

INTEGRIERTES QUARTIERSKONZEPT

im Rahmen des KfW-Förderprogramms
„Energetische Stadtsanierung“
für das Quartier

Berufliches Schulzentrum Reutlingen
Landkreis Reutlingen

Abschlussbericht

Stuttgart, Darmstadt, Tübingen
im Januar 2019

INTEGRIERTES QUARTIERSKONZEPT

im Rahmen des KfW-Förderprogramms
„Energetische Stadtsanierung“
für das Quartier

Berufliches Schulzentrum Reutlingen
Landkreis Reutlingen

Abschlussbericht

Erstellt im: Januar 2019
im Auftrag von: Kreisschul- und Kulturamt
Landkreis Reutlingen
Herrn Stefan Häußler
72764 Reutlingen

Auftragnehmer: **ebök Planung und Entwicklung GmbH**
Schellingstraße 4/2
72072 Tübingen

Nachunternehmer: **Aldinger Architekten**
Große Falterstraße 23a
70597 Stuttgart
CONSISTE
Dorfstraße 42
72074 Tübingen
STETE PLANUNG
Sandbergstraße 65,
64285 Darmstadt

Inhaltliche Bearbeitung: Daniel Herold, Olaf Hildebrandt, Ulrich Rochard,
Holger Zimmermann (ebök)
Jörg Aldinger, Inga Capell, Cecilia Perez (Aldinger
Architekten)
Ursula Rath (CONSISTE)
Gisela Stete, Mario Zech (Stete Planung)

Gefördert durch: KfW Bankengruppe
Programm 432 „Energetische Stadtsanierung“
Programmteil A: Integriertes Quartierskonzept
Zuschussbescheid Nr. 19126976 vom 01.09.2017

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
I. Allgemeiner Teil	9
1 Einleitung.....	9
1.1 Klimaschutz im Landkreis Reutlingen	9
1.2 Integrierte Quartierskonzepte und ihre Zielsetzungen	11
2 Das Untersuchungsgebiet.....	13
3 Aufgabenstellung.....	15
3.1 Rahmenbedingungen der regionalen Schulentwicklungsplanung.....	15
3.2 Definition der konkreten Fragestellungen für das Untersuchungsgebiet.....	16
4 Grundlagen des integrierten Quartierskonzepts.....	19
4.1 Vorgehensweise und Berichtsstruktur.....	19
4.2 Datengrundlagen und -erhebung	20
4.3 Randbedingungen für die ökonomischen und ökologischen Bewertungen	21
4.3.1 Parameter für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen.....	21
4.3.2 Parameter für die ökologische Bewertungen	21
II. Bestandsanalyse.....	23
1 Analyse Städtebau und Freiraum	23
1.1 Städtebau	23
1.2 Freiraum	23
2 Analyse Mobilität.....	24
2.1 Räumliche Lage und verkehrliche Einbindung des Quartiers	24
2.2 Bestandsanalyse	24
2.2.1 Bestandsanalyse im Quartier	25
2.2.2 Bestandsanalyse im Quartiersumfeld.....	29
2.2.3 Bestandsanalyse des ÖPNV	31
2.2.4 Sonstige Analyseergebnisse	34

2.3	Zusammenfassende Bewertung	35
3	Analyse der Gebäude im Quartier	36
3.1	Übersicht über die Bestandsgebäude	36
3.2	Gebäudesteckbriefe	38
3.3	Sommerlicher Wärmeschutz und Überhitzungsproblematik	39
3.4	Wärmetechnische Analyse der Gebäude	42
3.4.1	Methodik	42
3.4.2	Theodor-Heuss-Schule	44
3.4.3	Ferdinand-von-Steinbeis-Schule	48
3.4.4	Kerschensteinerschule	51
3.4.5	Laura-Schradin-Schule Altbau	55
3.4.6	Laura-Schradin-Schule Musiksaal	58
3.4.7	Laura-Schradin-Schule Neubau	60
3.4.8	Bismarckstraße 15	63
3.4.9	Werkstattgebäude Altbau	67
3.4.10	Werkstattgebäude Neubau	70
3.4.11	Theodor-Heuss-Sporthalle	74
3.4.12	Hans-Kern-Sporthalle	77
3.4.13	Bismarckstraße 14/16	80
3.4.14	St. Wolfgang-Straße 13	84
3.4.15	St. Wolfgang-Straße 15	87
3.5	Bestehende Wärmeversorgung der Gebäude	91
3.6	Analyse Stromverbrauch und Lastgänge	92
3.6.1	Generelle Hinweise zur Berechnung	92
3.6.2	Derzeitiger Stromverbrauch im Überblick Schul- und Verwaltungsgebäude	93
3.6.3	Gebäude im Schulareal im Einzelnen	100
3.6.4	Verwaltungsgebäude im Einzelnen	115
3.6.5	Analyse der Strom-Lastgänge und des Grundlaststromverbrauchs des Schulareals	120
3.7	Zusammenfassung des Ist-Zustands der Gebäude	127
3.7.1	Baulicher Zustand	127
3.7.2	Wärmeverbrauch	128
3.7.3	Stromverbrauch	129

3.7.4	Gesamtbeurteilung	130
3.8	Gesamtbilanzen der Gebäude im Ist-Zustand	132
3.8.1	Endenergieverbrauch	132
3.8.2	Energiebezugskosten	133
3.8.3	Primärenergiebilanz	135
3.8.4	Treibhausgas-Emissionen	136
III.	Ermittlung von Potenzialen, Zielsetzungen und Konzepten	137
1	Voraussichtliche Entwicklung des Standorts	137
1.1	Raumbedarf	138
2	Städtebau und Freiraum	139
2.1	Baurechtliche Grundlagen	139
2.2	Handlungsfeld Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung	139
2.3	Handlungsfeld Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität	142
3	Mobilitätskonzept	147
3.1	Baustein Campus-Charakter stärken / Nahmobilität fördern	148
3.2	Baustein Radverkehr attraktiv gestalten / Radinfrastruktur qualifizieren	150
3.3	Baustein ÖPNV als wichtigen Zubringer im Umweltverbund etablieren	152
3.4	Baustein Neuordnung des Parkraumangebotes und der Zugänge	153
3.5	Baustein Einführung eines übergreifenden schulischen Mobilitätsmanagements für Schüler- und Lehrerschaft	154
4	Energiekonzept	156
4.1	Potenzialbegriff bei Energiekonzepten	156
4.2	Thermische Verbesserung der Gebäudehüllen	158
4.3	Verbesserung der Gebäudetechnik	161
4.4	Umstellung der Wärmeversorgung	163
4.5	Stromsparkonzept	164
4.5.1	Reduktion des Grundlaststromverbrauchs	164
4.5.2	Beleuchtung	166
4.5.3	Informationstechnik für Unterricht, Schulleitungen, Lehrerschaft und Verwaltung	169

4.5.4	Aufenthaltsräume, Teeküchen und Lehrerzimmer, Mensa, Konditorei und Bäckerei, Lehrküchen, Hauswirtschaft	173
4.5.5	Dezentrale Wassererwärmung und Elektroheizung	176
4.5.6	Maschinen und Geräte.....	177
4.5.7	Sonstige Geräte.....	178
4.5.8	Lüftungsanlagen	179
4.5.9	Pumpen	179
4.5.10	Maßnahmenvorschläge im Überblick	181
4.5.11	Einsparpotenziale Schulgebäude.....	183
4.5.12	Einsparpotenziale Verwaltungsgebäude	188
4.6	Einbindung regenerativer Energien	189
4.6.1	Potenzial Stromerzeugung durch PV-Anlagen	190
4.7	Energiemanagement und energetisches Monitoring	192
4.7.1	Aufgaben des Kommunalen Energiemanagements	192
4.7.2	Energiemanagement im Landkreis Reutlingen.....	194
4.8	Nutzersensibilisierung für energiesparendes Verhalten	196
4.9	Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Quartier	197
4.9.1	Vorgehen.....	197
4.9.2	Einsparpotenziale der einzelnen Gebäude.....	198
4.9.3	Quartiersbilanz und Szenario zur THG-Minderung bis 2050	201
5	Kosten und Wirtschaftlichkeit	206
5.1	Investitionsbedarf und Mittelabfluss.....	206
5.2	Fördermittel	207
5.2.1	Wesentliche Anbieter von Fördermitteln.....	207
5.2.2	KfW-Förderprogramm 432 – Sanierungsmanagement.....	208
5.2.3	KfW-Förderprogramm 218 – Energieeffizientes Sanieren von kommunalen Nichtwohngebäuden	209
5.2.4	Förderprogramm Klimaschutz-Plus Baden-Württemberg	209
5.2.5	Kommunaler Sanierungsfonds Schulgebäude	210
5.2.6	BAFA-Programm Energieberatungen für Nichtwohngebäude (EBK).....	210

5.3	Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen	211
5.3.1	Methodische Vorbemerkungen.....	211
5.3.2	Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen.....	213
5.3.3	Kosten und Wirtschaftlichkeit Stromeinsparmaßnahmen	215
IV.	Entwicklung Umsetzungsstrategie und Maßnahmenplan	217
1	Handlungsfelder, Zeitplan und Maßnahmentypen	217
2	Maßnahmen- und Prioritätenplan	220
2.1	Städtebau und Freiraum	220
2.2	Mobilität	223
2.3	Energie	230
3	Umsetzungshemmnisse und Handlungsoptionen	237
4	Maßnahmen zur Erfolgskontrolle	239
4.1	Einbindung in Klimaschutzstrategie	239
4.2	Sanierungsmanagement.....	239
V.	Akteurseinbindung und Öffentlichkeitsarbeit	241
1	Einbindung von Akteuren	241
1.1	Abstimmungstermine mit Kreisschul- und Kulturrat	241
1.2	Lenkungsgruppe	242
1.3	Workshops.....	244
1.3.1	Workshop Mobilität vom 18.07.2018	244
1.3.2	Workshop Energieeinsatz und Nutzereinfluss	252
2	Öffentlichkeitsarbeit	262
2.1	Projektflyer.....	262
2.2	Bericht in öffentlichen Gremien	263
	Anhang	264
1	Literatur und Quellen.....	264
2	Liste weiterer Anhänge zum Bericht	266

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Untersuchungsgebiet.....	2
Abb. 2:	Handlungsfelder der Handlungsstrategie Klimaschutz des Landkreis Reutlingen (Quelle: Landkreis Reutlingen).....	10
Abb. 3:	Handlungsfelder integrierter Quartierskonzepte (Quelle: energetische-stadtsanierung.info).....	12
Abb. 4:	Innenstadt Reutlingen mit dem Quartier „Berufliches Schulzentrum Reutlingen“.....	13
Abb. 5:	Abgrenzung des Quartiers „Berufliches Schulzentrum Reutlingen“.....	14
Abb. 6:	Schritte der Konzepterstellung und Berichtsstruktur.....	19
Abb. 7:	Radabstellanlage im Quartier ohne Möglichkeit, den Fahrradrahmen anzuschließen.....	26
Abb. 8:	Radabstellanlage im Quartier mit Möglichkeit, den Rahmen anzuschließen.....	26
Abb. 9:	Nutzungskonkurrenz zwischen Fahrrad und motorisierten Zweirädern.....	26
Abb. 10:	Orientierungstafel am Quartierszugang ins Quartier von der Silberburgstraße.....	28
Abb. 11:	Rampe zwischen Theodor-Heuss- und Laura-Schradin-Schule mit Neigung deutlich über 6 %.....	28
Abb. 12:	Sitzmöglichkeit im Innenhof der Laura-Schradin-Schule mit Vandalismusschaden.....	28
Abb. 13:	Parkhaus am Schulzentrum.....	29
Abb. 14:	Zufahrtsbeschränkung der Stellplätze im Parkhaus.....	29
Abb. 15:	„Wildparken“ im Schulquartier.....	29
Abb. 16:	Karlsstraße (B 313) auf Höhe Silberburg Straße.....	31
Abb. 17:	Knotenpunkt Krämerstraße / Charlottenstraße.....	31
Abb. 18:	„Fußgängerampel“ in der Bismarckstraße.....	31
Abb. 19:	Lageplan des Untersuchungsgebiets mit Bestandsgebäuden.....	37
Abb. 20:	Schrägverglasung nach Osten mit innenliegendem Sonnenschutz im Dachgeschoss der Kerschensteinerschule (Raum 357).....	39
Abb. 21:	Vollverglaste Fassade in der Theodor-Heuss-Schule.....	40
Abb. 22:	Thermisch nicht getrennte Metallrahmen in der Kerschensteinerschule, an denen eine Innenoberflächen-Temperatur von 32 °C gemessen wurde.....	40
Abb. 23:	Leichtbauwände und abgehängte Decken in der Kerschensteinerschule (Raum 106).....	41
Abb. 24:	Beispiel zur Erläuterung der Einordnung des Ist-Verbrauchs anhand von Vergleichswerten und Zielwert.....	43
Abb. 25:	Ansicht Theodor-Heuss-Schule.....	44
Abb. 26:	Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Theodor-Heuss-Schule.....	46

Abb. 27: Heizwärmebilanz Theodor-Heuss-Schule	46
Abb. 28: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Theodor-Heuss-Schule	47
Abb. 29: Ansicht Ferdinand-von-Steinbeis-Schule	48
Abb. 30: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Ferdinand-von-Steinbeis-Schule	49
Abb. 31: Heizwärmebilanz Ferdinand-von-Steinbeis-Schule.....	50
Abb. 32: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Ferdinand-von-Steinbeis-Schule	50
Abb. 33: Ansicht Kerschensteinerschule.....	51
Abb. 34: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Kerschensteinerschule	53
Abb. 35: Heizwärmebilanz Kerschensteinerschule	53
Abb. 36: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Kerschensteinerschule	54
Abb. 37: Ansicht Laura-Schradin-Schule, Altbau	55
Abb. 38: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Laura-Schradin-Schule, Altbau.....	56
Abb. 39: Heizwärmebilanz Laura-Schradin-Schule, Altbau	57
Abb. 40: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Laura-Schradin-Schule, Altbau	57
Abb. 41: Ansicht Laura-Schradin-Schule Musiksaal.....	58
Abb. 42: Ansicht Laura-Schradin-Schule, Neubau	60
Abb. 43: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Laura-Schradin-Schule, Neubau.....	61
Abb. 44: Heizwärmebilanz Laura-Schradin-Schule, Neubau.....	62
Abb. 45: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Laura-Schradin-Schule, Neubau.....	62
Abb. 46: Ansicht Laura-Schradin-Schule, Bismarckstraße 15	63
Abb. 47: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Laura-Schradin-Schule, B15.....	65
Abb. 48: Heizwärmebilanz Laura-Schradin-Schule, B15.....	65
Abb. 49: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Laura-Schradin-Schule, B15.....	66
Abb. 50: Ansicht Werkstattgebäude Altbau.....	67
Abb. 51: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Werkstattgebäude Altbau	68
Abb. 52: Heizwärmebilanz Werkstattgebäude Altbau	69
Abb. 53: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Werkstattgebäude Altbau.....	69
Abb. 54: Ansicht Werkstattgebäude Neubau	70
Abb. 55: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Werkstattgebäude Neubau.....	71
Abb. 56: Heizwärmebilanz Werkstattgebäude Neubau	72
Abb. 57: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Werkstattgebäude Neubau.....	73

Abb. 58: Ansicht Theodor-Heuss-Sporthalle	74
Abb. 59: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Theodor-Heuss-Sporthalle.....	75
Abb. 60: Heizwärmebilanz Theodor-Heuss-Sporthalle	76
Abb. 61: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Laura-Schradin- Schule, Altbau.....	76
Abb. 62: Ansicht Hans-Kern-Sporthalle	77
Abb. 63: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Hans-Kern-Sporthalle	78
Abb. 64: Heizwärmebilanz Hans-Kern-Sporthalle.....	79
Abb. 65: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Hans-Kern- Sporthalle	79
Abb. 66: Ansicht Verwaltungsgebäude Bismarckstraße 14/16	80
Abb. 67: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Bismarckstraße 14/16.....	82
Abb. 68: Heizwärmebilanz Bismarckstraße 14/16	82
Abb. 69: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Bismarckstraße 14/16	83
Abb. 70: Ansicht Verwaltungsgebäude St. Wolfgang Straße 13	84
Abb. 71: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch St. Wolfgang Straße 13	85
Abb. 72: Heizwärmebilanz Bismarckstraße 14/16	86
Abb. 73: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste St. Wolfgang Straße 13	86
Abb. 74: Ansicht Verwaltungsgebäude St. Wolfgang Straße 15	87
Abb. 75: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch St. Wolfgang Straße 15	89
Abb. 76: Heizwärmebilanz St. Wolfgang Straße 15.....	89
Abb. 77: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste St. Wolfgang Straße 15	90
Abb. 78: Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren	96
Abb. 79: Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Gebäude.....	96
Abb. 80: Aufteilung des Strombedarfs der Verwaltungsgebäude auf die einzelnen Sektoren	98
Abb. 81: Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Verwaltungsgebäude	99
Abb. 82: Theodor-Heuss-Schule –Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren	101
Abb. 83: Ferdinand-von-Steinbeis-Schule – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren	103
Abb. 84: Kerschensteiner-Schule – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren	105
Abb. 85: Laura-Schradin-Schule – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren LSS einschließl. Klassenräume im Containergebäude	107
Abb. 86: Bismarckstr. 15 – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren	109

Abb. 87: Werkstattgebäude – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren.....	111
Abb. 88: Theodor-Heuss-Sporthalle – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren.....	112
Abb. 89: Hans-Kern-Sporthalle und Parkhaus – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren.....	114
Abb. 90: Bismarckstr. 14 + 16 – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren.....	116
Abb. 91: St.-Wolfgang-Str. 13 – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren.....	118
Abb. 92: St.-Wolfgang-Str. 15 – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren.....	119
Abb. 93: Verlauf des Lastgangs Strom im ersten Halbjahr 2017	121
Abb. 94: Verlauf des Lastgangs Strom im ersten Halbjahr 2010	122
Abb. 95: Verlauf des Lastgangs Strom im zweiten Halbjahr 2017.....	122
Abb. 96: Verlauf des Lastgangs Strom im zweiten Halbjahr 2010.....	123
Abb. 97: Verlauf des Lastgangs Strom im Januar 2017	124
Abb. 98: Verlauf des Lastgangs Strom im November 2017.....	125
Abb. 99: Plankopf Übersichtsplan Analyse. Der Plan befindet sich im Anhang zum Bericht.	127
Abb. 100: Übersicht über den Wärmeverbrauch der Gebäude im Quartier. Die Werte sind witterungsbereinigt und über die Jahre 2015 bis 2017 gemittelt.....	129
Abb. 101: Übersicht über den absoluten und spezifischen Stromverbrauch der Gebäude im Quartier.....	130
Abb. 102: Matrix zur Bewertung der Gebäude anhand von 21 Bewertungskriterien.....	131
Abb. 103: Quartiersbilanz für die Endenergie im Ist-Zustand	132
Abb. 104: Quartiersbilanz der absoluten Energiebezugskosten im Ist-Zustand	133
Abb. 105: Spezifische Energiebezugskosten nach Gebäude-Nutzungsart im Ist-Zustand	134
Abb. 106: Quartiersbilanz für den Primärenergie-Einsatz im Ist-Zustand	135
Abb. 107: Quartiersbilanz CO ₂ -Äquivalente im Ist-Zustand.....	136
Abb. 108: Plankopf Lageplan Phase 1	144
Abb. 109: Plankopf Lageplan Phase 2.....	145
Abb. 110: Plankopf Lageplan Phase 3.....	146
Abb. 111: Bausteine des Mobilitätskonzepts für das Berufliche Schulzentrum	147
Abb. 112: Darstellung der unterschiedlichen Potenziale und Potenzialbegriffe Quelle: Bearbeitung ebök nach Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“	156
Abb. 113: Übersicht über vorgeschlagene Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle.....	158

Abb. 114: Sanierungsmaßnahmen Gebäudetechnik	162
Abb. 115: Lage des neuen Heizwerks Bahnhofstraße in Bezug auf das Untersuchungsgebiet (Quelle: FairEnergie)	163
Abb. 116: Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren	166
Abb. 117: Kriterien für die Beschaffung effizienter Drucker (Quelle: ecotopten.de).....	171
Abb. 118: Kriterien für die Beschaffung effizienter Bürogeräte (Quelle: topten.ch).....	172
Abb. 119: Ein Zwischenstecker für Untertisch-Warmwasserspeicher (Quelle Abbildung: Hersteller)	177
Abb. 120: Altersverteilung für Motoren (Quelle: www.topmotors.ch, 2017).....	180
Abb. 121: Energieeffizienzindices für Motoren verschiedener Leistung (Quelle: UBA 2009).....	180
Abb. 122: Effizienzklassen für Motoren verschiedener Leistung (Quelle: www.klimaaktiv.at)	181
Abb. 123: Solarpotenzial auf Dachflächen des Quartiers (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg).....	190
Abb. 124: Entwicklung der installierten PV-Leistung und der Stromerzeugung bei Ausnutzung des vorhandenen Dachflächenpotenzials im Beruflichen Schulzentrum	191
Abb. 125: Handlungsfelder des kommunalen Energiemanagements nach [saena 2014].....	192
Abb. 126: Elemente des Energiemanagements	193
Abb. 127: Zusammenfassung der Energieeinsparpotenziale bei den Gebäuden im Quartier und zusätzlicher Energiebedarf für Ersatz- und Erweiterungsbauten	202
Abb. 128: Entwicklung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen für das Schulzentrum	203
Abb. 129: Entwicklung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen für die Verwaltungsgebäude	204
Abb. 130: Mittelabfluss und Investitionsbedarf für Sanierung und Neubau bis 3032	207
Abb. 131: Energierelevante Investitionen, Energieeinsparungen und Kennwerte der Wirtschaftlichkeit	214
Abb. 132: Handlungsfelder im Rahmen des integrierten Quartierskonzepts für das Berufliche Schulzentrum Reutlingen	217
Abb. 133: Zeitplan für die vorgeschlagenen Sanierungs- und Neubaumaßnahmen	218
Abb. 134: Teilnehmende am Workshop Mobilität am 18.07.2018.....	244
Abb. 135: Einführung zum Workshop Nutzerverhalten am 12.11.2018	253
Abb. 136: Projektflyer integriertes Quartierskonzept Berufliches Schulzentrum Reutlingen	262

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Zusammenstellung der Besprechungen und Ortstermine zur Datenerhebung und Bestandsanalyse	20
Tab. 2:	Verwendete Werte für Primärenergie- und Treibhausgasfaktoren	22
Tab. 3:	Erreichbarkeitsprüfung des Schulstandorts mit öffentlichen Verkehrsmitteln aus den Landkreisgemeinden mit über 100 Schüler*innen an den Berufsschulen	33
Tab. 4:	Mobilität - Schwächen und Stärken im Quartier	35
Tab. 5:	Mobilität - Schwächen und Stärken im Quartiersumfeld.....	35
Tab. 6:	Bisher installierte Wärmeerzeuger in der Heizzentrale Bismarckstraße im Beruflichen Schulzentrum.....	91
Tab. 7:	Stromverbrauch BSZ (Daten IBS).....	94
Tab. 8:	Strombedarf Berufliches Schulzentrum Reutlingen – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung).....	95
Tab. 9:	Berufliches Schulzentrum Reutlingen – Hochrechnung im Vergleich zur Abrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung).....	97
Tab. 10:	Strombedarf Verwaltungsgebäude – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	98
Tab. 11:	Strombedarf Verwaltungsgebäude – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	99
Tab. 12:	Strombedarf Theodor-Heuss-Schule - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	101
Tab. 13:	Strombedarf Ferdinand-von-Steinbeis-Schule - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	103
Tab. 14:	Strombedarf Kerschensteiner-Schule – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	105
Tab. 15:	Strombedarf Laura-Schradin-Schule – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	107
Tab. 16:	Strombedarf Bismarckstr. 15 - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	108
Tab. 17:	Strombedarf Werkstattgebäude – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung).....	110
Tab. 18:	Strombedarf Theodor-Heuss-Sporthalle – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	112
Tab. 19:	Strombedarf Hans-Kern-Sporthalle und Parkhaus - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung).....	113
Tab. 20:	Strombedarf Heizwerk – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	115
Tab. 21:	Strombedarf Bismarckstr. 14 + 16 - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung).....	116

Tab. 22:	Strombedarf St.-Wolfgang-Str. 13 – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	117
Tab. 23:	Strombedarf St.-Wolfgang-Str. 15 – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	119
Tab. 24:	Strombedarf Verwaltungsgebäude – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)	120
Tab. 25:	Leistungsbezug BSZ Reutlingen (Quelle: Auswertung der Lastgangdaten).....	124
Tab. 26:	Mögliche Verursacher des Sockelstrombezugs (Quelle: Ortstermine; Abschätzung)	126
Tab. 27:	Baustein Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung Phase 1.....	140
Tab. 28:	Baustein Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung Phase 2.....	141
Tab. 29:	Baustein Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung Phase 3.....	142
Tab. 30:	Baustein Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität Phase 1	144
Tab. 31:	Baustein Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität Phase 2	145
Tab. 32:	Baustein Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität Phase 3	146
Tab. 33:	Baustein Campus-Charakter stärken / Nahmobilität fördern.....	149
Tab. 34:	Anforderungen an die Gestalt von Radabstellanlagen	150
Tab. 35:	Baustein Radverkehr attraktiv gestalten / Radinfrastruktur qualifizieren	151
Tab. 36:	Baustein ÖPNV als wichtigen Zubringer im Umweltverbund etablieren.....	153
Tab. 37:	Baustein Parkraumangebote und Zugänge neu ordnen	154
Tab. 38:	Baustein Einführung einer übergreifenden schulischen Mobilitätsmanagements für Schüler- und Lehrerschaft	155
Tab. 39:	Bauteilkennwerte der Gebäudehülle für die Sanierungsszenarien	159
Tab. 40:	Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle	160
Tab. 41:	Einsparpotenzial Strom Theodor-Heuss-Schule.....	183
Tab. 42:	Einsparpotenzial Strom Ferdinand-von-Steinbeis-Schule	184
Tab. 43:	Einsparpotenzial Strom Kerschensteinerschule	184
Tab. 44:	Einsparpotenzial Strom Theodor-Heuss-Schule.....	185
Tab. 45:	Einsparpotenzial Strom Bismarckstraße 15	185
Tab. 46:	Einsparpotenzial Strom Werkstattgebäude	186
Tab. 47:	Einsparpotenzial Strom Theodor-Heuss-Sporthalle	186
Tab. 48:	Einsparpotenzial Strom Hans-Kern-Sporthalle und Parkhaus	187
Tab. 49:	Zusammenfassung Einsparpotenzial Strom Schulen, Werkstätten und Turnhallen.....	187
Tab. 50:	Einsparpotenzial Strom B14/16.....	188
Tab. 51:	Einsparpotenzial Strom SW13	188
Tab. 52:	Einsparpotenzial Strom SW15	189
Tab. 53:	Zusammenfassung Einsparpotenzial Strom Verwaltungsgebäude.....	189
Tab. 54:	Mögliche Endenergieeinsparungen Wärme bei den Gebäuden	198
Tab. 55:	Mögliche Endenergieeinsparungen Strom bei den Gebäuden.....	199

Tab. 56: Reduktionspotenziale der Gebäude bei Primärenergieeinsatz und THG-Emissionen	200
Tab. 57: Zeitreihe Fernwärme-Emissionsfaktoren	204
Tab. 58: Zeitreihe Strom-Emissionsfaktoren.....	205
Tab. 59: Abgeschätzte Investitionskosten und Sparpotenzial für einige investive Maßnahmen	215
Tab. 60: Maßnahmentypen	218
Tab. 61: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Investive Maßnahmen	221
Tab. 62: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Koordinative Maßnahmen	222
Tab. 63: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Investive Maßnahmen	225
Tab. 64: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Organisatorische Maßnahmen	227
Tab. 65: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Koordinative Maßnahmen	228
Tab. 66: Maßnahmenplan Energie – Sofortmaßnahmen	231
Tab. 67: Maßnahmenplan Energie – Organisatorische Sofortmaßnahmen.....	232
Tab. 68: Maßnahmenplan Energie – Investive Sanierungsmaßnahmen Phase 1 bis 3	234

Zusammenfassung

I ALLGEMEINES

Ausgangssituation

Das Berufliche Schulzentrum in Reutlingen liegt zentral in der Stadt und gut angebunden zum Bahnhof und Omnibusbahnhof. Das Quartier ist geprägt durch eine offene, durchgrünte Bauweise mit vier unterschiedlichen Berufsschulen, Werkstattgebäuden, zwei Sporthallen und einem Parkhaus. Die Gebäude sind überwiegend aus den 60er, 70er und 80er Jahren und weisen eine solide Substanz auf, entsprechen jedoch überwiegend nicht den aktuellen Energiestandards. Auch baulich weisen sie Mängel auf und entsprechen zum Teil nicht den Anforderungen an heutige Schuleinrichtungen. Der Freiraum ist teilweise nicht barrierefrei und zeigt Defizite im Bereich Aufenthaltsqualität und Verkehrsplanung.

Aufgabenstellung

Als wesentliche Handlungsfelder, die im Konzept bearbeitet werden sollen, wurden identifiziert:

- einen städtebaulichen Rahmenplan entwickeln, der den zukünftigen Bedarf an Gebäuden berücksichtigt und das städteplanerische Potenzial des Areals auslotet,
- Entwicklungsszenarien für das Schulzentrum aufzeigen, mit denen es den Ansprüchen an zeitgemäße Schulbildung und den Anforderungen an Brandschutz, Barrierefreiheit und Energieeffizienz entsprechen kann,
- ein Landschafts- und Freiraumkonzept entwerfen, das hochwertige Aufenthaltsräume im Freien schafft, den Freizeitwert in Lern- und Schulpausen erhöht und den Anforderungen an die Barrierefreiheit gerecht wird,
- ein Verkehrskonzept entwickeln, das den fahrenden und ruhenden Verkehr organisiert,
- ein energetisches Sanierungskonzept für den Schulcampus entwickeln und Möglichkeiten aufzeigen, wie einzelne Gebäude energetisch und finanziell sinnvoll saniert werden können.

II ANALYSE

Untersuchungsgebiet

Bei den Gebäuden im Quartier handelt es sich ausschließlich um öffentliche Funktionsbauten, die überwiegend von den beruflichen Schulen genutzt werden, allein die Sporthallen, das Parkhaus und die Verwaltungsbauten werden von Externen genutzt. Insgesamt gibt es im Gebiet 17 Gebäude mit einer Gesamt-Nutzfläche von etwa 58.000m².



Abb. 1: Untersuchungsgebiet

Städtebau und Freiraum

Die Gebäude sind in offener Bauweise auf einem parkähnlichen Campus platziert. Der Freiraum ist durchgrünt und durch große Bäume geprägt. Die städtebauliche Struktur zeichnet sich durch eine hohe Qualität und Flexibilität aus. Die über die Jahre gewachsene Struktur hat die städtebaulich relevante Achse, die mittig durch das Quartier läuft, weitestgehend respektiert und damit die Möglichkeit gelassen,

auch in Zukunft Gebäude zu entfernen oder zu ergänzen, ohne den Charakter der Anlage zu zerstören.

Mobilität

Die Situation aller Verkehrsteilnehmer ist weitestgehend ungeklärt. Das Quartier weist nicht genug Stellplätze für Autos, Fahrräder und andere Zweiräder auf, teilweise entsprechen die bestehenden nicht den Anforderungen an heutige Sicherheitsstandards. Außerdem werden Fußgängerbereiche vom Durchgangs- und Lieferverkehr genutzt.

Architektur, Gebäudequalität

Die Gebäude sind überwiegend aus den 50er, 60er, 70er und 80er Jahren und weisen zum großen Teil eine solide Substanz auf. Die Architektur der Gebäude ist von überdurchschnittlicher Qualität, fast alle Gebäude werden als erhaltungswürdig eingestuft. Die Bismarckstraße 15, die Container und der Neubau der Laura Schradin Schule weisen allerdings so große räumliche Defizite auf, dass nahegelegt wird, sie durch Neubauten zu ersetzen. Zu allen Gebäuden wird ein Steckbrief erarbeitet, in dem alle relevanten Informationen samt Beurteilung zusammengefasst sind. Diese Steckbriefe werden zukünftig vom Gebäudemanagement gepflegt und weitere Informationen, zum Beispiel zu Sanierungen, eingearbeitet.

Energetischer Zustand von Gebäuden und technischen Anlagen

Der energetische Zustand der Gebäudehüllen und technischen Anlagen ist sehr unterschiedlich. Einige Bauteile wurden bereits saniert, andere sind noch im ursprünglichen Zustand, was vor allem bei den Gebäuden aus den 60er und 70er Jahren zu hohen Wärmeverlusten führt. Bei den TGA-Anlagen werden zwar immer wieder Instandhaltungsarbeiten durchgeführt, Schwachstellen gibt es jedoch insbesondere bei den Lüftungsanlagen, den noch pneumatisch betriebenen Heizungsregelungen und dem Druckluftsystem. Aktuell erfolgt die Umstellung der Wärmeversorgung von der eigenen Heizzentrale auf die Fernwärme der FairEnergie Reutlingen. Damit verbunden ist bei den meisten Gebäuden eine Erneuerung/Sanierung der Heizungsverteiler und Umwälzpumpen sowie der Trinkwarmwasserbereitung.

Die sommerliche Überhitzungsproblematik in Bereichen mehrerer Gebäude wird sich teilweise nur durch bauliche Verbesserung der Fassaden, einer Reduzierung der Fensterflächen oder verbesserter Sonnenschutzeinrichtungen verbessern lassen. In besonders betroffenen Bereichen sollten jedoch kurzfristig die Installation von Lüftungsanlagen mit Kühlfunktion oder reine Kühlanlagen vorgesehen werden.

Energiebedarf für die Wärmeversorgung

Der Wärmeverbrauch der Gebäude wird nahezu ausschließlich durch die Raumheizwärme bestimmt. Wärme zur Trinkwarmwasserbereitung spielt eine untergeordnete Rolle. Der witterungsbereinigte mittlere Wärmeverbrauch aller Gebäude im Quartier beträgt 5.621 MWh/a. Der Verbrauch wird im Wesentlichen durch 5 Gebäude dominiert, die zusammen einen Anteil von 60 % am Verbrauch haben: die Theodor-Heuss-Schule (16 %), die Ferdinand-von-Steinbeis-Schule (14 %), der Neubau der Lara-Schradin-Schule (11 %), der Altbau der Kerschensteinerschule (10 %) und der Neubau Werkstattgebäude (10 %). Zum Teil erklärt sich dies durch die große beheizte Grundfläche der Gebäude, beim Neubau der Lara-Schradin-Schule und dem Altbau der Kerschensteinerschule jedoch durch den hohen spezifischen Verbrauch.

Im Durchschnitt liegt der spezifische Wärmeverbrauch bei 96,4 kWh/(m² a). Drei Gebäude (Hans-Kern-Sporthalle, Neubau der Lara-Schradin-Schule und Altbau der Kerschensteinerschule) weisen einen besonders hohen spezifischen Verbrauch zwischen 131 und 143 kWh/(m²a) auf. Die meisten anderen Gebäude liegen in einem Bereich zwischen 80 und 100 kWh/(m²a). Das Gebäude Bismarckstraße 15 hat mit 70 kWh/(m²a) den geringsten spezifischen Verbrauch, liegt damit aber immer noch etwa um 50 % über dem Zielwert.

Stromverbrauch

Der Strombezug im Berufsschulzentrum aus dem Netz des Stromversorgers betrug im Mittel der letzten Jahre bei rd. 1.430 MWh/a. Hinzu kommt der eigen erzeugte Strom aus PV-Anlagen und dem BHKW in der bisherigen Heizzentrale in Höhe von ca. 260 MWh/a, der überwiegend in den Schulen selbst genutzt wird. Die Verwaltungsgebäude haben einen Strombedarf von insgesamt rd. 100 MWh/a. In der Summe ergibt sich ein Strombedarf von rund 1.800 MWh/a für das ganze Quartier.

Aus der Analyse der Lastgang-Kurven des Stromversorgers ergibt sich ein Sockelstromverbrauch, d.h. eine ununterbrochen durchgehend anstehende elektrische Last von etwa 80 bis 100 kW, die auch zu Nachtzeiten und am Wochenende in dieser Größenordnung liegt. Hieraus lässt sich ein Stromverbrauch von vorsichtig geschätzt 500 bis 600 MWh im Jahr hochrechnen, was etwa einem Drittel des Gesamtverbrauchs entspricht. Dieser Sockelstromverbrauch verursacht Kosten von jährlich mindestens 100.000 bis 120.000 Euro. Ein erheblicher Teil dieses Stromverbrauchs ist unvermeidlich, es wird jedoch davon ausgegangen, dass hier ein großes Einsparpotenzial liegt.

III POTENZIALE

Städtebau und Freiraum

Zum Zeitpunkt der Analyse ist die Schulentwicklungsplanung des Landkreises noch nicht abgeschlossen. Hier gemachte Vorschläge gehen davon aus, dass der Standort mit allen derzeit genutzten Schulgebäuden und Ausbildungsberufen weitestgehend unverändert erhalten bleibt. Es besteht bei allen vier Berufsschulen vermutlich ein Mehrbedarf an Unterrichtsräumen. In einer städtebaulichen Analyse wird gezeigt, wie sich das Quartier verdichten und damit erweitern lässt. Diese Erweiterungen werden phasenweise realisiert. Die Phasen lassen sich nur in der vorgeschlagenen Reihenfolge realisieren, jedoch kann nach der Umsetzung jeder Phase unterbrochen oder abgebrochen werden. So kann auf Veränderungen der äußeren Umstände (finanzielle Engpässe, Veränderungen in der Schulentwicklung oder der Schülerzahlen) reagiert werden. Hauptmaßnahmen sehen die Aufstockung der Kerschensteinerschule, Abriss und Neubau der Bismarckstraße 15 sowie der Container und Abriss und Neubau eines Teils der Laura Schradin Schule vor.

Im Freiraum werden die Wegebeziehungen barrierefrei umgestaltet, es werden Sitzmöglichkeiten und Sportgeräte eingebaut und örtlich definierte Raucherbereiche geschaffen. Die Impulse zu den Veränderungen im Freiraum wurden aus einem Workshop mit Schülern, Lehrern und Schulleitungen aufgenommen, die Änderungsvorschläge werden ebenso wie die städtebaulichen Maßnahmen in mehreren Phasen realisiert.

Mobilität

In einem Workshop zur Mobilität wurden Schüler, Lehrer und Schulleitungen in die Ideenfindung für einen attraktiven Campus mit eingebunden. Aus den Ergebnissen wurden Bausteine entwickelt, die das Thema Mobilität von unterschiedlichen Seiten angehen.

So sieht der erste Baustein vor, die Nahmobilität zu fördern, unter anderem durch Maßnahmen, die den Campus frei von fahrendem Verkehr halten. Der zweite Baustein sieht Maßnahmen vor, den Radverkehr attraktiver zu gestalten und die Radinfrastruktur zu stärken, es wird unter anderem vorgeschlagen anstelle der nicht mehr genutzten Heizzentrale ein Fahrradparkhaus zu realisieren. Baustein drei stärkt den ÖPNV als Zubringer mit Maßnahmen, die den Fahrplan attraktiver gestalten und der Schaffung von Aufenthaltsräumen für Schüler, um Wartezeiten überbrücken zu können. Baustein vier widmet sich der Neuordnung des Parkraumangebots und der Zugänge zu diesem. Als organisatorische Maßnahme wird als fünfter Baustein ein schulisches Mobilitätsmanagement eingeführt, das Schülern und Lehrer hilft, die beste Mobilitätsstrategie zu finden. Die Maßnahmen der

einzelnen Bausteine werden in Phasen realisiert und mit den Veränderungen im Städtebau und Freiraum in Einklang gebracht.

Energiekonzept

Im Rahmen des Energiekonzepts werden Maßnahmen in folgenden Bereichen vorgeschlagen:

- thermische Verbesserung der Gebäudehüllen,
- Verbesserung der Gebäudetechnik und der elektrischen Anlagen,
- Verbesserung des sommerlichen Komforts,
- Einbindung regenerativer Energien,
- Energiemanagement und Energiecontrolling,
- Nutzersensibilisierung.

Insgesamt kann mit den vorgeschlagenen Maßnahmen rund 3.240 MWh/a an Wärme, das heißt fast 60% des heutigen Bedarfs, eingespart werden. Beim Strom liegt das Einsparpotenzial mit 670 MWh/a bei 36% des heutigen Verbrauchs. Durch eine konsequente Ausnutzung der verfügbaren Dachflächen für die Installation von PV-Anlagen könnten im Quartier in der Summe etwa 1.250 MWh/a Strom erzeugt werden, das wäre in der Jahresbilanz mehr, als verbraucht wird.

Durch die Sanierungen und die Umstellung auf Fernwärme kann der Primärenergie-Einsatz bei den meisten Gebäuden um 70 bis 80 % gesenkt werden. Die möglichen Reduzierungen der THG-Emissionen liegen bei fast allen Gebäuden zwischen 50 und 70 %.

In das Szenario zur THG-Minderung bis 2050 wurden nur die Gebäude des Berufsschulzentrums einbezogen, da die Zukunft der Verwaltungsgebäude ungewiss ist. Dabei wurden der Abriss einzelner Schulgebäude sowie Ersatzbauten berücksichtigt. Unter Einbeziehung der PV-Produktion im Schulzentrum können die CO_{2,äq}-Emissionen um 63 % reduziert werden (mit heutigen THG-Faktoren). Das Ziel eines weitgehend CO₂-neutralen Gebäudebestands bis 2050 kann für das Quartier allerdings nur unter der Voraussetzung erreicht werden, dass die THG-Faktoren für Fernwärme und Strom aus dem Stromnetz weiter kontinuierlich sinken und die Zielwerte der bundesweiten Klimaschutzszenarien erreichen.

Kosten und Wirtschaftlichkeit

In einer Grobkostenabschätzung werden die Sanierungskosten für sämtliche Gebäude nach Kostengruppen aufgeschlüsselt ermittelt. So lassen sich Investitionen und Mittelabflüsse planen. Es wird ein Vorschlag für einen Mittelabflussplan gemacht, der die einzelnen Maßnahmen in den drei vorgeschlagenen Phasen berücksichtigt.

IV Umsetzungsstrategie und Maßnahmenplan

Maßnahmenplan und -typen

Sämtliche vorgeschlagene Maßnahmen aller Disziplinen werden organisiert und zusammengefasst und in einen sinnvollen zeitlichen Ablauf gegliedert:

Phase 1 von 2019 bis 2022: Umsetzung der Sofortmaßnahmen, Umgestaltung des Freiraums, Abriss Heizzentrale und Neubau Fahrradparkhaus, Generalsanierung Altbau Theodor-Heuss-Schule und Altbau Laura-Schradin-Schule.

Phase 2 von 2023 bis 2026: Generalsanierung und Aufstockung der Kerschensteinerschule, Abriss des Gebäudes Bismarckstraße 15 und der Containerklassen und Errichtung eines Ersatzbaus, Sanierung der Elektroinstallationen im Nordbau der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule, Sanierung kleine Theodor-Heuss-Sporthalle.

Phase 3 von 2027 bis 2030: Ersatzbau für den Neubau Laura-Schradin-Schule und Sanierung Werkstattgebäude und Hans-Kern-Sporthalle.

Im Anschluss daran werden dann notwendige Sanierungen vorgenommen.

Alle Maßnahmen werden in investive, organisatorische und koordinative Maßnahmen klassifiziert. Die Maßnahmen im Bereich des Städtebaus und des Freiraums sind vorrangig investiver Natur, während die im Bereich der Mobilität neben den investiven viele organisatorische und koordinative umfassen. Im energetischen Bereich gibt es neben den investiven auch organisatorische Maßnahmen, vor allem im Bereich des Energiemanagements und bei der Nutzersensibilisierung.

Umsetzungshemmnisse und Handlungsoptionen

Folgende Umsetzungshemmnisse und Handlungsoptionen werden erarbeitet:

Umsetzungshemmnisse	Handlungsoptionen
Zukünftiger Schulentwicklungsplan wird derzeit erarbeitet	Pläne und Vorschläge des iQKs sollten auch zukünftig aktualisiert werden
Erstellung der Raumprogramme für Berufsschulen durch das RP Tübingen	Aktualisierung der Vorschläge des iQKs auf Grundlage der dann erstellten Raumprogramme
Für Sanierungsmaßnahmen gibt es möglicherweise keine Förderungen	Fördermöglichkeiten im Blick behalten und iQK aktuell halten, um jederzeit einen Antrag stellen zu können
Sukzessive Sanierung erfordert höheren Planungs- und Abstimmungsaufwand	Solide Planung und langfristige Ausschreibung

Umsetzungshemmnisse	Handlungsoptionen
B-Plan-Änderung beansprucht viel Zeit	Frühzeitige Abstimmung mit der Stadt Reutlingen, ggf. Beantragung einer Befreiung
Urheberrechte an Gebäuden und Außenanlagen	Frühe Beteiligung der Urheberrechtsinhaber , ggf. „Ablöse“
Exponierte Lage des Gebäude B15	Frühzeitige Abstimmung mit dem Gestaltungsbeirat
Personalmangel beim Landkreis	Externe Dienstleister und langfristige Planung
Begrenzte finanzielle Möglichkeiten des Landkreises	Etappeierung der Maßnahmen

V Akteurseinbindung und Öffentlichkeitsarbeit

Während der Erarbeitung des integrierten Quartierkonzeptes wurden die verschiedenen stark ins Thema involvierten Akteure auf mehreren Ebenen differenziert eingebunden. Es fanden sechs Abstimmungstermine mit dem Kreisschul- und Kulturamt statt. Außerdem wurde eine projektbegleitende Lenkungsgruppe gebildet, in der auch Vertreter*innen aller Schulen und Mitarbeiter*innen aus anderen Bereichen des Landratsamtes vertreten waren.

Im Rahmen der Quartiersentwicklung wurden Workshops zu den zwei Themenbereichen Mobilität und Nutzerverhalten durchgeführt. Damit sollten alle Betroffenen (Schulleitungen, Lehrer- und Schülerschaft, Hausmeister) frühzeitig in die weitere Quartiersentwicklung einbezogen werden. Die Teilnahme an den Workshops war gut und lebhaft. Insbesondere die Beiträge zur heutigen Situation ergänzen die bisherigen Erkenntnisse der Planungsteams in zielführender Weise. Die Ergebnisse flossen in die die Konzepte und Maßnahmenvorschläge Allgemein wurde die durch dieses Veranstaltungsformat gegebene Möglichkeit zum Austausch zwischen den Anwesenden sehr begrüßt.

Zur Information der Öffentlichkeit, insbesondere jedoch der Schüler- und Lehrerschaft am Berufsschulzentrum, wurde ein Projektflyer entwickelt und gedruckt.

I. ALLGEMEINER TEIL

1 Einleitung

1.1 Klimaschutz im Landkreis Reutlingen

Der Landkreis Reutlingen bildet zusammen mit dem Landkreis Tübingen und dem Zollernalbkreis die Region Neckar-Alb. Er ist mit rund 1.093 Quadratkilometern der größte Landkreis in dieser Region, gehört zum Regierungsbezirk Tübingen und zählt zu den wirtschaftsstarken Gebieten des Landes Baden-Württemberg.

Rund 278.000 Einwohner leben in 26 Städten und Gemeinden vor und auf der Schwäbischen Alb. Der Kreis mit dem industriell geprägten Albvorland und der Albhochfläche ist Teil des ersten Biosphärengebiets in Baden-Württemberg und Modellregion für eine nachhaltige Regionalentwicklung.

Der bedeutende Wirtschaftsraum ist hochinnovativ, traditionelle Handwerksbetriebe, mittelständische Unternehmen, weltweit bekannte Industrieunternehmen und Neugründungen von Medizin- und Biotechnologiefirmen sind hier angesiedelt.

Der Landkreis ist zuständig für alle beruflichen Schulen im Kreisgebiet, von denen das „Berufliche Schulzentrum Reutlingen“ in der Region der mit weitem Abstand größte Bildungsstandort ist.

Engagement für den Klimaschutz gibt es im Landkreis bereits seit 1989. So wird für die kreiseigenen Liegenschaften seither ein eigenes Energiemanagement durchgeführt. Bis zum letzten Bilanzjahr 2013 konnten insgesamt 64,7 Millionen Kilowattstunden eingespart werden, die Gesamtkosteneinsparung beträgt 4,4 Mio. € und der CO₂-Ausstoß konnte um 23,7 % reduziert werden. Eine umfassende Untersuchung der kreiseigenen Berufsschulen, die den Sanierungsbedarf ermittelte und im Rahmen dessen auch die Fassaden der Schulen durch Thermografie getestet wurden, fand 2006 statt.

Im Dezember 2007 wurde auf Initiative des Landkreises die KlimaschutzAgentur Reutlingen gegründet. Sie bietet den Bürgerinnen und Bürgern in Kooperation mit der Verbraucherzentrale Baden-Württemberg und allen Kommunen des Landkreises kostenlose Energieberatung an und führt darüber hinaus Informationsarbeit durch, etwa bei Schülern oder geringverdienenden Haushalten. Die KlimaschutzAgentur hat im Juli 2018 die Kompetenzstelle Photovoltaik eingerichtet. Gemeinsam mit dem Land Baden-Württemberg soll diese den Bau von Photovoltaikanlagen in der Region weiter voranbringen. Dafür bietet sie an 14 Beratungsstandorten eine kostenlose Energieberatung an, die dank kostenfreier Anfahrt mit dem naldo-Ticket auch noch klimaschonend ist. In den Gesprächen geht es aber nicht nur um Erneuerbare

Energien, sondern um viele weitere Themen rund um den Klimaschutz, wie etwa Storm sparen oder die richtige Dämmung.

In einem neuen und in Deutschland in dieser Form einmaligen Nachhaltigkeitsdezernat findet sich das neu formierte „Amt für nachhaltige Entwicklung“. Hier bündelt der Landkreis zentrale Zukunftsthemen wie Abfall, ÖPNV, Regionalentwicklung und den European Energy Award® (kurz: eea), um sie effektiv voranzutreiben.

Seit Frühjahr 2012 nimmt der Landkreis am eea teil. Im Jahr 2014 hat das Energieteam des Landratsamtes seine Energie- und Klimaschutzpolitik überprüft und bewertet. Seit dem Eintritt konnte sich der Landkreis von 64 auf 73 Prozent der erzielbaren Punkte steigern.

Der Landkreis Reutlingen gehört zu den Preisträgern des Bundeswettbewerbs „Kommunaler Klimaschutz 2014“. Er erhielt die Auszeichnung für seine Kampagne zur Sensibilisierung der Mitarbeiter des Landkreises für Energieverbrauch und Klimaschutz im Alltag.

Am 21. März 2018 hat der Kreistag die Handlungsstrategie Klimaschutz als Kompass für die Klimaschutz-Arbeit bis 2025 beschlossen. Erarbeitet wurde die Handlungsstrategie in einer Arbeitsgruppe gemeinsam mit Vertretern aller Fraktionen des Kreistags, der Klimaschutzagentur und Mitarbeitern des Landratsamtes.

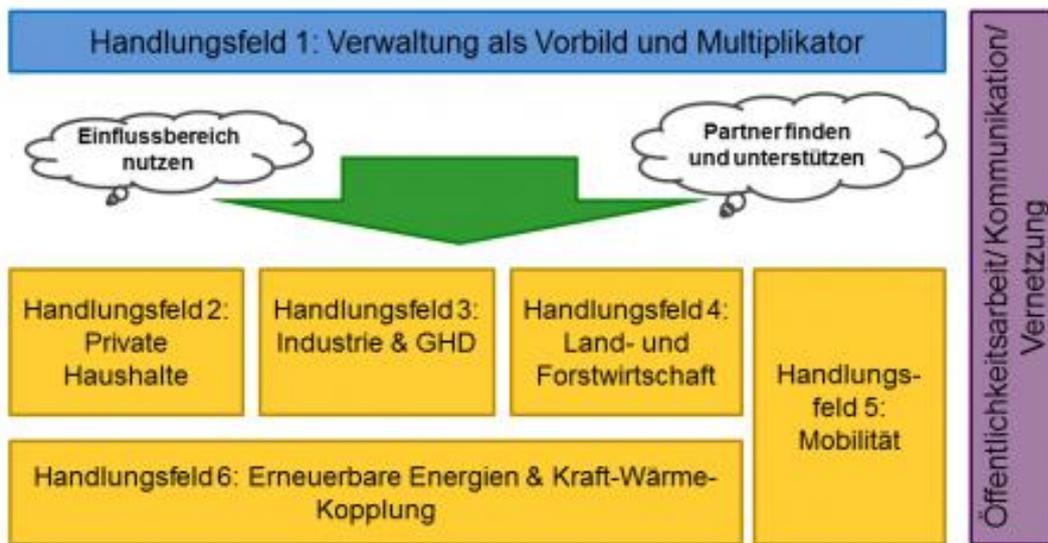


Abb. 2: Handlungsfelder der Handlungsstrategie Klimaschutz des Landkreis Reutlingen (Quelle: Landkreis Reutlingen)

Die Handlungsstrategie Klimaschutz ist ein in Eigenregie erarbeitetes Klimaschutzkonzept mit einem gemeinsamen Bekenntnis von Verwaltung und Kreistag zum Klimaschutz sowie Handlungsfeldern, Bausteinen und möglichen Maßnahmen zur Erschließung der Klimaschutzpotenziale im Landkreis. Die Strategie umfasst insge-

samt 6 Handlungsfelder sowie die Querschnittsaufgabe Öffentlichkeitsarbeit, Kommunikation und Vernetzung als zentrales Element der Umsetzung der Strategie (siehe Abb. 2). Als herausragende Projekte werden in der Strategie genannt: die Klimaneutralität der Landkreisverwaltung, der Neubau eines Verwaltungsgebäudes und die Weiterentwicklung der Regional-Stadtbahn.

Darüber hinaus fördert, unterstützt und initiiert der Landkreis im ganzen Kreisgebiet Projekte rund um Energieeffizienz und Ausbau von erneuerbaren Energien, vor allem über die Klimaschutzagentur und in Zusammenarbeit mit der Kreissparkasse Reutlingen.

Mit eigenen Kreditprogrammen und der Vermittlung von Förderdarlehen finanziert die Kreissparkasse Reutlingen erneuerbare Energien und Maßnahmen für eine bessere Energieeffizienz. Für den Teilbereich Energie und Umweltschutz vermittelte sie 2017 insgesamt 261 Förderkredite mit einem Volumen von 52 Millionen Euro. Aus eigenen Mitteln vergab die Sparkasse an ihre Kunden Kredite von 12,7 Millionen Euro zum Ausbau erneuerbarer Energien oder zum Kauf von nachhaltigen Technologien. Auch die Sparkasse selbst nutzt erneuerbare Energien: seit 2014 bezieht sie nahezu 100 Prozent Strom aus regenerativen Quellen. Mit eigenen Photovoltaik-Anlagen der Zentrale in der Tübinger Straße sowie an drei weiteren Standorten produziert sie selbst Strom und nutzt diesen. Die Anlagen haben eine Leistung von rund 70 Kilowatt peak (kWp).

1.2 Integrierte Quartierskonzepte und ihre Zielsetzungen

Das KfW-Programm "Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager" ist Bestandteil des Energiekonzepts der Bundesregierung und hat zum Ziel, die Energieeffizienz in Quartieren zu erhöhen.

Die Quartierskonzepte sollen neben relevanten städtebaulichen, denkmalpflegerischen, baukulturellen, wohnungswirtschaftlichen und sozialen Aspekten vor allem aufzeigen, welche technischen und wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale im Quartier bestehen und welche konkreten Maßnahmen zu ergreifen sind, um einen wirtschaftlichen Energieeinsatz und eine hohe CO₂-Reduktion zu ermöglichen. Dies beschränkt sich nicht nur auf Maßnahmen am einzelnen Objekt, sondern bezieht auch Maßnahmen ein, die in einem Verbund oder planvollen Zusammenhang zu realisieren sind. Auf diesem Weg können Lösungen erarbeitet werden, die sich aus der Betrachtung der Einzelobjekte nicht ergeben würden. So werden im Untersu-

chungsgebiet neue Wärmeversorgungsoptionen über zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsanlagen Energie- und CO₂-emissionsoptimiert konzipiert.

Durch koordiniertes Vorgehen auf Quartiersebene sollen lokale Potenziale genutzt und Akteure, Eigentümer und Bewohner bzw. Nutzer frühzeitig eingebunden werden. Mit dem integrierten Quartierskonzept bietet sich die Gelegenheit, insbesondere die baulichen Sanierungsmaßnahmen mit optimalen Energieeinsparmaßnahmen zu kombinieren. Die Konzepte bilden eine zentrale strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für eine an der Gesamteffizienz energetischer Maßnahmen ausgerichtete Investitionsplanung in Quartieren. Es werden Handlungsempfehlungen mit Maßnahmen- und Realisierungskonzepten aufgezeigt.

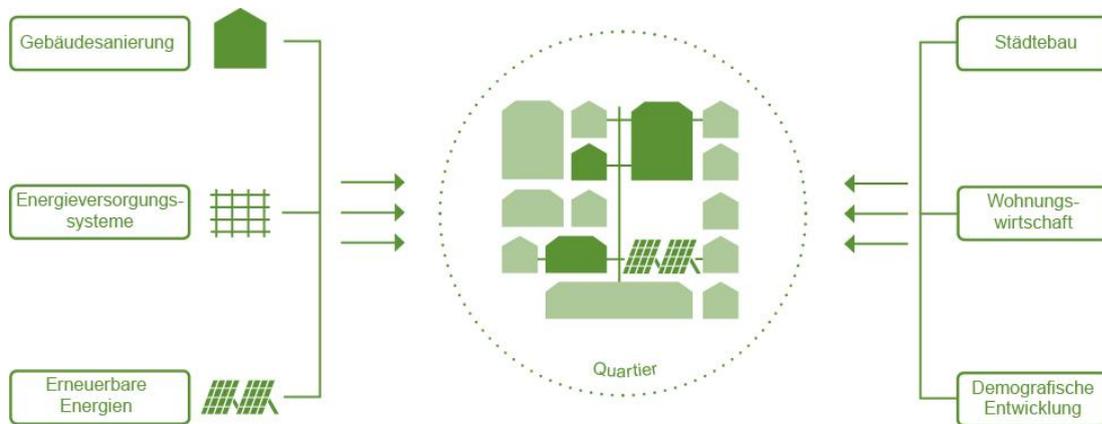


Abb. 3: Handlungsfelder integrierter Quartierskonzepte (Quelle: energetische-stadtsanierung.info)

2 Das Untersuchungsgebiet

Das Quartier „Berufliches Schulzentrum Reutlingen“ liegt direkt am Rande des Stadtzentrums von Reutlingen in der Nähe des Hauptbahnhofs. Im Westen grenzt das Gebiet an die stark befahrene Karlstraße und im Süden an die ebenfalls stark frequentierte Bismarckstraße. Im Norden wird das Quartier durch die Silberburgstraße begrenzt, zu der parallel ein Grünzug (alte Bahntrasse und Kleingärten) zum östlich befindlichen Stadtgarten verläuft. Im Osten begrenzen die beiden Anliegerstraßen Krämer- und Schulstraße das Quartier

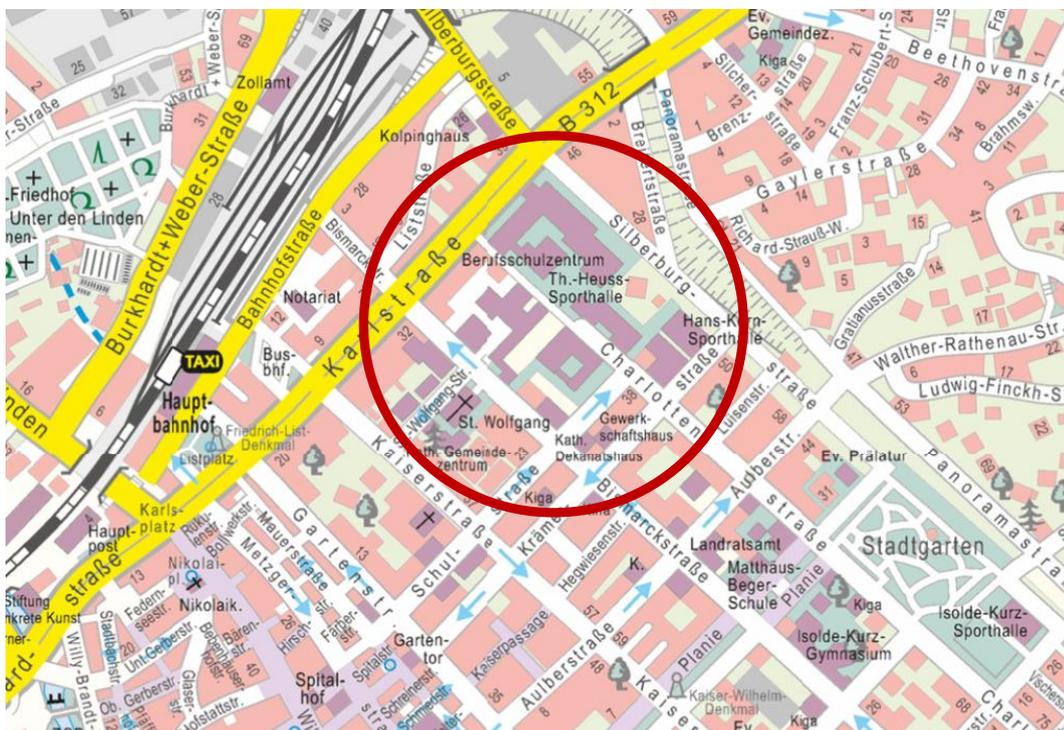


Abb. 4: Innenstadt Reutlingen mit dem Quartier „Berufliches Schulzentrum Reutlingen“

Die Größe des Untersuchungsgebietes beträgt etwa 6 Hektar. Im Quartier befindet sich das berufliche Schulzentrum Reutlingen mit den gewerblichen Schulen I und II, der kaufmännischen Schule und der hauswirtschaftlichen Schule. Zum Berufsschulzentrum gehören außerdem 2 Sporthallen und ein Parkhaus. Das Untersuchungsgebiet für das Integrierte Quartierskonzept wurde über das Berufsschulzentrum hinaus erweitert, indem die im Besitz des Landkreises befindlichen Verwaltungsgebäude in der Bismarckstraße und der St.-Wolfgang-Straße mit einbezogen wurden. Durch einen mittelfristig geplanten Neubau des Landratsamts Reutlingen werden diese Gebäude frei und sollten in die Gesamtbetrachtung des Quartiers einbezogen werden. Insgesamt betrifft das Quartierskonzept 16 Gebäude und ein

(unbeheiztes) Parkhaus mit zusammen rd. 61.000 m² beheizter Nutzfläche. Alle Gebäude sind in Besitz des Landkreis Reutlingen.

Die Lage ist für ein überregional bedeutendes Berufliches Schulzentrum aufgrund der unmittelbaren Nähe zur Innenstadt und zum Hauptbahnhof mit öffentlichen Verbindungen in die gesamte Region sehr attraktiv. Durch die Lage am Rande der Reutlinger Innenstadt ist der Standort für die Gesamtstadtentwicklung und der vorhandenen Infrastruktur bedeutend. Dies eröffnet städtebauliche und stadtgestalterische Entwicklungschancen. Die folgende Karte zeigt die Grenzen (rot) fürs das Quartierskonzept.



Abb. 5: Abgrenzung des Quartiers „Berufliches Schulzentrum Reutlingen“

Alle Gebäude im Quartier sind an ein Nahwärmenetz angeschlossen, das bisher aus einer eigenen Heizzentrale auf dem Gelände des Beruflichen Schulzentrums versorgt wird. Bis Ende 2018 soll das Wärmenetz erneuert und alle Gebäude im Quartier an die Fernwärme der Reutlinger FairEnergie GmbH angeschlossen werden.

3 Aufgabenstellung

3.1 Rahmenbedingungen der regionalen Schulentwicklungsplanung

Rund 9.500 Schüler*innen besuchen die beruflichen Schulen des Landkreises Reutlingen an den 4 Standorten in Reutlingen, Metzingen, Bad Urach und Münsingen. In Vollzeit werden rund 60 verschiedene Schularten angeboten, in Teilzeit werden an den Berufsschulen im dualen System über 60 verschiedene Einzelberufe ausgebildet. In Reutlingen befindet sich dabei der mit Abstand größte Standort mit 4 Schulen für mehr als 7.000 Schüler*innen¹.

Durch den demografischen Wandel und die sich sehr dynamisch entwickelnde Nachfrage nach Ausbildungsberufen stellen sich aktuell sowohl auf Ebene des Landkreises Reutlingen, des Regierungsbezirks als auch des Landes grundsätzliche Fragen, wie die beruflichen Schulen zukunftsfähig aufgestellt werden können. Die Federführung für die regionale Schulentwicklung liegt beim Landkreis Reutlingen, wenn sich der maßgebliche Einzugsbereich nur auf das Gebiet des Landkreises bezieht. Sie liegt beim Regierungspräsidium Tübingen, sofern der Regierungsbezirk oder das komplette Gebiet des Landes Baden-Württemberg betroffen ist.

Im Rahmen der regionalen Schulentwicklungsplanung wurden vom Landkreis Reutlingen im Jahr 2017 zwei Landkreiskonferenzen durchgeführt, um alle wesentlichen Partner und Akteure in die Weiterentwicklung einzubinden und Konzepte zur Diskussion zu stellen. Am 21.03.2018 wurde in der Sitzung des Kreistags eine öffentliche Anhörung zur regionalen Schulentwicklung für die beruflichen Schulen durchgeführt. Auf der Grundlage der Ergebnisse und Rückmeldungen aus diesen Veranstaltungen hat sich der Kreistag in seiner Sitzung am 14.05.2018 mit der regionalen Schulentwicklung für die beruflichen Schulen des Landkreises Reutlingen befasst und folgende Beschlüsse gefasst:

1. Die Kleinklasse Medientechnologie Druck an der Kerschensteinerschule Reutlingen wird mit Ablauf des Schuljahres 2017/2018 aufgehoben.
2. Die Verwaltung wird beauftragt, kurzfristig mit Vertretern des Kreistags eine AG Schulentwicklung einzurichten mit dem Ziel, in dem in Ziffer 2.2 der KT-Drucksache Nr. IX-0507 dargestellten gestuften Prozess langfristig tragfähige und aufeinander abgestimmte Bildungsangebote in den 4 beruflichen Schulen zu erarbeiten und dem Kreistag zur abschließenden Entscheidung vorzulegen. Hierbei ist Ziffer 2.3 der KT-Drucksache Nr. IX-0507 zu berücksichtigen.

¹ Im Schuljahr 2017/2018 wurden insgesamt 7.262 Schüler*innen unterrichtet, davon 3.150 in Vollzeit.

In Ziffer 2.3 der genannten KT-Drucksache werden folgende Punkte genannt, die bei der Untersuchung von Alternativen konkret zu bewerten sind:

- die Entwicklung der Schüler*innenzahlen,
- die absehbaren und zukünftigen Anforderungen der Betriebe,
- die Verteilung der Schüler*innenzahlen auf die Standorte in den Alternativen,
- die Darstellung des Einzugsbereichs der Wohnorte der Schüler und der Ausbildungsbetriebe für die Berufsfelder,
- die Fragen zur Lehrer*innenversorgung an den Standorten mit dem Regierungspräsidium Tübingen,
- die notwendigen Investitionen in die künftige Ausstattung, unter anderem zu den Themen Digitalisierung, Industrie 4.0 oder Handwerk 4.0,
- die Ermittlung des eventuellen Sanierungsbedarfs der Bestandsgebäude.

Es wird außerdem ausdrücklich darauf hingewiesen, dass parallel zu dem o.g. gestuften Prozess der Sanierungsbedarf, insbesondere im energetischen Bereich, für die Gebäude des beruflichen Schulzentrums Reutlingen festgestellt und die dabei entwickelte Vorgehensweise auf die anderen Standorte übertragen werden soll. **Diese Aufgabe soll im Rahmen des integrierten Quartierkonzepts für das Berufliche Schulzentrum Reutlingen erfüllt werden.**

3.2 Definition der konkreten Fragestellungen für das Untersuchungsgebiet

Neben der konkreten Aufgabenstellung, den Sanierungsbedarf für die Gebäude des beruflichen Schulzentrums festzustellen, beschäftigt sich das integrierte Quartierskonzept mit mehreren weiteren Entwicklungsachsen des Quartiers:

Ermöglichen einer flexiblen Schulentwicklung durch Ertüchtigung der Schulgebäude und Weiterentwicklung des Gebäudebestands

- Parallel zur Diskussion im Landkreis über die Schulentwicklungsplanung und die Feststellung des zukünftigen Platz- und Gebäudebedarfs im Beruflichen Schulzentrum Reutlingen werden die Entwicklungsmöglichkeiten und Chancen des Campus untersucht. Dabei geht es unter anderem um die Ertüchtigung der Schulgebäude für zukünftige schulische Entwicklungen sowie die Anpassung an neue Anforderungen des Unterrichts. Außerdem soll eine Beurteilung und Empfehlung erarbeitet werden, welche Gebäude aufgrund von schlechter Bausubstanz und/oder schwieriger Sanierungssituation eventuell abgerissen und ersetzt werden sollten. Insgesamt geht es um das

Ziel, den Lernraum Schule zu verbessern und die Identifikation mit dem Schulstandort zu stärken.

Als ganz konkrete Fragestellungen werden dabei untersucht:

- Wie können die derzeitigen Containerklassenräume ersetzt und in eine langfristige, zukunftsfähige Lösung überführt werden?
- Wo könnte ein möglicher Standort für eine Kindertagesstätte im Quartier integriert werden?
- Wie können eventuell die frei werdenden Verwaltungsgebäude im Rahmen des Sanierungs- und Umbauprozesses im Quartier genutzt werden?

Quartiersaufwertung durch Verbesserung der Zugänglichkeit und Hebung der Aufenthaltsqualität

Aufgrund seiner zentralen Lage in der Innenstadt von Reutlingen, der hohen Anzahl von Nutzern und seinem weitgehend offenen Charakter ist eine Aufwertung des Quartiers besonders auch in Hinblick auf die Freiräume notwendig und wünschenswert. Hier geht es vor allem um folgende konkrete Aufgabenstellungen:

- Um- und Neugestaltung der Außenanlagen unter Berücksichtigung einer barrierefreien Durchquerung und eines barrierefreien Zugangs zu den Gebäuden;
- Aufwertung der Frei- und Grünanlagen, der räumlichen Strukturen und der inneren Wegebeziehungen sowie Verbesserung der Sitzmöglichkeiten zur Hebung der Aufenthaltsqualität.

Stärkung einer zukunftsfähigen Mobilität

Die Stärkung einer zukunftsfähigen Mobilität erfordert einerseits eine zeitgemäße Neuordnung der Verkehrsinfrastruktur hinsichtlich äußerer und innerer Erschließung, Parkierungsmöglichkeiten und ÖPNV-Anbindung sowie andererseits die Entwicklung von Maßnahmen, mit denen das Mobilitätsverhalten der Schüler*innen und Lehrer*innen nachhaltig beeinflusst werden kann.

Umsetzung der Klimaschutzziele des Landkreis Reutlingen auf Quartiers-ebene

Als Ausgangspunkt für die Festlegung von Klimaschutzzielen werden die Energie- und Treibhausgas-Bilanzen für das Quartier im Ist-Zustand (Zeitraum 2015 – 2017) aufgestellt. Die Potenziale zur Reduzierung der durch das Quartier verursachten Treibhausgas-Emissionen sollen in vier Bereichen dargestellt werden:

- Maßnahmen zur Stärkung einer zukunftsfähigen Mobilität;
- Energetische Sanierung der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik;

- Entwicklung einer Stromsparstrategie;
- Umstellung der Wärmeversorgung und Ausweitung der regenerativen Energieerzeugung vor Ort.

In Hinblick auf die energetische Sanierung der Gebäude stellen sich dabei folgende konkrete Fragen:

- Welche technischen Lösungen bieten sich bei der energetischen Fassaden-sanierung im Hinblick auf die vorhandene Architektur an?
- Wie können die sich aus den schulischen Erfordernissen ergebenden bau-lichen Änderungen mit energetischen Maßnahmen verzahnt werden?
- Können die notwendigen Sanierungsmaßnahmen wirtschaftlich sinnvoll in ein Gesamtkonzept zu Energie und Klimaschutz integriert werden? Welche Maß-nahmen können oder müssen unabhängig davon entwickelt werden?

4 Grundlagen des integrierten Quartierskonzepts

4.1 Vorgehensweise und Berichtsstruktur

Die Erstellung des Quartierskonzepts gliedert sich in drei Hauptteile:

1. **ANALYSE (Bestandsanalyse im Berichtsteil II)**
2. **POTENZIALE (Zielkonzept im Berichtsteil III)**
3. **HANDLUNGSKONZEPT (Umsetzungsstrategie und Maßnahmenkatalog im Berichtsteil IV)**



Abb. 6: Schritte der Konzepterstellung und Berichtsstruktur

Im Laufe der Konzepterstellung wurde auf eine möglichst umfangreiche Beteiligung der Akteure Wert gelegt. Einen räumlichen Bezug herzustellen und mit den Akteuren im Quartier in die Diskussion zu kommen ist dabei sowohl für die Bestands- und Potenzialanalyse als auch für die Konzeptentwicklung von großer Bedeutung. Nur so können gemeinsam technisch und wirtschaftlich umsetzbare Lösungen und Strategien für die Quartiersentwicklung erarbeitet werden. **Die partizipative Konzepterstellung und die Einbindung der Akteure wird im Berichtsteil V dokumentiert.**

Das Konzept umfasst folgende Handlungsfelder:

- Stadtentwicklung, Stadt- und Freiraumplanung,
- Verkehrsentwicklung und Mobilität,
- Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz, und Einsatz erneuerbarer Energien,
- Perspektiven der öffentlichen Gebäude,
- Schulentwicklungsplanung und Bedürfnisse der Nutzer des Quartiers.

Insgesamt wird eine Strategie formuliert, die Ziele zur Aufwertung des Quartiers auch mit energetischen Sanierungszielen verbindet. So weit wie möglich werden Synergien sowie Hemmnisse und Zielkonflikte und deren mögliche Überwindung herausgearbeitet.

4.2 Datengrundlagen und -erhebung

Grundlage der Bestandsanalyse und der Identifizierung bestehender Entwicklungspotenziale waren mehrere Abstimmungstermine mit dem Kreisschul- und Kulturamt (KSKA), mehrere Begehungen des Quartiers, detaillierte Besichtigungen einzelner Gebäude, Interviews mit Gebäudeverantwortlichen und Hausmeistern. Außerdem wurden für das Quartierskonzept benötigte Planungsunterlagen zu den Gebäuden, Energieberichte des Landkreises sowie detaillierte Verbrauchsabrechnungen vom Auftraggeber bereitgestellt.

Eine Aufstellung der Termine, die zur Datenerhebung genutzt wurden, ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tab. 1: Zusammenstellung der Besprechungen und Ortstermine zur Datenerhebung und Bestandsanalyse

Datum	Termin	Anwesende
21.12.2018	Besprechung mit Landratsamt	KSKA, ebök, CONSISTE, Aldinger Architekten
02.02.2018	Besprechung mit Landratsamt	KSKA, ebök, StetePlan, CONSISTE, Aldinger Architekten
12.02.2018	Begehung Theodor-Heuss-Schule	KSKA, ebök, CONSISTE, Aldinger Architekten
26.03.2018	Begehung Laura-Schradin-Schule	Gebäudeverwaltung, ebök
03.04.2018	Begehung Ferdinand-von-Steinbeis-Schule, Werkstattgebäude	Gebäudeverwaltung, ebök
05.04.2018	Begehung Kerschensteinerschule, Theodor-Heuss Sporthalle, Hans-Kern Sporthalle	Gebäudeverwaltung, ebök
24.04.2018	Begehung Verwaltungsgebäude Bismarckstraße, Sankt-Wolfgang-Straße	Gebäudeverwaltung, ebök
Jan.-April	Zahlreiche Ortstermine zur Erhebung der stromverbrauchsrelevanten Daten	Jeweiliger Hausmeister, CONSISTE
19.06.2018	Begehung der Kerschensteinerschule, Theodor-Heuss-Schule	Schulvertreter, ebök, Aldinger Architekten

Folgende Unterlagen wurden zur Verfügung gestellt:

- Grundrisspläne und Schnitte der Schulgebäude in elektronischer Form
- Zusammenstellung der Grundflächen der Gebäude des Beruflichen Schulzentrums Stand 2007
- Revisionsunterlagen für die Lüftungsanlagen der Theodor-Heuss-Schule
- Untersuchung und Dokumentation der Gebäude im Beruflichen Schulzentrum, Bericht der Siedlungswerk Infrastrukturbau GmbH vom September 2007

- Thermographie-Aufnahmen der Gebäude des Schulzentrums
- Energieberichte des Landkreis Reutlingen vom IB Stappenbeck für die Jahre 2016 und 2017
- Lastgänge Strom für das Berufliche Schulzentrum Reutlingen für die Jahre 2015, 2017 und 1. Quartal 2018
- Zusammenstellung der Stromabrechnungen je Schulgebäude für die Jahre 2014 bis 2016 vom 10.03.2017
- Zusammenstellung der Wärmeabnahme aus der Heizzentrale je Gebäude im Quartier für die Jahre 2014 bis 2017
- Angaben zu Stromverbrauch Berufliche Schulzentrum und zum Erdgasverbrauch der Heizzentrale im Jahr 2015 bis 2017.

4.3 Randbedingungen für die ökonomischen und ökologischen Bewertungen

4.3.1 Parameter für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit erfolgt einerseits anhand der Energiekosten, andererseits anhand der energetisch relevanten Investitionen in Sanierungsmaßnahmen.

Zur Ermittlung der Energiekosten wurden die aktuellen Energiepreise angesetzt. Für den Wärmebezug wurde dabei bereits mit einem voraussichtlichen mittleren Preis für die ab Ende 2018 verwendete Fernwärme der FairEnergie GmbH Reutlingen gerechnet. Der Energiebezugspreis für Strom ist der Mittelwert der Strombezugskosten pro kWh der Jahre 2015 – 2017, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden.

Die energetisch relevanten Investitionen bei den Sanierungsmaßnahmen wurden anhand typischer Kostenkennwerten nach Bauteilen und energetischer Qualität getrennt ermittelt. Die Kennwerte beruhen weitgehend auf Erfahrungswerten der am Quartierskonzept beteiligten Büros.

4.3.2 Parameter für die ökologische Bewertungen

Die ökologische Bewertung erfolgt anhand der Indikatoren **Primärenergiebedarf** als Maß für den Ressourcenverbrauch und **Treibhausgas(THG)-Emissionen** als Maß für die Klimarelevanz. Die THG-Emissionen werden anhand von CO₂-Äquivalenten

berechnet, die neben den reinen CO₂-Emissionen auch andere relevante Treibhausgase berücksichtigen. Bei der Erstellung der Bilanzen werden folgende endenergiebezogene Faktoren verwendet:

Tab. 2: Verwendete Werte für Primärenergie- und Treibhausgasfaktoren

Energieträger	PE-Faktor [kWh _{prim} /kWh _{end}]	CO ₂ -Äquivalente [g/kWh _{end}]	Quellen
Strom-Mix, Netz lokal	1,8	565	EnEV / Gemis
Strom-Verdrängung KWK	2,8	565	EnEV / Gemis
Erdgas	1,1	250	EnEV / Gemis
Bisherige Nahwärme	1,38	313	Eigene Berechn.
Fernwärme FairEnergie	0,12	130	FairEnergie

Als Primärenergiefaktor für Strom wird der Faktor für den nicht-erneuerbaren Anteil der Primärenergie nach Energieeinsparverordnung (EnEV) verwendet. Die Treibhausgasfaktoren für Strom und Erdgas wurden den Ergebnissen von GEMIS Version 4.95 entnommen. Für Strom wird der Wert für 2015 verwendet. Die Primärenergie- und THG-Faktoren für die Nahwärme aus der bestehenden Heizzentrale wurde nach [AGFW FW309-1 2014] und [AGFW-FW 309-6] berechnet. Die Primärenergie- und THG-Faktoren für die ab Ende 2018 im Quartier genutzten Fernwärme der FairEnergie GmbH Reutlingen wurden die Werte entsprechend den Bescheinigungen der FairEnergie GmbH für das Fernwärmenetz „Hauffstraße 89“ verwendet. Die Bescheinigungen sind gültig bis zum 15.04.2024.

II. BESTANDSANALYSE

1 Analyse Städtebau und Freiraum

1.1 Städtebau

Die städtebauliche Struktur des Schulzentrums hat eine hohe Qualität. Die Gebäude liegen fast alle an einer Achse, die in zentraler Lage durch das Grundstück verläuft. Viele Eingänge liegen an dieser Achse, die somit als innere Erschließung des Campus sehr gut funktioniert.

Die Gebäudestruktur zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität bezüglich des Entfernens und Neuergänzens von Gebäuden aus. Am besten bietet sich der südwestliche Teil im Bereich der Bismarckstraße 15 dafür an, da die dort stehenden Gebäude (Bismarckstraße 15 und Containerbau sowie ggf. der Neubau der Laura-Schradin-Schule) eine geringere architektonische Qualität aufweisen und der Sanierungsaufwand vergleichsweise hoch ist.

1.2 Freiraum

Es handelt sich um eine sehr schöne, parkähnliche Campusanlage. Es gibt einen großen Anteil an begrünten Flächen mit Büschen und Bäumen.

Die Hauptachse des Campus zwischen Karlstraße und Schulstraße verläuft praktisch steigungsfrei, der recht große Höhenunterschied zwischen Bismarckstraße und Silberburgstraße wird durch eine barrierearme Wegeführung mittels Rampen und Treppen überwunden.

Die Anzahl der Verweilorte mit hoher Aufenthaltsqualität ist jedoch gering, es gibt nur wenige Sitzplätze, die es ermöglichen, sich im Freien zusammen zu finden. Schüler*innen und Lehrer*innen bemängeln die nicht geklärten Raucherbereiche. So wird vornehmlich in den überdachten Eingangsbereichen geraucht, was insbesondere für Nichtraucher und Besucher eine unangenehme Situation darstellt.

Für den Außenraum fehlt ein übergreifendes Außenraumkonzept, das Aufenthaltsqualität, Mobilität und Wegebeziehungen miteinander verbindet.

2 Analyse Mobilität

2.1 Räumliche Lage und verkehrliche Einbindung des Quartiers

Das Berufliche Schulzentrum Reutlingen liegt zentral in der Stadt Reutlingen innerhalb des Stadtteils Reutlingen-Mitte. Wichtige Ziele wie der Hauptbahnhof, der Regionalbus-ZOB und das Stadtzentrum der Kreisstadt liegen in rund 500 m Entfernung. Eine gute Erreichbarkeit mit dem Rad oder zu Fuß ist damit gewährleistet.

Eine gute Erreichbarkeit mit dem Pkw ist über die direkt angrenzende B313/Karlstraße gegeben, die an vielen Knotenpunkten an das kommunale und regionale Straßennetz anbindet.

Auch die Anbindung an den städtischen ÖPNV ist mit zwei Haltestellen, die im direkten Quartiersumfeld liegen und den Zutrieb zu einer großen Zahl von Stadtbuslinien gewährleisten, als positiv zu bewerten.

Die Bismarckstraße im Süden, die Karlstraße im Westen, die Schul- bzw. die Krämerstraße im Osten und die Silberburgstraße im Norden des Areals grenzen das Quartier ab. Sie werden teilweise als Einbahnstraßen geführt. Von allen Straßen aus gibt es Zugänge in das Schulzentrum, nicht jeder ist jedoch mit jedem Verkehrsmittel passierbar.

Das Einzugsgebiet der vier Berufsschulen im Quartier beschränkt sich jedoch nicht auf die Stadt Reutlingen, sondern liegt vorrangig im gleichnamigen Landkreis. Einige Schüler*innen kommen zudem aus anderen Teilen Baden-Württembergs, weshalb auch ein Blick auf die Lage und die Erreichbarkeit des Schulzentrums aus weiter entfernten, eher ländlichen Gebieten notwendig ist.

Die Stadt Reutlingen liegt in Randlage dezentral im Landkreis an der Nord-West-Grenze nahe dem Landkreis und der Stadt Tübingen. Für die Schüler- wie für die Lehrerschaft der Schulen entstehen teils große Pendeldistanzen zwischen Wohn- und Lernort. Die Anbindung des Schulzentrums mit Bahn- und Regionalbusverbindungen spielt deshalb eine gewichtige Rolle (näheres hierzu siehe Kapitel 2.2.3).

2.2 Bestandsanalyse

Im Folgenden wird das Berufliche Schulzentrum Reutlingen hinsichtlich verkehrlicher und die Mobilität der Schüler- und Lehrerschaft betreffender Gegebenheiten analysiert. Dabei wird zwischen der Situation im Quartier und der im Quartiersumfeld unterschieden.

2.2.1 Bestandsanalyse im Quartier

Radverkehr (vgl. Plan 1-1 im Anhang zum Bericht)

Da der Radverkehr innerhalb des Quartiers durch die Beschilderung des Campus mit dem Verkehrszeichen VZ 239 § 41 StVO „Fußweg“ untersagt wird, liegt der Schwerpunkt der Analyse auf dem Parken der Räder und den dazugehörigen Abstellanlagen.

Insgesamt gibt es innerhalb des Untersuchungsgebiets neun Abstellanlagen für den Radverkehr mit insgesamt 416 Einstellplätzen. Das entspricht einer Versorgung von rund 6 % der Schülerschaft (~ 7.000 Schüler*innen im Schuljahr 2017/2018). Von diesen Anlagen befinden sich acht in Randlage des Quartiers – rund um das Areal verteilt an den Zugängen des Campus. Lediglich eine (provisorische) Abstellanlage mit 24 Stellplätzen befindet sich zentral im Quartier unweit vom Außenbereich der Schulmensa. Zwei der Abstellanlagen sind zudem als Fahrradkeller ausgebaut, sie befinden sich im Untergeschoss der Theodor-Heuss-Schule und im Erdgeschoss der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule.

Grundsätzlich unterscheiden sich die neun Abstellanlagen in ihrer Qualität. Wichtige Merkmale für die Qualität von Radabstellanlagen sind eine Überdachung und eine sichere Anschlussmöglichkeit der Räder. Bei letzterem Qualitätsmerkmal kann zudem zwischen einer einfachen Möglichkeit, das Rad einzustellen (z. B. bei Felgenklemmern) und der Rahmenanschlussmöglichkeit, welche eine höhere Sicherheit gegen Diebstahl bietet, unterschieden werden (s. Abb. 7 und Abb. 8). Plan 1-1 „Parken im Quartier“ (s. Anhang) zeigt eine Übersicht aller Radabstellanlagen im Quartier und kennzeichnet für jede Anlage, ob eine Überdachung und/oder eine Anschlussmöglichkeit der Räder gegeben sind.

Insgesamt können an vier der neun Anlagen Fahrräder witterungsgeschützt unter einer Überdachung abgestellt werden (225 der 416 Radstellplätze). Bei zwei dieser Anlagen handelt es sich um die beiden o. g. Fahrradkeller. An wiederum vier der Anlagen können alle Räder abgeschlossen werden (87 der 416 Radstellplätze). An weiteren zweien nur vereinzelt – es stehen nicht so viele Anschlussmöglichkeiten zur Verfügung wie es Platz für das Abstellen von Rädern gibt – während an drei der neun Stationen das Anschließen des Fahrrades grundsätzlich nicht möglich ist.

Die Qualität der Anschlussmöglichkeit an den Abstellanlagen wird im Plan 1.1 (siehe Anhang) nicht berücksichtigt. Es ist jedoch zu erwähnen, dass lediglich eine Anlage auf dem Vorplatz der Theodor-Heuss-Schule über zwölf qualitativ hochwertige Radeinstellplätze mit Rahmenanschlussmöglichkeiten verfügt, während der Rest diesbezüglich qualitativ minderwertig ausgestattet ist.

Es zeigt sich zudem, dass an einigen Fahrradabstellanlagen eine Nutzungskonkurrenz mit motorisierten Zweirädern besteht (s. Abb. 9). Lademöglichkeiten für Pedelecs und E-Bikes sind im Quartier nicht vorhanden.



Abb. 7: Radabstellanlage im Quartier ohne Möglichkeit, den Fahrradrahmen anzuschließen



Abb. 8: Radabstellanlage im Quartier mit Möglichkeit, den Rahmen anzuschließen



Abb. 9: Nutzungskonkurrenz zwischen Fahrrad und motorisierten Zweirädern

Fußverkehr und Barrierefreiheit (vgl. Plan 1-1)

Das Berufliche Schulzentrum Reutlingen ist grundsätzlich für den Fußverkehr ausgelegt. Durch die Beschilderung der Anlage mit dem Verkehrszeichen VZ 239 § 41 StVO „Fußweg“ wird der fließende Verkehr unterbunden – mit Ausnahme von Lieferverkehr oder sonstigem Verkehr mit Sondererlaubnis. Die Regelungen dazu sind jedoch nicht vereinheitlicht. So gibt es weder zeitliche Beschränkungen, die das Befahren des Areals nur temporär zulassen (Lieferzeiten), noch sind ausgewiesene Flächen für Lieferwagen vorhanden (Lieferzonen). Auch das Be- und Durchfahren des Quartiers mit dem Rad wird geduldet. Durch die uneinheitliche Regelung des Lieferverkehrs und die Duldung des Radverkehrs werden ungewünschte Konfliktsituationen zwischen Fußgängern und fließendem Kfz- und Radverkehr herbeigeführt.

Das Quartier kann zu Fuß an insgesamt zwölf Zugängen betreten werden, die gleichmäßig verteilt entlang der fünf Straßen, die das Areal begrenzen, liegen. Die exakten Lagen der Eintrittsstellen können Plan 1.1 entnommen werden.

Vier der zwölf Zugänge sind Hauptzugänge. Sie befinden sich jeweils mittig an jeder der vier Quartierskanten

- im Westen an der Karlstraße südlich der Ferdinand-Steinbeis-Schule,
- im Süden an der Bismarckstraße zwischen Laura-Schradin-Schule und Musiksaal,
- im Osten an der Schulstraße nördlich der Theodor-Heuss-Schule,
- im Norden an der Silberburgstraße östlich des Werkstattgebäudes.

Die vier Hauptzugänge bilden in ihrer Verlängerung zum jeweils gegenüberliegenden Hauptzugang zwei Hauptfußwegverbindungen von Nord nach Süd (zwischen Silberburg- und Bismarckstraße) und von West nach Ost (zwischen Karl- und Schulstraße). Mittig schneiden sich beide Hauptverbindungen am zentralen Quartiersplatz im Bereich der Mensa.

Jeder der vier Hauptzugänge ist mit einer Standorttafel ausgestattet, die der Übersicht und der Orientierung innerhalb des Quartiers dienen (s. Abb. 10). Auf dem Schulareal gibt es kein weiterführendes Leitsystem, das die Orientierung Ortsfremder und Menschen mit Orientierungsschwierigkeiten bei der Bewegung im Quartier, beispielsweise zwischen den Schulen, unterstützt. Auf Grund der räumlichen Lage der Schulen auf dem Areal und der wenig strukturierten, verwinkelten Außenanlagen käme einem angemessenen Leitsystem eine hohe Bedeutung zu.

Nach § 7 Absatz 1 des Behindertengleichstellungsgesetzes (BGG) dürfen Träger öffentlicher Gewalt im Sinne des § 1 Absatz 2 BGG Menschen mit Behinderung nicht benachteiligen. Das bedeutet für Neu-, Um- und Erweiterungsbauten öffentlicher Einrichtungen, dass diese nach den anerkannten Regeln der Technik barrierefrei herzustellen sind. Demnach ist es im Rahmen der bereits geplanten Umgestaltung der Freiflächen auf dem Schulareal zwingend notwendig, die Bedarfe von Menschen mit Behinderung zu berücksichtigen. Das heißt vor allem, bauliche Barrieren, die der Bewegungsfreiheit von Menschen mit Behinderung im Wege stehen, sind zu vermeiden.

Zum Bearbeitungszeitpunkt gibt es im Quartier drei Treppenanlagen, die von mobilitäts-eingeschränkten Personen nicht überwunden werden können. Zwei davon sind für die Wegebeziehungen innerhalb des Areals von hoher Bedeutung und liegen auf der Hauptfußwegverbindung zwischen Silberburg- und Bismarckstraße. Die nördliche der beiden Treppen befindet sich direkt am Hauptzugang der Silberburgstraße östlich des Werkstattgebäudes und verhindert mobilitätseingeschränkten Menschen grundsätzlich den Zugang von Norden in das Quartier. Die südliche der beiden Treppen liegt zwischen Laura-Schradin- und Theodor-Heuss-Schule. Die Treppenanlage wird zwar durch eine parallel geführte Rampe ergänzt, diese entspricht mit einer Neigung von deutlich über 6 % jedoch nicht den technischen Ansprüchen für barrierefreies Bauen (s. Abb. 11). Die Treppenanlage hat für mobilitätseingeschränkte Menschen eine Barrierewirkung, die das Erreichen des zentralen Quartiersplatzes nahe der Mensa vom Vorplatz der Laura-Schradin-Schule aus nicht ermöglicht.

Die dritte Treppenanlage befindet sich östlich des Heizwerkes auf einer Nebenverbindung.

Neben der physischen Barrierefreiheit für Menschen mit Mobilitätseinschränkungen fehlt im Quartier ein Leitsystem, das es Blinden und Menschen mit eingeschränktem

Sehvermögen ermöglichen, das Areal eigenständig zu passieren. Eine Neu- oder Umgestaltung der Außenanlagen am Schulzentrum erfordert eine Berücksichtigung dieses Aspekts.

Sitzmöglichkeiten kommen sowohl für die barrierefreie Gestaltung des Areals als auch für die Qualität der Außenanlagen im Quartier eine hohe Bedeutung zu. Für einige mobilitätseingeschränkte Menschen – auch für Menschen im fortgeschrittenen Alter – ist Fortbewegung mit gleichviel mehr Anstrengung verbunden, wie für Menschen ohne eine solche Einschränkung. Sitzmöglichkeiten in kurzen, regelmäßigen Abständen zueinander unterstützen diese Personen bei ihrer eigenständigen Mobilität.

Auch für die Aufenthaltsqualität des Freiraums sind Sitzmöglichkeiten von hoher Relevanz. In den Pausen halten sich viele Schüler*innen im Freien auf und nutzen Bänke und Stühle zum Sitzen. Heute gibt es im Quartier auf einem Areal von etwa 3 Hektar unbebauter Freifläche vier Sitzgruppen, wovon eine der Außenbereich der Schulmensa ist. Die exakten Positionen der Sitzmöglichkeiten zeigt Plan 1-1 im Anhang zum Bericht. Zu dem geringen Angebot an Sitzmöglichkeiten kommt hinzu, dass diese zudem deutliche Schäden durch Vandalismus erlitten (s. Abb. 12). Dies führt nicht nur zu einer geringen Anzahl an Sitzflächen pro Sitzgruppe, sondern auch einer stark reduzierten Aufenthaltsqualität der Sitzgruppen.



Abb. 10: Orientierungstafel am Quartierszugang ins Quartier von der Silberburgstraße



Abb. 11: Rampe zwischen Theodor-Heuss- und Laura-Schradin-Schule mit Neigung deutlich über 6 %



Abb. 12: Sitzmöglichkeit im Innenhof der Laura-Schradin-Schule mit Vandalismusschaden

Pkw-Parken

Für das Parken von Pkw am Beruflichen Schulzentrum stehen vier Parkieranlagen zur Verfügung, wovon eine nördlich der Silberburgstraße gegenüber dem Werkstattgebäude außerhalb des Schulareals liegt. Bei drei der vier Anlagen handelt es sich um Parkplätze, die vierte ist als Parkhaus mit Untergeschoss ausgebaut (s. Abb. 13). Insgesamt stehen auf diesen Flächen 416 Pkw-Stellplätze (SP) zur Verfügung, drei Viertel davon im Parkhaus (310 SP).

Alle Stellplätze auf den Parkplätzen und Teile der Stellplätze des Parkhauses sind zufahrtsbeschränkt. Für die Nutzung dieser Stellplätze ist eine Parkberechtigung

notwendig, die die Zufahrt legitimiert (s. Abb. 14). Solche Parkberechtigungen können z.B. Beschäftigte des Schulzentrums erhalten. Zudem werden für Beschäftigte des Landratsamts rund 100 zufahrtsbeschränkte Stellplätze im Parkhaus reserviert. Die übrigen Stellplätze im Parkhaus ohne Beschränkung werden monetär bewirtschaftet. Das einzig verfügbare Ticket, ein Tagesticket, kostet derzeit 4 € und ist damit günstiger als das Parken im Umfeld des Schulzentrums (vgl. Kapitel 2.2.2).

Das Parkhaus befindet sich zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung in einem schlechten baulichen Zustand. Eine Sanierung des Gebäudes ist beschlossen. Zukünftig wird dort – nach derzeitigem Kenntnisstand – die gleiche Anzahl an Stellplätzen vorhanden sein. Es sind vier Stellplätze zum Laden von E-Pkw vorgesehen. Derzeit gibt es keine E-Ladeinfrastruktur für Pkw im Quartier.

Zu den Hauptbesucherzeiten an den Schulen kommt es wiederholt zu hohem Parkaufkommen. Dies hat zur Folge, dass „Wildparker“ ihren Pkw illegal auf dem Schulareal abstellen und damit Druck auf das Quartier und dessen Grünflächen erzeugen (s. Abb. 15).



Abb. 13: Parkhaus am Schulzentrum

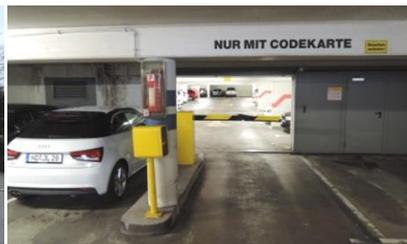


Abb. 14: Zufahrtsbeschränkung der Stellplätze im Parkhaus



Abb. 15: „Wildparken“ im Schulquartier

2.2.2 Bestandsanalyse im Quartiersumfeld

Eine Übersicht zur Analyse des Bestands im Quartiersumfeld liefert Plan 1-2 im Anhang zum Bericht.

Straßennetz

Wie bereits eingangs im Kapitel 2.1 beschrieben wird das Berufsschulareal an vier Seiten von Straßen abgegrenzt. Die Karlstraße als regional bedeutende Bundesstraße (B 313) ist vierspurig ausgebaut. Je zwei Richtungsfahrspuren sind durch einen Mittelstreifen baulich getrennt, Knotenpunkte sind mit Lichtsignalanlagen (LSA) ausgestattet, die kreuzende Verkehre regeln. Entlang der Karlstraße gilt Tempo 50 km/h. Der Radverkehr wird auf separaten Anlagen oder gemeinsam mit dem Fußverkehr auf dem Gehweg geführt. Pkw-Parken im Straßenraum ist untersagt.

Die übrigen Straßen (Silberburg-, Krämer-, Schul- und Bismarckstraße) sind als Quartiersstraßen durch eine angelegte Tempo-30-Zone geschwindigkeitsreduziert. Die Straßen sind als Einbahnstraßen eingerichtet, mit Ausnahme der Silberburgstraße im Abschnitt zwischen Karl- und Krämerstraße. Zu den Hauptverkehrszeiten ist das Verkehrsnetz rund um das Berufliche Schulzentrum geprägt von hohem Verkehrsaufkommen – gepaart mit einem hohen Anteil an Parksuchverkehr.

Pkw-Parken ist auf der Fahrbahn innerhalb dafür vorgesehener Flächen erlaubt. Damit wird das Gehwegparken unterbunden und eine Reduzierung der effektiven Gehwegbreite durch Pkw, die den Gehweg für den Fußverkehr blockieren, vermieden. Das Parken wird im gesamten Quartiersumfeld bewirtschaftet. Dies erfolgt im sogenannten Mischprinzip: Stellplätze sind zu einem Teil Anwohnerinnen und Anwohnern mit Anwohnerparkausweisen vorbehalten. Der andere Teil der Stellplätze im öffentlichen Raum wird monetär bewirtschaftet. Ein Tagesticket kostet hier 6 € und ist damit um 50 % teurer als im Parkhaus des Schulzentrums. Ein Monatsticket kann zu einem stark reduzierten Preis für 65 € im Bürgeramt erworben werden. Stellplätze, deren Nutzung nur mit einem Parkausweis für schwerbehinderte Menschen gestattet ist, werden im Quartier ebenfalls angeboten.

Fuß- und Radverkehrsnetz

Der Fußverkehr im Umfeld wird weitestgehend straßenbegleitend auf „klassischen“ Gehwegen geführt.

Querungsangebote für den Fußverkehr sind im Umfeld des Quartiers vereinzelt vorhanden. Zur Querung der Karlstraße sind an den Knotenpunkten Lichtsignalanlagen im Einsatz. Dieser Bedarf ergibt sich zum einen auf Grund der Klassifizierung der Straße als Bundesstraße und zum anderen durch die dort vorherrschenden Geschwindigkeiten und das Verkehrsaufkommen (Richtlinien für die Anlagen von Stadtstraßen 2006, kurz: RASt 06). Im Bereich von Tempo-30-Zonen sieht das Reglement im Allgemeinen keine Querungshilfen für den Fußverkehr vor, bei zu hohem Verkehrsaufkommen sind sie auch dort möglich. So sind derzeit vereinzelt Angebote vorhanden: Eine Fußgängerschutzanlage („Fußgängerampel“) zum Queren der Bismarckstraße im Bereich des südlichen Hauptzugangs ins Quartier auf Höhe der St. Wolfgang-Kirche (s. Abb. 18) und drei Fußgängerüberwege (FGÜs), deren exakte Lage Plan 1-2 „Verkehrsrechtliche Regelungen“ (s. Anhang) entnommen werden kann. Abschließend ist zu ergänzen, dass alle bis dahin bestehenden Querungsanlagen nicht den Anforderungen der barrierefreien Gestaltung genügen.

Der Radverkehr wird nach dem Mischprinzip gemeinsam mit dem Kfz-Verkehr auf der Fahrbahn geführt und ist im Bereich von Einbahnverkehren in Gegenrichtung freigegeben.



Abb. 16: Karlsstraße (B 313) auf Höhe Silberburg Straße



Abb. 17: Knotenpunkt Krämerstraße / Charlottenstraße



Abb. 18: „Fußgängerampel“ in der Bismarckstraße

2.2.3 Bestandsanalyse des ÖPNV

Eine Übersicht des ÖPNV-Angebots im näheren Schulumfeld liefert Plan 1-3 im Anhang zu diesem Bericht.

Im direkten Umfeld des Berufsschulquartiers befinden sich zwei Stadtbus-Haltestellen, die von jedem Punkt auf dem Schulareal in weniger als 300 m Entfernung liegen und damit in weniger als fünf Minuten zu Fuß zu erreichen sind. Von der Haltestelle „Bismarckstraße“ in der Karlstraße und der Haltestelle „Berufsschulzentrum“ in der Bismarckstraße gibt es Anschlüsse an eine Vielzahl der Stadtbuslinien Reutlingens (Linien 1, 6, 7, 8, 11 und 71), die eine gute Erreichbarkeit aller Stadtteile gewährleistet.

Die Linien bieten werktags in der Regel 20-Minuten-Takte für den Zeitraum zwischen 5:00 Uhr morgens und 20:00 Uhr am Abend. Im Anschluss – zwischen 20:00 Uhr und spätestens 23:30 Uhr – wird die Wartezeit zwischen zwei Bussen auf 30 Minuten erweitert. Für Herbst 2019 ist eine vollständige Umgestaltung des Reutlinger Stadtbusverkehrs geplant, die mit bis zu zehn neuen Stadtbuslinien, rund 100 neuen Haltestellen und Verdichtungen der bestehenden Takte nochmal eine deutliche Verbesserung des städtischen ÖPNV verspricht.²

Mit etwa 500 m Entfernung zum Hauptbahnhof Reutlingens und dem Regionalbus-ZOB ist der Standort des Beruflichen Schulzentrums gut an den öffentlichen regionalen Personenverkehr angebunden. Am Regionalbus-ZOB gibt es eine Zustiegmöglichkeit zu den Regionalbuslinien 100, 102, 155, 400, 7605, 7606, 7607, 7611, 7635 und 7644 sowie zu dem Flughafen-Shuttle X3. Für die Regionalbuslinien gibt es jedoch kein Angebot in Takt-Qualität – die Häufigkeit der Fahrten unterscheidet sich stark zwischen Hauptverkehrs- und Nebenverkehrszeiten. In Randzeiten, vor

² vgl. Umsetzungskonzept Stadtbus 2015

allem abends nach 20 Uhr, werden auf den meisten Linien keine Fahrten angeboten.

Eine Untersuchung der Erreichbarkeit des Schulstandortes aus dem Landkreis zu Schulbeginn (7:35 Uhr) über die Auswertung von Fahrplänen zeigt, dass es für alle Gemeinden, aus denen 100 oder mehr Schüler*innen kommen (Stand Schuljahr 2017/2018), ein passendes Zug- oder Busangebot gibt, um pünktlich zum Unterricht an einer der vier Berufsschulen zu erscheinen (s. Tabelle 4 1). Ausnahme ist lediglich die Gemeinde Hohenstein. Damit gibt es für über 5.000 Schüler*innen ein geeignetes ÖPNV-Angebot für die Fahrt zur Schule am Morgen (~ 73 % der rund 7.000 Schüler*innen an den Berufsschulen).

Das entscheidende Kriterium bei der Untersuchung der Schulwege, ist

- die Ankunft einer passenden Bahn- oder Busfahrt zwischen **7:00 und 7:20** Uhr am **HBF Reutlingen** bzw. an der Haltestelle „**Stadtmitte**“ oder
- die Ankunft einer passenden Busfahrt zwischen **7:00 und 7:30 Uhr** an der Haltestelle „**Berufschulzentrum**“,

um das pünktliche Erreichen der Schulen zu Schulbeginn um 7:35 Uhr zu gewährleisten.

Tab. 3 Erreichbarkeitsprüfung des Schulstandorts mit öffentlichen Verkehrsmitteln aus den Landkreisgemeinden mit über 100 Schüler*innen an den Berufsschulen

Gemeinde	Anzahl Schüler*innen	Buslinie / Bahn	Ankunftsort	Ankunftszeit
Pfullingen	426	7606	Schulzentrum	07:25
Metzingen	326	Bahn	HBF	07:17
Eningen	261	100	ZOB/HBF	07:07
		7644	Schulzentrum	07:15
Tübingen	225	7611	ZOB/HBF	07:19
		Bahn	HBF	07:17
Lichtenstein	211	400	ZOB/HBF	07:10
Pliezhausen	200	X3	ZOB/HBF	07:18
Sonnenbühl	178	7635	ZOB/HBF	07:18
Rottenburg	166	Bahn	HBF	07:07
Münsingen	155	7606	Schulzentrum	07:25
Mössingen	146	155	Stadtmitte	07:17
		Bahn	HBF	07:07
Bad Urach	138	100	ZOB/HBF	07:07
Dettingen	138	100	ZOB/HBF	07:07
		Bahn	HBF	07:17
Engstingen	138	400	ZOB/HBF	07:10
Trochtelfingen	114	400	ZOB/HBF	07:10
Walddorfhäslach	109	X3	ZOB/HBF	07:18
Summe ohne Reutlingen	2.931	Anteil an der gesamten Schülerschaft (7.085)	43 %	
Reutlingen	2.147	-	-	-
Summe mit Reutlingen	5.078	Anteil an der gesamten Schülerschaft (7.085)	73 %	
Hohenstein	111	keine passende Verbindung zw. 7:00 und 7:30	Ausnahme	

2.2.4 Sonstige Analyseergebnisse

Neben den bisher genannten Analyseergebnissen werden weitere Punkte identifiziert, die für das Handlungsfeld „Mobilität“ von Bedeutung sind:

- *Keine Erkennbare Vernetzung der Verkehrsträger (Multimodalität).*
 Die Vernetzung umweltfreundlicher Verkehrsträger führt zu Erleichterungen bei der Nutzung. Die Vernetzung erfolgt in der Regel lokal durch die Bündelung der Verkehrsmittel an einem Ort, die den Umstieg/Wechsel für die Verkehrsteilnehmenden erleichtert. Moderne Mobilitätsangebote wie stationäres Car-Sharing oder Fahrradvermietsysteme spielen dabei eine wichtige Rolle. Das Einrichten sogenannter Mobilitätsstationen ist eine beispielhafte Maßnahme zur Förderung der Vernetzung.
- *Kaum Anreize zur Nutzung der Alternativen zum eigenen Pkw.*
 Anreize zur Nutzung alternativer, umweltfreundlicher Verkehrsmittel spielen eine wichtige Rolle bei der Herbeiführung eines gesellschaftlichen Mobilitätswandels (Stichwort: „Verkehrswende“). Solche Anreize werden in der Regel in monetärer Form gesetzt. Derzeit wird sowohl für die Lehrerschaft als auch die Schülerschaft ledig ein finanzieller Anreiz bei der Nutzung des ÖPNV gegeben. Lehrer*innen können ein Jobticket beantragen. Dabei handelt es sich um eine ÖPNV-Jahreskarte, die zu einem reduzierten Preis erworben werden kann. Für einen Teil der Schülerschaft wird bei der Nutzung des ÖPNV eine Teilerstattung der Ticketkosten durch den Landkreis Reutlingen angeboten.
- *Keine Kommunikations- und Informationsmaßnahmen zum Thema nachhaltige Mobilität für die Schüler- und Lehrerschaft.*
 Neben den finanziellen Anreizen sind Kommunikations- und Informationsmaßnahmen ein essenzieller Bestandteil der Förderung umweltfreundlicher Verkehrsmittel. In vielen Fällen ist eine mangelnde Kenntnis über Angebote von oder zu nachhaltigen Verkehrsträgern ein entscheidender, nutzungs-hemmender Faktor (z. B. „Welche Bus- oder Bahnlinie ist für den Schul- oder Arbeitsweg die geeignetste und was kostet die Nutzung im Vergleich zum eigenen Auto?“, „Wo gibt es sichere Abstellanlagen für das Fahrrad?“, „Welche Strecke für den Schul- oder Arbeitsweg ist mit dem Rad schnell und sicher?“ und „Wie viel Zeit benötige ich für den Schulweg, wenn ich in Reutlingen wohne: mit dem Pkw, mit dem Bus oder mit dem Fahrrad?). Die Erfahrung zeigt, dass bereits die Aufklärung zu diesen Themen ein großes Potenzial zur Verlagerung des Verkehrs auf umweltfreundliche Verkehrsmittel freisetzt.

2.3 Zusammenfassende Bewertung

Aus den Erkenntnissen der Analyse des Berufsschulquartiers ergeben sich aus Sicht des Verkehrs und der Mobilität folgende Schwächen und Stärken:

Schwächen und Stärken im Quartier

Tab. 4: Mobilität - Schwächen und Stärken im Quartier

SCHWÄCHEN 	STÄRKEN 
<ul style="list-style-type: none"> • Radabstellanlagen in Anzahl, Lage und Qualität nicht ausreichend • Keine Aufenthaltsqualitäten zum Verweilen in den Freiflächen/Außenanlagen • Kfz-Lieferverkehre im Quartier nicht einheitlich geregelt (z. B. Lieferzonen) • Keine Lademöglichkeiten für E-Fahrzeuge vorhanden (E-Bike, Pedelec, E-Pkw) • Wegeverbindungen zwischen den Schulgebäuden sind nicht nach den Anforderungen an die Barrierefreiheit ausgebaut • Es existiert kein Leitsystem zur Orientierung im Quartier (lediglich Standorttafeln) • Das Angebot an Pkw-Stellplätzen liegt derzeitigen unter der Nachfrage 	<ul style="list-style-type: none"> • Schulzentrum ist für den Fußverkehr konzipiert und nahezu autofrei • Zugänge zum Quartier für den Rad- und Fußverkehr in Anzahl und Lage ausreichend • Alle Pkw-Stellplätze sind am Quartiersrand gelegen und zufahrtsbeschränkt und/oder bewirtschaftet • Fahrradgaragen in zwei Schulen vorhanden

Schwächen und Stärken im Quartiersumfeld

Tab. 5: Mobilität - Schwächen und Stärken im Quartiersumfeld

SCHWÄCHEN 	STÄRKEN 
<ul style="list-style-type: none"> • Querungsanlagen für den Fußverkehr an angrenzenden Straßen in Anzahl und Qualität (Barrierefreiheit) nicht ausreichend • hohes Verkehrsaufkommen während der Hauptverkehrszeiten im Umfeld des Quartiers • Bedienqualitäten des ÖPNV nicht ausreichend (Angebot und Takt der Regional-busse, Bedienung zu Randzeiten) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsberuhigende Maßnahmen im Umfeld der Quartiers sind umgesetzt (T30, Fahrbahnparken statt Gehwegparken) • Bewirtschaftung des ruhenden Verkehrs im Umfeld des Quartiers • Behindertenstellplätze vorhanden • ÖPNV-Haltestellen in Anzahl und Lage ausreichend • Hauptbahnhof, Regionalbus-ZOB und Stadtzentrum in fußläufiger Entfernung (~ 500m)

3 Analyse der Gebäude im Quartier

3.1 Übersicht über die Bestandsgebäude

Im Untersuchungsgebiet befinden sich folgende Gebäude:

- **Ferdinand-von-Steinbeis-Schule (FVS)**
 Gewerbliche Schule I mit über 2.000 Schüler*innen, davon 700 in Vollzeit.
 Baujahr 1955/1956, mit Erweiterungen 1982 und 1992
 ca. 9.800 m² beheizte Nettogrundfläche.
- **Kerschensteiner-Schule (KSS)**
 Gewerbliche Schule II mit rund 1.500 Schüler*innen, davon 500 in Vollzeit.
 Schwerpunkt sind hier die handwerklichen Berufe.
 Altbau aus dem Jahre 1980, Erweiterungsbau 1982/85.
 ca. 4.410 m² (Altbau) bzw. 4.330 m² (Neubau) beheizte Nettogrundfläche.
- **Werkstattgebäude (WSG)** der beiden gewerblichen Schulen mit einem Altbau von 1956, energetisch teilsaniert, und einem Neubau von 1982.
 ca. 2.950 m² (Altbau) bzw. 6.340 m² (Neubau) beheizte Nettogrundfläche.
- **Theodor-Heuss-Schule (THS)**
 Kaufmännische Schule mit rd. 2.900 Schüler*innen, davon 1.000 in Vollzeit.
 Baujahr 1961, Sanierung 1987, dazu Erweiterungsbauten 1972 und 2015.
 ca. 10.720 m² beheizte Nettogrundfläche.
- **Laura-Schradin-Schule (LSS)**
 Hauswirtschaftliche Schule mit rd. 950 Schüler*innen, davon 920 in Vollzeit.
 Der Altbau wurde 1953 erbaut, der Neubau in den Jahren 1979/1980.
 ca. 3.190 m² (Altbau) bzw. 4.235 m² (Neubau) beheizte Nettogrundfläche.
- **Bismarckstraße 15 (BST15)**
 Genutzt von der Laura-Schradin-Schule,
 Baujahr ca. 1920/1930, ca. 2.170 m² beheizte Nettogrundfläche.
- **Theodor-Heuss-Sporthalle (THH)**
 Baujahr 1974, ca. 2.950 m² beheizte Nettogrundfläche.
- **Hans-Kern-Sporthalle (HKS)**
 Baujahr 1992, ca. 1.990 m² beheizte Nettogrundfläche.
- **Verwaltungsgebäude Bismarckstr. 14 (B14)**
 Baujahr 1928; ca. 1.800 m² beheizte Nettogrundfläche.
- **Verwaltungsgebäude Bismarckstr. 16 (B16)**
 Baujahr 1928; ca. 1.530 m² beheizte Nettogrundfläche.

- **Verwaltungsgebäude St.-Wolfgang-Str. 13 (SW13)**
Baujahr 1952, ca. 1.040 m² beheizte Nettogrundfläche.
- **Verwaltungsgebäude St.-Wolfgang-Str. 15 (SW15)**
Baujahr 1950, ca. 880 m² beheizte Nettogrundfläche.
- **Parkhaus (PH)**
in der Krämerstr. mit rd. 410 Stellplätzen
Baujahr 1980
- **Container-Klassenräume**
als Interimsmaßnahme für Laura-Schradin-Schule, ca. 1.150 m²
- **Heizzentrale**

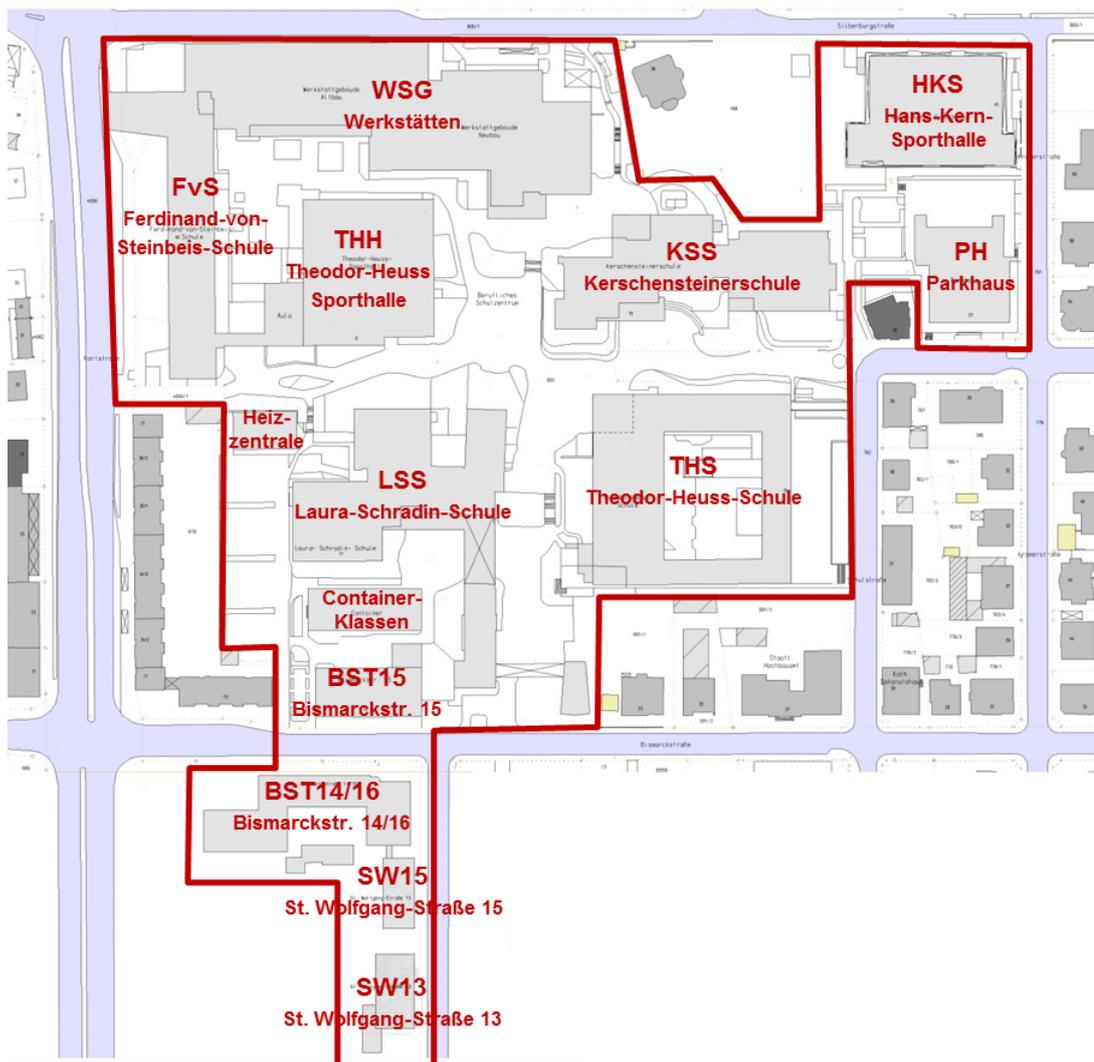


Abb. 19: Lageplan des Untersuchungsgebiets mit Bestandsgebäuden

3.2 Gebäudesteckbriefe

Im Rahmen der Analyse des Schulzentrums und der benachbarten Gebäude in der Bismarckstraße und St.-Wolfgang-Straße wurden die Gebäude einzeln betrachtet und auf Stärken und Schwächen untersucht.

In diesem Zusammenhang wurden Gebäudesteckbriefe erstellt, in denen alle Gebäude aus architektonischer, energetischer und elektronischer Sicht analysiert wurden. Sie sind als Werkzeug für die Arbeit des Gebäudemanagements beim Kreisschul- und Kulturamt des Landkreises gedacht und fassen personenunabhängig und übersichtlich die wesentlichen Informationen zum baulichen Zustand und zu den technischen Anlagen für jedes Gebäude zusammen und ermöglichen so jedem*r Mitarbeiter*in einen schnellen Überblick über die Gebäude und deren technische Anlagen.

Der Großteil der Gebäude im Quartier wurde als grundsätzlich erhaltenswert eingestuft, die meisten haben eine hohe gestalterische Qualität, es sind jedoch nicht alle in einem guten baulichen Zustand, bei fast allen besteht Sanierungsbedarf. Zudem gibt es in verschiedenen Räumen, die einen unzureichenden Sonnenschutz aufweisen, gravierende Probleme mit dem sommerlichen Wärmeschutz.

Bis auf die Gebäude in der Bismarckstraße 15, St.-Wolfgang-Straße 13 & 15 und die Containerklassen sind alle Gebäude barrierefrei erschlossen. Insbesondere in der Bismarckstraße 15 ist es praktisch unmöglich, dies im Nachhinein zu gewährleisten, da die derzeitige Erschließung so angelegt ist, dass das Nachrüsten eines Aufzugs nicht ohne großen Eingriff in Grundriss, Tragwerksstruktur und Veränderung der gesamten Zugangssituation möglich ist.

Die Steckbriefe können in ihrer elektronischen Form weitergeführt und nach jeder Sanierung oder Baumaßnahme aktualisiert werden. Die Erfassung der Bereiche Brandschutz, Elektrotechnik und Sanitärinstallationen war nicht Gegenstand des integrierten Quartierskonzepts. Sie werden im Rahmen separater Aufträge an die entsprechenden Ingenieurbüros bzw. in Eigenleistung des KSKA vervollständigt.

Die Steckbriefe aller Gebäude im Quartier in ihrer derzeitigen Form sind im Anhang zum Bericht dokumentiert.

3.3 Sommerlicher Wärmeschutz und Überhitzungsproblematik

In mehreren Gebäuden im Schulzentrum kommt es besonders im Sommer, aber auch in der Übergangszeit, zu Klagen über zu hohe Raumtemperaturen. Besonders betroffen sind Büro- und Klassenräume an der Südfassade und im obersten Geschoss der Kerschensteinerschule, Klassenräume im Dachgeschoss der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule und an der Westfassade der Laura-Schradin-Schule sowie Werkstatträume mit Sheddach-Verglasungen.

Im Wesentlichen können die Überhitzungsproblematik und die sommerlichen Komfortprobleme auf folgende Ursachen zurückgeführt werden:

- Unzureichender oder fehlender Sonnenschutz an den Fenstern führt zu starken solaren Lasten in den Räumen. Teilweise ist der vorhandene Sonnenschutz beschädigt oder nicht mehr funktionsfähig. So haben beispielsweise die bauzeittypischen, großflächigen Schrägverglasungen im Lehrerzimmer im Dachgeschoss der Kerschensteinerschule nur einen innenliegenden Sonnenschutz (Abb. 20). Dies führt bei starkem Sonnenschein zu unerträglichen Raumtemperaturen über 30 °C. Auch andere Räume auf der Südwestseite haben einen hohen Glasanteil und keinen geregelten Sonnenschutz.

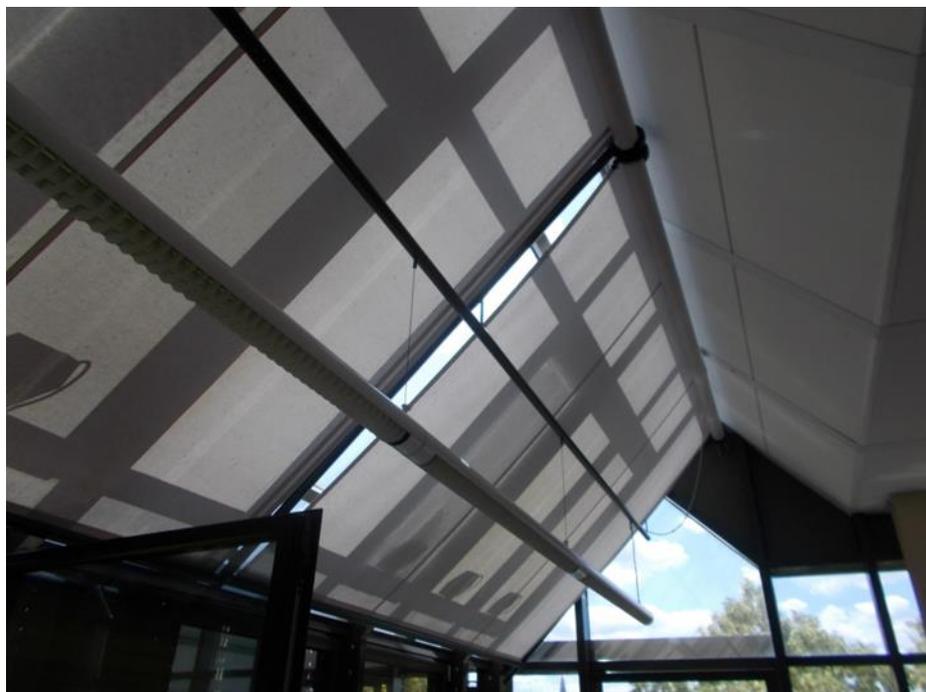


Abb. 20: Schrägverglasung nach Osten mit innenliegendem Sonnenschutz im Dachgeschoss der Kerschensteinerschule (Raum 357)

- Der hohe Verglasungsanteil einiger Räume führt selbst bei vorhandenem Sonnenschutz zu erhöhten solaren Wärmeeinträgen. In der Theodor-Heuss-Schule kommt es bei den neuen Klassenzimmern trotz außenliegendem Sonnenschutz durch die vollverglaste Fassade zu Überhitzungsproblemen.



Abb. 21: Vollverglaste Fassade in der Theodor-Heuss-Schule

- Schlecht gedämmte Fassaden und insbesondere thermisch nicht entkoppelte Metallrahmen führen zu hohen Wärmeeinträgen.



Abb. 22: Thermisch nicht getrennte Metallrahmen in der Kerschensteinerschule, an denen eine Innenoberflächen-Temperatur von 32 °C gemessen wurde.

- In vielen Räumen wird während der Nutzung nicht nur durch die anwesenden Personen eine große Menge an Wärme freigesetzt, sondern auch durch Computer, Bildschirme, Beamer und teilweise durch eingeschaltete Beleuchtung.
- Die Lüftung vieler Klassenräume erfolgt nur über Fenster, so dass bei hohen Außentemperaturen zusätzlich Wärme in die Räume gelangt.
- Durch Leichtbauwände und abgehängte Decken sind im Raum keine thermischen Speichermassen vorhanden, die im Sommer die eingetragene Wärme speichern und so den Temperaturanstieg dämpfen können. Diese mangelnde Wärmespeichermöglichkeit wirkt sich besonders in den Dachgeschossen von Kerschensteinerschule und Ferdinand-von-Steinbeis-Schule aus, die in Leichtbauweise erstellt wurden.



Abb. 23: Leichtbauwände und abgehängte Decken in der Kerschensteinerschule (Raum 106)

- Aufgrund des fehlenden Einbruch- und Wetterschutzes ist keine Abkühlung der Räume über Nachtlüftung möglich.

Eine detaillierte Beschreibung der Situation in der Kerschensteinerschule ist dem Protokoll einer Begehung im Juni 2018 im Anhang zum Bericht zu entnehmen.

Hier und auch in anderen Schulgebäuden mit ähnlichen Schwierigkeiten besteht dringender Handlungsbedarf, da die Räume in den Sommermonaten wegen der hohen Temperaturen praktisch nicht benutzbar sind, der Raumbedarf aber nicht anders kompensiert werden kann.

3.4 Wärmetechnische Analyse der Gebäude

3.4.1 Methodik

Zur Beurteilung der Energieeffizienz der Gebäude bzw. deren Nutzung im Ist-Zustand wurden aktuelle Verbrauchsangaben, Informationen der jeweiligen Gebäude-manager sowie umfangreiche eigene Erhebungen aus der Begehung miteinander verknüpft. Insbesondere die energetische Qualität der Gebäudehülle sowie Art und Zustand der haustechnischen Anlagen wurden pro Gebäude erfasst.

Auf Basis dieser Informationen konnten in einem ersten Schritt die vorliegenden Verbrauchsangaben mit statistischen Verbrauchskennwerten von Gebäuden ähnlicher Nutzungsart verglichen und entsprechend eingeordnet werden (Benchmarking).

Auf der Grundlage der vorliegenden Planungsunterlagen und den bei den für jedes Gebäude durchgeführten Vor-Ort-Begehungen gewonnen Erkenntnissen wurde zuerst der Ist-Zustand in einer vereinfachten Bilanzierung nach DIN 18599 modelliert. Anschließend konnten die Einsparpotenziale von technisch und wirtschaftlich geeigneten Sanierungsmaßnahmen berechnet und technisch, ökologisch und wirtschaftlich bewertet werden.

Abschließend wurden für jedes Gebäude die sich aus der Energiebilanz oder den Erkenntnissen aus den Vor-Ort-Begehungen ergebenden Schwachstellen und Potenziale zusammengetragen.

Das Parkhaus bei der Hans-Kern-Sporthalle ist unbeheizt und wird deshalb an dieser Stelle nicht untersucht.

3.4.1.1 Vereinfachte Beurteilung des Ist-Zustands durch Benchmarking

Der Wärmebezug aus dem Nahwärmenetz wird in jedem Gebäude durch einen Wärmemengenzähler erfasst. Die gemessenen Werte liegen für die Jahre 2015 bis 2017 vor und wurden witterungsbereinigt und über die drei Jahre gemittelt. Zur Ermittlung von flächenspezifischen Kennwerten wird die beheizte Nettogrundfläche verwendet.

Durch den Vergleich dieser flächenspezifischen Verbrauchsdaten mit Vergleichswerten von Gebäuden gleicher Nutzungsart kann eine vereinfachte Einordnung des jeweiligen Energieverbrauchs vorgenommen werden (Benchmarking). Für den Vergleich wurden statistisch ermittelte Verbrauchskennwerte aus einer Erhebung der ages GmbH [ages 2005] sowie Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand für Energieausweise nach EnEV [BMVBS 2015] verwendet. Dabei wird sowohl eine

Spannbreite üblicher Verbräuche als auch ein Zielwert angegeben, der dem besten Viertel der Gebäude (unteres Quartilsmittel) entspricht.

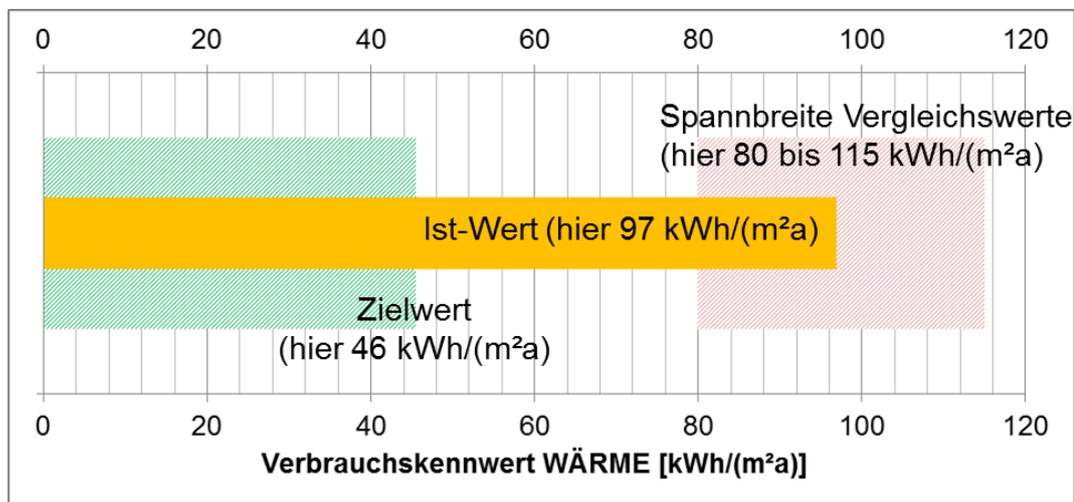


Abb. 24: Beispiel zur Erläuterung der Einordnung des Ist-Verbrauchs anhand von Vergleichswerten und Zielwert

Dabei ist zu beachten, dass gerade bei Nichtwohngebäuden nicht selbstverständlich von einer „mittleren Nutzung“ ausgegangen werden kann. Ebenso besteht eine große Bandbreite hinsichtlich der energetischen Qualität der Gebäudehülle oder der Ausstattung für z.B. Beleuchtung und andere elektrische Verbraucher. Zur Einordnung des aktuellen Ist-Verbrauchs eines Gebäudes wurde aus den Verbrauchskennwerten der jeweiligen Quellen eine Spannweite für übliche Verbräuche im Gebäudebestand gebildet. Durch den Vergleich mit dem Mittelwert des besten Viertels (unteres Quartilsmittel) lässt sich ein mögliches Einsparpotenzial gegenüber dem Ist-Zustand darstellen.

3.4.1.2 Energetische Modellierung und Heizwärmebilanzen

In einem zweiten Schritt erfolgte die Modellierung jedes Gebäudes im Ist-Zustand mit Hilfe einer vereinfachten Berechnung nach DIN V 18599 [DIN V 18599 1-10 2016]. Bei der Berechnung wurden keine Standardrandbedingungen wie bei einem EnEV-Nachweis verwendet, sondern an den Standort und die reale Nutzung angepasste Randbedingungen. Dies erlaubt einen Abgleich zwischen berechnetem Wärmebedarf und gemessenem Verbrauchswert.

Mit der Berechnung kann eine Heizwärmebilanz für das konkrete Gebäude aufgestellt werden, die die Wärmeverluste und -gewinne sowie den verbleibenden Heizwärmebedarf darstellt. Die während der Gebäudenutzung entstehenden Verluste aus Lüftung und Transmission durch die Gebäudehülle werden z.T. durch solare Einstrahlung und innere Gewinne aus z.B. elektrischen Geräten oder Abwärme von

Personen kompensiert. Der verbleibende Teil muss durch die Heizungsanlage als Nutzwärme (Heizwärmebedarf) zur Verfügung gestellt werden.

Durch die Aufteilung der Transmissionswärmeverluste auf die einzelnen Bauteile der Gebäudehülle werden die wesentlichen Quellen für die Wärmeverluste und entsprechende Handlungsfelder für Effizienzmaßnahmen aufgezeigt. Für die daraus abgeleiteten Effizienzmaßnahmen können mit dem Rechenverfahren die jeweiligen technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Einsparpotenziale ermittelt und miteinander verglichen werden.

3.4.2 Theodor-Heuss-Schule

3.4.2.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 25: Ansicht Theodor-Heuss-Schule

Die kaufmännische Berufsschule wurde 1961 gebaut, 1972 erweitert und erhielt 2015 mit dem Südtrakt eine zweite Erweiterung. Heute hat die Schule eine beheizte Nettogrundfläche von ca. 10.720 m².

Das Gebäude ist in Stahlbeton-Skelettbauweise erstellt. Bei den Baukörpern aus den Jahren 1961 und 1972 bestehen die Außenwände überwiegend aus einem zweischaligen Klinkermauerwerk und teilweise aus Sichtbetonwänden jeweils mit minimaler Wärmedämmung. Die Fenster sind überwiegend aus dem jeweiligen Baualter, teilweise wurden sie bereits durch 2-Scheiben-WSV erneuert. Das Dach wurde 2006 saniert und weist mit einem U-Wert von 0,25 W/(m²K) einen ausrei-

chenden Wärmeschutz auf. Die Erweiterung von 2015 hat eine vollverglaste Fassade mit 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung. Das Dach hat einen U-Wert von 0,20 W/(m²K).

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation mit Wärme versorgt. Zusätzlich ist für die Erweiterung von 2015 eine Wärmepumpe zur Wärmerückgewinnung aus der Abluftanlage installiert. Die TWW-Bereitung findet vorwiegend dezentral in elektrischen Warmwasserbereitern statt. Nur ein Teil des Gebäudes wird von der zentralen TWW-Bereitung über Fernwärme versorgt.

Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern bzw. Unterflurkonvektoren im zweiten Erweiterungsbau beheizt. Die Regelung erfolgt im Altbau über Thermostatventile, die zu einem großen Teil erneuerungsbedürftig sind sowie über Raumthermostate und Einzelraumregelungen im zweiten Erweiterungsbau. Mit der reversiblen Wärmepumpe können die Unterflurkonvektoren im zweiten Erweiterungsbau im Sommer mit Kälte versorgt und damit die nachströmende Außenluft gekühlt werden. In der Schule sind insgesamt 6 Lüftungsanlagen zur Lüftung von Räumen installiert. Es handelt sich im Wesentlichen um Abluftanlagen, eine davon mit Wärmerückgewinnung durch die Wärmepumpe. Außerdem ist eine Zu-Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung installiert. Insgesamt wird dennoch nur ein kleiner Teil der Klassenräume mechanisch gelüftet.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.2.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt 890.832 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 10.720 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 83 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert bereits an der unteren Grenze, allerdings noch ca. 80 % über dem Zielwert für Gebäude dieser Nutzungsart.

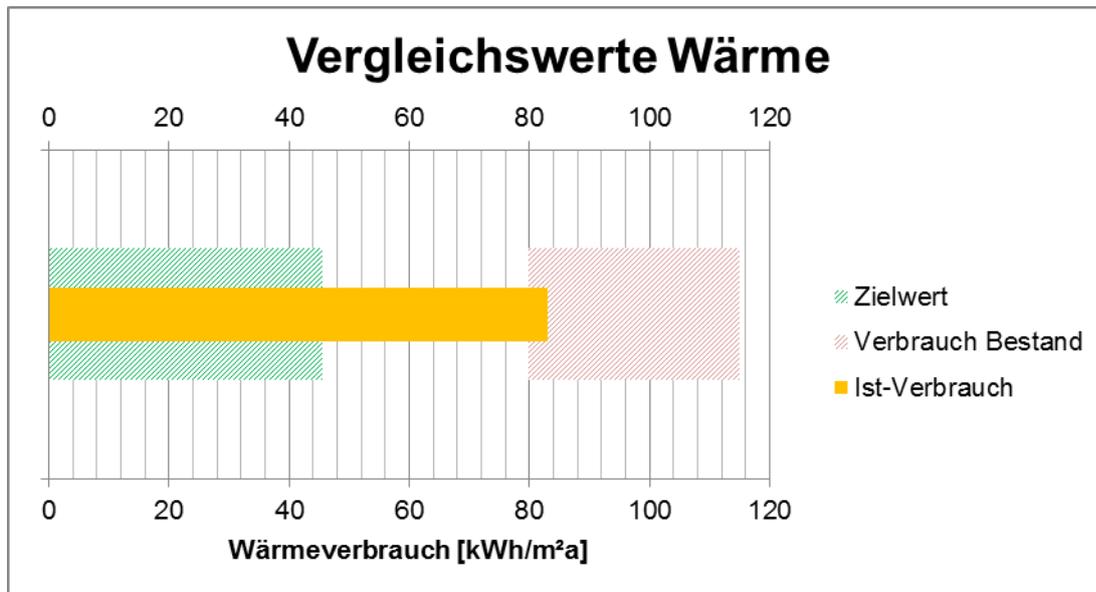


Abb. 26: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Theodor-Heuss-Schule

3.4.2.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Zwei Drittel der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, ein Drittel geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 27). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne tragen zusammen fast zur Hälfte zur Deckung der Wärmeverluste des Gebäudes bei.

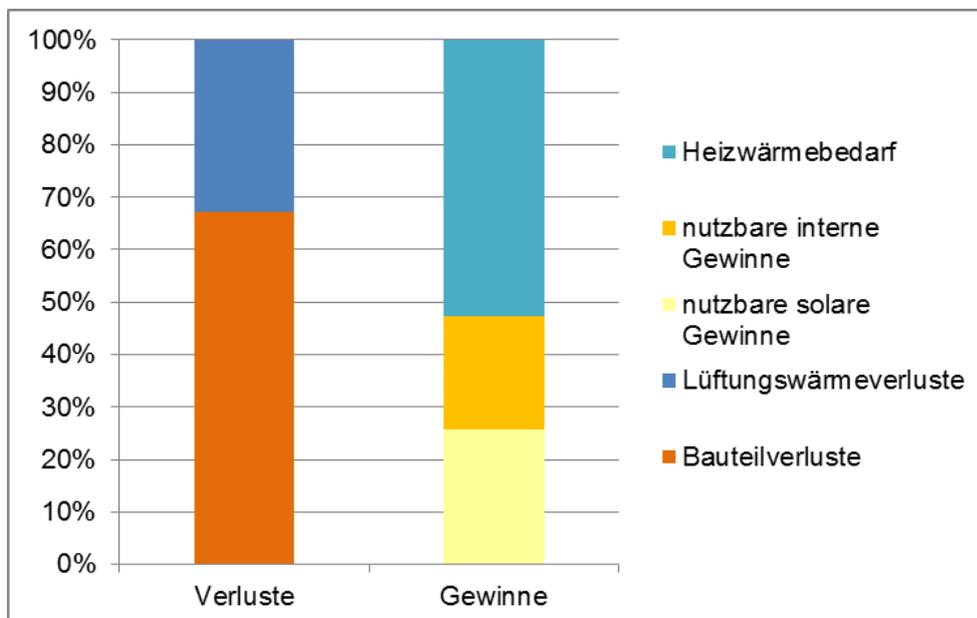


Abb. 27: Heizwärmebilanz Theodor-Heuss-Schule

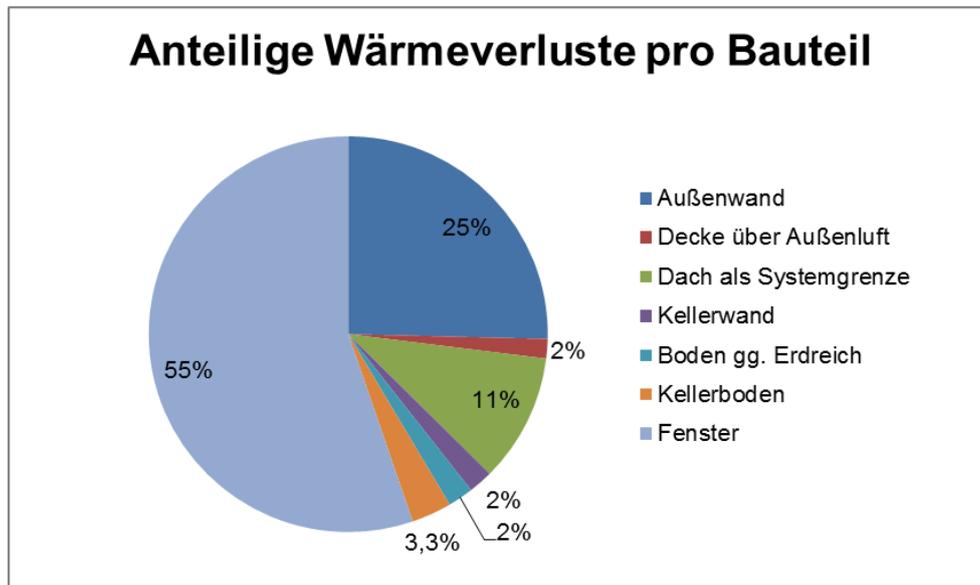


Abb. 28: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Theodor-Heuss-Schule

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass v.a. die Fenster mit 55 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 28).

3.4.2.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die Fensterflächen mit 2-fach-Isolierverglasung und die Sheddächer mit einfacher Verglasung sind die energetischen Schwachstellen der Gebäudehülle.
- Nach den Fenstern bieten die Außenwandflächen weiteres Einsparpotenzial bei der Gebäudehülle.
- Die zentrale Erzeugung und Verteilung für Trinkwarmwasser zeigt Instandsetzungsbedarf. Die Erneuerung und teilweise Umstellung auf dezentrale Trinkwarmwasserbereitung birgt Effizienzpotenzial.
- Heizungsverteilung und -übergabe können durch die Erneuerung der Thermostatventile und Umstellung auf Einzelraumregelung zur Energieeinsparung beitragen.

3.4.3 Ferdinand-von-Steinbeis-Schule

3.4.3.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 29: Ansicht Ferdinand-von-Steinbeis-Schule

Die berufliche Schule wurde 1955/56 gebaut, in den Jahren 1982 und 1992 durch Aufstockung erweitert sowie 2010 teilweise saniert. Heute hat das Gebäude eine beheizte Nettogrundfläche von ca. 9.800 m².

Das Gebäude ist in Stahlbeton-Skelettbauweise erstellt und nachträglich bis auf die Südostseite sowie Teile der Nordostfassade gedämmt worden. Das Dach wurde 2010 ebenfalls nachträglich gedämmt und eine Photovoltaikanlage darauf errichtet. Die Verglasungen bestehen zu großen Teilen aus Metall-Kastenfenstern. Weitere Fenstertypen stammen aus den Baujahren 1982, 1992 und 1997. Im beheizten Untergeschoss gibt es bauzeitliche Glasbausteine und Holzverbundfenster.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation mit Wärme versorgt. Die TWW-Bereitung erfolgt zentral aus der Fernwärme über eine Verteilung mit TWW-Speicher und Zirkulation. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern beheizt. Die Regelung erfolgt über Thermostatventile. In der Schule gibt es eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, die Teile des Gebäudes be- und entlüftet. Insgesamt wird dennoch nur ein kleiner Teil der Klassenräume mechanisch gelüftet. Zusätzlich existieren Abluftgeräte für Digestorien (Chemie) und die Tiefgarage mit Fahrradraum.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.3.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt 810.948 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 9.800 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 83 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert bereits an der unteren Grenze, allerdings noch ca. 80 % über dem Zielwert für Gebäude dieser Nutzungsart.

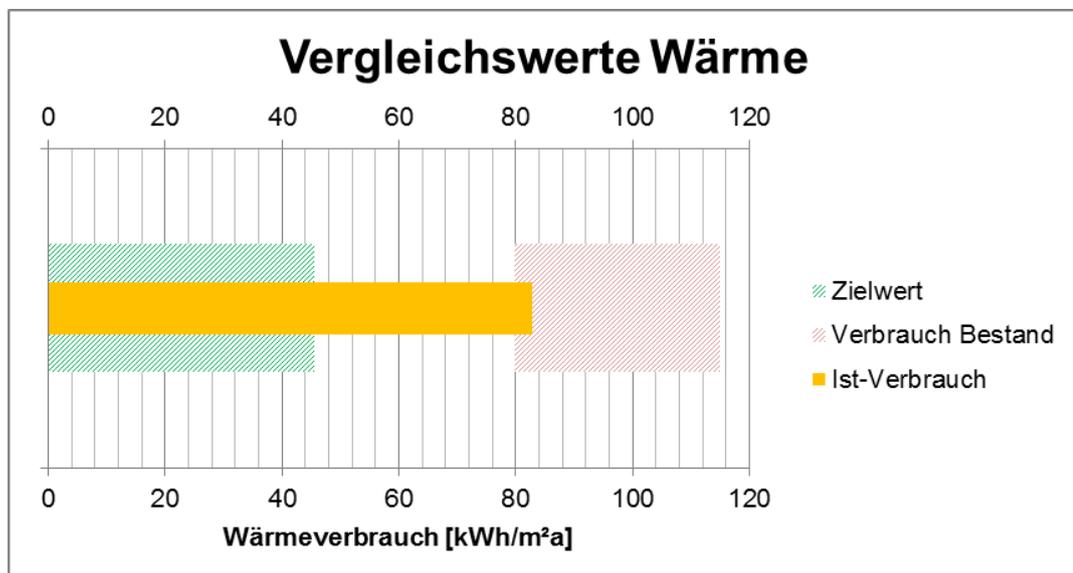


Abb. 30: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Ferdinand-von-Steinbeis-Schule

3.4.3.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Fast drei Viertel der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, über ein Viertel geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 31). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen über 40 % der Wärmeverluste des Gebäudes.

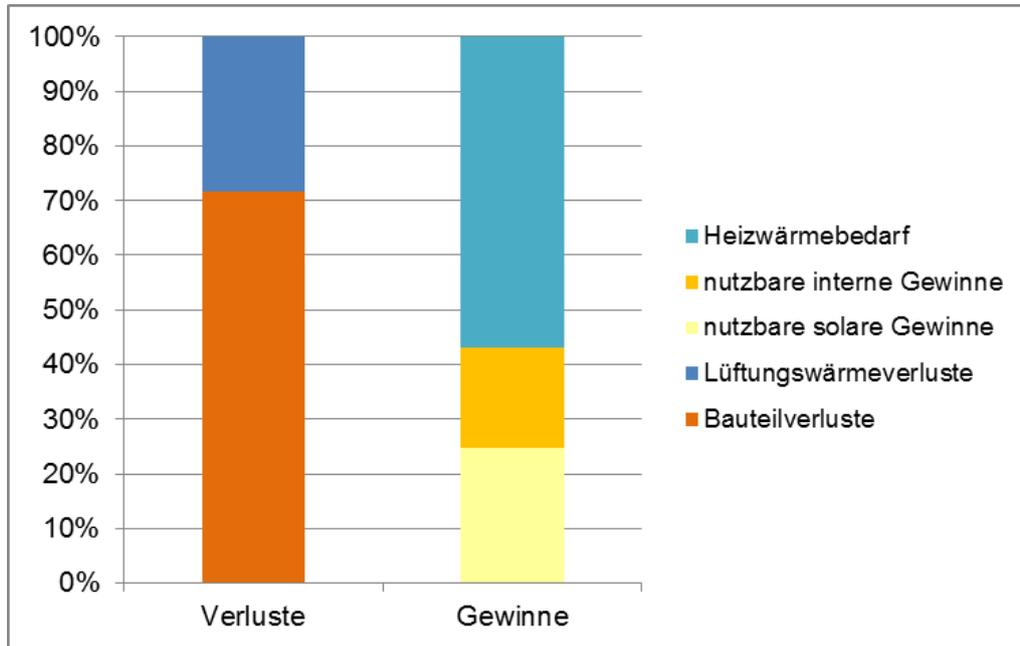


Abb. 31: Heizwärmebilanz Ferdinand-von-Steinbeis-Schule

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass v.a. die Fenster mit 54 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 32).

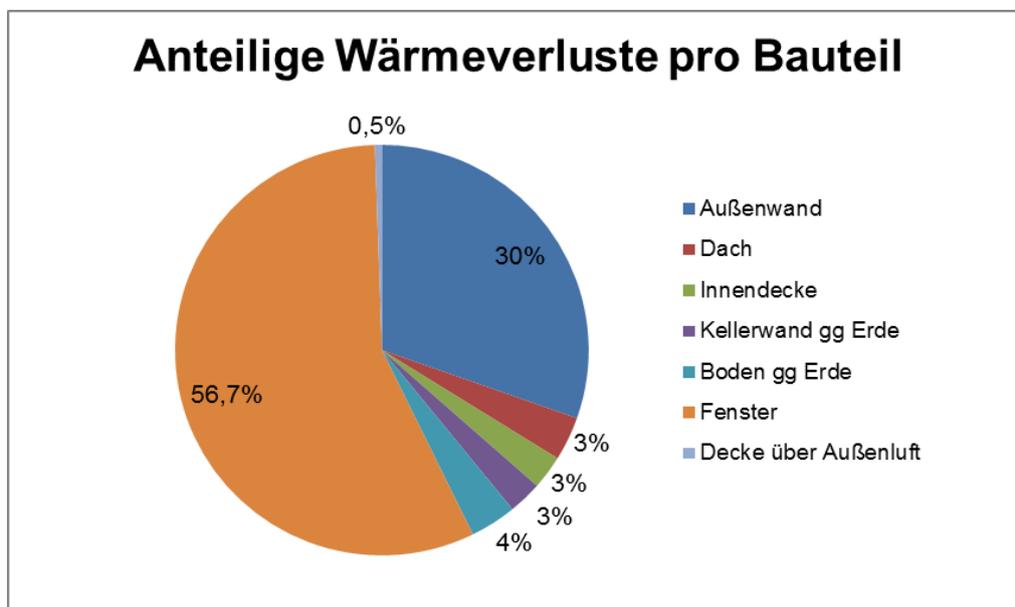


Abb. 32: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Ferdinand-von-Steinbeis-Schule

3.4.3.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die Verglasungen mit Baujahren 1981 und 1994 sowie Kasten und Verbundfenster stellen eine energetische Schwachstelle des Gebäudes dar.
- Die bisher ungedämmten Flächen der Außenfassade bieten weiteres Einsparpotenzial.
- Die Umstellung der zentralen Trinkwarmwasserbereitung auf effiziente dezentrale Anlagen verringert die Wärmeverluste.

3.4.4 Kerschensteinerschule

3.4.4.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 33: Ansicht Kerschensteinerschule

Die berufliche Schule wurde 1980 gebaut und im Zeitraum 1982 – 1985 erweitert. Beide Gebäudeteile haben eine beheizte Nettogrundfläche von zusammen ca. 8.740 m².

Das Gebäude ist in Stahlbeton-Skelettbauweise mit einem großen Anteil von Pfosten-Riegel-Elementen und Verglasungen erstellt worden. Teilweise besteht die Fassade aus Sichtbetonflächen und im Bereich der Verglasungen sind massive Betonverkleidungen vorgehängt, hinter denen die Außenjalousien angebracht wurden.

Das Dach wurde seit der Errichtung nicht energetisch ertüchtigt und befindet sich am Ende seiner üblichen Nutzungszeit.

Die Verglasungen sind durchgehend Teil der Pfosten-Riegel-Elemente und bestehen überwiegend aus baualterstypischer Isolierverglasung in thermisch getrennten Metallrahmen.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation mit Wärme versorgt. Die TWW-Bereitung erfolgt zentral aus der Fernwärme über eine Verteilung mit TWW-Speicher und Zirkulation. Der TWW-Speicher mit Baujahr 1981 hat aus technischen und hygienischen Gründen Modernisierungsbedarf. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern beheizt. Ein Teil der Umwälzpumpen sind ältere, unregelmäßige Modelle. Die Regelung erfolgt über Thermostatventile oder einfache Drehventile.

In der Schule gibt es zwei zentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die innenliegende Teile des Gebäudes sowie Werkstatt, Küche, Mensa und Sanitärräume be- und entlüften. Insgesamt wird dennoch nur ein kleiner Teil der Klassenräume mechanisch gelüftet. Zusätzlich existieren Abluftgeräte für Digestorien (Chemie).

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.4.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt 995.469 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 8.740 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 114 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert an der oberen Grenze und etwa beim 2,5-fachen des Zielwertes für Gebäude dieser Nutzungsart.

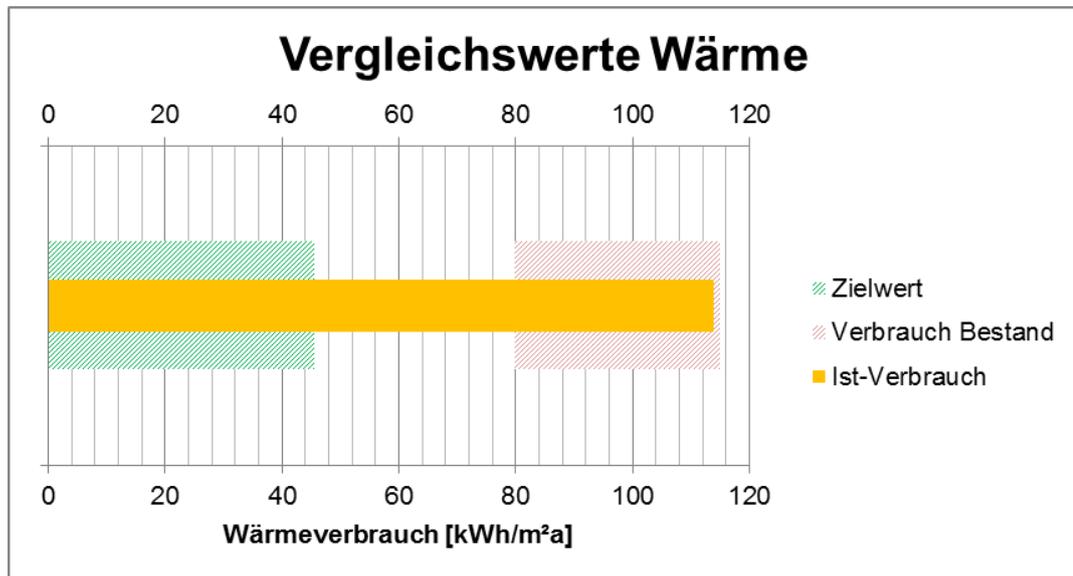


Abb. 34: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Kerschensteinerschule

3.4.4.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Mehr als die Hälfte (57 %) der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest (43 %) geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 35). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen fast ein Drittel der Wärmeverluste des Gebäudes.

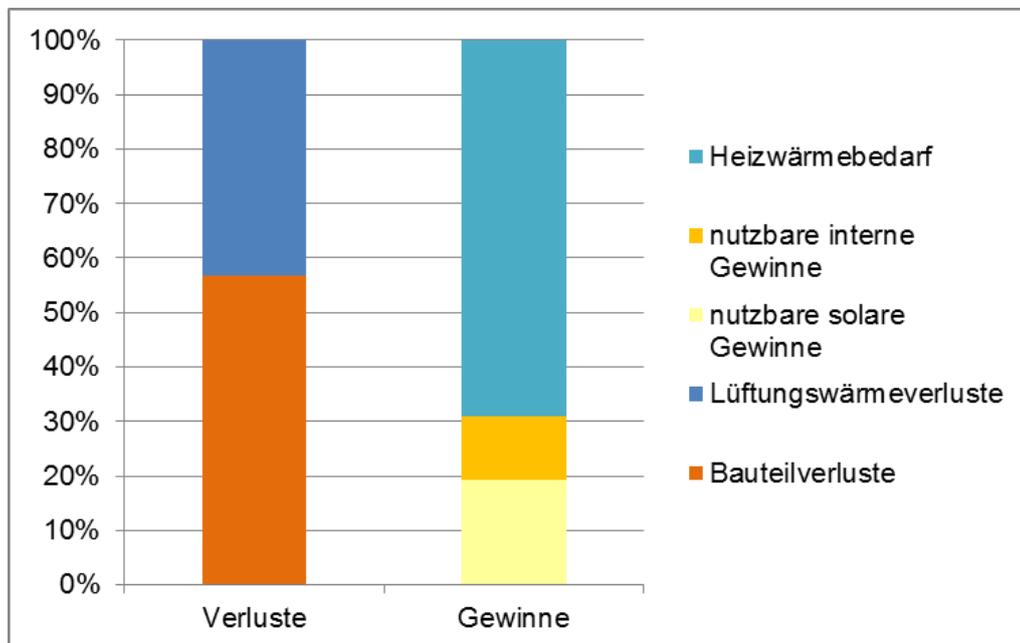


Abb. 35: Heizwärmebilanz Kerschensteinerschule

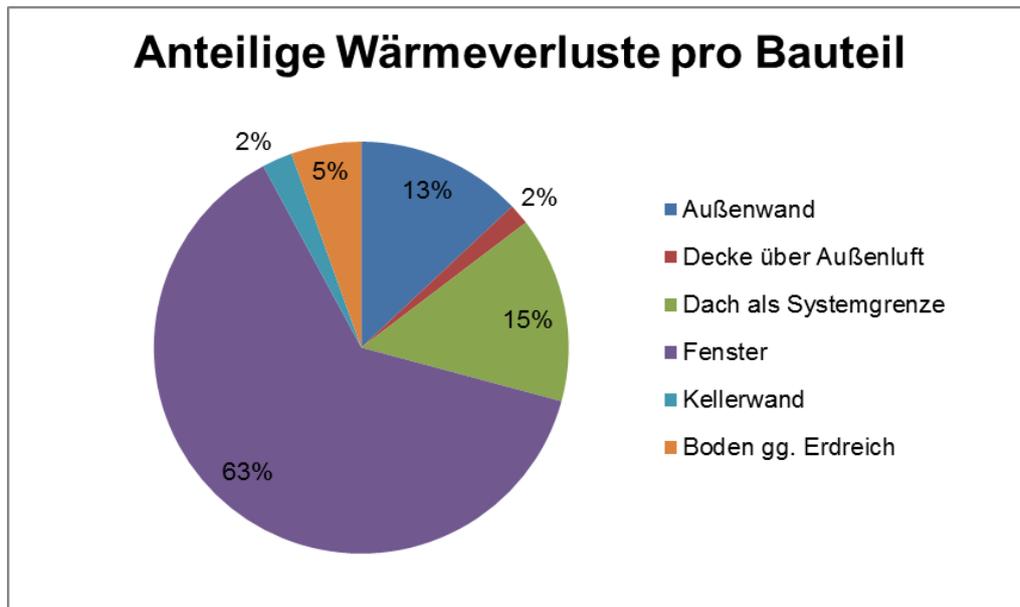


Abb. 36: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Kerschensteinerschule

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass v.a. die Fenster mit 63 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 36).

3.4.4.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die überwiegend vorhandene 2-fach-Isolierverglasung von Anfang der 80-er Jahre stellt zusammen mit den geringfügig gedämmten Pfosten-Riegel-Elementen in der Fassade eine energetische Schwachstelle des Gebäudes dar.
- Das Dach mit nur baualterstypischem Wärmeschutz bietet weiteres Einsparpotenzial.
- Heizkreisverteiler mit Instandsetzungsbedarf und ineffiziente Heizwärmeübergabe durch veraltete Thermostatventile.
- Umstellung der zentralen TWW-Bereitung auf dezentrale Anlagen birgt Effizienzpotenzial durch Vermeidung von Bereitstellungsverlusten.

3.4.5 Laura-Schradin-Schule Altbau

3.4.5.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 37: Ansicht Laura-Schradin-Schule, Altbau

Das Schulgebäude wurde 1953 gebaut und seitdem nur geringfügig energetisch modernisiert. Dieser Gebäudeteil der Laura-Schradin-Schule hat eine beheizte Nettogrundfläche von ca. 3.056 m².

Das Gebäude ist in Stahlbeton-Skelettbauweise und Mauerwerk erstellt worden. Das Dach ist nicht ausgebaut und befindet sich in einem funktionstüchtigen Zustand. Die oberste Geschosdecke, die als thermischer Abschluss dient, wurde 2010 gedämmt.

Die großflächigen Verglasungen sind weit überwiegend Holz-Verbundfenster mit bauzeitlicher Verglasung.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation mit Wärme versorgt. Die TWW-Bereitung erfolgt zentral über einen Elektro-Boiler mit TWW-Speicher und Zirkulation. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern beheizt. Die Regelung erfolgt über zentral gesteuerte, druckluftbetriebene Thermostatventile, einfache Drehventile oder bereits nachgerüstete Thermostatventile.

In diesem Teil der Laura-Schradin-Schule gibt es keine Lüftungsanlagen. In den abgehängten Zwischendecken der Flure verlaufen jedoch heute ungenutzte Kanäle von den Klassenzimmern zu Lüftungsöffnungen an der Nordwestseite der Fassade.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.5.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt ohne den für den Musiksaal geschätzten Anteil ca. 253.800 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 3.056 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 83 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert bereits an der unteren Grenze, allerdings noch ca. 80 % über dem Zielwert für Gebäude dieser Nutzungsart.

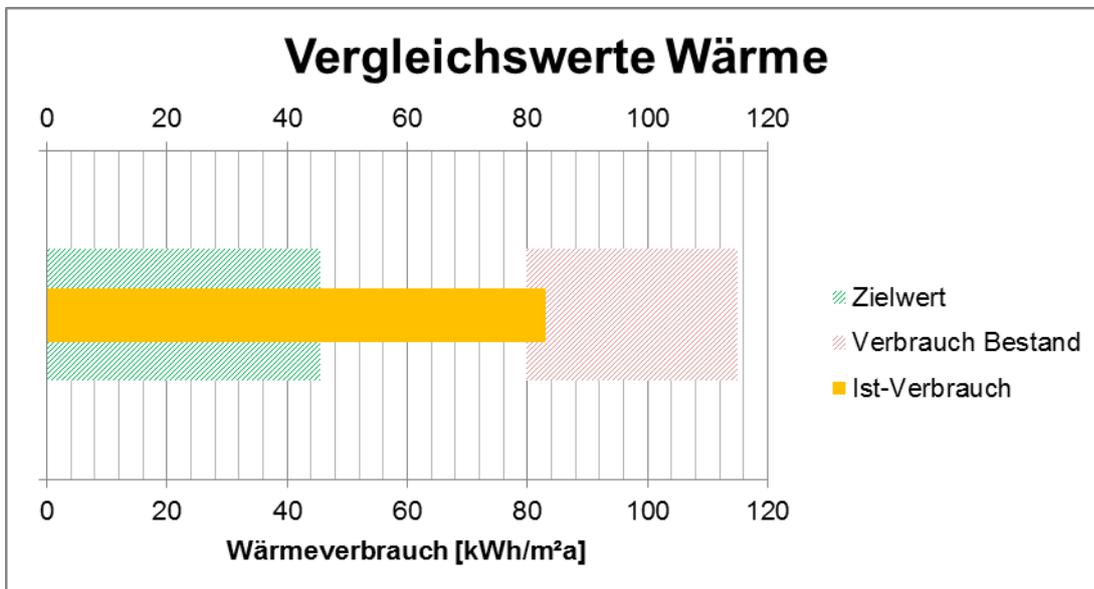


Abb. 38: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Laura-Schradin-Schule, Altbau

3.4.5.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Fast drei Viertel der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest (27 %) geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 39). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen fast ein Drittel der Wärmeverluste des Gebäudes.

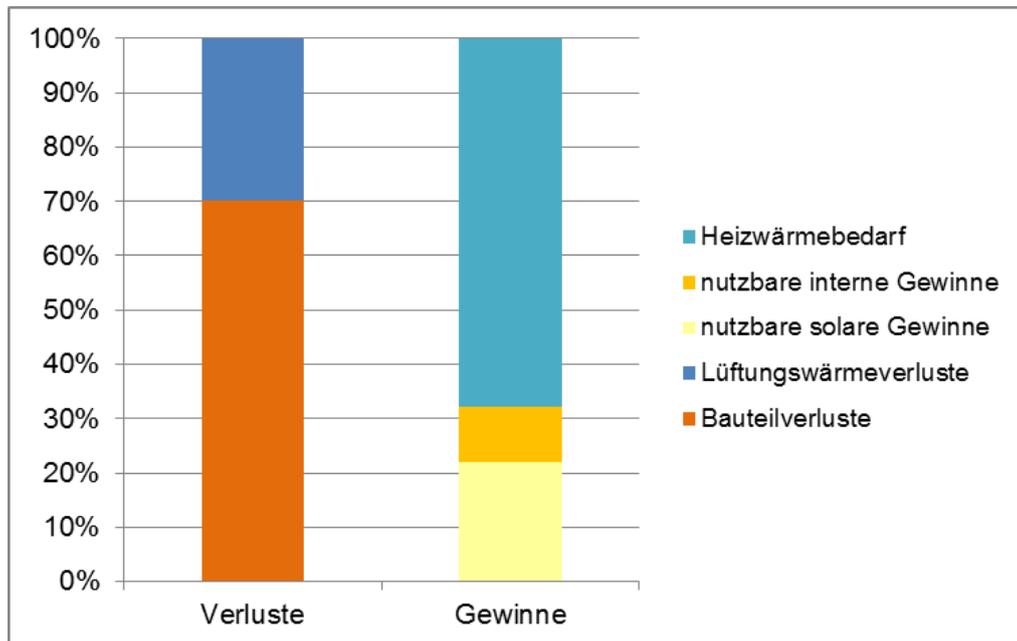


Abb. 39: Heizwärmebilanz Laura-Schradin-Schule, Altbau

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass v.a. Fenster und Außenwand mit zusammen über 70 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 40)

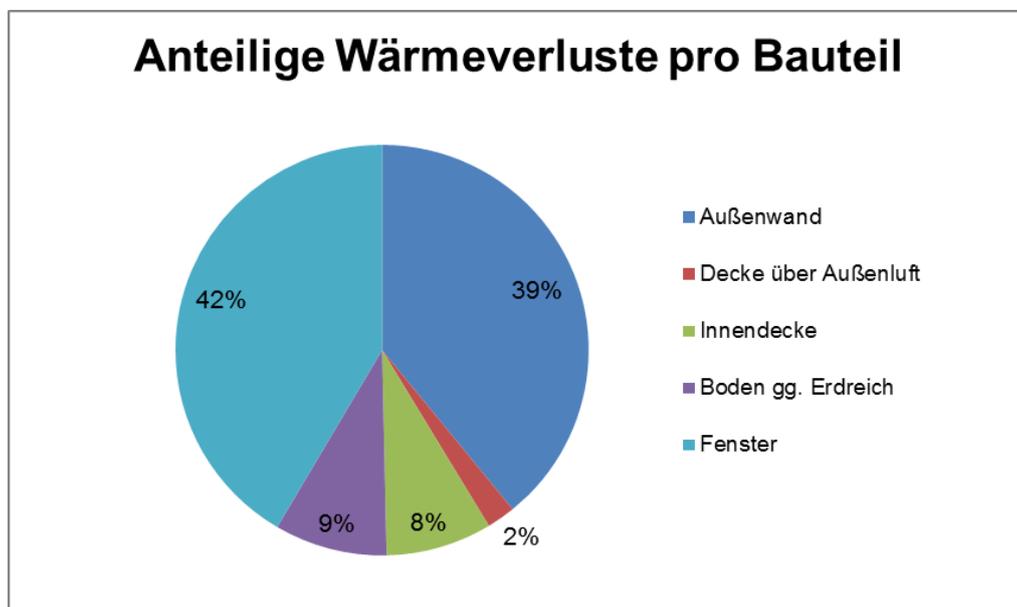


Abb. 40: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Laura-Schradin-Schule, Altbau

3.4.5.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die überwiegend vorhandenen Holz-Verbundfenster stellen zusammen mit der baualterstypischen Fassade die energetische Schwachstelle in der Gebäudehülle dar.
- Heizkreisverteiler mit Instandsetzungsbedarf und ineffiziente Heizwärmeübergabe durch veraltete Thermostatventile.
- Umstellung der zentralen TWW-Bereitung auf dezentrale Anlagen birgt Effizienzpotenzial durch Vermeidung von Bereitstellungsverlusten.

3.4.6 Laura-Schradin-Schule Musiksaal



Abb. 41: Ansicht Laura-Schradin-Schule Musiksaal

Der Musiksaal der Laura-Schradin-Schule wurde 1953 erbaut und seitdem nicht energetisch modernisiert. Der nur über einen überdachten Gang mit dem Altbau der Laura-Schradin-Schule verbundene Gebäudeteil hat eine beheizte Nettogeschossfläche von 136 m². An der Fassade zur Bismarckstraße befindet sich eine erhaltenswerte Skulptur.

Das Gebäude ist baualterstypisch in Mauerwerk erstellt worden. Das Dach wurde zwar bereits saniert, dabei aber nicht energetisch ertüchtigt und befindet sich soweit ersichtlich in gutem Zustand.

Die großflächigen Verglasungen an der Südwest-Seite sind weit überwiegend Holz-Verbundfenster mit bauzeitlicher Verglasung.

Das Gebäude wird über den alten Gebäudeteil der Laura-Schradin Schule mit Wärme versorgt. Es wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern beheizt. Die Regelung erfolgt über ein zentral gesteuertes, druckluftbetriebenes Ventil. Im Musiksaal selbst erfolgt die Wärmeabgabe über Konvektoren sowie einen Rippenheizkörper mit einfachem Drehventil im Vorraum. Es ist kein Wasseranschluss oder Warmwassernutzung vorhanden.

In diesem Teil der Laura-Schradin-Schule gibt es keine Lüftungsanlagen. Es ist ein offenbar außer Betrieb gesetzter Abluftventilator an der nordöstlichen Außenwand vorhanden.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.6.1 Bewertung des Gebäudes im Ist-Zustand

Der Wärmeverbrauch des Musiksaals als Teil der Laura-Schradin-Schule wird derzeit nicht separat erfasst. Aus dem für die Laura-Schradin-Schule bekannten Gesamtverbrauch kann der Verbrauch des Musiksaals anhand des Anteils an der gesamten Nettogeschossfläche mit ca. 11.300 kWh/a abgeschätzt werden. Eine konkrete Bewertung des Ist-Verbrauchs oder der Heizwärmebilanz des Musiksaals ist damit jedoch nicht möglich bzw. würde der Darstellung für den Altbau der Laura-Schradin-Schule entsprechen.

3.4.6.2 Schwachstellen und Potenziale

- Die überwiegend vorhandenen Holz-Verbundfenster stellen zusammen mit der baualterstypischen Fassade die energetische Schwachstelle in der Gebäudehülle dar.
- Das Dach mit nur baualterstypischem Wärmeschutz bietet weiteres Einsparpotenzial.
- Die für einen offenbar nicht mehr genutzten Abluftventilator bestehende Öffnung in der Nordost-Fassade sollte in geeigneter Weise verschlossen werden.
- Die stark undichte Eingangstür mit Metallgitter-Einfachverglasung zum beheizten Vorraum stellt eine erhebliche Wärmebrücke dar.
- Die bestehende, aus der Heizzentrale des Altbaus der Laura-Schradin-Schule geregelte Heizwärmeübergabe über ein druckluftgesteuertes Ventil sowie das im Vorraum vorhandene einfache Drehventil sind ineffizient. Ihre Erneuerung würde zur Vermeidung von Regelverlusten beitragen.

3.4.7 Laura-Schradin-Schule Neubau

3.4.7.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 42: Ansicht Laura-Schradin-Schule, Neubau

Die berufliche Schule wurde 1979/1980 erbaut und seitdem nicht energetisch modernisiert. Dieser Gebäudeteil der Laura-Schradin-Schule hat eine beheizte Nettogrundfläche von ca. 4.235 m².

Das Gebäude ist in Stahlbeton-Skelettbauweise mit einem großen Anteil von Pfosten-Riegel-Elementen und Verglasungen erstellt worden. Teilweise besteht die Fassade aus Sichtbetonflächen und im Bereich der Verglasungen sind massive Betonverkleidungen vorgehängt, hinter denen die Außenjalousien angebracht wurden.

Das Dach wurde seit der Errichtung nicht energetisch ertüchtigt und befindet sich am Ende seiner üblichen Nutzungsdauer. Es sind bereits einige Undichtigkeiten aufgetreten, die lokal repariert wurden.

Die Verglasungen sind durchgehend Teil der Pfosten-Riegel-Elemente und bestehen überwiegend aus baualterstypischer Isolierverglasung in Metallrahmen.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation mit Wärme versorgt. Die TWW-Bereitung erfolgt zentral aus der Fernwärme über eine Verteilung mit drei TWW-Speichern und Zirkulation. Zwei der TWW-Speicher dienen als Speicher. Der vorgeschaltete Speicher wird als Vorerwärmer genutzt und aus dem Heizungsrücklauf gespeist. Die Speicher haben aus technischen und hygienischen Gründen Modernisierungsbedarf und ihre Erneuerung durch Frischwasserstationen ist bereits

geplant. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern beheizt. Der überwiegende Teil der Umwälzpumpen sind ältere, unregelmäßige Modelle bis Baujahr 1979. Die Regelung erfolgt über zentral geregelte Druckluftventile, Thermostatventile oder einfache Drehventile.

In der Schule gibt es eine große zentrale Lüftungsanlage, die innenliegende Teile des Gebäudes sowie Küchen und Sanitärräume be- und entlüftet. Zusätzlich existieren Abluftgeräte für Chemieschränke und Digestorien (Chemie).

Auf dem Dach befinden sich zwei Kühlgeräte für die Kühlräume der Küchen.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.7.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt ca. 594.700 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 4.235 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 140 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert deutlich oberhalb üblicher Verbrauchskennwerte und beträgt mehr als das Dreifache des Zielwertes für Gebäude dieser Nutzungsart.

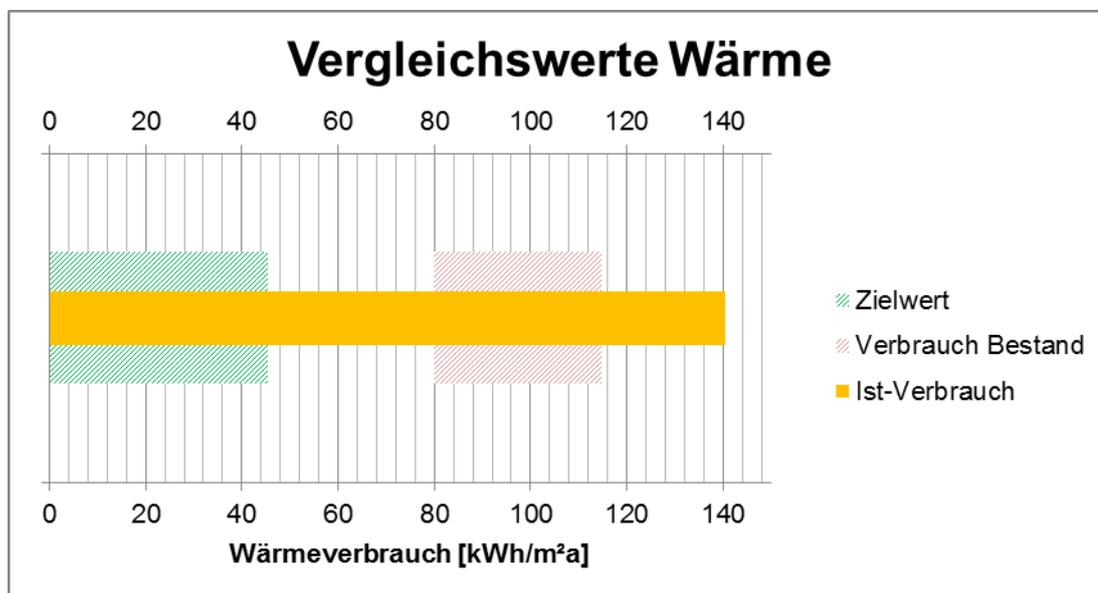


Abb. 43: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Laura-Schradin-Schule, Neubau

3.4.7.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Mehr als die Hälfte der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest (40 %) geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 44). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen ein Drittel der Wärmeverluste des Gebäudes.

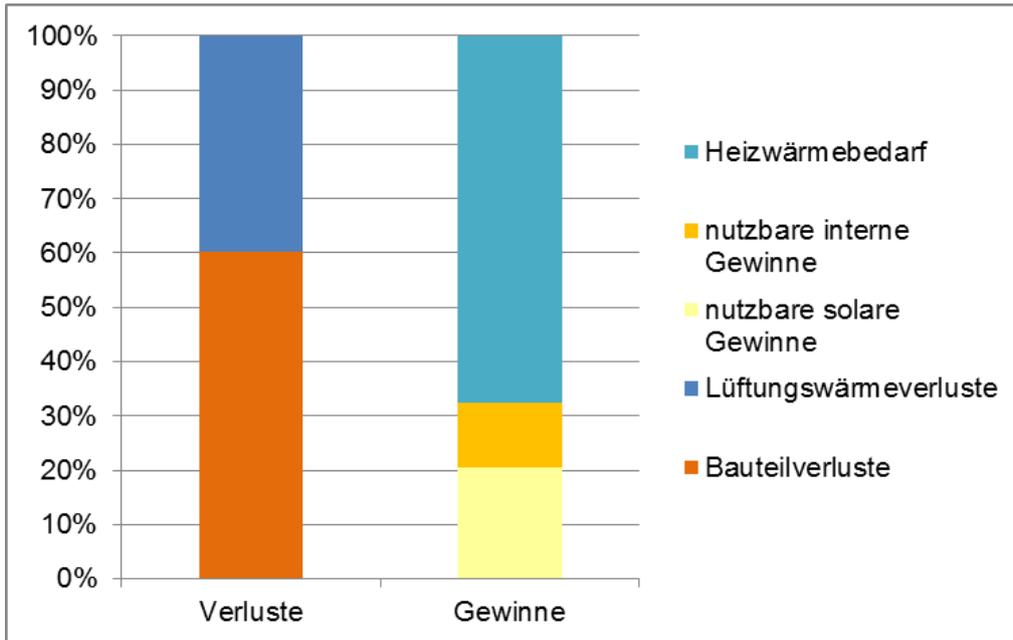


Abb. 44: Heizwärmebilanz Laura-Schradin-Schule, Neubau

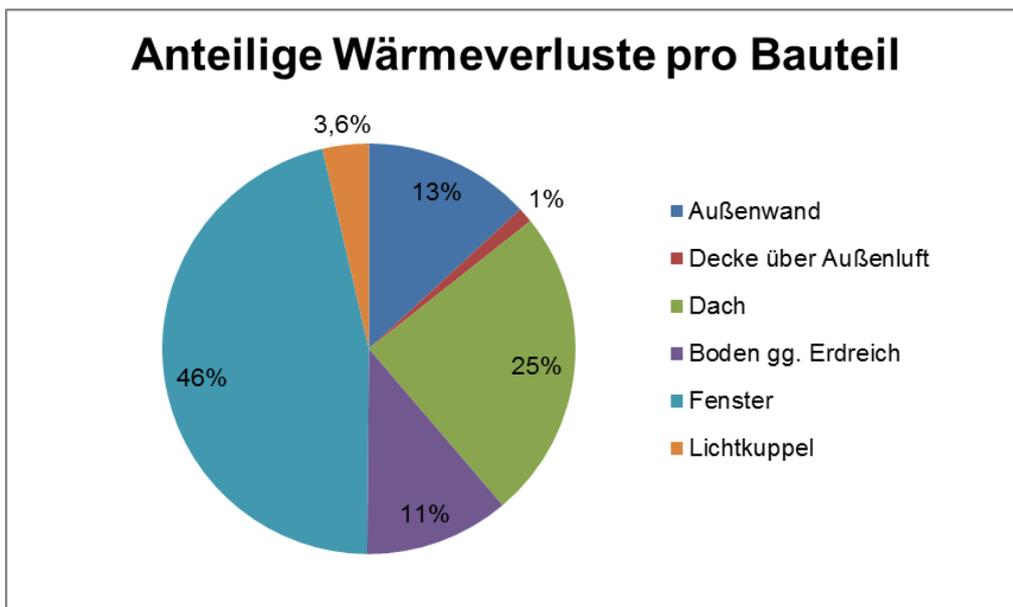


Abb. 45: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Laura-Schradin-Schule, Neubau

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass v.a. die Fenster mit 46 % und das Dach mit 25 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 45).

3.4.7.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die überwiegend vorhandene 2-fach-Isolierverglasung vom Anfang der 80-er Jahre stellt zusammen mit den geringfügig gedämmten Pfosten-Riegel-Elementen in der Fassade eine energetische Schwachstelle des Gebäudes dar.
- Das Dach mit nur baualterstypischem Wärmeschutz bietet weiteres Einsparpotenzial.
- Heizkreisverteiler und veraltete Heizkörper-Thermostatventile mit Instandsetzungsbedarf.
- Umstellung der zentralen TWW-Bereitung auf dezentrale Anlagen birgt Effizienzpotenzial durch Vermeidung von Bereitstellungsverlusten.

3.4.8 Bismarckstraße 15

3.4.8.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 46: Ansicht Laura-Schradin-Schule, Bismarckstraße 15

Das Gebäude Bismarckstraße 15 wird derzeit als berufliche Schule genutzt und gehört zum Komplex der Laura-Schradin-Schule. Das Gebäude wurde ca. in den

1920/30er Jahren erbaut und seitdem zwar mehrfach umgebaut, aber nicht maßgeblich energetisch modernisiert. Dieser Gebäudeteil der Laura-Schradin-Schule hat eine beheizte Nettogrundfläche von ca. 2.384 m².

Das Gebäude ist im Sockelbereich mit Naturstein und im oberen Bereich aus Mauerwerk erstellt worden. Die oberste Geschosdecke und eine Dachfläche wurden teilweise von oben nachträglich gedämmt. Das Dach befindet sich in gutem Zustand und zeigt keinen Instandsetzungsbedarf. Die großflächigen Verglasungen im Klassenbereich sind überwiegend Holz-Verbundfenster mit bauzeitlicher Verglasung. Im Dachfensterbereich finden sich auch 2-fach Isolierverglasungen und vereinzelt Wärmeschutzverglasungen.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation mit Wärme versorgt. Die TWW-Bereitung erfolgt weitgehend dezentral über Elektro-Boiler. Der im Kellerbereich befindliche TWW-Speicher aus dem Jahr 1997 wird nur bedarfsweise zur Gebäudereinigung genutzt. Er besitzt eine elektrische Nachheizung. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern beheizt. Die Regelung erfolgt über Thermostatventile.

In diesem Teil der Laura-Schradin-Schule gibt es keine aktiven Lüftungsanlagen. Im Keller befindet sich noch eine außer Betrieb gestellte Lüftungsanlage.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.8.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der dem Gebäude aus dem Gesamtverbrauch der Laura-Schradin-Schule zugeordnete mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt ca. 151.800 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 2.170 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 70 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert bereits darunter, allerdings noch ca. 50 % über dem Zielwert für Gebäude dieser Nutzungsart.

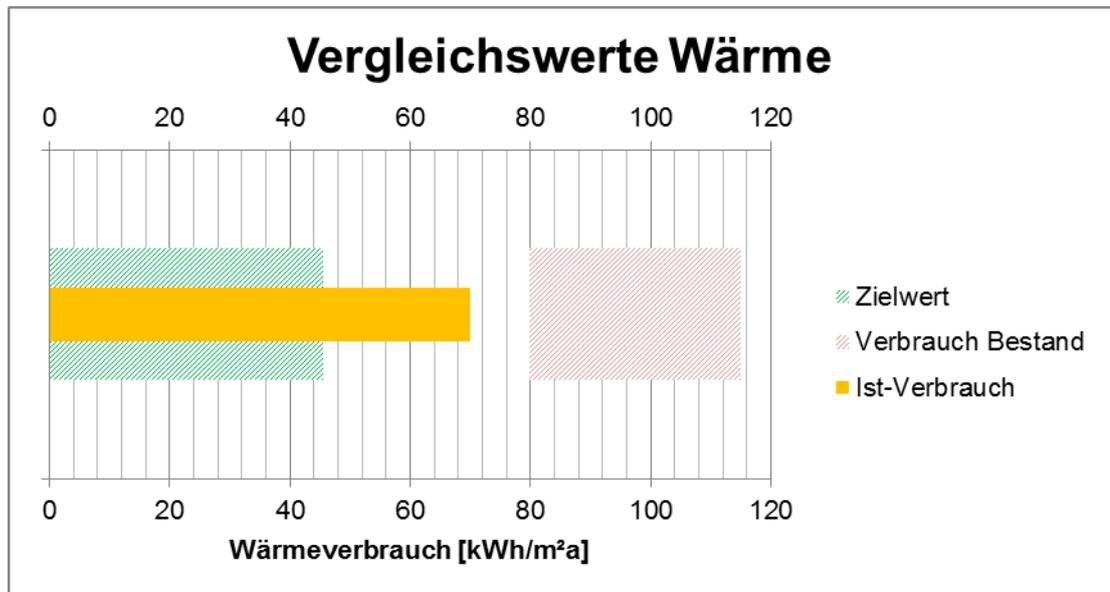


Abb. 47: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Laura-Schradin-Schule, B15

3.4.8.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Fast drei Viertel der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest (28 %) geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 48). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen fast ein Drittel der Wärmeverluste des Gebäudes.

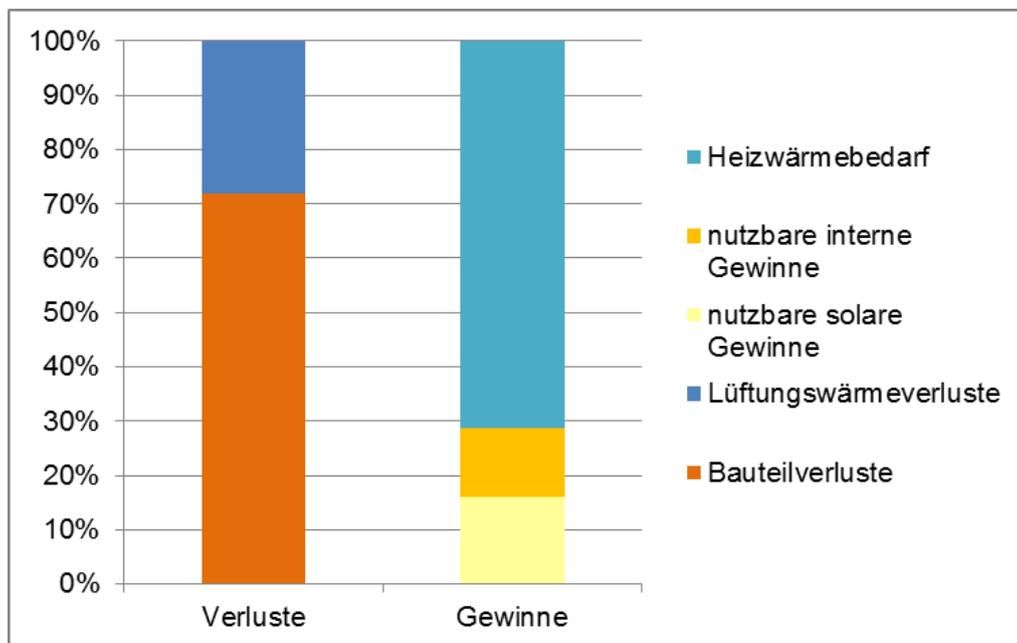


Abb. 48: Heizwärmebilanz Laura-Schradin-Schule, B15

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass die Fenster bei einem Flächenanteil an der gesamten thermischen Hülle von nur ca. 10 % fast 23 % der Transmissionswärmeverluste verursachen (Abb. 49).

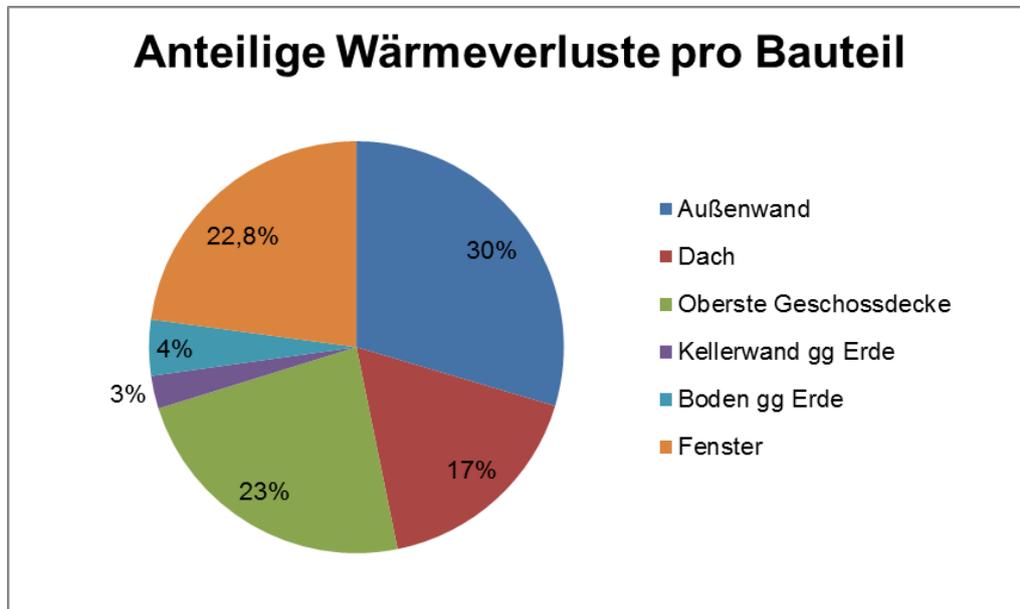


Abb. 49: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Laura-Schradin-Schule, B15

Die Anteile von Außenwänden, Dachflächen und der obersten Geschossdecke an den Wärmeverlusten entsprechen in etwa dem Anteil an der gesamten thermischen Hülle, können jedoch ebenfalls Handlungsfelder für eine Effizienzsteigerung darstellen.

3.4.8.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die überwiegend vorhandenen Holz-Verbundfenster mit zwei Einfachverglasungen stellen die energetische Schwachstelle in der Gebäudehülle dar.
- Eine Verbesserung der energetischen Qualität der Außenwand, der obersten Geschossdecke sowie der Dachflächen in beheizten Bereichen stellt ein weiteres Effizienzpotenzial dar.
- Die Umstellung der zentralen TWW-Bereitung auf zusätzliche dezentrale Anlagen birgt Effizienzpotenzial durch Vermeidung von Bereitstellungsverlusten.

3.4.9 Werkstattgebäude Altbau

3.4.9.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 50: Ansicht Werkstattgebäude Altbau

Der Altbau des Werkstattgebäudes wurde 1956 erbaut und ca. 2010 teilweise energetisch saniert. Das Gebäude hat eine beheizte Nettogeschossfläche von 2.950 m².

Das Gebäude ist weitgehend als Stahlbetonskelett und in massivem Stahlbeton erbaut und besitzt charakteristische Sheddächer. Diese wurden im Zuge der energetischen Sanierung an den Flanken gedämmt und die Fenster erneuert. Die Dachfläche der Sheds war nicht Bestandteil der Sanierung. Der Kfz-Bereich besitzt eine Wellblechverkleidung mit geringfügiger Dämmung und ein großes Garagentor aus Kunststoff.

Die Verglasungen bestehen überwiegend aus 2-fach-Isolierverglasung aus den Jahren 1981 und 1986. Die Shedverglasung ist in 2-fach-Wärmeschutzverglasung mit Milchglas in Metallrahmen ausgeführt.

Das Gebäude wird über die Fernwärme-Übergabestation in der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule mit Wärme versorgt. Die TWW-Bereitung erfolgt dezentral mit insgesamt vier Elektro-Boilern. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung beheizt. Die Wärmeübergabe erfolgt durch Deckenstrahlplatten und vereinzelt durch Heizkörper.

In der Schule gibt es diverse an die Nutzung spezieller Maschinen gekoppelte Abluftanlagen, insbesondere ein großes Abluftgerät im Schweißbereich.

Außerdem befinden sich im Gebäude die zentralen Druckluftkompressoren zur Versorgung der Schulen und der alten Druckluft-Thermostate.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.9.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt 291.330 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 2.950 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 99 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert im Mittelfeld und bei mehr als dem 2-fachen des Zielwertes für Gebäude dieser Nutzungsart.

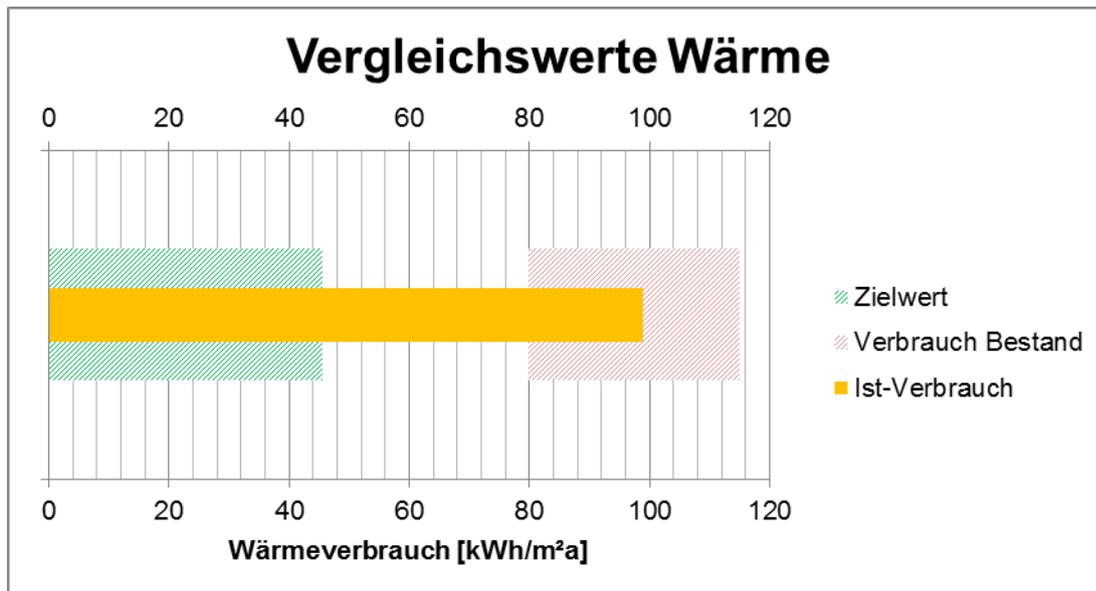


Abb. 51: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Werkstattgebäude Altbau

3.4.9.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Mehr als die Hälfte (60 %) der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest (40 %) geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 52). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen fast ein Drittel der Wärmeverluste des Gebäudes.

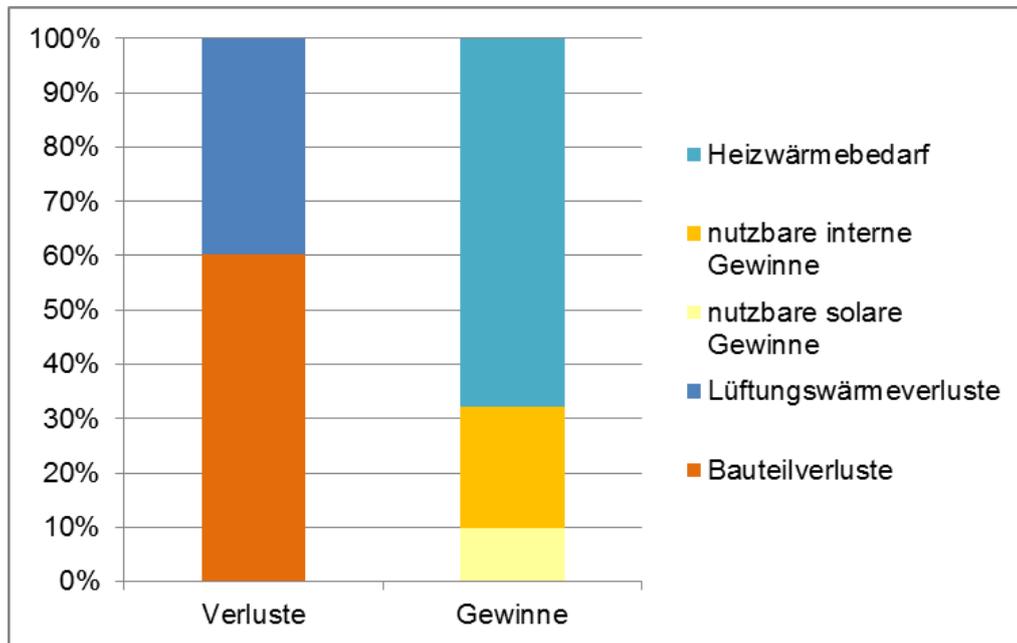


Abb. 52: Heizwärmebilanz Werkstattgebäude Altbau

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass v.a. das Dach mit 51 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich ist (Abb. 53).

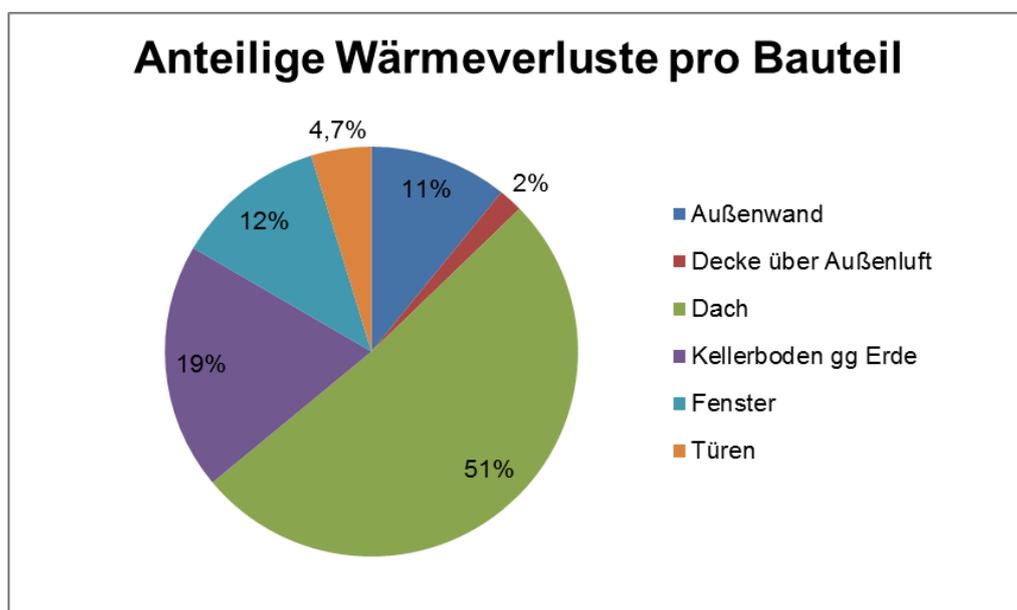


Abb. 53: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Werkstattgebäude Altbau

3.4.9.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die überwiegend vorhandene 2-fach-Isolierverglasung aus den 80-er Jahren stellt zusammen mit dem geringfügig gedämmten Dach eine energetische Schwachstelle des Gebäudes dar.
- Heizkreisverteiler mit Instandsetzungsbedarf,
- Thermostatventile sind zu erneuern.

3.4.10 Werkstattgebäude Neubau

3.4.10.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 54: Ansicht Werkstattgebäude Neubau

Das Werkstattgebäude wurde ca. 1982 erbaut. Der Gebäudeteil hat eine beheizte Nettogeschossfläche von ca. 6.339 m².

Das Gebäude ist in Stahlbeton-Skelettbauweise mit einem großen Anteil von Pfosten-Riegel-Elementen und Verglasungen erstellt worden. Teilweise besteht die Fassade aus Sichtbetonflächen, im Bereich der Verglasungen sind massive Betonverkleidungen vorgehängt, hinter denen die Außenjalousien angebracht wurden.

Das Dach wurde seit der Errichtung nicht energetisch ertüchtigt und befindet sich am Ende seiner üblichen Nutzungszeit. In einigen Bereichen hat sich schon nicht geplante Dachbegrünung angesetzt.

Die Verglasungen sind durchgehend Teil der Pfosten-Riegel-Elemente und bestehen überwiegend aus baualterstypischer Isolierverglasung in Metallrahmen.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation mit Wärme versorgt. Die zentrale TWW-Bereitung erfolgt aus der Fernwärme mit einem 300-Liter-TWW-Speicher. Ergänzend sind einige dezentrale Boiler installiert. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern beheizt. Die Regelung erfolgt über Thermostatventile oder einfache Drehventile.

In der Schule gibt es diverse nach Bedarf betriebene Abluftgeräte. Auf dem Dach befindet sich ein Zu- und Abluftgerät mit Wärmerückgewinnung. Teilweise wird das Gebäude durch eine Lüftungsanlage der benachbarten Kerschensteiner-Schule mitversorgt.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.10.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt 291.330 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 4.328 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 67 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert an der unteren Grenze, allerdings noch fast beim 2-fachen des Zielwertes für Gebäude dieser Nutzungsart.

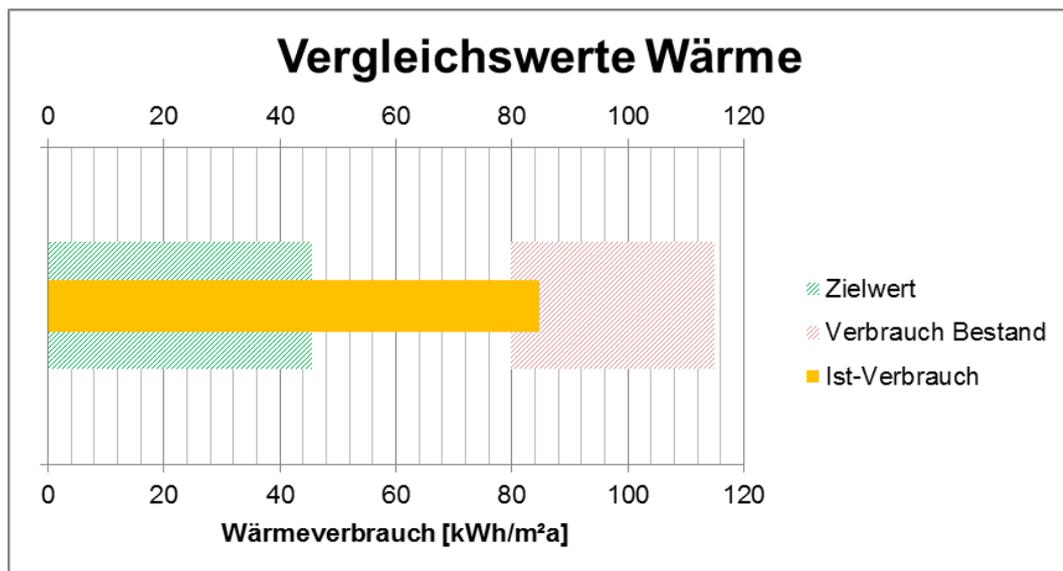


Abb. 55: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Werkstattgebäude Neubau

3.4.10.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Über zwei Drittel (68 %) der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest (32 %) geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 56). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen über 40 % der Wärmeverluste des Gebäudes.

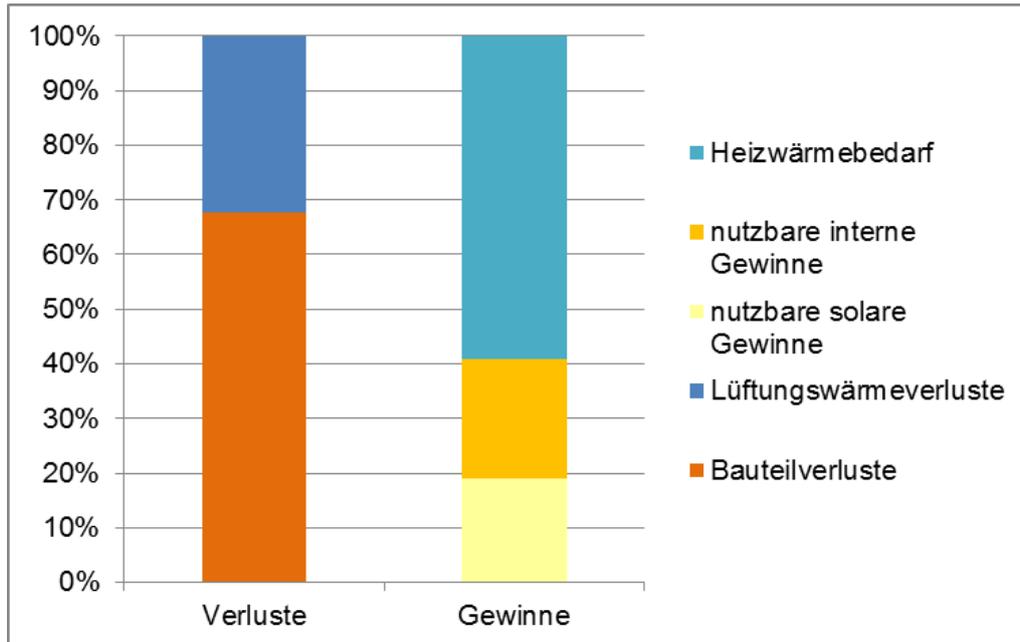


Abb. 56: Heizwärmebilanz Werkstattgebäude Neubau

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass v.a. die Fenster mit 41 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 57).

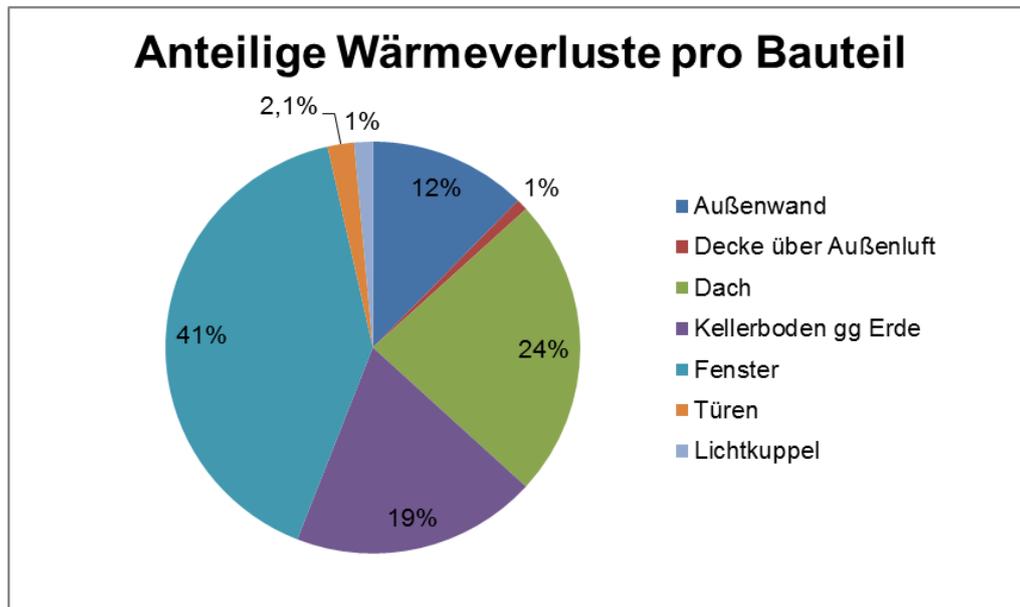


Abb. 57: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Werkstattgebäude Neubau

3.4.10.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die überwiegend vorhandene 2-fach-Isolierverglasung von Anfang der 80-er Jahre stellt zusammen mit den geringfügig gedämmten Pfosten-Riegel-Elementen der Fassade eine energetische Schwachstelle des Gebäudes dar.
- Das Dach mit nur baualterstypischem Wärmeschutz bietet weiteres Einsparpotenzial.
- Heizkreisverteiler mit Instandsetzungsbedarf und ineffiziente Heizwärmeübergabe durch veraltete Thermostate.
- Umstellung der zentralen TWW-Bereitung auf dezentrale Anlagen birgt Effizienzpotenzial durch Vermeidung von Bereitstellungsverlusten.

3.4.11 Theodor-Heuss-Sporthalle

3.4.11.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 58: Ansicht Theodor-Heuss-Sporthalle

Die Sporthalle wurde 1953 gebaut und 1973 erweitert. Im Jahr 2010 wurden große Teile der Hülle energetisch saniert. Von der Sanierung ausgenommen waren das Dach, die Fassade und die Glasbausteine der kleinen Sporthalle. Das Gebäude hat eine beheizte Nettogrundfläche von ca. 3.068 m².

Das ursprüngliche Gebäude ist in Mauerwerk und Stahlbeton-Skelettbauweise, der Erweiterungsbau in massiven Stahlbeton und Stahlbeton-Skelettbauweise erstellt worden. Das Dach der großen Sporthalle und des Zwischenbaus wurde gemeinsam mit der Fassade energetisch saniert. Das mit Welleternitplatten bedeckte Dach der kleinen Sporthalle und des angrenzenden Musiksaals wurden noch nicht energetisch ertüchtigt und sind am Ende ihrer üblichen Nutzungszeit.

Die Fenster wurden durch 2-fach-Wärmeschutzverglasungen ausgetauscht und sind in gutem Zustand. Die Glasbausteine der kleinen Sporthalle stammen aus dem Ursprungsbaujahr und sind teilweise beschädigt.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation mit Wärme versorgt. Die TWW-Bereitung erfolgt zentral in 3 Frischwasserstationen mit zwei 1500 l Pufferspeichern. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Luftheizung in den Sporthallen und Heizkörpern in den Umkleiden beheizt.

Es sind insgesamt drei Zu- und Abluftgeräte mit Wärmerückgewinnung vorhanden.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.11.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt ca. 255.900 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 2.948 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 87 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert bereits nah am Zielwert.

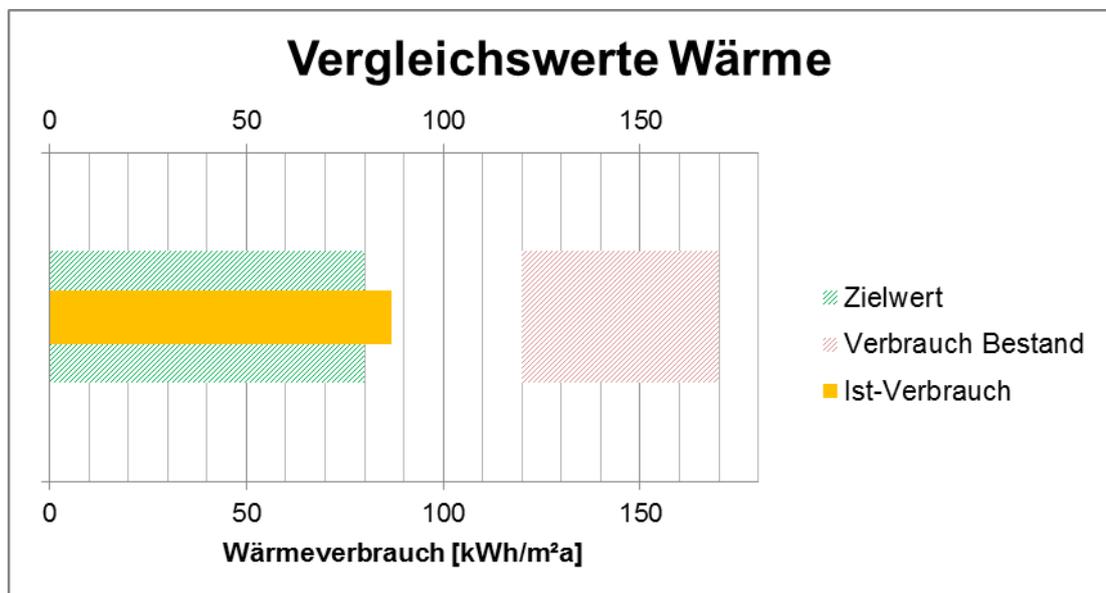


Abb. 59: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Theodor-Heuss-Sporthalle

3.4.11.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Über zwei Drittel der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest (30 %) geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 60). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen fast ein Drittel der Wärmeverluste des Gebäudes.

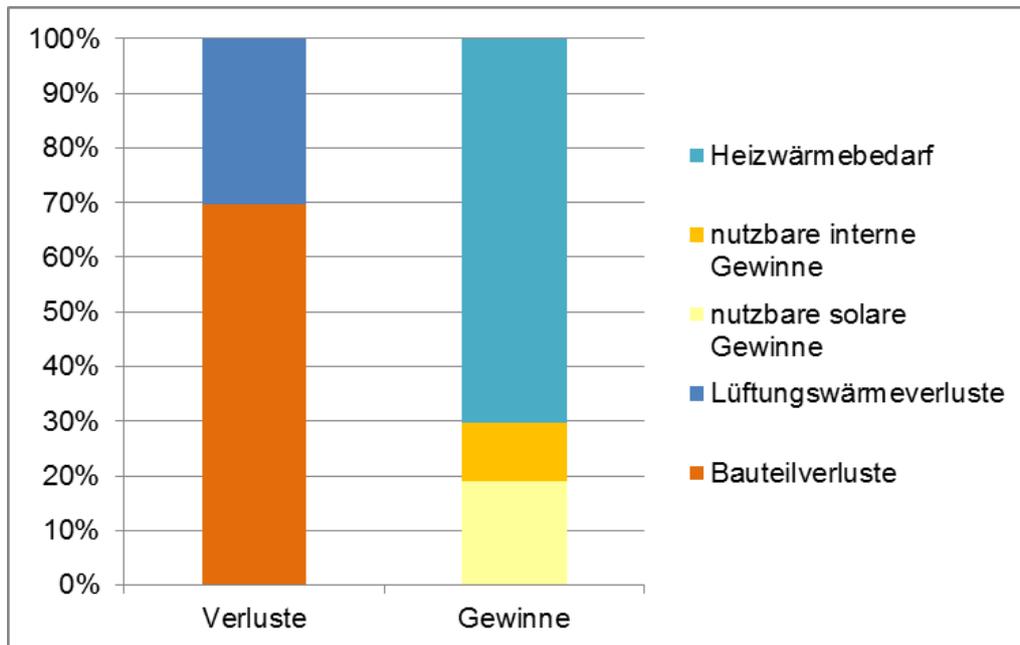


Abb. 60: Heizwärmebilanz Theodor-Heuss-Sporthalle

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass die Fenster mit einem Anteil von 8 % an der thermischen Hüllfläche für 25 % der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 61). Der Anteil des Dachs an den Transmissionswärmeverlusten (41 %) entspricht etwa dem Anteil an der Hüllfläche. Das Dach kann jedoch allein wegen seines großen Anteils ebenfalls Gegenstand von Effizienzmaßnahmen sein.

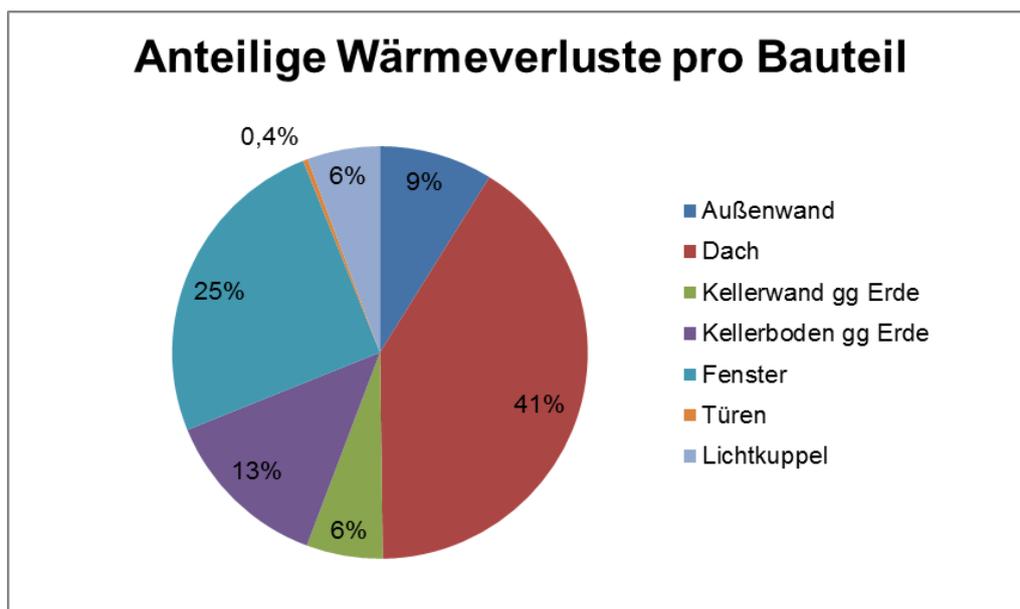


Abb. 61: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Laura-Schradin-Schule, Altbau

3.4.11.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die noch baualterstypische Fassade der kleinen Sporthalle inklusive der vorhandenen Glasbausteine stellt eine energetische Schwachstelle in der Gebäudehülle dar.
- Das Dach mit baualterstypischem Aufbau im Bereich der kleinen Sporthalle und des angrenzenden Musiksaals stellt eine energetische Schwachstelle dar.

3.4.12 Hans-Kern-Sporthalle

3.4.12.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 62: Ansicht Hans-Kern-Sporthalle

Die Sporthalle wurde 1992 erbaut und besitzt eine beheizte Nettogeschossfläche von ca. 1990 m². Unter der Betonbodenplatte befindet sich eine offene Tiefgarage.

Das Gebäude ist teilweise in Stahlbeton und doppelschaligem Mauerwerk erstellt worden. Auf der Südwestseite ist im zweischaligen Mauerwerk eine Mineralwoll-dämmung als belüftete Kerndämmung integriert. In erdberührenden Bereichen ist eine 4 cm dicke Perimeterdämmung angebracht. Das Gebäude wurde seit der Errichtung nicht weiter energetisch ertüchtigt.

Die Verglasungen sind durchgehend mit baualterstypischer Isolierverglasung in Metallrahmen ausgeführt. Im Dachbereich des Flures sind schon einige Schreiben blind.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation mit Wärme versorgt. Die TWW-Bereitung erfolgt zentral über einen indirekt beheizten Speicher mit 750 l. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung mit Deckenstrahlplatten im Hallenbereich und Heizkörpern in den Umkleiden beheizt. Die Regelung erfolgt bei den Heizkörpern über Thermostatventile.

In der Sporthalle gibt es ein zentrales Zu- und Abluftgerät mit Wärmerückgewinnung für die Umkleiden und Sanitärbereiche. Die Anlage befindet sich in einem Raum in der Tiefgarage, in der sich auch die Abluftanlage der Tiefgarage befindet.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.12.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre betrug 283.390 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 1.988 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 143 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert im mittleren Bereich und etwa 80 % über dem Zielwert für Gebäude dieser Nutzungsart.

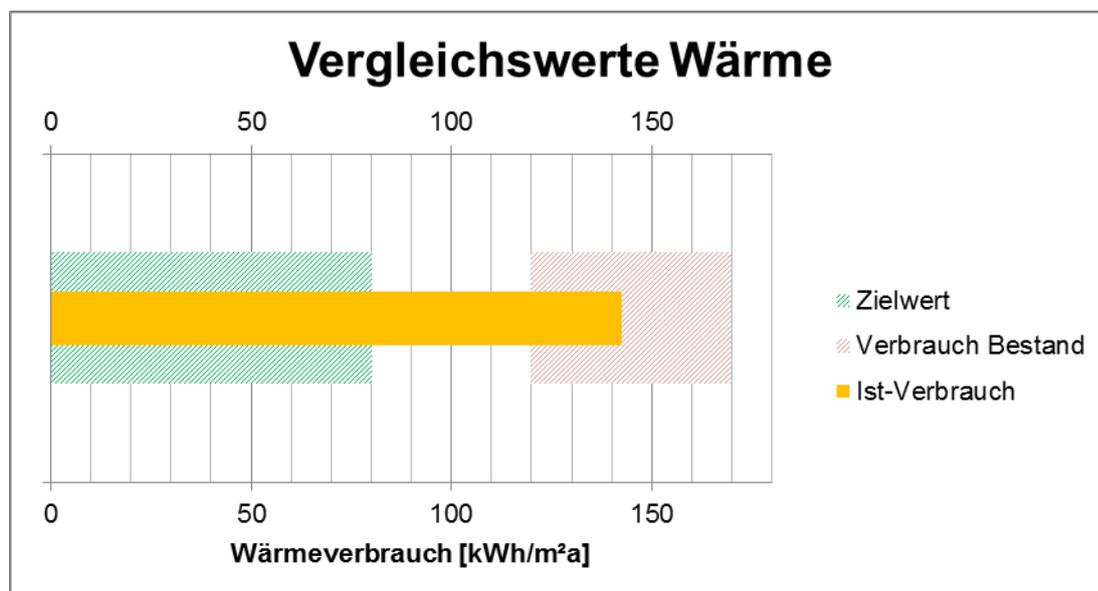


Abb. 63: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Hans-Kern-Sporthalle

3.4.12.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Über zwei Drittel der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest (29 %) geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 64). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen über ein Drittel der Wärmeverluste des Gebäudes.

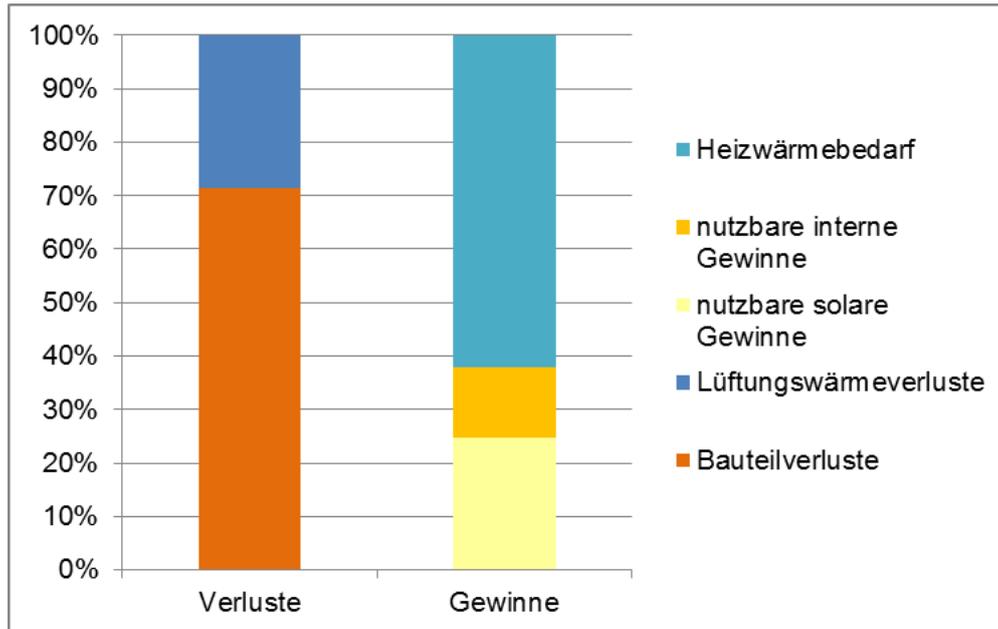


Abb. 64: Heizwärmebilanz Hans-Kern-Sporthalle

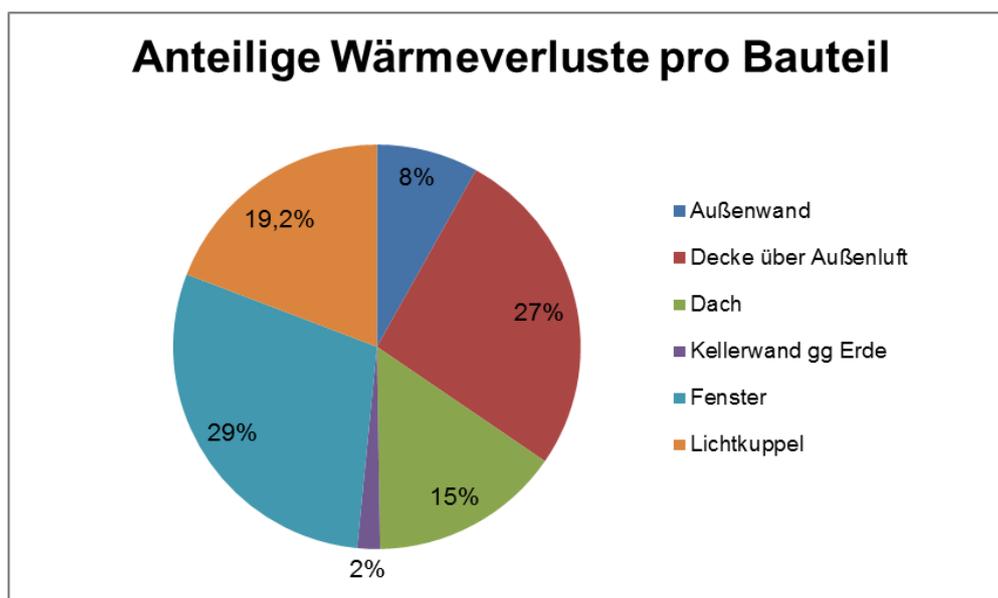


Abb. 65: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Hans-Kern-Sporthalle

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass v.a. die Fenster und die Lichtkuppel gemessen an ihrem Anteil an der thermischen Hüllfläche für einen großen Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 65). Die Decke über der Tiefgarage kann wegen der Größe ihres Anteils an Hüllfläche und Wärmeverlusten ebenfalls Gegenstand von Effizienzmaßnahmen sein.

3.4.12.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die überwiegend vorhandene 2-fach Isolierverglasung und die Lichtkuppel von Anfang der 90-er Jahre stellen eine energetische Schwachstelle des Gebäudes dar.
- Die Geschossdecke zur Tiefgarage besitzt keine Dämmung und bietet daher weiteres Einsparpotenzial.

3.4.13 Bismarckstraße 14/16

3.4.13.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 66: Ansicht Verwaltungsgebäude Bismarckstraße 14/16

Das Verwaltungsgebäude wurde 1928 erbaut und hat eine beheizte Nettogrundfläche von ca. 3.330 m².

Das Gebäude hat eine gegliederte Fassade und wurde baualterstypisch aus Mauerwerk errichtet. Das Steildach ist teilweise ausgebaut und wird ebenfalls als Bürofläche genutzt. Die Decke zum darüber liegenden unbeheizten Spitzboden besteht aus einer bauzeitlichen Schüttung mit geringfügiger Dämmung. Das Gebäude ist unterkellert und viele Kellerräume verfügen über Heizkörper. An der Südwest-Fassade gibt es im 1. OG einen direkten Übergang zum benachbarten Gebäude St.-Wolfgang-Straße 15.

Die Fenster sind weitgehend Holzverbundfenster mit optisch abgesetztem Steinrahmen. Vereinzelt wurden bereits Fenster mit 2-fach-Wärmeschutzverglasung eingesetzt. Im Bereich des Übergangs zum Gebäude St.-Wolfgang-Str. 15 wurde aus Brandschutzgründen die bestehende Verglasung durch 3-fach-Wärmeschutzverglasung der Brandschutzklasse F90 ersetzt. Die Verglasung des Übergangs besteht aus einfachen Profilglaselementen.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation versorgt. Die TWW-Bereitung in den Teeküchen erfolgt dezentral mit Elektro-Boilern. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern (Radiatoren) beheizt. Die Regelung erfolgt über Thermostate.

Im Gebäude gibt es keine zentralen Lüftungsanlagen. Lediglich der innenliegende IT-Raum wird zur Kühlung über eine kleine Abluftanlage entlüftet.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.13.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt 371.573 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 3.330 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 112 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert an der oberen Grenze und etwa beim 2-fachen des Zielwertes für Gebäude dieser Nutzungsart.

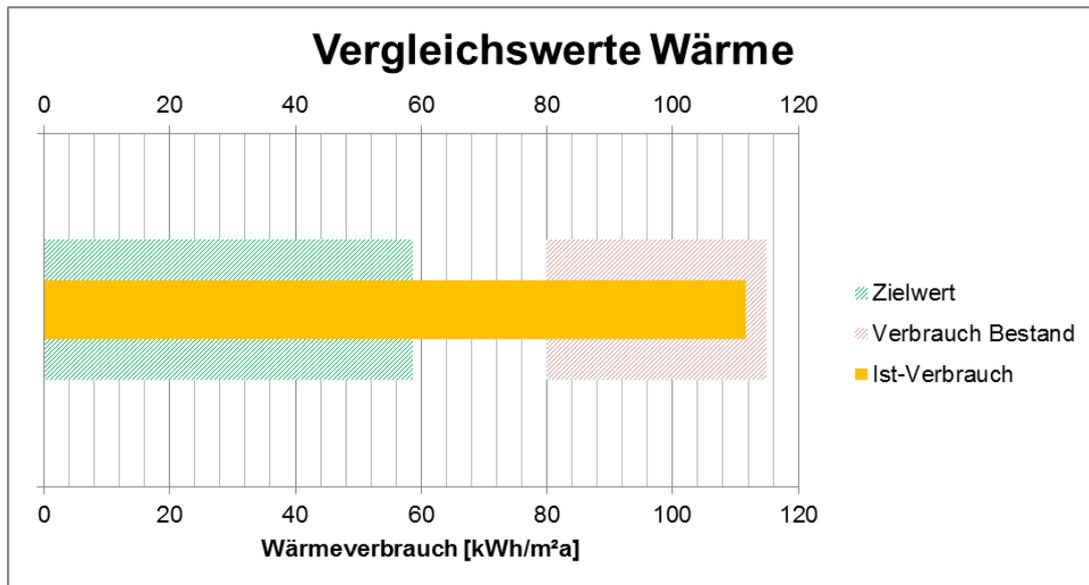


Abb. 67: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch Bismarckstraße 14/16

3.4.13.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Über zwei Drittel (70 %) der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 68). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen nur etwa ein Fünftel der Wärmeverluste des Gebäudes.

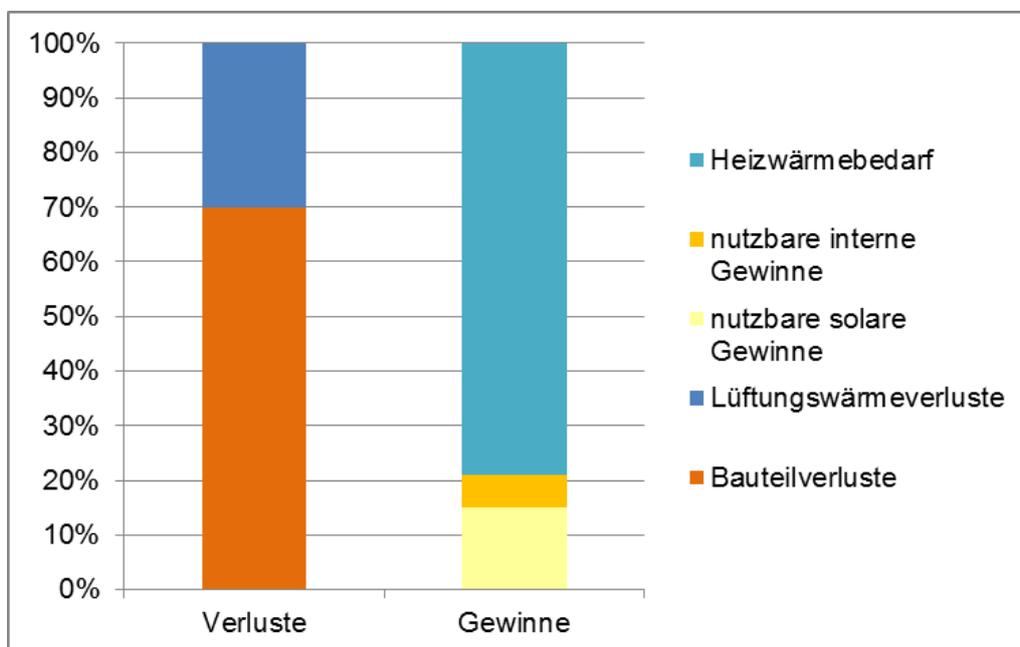


Abb. 68: Heizwärmebilanz Bismarckstraße 14/16

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass v.a. die Außenwände mit 48 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 69).

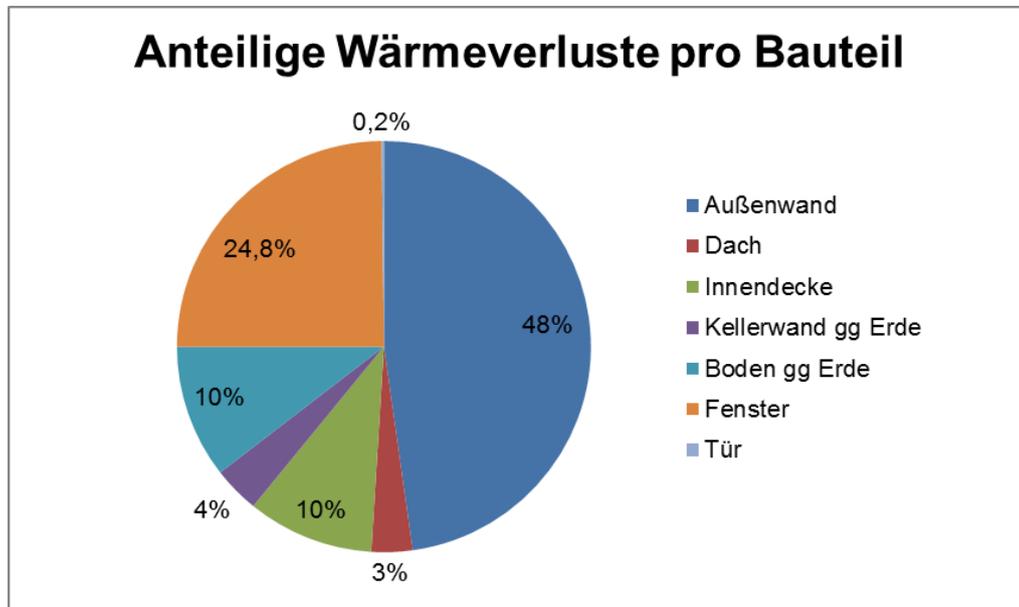


Abb. 69: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste Bismarckstraße 14/16

3.4.13.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die ungedämmte Außenwand ist die größte energetische Schwachstelle der Gebäudehülle.
- Die überwiegend vorhandenen Holzkastenfenster sind sowohl aus energetischer Sicht als auch für den Nutzungskomfort eine Schwachstelle der Gebäudehülle.
- Die oberste Geschosdecke ist unzureichend gedämmt und stellt eine energetische Schwachstelle dar.
- Die älteren Radiatoren in Verbindung mit Thermostaten stellen ein Einsparpotenzial dar.
- Der Verbindungsgang zum Nachbargebäude St.-Wolfgang-Straße 15 ist durch seinen Aufbau und die bestehenden Undichtigkeiten eine Schwachstelle in der thermischen Hülle. Durch eine Tür vom Gebäude zum Durchgang können Wärmeverluste vermieden werden.

3.4.14 St. Wolfgang-Straße 13

3.4.14.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 70: Ansicht Verwaltungsgebäude St. Wolfgang Straße 13

Das Verwaltungsgebäude wurde 1952 erbaut und hat eine beheizte Nettogrundfläche von ca. 1.041 m².

Das Gebäude wurde baualterstypisch aus Mauerwerk errichtet. Das Steildach ist teilweise ausgebaut und beheizt. Die Decke zum darüber liegenden unbeheizten Spitzboden wurde bereits gedämmt. Das Gebäude ist unterkellert. Wesentliche Kellerräume, u.a. eine Teeküche und ein Sitzungsraum, werden beheizt.

Die Fenster sind weitgehend Holzverbundfenster mit optisch abgesetztem Steinrahmen. An den Fenstern besteht Instandsetzungsbedarf, v.a. wegen erheblichen Undichtigkeiten/Zugerscheinungen.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation versorgt. Die TWW-Bereitung in den Teeküchen erfolgt dezentral mit Elektro-Boilern. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern (Radiatoren) beheizt. Die Regelung erfolgt über Thermostatventile.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.14.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt 84.876 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 1.041 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 82 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert bereits an der unteren Grenze, allerdings noch ca. 40 % über dem Zielwert für Gebäude dieser Nutzungsart.

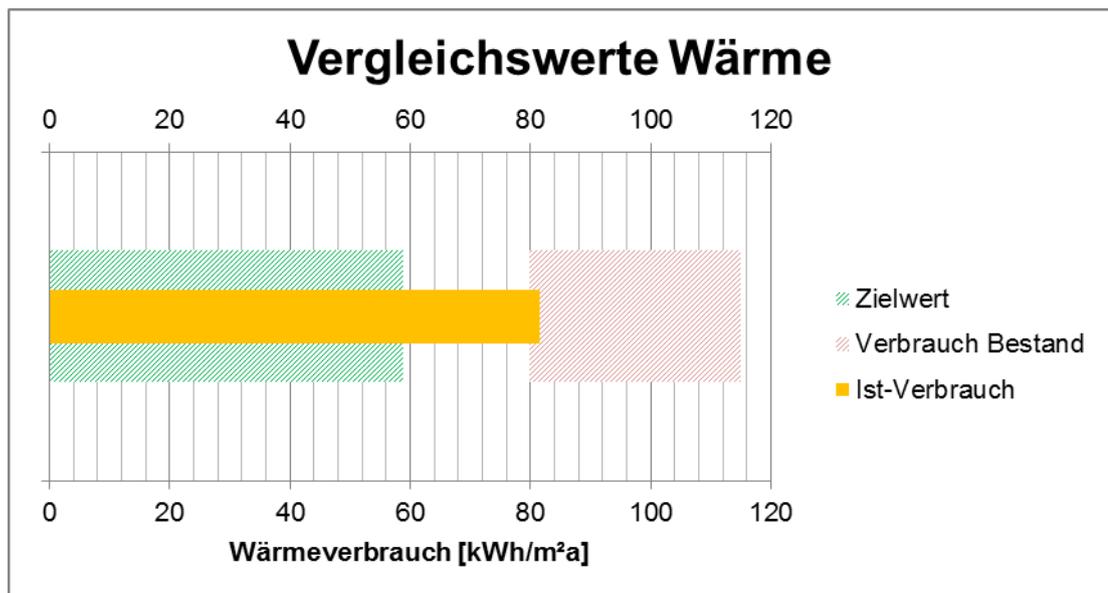


Abb. 71: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch St. Wolfgang Straße 13

3.4.14.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Über drei Viertel der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 72). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen knapp ein Drittel (31 %) der Wärmeverluste des Gebäudes.

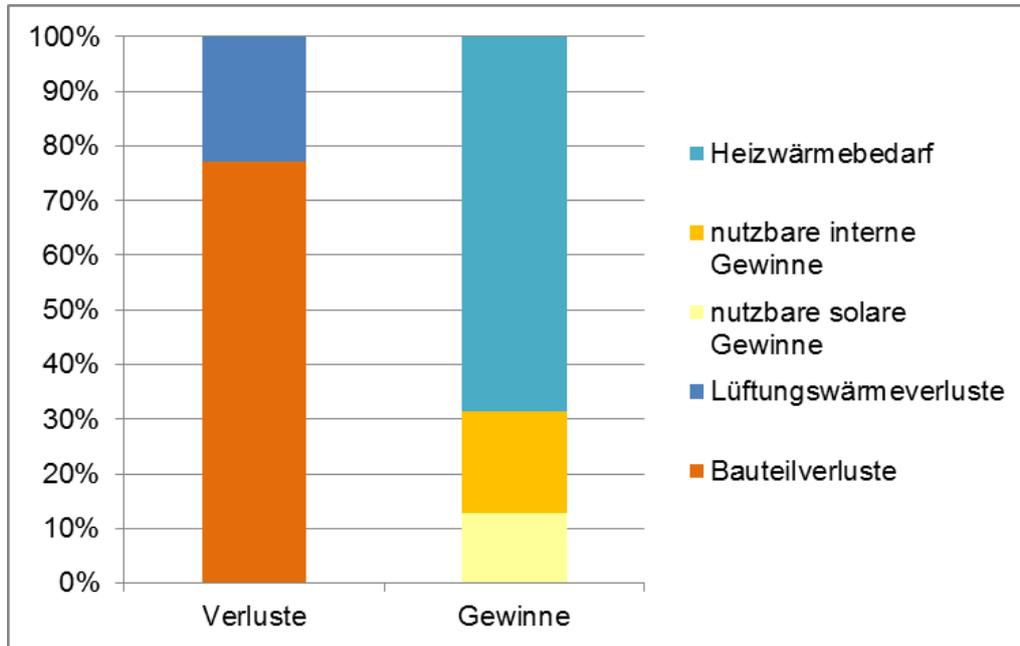


Abb. 72: Heizwärmebilanz Bismarckstraße 14/16

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass die Außenwände mit 58 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 73).

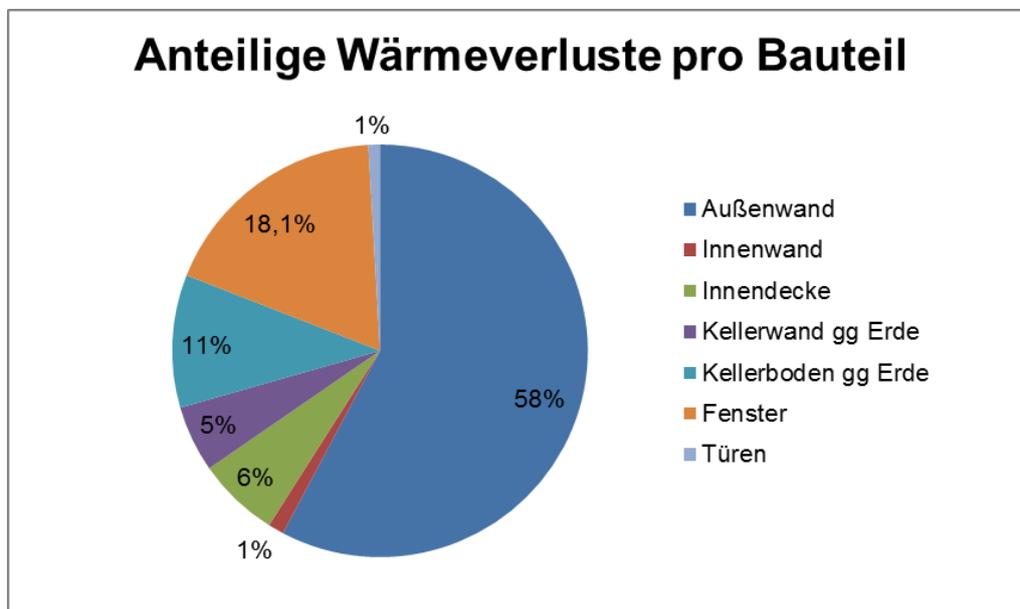


Abb. 73: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste St. Wolfgang Straße 13

3.4.14.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die ungedämmte Außenwand ist die größte energetische Schwachstelle der Gebäudehülle.
- Die überwiegend vorhandenen Holzkastenfenster sind sowohl aus energetischer Sicht als auch für den Nutzungskomfort eine wesentliche Schwachstelle der Gebäudehülle und weisen zudem Instandsetzungsbedarf auf.
- Die zahlreichen innenliegenden Rollladenkästen stellen massive Wärmebrücken dar. Bei einer Erneuerung der Fenster sollten diese Hohlräume in geeigneter Weise ausgefüllt und außenliegende Verschattungsvorrichtungen verwendet werden.
- Die Erneuerung der älteren Radiatoren und der vorhandenen Thermostate stellt ein Einsparpotenzial dar.
- Die Heizungsanlage wird nicht optimal geregelt (unnötiges Heizen bei sommerlichen Außentemperaturen und offenen Fenstern mit einer eingestellten Soll-Temperatur von 23°C).

3.4.15 St. Wolfgang-Straße 15

3.4.15.1 Beschreibung des Gebäudes



Abb. 74: Ansicht Verwaltungsgebäude St. Wolfgang Straße 15

Das Verwaltungsgebäude wurde 1950 erbaut und hat eine beheizte Nettogrundfläche von ca. 882 m².

Das Gebäude wurde baualterstypisch aus Mauerwerk errichtet. Das Steildach ist teilweise ausgebaut und wird als unbeheiztes Lager genutzt. Die Decke zum unbeheizten Dachboden wurde bereits gedämmt. Das Gebäude ist unterkellert. Die Kellerräume sind unbeheizt. An der Nordost-Fassade gibt es im 1. OG einen direkten Übergang zum benachbarten Gebäude Bismarckstraße 14/16.

Die Fenster sind weitgehend Holzverbundfenster mit hölzernen Klappläden als Sonnenschutz. Im Erdgeschoss sind Fenster mit innenliegenden Rollladenkästen vorhanden. An den Fenstern besteht Instandsetzungsbedarf.

Das Gebäude wird über eine Fernwärme-Übergabestation versorgt. Die TWW-Bereitung in den Teeküchen erfolgt dezentral mit Elektro-Boilern. Das Gebäude wird mit einer Pumpen-Warmwasserheizung und Heizkörpern (Radiatoren) beheizt. Die Regelung erfolgt über Thermostatventile.

Eine detaillierte Beschreibung der wärmetechnischen Eigenschaften der Gebäudehülle und der technischen Gebäudeausrüstung kann dem Steckbrief für das Gebäude im Anhang entnommen werden.

3.4.15.2 Bewertung des Wärmeverbrauchs im Ist-Zustand

Der mittlere, witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der letzten 3 Jahre beträgt 87.785 kWh/a. Mit einer beheizten Nettogeschossfläche (NGF) von 882 m² ergibt sich ein Verbrauchskennwert für den Ist-Zustand von 100 kWh/(m² a). Im Vergleich zur Bandbreite von Gebäuden gleichartiger Nutzung im Bestand liegt dieser Wert im Mittelfeld und etwa 70% über dem Zielwert für Gebäude dieser Nutzungsart.

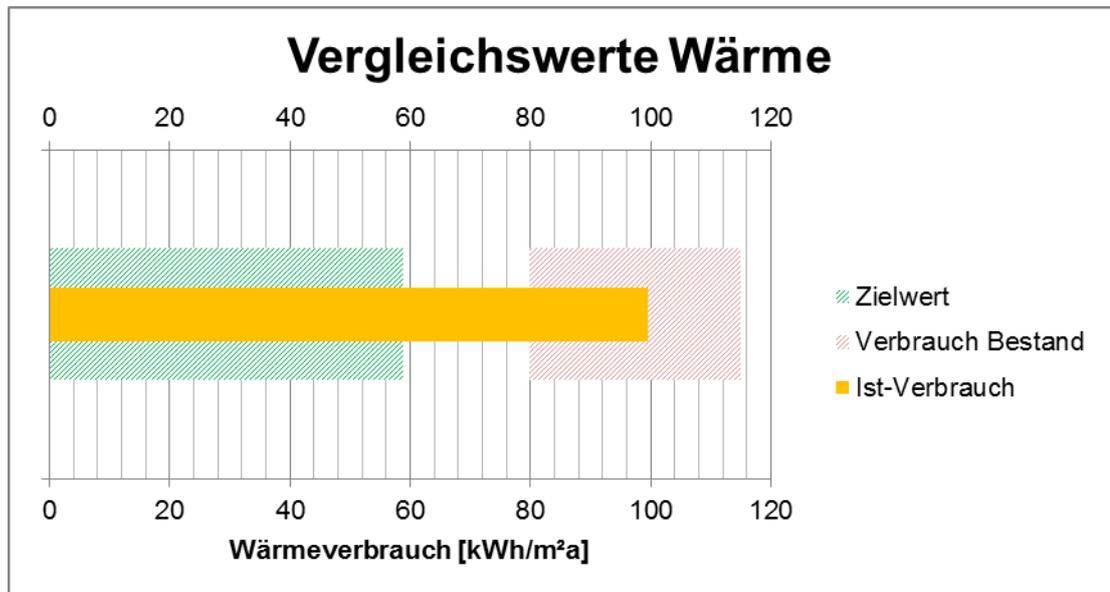


Abb. 75: Vergleichswerte für Wärmeverbrauch St. Wolfgang Straße 15

3.4.15.3 Heizwärmebilanz im Ist-Zustand

Über drei Viertel der Wärmeverluste entstehen durch die Transmissionswärmeverluste über die Gebäudehülle, der Rest geht auf Lüftungswärmeverluste zurück (Abb. 76). Im Gebäude nutzbare solare und innere Gewinne kompensieren zusammen ein Drittel der Wärmeverluste des Gebäudes.

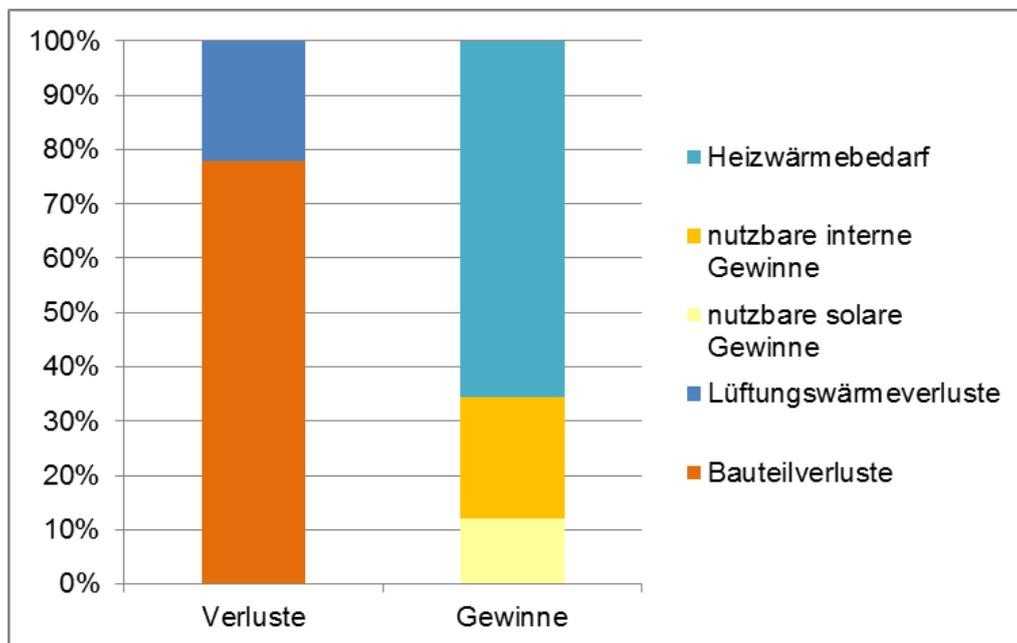


Abb. 76: Heizwärmebilanz St. Wolfgang Straße 15

Die Analyse der Transmissionswärmeverluste durch die Bauteile der Gebäudehülle zeigt, dass die Außenwände mit 61 % für den größten Teil der Transmissionswärmeverluste verantwortlich sind (Abb. 77).

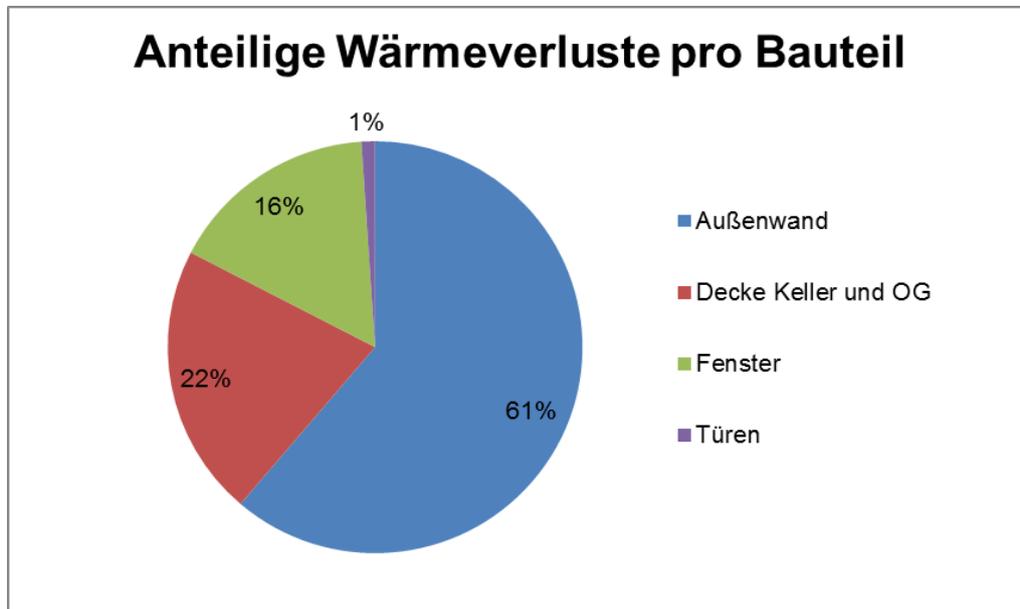


Abb. 77: Aufteilung der Transmissionswärmeverluste St. Wolfgang Straße 15

3.4.15.4 Schwachstellen und Potenziale

- Die ungedämmte Außenwand ist die größte energetische Schwachstelle der Gebäudehülle.
- Die Dämmung der Kellerdecke zu den unbeheizten Kellerräumen stellt ein weiteres Effizienzpotenzial dar.
- Die überwiegend vorhandenen Holzkastenfenster sind sowohl aus energetischer Sicht als auch für den Nutzungskomfort eine wesentliche Schwachstelle der Gebäudehülle und weisen zudem Instandsetzungsbedarf auf.
- Der beheizte Verbindungsgang zum Nachbargebäude Bismarckstraße 14/16 ist durch seinen Aufbau und die bestehenden Undichtigkeiten eine bedeutende Schwachstelle in der thermischen Hülle. Durch das Abschalten des im Durchgang vorhandenen Heizkörpers und ein Tür vom Gebäude zum Durchgang können Wärmeverluste an dieser Stelle vermieden werden.
- Die Erneuerung der älteren Radiatoren und der vorhandenen Thermostate stellt ein Einsparpotenzial dar.

3.5 Bestehende Wärmeversorgung der Gebäude

Bisher wurden die Gebäude im Untersuchungsgebiet durch eine eigene Heizzentrale über ein Nahwärmenetz mit Wärme versorgt. Zusätzlich sind die Wohngebäude der GWG in der Karlstraße, die nicht zum Bereich des Untersuchungsgebiets zählen, an das Nahwärmenetz angeschlossen.

Die Wärmeerzeugung erfolgte durch 2 Gaskessel und ein Gasmotor-BHKW.

Tab. 6: Bisher installierte Wärmeerzeuger in der Heizzentrale Bismarckstraße im Beruflichen Schulzentrum

Wärmeerzeuger	Fabrikat	Typ	Baujahr	Brenner	Baujahr	Heizleistung kW _{th}	Elektr. Leistung kW _{el}
Gas-Heizkessel	Buderus	Omnical	1964	Weishaupt G 50/1-AZM	1991	2.330	-
Gas-Heizkessel	Ygnis	Pyrotherm EM-NRT 2905	1991	Weishaupt G 50/2-A	1991	2.650	-
Gas-BHKW	Communa Metall	2726	2009	-	-	97	50

Die Heizkessel müssen dringend erneuert werden. Da einer der Kessel inzwischen ausgefallen ist, wird das Wärmenetz bis zum Anschluss an die Fernwärmeversorgung über eine mobile Heizzentrale versorgt.

In der Heizzentrale wurden im Mittel über die Jahre 2015 bis 2017 witterungsbereinigt etwa 6.550 MWh/a an Wärme erzeugt und in das Nahwärmenetz eingespeist. Die Wärmeverluste des Wärmenetzes lagen schätzungsweise bei etwa 10% der eingespeisten Wärmemenge. Die an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude im Untersuchungsgebiet haben etwa 5.620 MWh/a an Wärme abgenommen. Das BHKW hat nur einen geringen Anteil von etwa 7% an der Wärmeerzeugung und erzeugte (unter Berücksichtigung der Witterungsbereinigung) gleichzeitig etwa 240 MWh/a an Strom, die im Beruflichen Schulzentrum selbst genutzt wurden.

Die Ausgangsbilanzen für den Primärenergieeinsatz und die Treibhausgas-Emissionen wurden mit den berechneten Faktoren für die bestehende Heizzentrale ermittelt (siehe Tab. 2). Die Gebäude werden derzeit sukzessive an die Fernwärme der FairEnergie GmbH Reutlingen angeschlossen. Bis April 2019 sollen alle Gebäude angeschlossen sein.

3.6 Analyse Stromverbrauch und Lastgänge

3.6.1 Generelle Hinweise zur Berechnung

Die nachstehend genannten Werte des Stromverbrauchs unterscheiden sich von den in der Hochrechnung verwendeten Werten des Strombedarfs durch die Berechnungsmethode: Der Verbrauch gibt die vom Energieversorgungsunternehmen abgerechneten Verbrauchswerte wieder, der Bedarf beschreibt die aus einer Hochrechnung entstandenen Werte und ermöglicht eine Verteilung auf die einzelnen Anwendungsbereiche. Die Bedarfsberechnung fußt auf Daten aus ausführlichen Begehungen, meist gemeinsam mit dem zuständigen Hausmeister, auf Gerätedaten und auf Angaben der Hausmeister sowie ggf. der IT-Beauftragten zu üblichen Nutzungszeiten. Gerätedaten sind z.T. aus den Typenschildern ersichtlich, für viele Geräte werden jedoch Erfahrungswerte sowie auch mittlere Leistungswerte für eine Gerätegruppe verwendet, so z.B. für PCs, Laptops, Monitore und Drucker oder auch für Kühlgeräte, Kaffeemaschinen und Wasserkocher.

Die der Hochrechnung zugrunde liegenden Gerätedaten und Nutzungszeiten sind in detaillierten Tabellen erfasst.

Für die Schulen werden monatlich die Energieverbrauchswerte am Zähler abgelesen und zentral gesammelt, es fehlt jedoch eine Aufteilung des im Areal durch die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sowie durch die PV-Anlagen erzeugten Stroms auf die einzelnen Objekte, da keine Unterzähler vorhanden sind.

Ziel einer Bedarfsermittlung ist es, die Anteile für Beleuchtung, Informationstechnik, Lüftung etc. zu ermitteln, um dem Landkreis einen Anhaltspunkt zu geben, für welche elektrischen Einsatzgebiete am dringendsten Handlungsbedarf besteht. Basierend hierauf können Hinweise zu Stromeinsparpotenzialen erfolgen.

Bei der Datenerhebung wurde versucht, möglichst alle Stromverbraucher zu erfassen, insbesondere jene mit höherer Leistung bzw. mit langen Betriebszeiten. Dennoch mag das eine oder andere Gerät fehlen, dies wird jedoch die Gesamtaussage nicht generell verändern.

Datenbasis ist das Jahr 2017.

Das Segment „Beleuchtung“ enthält sämtliche Lichtquellen im und am Gebäude incl. der Fluchtwegehinweise und Notbeleuchtung.

Unter „zentrale Geräte“ im Sektor „Informationstechnik (IT) für die Verwaltung“ sind z.B. zentrale Server und Switches für die Verwaltung oder für die Regelung der technischen Anlagen zu verstehen. Ansonsten ist hier die Ausstattung der Verwaltungsräume und der Lehrer- und Vorbereitungszimmer mit PCs, Monitoren, Laptops, Druckern und Kopierern aufgeführt und der Bedarf hochgerechnet.

Switches für die Klassenräume sind ebenso wie PC, Laptops oder Drucker in „IT in Unterrichtsräumen“ eingeordnet, auch die in fast allen Klassenräumen vorhandenen Beamer (Leistungsbezug rd. 300 W) und Tischkameras (12 W). Overhead-Projektoren sind z.T. noch vorhanden, werden aber sehr wenig genutzt.

Thin Clients (kostengünstigere abgespeckte PCs mit geringerem Leistungsbezug von etwa 10 bis 20 W gegenüber 60 bis 80 W bei üblichen PCs und etwa 30 bis 40 W bei Laptops), deren Hauptrechenleistung auf einem Server liegt, sind im Schulbereich nicht in Benutzung, jedoch in den Verwaltungsgebäuden jenseits der Bismarckstraße.

In „Diverse Geräte und Maschinen“ finden sich Geräte und Anlagen für Unterrichtszwecke, z.B. Messgeräte, Bohrmaschinen, Fräsen etc.

In „Teeküchen“ sind Kaffeemaschinen, dezentrale Kühlschränke u. ä. auch in Lehrerzimmern oder Vorbereitungsräumen zusammengefasst, ebenso die Getränkeautomaten.

Die Kategorie „Cafeteria, Mensa, Bäckerei“ enthält die zur Speisenherstellung/-aufbereitung notwendigen Geräte und Anlagen, in manchen Schulen sind hier die Lehrküchen einsortiert (dort ist dieser Bereich entsprechend betitelt). Die Lichtquellen in der Mensa oder der Küche finden sich hingegen unter Beleuchtung.

Elektro-Durchlauferhitzer, Untertisch-Warmwasserspeicher oder größere dezentrale elektrische Wasserspeicher, z.B. für eine Dusche für Lehrer*innen oder zur Verwendung für das Putzpersonal sind in „Warmwasser el. dez. + E-Heizung“ zusammengefasst. Ebenso enthalten sind hier Elektro-Heizungen, wie z.B. für die Containerklassen.

Das Segment „Sonstige Geräte und Anlagen“ beinhaltet Telefon- und Sprechanlagen, Brandmelde- und Regeltechnik, Aufzüge, die unterbrecherfreie Stromversorgung (USV), also sämtliche Geräte, die für die Infrastruktur der Gebäude erforderlich sind.

In „Lüftungsanlagen und Klimatisierung“ finden sich auch die Digestorien und die Entlüftung der Chemikalienschränke.

„Umwälzpumpen“ ist selbsterklärend.

3.6.2 Derzeitiger Stromverbrauch im Überblick Schul- und Verwaltungsgebäude

3.6.2.1 Schulgebäude

Der Strombezug des Beruflichen Schulzentrums aus dem Netz des Stromversorgers betrug im Mittel über die letzten 5 Jahre rd. 1.431 MWh im Jahr, mit einem Anstieg

von 1.241 MWh im Jahr 2013 auf 1.478 MWh im Jahr 2017; im Jahr 2016 wurde ein Maximalwert von 1.521 MWh abgerechnet. Der Anstieg könnte durch die Containerklassen, die Flüchtlingsunterbringung in der Turnhalle sowie durch die zunehmend intensive Nutzung der Schulgebäude begründet sein.

Hinzu kommt der eigen erzeugte Strom von etwa 10 MWh aus der PV-Anlage (11,4 kWp auf der Theodor-Heuss-Schule) sowie aus der Kraft-Wärme-Kopplung, der bei 200 bis 250 MWh/a liegen dürfte, insgesamt also ca. 210 bis 260 MWh. Dieser wird überwiegend selbst verbraucht, ein gewisser Prozentsatz vermutlich ins Netz rückgespeist, es wird jedoch von einem niedrigen Anteil ausgegangen.

Die Anlagen auf der Ferdinand-von-Steinbeiss-Schule mit insgesamt etwa 55,4 kWp gehören zwar dem Landkreis, speisen jedoch ins Netz des Energieversorgers ein und erwirtschaften eine Vergütung.

Die Nettogrundfläche (NGF) der Schulgebäude beträgt 48.146 m², die der beiden Sporthallen und des Parkhauses 4.938 m². Mit diesen Werten sowie dem Mittelwert des Stromverbrauchs der letzten 5 Jahre (incl. PV und KWK) wird der spezifische Stromverbrauch von rd.31 kWh/m² berechnet.

Die VDI 3807 gibt für Gymnasien einen Richtwert von jährlich 8 kWh/m²*a und einen Mittelwert von 10 kWh/m²*a an, jeweils bezogen auf die Bruttogrundfläche (BGF). Für berufliche Schulen betragen diese Werte 9 bzw. 11 kWh/m²*a.

Die NGF beträgt etwa 85 bis 90% der BGF, daher liegt der spezifische Wert bezogen auf die BGF etwa ein Zehntel niedriger als bei Bezug auf die NGF.

Tab. 7: Stromverbrauch BSZ (Daten IBS)

Strombezug aus Netz des EVU [MWh/a]						Strom-eigenerzeugung ca. [MWh/a]	Strom-verbrauch insgesamt ca. [MWh/a]	Spezif. Strom-verbrauch pro NGF [kWh/m ² *a]	Spezif. Strom-verbrauch pro BGF [kWh/m ² *a]
2013	2014	2015	2016	2017	im Mittel				
1.241	1.451	1.465	1.521	1.478	1.431	230	1.660	31,3	28,2

Hinsichtlich der Nutzungstage wird für den schulischen Bereich von 200 Tagen/Jahr ausgegangen, für die Verwaltung von 220 Tagen. In den Ferien finden zum Teil Prüfungen, Blockveranstaltungen oder Meisterkurse statt, i.d.R. zu Beginn oder am Ende der Ferien.

Nachfolgend wird der Strombedarf des Schulzentrums im Überblick dargestellt, Erläuterungen zum Vorgehen sowie zu den einzelnen Gebäuden erfolgen im Anschluss.

Tab. 8: Strombedarf Berufliches Schulzentrum Reutlingen – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen	Strombedarf rd.	Anteil
	[MWh/a]	[%]
Beleuchtung	540	31
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	180	10
Informationstechnik Verwaltung sowie zentrale Geräte	80	5
Diverse Geräte + Maschinen	70	4
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	40	2
Cafeteria/Bäckerei/Mensa	80	5
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	110	6
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	120	7
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	360	21
Pumpen	160	9
Summe	1.730	100

Die Berechnung mit 1.734 MWh liegt höher als das 5-jährige Mittel von 1.431 MWh. Das erklärt sich über die Eigenproduktion von Strom (und Wärme) durch die im Heizwerk betriebene Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage (KWK) mit 50 MW elektrischer und 97 kW thermischer Leistung. Zudem wird ein Teil des PV-Stroms direkt in das Netz des Schulareals eingespeist. Bei einer durchschnittlichen Laufzeit von 5.000 Stunden pro Jahr, die für eine KWK in etwa gilt und einem Betrieb mit 40 bis 50 kW elektrischer Leistung werden rd. 200 bis 250 MWh Strom (sowie ca. 388 bis 485 MWh Wärme) erzeugt.

Das größte Segment des Strombedarfs ist die Beleuchtung, aber auch die Lüftungsanlagen und die Klimatisierung sind wichtige Verbraucher. Die informationstechnischen Geräte und Anlagen in Unterrichtsräumen sowie in der Verwaltung sind die nächstgrößere Verbrauchsgruppe.

Je nach Schulart sind die Anteile der einzelnen Gerätegruppen sehr unterschiedlich, wie in den folgenden Kapiteln deutlich wird.

Große Anteile am Bedarf haben die Laura-Schradin-Schule mitsamt den Containerklassen, die Werkstätten, die Kerschensteiner-Schule sowie die Theodor-Heuss-Schule.

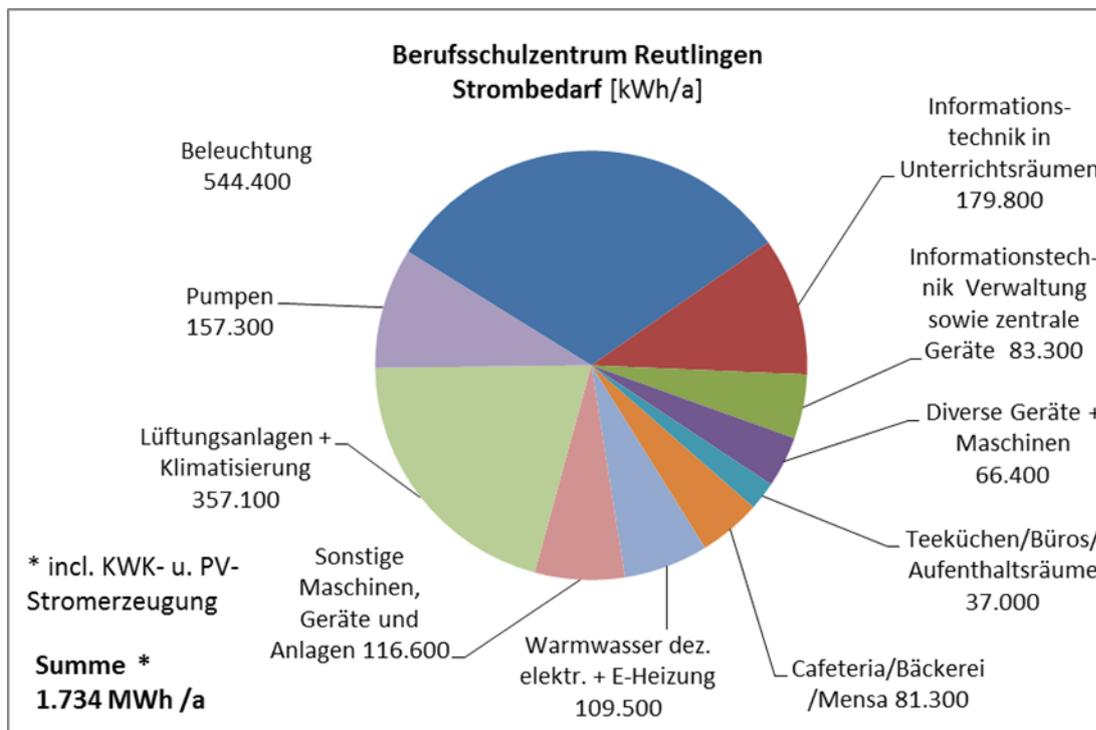


Abb. 78: Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

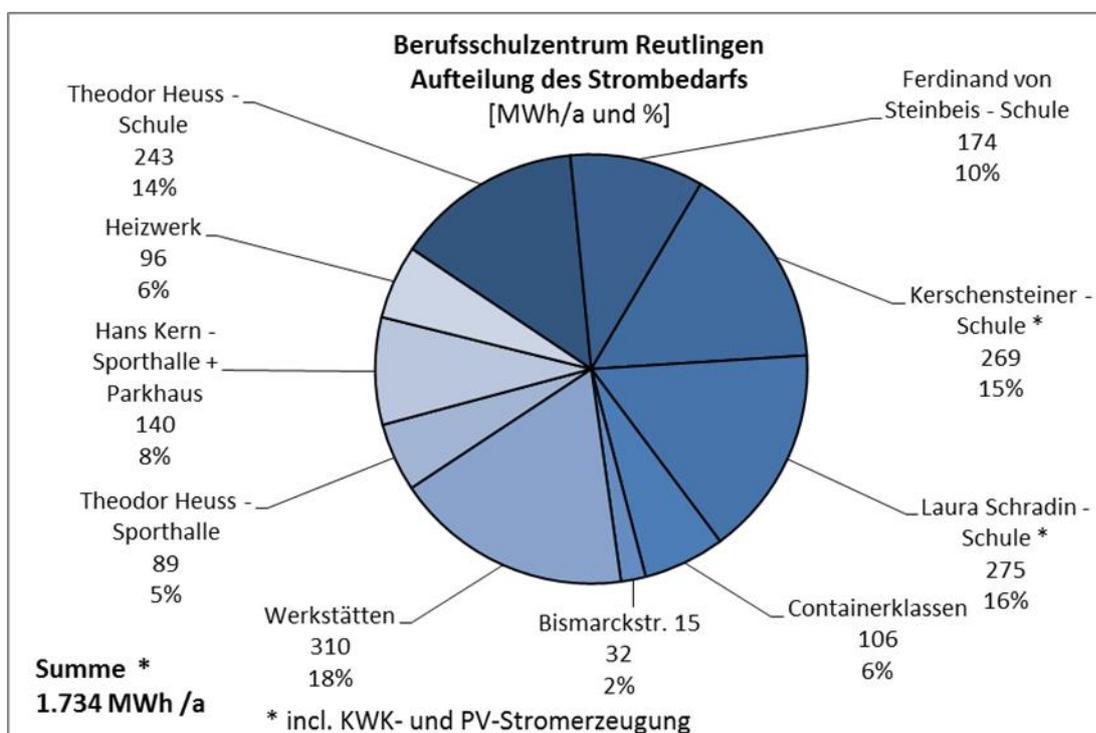


Abb. 79: Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Gebäude

Nachstehend wird der abgerechnete Verbrauch mit dem hochgerechneten Bedarf verglichen. Die Abweichung im Summenwert lässt sich durch die Stromeigenproduktion der KWK-Anlage sowie der Photovoltaik-Anlagen plausibel darstellen.

Für einzelne Schulen bzw. Gebäude (Ferdinand-von-Steinbeis-Schule, Werkstätten und Theodor-Heuss-Sporthalle) liegen Abrechnung und Hochrechnung sehr dicht beieinander, für manche mit einer vertretbaren Abweichung (THS und Heizwerk). Für die KSS und die LSS mit dem gemeinsam abgerechneten Containergebäude und der Bismarckstr. 15 ist die Abweichung jedoch sehr hoch. Hier muss davon ausgegangen werden, dass die Stromeigenerzeugung vorrangig diesen beiden Gebäuden zugutekommt.

Für die HK-Sporthalle mit Parkhaus ist die Hochrechnung deutlich unterhalb des abgerechneten Wertes. Dies lässt sich nur durch andere Nutzungsdaten als bei der Erhebung bekannt erklären.

Tab. 9: Berufliches Schulzentrum Reutlingen – Hochrechnung im Vergleich zur Abrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Aufteilung des Strombedarfs	Strombedarf [MWh/a]	Abrechnung [MWh/a]
Theodor Heuss - Schule	243	216
Ferdinand von Steinbeis - Schule	174	184
Kerschensteiner - Schule	269	171
Laura Schradin - Schule	275	178
Containerklassen **	106	
Bismarckstr. 15 **	32	
Werkstätten	310	297
Theodor Heuss - Sporthalle	89	95
Hans Kern - Sporthalle + Parkhaus	140	212
Heizwerk	96	128
Summe *	1.734	1.479

* Stromerzeugung aus KWK und PV-Anlagen eingespeist, vergl. vorhergehende Erläuterung

**Gemeinsame Abrechnung mit LSS

3.6.2.2 Verwaltungsgebäude

Die Verwaltungsgebäude Bismarckstr. 14 + 16 sowie St.-Wolfgang-Straße 13 + 15 haben einen errechneten Strombedarf von insgesamt rd. 103 MWh/Jahr. Abgerechnet wurden für alle vier Gebäude 95 MWh; die Abweichung von rd. 10% ist vertretbar.

Tab. 10: Strombedarf Verwaltungsgebäude – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Orts-terminen, eigene Hochrechnung)

Verwaltungsgebäude Bismarckstr. 14 + 16 sowie St. Wolfgang-Str. 13 + 15	Strombedarf rd.	Anteil
	[MWh/a]	[%]
Beleuchtung	40	39
Informationstechnik Verwaltung sowie zentrale Geräte	23	22
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	7	7
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	4	4
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	23	23
Pumpen	4	4
Summe	103	100

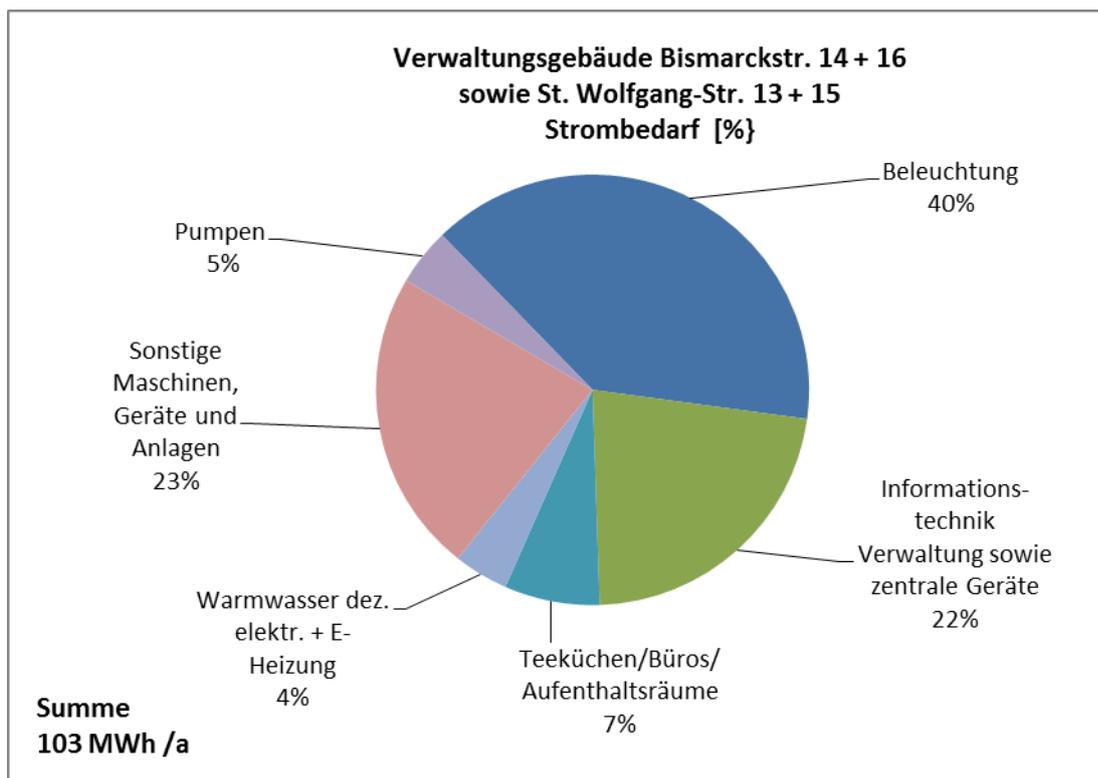


Abb. 80: Aufteilung des Strombedarfs der Verwaltungsgebäude auf die einzelnen Sektoren

Die Flächen und der Strombedarf der Verwaltungsgebäude verteilen sich auf die vier Gebäude wie folgt:

Tab. 11: Strombedarf Verwaltungsgebäude – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

Verwaltungsgebäude Bismarckstr. 14 + 16 sowie St. Wolfgang -Str. 13 + 15	Fläche	Strombedarf	Spezif. Strombedarf
	[m ²]	[MWh/a]	[kWh/m ² a]
Bismarckstr. 14	1.804	31	17
Bismarckstr. 16	1.526	27	18
St. Wolfgang-Str. 13	1.041	23	22
St. Wolfgang-Str. 15	882	21	24
Summe	5.253	103	20

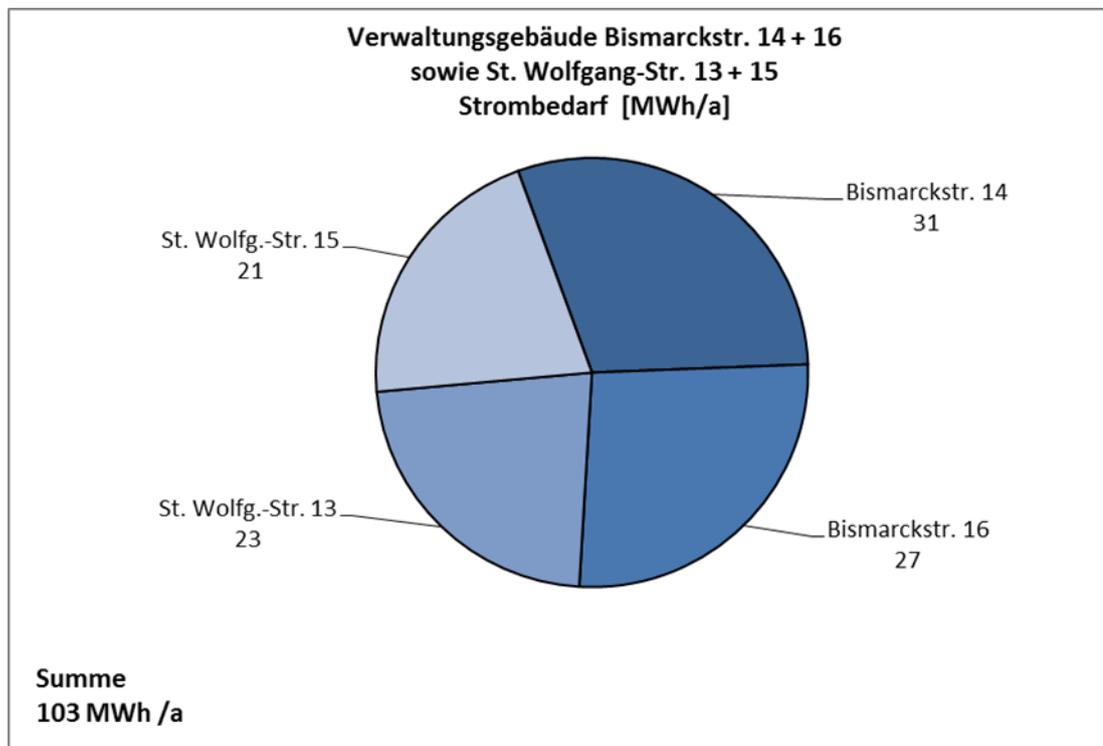


Abb. 81: Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Verwaltungsgebäude

3.6.3 Gebäude im Schulareal im Einzelnen

3.6.3.1 Theodor-Heuss-Schule

Die Theodor-Heuss-Schule hat ein vorwiegend auf kaufmännische Berufe ausgerichtetes Profil, dementsprechend verfügt sie über zahlreiche Klassenräume mit EDV-Ausrüstung, hingegen keine Maschinen und Anlagen, die z.B. in einem Werkstattbereich notwendig sind.

Der Gesamtstrombedarf der Schule beläuft sich auf ca. 243 MWh/a.

Der größte Bedarfsanteil von 40 % entsteht durch die Beleuchtung, was z.T. an innenliegenden Räumen und Fluren liegt, z.T. am weit überwiegend älteren Bestand an Leuchten und Leuchtmitteln. In einzelnen Räumen wurden vor einigen Jahren die Leuchten erneuert, z.B. im IT-Raum für die Lehrer*innen.

Nur im neu erstellten Klassentrakt sind sparsame T5-Leuchtstofflampen mit elektronischem Vorschaltgerät (EVG) vorhanden, jedoch auch dort keine LED-Lampen.

Bewegungsmelder mit Helligkeitssensor sind nur im neuen Trakt in Klassenräumen, Fluren, Aufenthaltsbereichen und WCs vorhanden. Deren Funktionsweise findet nicht bei allen Nutzer*innen Anklang. Vermutlich bestehen noch Optimierungsmöglichkeiten bei der Einstellung.

Die IT folgt mit 26 % für die Klassenräume und 7% für die Verwaltung, die Lehrerzimmer und zentrale Geräte. Es sind in der Regel PCs mit Monitor in Benutzung, teilweise Laptops. Thin Clients sind keine vorhanden.

Das Reinigungspersonal ist hinsichtlich Energieeinsparung sensibilisiert und informiert die drei für die IT verantwortlichen Lehrer, wenn Geräte nach Schulende nicht abgeschaltet sind.

Monitore in den Klassen haben in der Regel eine Voreinstellung, die sie bei längeren Nutzungspausen automatisch in Stand-by versetzt.

Ein Teil der PCs für die Lehrerschaft läuft mitsamt Monitor während der gesamten Schulzeit durch, damit sofort ersichtlich ist, welcher PC in Betrieb ist und kein Zeitverlust durch Hochfahren entsteht. Hier wäre eine Lösung wünschenswert, die mit Monitoren im Stand-by-Modus auskommt.

Die Lüftungsanlagen verursachen insgesamt rund 12% des Strombedarfs. Hierin eingeschlossen sind Digestorien und Chemikalienschränke.

Die neu installierte Wärmepumpe ist noch nicht eingerechnet, da sie erst im Lauf des Jahres 2018 in Betrieb ging.

Tab. 12: Strombedarf Theodor-Heuss-Schule - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Orts-terminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Theodor-Heuss-Schule	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	97.180	40
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	63.110	26
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	16.890	7
Diverse Geräte + Maschinen	-	-
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	9.420	4
Cafeteria/Bäckerei/Mensa	-	-
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	6.030	2
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	12.400	5
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	30.200	12
Pumpen	7.700	3
Summe	242.900	100

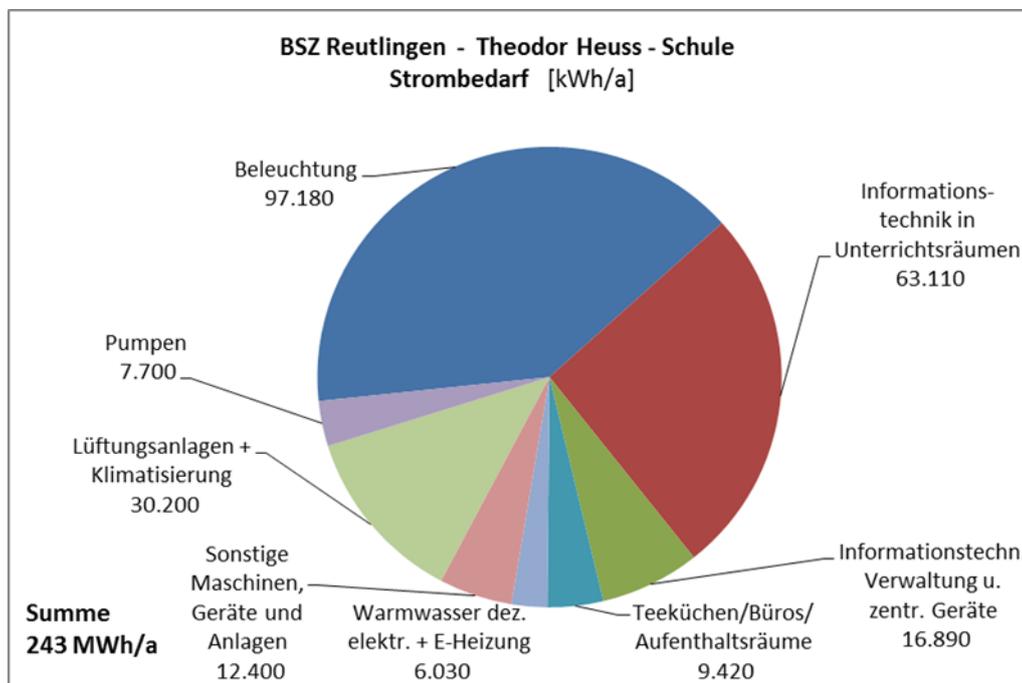


Abb. 82: Theodor-Heuss-Schule --Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.3.2 Ferdinand-von-Steinbeis-Schule

Die Ferdinand-von-Steinbeis-Schule hat einen Gesamtstrombedarf von rd. 174 MWh/a.

Die Schule wurde vor kurzem bautechnisch und auch hinsichtlich der Beleuchtung saniert, der Hauptflügel hat neue Leuchten mit T5-Leuchtmitteln an EVGs und Bewegungsmelder mit Helligkeitssensoren erhalten. Die Einstellung dieser Sensoren erscheint stellenweise nicht plausibel – in manchen Räumen werden sie sowohl zum Einschalten bei Betreten wie zum Ausschalten bei Nichtnutzung verwendet, in anderen nur zum Ausschalten – und dürfte noch optimierbar sein. Die Helligkeitssensoren sind stellenweise so justiert, dass auch bei ausreichendem Tageslicht die Beleuchtung in Betrieb bleibt.

Nur der Kopfbau im Nordosten hat noch die alte Beleuchtung. Der Fahrradkeller ist durchgehend beleuchtet – es sind keine Bewegungsmelder vorhanden. Die Notbeleuchtung wird nur im Notfall angeschaltet.

Die Beleuchtung verursacht etwa 37% des gesamten Strombedarfs.

Die Ferdinand-von-Steinbeis-Schule hat insgesamt 10 Computerräume. Die Informationstechnik für Unterrichtszwecke ist der Grund für ca. 21% des Bedarfs, die IT von Verwaltung und Lehrkörper für weitere 10%.

Die PCs für Schüler*innen werden automatisch um 19 Uhr ausgeschaltet, auch am Wochenende und in den Ferien werden sie automatisch außer Betrieb genommen.

Sonstige Geräte und Anlagen verursachen 8%.

Die Ausstattung und Nutzung der Sternwarte ist nicht im Einzelnen bekannt, hier wurden Annahmen getroffen.

Der Betrieb der Lüftungsanlagen beläuft sich auf anteilig 17% am Strombedarf, hauptsächlich durch die große Lüftungsanlage für die Fachklassen sowie die Abluft für die diversen Chemikalienschränke. Eine weitere große Zu-/Abluftanlage, die für die Werkstätten vorgesehen ist, wird derzeit nicht betrieben.

Tab. 13: Strombedarf Ferdinand-von-Steinbeis-Schule - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Ferdinand-von-Steinbeis-Schule	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	63.950	37
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	36.820	21
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	17.370	10
Diverse Geräte + Maschinen	200	0
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	5.870	3
Cafeteria/Mensa	-	-
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	730	0
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	13.590	8
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	29.020	17
Pumpen	5.900	3
Summe	173.500	100

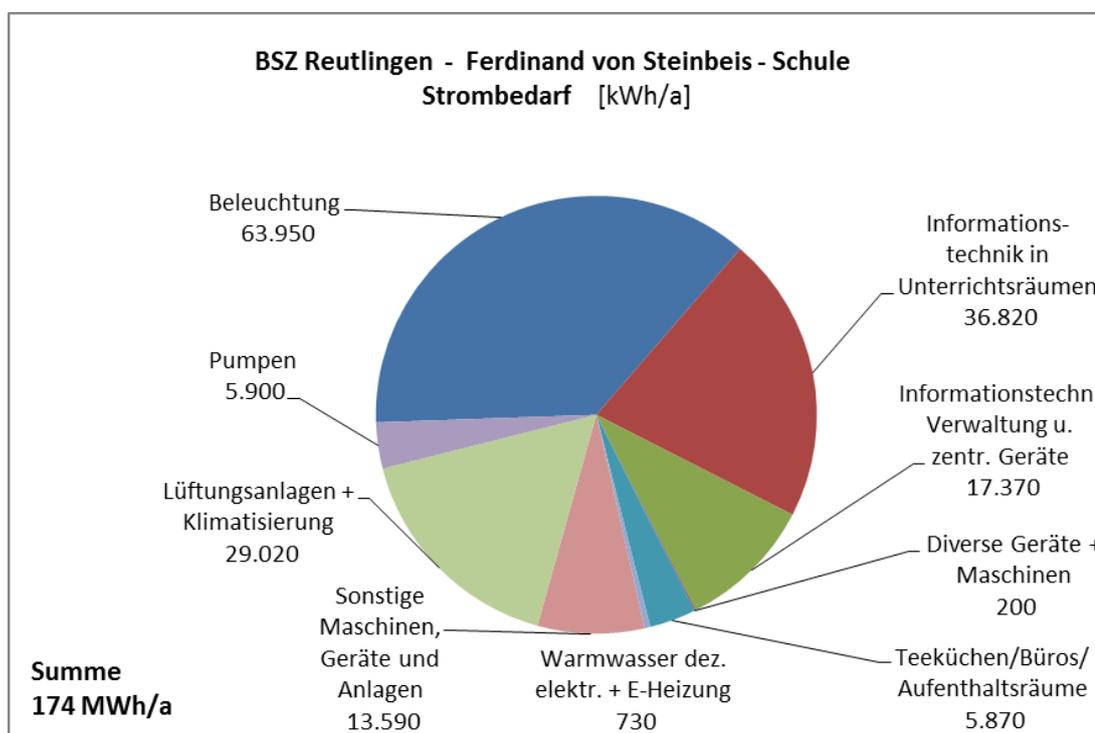


Abb. 83: Ferdinand-von-Steinbeis-Schule – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.3.3 Kerschensteiner-Schule

Der Gesamtstrombedarf der Kerschensteiner-Schule beträgt ca. 269 MWh/a.

Der Anteil der Beleuchtung beträgt hieran rund 27%.

Die Leuchten in der Schule sind meist älteren Datums, in einzelnen Fachklassen und EDV-Räumen sind neuere Systeme vorhanden, jedoch noch keine LED. Bewegungsmelder sind nicht vorhanden.

Die Flure und Treppenhäuser sind nicht getrennt schaltbar, dadurch brennt auch in Bereichen, die ausreichend Tageslicht erhalten, das Licht, weil innenliegende Flure sonst zu dunkel sind.

Die Beleuchtung der Mensa ist hier mit eingerechnet.

Die Schaltung der Notbeleuchtung ist so ausgelegt, dass sie parallel zur Flurbeleuchtung während deren Betriebszeiten angeschaltet ist. Allerdings hat der Hausmeister mittlerweile etwa 75% der zuvor genutzten Glühlampen durch LED ersetzt.

Die Fluchtwegebekanntmachung ist in diesem Gebäude unbeleuchtet.

Die IT in Unterrichtsräumen hat einen Bedarfsanteil von ca. einem Zehntel, wobei es hier 7 EDV-Klassen mit insgesamt 88 PCs gibt, davon etwa 30 für den Bereich Mediengestaltung.

Die Informationstechnik für die Schulleitung, die Verwaltung und in den dezentral gelegenen Lehrerzimmern für jeweils zwei bis neun Personen benötigt etwa 6% des Stroms. Hierin eingerechnet ist der Serverraum im UG, in dem auch Rechner für die GLT des Gesamtareals sowie für das Verwaltungsnetz stehen.

Die Mensa ist für etwa 6% verantwortlich, es erfolgt keine separate Abrechnung.

Die Geräte und Anlagen für den Betrieb der Infrastruktur (Regeltechnik, Telefon-, Brandmelde- u. Sprechanlagen ...) verursachen ca. 5% des Strombedarfs.

Der Sektor Lüftung und Klima hat hier mit 38% den größten Strombedarf. Dies resultiert vorrangig aus einer großen Lüftungsanlage für die KSS, die einen Teil des Werkstattgebäudes mit versorgt sowie aus zwei Klimaanlage, eine für den Serverraum im UG, eine für den im 3. OG. Das mobile Klimagerät für das stark solar belastete Lehrerzimmer im 3. OG wird sparsam genutzt.

Tab. 14: Strombedarf Kerschensteiner-Schule – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Orts-terminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Kerschensteiner - Schule	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	72.300	27
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	27.770	10
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	17.300	6
Diverse Geräte + Maschinen	500	0
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	6.280	2
Mensa	16.030	6
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	1.460	1
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	13.460	5
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	102.820	38
Pumpen	11.410	4
Summe	269.300	100

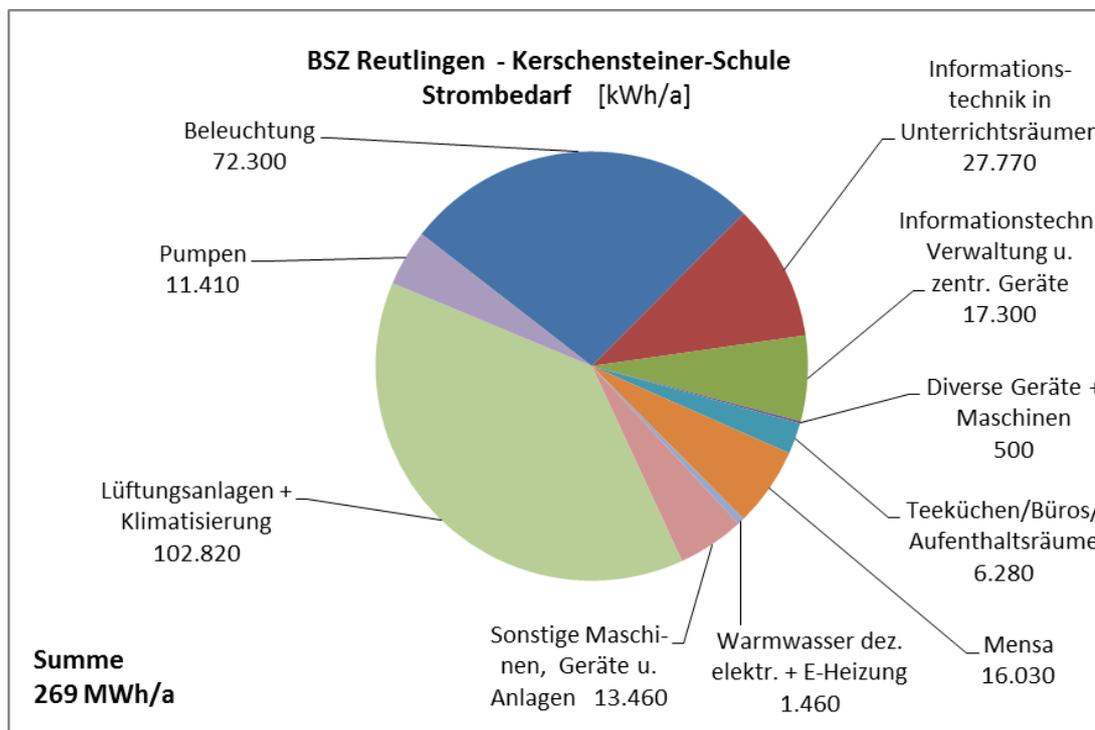


Abb. 84: Kerschensteiner-Schule – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.3.4 Laura-Schradin-Schule

Die 14 Klassenräume im Containergebäude sind elektrisch über die LSS angeschlossen. Aus diesem Grund ist der Strombedarf der Schule mit ca. 381 MWh pro Jahr überproportional hoch, die Container benötigen davon rd. 106 MWh.

Die Beleuchtung verursacht knapp ein Viertel des Strombedarfs.

Der Eingangsbereich und alle Verkehrsflächen sind während der Schulzeit durchgehend beleuchtet. Flächen in den Obergeschossen, die ausreichend Tageslicht erhalten, können nicht separat abgeschaltet werden.

Die Leuchten sind überwiegend älteren Datums, nur einzelne Flure vor den Lehrküchen im EG und den Fachklassen im 1. OG sind neu mit T5-Leuchtmitteln und EVG ausgestattet worden.

In jeder 2. Leuchte in den Fluren sind Notlichter mit einer Leistung von je 5 oder 10 W installiert, die ganztägig zu Schulzeiten ebenfalls angeschaltet sind und insgesamt rund 8 MWh am Strombedarf verursachen.

Die Informationstechnik zu Unterrichtszwecken benötigt etwa 8%, die für die Schulleitung und die Verwaltung etwa 3%.

Weit überwiegend sind die PCs der Schüler*innen außerhalb der Nutzungszeit automatisch ausgeschaltet. Das Reinigungspersonal meldet gegebenenfalls an den IT-Verantwortlichen, wenn dem nicht so ist.

Ein Teil der PCs für die Lehrer*innen ist während des gesamten Schultags incl. Monitor in Betrieb, um einen sehr schnellen Zugriff zu ermöglichen.

Die Getränkeautomaten im Flur (insgesamt mindestens 5 MWh/a) werden in den Ferien ausgeschaltet, es sei denn, Handwerker sind im Haus.

Die Lehrküchen und Hauswirtschaftsklassen benötigen ca. 5%.

Größter Bedarfsanteil ist die elektrische Beheizung und Wassererwärmung mit 25%. Darin eingeschlossen und absolut dominierend für das Segment ist mit 95 MWh die Beheizung für die Containerklassenräume.

Auch die Lüftungsanlagen für die Fachklassen und den Lehrküchenbereich haben mit 21% einen hohen Bedarfsanteil. Hierin eingeschlossen sind die Abluft für die Chemikalienschränke und die Digestorien sowie die Klimatisierung des Serverraums. Auch die Räume 127 – 133 werden bei Bedarf gekühlt.

Mit rd. 6% liegen auch die Umwälzpumpen relativ hoch im Bedarf; es sind einige sehr alte Pumpen mit Baujahr 1979 und 1980 vorhanden.

In das Netz der LSS wird ein Teil des in der zentralen Kraft-Wärme-Kopplungsanlage erzeugten Stroms eingespeist, die Menge ist unklar.

Tab. 15: Strombedarf Laura-Schradin-Schule – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Orts-terminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Laura-Schradin-Schule	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	85.840	23
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	31.060	8
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	13.100	3
Diverse Geräte + Maschinen	2.240	1
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	6.970	2
Lehrküchen + Hauswirtschaft	20.080	5
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	96.740	25
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	20.520	5
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	80.070	21
Pumpen	24.000	6
Summe	380.600	100

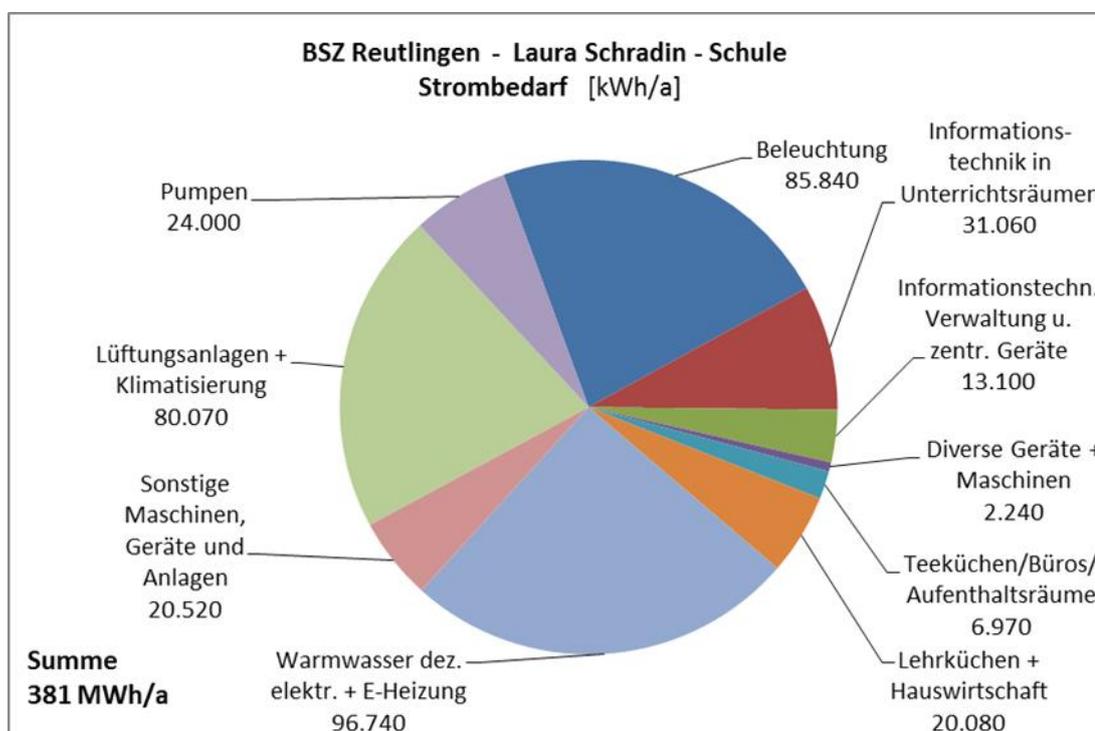


Abb. 85: Laura-Schradin-Schule – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren LSS einschließl. Klassenräume im Containergebäude

3.6.3.5 Schulgebäude Bismarckstr. 15

Dieses Gebäude hat einen Strombedarf von ca. 32 MWh/a.

Mit einem Anteil von 41% wird dieser weit überwiegend durch die Beleuchtung verursacht.

Die Informationstechnik für Unterrichtszwecke verursacht weitere 13%, die für die Lehrkräfte und zentrale Anlagen (ein PC für die GLT) 11%.

Die Getränkeautomaten im Flur sind Ursache für den relativ hohen Anteil von 10% für „Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume“.

Die Infrastrukturanlagen wie Telefon, Sprech-, Brandmeldeanlagen, USV u. ä. sind Ursache für rd. ein Sechstel des Strombedarfs.

Umwälzpumpen machen knapp ein Zehntel des Bedarfs aus.

Tab. 16: Strombedarf Bismarckstr. 15 - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Schulgebäude Bismarckstr. 15	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	13.270	41
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	4.060	13
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	3.510	11
Diverse Geräte + Maschinen	0	-
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	3.210	10
Cafeteria/Bäckerei/Mensa	0	-
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	370	1
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	4.830	15
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	0	-
Pumpen	2.900	9
Summe	32.200	100

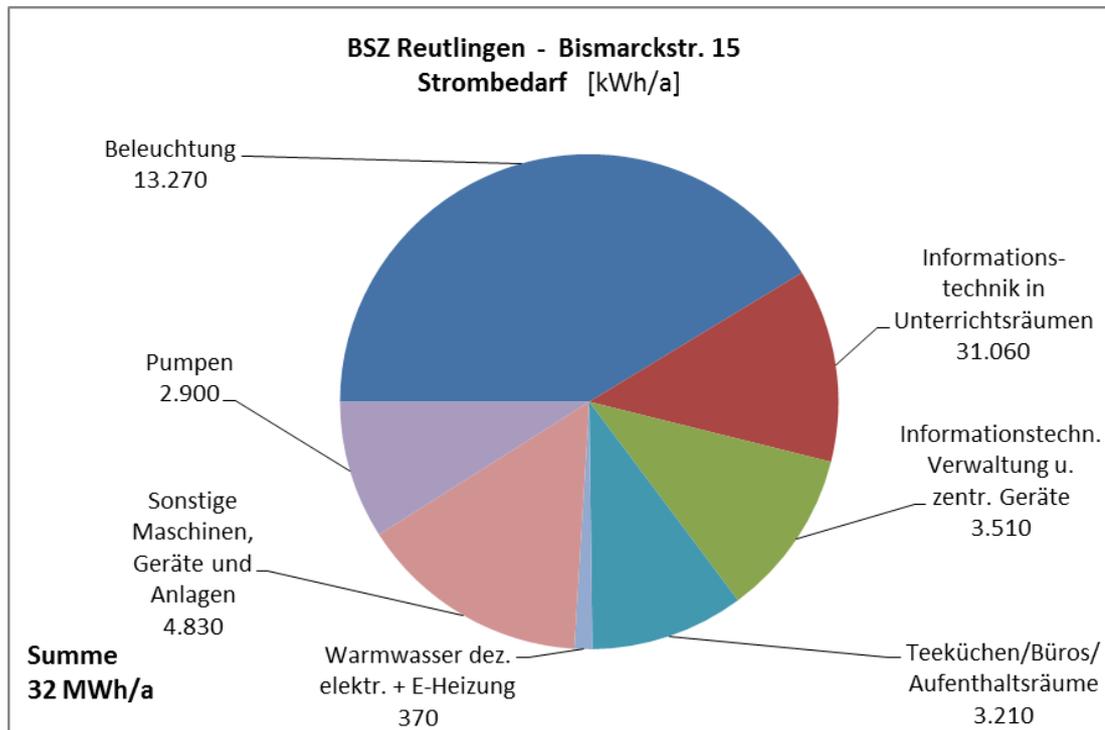


Abb. 86: Bismarckstr. 15 – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.3.6 Werkstattgebäude

Der Gesamtstrombedarf der Werkstätten liegt bei rd. 310 MWh pro Jahr.

Die Beleuchtung verursacht gut ein Drittel. Es sind weit überwiegend Leuchtstoffröhren mit KVG in älteren Leuchten vorhanden, teils auch freistrahrend. Meist sind Langfeld-Röhren mit 58 W (zzgl. Vorschaltgerät) installiert, teilweise auch kürzere mit 36 W (zzgl. VG). Nur einzelne Messplätze und EDV-Unterrichtsräume verfügen bereits über eine moderne Beleuchtung mit LED.

Bewegungsmelder (mit Helligkeitssensor) sind nur für die Außenbeleuchtung am Eingang und am Werkstatttor zur Silberburgstraße vorhanden, nicht in Innenbereichen, auch nicht für Nebenräume (WC, Umkleiden ...), die häufig unnötig lange beleuchtet sind.

Die Treppenhäuser und Flure sind nicht getrennt schaltbar, so dass Tageslicht in oberen Stockwerken nicht zur Reduzierung der Brenndauer genutzt werden kann.

Das Notlicht in jeder 2. Leuchte im Flur brennt während der Schulstunden (12 Std./Tag), ebenso die Fluchtwegebeschilderung.

Die Informationstechnik zu Unterrichtszwecken spielt in diesem Gebäude mit 6% eine eher untergeordnete Rolle, der Schwerpunkt liegt auf den zahlreichen techni-

schen Ausbildungsklassen. Nur in der Mediengestaltung und im Elektrobereich sind Klassenräume mit PC ausgestattet, teils mit hochwertigen Geräten.

Die IT in Lehrerzimmern benötigt ca. 5%.

Bestimmungsgemäß sind zahlreiche Geräte und Maschinen mit zum Teil hohem Leistungsbezug von 10, 20 oder 40 kW vorhanden und verursachen rd. 18% des Strombedarfs, obwohl die einzelne Maschine in der Regel immer nur kurz in Betrieb ist. Der Gesamtleistungsbezug aller Maschinen und Anlagen beläuft sich auf mindestens 450 kW, eher mehr.

Der an sich niedrige Bedarf der Teeküchen und Aufenthaltsräume von 2% wird hauptsächlich durch die beiden Getränkeautomaten im Flur bestimmt, es sind allerdings auch einige Kühlschränke, Kaffeemaschinen und Wasserkocher dezentral in Betrieb.

Die Bäckerei und Konditorei benötigen mit rund einem Sechstel verhältnismäßig viel Strom. Es sind zahlreiche Geräte und Anlagen zum Erwärmen und Kühlen von Backwaren und Speisen bzw. von Vorprodukten installiert, der Gesamtleistungsbezug beträgt mindestens 83 kW.

Der Anteil für „Sonstige Maschinen ...“ beträgt hier etwa 12%. Dies ist vorrangig der Druckluftanlage zur Steuerung der Heizkörperventile geschuldet (drei Kompressoren, davon im Frühjahr 2018 einer defekt).

Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen benötigen rd. 5%. Viele werden nach Bedarf betrieben, z.B. Absaugungen beim Lackieren oder Schweißen.

Tab. 17: Strombedarf Werkstattgebäude – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Werkstattgebäude	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	106.950	35
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	17.320	6
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	15.800	5
Diverse Geräte + Maschinen	55.380	18
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	5.270	2
Bäckerei + Konditorei	45.220	15
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	4.200	1
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	38.190	12
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	15.950	5
Pumpen	5.300	2
Summe	309.600	100

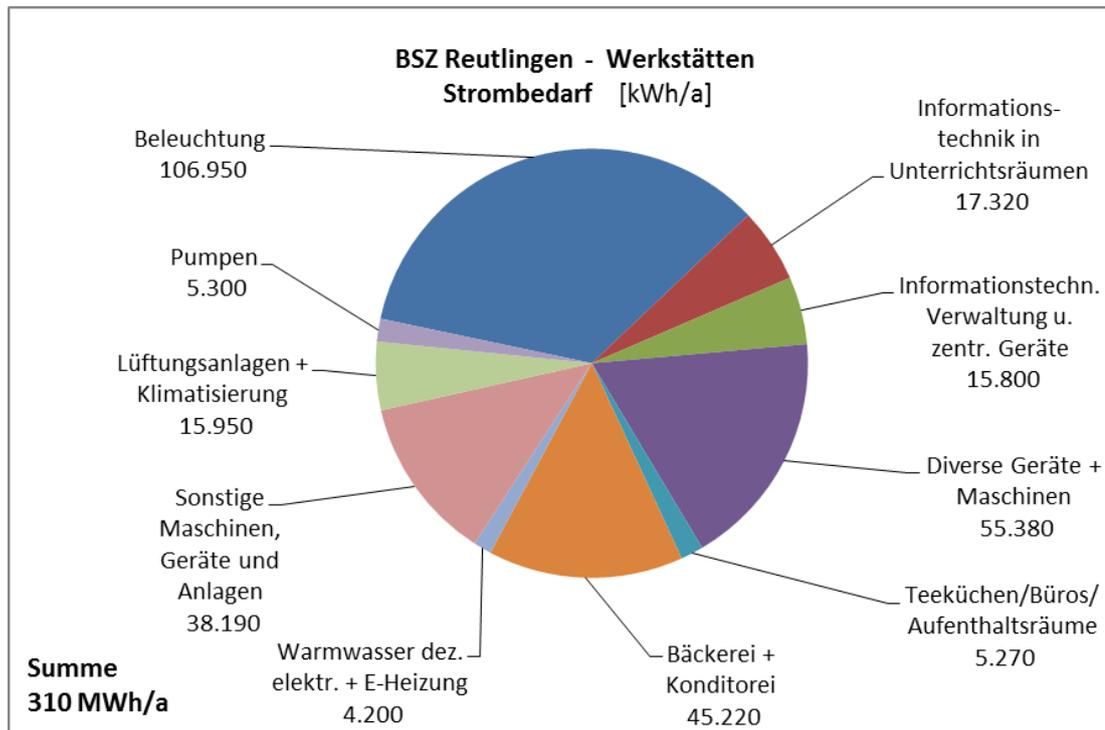


Abb. 87: Werkstattgebäude – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.3.7 Theodor-Heuss-Sporthalle

Der Gesamtstrombedarf der Theodor-Heuss-Sporthalle liegt bei knapp 90 MWh/a.

Die beiden großen Sektoren sind die Beleuchtung mit rd. 42% und die Lüftungsanlagen mit etwa 46%.

In der Sporthalle wurden die vorhandenen Leuchtstoffröhren 2018 gegen neuere T8-Leuchtstoffröhren (und Starter) ausgetauscht.

Die drei Lüftungsanlagen für die große Sporthalle, die Turnhalle und den Umkleide- und Duschbereich sind täglich 15 Stunden, samstags 7 Stunden in Betrieb.

Die sonstigen Geräte und Anlagen (Telefon- und Brandmeldeanlagen, Regeltechnik etc.) fallen mit 6% nur wenig ins Gewicht, ebenso die Umwälzpumpen mit ca. 4%.

Tab. 18: Strombedarf Theodor-Heuss-Sporthalle – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Orts-terminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Theodor-Heuss-Sporthalle	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	37.360	42
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	-
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	0	-
Diverse Geräte + Maschinen	1.920	2
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	0	-
Cafeteria/Bäckerei/Mensa	0	-
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	0	-
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	5.530	6
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	41.250	46
Pumpen	3.290	4
Summe	89.400	100

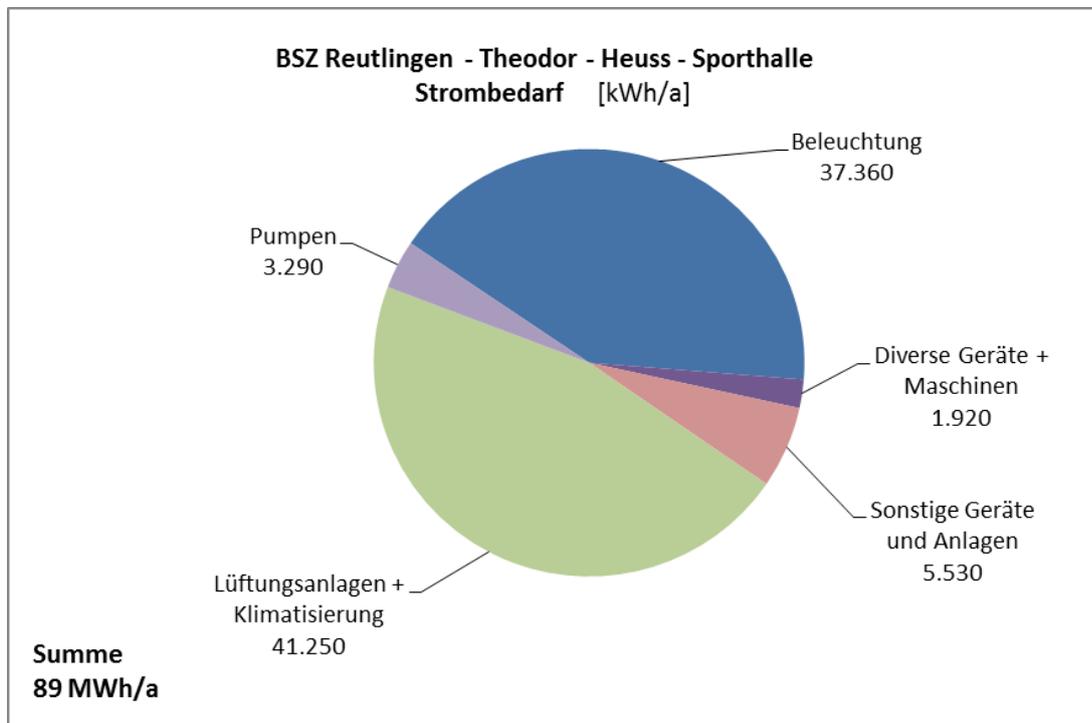


Abb. 88: Theodor-Heuss-Sporthalle – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.3.8 Hans-Kern-Sporthalle und Parkhaus

Die Hans-Kern-Sporthalle und das Parkhaus laufen auf einen gemeinsamen Zähler. Der Jahresstrombedarf wurde auf Basis der Angaben zur Nutzung zu rd. 140 MWh errechnet. Dies weicht stark vom abgerechneten Wert von 212 MWh ab. Erklärlich ist dies nur über unzutreffende Angaben hinsichtlich der Betriebsdauer. Beispielsweise würde eine deutlich längere Laufzeit der Lüftungsanlagen die Differenz erklären.

Auch hier verursacht die Beleuchtung einen hohen Anteil, knapp die Hälfte. Dies ist angesichts der langen Nutzungszeiten einer Sporthalle sowie der Beleuchtung eines Parkhauses zu erwarten.

Die Beleuchtung im Parkhaus besteht aus frei strahlenden Leuchtstoffröhren mit KVG und ist täglich 12 Stunden an 6 Tagen pro Woche angeschaltet. Die Notbeleuchtung besteht aus 40 W-Glühlampen, die 24 Std. durchgehend betrieben werden.

Die Be- und Entlüftung verursacht rd. 41% des Strombedarfs.

Es sind 4 Lüftungsanlagen vorhanden, drei Abluftanlagen für das Parkhaus, eine Zu-/Abluftanlage für die Turnhalle und deren Nebenräume.

Im Segment „Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen“ entsteht ein Bedarfsanteil von ca. 4%, hauptsächlich durch Kommunikations- und Regelungsanlagen.

Tab. 19: Strombedarf Hans-Kern-Sporthalle und Parkhaus - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Hans-Kern-Sporthalle und Parkhaus	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	67.470	48
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	-
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	0	-
Diverse Geräte + Maschinen	6.180	4
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	0	-
Cafeteria/Bäckerei/Mensa	0	-
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	0	-
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	5.850	4
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	57.750	41
Pumpen	2.900	2
Summe	140.200	100

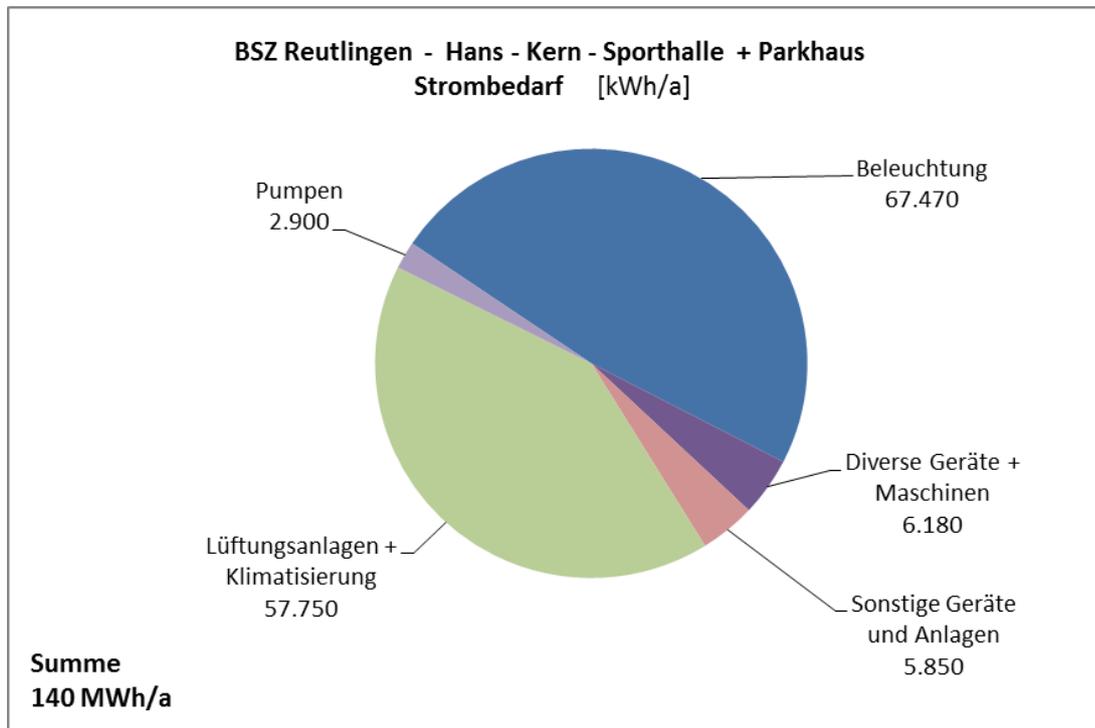


Abb. 89: Hans-Kern-Sporthalle und Parkhaus – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.3.9 Heizwerk

Im Heizwerk gibt es ca. 96 MWh/a Strombedarf.

Zu 98% entsteht dieser durch 3 Pumpen mit hohem Leistungsbezug und langer Laufzeit, die für die Wärmeverteilung im Gelände sorgen. Die Pumpen sind aus dem Baujahr 1972, 1993 und 1996. An einem der Heizkreise hängen die Verwaltungsgebäude jenseits der Bismarckstraße.

Tab. 20: Strombedarf Heizwerk – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

Berufliches Schulzentrum Reutlingen Heizwerk	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	110	0
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	-
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	0	-
Diverse Geräte + Maschinen	0	-
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	0	-
Cafeteria/Bäckerei/Mensa	0	-
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	0	-
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	2.190	2
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	0	-
Pumpen	93.900	98
Summe	96.200	100

3.6.4 Verwaltungsgebäude im Einzelnen

3.6.4.1 Bismarckstr. 14 + 16

Der Gesamtstrombedarf dieses Gebäudes beträgt etwa 58 MWh/a.

Die Beleuchtung ist mit 40% das deutlich größte Segment. Es sind weit überwiegend ältere Raster-Leuchten mit Langfeldröhren vorhanden, teils 58 W (zzgl. Vorschaltgerät), teil 36 W (zzgl. VG), in den Fluren z.T. runde oder quadratische Leuchten mit opaker Abdeckung. Nur der Besprechungsraum im 2. OG hat ein neues Beleuchtungssystem.

Die Informationstechnik für Verwaltungszwecke verursacht rund 23% des Bedarfs. Fast alle Arbeitsplätze sind mit Thin Clients und Monitor ausgerüstet. Thin Clients werden über einen Server mit der notwendigen Rechenleistung für komplexere Aufgaben versorgt. Alltagsaufgaben können mit der vorhandenen Gerätesoftware erledigt werden. Aufgrund der hohen Stückzahl von fast 120 Thin Clients (zzgl. weniger PC und Laptop) sind diese Geräte im Segment IT sehr stark dominant.

In Teeküchen sind einige Haushaltsgeräte vorhanden, Anteil etwa 7%. Stellenweise finden sich Untertisch-Warmwasserspeicher, Anteil etwa 4%. Vorrangig Telefonanlage, Brandmeldeanlage und Regeltechnik verursachen als „Sonstige Geräte und Anlagen“ einen Anteil von etwa 24%.

Tab. 21: Strombedarf Bismarckstr. 14 + 16 - Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

Bismarckstr. 14 + 16	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	22.810	39
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	0
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	13.070	23
Diverse Geräte + Maschinen	0	0
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	3.970	7
Cafeteria/Bäckerei/Mensa	0	0
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	2.200	4
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	13.770	24
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	0	0
Pumpen	2.080	4
Summe	57.900	100

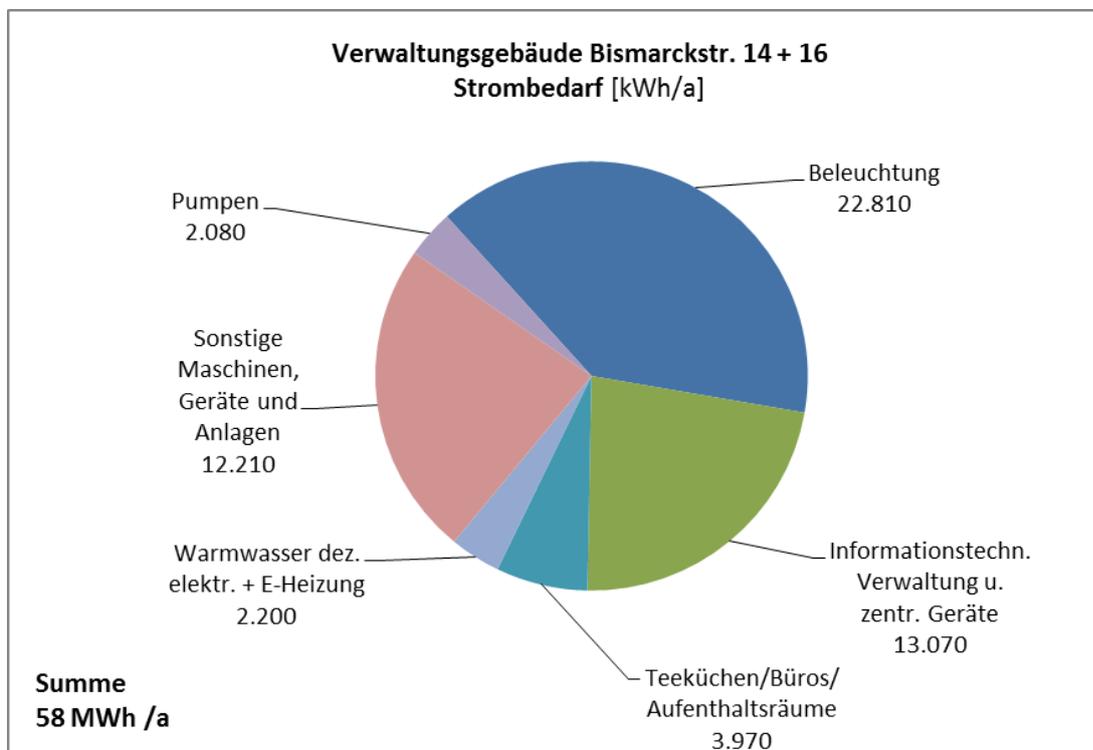


Abb. 90: Bismarckstr. 14 + 16 – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.4.2 St.-Wolfgang-Str. 13

Der Gesamtstrombedarf des Gebäudes St.-Wolfgang-Str. 13 beträgt rd. 23 MWh pro Jahr.

Die Beleuchtung verursacht etwa 42%.

Überwiegend sind ältere Spiegelrasterleuchten mit Langfeldröhren mit konventionellem Vorschaltgerät vorhanden. In den Fluren finden sich runde Leuchten mit opaker Abdeckung. Es wurde angenommen, dass Tageslicht genutzt und die Betriebszeiten der Beleuchtung der Verkehrsflächen eher knapp gehalten sind.

Die IT benötigt etwa ein Viertel des Stroms. Auch in diesem Gebäude sind drei Viertel der Arbeitsplätze mit Thin Clients ausgestattet, rund ein Viertel verfügt über Laptops.

Einige haushaltstypische Geräte finden sich in den Teeküchen und Aufenthaltsräumen und verursachen rd. 8% des Bedarfs.

In diesen Räumen sind auch einige Untertisch-Warmwasserspeicher installiert, mit einem Bedarfsanteil von etwa 4%.

Telefon-, Brandmeldeanlage und Regeltechnik sind die maßgeblichen Anlagen im Segment „Sonstige Geräte und Anlagen“ mit einem Anteil von etwa 21%.

Tab. 22: Strombedarf St.-Wolfgang-Str. 13 – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

St. Wolfgang-Str. 13	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	9.770	42
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	-
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	5.530	24
Diverse Geräte + Maschinen	0	-
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	1.780	8
Cafeteria/Bäckerei/Mensa	0	-
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	920	4
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	4.790	21
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	0	-
Pumpen	400	2
Summe	23.200	100

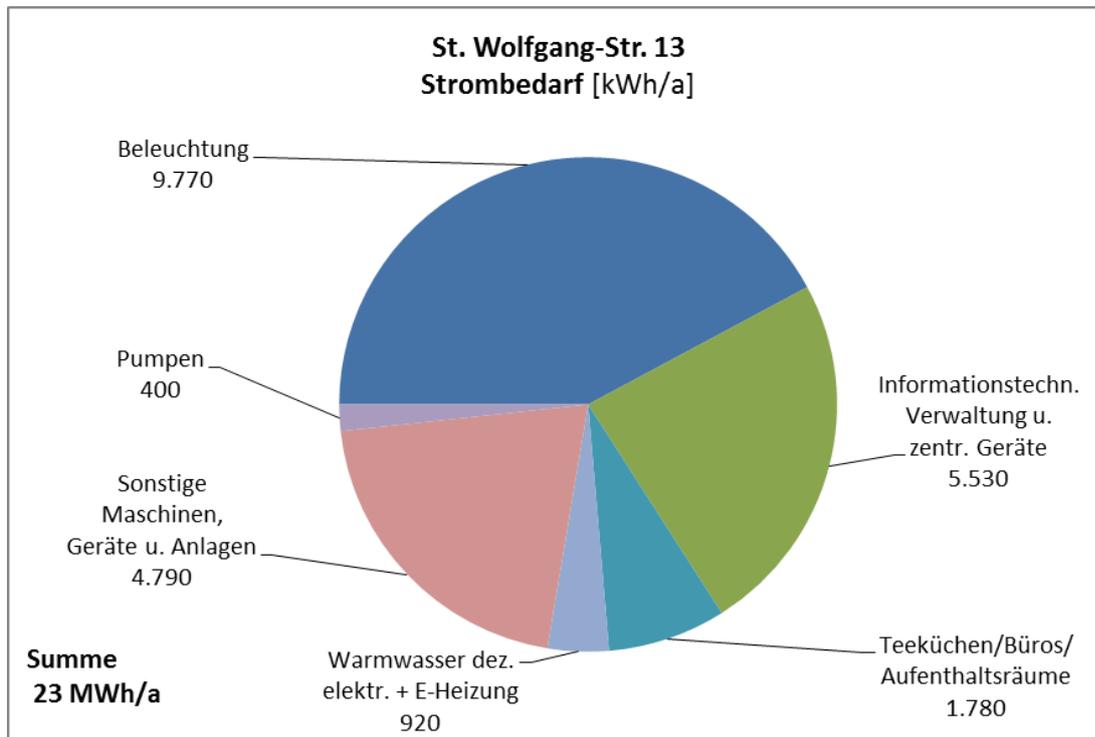


Abb. 91: St.-Wolfgang-Str. 13 – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.4.3 St.-Wolfgang-Str. 15

Der Strombedarf dieses Verwaltungsgebäudes beträgt rd. 21 MWh/a.

Die Beleuchtung hat hieran einen Anteil von rd. 36%.

Überwiegend sind ältere Spiegelraster-Leuchten mit Langfeldröhren vorhanden, in den Fluren runde Leuchten mit opaker Abdeckung.

Die IT verursacht etwa 20% des Bedarfs. Alle Arbeitsplätze sind mit Thin Clients + Monitor ausgestattet.

Ein kleiner Verbrauchsanteil von 7% geht zu Lasten der Geräte in den Teeküchen. Dort sind auch einige Untertisch-Warmwasserspeicher installiert.

Infrastrukturanlagen (Telefon, Regeltechnik ...) verursachen etwa 22%.

Es sind einige ältere Umwälzpumpen vom Bj. 1983 vorhanden, sie benötigen etwa 9% des Stroms.

Tab. 23: Strombedarf St.-Wolfgang-Str. 15 – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Ortsterminen, eigene Hochrechnung)

St. Wolfgang-Str. 15	Strombedarf [kWh/a]	Anteil [%]
Beleuchtung	7.800	36
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	-	-
Informationstechnik Verwaltung u. zentr. Geräte	4.260	20
Diverse Geräte + Maschinen	-	-
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	1.560	7
Cafeteria/Bäckerei/Mensa	-	-
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	1.100	5
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	4.790	22
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	-	-
Pumpen	1.900	9
Summe	21.400	100

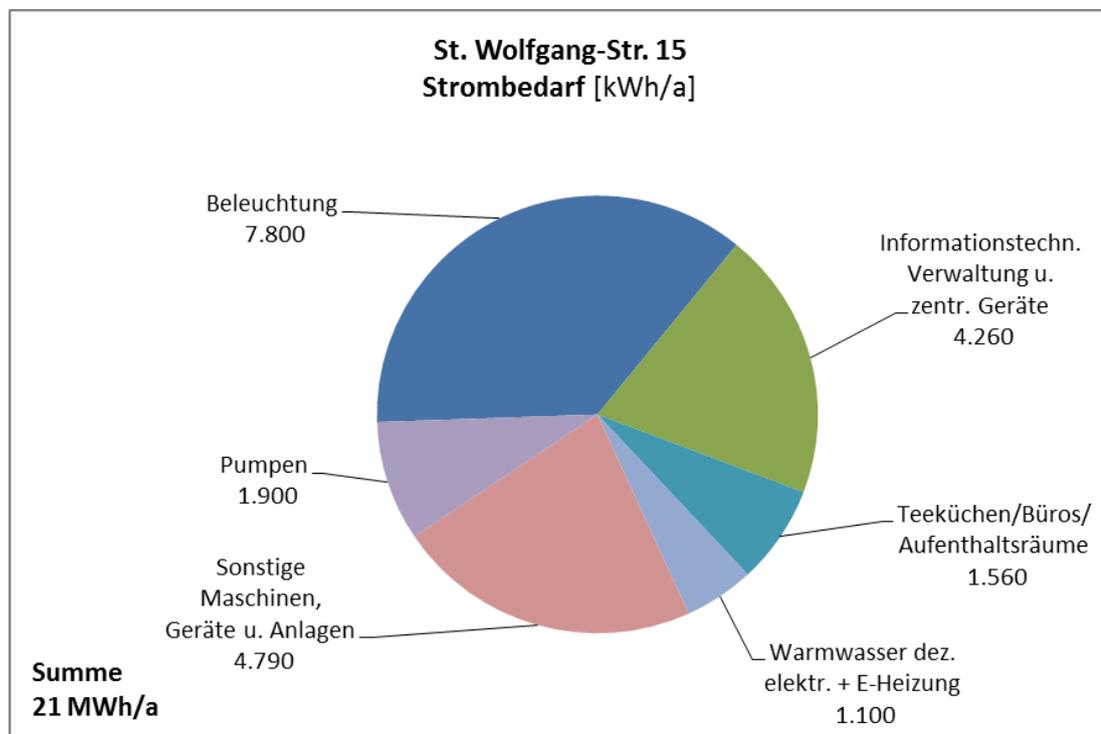


Abb. 92: St.-Wolfgang-Str. 15 – Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

3.6.4.4 Zusammenstellung des Strombedarfs für alle Verwaltungsgebäude

Tab. 24: Strombedarf Verwaltungsgebäude – Hochrechnung (Datenquelle: Erhebung bei Orts-terminen, eigene Hochrechnung)

Verwaltungsgebäude Bismarckstr. 14+16 sowie St. Wolfgang-Str. 13+15	Strombedarf	Anteil
	[kWh/a]	[%]
Beleuchtung	40.400	39
Informationstechnik Verwaltung sowie zentrale Geräte	22.900	22
Teeküchen/Büros/Aufenthaltsräume	7.300	7
Warmwasser dez. elektr. + E-Heizung	4.200	4
Sonstige Maschinen, Geräte und Anlagen	23.400	23
Pumpen	4.400	4
Summe	102.500	100

Die Strom verbrauchenden Geräte und Anlagen werden in den nachfolgenden Kapiteln nach Nutzungsgruppen gegliedert aufgelistet und diskutiert.

Die hochgerechneten Bedarfswerte sind gerundet.

3.6.5 Analyse der Strom-Lastgänge und des Grundlaststromverbrauchs des Schulareals

Für das Berufliche Schulzentrum Reutlingen sind von Seiten des Energieversorgers Lastgangdaten verfügbar, es können die Verläufe des elektrischen Strombezugs im Viertelstundentakt grafisch aufgezeigt werden. In den nachfolgenden Abbildungen sind exemplarisch einige Verläufe gezeigt.

Sockelstromverbrauch

Es ist ein Sockelstromverbrauch, d. h. eine ununterbrochen durchgehend anstehende elektrische Last von etwa 80 bis 100 kW zu verzeichnen, auch zu Nachtzeiten und am Wochenende liegt er in dieser Größenordnung. Hieraus lässt sich ein Stromverbrauch von vorsichtig geschätzt 500.000 bis 600.000 kWh im Jahr hochrechnen, umgerechnet ist das etwa ein Drittel des Gesamtverbrauchs, verbunden mit Kosten von mindestens 100.000 bis 120.000 Euro jährlich, gerechnet mit 6.000 bis 6.500 Stunden Nicht-Nutzungszeit sowie 80 bis 100 kW Grundlast. Ein erheblicher Teil dieses Stromverbrauchs ist unvermeidlich, da Pumpen und Lüftungsanlagen betrieben werden müssen, Server, Switches und W-Lan für den

Schulbetrieb unverzichtbar sind. Genauer dargestellt wird dieser Verbrauchsanteil am Ende dieses Kapitels.

Kaschiert wird der Grundlaststromverbrauch durch die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK), die eine elektrische Leistung von 40 bis 50 kW erbringt. Gut zu sehen ist dies in den nachfolgenden Halbjahresgängen von 2017: Von Mai bis September ist die KWK ausgeschaltet, vermutlich, weil für die gleichzeitig mit der Stromproduktion entstehende Wärme keine ausreichende Abnahme vorhanden ist. In dieser Zeit ist der volle Grundlastbezug ersichtlich.

Der Vergleich mit dem Verlauf aus dem Jahr 2010 zeigt keine wesentliche Änderung. Allerdings wurde die KWK 2010 auch im Sommer durchgehend betrieben, nur im Januar ist der volle Grundlastbezug von 100 kW sichtbar.

Als Verursacher kommen vorrangig Lüftungs- und Klimaanlage, Kompressoren und Pumpen, zudem Server und Switches, Regeltechnik und zentrale Dienste wie Telefon-, Sprech- und Brandmeldeanlagen in Frage. Evtl. haben Aufzüge Stand-by-Verluste, in der Regel wird das Licht in älteren Aufzügen nicht abgeschaltet.

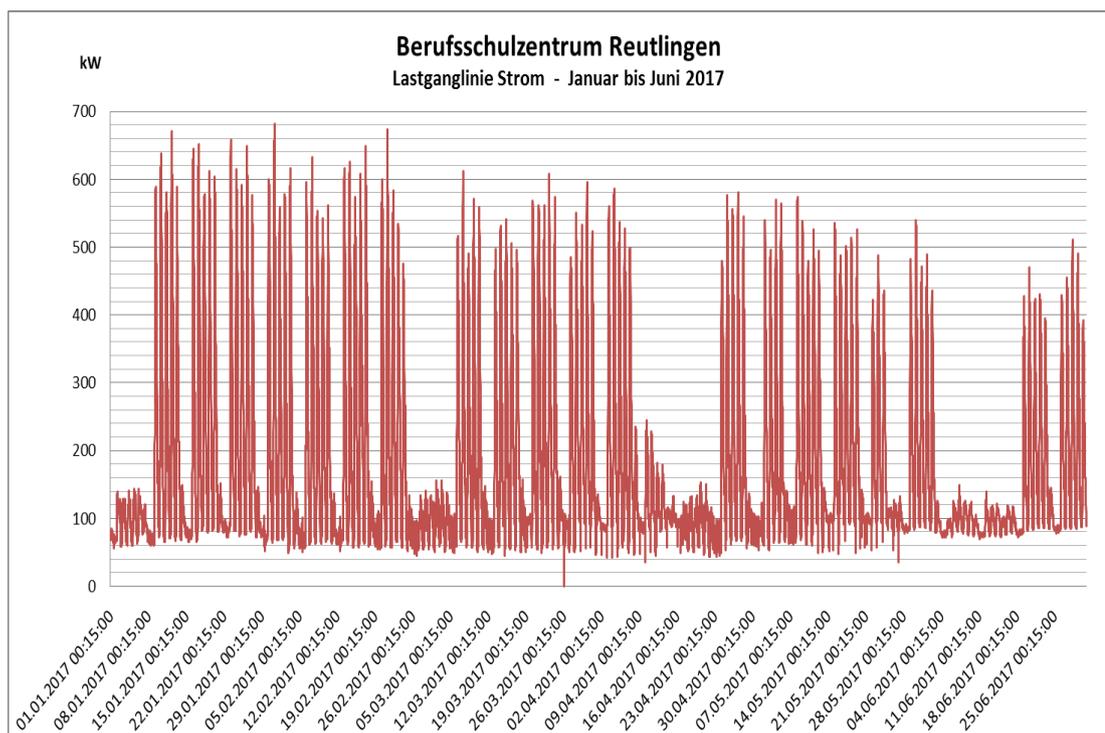


Abb. 93: Verlauf des Lastgangs Strom im ersten Halbjahr 2017

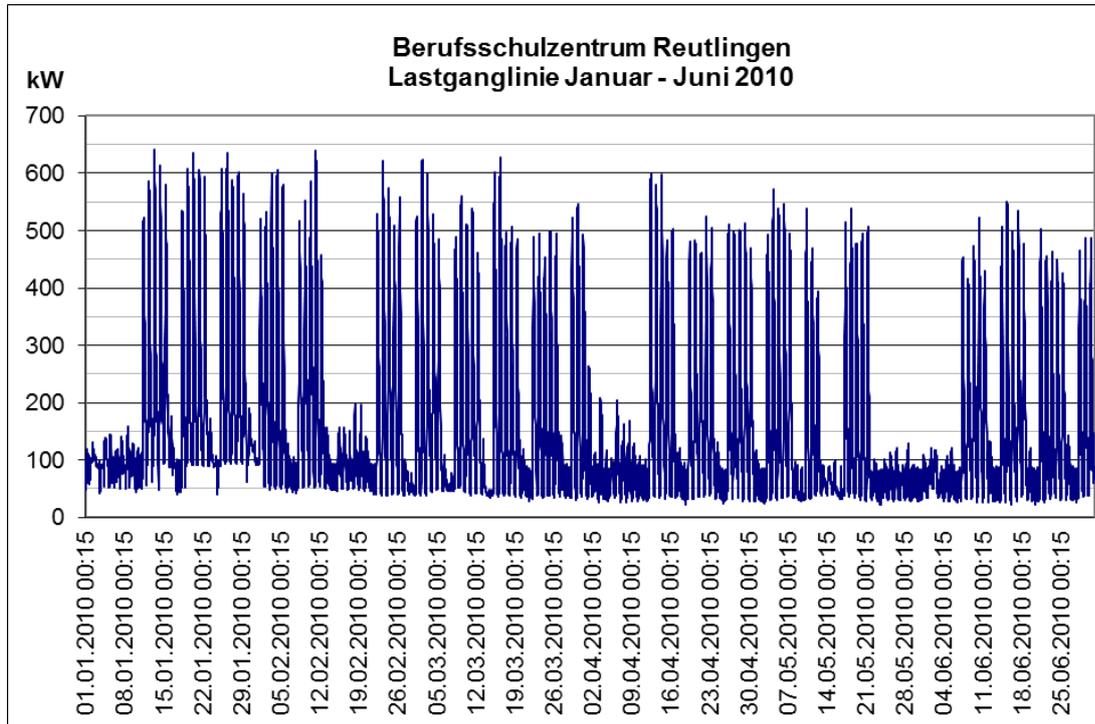


Abb. 94: Verlauf des Lastgangs Strom im ersten Halbjahr 2010

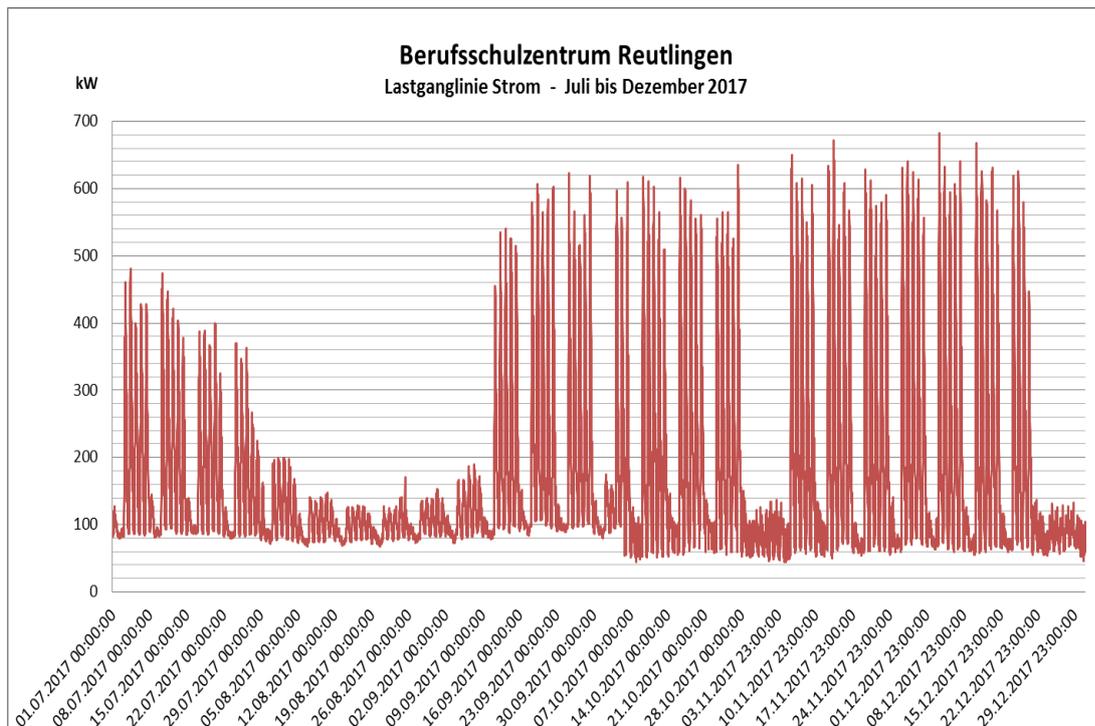


Abb. 95: Verlauf des Lastgangs Strom im zweiten Halbjahr 2017

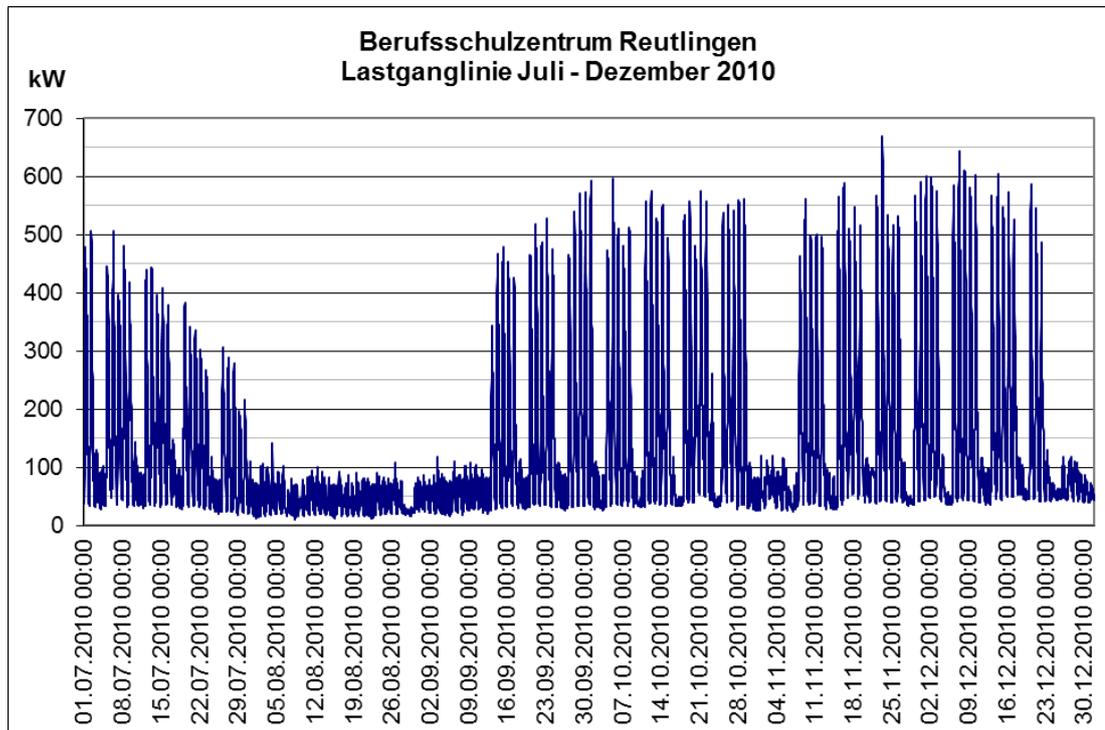


Abb. 96: Verlauf des Lastgangs Strom im zweiten Halbjahr 2010

Lastspitzen und üblicher Verlauf

Die elektrische Last steigt im normalen Schulbetrieb im Jahr 2017 in den Wintermonaten in der Spitze auf 560 bis 680 kW an. Diese Werte liegen gegenüber denen aus dem Jahr 2010 um etwa 50 kW höher.

Hinsichtlich des KWK-Betriebs ist beim Vergleich der vorhergehenden vier Abbildungen ein deutlicher Unterschied zu sehen: Die KWK-Anlage war im Sommer 2010 in Betrieb, 2017 nicht. Daher liegt für das Jahr 2017 der Leistungsbezug in den Sommerferien recht hoch.

Die folgende Tabelle fasst zusammen, in welchen Größenordnungen sich der Lastverlauf während Nutzungs- und Ferienzeiten verhält, unterschieden nach Sommer und Winter. Der Wert in den Winterferien liegt wegen des KWK-Betriebs niedriger als in den Sommerferien.

Tab. 25: Leistungsbezug BSZ Reutlingen (Quelle: Auswertung der Lastgangdaten)

Leistungsbezug in kW	Sommer	Winter
Maximum	ca. 500	680
Tageswert Werktag vormittags	400 bis 500	560 bis 680
Tageswert Werktag nachmittags	250 bis 350	300 bis 500
Ferienzeiten	60 bis 160	50 bis 140
Sockelstrombezug	80 bis 100	80 bis 100

Aus dem nachstehend gezeigten Verlauf der Lastganglinie für den Januar 2017 ist sehr gut ersichtlich, dass in der ersten Woche des Jahres, in der vermutlich keine Meisterkurse oder ähnliche Nutzungen stattfinden, wie es in anderen Ferien üblich ist, an den Wochentagen Anlagen mit insgesamt 60 bis 70 kW in Betrieb gehen.

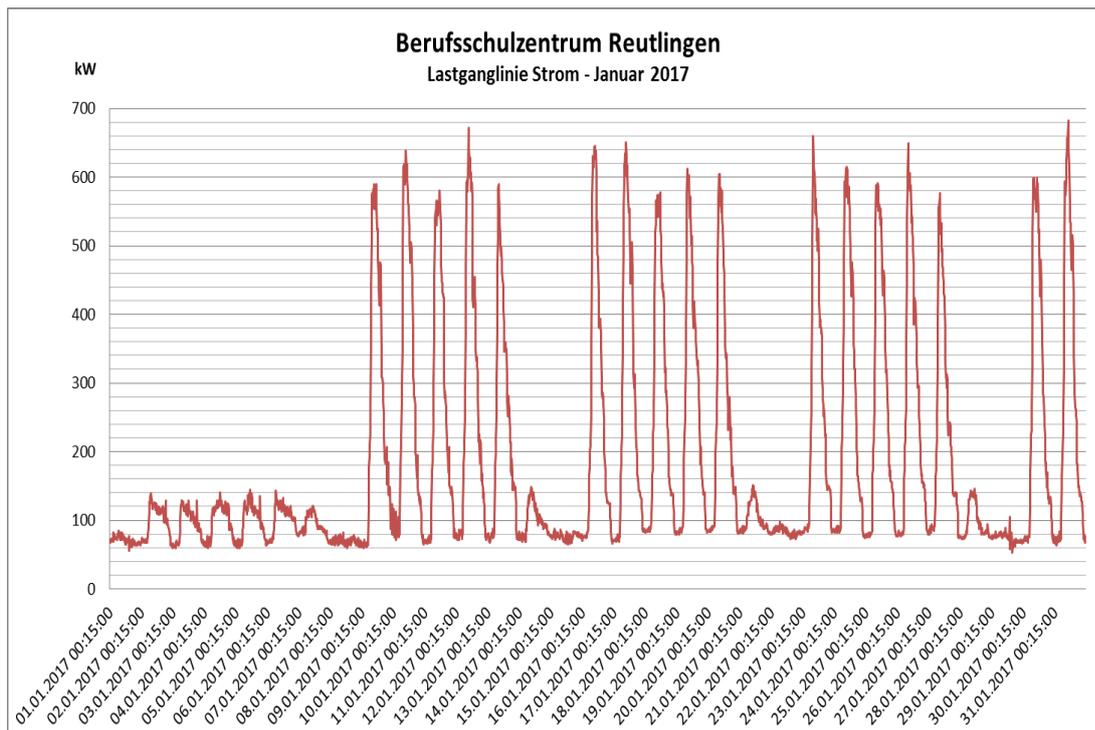


Abb. 97: Verlauf des Lastgangs Strom im Januar 2017

Neben dem Grundlastverlauf und der Spitzenlast fällt als weiteres auf: Zu Schwachlastzeiten, also am Wochenende oder in den Ferien im Winter sind starke Schwankungen im Lastverlauf ersichtlich, wie nachfolgend gezeigt. Dies tritt sowohl im November als auch im Dezember und zu Beginn des Jahres 2017 auf. Erklärlich ist dies einzig über ein Takten der KWK-Anlage, denn die Schwankungen bewegen

sich um die 40 bis 50 kW. Es wäre jedoch zu erwarten, dass die KWK konstant durchläuft, da im Winter genügend Wärme abgenommen wird.

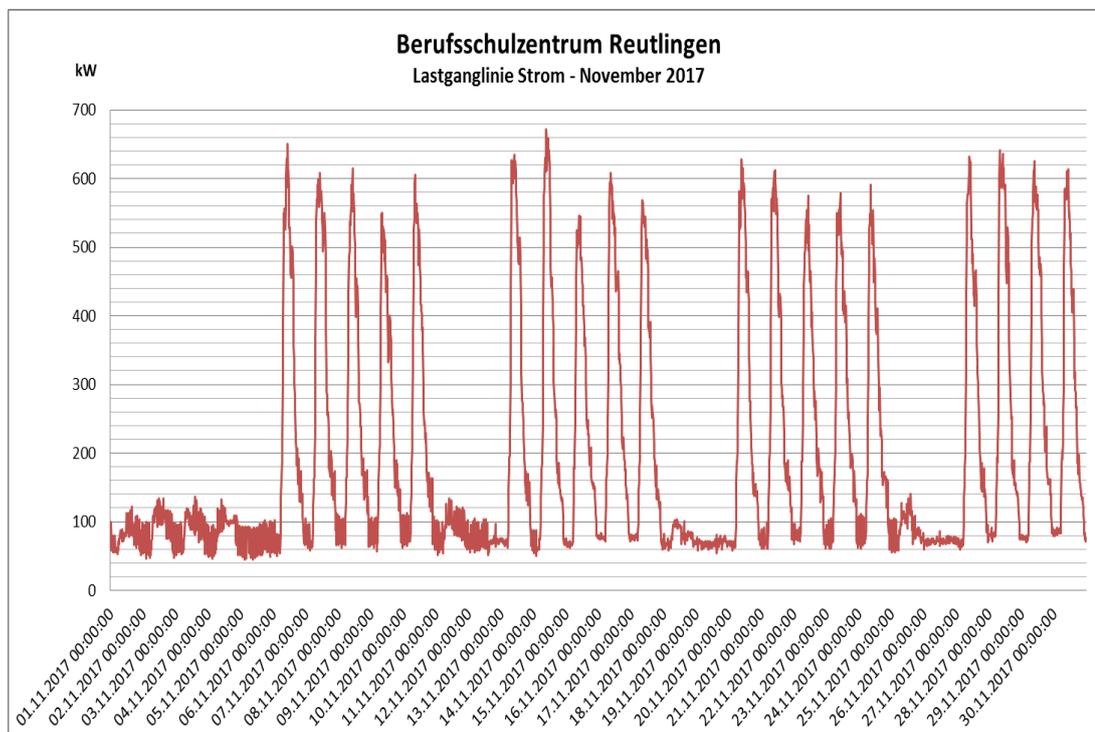


Abb. 98: Verlauf des Lastgangs Strom im November 2017

Da die KWK nach Übernahme der Wärmeversorgung durch die FairEnergie nicht weiter betrieben wird, hat sich die Fragestellung des schwankenden Leistungsbezugs inzwischen erledigt. Im Rückblick bedeutet das Takten der Anlage über einige Zeit, dass sie suboptimal gelaufen ist und daher auch mehr Strom vom Energieversorger bezogen werden musste, als es bei ordnungsgemäßem Betrieb notwendig gewesen wäre. Durch einen regelmäßigen Blick auf den Lastverlauf können derartige Fehlfunktionen frühzeitig erkannt und ggf. behoben werden.

In der folgenden Tabelle sind Geräte und Anlagen, die ganzjährig bzw. große Teile des Jahres in Betrieb bleiben, mit ihren Leistungswerten (z. T. geschätzt) aufgelistet. Beachtet werden muss, dass nie alle gleichzeitig in Betrieb sind, zudem können einige in mehreren Stufen betrieben werden. Für Lüftungsanlagen und Pumpen wurden für die Berechnung des Strombedarfs ebenso wie für die Abschätzung der Grundlast mittlere Leistungswerte angenommen.

Tab. 26: Mögliche Verursacher des Sockelstrombezugs (Quelle: Ortstermine; Abschätzung)

Durchgehend betriebene Geräte und Anlagen (Betrieb ganzjährig)	Anzahl	Betriebsdauer tägl.	Leistungsbezug Gerätegruppe	Strombedarf Gerätegruppe (gerundet)
		[h]	[kW]	[kWh/a]
Sprechanlagen	8	24	1	7.500
Telefonanlagen	8	24	2	16.200
Brandmeldeanlagen	8	24	2	16.200
Regeltechnik	12	24	2	20.100
Server + Switches + WLAN	190	24	6	50.600
Kompressoren	3	3	23	26.300
Kühl- und Gefriergeräte	42	8	4	10.200
Kühlhäuser/-räume	5	8	10	26.100
Getränke- und Pfandautomaten	24	8	7	22.900
Lüftungsanlagen	53		154	295.800
Abluft Chemikalienschränke	8	24	1	11.800
Klimatisierung Serverräume	5		6	23.600
Pumpen	77		29	156.600
Summe			247	684.000

Insgesamt ergibt sich ein für diese Fragestellung relevanter Leistungsbezug von etwa 250 kW und insgesamt ein Jahresstrombedarf von ca. 680 MWh, der zu etwa 40 % auf die Lüftungsanlagen sowie zu fast einem Viertel auf die Pumpen zurück zu führen ist. Daher besteht hier der mit Abstand größte Handlungsbedarf (siehe hierzu das Kapitel 4.5.1).

Zur Einordnung der Verbräuche seien folgende Werte erläutert:

Aus einer früher erstellten Erhebung an über 40 Schulen ergab sich, dass bei einem hohen Grundlaststrombezug auch ein hoher Gesamtstrombezug zu erwarten ist. Konkret ergaben sich dort pro Schüler*in Grundlastwerte zwischen 10 und 20 W/Schül. mit Tiefstwerten von 3 W und hohen Werten bei 40 W.

Die spezifischen Stromverbrauchswerte lagen bei 150 bis 250 kWh/Schül., mit tiefen Werten bei gut 100 und hohen bei über 400 kWh/Schül.. [LGL 2015]

Werden für das BSZ die Teilzeitschüler*innen hälftig gerechnet, so ergeben sich bei insgesamt 7.262 Schüler*innen (davon 3.150 in Vollzeit, Schüler*innen-Zahlen für 2017) eine umgerechnete Zahl von rd. 5.200 „gewichteten Vollzeitschüler*innen“.

Damit errechnet sich ein spezifischer Grundlastwert von 18 bis 19 W/Schül. und ein spezifischer Stromverbrauch von knapp 330 kWh/Schül., Werte also, die eher im oberen Bereich jener Untersuchung liegen.

3.7 Zusammenfassung des Ist-Zustands der Gebäude

3.7.1 Baulicher Zustand

Die Gebäude wurden einzeln betrachtet und ihr baulicher Zustand in einem Lageplan bewertet. Sie sind unterschiedlichen Baujahrs und Sanierungszustands. Die architektonische Qualität der meisten Gebäude ist überdurchschnittlich, die Bausubstanz ist ebenfalls größtenteils gut. Der Sanierungszustand ist unterschiedlich. Insbesondere die meisten Innenräume bedürfen einer grundsätzlichen Sanierung.

In dem Lageplan wurde ergänzend zu der genauen Analyse in den Steckbriefen die Bewertung sämtlicher Gebäude und Außenräume dargestellt.

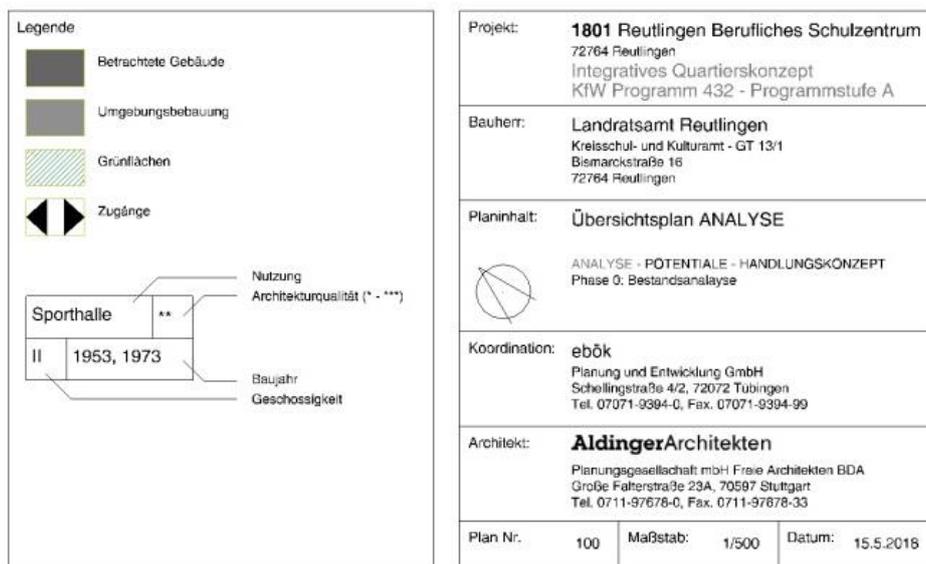


Abb. 99: Plankopf Übersichtsplan Analyse. Der Plan befindet sich im Anhang zum Bericht.

Hier werden nur die Gebäude beschrieben, die in den Steckbriefen als „nicht erhaltenswert“ (rot) und „bedingt erhaltenswert“ (gelb) gekennzeichnet sind.

Bedingt erhaltenswert:

Laura-Schradin-Schule Neubau: Die innere Struktur ist durch die gemischte Typologie unübersichtlich, auch fehlt es den Verkehrsflächen vielfach an Tageslicht. Anders als bei der bauzeitlich ähnlichen Kerschensteinerschule ist die architektonische Qualität unterdurchschnittlich. Eine hohe Qualität liegt im zentralen Treppenhaus mit angrenzenden Aufenthaltsflächen. Das Gebäude ist sanierungsbedürftig, teilweise müssen die Räume heutigen Nutzungen angepasst werden.

Laura-Schradin-Schule Altbau: Die innere Struktur ist durch die Einbündigkeit wenig effizient, was das Verhältnis von Verkehrsfläche zu Nutzfläche betrifft. Eine hohe Qualität liegt in der Fassade, die sehr fein gegliedert und bauzeittypisch filigran gestaltet ist. Das Gebäude ist sanierungsbedürftig. Bei einer Sanierung ist darauf zu achten, dass die bauzeittypische Filigranität der Fassade erhalten bleibt.

Nicht erhaltenswert:

Bismarckstraße 15: Das Gebäude ist nicht barrierefrei erschlossen, die Verkehrsflächen besitzen keine Aufenthaltsqualität. Der Einbau eines Aufzugs gestaltet sich als schwierig, da das Erdgeschoss als Hochparterre ausgeführt ist und die Lage der Treppenhäuser einen Aufzugseinbau zulasten der Nutzfläche bedingen. Das Gebäude funktioniert nur als Ergänzung zu einem anderen, wie derzeit genutzt (zur Laura-Schradin-Schule). Die architektonische Qualität ist mittelmäßig, der Sanierungsaufwand hoch.

3.7.2 Wärmeverbrauch

Der Wärmeverbrauch der Gebäude wird fast ausschließlich durch die Raumheizwärme bestimmt, Wärme zur Trinkwarmwasserbereitung spielt eine untergeordnete Rolle. Der witterungsbereinigte mittlere Wärmeverbrauch aller Gebäude im Quartier beträgt 5.621 MWh/a. Der Verbrauch wird im Wesentlichen durch 5 Gebäude dominiert, die zusammen einen Anteil von 60 % am Verbrauch haben: die Theodor-Heuss-Schule (16 %), die Ferdinand-von-Steinbeis-Schule (14 %), der Neubau der Lara-Schradin-Schule (11 %), der Altbau der Kerschensteinerschule (10 %) und der Neubau Werkstattgebäude (10 %). Zum Teil erklärt sich dies durch die große beheizte Grundfläche der Gebäude, beim Neubau der Lara-Schradin-Schule und dem Altbau der Kerschensteinerschule jedoch durch den hohen spezifischen Verbrauch.

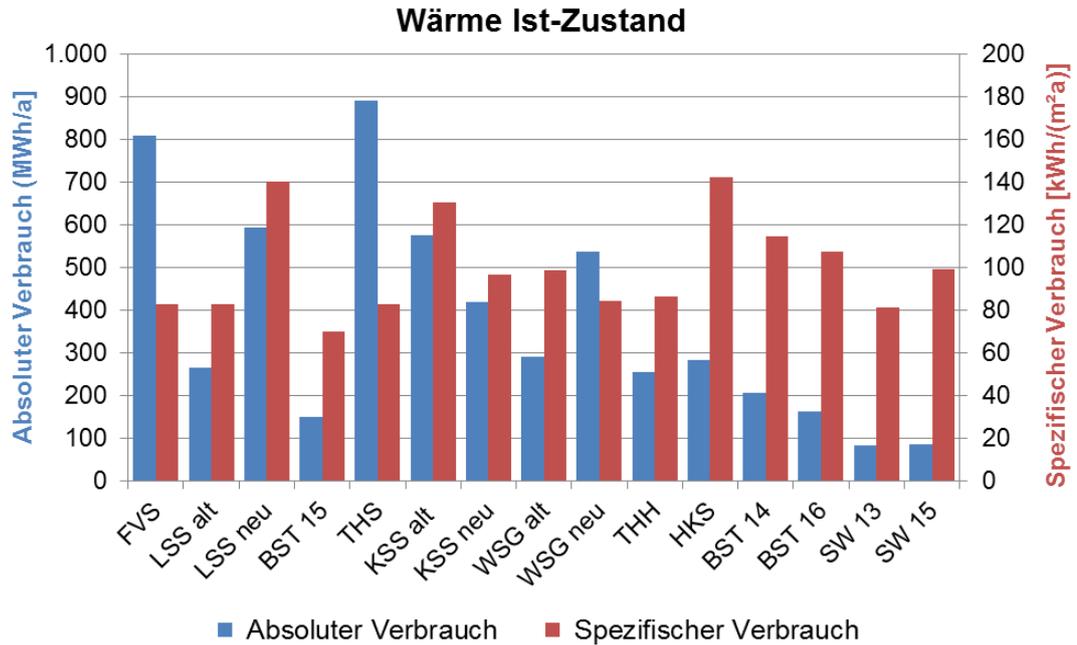


Abb. 100: Übersicht über den Wärmeverbrauch der Gebäude im Quartier. Die Werte sind witterungsbereinigt und über die Jahre 2015 bis 2017 gemittelt.

Im Durchschnitt liegt der spezifische Wärmeverbrauch bei 96,4 kWh/(m² a). Drei Gebäude (Hans-Kern-Sporthalle, Neubau der Lara-Schradin-Schule und Altbau der Kerschensteinerschule) weisen einen besonders hohen spezifischen Verbrauch zwischen 131 und 143 kWh/(m²a) auf. Die meisten anderen Gebäude liegen in einem Bereich zwischen 80 und 100 kWh/(m²a). Das Gebäude Bismarckstraße 15 hat mit 70 kWh/(m²a) den geringsten spezifischen Verbrauch, liegt damit aber immer noch etwa um 50 % über dem Zielwert.

3.7.3 Stromverbrauch

Auf Basis des tatsächlichen Stromverbrauchs für die Jahre 2014 bis 2017 (Energieversorgungsunternehmen + BHKW-Strom + PV-Anlage auf der Theodor-Heuss-Sporthalle) ergibt sich je Gebäude der nachstehend gezeigte absolute sowie der spezifische Verbrauch pro Quadratmeter Nettogrundfläche. Dieser liegt für die Schulgebäude im Mittel bei rd. 26 kWh/m²*a, ohne Berücksichtigung der Sporthallen bei 25 kWh/m²*a, für die Verwaltungsgebäude bei 19 kWh/m²*a.

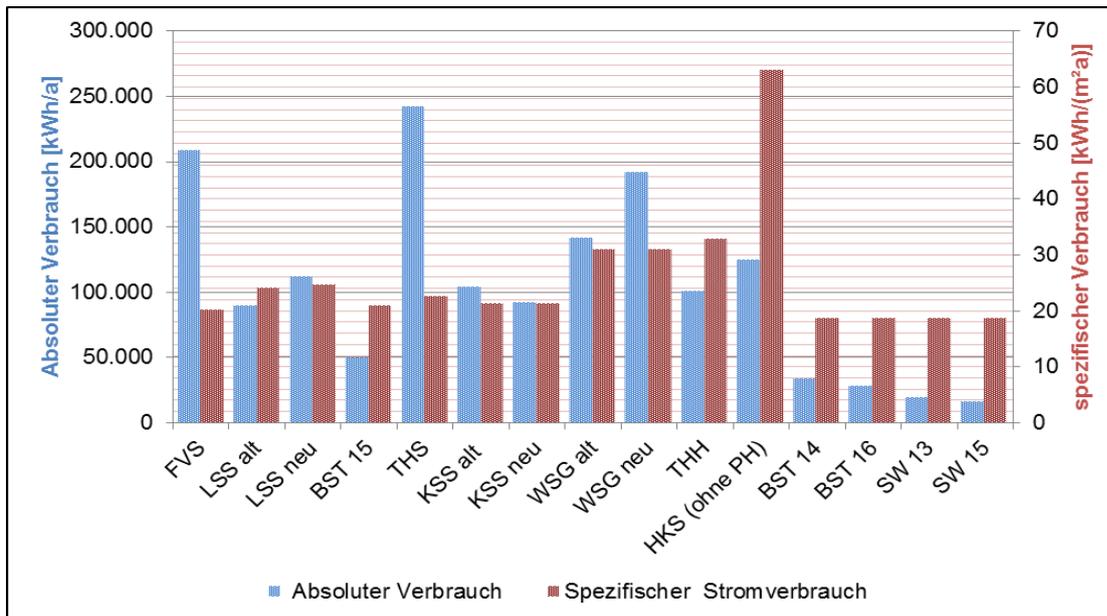


Abb. 101: Übersicht über den absoluten und spezifischen Stromverbrauch der Gebäude im Quartier

Als Vergleichswert nennt die VDI 3807 für Schulzentren einen Richtwert (entspricht einem Zielwert) von 8 und einen Durchschnittswert von 15 kWh/m²*a. Der spezifische Verbrauch der Hans-Kern-Sporthalle (ohne Parkhaus) sticht mit 57 kWh/m²*a heraus. Der spezifische Verbrauch der Theodor-Heuss-Sporthalle ist mit 33 kWh/m²*a relativ hoch; 2015 bis Sept. 2016 wurde die Halle als Flüchtlingsunterkunft genutzt und ganztägig beleuchtet; zusätzlich wurden Container aufgestellt, die elektrisch beheizt und mit warmem Wasser versorgt wurden. Der Wert ist 2017 wieder zurückgegangen, er dürfte sich bei regulärem Betrieb auf etwa 26 bis 28 kWh/m²*a belaufen.

3.7.4 Gesamtbeurteilung

Für die Gesamtbewertung der Gebäude wurden 21 Kriterien definiert und die Gebäude jeweils anhand von 3 Qualitätsniveaus beurteilt. Das Ergebnis dieser Bewertung ist in der Bewertungsmatrix in Abb. 102 dargestellt.

Kriterium	THS	FVS	KSS	LSS alt	LSS neu	BST15	WSG alt	WSG neu	THH	HKS	B 14 / 16	SW 13	SW 15
Gebäude insgesamt													
Zustand Bausubstanz													
Barrierefreiheit													
Energieverbrauch Wärme													
Energieverbrauch Strom													
Dämmstandard Gebäudehülle													
Sanierungspotential Hülle													
Umwelt + Effizienz Wärmeerzeugung													
Effizienz Heizungsverteilung + -übergabe													
Effizienz Heizungsregelung													
Effizienz Warmwasserbereitung													
Effizienz Lüftungsanlagen													
Sanierungsbedarf Heizungsanlage													
Sanierungsbedarf TWW-Bereitung													
Sanierungsbedarf Lüftungsanlagen													
Sanierungsbedarf Elektroanlagen													
Effizienz Beleuchtung													
Sanierungsbedarf Beleuchtung													
Einsparpotential Nutzeranwendungen													
Nutzung lokaler erneuerbarer Energien													
Potentiale erneuerbare Energien													

Kriterium	Legende			
Gebäude insgesamt	erhaltenswert	bedingt	nicht	
Zustand Bausubstanz	gut	bedingt	sanierungsbedürftig	
Barrierefreiheit	gegeben	teilweise	fehlt	
Energieverbrauch Wärme	gering	durchschnittlich	hoch	
Energieverbrauch Strom	gering	durchschnittlich	hoch	
Dämmstandard Gebäudehülle	gut	mittelmäßig	schlecht	
Sanierungspotential Hülle	hoch	bedingt	gering	
Umwelt + Effizienz Wärmeerzeugung	hoch	mittelmäßig	schlecht	
Effizienz Heizungsverteilung + -übergabe	hoch	mittelmäßig	schlecht	
Effizienz Heizungsregelung	hoch	mittelmäßig	schlecht	
Effizienz Warmwasserbereitung	hoch	mittelmäßig	schlecht	
Effizienz Lüftungsanlagen	hoch	mittelmäßig	schlecht	nicht relevant
Sanierungsbedarf Heizungsanlage	gering	teilweise	hoch	
Sanierungsbedarf TWW-Bereitung	gering	teilweise	hoch	
Sanierungsbedarf Lüftungsanlagen	gering	teilweise	hoch	nicht relevant
Sanierungsbedarf Elektroanlagen	gering	teilweise	hoch	nicht untersucht
Effizienz Beleuchtung	hoch	mittelmäßig	schlecht	
Sanierungsbedarf Beleuchtung	gering	teilweise	hoch	
Einsparpotential Nutzeranwendungen	hoch	mittel	gering	nicht relevant
Nutzung lokaler erneuerbarer Energien	vorhanden		nicht vorhanden	
Potentiale erneuerbare Energien	vorhanden	bedingt	nicht vorhanden	

Abb. 102: Matrix zur Bewertung der Gebäude anhand von 21 Bewertungskriterien

3.8 Gesamtbilanzen der Gebäude im Ist-Zustand

3.8.1 Endenergieverbrauch

Die Verteilung des Endenergieverbrauchs im Quartier nach Nutzungstypen der Gebäude, Energieträgern und Verwendung zeigt Abb. 103. Erwartungsgemäß wird die Bilanz bei den Nutzungstypen durch die Schulen und bei den Energieträgern durch die Nahwärme für Heizzwecke dominiert: Die Schulen haben einen Anteil von 63 % am gesamten Energieverbrauch, 79% des Energieverbrauchs im Quartier stammt dabei aus der Nahwärme, die bis auf einen kleinen Anteil Trinkwarmwasserbereitung zum Heizen der Gebäude genutzt wird.

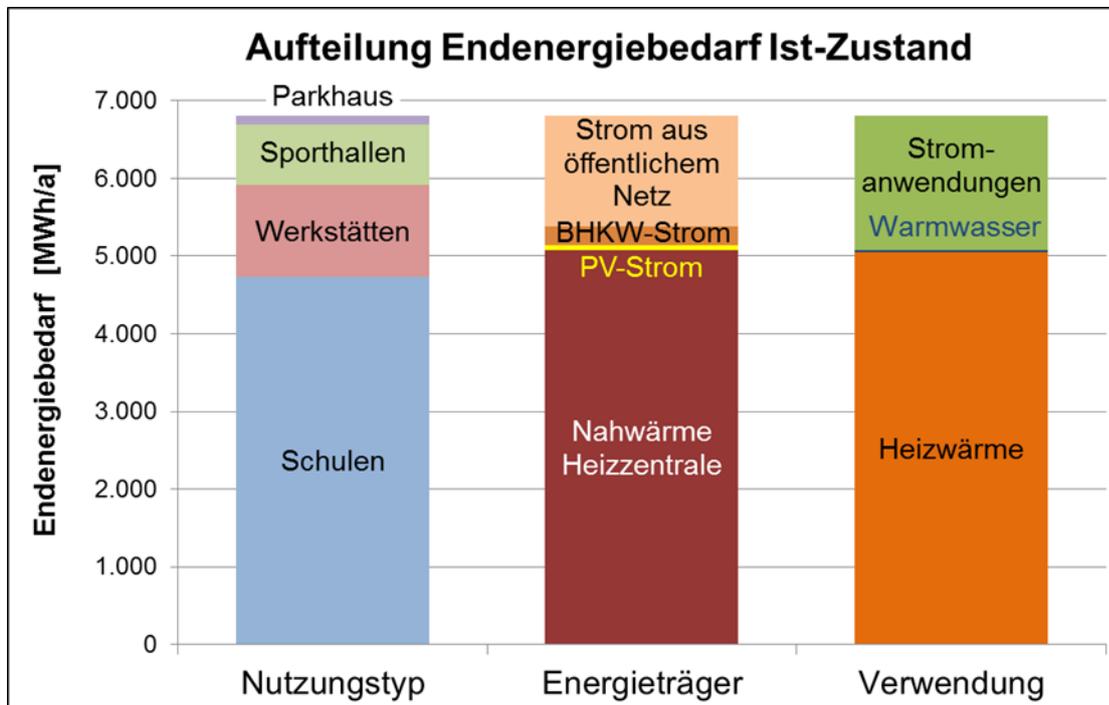


Abb. 103: Quartiersbilanz für die Endenergie im Ist-Zustand

3.8.2 Energiebezugskosten

Für die Bilanzierung der Energiebezugskostenanteile wurden die in I Kapitel 4.3.1 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gezeigten Preise angesetzt. Der Anteil der Fernwärme wurde dabei bereits mit einem voraussichtlichen mittleren Preis für die ab Ende 2018 verwendete Fernwärme der FairEnergie GmbH Reutlingen berechnet. Die Kosten für Strom entsprechen dem Mittelwert der Strombezugskosten 2015 – 2017.

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Verteilung nach Nutzungstypen gegenüber der Endenergiebilanz (siehe Abb. 103) etwa gleich bleibt, während der Anteil des Strombezugs jetzt etwa 40 % an den gesamten Energiekosten im Quartier ausmacht (Abb. 104).

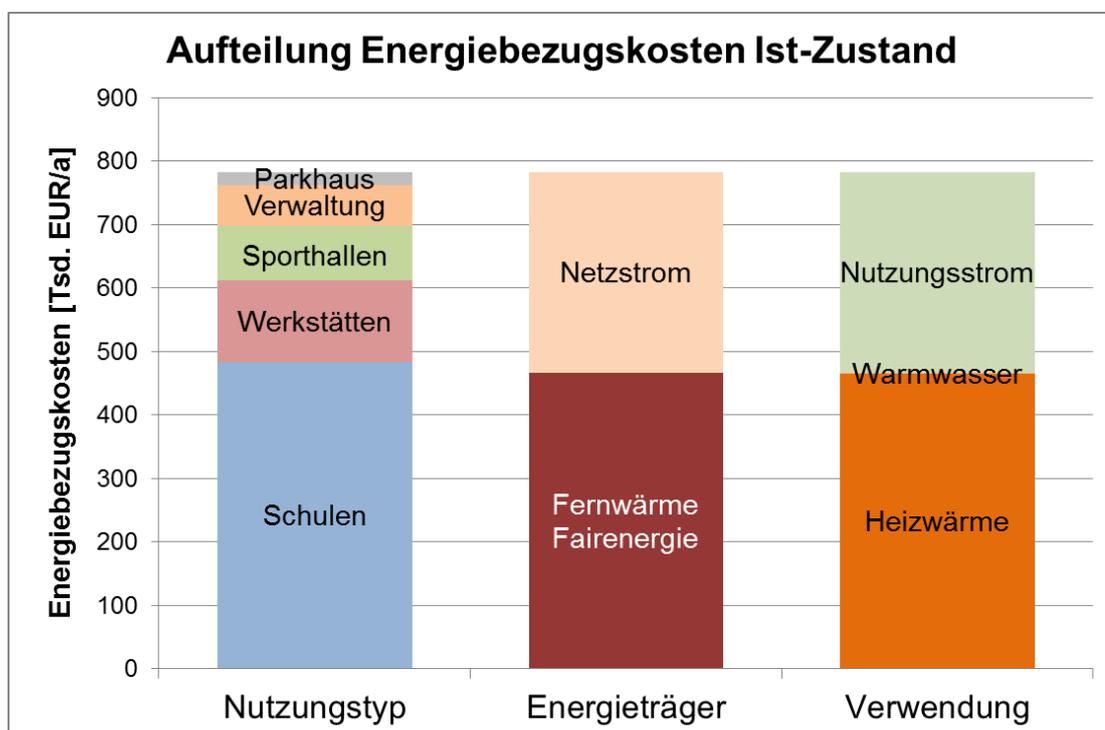


Abb. 104: Quartiersbilanz der absoluten Energiebezugskosten im Ist-Zustand

Betrachtet man die Gebäude nach beheizter Nutzfläche bzw. das Parkhaus nach Nutzfläche (siehe Abb. 105) fällt auf, dass vor allem die Sporthallen hohe spezifische Kosten von über 17 EUR/(m²a) haben. Dies liegt vor allem an der Hans-Kern-Sporthalle mit einem relativ hohen Wärmeverbrauch von 143 kWh/(m²a) und einem Strombedarf von 57 kWh/(m²a). Die spezifischen Kosten der Werkstätten liegen bei 13,80 EUR/(m²a), die Schulen und die Verwaltungsgebäude liegen im Schnitt jeweils bei etwa 12,30 EUR/(m²a).

Der Anteil der Strombezugskosten liegt bei den Werkstätten und den Sporthallen jeweils bei etwa 50 %. Bei den Schulen beträgt der Stromkostenanteil etwa 35 % und bei den Verwaltungsgebäuden nur bei 30 %. Das Parkhaus wird nicht beheizt. Die Kosten für Strom fallen nur für Beleuchtung, Belüftung, Automaten und Schranken an. Diese verteilen sich auf ca. 6.500 m² Nutzfläche, daher liegen die durchschnittlichen Energiekosten bei 3,00 EUR/(m²a).

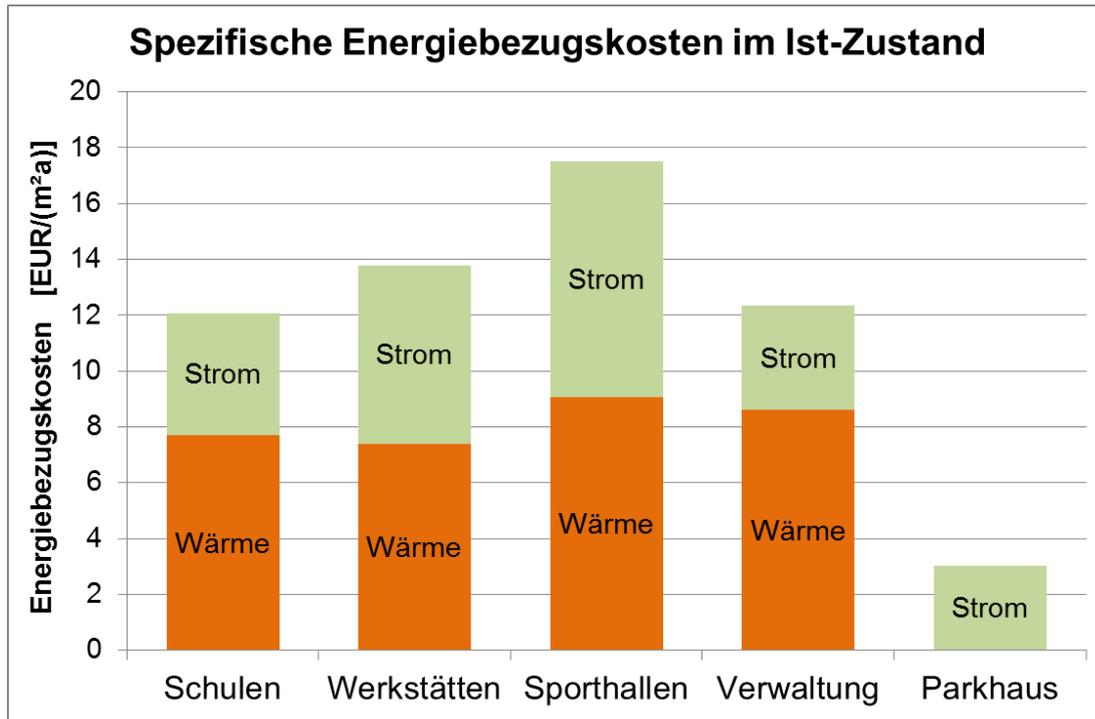


Abb. 105: Spezifische Energiebezugskosten nach Gebäude-Nutzungsart im Ist-Zustand

3.8.3 Primärenergiebilanz

In der Bilanzierung des Primärenergieverbrauchs im Quartier (Abb. 106) verschieben sich die endenergiebezogenen Anteile (Abb. 103) entsprechend der pro Energieträger anzusetzenden Primärenergiefaktoren (Tab. 2). Im Ergebnis beträgt der Anteil der Nahwärme aus der bisherigen Heizzentrale am Primärenergieverbrauch 72 % während der Anteil des Strombezugs 28 % ausmacht. Die Schulen verbrauchen mit 63 % den größten Anteil der Primärenergie im Quartier.

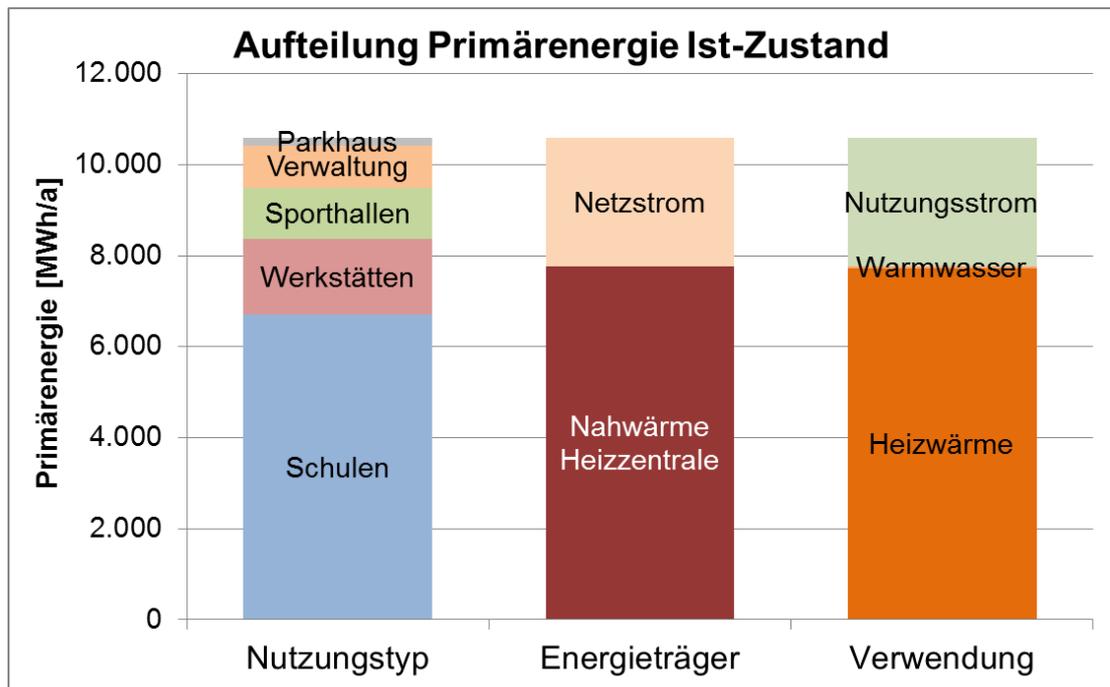


Abb. 106: Quartiersbilanz für den Primärenergie-Einsatz im Ist-Zustand

3.8.4 Treibhausgas-Emissionen

In der CO₂-Bilanz (Abb. 107) verschieben sich die endenergiebezogenen Anteile aus Abb. 103 entsprechend der pro Energieträger anzusetzenden CO₂-Emissionsfaktoren (Tab. 2). Im Ergebnis sind im IST-Zustand der Nahwärme 63 % der klimarelevanten Emissionen zuzurechnen, während der Anteil des Strombezugs 39 % ausmacht. Die Schulen verursachen 62 % der THG-Emissionen des Quartiers.

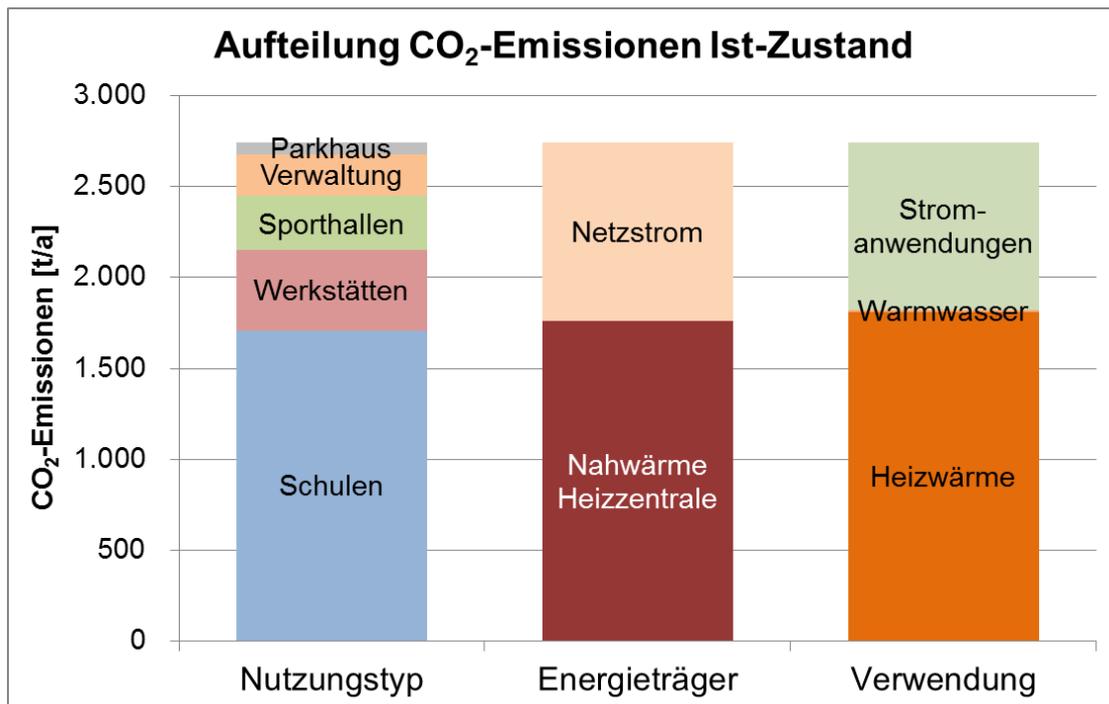


Abb. 107: Quartiersbilanz CO₂-Äquivalente im Ist-Zustand

III. ERMITTLUNG VON POTENZIALEN, ZIELSETZUNGEN UND KONZEPTEN

1 Voraussichtliche Entwicklung des Standorts

Schulgebäude:

Den weiteren Untersuchungen liegt die mit dem Landkreis Reutlingen abgestimmte Einschätzung zu Grunde, dass das Berufliche Schulzentrum Reutlingen auf Dauer zentrales Schulzentrum des Landkreises bleibt. Die aktuellen Schülerzahlen werden sich mit den Jahrgängen ab dem Jahr 2028 wieder leicht erhöhen. Abhängig von in 2019 anstehenden Entscheidungen zur Zusammenfassung oder Verlegung von Berufszweigen innerhalb des Landkreises können einzelne Berufsgruppen am Beruflichen Schulzentrum Reutlingen wegfallen bzw. größer werden. Insgesamt wird der Bedarf am Standort und der Charakter der Nutzung als Berufsbildungszentrum jedoch langfristig erhalten bleiben. Die derzeitige Belegung des Beruflichen Schulzentrum Reutlingen liegt bereits bei 120 %. Auch nach den bereits vorgenommenen Erweiterungen wie dem Neubau der Theodor-Heuss-Schule besteht noch weiterer Raumbedarf. Eine genaue Klärung des derzeitigen Raumbedarfs wird zwar erst im Laufe des Jahres 2019 verfügbar sein, jedoch ist in jedem Fall von einer notwendigen Erhöhung der Anzahl von Klassenzimmern auszugehen.

Sporthallen:

Die Nutzung der Sporthallen durch das Berufliche Schulzentrum und externe Vereine wird im gegenwärtigen Umfang bestehen bleiben und benötigt keine Erweiterung der vorhandenen Kapazitäten.

Verwaltungsgebäude:

Die Verwaltungsgebäude in der Bismarckstraße und der Sankt-Wolfgang-Straße werden mittelfristig frei werden, sobald das Landratsamt (LRA) in einen bereits beschlossenen Neubau umzieht. Eine weitere Nutzung durch das LRA Reutlingen ist nicht vorgesehen und sowohl Abriss als auch Weiternutzung durch einen neuen Besitzer denkbar.

Parkhaus:

Das Parkhaus soll mit den bisherigen Kapazitäten erhalten werden. Es wird 2018/2019 saniert.

1.1 Raumbedarf

Der Raumbedarf der Schulen ist größer als das derzeitige Angebot an Räumen. Es werden laut Aussage der Schulleitungen aller Schulen weitere Klassenräume benötigt, da es insbesondere während Prüfungszeiten zu Schwierigkeiten bei der Raumvergabe komme.

In jedem Schulgebäude gibt es einen Serverraum, der Landkreis würde diese Räume gerne zu einem zentralen Rechenzentrum zusammenfassen, um Synergieeffekte zu nutzen.

Im Zuge einer Umstellung zur Ganztagschule wird eine weitere Mensa auf dem Campus benötigt.

Nach dem Umzug des Landratsamtes in mittelfristiger Zukunft könnte das Kreismedienzentrum auf dem Campus untergebracht werden.

Konkretisiert werden können die Raumbedarfe jedoch erst nach dem Beschluss des Schulentwicklungsplans, der derzeit (2019) für den gesamten Landkreis Reutlingen erstellt wird. Darin wird festgelegt, welche Ausbildungsberufe am Standort Reutlingen unterrichtet werden. Erst mit den Informationen aus dem Schulentwicklungsplan kann festgelegt werden, welche Schule welchen Raumbedarf aufweist.

2 Städtebau und Freiraum

2.1 Baurechtliche Grundlagen

Nach dem Bebauungsplan von 1973 besitzt das Grundstück keine Reserven hinsichtlich Grundflächenzahl (GRZ) mehr. Derzeit ist es mit einer GRZ von 0,456 bebaut, was über der zulässigen GRZ von 0,4 liegt. Für eine Erweiterung der Gebäude müsste er zwingend geändert werden. Das Grundstück umfasst 53.779 m². Die derzeitige Geschossflächenzahl (GFZ) beträgt 0,982 (52.795 m² gebaut, zulässig: GFZ=1,1). Bei Umsetzung aller drei Phasen wird eine Fläche von 25.429 m² bebaut sein (GRZ=0,473), die gebaute Grundfläche beträgt dann 59.299 m² (GFZ=1,103).

Da es sich um ein Sondergebiet handelt, werden Abstandflächen von 0,125 der Gebäudehöhe, mindestens jedoch 2,5 m ausgelöst. Im Bereich der Laura-Schradin-Schule bedeutet das Folgendes: Für die Laura-Schradin Schule und die Theodor-Heuss-Schule mit max. 12 m Gebäudehöhe fallen je 2,0 m Abstandfläche an. Zuzüglich der 2,0 m Abstandfläche für die Neubauten liegt die Summe unter dem Mindestabstand von 5 m, es sind somit 5 m Abstandfläche erforderlich.

Lediglich für die Bismarckstr. 13 sind ca. 5,5 m Abstandfläche zu berücksichtigen, von der ein Großteil auf dem Grundstück der Schule liegt (zzgl. eigener Abstandfläche).

Bei einer max. 4-geschossigen Bebauung des Grundstücks bedeutet das, dass (abhängig von der Anpassung der GRZ/GFZ im B-Plan) die Bruttogrundfläche (BGF) der Laura-Schradin-Schule (inkl. derzeitiger Fläche Container und Bismarckstr. 15) um ca. 50 % vergrößert werden kann.

2.2 Handlungsfeld Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung

Die Lagepläne zu den im folgenden Abschnitt beschriebenen Phasen befinden sich im Anhang.

Im Zuge einer Verdichtung des Schulquartiers wurden unterschiedliche städtebauliche Szenarien geprüft. Im Folgenden werden die Umsetzungen geprüft und bewertet.

Wichtig ist die Bereitstellung der derzeitigen Anzahl an Klassenzimmern während der Bauphase. Bestenfalls wird dabei eine möglichst geringe Anzahl Klassenzimmer-Container während der Bauzeit benötigt.

Die Nutzung der Gebäude in der St.-Wolfgangstraße 13 und 15 sowie Bismarckstraße 14/16 kann zur Interimslösung nicht herangezogen werden, da die Grundrisse zu kleinteilig organisiert sind, um ausreichend große Klassenzimmer bereitzustellen. Möglich hingegen scheint es, auf dem nordwestlichen Teil der Kerschensteinerschule eine Aufstockung vorzunehmen, um dort etwa 10 – 12 Klassenzimmer unterzubringen. Der südöstliche Teil besitzt bereits ein 3. Obergeschoss in Leichtbauweise, sodass es wahrscheinlich ist, dass das Tragwerk des übrigen Teils ebenfalls noch Reserven für eine Aufstockung aufweist. Im Zuge der Aufstockung wird ein weiteres Treppenhaus benötigt.

Baustein Städtebau: Kurzfristige Entwicklung Phase 1

Ohne größere Eingriffe in den Städtebau und die Gebäudestruktur werden die Außenräume überarbeitet und Ergebnisse der Mobilitätsanalyse realisiert. Die Theodor-Heuss-Schule wird saniert. An Stelle des BHKWs wird ein Fahrradparkhaus gebaut. Außerdem werden Sofortmaßnahmen realisiert, die die unmittelbare Benutzbarkeit der Gebäude sichern. Beispielsweise wird in der Kerschensteinerschule ein provisorischer Sonnenschutz eingebaut, der den solaren Eintrag bis zur Sanierung des Gebäudes in Phase 2 reduziert, außerdem werden Kühlgeräte in den Räumen eingebaut, in denen es zusätzlich zur Sonneneinstrahlung große Wärmequellen wie Computer gibt. Der Altbau der Laura-Schradin-Schule samt Musiksaal wird saniert. Unabhängig davon ist es möglich, eine Kita in den Räumen einer nicht genutzten Hausmeister-Wohnung an der Hans-Kern-Sporthalle einzubauen.

Tab. 27: Baustein Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung Phase 1

BS S1: Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung Phase 1	
BS S.1.1	Sanierung Theodor-Heuss-Schule
BS S.1.2	Fahrradparkhaus
BS S.1.3	Sofortmaßnahmen
BS S.1.4	Sanierung Laura-Schradin-Schule: Altbau und Musiksaal

Baustein Städtebau: Mittelfristige Entwicklung Phase 2

In den folgenden beiden Phasen wird die Anzahl der Klassenzimmer auf dem Campus erhöht, außerdem werden das Kreismedienzentrum und eine weitere Mensa untergebracht. Schlussendlich wird die Anzahl der Klassenzimmer sich auf dem ganzen Campus um ca. 24 erhöhen, ggf. erhöht sich die Zahl der nutzbaren Räume in den einzelnen Schulgebäuden zusätzlich, wenn sämtliche Serverräume im Neubau Bismarckstraße 15 zusammengefasst werden.

Der westliche Teil der Kerschensteinerschule wird aufgestockt. Außerdem wird das restliche Gebäude saniert. Die Gebäude „Bismarckstraße 15“ und die dahinter liegenden Container werden entfernt und an deren Stelle ein Gebäude mit folgenden Nutzungen untergebracht:

- Untergeschoss: Serverräume, Lager,
- Erdgeschoss: Kreismedienzentrum und Mensa,
- Obergeschosse: Klassenzimmer.

Im aufgestockten Teil der Kerschensteiner Schule können Klassenzimmer untergebracht werden, die während der Bauzeit für die Bismarckstraße 15 und die Container als Provisorium dienen und danach dauerhaft auf dem Campus zur Verfügung stehen. Es werden zusätzlich während der Bauzeit noch etwa 16 provisorische Klassenzimmer benötigt, die auf dem angrenzenden Parkplatz untergebracht werden können.

Der Nordbau der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule wird saniert. Außerdem wird der noch nicht sanierte Teil der Theodor Heuss Sporthalle (kleine Halle) saniert.

Tab. 28: Baustein Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung Phase 2

BS S.2: Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung Phase 2	
BS S.2.1	Aufstockung Kerschensteinerschule
BS S.2.2	Sanierung Kerschensteinerschule
BS S.2.3	Ersatzneubau für Bismarckstraße 15 und Container
BS S.2.4	Sanierung Nordbau Ferdinand-von-Steinbeis-Schule
BS S.2.5	Sanierung kleine Halle Theodor-Heuss-Sporthalle
BS S.2.6	Anpassung des Bebauungsplans

Baustein Städtebau: Langfristige Entwicklung Phase 3

Der Neubau der Laura-Schradin-Schule wird entfernt und an dessen Stelle der Neubau Bismarckstraße 15 erweitert: Hier können teilweise die neu geschaffenen Klassenzimmer in der Bismarckstraße 15 genutzt werden, es werden noch ca. 15 provisorische Klassenräume benötigt. Sollte sich die Realisierung dieses Neubaus direkt an die Phase 2 anschließen, könnten die Provisorien auf dem angrenzenden Parkplatz während der Bauzeit weiter genutzt werden.

Die beiden Werkstattgebäude werden saniert. Die Hans-Kern-Sporthalle wird saniert.

Tab. 29: Baustein Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung Phase 3

BS S3: Städtebau: Zukunftsfähige Entwicklung Phase 3	
BS S.3.1	Ersatzneubau für Laura-Schradin-Schule Neubau
BS S.3.2	Sanierung Werkstätten
BS S.3.3	Sanierung Hans-Kern-Sporthalle

2.3 Handlungsfeld Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität

Viele Aspekte der Freiraumgestaltung überschneiden sich mit Anforderungen an das Mobilitätskonzept. In diesem Kapitel werden nur die gestalterischen Aspekte genauer beschrieben, die im Mobilitätskonzept nicht relevant sind.

Der Freiraum wird analog zur Umsetzung der städtebaulichen Realisierungsphasen weiter entwickelt.

So haben die am 18.7.2018 im Mobilitätsworkshop mit den Schüler*innen, Lehrer*innen und Schulleiter*innen gewonnenen Erkenntnisse und das von Steteplan erarbeitete Konzept zur Mobilität Eingang in das Konzept zur Außenraumgestaltung gefunden.

Bei der Außenraumgestaltung wird ein Fokus auf die Stärkung der Aufenthaltsqualität gelegt. Es werden Aufenthaltsbereiche mit Sitzecken geschaffen, die es ermöglichen, während der Sommermonate nicht nur seine Pausen draußen zu verbringen, sondern auch gemeinsam zu lernen. In einem Übersichtsplan sind die unterschiedlichen Aspekte der Außenraumgestaltung mit Piktogrammen hinterlegt und grundsätzlich die möglichen Standorte aufgezeigt. Die bauliche Umsetzung wird so realisiert, dass folgende Phasen schon berücksichtigt werden und die Einbauten nicht wieder entfernt werden müssen.

Auch sozialgeografische Aspekte wie die intervenierenden Variablen Wahrnehmung, Handlungsabläufe, Interaktionen, Selektion und Strukturierung finden Eingang in die Planung der Außenraumgestaltung. Das BSZ Reutlingen ist durch die Ansiedlung unterschiedlichster Berufsausbildungsgruppen Zentrum von transferübergreifender Wissensvermittlung. Dies erfordert einerseits Bildungs-, Forschungs- und Transferinfrastrukturen auf hohem Niveau, andererseits aber auch kreativitätsfördernde Rahmenbedingungen. Außenräume haben dabei einen wichtigen Einfluss auf die Entwicklung von Jugendlichen. Ihre Gestaltung wirkt auf die Ausbildung von körperlichen, kognitiven, emotionalen und sozialen Kompetenzen.

Ansprechend gestaltete Außenräume tragen insgesamt zu einer höheren Aufenthaltsqualität, zu einem besseren Lernklima, zur Reduzierung von Unfällen, zu weniger Vandalismus und zur Abnahme von aggressiven Handlungen bei. Sie erhalten daher eine große Bedeutung als Lern- und Entwicklungsraum. Bei der Gestaltung der Außenräume ist darauf zu achten, dass der Bedeutungsunterschied der Handlungsabläufe der unterschiedlichen Personengruppen reflektiert wird.

Das Kriterium ‚Sicherheit‘ spielt eine wichtige Rolle. Ein entsprechend strukturierter Außenraum wird als wohltuend empfunden und tatsächlich sind weiterführende Effekte auf teils sehr komplexe Wirkketten im Zusammenhang mit Gestimmtheit, Kommunikationsbereitschaft und affiliativem Verhalten zu beobachten. Forschungen zum urbanen Umfeld sowie zum Schulbau zeigen hierzu unter anderem, dass große Freifläche (z.B. Plätze, Pausenhöfe, große Verkehrsflächen in der Schule), die zusätzlich über ein kleinteilig strukturiertes Raumangebot verfügen, „Rückendeckung“ bieten und damit Sicherheit. Variationsreiche Raumangebote suggerieren zudem die Bereitschaft zu Kommunikation und Kooperation und erhöhen die Frequenz freundlicher Interaktionen der Menschen.

Baustein Freiraum: Kurzfristige Entwicklung Phase 1

Für Phase 1 ist ein Lageplan mit Piktogrammen erarbeitet worden, der die unterschiedlichen Gestaltungselemente auf dem Grundstück verortet. Anstelle des nicht mehr benötigten BHKWs wird ein Fahrradparkhaus realisiert, was den großen Bedarf an Fahrradstellplätzen in einem ersten Schritt deckt. In folgenden Schritten werden weitere Stellplätze für Fahrräder und Motorräder geschaffen, außerdem Sitzmöglichkeiten und Fitnessgeräte erstellt, die die Aufenthaltsqualität erhöhen. Die derzeitige für sowohl Raucher als auch Nichtraucher unbefriedigende Situation der unkoordinierten Raucherplätze – insbesondere in den überdachten Eingangsbereichen – wird durch explizit ausgewiesene, teilweise überdachte Raucherplätze entschärft.

Die genaue Ausarbeitung und Gestaltung der Details muss unter Hinzuziehung eines Landschaftsarchitekten geschehen.



Abb. 108: Plankopf Lageplan Phase 1

Tab. 30: Baustein Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität Phase 1

BS F1: Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität Phase 1	
BS F.1.1	Einbau Sitzmöglichkeiten, Fitnessgeräte
BS F.1.2	Ausweisung Raucherplätze
BS F.1.3	Schaffung von Stellplätzen für Zweiräder

Baustein Freiraum: Mittelfristige Entwicklung Phase 2

Im Verlauf der städtebaulichen Anpassungen werden zusätzliche Bäume gepflanzt sowie entfallende ersetzt. Das gesamte Gelände wird so gestaltet, dass es barrierefrei genutzt werden kann. Im Zuge des Neubaus, der das Gebäude Bismarckstraße 15 und die Container ersetzt, wird es eine neue Mensa geben, die im Außenraum einen Sitzbereich erhält. Bestenfalls findet sich ein Betreiber, der auch außerhalb der Mittagszeit bewirbt, sodass der Freiraum durch Gäste belebt wird.

Legende 	Projekt: 1801 Reutlingen Berufliches Schulzentrum 72764 Reutlingen Integratives Quartierskonzept KIW Programm 432 - Programmstufe A
	Bauherr: Landratsamt Reutlingen Kreisschul- und Kulturamt - GT 13/1 Bismarckstraße 16 72764 Reutlingen
	Planinhalt: Übersichtsplan HANDLUNGSKONZEPT ANALYSE - POTENTIALE - HANDLUNGSKONZEPT Phase 2: 2023-2026
	Koordination: ebök Planung und Entwicklung GmbH Schellingstraße 4/2, 72072 Tübingen Tel. 07071-9394-0, Fax. 07071-9394-99
	Architekt: AldingerArchitekten Planungsgesellschaft mbH Freie Architekten BDA Große Fallerstraße 23A, 70597 Stuttgart Tel. 0711-97678-0, Fax. 0711-97678-33
Plan Nr.: 115 Maßstab: 1/500 Datum: 21.11.2018	

Abb. 109: Plankopf Lageplan Phase 2

Tab. 31: Baustein Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität Phase 2

BS F2: Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität Phase 2	
BS F.2.1	Baumpflanzungen
BS F.2.2	Barrierefreie Erschließung des gesamten Geländes
BS F.2.3	Außenbewirtung neue Mensa

Baustein Freiraum: Langfristige Entwicklung Phase 3

Mit der Erweiterung des Neubaus Bismarckstraße (anstelle des Neubaus der Laura-Schradin-Schule) werden Ersatzstandorte für Baumneupflanzungen benötigt. Es werden zusätzliche Einbaumöbel im Außenraum erstellt.

Legende 	Projekt: 1801 Reutlingen Berufliches Schulzentrum 72764 Reutlingen Integratives Quartierskonzept KiW Programm 432 - Programmstufe A
	Bauherr: Landratsamt Reutlingen Kreisschul- und Kulturamt - GT 13/1 Bismarckstraße 16 72764 Reutlingen
	Planinhalt: Übersichtsplan HANDLUNGSKONZEPT ANALYSE - POTENTIALE - HANDLUNGSKONZEPT Phase 3: 2027-2030
	Koordination: ebök Planung und Entwicklung GmbH Schellingstraße 4/2, 72072 Tübingen Tel. 07071-9394-0, Fax. 07071-9394-99
	Architekt: AldingerArchitekten Planungsgesellschaft mbH Freie Architekten BDA Große Falterstraße 23A, 70597 Stuttgart Tel. 0711-97676-0, Fax. 0711-97676-33
Plan Nr. 120 Maßstab: 1/500 Datum: 21.11.2018	

Abb. 110: Plankopf Lageplan Phase 3

Tab. 32: Baustein Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität Phase 3

BS F3: Freiraum: Stärkung der Aufenthaltsqualität Phase 3	
BS F.3.1	Baumpflanzungen
BS F.3.2	Einbaumöbel

3 Mobilitätskonzept

Das Mobilitätskonzept für das Berufliche Schulzentrum setzt sich aus verschiedenen Bausteinen (BS) zusammen und dient dem Erreichen der angestrebten Ziele im Verkehrs- und Mobilitätskontext. Die Bausteine leiten sich aus der Analyse der verkehrlichen Situation am Campus ab. Sie mindern so einerseits identifizierte Schwächen und profilieren andererseits vorhandene Stärken deutlicher. Die Maßnahmen beziehen dabei alle Verkehrsmittel und Nutzergruppen ein. Ein Element der Bestandsanalyse war ein Workshop „Mobilität“ mit Schulleitung, Lehrer- und Schülerschaft am Beruflichen Schulzentrum, dessen Ergebnisse ebenfalls eingeflossen sind. Abb. 111 zeigt eine Übersicht der fünf Bausteine.

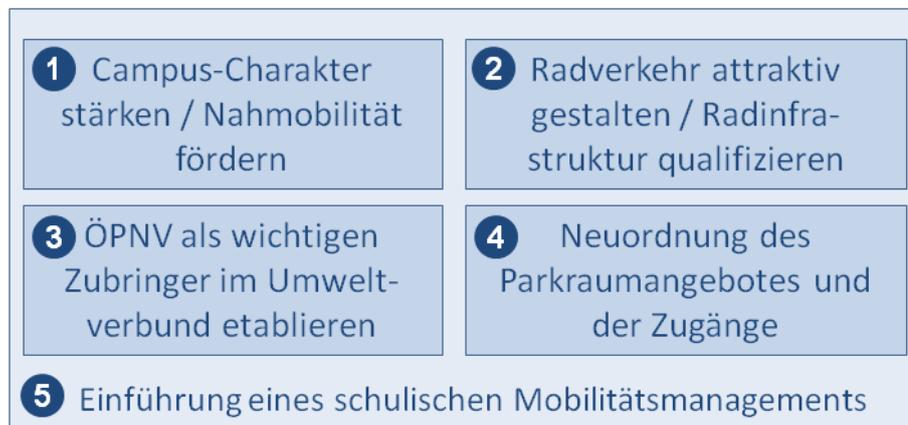


Abb. 111: Bausteine des Mobilitätskonzepts für das Berufliche Schulzentrum

Die Bausteine eins bis vier beinhalten verkehrsmittelspezifische Maßnahmen für den Fuß-, Rad- und öffentlichen Verkehr sowie den fließenden und ruhenden motorisierten Individualverkehr, die sich in ihrer Wirkung z. T. gegenseitig beeinflussen. Im Baustein 5 „Einführung eines schulischen Mobilitätsmanagements“ wird Mobilität dagegen als Ganzes begriffen. Es setzt damit einen Rahmen um alle Bausteine.

Vorab ist zu erwähnen, dass bei der Umsetzung einiger Maßnahmen neben dem Landratsamt Reutlingen und den Berufsschulen weitere (externe) Akteure für die Umsetzung notwendig sind. Erstere sind dann insbesondere darin gefragt, notwendige Prozesse anzustoßen.

3.1 Baustein Campus-Charakter stärken / Nahmobilität fördern

Unter diesem Baustein werden Aufgaben subsumiert, die zum Ziel haben, das Areal des Beruflichen Schulzentrums zu einer Campus-Anlage weiterzuentwickeln. Eine elementare Voraussetzung dafür ist die Förderung der Nahmobilität auf und im Umfeld der schulischen Anlage. Dies betrifft zum einen die Vernetzung der Gebäude auf dem Areal untereinander und die Erreichbarkeit wichtiger Ziele in direkter fußläufiger Entfernung zum Schulzentrum, zum anderen die Anzahl und die Qualität der Frei- und Aufenthaltsflächen auf dem Areal zwischen den Gebäudekomplexen. Dabei muss stets sichergestellt werden, dass die Teilhabe aller – auch mobilitätseingeschränkter Menschen – am Campus-Leben sichergestellt wird.

Um dieses Ziel zu erreichen, gilt es allen voran die derzeit starke Durchmischung von Rad- und Lieferverkehren mit dem Fußverkehr auf den Außenanlagen des Schulzentrums zu entzerren und damit die gewünschten Aufenthalts- und Bewegungsqualitäten in den Freiflächen zu verbessern. Der Radverkehr sollte dabei gezielt am Quartiersrand abgefangen und dort auf die Abstellanlagen verteilt werden. Für den Lieferverkehr gilt es ein Konzept zu entwickeln, das ausgewählten Lieferanten (z. B. für die Mensa) die Zufahrt an bestimmten Punkten im Quartier zu bestimmten Zeiten am Tag (z. B. während der Unterrichtszeiten) erlaubt. Zeitgleich gilt es Bereiche zu definieren, die jederzeit frei von fließenden Kfz-Verkehren sind.

Die Umgestaltung der Außenanlagen hin zu einem barrierefreien Campus muss zwingend unter den Vorgaben der geltenden Normen zum barrierefreien Bauen erfolgen. Seit dem 1. Mai 2002 gilt in Deutschland das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG), das die Gleichstellung behinderter Menschen sowie die gleichberechtigte Teilhabe behinderter Menschen am Leben in der Gesellschaft regelt. Eine verbindliche Planungsgrundlage stellt bei der Umsetzung der 3. Teil: „Öffentlicher Verkehrs- und Freiraum“ (2014) der DIN 18040 „Barrierefreies Bauen“ dar. Hier werden die rechtlich verpflichtenden Vorgaben für Barrierefreiheit im öffentlich zugänglichen Verkehrs- und Freiraum beschrieben. Grundsätzlich gelten sechs Grundprinzipien bei der barrierefreien Gestaltung:

- stufenlose Wegeverbindungen, insbesondere für Nutzende von Rollstühlen und Rollatoren,
- sichere, taktil und visuell gut wahrnehmbare Abgrenzungen verschiedener Funktionsbereiche, insbesondere für blinde und sehbehinderte Menschen,
- erschütterungsarm berollbare, ebene und rutschhemmende Bodenbeläge,

- eine taktil wahrnehmbare und visuell stark kontrastierende Gestaltung von Hindernissen und Gefahrenstellen, insbesondere für blinde und sehbehinderte Menschen,
- eine einheitliche Gestaltung von Leitsystemen, insbesondere für blinde und sehbehinderte Menschen,
- die Anwendung des Zwei-Sinne-Prinzips – Informationen, die benötigt werden, um den Freiraum barrierefrei zu nutzen, müssen jederzeit durch zwei der drei Sinne Sehen, Hören und Fühlen (Tasten) wahrgenommen werden können.

Tab. 33: Baustein Campus-Charakter stärken / Nahmobilität fördern

BS 1: Campus-Charakter stärken / Nahmobilität fördern	
BS 1.1	Definieren von Rad- und Kfz-verkehrsfreien Bereichen als ungestörte Aufenthaltsräume sowie eine Vernetzung der Bereiche; Regelung der Umsetzung (siehe dazu Plan 2-1 im Anhang zum Bericht).
BS 1.2	Umbau des Campus nach Anforderungen der Barrierefreiheit (kontrastreiches, taktil erfassbares Leitsystem für blinde und sehingeschränkte Menschen; Rampen (< 6 % Steigung) oder Hebezeuge/-mittel für mobilitätseingeschränkte Menschen in Ergänzung zu Treppen).
BS 1.3	Einführen eines einheitlichen Wegeleit- und Orientierungssystems innerhalb des Beruflichen Schulzentrums.
BS 1.4	Schaffen attraktiver Sitzmöglichkeiten im Quartier entlang der Quartiersachsen [alle 50 m]; Berücksichtigung von Qualitäten wie: Witterungs-/Sonnenschutz oder Arbeitsflächen (z. B. Tische und Sitzmöglichkeiten).
BS 1.5	Schaffen oder Neuordnen von Raucherbereichen unter Berücksichtigung von Konfliktsituationen; Harmonisierung der Regelungen der Schulen im Umgang mit Raucherbereichen.
BS 1.6	Stärkung der fußläufigen Verbindungen auf wichtigen Relationen (z. B. zwischen HBF/Regionalbus ZOB und Schulzentrum); zusätzliche Querungsmöglichkeiten im unmittelbaren Umfeld des Quartiers (an jedem Zugang zum Quartier), bestehende Querungsmöglichkeiten aufwerten (bauliche/organisatorische Maßnahmen).

3.2 Baustein Radverkehr attraktiv gestalten / Radinfrastruktur qualifizieren

Die Förderung des Radverkehrs leistet einen wichtigen Beitrag bei der Umsetzung der Verkehrswende hin zu einer emissionsarmen Mobilität der Gesellschaft. Bei der Förderung des Radverkehrs spielt das Angebot bzw. die Schaffung guter Abstellanlagen eine wichtige Rolle. Daher ist das sichere, komfortable und zielnahe Abstellen der Räder eine wichtige Voraussetzung für eine attraktive Fahrradinfrastruktur. Fehlende, in der Anzahl nicht ausreichende oder ungeeignete Radabstellmöglichkeiten führen dazu, dass Räder ungeordnet abgestellt werden und nicht ausreichend gegen Witterung und Diebstahl geschützt sind.

Wichtige Kriterien hinsichtlich der Anforderungen an die Gestalt von Fahrradabstellanlagen zeigt die folgende Tabelle.

Tab. 34: Anforderungen an die Gestalt von Radabstellanlagen

Kriterium	Anforderungen an die Gestaltung
Diebstahlsicherheit	Rahmen und ein Laufrad sollten angeschlossen werden können.
Bedienungskomfort	Ausreichender Seitenabstand zwischen abgestellten Fahrrädern, um zügiges und behinderungsfreies Ein- und Ausparken zu gewährleisten.
Standicherheit	Den abgestellten Fahrrädern festen und sicheren Halt bieten, das ungewollte Umschlagen des Lenkers verhindern etc.
Witterungsschutz	Überdachung anbieten, um witterungsbedingten Verschleiß gering zu halten.
Soziale Sicherheit	Angsträume vermeiden durch gute Übersichtlichkeit und Einsehbarkeit, ausreichende Beleuchtung etc.
Gute Erreichbarkeit	Stufen, Absätze oder zu enge Zufahrtswege vermeiden.

Neben der Qualität der Radabstellanlagen ist die Bereitstellung einer angemessenen Anzahl an Abstellmöglichkeiten von hoher Bedeutung. Aussagen über die Quantität liefert hier die VwV Stellplätze (2015) des Bundeslandes Baden-Württemberg. An Berufsschulen wird für jede fünfte Schüler*in eine Abstellanlage für das Rad gefordert. Bei rund 7.000 Schüler*innen entspricht das einer Zahl von ~ 1.400 solcher Anlagen, das derzeitige Angebot von etwas über 400 liegt deutlich darunter.

Geeignete Maßnahmen zur Förderung der Fahrradbenutzung zielen nicht nur auf qualitativ hochwertige und in der Anzahl ausreichende Abstellanlagen und deren Angebot auf dem Berufsschulcampus ab, auch die Radwegsinfrastruktur im Zulauf zur Schule gilt es zu stärken. Das kann sowohl eine Verbesserung der baulichen Infrastruktur als auch eine Kooperation mit betroffenen/zuständigen Akteuren oder die Information der Verkehrsteilnehmenden bedeuten.

Auch die Förderung der inter- und multimodalen Wegeketten, auf deren Teilstrecken das Rad zum Einsatz kommt, ist eine Möglichkeit, die Radnutzung attraktiv zu machen (z. B. Bike & Ride, Park & Bike oder Fahrradmietstationen). Insbesondere für die Schüler- und Lehrerschaft, die aus dem Land- und Umkreis Reutlingens kommt, kann das Rad für das Zurücklegen des letzten Streckenabschnitts in der Stadt eine interessante Alternative zum Pkw sein. Gerade zu Hauptverkehrszeiten nehmen die Dichte der Kfz-Nutzung und die Ineffizienz der Kfz-Infrastruktur weiter zu und Reisezeiten werden länger, während sich die Reisezeiten mit dem Rad zu den Hauptverkehrszeiten kaum ausdehnen.

Tab. 35: Baustein Radverkehr attraktiv gestalten / Radinfrastruktur qualifizieren

BS2 – Radverkehr attraktiv gestalten / Radinfrastruktur qualifizieren	
BS 2.1	Aufwertung des bestehenden Angebots an Radabstellanlagen nach bestimmten Qualitätskriterien (Anschlussmöglichkeit, Witterungsschutz/Überdachung, E-Lademöglichkeit etc.) und Anpassen der Anzahl an Radabstellanlagen an den Bedarf – nach Kriterien für die Wahl von neuen Standorten (Anlagen für 20 % der Schüler- und Lehrerschaft, nahe zu den Schuleingängen/Werkstatteingängen [R = 40 m] und in Randlage des Quartiers, Vernetzung der Anlagen untereinander) (siehe dazu Plan 2-1 im Anhang zum Bericht).
BS 2.2	Reparaturmöglichkeiten anbieten („Self-Service“) und/oder Reparaturkurse und/oder Fahrradwerkstätte „von Schüler*innen für Schüler*innen“.
BS 2.3	Stärkung der Radinfrastruktur im Zulauf zum Schulzentrum (Infrastruktur, Kooperation, Information).
BS 2.4	Abbau von Hemmnissen bei der Radnutzung (z. B. fehlende Duschmöglichkeiten, fehlende Spinde etc.).
BS 2.5	Prüfung von Verknüpfungsstationen des Radverkehrs mit dem Pkw (Park & Bike) oder dem öffentlichen Verkehr (Bike & Ride) z.B. am Stadtrand.
BS 2.6	Prüfung des Einsatzes eines Mietradsystems in Kooperation mit weiteren Akteuren (z. B. Stadt Reutlingen, ÖPNV-Dienstleister, größere Betriebe, weitere Schulen etc.).

3.3 Baustein ÖPNV als wichtigen Zubringer im Umweltverbund etablieren

Der dritte Baustein des Mobilitätskonzepts umfasst Aufgaben, die zum Ziel haben, den ÖPNV als Zubringer im Umweltverbund zu etablieren. Derzeit ist die ÖPNV-Nutzung durch Schüler- und Lehrerschaft stark vom Wohnort und des dort vorhandenen ÖPNV-Angebots abhängig. Insbesondere Schüler*innen, die im weiteren Einzugsgebiet des Schulzentrums wohnen, können öffentliche Verkehrsmittel nur unter erschwerten oder unangemessenen Bedingungen nutzen. Hinzu kommt, dass die Schülerschaft der Berufsschulen im Anschluss an den Unterricht z. T. noch in die Ausbildungsbetriebe fährt, um zu arbeiten. So entstehen über den Tag hinweg Wegeketten, die nicht selten ungünstig hinsichtlich einer Nutzung des ÖPNV sind.

Deshalb muss das vorrangige Ziel sein, die Fahrt mit dem ÖPNV auf Teilen der Wegeketten zu ermöglichen. Dies muss im Gesamtzusammenhang erfolgen. So reicht es beispielsweise nicht, nur Park & Ride Stationen am Reutlinger Stadtrand zu errichten. Um die Schülerschaft zum Umsteigen vom Pkw auf Bus oder Bahn an diesen Stationen zu bewegen, muss über neue Tarif- oder Bezahlstrukturen nachgedacht werden. Für Berufsschüler*innen bedeutet das Abo einer Dauerkarte für den ÖPNV neben den Anschaffungs- und Betriebskosten für den Pkw eine starke zusätzliche finanzielle Belastung des Mobilitätsbudgets.

Bei der Umsetzung der zuletzt genannten Maßnahmen können die handelnden Akteure der zuständigen Verwaltung und der Berufsschulen jedoch nur mittelbar Einfluss nehmen. Es gilt, gegenüber ÖPNV-Dienstleistern und -Betreibern sowie zuständigen Organen der Verwaltung über die Anliegen der Schüler- und Lehrerschaft zu informieren und diese zu kommunizieren.

Auch Maßnahmen, die von den Schulen aus umgesetzt werden können, sind Teil dieses Bausteins. Trotz einer möglichen Optimierung des ÖV-Systems mit einer deutlichen Verbesserung des Angebots an Bussen und Bahnen werden weiterhin in Einzelfällen Wartezeiten zwischen Schulbeginn/-ende und einem korrespondierenden ÖPNV-Angebot entstehen. Aufenthaltsbereiche in den Schulen mit entsprechenden Aufenthaltsqualitäten können der Überbrückung (gefühlter) Wartezeiten der Schülerschaft dienen.

Tab. 36: Baustein ÖPNV als wichtigen Zubringer im Umweltverbund etablieren

BS3 – ÖPNV als wichtigen Zubringer im Umweltverbund etablieren	
BS 3.1	Empfehlungen zur Prüfung von erweiterten ÖPNV-Angeboten (z. B. Einsatz von Verstärkerlinien, Einführung neuer Bezahlstrukturen bzw. Tarife etc.)
BS 3.2	Empfehlungen zur Harmonisierung der Schulanfangs- und -endzeiten mit der Regionalbus- und -bahnbedienung bzw. Staffelung der Schulanfangs- und -endzeiten zur Entzerrung des Schülerverkehrs
BS 3.3	Anbieten von Aufenthaltsräumen mit attraktiven Angeboten (z. B. W-LAN, bequeme Sitzmöglichkeiten, Kaffeebar [von Schüler*innen für Schüler*innen]) in den Schulen zur Überbrückung der Wartezeiten
BS 3.4	Empfehlungen zur Prüfung von Park & Ride-Stationen am Stadtrand Reutlingens

3.4 Baustein Neuordnung des Parkraumangebotes und der Zugänge

Die starke Motorisierung hat – neben dem Anstieg der Verkehrsbelastungen im fließenden Verkehr – auch eine Zunahme der Parkraumnachfrage bewirkt, die vielfach eine Überbeanspruchung des öffentlichen und halböffentlichen Raums durch ruhenden Verkehr nach sich zieht. Dies ist auch am Beruflichen Schulzentrum Reutlingen zu beobachten. Einer begrenzten Anzahl Pkw-Stellplätze steht eine hohe Nachfrage entgegen, die zu Parkraumproblemen führt.

Da die Parkieranlagen des Beruflichen Schulzentrums bereits vollständig bewirtschaftet (monetär bewirtschaftet oder zufahrtsbeschränkt) sind und daher keine großer zusätzlicher Regulierungseffekt durch Bewirtschaftung zu erwarten ist, muss eine Neuordnung des Parkraumangebots über eine bedarfsgerechte Anpassung der Stellplatzvergabekriterien erfolgen. Derzeit sind die Regelungen nicht ausreichend kommuniziert, so besteht in der Schülerschaft kaum Kenntnis darüber und die Vergabe ist damit nicht transparent. Bei einer Neuregelung müssen bisherige Praktiken der Vergabe hinterfragt werden. So ist beispielsweise zu diskutieren, ob eine Lehrkraft aus Reutlingen ein Anrecht auf einen Stellplatz auf dem schulischen Areal einfordern kann, wenn gleichzeitig Bedarf an Stellplätzen von Schüler*innen besteht, die von weit außerhalb kommen und auf kein geeignetes ÖPNV-Angebot zurückgreifen können.

Weitere Maßnahmen sind vorrangig im Parkhaus angesiedelt. Auch hier liegt ein Schwerpunkt auf der Förderung der multimodalen und intermodalen Mobilität. Diese soll durch das Bereitstellen verschiedener Mobilitätsangeboten im Parkhaus (z. B. Car-Sharing, Fahrradverleih-System u. a.) gestützt und damit die umweltfreundliche und multimodale Fortbewegung von Schüler- und Lehrerschaft ermöglicht oder verbessert werden. Zudem sollen im Parkhaus Ladestationen für E-Pkw installiert bzw. vorbereitende Infrastruktur berücksichtigt werden.

Tab. 37: Baustein Parkraumangebote und Zugänge neu ordnen

BS4 – Parkraumangebote und Zugänge neu ordnen	
BS 4.1	Empfehlungen zur bedarfsgerechten Anpassung der Stellplatzvergabekriterien.
BS 4.2	Empfehlungen zur Umwandlung des Parkhauses in einem multimodalen Verknüpfungspunkt.
BS 4.3	Schaffen von E-Ladeinfrastruktur im Parkhaus für den Kfz-Verkehr (5 – 10 % der Stellplätze, zunächst z. T. baulich vorrüsten und flexibel auf die Nachfrage reagieren).

3.5 Baustein Einführung eines übergreifenden schulischen Mobilitätsmanagements für Schüler- und Lehrerschaft

Mobilitätsmanagement ist ein Ansatz zur Beeinflussung des individuellen Mobilitätsverhaltens, das an der Verkehrsentstehung ansetzt, indem die Wahrnehmung und die Bewertung der Verkehrsmöglichkeiten von Zielgruppen beeinflusst werden.

Beim schulischen Mobilitätsmanagement werden insbesondere Schüler*innen (und deren Eltern) sowie Lehrer*innen als Zielgruppe angesprochen. Wie Tab. 33 zu Beginn des Kapitels 3 zeigt, setzt das schulische Mobilitätsmanagement einen Rahmen um die Bausteine eins bis vier. Das Ziel ist den Verkehr unabhängig von Verkehrsmittel und -infrastruktur effizienter, umwelt- und sozialverträglicher und damit nachhaltiger zu gestalten.

Als vorrangige Ziele eines schulischen Mobilitätsmanagements gelten daher:

- die Erhöhung der Verkehrssicherheit,
- die Förderung von Bewegung und Gesundheit,
- die Stärkung des Sozialverhaltens sowie
- die Vermittlung von Umweltbewusstsein.

Im Fokus steht dabei kein aufwendiger Infrastrukturausbau, sondern stehen sogenannte „weiche Faktoren“. Die bewährten Methoden zum Erreichung der genannten Ziele sind einerseits Information und Kommunikation sowie Organisation und andererseits Kooperation und Austausch, insbesondere mit Akteuren wie Stadtverwaltung, ÖPNV-Dienstleister etc.

Die Benennung einer Koordinatorin / eines Koordinators spielt für den Erfolg des schulischen Mobilitätsmanagements eine wichtige Rolle. Die Person ist zentraler Ansprechpartner sowohl für die Schüler- als auch die Lehrerschaft in allen Fragen rund um die schulische Mobilität. Sie treibt die Umsetzung des Mobilitätskonzepts voran und sorgt für die dauerhafte Fortführung des Mobilitätsmanagements. Wichtig ist, dass sowohl zeitliche als auch finanzielle Kontingente zur Verfügung stehen, die eine verantwortungsvolle Betreuung der Thematik ermöglichen.

Tab. 38: Baustein Einführung einer übergreifenden schulischen Mobilitätsmanagements für Schüler- und Lehrerschaft

BS5 – Einführung eines übergreifenden schulischen Mobilitätsmanagements für Schüler- und Lehrerschaft	
BS 5.1	Maßnahmen zur Information und Kommunikation (z. B. Flyer, Broschüren, Veranstaltungen etc.).
BS 5.2	Maßnahmen zur Organisation (Plattformen, Apps, Vergabe von Stellplätzen, Zugang zu Serviceleistungen, Campusinterne Kfz-Verkehrslenkung etc.).
BS 5.3	Empfehlungen zu Kooperationspartnern und Austausch (Stadt Reutlingen, ÖV-Dienstleister etc. z. B. für Sponsoring), Anstoß von Gesprächen.
BS 5.4	Benennung einer Mobilitätskoordinatorin / eines Mobilitätskoordinators als Kontaktperson / Ansprechpartner*in rund um alle Fragen zur schulischen Mobilität und als Verantwortliche/n für die Umsetzung und kontinuierliche Fortführung an allen Schulen

4 Energiekonzept

4.1 Potenzialbegriff bei Energiekonzepten

Im Rahmen des Energiekonzeptes wurden Energieeinspar- und Effizienzpotenziale abgeschätzt. Dabei lassen sich verschiedene Potenzialebenen unterscheiden:



Abb. 112: Darstellung der unterschiedlichen Potenziale und Potenzialbegriffe
Quelle: Bearbeitung ebök nach Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“

Das **theoretische Gesamtpotenzial** umfasst das gesamte physikalisch nutzbare Energieangebot in einem zeitlich und räumlich festgelegten Betrachtungsraum, wie z.B. die maximal mögliche Dämmung oder die von der Sonne auf die Erdoberfläche eingestrahlte Energie (Globalstrahlung).

Das **technische Potenzial** beschreibt den Teil des theoretischen Potenzials, der unter den gegebenen technischen Restriktionen genutzt werden kann. Dies sind z. B. konstruktive Grenzen der Dämmung oder die technisch nutzbare Globalstrahlung.

Das **wirtschaftliche Potenzial** beschreibt den Teil des technischen Potenzials, der unter ökonomischen Gesichtspunkten umgesetzt werden kann. Dabei werden die Investitionskosten den eingesparten Energiekosten gegenübergestellt.

Nicht alle wirtschaftlichen Potenziale können umgesetzt werden. Bei Dämmung und Solaranlagen sind begrenzende Faktoren z.B. gestalterische oder rechtliche Rest-

riktionen, Denkmalschutz. Letztendlich ist dieses **erschließbare Potenzial** nur noch ein Bruchteil des theoretischen Potenzials.

Theoretisches und technisches Potenzial sind am leichtesten zu ermitteln, für eine aussagekräftige Bilanz aber nicht geeignet. Die Potenziale werden durch statistische Erhebungen auf ein möglichst realistisches Potenzial reduziert. Hierzu gehört zum Beispiel der durchschnittliche Sanierungszustand oder eine Quote der Eigenstromnutzung beim Ertrag von PV-Strom.

Die so vorgenommene Potenzialabschätzung beschreibt einen möglichen Endzustand unter den heute angenommen technisch-wirtschaftlichen Voraussetzungen. Im Weiteren werden der Entwicklungszustand und die resultierenden Umweltbilanzen für die Jahre 2030 und 2050 dargestellt. Die dabei dargestellten Potenziale beziehen sich zunächst nur auf technische und bauliche Maßnahmen. Weiche Maßnahmen wie die Beeinflussung des Nutzerverhaltens werden erst im Handlungskonzept (Teil IV) berücksichtigt.

Im Folgenden werden die Potenziale für nachstehende Bereiche ermittelt:

- Reduzierung der Wärmeverbräuche durch thermische Verbesserungen an den Gebäudehüllen;
- Reduzierung der Wärmeverbräuche durch Verbesserung der Gebäudetechnik;
- Umstellung der Wärmeversorgung auf Fernwärme;
- Stromeinsparungen durch technische und organisatorische Maßnahmen;
- Einbindung regenerativer Energien vor Ort.

4.2 Thermische Verbesserung der Gebäudehüllen

Die Gebäude befinden sich wie beschrieben in unterschiedlichen baulichen Zuständen. Je nach Dringlichkeit der Sanierung wurden die Arbeiten den in Abschnitt IV 1 definierten Phasen zugeordnet. Eine Übersicht über die empfohlenen Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle nach Gebäude und Phase ist in der folgenden Abb. 113 dargestellt.

Bauteil	THS	FVS (Teilflächen)	KSS	LSS alt	LSS neu	BST15	WSG alt	WSG neu	THH (kleine Halle)	HKS	BST 14/16	SW13	SW15	
Außenwand	Phase 1	nach 2030	Phase 2	Phase 1	Abriss und Neubau	Abriss und Neubau	Phase 3	Phase 2	Phase 2	Phase 3	nach 2030	nach 2030	nach 2030	
Fenster	Phase 1	nach 2030	Phase 2	Phase 1			Phase 3	Phase 2	Phase 2	Phase 3	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030
Türen	nach 2030	nach 2030	Phase 2	Phase 1			Phase 3	Phase 2	Phase 2	Phase 3	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030
PfR-Konstruktion	Phase 1	nach 2030	Phase 2	nach 2030			Phase 3	Phase 2	Phase 2	nach 2030				
geneigtes Dach	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030			Phase 3	Phase 2	Phase 2	nach 2030				
Flachdach	nach 2030	nach 2030	Phase 2	nach 2030			Phase 3	Phase 2	Phase 2	Phase 3	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030
Oberste Geschossdecke	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030			Phase 3	Phase 2	Phase 2	Phase 3	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030
Kellerdecke	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030			Phase 3	Phase 2	Phase 2	Phase 3	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030
Bodenplatte	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030			Phase 3	Phase 2	Phase 2	Phase 3	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030
Boden gg. Außenluft	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030			Phase 3	Phase 2	Phase 2	Phase 3	nach 2030	nach 2030	nach 2030	nach 2030

Legende
Phase 1
Phase 2
Phase 3
nach 2030
Zeitraum nicht festgelegt

Abb. 113: Übersicht über vorgeschlagene Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle

Einzelne Maßnahmen können evtl. auch in anderer Reihenfolge stattfinden. Eine Dämmung der Kellerdecke in der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule könnte unabhängig von der restlichen Gebäudehülle stattfinden. Auf Synergieeffekte und Vermeidung von Wärmebrücken sollte geachtet werden. Eventuelle Vorteile bei Förderungen (z.B. KfW-Effizienzhausförderung) sollten Berücksichtigung finden.

Die Gebäude im untersuchten Gebiet wurden analysiert und Zielszenarien für die Sanierungen entwickelt. Hierbei wurde auf drei verschiedene energetische Zielstandards für Bauteile zurückgegriffen.

Erstens wurde eine Sanierung nach EnEV-Standard bei Sanierungen von Außenbauteilen im Bestand betrachtet. Die angesetzten U-Werte entsprechen den Werten nach EnEV Anlage 3 Tabelle 1.

Zweitens wurde eine Sanierung als KfW-Einzelmaßnahmen betrachtet. Die U-Werte entsprechen dem aktuellen Stand der technischen Mindestanforderungen der KfW bei Förderungen von Einzelmaßnahmen im Nichtwohngebäudebestand.

Drittens eine Sanierung mit Passivhausbauteilen nach EnerPHit-Kriterien im Bauteilverfahren. Die EnerPHit-Kriterien beschreiben Ziel-U-Werte für Bauteile im Altbaubestand wenn aufgrund von bautechnischen Gegebenheiten der Passivhausstandard mit vertretbarem Aufwand bei einer Sanierung nicht erreicht werden kann. Das Passivhaus Institut Darmstadt hat daher EnerPHit-Kriterien definiert, die zu einem Erreichen eines EnerPHit-Standards führen können.

Daraus resultieren die in Tab. 39 dargestellten Bauteilkennwerte der Zielzustände.

Tab. 39: Bauteilkennwerte der Gebäudehülle für die Sanierungsszenarien

Bauteilkennwerte [W/(m²K)]	EnEV	KfW	EnerPHit
Außenwand gegen Luft	0,24	0,20	0,15
Außenwand gegen Erde	0,30	0,25	0,23
Außenwand gegen unbeheizt	0,30	0,25	0,23
Dach, oberste Geschossdecke, Abseiten	0,24	0,14	0,13
Flachdach, Decke gegen Luft (Terrasse)	0,20	0,14	0,14
Boden zum unbeh. Keller / Wände gg. Erdreich	0,30	0,25	0,23
Boden nach unten gg. Luft (aufgeständert)	0,24	0,20	0,15
Bodenplatte auf Erdreich	0,30	0,25	0,23
Fenster/ Fenstertüren	1,30	0,95	0,85
Dachfenster	1,40	1,00	1,00
Glasdächer	2,00	1,60	1,10
Lichtbänder-Lichtkuppeln		1,50	1,10
Vorhangfassaden	1,50	1,30	0,85
Tür zu unbeh. Keller			1,60
Tür gegen Luft	1,80	1,30	0,85
Tore		1,00	0,85

Abschließend wurden die vorgeschlagenen Sanierungsszenarien nach DIN V 18599 berechnet. Es wurde analysiert, ob Gebäude ggf. in eine KfW-Effizienzhaus-Förderung gelangen könnten. Diese Berechnung erfolgte anhand vereinfachter Randbedingungen und grob ermittelter Bemaßungen. Die Berechnung entspricht damit nicht den Regeln für eine Nachweisberechnung nach EnEV oder für KfW-

Effizienzhäuser, ist aber für eine Abschätzung des Einsparpotenzials und des zu erreichenden Energiestandards ausreichend. In Tab. 40 sind die Maßnahmen beschrieben, die für die Berechnung der verschiedenen Gebäude angesetzt wurden.

Tab. 40: Beschreibung der Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle

	Beschreibung Maßnahme	Bauteilstandard / U-Wert [W/(m²K)]
FVS	Dämmung der restlichen Außenwände mit WDVS mit bes. Beachtung d. Gestaltung	KfW / 0,20
	Austausch der Fenster und Türen mit U-Wert >2,0 W/(m²K) gegen Fenster mit 3-fach Verglasung	KfW / 0,95
	Dämmung der Kellerdecke in unbeheizten Bereichen (z.B. Fahrradkeller)	KfW / 0,25
LSS alt	Dämmung der Außenwände mit WDVS mit besonderer Beachtung Gestaltung	EnerPHit / 0,15
	Austausch der Fenster und Türen gegen 3-fach Verglasung	EnerPHit / 0,85
LSS neu	Abriss und Neubau	-
BST 15	Abriss und Neubau	-
THS	Innendämmung der Heizkörpernischen mit Aerogel-Matten (WLG 0,014) und Flurteilbereiche mit 10 cm Mineralfaserdämmung (WLG 0,032)	- / 0,75 ; 0,30
	Austausch der Fenster und Türen mit U-Wert >2,0 W/(m²K) gegen Fenster mit 3-fach Verglasung	KfW / 0,95
KSS	Dämmung der Außenwände mit WDVS (bes. Beachtung herausragende Betonteile)	EnerPHit / 0,15
	Austausch der Fenster, PfR-Konstruktionen, Paneele und Türen mit U-Wert >2,0 W/m²K	EnerPHit / 0,85
	Dämmung des Flachdaches	EnerPHit / 0,14
WSG alt	Dämmung der bisher ungedämmten Außenwände im Eingangsbereich	EnerPHit / 0,15
	Austausch der Fenster und Türen mit U-Wert >2,0 W/(m²K) gegen Fenster mit 3-fach Verglasung	EnerPHit / 0,85
	Austausch der Metalltüren und des Garagentors gegen Türen/Tore mit U-Wert 1,0 W/m²K	KfW/ 1,0
	Dämmung des Flachdaches	EnerPHit / 0,14
WSG neu	Dämmung der Außenwände mit WDVS (bes. Beachtung herausragende Betonteile)	EnerPHit / 0,14
	Austausch der Fenster, PfR-Konstruktionen, Paneele und Türen mit U-Wert >2,0 W/m²K	EnerPHit / 0,85
	Dämmung des Flachdaches	EnerPHit / 0,14
THH	Dämmung der bisher ungedämmten Außenwände im Bereich der kleine Halle	EnerPHit / 0,14
	Austausch der Fenster und Türen mit U-Wert >2,0 W/(m²K) gegen Fenster mit 3-fach Verglasung	EnerPHit / 0,85
	Dämmung des Flachdaches	EnerPHit / 0,14

	Beschreibung Maßnahme	Bauteilstandard / U-Wert [W/(m ² K)]
HKS	Dämmung der ungedämmten Außenwand Bereiche	KfW / 0,20
	Austausch der Fenster und Türen mit U-Wert >2,0 W/(m ² K) gegen Fenster mit 3-fach Verglasung	KfW / 0,95
	Dämmung des Flachdaches	KfW / 0,14
	Dämmung der Geschossdecke gegen das Parkhaus	KfW / 0,20
BST 14/16	Dämmung der Außenwände mit WDVS mit bes. Beachtung Gestaltung	EnerPHit / 0,14
	Austausch der Fenster und Türen mit U-Wert >2,0 W/(m ² K) gegen Fenster mit 3-fach Verglasung	EnerPhit / 0,85
	Dämmung der obersten Geschossdecke/Daches je nach zukünftiger Nutzung	EnerPHit / 0,14 / 0,13
	Dämmung der Kellerdecke in unbeheizten Bereichen	EnerPHit / ~0,23
SW 13	Dämmung der Außenwände mit WDVS mit bes. Beachtung Gestaltung	KfW / 0,20
	Austausch der Fenster und Türen mit U-Wert >2,0 W/(m ² K) gegen Fenster mit 3-fach Verglasung	KfW / 0,95
	Dämmung der obersten Geschossdecke/Daches je nach zukünftiger Nutzung	KfW / 0,14
	Dämmung der Kellerdecke in unbeheizten Bereichen	KfW / 0,25
SW 15	Dämmung der Außenwände mit WDVS mit bes. Beachtung Gestaltung	KfW / 0,20
	Austausch der Fenster und Türen mit U-Wert >2,0 W/(m ² K) gegen Fenster mit 3-fach Verglasung	KfW / 0,95
	Dämmung der obersten Geschossdecke/Daches je nach zukünftiger Nutzung	KfW / 0,14
	Dämmung der Kellerdecke in unbeheizten Bereichen	KfW / 0,25

4.3 Verbesserung der Gebäudetechnik

Die Sanierung der Gebäudetechnik wurde weitgehend in zeitlicher Übereinstimmung mit der Sanierung der Gebäudehüllen angesetzt. Die Installationen der Fernwärmeübergabestationen und der Anschluss an das Fernwärmenetz der FairEnergie erfolgt derzeit und soll in 2019 abgeschlossen werden. Die haustechnischen Anlagen sind in vielen Gebäuden weitgehend erneuerungsbedürftig. Die Sanierungsmaßnahmen und Zeiträume sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Bauteil	THS	FVS	KSS	LSS alt	LSS neu	BST15	WSG alt	WSG neu	THH (kleine Halle)	HKS	BST 14/16	SW13	SW15	
Anschluss an FW, Übergabestation														
Sanierung Heizungsverteiler, Pumpen					Abriss und Neubau	Abriss und Neubau								
Hydraulischer Abgleich Heizung														
Sanierung Temperaturregelung Räume														
Einzelraumregelung Klassenräume														
Sanierung TWW-Bereitung														
Sanierung sonstige Sanitäranlagen														
Erneuerung Lüftungsgerät														
Erneuerung Beleuchtung														
Sanierung sonstige Elektrotechnik														
Zus.Lüftung+Kühlung von Räumen														
Optimierung Druckluftbereitung														

Legende
Sofortmaßnahme
Phase 1
Phase 2
Phase 3
nach 2030
Zeitraum nicht festgelegt

Abb. 114: Sanierungsmaßnahmen Gebäudetechnik

Hierbei ist die Sanierung der Lüftungsanlage im Parkhaus mit dem Austausch der Lüftungsanlage in der Hans-Kern-Sporthalle kalkuliert. Sofortmaßnahmen zur Kühlung und Belüftung von überhitzten Räumen sind in der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule sowie in der Kerschensteinerschule vorgesehen (s. dazu II Kapitel 0). Der Zeitraum für Sanierung der Verwaltungsgebäude ist nicht festgelegt worden, da die zukünftige Nutzung noch diskutiert wird. Ein Anschluss an die Fernwärmeversorgung ist vorgesehen.

Beim Austausch der Gebäudetechnik sollte darauf geachtet werden, effiziente Technik zu verwenden. Hierzu sei auf Kapitel 4.5 verwiesen. In diesem ist der Einsatz von LED Beleuchtung und die Effizienzklassen von Gebäudetechnik erläutert. Beim Ersatz von Lüftungsanlagen sollte auf möglichst hohe Wärmerückgewinnungsgrade und effiziente Ventilatoren geachtet werden.

4.4 Umstellung der Wärmeversorgung

Bisher wurden die Gebäude im Untersuchungsgebiet durch eine eigene Heizzentrale mit Wärme versorgt. Die Wärmeerzeugung erfolgte mit Gas-Kesseln und einem Gas-BHKW (siehe dazu Teil II Abschnitt 3.5). Für die an die Gebäude gelieferte Wärmemenge wurden der Primärenergiefaktor (PE-Faktor) und der Treibhausgas-Faktor (THG-Faktor) unter Berücksichtigung der Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung und der Wärmeverluste des Nahwärmenetzes berechnet (siehe dazu Teil I Abschnitt 4.3.2).

Die Gebäude werden bis April 2019 nach und nach an die Fernwärme (FW) der FairEnergie GmbH angeschlossen. Das Berufliche Schulzentrum wird zukünftig über das Fernwärmenetz „Hauffstraße 89“ versorgt. Das Netz wird durch das neue Heizwerk Bahnhofstraße ergänzt, dass Anfang 2019 in Betrieb gehen soll. Die Arbeiten zur Verlegung der neuen Fernwärmeleitungen sowie für die FW-Anschlüsse und Übergabestationen im Untersuchungsgebiet werden derzeit ausgeführt.

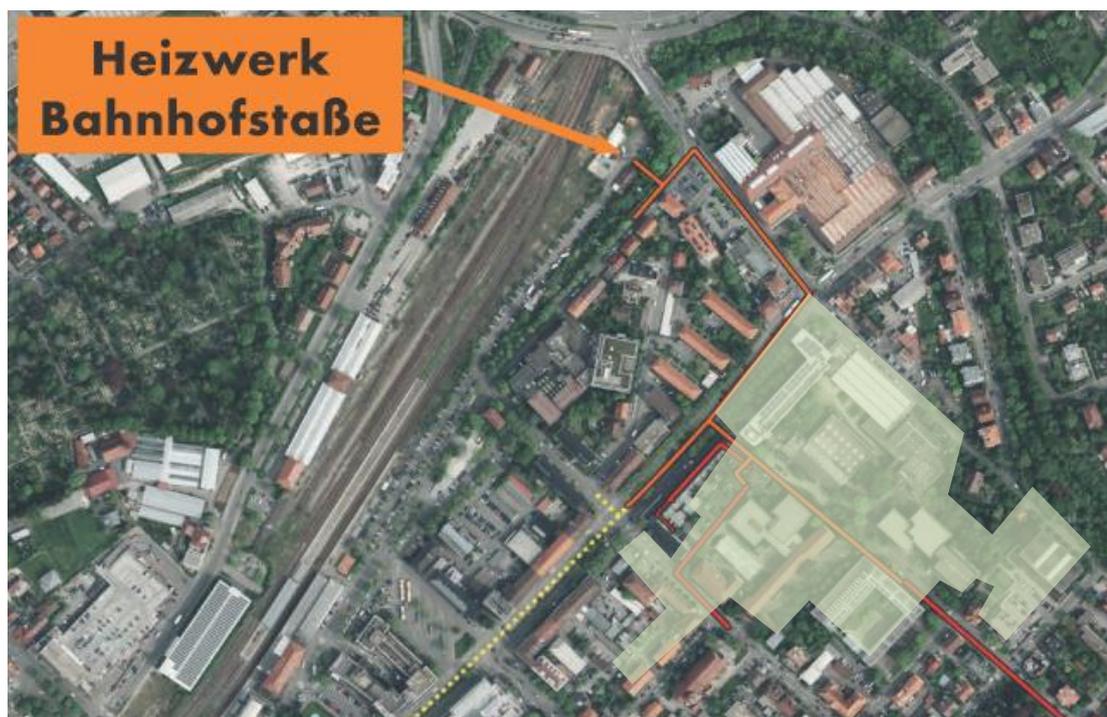


Abb. 115: Lage des neuen Heizwerks Bahnhofstraße in Bezug auf das Untersuchungsgebiet (Quelle: FairEnergie)

Der Wärmeverbrauch der Gebäude ändert sich mit dem Anschluss an die Fernwärme nicht. Da sich jedoch die PE- und THG-Faktoren der Wärmeerzeugung erheblich ändern, reduzierten sich durch die Umstellung auf Fernwärme auch der

PE-Einsatz und die THG-Emissionen entsprechend. Der PE-Einsatz für die Wärmeversorgung reduziert sich um 91 % von 7.756 MWh_{PE}/a auf 674 MWh_{PE}/a und die THG-Emissionen um 58 % von 1.759 t CO_{2äq}/a auf 731 t CO_{2äq}/a.

4.5 Stromsparkonzept

Nachfolgend werden die einzelnen Segmente des Strombedarfs diskutiert und Vorschläge zur Reduktion gemacht. Da der Stromverbrauch zu Nicht-Nutzungszeiten – also nachts, am Wochenende und in Ferienzeiten – einen relativ hohen Anteil umfasst, wird dieser vorrangig diskutiert.

4.5.1 Reduktion des Grundlaststromverbrauchs

Der Grundlaststromverbrauch des Schulzentrums dürfte eine Größenordnung von ca. 600 MWh haben, dies lässt sich aus dem im Kapitel 3.6.5 erläuterten durchgehend anstehenden Leistungsbezug von 80 bis 100 kW ableiten. Hierbei wird mit einer Nicht-Nutzungszeit von etwa 6.000 bis 6.500 Stunden im Jahr gerechnet, die verbleibenden Stunden werden als Nutzungszeit angesetzt – Schultage + Ferientage, in denen vor- und nachbereitet wird oder z.B. Meisterkurse stattfinden. Die eigentliche Schulnutzung beträgt ca. 2.000 Stunden, die Verwaltungsnutzung ca. 2.200 Stunden. Die nachfolgend gezeigte Zusammenstellung von Geräten und Anlagen mit langen Betriebszeiten, teilweise auch nachts und am Wochenende, macht deutlich, dass die Lüftungsanlagen und die Umwälzpumpen die größten Anteile an diesem Segment des Stromverbrauchs haben. Allerdings muss klar sein: Lüftungsanlagen und Pumpen sind ebenso wie die anderen Verbraucher in dieser Tabelle auch während der üblichen Nutzungszeiten in Betrieb, Stromverbrauch zu diesen Zeiten ist betriebsbedingt notwendig – wenn auch ggf. nicht in der vorliegenden Höhe, da neuere Anlagen technische Sparpotenziale realisieren können.

Die in Tab. 26 in Kapitel II.3.6.5 wiedergegebenen 684 MWh sind also nur zufällig ähnlich hoch wie die oben beschriebenen 600 MWh, die sich aus der Grundlast errechnen lassen.

Umgekehrt gibt es zahlreiche Geräte und Anlagen, die nachts in Betrieb sein könnten und in der Tabelle nicht aufgeführt sind, wie z.B. manche Drucker oder Kopierer, die trotz entsprechender Voreinstellungen versehentlich in Betrieb bleiben oder Gärschränke, die in manchen Nächten laufen. Eine vollständige Erfassung ist kaum möglich, stellenweise auch nicht sinnvoll. Viele kleine Geräte zu erfassen und für jedes einzelne separat die Nutzung zu optimieren ist eine Fleißarbeit ohne entsprechenden Gegenwert. Nur bei gleichartiger Eingriffsmöglichkeit für eine große

Zahl von Geräten (wie z.B. PC und Monitore) führen Optimierungen zu einem spürbaren Ergebnis. Lohnend ist es auf jeden Fall, die großen Leistungsbezieher zu Nicht-Nutzungszeiten aufzufinden und hier zu optimieren.

Im Rahmen des Workshops zu Energie wurde von Seiten der Hausmeister vorgeschlagen, über mehrere Wochenenden immer Freitag 18 Uhr und Montag 7 Uhr alle Stromzähler zu notieren. Darüber wären Hinweise erhältlich, welche Schulen am Wochenende viel Strom verbrauchen und in welcher Höhe dieser Wert jeweils liegt.

Lohnend ist es auch, bei Neu-Anschaffungen immer auf niedrigen Strombedarf, hohe Effizienz und gute Regelbarkeit zu achten.

Zahlreiche Server, Switches und W-Lan lassen sich nicht abschalten – hier kann nur mittelfristig durch bewusste Auswahl von Geräten mit niedrigem Leistungsbezug und ggf. auch mit Leistungsreduktion in Warteposition (Switches) eine Verringerung erreicht werden.

Es ist davon auszugehen, dass von Seiten der Hausmeister bereits darauf hingewirkt worden ist, die Laufzeiten der Lüftungsanlagen und der Pumpen gering zu halten. Dennoch sollten in Zusammenarbeit mit ihnen sowie mit der zuständigen Servicefirma weitere regeltechnische Optimierungen durchgeführt werden. Eine Einsparung von 5 bis 10% an diesem Verbrauchssegment wird für realistisch gehalten. Wesentlich wirksamer ist allerdings die Installation effizienterer Ventilatormotoren und der Ersatz von älteren Pumpen durch neue hocheffiziente Pumpen (siehe nachfolgende Kapitel), nicht zuletzt, da dies ganzjährig zum Tragen kommt.

684 MWh entsprechen jährlichen Kosten von mindestens 135.000 Euro (gerechnet mit 20 Cent/kWh), entsprechend sollte durch eine Reduktion um 10% ein Kostenvorteil von etwa 13.500 Euro erzielbar sein.

Auch eine Reduktion der Kompressorlaufzeiten sollte realisierbar sein, wenn Leckagemessungen durchgeführt und festgestellte Defizite behoben werden.

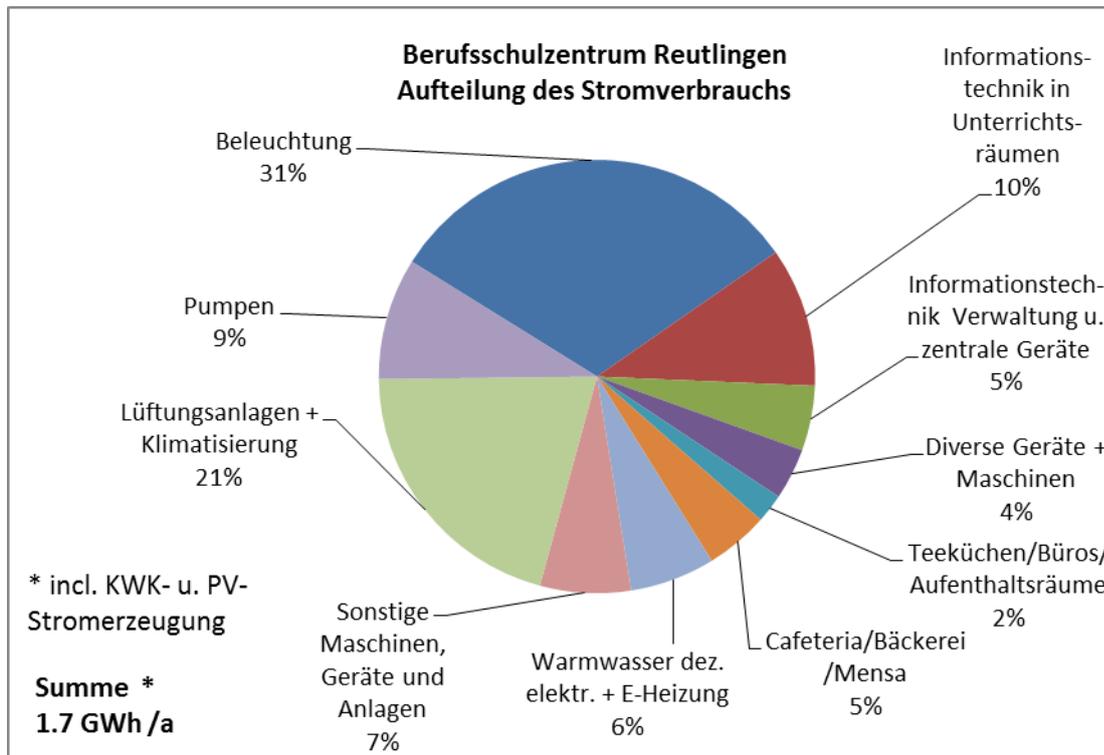


Abb. 116: Aufteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Sektoren

Für die Verwaltungsgebäude wurde der Grundlaststromverbrauch nicht untersucht. Die Energieversorgungsunternehmen stellen die Viertelstundenwerte nur für Gebäude mit mehr als 100 MWh Jahresstromverbrauch zur Verfügung. Das gilt zwar für diese Gebäude gemeinsam, jedoch nicht für das einzelne Objekt.

4.5.2 Beleuchtung

Für die Beleuchtung wird im Schulareal knapp ein Drittel des Gesamtstromverbrauchs eingesetzt.

Für die Verwaltungsgebäude werden knapp 40% des Stromverbrauchs dieser Objekte für Licht benötigt.

Weit überwiegend sind ältere Langfeldleuchten mit T8-Lampen vorhanden, teils verspiegelt, teils weiße Reflektoren, teils mit Kunststoffabdeckungen, stellenweise sind auch frei strahlende Leuchtstoffröhren installiert. Bei allen älteren Leuchten kann von konventionellen Vorschaltgeräten ausgegangen werden. Neuere Leuchten dürften mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) ausgestattet sein. Neue Beleuchtung ist in der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule vorhanden sowie im Neubau trakt der Theodor-Heuss-Sporthalle und in einigen Fluren der Laura-Schradin-Schule, allerdings auch dort keine LED. Nur in diesen neu installierten Bereichen sind Bewe-

gungsmelder mit Helligkeitssensoren vorhanden. Stellenweise gibt es Bewegungsmelder im Außenbereich.

LED als Leuchtmittel ist im BSZ derzeit die Ausnahme. Effiziente neue LED-Röhren sind mit Lichtfarben und Lichtleistungen verfügbar, die sie in sehr vielen Leuchten einsetzbar machen. Effiziente LED haben einen Lichtstrom von 130 Lumen/Watt oder mehr, 150 lm/W sind heute (Mitte 2018) bereits am Markt erhältlich, Leuchtstoffröhren haben demgegenüber etwa 100 lm/W, ältere Röhren aufgrund der Alterung auch nur noch 80 %. Die technische Entwicklung schreitet bei LED rasant voran, im Labor wurden für weiße LED bereits 300 Lumen/Watt erreicht, also eine fast dreifache Effizienz gegenüber üblichen Leuchtstoffröhren. Hier lohnt eine gute Marktbeobachtung.

Besonders interessant sind LED jedoch vor allem, da sie deutlich schaltfester sind und da sie sehr lange Standzeiten haben, je nach Typus und Einsatzzweck 25.000 bis 100.000 Stunden. Leuchtstoffröhren sind demgegenüber im Mittel nach 10.000 Stunden defekt und schon einige Zeit davor deutlich lichtschwächer. Preisgünstige LED erreichen allerdings z.T. auch nur 10.000 Stunden Standzeit, es lohnt sich also, in Qualität zu investieren.

Besonders in den Sporthallen wäre aufgrund der längeren Standzeit die Verwendung von LED grundsätzlich sehr wünschenswert, um die Austauschintervalle zu verlängern und so Arbeitszeit und -kosten einzusparen. Allerdings sind Röhren mit der erforderlichen sehr hohen Lichtleistung derzeit noch relativ teuer. Beim nächsten fälligen Austauschzyklus in zwei bis drei Jahren sollte hier gründlich nachgeprüft werden, welche tauglichen Ersatzmodelle verfügbar sind und es sollten die Mehrkosten mit den Arbeitskosten gegenrechnet werden. Der letzte komplette Austausch fand im April 2018 statt. Bis zum nächsten Austausch-Zeitpunkt sind LED-Röhren mit sehr hoher Effizienz sicherlich schon deutlich preisgünstiger.

Auch für Leuchten mit runder oder quadratischer Bauform, wie sie z.T. in Fluren vorhanden sind, sind in aller Regel LED verfügbar. Besonders groß ist die Auswahl für Standardfassungen wie E27 oder E14. Eine gute Informationsquelle hierzu ist www.leds.de, dort werden Lampen verschiedener Hersteller aufgeführt und es ist ein sinnvolles Auswahlraster hinterlegt. Ebenso bietet www.topten.ch sehr gute Informationen hierzu.

Für Leuchtmittel gibt es das von Haushaltsgeräten bekannte EU-Label. Es empfiehlt sich, Lampen mit Effizienzklasse A++ oder A+ zu wählen. Ab 2020 soll dieses Label umgestellt werden auf die Effizienzklassen A bis G – zu diesem Zeitpunkt muss geprüft werden, in welcher Klasse effiziente LEDs eingestuft sind und die Empfehlung entsprechend modifiziert werden.

Große Defizite gibt es bei der getrennten Schaltbarkeit von Fluren und Treppenhäusern. In fast allen Gebäuden ist zu beobachten, dass Teile dieser Flächen

tagsüber durch Tageslicht ausreichend beleuchtet sind, dass dennoch die Beleuchtung täglich 11 bis 12 Stunden betrieben werden muss, weil andere Flächen, deren Leuchtensysteme über denselben Schaltkreis laufen, Licht benötigen.

Komfortabel gelöst ist diese Problematik inzwischen in der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule, wo in Verkehrsbereichen die Beleuchtung über Bewegungsmelder angeschaltet wird. Allerdings erscheinen hier die Helligkeitssensoren noch nicht optimal justiert zu sein, da das Licht stellenweise auch dann geschaltet wird, wenn ausreichend Tageslicht verfügbar ist. Dies gilt auch für Räume im Verwaltungsbereich oder für manche Klassenräume. Hier sollte nachgearbeitet werden.

Auch im Neubautrakt der Theodor-Heuss-Sporthalle scheinen diese Sensoren noch Bedarf zur Nachjustierung zu haben, zumindest sind Klagen von Seiten der Lehrer*innen zu hören, dass das Licht auch während ruhiger Phasen in den Schulstunden abschaltet.

Generell wünschenswert wäre, dass die Nachjustierung durch die Hausmeister oder zumindest durch zwei fachkundige Personen mit einer dementsprechenden Weiterbildung durchgeführt werden kann.

Genauso nützlich wären Bewegungsmelder für Nebenräume und für WCs, in denen häufig sehr lange die Beleuchtung angeschaltet bleibt, ohne dass die Räume genutzt sind.

Bewegungsmelder für WCs gibt es bei Bedarf auch mit akustischer Schaltung, so dass dann, wenn die voreingestellte Zeit zu kurz ist, über einen Ruf das Licht erneut geschaltet wird. Diese Funktion muss allerdings hinreichend gut kommuniziert werden, um Ärger vorzubeugen.

Die Beleuchtung für die gesamte Mensa wird derzeit vom Pächter angeschaltet, wenn er kommt und läuft durch, bis geschlossen wird, unabhängig vom Tageslicht. Da der Pächter nicht für die Stromkosten aufkommen muss, ist die Möglichkeit zum Einwirken gering. Es sollte das Gespräch gesucht werden, um ihn von der Sinnhaftigkeit der Stromeinsparung zu überzeugen (siehe hierzu auch das Kapitel 4.5.4).

Die Schaltung des Notlichts ist in den Gebäuden uneinheitlich. Bei manchen ist es parallel zur Flurbeleuchtung in Betrieb, was unnötig erscheint, bei manchen läuft es durch, bei manchen wird es nur bei Stromausfall eingeschaltet. Zudem sind meist Lampen mit 5, 10 oder 15 W im Einsatz, hier wären auch LED mit 3,5 oder 5 W denkbar, wie sie in der Kerschensteinerschule vom Hausmeister bereits installiert werden.

Von Seiten der Lehrerschaft wurde der Wunsch nach tageslicht- oder neutralweißen Leuchtmitteln geäußert. Dies sollte jeweils mit der Schulleitung bzw. im Kollegium

geklärt werden. Nachgewiesen ist, dass die Aufmerksamkeit im Unterricht durch diese Lichtfarbe unterstützt wird.

Allein durch einen bewussten Umgang mit der Beleuchtung, durch konsequentes Ausschalten bzw. durch Einschalten dann, wenn Licht benötigt wird, lassen sich auch im derzeitigen Bestand 5 bis 10 Prozent an Strom einsparen.

Weitere Sparpotenziale sind durch den Ersatz der vorhandenen Leuchten realisierbar. Ältere Leuchten sind stumpf, die Reflektoren nicht mehr glänzend etc., neue haben wesentlich bessere Leuchtenwirkungsgrade. Auch dieser Gesichtspunkt sollte bei Neuausschreibungen verstärkt gewichtet werden.

4.5.3 Informationstechnik für Unterricht, Schulleitungen, Lehrerschaft und Verwaltung

Das Segment der Informationstechnik hat einen Anteil am Gesamtverbrauch von rd. 10% für Unterrichtszwecke und rd. 5% für die Schulleitungen, die Lehrer*innen, die Verwaltung und die Hausmeister.

In den Verwaltungsgebäuden benötigt die IT etwa 22% am Gesamtstromverbrauch dieser Objekte.

Es wurde für die Hochrechnung angenommen, dass diese Geräte in den Klassenräumen während des größeren Teils der Unterrichtsstunden in Betrieb sind, in EDV-Klassen fast während aller Schulstunden, entsprechend den Angaben der Stundenpläne.

Für die Büros und Lehrerzimmer wird kalkuliert, dass während der üblichen Arbeitszeiten die IT-Geräte in Betrieb sind (220 Tage pro Jahr, 3 bis 12 Stunden pro Tag). Die für die der Hochrechnung zugrunde liegenden Betriebszeiten ergeben sich aus der Annahme, dass einige Arbeitsplätze in Teilzeit, ggf. auch nicht jeden Tag genutzt werden, andere hingegen sehr lange Nutzungszeiten haben. Die Geräte werden teils dauernd auf normaler Leistung betrieben (PC), teils automatisch in Stand-by gefahren (Drucker, Fax und Kopierer).

Ob die Energiesparfunktionen aktiviert sind, sollte regelmäßig überprüft werden. Außerhalb der Nutzungszeiten sind viele Geräte nur dann komplett vom Netz getrennt, wenn sie über eine schaltbare Steckerleiste oder über einen Schalter im Kabelkanal ausgeschaltet werden.

Für die Berechnung des Stromverbrauchs sind für die Drucker und die Kopierer Leistungswerte angesetzt, die aus Normal- und Bereitschaftsbetrieb gemittelt sind.

Um in den Pausen einen schnellen Zugang zu ermöglichen, waren in den großen Lehrerzimmern in der Regel einige, teils auch alle PC während der Unterrichtszeit

durchgehend in Betrieb, auch ohne dass Personen anwesend waren. Hier sollte überprüft werden, ob nicht sparsamere Nutzungsmodelle gefunden werden können. Die Notwendigkeit, schnell zu sehen, welcher PC läuft, um nicht Zeit mit dem Hochfahren zu verlieren, leuchtet ein, jedoch können PC und Monitor aus dem Stand-by-Modus (wenige Watt Leistung) sehr schnell in den Betriebsmodus (gemeinsam 80 – 100 W, Geräte im Bestand) übergehen, nur die eindeutige Signalfunktion über den jeweiligen Betriebszustand scheint zu fehlen. Nicht zuletzt würde dies in den Lehrerzimmern im Sommer die thermische Belastung um 0,5 bis 1 kW reduzieren.

Im Schulareal werden keine Thin Clients (ThCI) zusammen mit einem zentralen Server verwendet, in den Verwaltungsgebäuden hingegen für die weit überwiegende Zahl der Arbeitsplätze. ThCI sind mit Programmen für Basisaufgaben ausgerüstet, aufwändigeres läuft über den zugehörigen Server. Dies spart Strom, da Thin Clients ca. 10 W benötigen gegenüber 30 W (neue) bis 60 W (ältere im Bestand) bei PC. Aufgrund der kleinen Bauweise (Format wie ein normales gebundenes Buch) werden auch weniger seltene Erden, weniger Material und damit graue Energie benötigt. In einem Klassenzimmer mit 20 PC kann die innere Wärmelast um bis zu 1 kW verringert werden, wenn statt älteren PC neue ThCI eingesetzt werden. Die Installation von Thin Clients scheiterte bisher an Problemen mit der üblicherweise verwendeten Software (Musterlösungen des Landes Baden-Württemberg für die Konfiguration von Schul-Servern), die die Verwaltung und Pflege dieser ThCI nicht vorsieht.

Auch Monitore tragen zur thermischen Belastung der Klassenräume bei. Hier kann durch baldigen Übergang in Stand-by während Arbeitspausen ein wenig Entlastung erreicht werden.

Es wird davon ausgegangen, dass nicht alle Geräte immer komplett vom Netz getrennt werden, sondern dass ein Anteil Stand-by-Stromverbrauch entsteht, obwohl von Seiten der IT-Verantwortlichen gut auf ein vernünftiges Energiemanagement der Geräte geachtet wird.

Gelegentlich werden durch den Übergang auf neue Programmversionen die zuvor korrekten Schalt-Modi für Stand-by oder Aus-Betrieb zurückgesetzt – dies sollten die IT-Verantwortlichen im Blick behalten.

Allerdings spielt dieser Verbrauchsanteil für neue Geräte heutzutage keine große Rolle mehr, da laut EU-Verordnung der Stand-by-Verlust für die meisten Geräte unter einem Watt liegen muss. Nur bei großen Druckern und bei Kopierern ist es wesentlich, darauf zu achten, dass diese Geräte zum Arbeitsende und am Wochenende (ggf. auch in den Ferien) tatsächlich in den tiefen Stand-by-Zustand bzw. in Off-Mode wechseln.

Für Drucker gibt die folgende Tabelle die Spanne für den Leistungsbezug in verschiedenen Betriebszuständen an. [Quelle: www.ecotopten.de]

	Tintenstrahldrucker		Laserdrucker	
	Sehr gering	Mittel bis hoch	Sehr gering	Mittel bis hoch
Druckbetrieb	bis 12 Watt	13 bis 50 Watt	250 bis 300 Watt	300 bis 400 Watt
Bereitschaftszustand*	0,5 bis 2 Watt	3 bis 5 Watt	0,5 bis 3 Watt	3 bis 8 Watt
Ausgeschaltet	0 Watt	0,3 bis 1 Watt	0 Watt	0,3 bis 1 Watt
TEC-Wert**	0,6 kWh/Woche	>2kWh/Woche	0,4-3 kWh/Woche	>3 kWh/Woche

*Druckbereitschaft oder Energiesparzustand

**Der TEC- bzw. TSV-Wert entspricht dem typischen wöchentlichen Stromverbrauch des Gerätes. Mit diesem Bewertungsansatz wird der typische Stromverbrauch eines Bürogerätes im normalen Bürobetrieb über einen repräsentativen Zeitraum ermittelt. Die Prüf- und Berechnungsvorschriften sind in der Energy Star Spezifikation für Bürogeräte geregelt.

Abb. 117: Kriterien für die Beschaffung effizienter Drucker (Quelle: ecotopten.de)

Die Schweiz hat Auswahlkriterien für die Beschaffung von Bürogeräten formuliert [www.topten.ch]. Sie empfehlen, neben der energetischen Effizienz auch weitere Umweltkriterien in die Auswahl einzubeziehen, wie sie beispielsweise durch den Blauen Engel definiert werden.

Bei Druckern wird die Höhe der Umweltbelastung wesentlich durch die verwendete Papiermenge und -art bestimmt, daher kann die Umweltbilanz besonders durch sparsamen Papiergebrauch sowie durch den Einsatz von Recyclingpapier stark verbessert werden. Der Einsatz von 500 Blatt Recycling- anstatt Frischfaser-Papier spart rd. 4,5 kWh Energie.

Für Laserdrucker empfiehlt www.ecotopten.de, die Geräte nachts und am Wochenende komplett auszuschalten. Für Tintenstrahldrucker muss zuvor geklärt werden, ob nach jedem Anschalten ein Reinigungsvorgang durchläuft, in diesem Fall ist das vollständige Ausschalten nur in langen Arbeitspausen sinnvoll, also in den Ferien und am Wochenende. Sinnvoll ist es auf jeden Fall, häufig im Entwurfsmodus zu drucken und Tinte in einzelnen Farbkartuschen zu verwenden, sodass immer die einzelne Farbe komplett verbraucht werden kann.

Beschaffung nach Topten

Die Tabelle bietet einen Überblick über die auf www.topten.ch gelisteten Produkte und die empfohlenen Kriterien. Als Muss-Kriterien werden die Auswahlkriterien von Topten empfohlen. Ausnahmen müssen begründet werden. Geräte, welche zusätzlich noch die Soll-Kriterien erfüllen, findet man ebenfalls auf www.topten.ch. Sie zählen zu den Allerbesten.

Produkte	Muss-Kriterien: Topten	Soll-Kriterien
Computer-Monitore	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Beste Energieeffizienz ✓ TCO-Label 	Anwesenheitssensor
Drucker/Multifunktionsgeräte		
Laser	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Beste Energieeffizienz ✓ Verarbeitung von Recyclingpapier ✓ Doppelseitiges Drucken (ab 19 Seiten/Min.) 	Blauer Engel Tiefe Standby-Leistung (bzw. «Sleep»)
Inkjet	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Beste Energieeffizienz ✓ Minimale Sleep-Leistung ✓ Verarbeitung von Recyclingpapier (Ausnahme: Fotodrucker) 	Blauer Engel Doppelseitiges Drucken

Abb. 118: Kriterien für die Beschaffung effizienter Bürogeräte (Quelle: topten.ch)

Im Schulareal stehen einige Server zentral in Serverräumen, einige dezentral. Diese werden teils von einem IT-Beauftragten betreut, der vor allem für das Verwaltungsnetz zuständig ist, teils von Lehrer*innen, die in ihrer jeweiligen Schule zusätzlich zu ihrer Lehrtätigkeit die Verantwortung für die IT übernommen haben.

Es sollte überprüft werden, ob es nicht von Vorteil wäre, eine oder zwei weitere Stellen zur Betreuung aller Server zu schaffen. Dies würde zuallererst die Lehrer*innen von dieser Aufgabe entlasten und würde zudem eine stärkere Professionalisierung und eine Vereinheitlichung der Systeme ermöglichen. Diese Personen könnten sich um die noch stärkere Beachtung der Energieeffizienz bei der Beschaffung aller Geräte, also auch Drucker, Kopierer, PC und Monitore, Beamer, Thin Clients etc. kümmern.

Ein effizienterer Betrieb von Servern ist möglich, wenn mehrere einzelne durch einen größeren Server ersetzt und die bislang auf mehrere Geräte verteilten Aufgaben stattdessen auf der virtuell geteilten Festplatte dieses leistungsfähigeren Gerätes abgearbeitet werden. So können Anschaffungs- und Betriebskosten verringert werden. Ggf. reduziert sich auch der Kühlbedarf.

4.5.4 Aufenthaltsräume, Teeküchen und Lehrerzimmer, Mensa, Konditorei und Bäckerei, Lehrküchen, Hauswirtschaft

Aufenthaltsräume

Es gibt auf dem Areal etwa 24 Getränke- und Pfandautomaten mit einem Jahresstromverbrauch von mindestens 23 MWh. Ein Teil dieser Geräte bleibt auch in den Ferien in Betrieb. Dies kann sinnvoll sein, so lange geputzt wird oder Handwerker im Haus sind, ansonsten sollte es vermieden werden. Generell wäre es wünschenswert, die Geräte an Wochenenden und in längeren Ferienzeiten auszuschalten. Die Betreiber sollten angehalten werden, die Kühltemperatur möglichst hoch zu setzen. Ein Getränk ist auch dann noch kalt, wenn es 12 C hat.

Gekühlte Automaten dürfen keinesfalls in der Sonne stehen.

Eine Beleuchtung ist nicht erforderlich, sie stehen ja in beleuchteten Räumen. Akzeptabel wäre eine LED-Beleuchtung.

Werden neue Getränkeautomaten angeschafft, muss ein niedriger Energieverbrauch ein wesentliches Kriterium sein. Schweizer Quellen gehen davon aus, dass bis zu 5.000 kWh pro Gerät und Jahr benötigt werden, für das BSZ wurde von 1.100 bis 1.700 kWh ausgegangen. Die Spanne am Markt ist hoch, entsprechend wichtig ist eine strenge Auswahl bzw. ggf. entsprechende Vorgaben an externe Betreiber der Geräte.

Pfandautomaten, die in den oben genannten 24 Geräten enthalten sind, liegen im Verbrauch natürlich sehr viel niedriger.

Teeküchen und Lehrerzimmer

Es sind zahlreiche haushaltsübliche Kaffeemaschinen, Wasserkocher und Kühlschränke vorhanden. Der Anteil am Gesamtverbrauch ist gering.

Hier seien nur die Kühlgeräte kurz diskutiert:

Vereinzelt sind zwei Geräte vorhanden, hier sollte möglichst eines eingespart werden. Meist wird ohnehin vor allem die Milch für den Kaffee gekühlt und wenig mehr.

Bei Neuanschaffung sollten effiziente Geräte mit EU-Label A+++ oder evtl. A++ gekauft werden. Informationen hierzu finden sich unter „Besonders sparsame Haushaltsgeräte“, eine Geräteliste mit den jeweils aktuell am Markt vorhandenen sparsamen Modellen. Die dahinter stehende Website lautet www.spargeraete.de.

Kühlgeräte dürfen keinesfalls in der Sonne stehen! Das treibt den Stromverbrauch sehr stark nach oben.

Mensa

Die Mensa ist an Schultagen in Betrieb, also 200 T/J. Sie hat einen jährlichen Stromverbrauch von mindestens 16 MWh.

Ein großer Verbraucher ist die gewerbliche Durchschub-Spülmaschine; zwischen ca. 11 und 14 Uhr ist sie sehr viel in Betrieb. Sie hat einen elektrischen Anschlusswert von 9 kW, ist allerdings an das warme Wasser angeschlossen und wird daher diesen Wert nur für den Fall verursachen, dass nur kaltes Wasser vorhanden wäre.

Es sind einige Geräte mit hohen elektrischen Anschlusswerten vorhanden, z.B. 2 Konvektomaten mit 11 bzw. 17 kW, mehrere Wasserbäder, Herdplatten und Kippfanne. Durch einen sparsamen Betrieb kann nicht nur Strom eingespart, sondern auch die thermische Belastung niedriger gehalten werden.

Zudem sind Kühl- und Gefriergeräte sowie ein Kühlhaus vorhanden. Diese sind ganzjährig durchgehend in Betrieb. Eine gelegentliche Kontrolle der eingestellten Kühl-/Gefriertemperatur kann Einsparungen bewirken.

Als Sparmaßnahme sollte auf den Pächter hingewirkt werden, alle Geräte möglichst effizient zu nutzen. Der Anreiz dazu fehlt derzeit, da die Mensa nicht separat abgerechnet wird. Bei Installation eines Energiemonitorings für das Schulareal sollte an die separate Abrechnungsmöglichkeit für die Mensa (und ggf. für etwaige weitere Mensen) gedacht werden.

In der Mensa stehen zwei Getränkeautomaten, die nur während der Öffnungszeiten zugänglich sind. Da ohnehin Getränkeverkauf stattfindet, sollte geprüft werden, ob diese Geräte verzichtbar sind, evtl. auch eines davon. Auch hier gilt: eine Beleuchtung des Warenangebots ist in beleuchteten Räumen im Grunde überflüssig (gilt für eines der beiden Geräte). Akzeptabel wäre ggf. LED-Beleuchtung. Weitere Hinweise finden sich im Unterkapitel Aufenthaltsräume.

Bäckerei und Konditorei

Zahlreiche Geräte und Maschinen dienen der Speisen- und Backwarenvor- und -zubereitung.

Einen besonders großen Leistungsbezug haben die Elektrobacköfen mit 2 x 22,7 sowie 2 x 28,5 kW, wobei sicher nie oder äußerst selten alle auf voller Leistung betrieben werden. Ebenfalls hohe Anschlusswerte (max. je 17 kW) haben die beiden Durchschub-Spülmaschinen, die allerdings an das warme Wasser angeschlossen sind und daher im tatsächlichen Betrieb deutlich niedriger liegen.

Diese Geräte sind in der Regel eher wenige Stunden in Betrieb. Da sie sehr hohe innere Wärmequellen darstellen, ist es besonders wichtig, sie möglichst kurz zu betreiben, um die Raumtemperatur erträglich zu halten.

Der Kühl- und der Gefrierraum haben 3 bzw. 6,4 kW Leistungsbezug, sie sind rund um die Uhr in Betrieb. Die Temperaturen sollten +8°C bzw. -18°C nicht unterschreiten.

Generelle Aussagen zur Gerätenutzung gelten analog wie nachstehend für die Küchen ausgeführt.

Lehrküchen

- Es ist davon auszugehen, dass durch eine gute Information und Motivation der für die Küchen verantwortlichen Lehrer*innen ein verhaltensbedingtes Einsparpotenzial von 5 bis 10% abrufbar ist.
- Schon aus eigenem Interesse sollte hier sparsam mit Energie umgegangen werden, da die stets hohe Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit in Küchen durch effizientere Energienutzung deutlich beeinflusst werden kann. Es wird vorgeschlagen, turnusmäßig mit den Lehrer*innen über das Thema zu sprechen, um es präsent zu halten. Ggf. ergeben sich in solchen Diskussionen aus der Alltagspraxis auch nochmals Sparmöglichkeiten, die umsetzbar sind, ohne die Arbeitsabläufe zu behindern.
- Auch in den Lehrküchen sind haushaltsübliche Kühl- und Gefriergeräte, Spülmaschinen, Herde und Backöfen, Mikrowellen und Wasserkocher und sonstige kleinere Geräte vorhanden. Für diese gilt das in anderen Absätzen dieses Kapitels zu diesen Geräten Gesagte.
- Eine Zweckdienliche und empfehlenswerte Maßnahme ist generell, bei Neuanschaffung von Haushaltsgeräten aufgrund von Ersatzbedarf jeweils besonders energieeffiziente Geräte auszuwählen. Haben Geräte, die älter als 6 bis 8 Jahre sind, einen Defekt, lohnt es sich nur selten, diese zu reparieren. In der Regel ist es dann kostengünstiger, ein sehr sparsames Neugerät anzuschaffen.
- Neben der Anschaffung sparsamer Neugeräte ist besonders in der Küche die Nutzung ein wesentlicher Faktor.
- Die Regel, mit Deckel auf den Töpfen zu kochen, ist so einfach wie wirksam, der Stromverbrauch mit und ohne Deckel unterscheidet sich um den Faktor 3.
- Bei längeren Kochvorgängen beschleunigen Dampfkochtöpfe das Garen und sparen viel Zeit und Energie.
- Zum Tee- und Kaffeewasser kochen sind elektrische Wasserkocher am effizientesten (wenn kein Gas vorhanden ist).

- Weitere Verhaltenstipps können in Informationsbroschüren zur Verfügung gestellt werden.

Hauswirtschaft

Zum Waschen und Trocknen der Putzwäsche sowie für die Küchenwäsche sind in einigen der Schulen Waschmaschinen und Wäschetrockner vorhanden. Auch hier gilt: Bei Neukauf empfiehlt es sich, effiziente Geräte mit EU-Label A+++ anzuschaffen. Es sind zumindest im Segment bis 9 kg zahlreiche Geräte mit dieser Effizienzklasse am Markt vorhanden, hierzu siehe den obigen Hinweis auf die Geräteliste und auf www.spargergeraete.de.

Einige Waschmaschinen-Modelle sind mit Warmwasseranschluss erhältlich. Im konkreten Fall sollte für die Standorte, die mit nicht-elektrisch erwärmtem Wasser gespeist werden könnten, ein Angebot eingeholt und eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erstellt werden. Selbst für den (unwahrscheinlichen) Fall, dass kein Kostenvorteil entstände, ist durch die CO₂-Einsparung ein gesamtgesellschaftlicher Vorteil vorhanden.

An Waschmaschinen und Trocknern sollten Bedienungshinweise zur Energieeinsparung ausgehängt werden, um die Mitarbeiter*innen an das Thema zu erinnern. Einfache Verhaltenstipps sind z.B.:

- Beim Waschen sollten die Maschinen nach Möglichkeit voll betrieben werden. Moderne Geräte haben zwar eine Mengenautomatik, dennoch benötigen sie pro Kilogramm Wäsche bei Teilbeladung mehr Energie und Wasser als bei voller Beladung.
- Es sollte (unter Einhaltung der Hygienevorschriften) bei möglichst geringer Temperatur gewaschen werden
- Wäsche, die in den Trockner kommen soll, muss in der Waschmaschine sehr gut vorentwässert werden. Mechanische Entwässerung benötigt um den Faktor 100 (!) weniger Energie als durch Erwärmen im Trockner.

Insgesamt wird für dieses Segment ein Einsparpotenzial von 5 bis 10% durch eine optimierte Nutzung für möglich gehalten. Weitere 10% sollten bei Neuanschaffungen durch effizientere Geräte realisierbar sein.

4.5.5 Dezentrale Wassererwärmung und Elektroheizung

Dieses Segment hat einen Anteil von etwa 6% am Gesamtstromverbrauch. Davon ist der weitaus größte Teil durch die elektrische Beheizung der Containerklassenräume verursacht. Da dies eine temporäre Notlösung ist, die möglichst bald beendet

werden soll und ansonsten nur sehr selten ein elektrischer Heizlüfter zum Einsatz kommt, wird dieser Bedarfsanteil nicht weiter diskutiert.

Es sind in Teeküchen und manchen Vorbereitungsräumen für Lehrer*innen einige Untertisch-Warmwasserspeicher mit einem elektrischen Anschlusswert von jeweils 2 kW vorhanden, die ganzjährig in Betrieb sind. In der Regel sind diese vermutlich wenig genutzt, dennoch häufig durchgehend beheizt. Allerdings gibt es auch sehr bewusste Nutzer*innen, die diese Speicher ausstecken und nur bei Bedarf in Betrieb nehmen. Als technisches Hilfsmittel gibt es den abgebildeten Zwischenstecker mit Taster: Bei Bedarf wird der Taster gedrückt, der Speicher wird einmal aufgeheizt und danach automatisch wieder abgeschaltet. Wenn nur wenig warmes Wasser benötigt wird, amortisiert sich dieser Taster in ein bis 2 Jahren.



Abb. 119: Ein Zwischenstecker für Untertisch-Warmwasserspeicher (Quelle Abbildung: Hersteller)

Für Putzzwecke sind einige 50-, 80- oder 100 l-Speicher vorhanden. Hier wäre zu prüfen, ob nicht die Möglichkeit besteht, mit kaltem Wasser zu putzen. Putzmittel für diesen Zweck sind verfügbar, manche Schulen werden so gereinigt.

Warmes Wasser wird vielfach auch über einige große zentrale Speicher zur Verfügung gestellt. Sparmaßnahmen hierzu werden in einem eigenen Kapitel im Sektor Wärmeeinsatz behandelt.

4.5.6 Maschinen und Geräte

In Werkstätten und Messräumen ist eine sehr große Anzahl von Werkzeugen und Maschinen vorhanden, sowohl Messgeräte, Lötkolben, Netzteile mit einem Leistungsbezug zwischen 10 und 50 oder 100 Watt als auch große Fräsen mit 20 und 29 kW, Schweißstationen mit 4,4 bis 9,4 kW oder eine Druckstraße mit bis zu 43 kW.

Für die Hochrechnung wurden relativ niedrige Nutzungszeiten angenommen.

Im Rahmen dieses Konzepts konnte für die große Zahl an Geräten und Maschinen nicht geprüft werden, ob es einzelne gibt, die einen Stand-by-Verbrauch haben. Hier sollten die Lehrer*innen für die Sektoren Metall, KFZ und Elektro darauf angesprochen werden, ob ihnen solche Verbräuche bekannt sind. Manche berufliche Schulen kennzeichnen solche Maschinen mit einem Schild, welches die Stand-by-/Leerlauf-Leistung angibt.

Kleinere Sparpotenziale sind vermutlich durch bewusste Nutzung möglich. Grundsätzlich wäre das auch im Hinblick auf ein künftiges Verhalten der Schüler*innen im Beruf ein wünschenswerter Lernschritt.

Auch für diese Gerätegruppe sollte bei Neuanschaffungen der Stromverbrauch ein Auswahlkriterium sein.

4.5.7 Sonstige Geräte

Eine Reihe von Infrastrukturanlagen ist notwendig für den Betrieb der Schule, so z.B. Brand- und Einbruchmeldeanlagen, Telefon- und Sprechanlagen, Aufzüge, Schaltrelais für die Regeltechnik, Kompressoren für die Ansteuerung der Heizkörperventile, Batterien für die Notbeleuchtung etc.. Diese sind in der Position „Sonstige Geräte“ zusammengefasst und verursachen rund 7% des Gesamtstromverbrauchs.

Hier sind von Seiten der Nutzer*innen nur wenige Sparmaßnahmen möglich.

Für Aufzüge gilt: Stehen lassen – Bewegung ist gesund. Für manche Personen mit körperlichem Handicap ist das keine taugliche Aussage. Und für den Materialtransport sind die Aufzüge ebenfalls notwendig.

Für die Kompressoren sollte geprüft werden, ob der Betrieb in den Sommerferien erforderlich ist. In den anderen Ferien werden sie in einigen Schulen für die Heizkörperansteuerung benötigt.

Da Druckluftsysteme häufig undichte Stellen entwickeln, wäre es vermutlich lohnend, mit einer Gruppe von Schüler*innen z.B. im Rahmen einer Projektwoche zu prüfen, ob Undichtigkeiten gefunden werden und wie diese behoben werden können. In manchen Betrieben wurden solche Projekte mit Azubis mit nennenswertem Erfolg und lobender Erwähnung durch die zuständige IHK durchgeführt. Ein entsprechendes gutes Beispiel zeigt die IHK Karlsruhe: https://www.karlsruhe.ihk.de/innovation/energie/EnergiekostenEnergieeffizienz/AktuelleInformationen/Azubi_als_Energieberater/2470840. Dies wäre auch dann, wenn die Druckluftansteuerung in absehbarer Zeit durch eine andere Technik ersetzt werden sollte, für den verbleibenden Zeitraum sinnvoll.

4.5.8 Lüftungsanlagen

Es sind mehrere große Lüftungsanlagen installiert, vor allem für die Küchen, aber auch für den Sportbereich. Insgesamt verursachen diese etwa ein Fünftel des Stromverbrauchs des Schulzentrums.

Es wird angenommen, dass die Lüftungsanlagen für die Küchen während der 200 Nutzungstage laufen, die Abluft für Gift- und Gasschränke ununterbrochen, die anderen Lüftungsanlagen für die Schulen an 220 Tagen.

Kurzfristig sollten die Betriebszeiten und die Leistungsstufen der Lüftungsanlagen überprüft und bei Einhaltung der notwendigen Luftwechselzahlen möglichst kurz bzw. niedrig eingestellt werden. Im Rahmen einer Optimierung und Erneuerung der GLT sind hier zukünftig nennenswerte Einsparpotenziale möglich.

Turnusmäßige Wartung der Anlagen und die Reinigung von Filtern bewirken weitere Einsparungen.

Schritt für Schritt sollten effiziente Antriebsmotoren installiert werden.

Der größte Optimierungsschritt erfolgt bei einem Anlagenersatz. Werden Gebäude generalüberholt, sollte auch diese Gerätegruppe Teil eines optimierten Konzepts sein.

4.5.9 Pumpen

Die Hochrechnung ergibt einen derzeitigen Verbrauchsanteil der Pumpen von rd. 9%. Die Schulen sind (bis 2018) wärmeseitig an das lokale Wärmenetz angeschlossen, daher sind hier die Pumpen im Heizwerk mit etwa 94 MWh dominant. Diese werden jedoch mit dem Anschluss an die Fernwärme außer Betrieb genommen.

Zahlreiche Pumpen haben ein stattliches Alter von bis zu 45 Jahren erreicht, was auch gar nicht so ganz selten vorkommt, wie die nachstehende Abbildung zeigt.

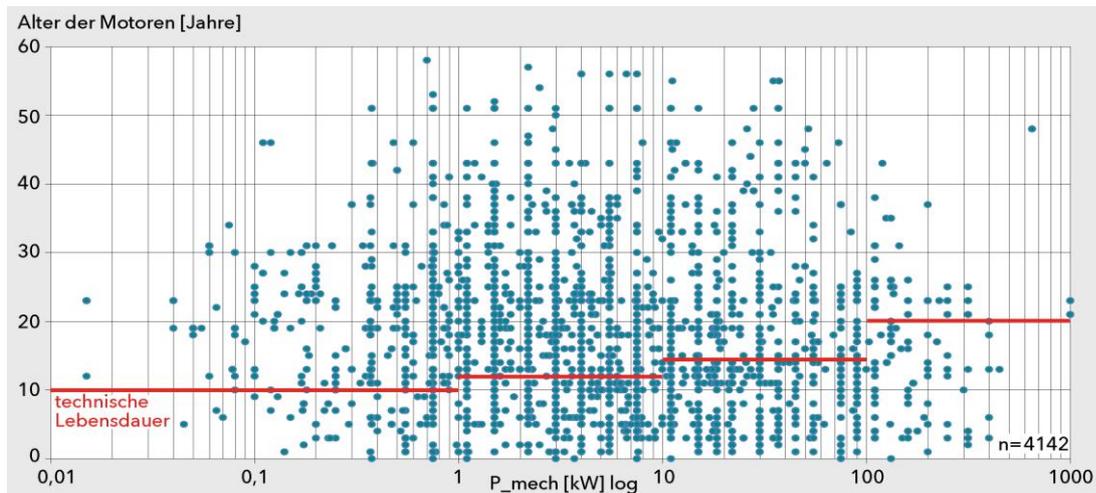


Abb. 120: Altersverteilung für Motoren (Quelle: www.topmotors.ch, 2017)

Wünschenswert ist dies nicht, da inzwischen sehr effiziente Pumpen entwickelt worden sind. Dies ist nicht zuletzt auf eine EU-Verordnung von 2009 zurückzuführen, die vorgeschrieben hatte, dass der Energieeffizienzindex von neu auf den Markt gebrachten Pumpen in zwei Stufen auf jetzt 0,23 verbessert werden muss – siehe die nachfolgende Abbildung aus einer Veröffentlichung des Umweltbundesamtes von 2009. Inzwischen sind Pumpen mit einem EEI unter 0,20 am Markt verfügbar.

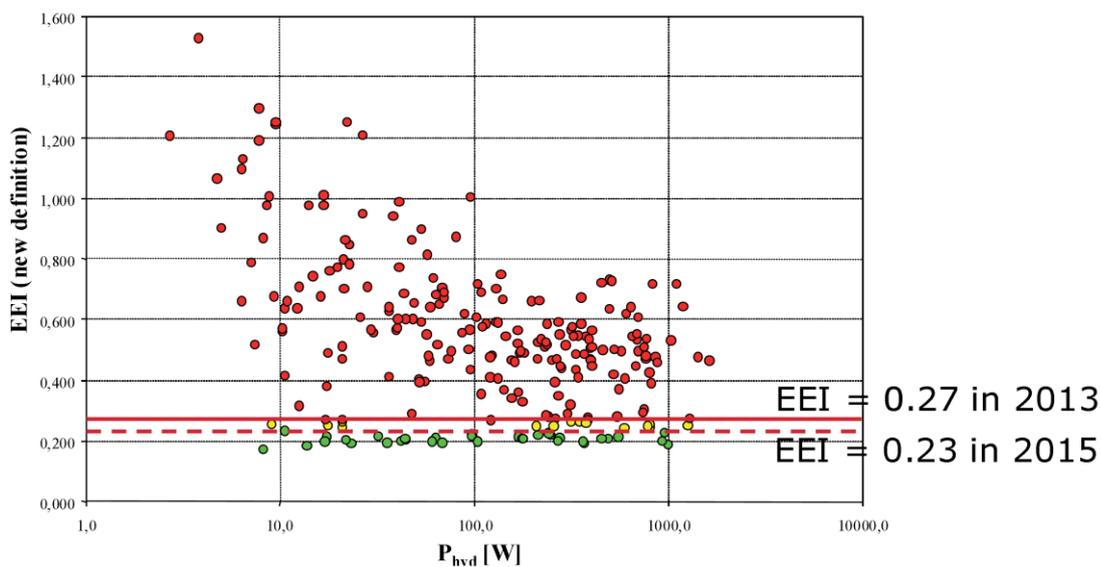


Abb. 121: Energieeffizienzindizes für Motoren verschiedener Leistung (Quelle: UBA 2009)

Pumpen werden in die Effizienzklassen IE2, IE3 und IE4 eingeordnet. Die Wirkungsgradunterschiede zwischen den Klassen sind erheblich, für eine Pumpe mit 300 W Leistung liegen zwischen IE2 und IE4 etwa 10%.

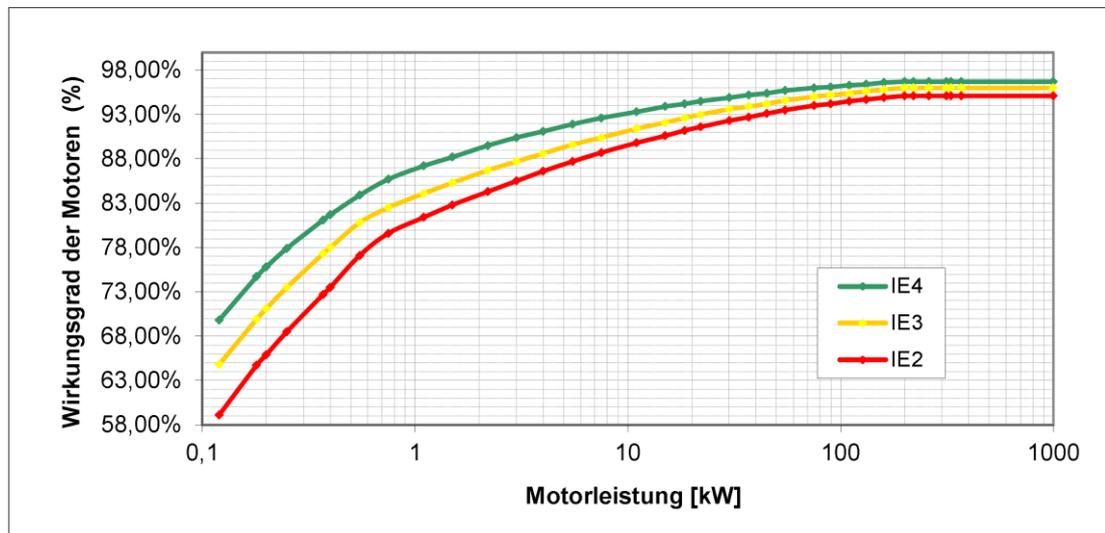


Abb. 122: Effizienzklassen für Motoren verschiedener Leistung (Quelle: www.klimaaktiv.at)

4.5.10 Maßnahmenvorschläge im Überblick

Generell

- Grundlaststromverbrauch reduzieren,
- Schaltzeiten kritisch überprüfen,
- Leistungsstufen von Lüftungsanlagen und Umwälzpumpen minimieren.

Beleuchtung

Kurzfristig:

- Bei Ersatz LED-Lampen mit möglichst 130 bis 150 Lumen/Watt wählen,
- LED für die Notbeleuchtung einsetzen.

Mittel- bis langfristig:

- Bei Sanierung der Leuchten Bewegungsmelder mit Helligkeitssensoren mit geeigneter Justierung der Sensoren installieren,
- geeignete Abschnitte für die Schaltung von Leuchten bilden, abhängig vom vorhandenen Tageslichtanteil; gilt generell, auch für Klassenzimmer oder Büros,
- ältere Leuchten ersetzen; dabei auf einen guten Leuchtenwirkungsgrad achten.

IT

- Betriebszeiten minimieren; Stand-by schon nach kurzen Betriebspausen,
- Server zusammenfassen – virtuelle Festplatten für verschiedene Aufgaben,
- PCs durch Thin Clients ersetzen (Voraussetzung: geeignete Standard-Programme für die Server-Konfiguration),
- Beschaffung effizienter Geräte,
- Zusätzliche Stelle(n) für IT-Verantwortliche – Professionalisierung der IT-Betreuung.

Aufenthaltsräume

- Verzicht auf bzw. Reduktion der Zahl von Getränkeautomaten,
- Ausschalten der Getränkeautomaten auch über das Wochenende, bei Snackautomaten zumindest in den Ferien (Ware entnehmen),
- Temperatur der Geräte möglichst hoch einstellen, auch 12°C ist kühl, gekühlte Geräte keinesfalls in der Sonne aufstellen.

Teeküchen und Lehrerzimmer

- Prüfen, wie viele Kühlgeräte notwendig sind,
- bei Neukauf Kühlgeräte mit EU-Label A+++ oder A++ wählen,
- Kühlschränke keinesfalls in die Sonne stellen.

Elektrische Wassererwärmung

- Untertisch-Warmwasserspeicher dort stilllegen, wo sie sehr selten genutzt werden,
- Erwärmung des Speichers über einen Taster nur bei Bedarf.

Maschinen

- Betrieb nur so lange wie nötig. Sicherstellen, dass kein Stand-by-Verbrauch vorhanden ist.

Kompressoren

- Betriebszeiten minimieren,
- Leckagen aufspüren – evtl. im Rahmen einer Projektwoche mit Schüler*innen.

mittel- bis langfristig:

- Heizungsregelung statt über Druckluft durch konventionelle Thermostatventile.

Lüftungsanlagen

- Einstellung aller Anlagen prüfen, möglichst kurze Betriebszeiten sofern möglich, Betrieb auf kleinerer Stufe,
- Wartung und Filterersatz turnusmäßig durchführen,
- Hocheffiziente Motoren einsetzen, vergl. Ausführungen zu Motoren im Kap. 4.5.9 Pumpen.

langfristig:

- Installation neuer effizienter Lüftungsanlagen.

Pumpen

- Pumpen erneuern, im ersten Schritt alles, was vor 2000 installiert wurde, sukzessiv dann auch bis Baujahr 2005, in einem dritten Schritt bis Bj. 2010,
- Mindestens Effizienzklassen IE3, besser IE4.

4.5.11 Einsparpotenziale Schulgebäude

Tab. 41: Einsparpotenzial Strom Theodor-Heuss-Schule

Zusammenfassung Theodor-Heuss-Schule (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	97.180	30	29.150
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	63.110	10	6.310
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	16.890	15	2.530
Diverse Geräte + Maschinen	0	0	0
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	9.420	10	940
Geräte Cafeteria	0	0	0
Warmwasser dezentral elektrisch	6.030	20	1.210
Sonstige Geräte und Anlagen	12.400	5	620
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	30.200	30	9.060
Pumpen	7.700	20	1.540
Summe	242.900	21	51.400

Tab. 42: Einsparpotenzial Strom Ferdinand-von-Steinbeis-Schule

Zusammenfassung Ferdinand-von-Steinbeis-Schule (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	63.950	10	6.400
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	36.820	10	3.680
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	17.370	15	2.610
Diverse Geräte + Maschinen	200	10	20
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	5.870	10	590
Geräte Cafeteria	0	10	0
Warmwasser dezentral elektrisch	730	20	150
Sonstige Geräte und Anlagen	13.590	5	680
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	29.020	30	8.710
Pumpen	5.900	20	1.180
Summe	173.500	14	24.000

Tab. 43: Einsparpotenzial Strom Kerschensteinerschule

Zusammenfassung Kerschensteiner-Schule (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	72.300	35	25.310
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	27.770	10	2.780
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	17.300	10	1.730
Diverse Geräte + Maschinen	500	10	50
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	6.280	10	630
Geräte Mensa	16.030	10	1.600
Warmwasser dezentral elektrisch	1.460	20	290
Sonstige Geräte und Anlagen	13.460	5	670
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	102.820	30	30.850
Pumpen	11.410	20	2.280
Summe	269.300	25	66.200

Tab. 44: Einsparpotenzial Strom Theodor-Heuss-Schule

Zusammenfassung Laura Schradin-Schule incl. Containerklassen (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	85.840	30	25.750
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	31.060	10	3.110
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	13.100	15	1.970
Diverse Geräte + Maschinen	2.240	10	220
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	6.970	10	700
Geräte Lehrküchen + Hauswirtschaft	20.080	10	2.010
Warmwasser dezentral elektrisch	96.740	20	19.350
Sonstige Geräte und Anlagen	20.520	5	1.030
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	80.070	30	24.020
Pumpen	24.000	30	7.200
Summe	380.600	22	85.400

Tab. 45: Einsparpotenzial Strom Bismarckstraße 15

Zusammenfassung Bismarckstraße 15 (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	13.270	30	3.980
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	4.060	10	410
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	3.510	10	350
Diverse Geräte + Maschinen	0	10	0
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	3.210	10	320
Geräte Lehrküchen + Hauswirtschaft	0	10	0
Warmwasser dezentral elektrisch	370	20	70
Sonstige Geräte und Anlagen	4.830	5	240
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	0	30	0
Pumpen	2.900	20	580
Summe	32.200	19	6.000

Tab. 46: Einsparpotenzial Strom Werkstattgebäude

Zusammenfassung Werkstattgebäude (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	106.950	35	37.430
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	17.320	10	1.730
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	15.800	10	1.580
Diverse Geräte + Maschinen	55.380	10	5.540
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	5.270	10	530
Geräte Bäckerei + Konditorei	45.220	15	6.780
Warmwasser dezentral elektrisch	4.200	20	840
Sonstige Geräte und Anlagen	38.190	20	7.640
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	15.950	30	4.790
Pumpen	5.300	25	1.330
Summe	309.600	22	68.200

Tab. 47: Einsparpotenzial Strom Theodor-Heuss-Sporthalle

Zusammenfassung Theodor-Heuss-Sporthalle (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	37.360	30	11.210
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	10	0
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	0	15	0
Diverse Geräte + Maschinen	1.920	10	190
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	0	10	0
Geräte Cafeteria	0	5	0
Warmwasser dezentral elektrisch	0	20	0
Sonstige Geräte und Anlagen	5.530	5	280
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	41.250	30	12.380
Pumpen	3.290	20	660
Summe	89.400	28	24.700

Tab. 48: Einsparpotenzial Strom Hans-Kern-Sporthalle und Parkhaus

Zusammenfassung Hans-Kern-Sporthalle und Parkhaus (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	67.470	40	26.990
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	10	0
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	0	15	0
Diverse Geräte + Maschinen	6.180	10	620
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	0	10	0
Geräte Cafeteria	0	5	0
Warmwasser dezentral elektrisch	0	20	0
Sonstige Geräte und Anlagen	5.850	5	290
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	57.750	30	17.330
Pumpen	2.900	20	580
Summe	140.200	33	45.800

Tab. 49: Zusammenfassung Einsparpotenzial Strom Schulen, Werkstätten und Turnhallen

Zusammenfassung Berufliches Schulzentrum Reutlingen (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	544.400	30	162.270
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	180.100	10	17.610
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	84.000	12	10.420
Diverse Geräte + Maschinen	66.400	10	6.640
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	37.000	8	2.910
Geräte Cafeteria / Bäckerei / Mensa	81.300	13	10.390
Warmwasser dezentral elektrisch	109.500	20	21.840
Sonstige Geräte und Anlagen	116.600	10	11.430
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	357.100	30	107.140
Pumpen	157.300	39	61.720
Summe	1.734.000	24	412.400

4.5.12 Einsparpotenziale Verwaltungsgebäude

Tab. 50: Einsparpotenzial Strom B14/16

Zusammenfassung Bismarckstr. 14+16 (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	22.810	30	3.760
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	10	0
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	13.070	10	640
Diverse Geräte + Maschinen	0	10	0
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	3.970	10	210
Geräte Cafeteria	0	5	0
Warmwasser dezentral elektrisch	2.200	20	220
Sonstige Geräte und Anlagen	13.770	5	410
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	0	30	0
Pumpen	2.080	20	100
Summe	57.900	17	10.100

Tab. 51: Einsparpotenzial Strom SW13

Zusammenfassung St. Wolfgang-Str. 13 (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	9.770	30	2.930
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	10	0
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	5.530	10	550
Diverse Geräte + Maschinen	0	10	0
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	1.780	10	180
Geräte Cafeteria	0	10	0
Warmwasser dezentral elektrisch	920	20	180
Sonstige Geräte und Anlagen	4.790	5	240
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	0	30	0
Pumpen	400	20	80
Summe	23.200	18	4.200

Tab. 52: Einsparpotenzial Strom SW15

Zusammenfassung St. Wolfgang-Str. 15 (gerundete Werte)	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	7.800	30	2.340
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0	10	0
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	4.260	10	430
Diverse Geräte + Maschinen	0	10	0
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	1.560	10	160
Geräte Cafeteria	0	10	0
Warmwasser dezentral elektrisch	1.100	20	220
Sonstige Geräte und Anlagen	4.790	5	240
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	0	30	0
Pumpen	1.900	30	570
Summe	21.400	19	4.000

Tab. 53: Zusammenfassung Einsparpotenzial Strom Verwaltungsgebäude

Zusammenfassung Verwaltungsgebäude Bismarckstr. 14+16 sowie St. Wolfgang-Str. 13+15	Bedarf [kWh/a]	Einsparung	
		prozentual	[kWh/a]
Beleuchtung	40.400	30	12.110
Informationstechnik in Unterrichtsräumen	0		-
Informationstechnik in der Verwaltung sowie zentrale Anlagen	22.900	10	2.280
Diverse Geräte + Maschinen	0		-
Geräte Teeküche / Büros / Aufenthaltsräume	7.300	8	550
Geräte Cafeteria	0		-
Warmwasser dezentral elektrisch	4.200	20	840
Sonstige Geräte und Anlagen	23.400	5	1.170
Lüftungsanlagen + Klimatisierung	0	0	-
Pumpen	4.400	24	1.070
Summe	103.000	18	18.300

4.6 Einbindung regenerativer Energien

Mit dem Anschluss der Gebäude an die Fernwärme erfolgt die Wärmeversorgung zukünftig überwiegend mit einer Wärmeerzeugung durch effiziente Kraft-Wärme-

Kopplung (KWK), die mit einem geringen Primärenergie-Einsatz und relativ geringen Treibhausgas-Emissionen verbunden ist. Eine ergänzende Wärmeerzeugung im Quartier auf Basis regenerativer Energien (z.B. mit solarthermischen Anlagen) wäre im Einzelfall genau zu prüfen, da dies zu einer Reduzierung des KWK-Anteils in der Fernwärme und damit zu einer wirtschaftlich und ökologisch ungünstigeren Betriebsweise führen könnte, die letztendlich kontraproduktiv ist.

Die Nutzung von Windenergie zur Stromerzeugung ist aufgrund der innerstädtischen Lage und dichten Bebauung im Quartier weder sinnvoll noch wirtschaftlich zu realisieren. Als einzige lokal verfügbare und sinnvoll nutzbare erneuerbare Energie wird die Solarenergie zur Stromerzeugung angesehen. Das entsprechende Potenzial wird im folgenden Abschnitt abgeschätzt.

4.6.1 Potenzial Stromerzeugung durch PV-Anlagen

Die mittlere jährliche Globalstrahlung in der Region Reutlingen liegt zwischen 1.120 und 1.140 kWh/(m²a). Wie in Abb. 123 zu erkennen, haben alle Dachflächen im untersuchten Gebiet ein gutes bis sehr gutes Solarpotenzial.



Abb. 123: Solarpotenzial auf Dachflächen des Quartiers (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg)

Im Bestand stehen ca. 12.000 m² Dachfläche zur Verfügung. Ausgenommen wurden hierbei die für einen evtl. Abriss vorgesehenen Gebäude. Die Kubatur der evtl. Neubauten ist noch nicht bekannt. Auf Grundlage der städtebaulichen Potenzialabschätzung wurde die verfügbare Dachfläche der Neubauten mit 3.500 m² abgeschätzt. Insgesamt steht somit zukünftig eine Dachfläche von ca. 15.500 m² zur Verfügung, davon befinden sich ca. 13.700 m² im Schulzentrum und 1.800 m² auf den Verwaltungsgebäuden.

Auf der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule und der Theodor-Heuss-Schule sind bereits PV-Anlagen mit einer Nennleistung von 66,8 kWp installiert. Diese erzeugen im Mittel etwa 60.000 kWh/a. Für die restlichen Dachflächen wurde angenommen, dass 50 % der verfügbaren Dachfläche als Modulfläche installiert werden können. Damit könnten im Schulzentrum zusätzliche PV-Anlagen mit einer Nennleistung von ca. 1.160 kWp installiert werden. Auf den Verwaltungsgebäuden könnten PV-Anlagen mit einer Nennleistung von ca. 150 kWp installiert werden. Bei dieser Abschätzung wurde keine Rücksicht auf etwaige optische oder statische Einschränkungen genommen.

Werden die potentiellen Dachflächen der Gebäude ausgenutzt und die PV-Anlagen jeweils im Zusammenhang mit der Sanierung des jeweiligen Gebäudes bzw. zum Zeitpunkt des Neubaus installiert, ergibt sich für das Berufliche Schulzentrum die in Abb. 124 gezeigte Entwicklung bei der installierten PV-Leistung und dem erzeugten Strom.

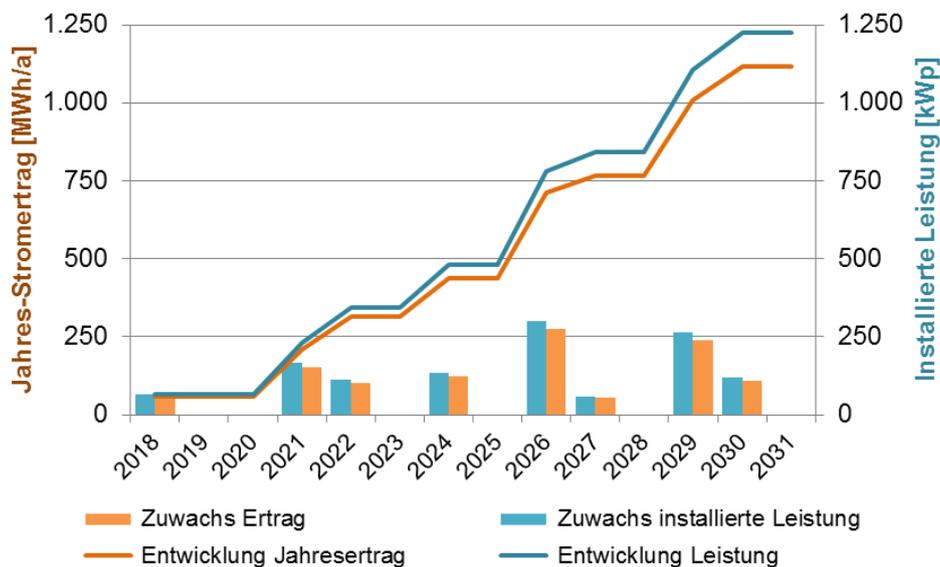


Abb. 124: Entwicklung der installierten PV-Leistung und der Stromerzeugung bei Ausnutzung des vorhandenen Dachflächenpotenzials im Beruflichen Schulzentrum

Bis zum Jahre 2030 könnte im Beruflichen Schulzentrum die installierte Leistung 1.225 kWp und die jährlich erzeugte Strommenge 1.117 MWh/a betragen.

4.7 Energiemanagement und energetisches Monitoring

4.7.1 Aufgaben des Kommunalen Energiemanagements

Mit Hilfe des kommunalen Energiemanagements (KEM) sollen Energieverbrauch und -kosten reduziert sowie Umweltbelastungen beim Betrieb kommunaler Liegenschaften gesenkt werden, wobei die erforderlichen Nutzungsbedingungen sichergestellt werden müssen. Dabei nimmt das KEM Einfluss auf organisatorische und technische Abläufe, um den Energie- und Ressourceneinsatz zu senken und die Energieeffizienz kontinuierlich zu steigern. Im Ergebnis können so Kosten reduziert, Treibhausgasemissionen verringert und nachhaltiges Wirtschaften gestärkt werden.

Die wesentlichen Handlungsfelder des kommunalen Energiemanagements sind in Abb. 125 dargestellt:

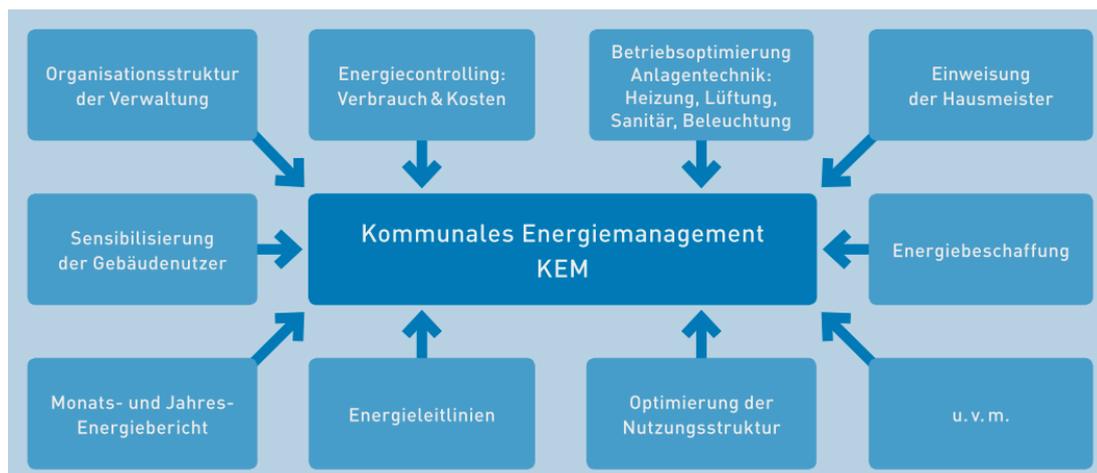


Abb. 125: Handlungsfelder des kommunalen Energiemanagements nach [saena 2014]

Dabei sollte der Prozess folgende, sich immer wiederholenden Phasen durchlaufen:

- Erfassen, Analysieren, Bewerten (z.B. anhand des regelmäßigen Energieberichtes);
- Maßnahmen festlegen und umsetzen;
- Optimieren und Sensibilisieren (Organisationsablauf, Nutzungsstrukturen, Nutzerverhalten, Anlagenbetrieb, Energiebeschaffung);
- Dokumentieren und Kommunizieren;
- Zielsetzungen aktualisieren und Prozess verstetigen.

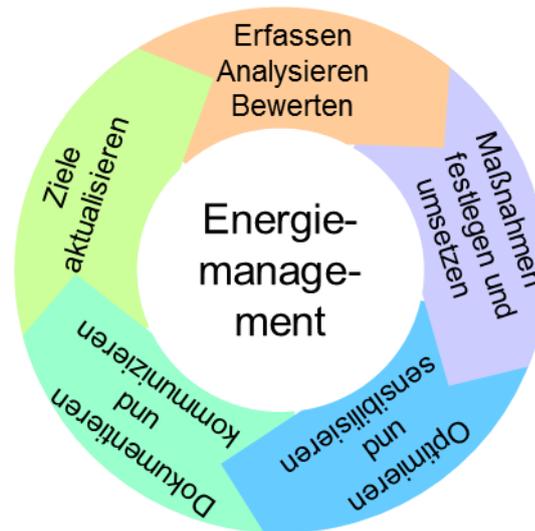


Abb. 126: Elemente des Energiemanagements

Wesentlich für einen Erfolg des Energiemanagements sind ausreichende Personalressourcen zur Durchführung der Aufgaben und eine klare Strukturierung und Einteilung der Zuständigkeiten. Empfehlenswert ist eine Strukturierung auf mindestens drei Ebenen:

- auf Ebene der **Amtsleitung**: Zuständigkeit für die strategische Ausrichtung, die Zielsetzungen und Investitionsentscheidungen;
- auf Ebene des **Energiemanagers**: Zuständigkeit für die Entwicklung von Maßnahmen, die organisatorische Umsetzung, das Energiecontrolling, die Berichterstattung an die Leitung;
- auf der **operationellen Ebene**: Zuständigkeit für die Umsetzung von Richtlinien und Maßnahmen.

Zur Vertiefung des Themas Energiemanagement werden der Leitfaden „Energiemanagementsysteme in der Praxis nach DIN EN 16001“ des Umweltbundesamts [UBA 2010] und der Leitfaden „Energiemanagement in kleinen Kommunen – Eine Praxishilfe“ der Sächsischen Energieagentur SAENA GmbH [saena 2014] empfohlen.

Außerdem wird auf das **Kommunale Energiemanagement-System (Kom.EMS)** hingewiesen. Es handelt sich um eine gemeinsame Entwicklung der Energieagenturen Sachsens, Baden-Württembergs, Sachsen-Anhalts und Thüringens. Kom.EMS bietet kommunalen Verwaltungen praktisch anwendbare Hilfestellungen beim systematischen Aufbau, der Qualitätssicherung und der Verstetigung des Kommunalen Energiemanagements. Anhand eines transparenten Bewertungsverfahrens kann das Energiemanagement-System in der kommunalen Verwaltung auch durch externe Akteure bewertet und in drei Qualitätsstufen zertifiziert werden. Für Kommunen aus den beteiligten Bundesländern ist die Nutzung kostenfrei. Nähere Informationen und die Möglichkeit zur Anmeldung finden sich unter www.komems.de.

4.7.2 Energiemanagement im Landkreis Reutlingen

Derzeit wird das Energiemanagement für die Gebäude des Landkreises im Rahmen des Gebäudemanagements durchgeführt. Es beruht im Wesentlichen auf den jährlichen Energieberichten, die vom Ingenieurbüro Stappenbeck GbR aus Bammental erstellt werden. Der Energiebericht stellt jährlich die Entwicklung des Energieverbrauchs, der Energiekosten sowie der Treibhausgas-Emissionen für alle öffentlichen Gebäude des Landkreises dar. Außerdem werden energetische Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen.

Im Rahmen des integrierten Quartierkonzepts wurden folgende **Schwachstellen beim Energiemanagement** für das Berufliche Schulzentrum festgestellt:

- Aufgrund mangelnder Personalressourcen konnte das Energiemanagement bisher nicht kontinuierlich umgesetzt und ausgebaut werden.
- Die Hausmeister sehen sich beim derzeitigen Personalstand nicht in der Lage; zusätzliche Aufgaben im Rahmen des Energiemanagements zu übernehmen oder Weiterbildungen im Energiebereich wahrzunehmen.
- Zuständigkeiten und Spezialwissen sind oftmals sehr personenbezogen und ohne Redundanz, so dass bei Ausfall des/der entsprechenden Mitarbeiter*in ein bedeutender Wissens- und Erfahrungsverlust droht.
- Energiezähler werden monatlich manuell abgelesen. Eine Zusammenfassung und Bewertung im jährlichen Energiebericht erfolgt aber in großem zeitlichem Abstand (im Sommer für das vorausgehende Kalenderjahr), so dass nicht kurzfristig auf negative Entwicklungen beim Energieverbrauch reagiert werden kann.

Zur Überwindung dieser Schwächen und für die Weiterentwicklung des Energiemanagements werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

Optimierung der Organisationsstruktur im Kreisschul- und Kulturamt (KSKA)

Im Bereich des Gebäudemanagements sollte die Funktion eines*r Energiemanagers*in eingeführt werden. Der*die Energiemanager*in soll die zentralen Aufgaben des Energiemanagements übernehmen:

- Erste*r Ansprechpartner*in und Koordinator*in für alle Fragen zum Thema Energie;
- Energiecontrolling und Berichtswesen für alle Liegenschaften;
- Energetische Bewertung der Gebäude- und Anlagentechnik;
- Maßnahmenplanung zur Effizienzverbesserung und Kontrolle der Umsetzung;
- Öffentlichkeitsarbeit und Nutzersensibilisierung;

Weitere Zuständigkeiten müssen auf den verschiedenen Ebenen (Amtsleitung, technische Mitarbeiter*innen...) festgelegt und mit Vertreterfunktionen versehen werden.

Schaffung von ausreichenden personellen Kapazitäten

Für die erfolgreiche Umsetzung und Effektivität eines Energiemanagements im Bereich des Beruflichen Schulzentrums sind die Schaffung der erforderlichen personellen Kapazitäten beim KSKA und die Einbindung und Information der Schulleitungen und Hausmeister von entscheidender Bedeutung. Personelle Kapazitäten sind nicht nur in Bezug auf den/die Energiemanager*in vorzuhalten, sondern auch für die Mitarbeiter*innen der Fachbereiche, deren Zuarbeit erforderlich ist und für die Hausmeister. Regelmäßige Kommunikation mit wesentlichen Akteuren vor Ort und Schulungen für die Hausmeister tragen in jedem Fall zu einer größeren Effektivität eines Energiemanagements bei.

Optimierung der Gebäudeleittechnik

Die meisten Gebäude sind über eine Gebäudeleittechnik (GLT) an eine zentrale Leitzentrale angeschlossen. Es fehlen noch die Ferdinand-von-Steinbeis-Schule, die Kerschensteinerschule und die Hans-Kern-Sporthalle. Für die Kerschensteinerschule werden derzeit die Ausstattung mit einer GLT und die Aufschaltung auf die Leitzentrale geplant. Im Rahmen dieser Maßnahme soll geprüft werden, ob die Vernetzung der einzelnen Gebäude-GLTs und die Visualisierung in der Leitwarte weiterhin über das bisher verwendete Fabrikat erfolgen oder eine herstellerunabhängige Lösung eingerichtet werden soll.

Für die Bedienung der GLT und der Leitzentrale müssen mindestens zwei Personen ausgebildet und befähigt sein.

Überlegungen zum Einsatz einer Energiemonitoring-Software

Die Verfügbarkeit einer zentralen Leittechnik und der zugehörigen Sensoren allein reichen jedoch nicht aus, um den fehlerfreien und optimierten Betrieb der TGA-Anlage dauerhaft sicherstellen zu können. Um Betriebszustände zeitnah verfolgen zu können und um eine kontinuierliche Überwachung von Energiebilanzen und Kennzahlen zu ermöglichen, müssen die Messdaten möglichst zeitnah aufbereitet und zugänglich sein. Dies kann z.B. durch eine geeignete Energiemonitoring-Software erfolgen, die Daten aus der GLT oder direkt von den Energiezählern erhält. In der Regel ist das Energie-Controlling so kostengünstiger und einfacher zu realisieren und die Auswertung flexibler zu handhaben als innerhalb der GLT. Das Controlling über eine Energiemonitoring-Software kann auf unterschiedlichen Ebenen und mit unterschiedlicher Tiefe erfolgen, wie z.B.:

- automatisierte Meldungen an das technische Personal, wenn Anlagenteile unübliche Verbräuche oder Leistungen aufweisen;

- automatische Erstellung von monatlichen Energiebilanzen für einen Anlagenteil oder ein Gebäude, die direkt in einen Energiebericht integriert werden können;
- Aufzeichnung von Effizienzkennwerten von TGA-Anlagen zur Überwachung der zeitlichen Entwicklung der Anlagenfunktion und -effizienz.

Hinweis: Auch wenn derzeit Energiezähler nicht an eine GLT oder eine Energiemonitoring-Software angeschlossen werden, sollten alle Zähler, die neu eingebaut werden, über eine Software-Schnittstelle (z.B. M-Bus) verfügen, um eine spätere, automatisierte Auslesung zu ermöglichen.

4.8 Nutzersensibilisierung für energiesparendes Verhalten

Dem Nutzerverhalten kommt bei der Senkung des Energieverbrauchs eine zentrale Bedeutung zu. Die Sensibilisierung der Gebäudenutzer ist daher zentrales Handlungsfeld eines Energiekonzeptes. Nutzersensibilisierung ist ein fortwährender Prozess, der sich nicht in einer einmaligen Informationsveranstaltung oder einer Infobroschüre erschöpfen kann. Energiesparen sollte im Beruflichen Schulzentrum als Querschnittsaufgabe verankert werden. Im Rahmen des Workshops zum Nutzerverhalten wurden u.a. folgende Vorschläge gemacht:

- Unterrichtseinheit zum energiesparenden Verhalten in der Schule zum Schuljahresbeginn in jeder Klasse durchführen, u.U. in Zusammenarbeit mit der Klimaschutzagentur des Landkreises. Die Inhalte müssen jeweils auf die Schul- und Klassensituation bezogen sein.
- Von Seiten der SMV wird angeregt, innerschulische Workshops und SMV-Projekte durchzuführen und Infoblätter zum Aushang in den Klassen zu erstellen.
- Verbesserung der Information und Kommunikationsmöglichkeiten zum Thema Energie an den Schulen:
 - gute Beispiele und Vorbilder bekannt machen;
 - Erfolge von Maßnahmen darstellen;
 - Möglichkeiten schaffen, sinnvolle Maßnahmen vorzuschlagen;
 - regelmäßig über Entwicklung des Energieverbrauchs informieren.
- Motivation zum Energieeinsparen zu erhöhen und Anreize zu schaffen z.B. durch „Energiespar-Wettbewerbe“ zwischen den Schulen („Wer spart am meisten?“).

4.9 Zusammenfassung der Einsparpotenziale im Quartier

4.9.1 Vorgehen

Die dargestellten Energieeinsparungen beziehen sich auf die energetischen Sanierungsmaßnahmen an den Gebäuden wie sie in den Abschnitten 4.2 bis 4.5 beschrieben werden. Sie beinhalten Verbesserungen an der Gebäudehülle und an den haustechnischen Anlagen sowie die Maßnahmen zur Stromeinsparung. Zusätzlich wurde der Einspareffekt durch organisatorische Maßnahmen wie Nutzersensibilisierung, Energiemonitoring oder Verbesserung des Beschaffungswesens bewertet. Bezüglich des Wärmeverbrauchs wurde hier pauschal von einem Einsparpotenzial von 5 % ausgegangen. Beim Stromeinsatz wurde das Potenzial je nach Nutzung und Gebäude detaillierter ermittelt.

Die Energiekosten-Einsparungen wurden mit den aktuellen Energiebezugspreisen für das Berufliche Schulzentrum berechnet, die 0,083 EUR/kWh für die Wärme und 0,20 EUR/kWh für den Strom betragen (Bruttopreise).

Zur Bewertung der möglichen Einsparungen bei Primärenergie und Treibhausgas-Emissionen je Gebäude wurden die aktuellen Primärenergie- und Treibhausgas-Faktoren entsprechend Tab. 2 in Abschnitt I 4.3.2 verwendet. Bei der Wärme wurden für den Ist-Zustand noch die Werte aus der bisherigen Nahwärmeversorgung durch die eigene Heizzentrale verwendet, für den Zielzustand jedoch die zertifizierten Werte für die Fernwärme der FairEnergie Reutlingen. Dadurch ist auch der Effekt der aktuell durchgeführten Anbindung an die Fernwärme abgebildet.

Die quartiersübergreifenden Einsparungen werden anhand eines Sanierungs-Szenarios bis 2050 dargestellt. Das Szenario beruht auf den vorgeschlagenen Maßnahmen und dem in Abschnitt IV 1 vorgestellten Zeitplan für Sanierungen und Neubauten. Es beinhaltet somit auch den möglichen Abriss von Bestandsgebäuden und den Neubau von Gebäuden im Rahmen des städtebaulichen Potenzials. Darüber hinaus wird quartiersübergreifend der Beitrag von PV-Stromerzeugung bilanziert. Dabei wird von einer weitgehenden Ausschöpfung des vorhandenen bzw. zukünftigen Dachflächenpotenzials und einer zeitlich sinnvollen Verknüpfung des PV-Ausbaus mit den Sanierungszeitpunkten der einzelnen Gebäude ausgegangen. Die möglichen Minderungen der Treibhausgas-Emissionen werden auf dreierlei Weise dargestellt:

- nur bezogen auf die energetischen Sanierungen der Gebäude mit heutigen Treibhausgas-Faktoren;
- mit Anrechnung einer Gutschrift für den erzeugten PV-Strom mit heutigem Treibhausgas-Faktor für Strom;

- unter Einbeziehung von Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der Treibhausgas-Faktoren für die Fernwärme und den deutschen Strommix. In dieser Variante erfolgt keine Gutschrift für den erzeugten PV-Strom, da davon ausgegangen wird, dass der PV-Zubau zu der zu erwartenden Reduzierung des Treibhausgas-Faktors von Strom beiträgt und deshalb nicht nochmals bilanziert werden kann.

Auf eine Bilanzierung der mit dem Mobilitätskonzept verbundenen Einsparungen bei Energie und Treibhausgas-Emissionen wurde auf Grund fehlender Datengrundlagen verzichtet.

4.9.2 Einsparpotenziale der einzelnen Gebäude

4.9.2.1 Endenergieeinsparung Wärme (Fernwärmebezug)

Die zu erwartenden Einsparungen an Fernwärmebezug durch die energetische Sanierung der Gebäudehüllen, der Verbesserung der Gebäudetechnik sowie organisatorischer Maßnahmen (Nutzersensibilisierung, Energiemonitoring) sind in Tab. 54 dargestellt. Die Angaben zum erreichbaren KfW-Förderstandard beruhen auf Berechnungen mit vielen Annahmen und können somit nur indikativ sein. Eine Überprüfung des zu erreichenden Standards muss im Rahmen einer Planung verifiziert werden.

Tab. 54: Mögliche Endenergieeinsparungen **Wärme** bei den Gebäuden

	Empfohlener Bauteil-Standard	Erreichbarer Effizienzhaus-Standard	Energiebedarf Wärme Ist-Zustand	Energiebedarf Wärme Ziel-Zustand	Einsparung Wärme	Einsparung Kosten
			MWh/a	MWh/a	%	EUR/a
FVS	KfW	KfW-EffH 70	811	335	59%	39.500
LSS alt	EnerPHit	-	265	84	68%	15.000
LSS neu	Neubau statt Sanierung empfohlen					
BST 15	Neubau statt Sanierung empfohlen					
THS	KfW	-	891	704	21%	15.500
KSS	EnerPHit	KfW-EffH 70	995	357	64%	53.000
WSG alt	EnerPHit	-	291	180	38%	9.200
WSG neu	EnerPHit	KfW-EffH 70	537	202	62%	27.800
THH	KfW	KfW-EffH 70	256	179	30%	6.400
HKS	KfW	KfW-EffH 55	283	139	51%	12.000
BST 14/16	EnerPHit	-	372	160	57%	17.600
SW 13	KfW	-	85	28	67%	4.700
SW 15	KfW	-	88	17	81%	5.900

In den meisten Fällen kann mehr als 50 % der Endenergie Wärme eingespart werden. Vier Gebäude könnten einen Effizienzhaus-70-Standard erreichen. Die Hans-

Kern-Sporthalle könnte längerfristig den Effizienzhaus-55-Standard erreichen, weist kurzfristig aber nur Sanierungsbedarf an den Fenstern auf.

Bei der Theodor-Heuss-Schule wird das Einsparpotenzial dadurch begrenzt, dass ein Teil des Gebäudes erst 2015 erstellt wurde und die Fassade des Altbaus aus architektonischen Gründen nicht mit einer Außendämmung sondern nur mit einer Innendämmung saniert werden kann.

4.9.2.2 Endenergieeinsparung Strom

Der Stromverbrauch im Beruflichen Schulzentrum ist mit 1.734 MWh/Jahr beträchtlich – aber es gibt auch nennenswerte Sparpotenziale in Höhe von ca. einem Viertel – diese gilt es zu realisieren. Besonders hoch sind die Einsparmöglichkeiten bei der Beleuchtung, bei den Lüftungsanlagen und den Umwälzpumpen. Kurzfristig sollten die Betriebszeiten und Leistungsstufen nochmals geprüft und möglichst weit abgesenkt werden. Mittelfristig sind im Zuge der Modernisierung des gesamten Quartiers Investitionen in die technische Optimierung erforderlich.

Die zu erwartenden Stromeinsparungen durch investive und organisatorische Maßnahmen (Nutzersensibilisierung, Beschaffung...) sind in Tab. 55 dargestellt.

Tab. 55: Mögliche Endenergieeinsparungen **Strom** bei den Gebäuden

	Energiebedarf Strom Ist-Zustand	Energiebedarf Strom Ziel-Zustand	Einsparung Strom	Einsparung Kosten
	MWh/a	MWh/a	%	EUR/a
FVS	174	150	14%	4.800
LSS alt	159	142	11%	3.500
LSS neu	Neubau statt Sanierung empfohlen			
BST 15	Neubau statt Sanierung empfohlen			
THS	243	182	25%	12.100
KSS	269	203	25%	13.200
WSG alt	99	81	18%	3.500
WSG neu	211	173	18%	7.600
THH	89	54	40%	7.200
HKS	64	54	16%	2.100
Heizwerk	entfällt			
Parkhaus	76	41	46%	7.000
Container	Werden durch Neubau ersetzt			
BST 14/16	58	53	9%	1.100
SW 13	23	19	18%	800
SW 15	21	17	19%	800

Vor allem für die Informationstechnik zeichnet es sich bundesweit ab, dass der Stromverbrauch laufend steigt und die in den letzten Jahren erzielten technischen Einsparungen bei Geräten kompensiert. Dies resultiert zum einen aus der höheren

Ausstattung, zum anderen aus den längeren Betriebszeiten. Auch hinsichtlich der Kühlung/Klimatisierung ist ein Zuwachs zu beobachten, teils, um die Geräteabwärme zu kompensieren, teils wegen der Komfortansprüche. Um diesen Trends entgegen zu wirken, empfiehlt sich eine regelmäßige Sensibilisierung der Mitarbeiter*innen. Zudem ist die Anschaffung besonders sparsamer Geräte und Anlagen ein Steuerungselement, um den Anstieg zu bremsen oder vielleicht auch umzukehren.

4.9.2.3 Primärenergie-Einsparungen und Minderung der THG-Emissionen

Durch die laufende Anbindung der Gebäude im Quartier an das Fernwärmenetz „Hauffstraße 89“ der FairEnergie Reutlingen reduziert sich der Primärenergie- und THG-Faktor für die bezogene Wärme deutlich gegenüber den Faktoren der derzeitigen Wärmeerzeugung in der bestehenden Heizzentrale (siehe dazu Tab. 2 in Abschnitt I 4.3.2). Die in Tab. 56 dargestellten Werte für den Ist-Zustand wurden mit den Faktoren der bestehenden Heizzentrale berechnet, für den Ziel-Zustand wurden die Faktoren der Fernwärme FairEnergie verwendet. Die Tabelle fasst die Einsparungen bei Wärme und Strom je Gebäude zusammen.

Tab. 56: Reduktionspotenziale der Gebäude bei Primärenergieeinsatz und THG-Emissionen

	Primärenergieeinsatz			THG-Emissionen		
	Ist-Zustand	Ziel-Zustand	Einsparung	Ist-Zustand	Ziel-Zustand	Einsparung
	MWh _{PE} /a	MWh _{PE} /a	%	t CO _{2,äq} /a	t CO _{2,äq} /a	%
FVS	1.431	309	78%	352	128	64%
LSS alt	652	265	59%	173	91	47%
LSS neu	Neubau statt Sanierung empfohlen					
BST 15	Neubau statt Sanierung empfohlen					
THS	1.667	413	75%	416	195	53%
KSS	1.858	408	78%	464	161	65%
WSG alt	580	168	71%	147	69	53%
WSG neu	1.120	335	70%	287	124	57%
THH	514	118	77%	131	53	59%
HKS	507	114	78%	125	48	61%
Heizwerk	entfällt					
Parkhaus	136	73	46%	43	23	46%
Container	Werden durch Neubau ersetzt					
BST 14/16	617	114	82%	149	51	66%
SW 13	159	38	76%	40	14	64%
SW 15	160	33	79%	40	12	70%

Durch die Sanierungen und die Umstellung auf Fernwärme kann der Primärenergie-Einsatz bei den meisten Gebäuden um 70 bis 80 % gesenkt werden. Die möglichen

Reduzierungen der THG-Emissionen liegen bei fast allen Gebäuden zwischen 50 und 70 %. Beim Altbau der Laura-Schradin-Schule ist die Reduzierung wegen des relativ geringen Stromeinsparpotenzials geringer. Da beim Parkhaus nur der Strom-einsatz betroffen ist und es somit nicht von der Reduzierung durch Umstellung auf Fernwärme profitiert, ist dort die Einsparung geringer.

4.9.3 Quartiersbilanz und Szenario zur THG-Minderung bis 2050

Die Energie- und THG-Bilanzen für das Quartier beinhalten die Einsparpotenziale bei den Gebäudesanierungen entsprechend der vorgeschlagenen investiven und organisatorischen Maßnahmen. Berücksichtigt werden darüber hinaus auch der möglichen Abriss von Bestandsgebäuden und der Neubau von Gebäuden im Rahmen des städtebaulichen Potenzials. Durch die vorgeschlagenen Ersatzbauten und die Aufstockung der Kerschensteinerschule würde sich bis 2050 die beheizte Nettogrundfläche um etwa 15 % gegenüber dem heutigen Stand erhöhen.

Nach Fertigstellung des neuen Landratsamts und Umzug der Verwaltung in den Neubau ist die weitere Nutzung der Verwaltungsgebäude Bismarckstraße 14 und 16 sowie St.-Wolfgang-Straße 13 und 15 noch ungewiss. Ob die Gebäude dann saniert werden, welche Nutzung möglich ist oder ob die Gebäude durch Neubauten ersetzt werden, ist derzeit nicht absehbar. Sie werden deshalb in der Quartiersbilanz separat ausgewiesen.

In Abb. 127 werden die Einsparpotenziale durch die Sanierungen je Gebäude getrennt für Wärme und Strom zusammenfassend dargestellt. Helle Balken zeigen den aktuellen Verbrauch, dunkle Balken den Verbrauch im Zielzustand. Für den Neubau der Laura-Schradin-Schule, das Gebäude Bismarckstraße 15, das Heizwerk und die Containerklassen wird kein Verbrauch für den Zielzustand angegeben, da von einem Abriss ausgegangen wird. Zusätzlich ist der voraussichtliche Energiebedarf für die entsprechenden Ersatzbauten und Erweiterungen in Orange (Wärme) und hellblau (Strom) dargestellt.

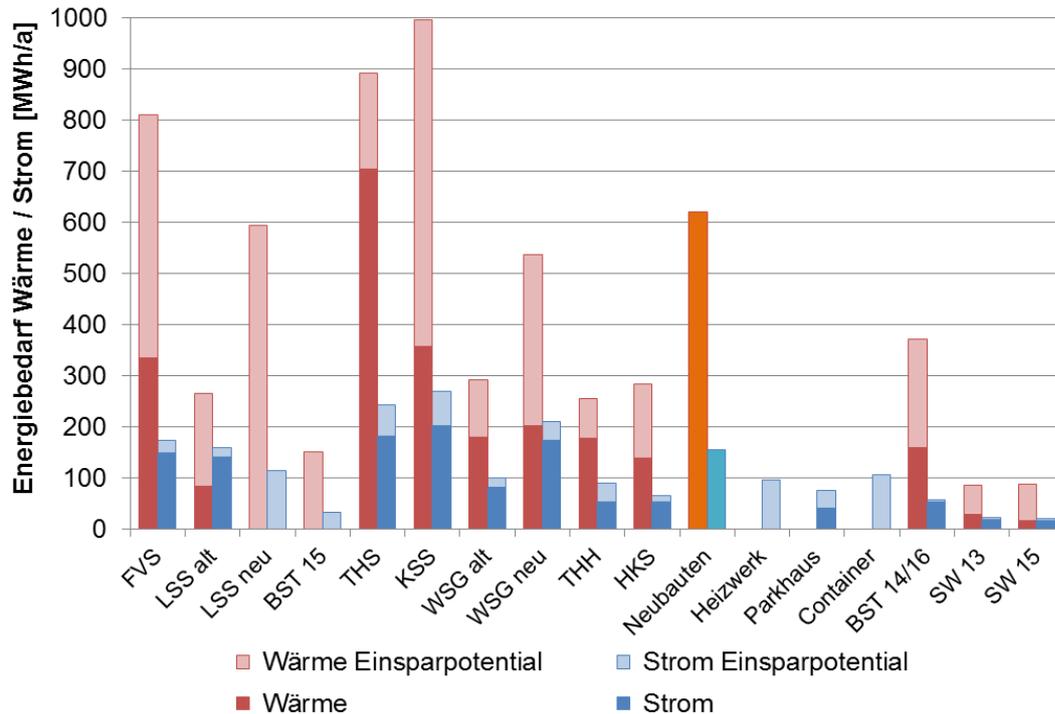


Abb. 127: Zusammenfassung der Energieeinsparpotenziale bei den Gebäuden im Quartier und zusätzlicher Energiebedarf für Ersatz- und Erweiterungsbauten

Die Stromerzeugung durch bestehende oder zukünftige PV-Anlagen wurde in den Gebäudebilanzen nicht berücksichtigt, sondern wird nur in der Quartiersbilanz bilanziert. Dabei wird von einer weitgehenden Ausschöpfung des vorhandenen bzw. zukünftigen Dachflächenpotenzials zur Installation von PV-Modulen ausgegangen, wie in Abschnitt III 4.6 beschrieben.

Dem Szenario bis 2050 liegt der vorgeschlagene Zeitplan zur Durchführung der Sanierungen bzw. der Neubauten zugrunde. Bis 2020 werden noch keine Einsparungen durch Sanierungsmaßnahmen bilanziert. Erst dann sinkt der Wärme- bzw. Strombedarf im Beruflichen Schulzentrum mit fortschreitender Sanierung der Gebäude. Bis 2050 kann im gesamten Schulzentrum 45 % der Wärme und 29 % des Stroms bei gleichzeitiger Vergrößerung der beheizten Grundfläche um 15 % eingespart werden.

Eine mögliche Sanierung der Verwaltungsgebäude wird frühestens Mitte der 20-iger Jahre stattfinden. Im Szenario wird angenommen, dass die damit zusammenhängenden Energieeinsparungen erst nach 2025 wirksam werden. Bis 2050 kann in den vier Gebäuden 62 % der Wärme und 13 % des Stroms eingespart werden. Dies wird allerdings in starkem Maße auch von der weiteren Nutzung abhängen.

Ausgangspunkt für das THG-Szenario ist die derzeitige Situation mit dem THG-Faktor der bisherigen Nahwärmeversorgung. Wird dieser Faktor sowie der THG-

Faktor für Strom bis 2050 konstant gehalten, ergeben sich die Emissionsminderungen, die nur auf die Gebäudesanierungen zurückgehen. Bis 2050 ergibt sich daraus für das Berufliche Schulzentrum eine Reduktion um 39 % und für die Verwaltungsgebäude von 50 % (hellgraue, gestrichelte Linie in den nachfolgenden Diagrammen).

Wird zusätzlich die PV-Stromerzeugung durch eine Gutschrift entsprechend dem THG-Faktor für Strom bilanziert, reduzieren sich die THG-Emissionen bis 2050 um 63 % im Beruflichen Schulzentrum und um 84 % in den Verwaltungsgebäuden (dunkelgraue, gestrichelte Linie in den nachfolgenden Diagrammen).

Die schwarze, durchgezogene Linie in den Diagrammen stellt die Entwicklung der THG-Emissionen dar, wenn für die zukünftigen Jahre eine kontinuierliche Verbesserung der THG-Faktoren für Fernwärme und Strom angenommen wird. Im Rahmen der Energiewende und der Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung schreitet die Dekarbonisierung des Stroms weiter fort. Es kann angenommen werden, dass sich die Entwicklung der letzten Jahre fortsetzt und der THG-Faktor für Strom kontinuierlich sinkt. Das Gleiche gilt für die Fernwärme, die bei der Wärmeerzeugung zunehmend auf effiziente Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energien zurückgreifen muss. In welchem Maße die Reduzierung der THG-Faktoren fortschreiten wird und ob die ehrgeizigen Ziele der Energiewende eingehalten werden können, ist allerdings offen.

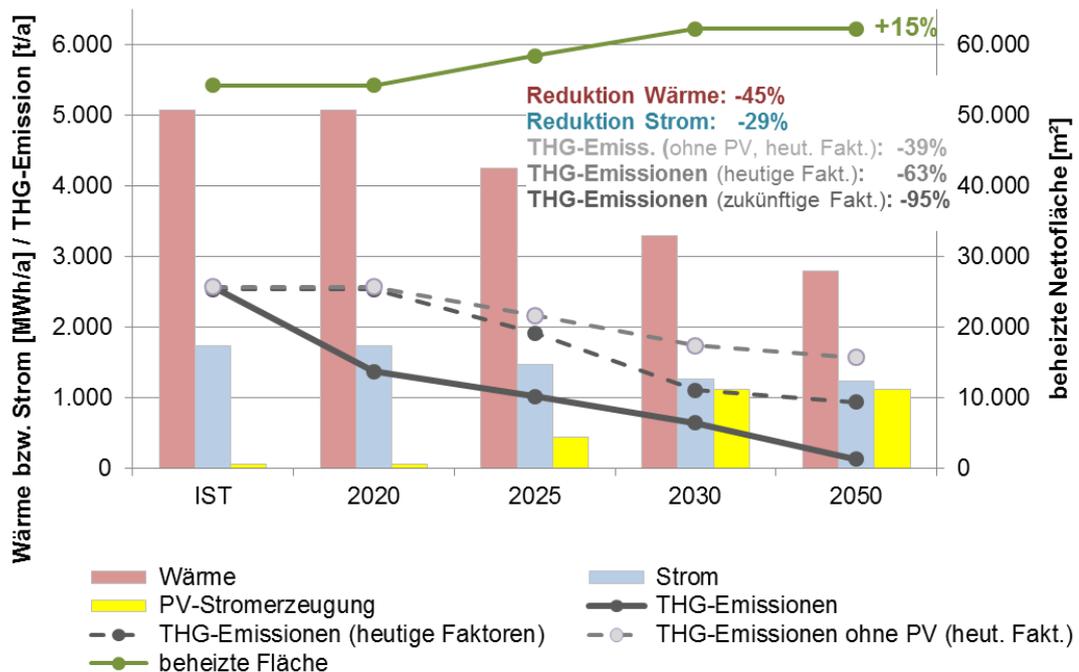


Abb. 128: Entwicklung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen für das Schulzentrum

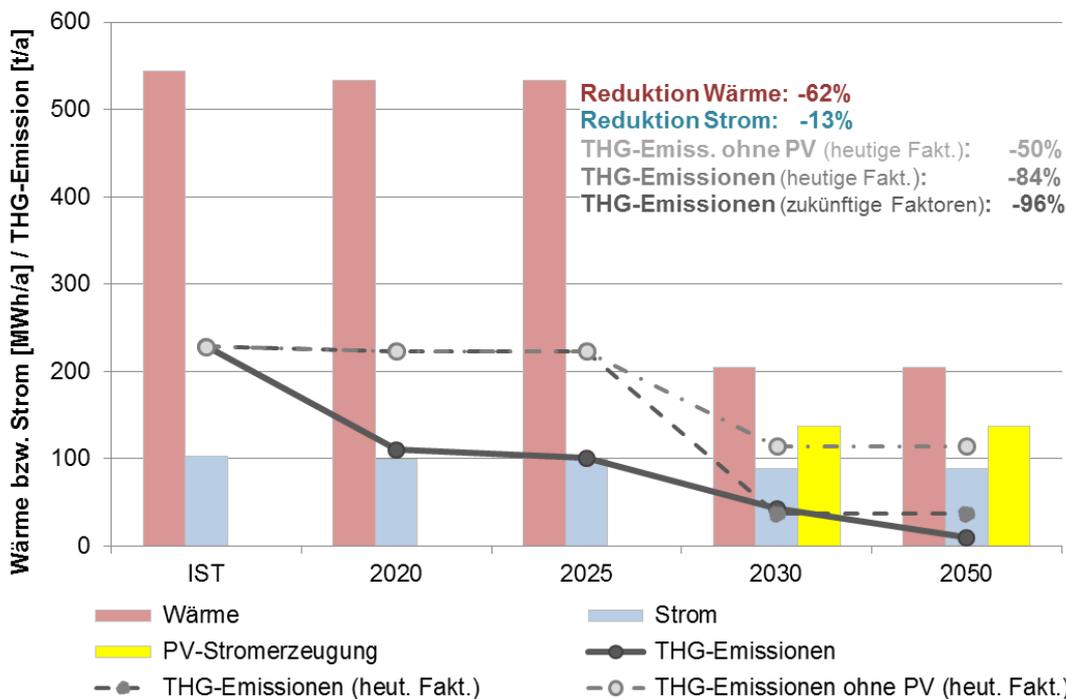


Abb. 129: Entwicklung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen für die Verwaltungsgebäude

Im vorliegenden Fall wurden für die Entwicklung der THG-Faktoren folgende Annahmen getroffen:

Für die Entwicklung des THG-Faktors für die Fernwärme wurde davon ausgegangen, dass sich der bis 2024 zertifizierte Wert von 130 g CO_{2äq}/kWh erst ab 2025 ändert. Als Zielwert für 2050 wird das Limit der Fernwärme entsprechend dem Zielpfad Dekarbonisierung aus der Studie „Die 40/40-Strategie“ der Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW) verwendet. Dieser beträgt 35 g CO_{2äq}/kWh [AGFW 2018]. Der Wert für 2030 wurde dann linear zwischen 2025 und 2050 interpoliert. Daraus ergibt sich folgende Zeitreihe:

Tab. 57: Zeitreihe Fernwärme-Emissionsfaktoren

Jahr	CO ₂ -Äquivalente [g/kWhend]	Quellen
IST	0,313	eigene Berechn.
2020	0,130	FairEnergie
2025	0,130	FairEnergie
2030	0,111	interpoliert
2050	0,035	AGFW 2018

Für die Zeitreihe der THG-Emissionen für Strom wurden die Werte verwendet, die vom Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) auf Grundlage des

Masterplans Klimaschutz für das Szenario KS95 berechnet wurden [ifeu 2015]. Für das Jahr 2025 wurde der Wert linear interpoliert. Daraus ergibt sich folgende Zeitreihe:

Tab. 58: Zeitreihe Strom-Emissionsfaktoren

Jahr	CO ₂ -Äquivalente [g/kWhend]	Quellen
IST	0,565	Gemis 4.95
2020	0,412	ifeu 2015
2025	0,317	Mittelwert
2030	0,222	ifeu 2015
2040	0,138	ifeu 2015
2050	0,030	ifeu 2015

Für 2020 werden der derzeitige THG-Faktor von 130 gCO_{2,äq}/kWh für die Fernwärme sowie der Szenarien-Wert für Strom von 412 gCO_{2,äq}/kWh angesetzt. Da bis 2020 noch keine Einsparungen durch Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt sind, geht die Reduzierung der THG-Emissionen nur auf die Verbesserung der Energieversorgung zurück, vor allem auf die Umstellung auf Fernwärme. Für die nachfolgenden Jahre wurden die oben erläuterten THG-Faktoren für Strom und Fernwärme verwendet und die Einsparungen durch die Gebäudesanierungen berücksichtigt. In diesem Fall erfolgt keine Gutschrift für den im Quartier erzeugten PV-Strom, da davon ausgegangen wird, dass der PV-Zubau zu der zu erwartenden Reduzierung des THG-Faktors von Strom beiträgt und deshalb nicht nochmals bilanziert werden kann.

Unter diesen Randbedingungen reduzieren sich die THG-Emissionen bis 2050 um 95 % im Beruflichen Schulzentrum und um 96 % in den Verwaltungsgebäuden. Die Klimaschutzziele zur Einhaltung der 2 °C-Grenze können für das untersuchte Quartier eingehalten werden. Es ist jedoch offensichtlich, dass dies nicht allein durch Sanierungsmaßnahmen erreicht werden kann, sondern dass parallel die weitgehende Dekarbonisierung der Strom- und Fernwärmeerzeugung zu erfolgen hat. Durch die Reduzierung des Endenergiebedarfs wird auch eine wichtige Voraussetzung dafür geschaffen, dass der verbleibende Bedarf weitgehend durch erneuerbare Energien gedeckt werden kann. Insofern können die Klimaschutzziele nur im Zusammenwirken von Energieeinsparung und Umstellung auf erneuerbare Energien erreicht werden.

5 Kosten und Wirtschaftlichkeit

Für sämtliche Gebäude auf dem Campus ist eine Grobkostenannahme zusammengestellt worden, der sich die Kosten für die Sanierung basierend auf DIN 276 nach Kostengruppen sortiert entnehmen lassen. Die Tabelle samt den Aufschlüsselungen der einzelnen Gebäude befindet sich im Anhang zum Bericht.

Die Kosten für die Realisierung der einzelnen Phasen sind separat aufgeschlüsselt.

Die Kosten wurden auf Grundlage der Neubaupreise (anhand der BKI Kostenkennwerte inkl. des Regionalzuschlags für Reutlingen) ermittelt. Es wurde festgelegt, welchem Anteil vom Neubaupreis eine Sanierung entsprechen würde und die Sanierungskosten wurden dann entsprechend angesetzt. Es wurde pauschal in der ersten Ebene ermittelt, für die Kostengruppen 300 und 400 wurden die Kosten in der zweiten Ebene aufgeschlüsselt. Es handelt sich nur um eine Grobkostenannahme, genauere Kosten müssen in einem nächsten Schritt mittels einer Kostenschätzung und daraus folgend einer Kostenberechnung für die einzelnen Gebäude und Sanierungsschritte ermittelt werden.

5.1 Investitionsbedarf und Mittelabfluss

Die Grobkostenannahme für Sanierung der Gebäude sowie Abriss und Neubau ergibt eine Summe von insgesamt rund 74,6 Mio. EUR brutto. Hinzu kommen die notwendigen Investitionen in Sofortmaßnahmen und Freiraumgestaltung in Höhe von ca. 1,6 Mio. EUR. Damit liegt der Investitionsbedarf bis 2032 bei insgesamt etwa 76,2 Mio. EUR. Davon entfallen 28,2 Mio. EUR auf die Sanierungsmaßnahmen und Freiraumgestaltung, 35,4 Mio. EUR auf Neubaumaßnahmen und 12,6 Mio. EUR auf Baunebenkosten. In der nachfolgenden Abb. 130 ist der Mittelabfluss dargestellt. Die Investitionen für Sofortmaßnahmen und Freiraum wurden als Investitionen bis 2023 vorgesehen.

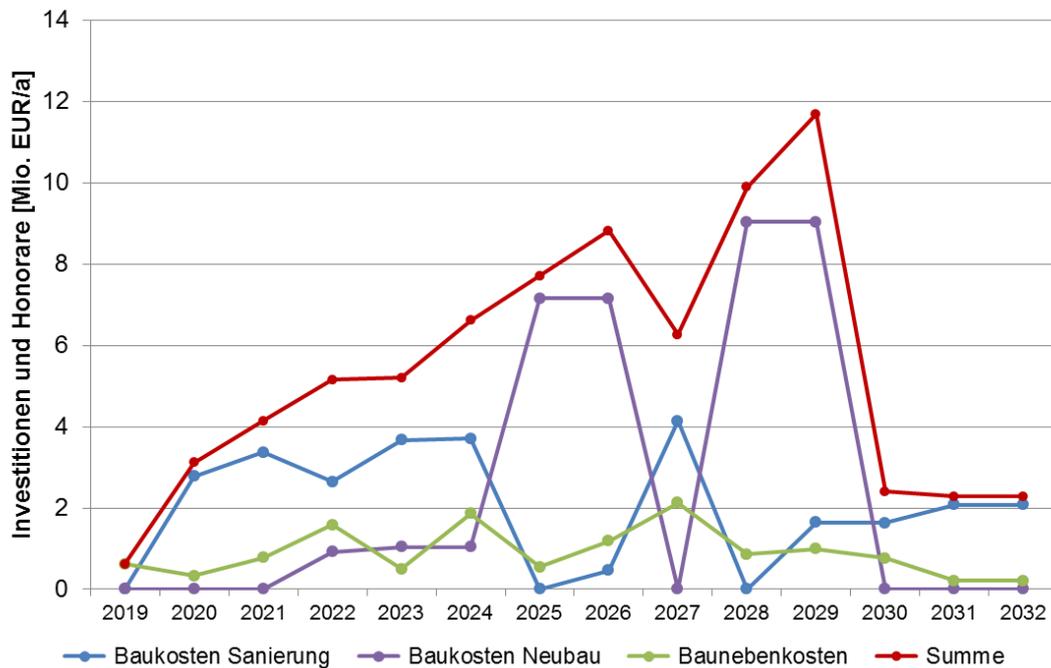


Abb. 130: Mittelabfluss und Investitionsbedarf für Sanierung und Neubau bis 3032

Der Mittelabfluss ist an den in Abschnitt IV, Kapitel 1, Abb. 133 dargestellten Zeitplan für die Sanierungen angelehnt.

5.2 Fördermittel

5.2.1 Wesentliche Anbieter von Fördermitteln

Grundsätzlich bestehen verschiedene Fördermöglichkeiten auf Landes- oder Bundesebene, die häufig auch kombinierbar sind. Aktuelle Informationen dazu können direkt bei den jeweiligen Anbietern bezogen werden.

- Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)
Palmengartenstraße 5-9
60325 Frankfurt am Main
Tel: 069 74 31-0
info@kfw.de
www.kfw.de
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Frankfurter Straße 29 – 35
65760 Eschborn
Telefon: 06196 908-0

E-Mail: poststelle@bafa.bund.de
www.bafa.de

- Landeskreditbank Baden-Württemberg (L-Bank)
 Schlossplatz 10, 12 und 21
 76113 Karlsruhe
 Telefon 0721 150-0
www.l-bank.de

Das Internetportal www.Foerderdatenbank.de bietet eine interaktive Zusammenfassung von Fördermöglichkeiten von kommunaler bis Bundesebene in Abhängigkeit von der Art des Vorhabens und der Region an.

Da sich die Konditionen der in Frage kommenden Förderprogramme kurzfristig ändern können, müssen die konkreten Förderbedingungen vor der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen erneut geprüft werden. Ausschlaggebend sind die zum Zeitpunkt der Antragstellung geltenden Förderbekanntmachungen und Gesetze.

Zum derzeitigen Stand (Dezember 2018) kommen für die Sanierungsmaßnahmen insbesondere die im Folgenden aufgeführten Förderprogramme in Frage. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

5.2.2 KfW-Förderprogramm 432 – Sanierungsmanagement

Förderung für Personal- und Sachkosten für ein Sanierungsmanagement für die Dauer von max. 5 Jahren im Rahmen des KfW-Förderprogramms Energetische Stadtsanierung (Förderprogramm 432)

In Ergänzung zu der Erstellung eines integrierten Quartierkonzeptes können mit der Komponente B des Förderprogramms die Kosten für ein Sanierungsmanagement gefördert werden. Das Sanierungsmanagement hat die Aufgabe, auf der Basis eines integrierten Konzeptes

- den Prozess der Umsetzung zu planen,
- einzelne Prozessschritte für die übergreifende Zusammenarbeit und Vernetzung wichtiger Akteure zu initiieren,
- Sanierungsmaßnahmen der Akteure zu koordinieren und zu kontrollieren und
- als Anlaufstelle für Fragen der Finanzierung und Förderung zur Verfügung zu stehen.

Die Antragstellung erfolgt bei der KfW.

5.2.3 KfW-Förderprogramm 218 – Energieeffizientes Sanieren von kommunalen Nichtwohngebäuden

Förderung für energieeffizientes Sanieren von Nichtwohngebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur einschließlich der Umsetzung von Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz im Rahmen des "CO₂-Gebäudesanierungsprogramms" des Bundes.

Mit dem Förderprogramm 218 fördert die KfW Sanierungen, mit denen der Energiestandard eines KfW-Effizienzgebäudes 70, 100 oder Denkmal erreicht wird, oder Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz an bestehenden Nichtwohngebäuden. Darunter fallen

- Dämmung von Wänden, Dachflächen, Geschossdecken und Bodenflächen,
- Erneuerung und Aufbereitung von Fenstern, Vorhangfassaden, Außentüren und Toren,
- Maßnahmen zur Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes,
- Einbau, Austausch oder Optimierung raumluft- und climatechnischer Anlagen inklusive Wärme-/Kälterückgewinnung und Abwärmenutzung Erneuerung und/oder Optimierung der Wärme-/Kälteerzeugung, -verteilung und -speicherung inklusive Kraft-Wärme- beziehungsweise Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen (nur für Eigenverbrauch),
- Austausch und/oder Optimierung der Beleuchtung,
- Einbau oder Optimierung der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie der Gebäudeautomation.

Die Förderung erfolgt über die KfW, bei der der Förderantrag direkt gestellt wird. Aktuelle Konditionen und die technischen Mindestanforderungen müssen jeweils aktuell bei der KfW abgefragt werden.

5.2.4 Förderprogramm Klimaschutz-Plus Baden-Württemberg

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg fördert mit dem Programm „Klimaschutz-Plus“ in den Jahre 2018 und 2019 Maßnahmen in drei Bereichen:

- CO₂-Minderungsprogramm
Ziel der Förderung ist CO₂-Emissionen nachhaltig zu mindern. Gefördert werden Maßnahmen wie Investitionen in die energetische Sanierung der Gebäudehülle, der technischen Gebäudeausstattung und in die Wärme-gewinnung aus erneuerbaren Energien.

- Struktur-, Qualifizierungs- und Informationsprogramm
Ziel der Förderung sind weitere Klimaschutz-Aktivitäten, z. B. optimierte Strukturen schaffen, Qualifizierungsmaßnahmen sowie Bildung und Information.
- Nachhaltige, energieeffiziente Sanierung
von Schulgebäuden auf den KfW-Effizienzhausstandard 70 bzw. 55 als ergänzender Zuschuss für Maßnahmen, die nach der VwV KommSanSchule oder nach der VwV KInvFG Kapitel 2 gefördert werden.

Die L-Bank ist vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg mit der Abwicklung der Förderung beauftragt. Die Antragsunterlagen können bis einschließlich 30. November 2019 fortlaufend eingereicht werden.

5.2.5 Kommunalen Sanierungsfonds Schulgebäude

Förderung entsprechend der Verwaltungsvorschrift Kommunalen Sanierungsfonds Schulgebäude (VwV KommSanSchule) in Baden-Württemberg

Die Landesregierung Baden-Württemberg hat für die Jahre 2017 bis 2019 einen kommunalen Sanierungsfonds aufgelegt, der zu 80 Prozent für Schulsanierungen eingesetzt werden soll. Für die Sanierung der Theodor-Heuss-Schule wurden bereits Mittel aus diesem Fonds beantragt und bewilligt.

Die Förderung wird über das entsprechende Regierungspräsidium beantragt.

5.2.6 BAFA-Programm Energieberatungen für Nichtwohngebäude (EBK)

Das Programm zur Förderung von Energieberatungen für Nichtwohngebäude von Kommunen ist Bestandteil des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz (NAPE) vom 3. Dezember 2014. Gefördert wird die Energieberatung zur Erstellung **eines energetischen Sanierungskonzepts** von Nichtwohngebäuden, entweder in Form eines Sanierungsfahrplans oder in Form einer umfassenden Sanierung.

Das Förderprogramm kann mit der Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts aus dem KfW-Programm „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ verknüpft werden. Optimaler Weise erfolgt zuerst die Erstellung eines integrierten Quartierskonzepts. Einzelne (Nichtwohn-)Gebäude des Quartiers können anschließend im Rahmen des Programms EBK im Detail betrachtet und hinsichtlich einer optimalen energetischen Sanierung beraten werden. Bei beiden Programmen wird nicht die gleiche Maßnahme gefördert.

Die Förderung wird bei der BAFA beantragt. Dort können auch die aktuellen Konditionen und Anforderungen in Erfahrung gebracht werden.

5.3 Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen

5.3.1 Methodische Vorbemerkungen

Im Gegensatz zu anderen Sanierungs- oder Instandhaltungsmaßnahmen an Gebäuden kann bei energetischen Sanierungen eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt werden, da die Maßnahmen i.d.R. zu Betriebskosteneinsparungen führen und sich über diese Einsparungen amortisieren können.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung kann nach unterschiedlichen Methoden, mit unterschiedlicher Genauigkeit und unter Einbeziehung unterschiedlicher Parameter und Ausgangswerte durchgeführt werden. Ziel einer Wirtschaftlichkeitsberechnung ist der Vergleich verschiedener Maßnahmen oder Ausführungsvarianten hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit.

Zwei mögliche Ansätze für Wirtschaftlichkeitsberechnungen

- Berechnung **annuitätischer Gesamtkosten** in Anlehnung an VDI 2067
Die Berechnung berücksichtigt kapital- und betriebsgebundene Kosten sowie mögliche Erlöse und ermittelt die jährlichen Kosten über einen festgelegten Betrachtungszeitraum. Es handelt sich um ein dynamisches Verfahren der Wirtschaftlichkeitsberechnung und erfordert die Festlegung und Verwendung mehrerer Parameter und die Berücksichtigung ihre zukünftigen Entwicklung (Zinsen, Energiepreise etc.).
- **Amortisationsrechnung** als statische oder dynamische Berechnung des Zeitraums, nach dem sich eine Investition durch die Energiekosteneinsparungen amortisiert hat. Im Falle des statischen Verfahrens werden dabei keine Verzinsung oder Preissteigerungen berücksichtigt sondern nur die Investitionen ins Verhältnis zu den Betriebskosteneinsparungen zu heutigen Preisen gesetzt. Damit handelt es sich um ein sehr einfaches, aber auch grobes Verfahren.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung können verschiedene Anteile der Investitionen, die für die Sanierungsmaßnahme erforderlich sind, herangezogen werden.

Vollkosten sind alle mit einer Sanierungsmaßnahme verbundenen Kosten, einschließlich Nebenarbeiten und Baunebenkosten (Planungshonorare). Vollkosten können aufgeteilt werden in:

- **Energetisch relevante Kosten** sind nur Kosten für Maßnahmen, die direkt zu Energieeinsparungen führen, z.B. das Aufbringen eines Dämmstoffes auf die Außenwand, den Austausch von Fenstern gegen thermisch verbesserte Fenster, die Erneuerung eines Wärmereizers usw.
- **Sowieso-Kosten** sind Kosten bei energetischen Sanierungen, die aufgrund erforderlicher Instandhaltung in jedem Fall anfallen, unabhängig davon, ob die Maßnahmen zur Energieeinsparung durchgeführt werden oder nicht. Dazu zählen z.B. Gerüstbauarbeiten, Putzerneuerung, Malerarbeiten usw.

In die Sowieso-Kosten können auch energetische Maßnahmen gezählt werden, die zur Einhaltung des gesetzlichen Mindeststandards erforderlich sind. So ist bei Erneuerung des Außenputzes eine Mindestdämmung nach EnEV aufzubringen. Diese Maßnahme muss auf alle Fälle ausgeführt werden. Anhand einer Wirtschaftlichkeitsberechnung kann dann anhand der **energetisch bedingten Mehrkosten** für eine noch bessere Dämmung untersucht werden, ob ein verbesserter Dämmstandard wirtschaftlich ist gegenüber dem gesetzlichen Mindeststandard.

Da im Rahmen des integrierten Quartierkonzepts die Sanierungsmaßnahmen nur in einer sehr schematischen Form und die Investitionen nur als grobe Kostenprognose ermittelt und dargestellt werden und es nur um eine grobe Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen geht, wird auf eine aufwändige annuitätische Gesamtkostenrechnung verzichtet und nur eine einfache, statische **Amortisationsrechnung** durchgeführt.

Da die Genauigkeit der Kostenermittlung keine nachvollziehbare Aufteilung in energetisch relevante Kosten und Sowieso-Kosten erlaubt, wurde die Wirtschaftlichkeit auf Grundlage von **Vollkosten** berechnet. Damit wird die Amortisationsdauer in den meisten Fällen erheblich überschätzt. Die Betrachtung erlaubt deshalb nur eine **relative Bewertung** der Maßnahmen und der Gebäude untereinander.

Die Betriebskosteneinsparung wurde anhand der berechneten Energieeinsparungen und der derzeitigen Energiepreisen für Strom und Fernwärme berechnet, wie sie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** im Abschnitt I 4.3.1 dargestellt sind.

Eine mögliche Förderung hat oft entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen. Da sich die Realisierung der im vorliegenden Fall vorgeschlagenen Maßnahmen über einen sehr langen Zeitraum

verteilt, sind die jeweils zum Zeitpunkt der Realisierung geltenden Förderkonditionen nicht bekannt. Unter dem Aspekt, dass nicht die Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen, sondern eine Vergleichbarkeit aller Maßnahmen dargestellt werden soll, wurde deshalb auf die Einrechnung von Fördermitteln verzichtet.

Eine technisch-wirtschaftliche Optimierung der Maßnahmen und Untersuchung unterschiedlicher Varianten mit Hilfe einer genaueren Wirtschaftlichkeitsberechnung kann letztlich erst im Rahmen einer bauphysikalischen oder TGA-Planung erfolgen.

5.3.2 Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind in den folgenden Tabellen nach Schulgebäuden in jeweils 3 Kategorien zusammengefasst:

- Energetische Sanierungen der Gebäudehülle (z.B. Wärmedämmung, Austausch von Fenstern usw.)
- Energetische Maßnahmen an den TGA-Anlagen für Heizung, Lüftung und Sanitär (z.B. Erneuerung der Heizungsverteiler und Pumpen, Einzelraumregelung, hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage usw.)
- Erneuerung der Beleuchtung

Es wird nochmals darauf hingewiesen, dass die Berechnungen auf den Vollkosten beruhen. Ein Großteil dieser Kosten sind Sowieso-Kosten, die zur Gebäude-Instandhaltung sowieso anfallen. Insofern sind die ausgewiesenen Amortisationszeiten unrealistisch hoch und eignen sich nur zu einer relativen Bewertung der Maßnahmen untereinander. Aus o.g. Gründen konnte im Rahmen des Quartierskonzepts keine plausible Aufteilung in Sowieso-Kosten und energetisch relevante Kosten erfolgen.

Theodor-Heuss-Schule (THS)	Investitionen (Vollkosten)	Jährliche Einsparungen			Invest je eingesp. kWh	Statische Amortisation
		Wärme	Strom	Kosten		
	EUR (brutto)	kWh/a	kWh/a	EUR/a	EUR/kWh	Jahre
Energ. Sanierungen Gebäudehülle	1.700.000	203.000	0	16.800	8,37	101
Energetische Maßnahmen HLS	909.000	145.000	11.800	14.400	5,80	63
Erneuerung Beleuchtung	597.000	0	29.200	5.800	20,45	103
Ferdinand-von-Steinbeis-Schule (FvS)	Investitionen (Vollkosten)	Jährliche Einsparungen			Invest je eingesp. kWh	Statische Amortisation
		Wärme	Strom	Kosten		
	EUR (brutto)	kWh/a	kWh/a	EUR/a	EUR/kWh	Jahre
Energ. Sanierungen Gebäudehülle	2.295.600	347.100	0	28.800	6,61	80
Energetische Maßnahmen HLS	320.000	82.000	1.400	7.100	3,84	45
Erneuerung Beleuchtung	169.000	0	6.400	1.300	26,41	130
Kerschensteinerschule (KSS)	Investitionen (Vollkosten)	Jährliche Einsparungen			Invest je eingesp. kWh	Statische Amortisation
		Wärme	Strom	Kosten		
	EUR (brutto)	kWh/a	kWh/a	EUR/a	EUR/kWh	Jahre
Energ. Sanierungen Gebäudehülle	4.069.100	448.700	0	37.200	9,07	109
Energetische Maßnahmen HLS	798.000	161.000	33.400	20.000	4,10	40
Erneuerung Beleuchtung	604.500	0	25.300	5.100	23,89	119
Laura-Schradin-Schule Altbau (LSS alt)	Investitionen (Vollkosten)	Jährliche Einsparungen			Invest je eingesp. kWh	Statische Amortisation
		Wärme	Strom	Kosten		
	EUR (brutto)	kWh/a	kWh/a	EUR/a	EUR/kWh	Jahre
Energ. Sanierungen Gebäudehülle	931.100	140.500	0	11.700	6,63	80
Energetische Maßnahmen HLS	149.000	28.500	3.000	3.000	4,73	50
Erneuerung Beleuchtung	211.000	0	10.800	2.200	19,54	96
Werkstattgebäude Altbau (WST alt)	Investitionen (Vollkosten)	Jährliche Einsparungen			Invest je eingesp. kWh	Statische Amortisation
		Wärme	Strom	Kosten		
	EUR (brutto)	kWh/a	kWh/a	EUR/a	EUR/kWh	Jahre
Energ. Sanierungen Gebäudehülle	267.400	50.200	0	4.200	5,33	64
Energetische Maßnahmen HLS	46.000	24.500	700	2.200	1,83	21
Erneuerung Beleuchtung	193.000	0	11.900	2.400	16,22	80
Werkstattgebäude Neubau (WST neu)	Investitionen (Vollkosten)	Jährliche Einsparungen			Invest je eingesp. kWh	Statische Amortisation
		Wärme	Strom	Kosten		
	EUR (brutto)	kWh/a	kWh/a	EUR/a	EUR/kWh	Jahre
Energ. Sanierungen Gebäudehülle	2.954.900	281.300	0	23.300	10,50	127
Energetische Maßnahmen HLS	189.000	40.300	1.500	3.600	4,52	53
Erneuerung Beleuchtung	415.000	0	25.500	5.100	16,27	81
Theodor-Heuss-Sporthalle (THH)	Investitionen (Vollkosten)	Jährliche Einsparungen			Invest je eingesp. kWh	Statische Amortisation
		Wärme	Strom	Kosten		
	EUR (brutto)	kWh/a	kWh/a	EUR/a	EUR/kWh	Jahre
Energ. Sanierungen Gebäudehülle	296.400	57.800	0	4.800	5,13	62
Energetische Maßnahmen HLS	65.000	4.200	0	300	15,48	217
Erneuerung Beleuchtung	30.000	0	2.800	600	10,71	50
Hans-Kern-Sporthalle (HKS)	Investitionen (Vollkosten)	Jährliche Einsparungen			Invest je eingesp. kWh	Statische Amortisation
		Wärme	Strom	Kosten		
	EUR (brutto)	kWh/a	kWh/a	EUR/a	EUR/kWh	Jahre
Energ. Sanierungen Gebäudehülle	1.604.600	118.300	0	9.800	13,56	164
Energetische Maßnahmen HLS	121.000	15.800	3.400	2.000	6,30	61
Erneuerung Beleuchtung	130.000	0	6.300	1.300	20,63	100

Abb. 131: Energierelevante Investitionen, Energieeinsparungen und Kennwerte der Wirtschaftlichkeit

5.3.3 Kosten und Wirtschaftlichkeit Stromsparmaßnahmen

Für eine Abschätzung der gesamten Kosten für eine Optimierung des Stromverbrauchs müssen Angebote von Handwerksbetrieben eingeholt werden – dies ist im Rahmen dieses Konzepts nicht möglich. Daher wird nachstehend nur beispielhaft auf wenige konkrete Sparmaßnahmen eingegangen.

In der Regel muss bei den Maßnahmen berücksichtigt werden, dass vorhandener Altbestand ersetzt wird, der weitgehend abgeschrieben ist. Daher dürfen die Investitionskosten nicht als Vollkosten der Energiesparmaßnahme zugerechnet werden, nur der einsparbedingte Mehraufwand ist hier anzusetzen.

Nachstehend ist hochgerechnet, dass in Räumen mit 5 Std. täglicher Betriebszeit LED-Röhren statt vorhandener Leuchtstoffröhren eingebaut werden. Pro Röhre wird mit 40 Watt eingesparter Leistung gerechnet (im Vergleich zu Leuchtstoffröhren mit VVG oder KVG), pro Strahler mit 10 Watt (im Vergleich mit Kompakt-ESL).

Bei den Untertisch-Warmwasserspeichern wird davon ausgegangen, dass durch die Taster etwa 50% des Stromverbrauchs eingespart werden können.

Pro schaltbarer Steckerleiste wird gerechnet, dass 10 Watt Stand-by-Leistung über eine Zeit von 7.000 Std. pro Jahr vermieden werden können.

Tab. 59: Abgeschätzte Investitionskosten und Sparpotenzial für einige investive Maßnahmen

Beispielrechnung für einige Stromsparmaßnahmen		
Sanierungsschritte	Mehrkosten Investition [Euro]	Betriebskostenersparnis /a [Euro]
Lampenaustausch mit LED (50 St.; Mehrkosten 30 Euro; gerechnet mit im Mittel 5 Std. Betrieb täglich)	1.500	440
Lampenaustausch mit LED in Strahlern (10 St.; Mehrkosten 10 Euro; im Mittel 10 Std. Betrieb/Tag)	100	44
Vorschaltgeräte für 5- oder 10-Liter-Untertisch-Warmwasserspeicher (10 St. à 20 Euro)	200	300
Schaltbare Steckerleisten mit Fußschalter (10 St. à 20 Euro)	200	140
Summe	2.000	924

Als Strompreis sind 20 Cent brutto angesetzt. In den letzten Jahren lag er zwischen 18,74 (2016), 19,77 (2014), 20,09 (2017) und 20,33 (2015) Cent/kWh.

Nicht zugute gerechnet ist die durch selteneren Austausch eingesparte Arbeitszeit der Hausmeister.

Alle oben genannten kurzfristigen Sparmaßnahmen amortisieren sich schnell.

Für weitere der genannten Einspar Schritte wie z.B. Austausch der Beleuchtung und andere Zuordnung in Leuchtengruppen, für Bewegungsmelder mit Helligkeitssensoren, für sparsame IT, Server und Switches, für optimierte Lüftungsanlagen, besonders effiziente gewerbliche Spülmaschinen etc. müssen Angebote eingeholt werden, die Kosten hierfür können nicht pauschal abgeschätzt werden. Generell sollten sich diese Maßnahmen jedoch in der Regel in weniger als 5 Jahren amortisieren, sofern die vorhandenen Anlagen bereits abgeschrieben sind, d.h. ein Alter entsprechend der üblichen technischen Standzeiten erreicht haben.

Die Reduzierung des Grundlaststrombezugs sollte im ersten Schritt durch eine weitere Optimierung der Betriebszeiten sämtlicher Lüftungen, der Umwälzpumpen, der Kompressoren erfolgen. Dies erfordert Arbeitszeit der für die Regeltechnik zuständigen Mitarbeiter. Erst in einem zweiten Schritt bei Installation einer modernen Gebäudeleittechnik (GLT) sind ggf. Mehrkosten für spezielle Anforderungen einzurechnen. Die Neuinstallation einer GLT steht aufgrund des Alters der vorhandenen Schaltschränke bzw. aufgrund von deren Defekten ohnehin an.

IV. ENTWICKLUNG UMSETZUNGSSTRATEGIE UND MAßNAHMENPLAN

1 Handlungsfelder, Zeitplan und Maßnahmen-typen

Das integrierte Quartierkonzept für das Berufliche Schulzentrum Reutlingen hat Maßnahmen in den fünf Handlungsfelder Städtebau, Freiraum, Mobilität, Gebäudesanierungen und Energieversorgung und Erneuerbare Energien entwickelt, die im Folgenden zusammengefasst werden. Ergänzt werden die Maßnahmen der einzelnen Handlungsfelder durch übergeordnete Maßnahmen wie Kommunikation mit den Akteuren und Öffentlichkeitsarbeit.



Abb. 132: Handlungsfelder im Rahmen des integrierten Quartierskonzepts für das Berufliche Schulzentrum Reutlingen

Die Maßnahmen der verschiedenen Handlungsfelder müssen in Verbindung mit einem Zeitplan sinnvoll miteinander verknüpft und abgestimmt werden. Als zeitlicher Rahmen wird dazu ein Zeitplan vorgeschlagen, der die verschiedenen Schritte bei der Entwicklung des Quartiers in ihren Abhängigkeiten berücksichtigt und in eine schlüssige Abfolge bringt. Der Zeitrahmen erstreckt sich dabei bis 2030 und wurde in 3 Phasen gegliedert:

Phase 1 von 2019 bis 2022: Umsetzung der Sofortmaßnahmen, Umgestaltung des Freiraums, Abriss Heizzentrale und Neubau Fahrradparkhaus, Generalsanierung Altbau Theodor-Heuss-Schule und Altbau Laura-Schradin-Schule.

Phase 2 von 2023 bis 2026: Generalsanierung und Aufstockung der Kerschenschule, Abriss des Gebäudes Bismarckstraße 15 und der Containerklassen und Errichtung eines Ersatzbaus, Sanierung der Elektroinstalltionen im Nordbau der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule, Sanierung kleine Theodor-Heuss-Sporthalle.

Phase 3 von 2027 bis 2030: Ersatzbau für den Neubau Laura-Schradin-Schule und Sanierung Werkstattgebäude und Hans-Kern-Sporthalle.

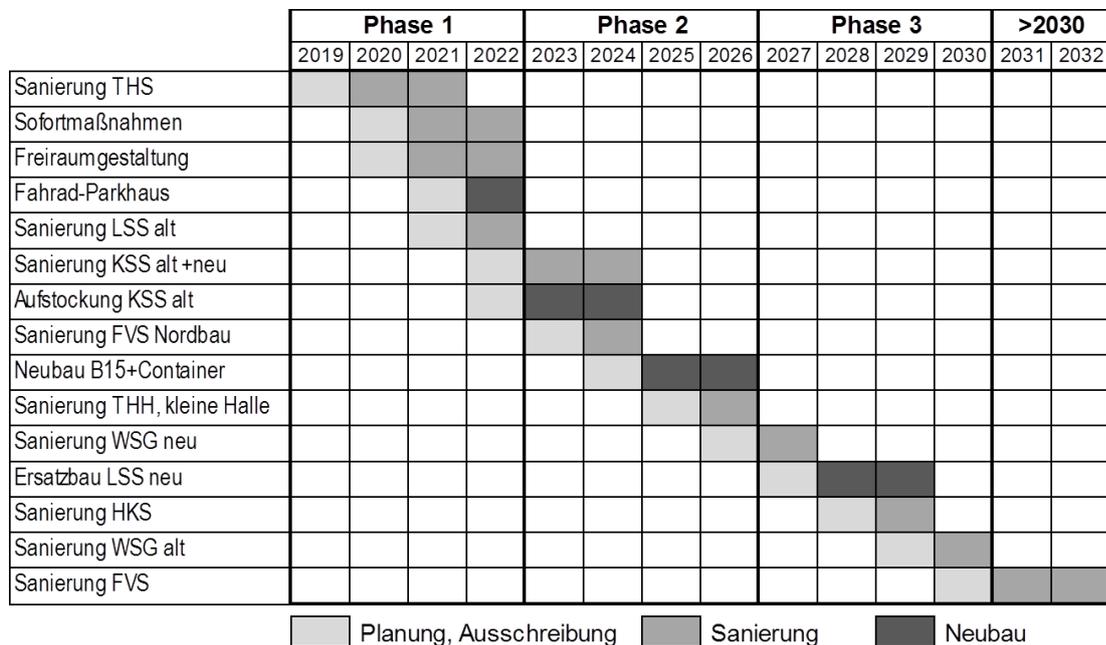


Abb. 133: Zeitplan für die vorgeschlagenen Sanierungs- und Neubaumaßnahmen

Innerhalb der einzelnen Handlungsfelder werden die Maßnahmen in drei Maßnahmentypen eingeteilt:

Tab. 60: Maßnahmentypen

Maßnahmentypen	Beschreibung
Investive Maßnahmen	Maßnahmen, die Anschaffungen oder bauliche Aktivitäten enthalten.
Organisatorische Maßnahmen	Maßnahmen, die durch Handlungsanweisungen, Verfahrens- oder Vorgehensweisen umgesetzt werden.
Koordinative Maßnahmen	Maßnahmen, die nur in Verbindung mit anderen Akteuren umgesetzt werden können.

Vom Maßnahmentyp hängt der Aufwand ab, der mit der Umsetzung einer Maßnahme verbunden ist.

Bei **investiven Maßnahmen** bedeutet ein hoher Aufwand i. d. R. hohe Umsetzungskosten, die sich auf einen hohen Planungs- bzw. Bauaufwand zurückführen lassen. Ein geringer Aufwand lässt dagegen auf verhältnismäßig niedrige Umsetzungskosten schließen. Bei einigen investiven Maßnahmen hängt der (finanzielle) Aufwand stark von der Qualität ab, in der die Leistung umgesetzt wird, weshalb eine eindeutige Aussage dazu nicht immer möglich ist.

Organisatorische Maßnahmen sind dagegen in der Regel mit einem eher geringen Umsetzungsaufwand verbunden als investive oder koordinative Maßnahmen. Organisatorischer Aufwand spiegelt sich jedoch z. T. in höherem Personalaufwand und damit in höheren Personalkosten wider, da meist eine interne Re- oder Neustrukturierung angeregt wird, die nur dann umgesetzt werden kann, wenn dementsprechend Personalkapazitäten zur Verfügung stehen. So müssen beispielsweise einer Mobilitätskoordinator*in Stundenkontingente zur Verfügung gestellt werden, um zunächst eine Einarbeitung in das Thema und anschließend eine dauerhafte Betreuung des schulischen Mobilitätsmanagements zu ermöglichen bzw. zu gewährleisten. Organisatorische Maßnahmen eignen sich häufig gut, um kurzfristig erste Prozesse anzustoßen.

Koordinative Maßnahmen sind dagegen mit eher geringem (Investitionskosten-) Aufwand für den Auftraggeber verbunden. Die Herausforderung liegt dagegen im „Zusammenbringen“ der Akteure und dem „Vorantreiben“ der Umsetzung einer Maßnahme. Deshalb steigt der Aufwand einer koordinativen Maßnahme auch maßgeblich mit der Anzahl an Akteuren, die für die Umsetzung benötigt werden. Bedeutet die Umsetzung der Maßnahme zudem finanzielle Belastungen für einen oder mehrere der kooperierenden Akteure (z. B. Bau von Park + Ride-Anlagen), steigt der Umsetzungsaufwand maßgeblich.

Zusammenfassend wird in jedem Handlungsfeld ein Maßnahmenplan vorgestellt, in dem die Maßnahmen nach Typ und Priorität geordnet sind und der Angaben zum zeitlichen Rahmen, zum erforderlichen Aufwand, zu den wesentlichen Akteuren und den zu beachtenden Abhängigkeiten enthält.

2 Maßnahmen- und Prioritätenplan

Die Umsetzung der einzelnen Phasen erfolgt der Reihe nach, gleichzeitig werden Sanierungen vorgenommen, die nach Dringlichkeit eingestuft und durchgeführt werden. So steht die Beseitigung gravierender Mängel wie die zuvor beschriebene Hitzeentwicklung in der Kerschensteinerschule durch mangelnden Sonnenschutz und unzureichende Dachdämmung in naher Zukunft an. Auch die Sanierung von Dach und Fassade sowie der Haustechnik und Raumakustik in der Theodor-Heuss-Schule stehen an vorderer Stelle der zu sanierenden Gebäude, hierfür ist bereits durch den Landkreis ein Antrag auf einen Sanierungszuschuss beim Regierungspräsidium Tübingen gestellt und bewilligt worden. Bei der Laura-Schradin-Schule muss abgewogen werden, ob ein Neubau in absehbarer Zukunft realisiert wird oder ob eine Sanierung geeigneter scheint.

2.1 Städtebau und Freiraum

Die Umsetzung der städtebaulichen und freiräumlichen Maßnahmen ist als Stufenplan in mehreren Phasen angelegt. So kann in der ersten Phase schon hinsichtlich einer Realisierung der Phase 3 am Freiraum gearbeitet werden, sodass später keine Rückbauten notwendig werden. Es ist auch möglich, nach jeder Phase nicht weiterzubauen oder für längere Zeit zu unterbrechen, da die Phasen Einzelbauabschnitte darstellen, die nicht in einer folgenden Phase fertiggestellt werden müssen. Der finanzielle und logistische Aufwand der Phase 1 ist vergleichsweise gering, die weiteren beiden Phasen bedürfen eines größeren Aufwands: Eingriff in die städtebauliche Gebäudestruktur, ggf. eine Änderung des Bebauungsplans, Wettbewerbsverfahren.

Hinsichtlich der Auswirkungen auf die Verkehrssituation im gesamten Quartier ist die schnelle Umsetzung der Phase 1 erstrebenswert. Durch die Schaffung sicherer Fahrradstellplätze in ausreichender Anzahl wird die Attraktivität das Schulzentrum mit dem Fahrrad zu erreichen erhöht. Hinzu kommt, dass die Stadt Reutlingen das Radwegenetz um die Schule herum derzeit ausbaut, was die Attraktivität aufs Rad umzusteigen weiter steigert. In dieser Phase wird außerdem die Aufenthaltsqualität auf dem Schulgelände gesteigert. Fitnessgeräte und Sitzgelegenheiten laden zum Lernen, Verweilen und Ausruhen ein.

In den Phasen 2 und 3 geht es um die Weiterentwicklung der Schulgebäude. Zum einen werden die Bestandgebäude saniert, zum anderen werden sie ergänzt und erweitert und das ganze Schulzentrum zukunftsfähig gemacht.

Zusammengefasst lassen sich die Maßnahmen so bewerten:

Tab. 61: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Investive Maßnahmen

Maßnahmen		Bezug / Abhängigkeit	Zeitraum / Phase	Aufwand	Priorität	
Investive Maßnahmen	S.1.1	Sanierung Theodor Heuss Schule	Genehmigte Förderung	Phase 1	Hoch	I
	S.1.2	Fahrradparkhaus	Teil des Mobilitäts-konzepts, Wegfall des BHKWs	Phase 1	Mittel-Hoch	I
	S.1.3	Sofortmaßnahmen	Instandhaltung der Gebäude, Sicherung der Nutzbarkeit	Phase 1	Mittel-Hoch	I
	S.1.4	Sanierung Laura Schradin Schule: Altbau und Musiksaal	Instandhaltung der Gebäude	Phase 1	Mittel	II
	S.2.1	Aufstockung Kerschensteinerschule	Erweiterung des Schulzentrums	Phase 2	Hoch	II
	S.2.2	Sanierung Kerschensteinerschule	Instandhaltung des Gebäudes	Phase 2	Hoch	I
	S.2.3	Ersatzneubau für Bismarckstraße 15 und Container	Erweiterung des Schulzentrums	Phase 2	Hoch	II
	S.2.4	Sanierung Nordbau Ferdinand von Steinbeis Schule	Instandhaltung des Gebäudes	Phase 2	Mittel	III
	S.2.5	Sanierung Kleine Halle Theodor Heuss Sporthalle	Instandhaltung des Gebäudes	Phase 2	Mittel	III
	S.3.1	Ersatzbau Laura Schradin Schule Neubau	Erweiterung des Schulzentrums	Phase 3	Hoch	II
	S.3.2	Sanierung Werkstätten	Instandhaltung der Gebäude	Phase 3	Mittel	II
	S.3.3	Sanierung Hans Kern Sporthalle	Instandhaltung der Gebäude	Phase 3	Mittel	II
	F.1.1	Einbau Sitzmöglichkeiten, Fitnessgeräte	Teil des Mobilitätskonzepts	Phase 1	Gering - Hoch	I

	Maßnahmen		Bezug / Abhängigkeit	Zeitraum / Phase	Aufwand	Priorität
Investive Maßnahmen	F.1.2	Ausweisung Raucherplätze	Teil des Mobilitätskonzepts	Phase 1	Gering	II
	F.1.3	Schaffung von Stellplätzen für Zweiräder	Teil des Mobilitätskonzepts	Phase 1	Gering - Mittel	I
	F.2.1	Baumpflanzungen	Teil des Freiraumkonzepts	Phase 2	Gering - Mittel	I
	F.2.2	Barrierefreie Erschließung des gesamten Areals	Teil des Mobilitäts- und Freiraumkonzepts	Phase 2	Hoch	I
	F.2.3	Außenbewirtung neue Mensa	Teil des Freiraumkonzepts	Phase 2	Gering	II
	F.3.1	Baumpflanzungen	Teil des Freiraumkonzepts, Erweiterung des Schulzentrums	Phase 3	Gering - Mittel	I
	F.3.2	Einbaumöbel	Teil des Freiraumkonzepts	Phase 3	Gering - Hoch	II

Tab. 62: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Koordinative Maßnahmen

Koordinative Maßnahmen	S.2.6	Änderung / Anpassung des Bebauungsplans oder Befreiung von den Vorgaben im Bebauungsplan	Unabhängige Maßnahme, jedoch Abstimmung zwischen Landkreis und Stadt Reutlingen	Phase 2	Hoch	II
-------------------------------	-------	--	---	---------	------	----

2.2 Mobilität

Um die Umsetzung der Mobilitätsmaßnahmen innerhalb des Durchführungszeitraums des iQK bis 2032 zu gewährleisten, wird im Folgenden ein Umsetzungsplan erarbeitet. Dabei wird berücksichtigt, welche Akteure bei der Realisierung der jeweiligen Maßnahme beteiligt sind, welcher Aufwand (finanziell, organisatorisch oder koordinativ) zu erwarten ist und mit welcher Priorität Maßnahmen zu behandeln sind.

Da insbesondere bei investiven Maßnahmen möglichst große Synergie- und Einsparungseffekte bei der Umsetzung wünschenswert sind, wird im Umsetzungsplan auch berücksichtigt, dass Empfehlungen dahingehend ausgesprochen werden, wenn mehrerer Maßnahmen beispielsweise innerhalb einer „Großmaßnahmen“ umgesetzt werden sollten.

Die Zuteilung der Maßnahmen im Handlungsfeld Mobilität zu den jeweiligen Maßnahmentypen sowie der Umsetzungsaufwand und die zu beteiligenden Akteure sind den folgenden Tabellen zu entnehmen. Insgesamt gibt es neun Maßnahmen investiver Art und je sieben Maßnahmen erfordern entweder organisatorischen Aufwand oder sind koordinative Maßnahmen.

Die Umsetzung einiger Maßnahmen ist zudem von weiteren Rahmenbedingungen abhängig bzw. sollten im Zuge geplanter größerer Bau-, Umbau- und Sanierungsmaßnahmen umgesetzt werden (s. Tab. 61, Spalte 4: „Bezug/Abhängigkeit“):

- **Freiraumkonzept** (Planung 2019, Umsetzung 2022; s. Zeitplan Abb. 133): Für die Außenanlagen des Berufliche Schulzentrums ist zunächst eine Überplanung und anschließend ein Umbau vorgesehen. Maßnahmen, die in Abschnitt IV 0 als Teil des Freiraumkonzepts vermerkt sind, sollten zwangsweise in die Überlegungen zu den Planungen einfließen, um damit eine einheitliche Gestaltung und ein ganzheitliches Konzept zu gewährleisten.
- **Umbau-/ Anbau-/ Neubaumaßnahmen an den Schulgebäuden** (Je nach Schule, s. Zeitplan Abb. 133): Für Maßnahmen, deren Umsetzung bauliche Veränderungen innerhalb des Gebäudes zur Folge hat (z. B. Bau von Duschen und Umkleiden), empfiehlt es sich, diese explizit dann in die Planungen einzubeziehen, wenn Umbau-/ Anbau-/ oder Neubauvorhaben vorgesehen sind. Die Maßnahme kann dann im Zuge des Bauvorhabens berücksichtigt und mit umgesetzt werden. Dadurch ergeben sich Kostenvorteile gegenüber einer isolierten Umsetzung dieser Maßnahmen. Sollte jedoch der Umsetzungshorizont eines angedachten Umbau-/ Anbau-/ oder Neubauvorhabens an einer der Schulen in zu weiter Ferne liegen, ist

abzuwägen, ob dennoch eine vorzeitige, unabhängige Umsetzung der Maßnahme als sinnvoll zu erachten ist.

- **Sanierung des Parkhauses** (Planung 2018, Umsetzung 2018/2019): Ein Umbau des Parkhauses auf dem Areal des Beruflichen Schulzentrums ist bereits angedacht. Bauliche Maßnahmen des Mobilitätskonzepts, die das Parkhaus betreffen (z. B. Schaffen von E-Ladeinfrastruktur) sollten bei der Sanierungsmaßnahme berücksichtigt werden.
- **Unabhängige Maßnahmen:** Die sogenannten „unabhängigen Maßnahmen“ bedingen keine Umsetzung der Maßnahme zu einem bestimmten Zeitpunkt oder im Zuge größerer (Bau-)Vorhaben. Es empfiehlt sich, für diese Maßnahmen eine zeitlich kontinuierliche Umsetzung anzustreben und dafür dauerhaft – über einen bestimmten Zeitraum hinweg – finanzielle sowie personelle Kapazitäten bereitzustellen, um eine sukzessive Durchführung zu gewährleisten. Je nach Kostenaufwand der Einzelmaßnahmen kann auch auf die Restkapazitäten des Jahresfinanzhaushalts reagiert werden: Günstigere Maßnahmen dann umsetzen, wenn der Haushaltsplan des Landkreises bzw. der Schulen einen geringeren finanziellen Spielraum zulässt und aufwändigere Maßnahmen dann umsetzen, wenn dementsprechend größere finanzielle Möglichkeiten zur Verfügung stehen.

Tab. 63: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Investive Maßnahmen

Maßnahmen		Bezug / Abhängigkeit	Akteure	Aufwand	Priorität	
Investive Maßnahmen	1.2	Umbau des Campus nach Anforderungen der Barrierefreiheit	Teil des Freiraumkonzepts	<ul style="list-style-type: none"> LK Reutlingen Berufsschulen (Stadt Reutlingen) 	Hoch	I
	1.3	Einführen eines einheitlichen Wegeleit- und Orientierungssystems innerhalb des Beruflichen Schulzentrums	Teil des Freiraumkonzepts	<ul style="list-style-type: none"> LK Reutlingen Berufsschulen (Stadt Reutlingen) 	Mittel	I
	1.4	Schaffen attraktiver Sitzmöglichkeiten im Quartier entlang der Quartiersachsen; Berücksichtigung von Qualitäten wie: Witterungs-/ Sonnenschutz oder Arbeitsflächen	Teil des Freiraumkonzepts	<ul style="list-style-type: none"> LK Reutlingen Berufsschulen (Stadt Reutlingen) 	Hoch	I
	1.5	Schaffen oder Neuordnen von Raucherbereichen unter Berücksichtigung von Konfliktsituationen; Harmonisierung der Regelungen der Schulen im Umgang mit Raucherbereichen	Teil des Freiraumkonzepts	<ul style="list-style-type: none"> LK Reutlingen Berufsschulen (Stadt Reutlingen) 	Gering	II
	2.1	Aufwertung des bestehenden Angebots an Radabstellanlagen nach bestimmten Qualitätskriterien und Anpassen der Anzahl an Radabstellanlagen an den Bedarf - nach Kriterien für die Wahl von neuen Standorten	Teil des Freiraumkonzepts	<ul style="list-style-type: none"> LK Reutlingen Berufsschulen (Stadt Reutlingen) 	Mittel - Hoch	I
	2.4	Abbau von Hemmnissen bei der Radnutzung (z. B. fehlende Duschköglichkeiten, fehlende Spinde etc.)	Baumaßnahmen in den Schulen	<ul style="list-style-type: none"> LK Reutlingen Berufsschulen 	Mittel - Hoch	II
	3.3	Anbieten von Aufenthaltsräumen mit attraktiven Angeboten in den Schulen zur Überbrückung der Wartezeiten	Baumaßnahmen in den Schulen	<ul style="list-style-type: none"> LK Reutlingen Berufsschulen Schülerschaft 	Gering - Mittel	III

		Maßnahmen	Bezug / Abhängigkeit	Akteure	Aufwand	Priorität
	4.1	Empfehlungen zur Umwandlung des Parkhauses in einem multimodalen Verknüpfungspunkt	(z. T.) Teil der Umbaumaßnahme des Parkhauses / Unabhängige Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Berufsschulen • u. a.: SW Reutlingen, Carsharing-Unternehmen, Bikesharing-Unternehmen etc. 	Mittel	III
	4.2	Schaffen von / Vorrüsten für E-Ladeinfrastruktur im Parkhaus für den Kfz-Verkehr	(z.T.) Teil der Umbaumaßnahme des Parkhauses	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Stadtwerke Reutlingen 	Gering - Hoch	I

Tab. 64: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Organisatorische Maßnahmen

Maßnahmen		Bezug / Abhängigkeit	Akteure	Aufwand	Priorität	
Organisatorische Maßnahmen	1.1	Definieren von Rad- und Kfz-verkehrsfreien Bereichen als ungestörte Aufenthaltsräume sowie eine Vernetzung der Bereiche; Regelung der Umsetzung	Teil des Freiraumkonzepts	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Berufsschulen • (Stadt Reutlingen) 	Gering	I
	2.2	Reparaturmöglichkeiten anbieten („Self-Service“) und/oder Reparaturkurse und/oder Fahrradwerkstätte „von Schülern*innen für Schüler*innen“	Unabhängige Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • Berufsschulen • Schülerschaft 	Mittel	II
	4.1	Empfehlungen zur bedarfsgerechten Anpassung der Stellplatzvergabekriterien	Keine Abhängigkeiten Umsetzung im Zuge des schulischen Mobilitätsmanagements sinnvoll	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Berufsschulen 	Gering	II
	5.1	Maßnahmen zur Information und Kommunikation	Teil des schulischen Mobilitätsmanagements	<ul style="list-style-type: none"> • Berufsschulen 	Gering	I
	5.2	Maßnahmen zur Organisation	Teil des schulischen Mobilitätsmanagements	<ul style="list-style-type: none"> • Berufsschulen 	Gering	I
	5.3	Empfehlungen zu Kooperationspartnern und Aus-tausch	Teil des schulischen Mobilitätsmanagements	<ul style="list-style-type: none"> • Berufsschulen • u. a.: Stadt Reutlingen, Stadtwerke Reutlingen/RSV, Regionalbusunternehmen 	Gering - Mittel	I
	5.4	Benennung eines*r Mobilitätskoordinator*in als Kontaktperson / Ansprechpartner*in rund um alle Fragen zur schulischen Mobilität und als Verantwortliche*n für die Umsetzung und kontinuierliche Fortführung an allen Schulen	Teil des schulischen Mobilitätsmanagements	<ul style="list-style-type: none"> • Berufsschulen 	Gering	I

Tab. 65: Empfehlung zur Umsetzung der Maßnahmen – Koordinative Maßnahmen

Maßnahmen		Bezug / Abhängigkeit	Akteure	Aufwand	Priorität	
Koordinative Maßnahmen	1.6	Stärkung der fußläufigen Verbindungen auf wichtigen Relationen; zusätzliche Querungsmöglichkeiten im unmittelbaren Umfeld des Quartiers; bestehende Querungsmöglichkeiten aufwerten	Unabhängige Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Stadt Reutlingen 	Mittel	II
	2.3	Stärkung der Radinfrastruktur im Zulauf zum Schulzentrum	Unabhängige Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Stadt Reutlingen 	Mittel	II
	2.5	Prüfung von Verknüpfungsstationen des Radverkehrs mit dem Pkw (Park & Bike) oder dem öffentlichen Verkehr (Bike & Ride)	Unabhängige Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Stadt Reutlingen • Stadtwerke Reutlingen/RSV • Regionalbus-Unternehmen • Deutsche Bahn 	Hoch	I
	2.6	Prüfung des Einsatzes eines Mietradsystems in Kooperation mit weiteren Akteuren	Unabhängige Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen, • Stadt Reutlingen • Bikesharing-Unternehmen 	Mittel	III
	3.1	Empfehlungen zur Prüfung von erweiterten ÖPNV-Angeboten	Unabhängige Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Stadtwerke Reutlingen/RSV • Regionalbus-Unternehmen • Verkehrsverbund Neckar-Alb-Donau (naldo) • Deutsche Bahn 	Hoch	I

		Maßnahmen	Bezug / Abhängigkeit	Akteure	Aufwand	Priorität
Koordinative Maßnahmen	3.2	Empfehlungen zur Harmonisierung der Schulanfang und -endzeiten mit der Regionalbus und -bahnbedienung bzw. Staffelung der Schulanfang und -endzeiten zur Entzerrung des Schülerverkehrs	Unabhängige Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Berufsschulen • Stadtwerke Reutlingen/RSV • Regionalbus-Unternehmen • Verkehrsverbund Neckar-Alb-Donau (naldo) • Deutsche Bahn 	Mittel – Hoch	II
	3.4	Empfehlungen zur Prüfung von Park & Ride-Stationen am Stadtrand Reutlingens	Unabhängige Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> • LK Reutlingen • Stadt Reutlingen • Stadtwerke Reutlingen/RSV • Regionalbus-Unternehmen • Deutsche Bahn 	Hoch	I

2.3 Energie

Zur Umsetzung des Energiekonzepts und der dort vorgeschlagenen Maßnahmen wird im Folgenden ein Maßnahmenplan vorgestellt, in dem jeder Maßnahme eine mögliche Abhängigkeit, der vorgeschlagene Zeitpunkt, der mit der Maßnahme verbundene Aufwand (finanziell und organisatorisch) und die Priorität zugeordnet wird.

Der Maßnahmenplan gliedert sich in die vorgeschlagenen Sofortmaßnahmen, die ab sofort umgesetzt werden können und die wiederum in investive und organisatorische Maßnahmen unterteilt sind sowie die umfangreicheren Maßnahmen in den 3 Phasen.

Tab. 66: Maßnahmenplan Energie – Sofortmaßnahmen

	Gebäude	Maßnahmen	Bezug / Abhängigkeit	Zeitpunkt	Aufwand	Priorität	
Investive Maßnahmen	I.1		Restliche Gebäude an FW anschließen	Unabhängige Maßnahme	bis Juni 2019	mittel	I
	I.2	LSSneu, WST	Sanierung der TWW-Bereitung, Eneuerung Heizungsverteiler und Pumpen	Unabhängige Maßnahme	2019	mittel	I
	I.3	KSS	Sanierung der TWW-Bereitung, Eneuerung Umwälzpumpen, Aufschaltung MSR auf GLT	Unabhängige Maßnahme	2019	mittel	I
	I.4	WST, LSS, KSS	Erneuerung, Aufteilung und Optimierung der Druckluftherzeugung	Unabhängige Maßnahme	2019	mittel	II
	I.5	FvS	Sanierung Sanitäranlagen und Lüftung im UG Aula	Unabhängige Maßnahme	2019	mittel	II
	I.6	THS	Sanierung der TWW-Bereitung,	Unabhängige Maßnahme	2019	gering	I
	I.7	KSS Raum 357	Verbesserung des sommerlichen Wärmeschutzes für das Lehrerzimmer und Einbau einer Lüftung mit Kühlfunktion	Unabhängige Maßnahme	2019	mittel	I
	I.8	KSS, FvS, LSS	Identifizierung der Klassenräume mit Überhitzungsproblemen und Ausstattung mit raumweisen Lüftungsanlagen mit Kühlfunktion	Unabhängige Maßnahme	2020	mittel	I

Tab. 67: Maßnahmenplan Energie – Organisatorische Sofortmaßnahmen

Maßnahmen		Akteure	Bezug / Abhängigkeit	Zeitpunkt	Aufwand	Priorität	
Organisatorische Maßnahmen	O.1	Optimierung der Organisationsstruktur für das Energiemanagement im KSKA und Ernennung eines*r Energiemanagers*in	KSKA	Unabhängige Maßnahme	2019	mittel	I
	O.2	Optimierung der Gebäudeleittechnik; Entscheidung über zentrale Leittechnik	KSKA	Unabhängige Maßnahme	bis 2020	gering	II
	O.3	Den Einsatz einer Energiemonitoring-Software prüfen und gegebenenfalls einrichten	KSKA	Unabhängige Maßnahme	bis 2020	gering	III
	O.4	Schaffung von ausreichenden, personellen Kapazitäten für das Energiemanagement und die Hausmeister	KSKA	Abhängig von Personalplanung Landkreis	bis 2021	mittel	II
	O.5	Regelmäßige Schulung der Hausmeister zu Themen des Energiemanagements sowie regelmäßige Besprechungen zum Austausch	KSKA Hausmeister	Abhängig von Zeitressourcen und Schaffung von zusätzlichen personellen Kapazitäten	ab jetzt fortlaufend	gering	III
	O.6	Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung der Betriebszeiten und der Leistungsstufen der Lüftungsanlagen und Umwälzpumpen	KSKA Hausmeister	Unabhängige Maßnahme	2019	gering	I
	O.7	Nachjustierung von Bewegungsmelder und Helligkeitssensoren bei geregelter Beleuchtung	KSKA Hausmeister	Unabhängige Maßnahme	2019	gering	I
	O.8	Unterrichtseinheit zum energiesparenden Verhalten in jeder Klasse durchführen	Schulen	In Zusammenarbeit mit Klimaschutzagentur Landkreis	ab Herbst 2019 jährlich	gering	III

		Maßnahmen	Akteure	Bezug / Abhängigkeit	Zeitpunkt	Aufwand	Priorität
Org. Maßnahmen	O.9	Verbesserung der Information und Kommunikationsmöglichkeiten zum Thema Energie an den Schulen	KSKA Schulen		ab jetzt fortlaufend	gering	III
	O.10	innerschulische Workshops und SMV-Projekte	Schulen SMV		ab jetzt fortlaufend	gering	III
	O.11	Energieeffizienzkriterien in Beschaffungswesen für elektrische Geräte verankern	Schulen		ab jetzt fortlaufend	gering	II

Tab. 68: Maßnahmenplan Energie – Investive Sanierungsmaßnahmen Phase 1 bis 3

Maßnahmen		Gebäude	Bezug / Abhängigkeit	Zeitpunkt	Aufwand	Priorität
Investive Maßnahmen	I.9	THS	Im Rahmen der Generalsanierung THS	Phase 1 2020/2021	hoch	I
	I.10				hoch	I
	I.11				mittel	I
	I.12				mittel	I
	I.13				hoch	I
	I.14				hoch	I
	I.15				mittel	II
	I.16	LSS alt	Im Rahmen der Generalsanierung LSS alt und Musiksaal	Phase 1 2022	hoch	I
	I.17				hoch	I
	I.18				mittel	I
	I.19				mittel	I
	I.20				hoch	I
	I.21				mittel	II
	I.22	KSS	Im Rahmen der Generalsanierung KSS	Phase 2 2023/2024	hoch	II
	I.23				hoch	I
	I.24				hoch	II
	I.25				mittel	II
I.26	hoch				II	
I.27	hoch				II	

Maßnahmen		Gebäude	Bezug / Abhängigkeit	Zeitpunkt	Aufwand	Priorität
I.28	Sanierung Elektroanlagen	KSS	Im Rahmen der Generalsanierung KSS	Phase 2 2023/2024	hoch	II
I.29	Installierung einer Photovoltaik-Anlage				mittel	II
I.30	Sanierung Elektroanlagen Nordbau	FvS	unabhängig	2024	mittel	III
I.31	Dämmung ungedämmter Außenwände kleine Halle	THH	unabhängig	2026	mittel	III
I.32	Dämmung der Außenwände	WSG neu	Im Rahmen der Generalsanierung WSG neu	Phase 3 2027	hoch	II
I.33	Austausch Fenster, PfR-Konstruktionen, Paneele und Türen mit U-Wert >2,0 W/m²K				hoch	II
I.34	Dämmung des Flachdaches				hoch	II
I.35	Erneuerung Raumtemperaturregelung und hydraulischer Abgleich				mittel	II
I.36	Erneuerung Abluftanlagen				mittel	II
I.37	Sanierung Sanitäranlagen				hoch	II
I.38	Sanierung Elektroanlagen				hoch	II
I.39	Installierung einer Photovoltaik-Anlage				mittel	II
I.41	Dämmung ungedämmter Außenwand	HKS	Im Rahmen der Generalsanierung HKS	Phase 3 2029	hoch	II
I.42	Austausch Fenster /Türen mit U-Wert >2,0 W/(m²K)				hoch	II
I.43	Dämmung des Flachdaches				hoch	II
I.44	Dämmung der Geschossdecke zur Tiefgarage				mittel	II
I.45	Sanierung Heizungsanlage				mittel	II
I.46	Erneuerung Lüftungsanlage 3.500 m³/h				gering	II

Maßnahmen		Gebäude	Bezug / Abhängigkeit	Zeitpunkt	Aufwand	Priorität
I.47	Erneuerung Lüftungsanlage Parkhaus	HKS	Im Rahmen der Generalsanierung HKS	Phase 3 2029	mittel	II
I.48	Sanierung Sanitäranlagen				gering	II
I.49	Sanierung Elektroanlagen				mittel	II
I.50	Installierung einer Photovoltaik-Anlage				mittel	II
I.51	Dämmung ungedämmter Außenwände	WSG alt	Im Rahmen der Generalsanierung WSG alt	Phase 3 2030	mittel	II
I.52	Austausch Fenster / Türen mit U-Wert >2,0 W/(m²K)				hoch	II
I.53	Austausch der Metalltüren und des Garagentors				gering	II
I.54	Dämmung des Flachdaches				hoch	II
I.55	Erneuerung Raumtemperaturregelung und hydraulischer Abgleich				mittel	II
I.56	Erneuerung Abluftanlagen 25.000 m³/h				mittel	II
I.57	Erneuerung Lüftungsanlage 13.500 m³/h				mittel	II
I.58	Sanierung Sanitäranlagen				hoch	II
I.59	Sanierung Elektroanlagen				hoch	II
I.60	Installierung einer Photovoltaik-Anlage				mittel	II

3 Umsetzungshemmnisse und Handlungsoptionen

Derzeit (2019) wird ein Schulentwicklungsplan für den gesamten Landkreis erarbeitet, sodass noch nicht genau gesagt werden kann, welche Ausbildungsberufe in Zukunft am Standort Reutlingen unterrichtet werden. Solange hier keine Klarheit herrscht, muss eine genauere Zuordnung und Größe der Neubauten zurückgestellt werden.

- Handlungsoption: Der Prozess und das Ergebnis der regionalen Schulentwicklung als Planungsgrundlage kann sowohl eine Anpassung des Raumbedarfs erfordern als auch gegebenenfalls Umbaumaßnahmen in den Gebäuden oder Neubaumaßnahmen zur Folge haben. Im Umkehrschluss beeinflussen die Ergebnisse des iQK aber auch die regionale Schulentwicklung. Die Pläne und Vorschläge des iQK sollten aktualisiert werden, da es sich um einen iterativen Prozess handelt.

Der langfristige Bedarf muss vor allem bei zu fördernden Neubaumaßnahmen durch Raumprogramme des Regierungspräsidiums Tübingen bestätigt werden, mit der Erstellung der Raumprogramme ist aus Kapazitätsgründen beim RP kurzfristig nicht zu rechnen.

- Handlungsoption: Auch hier muss gegebenenfalls eine Anpassung der Vorschläge aus dem iQK vorgenommen werden, um sich an die veränderten Randbedingungen anzupassen.

Für Neubaumaßnahmen kann die reguläre Schulbauförderung in Anspruch genommen werden, jedoch ist für Sanierung der Kommunale Sanierungsfonds in der Weise befristet, dass bis auf den Antrag für die Sanierung der Theodor-Heuss-Schule kein weiterer Antrag gestellt werden kann.

- Handlungsoption: Die sich ändernden Fördermöglichkeiten müssen beobachtet werden und gleichzeitig die Unterlagen aktuell gehalten werden, um für eine mögliche Inanspruchnahme einer neu geschaffenen Förderung schnell einen Antrag zusammenstellen zu können.

Sollte es nicht zu Generalsanierungen kommen, ist eine sukzessive Sanierung nach Gewerken erforderlich. Die Herausforderung liegt dabei in der zeitlichen Staffelung der Maßnahmen und der davor erforderlichen Abstimmung der Planer zu Beginn der Maßnahmen. Dies kann unter anderem durch die aktuelle Marktsituation im Baugewerbe verursacht werden.

- Hier ist eine solide Planung erforderlich, da Synergieeffekte bei sukzessiven Sanierungen teilweise nicht genutzt werden können. Es sollte langfristig

ausgeschrieben werden, um zu vermeiden, dass Firmen ihre Auftragsbücher schon voll haben und keine Angebote abgeben.

Eine Änderung des Bebauungsplans kann längere Zeit in Anspruch nehmen, hier sollte frühzeitig ein Überarbeitungs-Entwurf mit der Stadt abgestimmt werden, sodass die Änderung rechtzeitig in Kraft treten kann.

- Nach den Vorgaben des Bebauungsplans sind zwar Aufstockungen möglich, jedoch müsste für eine weitere Überbauung von Flächen jeweils eine Befreiung in der Baugenehmigung erteilt werden. Hier sollte geprüft werden, ob es überhaupt notwendig ist, den Bebauungsplan zu ändern, in jedem Fall ist eine langfristige Planung notwendig.

Zu klären sind gegebenenfalls Urheberrechte bei gestalterischen Veränderungen an den Gebäuden und Außenflächen.

- Hier kann eine frühe Beteiligung der Urheberrechtsinhaber sinnvoll sein, möglicherweise kann der Landkreis das Urheberrecht „ablösen“.

Bauliche Erweiterungen müssen durch den Gestaltungsbeirat für die Oststadt bei der Stadt Reutlingen genehmigt werden. Die exponierte Lage des Gebäudes Bismarckstr. 15 erfordert in jedem Fall bei einem Ersatzbau eine städtebauliche Abstimmung mit der Stadt Reutlingen.

- Hier ist eine frühe Abstimmung und Vorstellung der Pläne vor dem Gestaltungsbeirat angeraten. Möglicherweise kann der Gestaltungsbeirat in die Formulierung der Wettbewerbsauslobung eingebunden werden.

Das Personal zur Betreuung von Baumaßnahmen beim Landkreis Reutlingen könnte mit der aktuellen Ausstattung kaum alle Sanierungsmaßnahmen im vorgesehenen Zeitplan betreuen.

- Eine langfristige Personalplanung ist unabdingbar, möglicherweise können Aufgaben extern vergeben werden, jedoch kann für den generellen Fachkräftemangel an dieser Stelle keine Lösung gefunden werden.

Die finanziellen Möglichkeiten des Landkreises sind auch bei Förderungen begrenzt, insbesondere ist ein Schuldenabbau auf den Durchschnitt aller Landkreise geplant.

- Die hier vorgeschlagenen Maßnahmen lassen sich unabhängig voneinander realisieren. Es bestehen keine Abhängigkeiten, sodass nach jeder Maßnahme eine größere Pause eingelegt oder die Umsetzung der Maßnahmen gestoppt werden kann.

4 Maßnahmen zur Erfolgskontrolle

4.1 Einbindung in Klimaschutzstrategie

Im Rahmen des Klimaschutzkonzepts des Landkreises sowie über die Arbeit der Klimaschutzbeauftragten des Landkreises, die beim Kreisamt für nachhaltige Entwicklung angesiedelt ist, werden die Entwicklung und die Erfolge der Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen des European Energy Award® regelmäßig geprüft.

Mit Werkzeugen wie dem BICO2 BW werden aus auf Landesebene für die Städte und Kreise regelmäßig ermittelten statistischen Kennzahlen und in der eigenen Verwaltung erstellten Angaben Bilanzen zu Energieverbräuchen und CO₂-Emissionen gebildet (Top-Down-Methode). Damit kann mit überschaubarem Aufwand regelmäßig eine Gesamtbilanz für den Landkreis erstellt und in geeigneter Weise selbst fortgeschrieben werden.

Um jedoch im untersuchten Quartier den Effekt von bestimmten Einzelmaßnahmen zu erfassen, müssen konkret durchgeführte Maßnahmen und ihre jeweiligen Effekte festgehalten werden können (Bottom-Up-Methode). Wegen der homogenen Struktur des Quartiers mit ausschließlich kommunal verwalteten Gebäuden bietet sich als Grundlage für das Klimaschutzmonitoring im Quartier das ohnehin vorhandene kommunale Energiemanagement (KEM) an.

Beide Ansätze müssen im Rahmen einer einheitlichen Klimaschutzstrategie in Durchführung und Auswertung aufeinander abgestimmt werden.

Im Rahmen des vorhandenen kommunalen Energiemanagements (KEM) werden bereits jährlich Energieberichte mit Auswertungen zu Energieverbrauch und Umweltwirkung pro Gebäude erstellt. Die dafür pro Gebäude erhobenen Daten können dadurch leicht auf Quartiersebene zusammengefasst und ausgewertet werden.

Die dabei zur Bilanzierung verwendeten Umweltfaktoren sollten im Interesse einer einheitlichen Auswertung und leichteren Integration in bestehende Controlling-Systeme mit allen Beteiligten abgestimmt und vereinheitlicht werden.

4.2 Sanierungsmanagement

Im Rahmen des Förderprogramms 432 der KfW werden die Personal- und Sachkosten des Sanierungsmanagements für i.d.R. 3, maximal 5 Jahre gefördert (mehr Details dazu im Abschnitt III 5.2.2). Das Sanierungsmanagement ist ein Instrument, die Umsetzung der im Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen zu

begleiten, zu unterstützen und zu koordinieren und stellt somit eine Qualitätssicherungsmaßnahme dar.

Bei der Erfolgskontrolle über die oben beschriebene Auswertung der jährlichen Energieberichte im Rahmen des KEM sollten auch qualitative Ziele erfasst werden. Fragestellungen hierfür können sich auf Prozessabläufe („Was waren die Erfolgs-/Misserfolgskriterien?“) oder auf Netzwerkauf- und -ausbau beziehen („Welche Akteure sind eingebunden? Welche fehlen noch?“).

Durch die geringe Verweildauer der Schüler*innen am Beruflichen Schulzentrum muss auch die fortlaufende Sensibilisierung für Energienutzung und den Einfluss des Nutzerverhaltens im Fokus des Sanierungsmanagers stehen. Er kann die Schulleitung bzw. das Gebäudemanagement dabei unterstützen, geeignete technische und organisatorische Maßnahmen zur Entwicklung und Aufrechterhaltung eines energiebewussten Nutzerverhaltens einzuführen.

V. AKTEURSEINBINDUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

1 Einbindung von Akteuren

Für eine langfristig erfolgreiche Umsetzung des integrierten Quartierskonzeptes ist die frühzeitige und umfassende Beteiligung der relevanten Akteure und Betroffenen von größter Wichtigkeit. Es hat sich bereits bewährt, dass in den vorbereitenden Arbeiten zum Quartierskonzept mit Verwaltung und Schulleitungen eng kommuniziert worden ist. Diese vorbereitenden Ansätze sollen im Rahmen des Planungs- und Entscheidungsprozesses verstetigt werden. Während der Erarbeitung des integrierten Quartierskonzeptes wurden die verschieden stark ins Thema involvierten Akteure auf mehreren Ebenen differenziert eingebunden.

1.1 Abstimmungstermine mit Kreisschul- und Kulturamt

Folgende Abstimmungstermine mit Vertretern des Kreisschul- und Kulturamts (KSKA) haben stattgefunden:

21.12.2017 Teilnehmer*innen:

KSKA, IB ebök, Aldinger Architekten, CONSISTE

Inhalte:

Vorstellung der Projektbeteiligten, Absprache der Zuständigkeiten, Darstellung der Rahmenbedingungen durch KSKA, Zusammenfassung der bisherigen und laufenden Sanierungsmaßnahmen im Quartier, Diskussion der Zielsetzungen und Handlungsfelder des iQK, Zeitplan.

02.02.2018 Teilnehmer*innen:

KSKA, IB ebök, Aldinger Architekten, CONSISTE, StetePlanung

Inhalte:

Vorgezogene Sanierung der Theodor-Heuss-Schule, Rahmenbedingungen für Mobilitätskonzept, Arbeits- und Zeitplan, Organisatorisches, gemeinsame Begehung des Quartiers.

18.04.2018 Teilnehmer*innen:

KSKA, IB ebök, Aldinger Architekten, CONSISTE, StetePlanung

Inhalte:

Aktuelle Entwicklungen am Beruflichen Schulzentrum, Stand Bestandsanalyse, Vorbereitung Lenkungsgruppe.

20.06.2018 Teilnehmer*innen:

KSKA, IB ebök, Aldinger Architekten, CONSISTE

Inhalte:

Gebäude-Steckbriefe, Schulentwicklungsplanung und Szenarien für iQK, Vorbereitung Workshop Mobilität

26.09.2018 Teilnehmer*innen:

KSKA, IB ebök, Aldinger Architekten, CONSISTE

Inhalte:

Stand der Sanierungsarbeiten im Beruflichen Schulzentrum, Arbeitstand iQK, Workshopvorbereitung

17.12.2018 Teilnehmer*innen:

KSKA, IB ebök

Inhalte:

Abstimmung Endbericht, Abstimmung Besprechung mit Landrat und Vorbereitung Vorstellung Kreistag.

Die Protokolle der Besprechungen sind im Anhang zum Bericht zu finden.

1.2 Lenkungsgruppe

Projektbegleitend wurde eine Lenkungsgruppe eingerichtet. In ihr sind Vertreter des Landratsamts sowie die Schulleitungen vertreten.

Die Lenkungsgruppe begleitet kritisch die Erstellung des Konzepts und prüft die Ergebnisse hinsichtlich der Zielsetzungen und möglicher Umsetzungshindernisse.

Die erste Sitzung der Lenkungsgruppe fand am 15.05.2018 im Landratsamt Reutlingen statt. Neben Vertreter*innen der am Quartierskonzept beteiligten Büros nahmen Vertreter*innen des Landratsamts (Gebäudemanagement, Grünflächenbeauftragter, Leiter KSKA, Verwaltungsdezernent) und der Schulleitungen teil (insgesamt 17 Teilnehmende).

Tagesordnung der Lenkungsgruppe vom 15.05.2018

- Allgemeine Aufgabenstellung eines integrierten Quartierskonzepts
- Funktion der Lenkungsgruppe
- Vorstellung des Quartiers und der spezifischen Aufgabenstellung

- Vorstellung der Bestandsanalyse
 - Städtebau, Freiraum, Architektur (Aldinger Architekten)
 - Verkehr, Mobilität (StetePlanung)
 - Energie, Gebäudehülle, Wärmeversorgung (ebök)
 - Energie, Strom (CONSISTE)
- Diskussion Bestandsanalyse und Orientierung Maßnahmen und Zielkonzept
- Vorschläge zur Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit
- Weiteres Vorgehen

Die zweite Sitzung der Lenkungsgruppe fand am 22.11.2018 im Landratsamt Reutlingen statt. Neben Vertreter*innen der am Quartierskonzept beteiligten Büros nahmen Vertreter*innen des Landratsamts (Gebäudemanagement, Leiter KSKA) und der Schulleitungen teil (insgesamt 12 Teilnehmende).

Tagesordnung der Lenkungsgruppe vom 22.11.2018

- Stand der Arbeit am iQK
- Rückblick auf Workshops
- Vorstellung der Konzepte und der Maßnahmenvorschläge
 - Städtebauliche Entwicklung (Aldinger Architekten)
 - Freiraumgestaltung (Aldinger Architekten, StetePlan)
 - Mobilität (StetePlan)
 - Energie (ebök, CONSISTE)
- Hemmnisse bei der Umsetzung und Überwindungsstrategien
- Festlegung der Richtlinien für den Endbericht
- Öffentlichkeitsarbeit und Vorstellung der Ergebnisse im Kreistag

Die Sitzungs-Protokolle der Lenkungsgruppe sind im Anhang zum Bericht zu finden.

1.3 Workshops

Im Rahmen der Quartiersentwicklung des Beruflichen Schulzentrums Reutlingen wurden Workshops zu den zwei Themenbereichen Mobilität und Energieeinsatz und Nutzerverhalten durchgeführt. Damit sollten alle Betroffenen (Schulleitungen, Lehrer- und Schülerschaft sowie Hausmeister) frühzeitig in die weitere Quartiersentwicklung einbezogen werden.

1.3.1 Workshop Mobilität vom 18.07.2018

1.3.1.1 Anlass und Ablauf

Im ersten der zwei Workshops stand das Thema Mobilität im Fokus. Bisherige Erkenntnisse der Planungsteams zu diesem Themenfeld sollen um die Ergebnisse des Workshops angereichert werden. Damit wird sichergestellt, dass auch die Anforderungen und Bedürfnisse der Anspruchs- und Nutzergruppen des schulischen Quartiers im Konzept berücksichtigt werden.



Abb. 134: Teilnehmende am Workshop Mobilität am 18.07.2018

Hierzu wurde an drei Thementischen die für eine nachhaltige Mobilität bedeutsamen Themen „Radverkehr“, „öffentlicher Verkehr“ und „Freiraum“ gemeinsam diskutiert. Die Beteiligten hatten die Möglichkeit, sich im Laufe des Workshops an zwei der drei Thementische einzubringen und ihre Anliegen zu äußern.

Der Workshop fand am 18.07.2018 in der Theodor-Heuss-Schule statt. Eingeladen waren die Schulleitungen sowie Vertretungen der Lehrer- und Schülerschaften der vier Schulen am Standort. (Theodor-Heuss-Schule, Kerschensteinerschule, Laura-Schradin-Schule und Ferdinand-von-Steinbeis-Schule). Unter den 27 Teilnehmer*innen waren alle Schulen vertreten. Außerdem nahmen Vertreter des Landratsamts sowie die Klimaschutzbeauftragte der Stadt Reutlingen an dem Workshop teil.

ABLAUF DES WORKSHOPS

09:00 Uhr	Begrüßung, Vorstellung, Einführung (Hr. Häußler, Hr. Hildebrandt, Fr. Stete)
09:25 Uhr	Präsentation der bisherigen Ergebnisse der Planungsteams zum Thema Mobilität
10:05 Uhr	Einführung in die gemeinsame Arbeit an den Thementischen
10:15 Uhr	Arbeit an den Thementischen – Teil 1
11:00 Uhr	Pause
11:15 Uhr	Arbeit an den Thementischen – Teil 2
12:00 Uhr	Zusammenfassung im Plenum
13:15 Uhr	Ausblick – Wie geht es weiter?
13:30 Uhr	Ende der Veranstaltung

1.3.1.2 Methodik und Vorgehen

Nach der Begrüßung durch Hr. Häußler (Leiter des Kreisschul- und Kulturredes beim Landratsamt Reutlingen), Herr Hildebrandt (Büro ebök) und Frau Stete (Büro StetePlanung) wurden der Hintergrund und die Notwendigkeit des Projekts vorgestellt und die beteiligten Akteure benannt.

Im Anschluss an eine Präsentation der bisherigen Analyseergebnisse aus der Verkehrs- und Mobilitätssicht (Präsentationsfolien im Anhang) wurden die Teilnehmenden in drei Gruppen aufgeteilt. Das Interesse der Einzelnen an den Themen der drei Thementische wurde dabei vorrangig als Zuweisungskriterium gewählt.

In den folgenden 45 Minuten hatten die Teilnehmenden Zeit, inhaltlich an den Tischen zu diskutieren. Als Orientierungshilfe wurden für jeden der drei Thementische vier Leitfragen gestellt – die Moderation der Tische wird von den projektbearbeitenden Büros übernommen.

Als Leitfragen waren formuliert:

Thementisch Freiraum

- Welchen Bereich auf dem Campus wünschen Sie sich vollständig frei von Verkehr (auch Rad- und Lieferverkehr)?
- Welche Bereiche auf dem Campus sind wichtig für Aufenthalt (z.B. Pausen) und was wünschen Sie sich dort?
- Welche Bereiche auf dem Campus sind für mobilitätseingeschränkte Menschen schwer zu erreichen?
- Haben Sie Vorschläge zur Gestaltung der Außenanlagen?

Thementisch öffentlicher Verkehr

- Gibt es Defizite im Stadtbusverkehr und wenn ja, welche?
- Aus welcher Gemeinde im Umkreis Reutlingens kommend, sind ÖV-Angebote (Bus und Bahn) defizitär und warum?
- Wenn Sie von außerhalb der Stadt kommen: Nutzen Sie anstelle des ÖPNV den Pkw? Aus welchen Gründen?
- Was müsste getan werden, damit Sie häufiger / besser den Campus mit dem ÖPNV erreichen?

Thementisch Radverkehr

- Aus welcher Richtung kommen Sie mit dem Rad am Schulzentrum an und welche Abstellanlage nutzen Sie in der Regel?
- Welche Radabstellanlagen sind in der Regel überlastet? Welche Anlagen sind gut ausgelastet? Welche Anlagen werden kaum genutzt?
- An welcher Stellen wünschen Sie sich zusätzliche oder mehr Radabstellanlagen und in welcher Qualität?
- Was müsste getan werden, damit Sie häufiger mit dem Rad zur Schule kommen?

Sowohl mit Klebepunkten (zur Markierungen relevanter Orte im Quartier in ausgehängten Plänen) als auch mittels Kärtchen (zum Notieren der Einzelbeiträge) konnten die Teilnehmenden ihre Anliegen, Meinungen und Anforderungen äußern. Die Möglichkeit, weiterführende Anregungen zu den Themen zu kommunizieren wurde den Teilnehmenden ebenso eingeräumt.

Nach der ersten Arbeitsrunde wurden die Teilnehmenden – wieder nach Interessenslage und Neigung – an einen weiteren Thementisch in neuer Konstellation verteilt und ein zweiter Durchlauf von 45 Minuten begonnen.

Abschließend stellten das Moderatorenteam und ausgewählte Vertreterinnen und Vertreter der Teilnehmenden im Plenum die Ergebnisse der Thementische vor und diskutierten diese ein letztes Mal gemeinsam.

1.3.1.3 Ergebnisse der Thementische

In der Anlage „Zusammenfassung / Übersicht der Beiträge des Mobilitätsworkshops am Beruflichen Schulzentrum Reutlingen“ und den beiden dazugehörigen Plänen „Thementisch Freiraum / Dokumentation“ und „Thementisch „Radverkehr / Dokumentation“ sind die Beiträge der Teilnehmenden an den drei Thementischen fixiert. Im Folgenden werden die Erkenntnisse zu den drei Themen zusammengefasst dargestellt.

Ergebnisse des Thementisches Freiraum

- Die Teilnehmenden des Workshops wünschen sich im Freiraum des schulischen Campus mehr Bereiche, die frei von sämtlichen Verkehren wie Liefer- oder auch Radverkehren sind. Mit sieben Nennungen wird der Vorbereich um die Mensa auf dem zentralen Quartiersplatz am häufigsten beziffert. Auch der Eingangsbereich der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule (vier Nennungen) und der Hauptzugang ins Quartier aus dem Osten zwischen Kerschensteinerschule und Theodor-Heuss-Schule (drei Nennungen) sind Orte, die von den Teilnehmenden verkehrsfrei gewünscht werden.
- Des Weiteren wird der Wunsch nach mehr Sitzmöglichkeiten im Quartier deutlich. Diese sollten bestimmte Anforderungen erfüllen: An insgesamt 12 Orten werden Sitzmöglichkeiten mit Überdachung (Beschattung, Witterungsschutz) und Tischen zum Arbeiten gefordert. Die Anforderungen gelten auch für bereits bestehende Aufenthaltsbereiche.
- Neben klassischen Sitzmöglichkeiten spielen für die Teilnehmenden auch „moderne“ Freizeitangebote im Freiraum, wie Fitnessgeräte oder eine Boulder-(Kletter-)wand, eine wichtige Rolle.
- Ein kontrovers diskutiertes Thema sind Raucherbereiche. Zum einen werden mehr, aber auch schönere und überdachte Raucherbereiche gefordert. An anderer Stelle werden diese als störend empfunden – „sie geben kein gutes Bild ab“. Tatsächlich sind heute drei der vier Schulen rauchfrei. Einer konsensfähigen Lösung dieses Problems kommt eine große Bedeutung zu.
- Bei der Frage nach der Verortung nicht-barrierefreier Bereiche im Quartier zeigt sich, dass diese insbesondere an den Zugängen in die Schul- oder Werkstattgebäude oder in den Gebäuden selbst liegen (11 gekennzeichnete Stellen). Im Freiraum des Schulareals werden nur 3 Stellen benannt. Diese

liegen an neuralgischen Punkten auf dem Areal, sodass beispielsweise eine barrierefreie Bewegung zwischen zwei Schulen nicht möglich ist.

- Vorschläge zur Gestaltung der Außenanlagen und weitere Anregungen zum Freiraum sind beispielsweise die Anlage eines zentralen Parks auf Höhe der Mensa mit einer Großzahl an Sitzmöglichkeiten, eine Schulkita für die Schüler- und Lehrerschaft oder ein schwarzes Brett zur Organisation von Fahrgemeinschaften.

Ergebnisse des Thementisches Radverkehr

- Am Thementisch Radverkehr wird – allem voran – das Angebot an Radabstellanlagen und deren Erreichbarkeit diskutiert. Mittels Klebepunkten bewerten die Teilnehmenden die Auslastung der Anlagen.

An deutlichsten fällt dabei die Wertung des Fahrradkellers in der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule aus: die Anlage ist überlastet (5 Nennungen). An allen anderen Radstellplätzen fällt die Bewertung nicht so eindeutig aus: Die 35 Radstellplätze im Parkhaus sind für 5 Teilnehmende überlastet, eine Person wertet dagegen mit „nicht ausgelastet“. Der Fahrradkeller in der Theodor-Heuss-Schule (Kapazität für rund 60 Räder) erhält dagegen mit je einer Nennung die Wertung gut ausgelastet bis nicht ausgelastet. Lediglich der Radstellplatz nördlich der Werkstatt erhält keine Bewertung.

Es zeigt sich, dass eine ungleichverteilte Nutzung der Abstellanlagen und eine dementsprechende Auslastung anzunehmen ist. Die uneinheitliche Wahrnehmung über die Auslastung der Abstellanlagen lässt sich u. a. auf Tages- und Jahreszeitganglinien zurückführen.

Aus der unterschiedlich starken Auslastung der beiden Radkeller lässt sich folgern, dass eine geringere bzw. ein höhere Bekanntheit der Keller unter Radfahrenden anzunehmen ist. Auch die Lage des Radkellers im Untergeschoss der Theodor-Heuss-Schule– lediglich mit Zugang über eine Rampe – kann im Vergleich zur Lage des Radkellers im Kellergeschoss Ferdinand-von-Steinbeis-Schule – mit ebenerdigen Zugang in der Nähe des Haupteingangs – zu geringerer bzw. höherer Bekanntheit führen.

- Der Wunsch nach mehr Abstellmöglichkeiten wird für jede der heute bestehenden Abstellanlagen geäußert. Zusätzliche Anlagen an anderer Stelle werden dagegen nicht gefordert. Um die Qualität der bestehenden Radabstellanlagen zu verbessern, wünschen sich die Teilnehmenden mehr Überwachung (an allen 9 Abstellanlagen). Eine Rahmenanschlussmöglichkeit, die einen besseren Schutz vor Diebstahl gewährleistet, wird für 4 Stationen genannt. Weitere Forderungen betreffen lediglich einzelne Abstellanlagen.

- Ein Zusammenhang zwischen der genutzten Radabstellanlage und der Richtung, aus der der Schulcampus mit dem Rad erreicht wird, lässt sich zunächst nicht feststellen. Sowohl Radfahrende, die aus dem Osten kommen, als auch solche aus Richtung Westen nutzen Abstellanlagen im Westen des Schulzentrums. Gleiches gilt für Anlagen im Osten. Dies lässt vermuten, dass sowohl die Qualität der Anlage (z. B. Fahrradkeller) als auch die Nähe zum Zielgebäude ausschlaggebend für die Wahl der Abstellanlage ist.
- Die Antworten auf die Frage danach, was getan werden müsste, um häufiger mit dem Rad zur Schule zu kommen, sind mannigfaltig.

Zum einen werden Maßnahmen auf dem Gelände der Schulanlage gefordert, die direkt mit dem Abstellen des Rades zusammenhängen (u. a. verbesserter Diebstahlschutz, Vergrößerung des Angebots an Stellplätzen). Zum anderen werden Maßnahmen angeregt, die zunächst nur mittelbar mit der Radnutzung und dem Abstellen dessen im Zusammenhang stehen (u. a. Service-Stationen mit Luftpumpe und Reparaturmaterial einrichten, Duschen, Umkleidemöglichkeiten und Spinde für Radfahrende schaffen).

Einige Forderungen beziehen sich auch auf das Umfeld, insbesondere den Straßenraum im Zulauf zum Schulquartier: So fehlen nach Ansicht der Beteiligten u. a. Radwege in der Bismarck- und Kaiserstraße. Die Regelungen mit Tempo 30 werden nur bedingt vom Kfz-Verkehr eingehalten und bieten deshalb nicht ausreichend Schutz für den Radverkehr.

Relevant ist auch eine bessere Vernetzung zwischen den Verkehrsmitteln Rad und ÖPNV sowie Rad und Pkw: Für die Einrichtung von Bike & Ride und Park & Bike Anlagen am Stadtrand Reutlingens werden von den Teilnehmenden große Verlagerungspotenziale auf den Radverkehr eingeräumt.

Als weitere Anregungen werden zudem die Integration des schulischen Campus in den Reutlinger „Masterplan Fahrrad“, die Einführung von Bike-Sharing-Angeboten oder die Radmitnahme in Bussen auch an Werktagen genannt. Zudem vertreten die Beteiligten die Auffassung, dass die Ergebnisse des Workshops zwar zielführend, aber nicht repräsentativ seien. Sie sprechen sich für eine Vollerhebung zum Mobilitätsverhalten der Schüler- und Lehrerschaft aus, die sowohl den Kfz-Verkehr, als auch den Fuß- und Radverkehr sowie den öffentlichen Verkehr berücksichtigt.

Ergebnisse des Thementisches öffentlicher Verkehr

- Am Thementisch des öffentlichen Verkehrs wird allem voran und generell der Regionalbus- und Bahnverkehr als defizitär hinsichtlich einer Nutzung durch die Lehrer- und Schülerschaft erachtet.
- Für den Stadtbusverkehr werden nur wenige Mängel identifiziert: Insbesondere in den Wintermonaten gelten die Stadtbusse in der Hauptverkehrszeit der Morgenstunden (~ 7:00 Uhr) als zu stark ausgelastet oder überlastet. Auch wird die Nutzung der Stadtbusse z. T. als zu komplex bezeichnet. Vor allem Umsteigeorte wie der Stadtbus-ZOB sind nach Ansicht der Beteiligten unübersichtlich und nutzungsunfreundlich gestaltet (z. B. lange Wege beim Umsteigen). Das derzeit dennoch als gut wahrgenommene Stadtbus-Angebot soll in naher Zukunft noch deutlich aufgewertet werden: Für das Jahr 2019 sind erhebliche Verbesserungen, wie Taktverdichtungen oder eine Entzerrung der Umsteigeknotenpunkte (Stadtbus-ZOB), geplant.
- Für den Regionalverkehr werden dagegen erhebliche Defizite identifiziert, die nicht selten eine Nutzung von Bus und Bahn für Schüler- und Lehrerschaft aus dem Landkreis ausschließen. Es werden vier relevante Kriterien genannt, die darüber entscheiden, ob eine Bus- oder Bahnnutzung in Frage kommt:
 - wie lange ist die Reisezeit (im Vergleich zur Pkw-Nutzung),
 - muss umgestiegen werden und sind Anschlüsse gefährdet bzw. gibt es zu lange Wartezeiten auf Anschlussfahrten,
 - müssen auf Teiletappen lange Fußwege zurückgelegt werden und
 - ist der Transport von Gepäck- und (Lehr-)Material möglich.
- Für das Kriterium der Reisezeit gilt: Nicht die reine Fahrzeit ist ausschlaggebend – werden Direktverbindungen zwischen Reutlingen und dem Heimatort angeboten, wird das Angebot als „gut“ wahrgenommen. Nach Aussage der Teilnehmenden bieten einige Ortschaften, die weiter von Reutlingen entfernt liegen aufgrund vorhandener Direktverbindungen ein attraktiveres ÖPNV-Angebot als andere Kommunen, die im näheren Umfeld Reutlingens liegen.
- Die Wartezeit hat einen großen Einfluss auf die ÖPNV-Nutzung: Einerseits entstehen große Wartezeiten bei dem Umstieg zwischen zwei Verkehrsmitteln, da z. T. keine Abstimmung zwischen den Linien erfolgt. Andererseits entstehen große Wartezeiten häufig auch am Nachmittag nach der Schule, da die Schul- und Fahrzeiten des ÖPNV nicht aufeinander angepasst sind.
- Entscheidend für die Wahl des Verkehrsmittels ist insbesondere für Berufsschüler*innen die Tatsache, dass viele nach der Schule noch in ihren Ausbildungsbetrieb fahren, um dort zu arbeiten. Da diese Betriebe häufig

nicht in Reutlingen, sondern im Landkreis bzw. der näheren Umgebung Reutlingens liegen, müssen die Schüler*innen an Schultagen die Wegekette Wohnort – Schule – Ausbildungsbetrieb – Wohnort bewältigen. Selbst bei vorhandenen Bus- oder Zugverbindungen zwischen diesen Orten spielt die Fahrzeit eine entscheidende Rolle. Hier hat in vielen Fällen der Pkw einen Vorteil gegenüber dem ÖPNV.

- Es werden Vorschläge und Hinweise gegeben, was getan werden müsste, dass die Lehrer- und Schülerschaft zukünftig häufiger und besser den Berufsschulcampus mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichen.

Grundsätzlich wäre aus Sicht der Teilnehmenden eine Verdichtung und Ausweitung des ÖPNV-Angebots (mehr Busse zu den Spitzenstunden, mehr Busse in den Abendstunden außerhalb der Hauptverkehrszeiten, mehr Direktverbindungen u. a.) die wichtigste Maßnahme, um mehr Lehrer* / Schüler*innen zur Nutzung des ÖPNV zu bewegen. Da jedoch die Umsetzung komplex und die Rentabilität für viele Strecken für einen Bus-Betrieb nicht gewährleistet ist, wird die Schaffung von Park & Ride-Anlagen als eine der wichtigsten Maßnahmen zur Förderung der ÖPNV-Nutzung identifiziert.

- Neben den baulichen Maßnahmen (Schaffung der P & R-Anlagen) muss es auch tarifliche oder preisliche Anpassungen bei der ÖPNV-Nutzung – insbesondere für Berufsschüler*innen – geben. Bei der Fahrt sowohl mit dem privaten Pkw als auch dem ÖPNV auf dem Schulweg überschreiten die Kosten für die Pkw- und die ÖPNV-Nutzung das Budget, das der Schülerschaft auf der Grundlage ihres Ausbildungsgehaltes zur Verfügung steht.

Hierfür werden verschiedene Ansätze genannt: günstige oder kostenfreie Schülertickets für das Stadtgebiet, Semestertickets (wie an den Hochschulen) oder 365 €-Tickets (dem Wiener-Modell entsprechend: 1 €/Tag).

1.3.1.4 Ausblick

Die Ergebnisse des Mobilitätsworkshops fließen in die Erarbeitung des integrierten Quartierskonzepts für das Berufliche Schulzentrum ein. Insbesondere die Beiträge zur heutigen Situation ergänzen die bisherigen Erkenntnisse der Planungsteams in zielführender Weise. Die Wünsche und Anregungen werden beim Maßnahmenkonzept ebenfalls auf Relevanz geprüft und gegebenenfalls aufgenommen.

Eine ausführliche Dokumentation des Workshops ist im Anhang zum Bericht zu finden.

1.3.2 Workshop Energieeinsatz und Nutzereinfluss

1.3.2.1 Anlass und Ablauf

Der zweite Workshop wurde am 12.11.2018 zum Thema Nutzerverhalten durchgeführt. Damit sollen die vorgeschlagenen baulichen Maßnahmen zur Energieeinsparung durch eine Sensibilisierung der Nutzer zum Thema Energie ergänzt werden, um das mit dem Nutzerverhalten verbundene Einsparpotenzial auszuschöpfen. Gleichzeitig wird sichergestellt, dass die Anregungen und Bedürfnisse der Nutzergruppen des schulischen Quartiers im Konzept berücksichtigt werden.

Hierzu wurde an zwei Thementischen die Themen „Strom“ und „Wärme“ diskutiert. Die Beteiligten hatten die Möglichkeit, an beiden Thementischen teilzunehmen, sich einzubringen und ihre Anliegen zu äußern.

ABLAUF DES WORKSHOPS

09:00 Uhr	Begrüßung und Einführung Herr Häußler, Kreisschul- und Kulturamt LK Reutlingen Ursula Rath, CONSISTE, Tübingen
09:10 Uhr	Kurze Vorstellungsrunde
09:25 Uhr	Ergebnisse der Verbrauchsanalyse Frau Rath (CONSISTE) und Herr Rochard (ebök GmbH)
10:05 Uhr	Einführung in die Thementische Frau Rath und Herr Rochard
10:15 Uhr	Arbeit an den Thementischen – Runde 1
11:00 Uhr	Pause
11:15 Uhr	Arbeit an den Thementischen – Runde 2
12:00 Uhr	Zusammenfassung im Plenum
13:15 Uhr	Ausblick – Wie geht es weiter?
13:30 Uhr	Ende der Veranstaltung



Abb. 135: Einführung zum Workshop Nutzerverhalten am 12.11.2018

1.3.2.2 Methodik und Vorgehen

Die Schulleitungen, Vertretungen der Lehrer- und Schülerschaften sowie die Hausmeister der vier Schulen am Standort – der Theodor-Heuss-Schule, der Kerschensteinerschule, der Laura-Schradin- und der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule – waren eingeladen. Insgesamt haben 27 Personen am Workshop teilgenommen.

Die Begrüßung erfolgte durch Hr. Häußler (Leiter des Kreisschul- und Kulturamtes am Landratsamt Reutlingen) und Frau Rath (CONSISTE).

Im Anschluss wurden die bisherigen Analyseerkenntnisse aus dem Bereich Wärme- und Stromverbrauch von Frau Rath (CONSISTE) und Herrn Rochard (ebök) präsentiert (Präsentationen im Anhang) und eine Einführung in die Thementische gegeben. Die wichtigsten Resultate wurden über Poster in den beiden Arbeitsgruppen visualisiert. Anschließend konnten sich die Teilnehmenden frei in zwei Gruppen aufteilen.

In den folgenden 45 Minuten hatten die Teilnehmenden Zeit, inhaltlich an den zwei Thementischen zu den Themen Wärme und Strom zu diskutieren. Nach einer Kaffeepause wechselten die Gruppen das Thema und setzten die Diskussionen für eine weitere Stunde fort.

Die Moderation der Tische wird von den projektbearbeitenden Büros übernommen.

Abschließend wurden die wichtigsten Ergebnisse aus den Diskussionen im Plenum vorgestellt sowie das weitere Vorgehen bzgl. des Quartierskonzepts erläutert.

1.3.2.3 Ergebnisse der Thementische

Ergebnisse des Thementisches Wärme

- Die Rückmeldungen zu der Frage nach der **Behaglichkeit in den Klassenräumen** können wie folgt zusammengefasst werden:
 - Die sommerliche Überhitzung in einigen Räumen wird als vorrangiges Problem genannt (erwähnt werden vor allem die Räume an der Südfassade und das Dachgeschoss der Kerschensteinerschule, das Dachgeschoss der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule, westorientierte Klassenräume in der Laura-Schradin-Schule).
 „Schüler*innen und Lehrer*innen leiden unter Hitze und schlechter Luft. Lüften bringt nichts, es wird nur noch wärmer“.
 - Die zu hohen Temperaturen im Sommer seien vor allem in Chemieräumen (verstärkte Verdunstung von Chemikalien) und während Prüfungen nicht weiter hinnehmbar.
 - Die aktuell praktizierte Lösung, bei Überhitzung die Klassentür zum Flur offen zu lassen, wird wegen der Schallübertragung aus anderen Räumen nur teilweise als praktikabel erachtet.
 Eine Verbesserung durch Lüften der Räume in den frühen Morgenstunden wird als nicht durchführbar erachtet.
 - Im Winter wird die Temperatur überwiegend als ausreichend empfunden, es gibt aber auch Räume, die nicht ausreichend geheizt werden („nicht mehr als 15°C“).
 - Grundsätzlich besteht im Winter bei Klassenräumen, die über Fenster gelüftet werden, immer das Problem, dass die Luftqualität zu schlecht ist, es aber sofort zu Beschwerden über Kälte und Zugluft kommt, wenn die Fenster zum Lüften geöffnet werden.
 - Es wird auf Geruchsbelästigungen durch die Mensa in der Kerschensteinerschule hingewiesen.
 - Im Bereich der Werkstätten wird darauf hingewiesen, dass Unterrichtsraum und Werkstatt nicht mehr wie früher durch Vorhänge o.ä. getrennt werden können und damit die Raumtemperatur auf den Unterricht eingestellt werden muss. Diese ist dann für den Werksattbetrieb zu warm, was zu vermehrtem Ablüften über Fenster führt.
- Als Ursachen für die **sommerliche Überhitzung** werden vor allem genannt:
 - kein ausreichender Sonnenschutz (nur Markisen, keine Jalousien in der Laura-Schradin-Schule);
 - zu große Fensterflächen (Lehrerzimmer DG Kerschensteinerschule);

- zu wenig öffentbare Fenster in einigen Räumen in der Kerschensteinerschule;
 - Leichtbauweise bei nachträglichen Aufstockungen in der Kerschensteinerschule und Ferdinand-von-Steinbeis-Schule;
 - Sheddächer in Werkstattgebäude;
 - es werden Fenster geöffnet, auch wenn es draußen deutlich wärmer ist als drinnen.
- Die Möglichkeiten einer **automatisierten Regelung der Heizung** wurde kontrovers diskutiert
 - Mehrfach wurde die Frage einer völlig automatisierten Heizungsregelung angesprochen. Die einen finden eine vollautomatische Regelung („nach amerikanischem Vorbild“) wünschenswert, andere sehen durch eine Eingriffsmöglichkeit der Nutzer, auch wenn diese nur in einem engen Rahmen möglich ist, mehr Nutzerzufriedenheit und weniger Vandalismus. Es wird darauf hingewiesen, dass die Thermostatköpfe der Heizkörper oft genau in Höhe der Tischplatte montiert sind und es so unbeabsichtigt oder willentlich zu häufigen Schäden an den Thermostatköpfen kommt.
 - Zu den Möglichkeiten einer **Sensibilisierung von Schüler*innen und Lehrer*innen** kamen folgende Rückmeldungen:
 - Insgesamt sei das Interesse und Bewusstsein gegenüber Energieverbrauch und -einsparungen gering.
 - Dennoch wird die Sensibilisierung von Schüler*innen und Lehrer*innen als sehr wichtig eingeschätzt. Von Seiten der SMV wird angeregt, innerschulische Workshops und SMV-Projekte durchzuführen und Infoblätter zum Aushang in den Klassen zu erstellen.
 - Rückmeldemöglichkeiten für Schüler*innen zu Missständen oder Verbesserungsvorschlägen an Schulleitung oder Schulträger werden gefordert.
 - Allgemein als positiv wird die Anregung gesehen, zu jedem Schuljahresbeginn eine Präsentation zum energiesparenden Verhalten in der Schule in jeder Klasse zu zeigen. Dies kann u.U. in Zusammenarbeit mit der Klimaschutzagentur des Landkreises durchgeführt werden, die Unterrichtseinheiten zum Thema anbietet.
Es wird darauf hingewiesen, dass solche Präsentationen nicht allgemein gehalten sein dürfen, sondern auf die Schul- und Klassensituation bezogen sein müssen.
 - Vorschlag, um die Motivation zum Energieeinsparen zu erhöhen und Anreize zu schaffen: Vergleich der Energieeinsparungen zwischen den Schulen als Wettbewerb („Wer spart am meisten?“)

- Mehrfach wird gefordert, dass einheitliche Vorgaben für das energiesparende Verhalten in den Klassen (Temperaturen, Lüftungsverhalten etc.) erarbeitet und über die Lehrer*innen in die Klassen getragen werden sollen.
- Folgende **organisatorische Maßnahmen** wurden diskutiert:
 - Das Abschließen der Klassenräume nach Kontrolle durch die Lehrer*innen in den Pausen und während der Mittagspause wird angesichts der fehlenden Aufenthaltsräume und der großen Schülerzahl als nicht praktikabel angesehen. Die Hausmeister wünschen sich allerdings, dass zumindest zum Schulschluss (i.d.R. 15.00 Uhr) die Lehrer*innen den Raum kontrollieren (Fenster, Licht, etc.) und abschließen.
 - Die Einrichtung von Energie-/Klima-/Umweltbeauftragten in jeder Klasse wird kontrovers diskutiert. Einerseits wird darauf hingewiesen, dass solche Dienste schon beim Klassenbuch nicht funktionieren, andererseits könnte so auch Verantwortung auf die Schüler*innen übertragen werden.
 - Insgesamt wird eine bessere Information zum Thema Energie gewünscht:
 - nicht nur aufzeigen, was schlecht läuft, sondern auch gute Beispiele;
 - Darstellen, welche Maßnahmen umgesetzt wurden und mit welchem Erfolg;
 - Möglichkeiten, sinnvolle Maßnahmen für die Zukunft vorzuschlagen;
 - Lehrerschaft über Energiebilanzen und Entwicklung des Energieverbrauchs informieren.
- Immer wieder werden notwendige **bauliche Verbesserungen** angesprochen, dies gilt besonders für:
 - Verbesserung der sommerlichen Überhitzungssituation in den betroffenen Räumen als Sofortmaßnahme;
 - Verbesserung der Dämmung der Außenwände (angesprochen werden insbesondere Mindestdämmung mit reflektierender Folie hinter den Heizkörpern, Erneuerung der Fassade in Kerschensteinerschule);
 - Verbesserung des Sonnenschutzes.
- Zur **Arbeit der Hausmeister** kamen folgende Rückmeldungen:
 - Insgesamt ist die Lehrerschaft sehr zufrieden mit der Arbeit der Hausmeister.
 - Die Schülerschaft hat wenig Kontakt zu den Hausmeistern und kann ihre Arbeit oft nicht beurteilen.
 - Die Hausmeister sind froh über Rückmeldungen aus Lehrer- und Schülerschaft (im Positiven wie im Negativen), da dies ihre Arbeit erleichtert.
 - Die Hausmeister sehen sich oft am Rande der Überlastung. Die Übernahme zusätzlicher Aufgaben ist beim derzeitigen Personalstand nicht möglich.

Wünschenswert wäre ein zusätzlicher „Notfall-Hausmeister*in“ oder Springer*in, der bei Krankheit, Urlaub etc. einspringen könnte.

- Hausmeister wünschen Weiterbildung im Energiebereich, können es sich aber zeitlich nicht leisten, da Alltagsgeschäft sonst liegen bleibt.
- Die Hausmeister wünschen sich, dass Reparaturen vor allem an energetisch relevanten Bauteilen (z.B. Türschließer) zügig vom Landratsamt bearbeitet und ausgeführt werden (Einführung eines Kästchens „energie relevant“ auf Reparatur-/Sanierungsantrag?).

Ergebnisse des Thementisches Strom

• Nutzung

- Tafeldienst soll auch für „Licht-Aus“, „Fenster zu“ und „PCs runterfahren und Aus“ (letzteres nur am Ende des Schultags bzw. für längere Pausen) zuständig sein.

Lehrer*innen sollen sich darum kümmern, dass dieser Dienst funktioniert.

- Dort, wo es möglich ist, sollte Licht bedarfsweise zugeschaltet werden, also z.B. an der Tür an, am Fenster aus.
- Schilder als Erinnerung an energieeffiziente Verhaltensweisen nützen nur, wenn sie neu sind, sie werden nur einmal gelesen.

Andere Stimme sah dies genau gegenteilig und befürwortete Schilder als Erinnerung.

- Umweltbeauftragte je Klasse sind eher problematisch, da nur die Schüler*innen im beruflichen Gymnasium 3 Jahre in Vollzeit anwesend sind, alle anderen nur in Teilzeit bzw. kürzere Zeitdauer, und dort ist die Vermittlung vernünftiger Verhaltensweisen entsprechend schwierig.
- Fenster öffnen/schließen, Licht aus, PC aus u. ä. benötigt eine klare und deutliche Anweisung „von oben“, sonst funktioniert es gar nicht.

• Zentrale Regeltechnik

- Alle Schulen sollen auf die zentrale Regeltechnik (GLT) aufgeschaltet werden (es fehlen Ferdinand-von-Steinbeis-Schule, Kerschensteinerschule, Hans-Kern-Sporthalle).
- Prüfen, ob Schaltzeiten von Geräten und Anlagen verkürzt werden können.
- Die Schaltschränke sind zu alt, sind nicht mehr reparabel; Handwerker mag die alte Technik nicht mehr anfassen. Leistung reicht nicht mehr aus.

- **Beleuchtung**

- Flure: Bereiche mit Tageslicht und solche ohne werden über denselben Schaltkreis geregelt, das ist ungünstig, sollte getrennt sein. Evtl. auch Teilbereiche über Helligkeitssensor von den dunklen Bereichen abkoppeln.
- Bewegungsmelder mit Helligkeitssensor installieren, speziell auch in Fluren, in Duschen und Umkleiden der Turnhallen, im Fahrradkeller der Ferdinand-von-Steinbeis-Schule und allgemein in wenig genutzten Nebenräumen.
- Auch für das Parkhaus sollen Bewegungsmelder installiert werden (im Nachgang Info v. Hr. Häußler: LED und Bewegungsmelder kommen).
- Statt Glühlampen für die Dauerbeleuchtung im Parkhaus sollen LED verwendet werden (Anmerkung wie im vorigen Punkt).
- LED generell installieren, auch als Ersatz-Leuchtmittel in alten Leuchten (Retrofit).
 Problem: Ein Teil der Leuchten ist so alt, dass ein Lampenersatz problematisch ist. Teils sind zeitaufwändige Austauschmaßnahmen nötig (gilt für mehrere Schulen).
- Alte Leuchten sollen sukzessiv ersetzt werden, immer pro Klassenzimmer.
- Bei Ersatz neue Leuchten mit bereichsweiser Schaltung installieren. Prüfen, ob Dimmbarkeit Vorteile bringt.
- Tafellicht statt der vorhandenen 300 W-Lampen LED installieren.
- Lichtschalter aussagekräftig beschriften.
- Notbeleuchtung auf LED umrüsten.
- Notbeleuchtung soll getrennt von Flurbeleuchtung geschaltet sein.
- Kerschensteiner-Schule: Für die Beleuchtung im Eingangsbereich ist die Schaltung defekt, daher Dauerlicht.
- Ferdinand-von-Steinbeis-Schule: an 3 Stellen brennt Licht dauerhaft, Regelung scheint defekt zu sein.
- Reparaturen sollen zügig erfolgen.

- **Lüftung**

- Betriebszeiten prüfen
- Können Lüftungen auf kleinerer Stufe betrieben werden? Prüfen.

- **IT**

- Ausschaltung aller PCs in den EDV-Räumen über die vorhandenen zentralen Schalter wird eher nicht praktiziert, da nie sicher ist, dass tatsächlich alle PC runter gefahren sind und die Beschädigung oder der vorzeitige Defekt von PCs durch hartes Stromlosschalten befürchtet wird.

- Monitore in Stand-by zu versetzen, solange der PC nicht herunter gefahren ist, wird als schwierig angesehen, da der Monitor als Signal für die Funktion des PCs fungiert. Dann wird vergessen, sich abzumelden.
 - Bei der Beschaffung von IT-Geräten sollen Effizienz-Anforderungen in die Kriterien aufgenommen werden. Betriebskosten sind Entscheidungskriterium, ebenso wie Performance, Anschlüsse u.a. Anforderungen.
 - Keine Billig-Produkte anschaffen.
- **Druckluft**
 - Auch in den Sommerferien 200 Betriebsstunden, ohne dass im Grunde Anforderung da sein dürfte.
 - Leckagen prüfen.
 - Dezentrale Kompressoren als Lösung prüfen.
 - Im Sommer Kompressoren ausschalten – allerdings: Warmwasser-Ansteuerung in der Laura-Schradin-Schule erfolgt über Druckluft. Daher sind die Kompressoren auch in den Ferienzeiten in Betrieb.
- **Warmwasser**
 - In der Kerschensteiner-Schule (2 x 6.000 l) und in der Laura-Schradin-Schule (2 x 3.000 l) sind viel zu große Warmwasserspeicher vorhanden, die dauernd auf Temperatur gehalten werden müssen. Ersetzen durch Durchlauferhitzer. Bzw. Warmwasser-Verfügbarkeit reduzieren (putzen mit kaltem Wasser).
 - Wassererwärmung in der Bäckerei über Gas prüfen.
- **Mensa**
 - Beleuchtung soll bedarfsgerecht geschaltet werden, nicht von Öffnung bis Betriebsende komplett alle Lampen an. Gilt auch für die Küche.
 - Effiziente Küchengeräte anschaffen.
- **Grundlast**
 - Durch einmaliges Ausschalten aller Server in den Ferien könnte deren Einfluss auf die Grundlast nachgewiesen werden.
 - Als Test an mehreren Wochenenden an allen Schulen sämtliche Stromzähler am Freitag um 18 Uhr und am Montag um 7 Uhr ablesen, um festzustellen, wo hoher Verbrauch übers Wochenende entsteht.
 - Können Kriechströme in alten Anlagen Grundlaststromverbrauch verursachen?
 - Tragen die Kompressoren zur Grundlast bei?
 - Wenn die Notbeleuchtung mit LED ausgestattet wird, sinkt die Grundlast.

- Eine optimierte Betriebszeit der Lüftungsanlagen senkt die Grundlast.

- **Sonstiges**

- Weitere PV-Anlagen installieren
- In solar belasteten Räumen Fensterfolie als Sonnenschutz aufkleben. Problem: ist dann auch im Winter vorhanden. Und die Reinigungsdienste sehen die Gefahr, die Folien beim Putzen zu beschädigen.
- Überhitzung von Klassenzimmern ist in mehreren Schulen ein großes Problem.
- Die Energieagentur des Landkreises bietet einen Energie-Check an.

1.3.2.4 Ausblick

Die Diskussionsergebnisse werden in die Ausarbeitung des iQK aufgenommen; teilweise sind die Aussagen bereits berücksichtigt.

Wichtig war es den Teilnehmenden, dass Ergebnisse aus einem solchen Workshop entstehen und dass möglichst zeitnah erste Optimierungsschritte unternommen werden.

Allgemein wurde die durch dieses Veranstaltungsformat gegebene Möglichkeit zum Austausch zwischen den Anwesenden sehr begrüßt.

1.3.2.5 Impressionen vom Workshop





Eine ausführliche Dokumentation des Workshops ist im Anhang zum Bericht zu finden.

2 Öffentlichkeitsarbeit

2.1 Projektflyer

Zur Information der Öffentlichkeit, insbesondere jedoch der Schüler- und Lehrerschaft am Beruflichen Schulzentrum wurde ein Projektflyer entwickelt und gedruckt.

Was können Sie tun?

Wir beziehen bereits in der Analysephase Schulleitungen, Lehrer- und Schülerschaft vor Ort ein. Ideen und Wünsche der Nutzer sowie mögliche Zielkonflikte können frühzeitig in die Konzeption einbezogen werden (Partizipation).
 Dazu wird der Landkreis zu thematisch verschiedenen Workshops einladen und zum Projekt in den Schulen informieren.

Ihr Ansprechpartner

Landkreis Reutlingen
 Stefan Häußler
 Kreisschul- und Kulturamt
 Tel. 07121/480-1300
s.haeussler@kreis-reutlingen.de

LANDKREIS
 REUTLINGEN

Ein Blick in die Zukunft

Unsere Projektpartner

ebök Planung und Entwicklung GmbH
 Ulrich Rochard (Projektleitung)
mail@eboek.de

Aldinger Architekten
 Inga Capell
rt.bs@aldingerarchitekten.de

STETE PLANUNG
 Mario Zech
mz@steteplanung.de

CONSISTE
 Ursula Rath
info@consiste.de

KFW
 Gefördert durch die KfW Bankengruppe
 Programm 432 „Energetische Stadtsanierung“

**INTEGRIERTES
 QUARTIERSKONZEPT
 BERUFLICHES
 SCHULZENTRUM
 REUTLINGEN**

Gestaltung und Text: Olaf Hildebrandt, ebök GmbH, Tübingen

Quelle: Landkreis Reutlingen
 Foto: Karl Hirt

Schulentwicklung und Klimaschutz

Der Landkreis Reutlingen ist ein bedeutender Wirtschaftsraum, hochinnovativ mit traditionellen Handwerksbetrieben, einem starken Mittelstand und weltweit bekannten Industrieunternehmen.

Als Träger der beruflichen Schulen stellt sich der Landkreis den ständig wachsenden Anforderungen an die berufliche Bildung und richtet die Entwicklung seiner Schulen auf die zukünftigen Themen und Aufgaben hin aus.

Eine nachhaltige und klimaschutzorientierte Konzeption der Einrichtungen ist bereits seit Ende der 80er Jahre beim Landkreis selbstverständlich. So werden Zukunftsthemen wie Abfall, ÖPNV, Regionalentwicklung und Energie im Nachhaltigkeitsreferat gebündelt. Durch die Teilnahme am European Energy Award* (kurz:eea) überprüft und bewertet das Landratsamt seine Energie- und Klimaschutzpolitik.

Aber damit nicht genug: Das „Berufliche Schulzentrum Reutlingen“ ist in der Region der mit weitem Abstand größte Bildungsstandort und wurde als zukunftsweisendes Pilotprojekt für eine modellhafte Entwicklung der beruflichen Bildungsstandorte ausgewählt.

Mit Hilfe von Experten der Fachrichtungen Architektur, Städtebau, Verkehr und Energie soll der Standort „fit für die Zukunft“ gemacht werden. Sozusagen „Nachhaltigkeit 4.0“ für das Berufliche Schulzentrum.

Wir laden Sie ein, gemeinsam mit den Fachexperten einen „Blick in die Zukunft“ zu wagen und einen „Einblick“ in die Zukunftsthemen, Fragen und möglichen Antworten zu bekommen.

Das Quartierskonzept „Berufliches Schulzentrum Reutlingen“

Die Größe des Untersuchungsgebietes beträgt etwa 6 Hektar. Im Quartier befinden sich 17 Gebäude und ein Parkhaus. Zusammen entspricht das rund 61.000 Quadratmeter beheizter Nutzfläche.

Drei zentrale Themen werden miteinander verzahnt:

Architektur und Städtebau: Wie sieht die bauliche Entwicklung insgesamt aus? Das betrifft z.B. die Ertüchtigung der Bestandsbauten, den Bedarf an Neubauten, Sport- und Freianlagen und Grünflächen, Barrierefreiheit, Inklusion, etc.

Verkehr: Wie können die Verkehrsinfrastruktur neu geordnet und die Mobilitätsangebote erweitert und „gemanagt“ werden? z.B. Parken, Forcieren von Fuß- und Radverkehr, Car-Sharing und Elektromobilität, Information, etc.

Energie: Wie können Energiesparpotenziale mit der baulichen Umgestaltung gehoben werden? z.B. Wärmeschutz im Winter wie im Sommer, Stromsparen, Nutzung von erneuerbaren Energien wie Photovoltaik, Stromspeicher, etc.

Wie wird gearbeitet?

In drei Arbeitsschritten wird das Projekt bearbeitet:

Analyse: Die stadträumliche, bauliche, verkehrliche und energetische Situation wird vertiefend erfasst und bewertet. Ergebnis der Analyse ist eine Dokumentation der Stärken und Schwächen des Standortes.

Potenziale/Zielkonzept: Verschiedene Lösungsansätze werden entwickelt und das Pro und Kontra jeder Lösung zur Diskussion gestellt. Es wird eine favorisierte Lösung ausgewählt, die planerisch konkretisiert wird. Es werden Optionen für eine stufenweise Realisierung aufgezeigt.

Handlungskonzept: Anhand von kurz-, mittel- und langfristig umsetzbaren Maßnahmen wird eine Prioritätenliste aufgestellt. Kriterien sind u.a. Beitrag zum Klimaschutz, Wirtschaftlichkeit, Flexibilität, Zukunftsoffenheit, etc.

Quelle: Landkreis Reutlingen
 Foto: Karl Hirt; Bearbeitete ebök GmbH

Abb. 136: Projektflyer integriertes Quartierskonzept Berufliches Schulzentrum Reutlingen

2.2 Bericht in öffentlichen Gremien

- Am 4. Februar 2019 fand eine Besprechung mit Landrat Thomas Reumann statt, bei der die Ergebnisse des integrierten Quartierskonzepts vorgestellt und die Präsentation der Ergebnisse im Sozial-, Schul- und Kulturausschuss und im Kreistag vorbereitet wurden.
- Für den 27. Februar 2019 ist die Vorstellung der Ergebnisse im Sozial-, Schul- und Kulturausschuss des Landkreises vorgesehen.
- Für den 27. März 2019 ist die Vorstellung der Ergebnisse im Kreistag vorgesehen.

ANHANG

1 Literatur und Quellen

- [ages 2005] **Verbrauchskennwerte 2005**, Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland, Forschungsbericht der ages GmbH gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Projekt 23656-24/2, Münster, 1. Auflage, Februar 2007
- [AGFW FW309-1 2014] **Energetische Bewertung von Fernwärme - Bestimmung der spezifischen Primärenergiefaktoren** für Fernwärmeversorgungssysteme. AGFW- Arbeitsblatt FW 309 Teil 1. Hrsg.: AGFW Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. Frankfurt/M Mai 2014
- [AGFW-FW 309-6] **Energetische Bewertung von Fernwärme - Bestimmung der spezifischen CO₂ Emissionsfaktoren**. AGFW- Arbeitsblatt FW 309 Teil 6. Hrsg.: AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. Frankfurt/M, Dezember 2014.
- [BMVBS 2015] **Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand**, Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin, April 2015
- [DIN V 18599 1-10 2016] **Energetische Bewertung von Gebäuden** - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Teil 1 bis 11. Hrsg. Normenausschuss Bauwesen im Deutschen Institut für Normung e.V. Berlin: Beuth, 2016-10.
- [EnEV 2014] **Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden** (Energieeinsparverordnung, Neufassung vom 1.Mai 2014). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil 1 Nr. 67, Bonn 21.November 2013.
- [EWärmeG-BW2015] **Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg** (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWärmeG). Gesetzesbeschluss des Landtags von Baden-Württemberg vom 17. März. 2015. Drucksache 15 / 6380.

- [Gemis 4.95] **Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme**
(GEMIS) Version 4.95 mit Datenstand vom November
2016. Internationale Institut für **Nachhaltigkeitsanalysen**
und -strategien (IINAS), Darmstadt. www.gemis.de.
- [ifeu 2015] **Strom-Emissionsfaktoren der Zukunft**; Institut für
Energie- und Umweltforschung Heidelberg, 2015
- [IWU 2018] **IWU-Gradtagszahlen Deutschland** – Berechnungsblatt
zur Bestimmung von Heizgradtagen und Gradtagszahlen
auf Grundlage von Klimadaten deutscher Städte, Stand
Juni 2018, Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt
- [LGL 2015] **Stromsparkonzepte für 5 Schulen** auf Basis detaillierter
Stromverbrauchsanalysen – Vortrag beim Schulkongress
des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP Stuttgart im
Jahr 2015 sowie
Relevanz des Grundlaststromverbrauchs an Schulen,
Studie erstellt im Rahmen der Begleitforschung zum
Forschungsvorhaben „Energieeffiziente Schulen –
EnEff:Schule“ (Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart,
FKZ 03ET1075C)
- [saena 2014] **Energiemanagement in kleinen Kommunen. Eine**
Praxishilfe. Sächsische Energieagentur – SAENA GmbH,
Dresden, 2014
- [UBA 2010] Walter Kahlenborn; Sibylle Kabisch; Johanna Klein; Ina
Richter; Silas Schürmann: **Energiemanagementsysteme**
in der Praxis : Umweltbundesamt, 2012

2 Liste weiterer Anhänge zum Bericht

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Inhalt	Autor
1	01_Plan 1-1 Parken	Übersichtsplan Bestandsanalyse Parken im Quartier	StetePlan
2	02_Plan 1-2 Verkehr	Übersichtsplan Bestandsanalyse Verkehrsrechtliche Regelungen	StetePlan
3	03_Plan 1-3 OePNV	Übersichtsplan Bestandsanalyse Öffentlicher Verkehr	StetePlan
4	04_Plan 2-1 Radabstellanlagen	Übersichtsplan Potentialflächen Radabstellanlagen	StetePlan
5	05_Steckbriefe_Gebaeude_BSZ_RT	Gebäude-Steckbriefe	ebök
6	06_Lageplan Phase 0 2018	Übersichtsplan Bestandsanalyse	Aldinger
7	07_Lageplan Phase 1 2019-2022	Übersichtsplan Handlungskonzept, Phase 1	Aldinger
8	08_Lageplan Phase 2 2023-2026	Übersichtsplan Handlungskonzept, Phase 2	Aldinger
9	09_Lageplan Phase 3 2027-2030	Übersichtsplan Handlungskonzept, Phase 3	Aldinger
10	10_Kosten nach Gebäuden	Übersicht Grobkostenannahmen alle Gebäude	Aldinger
11	11_Kosten 300 400 THS	Grobkostenannahme Theodor-Heuss-Schule	Aldinger
12	12_Kosten 300 400 FvS	Grobkostenannahme Ferdinand-von-Steinbeis	Aldinger
13	13_Kosten 300 400 KSS	Grobkostenannahme Kerschensteinerschule	Aldinger
14	14_Kosten 300 400 LSS A	Grobkostenannahme LSS-Altbau	Aldinger
15	15_Kosten 300 400 LSS M	Grobkostenannahme LSS-Musiksaal	Aldinger
16	16_Kosten 300 400 LSS N	Grobkostenannahme LSS-Neubau	Aldinger
17	17_Kosten 300 400 B15	Grobkostenannahme LSS-Bismarckstr. 15	Aldinger
18	18_Kosten 300 400 Container	Grobkostenannahme Containerklassen	Aldinger
19	19_Kosten 300 400 WKST A	Grobkostenannahme Werkstattgebäude alt	Aldinger
20	20_Kosten 300 400 WKST N	Grobkostenannahme Werkstattgebäude neu	Aldinger
21	21_Kosten 300 400 THH	Grobkostenannahme Theodor-Heuss-Halle	Aldinger
22	22_Kosten 300 400 HKS	Grobkostenannahme Hans-Kern-Sporthalle	Aldinger
23	23_Kosten 300 400 B14 16	Grobkostenannahme Bismarckstr. 14 + 16	Aldinger
24	24_Kosten 300 400 SW13	Grobkostenannahme St.-Wolfgang-Str. 13	Aldinger
25	25_Kosten 300 400 SW15	Grobkostenannahme St.-Wolfgang-Str. 15	Aldinger
26	26_171221_Protokoll_KSKA_01	Protokoll Projektbesprechung mit KSKA vom 21.12.2017	ebök
27	27_180202_Protokoll_KSKA_02	Protokoll Projektbesprechung mit KSKA vom 02.02.2018	ebök
28	28_180418_Protokoll_KSKA_03	Protokoll Projektbesprechung mit KSKA vom 18.04.2018	ebök
29	29_180620_Protokoll_KSKA_04	Protokoll Projektbesprechung mit KSKA vom 20.06.2018	ebök
30	30_180926_Protokoll_KSKA_05	Protokoll Projektbesprechung mit KSKA vom 26.09.2018	ebök
31	31_180516_Protokoll_LG_01	Protokoll Lenkungsgruppe vom 16.05.2018	ebök
32	32_181123_Protokoll_LG_02	Protokoll Lenkungsgruppe vom 23.11.2018	ebök
33	33_180619_Protokoll_Begehung_Son	Protokoll zur Begehung Überhitzungsproblematik am 19.06.2018	ebök
34	34_Workshop_Mobilitaet	Dokumentation des Workshops „Mobilität“ am 18.07.2018	StetePlan
35	35_Workshop_Nutzerverhalten	Dokumentation des Workshops „Energieeinsatz und Nutzereinfluss“ am 12.11.2018	Consiste
36	36_Projektflyer_iQK-BSZ-RT	Projektflyer zum integrierten Quartierskonzept	ebök