Abschlussbericht Gesamtenergiekonzept für ausgewählte Liegenschaften des Studentenwerk Oberfranken

STUDENTEN WERK

Abschlussbericht Gesamtenergiekonzept für ausgewählte Liegenschaften des Studentenwerk Oberfranken

Auftraggeber:
Studentenwerk Oberfranken
Universitätsstraße 30
95447 Bayreuth

Auftragnehmer:
Institut für Energietechnik IfE GmbH
an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden
Kaiser-Wilhelm-Ring 23
92224 Amberg

Bearbeitungszeitraum:
Januar 2016 – Januar 2018

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis **4**

Tabellenverzeichnis **6**

1 Einleitung **7**

2 Betrachtete Liegenschaften **8**

3 Beschreibung der Liegenschaften **9**

3.1 Eisberg Wohnheim 9
3.2 Wohnheim Fischerberg 18
3.3 Wohnheim Postkeller 21
3.4 Wohnheim Adolf Kolping 25
3.5 Internationale Wohnanlage 29
3.6 Wohnheim Frankengut 33
3.7 Wohnheim am Kreuzstein 37
3.8 Wohnheim Birken 42
3.9 Haus Vesteblick 47
3.10 Haus Sachsen 53
3.11 Haus Coburg 57
3.12 Haus Gotha 2 62
3.13 Wohnheim am Saalepark 66
3.14 Haus Waldstein 71

4 Zusammenfassung der Verbräuche und Kennwerte **76**

5 Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung **83**

5.1 Übergeordnete Maßnahmen 83
5.2 Maßnahmen an Blockheizkraftwerken 97
5.3 Maßnahmen an Heizungsverteilungen 100
5.4 Maßnahmen an Beleuchtung 104
5.5 Konzeptbetrachtungen 107
5.6 Maßnahmen an Lüftungsanlagen 105

6 Fazit **117**

7 Ausblick **117**

8 Anhang **118**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftaufnahme Universität Bayreuth [Quelle: http://geoportal.bayern.de/bayernatlas/] 7
Abbildung 2: Eisberg Wohnheim 9
Abbildung 3: Spezifische Verbräuche Eisberg 11
Abbildung 4: Wärmebereitstellung Eisberg 12
Abbildung 5: Wärmeverteilung Eisberg 13
Abbildung 6: Brauchwasserbereitstellung Altbau 14
Abbildung 7: Zentrale Lüftungsanlage Eisberg 15
Abbildung 8: PV-Fassadenanlage Eisberg 16
Abbildung 9: Elektrischer Lastgang Eisberg 2016 17
Abbildung 10: Wohnheim Fischerberg 18
Abbildung 11: Spezifische Verbräuche Fischerberg 20
Abbildung 12: Wohnheim Postkeller 21
Abbildung 13: Spezifische Verbräuche Postkeller 23
Abbildung 14: Adolf Kolping Wohnheim 25
Abbildung 15: Spezifische Verbräuche Adolf Kolping 27
Abbildung 16: Internationale Wohnanlage 29
Abbildung 17: Spezifische Verbräuche Internationale Wohnanlage 31
Abbildung 18: Wohnheim Frankengut 33
Abbildung 19: Spezifische Verbräuche Frankengut 35
Abbildung 20: Elektrischer Lastgang Frankengut 2016 37
Abbildung 21: Kreuzstein Wohnheim 38
Abbildung 22: Spezifischen Verbräuche Internationale Wohnanlage 40
Abbildung 23: Elektrischer Lastgang Kreutzstein 2016 42
Abbildung 24: Wohnheim Birken 43
Abbildung 25: Spezifische Verbräuche Kreuzstein 45
Abbildung 26: Elektrischer Lastgang Birken I 2016 47
Abbildung 27: Elektrischer Lastgang Birken 2 2016 48
Abbildung 28: Wohnheim Vesteblick 49
Abbildung 29: Spezifischer Verbrauch Vesteblick 51
Abbildung 30: Wohnheim Sachsen 53
Abbildung 31: Spezifische Verbräuche Haus Sachsen 55
Abbildung 32: Elektrischer Lastgang Haus Sachsen 2016 57
Abbildung 33: Wohnheim Haus Coburg 58
Abbildung 34: Spezifische Verbräuche Haus Coburg 60
Abbildung 35: Wohnheim Gotha 2 62

Abbildung 36: Spezifische Verbräuche Gotha 2 64
Abbildung 37: Elektrischer Lastgang Gatha II 2016 66
Abbildung 38: Wohnheim Saalepark....67
Abbildung 39: Spezifische Verbräuche Saalepark 69
Abbildung 40: Elektrischer Lastgang Saalepark 2016....71
Abbildung 41: Haus Waldstein....72
Abbildung 42: Spezifischer Verbrauch Saalepark 74
Abbildung 43: Kohlendioxidemissionen Wohnheime gesamt 76
Abbildung 44: Spezifische Stromverbräuche pro Wohnplatz und Jahr 77
Abbildung 45: Spezifische Gasverbräuche pro Wohnplatz und Jahr....78
Abbildung 46: Spezifischer Gasverbrauch zu Nettogrundfläche pro Wohnplatz....79
Abbildung 47: Spezifischer Stromverbrauch zu Nettogrundfläche pro Wohnplatz....80
Abbildung 48: Prozentuale Anteile Gesamtstromverbrauch....81
Abbildung 49: Prozentuale Anteile Gesamtgasverbrauch 82
Abbildung 50: Thermographieaufnahme 1 Thüringer Straße 85
Abbildung 51: Thermographieaufnahme 4 Thüringer Straße 86
Abbildung 52: Thermographieaufnahme 5 Thüringer Straße 86
Abbildung 53: Prozentuale Anteile der verbauten Leuchtmittel 87
Abbildung 54: Vergleich der Beleuchtungsleistung Haus Sachsen 88
Abbildung 55: Poster Energieeinsparung 89
Abbildung 56: Merkblatt Energieeinsparung Vorderseite 90
Abbildung 57: Merkblatt Energieeinsparung Rückseite....91
Abbildung 58: Aushang Energieausweis Kreuzstein 93
Abbildung 59: Vergleich spezifische Erträge PV-Anlagen....94
Abbildung 60: Luftaufnahme Kreuzstein 95
Abbildung 61: Delamination PV Module Kreuzstein 95
Abbildung 62: Monatlicher spezifischer Ertrag PV Anlagen Kreuzstein....96
Abbildung 63: Verlauf thermische Leistung BHKW Postkeller 98
Abbildung 64: Monatlicher Gasverbrauch BHKW Postkeller 98
Abbildung 65: Vergleich Betriebsstunden zu Starts BHKW Postkeller 99
Abbildung 66: Ist-Zustand Anlagentechnik....100
Abbildung 67: Diagramm Zirkulationsverluste Fernwärmeleitung 102
Abbildung 68: Diagramm Brauchwasser- und Zirkulationsleistung 103
Abbildung 69: Beleuchtungsstärkemesskopf Firma Ahlborn 104
Abbildung 70: Lampengeometrie Wohnraumleuchte 104
Abbildung 71: Heizkreis Lüftungsanlage....105
Abbildung 72: Regelung Heizkreise....106
Abbildung 73: Regelung Saaltemperatur 106

Abbildung 74: Regelungstechnik Lüftungsanlage Eisberg 107
Abbildung 75: Display Lüftungsanlage Eisberg.....107
Abbildung 76: Thermische Jahresdauerlinie Eisberg Wohnheim 108
Abbildung 77: Elektrische Jahresdauerlinie Eisberg 109
Abbildung 78: Ist-Zustand Dachheizzentrale Frankengut.....110
Abbildung 79: Aufständerung Kaskadenanlage 111
Abbildung 80: Abmessungen Kaskadenanlage 111
Abbildung 81: Kesselkombination zweimal 250 kW 112
Abbildung 82: Abmessungen Kesselkombination zweimal 250 kW 112
Abbildung 83: Kessel 480 kW.....113
Abbildung 84: Kessel 480 kW.....113
Abbildung 85: Ist-Zustand Kesselhaus Kreuzstein.....114
Abbildung 86: Thermische Jahresdauerlinie Kreuzstein 115
Abbildung 87: Luftaufnahme Frankengutstraße.....116

Tabellenverzeichnis

1 Einleitung

Das Studentenwerk Oberfranken ist das zuständige Studentenwerk für die Universität Bayreuth, die Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, die Hochschule Coburg, die Hochschule Hof und die Hochschule für evangelische Kirchenmusik Bayreuth.

Für die Liegenschaften des 1978 gegründeten Studentenwerkes Oberfranken, wurde im Rahmen eines Gesamtenergiekonzeptes der Gebäudebestand und der energetische Ist-Zustand der Liegenschaften erfasst und anschließend bewertet. Mithilfe der aufgenommenen Daten konnten für jede Liegenschaft die spezifischen Energieverbrauchskennwerte gebildet werden. Darauf aufbauend wurden verschiedene Maßnahmen der Energieeinsparung und der Energieeffizienzsteigerung untersucht. Für alle erarbeiteten Maßnahmen wurde eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt.

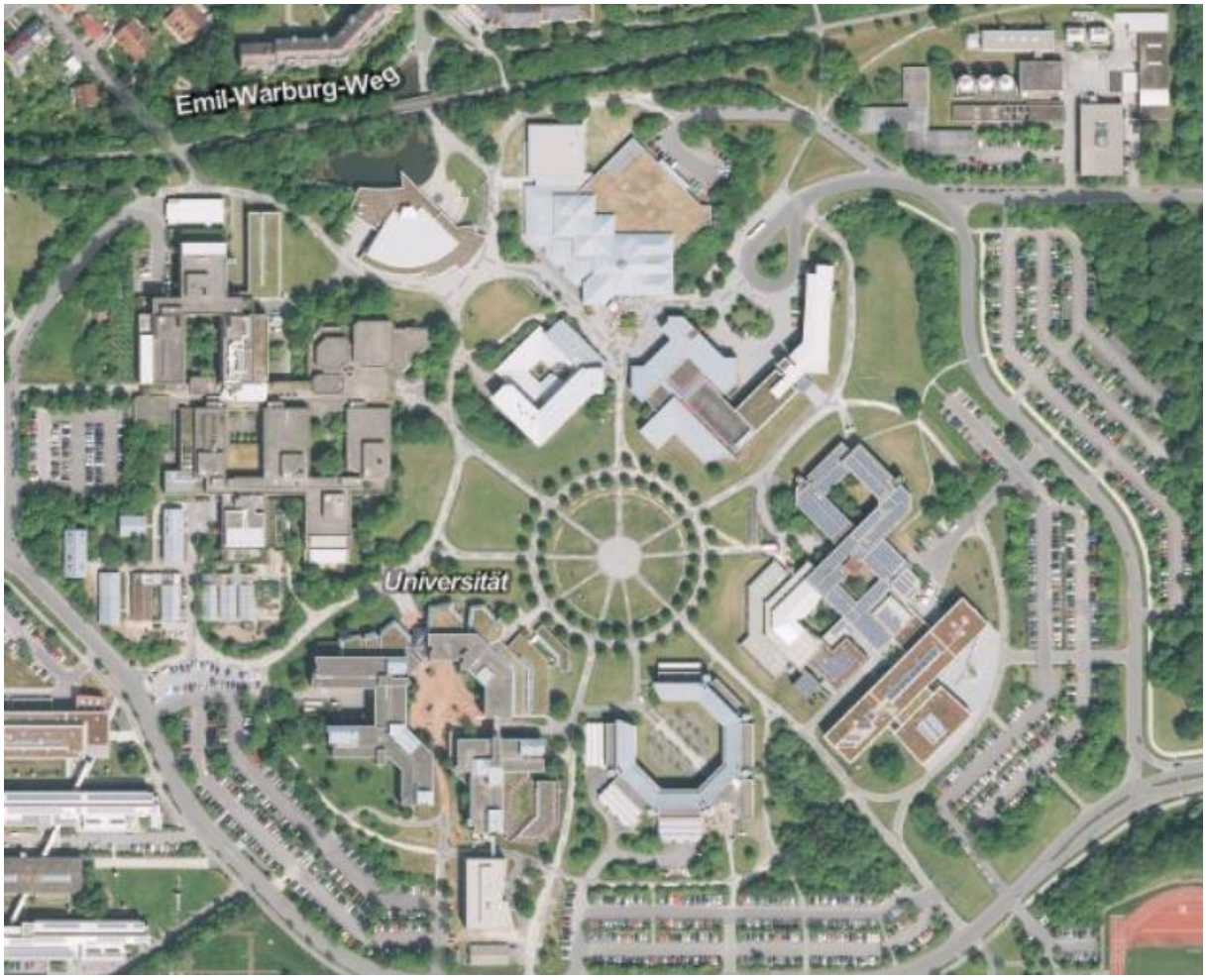


Abbildung 1: Luftaufnahme Universität Bayreuth [Quelle: http://geoportal.bayern.de/bayernatlas/]

2 Betrachtete Liegenschaften

Im Rahmen des Gesamtenergiekonzepts wurden im Zeitraum Oktober 2015 – Januar 2018 wurden folgende Liegenschaften betrachtet:

- Adolph Kolping Bayreuth in Bayreuth (Kolpingstr. 5)
- Internationale Wohnanlage in Bayreuth (Bussardweg 39 - 43)
- Wohnanlage Frankengut in Bayreuth (Frankengutstr. 12 - 18)
- Wohnanlage Am Kreuzstein in Bayreuth (Frankengutstr. 1 - 11)
- Wohnanlage Birken in Bayreuth (Frankengutstr. 2 – 4c)
- Wohnanlage Birken in Bayreuth (Frankengutstr. 6a & 6b)
- Wohnheim Haus Sachsen in Coburg (Thüringerstr. 4)
- Wohnheim Haus Coburg/Haus Vesteblick in Coburg (Thüringerstr. 4a)
- Wohnheim Haus Gotha 1 in Coburg (Thüringerstr. 4b)
- Wohnheim Haus Gotha 2 in Coburg (Thüringerstr. 4c)
- Wohnanlage Am Saalepark in Hof (Fabrikzeile 26)
- Wohnanlage Eisberg in Amberg (Heiner-Fleischmann-Str. 1)
- Wohnanlage Fischerberg in Weiden (Stresemannstr. 21)
- Wohnheim Am Postkessel in Weiden (Schirmitzer Weg 2a)
- Wohnheim Haus Waldstein in Münchberg (Hoferstr. 26)

3 Beschreibung der Liegenschaften

Allgemeiner Hinweis: Die Beschreibung der Liegenschaften konzentriert sich auf die vorhandenen Rahmenbedingungen und die verbaute Technik, sowie die spezifischen Verbrauchsdaten. Die absoluten Verbrauchszahlen werden in Kapitel 4 zusammenfassend, vergleichend betrachtet, bzw. können den angehängten individuellen Steckbriefen im Detail entnommen werden.

3.1 Eisberg Wohnheim

Das im Jahr 2006 erbaute Wohnheim umfasst 107 Wohnplätze auf 3.359 m².

Abbildung 2: Eisberg Wohnheim

3.1.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst für beide Gebäude eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler Kita, Stromzähler PV, Stromzähler BHKW und Gaszähler gesamt.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt. Der Stromzähler für die Erfassung des gesamten Stromverbrauchs der beiden Bauabschnitte kann nicht vom Hausmeister erfasst werden. Diese Verbräuche werden vom

Stromlieferanten direkt an das Studentenwerk gesendet und müssen nachträglich ergänzt werden.

3.1.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte Netto-Grundfläche des Wohnheimes beträgt 3.359 m^2. Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.1.3 Spezifischer Energiebedarf

Wärme: Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 103 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 24 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

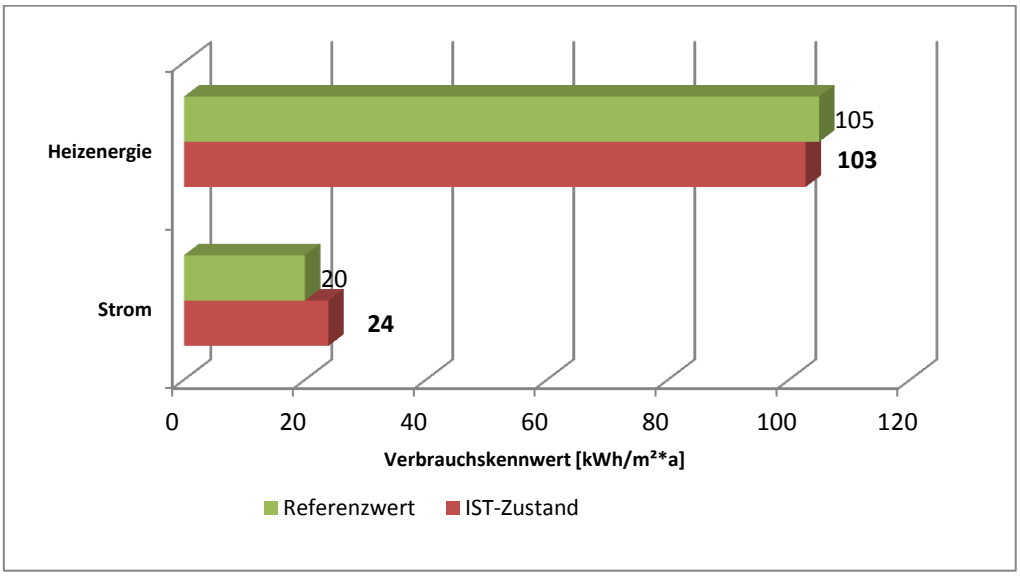


Abbildung 3: Spezifische Verbräuche Eisberg

Die spezifischen Verbräuche des Wohnheims liegen relativ nahe an denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als durchschnittlich gewertet.

3.1.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Im Eisberg Wohnheim werden beide Bauabschnitte aus einer Heizzentrale versorgt. Diese Zentrale befindet sich im Altbau. Über eine im Erdreich verlegte Fernwärmeleitung wird der Neubau mit Wärme versorgt. Die Grundlast der Liegenschaft wird über ein Pflanzenöl BHKW der Firma KW-Energie gedeckt. Das Aggregat aus dem Jahr 2005 verfügt über eine thermische Leistung von 44 kW und wird mit Rapsöl betrieben. Die elektrische Leistung des Aggregats beläuft sich auf 25 kW. Das BHKW ist über drei 1.000 Liter Pufferspeicher in das Heizungsnetz mit eingebunden. Der Brennstoff wird in einem 47.250 l großen keilförmigen Tank gelagert. Aufgrund eines Motorschadens wurde das Triebwerk bereits gegen ein neues ersetzt. Ein weiterer Schaden kam durch einen defekten Generator zu Stande.

Abbildung 4: Wärmebereitstellung Eisberg

Bei dem verbauten Gaskessel handelt es sich um ein Gasgerät der Art B23 (Raumluftabhängig mit Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Buderus mit der Bezeichnung Logano Plus SB 615. Der Brennwertkessel hat Systemtemperaturen von 75/60°C, eine Nennwärmeleistung von 218,9 kW und die maximale Feuerungswärmeleistung beläuft sich auf 224,4 kW. Die in der Messbescheinigung des zuständigen Kaminkehrer Meisters angegebenen Kesseldaten stimmen nicht mit der Anlage überein. Die Regelung der Anlage befand sich bei allen vorgenommenen Vor-Ort-Besuchen auf manueller Einstellung. In diesem Betriebsmodus werden durch die Regelung keinerlei Tages- oder Nachtzeiten für eine Absenkung der Vorlauftemperatur berücksichtigt. Der Kessel wird mit einem Weishaupt Gasbrenner mit der Bezeichnung WG 30N/1-C ZM-LN befeuert. Der Gasgebläsebrenner arbeitet modulierend und ist in der „Low Nox“ Ausführung verbaut.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an vier verschiedene Heizkreise (Heizkörper, Neubau, Brauchwasser-Altbau, RLT) verteilt. Alle vier Umwälzpumpen sind vom Hersteller Grundfos. Allerdings sind nur die Pumpen der Heizkreise für Neubau und Heizkörper differenzdruckgeregelt. Die beiden stufig geregelten Pumpen befinden sich auf der zweiten Betriebsstufe. Die über die Fernwärmeleitung versorgte Unterverteilung im Neubau gliedert den Wärmestrom wiederum in drei Heizkreise (Fußbodenheizung, Brauchwasser-Neubau, Heizkörper) auf. Eine zusätzliche Regelung steuert hier die Umwälzpumpen und Mischer der einzelnen Unterkreise. Die Regelung befindet sich für alle Unterkreise im Automatikmodus. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. In der Kindertagestätte kommt zusätzlich eine Fußbodenheizung zum Einsatz. Ein hydraulischer Abgleich wurde weder im Altbau noch im Neubau vorgenommen, obwohl alle Heizkörper bereits mit voreinstellbaren Ventilen ausgestattet wurden. Die Fernwärmeleitung zum Neubau wurde nicht durch die Räumlichkeiten der Tiefgarage, sondern untertage im Erdreich verlegt.

Abbildung 5: Wärmeverteilung Eisberg

Das Brauchwasser wird über zwei separate Speicherorte in Alt- und Neubau bereitgestellt. Im Altbau versorgt ein eigener Heizkreis zwei über Plattenwärmetauscher gespeiste Brauchwasserspeicher mit jeweils 750 l. Die Zirkulation der Brauchwasserleitungen wird über eine stufig geregelte Zirkulationspumpe der Firma Wilo sichergestellt. Die Pumpe wird in der dritten Stufe mit einer Leistung von 99 W betrieben. Der Plattenwärmetauscher wird trinkwasserseitig mit einer stufig geregelten Pumpe der Firma Grundfos in der dritten Stufe mit 70 W gespeist.

Abbildung 6: Brauchwasserbereitstellung Altbau

Das Brauchwasser des Neubaus wird über einen, durch die Fernleitung gespeisten Plattenwärmetauscher erwärmt. Die Übergabestation der Firma Delta Tec verfügt über eine Leistung von 100 kW. Die Zirkulation der Fernwärmeleitung muss auch in den Sommermonaten aufrechterhalten werden, um eine Bereitstellung des Brauchwassers zu garantieren.

3.1.5 Lüftungstechnik

Im Untergeschoss der Wohnanlage befindet sich eine Zentrale Lüftungsanlage die zur Be- und Entlüftung sämtlicher Wohnräume des Altbaus dient. Die Anlage fährt mit einem maximalen Volumenstrom von 3.600 m³/h. Über 11 Schächte werden die 3 Stockwerke des Altbaus aktiv belüftet. Die RLT verfügt über Wärmerückgewinnung und ein Heizregister mit 14 kW thermischer Leistung. Die Ventilatoren haben eine Leistungsaufnahme von 1,1 kW in der Abluft- und 3,45 kW in der Zuluftausführung. Die Klappe zum Variieren des Volumenstromes ist laut Aussage des Hausmeisters defekt. Die WG-Küchen werden mittels dezentraler Rohrventilatoren der Firma Helios über 16 Kanäle mit jeweils 360 m³/h entlüftet. Die Absaugungen verfügen über Fettfilter und Kaltrauchsperren. Die Nebenräume (Tankraum, Waschen, Putzen, Müllraum) des Wohnheims werden über zwei Stränge mit Rohrventilatoren der Firma System Air mit einem Volumenstrom von 600 m³/h bzw. 300 m³/h entlüftet. Die öffentlichen Toiletten im Erdgeschoss sind über einen separaten Abluftkanal mit 240 m³/h dezentral entlüftet. Die Betriebszeiten aller Lüftungsanlagen werden vom Hausmeister hinterlegt.

Abbildung 7: Zentrale Lüftungsanlage Eisberg

3.1.6 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird ausschließlich durch Kompaktleuchtstoffröhren (KLR) der Leistungsklassen 9, 10, 13, 18, 24, 32, 42 W gewährleistet. Ein Standardzimmer besitzt folgende Bestückung:

- Wohnen 2x 18 W KLR
- Schrank 2x 20 W Halogen Reflektorlampen
- Küchenzeile 1x 30 W Leuchtstoffröhre
- Bad 1x 24W KLR

Bei der Beleuchtung der Kellerräume kommen Leuchtstoffröhren mit einer Leistung von 56 W zum Einsatz. Die Tiefgarage wird ebenfalls mit Leuchtstoffröhren einer Leistungsklasse von 56 W ausgeleuchtet. Die Notfallbeschilderung ist mit Minileuchtstoffröhren mit einer Leistung von 8 W bestückt. Die Gänge sind teilweise mit Bewegungsmeldern ausgestattet. Die Beleuchtung der Außenbereiche wird über Leuchtpoller und Wandleuchten gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.1.7 Energieerzeugungsanlagen

Auf und an dem Gebäude sind zwei Photovoltaikanlagen (PV) installiert. Die Anlage auf dem Dach verfügt über eine Leistung von 31,3 kWp. Die Anlage brachte einen ungefähren

spezifischen Ertrag von 850 kWh/kWp*a. Die PV-Fassadenanlage verfügt über eine Leistung von 3,7 kW. Die Anlage brachte einen ungefähren spezifischen Ertrag von 672 kWh/kWp*a.

Abbildung 8: PV-Fassadenanlage Eisberg

3.1.8 Lastganganalyse

Der elektrische Energieverbrauch wird in einer Leistungsmessung vom Stromlieferanten aufgezeichnet und wurde im Zuge des Gesamtenergiekonzeptes ausgewertet.

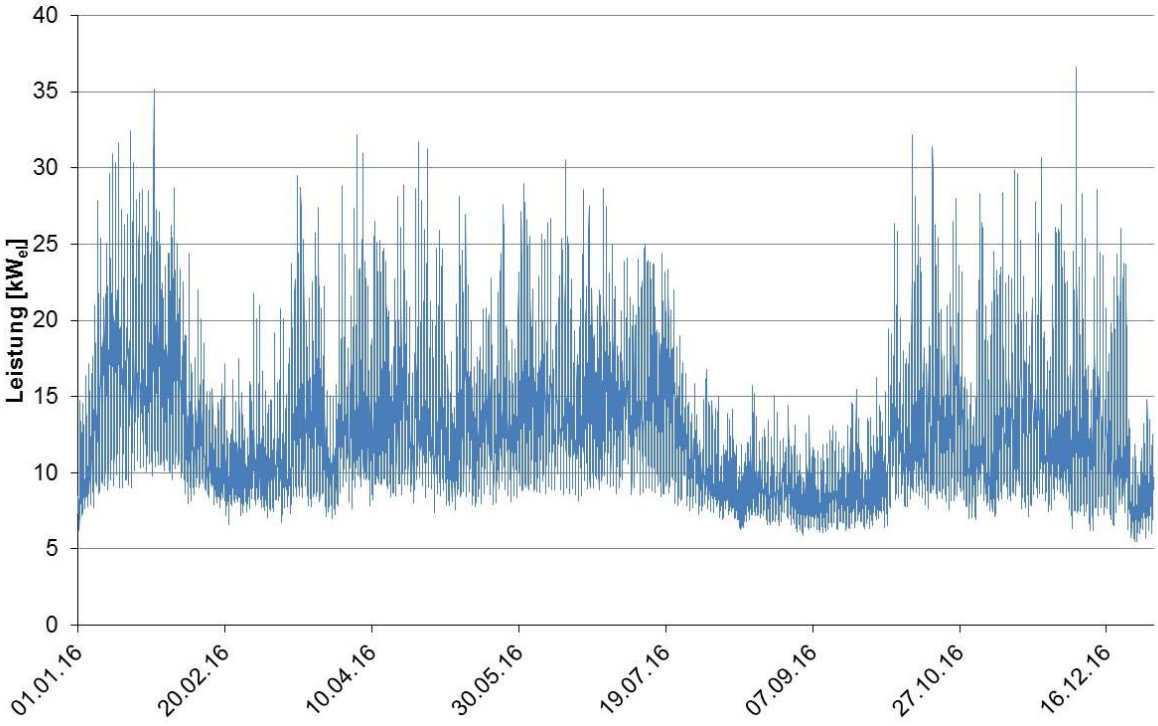


Abbildung 9: Elektrischer Lastgang Eisberg 2016

Der Lastgang weist keine charakteristischen Abweichungen auf; der niedrige Verbrauch im Februar/März und im Sommer ist auf die vorlesungsfreie Zeit zurückzuführen.

3.2 Wohnheim Fischerberg

Das im Jahr 2008 erbaute Wohnheim umfasst 60 Wohnplätze auf 2.117 m².

Abbildung 10: Wohnheim Fischerberg

3.2.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler, Gaszähler und Wasserzähler.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt. Die Daten werden außerdem in einer Excel Tabelle monatlich erfasst.

3.2.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte Netto-Grundfläche des Wohnheimes beträgt 2.117 m^2. Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.2.3 Spezifischer Energiebedarf

<u>Wärme:</u> Der mittlere spezifische Wärmebedarf. errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2014, beläuft sich auf einen Wert von 68 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des

Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2014-2016 beläuft sich auf einen Wert von 20 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

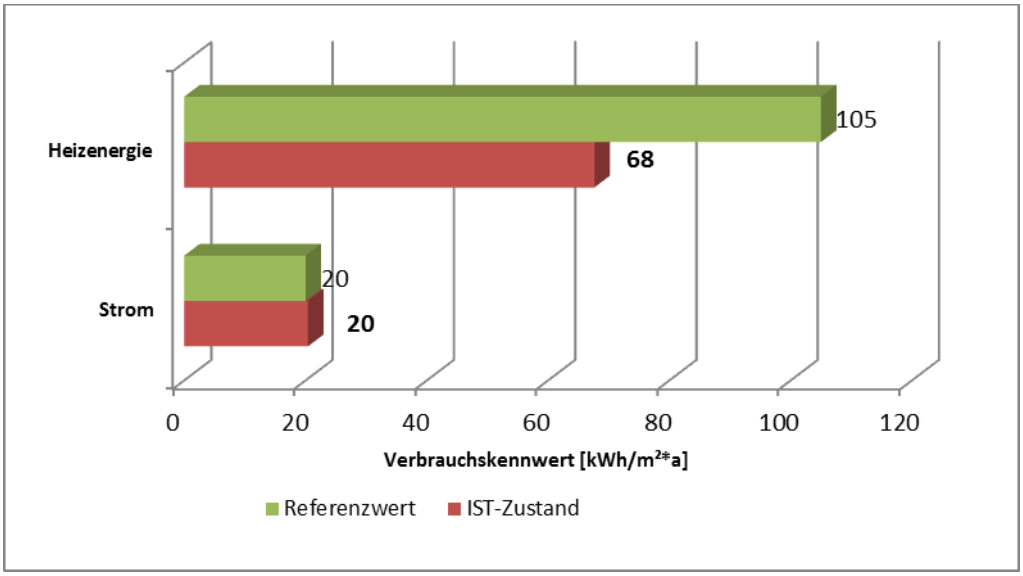


Abbildung 11: Spezifische Verbräuche Fischerberg

Die spezifischen Stromverbräuche des Wohnheims liegen relativ nahe an denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Die spezifischen Werte der Heizenergie liegen dagegen weit unter dem Vergleichswert. Dies ist zum einen durch eine moderne Brennwertheizung sowie eines bereits durchgeführten hydraulischen Abgleichs zu erklären. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als durchschnittlich gewertet.

3.2.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Bei dem verbauten Gaskessel handelt es sich um ein Gasgerät der Art B23 (Raumluftabhängig mit Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Viessmann, mit der Bezeichnung CM3. Der Brennwertkessel hat bei einer Systemtemperatur von 50/30°C eine Nennwärmeleistung von 115 kW und die maximale Feuerungswärmeleistung beläuft sich auf 108 kW.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an zwei verschiedene Heizkreise (Heizkörper, Brauchwasser) verteilt. Beide Umwälzpumpen sind vom Hersteller Wilo und differenzdruckgeregelt. Das Verteilungssystem ist hydraulisch abgeglichen.

3.2.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird ausschließlich durch Leuchtstoffröhren (LR) und Kompaktleuchtstoffröhren (KLR) verschiedener

Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.3 Wohnheim Postkeller

Das im Jahr 2011 erbaute Wohnheim umfasst 105 Wohnplätze auf 3.843 m².

Abbildung 12: Wohnheim Postkeller

3.3.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler, Gaszähler, Gaszähler BHKW und Wasserzähler.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt. Die Daten werden außerdem in einer Excel Tabelle monatlich erfasst.

3.3.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte Netto-Grundfläche des Wohnheimes beträgt 3.843 m^2. Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.3.3 Spezifischer Energiebedarf

Wärme: Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 118 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle, weiteren im Bericht, verwendeten Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 35 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

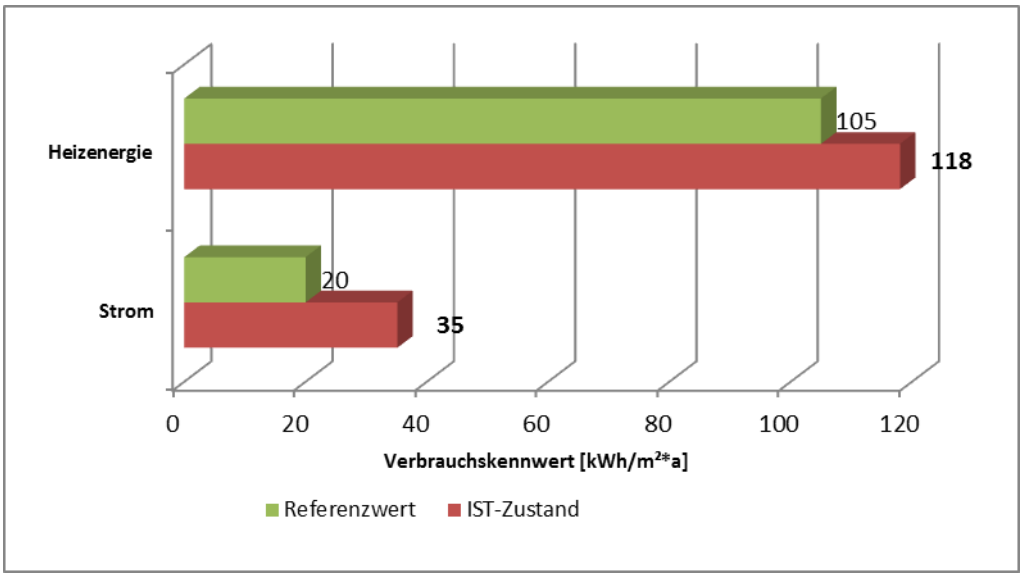


Abbildung 13: Spezifische Verbräuche Postkeller

Die spezifischen Stromverbräuche des Wohnheims liegen relativ weit über denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Die spezifischen Werte der Heizenergie liegen dagegen näher am Vergleichswert. Dies ist zum einen durch eine moderne Brennwertheizung sowie eines bereits durchgeführten hydraulischen Abgleichs zu erklären. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als unterdurchschnittlich gewertet.

3.3.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Im Heizraum des Gaskessels ist ebenfalls ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk der Firma Viessmann vom Typ Vitoblock 200 aus dem Jahr 2012 verbaut, welches zur Grundlastdeckung mit installiert wurde. Das Aggregat verfügt über eine elektrische Leistung von 20 kW und stellt 39 kW thermische Leistung zur Verfügung. Das BHKW ist über zwei 1.450 Liter Pufferspeicher in das Heizungsnetz mit eingebunden.

Bei dem verbauten Gaskessel handelt es sich um ein Gasgerät der Art B23 (Raumluftabhängig mit Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Viessmann mit der Bezeichnung CM2. Der Brennwertkessel hat bei einer Systemtemperatur von 50/30°C eine Nennwärmeleistung von 246 kW und die maximale Feuerungswärmeleistung beläuft sich auf 232 kW.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an drei verschiedene Heizkreise (Haus 1-3-4, Haus 2, Brauchwasser) verteilt. Alle drei Umwälzpumpen sind vom Hersteller Grundfos und differenzdruckgeregelt. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. Ein hydraulischer Abgleich wurde bereits vorgenommen. Die Fernwärmeleitung wurde untertage im Erdreich verlegt.

3.3.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Leuchtstoffröhren (LR) und Kompaktleuchtstoffröhren (KLR) verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.4 Wohnheim Adolf Kolping

Das im Jahr 2010 zum Wohnheim umgebaute Hotel umfasst 41 Wohnplätze auf 785 m².

Abbildung 14: Adolf Kolping Wohnheim

3.4.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler, Stromzähler Saal und. Gaszähler

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.4.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte Netto-Grundfläche des Wohnheimes beträgt 1.010 m^2. Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.4.3 Spezifischer Energiebedarf

<u>Wärme:</u> Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 218 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt,

Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 50 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

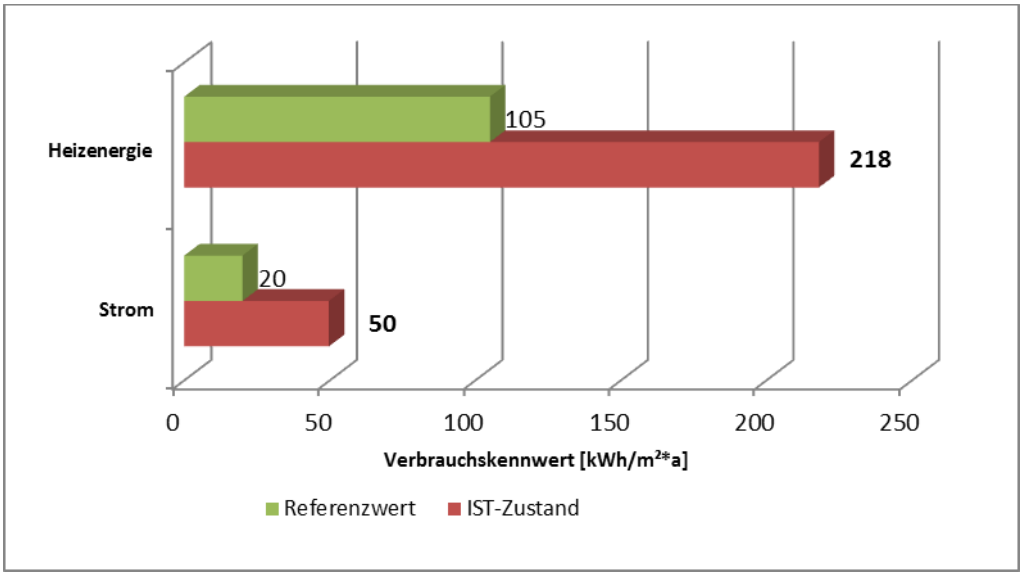


Abbildung 15: Spezifische Verbräuche Adolf Kolping

Die spezifischen Strom- und Heizenergieverbräuche des Wohnheims liegen relativ weit über denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Dies ist zum einen durch eine veraltete Lüftungsanlage sowie der Beheizung der relativ großen Säle geschuldet. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes schwierig zu bewerten.

3.4.4 Heizungstechnik und Wärmeverteilung

Bei dem verbauten Gaskessel handelt es sich um ein Gasgerät der Art B23 (Raumluftabhängig mit Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Viessmann mit der Bezeichnung CM2. Der Brennwertkessel hat bei einer Systemtemperatur von 50/30°C eine Nennwärmeleistung von 246 kW und die maximale Feuerungswärmeleistung beläuft sich auf 232 kW.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an fünf verschiedene Heizkreise (Wohnheim, Brauchwasser, Saal, Lüftung Saal, Kita) verteilt. Alle fünf Umwälzpumpen sind vom Hersteller Wilo und differenzdruckgeregelt. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht vorgenommen.

3.4.5 Lüftungstechnik

Im Untergeschoss der Wohnanlage befinden sich zwei zentrale Lüftungsanlagen, die zur Be- und Entlüftung sowie der Beheizung der Säle dienen. Die Anlagen fahren mit einem maximalen Volumenstrom von 8.500 m³/h bzw. 4.500 m³/h. Die RLT verfügen über Heizregister mit 107 kW bzw. 64 kW thermischer Leistung. Beide Lüftungsanlagen sind im Jahr 1988 erstellt worden.

3.4.6 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Halogenleuchtmittel und Kompaktleuchtstoffröhren (KLR) verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.5 Internationale Wohnanlage

Das im Jahr 1977 erbaute Wohnheim umfasst 234 Wohnplätze auf 4.444 m².

Abbildung 16: Internationale Wohnanlage

3.5.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler, Stromzähler PV und Gaszähler.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.5.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte Netto-Grundfläche des Wohnheimes beträgt 4.444 m^2. Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.5.3 Spezifischer Energiebedarf

<u>Wärme:</u> Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 188 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt,

Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 17 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

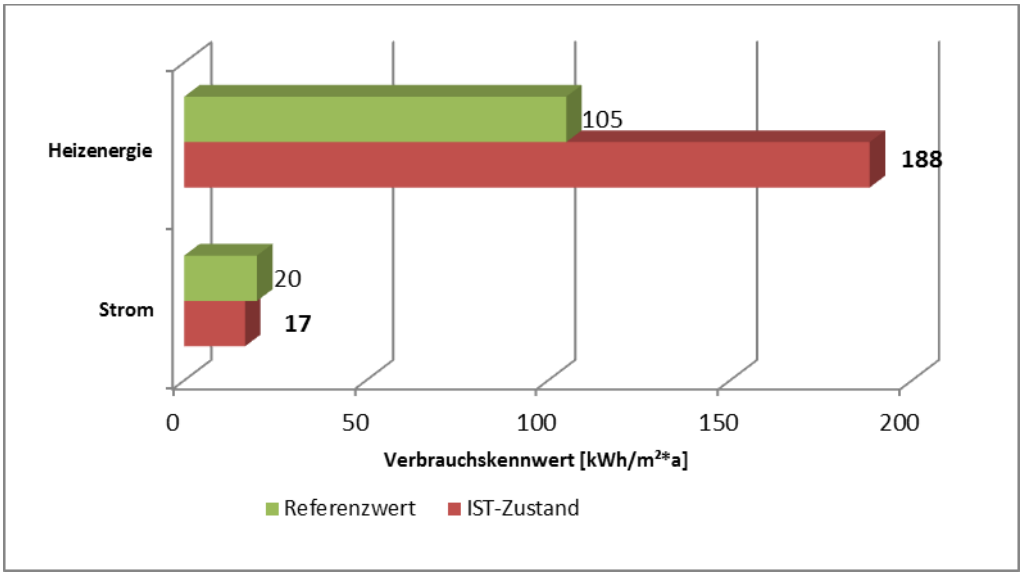


Abbildung 17: Spezifische Verbräuche Internationale Wohnanlage

Die spezifischen Stromverbräuche des Wohnheims liegen relativ nahe an denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Die spezifischen Werte der Heizenergie liegen dagegen weit über dem Vergleichswert. Dies kann zum einen durch die veraltete Heizungsanlage sowie eines fehlenden hydraulischen Abgleichs zustande kommen. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als durchschnittlich gewertet.

3.5.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Bei den verbauten Gaskesseln handelt es sich um ein Gasgerät der Art B23 (Raumluftabhängig mit Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Buderus mit der Bezeichnung GE 315. Die Heizwertwertkessel haben bei einer Systemtemperatur von 80/60°C eine Nennwärmeleistung von jeweils 200 kW.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an vier verschiedene Heizkreise (Wohnung, Brauchwasser, Heizkreis ohne Bezeichnung, Lüftung Kegelbahn) verteilt. Alle vier Umwälzpumpen sind vom Hersteller Grundfos ohne Differenzdruckregelung. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht vorgenommen.

3.5.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Halogenleuchtmittel und Kompaktleuchtstoffröhren (KLR) verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.5.6 Energieerzeugungsanlagen

Auf dem Gebäude sind zwei Photovoltaikanlagen (PV) installiert. Die Anlagen auf dem Dach verfügen über eine Leistung von 24/12 kWp und werden mit 45,7 cent/kWh vergütet. Die Anlagen brachten einen ungefähren spezifischen Ertrag von 750 kWh/kWp*a.

3.6 Wohnheim Frankengut

Das im Jahr 1986 erbaute Wohnheim umfasst 203 Wohnplätze auf 5.033 m².

Abbildung 18: Wohnheim Frankengut

3.6.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler und Gaszähler.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.6.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte Netto-Grundfläche des Wohnheimes beträgt 5.033 m^2. Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.6.3 Spezifischer Energiebedarf

<u>Wärme:</u> Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 158 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt,

Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 34 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

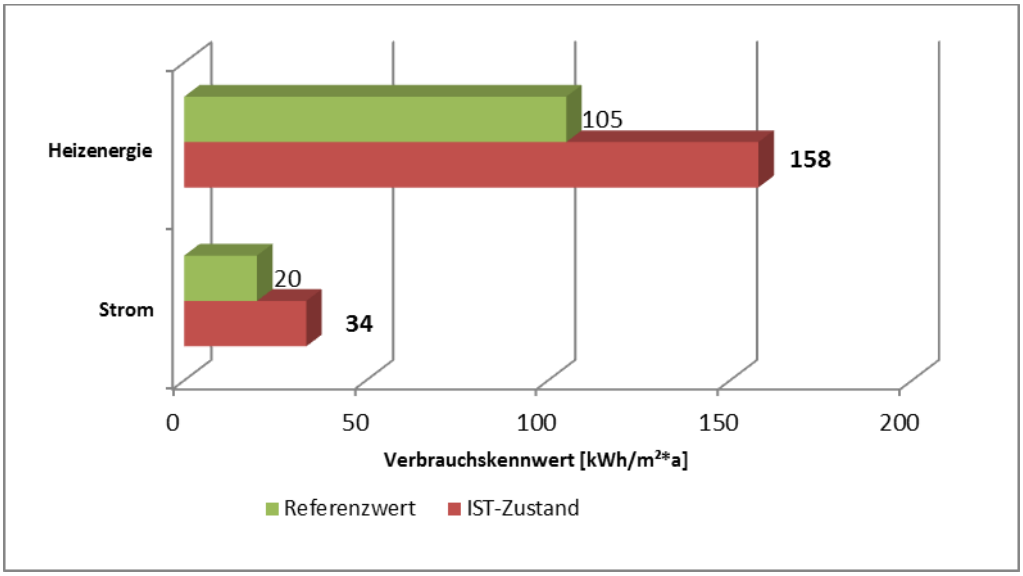


Abbildung 19: Spezifische Verbräuche Frankengut

Die spezifischen Strom- und Heizverbräuche des Wohnheims liegen weit über denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Dies kann zum einen durch die veraltete Heizungsanlage sowie durch ein nicht hydraulisch abgeglichenes System zu Stande kommen. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als unterdurchschnittlich gewertet.

3.6.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Bei dem verbauten Gaskessel handelt es sich um ein Gasgerät der Art B23 (Raumluftabhängig mit Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Buderus mit der Bezeichnung 304W/420-15. Der Heizwertkessel hat bei einer Systemtemperatur von 80/60°C eine Nennwärmeleistung von 488 kW und die maximale Feuerungswärmeleistung beläuft sich auf 533 kW.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an vier verschiedene Heizkreise (Heizkörper Wohnheim, Fußbodenheizung Sauna, Brauchwasser, Pufferspeicher) verteilt. Alle vier Umwälzpumpen sind vom Hersteller Wilo und differenzdruckgeregelt. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht vorgenommen.

3.6.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Halogenleuchtmittel und Kompaktleuchtstoffröhren (KLR) verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.6.6 Lastganganalyse

Der elektrische Energieverbrauch wird in einer Leistungsmessung vom Stromlieferanten aufgezeichnet und wurde im Zuge des Gesamtenergiekonzeptes ausgewertet.

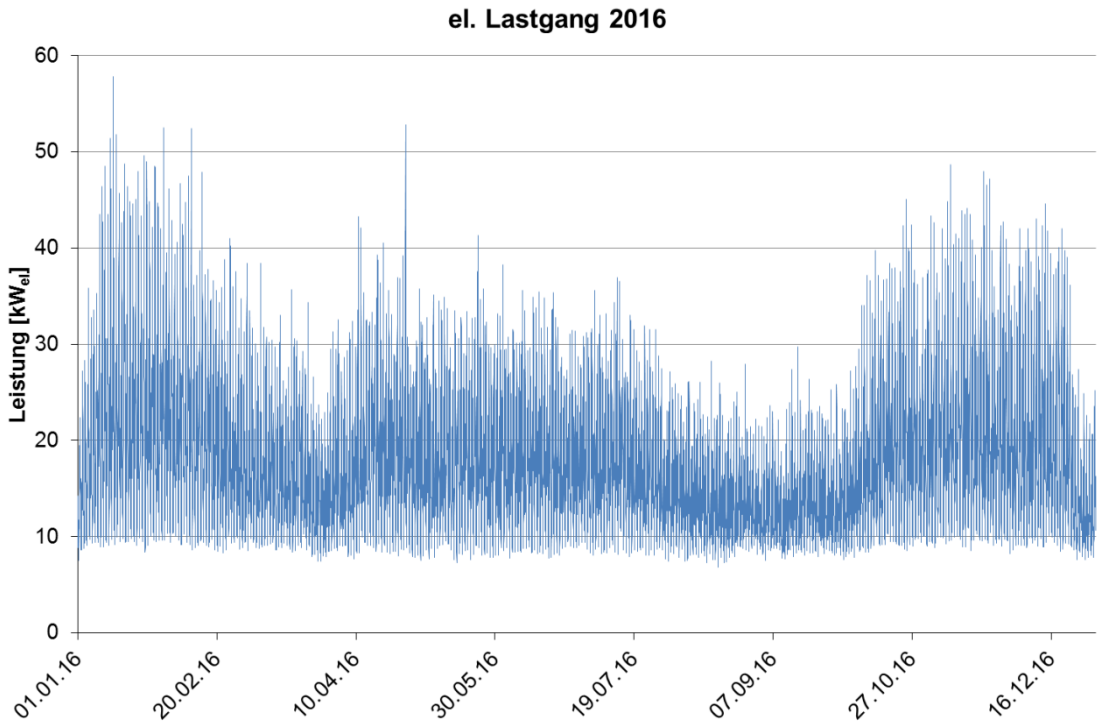


Abbildung 20: Elektrischer Lastgang Frankengut 2016

Der Lastgang weist keine charakteristischen Abweichungen auf; der niedrige Verbrauch im Februar/März und im Sommer ist auf die vorlesungsfreie Zeit zurückzuführen.

3.7 Wohnheim am Kreuzstein

Das im Jahr 1992 erbaute Wohnheim umfasst 290 Wohnplätze auf 5.430 m².

Abbildung 21: Kreuzstein Wohnheim

3.7.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler, Stromzähler PV und Gaszähler.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.7.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte Netto-Grundfläche des Wohnheimes beträgt 5.430 m^2. Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.7.3 Spezifischer Energiebedarf

<u>Wärme:</u> Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 208 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des

Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 46 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

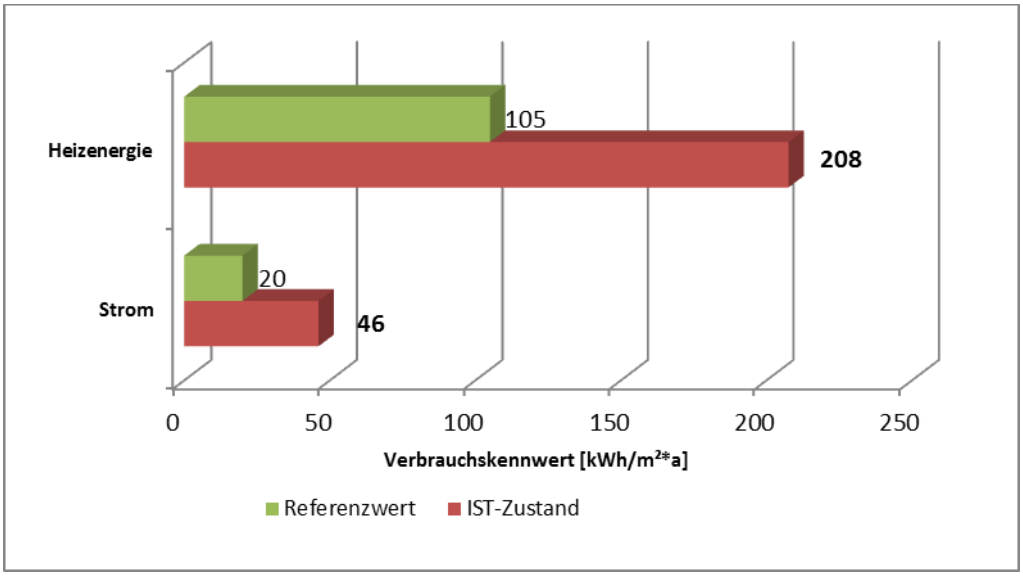


Abbildung 22: Spezifischen Verbräuche Internationale Wohnanlage

Die spezifischen Strom- und Heizverbräuche des Wohnheims liegen weit über denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Dies kann zum einen durch die veraltete Heizungsanlage sowie durch ein nicht hydraulisch abgeglichenes System zu Stande kommen. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als unterdurchschnittlich gewertet.

3.7.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Bei den verbauten Gaskesseln handelt es sich um Gasgeräte der Art B23 (Raumluftabhängig mit Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Buderus mit der Bezeichnung Lollar G 505. Die Heizwertkessel haben bei einer Systemtemperatur von 80/60°C eine Nennwärmeleistung von jeweils 275 kW und die maximale Feuerungswärmeleistung beläuft sich auf jeweils 298 kW.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an sechs verschiedene Heizkreise (Haus B/C/D, Boiler 1, Boiler 2, Boiler 3, Haus E/F) verteilt. Die ersten vier Umwälzpumpen der Aufgezählten Heizkreise sind vom Hersteller Grundfos und stufig geregelt. Die beiden übrigen Heizkreise werden mit differenzdruckgeregelten Pumpen der Firma Wilo gespeist. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht vorgenommen. Eine am Dach des Wohnheimes befindliche Solarthermie Anlage war zum Zeitpunkt der Begehung auf Grund eines Defekts nicht in Betrieb.

3.7.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Halogenleuchtmittel und Kompaktleuchtstoffröhren (KLR) verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.7.6 Energieerzeugungsanlagen

Auf dem Gebäude sind drei Photovoltaikanlagen (PV) installiert. Die Anlagen auf dem Dach verfügen über eine Leistung von 33/30/14 kWp. Die Anlagen brachten einen ungefähren spezifischen Ertrag von 255/519/386 kWh/kWp*a.

3.7.7 Lastganganalyse

Der elektrische Energieverbrauch wird in einer Leistungsmessung vom Stromlieferanten aufgezeichnet und wurde im Zuge des Gesamtenergiekonzeptes ausgewertet.

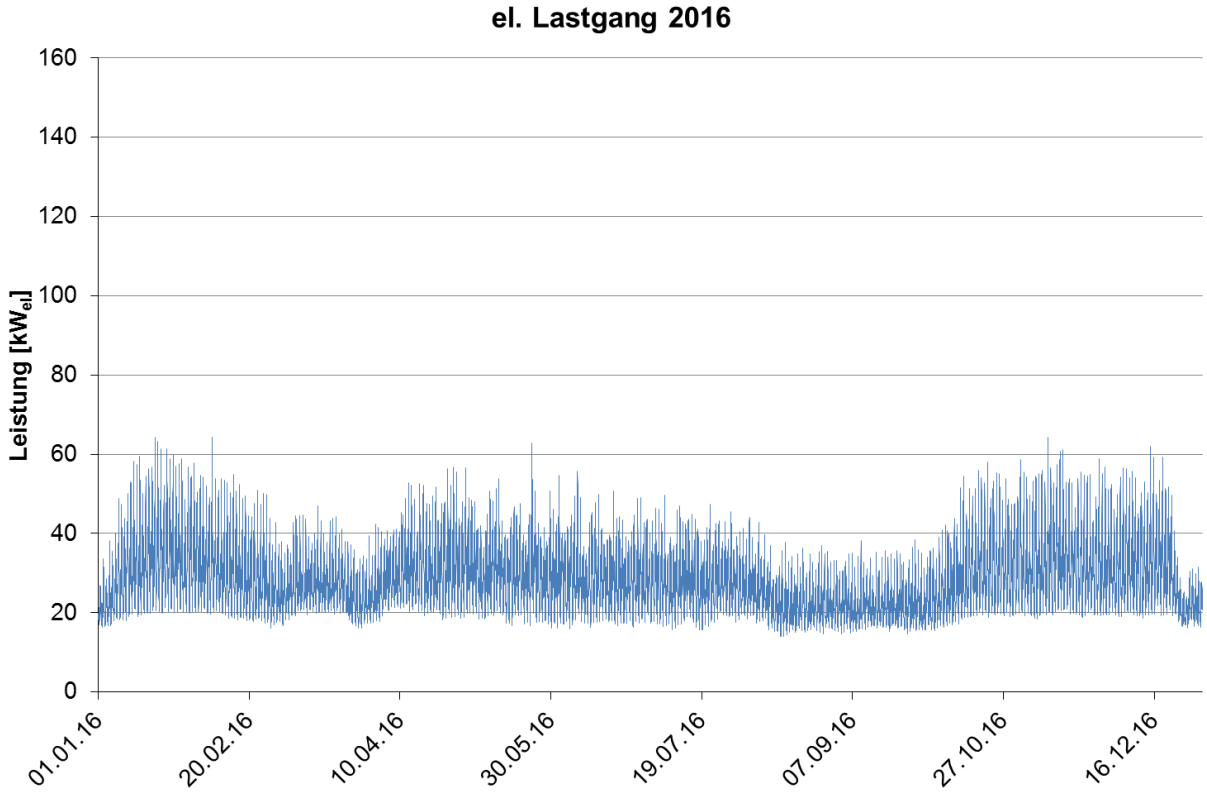


Abbildung 23: Elektrischer Lastgang Kreutzstein 2016

Der Lastgang weist keine charakteristischen Abweichungen auf; der niedrige Verbrauch im Februar/März und im Sommer ist auf die vorlesungsfreie Zeit zurückzuführen.

3.8 Wohnheim Birken

Das im Jahr 1997 erbaute Wohnheim umfasst 352 Wohnplätze auf 6.925 m².

Abbildung 24: Wohnheim Birken

3.8.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler, Stromzähler PV und Gaszähler.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.8.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte netto Grundflächen der beiden Gebäude beträgt 6.925 m^2 (Birken I 4404m^2; Birken II 2521m^2). Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.8.3 Spezifischer Energiebedarf

<u>Wärme:</u> Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 142 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des

Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 38 kWh/m^2*a (Wert Birken II). Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

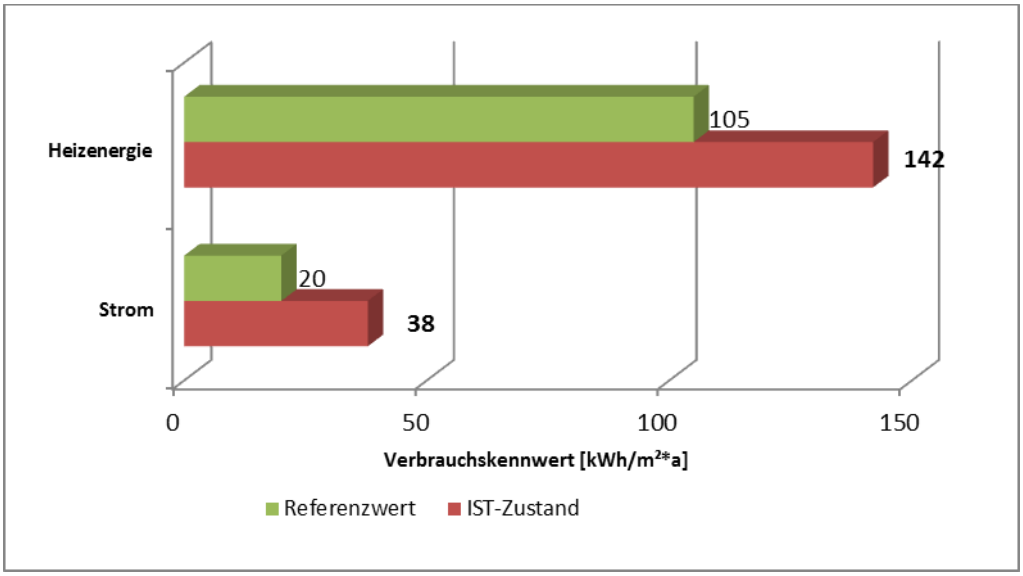


Abbildung 25: Spezifische Verbräuche Kreuzstein

Die spezifischen Strom- und Heizverbräuche des Wohnheims liegen weit über denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Dies kann zum einen durch die veraltete Heizungsanlage sowie durch ein nicht hydraulisch abgeglichenes System zu Stande kommen. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als unterdurchschnittlich gewertet.

3.8.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Bei den verbauten Gaskesseln handelt es sich um Gasgeräte der Art B23 (Raumluftabhängig mit Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Viessmann mit der Bezeichnung Varomat Triplex und Vitorond 200. Die Heizwertwertkessel haben bei einer Systemtemperatur von 80/60°C eine Nennwärmeleistung von 285 kW bzw. 270 kW.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an vier verschiedenen Heizkreise (Haus B/C, Haus A, Haus F, Brauchwasser) verteilt. Alle vier Umwälzpumpen sind vom Hersteller Grundfos ohne Differenzdruckregelung. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht vorgenommen.

3.8.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Halogenleuchtmittel und Kompaktleuchtstoffröhren (KLR) verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.8.6 Energieerzeugungsanlagen

Auf dem Gebäude ist eine Photovoltaikanlagen (PV) installiert. Die Anlage verfügt über eine Leistung von 98 kWp. Die Anlage brachte einen ungefähren spezifischen Ertrag von 615 kWh/kWp*a.

3.8.7 Lastganganalyse

Der elektrische Energieverbrauch wird in zwei Leistungsmessungen vom Stromlieferanten aufgezeichnet und wurde im Zuge des Gesamtenergiekonzeptes ausgewertet.

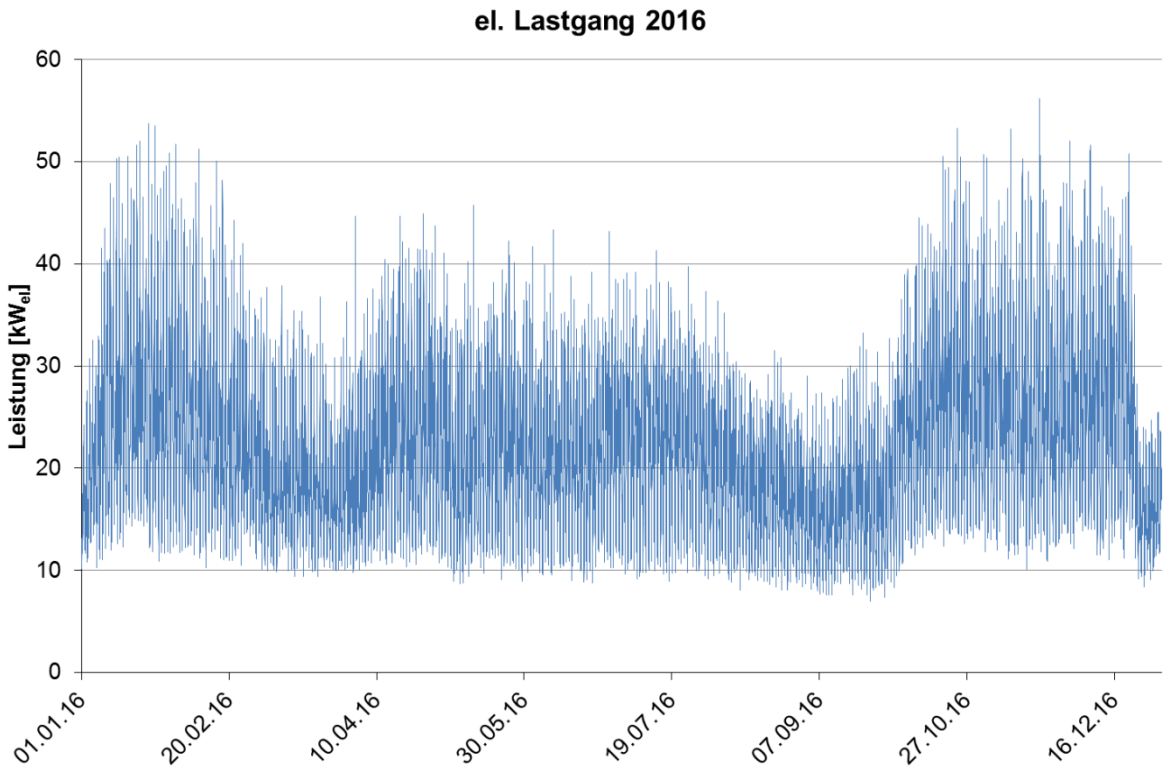


Abbildung 26: Elektrischer Lastgang Birken I 2016

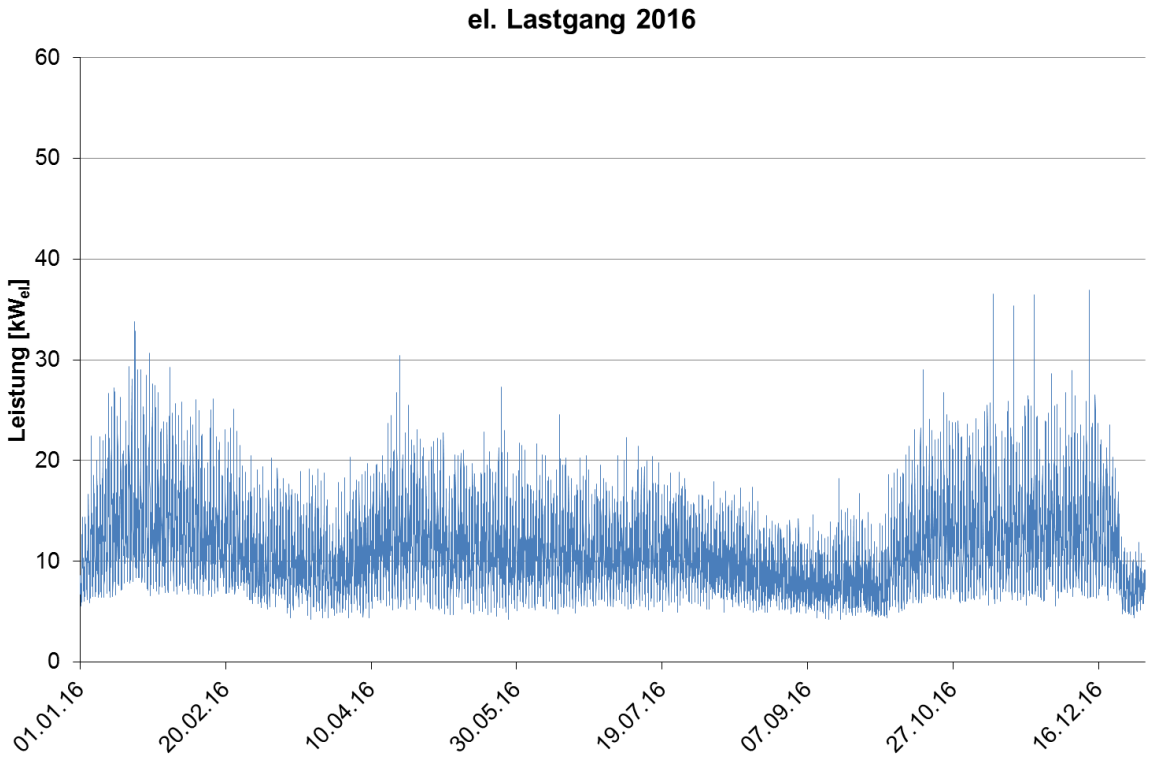


Abbildung 27: Elektrischer Lastgang Birken 2 2016

Die Lastgänge weisen keine charakteristischen Abweichungen auf; der niedrige Verbrauch im Februar/März und im Sommer ist auf die vorlesungsfreie Zeit zurückzuführen.

3.9 Haus Vesteblick

Das im Jahr 2012 erbaute Wohnheim umfasst 73 Wohnplätze.

Abbildung 28: Wohnheim Vesteblick

3.9.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler (Haus Coburg), Stromzähler PV (Haus Coburg), Gaszähler (Haus Coburg).

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.9.2 Beheizte Grundflächen

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte netto Grundflächen der beiden Gebäude beträgt 2.142 m². Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.9.3 Spezifischer Energiebedarf

<u>Wärme:</u> Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten (Haus Coburg, Haus Sachsen, Haus Vesteblick, Haus Gotha I, Gotha II) der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 163 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der

Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 38 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

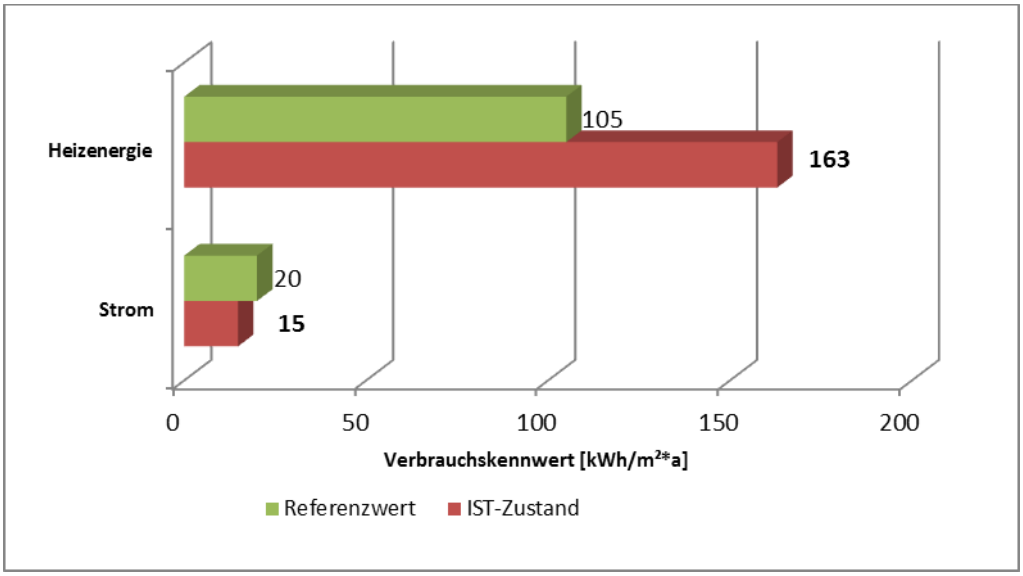


Abbildung 29: Spezifischer Verbrauch Vesteblick

Die spezifischen Stromverbräuche der Wohnheime liegen relativ nahe an denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Die spezifischen Werte der Heizenergie liegen dagegen weit über dem Vergleichswert. Dies kann zum Beispiel durch das Fehlen eines hydraulischen Abgleichs zustande kommen. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als durchschnittlich gewertet.

3.9.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Das Haus Vesteblick wird über eine Fernwärmeleitung aus dem Heizraum des Haus Coburg mit thermischer Energie versorgt. Ein hydraulischer Abgleich des hydraulischen Verteilungssystems wurde bereits vorgenommen. Die Wärmeübergabe erfolgt über Heizkörper.

3.9.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Kompaktleuchtstoffröhren (KLR) verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.10 Haus Sachsen

Das im Jahr 1990 erbaute Wohnheim umfasst 93 Wohnplätze auf 2.567 m².

Abbildung 30: Wohnheim Sachsen

3.10.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler, Stromzähler PV und Gaszähler (Haus Coburg).

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.10.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte netto Grundflächen der beiden Gebäude beträgt 2567 m². Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.10.3 Spezifischer Energiebedarf

Wärme: Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten (Haus Coburg, Haus Sachsen, Haus Vesteblick, Haus Gotha I, Gotha II) der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 163 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der

Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 38 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

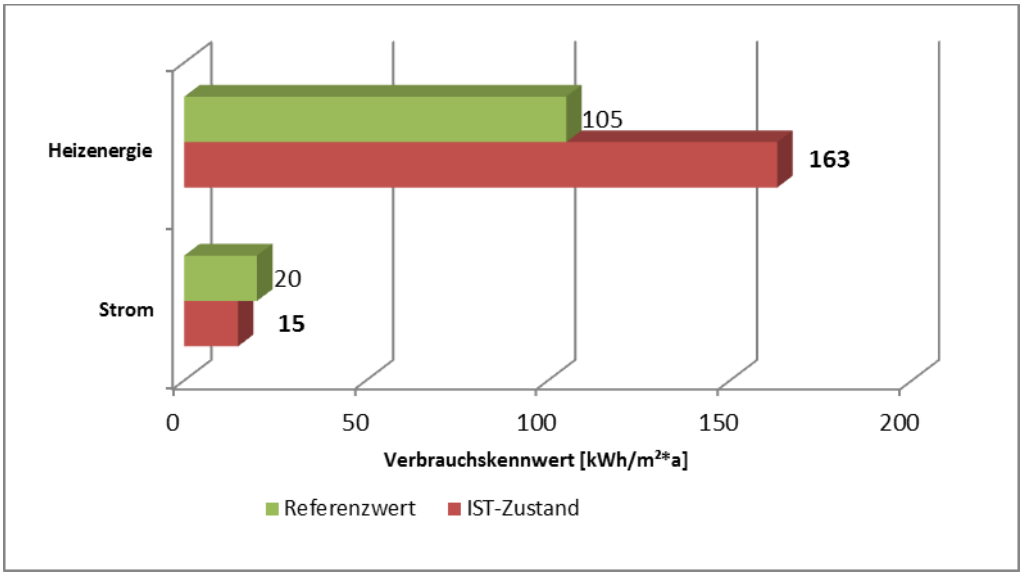


Abbildung 31: Spezifische Verbräuche Haus Sachsen

Die spezifischen Stromverbräuche der Wohnheime liegen relativ nahe an denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Die spezifischen Werte der Heizenergie liegen dagegen weit über dem Vergleichswert. Dies kann zum Beispiel durch das Fehlen eines hydraulischen Abgleichs zustande kommen. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als durchschnittlich gewertet.

3.10.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Das Haus Sachsen wird über eine Fernwärmeleitung aus dem Heizraum des Haus Coburg mit thermischer Energie versorgt. Ein hydraulischer Abgleich des hydraulischen Verteilungssystems wurde nicht vorgenommen. Die Wärmeübergabe erfolgt über Heizkörper.

3.10.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Glühbirnen verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.10.6 Energieerzeugungsanlagen

Zum Zeitpunkt der Begehung waren auf und an dem Gebäude sind zwei Photovoltaikanlagen (PV) installiert. Die Anlage auf dem Dach verfügt über eine Leistung von 16 kWp. Die Anlage brachte einen ungefähren spezifischen Ertrag von 795 kWh/kWp*a. Die PV-Fassadenanlage verfügte über eine Leistung von 5 kWp. Die Anlage brachte einen ungefähren spezifischen Ertrag von 652 kWh/kWp*a. Die Anlage wurde kurz nach der Begehung demontiert.

3.10.7 Lastganganalyse

Der elektrische Energieverbrauch wird in zwei Leistungsmessungen vom Stromlieferanten aufgezeichnet und wurde im Zuge des Gesamtenergiekonzeptes ausgewertet.

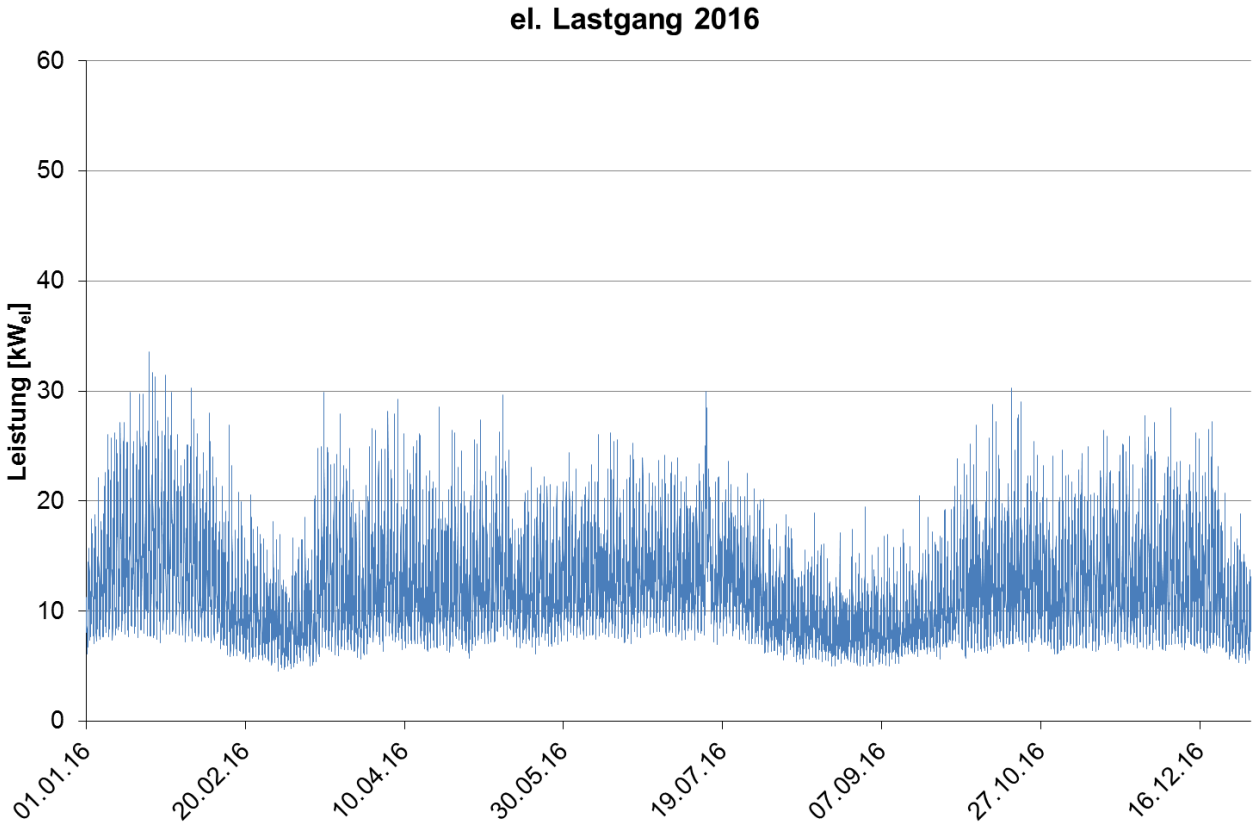


Abbildung 32: Elektrischer Lastgang Haus Sachsen 2016

Der Lastgang weist keine charakteristischen Abweichungen auf; der niedrige Verbrauch im Februar/März und im Sommer ist auf die vorlesungsfreie Zeit zurückzuführen.

3.11 Haus Coburg

Das im Jahr 1990 erbaute Wohnheim umfasst 93 Wohnplätze.

Abbildung 33: Wohnheim Haus Coburg

3.11.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler, Stromzähler PV, Gaszähler und Gaszähler BHKW.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.11.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte Netto-Grundfläche der beiden Gebäude beträgt 4.682 m². Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.11.3 Spezifischer Energiebedarf

Wärme: Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten (Haus Coburg, Haus Sachsen, Haus Vesteblick, Haus Gotha I, Gotha II) der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 163 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 15 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

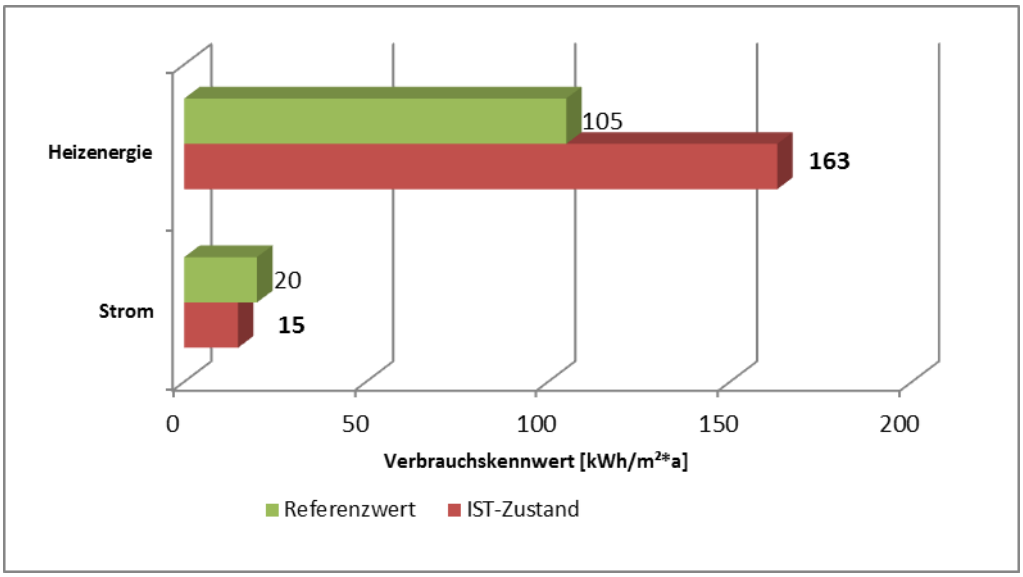


Abbildung 34: Spezifische Verbräuche Haus Coburg

Die spezifischen Stromverbräuche der Wohnheime liegen relativ nahe an denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Die spezifischen Werte der Heizenergie liegen dagegen weit über dem Vergleichswert. Dies kann zum Beispiel durch das Fehlen eines hydraulischen Abgleichs zustande kommen. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als durchschnittlich gewertet.

3.11.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Im Heizraum des Gaskessels ist ebenfalls ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk der Firma Viessmann vom Typ Vitoblock 200 aus dem Jahr 2009 verbaut welches zur Grundlastdeckung mit installiert wurde. Das Aggregat verfügt über eine elektrische Leistung von 50 kW und stellt 81 kW thermische Leistung zur Verfügung. Das BHKW ist über zwei 1.450 Liter Pufferspeicher in das Heizungsnetz mit eingebunden.

Bei den verbauten Gaskesseln handelt es sich um Gasgeräte der Art B23 (Raumluftabhängig mit Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Viessmann mit der Bezeichnung Vitocrossal 300. Die Brennwertkessel haben bei einer Systemtemperatur von 40/30°C eine Nennwärmeleistung von jeweils 508 kW.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an vier verschiedenen Heizkreise (Fernleitung, Brauchwasser, Haus Coburg, Unbekannt) verteilt. Alle vier Umwälzpumpen sind vom Hersteller Wilo und differenzdruckgeregelt. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht vorgenommen.

3.11.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Halogenlampen verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.11.6 Energieerzeugungsanlagen

Auf dem Gebäude sind zwei Photovoltaikanlagen (PV) installiert. Die Anlagen auf dem Dach verfügen über eine Leistung von 31/18 kWp. Die Anlagen brachten einen ungefähren spezifischen Ertrag von 730/458 kWh/kWp*a.

3.12 Haus Gotha 2

Das im Jahr 1993 erbaute Wohnheim umfasst 86 Wohnplätze auf 2.293 m². Das Haus Gotha 1 befand sich im Zeitraum des Energiekonzeptes im Umbau.

Abbildung 35: Wohnheim Gotha 2

3.12.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler (Haus Coburg), Stromzähler PV, Gaszähler und Gaszähler BHKW.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.12.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte Netto-Grundfläche der beiden Gebäude beträgt 2.293 m². Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.12.3 Spezifischer Energiebedarf

Wärme: Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten (Haus Coburg, Haus Sachsen, Haus Vesteblick, Haus Gotha I, Gotha II) der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 163 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 37 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

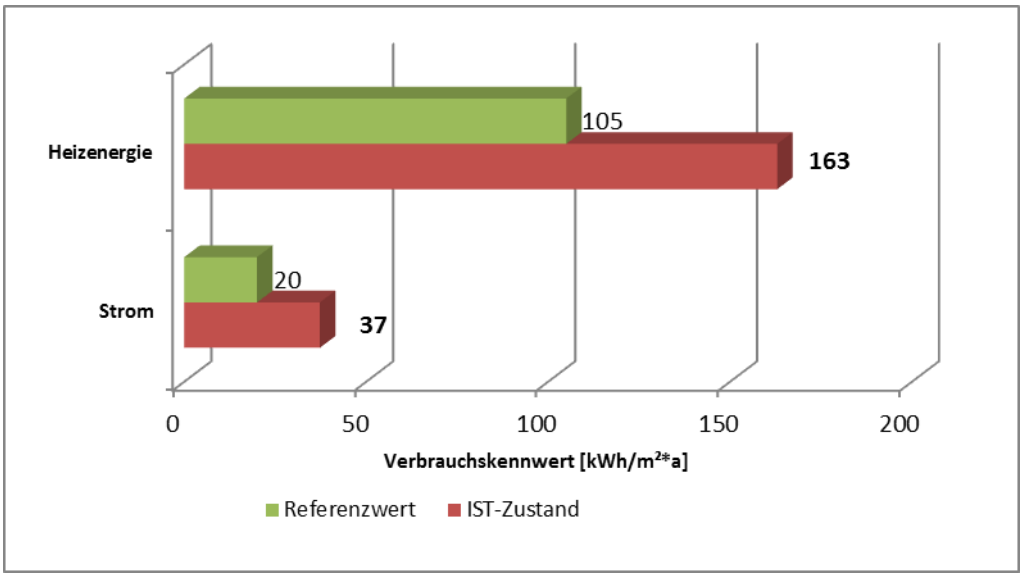


Abbildung 36: Spezifische Verbräuche Gotha 2

Die spezifischen Stromverbräuche der Wohnheime liegen relativ nahe an denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Die spezifischen Werte der Heizenergie liegen dagegen weit über dem Vergleichswert. Dies kann zum Beispiel durch das Fehlen eines hydraulischen Abgleichs zustande kommen. Die bei der Begehung betrachtete Bausubstanz wies keine größeren sichtbaren Mängel auf. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als durchschnittlich gewertet.

3.12.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Das Haus Gotha 2 wird über eine Fernwärmeleitung aus dem Heizraum des Haus Coburg mit thermischer Energie versorgt. Ein hydraulischer Abgleich des hydraulischen Verteilungssystems wurde nicht vorgenommen. Die Wärmeübergabe erfolgt über Heizkörper.

3.12.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Halogenlampen verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.12.6 Energieerzeugungsanlagen

Auf den Gebäuden Gotha I und II sind zwei Photovoltaikanlagen (PV) installiert. Die Anlagen auf dem Dach verfügen über eine Leistung von 21/7 kWp. Die Anlagen brachten einen ungefähren spezifischen Ertrag von 726/556 kWh/kWp*a.

3.12.7 Lastganganalyse

Der elektrische Energieverbrauch wird in einer Leistungsmessung vom Stromlieferanten aufgezeichnet und wurde im Zuge des Gesamtenergiekonzeptes ausgewertet.

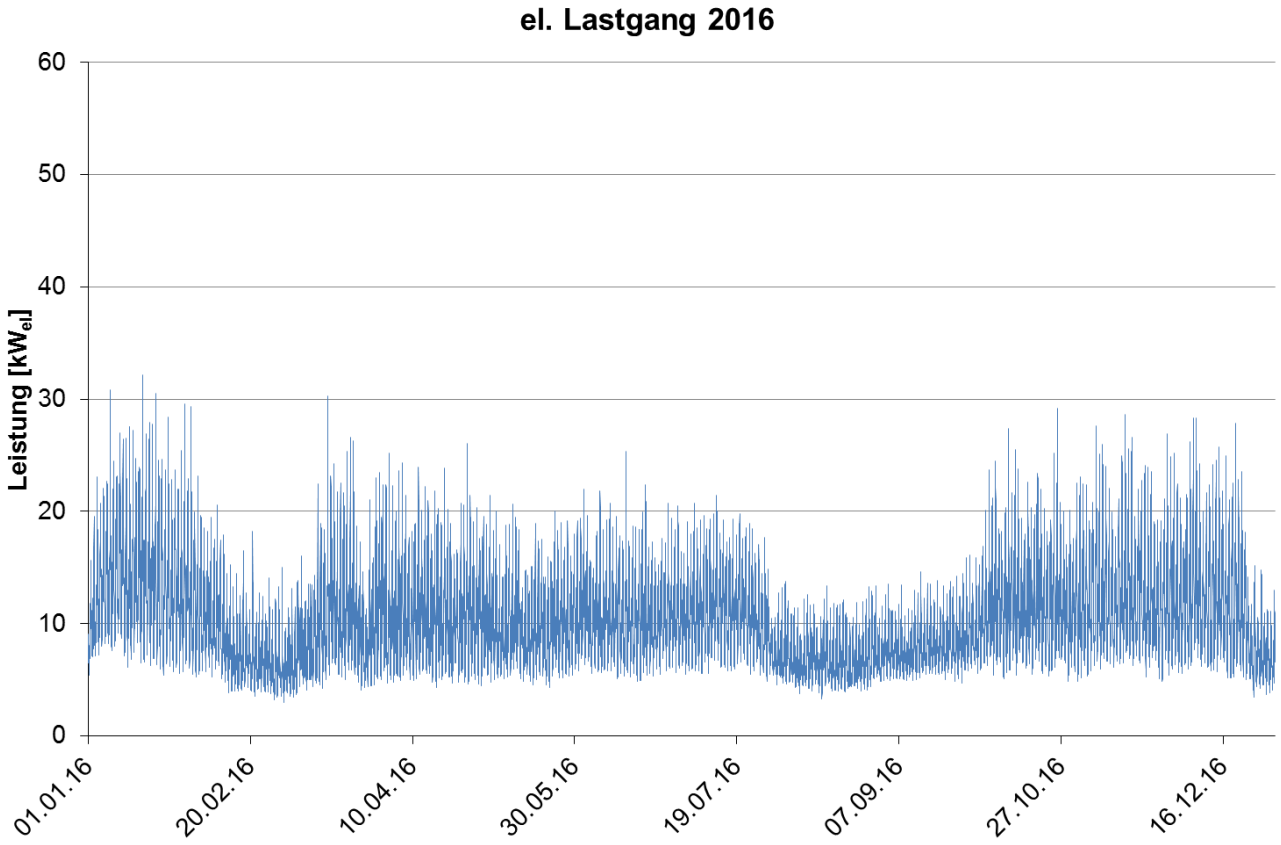


Abbildung 37: Elektrischer Lastgang Gatha II 2016

Der Lastgang weist keine charakteristischen Abweichungen auf; der niedrige Verbrauch im Februar/März und im Sommer ist auf die vorlesungsfreie Zeit zurückzuführen.

3.13 Wohnheim am Saalepark

Das im Jahr 2004 erbaute Wohnheim umfasst 227 Wohnplätze auf 6.238 m².

Abbildung 38: Wohnheim Saalepark

3.13.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler und Gaszähler.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.13.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte netto Grundflächen der beiden Gebäude beträgt 6.238 m². Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.13.3 Spezifischer Energiebedarf

Wärme: Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 107 kWh/m^2*a. Die herangezogenen

Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 32 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

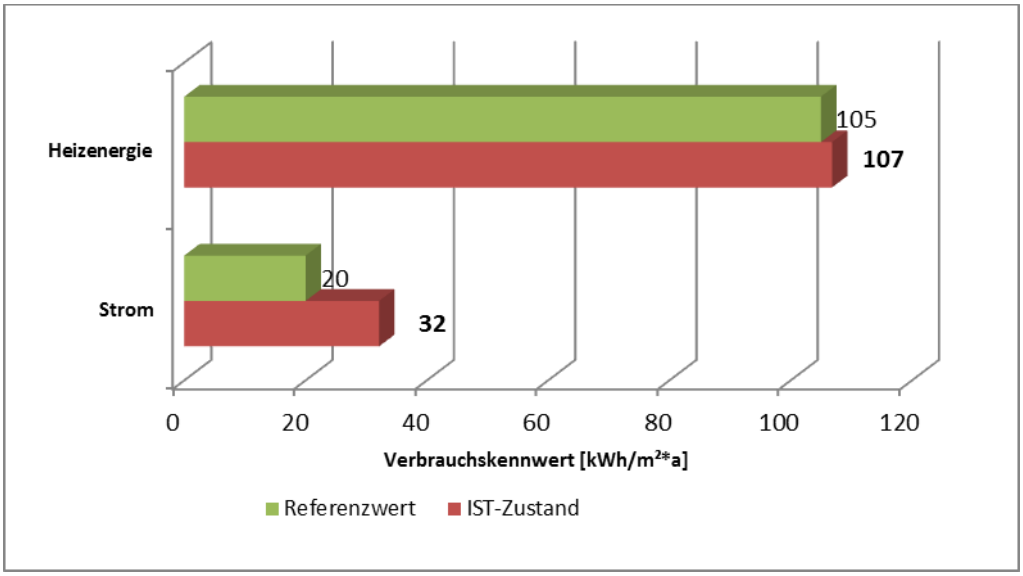


Abbildung 39: Spezifische Verbräuche Saalepark

Die spezifischen Werte der Heizenergie liegen relativ nahe an den Vergleichskennwerten des Bundesministeriums für Umwelt. Dies ist zum einen durch eine moderne Brennwertheizung sowie eines bereits durchgeführten hydraulischen Abgleichs zu erklären. Der spezifische Strombedarf überschreitet den Vergleichswert deutlich. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als durchschnittlich gewertet.

3.13.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Bei den verbauten Gaskesseln handelt es sich um ein Gasgerät der Art B11 (Raumluftabhängig mit Strömungssicherung ohne Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Hoval mit der Bezeichnung Ultra Gas AM-C. Die Heizwertwertkessel haben bei einer Systemtemperatur von 80/60°C eine Nennwärmeleistung von jeweils 150 kW.

Im Wohnheim Saalepark ist eine 64 m² große Solarthermie installiert. Die Anlage besteht aus Vakuum Röhrenkollektoren und speist über eine Solarpumpstation über drei 2.000 Liter Pufferspeicher ins Heizungsnetz mit ein.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an vier verschiedene Heizkreise (Haus G, Nord, Süd, Brauchwasser) verteilt. Alle vier Umwälzpumpen der Aufgezählten Heizkreise sind vom Hersteller Grundfos und differenzdruckgeregelt. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. Ein hydraulischer Abgleich wurde bereits vorgenommen. Eine am Dach des Wohnheimes befindliche Solarthermie-Anlage speist über eine Solarpumpstation ins Heizungsnetz mit ein.

3.13.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Kompaktleuchtstoffröhren verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

3.13.6 Lastganganalyse

Der elektrische Energieverbrauch wird in einer Leistungsmessung vom Stromlieferanten aufgezeichnet und wurde im Zuge des Gesamtenergiekonzeptes ausgewertet.

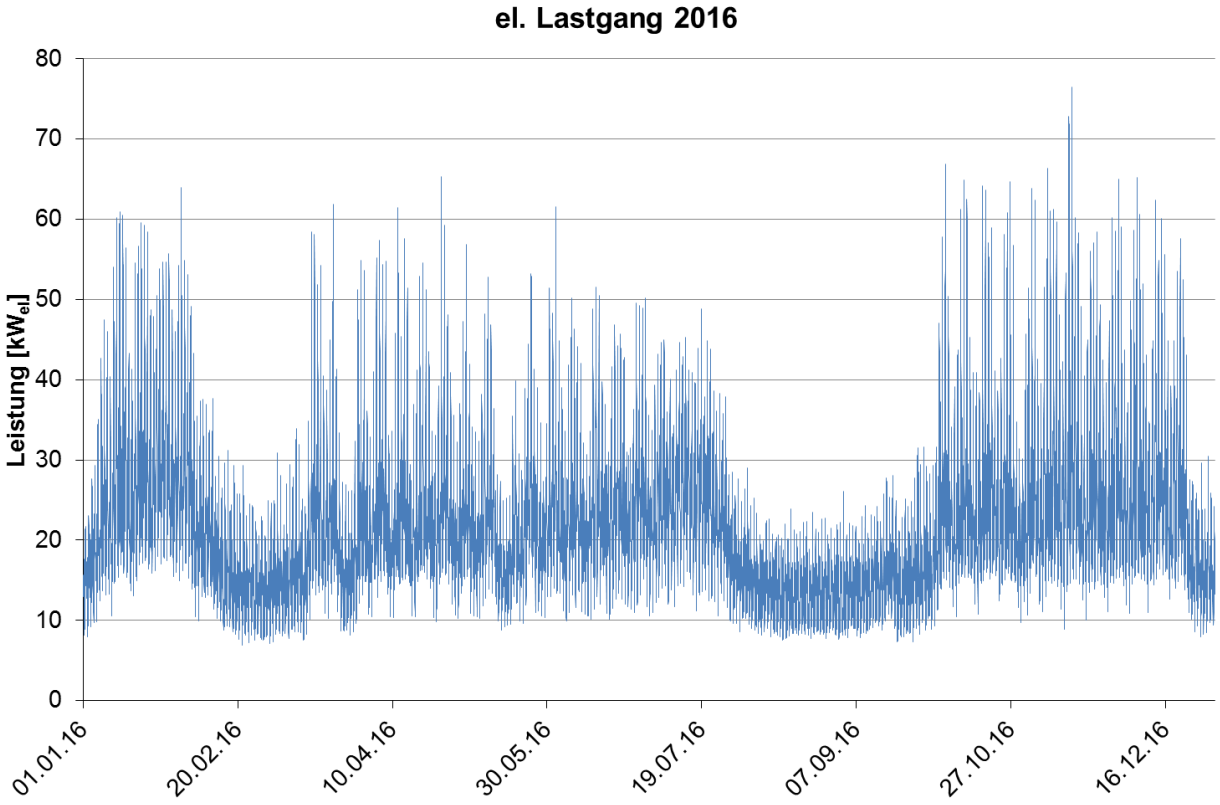


Abbildung 40: Elektrischer Lastgang Saalepark 2016

Der Lastgang weist keine charakteristischen Abweichungen auf; der niedrige Verbrauch im Februar/März und im Sommer ist auf die vorlesungsfreie Zeit zurückzuführen.

3.14 Haus Waldstein

Das im Jahr 1981 umgebaute Wohnheim umfasst 38 Wohnplätze auf 845 m².

Abbildung 41: Haus Waldstein

3.14.1 Zählererfassung

Im Rahmen der Basisdatenbewertung erfolgte zunächst eine Datenaufnahme der Verbrauchsdaten der letzten drei Kalenderjahre (Anhang I). Folgende Zähler wurden für die Erfassung registriert und werden vom zuständigen Hausmeister monatlich abgelesen: Stromzähler und Gaszähler.

Dem Hausmeister wurden Listen zur kontinuierlichen Erfassung der Zählerstände ausgehändigt.

3.14.2 Beheizte Grundfläche

Die aus den Unterlagen des Studentenwerks Oberfranken entnommene beheizte netto Grundflächen der beiden Gebäude beträgt 845 m². Die Energiebezugsfläche ist die Summe aller beheizten und gekühlten Nettogrundflächen eines Gebäudes und entspricht somit derselben Fläche.

3.14.3 Spezifischer Energiebedarf

<u>Wärme:</u> Der mittlere spezifische Wärmebedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 177 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des

Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 105 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Wärme beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Strom: Der mittlere spezifische Strombedarf, errechnet über die Verbrauchsdaten der Jahre 2013-2015, beläuft sich auf einen Wert von 24 kWh/m^2*a. Die herangezogenen Vergleichswerte aus der Bekanntmachung vom 7. April 2015 für Regeln des Energieverbrauchswertes und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, sehen für ein Wohnheim dieser Ausstattung einen Verbrauch von 20 kWh/m^2*a vor. Alle weiteren, im Bericht verwendeten, Vergleichskennwerte bezüglich Strom beziehen sich ebenfalls auf diese Bekanntmachung. Die jährlich errechneten Werte können aus dem zugehörigen Gebäudesteckbrief im Anhang entnommen werden.

Gesamt: Im nachfolgenden Diagramm werden die spezifischen Verbräuche mit den Kennwerten verglichen.

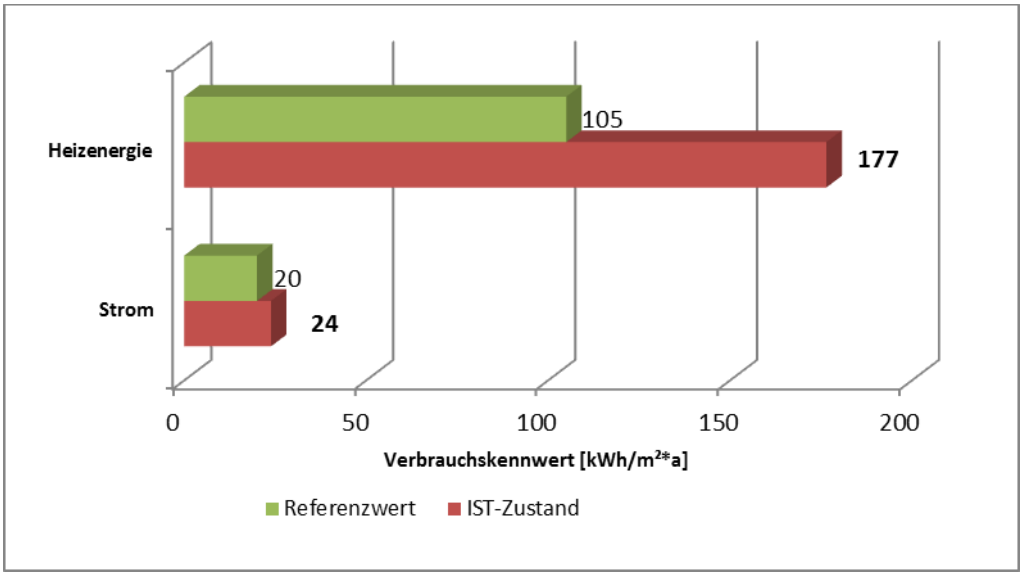


Abbildung 42: Spezifischer Verbrauch Saalepark

Die spezifischen Stromverbräuche des Wohnheims liegen relativ nahe an denen des Vergleichswertes des Bundesministeriums für Umwelt. Die spezifischen Werte der Heizenergie liegen dagegen weit über dem Vergleichswert. Dies kann zum einen durch die veraltete Heizungsanlage sowie eines fehlenden hydraulischen Abgleichs zustande kommen. Das Nutzerverhalten wird angesichts des Vergleichskennwertes und der technischen Ausstattung des Wohnheimes als durchschnittlich gewertet.

3.14.4 Heizungstechnik & Wärmeverteilung

Bei dem verbauten Gaskessel handelt es sich um ein Gasgerät der Art B11 (Raumluftabhängig mit Strömungssicherung ohne Verbrennungsluftgebläse) vom Hersteller Vaillant mit der Bezeichnung VK 108/7-2E. Der Heizwertwertkessel hat bei einer Systemtemperatur von 80/60°C eine Nennwärmeleistung von 107 kW.

Die Wärme wird über einen im Heizraum befindlichen Hauptverteiler an zwei verschiedene Heizkreise (Heizkörper, Brauchwasser) verteilt. Beide Umwälzpumpen sind vom Hersteller Wilo und nicht differenzdruckgeregelt. Die Wärmeübergabe an die Räume des Wohnheims wird über Heizkörper bewerkstelligt. Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht vorgenommen. Eine am Dachboden des Wohnheimes befindliche Lüftungsanlage wurde nicht näher betrachtet.

3.14.5 Beleuchtung

Die Beleuchtung der Wohnräume und Verkehrswege im Innenbereich wird zum größten Teil durch Halogenlampen verschiedener Leistungsklassen gewährleistet. Die genauen Herstellerangaben der Leuchtmittel können aus dem Anhang entnommen werden.

4 Zusammenfassung der Verbräuche und Kennwerte

4.1 Energiebedingte Kohlendioxidemissionen

Für das Jahr 2016 ergaben sich über alle betrachteten Wohnheime gesamt ein Stromverbrauch von rund 1.543.000 kWh und ein Erdgasverbrauch von rund 9.471.000 kWh. Bei einer Verrechnung mit den in der EnEV angegebenen Primärenergiefaktoren (Strom 1,8; Erdgas 1,1) und einer anschließenden Umrechnung auf das zugehörige Kohlendioxidäquivalent ergeben sich folgende im Diagramm dargestellte Emissionen.

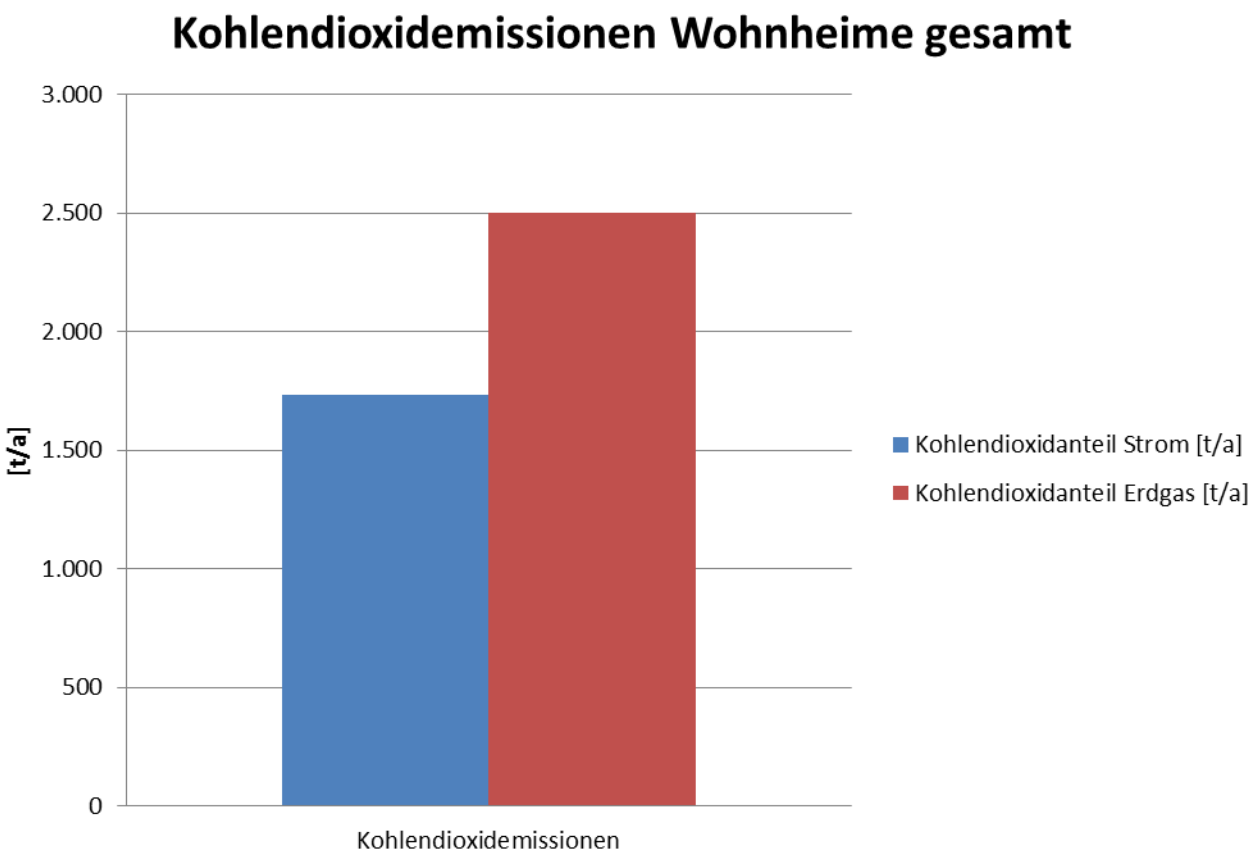


Abbildung 43: Kohlendioxidemissionen Wohnheime gesamt

Aus den Verbräuchen des Jahres 2016 errechnet ergeben sich insgesamt Kohlendioxidemissionen in Höhe von rund 7.200 Tonnen. Der auf den Stromverbrauch bezogene Kohlendioxidanteil nimmt etwa 9% der Gesamtemissionen ein.

4.2 Spezifische Energieverbräuche

Das nachfolgende Diagramm stellt die Jahresstromverbrauchsdaten sowie die auf die Wohnplätze bezogenen, spezifischen Stromverbräuche der einzelnen Wohnheime gegenüber.

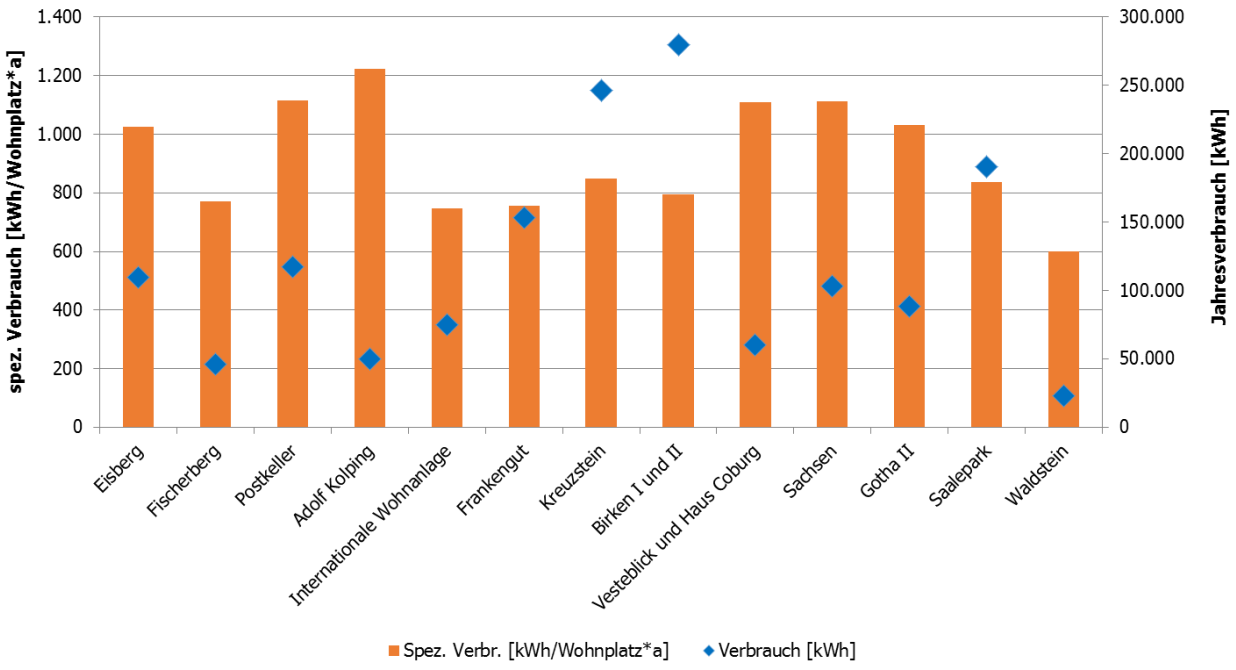


Abbildung 44: Spezifische Stromverbräuche pro Wohnplatz und Jahr

Bei der Betrachtung der spezifischen Stromverbrauchsdaten fallen vor allem das Kolpinghaus und die Wohnheime in der Thüringer Straße ins Auge. Der sehr hohe auf den Wohnplatz bezogene Verbrauch im Kolpinghaus ist vor allem von der verbauten Lüftungstechnik der beiden Säle geschuldet. Die hohen Stromverbräuche der Wohnheime in der Thüringer Straße könnten ihre Ursache in der veralteten Beleuchtungstechnik oder dem Nutzerverhalten haben.

Das nachfolgende Diagramm stellt die Jahreserdgasverbrauchsdaten sowie die auf die Wohnplätze bezogenen, spezifischen Gasverbräuche der einzelnen Wohnheime gegenüber.

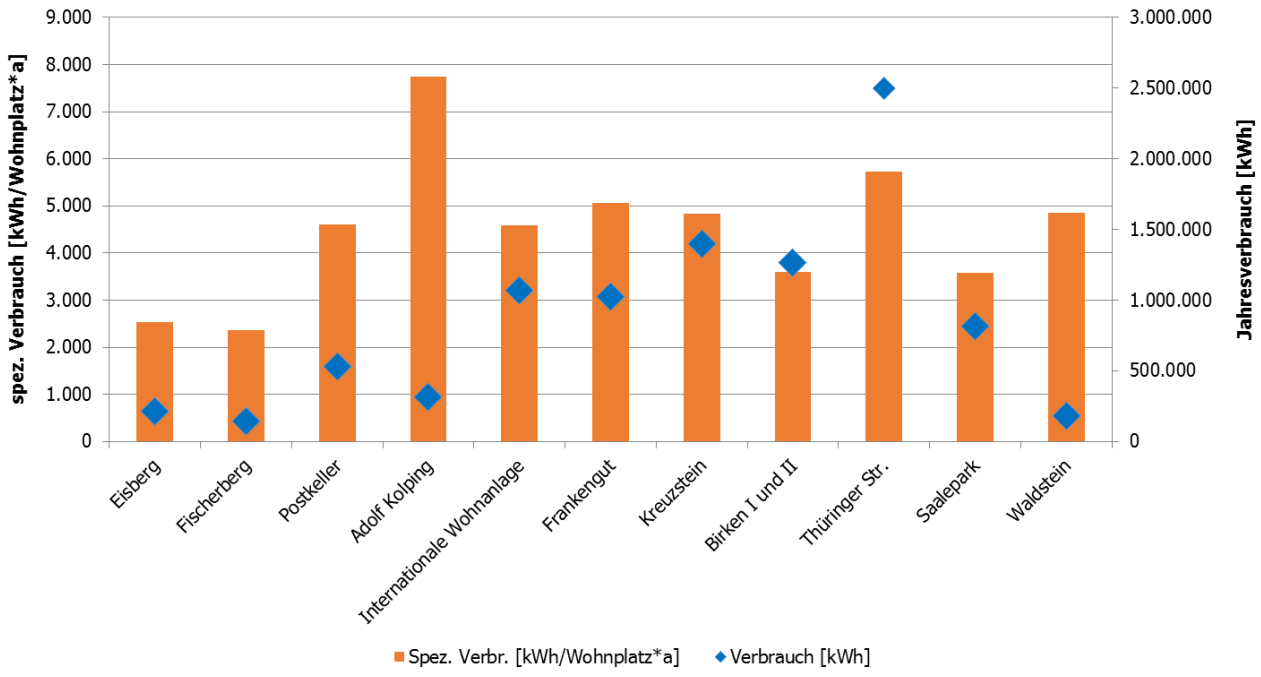


Abbildung 45: Spezifische Gasverbräuche pro Wohnplatz und Jahr

Bei der Betrachtung der spezifischen Heizverbräuche fallen vor allem das Kolpinghaus und die Wohnheime in der Thüringer Straße ins Auge. Der sehr hohe auf den Wohnplatz bezogene Verbrauch im Kolpinghaus ist vor allem von der verbauten Lüftungstechnik der beiden Säle geschuldet. Die hohen Gasverbräuche der Wohnheime in der Thüringer Straße könnten ihre Ursache in einem fehlenden hydraulischen Abgleich der Heizungsverteilung oder dem Nutzerverhalten haben.

Fasst man das Kriterium der den Studenten pro Wohnplatz zur Verfügung gestellten Nettogrundfläche in den jeweiligen Wohnheimen ins Auge, wird ein weiterer Ansatzpunkt der Differenzen der spezifischen Verbräuche deutlich. Bei der Annahme dass sich die Verkehrsflächen in den betrachteten Wohnheimen auf einem ähnlich großen Niveau bewegen variieren die den Studenten zur Verfügung stehenden Wohn- und Sozialflächen deutlich. Die nachfolgenden Diagramme zeigen die Verhältnisse zwischen spezifischen Verbräuchen und den pro Wohnplatz zur Verfügung stehenden Flächen auf.

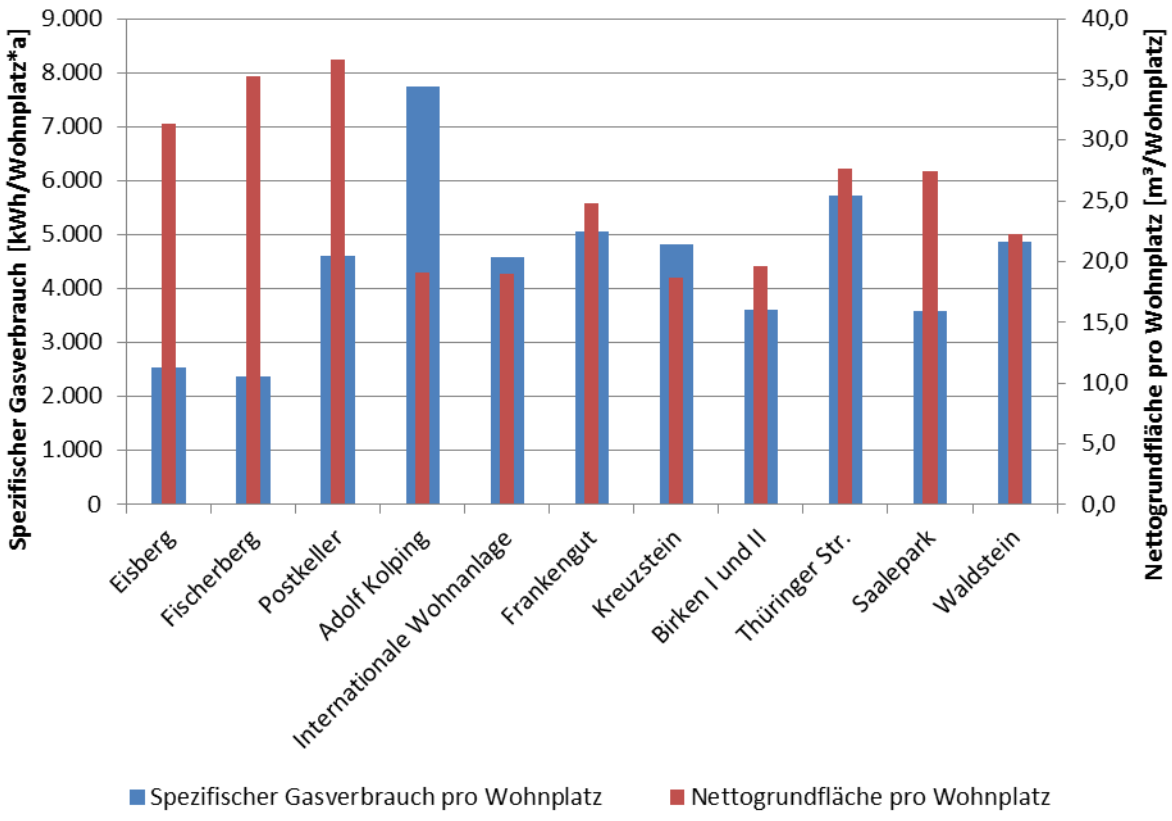


Abbildung 46: Spezifischer Gasverbrauch zu Nettogrundfläche pro Wohnplatz

Der tendenziell recht hohe spezifische Verbrauch im Wohnheim „Postkeller“ kann eventuell auf den recht hohen Anteil an Nettogrundfläche pro Wohnheim zurückgeführt werden. Betrachtet man die Differenzen zwischen den spezifischen Gasverbräuchen und der Nettogrundfläche pro Wohnplatz fallen die Wohnheime „Eisberg“ und „Fischerberg“ sehr positiv ins Auge.

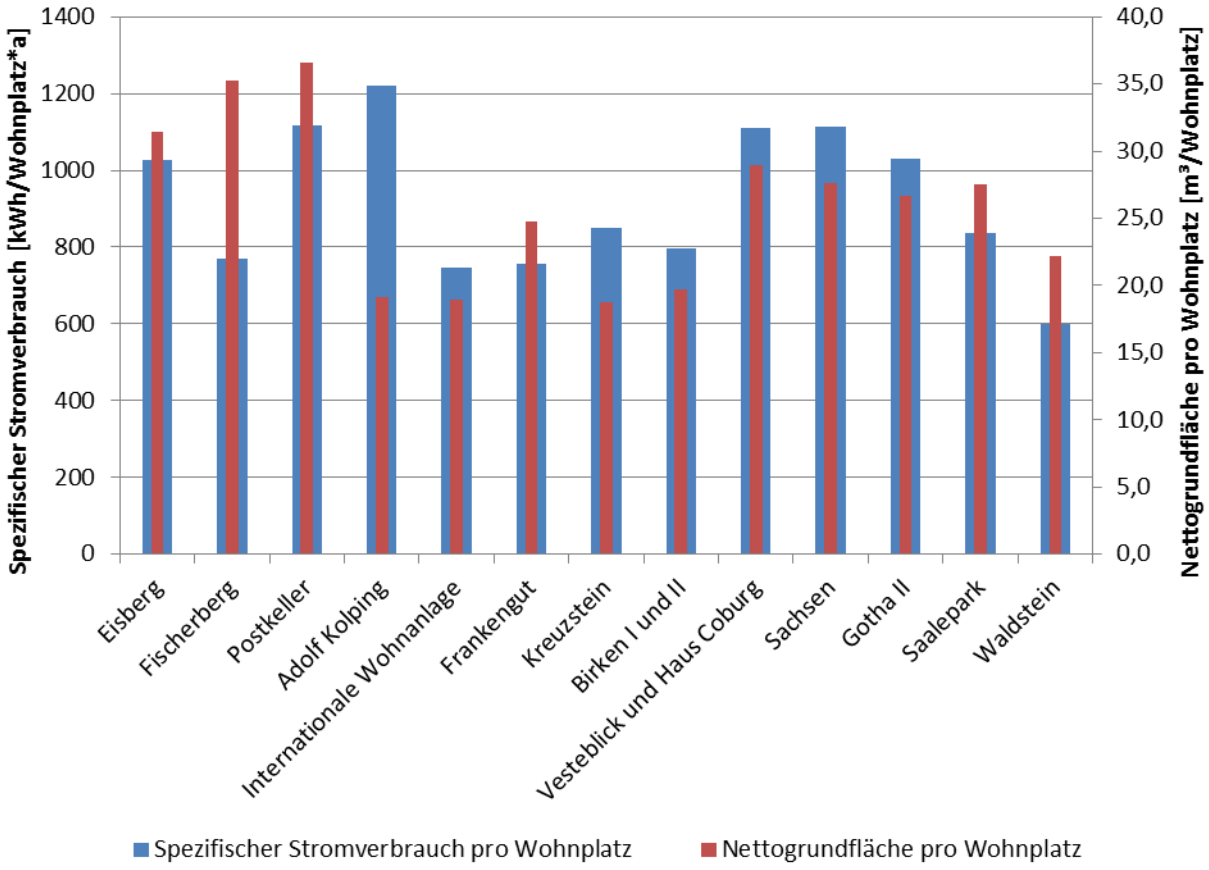


Abbildung 47: Spezifischer Stromverbrauch zu Nettogrundfläche pro Wohnplatz

Bei der Betrachtung des Verhältnisses zwischen den spezifischen Stromverbräuchen und der Nettogrundfläche pro Wohnplatz kann ebenfalls ein Zusammenhang erkannt werden. Tendenziell folgen hohe spezifische Verbräuche einem hohen Nettogrundflächenanteil. Hier sticht ebenfalls das Wohnheim „Fischerberg“ mit einer sehr großen Differenz positiv ins Auge.

4.3 Energiekosten

Die in dem nachfolgenden Tortendiagramm dargestellten prozentualen Anteile der Wohnheime am Gesamtstromverbrauch geben eine ungefähre Vorstellung der Stromkostenverteilung des Studentenwerks. Die Stromkosten aller betrachteten Wohnheime beliefen sich im Jahr 2016 auf etwa 402.000 € brutto.

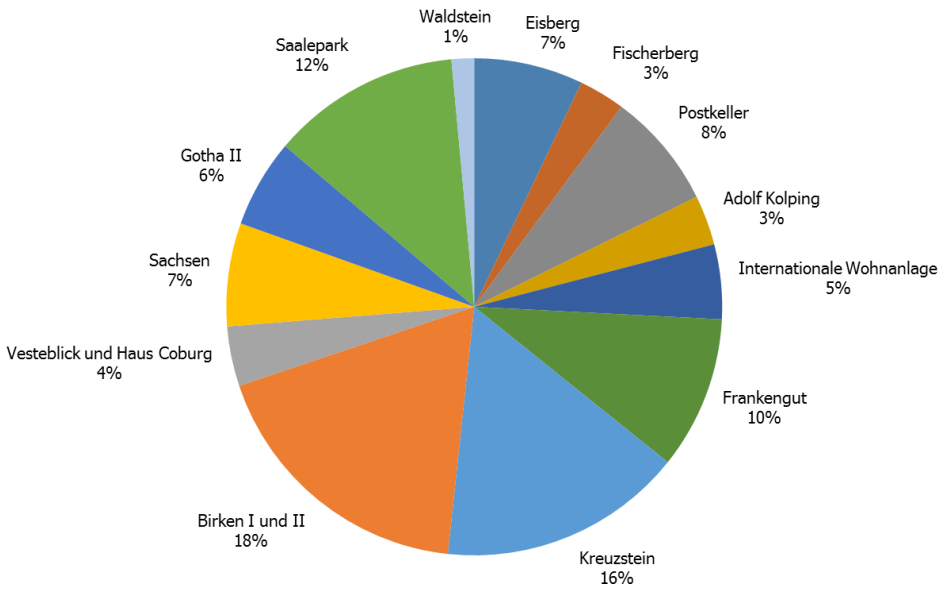


Abbildung 48: Prozentuale Anteile Gesamtstromverbrauch

Die in dem nachfolgenden Tortendiagramm dargestellten prozentualen Anteile der Wohnheime am Gesamtgasverbrauch geben eine ungefähre Vorstellung der Gaskostenverteilung des Studentenwerks. Die Gaskosten aller betrachteten Wohnheime beliefen sich im Jahr 2016 auf etwa 410.000 € brutto.

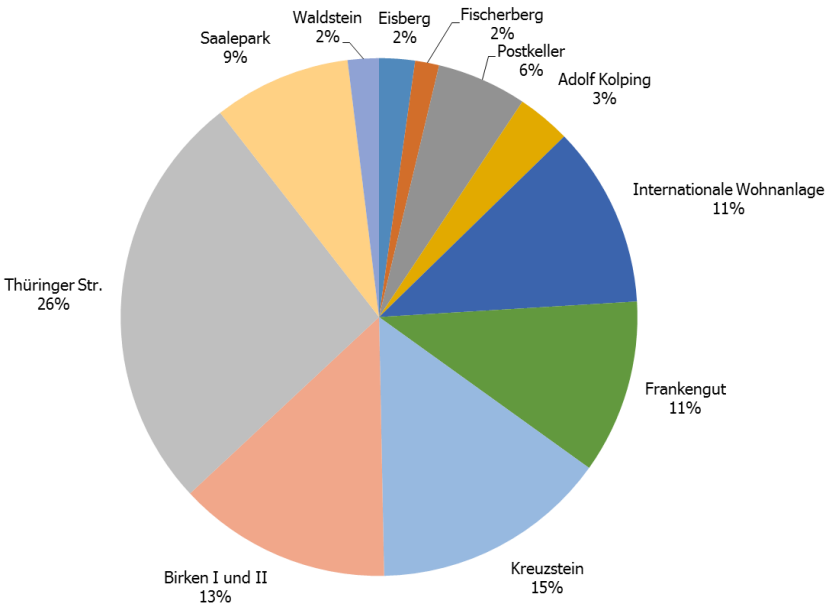


Abbildung 49: Prozentuale Anteile Gesamtgasverbrauch

Die über die gesamten Energiebezugsverträge betrachteten Konditionen, ergeben insgesamt eine gute Bilanz. Die günstigen Energiebezugskonditionen kommen vor allen durch die Teilnahme an gebündelten Ausschreibungen zustande. Die jährlichen Bezugskosten für Strom und Erdgas für die Gesamtheit der Wohnheime liegen bei über 812.000 €, was eine spezifische Kostenentstehung von knapp 400 € pro Wohnplatz und Jahr ergibt. Bei einer Energieeinsparung von 3 % pro Jahr könnte so eine Kosteneinsparung von rund 25.000 € generiert werden. Folgende Feststellungen konnten beim Erstellen des Ist-Zustandes zu Tage gebracht werden:

- Zusammenstellung des Ist-Zustandes und der Energiekosten (inkl. Verträge) der Wohnheime ist sehr aufwendig und zeitintensiv
- derzeit kein Controlling bei Energieverbrauchsdaten und Energiekosten
- Abstimmungsbedarf bei Energiesteuerrückerstattung

Die Einführung eines Controllings der Energieverbrauchsdaten wird empfohlen.

5 Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung

Nach der Aufnahme des energetischen Ist-Zustandes der Wohnheime wurde in Zusammenarbeit mit den zuständigen Mitarbeitern des Studentenwerks Oberfranken ein Maßnahmenkatalog zur Beseitigung der energetischen Schwachpunkte erstellt. Die nachfolgenden Punkte beschreiben die durchgeführten Maßnahmen im Bearbeitungszeitraum des Projekts.

5.1 Übergeordnete Maßnahmen

Manche Maßnahmen lassen sich nicht einem einzelnen Wohnheim zuordnen, sondern wurden für mehrere Wohnheime gleichzeitig durchgeführt. Die unter 5.1.1 bis 5.1.7 aufgeführten Maßnahmen haben übergeordneten Charakter.

5.1.1 Detailbetrachtung Strompreiszusammensetzung

Im Zuge des Gesamtenergiekonzeptes wurden die vom Studentenwerk abgeschlossenen Stromlieferverträge eingefordert und auf ihre Korrektheit überprüft.

Der Strompreis der belieferten Liegenschaften wird anhand folgender Formel berechnet:

$$Arbeitspreis = \alpha * Base2018/10 + \beta * Peak2018/10 + C$$

- α = Faktor für Gewichtung Base Anteil
- β = Faktor für Gewichtung Peak Anteil
- C =Kundenspezifischer Preiszuschlag

Base2018 = arithmetisches Mittel der Settlementpreise des EEX/Phelix-DE-Futures-Terminmarktes des ersten Handelstages vom August, September, Oktober und November des Vorjahres

Peak2018 = arithmetisches Mittel der Settlementpreise des EEX/Phelix-DE-Futures-Terminmarktes des ersten Handelstages vom August, September, Oktober und November des Vorjahres

Zusätzlich entstehen Kosten durch Netznutzungsentgelte, Bilanzierungsumlagen und Kosten für Messung und Abrechnung. Des Weiteren werden Abgaben sowie die Stromsteuer auf den Preis aufgerechnet.

Die für den Strompreis 2018 ausschlaggebenden Marktpreise sind folgend stichpunktartig dargestellt:

- Erster Handelstag Phelix Futures Base 2017
    - August 3,10 ct/kWh
    - September 3,33 ct/kWh
    - Oktober 3,47 ct/kWh
    - November 3,71 ct/kWh
- Erster Handelstag Phelix Futures Peak 2017
    - August 3,92 ct/kWh
    - September 4,16 ct/kWh
    - Oktober 4,28 ct/kWh
    - November 4,59 ct/kWh

Der resultierende Arbeitspreis 2018 ergibt sich somit zu 3,76 ct/kWh (2017: 3,05 ct/kWh; 2016: 3,12 ct/kWh).

5.1.2 Thermographieaufnahmen

Eine durchgeführte, gebäudeübergreifende Maßnahme ist die energetische Gebäudeanalyse durch Thermographie-Außenaufnahmen. Diese werden während der Heizperiode mittels modernster Wärmebildtechnik aufgenommen und zeigen Wärmebrücken und Schwachstellen in der Gebäudehülle, an Fenstern, Türen oder am Dach. Die Aufnahmen werden separat für jedes Gebäude in einem Thermographie-Bericht zusammengefasst, der sich im Anhang befindet. In der Nacht vom 4. auf 5. März 2017 wurden von den Wohnheimen in der Thüringer Straße in Coburg Thermographieaufnahmen durchgeführt. Das Studentenwerk Oberfranken erhält dadurch ein übersichtliches Werkzeug zur schnellen Identifikation von Schwachstellen und kann diese durch Sanierungsmaßnahmen verbessern. Zur Verdeutlichung der Aussagekraft von Wärmebildaufnahmen dieser Art werden nachfolgend ein paar Wärmebildaufnahmen dargestellt. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen beispielhaft Thermographieaufnahmen der Wohnheime in der Thüringer Straße in Coburg. Darüber hinaus sind im Anhang Thermographieberichte zu allen Standorten enthalten.

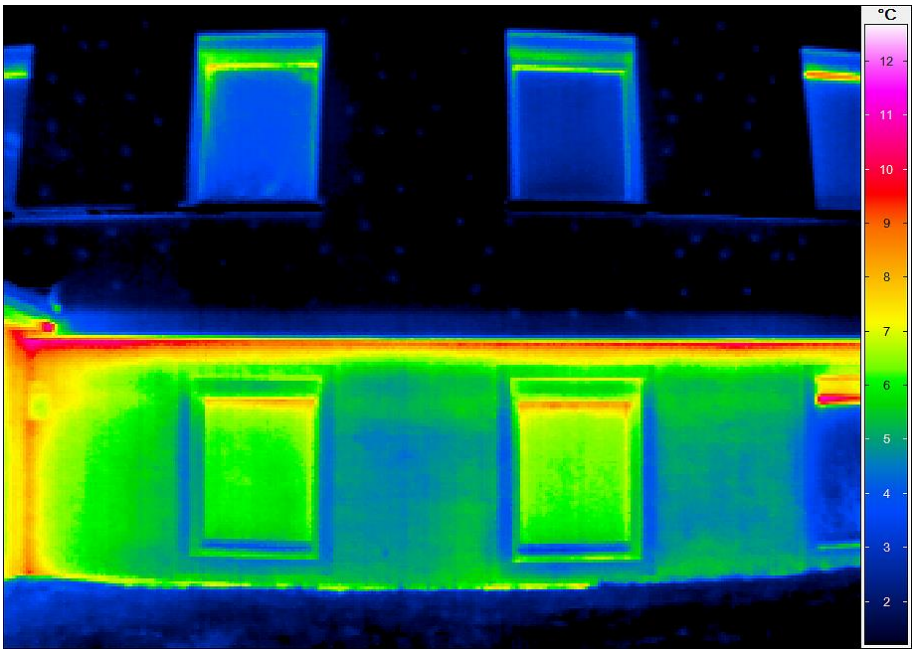


Abbildung 50: Thermographieaufnahme 1 Thüringer Straße

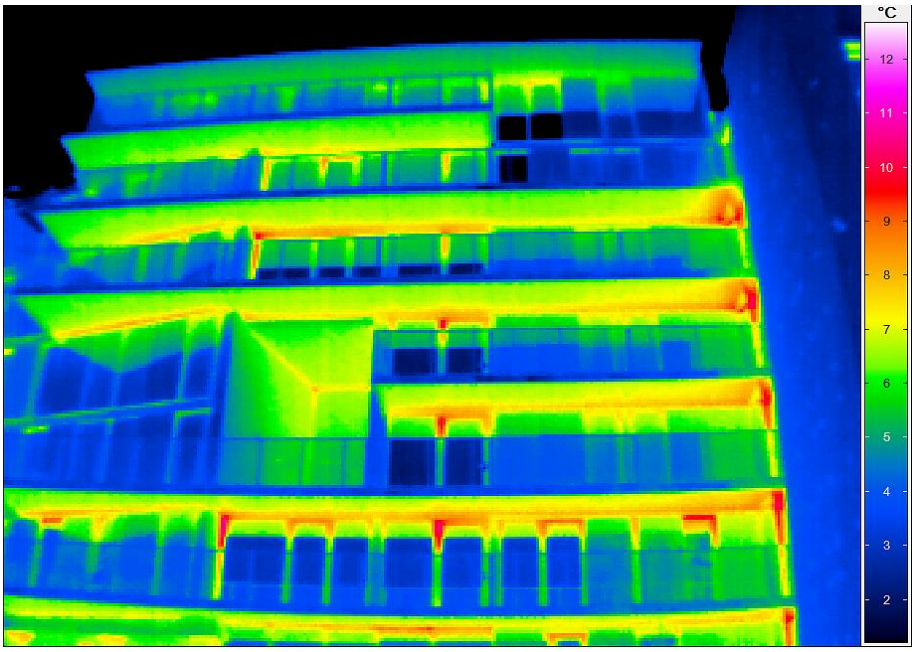


Abbildung 51: Thermographieaufnahme 4 Thüringer Straße

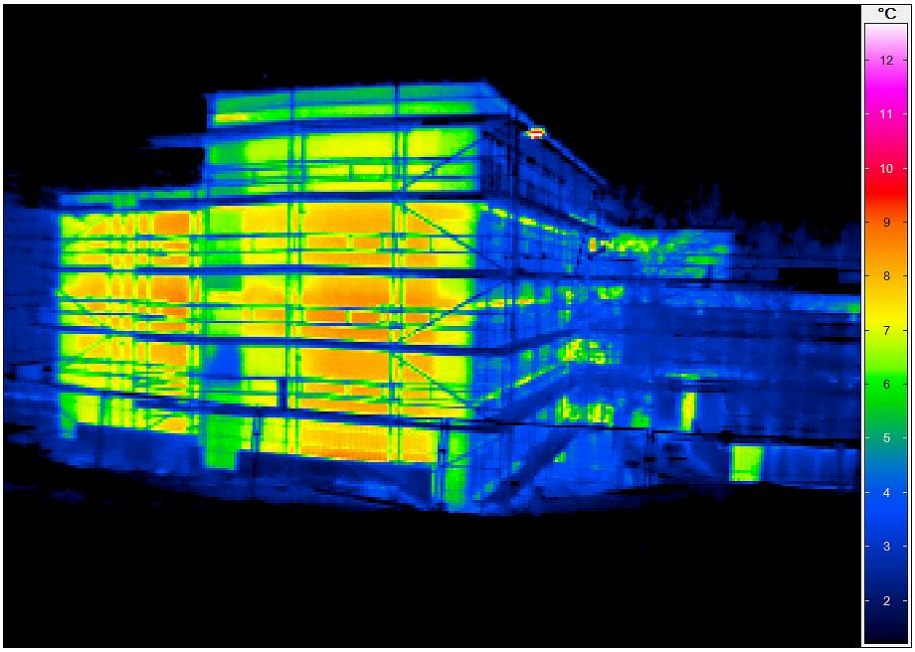


Abbildung 52: Thermographieaufnahme 5 Thüringer Straße

Eine genauere Erklärung der in den Aufnahmen zu sehenden Schwachstellen können aus dem Thermographie Bericht entnommen werden.

5.1.3 Leuchtmittelempfehlung

Bei der Begehung der Liegenschaften wurden die von den Hausmeistern verwendeten Leuchtmittel aufgenommen und grob ihre Anzahl in den Liegenschaften bestimmt. Das nachfolgende Diagramm gibt die prozentualen Anteile der Leuchtmittelarten im Ist-Zustand wieder.

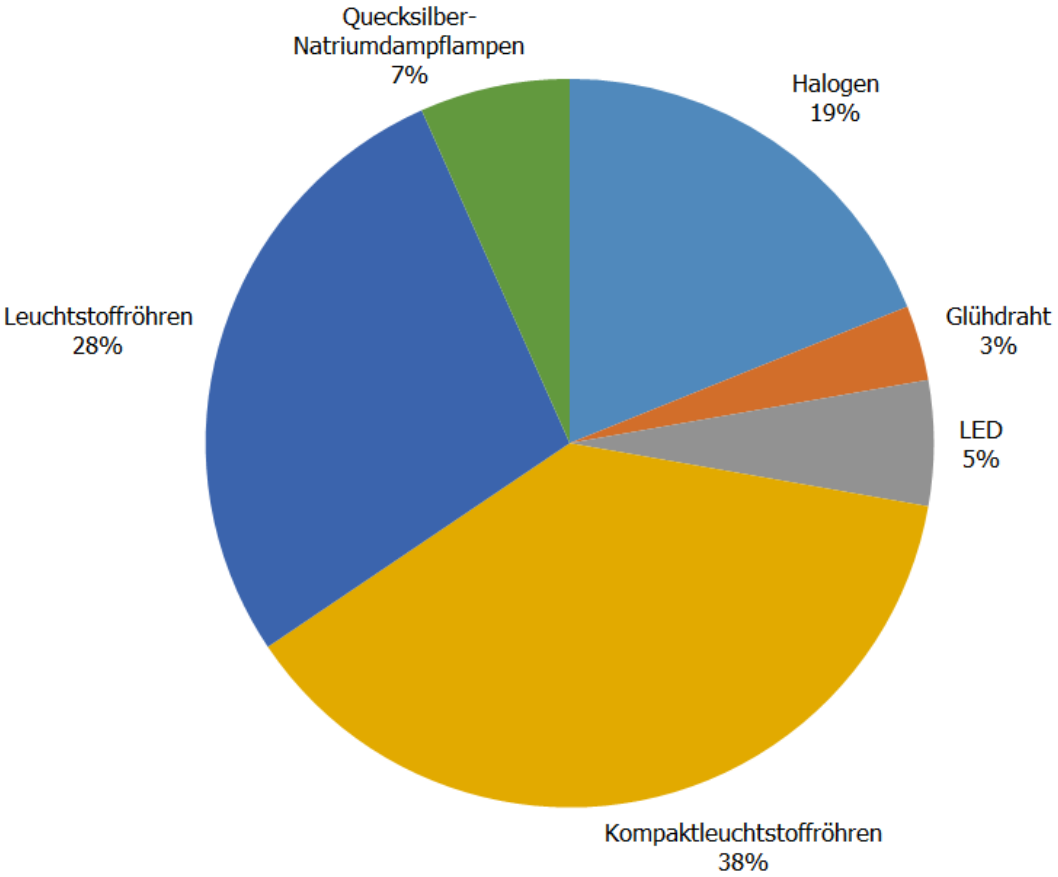


Abbildung 53: Prozentuale Anteile der verbauten Leuchtmittel

Im konkreten Beispiel des Wohnheims „Sachsen“ sind etwa 800 Leuchtmittel installiert. Beim größten Teil der verbauten Lichttechnik handelt es sich um konventionelle Glühbirnen. Teilweise wurden diese jedoch bereits durch Halogenleuchtmittel ersetzt. Bei einer angenommenen durchschnittlichen Beleuchtungsdauer von 1.000 h im Jahr, fallen hier rund 30% des Gesamtstromverbrauchs der Liegenschaft auf die Beleuchtung ab. Ein kompletter Tausch der Leuchtmittel würde sich hier innerhalb weniger Jahre amortisieren. Die Kosten für eine Umrüstung würden sich in etwa auf 5.000 € belaufen. Das nachfolgende Diagramm spiegelt die Beleuchtungsleistung vor und nach einer Umrüstung des Wohnheimes wieder.

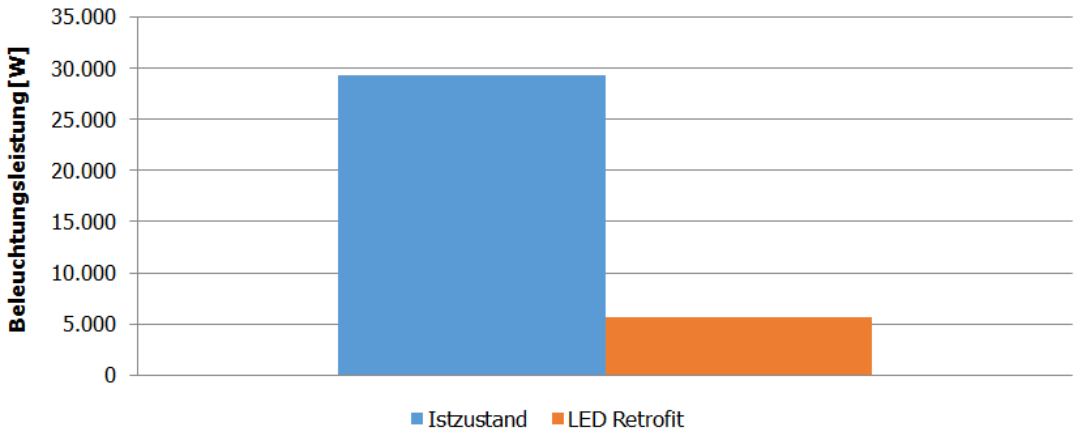


Abbildung 54: Vergleich der Beleuchtungsleistung Haus Sachsen

Da ein Austausch von defekten Leuchtmitteln durch LED Retrofit aus energetischer Sicht auf alle Fälle zu empfehlen ist, wurde eine Tabelle mit allen verbauten Leuchtmitteltypen und den zugehörigen Retrofit Modellen erstellt. Die Liste enthält folgende Informationen:

- Leuchtmittel Ist-Zustand
    - Typenbezeichnung
    - Leuchtmittelart (Halogen…)
    - Leistung und Farbcode (Farbwiedergabeindex/Farbtemperatur)
    - Lichtstrom (Lumen)
    - Bild des Leuchtmittels
- Auflistung der passenden LED Retrofit Leuchtmittel
    - Typenbezeichnung
    - Ersatzleistung
    - Zuordnung zum Vorschaltgerät (konventionell, elektrisch)
    - Sonstige Hinweise (Sockeltyp, Abmessungen, Abweichungen)
    - Bild des Ersatzleuchtmittels

Diese Auflistung wurde Wohnheim spezifisch ausgedruckt und dem Studentenwerk bei der Abschlusspräsentation übergeben. Die Listen sind im Anhang enthalten.

5.1.4 Poster Energieeinsparung

Da eine Schulung des Nutzerverhaltens der Wohnheimbewohner nur sehr schwer umzusetzen ist, wurden Hinweisplakate zur Energieeinsparung entworfen. Diese sollten auf den Verkehrswegen der Wohnheime gut sichtbar aufgehängt werden. Die Bewohner werden auf richtiges Verhalten bezüglich Energie hingewiesen und durch eine resultierende Senkung der umgelegten Nebenkosten motiviert. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Endversion des entworfenen Plakats.

Abbildung 55: Poster Energieeinsparung

5.1.5 Merkblatt Energieeinsparung

Um auch auf den Zimmern der Wohnheime auf das richtige Nutzerverhalten hinsichtlich Energie hinzuweisen, wurde ein Merkblatt mit wichtigen Hinweisen gestaltet. Das Merkblatt gibt z. B. Hinweise zur richtigen Einstellung der Thermostatventile in Abhängigkeit des Nutzerverhaltens oder die Dauer eines Luftwechsels je Lüftungsart wieder. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Vorderseite des Merkblatts.

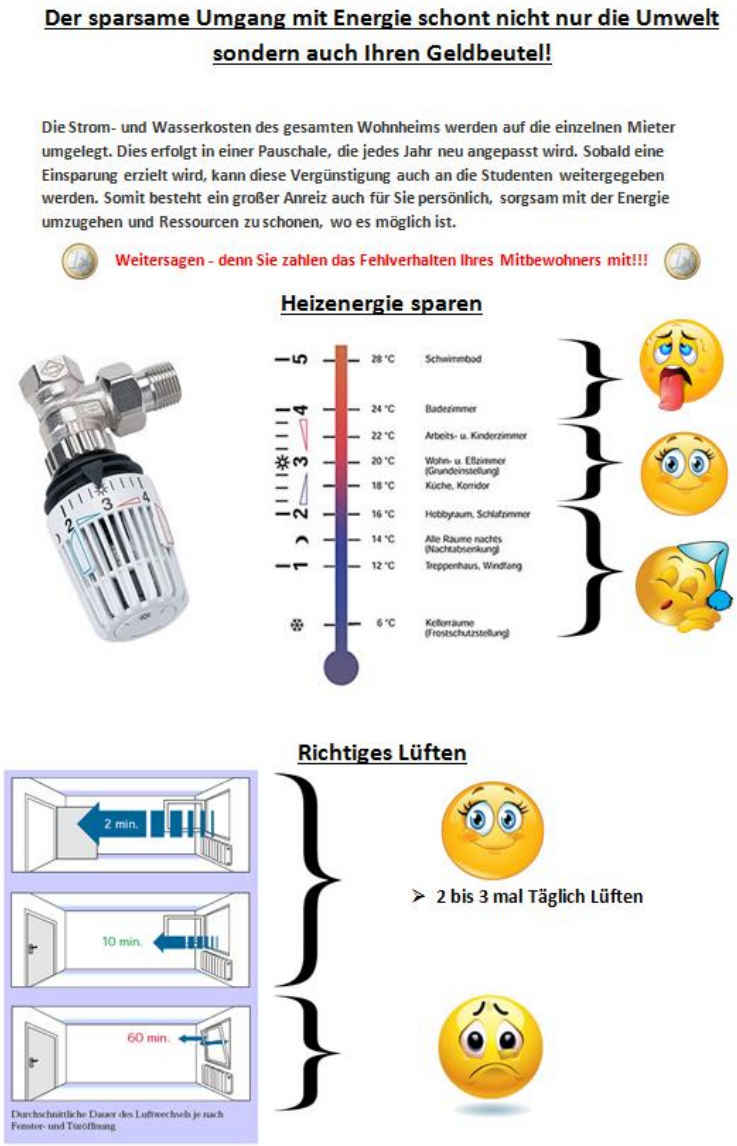


Abbildung 56: Merkblatt Energieeinsparung Vorderseite

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Rückseite des Merkblatts.

Abbildung 57: Merkblatt Energieeinsparung Rückseite

5.1.6 Verbrauchsgebundene Energieausweise

Nach Vorschrift der EnEV haben Eigentümer öffentlicher Gebäude mit mehr als 250 m² Nutzfläche und starkem Publikumsverkehr dafür Sorge zu tragen, dass ein Energieausweis ausgestellt wird. Zudem muss der Energieausweis an einer, für die Öffentlichkeit gut sichtbaren Stelle ausgestellt werden.

Im Energieausweis sollen alle relevanten Kennwerte eines Gebäudes hinsichtlich des energetischen Verbrauchs gezeigt werden. Zusätzlich gibt der Ausweis sinnvolle Sanierungs- bzw. Optimierungsmaßnahmen vor, welche die Energieeffizienz des Gebäudes verbessern sollen. Grundsätzlich wird zwischen zwei Arten von Energieausweisen unterschieden:

- Energieverbrauchsausweis
- Energiebedarfsausweis

Für die Gebäude des Studentenwerks Oberfranken waren zum Start des Gesamtenergiekonzeptes noch nicht alle Energieverbrauchsausweise erstellt. Für die fehlenden Gebäude wurden daher neue Energieausweise, basierend auf den erfassten Daten für die Gebäudesteckbriefe, erstellt. Darin sind die Verbrauchswerte der letzten 36 Monate sowie diverse Kennwerte des Gebäudes enthalten (Grundfläche, Baujahr, etc.). Die darauffolgende Abbildung zeigt den Aushang des Energieausweises zum Wohnheim Kreuzstein. Wichtigste Aussage des Aushangs sind die spezifischen Energieverbräuche von Wärme und Strom.

Die Energieausweise sind dem Bericht angehängt.

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom [1] 18. November 2013

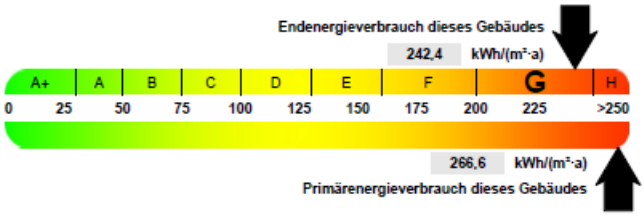
Gültig bis: **26.02.2027**

Aushang

Gebäude

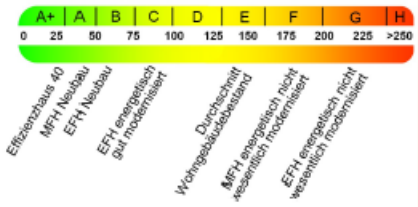
Gebäudetyp	Am Kreuzstein Bayreuth	
Adresse	Frankengutstraße 1-11, 95444 Bayreuth	
Gebäudeteil	Gesamtes Gebäude	
Baujahr Gebäude [3]	1992	
Baujahr Wärmeerzeuger [3, 4]	1991	
Anzahl Wohnungen	3	
Gebäudenutzfläche (A_N)	5.430,0 m²	☐ nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt
Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser	Erdgas, Strom	
Erneuerbare Energien	Art: Solarthermie, Photovoltaik	Verwendung: Heizungsunterstützung, Einspeisung

Energieverbrauch



Endenergieverbrauch dieses Gebäudes 242,4 kWh/(m²·a)

Vergleichswerte Endenergie



EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

Aussteller:

Institut für Energietechnik IfE GmbH

27.02.2017

Datum | Unterschrift des Ausstellers

[1] Datum der angewendeten EnEV, gegebenenfalls angewendeten Änderungsverordnung zur EnEV

Hottgenroth Software, Energieberater 18599 6.3.0

Abbildung 58: Aushang Energieausweis Kreuzstein

5.1.7 Maßnahmen an PV Anlagen

Sämtliche vom Studentenwerk betriebenen Photovoltaik Anlagen wurden auf ihre spezifischen Erträge überprüft und mit den lokalen mittleren Erträgen abgeglichen. Das nachfolgende Diagramm zeigt die spezifischen Erträge der PV Anlagen.

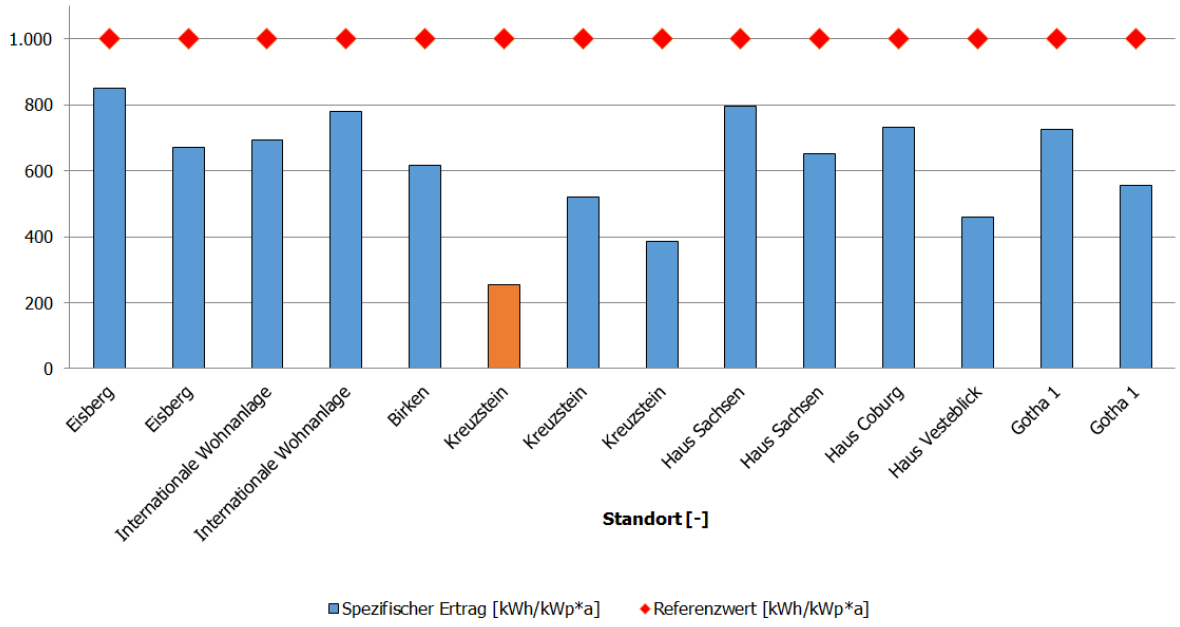


Abbildung 59: Vergleich spezifische Erträge PV-Anlagen

Durch das Bekanntwerden der relativ schlechten spezifischen Erträge wurde ein Dienstleister mit der Sanierung der 14 kW Anlage auf dem Kreuzstein Wohnheim beauftragt. Die folgende Abbildung zeigt eine Luftaufnahme des Wohnheims mit den drei montierten PV-Anlagen.

Abbildung 60: Luftaufnahme Kreuzstein

Die verbauten Module vom Hersteller Shell Solar wiesen Schäden an ihren Oberflächenbeschichtungen auf (Delamination). Die vorgeschriebene Dehnfuge wurde bei der Montage der Module nicht berücksichtigt. Des Weiteren waren die Wechselrichter nicht ordnungsgerecht montiert und teilweise defekt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die delaminierten Module vor ihrem Austausch.

Abbildung 61: Delamination PV Module Kreuzstein

Die Anlage wurde durch den Dienstleister mit neuen Wechselrichtern und modernen Modulen (IBC Polysol 260 VL4) ausgestattet und mit einer Fernüberwachung versehen. Das nachfolgende Diagramm zeigt die drei auf dem Wohnheim installierten Anlagen im Vergleich zum regionalen Ertrag.

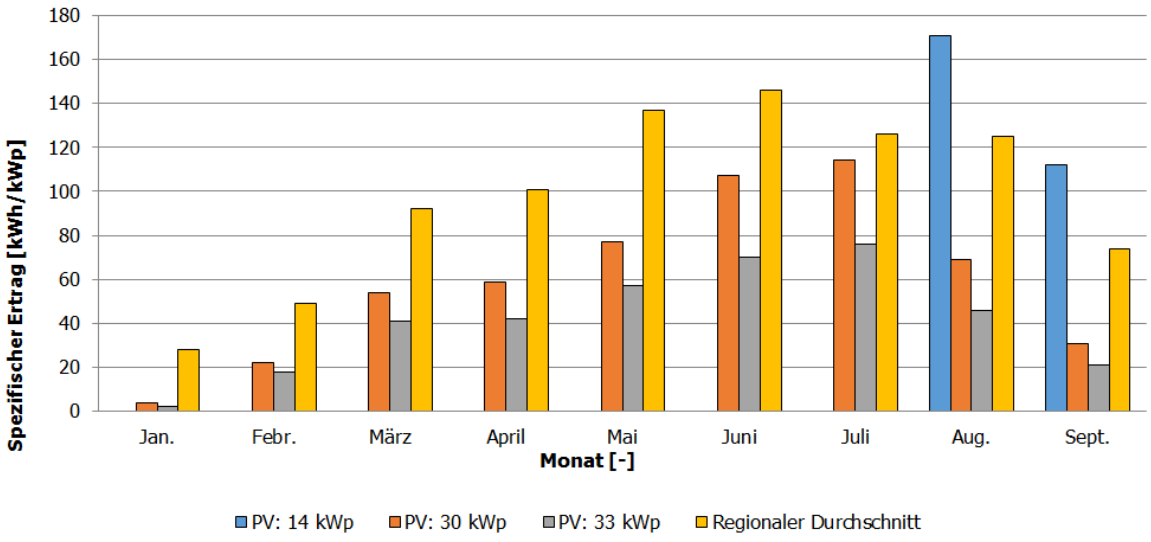


Abbildung 62: Monatlicher spezifischer Ertrag PV Anlagen Kreuzstein

Allgemein wird zu den vorhandenen PV-Anlagen des SWO derartiges Vorgehen mit der Hinsicht auf Bestandschutz und Eigenstromnutzung empfohlen.

5.2 Maßnahmen an Blockheizkraftwerken

5.2.1 Wirkungsgradmessung Pflanzenöl BHKW

Zu Beginn des Gesamtenergiekonzeptes wurde im Wohnheim Eisberg noch ein Pflanzenöl BHKW betrieben. Vor diesem Hintergrund wurden drei Messungen durchgeführt. Diese ergaben folgende mittlere Wirkungsgrade:

- Elektrischer Wirkungsgrad: 30,7 %
- Thermischer Wirkungsgrad: 62,2 %
- Gesamt Wirkungsgrad: 93,0 %

Aufgrund eines Generatorschadens musste das BHKW jedoch außer Betrieb genommen werden.

5.2.2 Regelungsbetrachtung BHKW Postkeller

Bei der Begehung des Wohnheimes am Postkeller in Weiden wurden Auffälligkeiten an der Taktung des BHKWs festgestellt. Die daraufhin durchgeführte Messung zur Regelungsbetrachtung lieferte folgende Werte:

- Messzeitraum: 16 Tage (384 h)
- Laufzeit BHKW im Messzeitraum: 208 h
- Anteil Erdgas-BHKW Hauptanschluss: 34,75%
- BHKW Starts pro Tag: 5,3

Die Messung wurde im Jahreswechsel 2016/17 bei sehr niedrigen Außentemperaturen durchgeführt. Das nachfolgende Diagramm zeigt den Verlauf der gemessenen thermischen Leistung des BHKW.

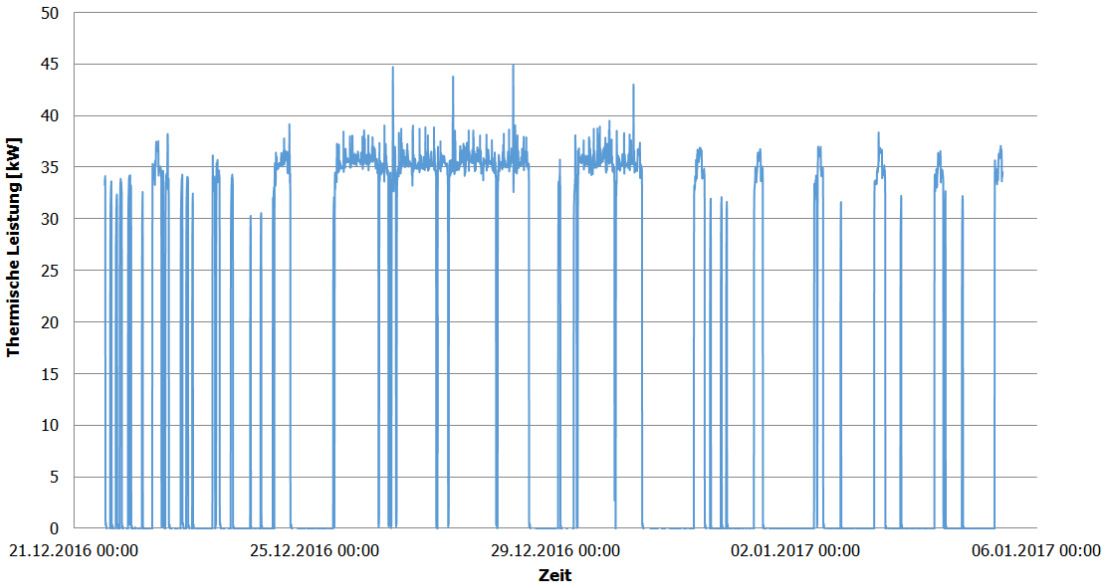


Abbildung 63: Verlauf thermische Leistung BHKW Postkeller

Durch die monatlichen Aufzeichnungen des zuständigen Hausmeisters konnten die Gasverbräuche des BHKWs weiterverfolgt werden. Das nachfolgende Diagramm zeigt die monatlichen Verbräuche des BHKWs mit den eingetretenen Ereignissen.

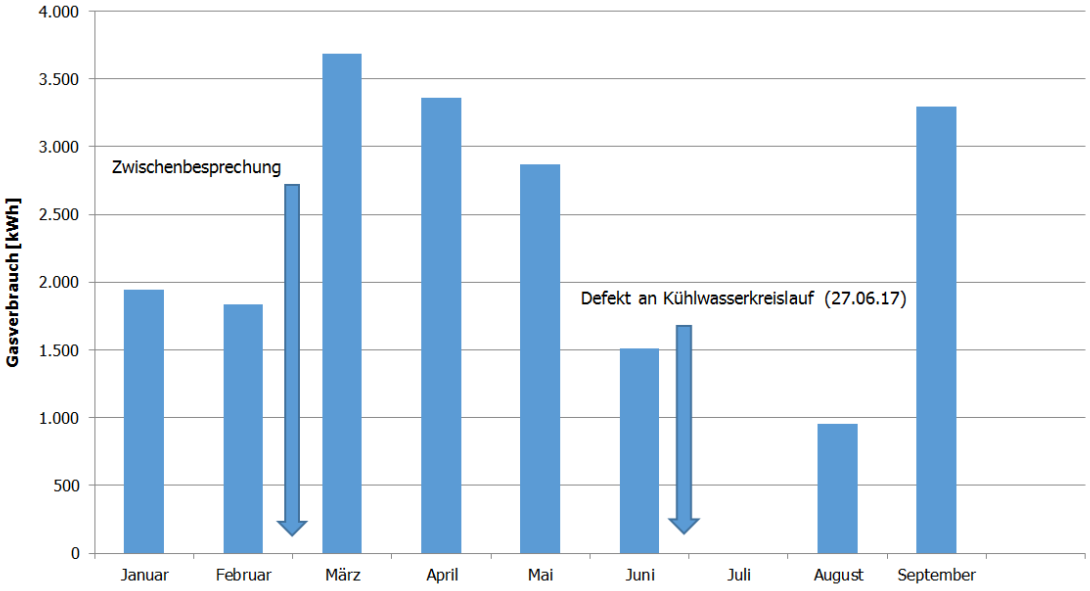


Abbildung 64: Monatlicher Gasverbrauch BHKW Postkeller

Die Aufgezeichneten monatlichen Verbräuche des BHKW lassen bereits den Verlauf der Betriebsstunden erahnen, welche im nachfolgenden Diagramm im Verhältnis zu den durchlaufenen Starts dargestellt werden.

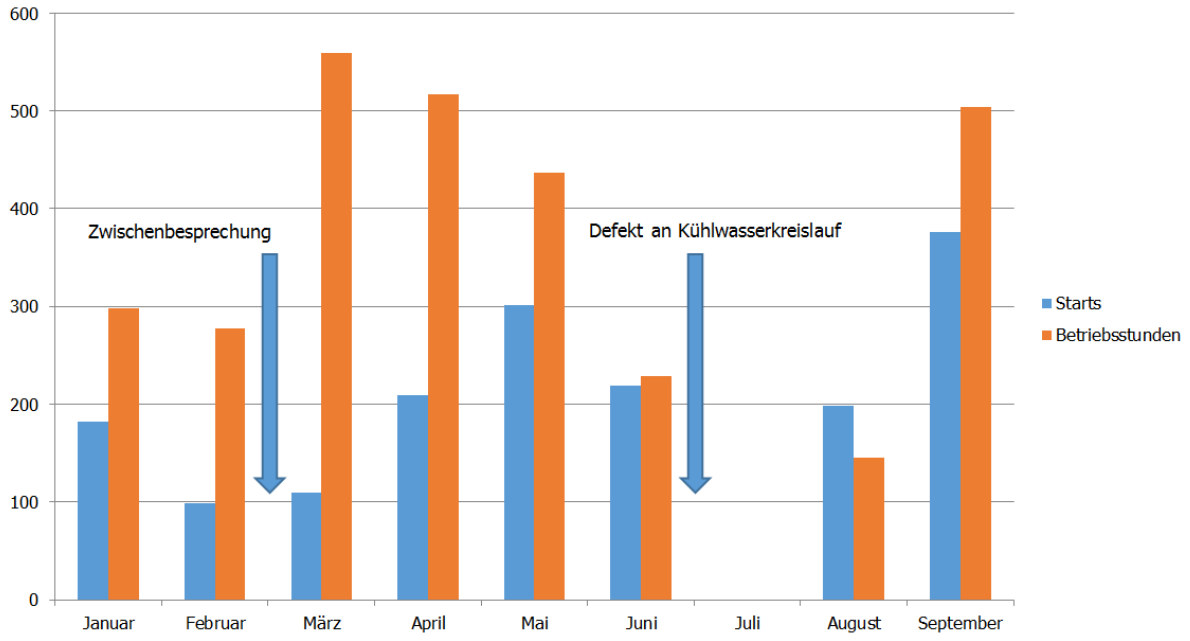


Abbildung 65: Vergleich Betriebsstunden zu Starts BHKW Postkeller

Das dargestellte Diagramm spiegelt das sehr schlechte Verhältnis zwischen Starts und Betriebsstunden wieder. Es wird deutlich, dass sich das Verhältnis Laufzeit / Starts nach der Zwischenbesprechung verbessert hat, allerdings besteht weithin dringender Handlungsbedarf. Es wird empfohlen Gespräche mit dem BHKW- Hersteller und der Planungsfirma hinsichtlich potentieller Ursachen (z. B. hydraulische Einbindung, Warmwasserbereitung, Steuerung…) zu führen.

5.2.3 Wirkungsgradmessung BHKW Haus Coburg

Das im Wohnheim „Haus Coburg“ betriebene Gas BHKW wurde auf seine vom Hersteller angegebenen Wirkungsgrade überprüft.

Die Messungen ergaben folgende Ergebnisse:

- Thermischer Wirkungsgrad: 55,9 %
- Elektrischer Wirkungsgrad: 34,5 %
- Wirkungsgrad gesamt: 90,3 %

Das Gutachten zum Nachweis der Effizienz eines BHKW befindet sich im Anhang.

5.3 Maßnahmen an Heizungsverteilungen

Aus den Daten der Aufnahme der Anlagentechnik zu Beginn des Gesamtenergiekonzeptes konnten Diagramme zur Übersicht der verbauten Heizungstechnik erstellt werden. Die nachfolgenden Diagramme zeigen die jeweiligen Anteile an Heizkesseln mit Brennwerttechnik, Umwälzpumpen mit Differenzdruckregelung und hydraulischen Systemen, die bereits abgeglichen wurden.

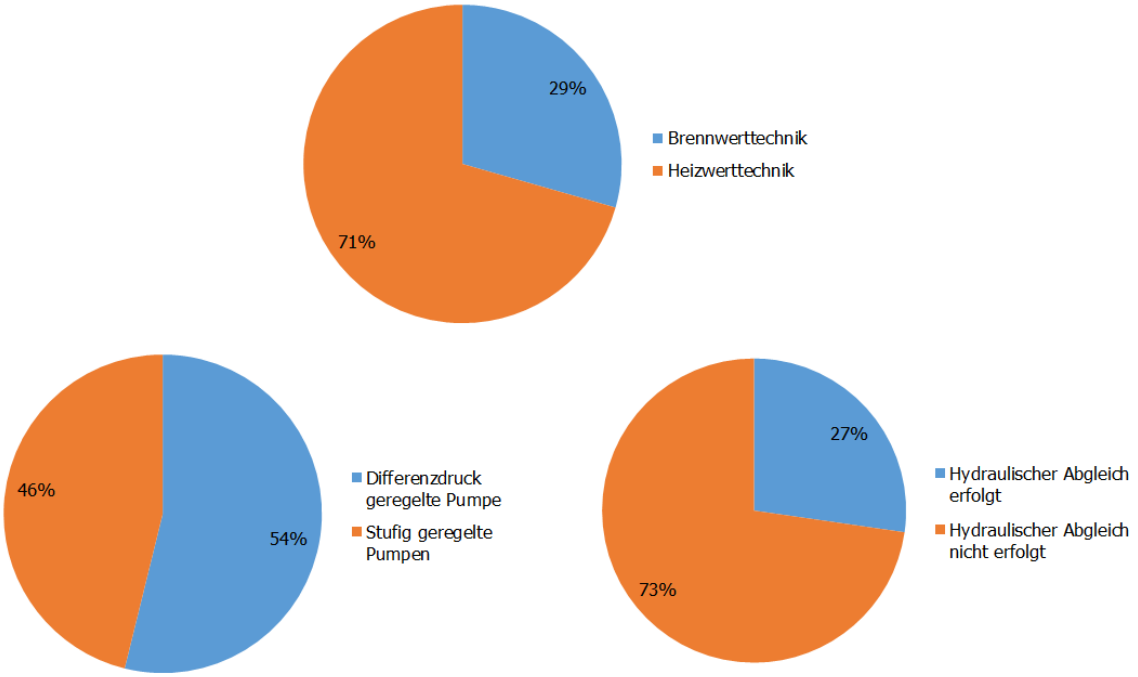


Abbildung 66: Ist-Zustand Anlagentechnik

5.3.1 Hydraulischer Abgleich Eisberg

Im Zuge des für das Studentenwerk Oberfranken durchgeführten Gesamtenergiekonzepts wurde im Studentenwohnheim Eisberg in Amberg eine nicht hydraulisch abgeglichene Heizungsverteilung aufgefunden. Die dafür erforderliche Hardware (differenzdruck geregelte Umwälzpumpen; voreinstellbare Heizungsventile) war zwar verbaut, die für einen optimalen Abgleich erforderlichen Voreinstellungen waren jedoch nicht vorgenommen worden.

Durch eine Berechnung der vorhandenen Heizlasten und -flächen konnten die korrekten Einstellwerte ermittelt werden. Durch eine anschließende Androsselung der Heizkörper an die errechneten Durchflusswerte, wurde das System hydraulisch abgeglichen. Die differenzdruckgeregelten Pumpen können so auf die minimal erforderliche Pumpleistung zurückfahren und eine unnötige Anhebung der Rücklauftemperatur wird verhindert.

Durch eine folglich niedrigere Taktung des Heizkessels können Spülverluste und Verluste aus unvollständiger Verbrennung in der Anfahrphase verhindert werden. Beim Einsatz eines Brennwertkessels könnten so zusätzlich die, für die Unterschreitung des Taupunktes und die Ausnutzung der latenten Wärme nötigen, niedrigen Rücklauftemperaturen sichergestellt werden.

Zeitlicher Ablauf:

- Datenaufnahme: Februar 2017
- Berechnungen: März/April 2017
- Praktische Ausführung: Mai 2017

5.3.2 Messung Zirkulationsverluste Eisberg

Der Neubau des Eisbergwohnheims wird über eine Fernwärmeleitung vom Heizraum des Altbaus aus mit Wärme versorgt. Die Versorgung des Neubaus über die Fernwärmeleitung muss auch in den Sommermonaten zur Bereitstellung des Brauchwassers aufrechterhalten werden. Die Fernwärmeleitung wurde nicht über die Tiefgarage in den Neubau gelegt, sondern untertage. Die Messung der Zirkulationsverluste und der benötigten Leistung zur Brauchwasserbereitstellung wurde im Zeitraum vom 8. bis 17 August 2016 hintereinander durchgeführt. Das nachfolgende Diagramm zeigt die im Altbau bereitgestellte und im Neubau ankommende thermische Leistung.

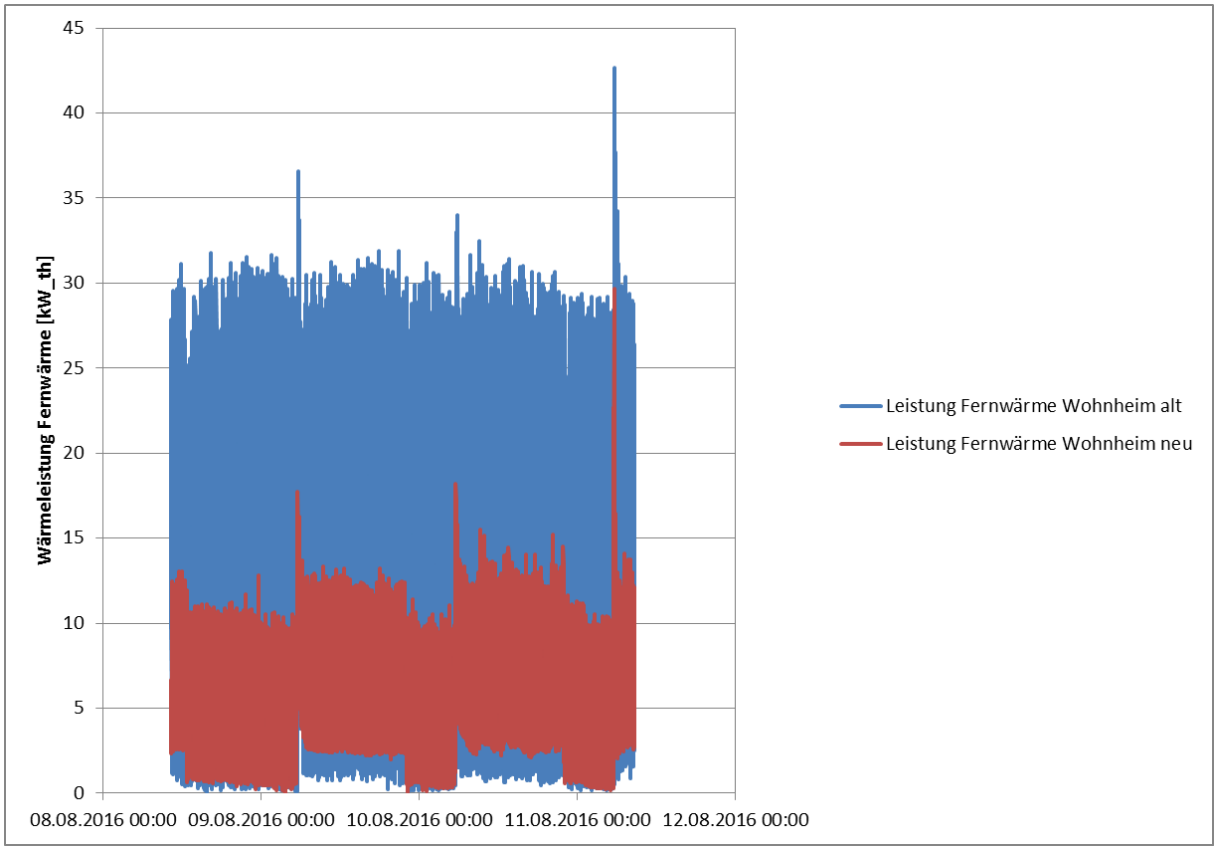


Abbildung 67: Diagramm Zirkulationsverluste Fernwärmeleitung

Von der über den Messzeitraum eingespeisten Wärmenergie (720 kWh) kommen nur etwa 343 kWh im Neubau an. Über die Hälfte (377 kWh) fallen an Verlust an, was bei einer Leitungslänge von ca. 120 m eine Abstrahlung von ca. 44 W/m bedeutet.

Das nachfolgende Diagramm zeigt die im Neubau abgerufene thermische Leistung zur Aufrechterhaltung der Temperatur der Zirkulationsleitung und Generierung des Brauchwassers wieder.

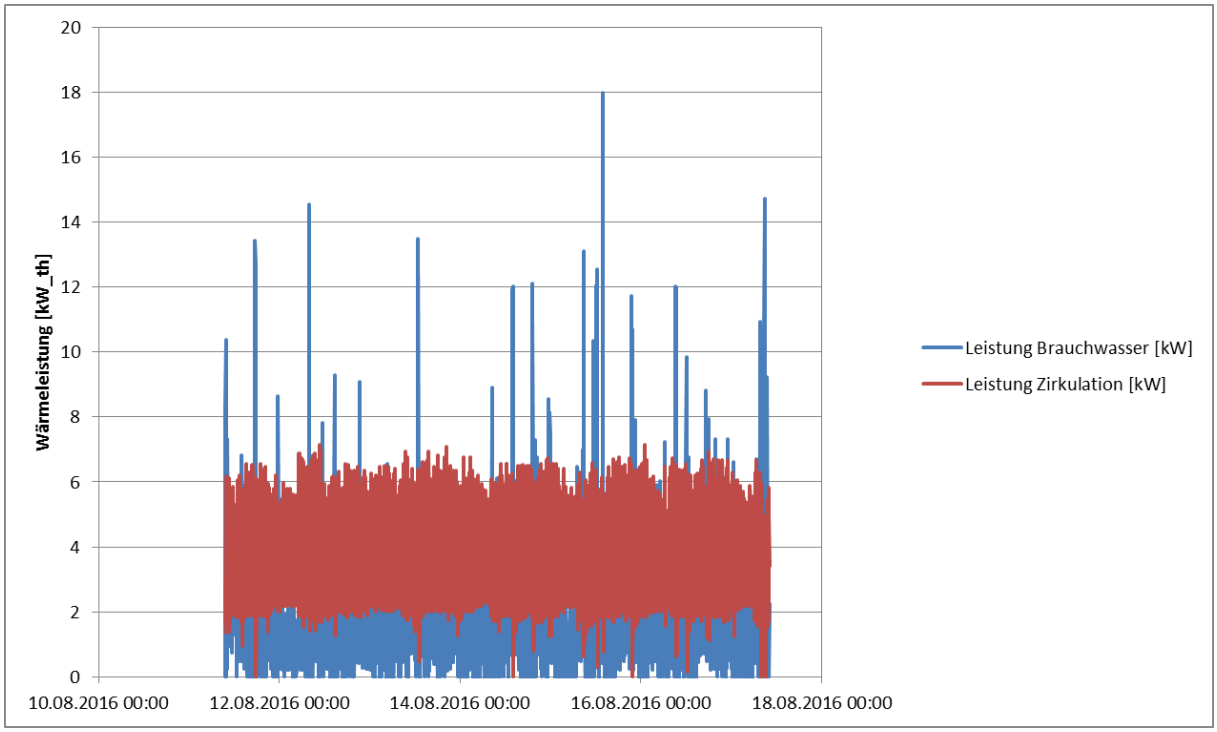


Abbildung 68: Diagramm Brauchwasser- und Zirkulationsleistung

Die Zirkulation benötigt etwa 65% der eingehenden thermischen Leistung. Zur Generierung des Brauchwassers wurden 35% der Leistung benötigt. Durch eine Umstellung auf eine separate zentrale Brauchwasserbereitung im Neubau des Wohnheims könnte die Fernwärmeleitung in den Sommermonaten still gelegt werden. Dies müsste jedoch im Detail geprüft werden.

5.4 Maßnahmen an Beleuchtung

Um eine Beurteilung der verbauten Beleuchtung im Ist-Zustand abgeben zu können, wurde exemplarisch ein Zimmer des Wohnheimes Eisberg mittels Beleuchtungsstärkemesskopf vermessen.

5.4.1 Messung Beleuchtung Wohnraum

Die Beleuchtungsstärke eines Wohnraums wurde durch einen Beleuchtungsstärkemesskopf der Firma Ahlborn vermessen. Nachfolgende Abbildung zeigt den Sensor der verwendeten Messtechnik.

Abbildung 69: Beleuchtungsstärkemesskopf Firma Ahlborn

Eine exemplarische Messung der Beleuchtungsstärke in den Wohnräumen des Eisbergs ergab einen Wert von 290 lx direkt unter der Lampe. Die nachfolgende Abbildung zeigt die verbaute Wohnraumlampe im Eisberg Wohnheim.

Abbildung 70: Lampengeometrie Wohnraumleuchte

Für Wohn- und Schlafräume gibt es keine Anforderungen für eine Mindestbeleuchtung. Es wird jedoch eine Grundbeleuchtung von 100-300 lx empfohlen. Eine Messung am Schreibtisch ergab einen Wert von 100 lx. Für Arbeitsplätze wird eine Mindestbeleuchtung von 500 lx gefordert. An den Schreibtischen ist also in jedem Fall eine zusätzliche Lampe zum Arbeiten notwendig. Diese wird in den meisten Fällen von den Studenten selbst gestellt; weshalb die Poster und Merkblätter zur Energieeffizienz von großer Bedeutung für die Energieeinsparung sind.

5.5 Maßnahmen an Lüftungsanlagen

5.5.1 Lüftungsanlage Kolpinghaus

Bei der Besichtigung der Heizungsverteilung des Kolpinghauses in Bayreuth fiel der Heizkreis der Lüftungsanlage durch, für die Jahreszeit untypisch hohe Temperaturen, auf. Der für das Heizregister der Lüftungsanlage vorgesehene Heizkreis wies Temperaturen von etwa 60°C auf, obwohl von der Temperaturregelung des Saals keine Wärmeanforderung vorhanden war und der Frostschutzbetrieb bei den vorhandenen Außentemperaturen nicht aktiv sein durfte. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Vor- und Rücklauftemperatur des Lüftungsheizkreises.

Abbildung 71: Heizkreis Lüftungsanlage

Die nachfolgende Abbildung zeigt die über den Außentemperatur-Fühler ermittelte Temperatur.

Abbildung 72: Regelung Heizkreise

Die nachfolgende Abbildung zeigt die über den Raumtemperaturregler eingestellte Solltemperatur des Saals.

Abbildung 73: Regelung Saaltemperatur

Es wird empfohlen, die Regelung zu überprüfen und eventuell neu einzustellen. Eventuell ist auch die Pumpe selbst in den manuellen Modus gestellt worden.

5.5.2 Lüftungsanlage Eisberg

Für die Lüftungsanlage im Eisbergwohnheim wurde bis zur Beendigung des Energiekonzeptes kein Wartungsvertrag abgeschlossen. Die Filtermatten werden vom Hausmeister provisorisch mit dem Kompressor gereinigt. Des Weiteren sind Teile der Regelung defekt und nicht in Betrieb. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Teil der defekten Regelungstechnik.

Abbildung 74: Regelungstechnik Lüftungsanlage Eisberg

Die Anzeige der Regelung der Lüftungsanlage gibt keinerlei Informationen wieder. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Anzeige der defekten Anlage.

Abbildung 75: Display Lüftungsanlage Eisberg

Es wird der Abschluss eines Wartungsvertrages und ein sachgemäßer Filtertausch/-reinigung empfohlen.

5.6 Maßnahmen Wärmeerzeugung

5.6.1 Umstellung Pflanzenöl- auf Erdgas- BHKW Eisberg

Durch den Defekt am Pflanzenöl BHKW im Eisbergwohnheim wurden diverse Alternativen als Ersatz betrachtet. Eine provisorische Versorgung über den verbauten Spitzellastkessel stellt von der Leistungsbereitstellung keine Probleme dar. Eine Versorgung über die Ringleitung der angrenzenden Hochschule wurde als nicht wirtschaftlich errechnet. Eine Neuanschaffung eines Gas BHKW wird in naher Zukunft als sinnvollste Lösung erachtet. Die nachfolgende thermische Jahresdauerlinie spiegelt die benötigten Leistungen und Laufzeiten eins BHKWs mit dem bereits verbauten Spitzenlastkessel wieder.

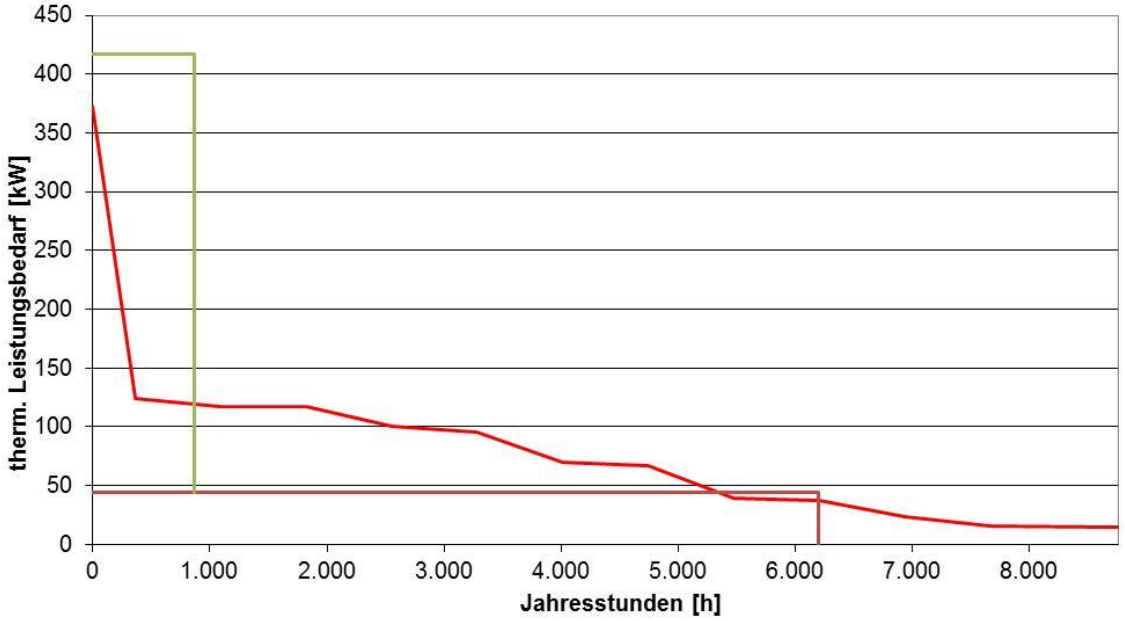


Abbildung 76: Thermische Jahresdauerlinie Eisberg Wohnheim

Bei einer thermischen Leistung von 47 kW würden Laufzeiten von über 6.000 h/a generiert.

Die nachfolgende geordnete elektrische Jahresdauerlinie wurde aus dem elektrischen Lastgang des Jahres 2016 erstellt.

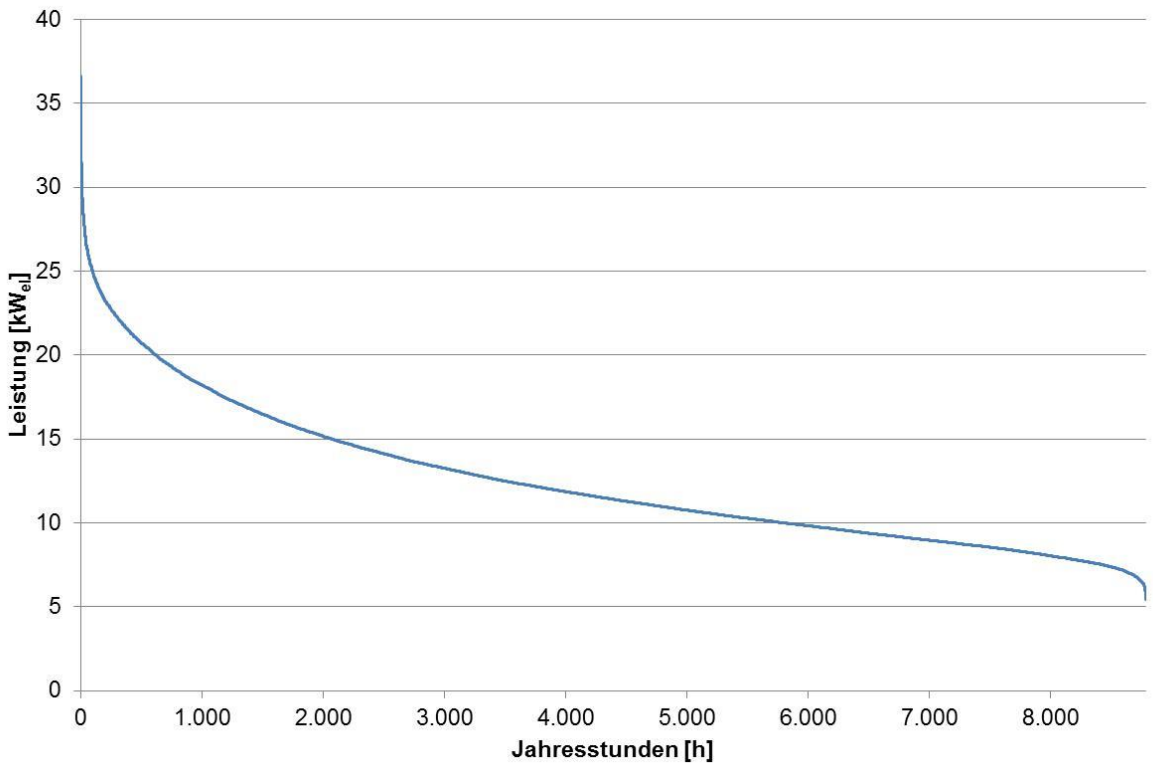


Abbildung 77: Elektrische Jahresdauerlinie Eisberg

Die Simulation der Eigenstromnutzung aus dem betrachteten Gas BHKW ergab eine Eigenstromquote von 55%. Die genauen Ergebnisse können aus den im Anhang liegenden Folien entnommen werden.

5.6.2 Heizungserneuerung Frankengut

Der Ist-Zustand der Heizungstechnik umfasst derzeit zwei Heizwertkessel mit je 250 kW Nennwärmeleistung. Die in einer Dachheizzentrale verbauten atmosphärischen Gaskessel wurden im Jahr 1985 in Betrieb genommen. Der Kesselwirkungsgrad wurde mit etwa 85% in einer Messung bestimmt. Aus Gründen der Energieeinsparung und der Versorgungsicherheit wird hier in naher Zukunft eine Sanierung der Anlage in Betracht gezogen.

Da sich die Einbringung in die Dachzentrale relativ schwierig gestalten dürfte, wurde auch aus statischer Sicht auf eine Betrachtung einer BHKW Variante verzichtet. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Verhältnisse in der Dachheizzentrale im Ist-Zustand.

Abbildung 78: Ist-Zustand Dachheizzentrale Frankengut

In der ersten betrachteten Variante wurde der Austausch durch eine Kaskadenanlage mit fünf Brennwertkesseln mit jeweils 100 kW Nennwärmeleistung betrachtet. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Kaskadenanlage mit ihrer Aufständerung und Abmessungen.

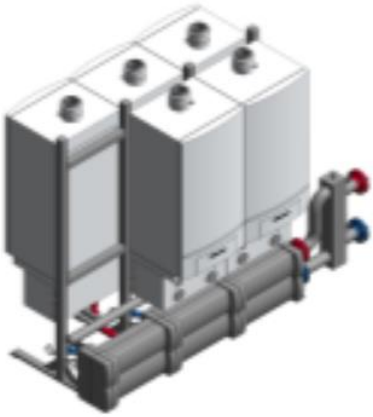


Abbildung 79: Aufständerung Kaskadenanlage

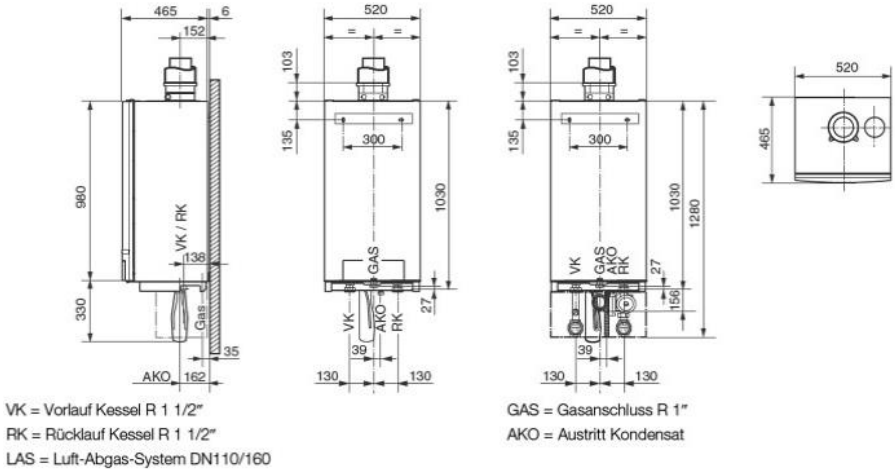


Abbildung 80: Abmessungen Kaskadenanlage

Diese Variante hätte die Möglichkeit des modulierenden Betriebs als Vorteil. Des Weiteren wären eine Redundanz und die leichte Einbringung in die Dachzentrale gesichert. Als Nachteil sind hier die in Summe höheren Wartungskosten der fünf Anlagen zu nennen. Eine Verwirklichung dieser Variante würde Investitionskosten von etwa 65.000 € mit sich bringen.

Die zweite Variante betrachtet eine Kaskadenanlage aus zwei Brennwertkesseln mit jeweils 250 kW Nennwärmeleistung. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Kesselkombination und deren Abmessungen.

Abbildung 81: Kesselkombination zweimal 250 kW

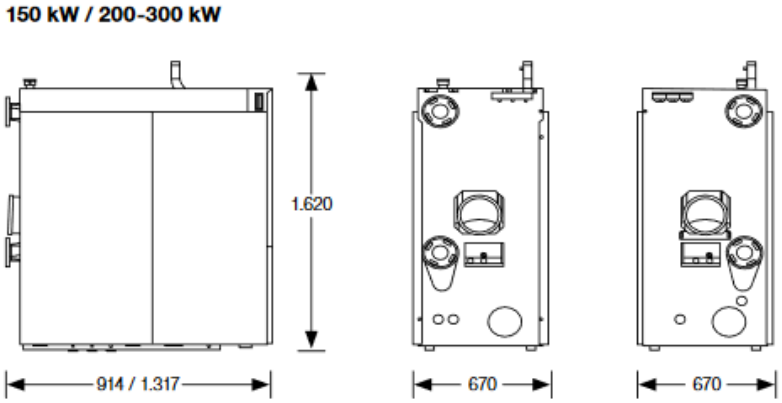


Abbildung 82: Abmessungen Kesselkombination zweimal 250 kW

Die Vorteile dieser Variante würden in den niedrigeren Wartungskosten und in der ebenfalls gesicherten Redundanz liegen. Die Möglichkeit der Einbringung über das Treppenhaus ist jedoch im Detail zu prüfen. Die Variante würde mit etwa 60.000 € zu Buche schlagen.

In der dritten Variante wurde der Einsatz eines einzigen Brennwertkessels mit 480 kW Nennwärmeleistung betrachtet. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Kessel und seine Abmessungen.

Abbildung 83: Kessel 480 kW

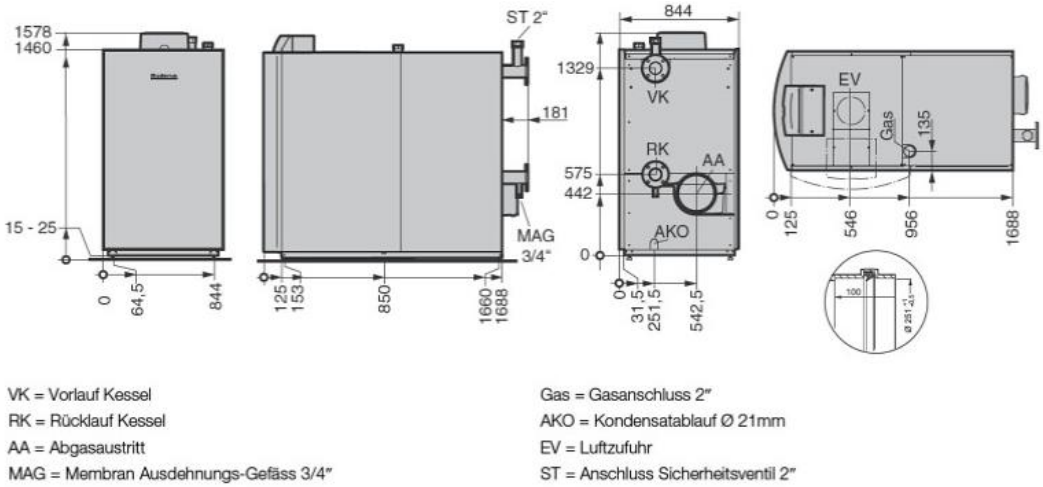


Abbildung 84: Kessel 480 kW

Die dritte Variante besticht vor allem durch die niedrigsten Investitions- und Wartungskosten. Jedoch ist auf die fehlende Redundanz und die problematische Einbringung über Dach hinzuweisen. Die Investitionskosten würden hier bei etwa 45.000 € ohne Kran- und Dacharbeiten liegen.

Bei einer gleichzeitigen Veränderung der Gebäudehülle ist auf die Einhaltung des EEWärme Gesetzes hinzuweisen. Durch einen fehlenden hydraulischen Abgleich wäre ein Brennwertbetrieb der neuen Kesselanlagen durch zu hohe Rücklauftemperaturen nicht gegeben. Die vorhandene Abgasanlage ist im derzeitigen Zustand nicht feuchteunempfindlich ausgeführt und deshalb für den Anschluss eines Brennwertkessels

nicht geeignet. Die Heizungsverteilung wurde bereits durch differenzdruckgeregelte Pumpen saniert.

Im Hinblick auf die nachfolgenden Kapitel wird ein Gesamtenergiekonzept für den räumlichen Gebietsumgriff mit allen Liegenschaften des Studentenwerks Oberfranken empfohlen.

5.6.3 Konzeptbetrachtung BHKW Kreuzstein

Der Ist-Zustand der Heizungstechnik umfasst derzeit zwei Heizwertkessel mit je 275 kW Nennwärmeleistung. Die in einer Heizzentrale verbauten Gaskessel der Bauart B23 wurden im Jahr 1991 in Betrieb genommen. Der Kesselwirkungsgrad wurde mit etwa 85 % in einer Messung bestimmt. Aus Gründen der Energieeinsparung und der Versorgungsicherheit wird hier in naher Zukunft eine Sanierung der Anlage in Betracht gezogen. Da sich die Einbringung in die Heizzentrale relativ einfach gestalten dürfte, wurde sich für eine Betrachtung einer BHKW Variante entschlossen. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Verhältnisse in der Heizzentrale im Ist-Zustand.

Abbildung 85: Ist-Zustand Kesselhaus Kreuzstein

Die nachfolgende thermische Jahresdauerlinie spiegelt die benötigte Leistung und Laufzeit eines potentiellen BHKW mit 50 kW_{el} wider.

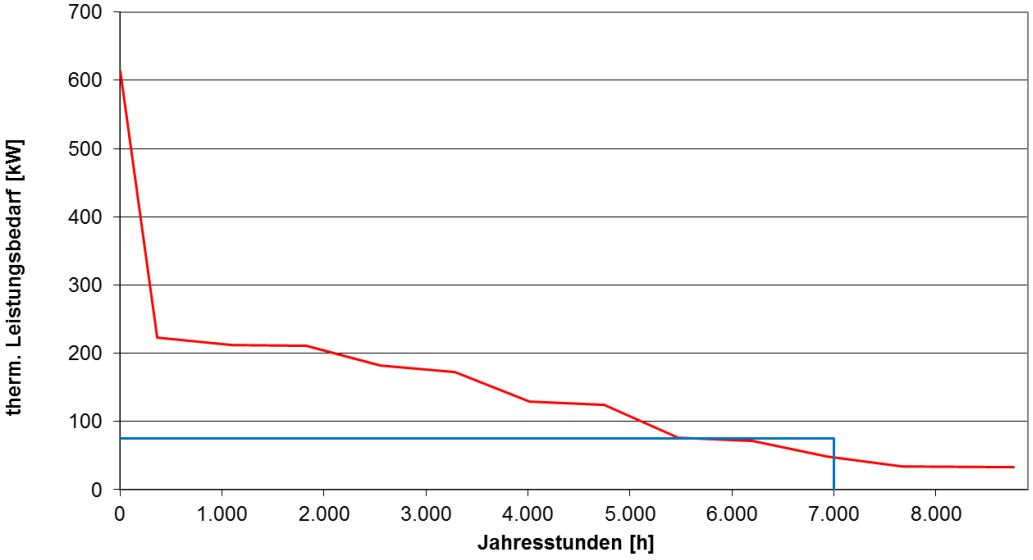


Abbildung 86: Thermische Jahresdauerlinie Kreuzstein

Bei der Betrachtung wurde ein BHKW mit 50 kW elektrischer und 75 kW thermischer Leistung herangezogen. Das Aggregat würde bei einer Laufzeit von 7.000 h/a eine Eigenstromquote von 56% erzielen können. Die Investitionskosten von ca. 130.000 € hätten sich in 6,8 Jahren statisch amortisiert. Die Wärmegestehungskosten ergeben sich aus den Berechnungen zu 2,2 Cent/kWh.

Hierbei handelt es sich ggf. um eine Insellösung. Im Hinblick auf das nachfolgende Kapitel wird ein Gesamtenergiekonzept für den räumlichen Gebietsumgriff mit allen Liegenschaften des Studentenwerks Oberfranken empfohlen.

5.6.4 Konzeptbetrachtung Wärmenetz Frankengutstraße

Ein Verbrauchsschwerpunkt des Studentenwerks Oberfranken liegt eindeutig auf den drei Wohnheimen in der Frankengutstraße in Bayreuth. In Summe werden von den Wohnheimen pro Jahr ca. 3,8 Millionen kWh Erdgas und 700.000 kWh Strom verbraucht.

Da die drei Liegenschaften räumlich sehr nahe zusammenliegen, ist ein Zusammenschluss über ein Fernwärmenetz und eventuell Stromnetz vorstellbar.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die räumlichen Gegebenheiten auf einer Luftaufnahme.

Abbildung 87: Luftaufnahme Frankengutstraße

Des Weiteren wäre ein Anschluss an das Wärmenetz der Stadtwerke Bayreuth eine Möglichkeit, die in Betracht gezogen werden könnte.

Eine Analyse verschiedener Betreibermodelle (Eigenbetrieb, Pachtmodell (ggf. mit Kundenanlage), Fernwärmelieferung/Contracting) müsste vor einer Umsetzung auf alle Fälle geprüft werden. Es wird ein Gesamtenergiekonzept für den räumlichen Gebietsumgriff mit allen Liegenschaften des Studentenwerks Oberfranken empfohlen.

6 Fazit und Ausblick

Trotz der enormen jährlichen Energiekosten von über 800.000 € findet derzeit keine Verbrauchsdatenkontrolle und Plausibilitätsprüfung statt. Das durchgeführte Gesamtenergiekonzept lies diverse Effizienzpotentiale, die mittel- bis langfristig gehoben werden sollten, ans Licht kommen. Hierzu zählt z. B. die umfangreiche Eigenerzeugung, die z. T. leider nicht optimal betrieben wird/werden kann. Ebenso sollte eine integrale Planung bei Neubauten umfassend berücksichtigt werden. Auf die Ausarbeitung einer Effizienzstrategie für einzelne Liegenschaften, auch unter Betracht der Wechselwirkungen (Gebäudehülle & Anlagentechnik), sollte ein besonderes Augenmerk gelegt werden, ohne dabei die übergeordnete Wirtschaftlichkeit aller Maßnahmen außer Acht zu lassen. Zu einer Betriebsoptimierung (inkl. Wartungsverträge) der vorhandenen Anlagentechnik (Lüftungsanlagen) und Eigenerzeugungsanlagen (BHKW, PV) wird geraten. Mit dem kontinuierlichen Leuchtmitteltausch zu LED sollte ab sofort mit Hilfe der ausgehändigten Ausdrucke begonnen werden.

Der weitere Ausbau der Eigenerzeugung z. B. im Gebietsumgriff Frankengutstraße, auch im Hinblick der schwachen Versorgungssicherheit einiger sanierungsbedürftiger Heizungsanlagen, sollte fortgesetzt werden: Die Betrachtung eines Wärmeverbundes der Wohnheime in der Frankengutstraße zum aktuellen Anlass der Heizungssanierungen der Wohnheime stellt eine gekonnte Alternative zum einfachen Kesseltausch dar. Die Wohnheime könnten so auf eine gemeinsame effizientere und günstigere Wärme- und Strombereitstellung zurückgreifen. Es wird ein integriertes Energiekonzept für den Standort empfohlen.

Ebenfalls stellt der hydraulische Abgleich weiterer Wohnheime, in denen bereits eine differenzdruckgeregelte Heizungsverteilung verbaut ist, ein leicht umzusetzendes Einsparpotential dar.

Übergeordnet wird die Schaffung einer zentralen Verwaltungs- und Kontrolleinheit für energierelevante Anlagen wird mit folgenden Punkten als auf jeden Fall sinnvoll erachtet:

- Energieverbrauchs- und Energiekostenmonitoring (in Echtzeit)
- Energieerzeugungs- und Vergütungsmonitoring (in Echtzeit)
- Verbrauchs- und Erzeugungslastganganalysen in Echtzeit
- Digitale Sammlung von Plänen, Liefer- und Wartungsverträgen

Dies kann beim Aufbau eines übergeordneten Maßnahmenplans zur maximalen Nutzung von Synergie- und Skaleneffekten (vergleichbar zur Ausschreibung des Energiebezugs) herangezogen werden.

7 Anhang

7.1 Gebäudesteckbriefe

7.2 Energieausweise

7.3 Thermographiebericht

7.4 Gutachten Wirkungsgradmessung BHKW Haus Coburg

7.5 Merkblatt „Energie und Wasser sparen“ Deutsch

7.6 Merkblatt „Energie und Wasser sparen“ Englisch

7.7 Poster „Der sparsame Umgang mit Energie“

7.8 Beleuchtungsaufstellung Retrofit Leuchtmittel