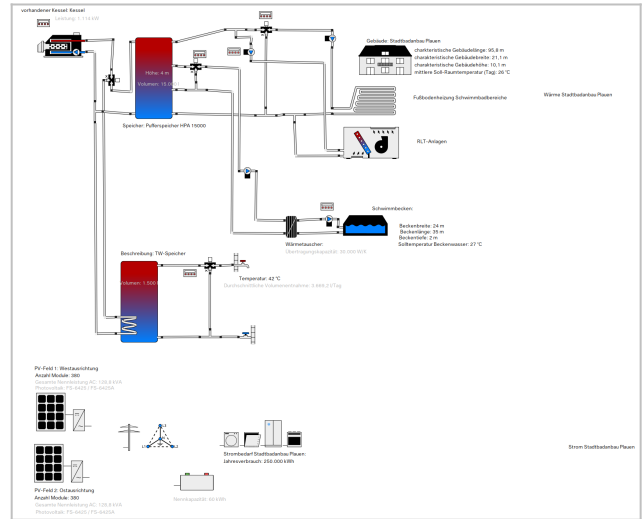
Vergleich der Simulationsergebnisse der Varianten

Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

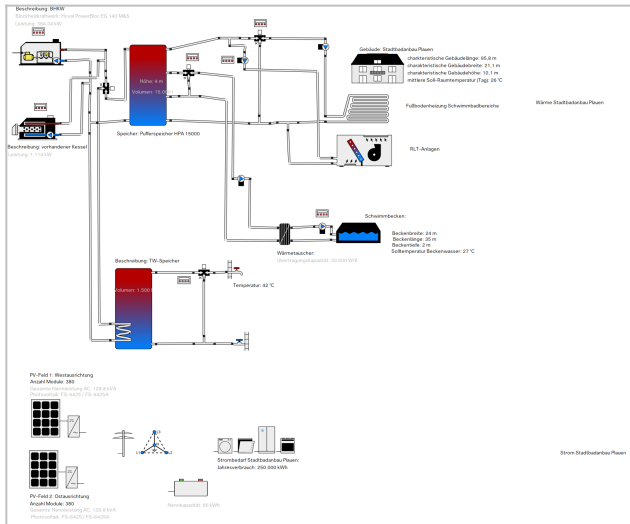
Referenz: V0: Ausgangsvariante Gas-Kessel



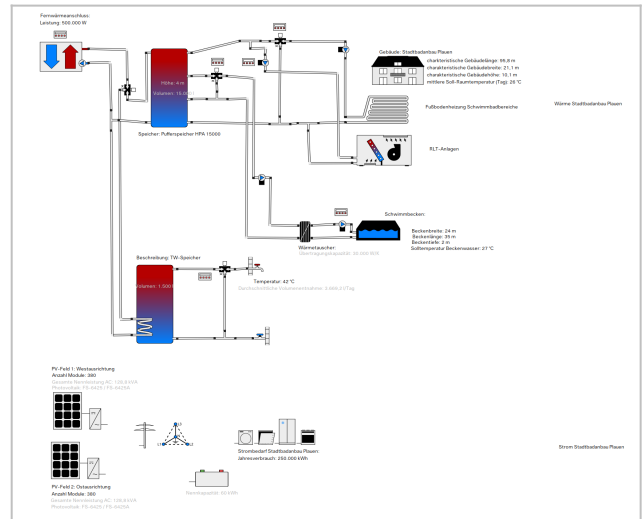
V1a: Gas-Kessel + PVA



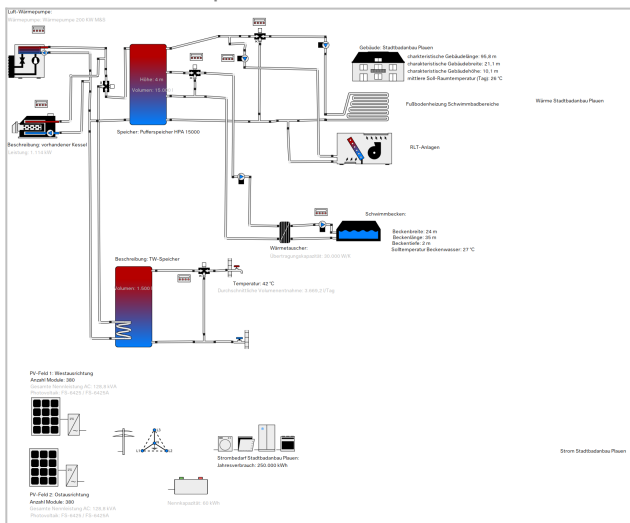
V1b: Gas-BHKW + Spitzenlastkessel + PVA



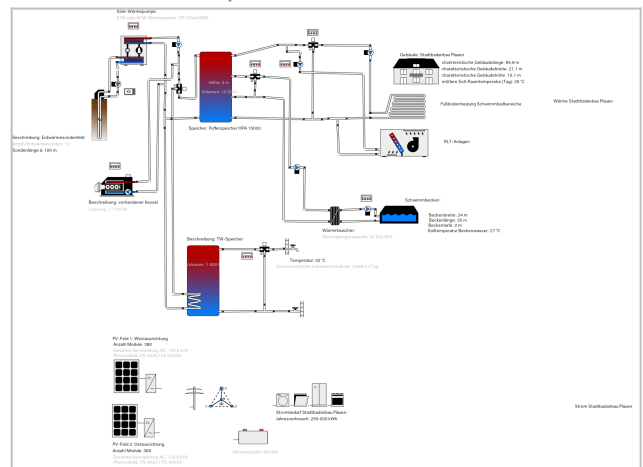
V2: Fernwärme + PVA



V3a: Luft-WP + Spitzenlastkessel + PVA

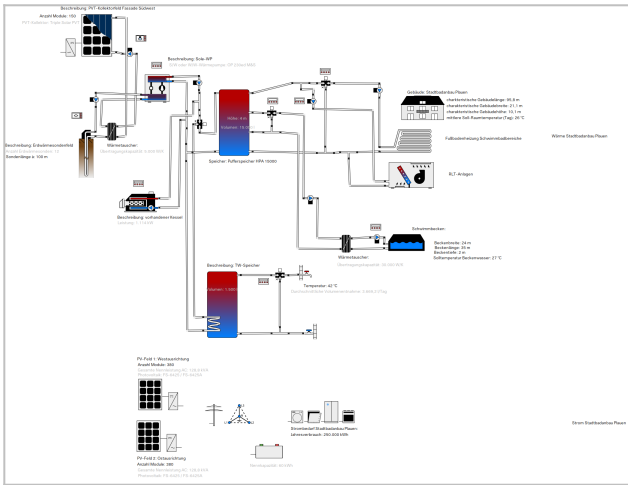


V3b: Sole-WP + Spitzenlastkessel + PVA

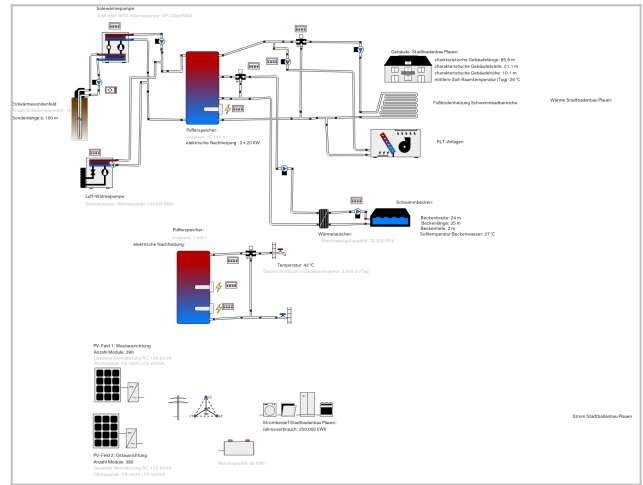


Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

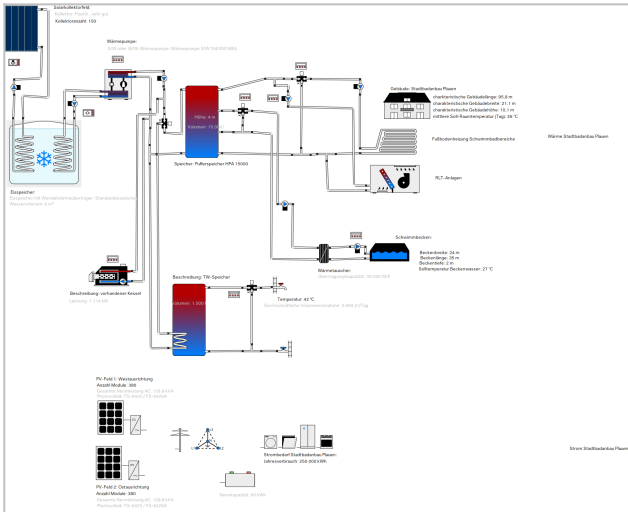
V3c: Sole-WP + PVT + Spitzenlastkessel + PVA



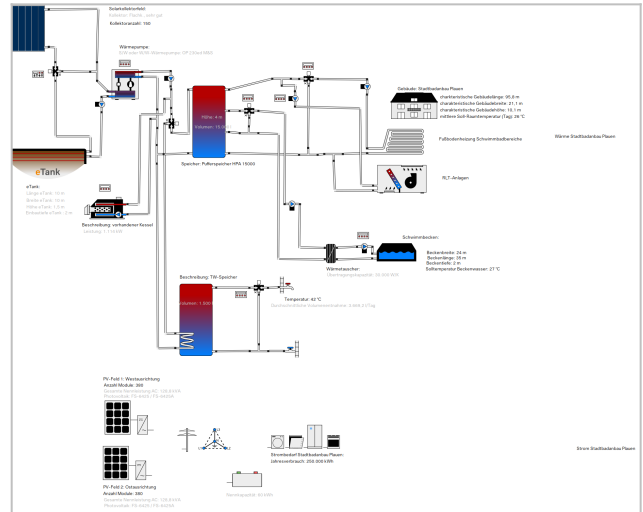
V3d: Sole-WP + Luft-WP + elektr. Nachheizung + PVA



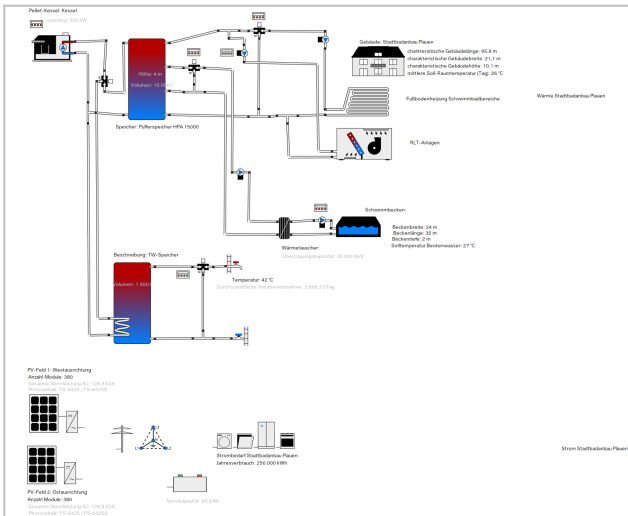
V4a: WP + Solarthermie + Eisspeicher + Spitzenlastkessel + PVA



V4b: WP + Solarthermie + eSpeicher + Spitzenlastkessel + PVA



V5: Holz-Kessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

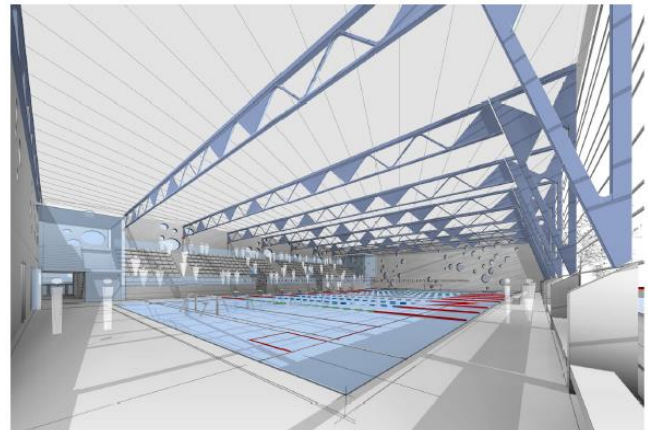
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

Fotografie des Objektes





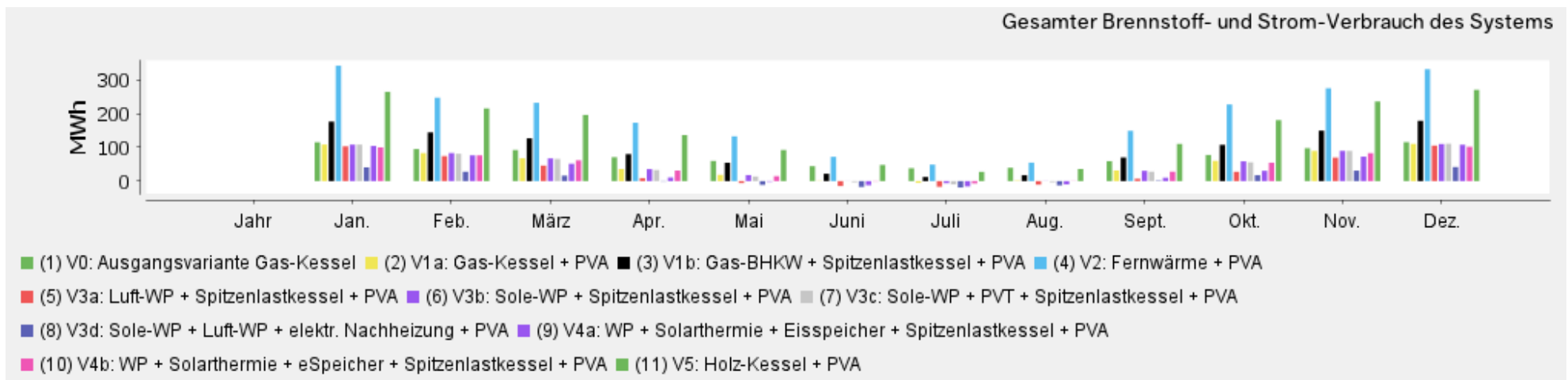
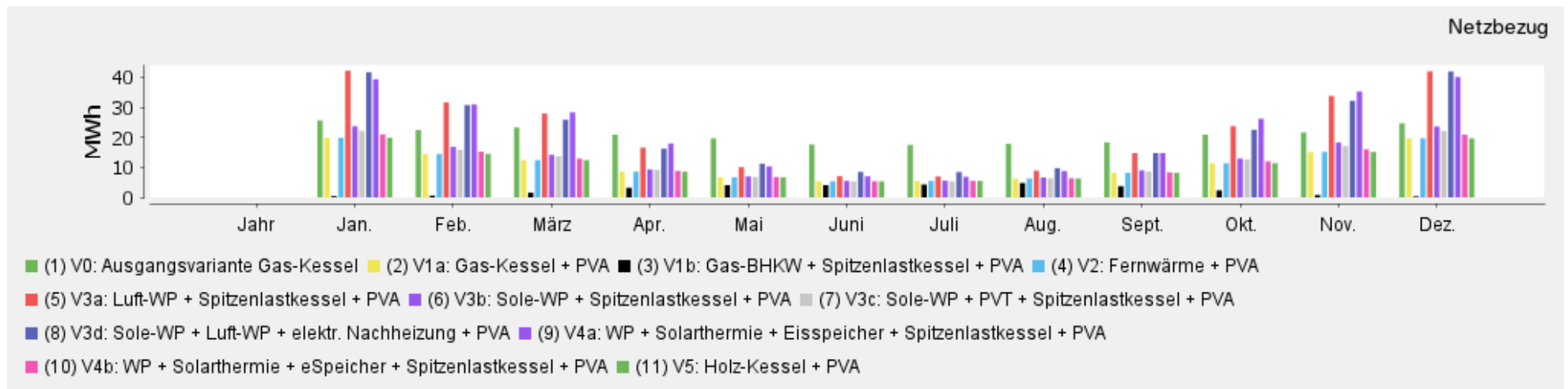
Variantenvergleich

Variantenvergleich			V0: Ausgangsvar...	V1a: Gas-Kess...	V1b: Gas-BHK...	V2: Fernwärm...	V3a: Luft-WP +...	V3b: Sole-WP ...	V3c: Sole-WP ...	V3d: Sole-WP ...	V4a: WP + Sol...	V4b: WP + Sol...	V5: Holz-Kesse...
Bezeichnung	Symbol	Einheit											
Systemeffizienz [(Quse+Einv) / (E...]	Esys		0,92	0,92	0,73	0,18		0,94	0,91		1,52	0,97	0,25
Netzbezug	Efeg	MWh	250	133	30,2	133	265	152	145	264	266	139	133
Energie der Wärmeerzeuger an ...	Qaux	MWh	637	642	998	694	980	737	755	503	943	623	1.525
Nutzenergie	Quse	MWh	600	604	727	658	731	611	606	493	729	583	461
Energiedefizit	Qdef	MWh	9,6	9,1	3,9	10,7	4,9	8,1	9,4	21,2	2,4	13,1	36,5
Gesamter Brennstoff- und Strom...	Etot	MWh	903	602	1.138	-56,4	393	594	568	115	423	543	1.811
Gesamter Stromverbrauch	Ecs	MWh	250	250	250	250	437	281	275	422	450	259	250
Gesamter Gasverbrauch	Egas	MWh	653	658	1.751		263	620	640		280	591	
Anlagenaufwandszahl	eP		1,2	1,2	2,65	3,99	0,53	1,13	1,17	0,24	0,55	1,12	4,86
CO2 Emission	Emission...	kg	201.419	169.986	362.006	125.505	126.972	167.568	169.460	73.276	130.401	157.961	80.109
Ertrag Photovoltaik AC	Qinv	MWh		306,6	306,6	306,6	306,6	306,6	346,6	306,6	306,6	306,6	306,6
Eigenverbrauch	Eocs	MWh		122	228	122	176	134	135	166	189	125	122
Netzeinspeisung	Eteg	MWh		185	636	185	131	173	211	141	118	182	185
Batterieentladeenergie	Ebdis	MWh		11	17	11	10,9	11,2	11,3	17,1	9,7	11,1	11
Erzeugte elektrische Energie BH...	Einv	MWh			557								
Gesamter Fernwärmeverbrauch	EdistHeat	MWh				694							
System-Jahresarbeitszahl (PV)	SJAZ_PV						4,32	32,34	42,31	3,07	4,49	94,42	
Solarer Deckungsanteil: Solaren...	SFn	%							6,3		24,9	14,1	
Solarer Deckungsanteil Warmw...	SFnHw	%							11,2		29,6	19,4	
Solarer Deckungsanteil Gebäude	SFnBd	%							5,8		23,6	12,5	
Solarthermische Energie an das ...	Qsol	MWh							50,6		313	102	
Gesamter Pelletverbrauch	Epellets	MWh											1.867

POLYSUN®

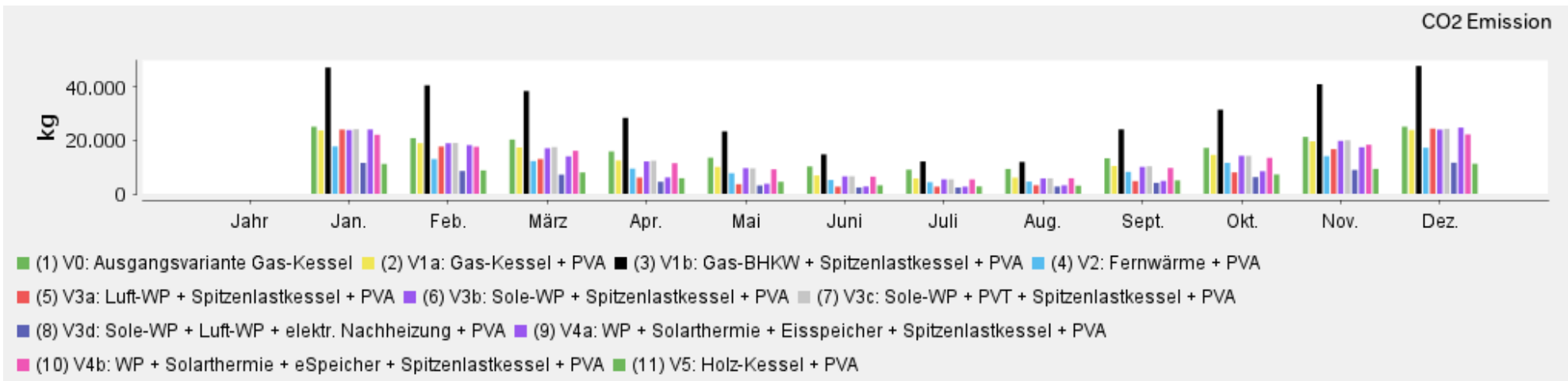
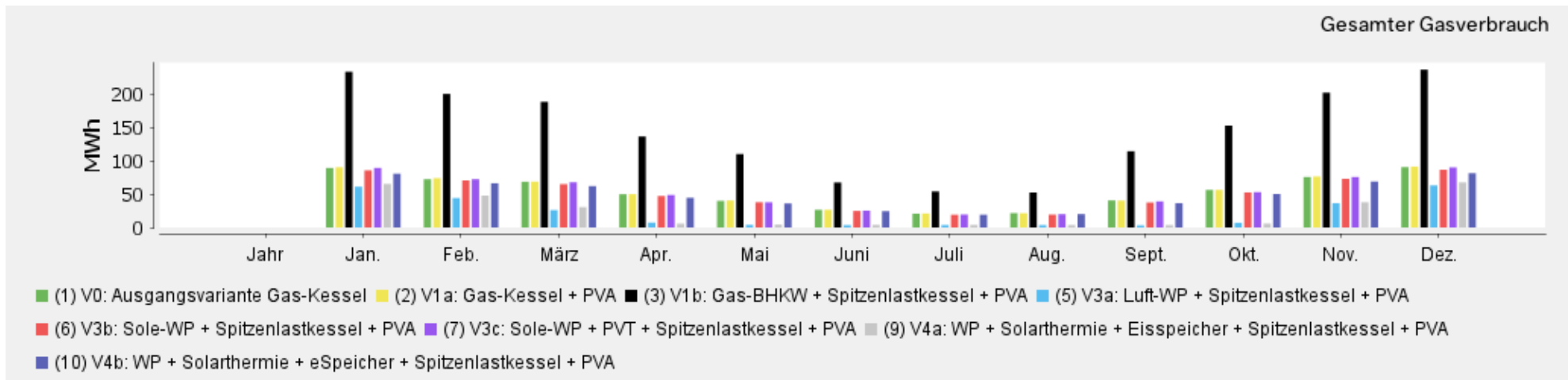


Variantenvergleich





Variantenvergleich

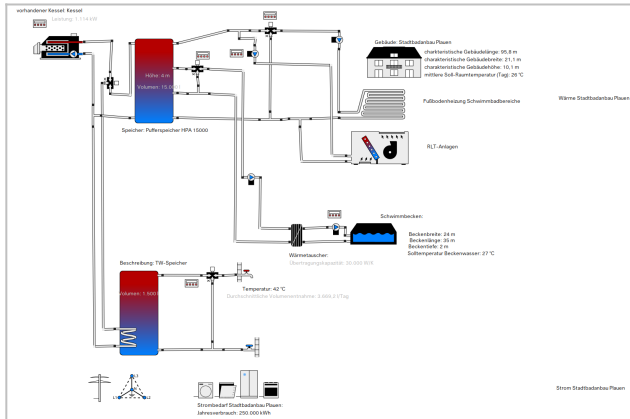


Anlage 5.2

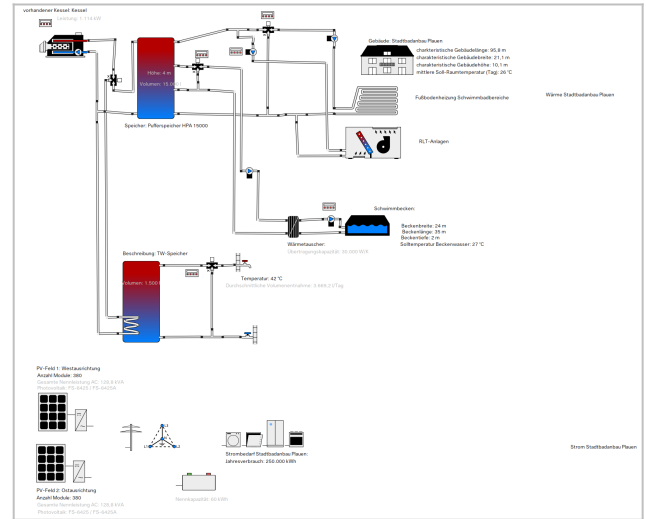
Wirtschaftlichkeitsvergleich der Varianten

Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

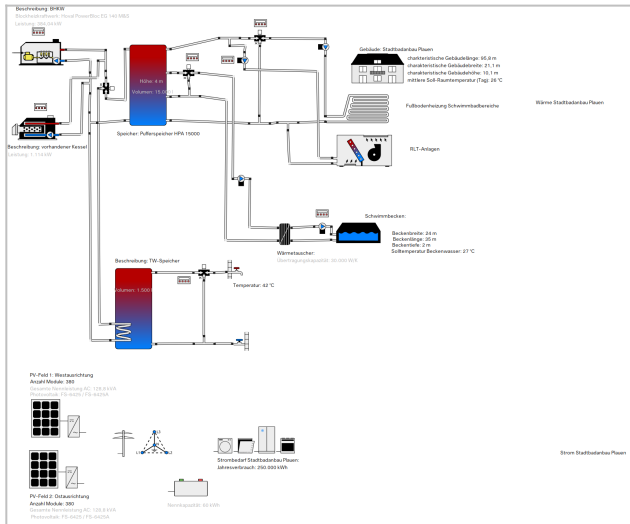
Referenz: V0: Ausgangsvariante Gas-Kessel



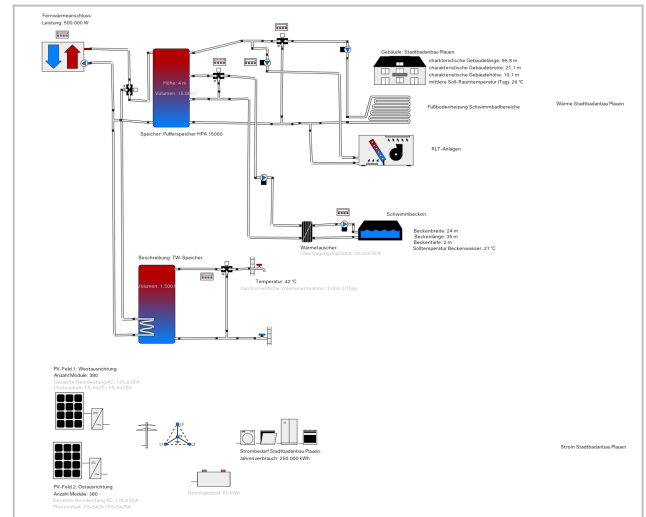
V1a: Gas-Kessel + PVA



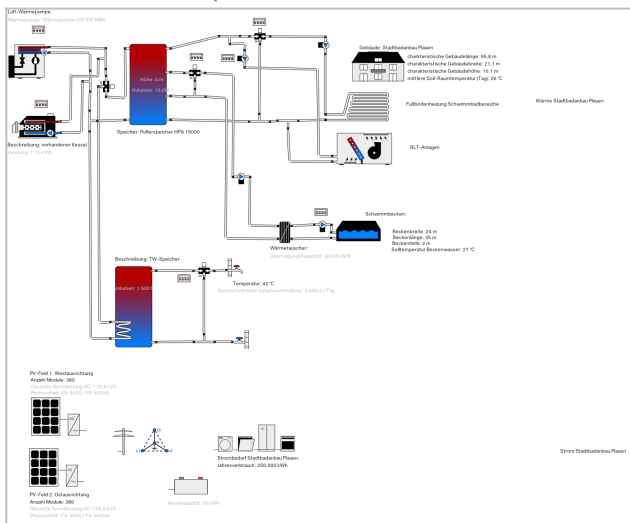
V1b: Gas-BHKW + Spitzenlastkessel + PVA



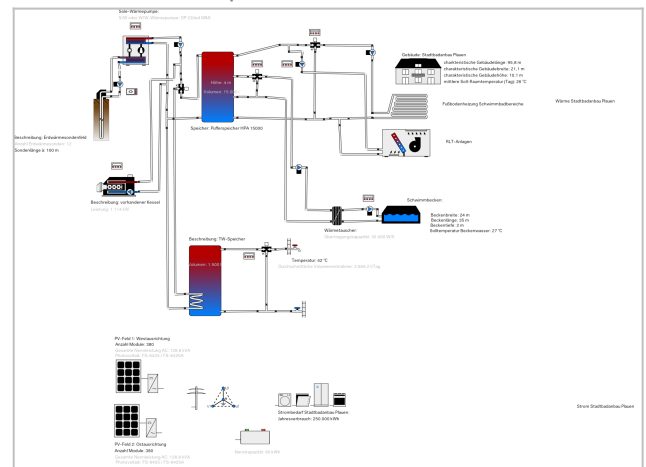
V2: Fernwärme + PVA



V3a: Luft-WP + Spitzenlastkessel + PVA

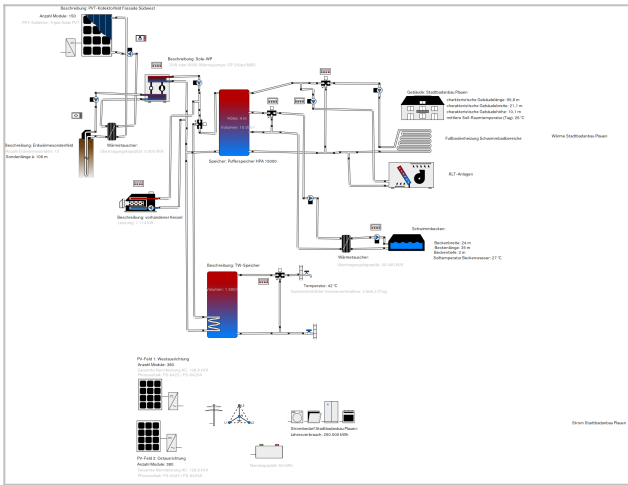


V3b: Sole-WP + Spitzenlastkessel + PVA

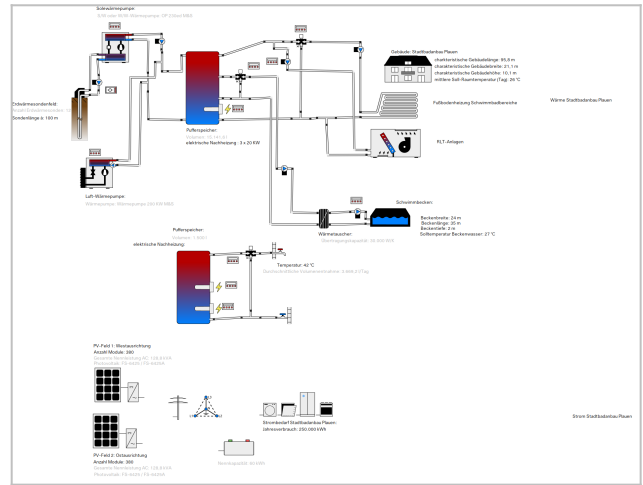


Variantenuntersuchung Stadtbadanbau Plauen

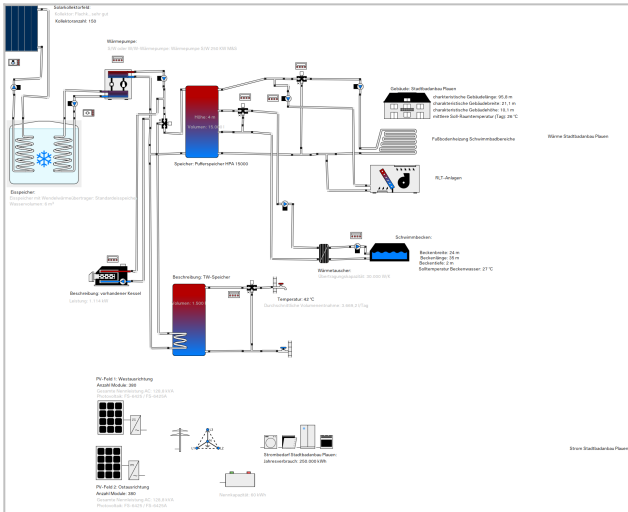
V3c: Sole-WP + PVT + Spitzenlastkessel + PVA



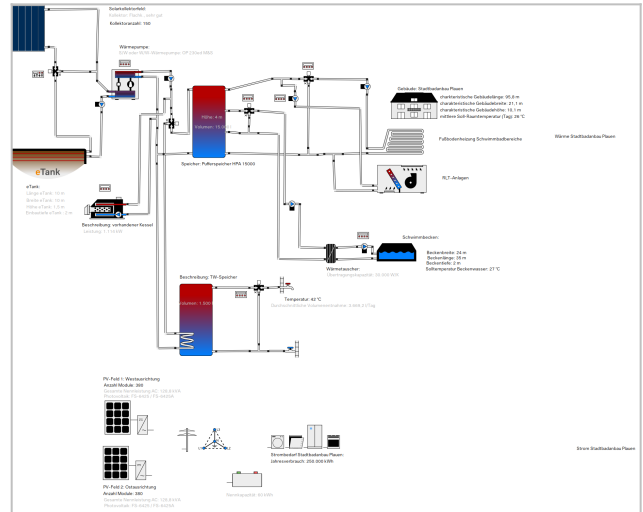
V3d: Sole-WP + Luft-WP + elektr. Nachheizung + PVA



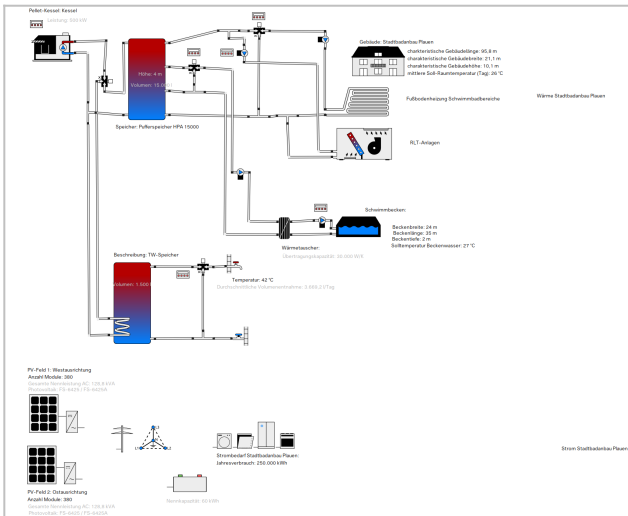
V4a: WP + Solarthermie + Eisspeicher + Spitzenlastkessel + PVA



V4b: WP + Solarthermie + eSpeicher + Spitzenlastkessel + PVA



V5: Holz-Kessel + PVA



Standort der Anlage

Plauen
Längengrad: 12,14°
Breitengrad: 50,491°
Höhe ü.M.: 383 m

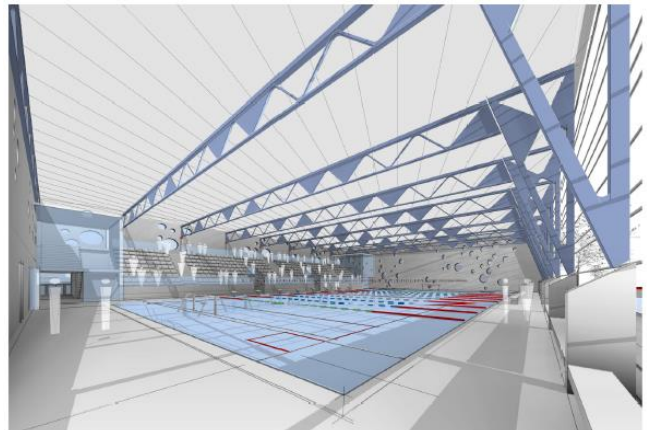
Dieser Report wurde erstellt durch:

M&S Umweltprojekt GmbH
Sven Opitz

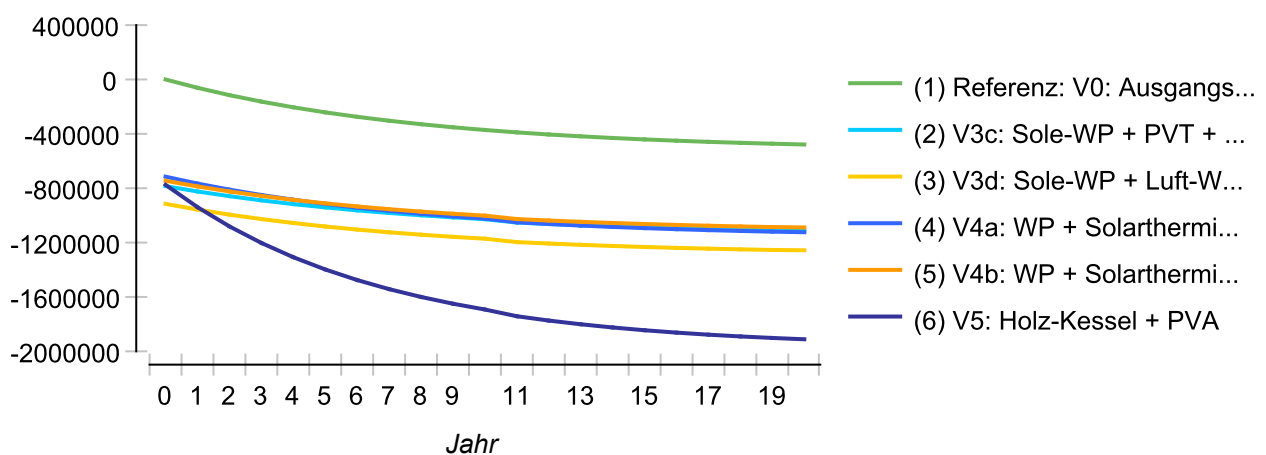
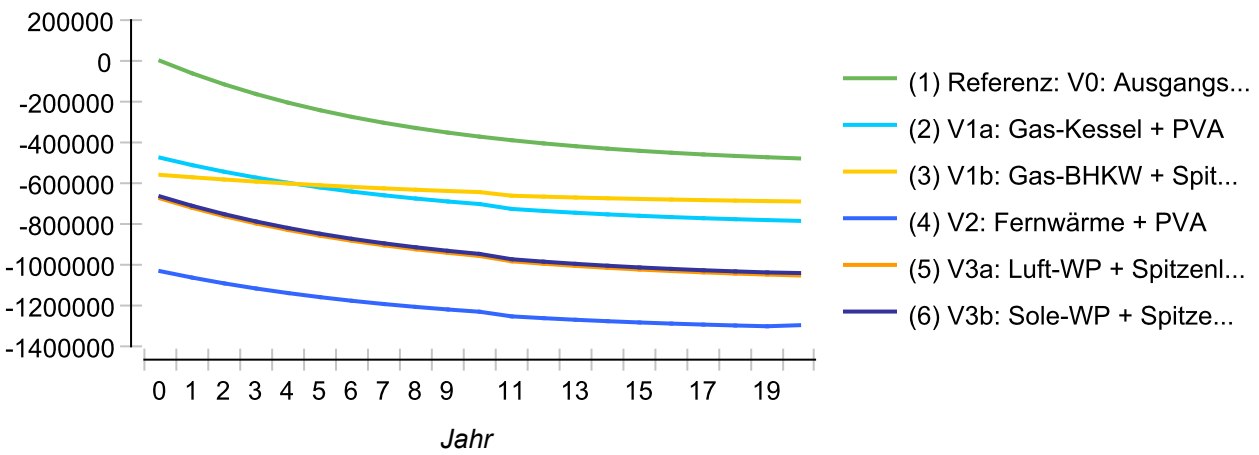
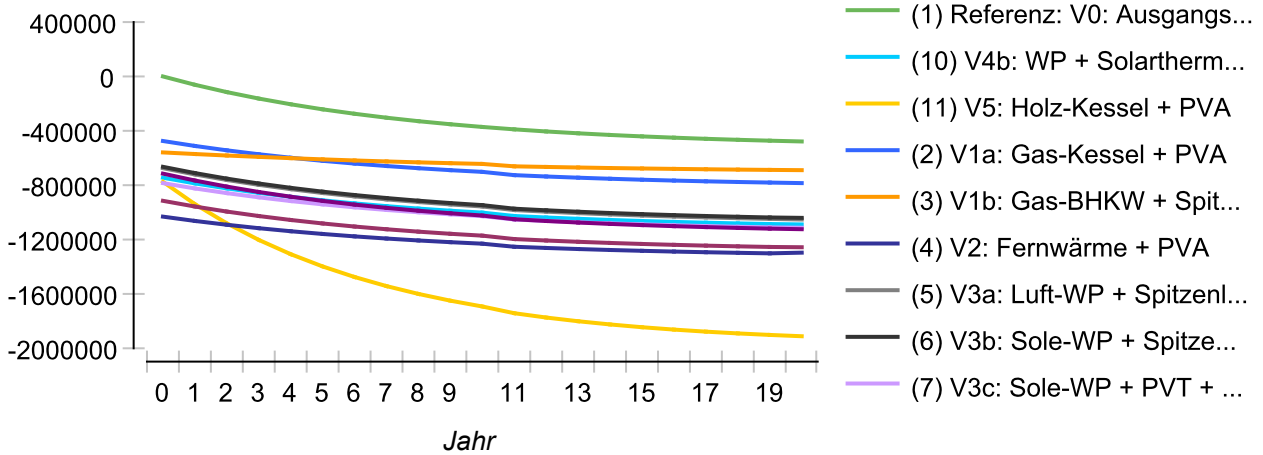
Bemerkungen zum Projekt

Varianten Stadtbadanbau Plauen

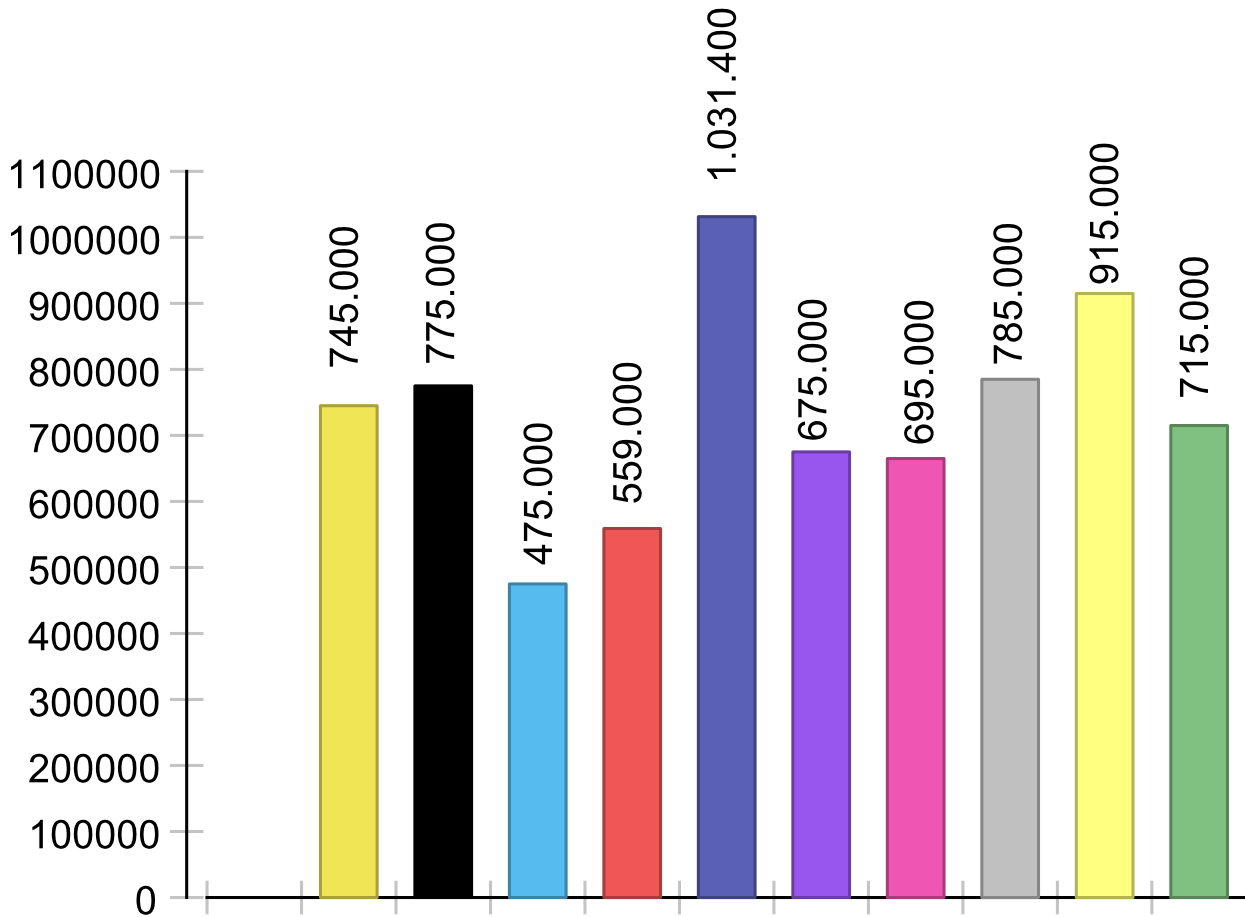
Fotografie des Objektes



Netto-Barwert [EUR]

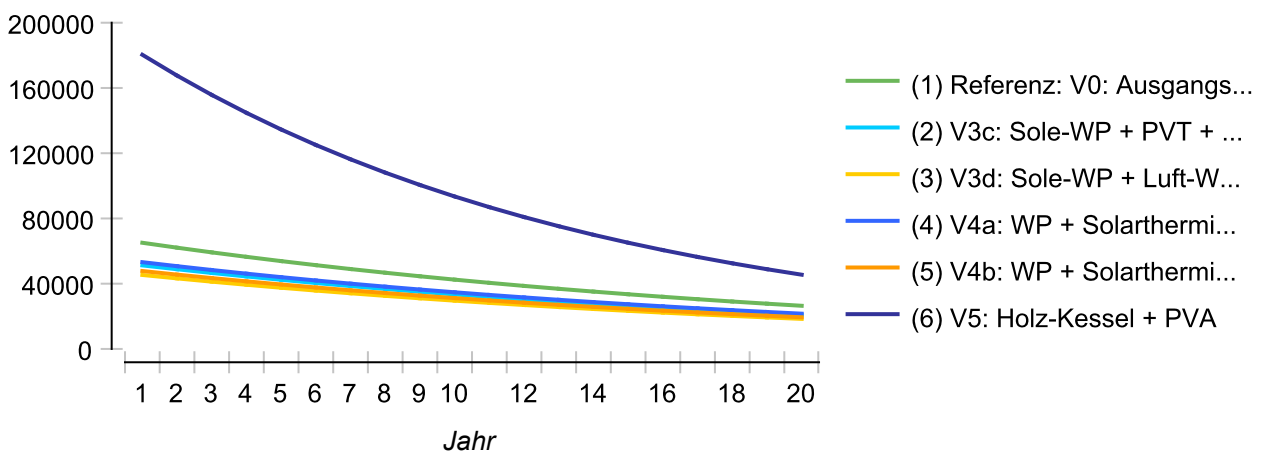
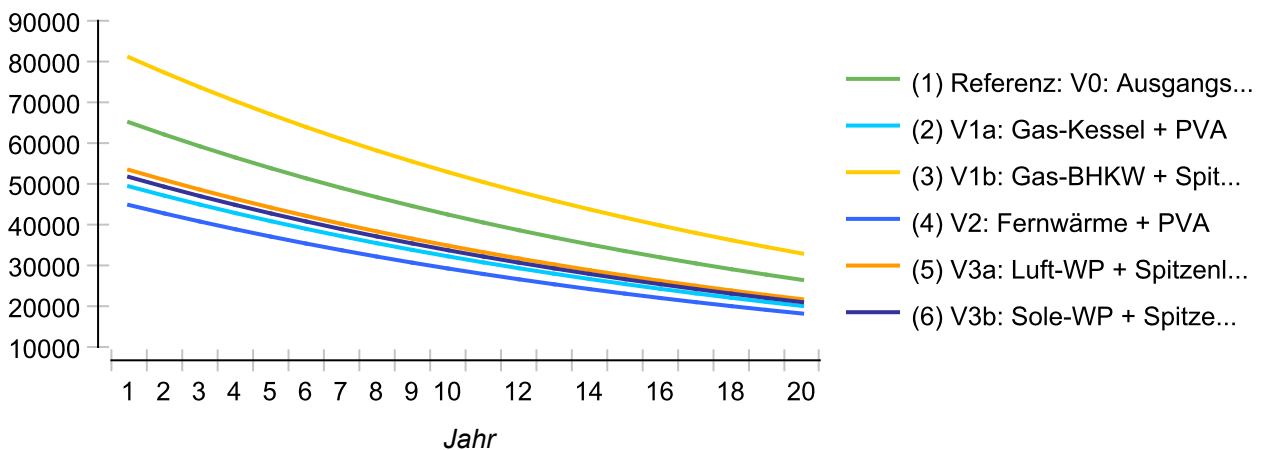
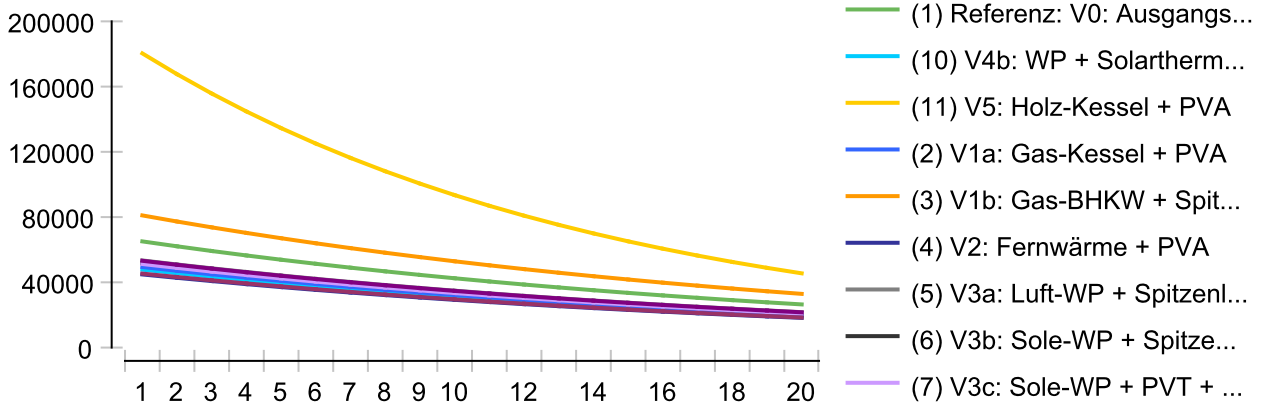


Investitionskosten [EUR]



- (1) Referenz: V0: Ausgangs...
- (2) V1a: Gas-Kessel + PVA
- (3) V1b: Gas-BHKW + Spit...
- (4) V2: Fernwärme + PVA
- (5) V3a: Luft-WP + Spitzenl...
- (6) V3b: Sole-WP + Spitze...
- (7) V3c: Sole-WP + PVT + ...
- (8) V3d: Sole-WP + Luft-W...
- (9) V4a: WP + Solarthermi...
- (10) V4b: WP + Solartherm...
- (11) V5: Holz-Kessel + PVA

Kosten Energiebezug [EUR]





Variantenvergleich

Bezeichnung	Einheit	Referenz: V0: Ausgangsvariante Gas-Kessel	V1a: Gas- Kessel + PVA	V1b: Gas- BHKW + Spitzenlastkessel + PVA	V2: Fernwärme + PVA	V3a: Luft-WP + Spitzenlastkessel + PVA	V3b: Sole-WP + Spitzenlastkessel + PVA
Investitionskosten	EUR	0,00	475.000,00	559.000,00	1.031.400,00	675.000,00	665.000,00
Netto-Barwert	EUR	-478.327,09	-784.630,34	-689.507,23	-1.296.448,71	-1.052.496,31	-1.040.501,20
Absoluter Gewinn	EUR	-1.9091.73,82	-1.767.707,04	-1.172.918,65	-2.181.488,52	-2.217.727,53	-2.200.450,71
Förderbeiträge	EUR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiegestehungskosten	EUR/kWh	0,08	0,10	0,13	0,20	0,11	0,12
Jährliche Wartungskosten	EUR/a	1.000,00	2.000,00	25.000,00	1.500,00	5.000,00	10.000,00
Kosten Energiebezug	EUR	861.262,95	653.398,91	1.072.016,71	592.962,30	706.765,20	683.805,15
Differenz Netto-Barwert zur Referenz	EUR	-	-306.303,26	-211.180,14	-818.121,62	-574.169,22	-562.174,11
Rentabler als Referenz ab Jahr	a	-	-	-	-	-	-

POLYSUN®



Variantenvergleich

Bezeichnung	Einheit	Referenz: V0: Ausgangsvariante Gas-Kessel	V3c: Sole-WP + PVT + Spitzenlastkessel + PVA	V3d: Sole-WP + Luft-WP + elektr. Nachheizung + PVA	V4a: WP + Solarthermie + Eisspeicher + Spitzenlastkessel + PVA	V4b: WP + Solarthermie + eSpeicher + Spitzenlastkessel + PVA	V5: Holz-Kessel + PVA
Investitionskosten	EUR	0,00	785.000,00	915.000,00	715.000,00	745.000,00	775.000,00
Netto-Barwert	EUR	-478.327,09	-1.112.808,43	-1.256.584,73	-1.123.813,32	-1.088.734,16	-1.911.468,37
Absoluter Gewinn	EUR	-1.909.173,82	-2.155.105,27	-2.309.382,20	-2.368.470,40	-2.154.918,63	-4.848.428,24
Förderbeiträge	EUR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiegestehungskosten	EUR/kWh	0,08	0,13	0,17	0,12	0,13	0,27
Jährliche Wartungskosten	EUR/a	1.000,00	5.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00	10.000,00
Kosten Energiebezug	EUR	861.262,95	677.602,49	600.019,07	703.889,56	632.072,21	1.968.472,46
Differenz Netto-Barwert zur Referenz	EUR	-	-634.481,35	-778.257,64	-645.486,24	-610.407,08	-1.433.141,29
Rentabler als Referenz ab Jahr	a	-	-	-	-	-	-

POLYSUN®

Anlage 6

Email BREMAG

Von: [Alexander Hülsken](#)
An: [Sven Opitz](#)
Cc: [Klaus Hartleff](#); [Michael Brockmann](#)
Betreff: AW: Stadtbad Plauen
Datum: Montag, 12. Dezember 2022 17:18:04

Guten Tag Herr Opitz,

Die Anlage hat eine Zulaufleistung von 2,5 m³/h und läuft nach unseren Aufzeichnungen im Mittel etwa 13 Stunden am Tag, dann ist das Spülabwasser abgearbeitet. Aktuelle Tagesmenge also etwa 32,5 m³. (Keine Gewähr! Bitte Laufzeit vor Ort nachprüfen!)

Die maximal mögliche tägliche Betriebsdauer beträgt rund 20h (4h für Reinigung, Absetzzeit etc.) und ergibt somit eine maximale Tagesleistung von 50 m³.

Mit einer kleinen Modernisierung der Anlage (die altersbedingt ohnehin Sinn machen würde) könnten wir die Anlagenleistung außerdem auf 3 m³/h bzw. 60 m³/d erweitern.

Erweiterungen darüber hinaus sind grundsätzlich ebenfalls möglich, wären aber aufwändiger und es würde zusätzliche Stellfläche benötigt werden.

Mit freundlichen Grüßen,
i.A. Alexander Hülsken

Bremer Anlagen GmbH
Senator Bömers Str. 36
28197 Bremen
www.bremag.de
Tel.: 0421 / 4089822-25
Fax : 0421 / 4089822-29
huelsken@bremag.de

Geschäftsführung: Klaus Hartleff, Michael Brockmann
Handelsregister Amtsgericht Bremen HRB 29114



Der Inhalt dieser E-Mail ist vertraulich und ausschließlich für den bezeichneten Adressaten bestimmt. Wenn Sie nicht der vorgesehene Adressat dieser E-Mail oder dessen Vertreter sein sollten, so beachten Sie bitte, daß jede Form der Kenntnisnahme, Veröffentlichung, Vervielfältigung oder Weitergabe des Inhalts dieser E-Mail unzulässig ist. Wir bitten Sie, sich in diesem Fall mit dem Absender der E-Mail in Verbindung zu setzen.



Save a tree...please don't print this e-mail unless you really need to.

Von: Sven Opitz <sv.opitz@mus-umweltprojekt.de>
Gesendet: Montag, 12. Dezember 2022 15:59
An: Alexander Hülsken <huelsken@bremag.de>
Betreff: Stadtbad Plauen

Sehr geehrter Herr Hülsken,

wie eben telefonisch besprochen, anbei nochmals unser Anliegen.

Die Stadt Plauen beabsichtigt das vorhandene Stadtbad durch einen Anbau zu erweitern (separater Anbau mit einer Wasserfläche vom ca. 850 m², 2 m tiefes Becken, Zuschauertribünen,

Umkleiden, Duschen, Sanitär etc. → defacto nochmal ein komplettes Bad). Im Rahmen der Variantenuntersuchungen für die Energieversorgung des neuen Stadtbadanbaus, soll auch geprüft werden, inwieweit die vorhandene Technik noch Reserven hat.

Daraus resultierend wäre es für unserer Betrachtungen bzw. für die Erstellung einer Aufgabenstellung für die weiteren Planungsschritte hilfreich, wenn wir für die vorhandene Wasseraufbereitungsanlage im Stadtbad Plauen Informationen hätten, inwieweit Reserven für die Wasseraufbereitung bestehen. Es soll natürlich eine Verknüpfung zwischen dem vorhandenen Bad, um einerseits die Effektivität zu erhöhen und andererseits die vorhandenen Anlagentechnik mit in den Anbau einzubeziehen bzw. durch „kleinere Erweiterung“ der vorhandenen Anlagentechnik auf umfangreiche Neuanlagen „verzichten“, insbesondere bei der Wasseraufbereitung oder den Umfang von zusätzlichen Neuanlagen reduzieren zu können.

Wir würden uns freuen, wenn Sie uns dazu eine Rückinformation geben könnten. Sollten Sie nähere Informationen benötigen oder Fragen haben, können Sie mich gern kontaktieren.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Dipl.-Ing. S. Opitz
(Projektleiter)



M&S Umweltprojekt GmbH
Pfortenstraße 7 | D-08527 Plauen

Telefon: 03741 / 57219-0
Fax: 03741 / 57219-40
Mobil: 0177 / 3424123
Email: sv.opitz@mus-umweltprojekt.de
www.mus-umweltprojekt.de

Unsere Datenschutzhinweise finden Sie auf unserer Homepage unter <http://www.mus-umweltprojekt.de/datenschutz.html>.

Der Inhalt dieser E-Mail, einschließlich etwaiger beigefügter Dateien, ist vertraulich und nur für den Empfänger bestimmt. Sollten Sie nicht der bestimmungsgemäße Empfänger sein, ist Ihnen jegliche Nutzung, Offenlegung, Vervielfältigung oder Weitergabe untersagt. Bitte informieren Sie in diesem Fall unverzüglich den Absender und löschen Sie die E-Mail, einschließlich etwaiger beigefügter Dateien, von Ihrem System. Vielen Dank.

Anlage 7

Unterlagen/ Richtpreisangebot enviaTherm

Kundencenter Plauen, Hammerstraße 86

M&S Umweltprojekt GmbH
Pfortenstraße 7
08527 Plauen

Name: Doreen Graul
Telefon: +49 3741 14-5892
E-Mail: Doreen.Graul@envia-therm.de

per E-Mail: sv.opitz@mus-umweltprojekt.de

Plauen, 23.01.2023

Unverbindliches Richtpreis-Angebot Fernwärme-Neuanschluss Anschlussobjekt: Stadtbad Plauen Erweiterungsbau – Hofer Straße 2 in Plauen

Sehr geehrter Herr Opitz,

schön, dass Sie in die Betrachtung der Versorgungsvarianten für den Erweiterungsbau des Stadtbades Plauen die umweltfreundliche Fernwärme von envia THERM einbeziehen. Das Plauener Stadtbad und der geplante Erweiterungsbau liegen im Fernwärme-Erschließungsbereich und können durch einen Anschluss an unser Heizwassernetz erschlossen werden. Unsere Anlagen stehen in hoher Kapazität und ausgezeichneter Verfügbarkeit 365 Tage im Jahr rund um die Uhr bereit.

Unser Ziel ist es, im Zuge der Umsetzung der Klimaschutzziele der Bundesregierung unsere Versorgungsstruktur technologisch weiterzuentwickeln und zusätzliche regenerative Energiequellen für die Wärmeerzeugung zu nutzen. Aktuell entwickeln wir den Transformationsplan zur Umsetzung unserer Dekarbonisierungsstrategie am Standort Plauen. Der Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase soll deutlich reduziert werden. Damit setzen Sie mit uns langfristig auf eine nachhaltige Versorgungslösung.

Nachfolgend übermitteln wir Ihnen einen Richtpreis für die Errichtung des Fernwärme-Hausanschlusses inklusive der Fernwärme-Hausanschlussstation. Für unser unverbindliches Richtpreis-Angebot unterstellen wir eine Wärmeleistung von **900 kW** und eine Liefermenge von ca. **960.000 kWh** pro Jahr.



envia THERM GmbH

Postanschrift PF 13 52 · 09072 Chemnitz · Geschäftsanschrift Niels-Bohr-Straße 2 · 06749 Bitterfeld-Wolfen
T +49 3493 5167-0 · F +49 3493 5167-4402 · www.envia-therm.de · info@envia-therm.de · Geschäftsführung Holger Linke
Matthias Kunath · Thomas Kühnert · Sitz der Gesellschaft Bitterfeld-Wolfen · Registergericht Amtsgericht Stendal
HRB 16523 · Bankverbindung Deutsche Bank AG Halle (Saale) · BIC DEUTDE8LXXX · IBAN DE73 8607 0000 0529 5241 00
USt-ID-Nr. DE157586392

Ein Unternehmen der



1 Errichtung des Fernwärme-Anschlusses durch envia THERM

envia THERM errichtet den Fernwärme-Anschluss für Ihr Objekt. Für Ihren Fernwärme-Anschluss sehen wir eine maximale Wärmeleistung von 900 kW vor. Dies entspricht gleichzeitig der vertraglichen Abrechnungsleistung.

- Lieferung und Verlegung der Hausanschlussleitungen in den Hausanschlussraum.
- Lieferung, Montage, Betrieb und Instandhaltung der Fernwärme-Hausanschlussstation.
- Lieferung, Montage, Betrieb und Instandhaltung der Verrechnungsmesseinrichtung.

2 Liefer- und Eigentumsgrenze

Die Fernwärme-Hausanschlussleitung und die Fernwärme-Hausanschlussstation bis zu den Übergabearmaturen (= Liefer- und Eigentumsgrenzen) sowie die Verrechnungsmesseinrichtung verbleiben im Eigentum der envia THERM.

3 Planung, Errichtung und Inbetriebsetzung des Hausanschlusses durch envia THERM

Für Planung, Errichtung und Inbetriebsetzung des Hausanschlusses ist durch den Auftraggeber ein einmaliger Anschlusskostenbeitrag zu zahlen. Die Berechnung erfolgt mit dem derzeit gültigen, ermäßigten Umsatzsteuersatz von 7 %.

Anschlusskostenbeitrag	netto	520.000,00 €
Umsatzsteuer	7 %	36.400,00 €
<u>Anschlusskostenbeitrag</u>	<u>brutto</u>	<u>556.400,00 €</u>

envia THERM legt nach Fertigstellung des Hausanschlusses über den Anschlusskostenbeitrag eine Rechnung zuzüglich der jeweils gesetzlich gültigen Umsatzsteuer. Der Rechnungsbetrag wird innerhalb von 2 Wochen nach Rechnungslegung fällig und ist auf das angegebene Konto einzuzahlen.

4 Eckdaten für den Wärmelieferungsvertrag

Zur Versorgung der Lieferstelle Hofer Straße 2 mit Fernwärme schließt der Kunde mit envia THERM einen Wärmelieferungsvertrag mit folgenden Eckdaten ab:

- Laufzeit: 10 Jahre ab Fertigstellung und Inbetriebnahme des Fernwärmehausanschlusses mit automatischer Verlängerung um weitere 5 Jahre gemäß § 32 Abs. 1 AVBFernwärmeV
- Kündigungsfrist: 9 Monate zum Ablauf der Vertragslaufzeit gemäß § 32 Abs. 1 AVBFernwärmeV
- mitgeltende Normen: Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVBFernwärmeV, Anlage 1) → <https://www.envia-therm.de/unternehmen/links-downloads>
Technischen Anschlussbedingungen für die Heizwassernetze in Plauen/-Vogtland (TAB-HW, Anlage 2) → <https://www.envia-therm.de/unternehmen/links-downloads>

Preisregelung: SG-2020 Stadt gültig für das Fernwärmeversorgungsgebiet Plauen (Anlage 3)

Abrechnung: monatliche Abschlagszahlungen mit jährlicher Abrechnung oder monatliche Rechnungen

Preisregelung: SG-2020 Stadt – Preise für das Lieferjahr 2023

	Einheit	netto	brutto ¹⁾
Arbeitspreis (AP1 bis 200.000 kWh) inklusive CO ₂ -Aufschlag	Cent/kWh	8,827	9,44
Arbeitspreis (AP1 ab 200.001 kWh) inklusive CO ₂ -Aufschlag	Cent/kWh	8,457	9,05
Gasumlage für Wärmeerzeugung	Cent/kWh	0,082	0,09
Grundpreis (GP) für die Abrechnungsleistung	EUR/kW/a	38,41	41,10
Messpreis (MP) zur Bestimmung der gelieferten Fernwärme	EUR/Jahr	365,80	391,41

1) Die Bruttopreise verstehen sich inklusive der gesetzlichen Umsatzsteuer, zurzeit in Höhe von 7 %.

Die Preise werden jährlich zum 01.01. entsprechend der Preisregelung SG-2020 Stadt neu berechnet. Die nächste Preisanpassung findet zum 01.01.2024 statt.

Bei einem prognostizierten Wärmeabsatz von 960.000 kWh/a und einer Abrechnungsleistung von 900 kW ergibt sich folgendes jährliches Wärmeentgelt:

	netto	brutto ¹⁾
Arbeitsentgelt	81.927,20 EUR/a	87.662,10 EUR/a
Grundentgelt	34.569,00 EUR/a	36.988,83 EUR/a
Messentgelt	365,80 EUR/a	391,41 EUR/a
Gasumlage für Wärmeerzeugung	787,20 EUR/a	842,30 EUR/a
Wärmeentgelt gesamt	117.649,20 EUR/a	125.884,64 EUR/a
spezifischer Wärmemischpreis	122,55 ct/kWh	131,13 ct/kWh

1) Die Bruttopreise verstehen sich inklusive der gesetzlichen Umsatzsteuer, zurzeit in Höhe von 7 %.

Bei dem vorstehenden Kurzangebot handelt es sich um ein unverbindliches Richtpreis-Angebot. Gern reichen wir Ihnen ein verbindliches Anschlussangebot aus, wenn Ihnen die Eckdaten zusagen.

Seite 4/4

Die Wärmeversorgung mit Fernwärme von envia THERM ist für das Stadtbad Plauen sehr zu empfehlen. Zudem können wir Ihnen als Spezialist für individuelle Energieversorgungslösungen zusätzlich - neben der reinen Fernwärmelieferung - auch weitere Komponenten anbieten als Ergänzung für ein nachhaltiges Gesamtenergiekonzept (z.B. PV-Lösung für Eigenstromversorgung, Ladeinfrastruktur für E-Mobility).

Sie haben Fragen oder Anregungen? Wir stehen Ihnen gern beratend zur Seite.

Gern sind wir zukünftig Ihr zuverlässiger Partner in Sachen Fernwärme.

Freundliche Grüße

envia THERM GmbH



i. V. Sandra Dreßler



i. A. Doreen Graul

Anlage(n)
Preisregelung SG 2020
Datenschutzinformation

Preisregelung SG-2020 (Sekundäranschluss*) für das Fernwärmeversorgungsgebiet Plauen, gültig ab 01.01.2020

Das Entgelt für die Bereitstellung und Lieferung von Fernwärme wird wie nachfolgend beschrieben ermittelt:

1 Arbeitspreis [AP]

Für die gelieferte Fernwärme ist je Lieferstelle ein Arbeitspreis je Kilowattstunde [kWh] zu zahlen. Der Arbeitspreis AP ist variabel und wird **zum 1. Januar eines jeden Jahres** nach der folgenden Formel neu bestimmt, erstmals zum 01.01.2020.

$$AP \text{ in Cent/kWh} = AP_0 * \left(0,11 + 0,64 * \frac{G}{G_0} + 0,25 * \frac{F}{F_0} \right) + EAP$$

Für den Lieferzeitraum **ab 1.01.2020** errechnet sich folgender Arbeitspreis:

$$AP = 4,881 \text{ Cent/kWh}$$

2 Grundpreis je Lieferstelle [GP]

Für die vertraglich vereinbarte Abrechnungsleistung ist je Lieferstelle ein Grundpreis je Kilowatt [kW] und Jahr [a] zu zahlen.

Der Grundpreis GP ist variabel und wird **zum 1. Januar eines jeden Jahres** nach der folgenden Formel neu bestimmt, erstmals zum 01.01.2020:

$$GP \text{ in EUR/kW und Jahr} = GP_0 * \left(0,40 * \frac{L}{L_0} + 0,60 * \frac{I}{I_0} \right)$$

Für den Lieferzeitraum **ab 01.01.2020** errechnet sich folgender Grundpreis:

$$GP = 35,64 \text{ EUR/kW/a}$$

3 Messpreis je installiertem Zähler [MP]

Für die Bestimmung der gelieferten Fernwärme ist in Abhängigkeit von der installierten Zählergröße ein Messpreis zu zahlen. Der Messpreis [MP] ist variabel und wird **zum 01. Januar eines jeden Jahres** nach der folgenden Formel neu bestimmt, erstmals zum 01.01.2020:

$$MP \text{ in EUR/Jahr} = Q_p * \left(0,40 * \frac{L}{L_0} + 0,60 * \frac{I}{I_0} \right)$$

Der Faktor Q_p in EUR/Jahr ist abhängig von der installierten Zählergröße und beträgt

Für den Lieferzeitraum ab 01.01.2020 errechnen sich folgende Messpreise:

<u>installierte Zählergröße</u>	<u>Faktor Q_p</u>	<u>MP zum 01.01.2020</u>
Q_p 0,6 bis 1,5	60,00	MP = 60,00 EUR/Jahr
Q_p 2,5	65,00	MP = 65,00 EUR/Jahr
Q_p 3,5	70,00	MP = 70,00 EUR/Jahr
Q_p 6,0	250,00	MP = 250,00 EUR/Jahr
Q_p 10,0	270,00	MP = 270,00 EUR/Jahr
Q_p 15,0 bis 25,0	300,00	MP = 300,00 EUR/Jahr
Q_p 40,0	330,00	MP = 330,00 EUR/Jahr

Legende zu den in Ziffer 1 bis 3 verwendeten Formelzeichen:

- AP = errechneter Arbeitspreis in Cent/kWh zum Zeitpunkt der Preisneubestimmung
[AP₀ = 4,715 Cent/kWh, Stand 01.01.2020]
- GP = errechneter Jahres-Grundpreis (Sekundär-Anschluss) in EUR/kW und Jahr zum Zeitpunkt der Preisneubestimmung [GP₀ = 35,64 EUR/kW/a, Stand 01.01.2020]
- MP = errechneter Messpreis in EUR/Jahr zum Zeitpunkt der Preisneubestimmung
- G = Erdgasmischpreis (Kostenelement) in EUR/MWh, errechnet als Summe aus:
- dem **Abrechnungspreis** (Settlementprice) in EUR/MWh des EEX GASPOOL-Natural-Gas-Year-Future **und ab 01.10.2021 dem Abrechnungspreis (Settlementprice)** in EUR/MWh des EEX THE Trading Hub Europe-Natural-Gas-Year-Future (veröffentlicht auf der Internetseite der Energiebörse Leipzig „EEX“ www.eex.com/de unter der Rubrik: Marktdaten → Erdgas → Terminmarktdaten → All contracts → Settlement prices on Seasons and Calendars → Rubrik THE → Calendar + 1) als gewichtetes arithmetisches Mittel der Tranchen der Gasbeschaffung für das jeweilige Lieferjahr,
 - den für das jeweilige Lieferjahr gültigen **Netzentgelten** in EUR/MWh (gemäß Veröffentlichung des Gasnetzbetreibers Stadtwerke - Erdgas Plauen GmbH) für leistungsgemessene Kunden mit lastganggemessenen Ausspeisepunkten (RLM) basierend auf einer Gesamtleistung von 75.000 kW und einer Gesamtjahresarbeit von 165.000 MWh,
 - den für das jeweilige Lieferjahr gültigen **Entgelten für Messung und Messstellenbetrieb** in EUR/MWh (gemäß Veröffentlichung des Messstellenbetreibers) für leistungsgemessene Kunden mit lastganggemessenen Ausspeisepunkten (RLM) für Messstellen größer G100 sowie den Zusatzkomponenten Lastgangspeicher/Modem und Mengenumwerter,
 - der **Konzessionsabgabe** für Gas in EUR/MWh,
 - der **Bilanzierungsumlage** (vormals Regel- und Ausgleichsenergieumlage) in EUR/MWh für das Marktgebiet THE (Trading Hub Europe) veröffentlicht unter www.tradinghub.eu für RLM-Entnahmestellen gültig für den Zeitraum IV. Quartal des dem Lieferjahr vorangegangenen Jahres bis III. Quartal des Lieferjahres,
 - der für das jeweilige Abrechnungsjahr gültigen **Energiesteuer auf Erdgas** in EUR/MWh, in Höhe von zurzeit 5,50 EUR/MWh.
- F = Index der Verbraucherpreise „Fernwärme“ (Marktelement) als Durchschnittswert zum Zeitpunkt der Preisneubestimmung, veröffentlicht vom Statistischen Bundesamt Wiesbaden unter Preise, Daten zur Energiepreisentwicklung, Ziffer 5.9 Fernwärme (CC13-0455002200), (Basis derzeit 2015=100) als Durchschnittswert von 12 Monaten mit einem Zeitversatz von 3 Monaten. Bei der Preisanpassung zum 01.01. gehen die Monatswerte Oktober des Vorjahres bis September des Vorjahres in die Berechnung des Durchschnittswertes ein.
[F₀ = 97,3 (Basis 2015 = 100) als Durchschnittswert 12 Monate (Oktober 2018 bis September 2019)]
- EAP = spezifischer Preis für Emissionsausgleich CO₂ für die nicht kostenfrei zugeteilten CO₂-Zertifikate (als Kostenelement) in Cent/kWh zum Zeitpunkt der Preisneubestimmung für das jeweilige Lieferjahr.
Für die von envia THERM betriebenen Heizkraftwerke in Plauen gelten die Regularien des Gesetzes über den Handel mit Berechtigungen zur Emission von Treibhausgasen (Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz – TEHG). Die sich daraus ergebenden Aufschläge sind Bestandteil des Wärmeentgeltes.
envia THERM beschafft jeweils im Vorjahr die erforderlichen CO₂-Zertifikate für das Folgejahr (= Lieferjahr). Dies kann auch in mehreren Tranchen erfolgen. Aus der Summe der CO₂-Zertifikatekosten für das Lieferjahr dividiert durch die geplante Wärmeabsatzmenge für das Lieferjahr errechnet sich der spezifische Preis für Emissionsausgleich CO₂ für das Lieferjahr.
[EAP für das Lieferjahr 2020 = 0,166 Cent/kWh]

- L = Lohn-Index veröffentlicht vom Statistischen Bundesamt Wiesbaden in Fachserie 16, Reihe 4.3 Löhne und Gehälter (1. Index der tariflichen Stundenverdienste ohne Sonderzahlungen nach Quartalen und ausgewählten Wirtschaftszweigen, Deutschland (D 35/Energieversorgung), (Basis 2015 = 100) und ab 28.05.2021 Basis 2020 = 100) als Durchschnittswert von 4 Quartalen mit einem zeitlichen Versatz von 2 Quartalen. In die Berechnung des Durchschnittswertes gehen die Quartalswerte des 3. und 4. Quartals des Vorvorjahres sowie des 1. und 2. Quartals des Vorjahres ein.
[$L_0 = 107,4$ (Basis 2015 = 100 und $L_0 = 96,5$ (Basis 2020 = 100) als Durchschnittswert 3. Quartal 2018 bis 2. Quartal 2019]
- I = Index „Erzeugnisse der Investitionsgüterproduzenten“ veröffentlicht vom Statistischen Bundesamt Wiesbaden in der Fachserie 17, Reihe 2, Preise, Deutschland, Teil 1, Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte (Inlandabsatz), lfd. Nr. 3 (Basis derzeit 2015 = 100) als Durchschnittswert von 12 Monaten mit einem Zeitversatz von 3 Monaten. Bei der Preisanpassung zum 01.01. gehen die Monatswerte Oktober des Vorvorjahres bis September des Vorjahres in die Berechnung des Durchschnittswertes ein.
[$I_0 = 104,2$ (Basis 2015 = 100) als Durchschnittswert 12 Monate (Oktober 2018 bis September 2019)]

Werden vom Statistischen Bundesamt die genannten Indizes nicht mehr oder in einer nicht vergleichbaren Art veröffentlicht, so tritt an diese Stelle ein hinsichtlich der Voraussetzungen weitestgehend entsprechender Anpassungsfaktor.

4 Wasserpreis

Für Bezug von Netzinhaltswasser beträgt der Entnahmepreis: netto 8,23 Euro/m³.

5 Umsatzsteuer

Auf das Netto-Entgelt gemäß Ziffer 1. bis 4. wird die jeweils gültige gesetzlich festgelegte Umsatzsteuer aufgeschlagen, zurzeit 19 %.

6 Steuern- und Abgabenklausel

Soweit künftig Abgaben wie Steuern, Gebühren, Beiträge oder Sonderabgaben bzw. hoheitlich veranlasste Umlagen geändert oder wirksam werden, die die Erzeugung, Übertragung, Verteilung und/oder Lieferung von Wärme unmittelbar verteuern (z. B. Energiesteuern, CO₂-Steuern, CO₂-Zertifikatehandel) und nicht bereits durch das TEHG erfasst sind, ist envia THERM berechtigt, diese unmittelbar an den Kunden weiterzugeben; im Fall einer Senkung oder des Wegfalls solcher Abgaben ist envia THERM zu einer entsprechenden Weitergabe an den Kunden verpflichtet.

7 Sonstiges

Die gemäß Ziffern 1 bis 3 errechneten Preise und die Rechnungsentgelte werden auf zwei Stellen nach dem Komma kaufmännisch gerundet.

Die Änderung der Preise bedarf zu ihrer Wirksamkeit keiner Ankündigung. Preisänderungen werden dem Kunden in Textform bekannt gegeben.

Sollte eine Preisneubestimmung nicht möglich sein, insbesondere weil einzelne Preise bzw. Preisindizes vom Statistischen Bundesamt nicht mehr ermittelt und veröffentlicht werden, steht der envia THERM ein einseitiges Preisbestimmungsrecht im Sinne des § 315 BGB zu.

* Die zur Wärmeversorgung erforderliche Hausanschluss- oder Fernwärmeübergabestation wird von envia THERM bereitgestellt, gewartet, instandgesetzt und betrieben. Sie verbleibt im Eigentum der envia THERM.



Ingenieurbüro Professor Dittmann
Beratung für Energie- und Umwelttechnik

**Bescheinigung über die energetische Bewertung nach
FW 309 - Teile 1 & 7 - für das
Fernwärmesystem Plauen
der
envia THERM GmbH**

Das Ingenieurbüro Professor Dittmann bescheinigt im Auftrag des Betreibers auf der Grundlage der im Zertifizierungsbericht ¹⁾ genannten Daten und nach Prüfung durch einen f_p-Gutachter folgende Kennzahlen:

Primärenergiefaktor nach FW 309-1:2021: (§22 Absatz 2 GEG)	0,70
Emissionsfaktor nach FW 309-1:2021: (Anlage 9 GEG)	180 g/kWh
Anteil der durch KWK erzeugte Wärme gesamt:	89,3%
- davon regenerativ erzeugte Wärme:	5,2%

Basis: Messwerte 2018-2020

Prof. Dr.-Ing. habil. Achim Dittmann
Ingenieurbüro Professor Dittmann

Prof. Dr.-Ing. Lutz Dittmann
f_p-Gutachter Nr.: FW 609-009

gültig bis: 28.09.2031
ausgestellt am: 29.09.2021

¹⁾ Ermittlung des Primärenergiefaktors und des Emissionsfaktors für das Fernwärmeversorgungssystem Plauen

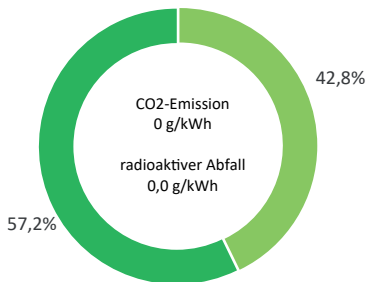
Anlage 8

Stromkennzeichnung Stadtwerke Strom Plauen 2021

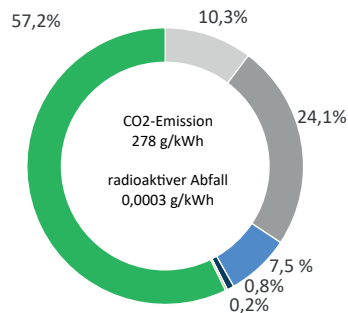
Wissenswertes zur Stromzusammensetzung der Stadtwerke Strom Plauen

Stromkennzeichnung im Jahr 2021 gemäß § 42 EnWG

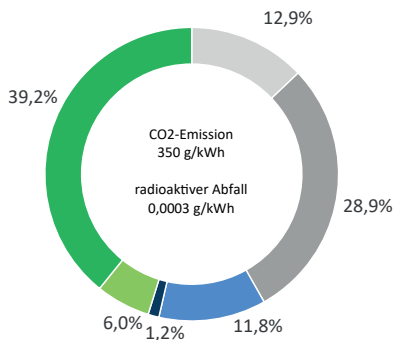
Unsere Stromlieferung für Ökostromprodukte



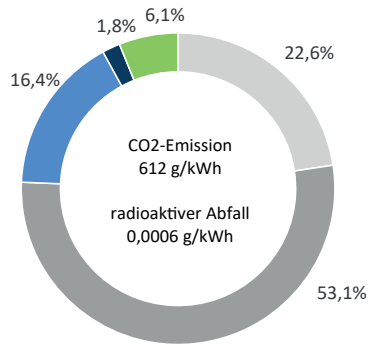
Unsere Gesamtstromlieferung abzüglich produktspezifischer Zusammensetzungen (Residualmix)



Zum Vergleich: Stromerzeugung in Deutschland



Unser Gesamtenergieträgermix (ohne Anteil Erneuerbare Energien, finanziert aus der EEG-Umlage)



- sonstige erneuerbare Energien
- erneuerbare Energien, finanziert aus der EEG Umlage

- Kohle
- Kernkraft
- Erdgas
- sonstige fossile Energieträger