



ENERGIEBERICHT

2020

UNIVERSITÄT TÜBINGEN

Vorwort

Der Energiebericht wurde in Zusammenarbeit des Energiemanagers der Universität und der Energiemanager des Technischen Betriebsamtes (tba) erstellt.

Die gebäudebezogenen Energie- und Wasserverbräuche des Jahres 2020 sind unter Punkt 6 tabellarisch aufgelistet. Dargestellt werden nur die Mengen und Kosten, welche von der Universität verbraucht wurden. Diese Daten beziehen die Energiekosten der Medizinischen Fakultät nicht mit ein, da gem. § 4 Abs. 3 UKG-BW die Personal- und Wirtschaftsführung der Medizinischen Fakultät beim UKT liegt. Weiterverrechnete Mengen und Kosten mit Dritten wurden in Abzug gebracht.

Das Energiemanagement hat im Jahr 2020 folgende Schwerpunkte verfolgt:

- Umsetzung und Weiterentwicklung des Energiezählerkonzepts für die Universität Tübingen
- Umrüstung einzelner Gebäude auf energiesparende LED-Beleuchtung
- Anpassung der Betriebszeiten von Heizungsanlagen
- Installation von „Behördenmodellen“ in ausgewählten Gebäuden
- Feinanalyse von Gebäuden auf Basis der Vierfelder-Matrix und Umsetzung daraus resultierender energetischer Optimierungsmaßnahmen
- Bearbeitung von Hitze- und Kältebeschwerden und Veranlassung energetischer Maßnahmen
- Abschluss der MitarbeiterInnen Kampagne „Kluge Köpfe für den Klimaschutz“

Für Fragen und Anregungen stehen Ihnen die Energiemanager des technischen Betriebsamtes (29-73551) und der Universität (29-73557) jederzeit gerne zur Verfügung.

Tübingen, den 16.06.2021



J. Bunzel
Geschäftsbereichsleiter tba
Geschäftsführer UKT Energie Gesellschaft mbH



J. Lichtenberger
Teamleiter
Energiemanagement tba



Hedwig Ogrzewalla
Umweltkoordinatorin
Universität Tübingen Dez. VIII Abt. 3



Tobias Eder
Energiemanagement
Universität Tübingen Dez. VIII Abt. 3

Inhalt

1. Entwicklung der Ressourcenverbräuche	11
1.1. Strom	11
1.2. Wärme.....	14
1.2.1. GKT (Talbereich).....	14
1.2.1. FHW II (Morgenstelle).....	14
1.3. Erdgas	16
1.4. Heizöl.....	16
1.5. CO ₂ -Emissionen	17
1.6. Trink- und Abwasser.....	19
1.7. Gesamtenergie- und Wasserverbrauch und Kosten 2020	20
1.8. Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2014-2020.....	21
2. Abgeschlossene Maßnahmen.....	23
2.1. Energiecontracting Morgenstelle 10/ C-Bau.....	23
2.2. LED- Beleuchtung Liebermeisterstr. 16 (Bibliothek des Theologikums).....	25
2.3. Ertrag der betriebenen PV- Anlagen 20	27
2.4. Fensterdichtungen Wilhelmstr. 22.....	28
2.5. Hitze- und Kälte Management	28
2.6. LED-Beleuchtung – Umgesetzte Lichtpunkte.....	29
2.7. Studium Oecologicum – Kurs „Mein Energie Energieverbrauch privat, als Student/in und als Tübinger Bürger/in“	33
3. Laufende Maßnahmen gebäudespezifisch.....	33
3.1. Handtrockensysteme in den Sanitäreinrichtungen der Unibibliothek	33
3.2. Energetische Optimierung Wilhelmstraße 5 („Alte Botanik“)	38
3.3. LED-Beleuchtung in den Gewächshäusern des ZMBP	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4. Laufende Maßnahmen gebäudeübergreifend	38
4.1. Energetische Optimierungen	38
4.2. Serverräume.....	38

4.3.	Betrieb von Klima- und Lüftungsanlagen	39
4.4.	Zuschuss für energieeffiziente Geräte– Ersetzte Geräte	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.5.	Reduzierter Gebäudebetrieb 2017-2019 und weiteres Vorgehen	40
4.6.	Anpassung der Betriebszeiten von Heizungsanlagen an die Nutzungszeiten	44
4.7.	PV-Anlagen	45
4.8.	Erstellung eines Pumpenkatasters für die flächendeckende Umrüstung auf Hocheffizienzpumpen 46	
4.9.	Behördenmodelle.....	46
5.	Controlling	48
5.1.	Energieausweise 2020.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.2.	Windy Cities.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.3.	Ausbau des Zählerkonzepts	48
5.4.	Controlling mittels Carpet-Plots in Interwatt.....	49
5.5.	Energiecontracting Morgenstelle 8/ B-Bau – Einsparungen und Ergebnisse	53
5.6.	Energiecontracting Morgenstelle 15/ Verfügungsgebäude – Einsparungen und Ergebnisse	57
5.7.	Gesamtstromverbrauch an der Uni Tübingen	59
5.8.	Wärmeverbrauch	60
5.9.	Wasserverbrauch	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.10.	Jahresplan und Energieziele 2021	62

Anhang

1. Energie- und Wasserverbräuche 2020 mit Verteilung auf die einzelnen Gebäudekomplexe
2. Gebäudeübergreifendes Ranking
3. Vier-Felder-Matrix Wärme
4. Vier-Felder-Matrix Strom
5. Auswertung des Stromverbrauchs
6. Auswertung des Wärmeverbrauchs
7. Füllstände Öl- und Dieseltanks

	Verfasser		Telefon	E-Mail
JL	Jörg Lichtenberger	tba	07071/29-73551	jörg.lichtenberger@med.uni-tuebingen.de
AB	Armin Biesinger	tba	07071/29-73510	armin.biesinger@med.uni-tuebingen.de
JB	Johannes Birkle	tba	07071/29-77170	johannes.birkle@med.uni-tuebingen.de
DK	Daniela Kübler	tba	07071 /29-73572	daniela.kuebler@med.uni-tuebingen.de
TE	Tobias Eder	UT	07071/29-73557	tobias.eder@uni-tuebingen.de

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung des Strombedarfs 2016 bis 2020	12
Abbildung 2: Strommix Universität Tübingen 2020	13
Abbildung 3: Fernwärmeverbrauch 2015 bis 2020	14
Abbildung 4: Wärmepreise 2016 - 2020.....	15
Abbildung 5: Absoluter und witterungsbereinigter Erdgasgesamtverbrauch 2016 - 2020	16
Abbildung 6: Gesamtheizölverbrauch 2016- 2020.....	17
Abbildung 7: CO ₂ - Emissionen 2016bis 2020	18
Abbildung 8: Trinkwasserverbrauch 2016 bis 2020	19
Abbildung 9: Prozentuale Kostenverteilung 2020	20
Abbildung 10: Gesamtenergie- und Wasserverbrauch 2016 bis 2020	21
Abbildung 11: Gesamtenergiekosten2016-2020	22
Abbildung 12: Vergleichsreihe Stromeinsparung Schleichstraße 4	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 13: Verlauf des Stromverbrauchs im C-Bau 2017-2020	24
Abbildung 14: Verlauf des Wärmeverbrauchs im C-Bau 2018-2020	25
Abbildung 15: Reduzierter Stromverbrauch durch LED- Umrüstung im Theologikum	26
Abbildung 16: Shedhalle Ost und Nord (54 kWp und 30 kWp)	27
Abbildung 17: Stromertrag der PV-Anlage Wertstoffhof pro Monat im Jahr 2020	27
Abbildung 19: Temperaturaufzeichnung mit und ohne Hitzeschutzfolie in der Neuen Aula	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 21: Anzahl der neu eingesetzten LED-Leuchtmittel/-Leuchten bei der Universität Tübingen ..	30
Abbildung 22: Jährliche Einsparungen 2011 – 2020 durch neu installierte LED-Beleuchtung und teilweise Beleuchtungssteuerung	30
Abbildung 23: Investitionskosten und Kosteneinsparungen LED 2011 – 2019.....	31
Abbildung 24: Strom- und Kosteneinsparung 2011 – 2020	31
Abbildung 27: Wärmeverbrauch in der Wilhelmstr. 50	41
Abbildung 28: Wärmeverbrauch in der Wilhelmstraße 19	42
Abbildung 29: Wärmeverbrauch in der Münzgasse 22	42
Abbildung 30: Wärmeverbrauch in der Bursagasse 1	43
Abbildung 31: Wärmeverbrauch im B-Bau.....	43
Abbildung 32: Wärmeverbrauch im D-Bau	44
Abbildung 32: Reduzierung der Heizung in der Rümelinstraße.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 41: Energiefluss Universität Tübingen.....	48
Abbildung 31: Einstellung des Referenzjahres 2015 der Energieliegenschaft 0050 Brechtbau.	52
Abbildung 32: Monatliche Darstellung des Referenzwert (Jahr 2015) gegenüber Stromverbrauch 2020.	53

Abbildung 44: Verlauf des Stromverbrauchs, Schaltschrankzähler Technik im B-Bau.....	55
Abbildung 45: Verlauf des absoluten Wärmeverbrauchs im B-Bau.....	56
Abbildung 46: Verlauf des Stromverbrauchs im Verfügungsgebäude /Morgenstelle 15	58
Abbildung 47: Verlauf des Wärmeverbrauchs im Verfügungsgebäude NWI.....	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der Wärmepreise von GKT und FHW II	15
Tabelle 2: CO ₂ -Emissionen 2016-2020	18
Tabelle 3: Gesamtenergie- und Wasserverbrauch 2020	20
Tabelle 4: Energie- und Wasserkosten 2020	20
Tabelle 5: Gesamtverbräuche 2016-2020	21
Tabelle 6: Energiekosten 2016 – 2020	22
Tabelle 9: Entwicklung des Stromverbrauchs im C-Bau	23
Tabelle 10: Entwicklung des Wärmeverbrauchs im C-Bau	24
Tabelle 9: Datengrundlage Händetrocknung UB	34
Tabelle 10: Basisdaten und Berechnungstool für die Händetrocknung in der UB	35
Tabelle 11: Investitions- und Betriebskosten der Händetrocknung in der UB	36
Tabelle 10: Anlage 3 der VWV, zulässige Raumtemperaturen	47
Tabelle 11: Entwicklung des Stromverbrauchs im B-Bau.....	54
Tabelle 12: Entwicklung des absoluten Wärmeverbrauchs im B-Bau.....	55
Tabelle 13: Entwicklung des Stromverbrauchs im Verfügungsgebäude	57
Tabelle 14: Entwicklung des Wärmeverbrauchs im Verfügungsgebäude NWI / Morgenstelle 15	58
Tabelle 15: Neu bezogene Gebäude seit 2018	60

Abkürzungsverzeichnis

BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare Energien Wärme Gesetz
EEX	European Energy Exchange AG (EEX) mit Sitz in Leipzig ist die Strombörse
EltVU	Elektrizitätsversorgungsunternehmen
EMAS	Eco Management and Audit Scheme
EnMS	Energiemanagementsystem
EnEV 2009	Energie-Einspar-Verordnung 2009
ESC	Energiesparcontracting
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FHW I	Fernheizkraftwerk 1
FHW II	Fernheizkraftwerk 2
FU	Frequenzumrichter
GKT	Gemeinschaftskraftwerk Tübingen GmbH
GLT	Gebäudeleittechnik
HLSK	Heizung, Lüftung, Sanitär, Klima
HZA	Hauptzollamt
IQF	Innovations- und Qualitätsfonds des Landes BW
LED	Licht emittierende Diode
MSR	Mess-Steuerung-Regelungs-Technik
MVV	MVV Enamic GmbH
NWI	Naturwissenschaftliche Institute
PFM	Portfoliomanagement
PDCA-Zyklus	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess auf Basis der Begriffe Plan – Do – Check – Act
PV	Photovoltaik
StromStG	Stromsteuergesetz
SV Verteilung	Sicherheitsstromversorgung

swt	Stadtwerke Tübingen GmbH
TA-Luft und Lärm	Technische Anleitung zu Luft- und Lärm- Immissionen
tba	Technisches Betriebsamt
TEHG	Treibhausgashandelsgesetz
UEG	UKT-Energie Gesellschaft mbH
UKT	Universitätsklinikum Tübingen
UT	Eberhard Karls Universität Tübingen
VOL/A	Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen
VuB	Vermögen und Bau Baden-Württemberg Amt Tübingen
WRG	Wärmerückgewinnung

Maßeinheiten

T €	tausend Euro	= 1.000 €
kWh	Kilowattstunde	= 1.000 Wh
MWh	Megawattstunde	= 1.000 kWh
GWh	Gigawattstunde	= 1.000.000 kWh
l	Liter	
cbm	Kubikmeter	= 1.000 Liter
m ³	Kubikmeter	= 1.000 Liter
dam ³	Dekakubikmeter	= 10 m ³

1. Entwicklung der Ressourcenverbräuche

1.1. Strom

Die Stromversorgung für die Universität Tübingen wird seit 2011 durch einen Stromportfolio-managementvertrag (PFM) mit den Stadtwerken Tübingen (swt) sichergestellt. Das Ziel des PFM ist es, die Abdeckung des gesamten Strombedarfs durch die Kombination von Strombändern verschiedener Bezugsquellen sicherzustellen und die Preisvorteile im Vergleich zu einem Vollversorgungsvertrag zu nutzen. Die swt führen als Vertragspartner den Handel durch. Das tba kombiniert die einzelnen Leistungsbänder zu einer bedarfsgerechten Vollversorgung, wobei anfallende Differenzmengen zu Börsenpreisen an- bzw. verkauft werden. Der Arbeitspreis für die Universität setzt sich aus den folgenden Komponenten zusammen: Strompreis, Netznutzung, Portfoliomanagementkosten und den gesetzlichen Abgaben wie Stromsteuer, KWKG, EEG, Netzentgeltverordnung und Offshore-Abgabe.

Im Strompreis sind erhebliche Anteile enthalten, für die ursprünglich keine Umsatzsteuer anfällt. Erst durch das Gesamtpaket des Stromversorgers wird der ganze Preis umsatzsteuerpflichtig. Im Jahr 2020 erlangte die UT mit Hilfe der Firma ECOTEC und dem tba, dass ihr vom Hauptzoll Amt Ulm der Energieversorgerstatus erteilt wurde. Unternehmen, welche im Besitz des Versorgerstatus sind können die Stromsteuer direkt mit dem HZA abrechnen. Die UT hatte in den letzten Jahren einen Unterbilanzkreis im Bilanzkreis von den swt. Seit der Umstellung im Jahr 2020 auf einen eigenständigen Bilanzkreis der UT beim Übertragungsnetzbetreiber, die TransnetBW GmbH, kann die UT die EEG-Umlage direkt an die TransnetBW abführen. Dies hat den Vorteil, dass für die Stromsteuer und die EEG-Umlage keine Umsatzsteuer anfällt. Der Vorteil belief sich im Jahr 2020 auf ca. 691 T€.

Der Strombezug ist 2020 1 % angestiegen. Der reduzierte Strompreis von 181,21 €/MWh (2018: 188,11€/MWh) beruht auf den oben beschriebenen Effekten. Dieser Einfluss hat dazu beigetragen, dass die Stromkosten im Jahr 2020 um ca. 0,34 % gestiegen sind.

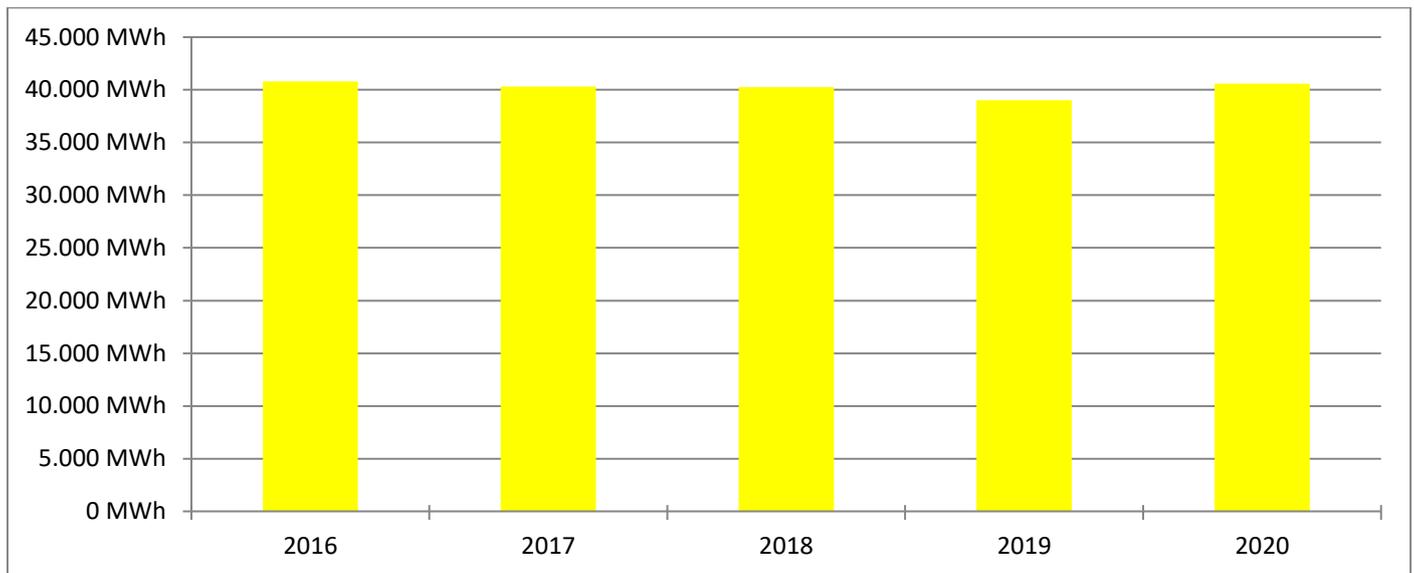


Abbildung 1: Entwicklung des Strombedarfs 2016 bis 2020

Der Strommix der UT wurde entsprechend der Vorgabe des Landes Baden - Württemberg 2015 auf Ökostrom umgestellt.

Die Forderung zur Lieferung von CO₂-neutralem Strom erfüllt der Portfoliomanager, die Stadtwerke Tübingen (swt), durch Verwendung und Entwertung von Herkunftsnachweisen (HKN) jeweils zum 31.12. eines Jahres mit Nachweis an die Universität. Das Portfoliomanagement für die Universität wird vom tba betreut und überwacht sowie die Stromversorgung sichergestellt.

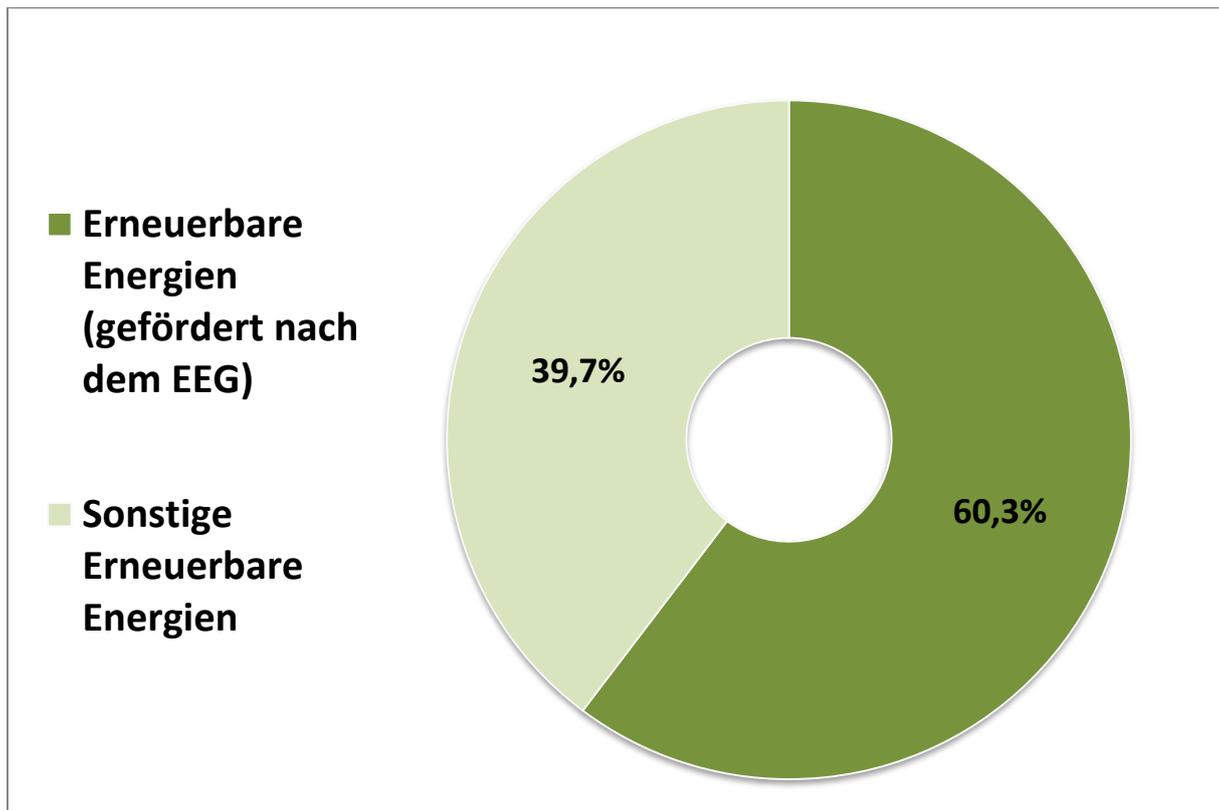


Abbildung 2: Strommix Universität Tübingen 2020

Mit dem Erwerb und der Entwertung ausreichender HKN für das Stromportfolio der Universität ist eine 100%-Ökostrombelieferung gewährleistet. Die HKN verbrieften laut Definition den Nachweis über die Menge der eingespeisten erneuerbaren Energien. Durch die explizierte Entwertung dieser Strommengen aus erneuerbaren Energien auf den Letztverbraucher UT ist eine Stromkennzeichnung als Ökostrom abbildbar.

Die HKN für 2020 stammten aus spanischen und schwedischen Wasserkraftwerken.

1.2. Wärme

Die Wärmeverbräuche sind in absoluten und witterungsbereinigten Werten angegeben. Die Witterungsbereinigung erfolgt mit dem vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellten Klimafaktor (2020: 1,1 / 72076 Tübingen) <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>.

Die Witterungsbereinigung mittels Klimafaktor ermöglicht einen Vergleich des Heizenergieverbrauchs sowohl unterschiedlicher Jahre als auch unterschiedlicher Standorte.

Der witterungsbereinigte Fernwärme-Mehrverbrauch 2020 im Vergleich zu 2019 lag bei 1.450 MWh bzw. 3,34%.

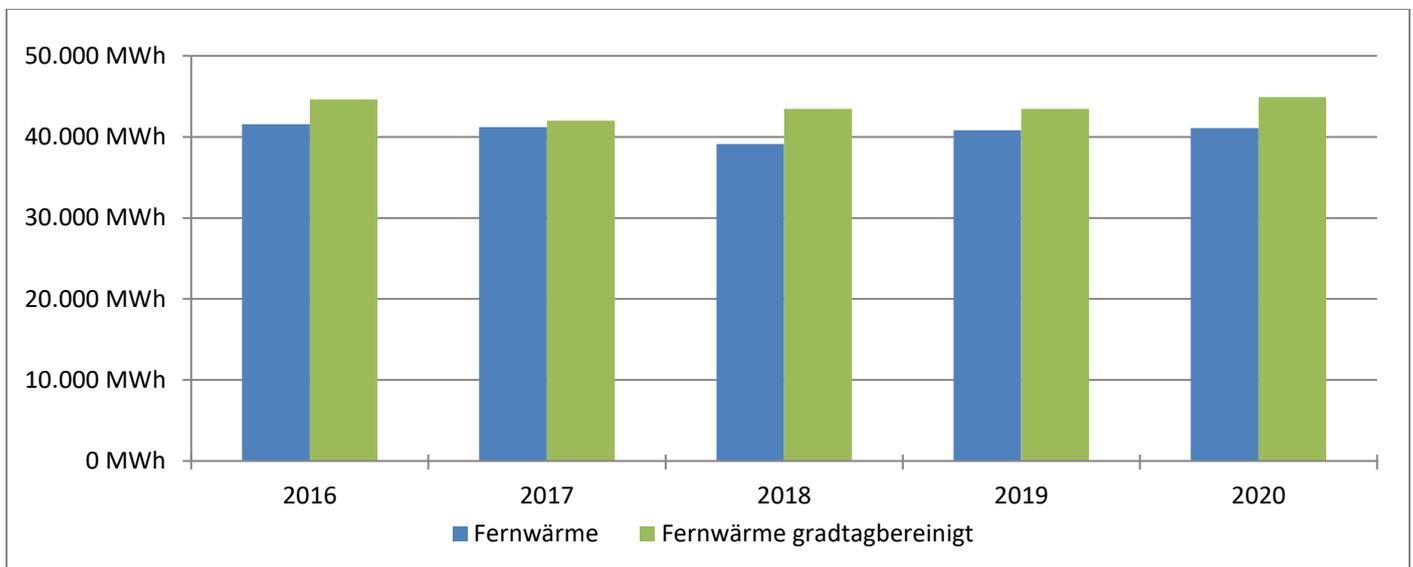


Abbildung 3: Fernwärmeverbrauch 2016 bis 2020

1.2.1. GKT (Talbereich)

Die Wärmekosten für die Abnahme aus dem Gemeinschaftskraftwerk (GKT) reduzieren sich von 2019 auf 2020 von 126,12 €/MWh auf 119,72 €/MWh (ca. 5,1 %) aufgrund der rückläufigen Erdgas- und Ölpreise.

1.2.1. FHW II (Morgenstelle)

Die Wärmekosten für die Abnahme aus dem Fernheizwerk Morgenstelle (FHW II) reduzieren sich von 2019 auf 2020 von 90,25 €/MWh auf 87,00 €/MWh (ca. 4,8 %), ebenfalls aufgrund der rückläufigen Erdgas- und Ölpreise.

Die Preisanpassung von GKT und FHW II erfolgte zu unterschiedlichen Zeitpunkten, wodurch sich die unterschiedliche Preiserhöhung erklären lässt.

Tabelle 1: Vergleich der Wärmepreise von GKT und FHW II

	2016	2017	2018	2019	2020	Trend 16 bis 20
GKT	110,43 €	104,64 €	114,04 €	126,12 €	119,72 €	>
FHW II	79,67 €	80,42 €	86,14 €	90,25€	87,00€	>
Differenz (GKT - FHW II)	30,76 €	24,22 €	27,91 €	35,86 €	32,72 €	
Alle Preise sind Bruttopreise, einschließlich aller Abgaben!						

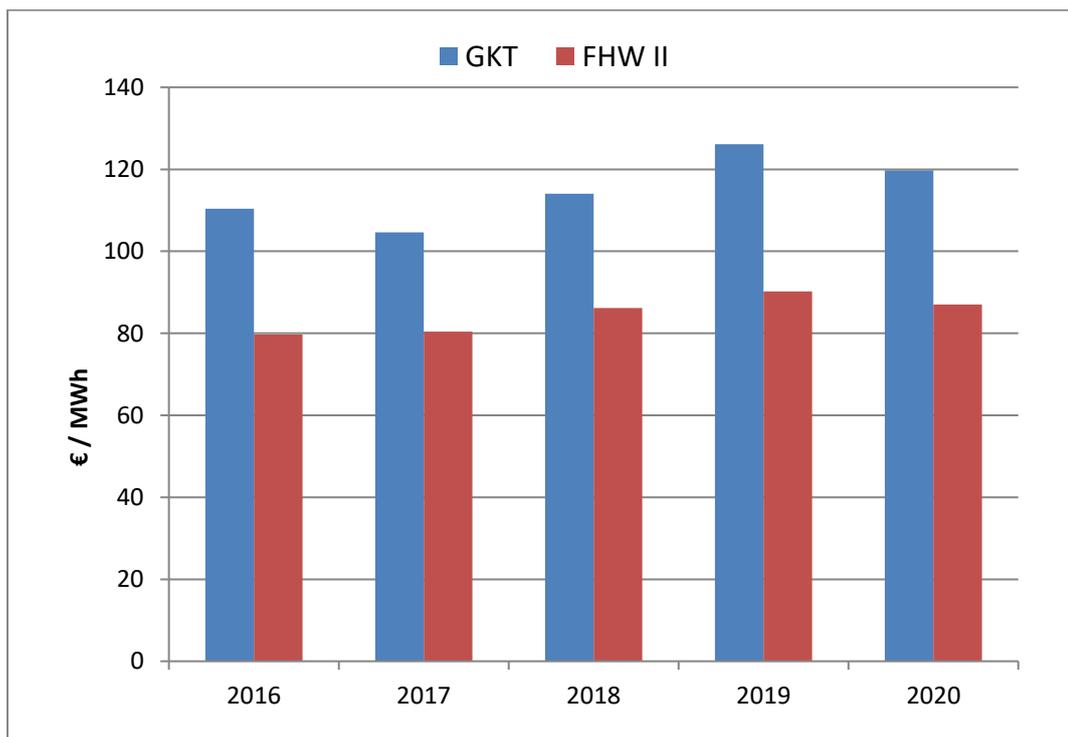


Abbildung 4: Wärmepreise 2016 - 2020

Die Fernwärmepreise für GKT und FHW II sind von 2019 auf 2020 gesunken.

1.3. Erdgas

Der Durchschnittspreis erhöhte sich 2020 im Vergleich zu 2019 minimal von 50,54 €/MWh (2019) auf 51,11 €/MWh (ca. 1,14 %).

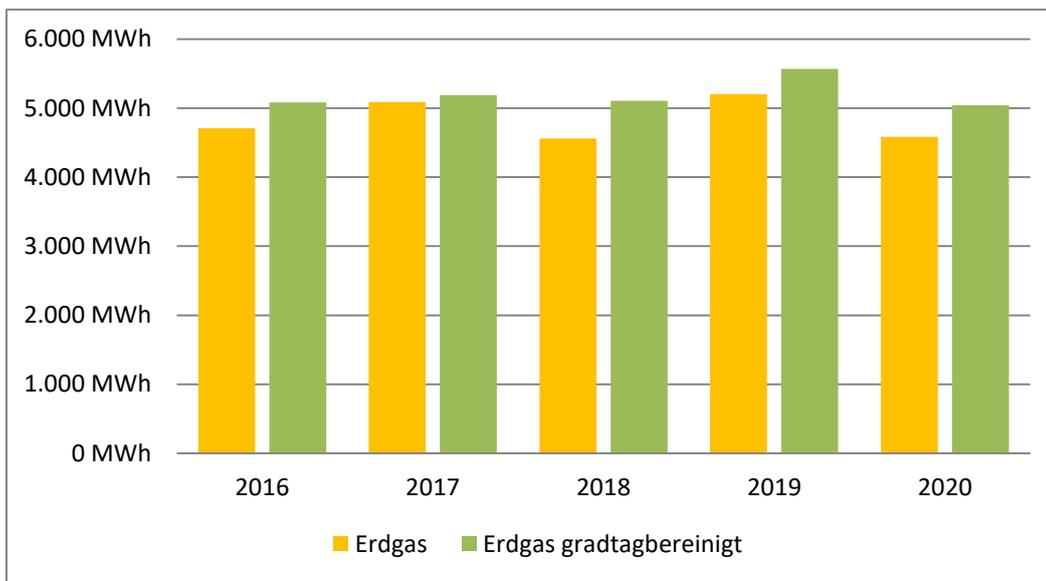


Abbildung 5: Absoluter und witterungsbereinigter Erdgasgesamtverbrauch 2016 - 2020

1.4. Heizöl

Die Heizöl- und Dieselfüllstände der insgesamt 20 Ölheizungen und Notstromaggregate wurden am 01.12.2019 erstmalig erfasst. Zukünftige Ablesungen der Füllstände erfolgen ab 2021 jeweils zum 01.12. jeden Jahres durch den Energiemanager der Universität (s. Anhang 10).

Mit Beginn der Corona-Pandemie gaben die Frontmonatspreise bis Anfang März 2020 nach. Eine Produktionsdrosselung der OPEC-Gruppe scheiterte. Stattdessen führten eine erhöhte Ölproduktion und die Ausbreitung des Corona-Virus zu einem historisch einmaligen Einbruch der weltweiten Ölnachfrage. Erst der Beschluss der OPEC-Gruppe, ihre Ölproduktion zu drosseln konnten den Preistrend umkehren. In der Folge bewegten sich die Preise seitwärts. Das Preisniveau lag zum Jahresende 2020 ca. 22 % niedriger als Ende 2019.

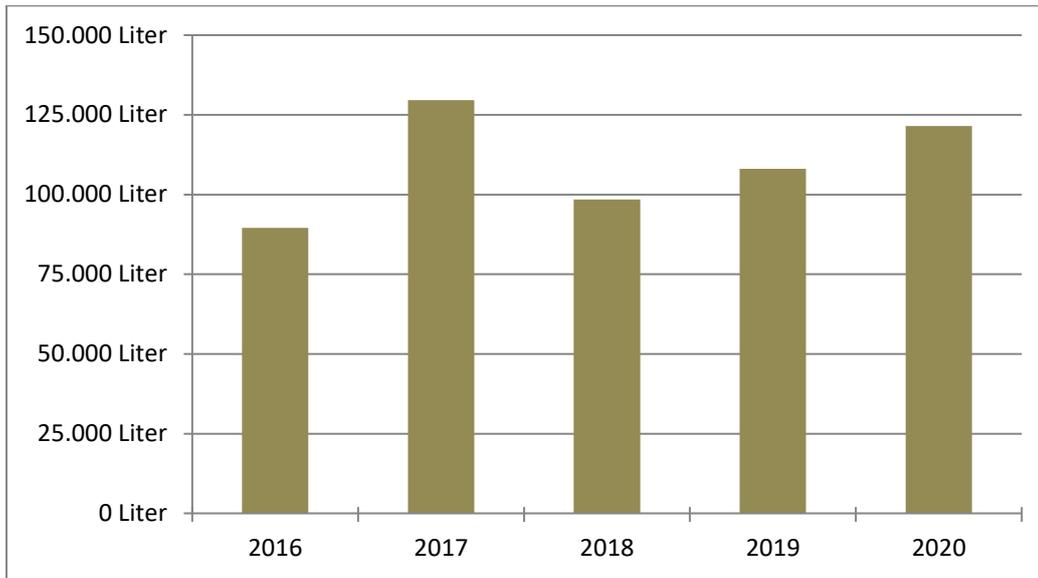


Abbildung 6: Gesamtheizölverbrauch 2016- 2020

Eine Witterungsreinigung erfolgt nicht, da die überwiegende Anzahl der Anlagen für die Notstromversorgung betrieben werden. Die Betankung erfolgt entsprechend der Bedarfsmeldungen.

1.5. CO₂-Emissionen

2020 stiegen die CO₂-Emissionen von 5,265 Tonnen (2019) auf 6,048 Tonnen. Seit 01.01.2015 bezieht die Universität auf Basis der Vorgaben des Landes Baden-Württemberg zu 100% Ökostrom, entwertet durch sogenannte Herkunftsnachweise (HKN) des Herkunftsnachweisregisters (HKNR) des Umweltbundesamtes.

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Umweltbundesamt+Herkunftsnachweise+%28HKN%29+%C3%96kostrom>).

Tabelle 2: CO₂-Emissionen 2016-2020

Jahr	Fernwärme		Strom		Erdgas		Heizöl		CO ₂ gesamt
	Verbrauch	CO ₂	Verbrauch	CO ₂	Verbrauch	CO ₂	Verbrauch	CO ₂	
2016	41.586,274 MWh	4.945 t	40.808,297 MWh	0 t	4.709,515 MWh	846 t	89.567 l	243 t	6.034 t
2017	41.226,313 MWh	5.529 t	40.308,629 MWh	0 t	5.088,292 MWh	914 t	129.645 l	351 t	6.795 t
2018	39.106,280 MWh	4.833 t	40.266,657 MWh	0 t	4.560,344 MWh	819 t	98.432 l	267 t	5.919 t
2019	40.809,379 MWh	4.037 t	39.001,089 MWh	0 t	5.205,000 MWh	935 t	108.096 l	293 t	5.265 t
2020	41.096,050 MWh	4.895 t	40.598,379 MWh	0 t	4.584,030 MWh	824 t	121.510 l	329 t	6.048 t

Als Basis für die Berechnung der CO₂-Emissionen von Strom diente der Strommix für die Universität mit einem Ausstoß mit von 0 kg/MWh.

Bei der Berechnung des CO₂-Ausstoßes von Erdgas (GKT) wurden die CO₂-Ausstosswerte der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) zugrunde gelegt. Diese sind unverändert zum Vorjahr.

Im FHW II ist es zu diversen Komplikationen beim Betrieb der Holzkessel (z.B. Verstopfung Filterstaubsendeleitung, Einhaltung CO-Grenzwerte) gekommen. Dies führte zu einem höheren Einsatz der „Ersatzbrennstoffe“ Erdgas und Heizöl. Somit sind im FHW II die Emissionen je MWh von 35 kg auf 58 kg angestiegen (Gesamtanteil Biomasse 2020: 71,2 % /20198: 83,24 %).

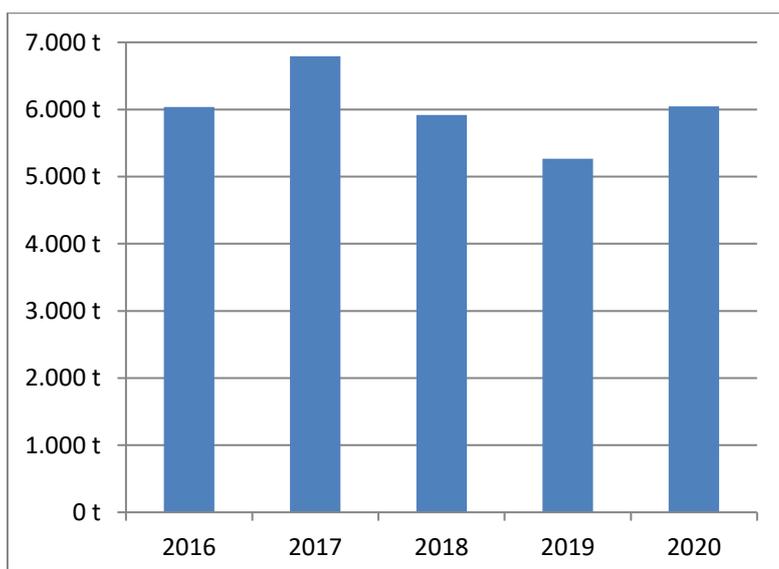


Abbildung 7: CO₂- Emissionen 2016bis 2020

1.6. Trink- und Abwasser

Der Preis für Wasser liegt 2020 unverändert bei 2,00 €/m³. Auch die Abwassergebühr für 2020 wurde von der Stadt Tübingen nicht verändert (1,41 €/m³).

Die im Jahr 2009 eingeführte Niederschlagsabwassergebühr belief sich auch im Jahr 2020 auf 0,38 € je versiegeltem Quadratmeter der Grundstücksfläche.

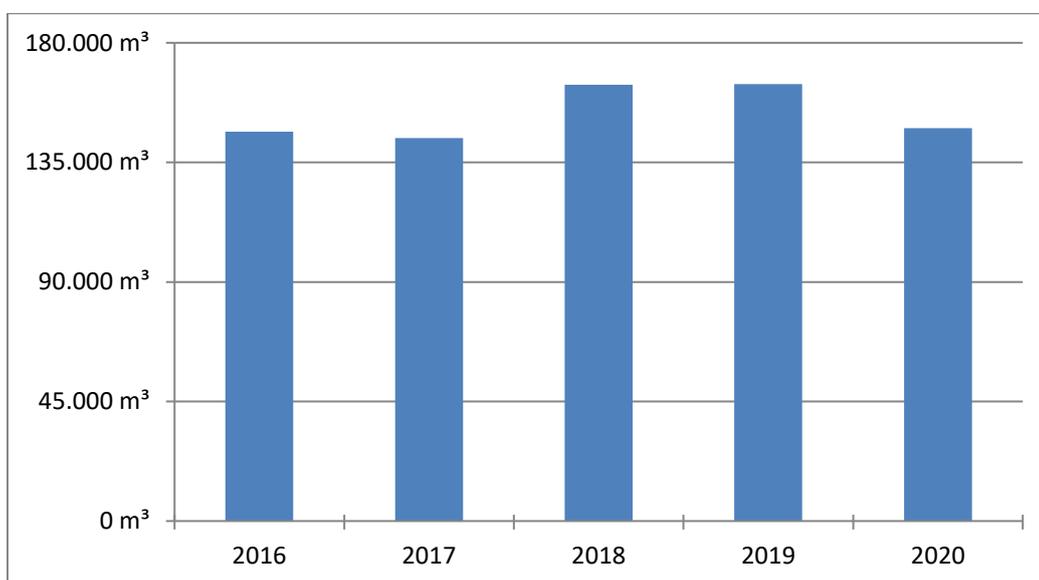


Abbildung 8: Trinkwasserverbrauch 2016 bis 2020

Die Möglichkeiten zur Abwassergebührenbefreiung werden laufend geprüft und bei der Stadt Tübingen entsprechende Anträge eingereicht. Das tba rechnet für 2020 mit einem Erstattungsanspruch von rund 64,99 T€.

1.7. Gesamtenergie- und Wasserverbrauch und Kosten 2020

Tabelle 3: Gesamtenergie- und Wasserverbrauch 2020

Strom	40.598.379	kWh
Fernwärme	41.096.050	kWh
Erdgas	4.584.030	kWh
Heizöl	121.510	Liter
Wasser	174.897	m³

Tabelle 4: Energie- und Wasserkosten 2020

Strom	7.356.727 €	anteilig	59,92%
Fernwärme	4.069.217 €	anteilig	33,15%
Erdgas	234.305 €	anteilig	1,91%
Heizöl	58.397 €	anteilig	0,48%
Wasser	558.089 €	anteilig	4,55%
Gesamt 2018	12.600.295 €		

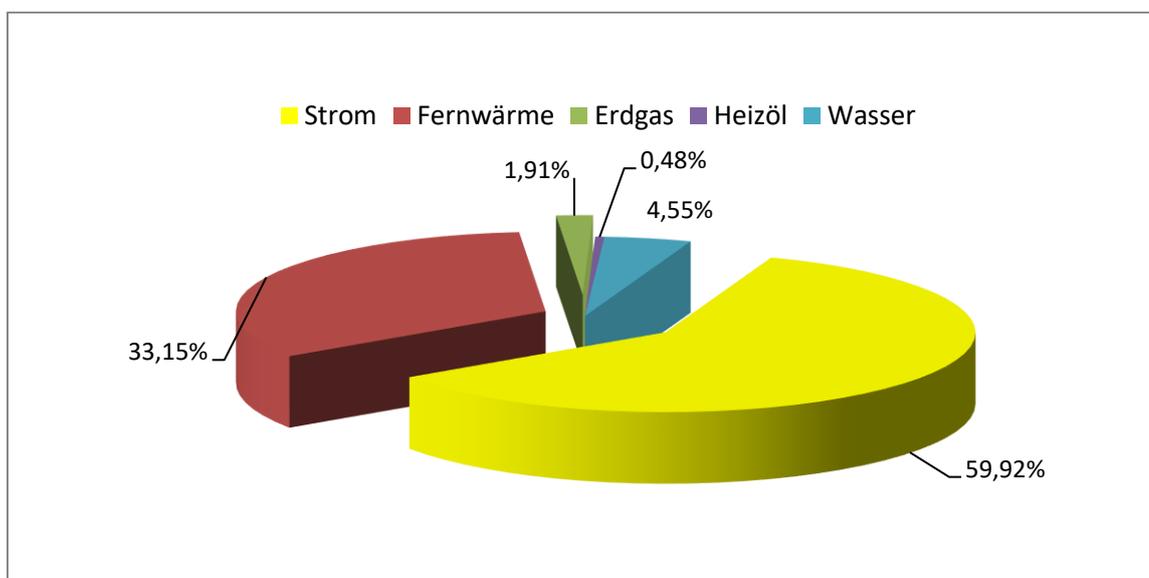


Abbildung 9: Prozentuale Kostenverteilung 2020

1.8. Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2014-2020

Tabelle 5: Gesamtverbräuche 2016-2020

	2016	2017	2018	2019	2020
Strom [MWh]	40.808	40.309	40.267	39.001	40.598
Wärme [MWh]	41.586	41.226	39.106	40.809	41.096
Wärmegr. [MWh]	44.645	43.495	43.439	43.456	44.906
Wasser [dam³]	14.652	14.412	16.418	16.448	14.790

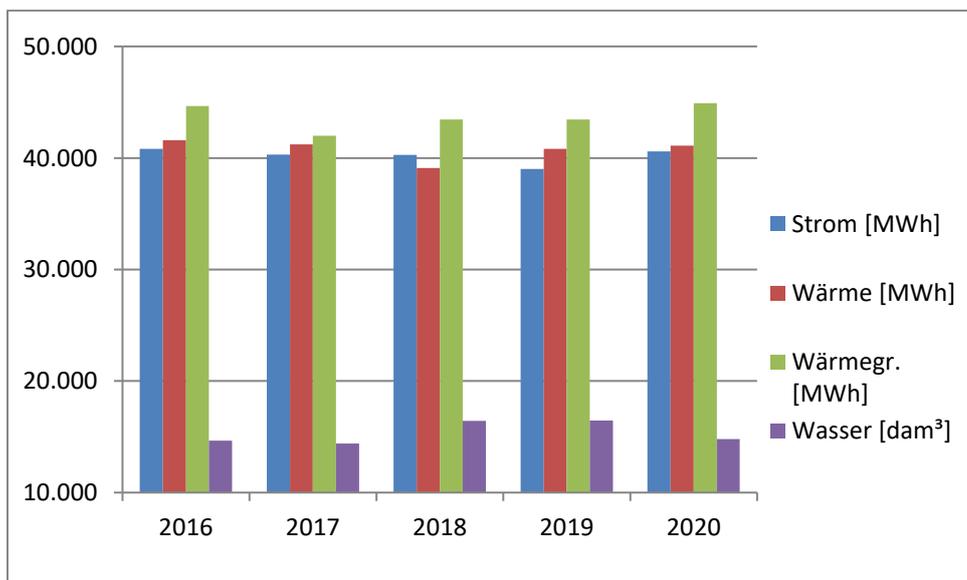


Abbildung 10: Gesamtenergie- und Wasserverbrauch 2016 bis 2020

Tabelle 6: Energiekosten 2016 – 2020

	Fernwärme	Erdgas	Heizöl	Strom	Wasser	Gesamt
2016	3.805.185 €	270.025 €	44.396 €	7.504.160 €	590.192 €	12.213.959 €
2017	3.751.207 €	247.720 €	75.727 €	7.268.393 €	574.435 €	11.917.482 €
2018	3.823.541 €	238.512 €	68.470 €	7.144.306 €	632.403 €	11.907.231 €
2019	4.282.295 €	263.047 €	73.230 €	7.336.341 €	645.382 €	12.600.295 €
2020	4.069.217 €	234.305 €	58.397 €	7.355.727 €	558.089 €	12.276.735 €
• 2021	4.100.000 €	240.000 €	65.000 €	7.520.000 €	580.000 €	12.505.000 €



Abbildung 11: Gesamtenergiekosten 2016-2020

Steigende Fernwärme und Stromkosten werden 2021 voraussichtlich Anstieg der Gesamtenergiekosten führen. (Verf. JL)

2. Abgeschlossene Maßnahmen

2.1. Energiecontracting Morgenstelle 10/ C-Bau

Das Gebäude Morgenstelle 10 / C-Bau (Baujahr 1973) hat einen hohen Wärme- und Stromverbrauch.

Im November 2017 wurde ein Energiespar-Contracting-Vertrag zwischen Universität und dem Unternehmen ENGIE abgeschlossen. Die Investitionskosten belaufen sich auf ca. 867 T€. Bei erwarteten jährlichen Energiekosteneinsparungen von ca. 114 T€/a ergibt sich eine Amortisationsdauer von ca. 8 Jahren.

Folgende Punkte wurde in den Jahren 2018 und 2019 umgesetzt:

- Installation eines neuen Heizkreisverteilers mit Hocheffizienzpumpen
- Austausch der Lüftungsanlage mit Einbau einer Hochleistungswärmerückgewinnung
- Zonenschaltung der Stockwerke
- Nachrüstung von Frequenzumformern an Pumpen (Kälte, Wärme)
- Stilllegung und Rückbau der zentralen Warmwasserbereitung und Installation von Untertischspeichern an Warmwasserverbrauchern

Tabelle 7: Entwicklung des Stromverbrauchs im C-Bau

Stromverbrauch Referenzjahre (2015+2016)	686 MWh (laut ESC -Vertrag)
Stromverbrauch 2018	288 MWh
Stromverbrauch 2019	214 MWh
Stromverbrauch 2020	195 MWh
Einsparung 2020	491 MWh
im Vgl. zu den Referenzjahren	

2020 wurden weitere Einsparungen erzielt, im Vergleich zu den Referenzjahren sank der Stromverbrauch um 71,6%.

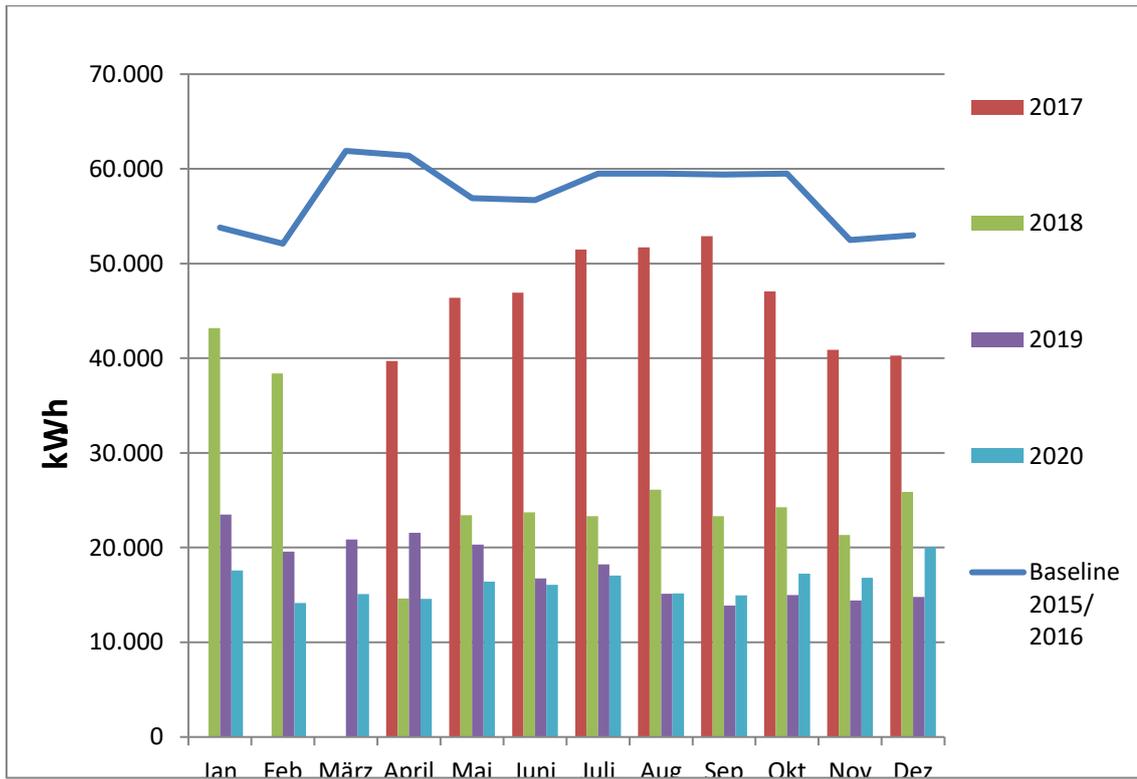


Abbildung 12: Verlauf des Stromverbrauchs im C-Bau 2017-2020

Tabelle 8: Entwicklung des Wärmeverbrauchs im C-Bau

Wärmeverbrauch im Referenzjahr 2014 bis 2016	1.962 MWh (laut dem ESC Vertrag)
Wärmeverbrauch 2018	1.428 MWh
Wärmeverbrauch 2019	1.365 MWh
Wärmeverbrauch 2020	636 MWh
Einsparung 2020 (absolut)	1.326 MWh
Einsparung 2020 (witterungsbereinigt)	1.262 MWh

Die Fa. ENGIE konnte mittels Überprüfungen und Optimierungen an den Einstellungen der Anlagen weitere Einsparungen generieren, sodass die prognostizierten Werte jetzt erreicht werden.

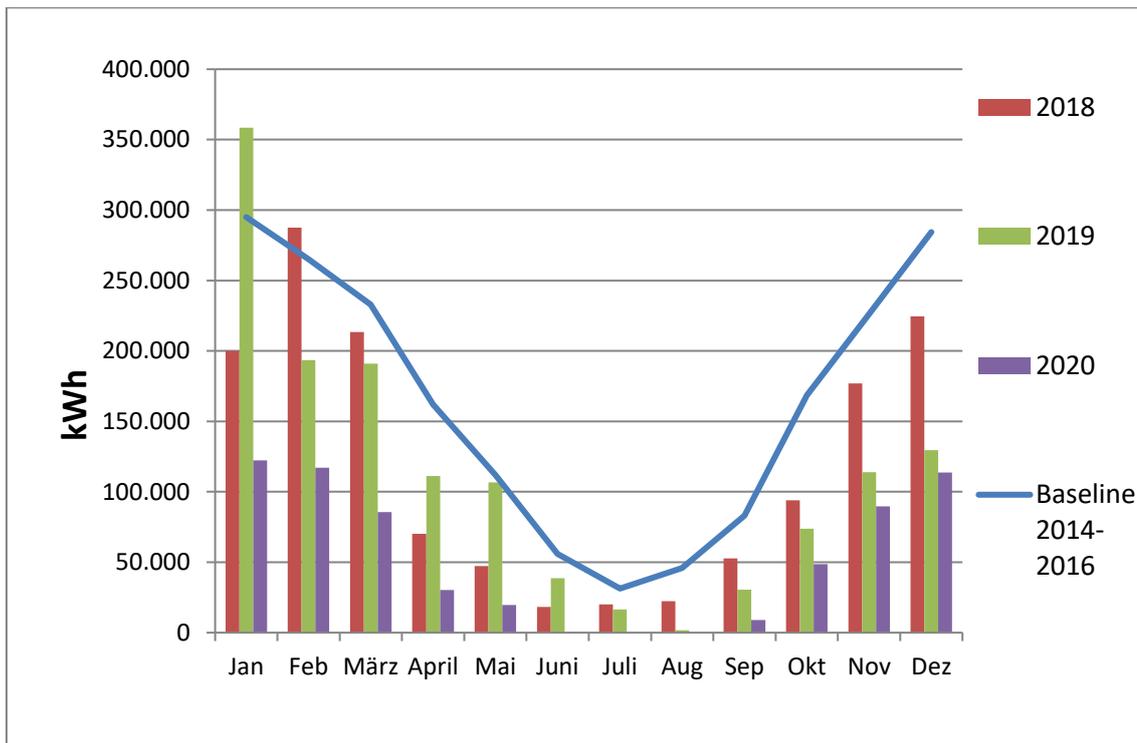


Abbildung 13: Verlauf des Wärmeverbrauchs im C-Bau 2018-2020

(Verf. JL)

2.2. LED- Beleuchtung Liebermeisterstr. 16 (Bibliothek des Theologikums)

Das tba und die Universität stellten im September 2018 beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit einen Förderantrag für LED-Beleuchtung in der Bibliothek des Theologikums, Liebermeisterstraße 16.

Das 1989 erbaute Gebäude steht unter Denkmalschutz. Die Genehmigung wurde vom Denkmalamt Tübingen im November 2018 mit zwei Auflagen erteilt: Von den zur Bibliothek gehörenden Büroräumen muss lediglich einer im Originalzustand verbleiben. Das Lampenmodell für den Bibliotheksbereich ist mit einem Lochblechschirm, baugleich zur Originalleuchte, vorgegeben.

Neben der flächendeckenden LED-Umrüstung ist eine Lichtsteuerung mit KNX-Verkabelung, tageslichtabhängig und mit Bewegungsmeldern für die Regalreihen vorgesehen. Die daraus resultierende berechnete Stromersparung von 57.000 kWh pro Jahr entspricht ca. 74% des Gesamtstromverbrauchs der

Bibliothek und generiert über den Verlauf 20 Jahren eine CO₂-Einsparung von 676.000 kg. Diese Zahlen sind den Berechnungen der für die Kurzanalyse beauftragten Lichtplanungsfirma entnommen.

Das am 30. April 2020 abgeschlossene Förderprogramm ist auf der Website der Abteilung Umweltschutz und Energiemanagement veröffentlicht.

Die nachfolgende Grafik zeigt die Einsparungen im Jahr 2020. Es sind ab März 2020 insgesamt 82.054 kWh. Dies entspricht 51,2% im Vergleich zu den Jahren 2019 und 2018.

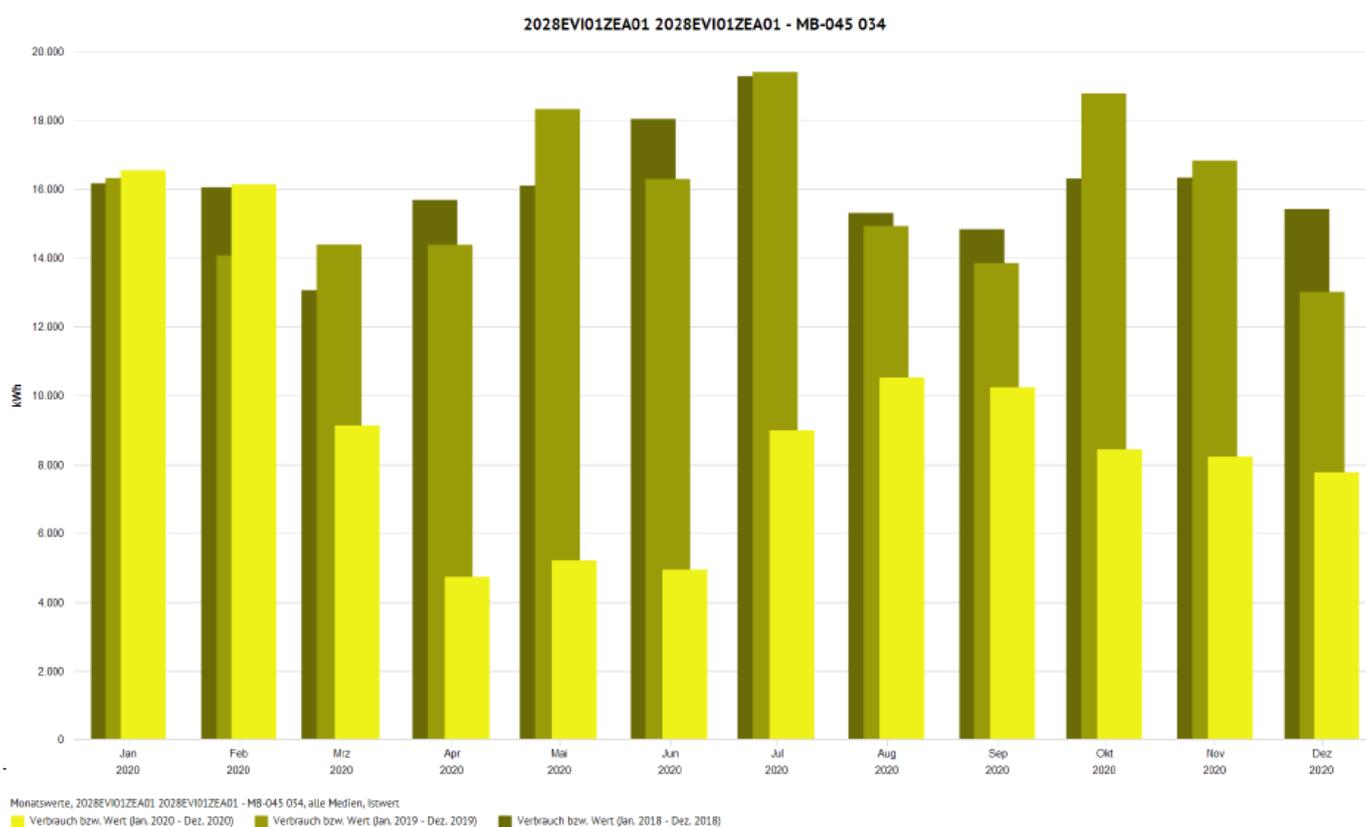


Abbildung 14: Reduzierter Stromverbrauch durch LED- Umrüstung im Theologikum

2.3. Ertrag der betriebenen PV- Anlagen 2020

Mit der Errichtung des neuen Wertstoffhofs auf dem Campus NWI wurde vom VuB eine PV-Anlage auf den Dächern der Betriebsgebäude mit einer Gesamtleistung von 84 kWp installiert. Die Anlage wurde am 28.11.2018 in Betrieb genommen. Pro Kilowatt- Peak (kWp) kann man mit einem jährlichen Solarertrag von 900 bis 1.100 kWh rechnen. Im Jahr 2020 wurden insgesamt 78.69 kWh Strom produziert, das entspricht ca. 936 kWh pro kWp.



Abbildung 15: Shedhalle Ost und Nord (54 kWp und 30 kWp)

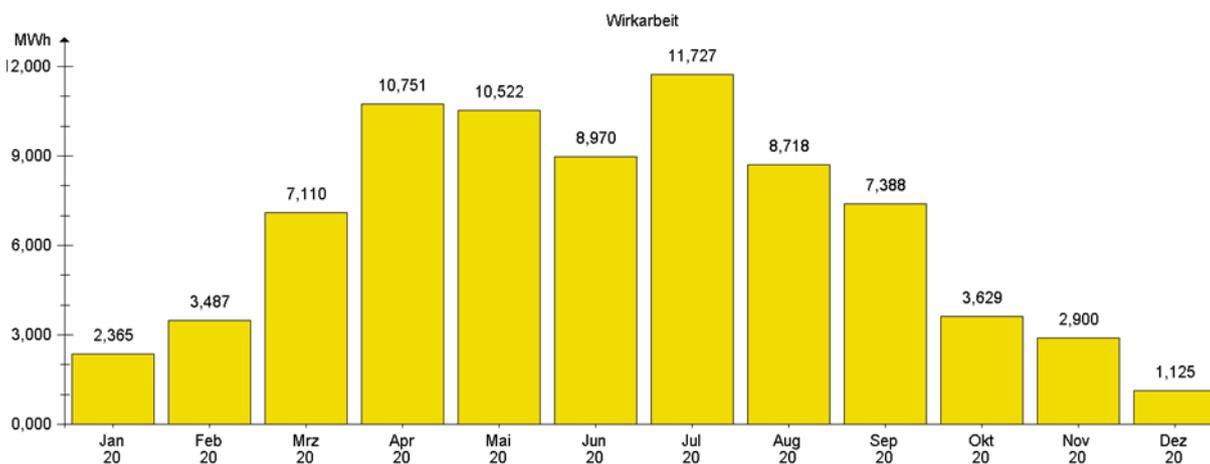


Abbildung 16: Stromertrag der PV-Anlage Wertstoffhof pro Monat im Jahr 2020

(Verf. JB)

2.4. Fensterdichtungen Wilhelmstr. 22

In der Wilhelmstraße 22 sind die Fensterdichtungen stark veraltet, teilweise brüchig und mehrmals überstrichen. Eine Gefährdungsbeurteilung im September 2018 hatte ergeben, dass an vielen Büroarbeitsplätzen durch die enormen Kältebrücken Zugerscheinungen entstehen. In Zusammenarbeit mit dem VBA wurden Anfang 2020 sämtliche Fensterdichtungen durch neue ersetzt. Es kann kein signifikanter Rückgang des Heizenergieverbrauchs durch die Erneuerung der Dichtungen nachgewiesen werden.

2.5. Hitze- und Kältemanagement

Aufgrund des sehr alten, teilweise nicht sanierten Gebäudebestandes und der damit einhergehenden Nichteinhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Arbeitsplatztemperaturen wurde 2018 eine Beschwerden-Funktionsmail (hitze@uni-tuebingen.de) für die Beschäftigten eingerichtet. Zusätzlich wurde auf Initiative des Personalrats eine Hitze-Kälte-Vereinbarung zwischen Unileitung und Beschäftigten getroffen.

Gespräche mit den Betroffenen finden statt, Vor-Ort-Messungen werden durchgeführt, Hitze-Kälte-Gefährdungsbeurteilungen werden erstellt (seit Frühjahr 2019) mit Festlegung der durchzuführenden technischen, organisatorischen und personellen Maßnahmen. In der Folge werden erforderliche Bauanträge gestellt, Beschaffungen für wirksamen Hitzeschutz eingeleitet, Vorgesetzte informiert, Ausweichräume zur Verfügung gestellt und ggf. „fallweises Arbeiten von Zuhause“ (nur nach Einverständnis des/der Vorgesetzten) genehmigt.

Häufig ist eine Optimierung der Arbeitsplatztemperaturen jedoch nur durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen von Fassaden und Fenstern zu erreichen.

Häufig anzutreffende bauliche Situation:

1. Fassaden gar nicht oder schlecht gedämmt
2. Kältebrücken durch alte Betonbauweise
3. Fensterfronten mit fehlendem oder ungeeignetem sommerlichem Wärmeschutz
4. Defekte und schlecht geregelte Verschattungsmöglichkeiten
5. Einfachverglaste Fenster im Bestand

Die Anzahl der Beschwerden wegen zu kalter Büros ist merklich zurückgegangen. Grund dafür ist möglicherweise, dass bei jeder beantworteten Beschwerde der Hinweis gegeben wird, dass sich die betroffenen Personen direkt an die Leitwarte des tba wenden können. Hier wird i.d.R. schnell Abhilfe geschaffen, so dass die meisten Heizungsausfälle vermehrt direkt der Leitwarte gemeldet werden.

Im Pflegehof gab es einen größeren Defekt an der gesamten Heizungsanlage. Hier wurden elektrische Heizgeräte durch das EnMn der Universität zur Verfügung gestellt.

Aus dem C-Bau gab es die meisten Beschwerden. Es fanden dort verschiedene Energieeinsparmaßnahmen statt, die von der Fa. Engie über den geschlossenen Contractingvertrag ausgeführt wurden. In vielen Büros konnten warme Raumtemperaturen nicht erreicht werden. Daraufhin wurden umfangreiche Raumtemperaturmessungen durchgeführt. Im Anschluss an die Protokollierung der Temperaturen wurden durch die Firma Engie und das tba Modifizierungen an der Heizungsanlage vorgenommen.

Der Sommer 2020 war unterdurchschnittlich heiß, so dass hier keine große Anzahl an Beschwerden eingegangen ist.

2.6. LED-Beleuchtung – Umgesetzte Lichtpunkte

Die LED-Umrüstung in den Gebäuden der Universität Tübingen erfolgt kontinuierlich seit 2011. Grundsätzlich werden alle vorhandenen Lichtpunkte auf LED-Technik umgerüstet, entweder mit LED-Leuchtmitteln (Retrofit) oder LED-Leuchten. Von 2011 bis 2020 wurden ca. 24.583 Lichtpunkte umgerüstet. Seit 2019, wird auch im Rahmen von Sanierungs- und Umbaumaßnahmen durch das VBA ausschließlich LED-Technik eingesetzt, diese Zahlen werden vom Energiemanagement nicht erfasst und bleiben deshalb in der Abbildung 21 unberücksichtigt.

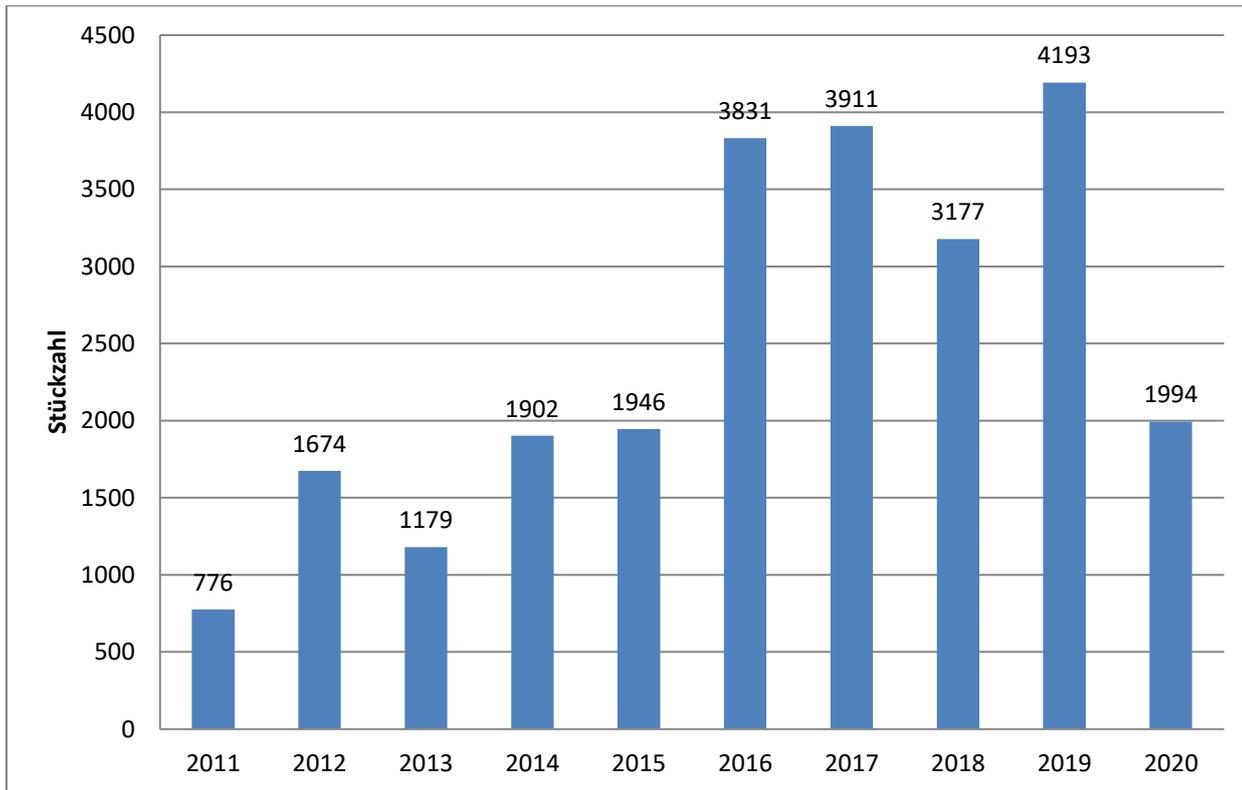


Abbildung 17: Anzahl der neu eingesetzten LED-Leuchtmittel/-Leuchten bei der Universität Tübingen

Von 2011 bis 2020 wurden durch Umrüstung auf LED-Technik ca. 2.219.300 kWh Strom eingespart. (siehe Abbildung 22).

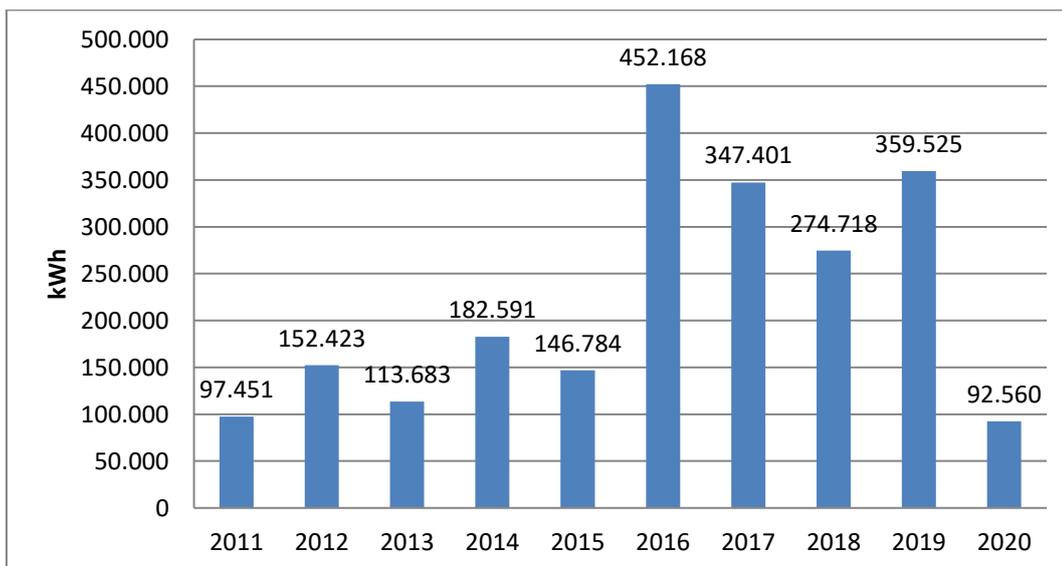


Abbildung 18: Jährliche Einsparungen 2011 – 2020 durch neu installierte LED-Beleuchtung und teilweise Beleuchtungssteuerung

Die Abbildungen 23 und 24 Zeigen die Investitionskosten und die Stromeinsparungen.

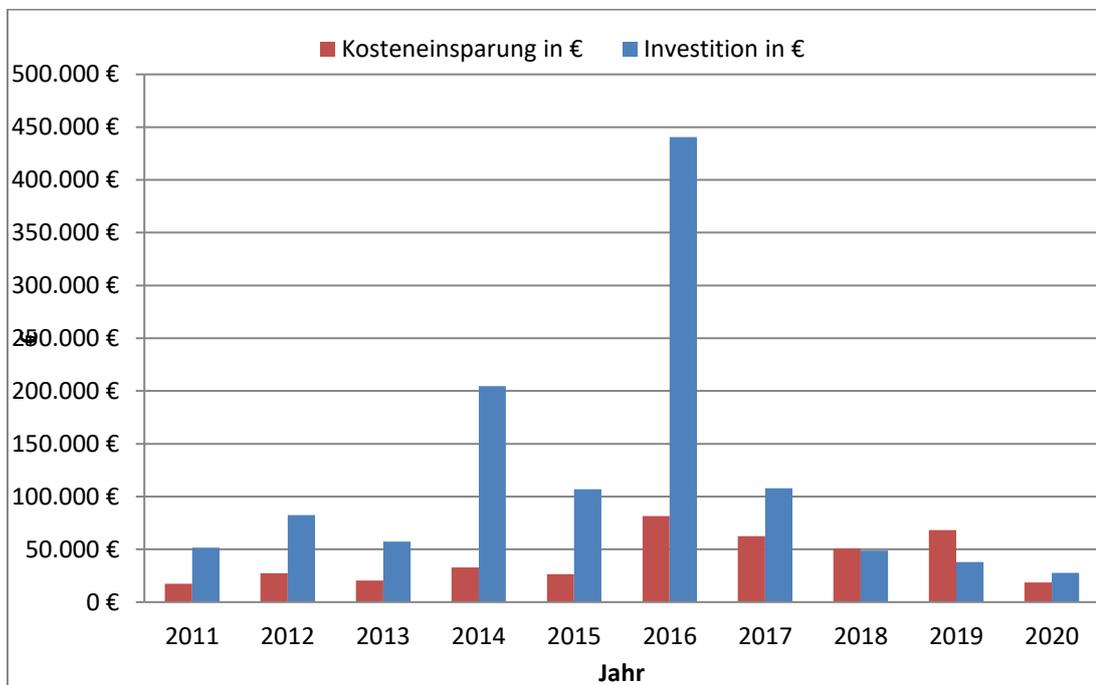


Abbildung 19: Investitionskosten und Kosteneinsparungen LED 2011 – 2019

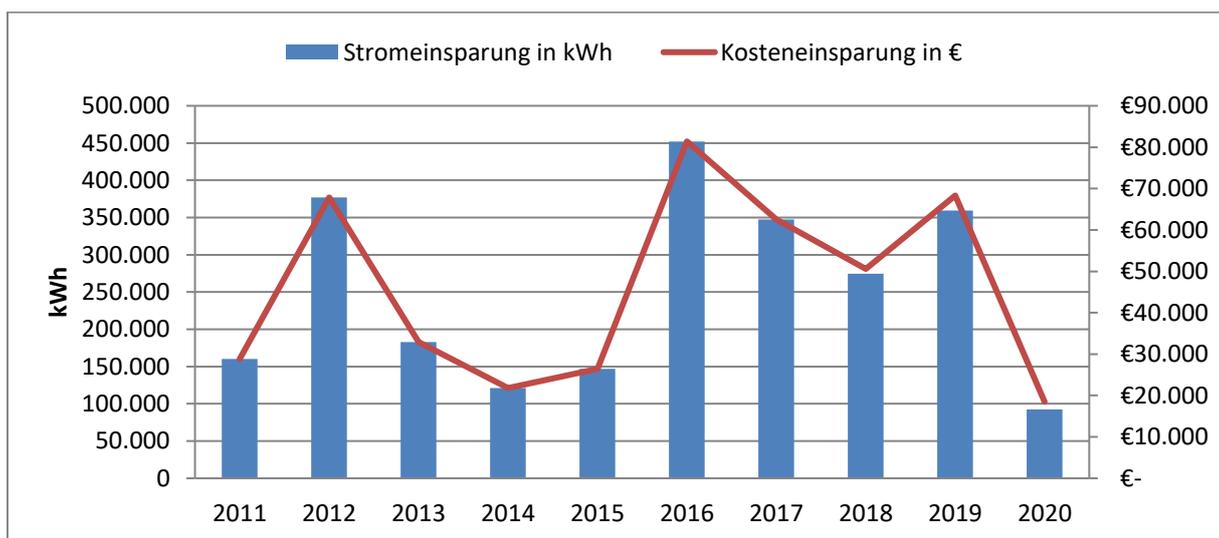


Abbildung 20: Strom- und Kosteneinsparung 2011 – 2020

In folgenden Gebäuden wurden im Jahr 2020 durch das Energiemanagement des tba Leuchtmittel auf LED-Technologie getauscht bzw. Bewegungsmelder eingebaut:

Gebäude	Bereich	Menge LED-Leuchtmittel	Menge an Bewegungsmelder	Investitionskosten Brutto
3001 Sportwissenschaft, Wilhelmstr. 124	Außenbeleuchtung	27		1.058,04 €
7029 Wirtschaftswissenschaftliches Seminar, Sigwartstraße 18	Verkehrswege	20		208,96 €
0012 Uni-Kasse, Wilhelmstr. 26	Verkehrswege/Büroräume	40		417,93 €
0012 Uni-Kasse, Wilhelmstr. 26	Verkehrswege	410		3.965,75 €
2047 Geographisches Institut, Rümelinstraße 23	Verkehrswege	280		4.253,54 €
7024 Biologisches Institut, Heuberger-Tor-Weg 2	Gewächshäuser	300		3.055,44 €
5030 Forschungsgebäude NWI, Auf der Morgenstelle 15	WC-Anlagen, Verkehrswege	100	23	4.077,47 €
5009 Hörsaalgebäude NWI, Auf der Morgenstelle 16	WC-Anlagen		4	455,18 €
5011 B-Bau NWI, Auf der Morgenstelle 8	WC-Anlagen		2	220,10 €
5010 A-Bau NWI, Auf der Morgenstelle 18	WC-Anlagen		14	1.648,57 €

(Verf. AB)

2.7. Studium Oecologicum – Kurs „Mein Energie Energieverbrauch privat, als Student/in und als Tübinger Bürger/in“

Der Energiemanager der Universität bietet in Zusammenarbeit mit dem Klimaschutzmanagement der Stadt Tübingen jeweils im Wintersemester jedes Jahres einen Studium Oecologicum-Kurs zum Thema „Mein Energieverbrauch, privat, als Student/in und als Tübinger Bürger/in“ an. Der Kurs wird sehr gut angenommen, das Feedback ist überwiegend sehr positiv. Durch die Coronalage fand der Kurs als Online-Blockveranstaltung statt. Die Inhalte konnten gleichermaßen vermittelt werden.

3. Laufende Maßnahmen gebäudespezifisch

3.1. Handtrockensysteme in den Sanitäreinrichtungen der Unibibliothek

Die Abt. VIII.3 war damit beauftragt zu prüfen, ob die Papierhandtuschspender in der gesamten Universitätsbibliothek durch ressourcenschonendere Alternativen wie Stoffhandtuchrollen, Stoffhandtücher oder elektrische Kaltlufttrockner ersetzt werden können. In der UB sind momentan 68 Papierhandtuschspender mit einem Verbrauch von 5 Mio. Blatt/Jahr im Einsatz. Das verursacht Kosten in Höhe von 30.000 €.

Nach mehreren Begehungen mit dem Hausmeisterpersonal und nach Rücksprache mit der Schwerbehindertenvertretung ist ein alternatives Konzept erarbeitet worden.

Die Abt. VIII.3 empfiehlt die Umrüstung auf insgesamt 13 Stoffrollenspender, 11 elektrische Kaltlufttrockner (sog. JetStreams), 9 Handtuchhaken und 3 Dyson Airblades (Abgängig vom ZMBP, Morgenstelle 32). Nur in den Behinderten WCs sollen die Papierspender bestehen bleiben.

Kosteneinsparung: 17.000 € pro Jahr

CO₂-Einsparung: 1.000 kg pro Jahr

Die folgenden Tabellen zeigen die Berechnungsgrundlagen, sowie Amortisationszeiten und Mengendarstellungen für das neue Konzept „Handtrockensysteme in der Universitätsbibliothek“

Tabelle 9: Datengrundlage Händetrocknung UB

Art	Anzahl	Einheit	Quelle
Anzahl Papierhandtücher pro Nutzung	6	Stück	Mittelwert
Kosten Papierhandtücher	0,00214	€ pro Blatt	Dez. VII.3 Einkauf
Kosten Restmüllentsorgung (Papierhandtücher)	0,0312	pro Liter / Jahr	Abfallgebührenordnung des Landkreises Tübingen 2020
Kosten 1100 Liter-Container / wöchentliche Abfuhr	1782,52	€ / Jahr	
Kosten Reinigungspersonal	17,36	€ pro Stunde	Dez. VII.1 Finanzen
Nutzungen pro Stoffhandtuchrolle	120	Nutzungen	Herstellerangabe
Miete pro Handtuchrollenspender	1,75	€ pro Jahr	lt. Angebot
Kosten pro Stoffrolle incl. Reinigung und Transport	2,75	€ pro Rolle	lt. Angebot
Trocknungszeit Hände mit einem elektr. Händetrockner	20	Sek. Pro Trocknung	Herstellerangabe = 10 Sekunden
Stromverbrauch pro Händetrocknung	0,0122	kWh pro Trocknung	Trocknungsdauer = 20 Sekunden
Stromkosten	0,19	€ pro kWh	Dez. VII.1 Finanzen
Betriebs- und Wartungskosten für elektr. Händetrockner	26	€ pro Jahr	Filterkosten 80 € +50 € (Tauschintervall 5 Jahre)
CO ₂ -Emissionen pro Trocknung (Papierhandtücher)	0,00444	kg CO ₂ pro Trocknung	Umweltbundesamt 2014 (s. Links & Quellen 2.)
CO ₂ -Emissionen pro Trocknung (Stoffhandtücher)	0,00396	kg CO ₂ pro Trocknung	Umweltbundesamt 2014 (s. Links & Quellen 2.)
CO ₂ -Emissionen pro Trocknung (elektr. Händetrockner)	0,0024	kg CO ₂ pro Trocknung	Umweltbundesamt 2014 (s. Links & Quellen 2.)
Anzahl Händetrocknungen / Beschäftigte	4	mal pro Tag	Mittelwert
Anzahl Händetrocknungen / Studierende	2,5	mal pro Tag	Mittelwert
Restmüllvolumen Papierhandtücher pro Trocknung	0,5	Liter	Kalkulation Abfallbeauftragte

Tabelle 10: Basisdaten und Berechnungstool für die Händetrocknung in der UB

Basisdaten Gebäude		
Anzahl Beschäftigte (8 Std. pro Tag)	80	NutzerInnen
Arbeitstage im Jahr https://www.arbeitstage.org/arbeitstage/	230	Tage pro Jahr
Anzahl Studierende	1000	Studierende
Öffnungszeiten	350	Tage pro Jahr
Anzahl Papierhandtuchspender	68	Spender
Anzahl Handtuchrollenspender	13	Spender
Anzahl elektr. Händetrockner	14	Stück
Arbeitsaufwand Reinigungskraft für Stoffrollentausch	1,5	Stunden pro Tag
Arbeitsaufwand für Befüllen der Papierhandtuchspender, Entsorgung der Papierhandtücher und Reinigung des Umfelds	1	Stunden pro Tag
Arbeitsaufwand für das Beseitigen von Wasserresten bei elektr. Händetrocknern	0,3	Stunden pro Tag
Investition		
Gerätekosten (EUR 40) und Installation Papierhandtuchspender	80	€ pro Gerät
Gerätekosten und Installation Stoffrollenspender	0	€ pro Gerät
Gerätekosten (EUR 700) und Installation elektrische Händetrockner	1000	€ pro Gerät

Bitte hier Angaben zur Gebäudenutzung eintragen

Bitte hier Angaben zur Gebäudenutzung eintragen

Tabelle 11: Investitions- und Betriebskosten der Händetrocknung in der UB

Bitte die Basisdaten für Ihr Gebäude eintragen (blau hinterlegte Tabelle)					
Uni Bibliothek					
Betriebskosten pro Jahr					
Papierhandtücher		Stoffrollenhandtücher		Elektrische Händetrockner	
948.600	Waschvorgänge	200.000	Waschvorgänge	748.600	Waschvorgänge
5.691.600	Papierhandtücher	1.667	Stoffrollen	14	elektrische Händetrockner
12.180	€ Kosten für Papierhandtücher	13	Handtuchrollenspender im Gebäude	9.133	kWh Stromverbrauch
474.300	Liter Restmüll	23	€ Miete für die Stoffrollenspender	364	€ Betriebskosten für Filterwechsel
14.781	€ Entsorgungskosten	4.583	€ für die Reinigung und den Transport der Stoffrollen	1.735	€ pro Jahr Stromkosten
3.993	€ Personalkosten für Befüllen, Entsorgen der Papierhandtuchspender, Reinigung des Umfelds	5.989	€ Personalkosten für Nachfüllen der Stoffrollenspender und Reinigung	1.198	€ Personalkosten für das Beseitigen von Wasserresten

Betriebskosten					
30.953	€ Kosten im Jahr	10.595	€ Kosten im Jahr	3.297	€ Kosten im Jahr
CO ₂ -Emissionen (kg CO ₂ -Äquivalent)					
4.212	kg CO ₂ pro Jahr	792	kg CO ₂ pro Jahr	180	kg CO ₂ pro Jahr
Investition					
5.440	€ Gerätebeschaffung und Installation	0	Anschaffungskosten in der Miete enthalten	14.000	€ Gerätebeschaffung und Installation
		17.061	€ Einsparungen gegenüber Papierhandtuchspendern	17.061	€ Einsparungen gegenüber Papierhandtuchspendern
		0	Amortisationszeit	0,82	Jahre Amortisationszeit

Elektrische Händetrockner und Hygiene					
<p>Elektr. Händetrockner werden als sog. Virenschleudern kritisiert. Zur Unterstützung dieser Argumentation wird eine Studie für das Europäische Tissue Symposium (ETS) herangezogen. Auftraggeber der Studie war die Papierindustrie (Lobbyarbeit). # Link HEPA-Filter entfernen bis zu 99,9% der Partikel aus der Waschraumlufte, die Viren und Bakterien enthalten können. Bei der elektr. Händetrocknung werden die Bakterien auf gewaschenen Händen um bis zu 40% reduziert.</p>					
Elektrische Händetrockner und Anforderungen der Universität					
<ul style="list-style-type: none"> • Aus EMAS-Sicht können Händetrockner mit Warmluftgebläse nicht berücksichtigt werden, das diese doppelt so viel Strom wie Kaltlufttrockner benötigen. • HEPA-Filter Ausstattung, damit Bakterien und Viren gefiltert werden. • Anschluss am 230 V Netzstrom, auch über montierbare Stecker für Steckdosen. • Händetrocknung nicht durch Einführen der Hände in das Gerät, sondern durch unter das Gerät halten. • Möglichst geräuscharm ≤ 63 dB. 					
Links & Quellen:					
http://www.sonnenseite.com/de/umwelt/papierhandtuch-abfall-66.800-tonnen-muell-jaehrlich.html					
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/texte_33_2014_verum_vorherige-version-mit-fallbeispielen.pdf					

3.2. Energetische Optimierung Wilhelmstraße 5 („Alte Botanik“)

2019 wurden nicht alle aus der Feinanalyse resultierenden Maßnahmen umgesetzt. 2020 stehen die Schaltschränkerneuerung, der Pumpentausch, der Lüftermotorentausch sowie die außentemperaturabhängige Heizungsregelung an. Für die hierfür zu tätigen Investitionen, die von der Unileitung genehmigt wurden, werden Angebote vom tba eingeholt und dem Dez. VII (Finanzen) zur Freigabe weitergeleitet.

4. Laufende Maßnahmen gebäudeübergreifend

4.1. Energetische Optimierungen

Mittels der 4-Felder-Matrix können Gebäude mit überdurchschnittlich hohem Energieverbrauch identifiziert und energetisch optimiert werden. Nach der Auswahl der Gebäude auf Basis der 4-Felder-Matrix werden die gesamte Anlagentechnik sowie das Gebäude selbst einer energetischen Analyse unterzogen und daraus resultierend energetische Optimierungsmaßnahmen generiert. Häufig handelt es sich dabei um geringinvestive Maßnahmen. Nach Absprache mit den NutzerInnen der Gebäude und der Technik des tba werden die Änderungen, z.B. Einstellung von Schaltzeiten, vorgenommen. Durch eine energetische Optimierung kann der Energieverbrauch, je nach Gebäudegröße und installierter Technik, um 5 bis 15 % gesenkt werden. 2020 wurden keine Gebäudeanalysen auf Basis der 4-Felder-Matrix durchgeführt.

4.2. Serverräume

In nahezu allen Gebäuden der Universität befinden sich Serverräume. Diese werden nur teilweise von der ZDV betreut, der Großteil wird von IT-Beauftragten der Fachbereiche, Institute oder der Verwaltung betreut. Meist haben nur die IT- Beauftragten einen Zugang zu den entsprechenden Räumen und sind für die Datensicherheit sowie die Kühlung der Serverschränke verantwortlich. Die bisherigen Stichproben haben ergeben, dass die Temperaturen überwiegend unter 20 °C eingestellt sind. Teilweise auch unter 10 °C und die Lüftung im Dauerbetrieb. Diese Einstellungen verbrauchen viel mehr Energie als nötig, denn Betriebstemperaturen von 25 bis 26 °C können ohne Bedenken wegen etwaiger Ausfälle eingestellt werden. 2021 werden alle Serverräume sowie deren IST-Temperaturen in einer Excel-Tabelle erfasst.

Anschließend werden die Solltemperaturen in Absprache mit den verantwortlichen Serverraumzuständigen erhöht und in der Excel-Tabelle incl. erzielter Einsparungen dokumentiert.

4.3. Betrieb von Klima- und Lüftungsanlagen

Die Überprüfung mehrerer Universitätsgebäude auf die eingestellten Betriebszeiten der Lüftungsanlagen für Bürobereiche, Toiletten, Vorlesungssäle und Nebenräume ergab, dass häufig die Lüftung nicht bedarfsgerecht programmiert ist. Z.B. laufen oftmals WC-Lüftungen dauerhaft über Nacht und an Wochenenden. Das ist i.d.R. nicht zwingend notwendig und bedarf der genaueren Betrachtung einzelner Gebäude und deren Bereiche. In Absprache mit den Nutzern und dem zuständigen technischen Personal (tba) müssen die Betriebszeiten optimiert und nach genauer Sichtung der technischen Anlagen vor Ort angepasst werden. Das Potential für Einsparungen scheint sehr hoch zu sein. Daher sollen nach und nach alle Gebäude einer energetischen Inspektion unterzogen werden. Bei dieser Inspektion werden unter anderem die Betriebszeiten optimiert.

Optimierung von Lüftungsanlagen, Umluftkühlgeräten, Klimaanlage, Serverräumen etc.:

Es handelt sich dabei um Maßnahmen, durch die mit einfachen Mitteln hohe Einsparungen erzielt werden können. Die Umsetzung solcher Maßnahmen ist allerdings im Voraus mit viel Arbeitsaufwand verbunden, denn Kontakte zwischen den verantwortlichen Nutzern, der Technik und dem Energiemanagement müssen hergestellt werden. Auch sollte die Anlagentechnik vor Ort genau inspiziert werden. Dies ist für das Energiemanagement der Universität und des tba nicht für alle Gebäude leistbar. Grund dafür ist, die vorhandene Anlagentechnik in den Gebäuden in Umfang und Komplexität so stark variieren, dass es nicht möglich ist, hier pauschal vorzugehen. Bei näherer Betrachtung lassen sich viele meist auch geringinvestive Maßnahmen erkennen.

(Verf. TE)

4.4. Reduzierter Gebäudebetrieb 2017-20120 und weiteres Vorgehen

Es hat faktisch kein Reduzierter Gebäudebetrieb stattgefunden. Die folgenden Grafiken zeigen, dass der Wärmeverbrauch in den ausgewählten Gebäuden nicht reduziert wurde. Grafiken im Energiebericht 2019 belegen die Reduzierung in dem der Wärmeverbrauch im entsprechenden Zeitraum, der dann ca. um die Hälfte reduziert ist. 2019/20 waren die meisten der o.g. Gebäude zum Jahreswechsel reduziert betrieben, s. Energiebericht 2019.

Folgende Gebäude sollten reduziert betrieben werden:

1. Alle Gebäude „Auf der Morgenstelle“
2. Bursagasse 1
3. Hölderlinstr. 11 und 12
4. Münzgasse 22-30
5. Rümelinstr. 19-23
6. Wilhelmstr. 19 (VG)
7. Wilhelmstr. 50.

Es hat faktisch kein Reduzierter Gebäudebetrieb stattgefunden. Die folgenden Grafiken zeigen, dass der Wärmeverbrauch in den ausgewählten Gebäuden nicht reduziert wurde. Grafiken im Energiebericht 2019 belegen die Reduzierung in dem der Wärmeverbrauch im entsprechenden Zeitraum dann ca. um die Hälfte reduziert ist. 2019/20 waren die meisten der o.g. Gebäude zum Jahreswechsel reduziert betrieben.

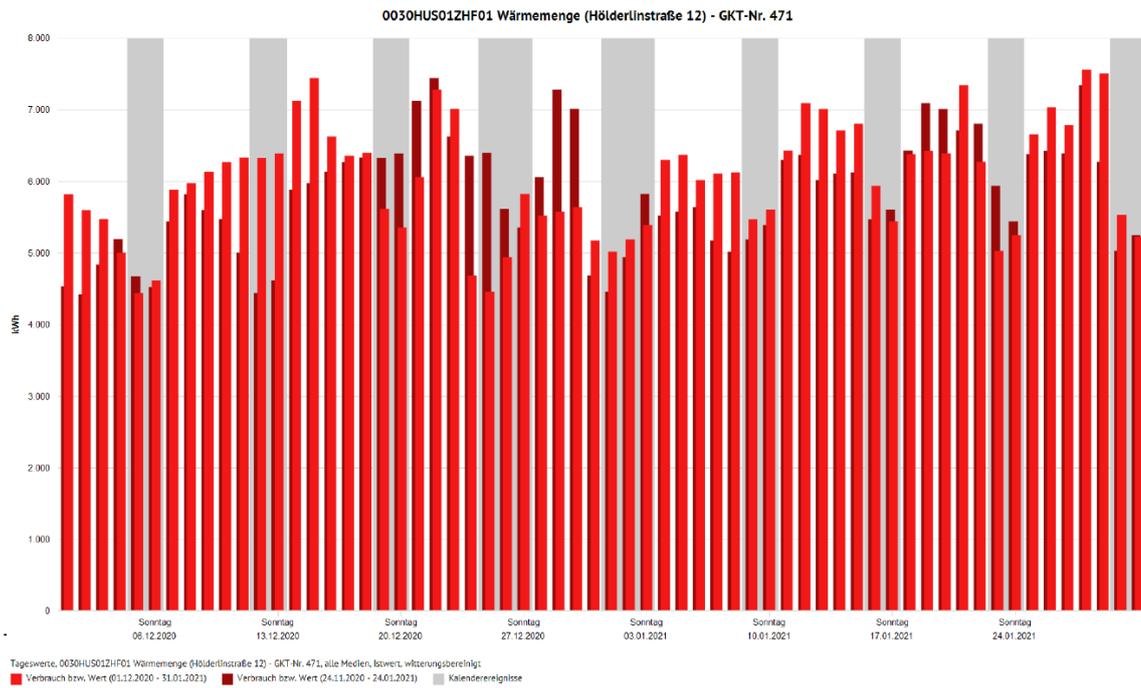


Abbildung: Wärmeverbrauch in der Hölderlinstraße 11 und 12

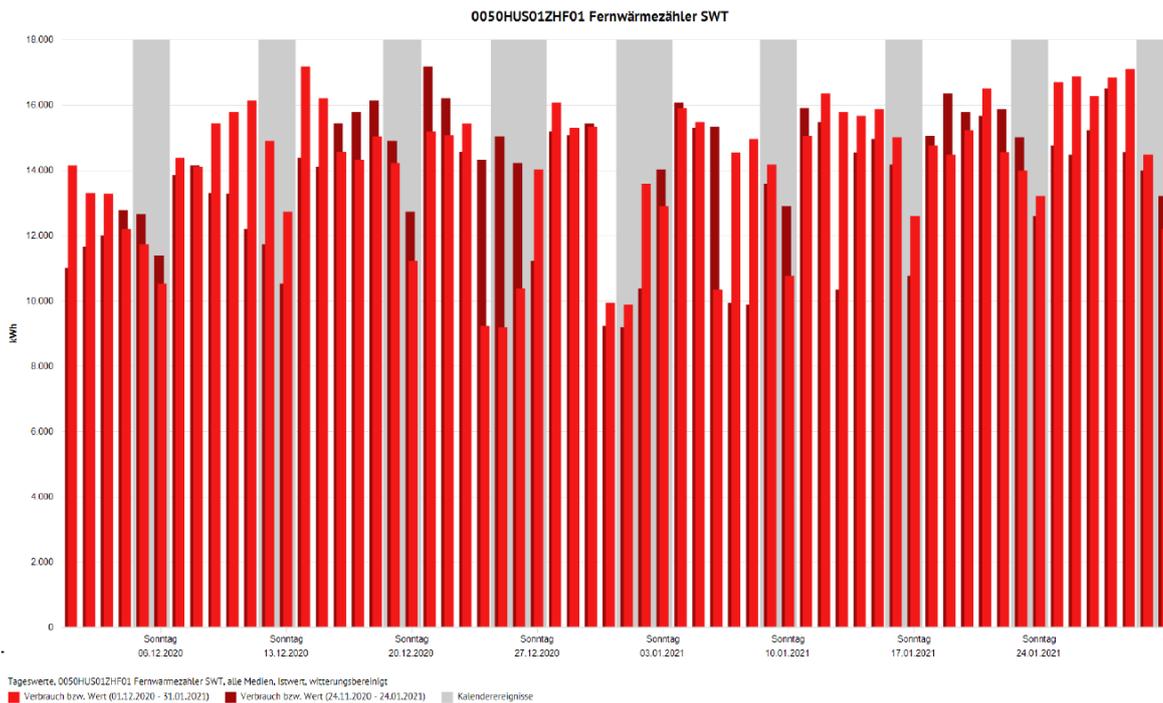


Abbildung 21: Wärmeverbrauch in der Wilhelmstr. 50

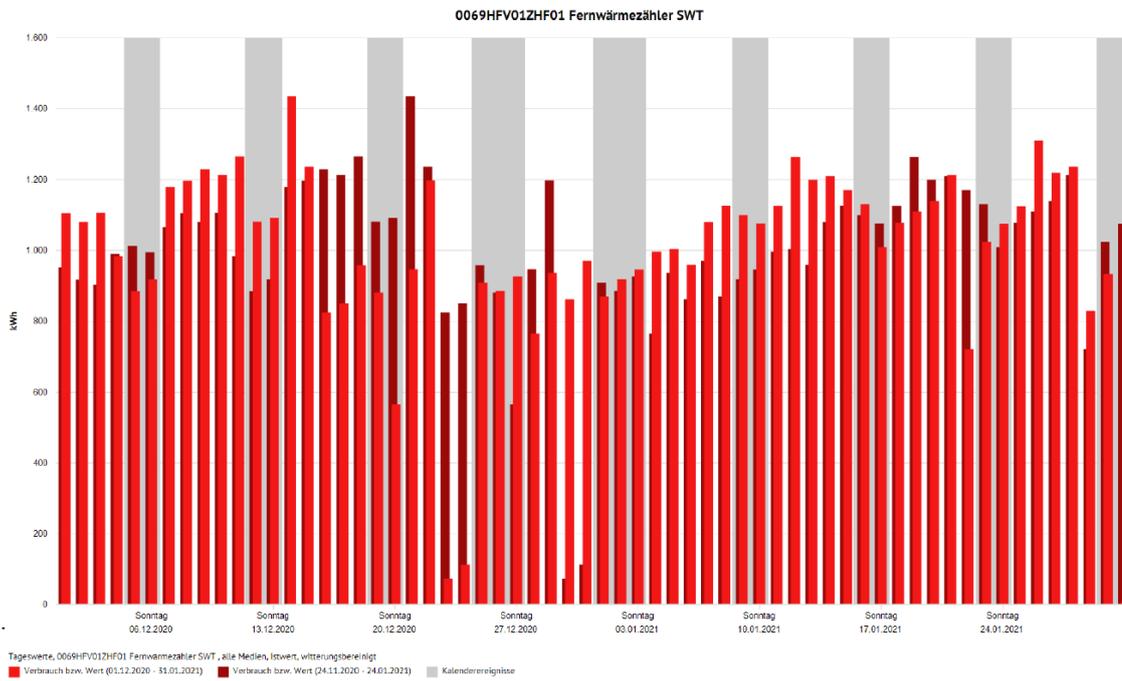


Abbildung 22: Wärmeverbrauch in der Wilhelmstraße 19

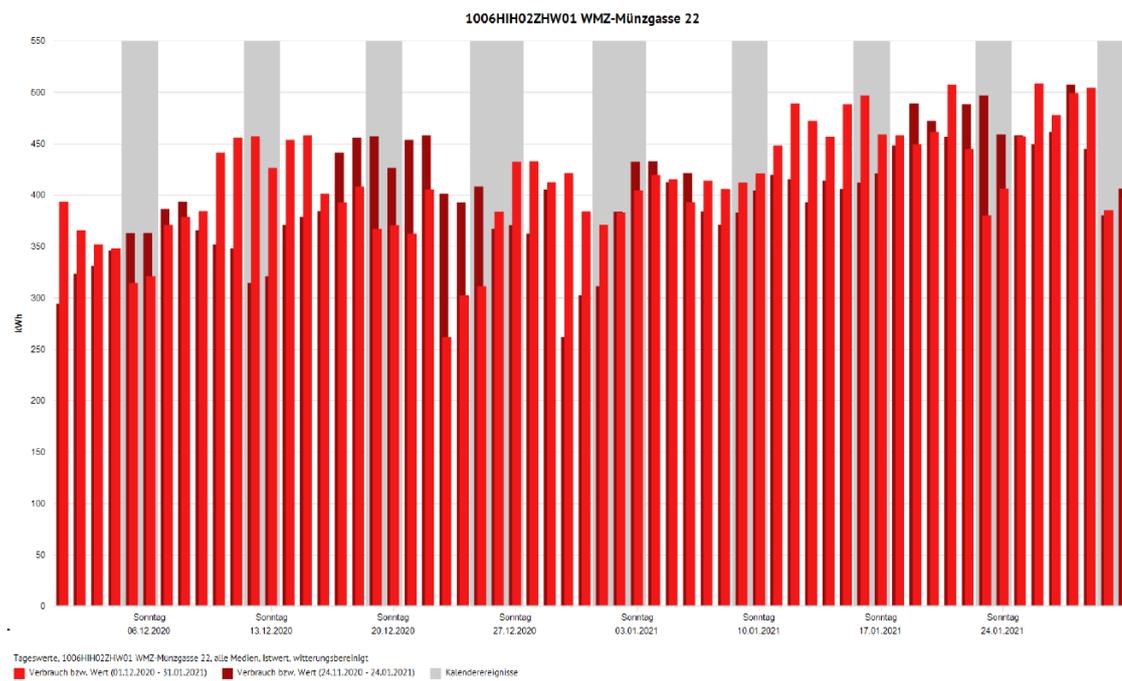


Abbildung 23: Wärmeverbrauch in der Münzgasse 22

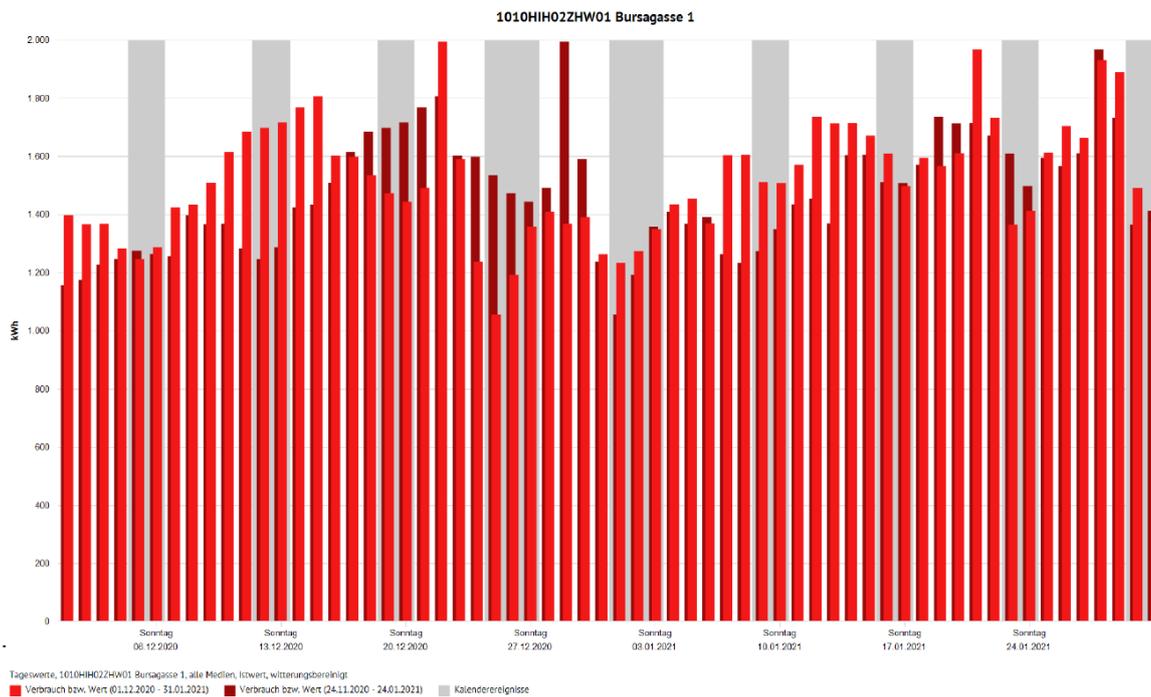


Abbildung 24: Wärmeverbrauch in der Bursagasse 1

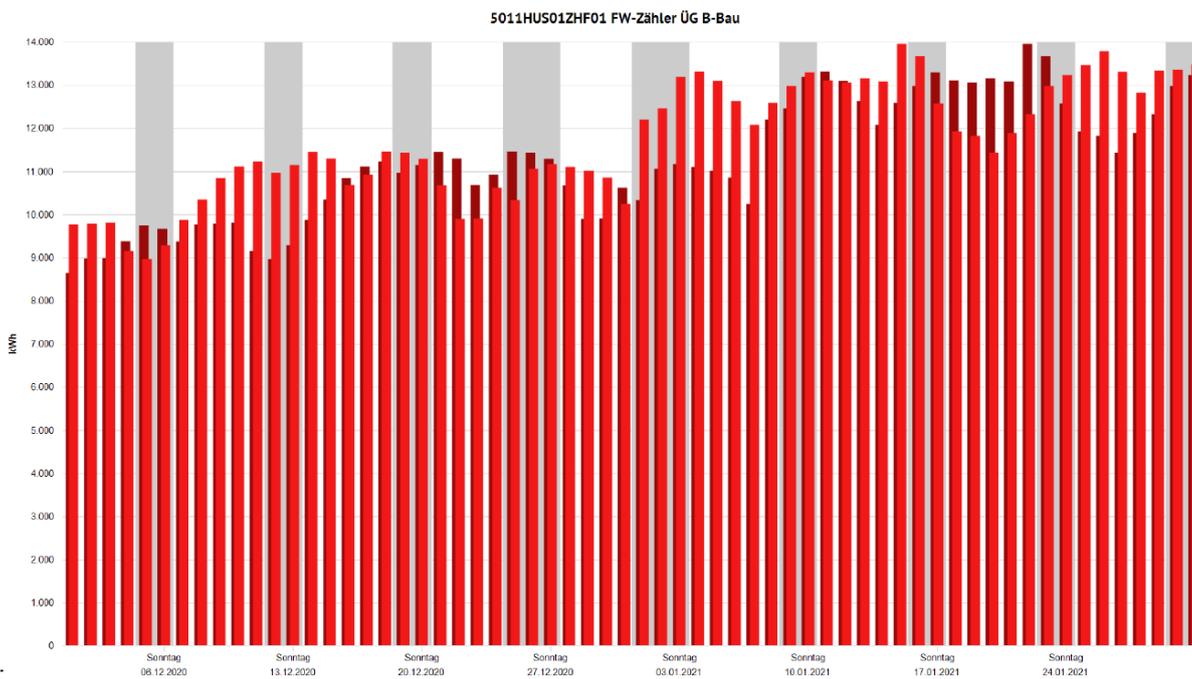


Abbildung 25: Wärmeverbrauch im B-Bau

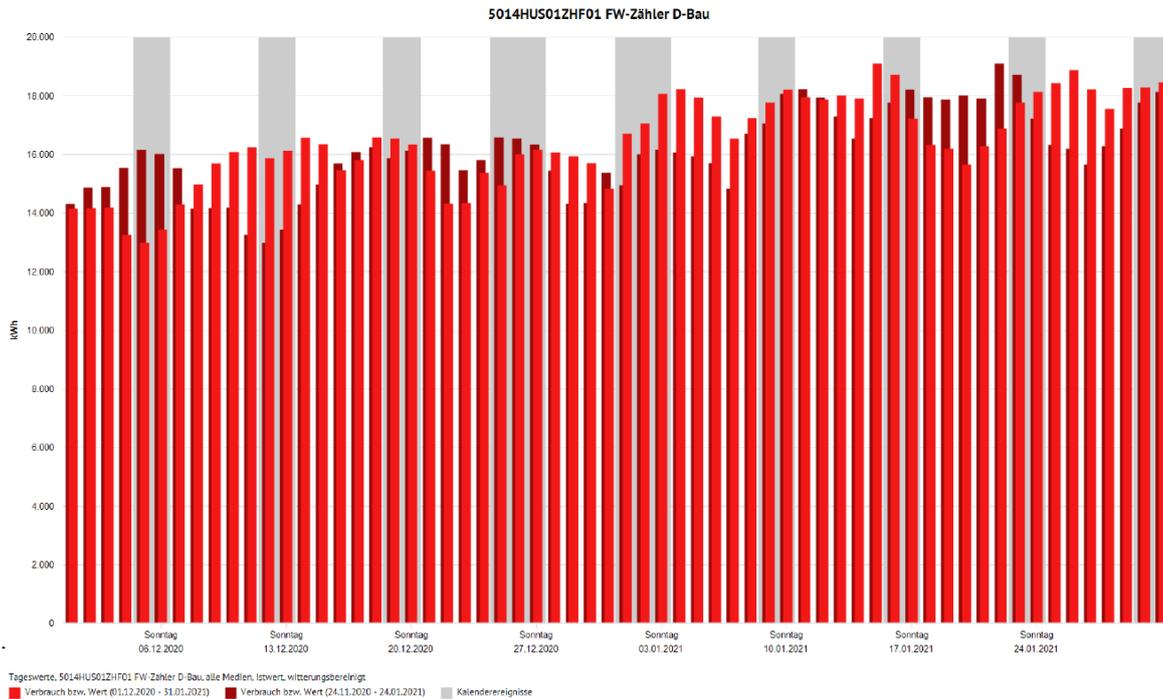


Abbildung 26: Wärmeverbrauch im D-Bau

4.5. Anpassung der Betriebszeiten von Heizungsanlagen an die Nutzungszeiten

In den einigen Gebäuden wurde festgestellt, dass die Heizung durchgängig betrieben wurde. Die Betriebszeiten der technischen Anlagen sind gegenüber den Nutzungszeiten der Gebäude deutlich höher. In der Verwaltungsvorschrift des Finanz- und Wirtschaftsministeriums wird in der „Anlage 5 Heizung“ auf den abgesenkten Betrieb hingewiesen. Anhand dieser Vorschrift wurden vor allem an den Wochenenden die Heizzeiten deutlich reduziert. Die Raumtemperatur während der Nachtabenkung beträgt ca. 17-18°C bzw. darf 15°C nicht unterschreiten. Das Anpassen des Anlagenbetriebs an die Nutzungszeiten kann nur Gebäudeweise erfolgen. Bei jeder Reduzierung ist im Vorfeld erst Rücksprachen mit den Nutzern erforderlich, um in einem weiteren Schritt die Betriebszeiten anzupassen. Im Jahr 2020 wurden keine Betriebszeiten in Gebäuden angepasst, Grund dafür ist die hohe Auslastung des tba für die Klinikgebäude.

4.6. PV-Anlagen

Die Gebäude des Universitätsklinikums (UKT) wurden bereits flächendeckend (soweit dies technisch möglich war) mit PV-Anlagen zur Stromgewinnung ausgestattet.

Auf den Dächern folgender Universitätsgebäude ist die Installation von PV-Anlagen ebenfalls möglich. Viele Ungebäuden, insbesondere im Talbereich, stehen unter Denkmalschutz und die Installation von PV-Anlagen ist deshalb nicht möglich. Technikaufbauten (Lüftung), Dachbegrünung oder Tragfähigkeit der Dächer sind weitere Hinderungsgründe hinsichtlich der Installation von PV-Anlagen.

a) Vorhandene Photovoltaikanlagen

- Campus Morgenstelle, NWI, Mensa II, Dachfläche verpachtet seit 11/2008 an Morgenstelle Solarstrom GbR

b) Laufende Photovoltaikanlagen

- Campus Morgenstelle, Schnarrenbergstr. 132-136, NWI, Neubau Wertstoffhof
Gesamtbaukosten: EUR 114.000, Fertigstellung: 11/2018

c) Geplante Photovoltaikanlagen

- Campus Tal, Schleichstr. 12, Alte Augenklinik, Sanierung und Erweiterung für AOI
GBK: EUR 26.500, geplante Fertigstellung: 04/2022
- Campus Tal, Liebermeisterstr. 18, Neubau Zentrum für islamische Theologie
GBK: EUR 60.000, geplante Fertigstellung: 04/2022
- Campus Tal, Mensa Wilhelmstr., Sanierung und Teilersatzbau
GBK: EUR 150.000, geplante Fertigstellung: 09/2023
- Campus Tal, Mohlstr. 36, Sanierung, geplant
- Campus Morgenstelle, Morgenstelle 3 und 5, Sanierung und Aufstockung für das Institut für Evolution und Ökologie (EVE) – Bio 1, geplant
- Campus Morgenstelle, Schnarrenbergstr. 94-96, Neubau des Geo- und Umweltzentrums (GUZ), geplant (Nachtragsbauunterlage)

4.7. Erstellung eines Pumpenkatasters für die flächendeckende Umrüstung auf Hocheffizienzpumpen

Auf der Morgenstelle sollen alle Pumpen vom Fabrikat Löwe durch moderne Referenzdruckgeregelte Pumpen ausgetauscht werden. Für die Löwepumpen aus den 70er Jahren gibt es mittlerweile keine Ersatzteile mehr. Daher ist der Austausch dringend zu empfehlen. Die Fa. Engie hat alle verbleibenden Löwe Pumpen erfasst und erstellt der Uni Tübingen derzeit ein Angebot.

4.8. Behördenmodelle

Laut der „Betriebsanweisung für energieverbrauchende Anlagen“ des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft müssen im Winter die Temperaturen von öffentlichen Gebäuden in den Fluren und Treppenhäusern zwischen 12 und 15 °C eingeregelt werden. Zur Einhaltung dieser Temperaturen werden sogenannte Behördenmodelle verwendet, diese werden auf eine feste Thermostatstellung positioniert und können anschließend nicht mehr verstellt werden. Die genauen Thermostateinstellungen werden mit Hilfe von Temperaturmessungen eingeregelt.

Büros bleiben von dieser Maßnahme ausgeschlossen. Das Energiemanagement der Uni Tübingen bittet aber darum während der Heizperiode die Bürotüren möglichst geschlossen zu halten. Das verhindert das Auskühlen des Büros und senkt den Energieverbrauch.

Tabelle 12: Anlage 3 der VWV, zulässige Raumtemperaturen

Anlage 3

(zu Nummer 5.1, 5.2, 5.4.1)

Zulässige Raumtemperaturen während des Heizbetriebs in Grad Celsius [°C]						
Räume	Gebäude	Verwaltungs-, Schulungsgebäude, Büchereien	Jugendheime, Tagesstätten	Sportstätten, Turn- und Sporthallen	Werkstätten, Bauhöfe, Straßenmeistereien	Theater, Museen, Versammlungshallen
Büroräume, Unterrichtsräume, Aulen, Sitzungssäle, Aufenthaltsräume, Leseräume – während der Nutzung				20 ¹⁾		
Toiletten, Schlafräume, Büchermagazine				15		
Nebenräume, Magazine				10		
Material- und Geräteräume, Fahrzeughallen				5		
Wasch- und Duschräume, Umkleideräume, Garderoben				22		
Arbeitsräume, Werkstätten - überwiegend schwere körperliche Tätigkeit - überwiegend nicht sitzende Tätigkeit - überwiegend sitzende Tätigkeit					12 17 19–20	
Werkräume von Schulen	18	18				
Hallen: - Schulsport - Vereinssport				17 ²⁾ 15		
Gymnastikräume, Aufsichtsräume, Erste-Hilfe-Räume				17		
Flure und Treppenhäuser - bei zeitweiligem Aufenthalt	12 15			12	10	
Zuschauerraum, Proberäume, Foyer, Ausstellungsräume						20 18

Im Jahr 2020 wurden die Behördenmodelle in insgesamt 25 Gebäuden neu installiert oder neu eingestellt.

Für die Berechnung der Einsparungen durch diese Maßnahme wurde im Mittel eine Reduktion der Thermostatstellungen der Heizkörper um 1,5 zugrunde gelegt. Damit ergeben sich in den 25 Gebäuden Einsparungen um bis zu 150.000 kWh pro Heizperiode, denn wird die Raumtemperatur um 1 °C reduziert, ergibt dies eine 6%ige Einsparungen an kWh und natürlich auch den Heizkosten.

5. Controlling

5.1. Ausbau des Zählerkonzepts

Die Basis für eine exakte Erfassung der Stromverbrauchswerte und Zuordnung zu den technischen Anlagen in den Gebäuden der Universität Tübingen ist durch den systematischen Ausbau und die Abbildung der Zählerstruktur gegeben.

Um die Verbräuche den Gebäuden zuordnen zu können, ist die Zählerstruktur wichtig. Für die Zuordnung des Verbrauchs einzelner Anlagen oder Prozessen ist der Einbau von weiteren Unterzählern unerlässlich.

Dadurch lassen sich ineffiziente Anlagen und Prozesse identifizieren, und im Zuge von Energieeffizienzmaßnahmen die erzielten Energieeinsparungen erfassen und überwachen.

Zum 31.12.2020 sind 1.197 (2019: 1.183) Zähler der Universität in die EnMS-Software InterWatt integriert. Dies beinhaltet alle Zähler, davon sind 269 (2019: 268) Zähler auf die GLT aufgeschaltet und fernauslesbar. Während 928 Zähler durch die Bereichswerkstätten ET-1, ET-2 und MT-1, und MT-2 des tba monatlich oder jährlich abgelesen werden.

Die Aufschaltung der Zähler ermöglicht zum einen ein genaues und zeitnahes Controlling, jedoch stoßen die eingesetzten Programme auch zunehmend an Ihre Systemgrenzen. Daher ist das tba mit den Firmen der Gebäudeleittechnik, sowie mit der Firma der Energiemanagementsoftware IngSoft in Gesprächen, um die Performance der Software zu optimieren und die Schnittstellen zu verbessern, um Datenlücken in den Zählerständen zu minimieren.

Stromverteilung Universität Tübingen 2020

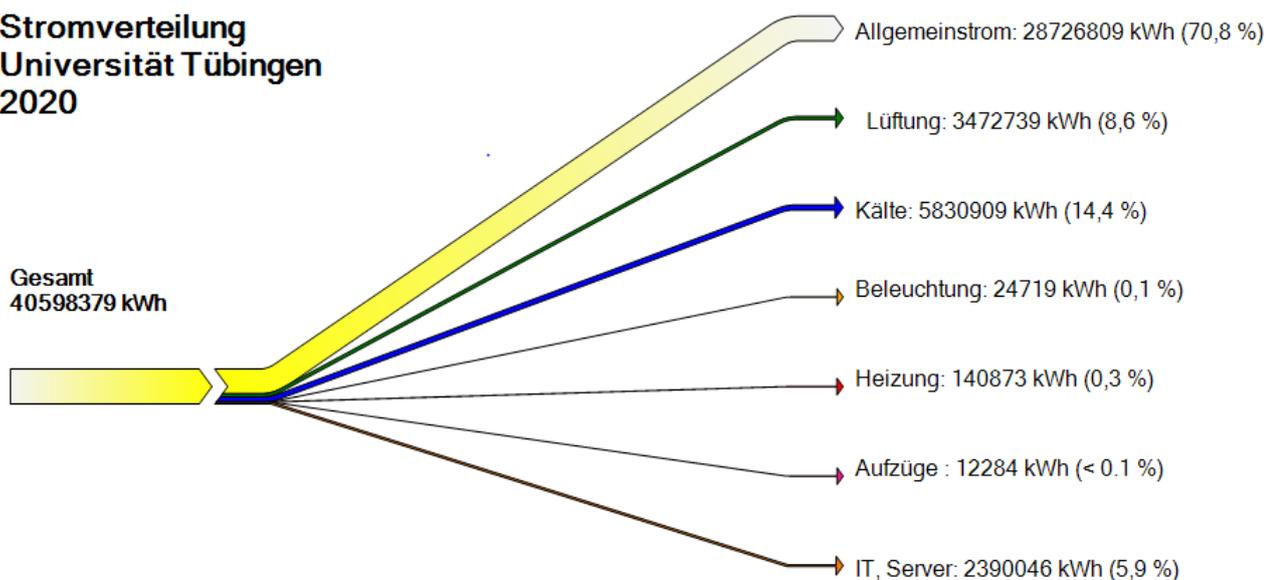


Abbildung 27: Energiefluss Universität Tübingen

Für die Dienstleistung der UKT Energie Gesellschaft mbH für die Universität Tübingen zur Bereitstellung der Energieverbrauchswerte mittels der EnMS-Software wurde 2019 vertraglich geregelt.

5.2. Erstellung von Energiekennzahlen mittels Interwatt

Mit geeigneten Kennzahlen ist man in der Lage um Vergleiche vornehmen zu können – entweder mit sich selber oder mit anderen Unternehmen. In der Praxis ist vor allem der spezifische Energieverbrauch die häufigste Kennzahl.

Diese Kennzahlen werden zur Überwachung und Messung der sog. energiebezogenen Leistung herangezogen. Das bedeutet, die Kennzahlen müssen regelmäßig erfasst, überprüft und mit der energetischen Ausgangsbasis verglichen werden. Auf Basis dieses Vergleichs können anschließend Schlussfolgerungen abgeleitet und so Maßnahmen initiiert werden, die zu einer Verbesserung der energiebezogenen Leistung führen.

Der Kennzahlenvergleich gilt somit als eines der wichtigsten Steuerungsinstrumente im Energiemanagementsystem

Kennzahlenermittlung

Nach welcher Methodik die Kennzahlen ermittelt werden und in welcher Detailtiefe dies erfolgen soll ist einem relativ freigestellt. Was als angemessen erscheint, liegt im Sinne des Betrachters. Zielführend ist sicherlich, wenn die Kennzahlen in der Lage sind, Aussagen über die energiebezogene Leistung des konkreten Betriebsablaufs zu liefern.

Zweck der Energieleistungskennzahlen

Entscheidend für die Festlegung von Kennzahlen ist der konkrete Anwendungsfall. Ansatz ist hier die Frage, zu welchem Zweck die Kennzahl ermittelt werden soll. Dabei sind beispielsweise der Vergleich gleichartiger Prozesse/Produktionen etc., d.h. Benchmarking und die Erfolgskontrolle von Optimierungsmaßnahmen zu unterscheiden.

Benchmarking

Beim Benchmarking geht es im Grundsatz darum, gleichartige Dinge wie Energiekennzahlen miteinander zu vergleichen. Dieser erfolgt systematisch und streng zielorientiert.

Das Ziel des Energieeffizienz-Benchmarkings ist es, Erkenntnisse zu gewinnen und Optimierungsmaßnahmen abzuleiten, um Energieeffizienzsteigerungen im Unternehmen zu erreichen. Diese Verbesserungen können zum einen auf der Basis von festgestellten Best-Practice-Fällen (kurzfristig), zum anderen durch einen kontinuierlichen Lernprozess im Unternehmen (mittel- bis langfristig) erreicht werden.

Erfolgskontrolle von Optimierungsmaßnahmen

Abgesehen von der Benchmark können Kennzahlen dazu dienen, Erfolge von Energieeffizienzmaßnahmen zu kontrollieren und nachzuweisen. Dazu ist es in aller Regel erforderlich, Kennzahlen in einer größeren Detailtiefe zu erfassen. Konkret sollte hier eine Ermittlung auf Prozessebene erfolgen.

Hier lassen sich tatsächliche Effizienzsteigerungen nachweisen und auf durchgeführte Maßnahmen zurückführen. Außerdem kann so der kontinuierliche Effizienzsteigerungsprozess im Unternehmen dauerhaft fortgeführt werden.

Mit der Funktion Kennzahleditor der EnMS-Software InterWatt können Kennzahlen als Berechnungsgrundlage für unterschiedliche Auswertungs- und Analyseverfahren für unterschiedliche Energieeinsatzbereiche verwendet, und anschließend in freien oder gespeicherten Auswertungen visualisiert werden.

Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs können mit Hilfe von Kennzahlen dargestellt und die Wirksamkeit überprüft werden.

Im folgenden Beispiel wird der Wärmeverbrauch des Brechtbaus pro beheizbarer Nettogrundfläche berechnet, und mit dem Referenzwert aus der EnEV verglichen.

Derartige Kennzahl können auch dazu dienen, Gebäude untereinander zu vergleichen.

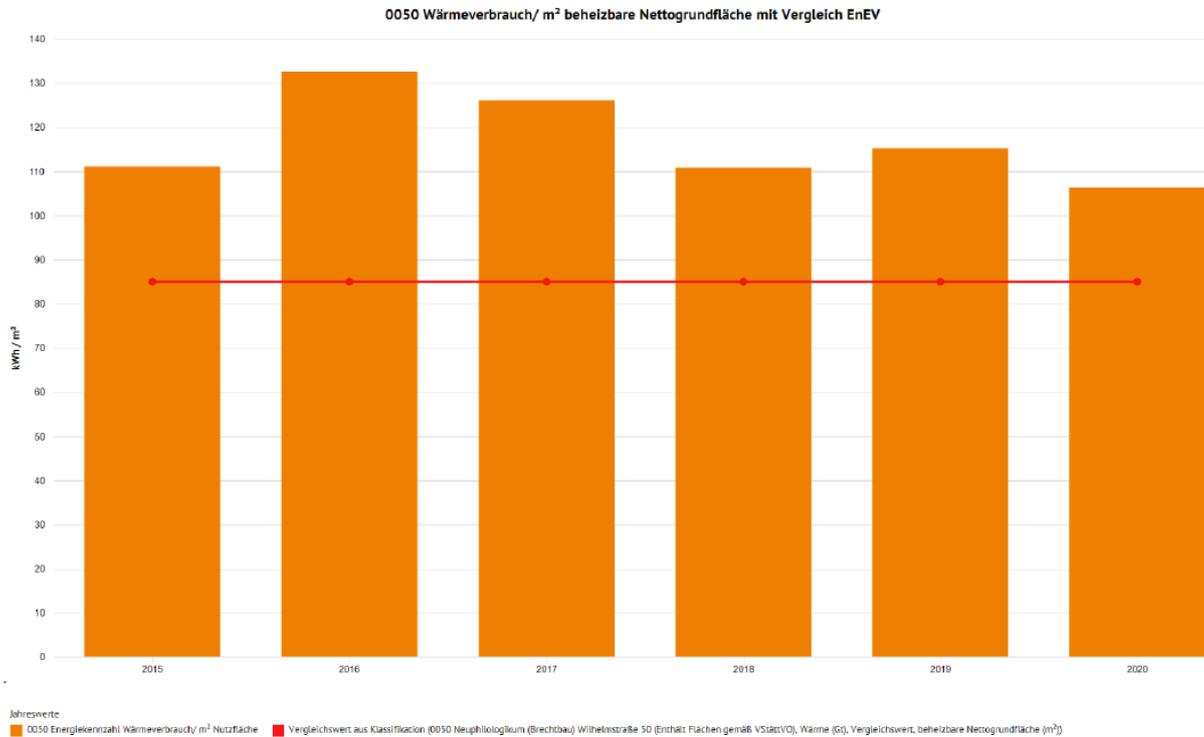


Abbildung XX Gegenüberstellung Referenzverbrauch zu jährlichem Wärmeverbrauch

Die Auswertung zeigt den Wärmeverbrauch pro m² beheizbare Nettogrundfläche (orangene Balken) und den Vergleichswert aus der EnEV (rote Linie).

Referenzverbrauch/ Energetische Ausgangsbasis

Durch die Auswahl eines Referenzverbrauchs oder eines Referenzzeitraums auf der Ebene der Energieliegenschaft lassen sich je nach Auflösung der Zähler und benötigten Auswertung die Verbrauchswerte mit dem Referenzjahr vergleichen. Als Referenzwert können auch mehrere Jahre gewählt werden, die jeweiligen Monatsverbräuche werden dann je nach Anzahl der Referenzjahre gemittelt. Sollten die Zähler auf die Gebäudeleittechnik aufgeschaltet sein, ist ein Vergleich zwischen Baseline und aktuellem Verbrauch in Stundenauflösung möglich.

Der Referenzverbrauch kann auch als Schwellwert für die Grenzwertüberwachung genutzt werden. Übersteigt der aktuelle Verbrauch den eingestellten Referenzverbrauch kann ein „Alarm“ in Form einer E-Mail, an eine beliebige im System InterWatt angelegte Person, versendet werden.

Einstellung des Referenzjahres 2015 am Beispiel des Brechtbaus:

◇ 0050 Neophilologikum (Brechtbau) Wilhelmstraße 50 (Enthält Flächen gemäß VStättVO)

EINSATZBEREICHE (3)

▼ Strom (ab 01.01.2010)

Referenzwertinstellungen

Referenzzeitraum überschreiben: Ja

Beginn des Referenzzeitraumes: *

Anzahl der Referenzjahre: *

Manuellen Referenzwert einstellen: Ja

Unterjährige Referenzwertverteilung nach Kennzahl:

Bereinigungssockel

Bereinigungssockel, absolut: * kWh/a

Bereinigungssockel, relativ: * %

Änderung hinzufügen

> Wärme (Gt) (ab 01.01.2010)

> Wasser (ab 01.01.2010)

Speichern

Abbildung 28: Einstellung des Referenzjahres 2015 der Energieliegenschaft 0050 Brechtbau.

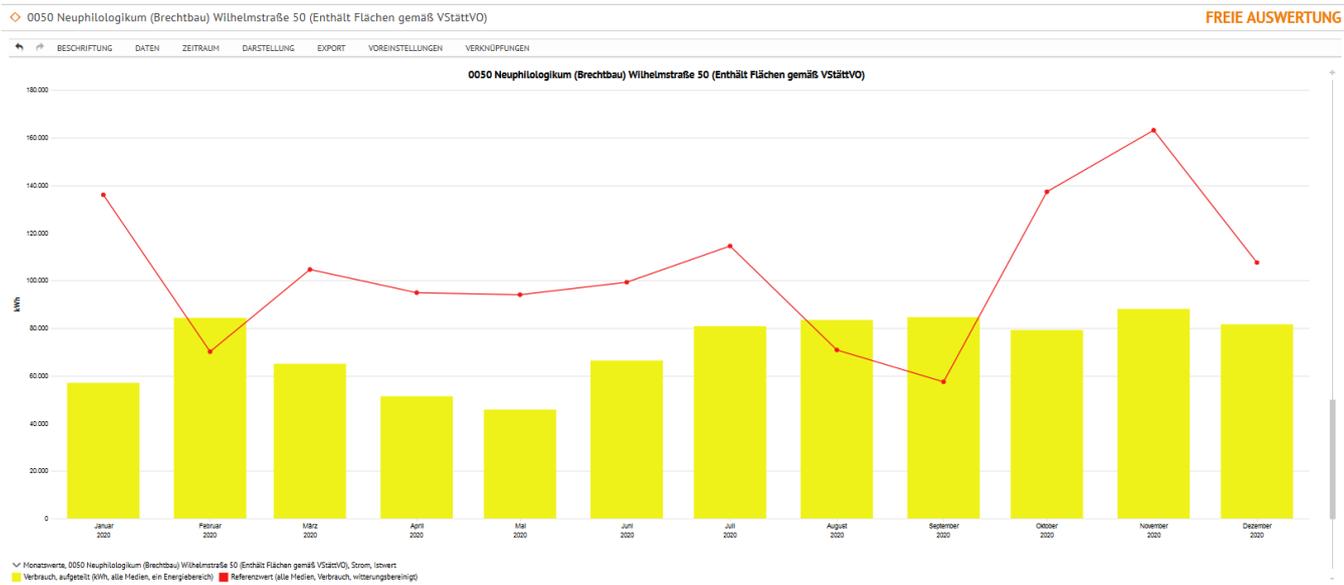


Abbildung 29: Monatliche Darstellung des Referenzwert (Jahr 2015) gegenüber Stromverbrauch 2020.

Die Auswertung zeigt den Stromverbrauch 2020 (gelbe Balken) im Vergleich zum Referenzjahr 2015 (rote Linie). Für die Monate Februar, August und September wäre bei einer monatlichen Grenzwertüberwachung eine E-Mail vom System versendet worden.

Diese Abbildung zeigt deutlich die Auswirkung der Pandemie in den Monaten März bis Juni 2020 auf den Strombedarf, die Beschäftigten waren größtenteils im Homeoffice tätig.

5.3. Energiecontracting Morgenstelle 8/ B-Bau – Einsparungen und Ergebnisse

Beim Contracting übernimmt das ausführende Unternehmen die Planung und Ausführung der energetischen Umbaumaßnahmen. Es finanziert auch die Kosten der Maßnahmen. Die Universität bezahlt weiterhin die Energiekosten, wie sie ohne Einsparungen anfallen würden. Der Anteil der Einsparungen geht an die ausführende Firma bis die Investitionen zurückgezahlt sind. Danach kommen die Einsparungen der Universität zugute. Die sanierten und optimierten Anlagen werden vom tba weiter betrieben.

Der B-Bau (Baujahr 1973) stellte eine besondere Herausforderung dar. Der hohe Anteil von Studierenden und auch der ständige Einsatz von Chemikalien erschwerten und verzögerten die Arbeiten. Im Jahr 2016 wurde die energetische Sanierung durch das Unternehmen ENGIE abgeschlossen.

Das Unternehmen ENGIE hat folgende Maßnahmen umgesetzt:

- Änderung des hydraulischen Anschlusses am Kühlturm
- Nachrüstung von Frequenzumformern am Kaltwasser- und Kühlwasserpumpen
- Abwärmenutzung der Kältemaschine durch Einkopplung in das WRG-System
- Nachrüstung von Stellantrieben an den sekundarseitigen Absperrklappen der Fernwärmetauscher für die Verbesserung der Regelbarkeit der Vorlauftemperatur

Tabelle 13: Entwicklung des Stromverbrauchs im B-Bau

Stromverbrauch Referenzjahre (2013--2014)	1.449 MWh (laut ESC Vertrag)
Stromverbrauch 2017	659 MWh
Stromverbrauch 2018	572 MWh
Stromverbrauch 2019	503 MWh
Stromverbrauch 2020	514 MWh
Einsparung 2019 im Vergleich zum Referenzzeitraum	935 MWh

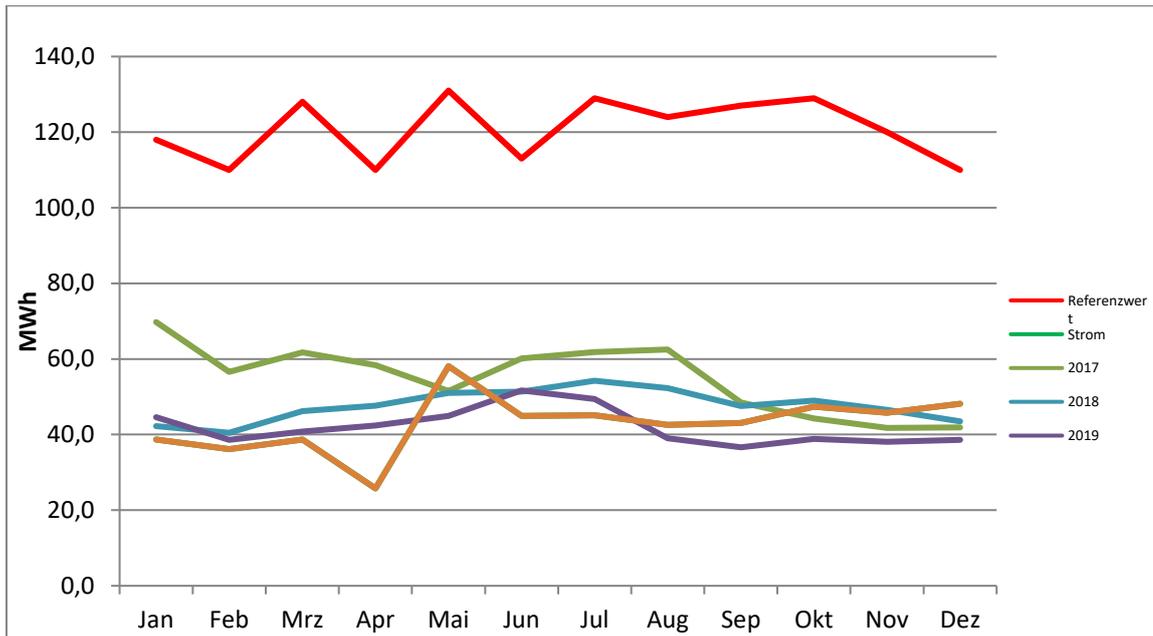


Abbildung 30: Verlauf des Stromverbrauchs, Schaltschrankzähler Technik im B-Bau

Tabelle 14: Entwicklung des absoluten Wärmeverbrauchs im B-Bau

Wärmeverbrauch im Referenzjahr (2010)	2.732 MWh (laut ESC Vertrag)
Wärmeverbrauch 2017	944 MWh
Wärmeverbrauch 2018	1.414 MWh
Wärmeverbrauch 2019	1.593 MWh
Wärmeverbrauch 2020	1.799 MWh
Einsparung 2020 im Vergleich zum Referenzjahr	933 MWh witterungsbereinigt, Einsparung 753 MWh

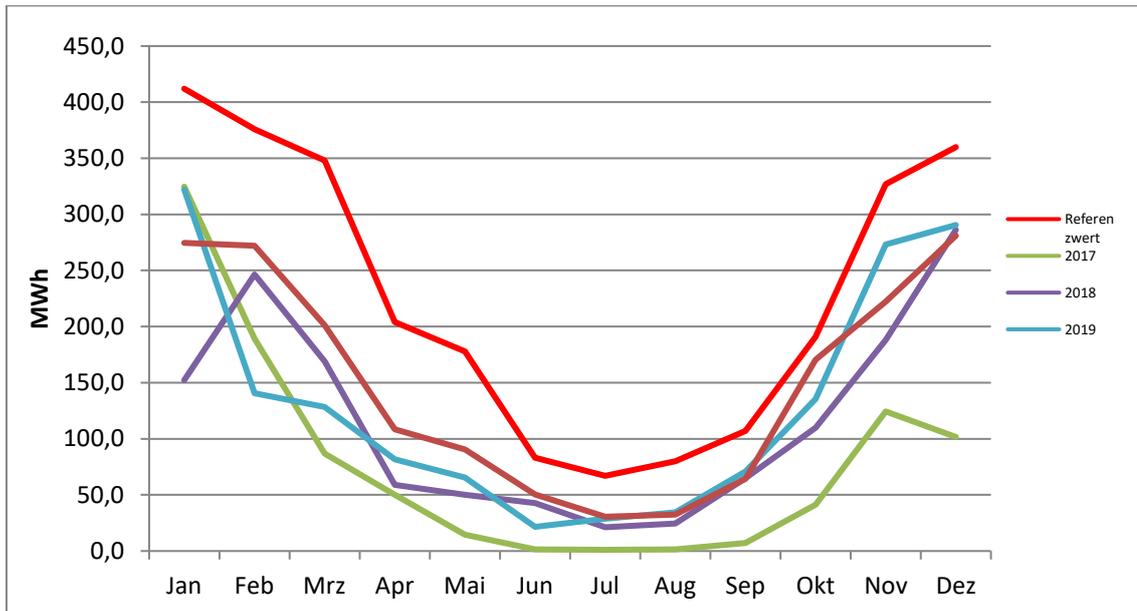


Abbildung 31: Verlauf des absoluten Wärmeverbrauchs im B-Bau

Heizung:

Im Zuge der Sanierung wurden die Anlagen auf die Gebäudeleittechnik aufgeschaltet, um die Heizungsregelung wie folgt optimieren und anpassen zu können: Nach der Nachtabenkung wird stark aufgeheizt (20 Kelvin über den Wert der Heizkurve), bis die Raumfühler 22°C erreicht haben. Danach wird auf die Heizkurve mit den Vorlauf- und Rücklauftemperaturen 30 °C - 90 °C zurückgefahren.

In der Heizperiode 2016-2017 kam es zu einigen Beschwerden. Besonders in der Ebene 10 kam es berechtigterweise zu Klagen. Zu kleine Heizkörper, ein ungedämmtes Dach und Fensterbretter, die eine Wärmezirkulation verhindern und die optimierte Heizkurve führten zu niedrigen Raumtemperaturen. In Abstimmung von tba und VUB wurden in der Folge die Heizkörper auf Ebene 10 durch leistungsstärkere Modelle ersetzt.

Der absolute Mehrverbrauch im Jahr 2020 in Höhe von ca.27% (im Vergleich zu 2018) ist zum Teil auf den Einbau der leistungsstärkeren Heizkörper zurückzuführen. (Verf. JL)

5.4. Energiecontracting Morgenstelle 15/ Verfügungsgebäude – Einsparungen und Ergebnisse

Das Verfügungsgebäude Morgenstelle 15 besteht aus zwei Gebäudeteilen, dem Bauteil Biotechnologie und dem Bauteil Chemie/Physik. Der Bereich Chemie/Physik beinhaltet drei Geschosse mit Reinraumbereich, Büro- und Laborräumen. Im Bereich Biotechnologie sind auf vier Ebenen Büro- und Laborräume untergebracht.

Das Unternehmen ENGIE erweiterte und optimierte die Wärmerückgewinnungsanlagen, so dass die Abwärme kleinerer Lüftungsanlagen nicht ungenutzt in die Umwelt entweicht, sondern zur Erwärmung der Zuluft genutzt werden kann.

Bei der vorhandenen Lüftungsanlage wurden die pneumatischen Regelanlagen durch elektronische Regelanlagen ersetzt.

In den Laboren wurden Präsenstaster mit Schlüsselschalter für Langzeitversuche ausgerüstet. Dies bedeutet, dass für die Langzeitversuche immer eine ausreichende Belüftung vorhanden ist, nachdem mittels Präsenstaster die Lüftung wieder aktiviert wird.

Präsenstaster werden bei den Contracting- Maßnahmen in Laborgebäuden häufig eingesetzt. Sie werden von den Mitarbeitenden akzeptiert und tragen zu deutlichen Energieeinsparungen bei.

Tabelle 15: Entwicklung des Stromverbrauchs im Verfügungsgebäude

Stromverbrauch Referenzjahre (2010-2013)	3.791 MWh (laut ESC -Vertrag)
Stromverbrauch 2017	2.664 MWh
Stromverbrauch 2018	2.706 MWh
Stromverbrauch 2019	2.658 MWh
Stromverbrauch 2020	2.572 MWh
Einsparung 2020 im Vergleich zu den Referenzjahren	1.219 MWh

Es tauchten auch unerwartete technische Probleme auf, die nicht im Rahmen des Contracting gelöst werden konnten. So wurde ein Bauantrag an das VuB zur Abänderung der Luftführung an der Filterenteisung gestellt. Das VuB beabsichtigt weiterhin, wie bereits 2018, die Umsetzung zu beauftragen.

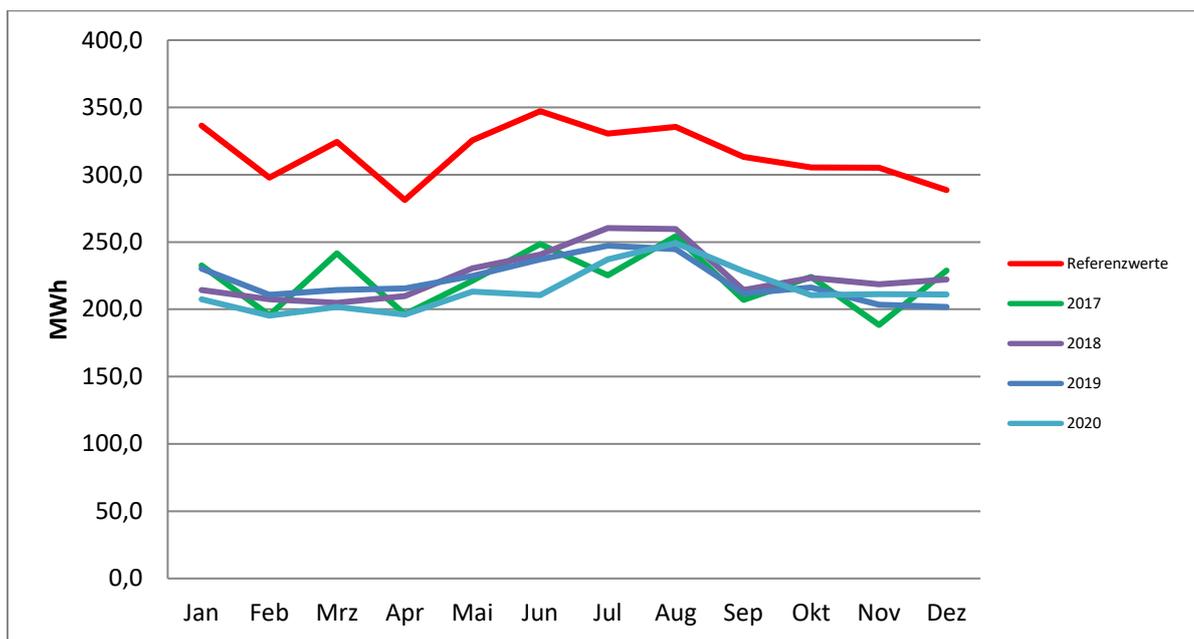


Abbildung 32: Verlauf des Stromverbrauchs im Verfügungsgebäude /Morgenstelle 15

Tabelle 16: Entwicklung des Wärmeverbrauchs im Verfügungsgebäude NWI / Morgenstelle 15

Wärmeverbrauch	Referenzjahre (2010-2013)	2.518 MWh
Wärmeverbrauch 2017		2.589 MWh
Wärmeverbrauch 2018		2.719 MWh
Wärmeverbrauch 2019		2.759 MWh
Wärmeverbrauch 2020		2.449 MWh
Einsparung 2020 im Vergleich zu den Referenzjahren		69 MWh
	witterungsbereinigter Mehrverbrauch	176 MWh

Mittels Nachjustierungen ist es der Firma ENGIE gelungen den Wärmebedarf wieder zu reduzieren. Somit konnte im Jahr 2020 erstmals wieder eine Wärmeeinsparung erlangt werden.

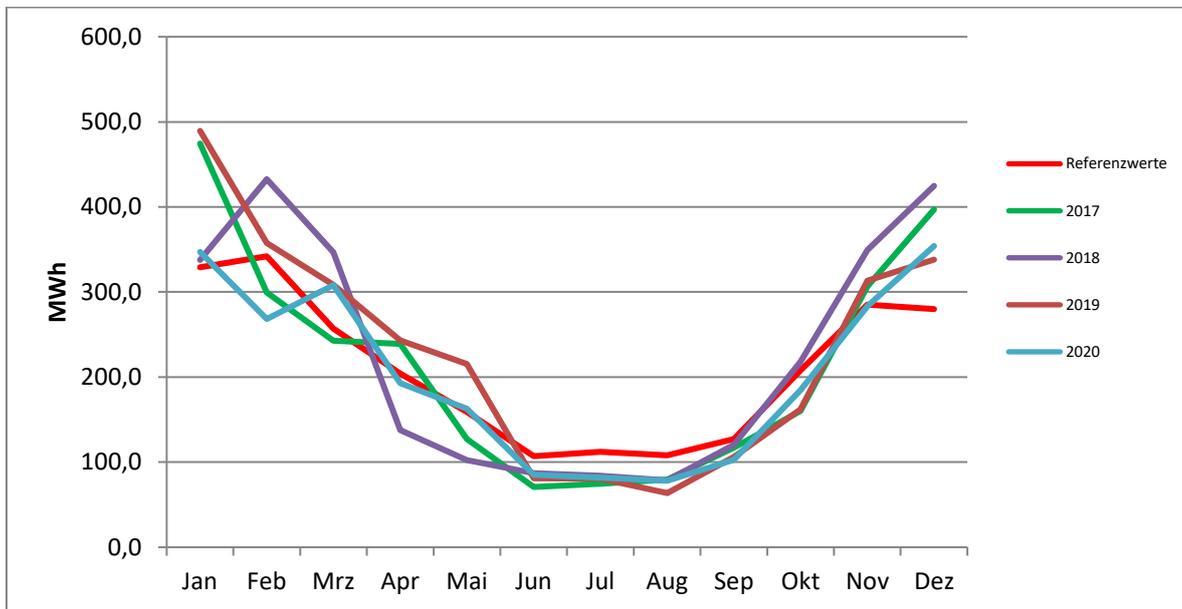


Abbildung 33: Verlauf des Wärmeverbrauchs im Verfügungsgebäude NWI

(Verf. JL)

5.5. Gesamtstromverbrauch an der Uni Tübingen

Die Baseline aus dem Mittel der Jahre der Jahre 2017/18 und 19 ist nun aktuell in den Bezug zum Jahr 2020 gesetzt. Auch im Jahr 2019 weisen mehr Universitätsgebäude Einsparungen auf, insgesamt 56 Gebäude (5 weniger als im Jahr 2019). 45 Gebäude haben Einsparungen von über 10%. Die gesamten Einsparungen liegen bei (-) 1.286 MWh. Mit der sukzessiven Umrüstung auf LED-Leuchtmittel Von 2011 bis 2020 wurden ca. 2.200 MWhWh Strom eingespart. Seit 2017 sind 12 Gebäude neu hinzugekommen, der Mehrverbrauch verläuft sich bisher auf 2.650 MWh. Erfahrungsgemäß wird der Stromverbrauch in den Folgejahren deutlich ansteigen. Insgesamt 8 Gebäude werden derzeit saniert oder sind von der Universität abgegeben worden. Für viele Gebäude wäre der Mehrverbrauch u.a. durch das Nutzerverhalten aufgrund der sehr heißen Sommermonate (Ventilatorbetrieb) und einiger überdurchschnittlich kalten Wintermonate (Heizlüfterbetrieb) zu erklären. Der Mehrverbrauch von 42,7 % im Servergebäude Auf der Morgenstelle 24/3 erscheint durch die konstante Vergrößerung der Serverleistung plausibel, ist allerdings im Vergleich zu 2019 um 20% weniger stark ausgefallen. Alle Gebäude ab einem Mehrverbrauch von über 20% sollten im laufenden Jahr genauer überprüft werden. Betrachtet man die Summe der großen Neubauten und

stromintensiven Gebäuden der letzten 4 Jahre (GUZ, TTR2, Österbergstr 3, Servergebäude A.d.M., Kältezentrale, Hölderlinstr. 29 und A.d.M. 5.), so ergibt sich ein Strombedarf von 9.000 MWh. Würde man diese Summe herausrechnen, so würde sich für den Gesamtgebäudebestand eine Einsparung von 8.000 MWh im Jahr 2020 beziffern lassen. Diese Einsparungen erklären sich aus dem sukzessiven Ausbau von LED-Beleuchtung, den verschiedenen Contracting- Maßnahmen und einzelnen Einsparprojekten wie bspw. der Umrüstung der Beleuchtung in der Bibliothek des Theologikums.

Tabelle 17: Neu bezogene Gebäude seit 2018

Brunnenstraße 34 Leibniz-Kolleg
Maria-von-Linden-Straße 6, TTR2
Nauklerstraße 50
Schnarrenbergstr. 94-96, GUZ
Schnarrenbergstraße 132 (Wertst.Hof)
Schleichstraße 12, Anteil "alte Augenklinik"
Silcherstraße 5
Walter-Simon-Straße 12
Paul-Ehrlich-Straße 5 Institut für Informatik
Wilhelmstraße 31, TüSE
Auf der Morgenstelle 34, IFIB
Bad.Buchau, Wellerstr. 5

5.6. Wärmeverbrauch

Die Wärmeverbräuche sind witterungsbereinigt mit dem Jahresfaktor für Tübingen. Quelle DWD und geht für 2020 mit 1,1 ein. Die Einsparungen in den Gebäuden auf NWI fallen mit 2.400 MWh sehr hoch, sind aber im Vergleich zum Vorjahr um aus 800 MWh gesunken. Grund dafür sind maßgeblich die abgeschlossenen Maßnahmen durch den Energiecontractor im B-Bau und im Verfügungsgebäude. Darüber hinaus greifen erste Maßnahmen im C-Bau, hier wurde im September 2018 mit der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen begonnen und sind nahezu abgeschlossen. Wie auch im B-Bau und im Verfügungsgebäude wurde hauptsächlich die GLT optimiert, Absperr- und Regelventile isoliert, Hocheffizienpumpen eingesetzt, der Wegfall von Vorwärmern, eine WRG installiert, Frequenzumformer verbaut und pneumatischen Antriebe durch elektrische ersetzt. Bei allen Hardwareoptimierungen ist doch die Regeloptimierung der RLT-Anlagen mit einem Anbsenkbetrieb, Präsenzsaltungen und die Nachtabenkung der Heizkreise mitunter einer der größten Einsparfaktoren bei den genannten Contractingmaßnahmen. Durch die neue Baseline kann zum ersten Mal ein Rückgang des Wärmeverbrauchs im ZMBP im Vergleich mit den Vorjahren festgestellt werden. Nach der Kernsanierung

und ganzheitlich neuer HLSK-Technik im der A-Bau konnten nun Einsparungen von 3 % erreicht werden. Das IFIB wird derzeit nur noch in geringem Umfang von der Uni genutzt, daher kann hier eine Einsparung von 44 % festgestellt werden. Der coronabedingte eingeschränkte Vorlesungsbetrieb sowie die Innensanierungen im HZE führen zu Wärmeeinsparungen von knapp 900 MWh.

Die Gebäude im Talbereich: Durch die farbliche Codierung ist ersichtlich, dass sehr viele Gebäude, die im Controlling von 2019 Einsparungen aufwiesen, jetzt in einen Mehrverbrauch gerutscht sind. Allerdings sehr moderat, da 6 von 10 Gebäuden lediglich in den Bereich bis 10% Mehrverbrauch abgerutscht sind. Die Mohlstraße 36 wird derzeit saniert und ist daher nicht beheizt. Es gibt keine Gebäude die Mehrverbräuche von über 30 % anzeigen, dies war im Vorjahr bei der Keplerstr. 2 der Fall. Dieses Gebäude weist dieses Jahr geringfügige Einsparungen von 0,3 % auf. Im Vorjahr überstiegen die Einsparungen den Mehrverbrauch um 800 MWh. In 2020 liegt der Mehrverbrauch mit 700 MWh doppelt so hoch wie die Einsparungen. Die coronabedingten Anhebungen der Luftwechselzahlen können dafür als Grund genannt werden, denn bei höheren Luftwechselzahlen wird auch mehr Wärme aus den Gebäuden abgeführt.

5.7. Jahresplan und Energieziele 2021

Im EMAS-Umweltprogramm der Universität ist eine Reduktion des flächenbezogenen Wärme- und Stromverbrauchs um 5% als Ziel festgelegt (Basisjahr: 2015; Frist: 2020) Dieses Ziel konnte nicht erreicht werden.

2020 werden folgende Maßnahmen durchgeführt:

A) Pumpenkataster

Alle alten vorhandenen Wärmepumpen auf der Morgenstelle sind erfasst. Über das BMU wird ein Förderantrag zum Austausch durch Hocheffizienzpumpen gestellt, die Umrüstung erfolgt und vorr. 2021 umgesetzt.

B) Behördenmodelle in den Flurbereichen der Gebäude

Alle bereits installierten Behördenmodelle in den Flurbereichen der Gebäude werden auf die in der Verwaltungsvorschrift (VwV) des Finanzministeriums vorgeschriebene Solltemperatur von 15 °C eingestellt. Serverräume

Alle vorhandenen Serverräume werden in einer Exceltabelle erfasst. Die Istwerte werden überprüft, nach Rücksprache mit den Gebäudebeauftragten auf einen Sollwert von 26 Grad Celsius eingestellt (Empfehlung des externen Umweltgutachters) und in der Exceltabelle incl. erzielter Einsparungen dokumentiert.

C) Grobanalysen weiterer Gebäude (4-Felder Matrix)

Die Gebäude mit überdurchschnittlich hohem Energieverbrauch werden auf Basis der 4-Felder-Matrix analysiert und daraus resultierende Maßnahmen zur energetischen Optimierung veranlasst.

D) Anpassung der Betriebszeiten von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (HLK) an Nutzungszeiten

Die Betriebszeiten der HLK-Anlagen werden nach Rücksprache mit den Gebäudebeauftragten - wo möglich, mittels GLT Programmierung - an die Nutzungszeiten angepasst.