



ebök Gesellschaft mbH

Schellingstraße 4/2
72072 Tübingen

Tel. 0 70 71 93 94 0
mail@eboek.de
www.eboek.de

Integriertes Quartierskonzept Derendingen-Ost

– Abschlussbericht –

Erstellt am:	21.03.2023
Erstellt von:	ebök GmbH Schellingstraße 4/2 72072 Tübingen StetePlanung Sandbergstraße 65 64285 Darmstadt
Im Auftrag von:	Stadtwerke Tübingen
Projektleitung:	Marc-André Claus (ebök)
Inhaltliche Projektbearbeitung:	Marc-André Claus (ebök) Sebastian Gallery (ebök) Holger Zimmermann (ebök)
In Zusammenarbeit mit:	Gisela Stete (StetePlanung) Fabienne Bonin (StetePlanung) Mario Zech (StetePlanung)



STETE PLANUNG



STETE PLANUNG



Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	1
I. ALLGEMEINER TEIL	9
1 Einleitung	9
1.1 Integriertes Quartierskonzept	9
1.2 Vorgehensweise und Berichtsstruktur	10
1.3 Klimaschutz in Tübingen	11
1.4 Das Untersuchungsgebiet	12
1.5 Fragestellung für das Untersuchungsgebiet	13
II. BESTANDSANALYSE	15
1 Methodik	15
1.1 Kommunaler Wärmeplan Tübingen	15
1.2 Datenerhebung und Energiebedarfsschätzung	15
1.2.1 Wohngebäude	15
1.2.2 Nichtwohngebäude.....	16
1.3 Ermittlung der Energieträgerverteilung	17
1.4 Solarenergienutzung im Bestand	17
1.5 Vereinfachte Beurteilung des Ist-Zustands durch Benchmarking.....	18
2 Rahmendaten und Quartiersbeschreibung	20
2.1 Baualtersstruktur	20
2.2 Gebäudetypen	20
2.3 Denkmalschutz.....	21
2.4 Gebäudenutzung.....	22
2.5 Eigentumsverhältnisse	23
3 Mobilität	25
3.1 Ausgangslage	26
3.2 Lage in Tübingen	28
3.3 Analyse Kfz-Verkehr	29
3.4 Analyse öffentlicher Verkehr.....	32
3.5 Analyse Nahmobilität.....	37
3.6 Analyse Elektromobilität und alternative Mobilitätsangebote	45
3.7 Beiträge zur Analyse aus dem schulischen Mobilitätsworkshop	48
3.8 Stärken/Schwächen	50
4 Energetischer Ist-Zustand	51
4.1 Energetische Bewertung Wohngebäude	51
4.1.1 Dächer.....	51
4.1.2 Fenster	51

4.1.3	Nachträgliche Wanddämmung	53
4.2	Energetische Bewertung Nichtwohngebäude.....	54
4.2.1	Grundschule an der Steinlach	55
4.2.2	Französische Schule Tal (ehemalige Mörikeschule).....	57
4.2.3	Interimsbau Grundschule	59
4.2.4	Kubus.....	61
4.2.5	Ehemalige Walter-Erbe-Realschule.....	63
4.2.6	Pestalozzischule	66
4.2.7	Carlo-Schmid-Gymnasium (und Bücherei)	69
4.2.8	Mathilde-Weber-Schule (WSS).....	72
4.2.9	Wilhelm-Schickard-Schule.....	75
4.2.10	Kinderhaus Feuerhäggle	77
4.2.11	Turnhalle Feuerhäggle (+Jugendraum)	80
4.2.12	Gewerbliche Schule (Theoriegebäude + Werkstatt)	82
4.2.13	Bildungsakademie Tübingen	85
4.2.14	Internat der Bildungsakademie.....	88
4.2.15	Kreissporthalle	90
4.3	Energieträgerverteilung.....	92
4.4	Wärmeerzeuger	94
4.5	Wärmebedarf	96
4.6	Strombedarf	97
5	Energie- und CO₂-Bilanz im Ist-Zustand.....	98
5.1	Endenergiebilanz	98
5.2	Primärenergiebilanz.....	99
5.3	Umweltbilanz	100
III.	POTENZIALE	101
1	Methodik	101
1.1	Potenzialabschätzung der Energieeinsparung	101
1.1.1	Wohngebäude.....	101
1.1.2	Nichtwohngebäude.....	102
1.2	Abschätzung des Solarenergiepotenzials	104
2	Potenziale zur Energieeinsparung	105
2.1	Entwicklung des Wärmebedarfs.....	105
2.1.1	Wohngebäude.....	105
2.1.2	Nichtwohngebäude.....	106
2.1.3	Wirtschaftlichkeit Modernisierung Gebäudehülle	110
2.2	Effizienzsteigerung der Wärmeversorgung	112
2.2.1	Auslegung und Betrieb	112
2.2.2	Wärmeerzeuger	113

2.2.3	Ausblick in Zukunftstechnologien.....	117
2.2.4	Fazit	118
2.3	Entwicklung des Strombedarfs	119
2.3.1	Wohngebäude	119
2.3.2	Nichtwohngebäude.....	119
2.3.3	Wirtschaftlichkeit Senkung des Stromverbrauchs	122
3	Lokale Potenziale für erneuerbare Energien	124
3.1	Nutzung von Solarenergie.....	124
3.1.1	Solarthermie	125
3.1.2	Photovoltaik.....	127
3.2	Geothermie und Grundwasserwärme.....	131
3.3	Holzverbrennung.....	133
3.4	Synergieeffekte	133
3.5	Eigene Stromerzeugung und Mieterstrommodelle.....	134
4	Fernwärmeversorgung.....	136
4.1	Fernwärmenetzausbau im Quartier	136
4.2	Anbindung an das bestehende Wärmenetz.....	138
5	Bilanzierung der Potenziale im Quartier	139
5.1	Senkung des Endenergiebedarfs	139
5.2	Senkung des Primärenergiebedarfs	141
5.3	Senkung der CO ₂ -Emissionen.....	142
IV.	HANDLUNGSKONZEPT & MAßNAHMENPLAN.....	143
1	Handlungsfelder	143
2	Hemmnisse und Strategien.....	144
2.1	Übergeordnete Maßnahmen & Öffentlichkeit und Kommunikation	144
2.2	Mobilität	145
2.3	Wohnen	146
2.4	Öffentliche Liegenschaften.....	148
2.5	Energieversorgung.....	150
2.5.1	Quartiersversorgung und Wärmeinseln	150
2.5.2	Modernisierung und Transformation von Heizungsanlagen	151
2.5.3	Verbreitung von PV-Anlagen zur Stromerzeugung	152
3	Maßnahmenübersicht.....	153
3.1	Übergeordnete Maßnahmen & Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation	153
3.2	Mobilität	154
3.2.1	Maßnahmenbereich 1 – Fußverkehr stärken, kurze Wege sicherstellen	154

3.2.2	Maßnahmenbereich 2 – Radverkehr für alle Bevölkerungsgruppen attraktivieren	159
3.2.3	Maßnahmenbereich 3 – Nachhaltige Mobilität für den Schulweg zu den ortsansässigen Schulen fördern	163
3.2.4	Maßnahmenbereich 4 – Öffentlichen (Straßen-)Raum mit Aufenthaltsqualität entwickeln	166
3.2.5	Maßnahmenbereich 5 – ÖPNV vernetzen, multimodale Angebote ausbauen	167
3.3	Wohnen	171
3.3.1	Strategieentwicklung für Wohnungseigentümergeinschaften	171
3.3.2	Themenkampagne energetische Modernisierung von Gebäuden	172
3.3.3	Geförderte Beratung und Vermittlung von Sanierungsfahrplänen in Wohngebäuden.....	173
3.3.4	Themenkampagne „Stromsparen im Haushalt“	174
3.4	Öffentliche Liegenschaften.....	175
3.4.1	Sanierungsfahrpläne öffentliche Nichtwohngebäude.....	175
3.4.2	Koordinationssteam Schulzentrum Feuerhäggle.....	176
3.5	Energieversorgung.....	177
3.5.1	Erweiterung und Transformation des Fernwärmenetzes	177
3.5.2	Erneuerbare Energieträger für die dezentrale Wärmeversorgung.....	177
3.5.3	Themenkampagne Nutzung Solarenergie	178
4	Qualitätssicherung und Monitoring	179
5	Aufgabenbeschreibung des Sanierungsmanagements	180
V.	DOKUMENTATION AKTEURSBETEILIGUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	181
1	Begehung und Interviews	181
2	Gebäudesteckbriefe	181
3	Veranstaltungen	183
	LITERATUR UND QUELLEN	184
	ANHANG	187

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Übersicht Quartiersgebiet Derendingen-Ost	2
Abb. 2:	Gebäudetypen im Untersuchungsgebiet nach Anzahl und Fläche	3

Abb. 3: Energieträgerverteilungen der Endenergie und CO ₂ -Emissionen für Heizwärme, Trinkwarmwasser, Haushaltsstrom und Nutzungsstrom und im Ist-Zustand.....	3
Abb. 4: absolute Wärmeeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude.....	5
Abb. 5: Eignung von Dachflächen zur Nutzung von Solarenergie nach [LUBW 2022].....	6
Abb. 6: Handlungsfelder integrierter Quartierskonzepte (Quelle: energetische-stadtsanierung.info)	9
Abb. 7: Übersicht Quartiersgebiet Derendingen-Ost.....	12
Abb. 8: Beispiel der Einordnung des Ist-Verbrauchs anhand von Vergleichswerten und Zielwert	18
Abb. 9: Baualtersverteilung im Bestand.....	20
Abb. 10: Gebäudetypen im Untersuchungsgebiet nach Anzahl und Fläche.....	21
Abb. 11: Nutzungssektoren im Quartier nach beheizter Fläche	22
Abb. 12: Nutzungsarten im Untersuchungsgebiet nach ALKIS-Daten	23
Abb. 13: Eigentümer:innen im Quartier nach beheizter Fläche.....	24
Abb. 14: Bildungs- und Erziehungseinrichtungen in Derendingen Ost.....	28
Abb. 15: Lage des Untersuchungsgebiets in Tübingen	29
Abb. 16: Parkierungspraxis im Untersuchungsgebiet.....	30
Abb. 17: Parkplatz im Umfeld der beruflichen Schulen	30
Abb. 18: Auslastung des Parkraumangebot im Umfeld der beruflichen Schulen.....	30
Abb. 19: Analyseplan Ruhender Kfz-Verkehr.....	31
Abb. 20: Erreichbare Bahn-Haltestellen von Tübingen Derendingen aus.....	35
Abb. 21: Analyseplan ÖPNV / Multimodale Angebote.....	36
Abb. 22: Nutzungstypen im Untersuchungsgebiet.....	38
Abb. 23: Auszug VwV Stellplätze BW – Anlage 2	40
Abb. 24: Schulen im Schulzentrum Feuerhägle und verfügbare Radabstellplätze	42
Abb. 25: Analyseplan Fuß- und Radverkehr	43
Abb. 26: Schmale Gehwege im Wohnumfeld.....	45
Abb. 27: Unterführung zur Kreissporthalle Tübingen.....	45
Abb. 28: Fußgänger-schutzanlage Heinlenstraße	45
Abb. 29: Carsharing-Stationen des Anbieters teilAuto	47
Abb. 30: E-Carsharing-Stationen des Anbieters COONO, Stand 8/2022	47
Abb. 31: Abstell-bereich für E-Roller von COONO in Tübingen.....	47
Abb. 32: Carsharing-Station im Untersuchungsgebiet.....	47
Abb. 33: Ladeinfrastruktur am Parkplatz Feuerhägle	47
Abb. 34: Ladeinfrastruktur in der Primus-Truber-Straße.....	47
Abb. 35: Verortung der Beiträge aus dem Workshop Mobilität.....	49
Abb. 36: Impressionen vom Mobilitätsworkshop 1	49

Abb. 37: Impressionen vom Mobilitätsworkshop 2	49
Abb. 38: Impressionen vom Mobilitätsworkshop 3	49
Abb. 39: Handlungsbedarf Instandhaltung Dächer Wohngebäude und Wohnmischnutzung	51
Abb. 40: Energetische Qualität von Verglasungen im Wohngebäudebestand	52
Abb. 41: Dämmung von Außenwänden an Wohngebäuden und Wohnmischnutzung	53
Abb. 42: Energieträgerverteilung nach ihren Deckungsanteilen im Ist- Zustand	92
Abb. 43: Energieträger in den Wärmenetzen des Schulzentrums	93
Abb. 44: Energieträgerverteilung im Quartier nach Deckungsanteilen im Ist- Zustand	94
Abb. 45: Alter der Feuerstätten im Ist-Zustand	95
Abb. 46: Absoluter Wärmebedarf und Wärmedichte pro Baublockfläche im Ist-Zustand	97
Abb. 47: Endenergie im Ist-Zustand nach Nutzungssektor, Energieträger und Verwendung	98
Abb. 48: Primärenergie im Ist-Zustand nach Nutzung, Energieträger und Verwendung	99
Abb. 49: CO ₂ -Emissionen im Ist-Zustand nach Nutzungssektor, Energieträger und Verwendung	100
Abb. 50: Neubau- und Abbruchvorhaben der kommunalen Gebäude in Derendingen-Ost (eigene Darstellung nach [TÜ GR 2/2023])	108
Abb. 51: spezifische Wärmeeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude	109
Abb. 52: absolute Wärmeeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude	110
Abb. 53: Mögliche Einsparpotenziale in Unternehmen [DENA 2013]	120
Abb. 54: spezifische Stromeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude	121
Abb. 55: absolute Stromeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude	122
Abb. 56: Eignung von Dachflächen zur Nutzung von Solarenergie nach [LUBW 2022]	124
Abb. 57: Prinzip eines netzgekoppelten PV-Systems mit Speicher [HTW Solar 2015]	128
Abb. 58: Marktsituation Solar-Batteriespeicher [BSW 02/2023]	129
Abb. 59: Auszug Karte Geothermie-Potenzial KWP-Tübingen, nach ISONG	132
Abb. 60: Fernwärme-Eignungsgebiete Derendingen-Ost und Schulschiene Derendingen	137
Abb. 61: Anbindung des Quartiers an den Fernwärmenetzverbund Südstadt, nach „Übersicht der swt Fernwärmenetze Stand September 2022“ (Quelle: www.swtue.de)	138
Abb. 62: Einsparpotenziale an Endenergie bis 2040	140
Abb. 63: Einsparpotenziale Primärenergie bis 2040	141
Abb. 64: Einsparpotenziale für CO ₂ -Emissionen bis 2040	142



Abb. 65: Handlungsfelder des Mobilitätskonzepts für Tübingen
Derendingen Ost..... 146

Abb. 66: Beispiel eines Gebäudesteckbriefes 182

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Maßnahmen/Entwicklungsszenarien mit ihren Einsparpotenzialen bis 2040.....	7
Tab. 2: Festlegungen des Eigenverbrauchs an PV-Strom (ohne Batteriespeicher).....	17
Tab. 3: Annahmen zum Deckungsbeitrag der Solarenergie am TWW-Bedarf.....	18
Tab. 4: Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland (UBA 2021)	26
Tab. 5: Bedienhäufigkeit und Bedienzeitraum der drei TüBus-Linien in Derendingen Ost.....	32
Tab. 6: Reisezeitenvergleich für Fahrten mit der Linie 3.....	33
Tab. 7: Ausstattungsqualität der Haltestellen im Untersuchungsgebiet.....	34
Tab. 8: Gegenüberstellung erforderlicher (gemäß VwV Stellplätze – Anlage 2) und vorhandener Radabstellplätze im Schulareal „Feuerhägle“ (Stand Schuljahr 2020/2021)	41
Tab. 9: Unterscheidung LIS im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum.....	46
Tab. 10: Beiträge aus dem Workshop Mobilität.....	48
Tab. 11: Stärken und Schwächen für den Bereich Mobilität und Verkehr.....	50
Tab. 12: Energiebedarf der Schulgebäude im Ist-Zustand	96
Tab. 13: Auszug aus den Anforderungen des EnerPHit-Standards im Bauteilverfahren.....	101
Tab. 14: Gegenüberstellung von Solartechnologien zur Wärmeerzeugung.....	104
Tab. 15: Mögliche Einsparungen durch Sanierung bei Wohngebäuden	106
Tab. 16: Flächen und Energiebedarfe der geplanten Bau- und Abbruchvorhaben im Schulzentrum	107
Tab. 17: angenommene Gebäudeparameter Wirtschaftlichkeit Dämmung.....	111
Tab. 18: Ergebnisse Wirtschaftlichkeit Dämmung.....	111
Tab. 19: Einsparpotenziale im Handel [DENA EHI 2015].....	120
Tab. 20: Wirtschaftlichkeit ausgewählter energieeffizienter Haushaltsgeräteklassen.....	123
Tab. 21: Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen in Abhängigkeit von Nutzung und Eigenbedarf	130
Tab. 22: Maßnahmen/Entwicklungsszenarien mit ihren Einsparpotenzialen bis 2040.....	139

ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende, von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) geförderte integrierte Quartierskonzept (iQK) „Derendingen-Ost“ ist ein Baustein des Klimaschutzprogramms Tübingens vom Nov. 2020. Es soll als Planungs- und Entscheidungsgrundlage für die Universitätsstadt Tübingen und die Stadtwerke Tübingen dienen und zum Erreichen des selbstgesteckten Klimaschutzziels „Tübingen klimaneutral 2030“ beitragen. Die Erarbeitung fand parallel zur Erstellung des Kommunalen Wärmeplans Tübingen statt und ist inhaltlich auf ihn abgestimmt.

Im Fokus der Untersuchungen liegt das Schulzentrum in Derendingen und die anliegende Wohnbebauung westlich der Primus-Truber-Straße. Dabei baut das iQK auf diverse Voruntersuchungen wie zum Beispiel die Sanierungsfahrpläne der städtischen Schulen aus dem Jahr 2021 auf.

Erstellt wurde das vorliegende Quartierskonzept vom Ingenieurbüro ebök in Zusammenarbeit mit dem Büro StetePlanung (Betrachtung der Mobilitätsaspekte).

Bei den Untersuchungen galt es, **unterschiedliche Zeithorizonte** zu betrachten:

- Die Stadt Tübingen hat das Jahr 2030 als Zielmarke erklärt,
- beim Land Baden-Württemberg ist es das Jahr 2040
- und bei der Bundesrepublik Deutschland ist es das Jahr 2045.

Um dem zu entsprechen, wurde für das vorliegende Quartierskonzept das Jahr **2030 als Zwischenziel** und das Jahr **2040 als Zielmarke** definiert. Da somit im Jahr 2040 bereits die gesetzten Ziele erreicht sind, gilt dies auch für die Jahre danach bis 2045. Somit ist allen drei Anforderungen entsprochen.

Ziel und Inhalt der Untersuchung

Unter Einbeziehung der **zentralen Akteure im Quartier (Universitätsstadt Tübingen, Stadtwerke Tübingen, Landkreis Tübingen, Handwerkskammer Reutlingen sowie die Nutzer:innen der öffentlichen Gebäude)** wurden im Quartierskonzept folgende Themengebiete betrachtet:

- Stand der energetischen Gebäudesanierung
- Energieeffizienz und -einsparung
- Einsatz und Ausbau erneuerbarer Energien
- Umstellung auf zentrale Wärmeversorgung und Fernwärmeausbau
- Ausweitung klimafreundlicher Mobilität
- Sicherheit und Attraktivität der Fahrrad- und Fußwege

Dazu gehört die Abschätzung des zukünftig zu erwartenden Energiebedarfs. Dafür wurden die Potenziale zur Umsetzung energetischer Sanierungen und zur

Steigerung der Energieeffizienz modellhaft aufgezeigt und die real erreichbaren Einsparungen bis 2030 / 2040 unter Einbeziehung einer anzustrebenden Sanierungsrate abgeschätzt.

Die Untersuchungen der technischen und wirtschaftlichen Potenziale im Quartier werden mit sozialen und baukulturellen Aspekten verknüpft. Mögliche Hemmnisse, die dem Erreichen der Ziele bzw. der Umsetzung der entwickelten Maßnahmen entgegenstehen, werden beleuchtet und mögliche Strategien und Handlungsempfehlungen entwickelt.

Kurzübersicht Ist-Analyse

Das Quartier „Derendingen-Ost“ umfasst eine Fläche von rund 33,1 ha. Im westlichen Teil des Quartiers leben insgesamt rund 2.000 Einwohner in ca. 150 Wohngebäuden mit rund 850 Wohneinheiten. Im Osten entlang der Steinlach liegt das Schul- und Bildungsareal mit den in Abb. 1 genannten Einrichtungen:

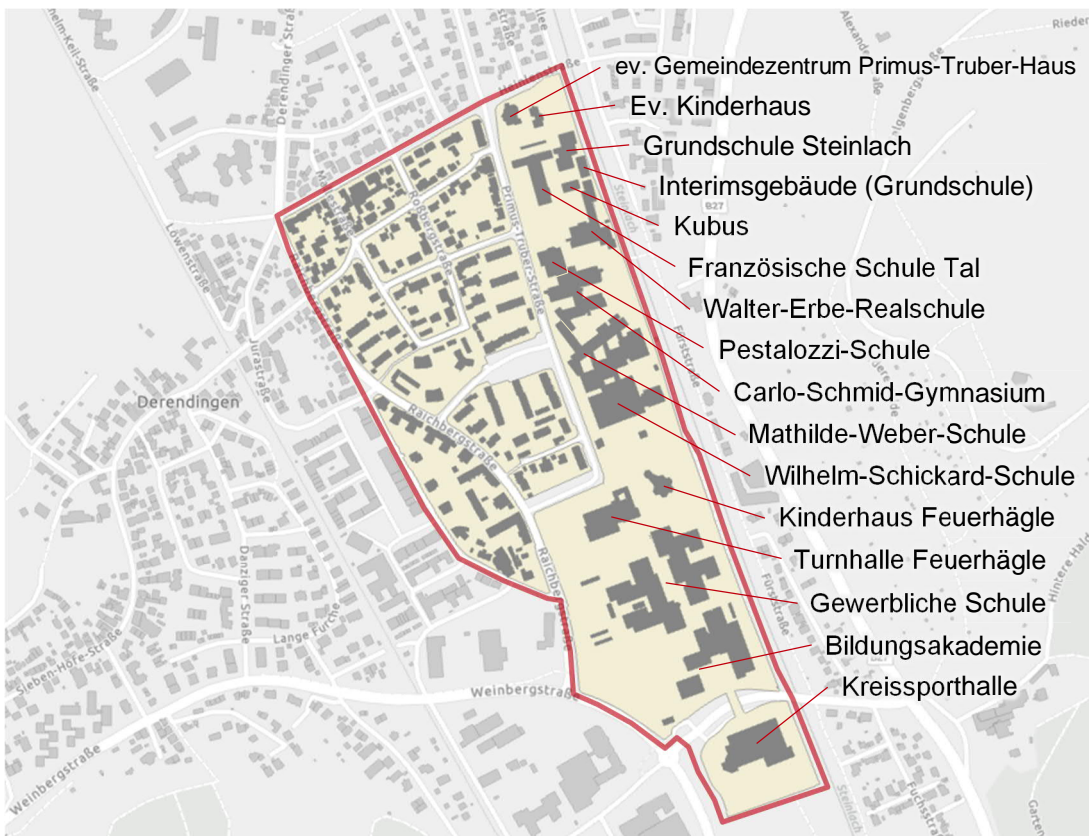


Abb. 1: Übersicht Quartiersgebiet Derendingen-Ost

Bei der Anzahl der untersuchten Gebäude dominiert die Wohnnutzung in den Einfamilienhäusern (EFH), Mehrfamilienhäusern (MFH) und großen Mehrfamilienhäusern (GMFH). Bei der beheizten Gebäudefläche hingegen überwiegen die Nichtwohngebäude des Quartiers, allen voran die öffentlichen Gebäude im Schulzentrum.

Gebäudetypen

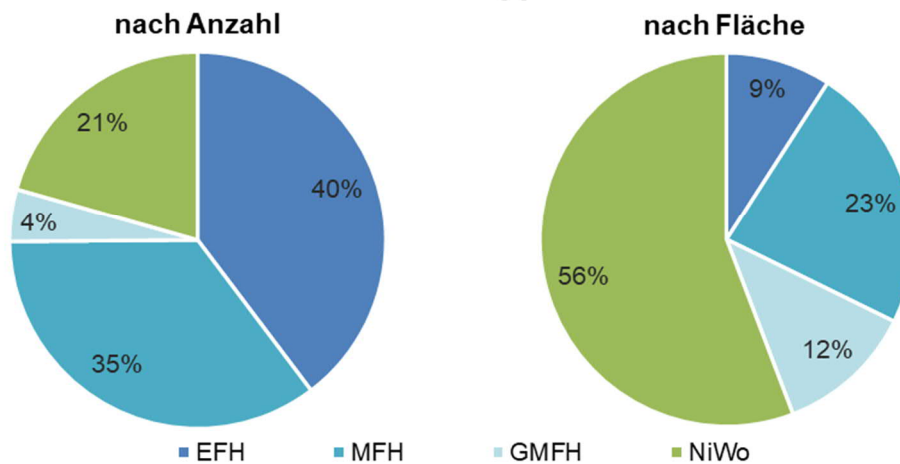


Abb. 2: Gebäudetypen im Untersuchungsgebiet nach Anzahl und Fläche

Die Baualterstruktur im Quartier ist gemischt und wird von Gebäuden aus der Nachkriegszeit (ab 1945) dominiert. Zweidrittel aller Wohngebäude in Derendingen-Ost wurden vor 1975 erbaut und sind in einem entsprechenden Sanierungszustand.

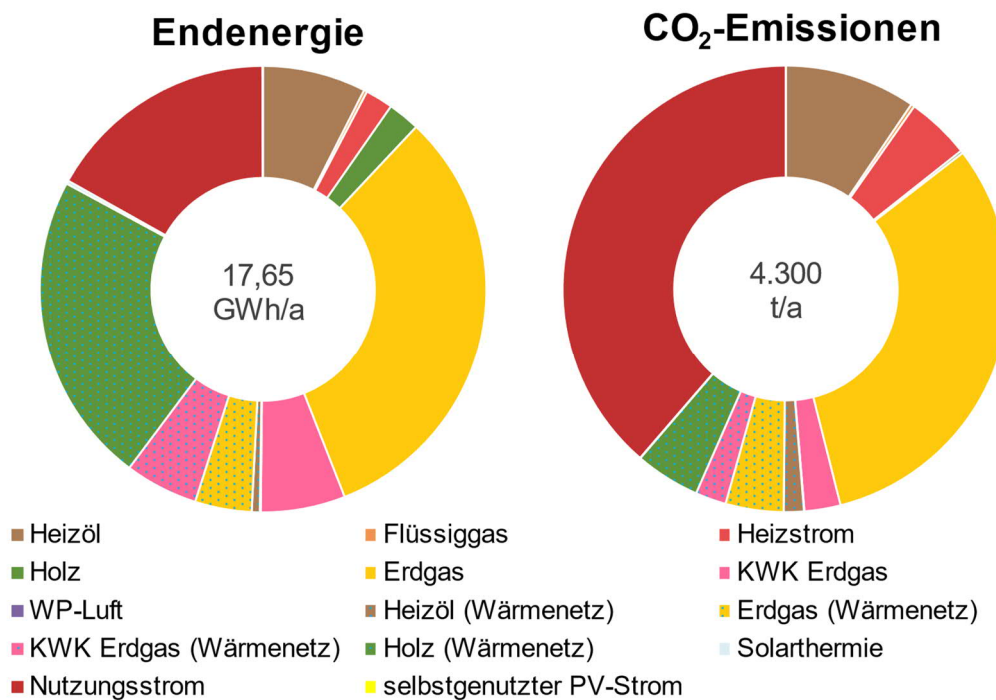


Abb. 3: Energieträgerverteilungen der Endenergie und CO₂-Emissionen für Heizwärme, Trinkwarmwasser, Haushaltsstrom und Nutzungsstrom und im Ist-Zustand

Etwa ein Drittel der im Quartier benötigten Energie wird von den zwei Wärmenetzen des Schulzentrums bereitgestellt. Das Wärmenetz der städtischen Gebäude, ausgehend von der ehem Walter-Erbe-Realschule (WER) stellt mit rund 1,3 GWh/a

etwa 7,5 % Anteil am Gesamtenergiebedarf, welcher durch ein Erdgas-BHKW sowie einen Erdgas- und Erdgas-/Öl-Hybrid-Spitzenlastkessel erzeugt wird. Das Wärmenetz der Gebäude des Landkreises (LK) und der Handwerkskammer Reutlingen, ausgehend von der Landkreisheizzentrale, stellt mit 4,4 GWh/a etwa 25,2 % Anteil am Gesamtenergiebedarf, welcher durch ein Holzhackschnitzel-Heizwerk, ein BHKW sowie zwei Erdgas/Öl-Hybrid-Spitzenlastkessel erzeugt wird.

Betrachtet man die im Quartier eingesetzten Energieträger einzeln hat Erdgas den höchsten Deckungsanteil. Er findet Verwendung in dem Blockheizkraftwerk (BHKW) in der Raichbergstraße und in Erdgastermen sowie in den beiden Wärmenetzen. Insgesamt hat er damit einen Anteil am Gesamtenergiebedarf von 47,6 %. Die hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung (in den BHKWs) hat einen Anteil von 24 % am gesamten Gasverbrauch. Den zweitgrößten Anteil nimmt Holz ein. Hauptsächlich wird es im Wärmenetz LK eingesetzt. Ein kleinerer Teil wird in den Wohngebäuden verwendet. Insgesamt hat Holz einen Anteil am Gesamtenergiebedarf von 25,0 %. Selbst genutzter PV-Strom, Solarthermie und Wärmepumpen spielen bislang eine eher untergeordnete Rolle.

Bei der Betrachtung der CO₂-Emissionen verschieben sich die Anteile hin zu den fossilen Energieträgern. Hier nimmt Strom gefolgt von Erdgas den größten Anteil ein. Die beiden Wärmenetze stehen ökologisch betrachtet bereits heute gut da und haben folglich einen geringeren Anteil an den CO₂-Emissionen im Quartier.

Das **Büro StetePlanung analysierte die verkehrliche Situation im Quartier** und führte dazu am 12.07.2022 einen Workshop zum Thema Mobilität gemeinsam mit Schüler:innen des Carlo-Schmid-Gymnasiums durch.

Im Rahmen der Ist-Analyse wurden dabei folgende **Stärken im Gebiet** identifiziert:

- Hohe Erschließungs-, Bedienungs- und Verbindungsqualität des ÖPNV (TüBus) an Werktagen
- Erreichbarkeit durch Bahn und Regionalbusse
- Schulwegeplan für das Quartier vorhanden
- Gute Erreichbarkeit Rad über eine Radhauptverbindung
- Carsharing-Stationen im Quartier vorhanden
- Freefloating (stationsunabhängige) e-bike und e-scooter Sharing-Angebote
- Ladestationen für E-Pkw im Quartier vorhanden
- Ruhender Kfz-Verkehr ist vollständig geregelt bzw. bewirtschaftet
- Parkdruck ist punktuell im mittleren Bereich

Im Bereich der Mobilität wurden folgende **Schwächen im Gebiet** identifiziert:

- Die Qualität der ÖPNV-Haltestellen ist verbesserungswürdig (fehlende Barrierefreiheit, Sitzmöglichkeiten, Überdachungen)

- Wichtige Radverbindungen sind teilweise auf Fußwegen gelegen
- Querungsangebote für den Fuß- und Radverkehr sind z. T. mangelhaft
- Querungsstellen für den Fußverkehr sind nicht barrierefrei
- Die Anzahl der Radabstellanlagen an den Schulen ist teils nicht ausreichend
- keine Radabstellanlagen im öffentlichen (Straßen-)Raum
- kein stationäres Bike- oder Cargobike-Sharing im Quartier
- fehlende multimodale (Mobilitäts-)Stationen im Quartier; die verschiedenen Verkehrsmittel sind (räumlich) nicht miteinander verknüpft
- Der fließende Kfz-Verkehr wird von der Schülerschaft im Schulumfeld als zu schnell wahrgenommen
- Es gibt keine Drop-Off-Zone für Elterntaxen am Schulzentrum

Kurzübersicht Potenzial-Analyse

Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurden die öffentlichen Gebäude des Schulzentrums einzeln betrachtet und in Abstimmung mit den Eigentümern gebäude-scharfe Einsparpotenziale für Wärme und Strom definiert.

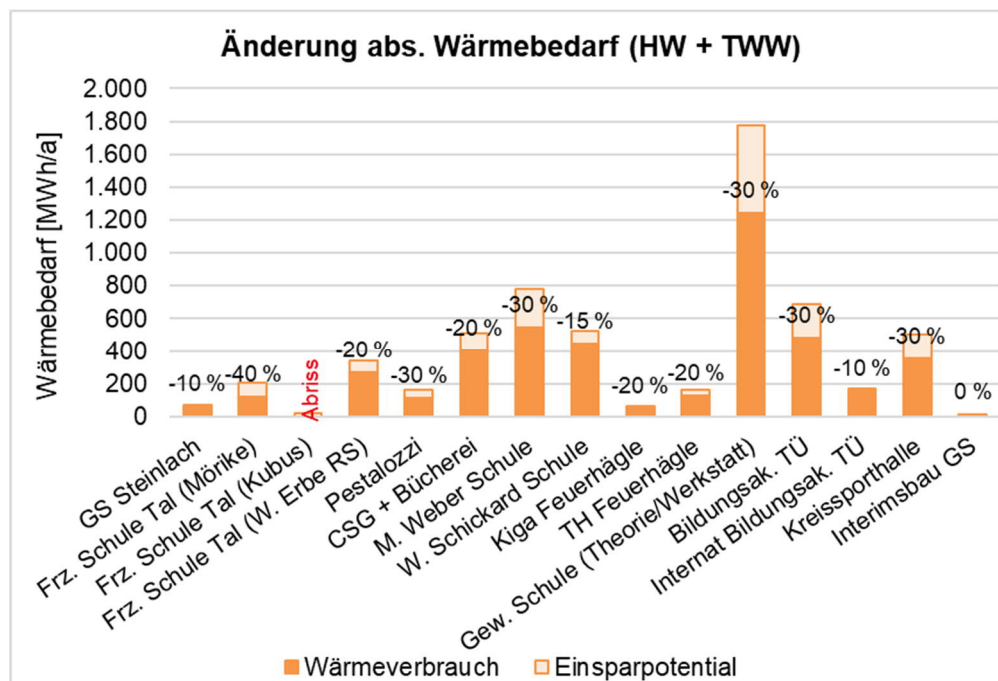


Abb. 4: absolute Wärmeeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude

Zusätzlich wurden für die Zielbilanz die geplanten Abriss- und Neubauvorhaben berücksichtigt. Dazu gehört das sich derzeit auf der Tiefgarage der Primus-Truber-Straße im Bau befindliche Gebäude als Erweiterung des Campus der beruflichen Schulen, eine Erweiterung der Walter-Erbe-Realschule, eine Mensa der Französischen Schule (Tal) sowie eine Erweiterung des Carlo-Schmid-Gymnasiums.

Das Quartiersgebiet ist Teil der Fernwärmestrategie der Stadtwerke Tübingen und als solches ein „Eignungsgebiet“ für die Fernwärme nach dem Kommunalen Wärmeplan Tübingen. Mittelfristig soll das Schulzentrum, wenn möglich vollständig über das Fernwärmenetz der SWT versorgt werden. Die angrenzende Wohnbebauung könnte langfristig zu einem Anteil von 60 % über Fernwärme versorgt werden. Dadurch ergeben sich für die Fernwärme folgende Endenergiemengen für Heizwärme- und Trinkwarmwasserbereitung:

2030	2040
6.130 MWh/a	8.420 MWh/a

Als größtes Potenzial wurde im Quartier die Solarenergie identifiziert. Die Bedingungen dafür sind weitgehend gut bis sehr gut. Das solare Wärmepotenzial beläuft sich auf etwa **297 MWh/a** und ist bisher **erst zu etwa 13,5 % ausgeschöpft**. In Kombination mit Fernwärme ist jedoch von der Verwendung solarer Wärme aufgrund der aufwendigen und kostenintensiven Einbindung der beiden Energieträger aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten eher abzuraten. Stattdessen bietet es sich an, die freien Dachflächen für die Stromerzeugung zu nutzen. Das wurde bei der Potenzialabschätzung berücksichtigt. Das PV-Potenzial im Quartier beläuft sich auf insgesamt 6.070 MWh/a, wovon rund **948 MWh/a direkt im Quartier** selbst genutzt werden könnten. Das Potenzial ist damit erst zu 5,3 % ausgeschöpft.

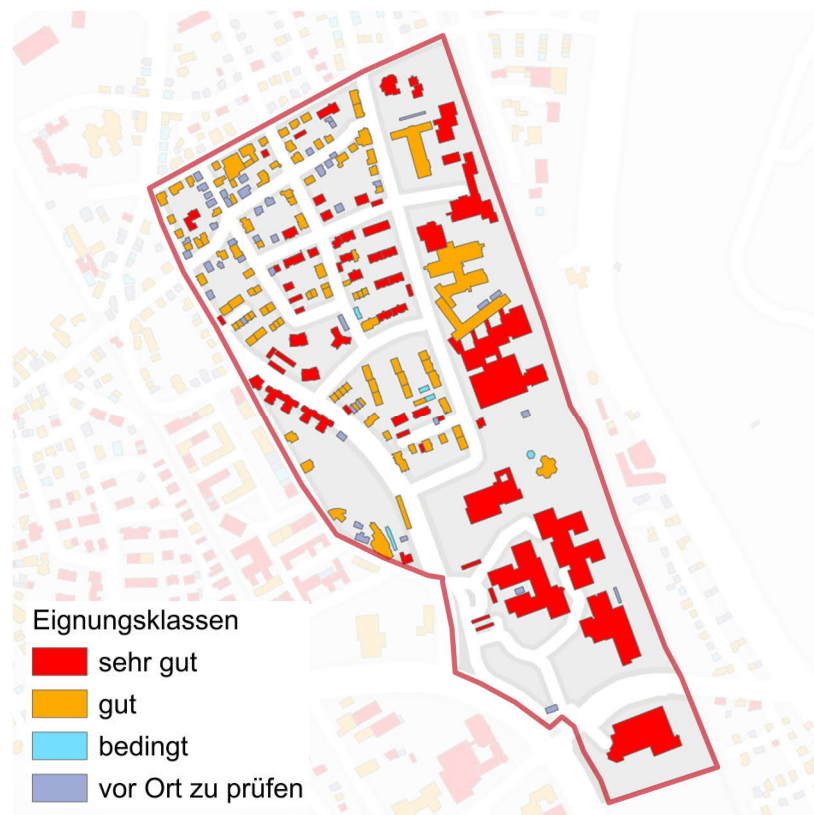


Abb. 5: Eignung von Dachflächen zur Nutzung von Solarenergie nach [LUBW 2022]

Im Ergebnis der Potenzialanalyse zeigen sich für das gesamte Untersuchungsgebiet bis 2040 folgende Einsparmöglichkeiten:

bis 2030

- -2,59 GWh/a Endenergiebedarf
- -6,00 GWh/a Primärenergie
- -1.930 tCO₂/a CO₂-Emissionen

bis 2040

- -5,18 GWh/a Endenergiebedarf
- -13,27 GWh/a Primärenergie
- -3.660 tCO₂/a CO₂-Emissionen

Tab. 1: Maßnahmen/Entwicklungsszenarien mit ihren Einsparpotenzialen bis 2040

Maßnahme / Entwicklungsszenario	Senkung Endenergie	Senkung Primärenergie	Einsparung CO ₂ -Emissionen
Sanierung Gebäudehülle: Energetische Verbesserung der Gebäudehülle im Bestand im Mittel auf KfW EffH 55	27 %	27 %	27 %
Einsparung Strom: Stromsparmaßnahmen in allen Sektoren	3 %	6 %	6 %
Einsparung Strom + Ausbau PV: Nutzung der Solarenergie (Photovoltaik) und Eigenverbrauch des erzeugten Stroms	3 %	17 %	19 %
Gesamt bis 2030¹: Sanierung Hülle, Umstellung Energieträger, Einsparung Strom und Ausbau PV, inkl. Umweltfaktoren in 2030	15 %	39 %	45 %
Gesamt bis 2040²: resultierende Einsparung bei Kombination aller Maßnahmen und Umweltfaktoren in 2040	29 %	86 %	85 %

¹ Unter Verwendung der Primärenergiefaktoren und CO₂-Faktoren für 2030

² Unter Verwendung der Primärenergiefaktoren und CO₂-Faktoren für 2040

Kurzübersicht Maßnahmen

Zur Erschließung der dargestellten energetischen und ökologischen Potenziale wurde ein umfangreicher Maßnahmenplan entwickelt. Darin werden folgende zentrale Maßnahmen vorgeschlagen:

- Koordination, Aufbau und Durchführung eines Sanierungsmanagements (Personalstelle für Sanierungsmanagement benötigt)
- Erarbeitung von Informationen zu thematischen Schwerpunkten im Quartier als inhaltliche Unterstützung der anderen Maßnahmen, hauptsächlich der Sanierungsmaßnahmen der Wohngebäude und des Fernwärmeausbaus; Erarbeitung und Verbreitung durch das Sanierungsmanagement
- Strategieentwicklung für Umgang und Unterstützung von Eigentümer:innen und Wohnungseigentümergeinschaften
- Durchführung: Themenkampagne „energetische Modernisierung von Gebäuden“
- Vermittlung von Bafa-Sanierungsfahrplänen für Wohngebäude
- Durchführung: Themenkampagne „Stromsparen im Haushalt“
- Erstellung von Sanierungsfahrplänen für öffentliche Gebäude, wenn noch nicht vorhanden
- Einrichtung eines übergeordneten Koordinationsteams „Schulzentrum Feuerhägle“, bestehend aus den Gebäudeverantwortlichen der Eigentümer zur Abstimmung weiterer Sanierungsmaßnahmen und Neubauvorhaben
- Transformation und Erweiterung der Fernwärme mit Anbindung des Quartiers an den „Fernwärmeverbund Süd“ der SWT-Fernwärme
- Anschluss des Schulzentrums und des Wohngebietes des Quartiers, (angefangen mit den größeren Mehrfamilienhäusern) an die Fernwärme
- Durchführung: Themenkampagne „Erneuerbare Energieträger für die dezentrale Wärmeversorgung“
- Durchführung: Themenkampagne „Solarenergie“
- Qualitätssicherung und Monitoring der Umsetzung der Maßnahmen durch Sanierungsmanagement

Für die öffentlichen Gebäude des Schulzentrums wurden zudem gebäudescharfe Maßnahmen identifiziert und in Kap. II, 4.2 ff. benannt.

I. ALLGEMEINER TEIL

1 Einleitung

1.1 Integriertes Quartierskonzept

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 Untersuchungsgebiet neue Wärmeversorgungsoptionen über zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsanlagen energie- und CO₂-emissionsoptimiert konzipiert.

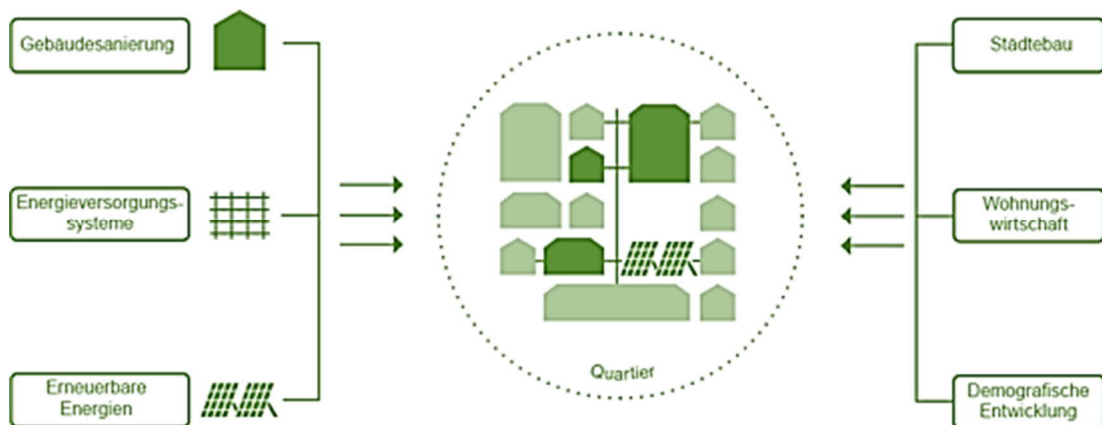


Abb. 6: Handlungsfelder integrierter Quartierskonzepte (Quelle: energetische-stadtsanierung.info)

Durch koordiniertes Vorgehen auf Quartiersebene sollen lokale Potenziale genutzt und Akteure, Eigentümer:innen und Bewohner:innen frühzeitig eingebunden werden. Mit dem integrierten Quartierskonzept bietet sich die Gelegenheit, die baulichen Sanierungsmaßnahmen mit optimalen Energieeinsparmaßnahmen zu kombinieren. Die Konzepte bilden eine zentrale strategische Entscheidungsgrund-

lage und Planungshilfe für eine an der Gesamteffizienz energetischer Maßnahmen ausgerichteten Investitionsplanung in Quartieren. Es werden Handlungsempfehlungen mit Maßnahmen- und Realisierungskonzepten aufgezeigt.

Im Untersuchungsbereich sollen neue Wärmeversorgungsoptionen – weitgehend auf Basis lokaler erneuerbarer oder vergleichbar umweltschonender Energien – über zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsanlagen konzipiert werden. Dabei wird eine Wärmeversorgung im Sinne einer hohen CO₂-Einsparung angestrebt.

1.2 Vorgehensweise und Berichtsstruktur

Nach I. ALLGEMEINER TEIL gliedert sich die Erstellung des Quartierskonzepts in drei Hauptteile:

- II. BESTANDSANALYSE – Aufnahme des Ist-Zustandes
- III. POTENZIALE – Ausloten der Potenziale für das Zielkonzept
- IV. HANDLUNGSKONZEPT – Aufstellen des Maßnahmenkatalogs



Im Laufe der Konzepterstellung ist eine möglichst umfangreiche Beteiligung der Akteure vorgesehen. 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.

Das Quartierskonzept behandelt folgende zentrale Themen:

- Energieeinsparung
- Steigerung der Energieeffizienz
- Einsatz erneuerbarer Energien
- Ausbau der Fernwärme und Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeugung
- Perspektiven öffentlicher / kommunaler Gebäude

1.3 Klimaschutz in Tübingen

Die Universitätsstadt Tübingen hat sich bereits früh intensiv dem Klimaschutz verschrieben. Seit 1993 ist sie Mitglied im Klimabündnis, seit 2006 wird der Fortschritt ihrer Bemühungen im Zuge einer jährlichen Energie- und CO₂-Bilanz erfasst und unter dem Motto „Tübingen macht blau“ werden im Rahmen der städtischen Klimaschutzkampagne seit 2008 Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt und Bürger:innen in einem Beteiligungsprozess zum Klimaschutz motiviert.

Die Universitätsstadt Tübingen will sich den Herausforderungen des Klimaschutzes intensiv stellen und gemeinsam mit ihren Tochtergesellschaften ihren eigenen Beitrag dazu leisten, die Ziele des Bundes und Landes zu erreichen. Die stadtinternen Ziele gehen mit dem Beschluss des Klimaschutzprogrammes im Gemeinderat (Nov. 2020) sogar über die Ziele des Bundes und Landes hinaus: Tübingen will die Treibhausgasemissionen im Energiebereich bis zum Jahr 2030 klimaneutral gestalten, um die Erderwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen.

Die Stadt nimmt zudem gemeinsam mit mehr als 1.100 Kommunen aus 17 europäischen Ländern am European Energy Award teil, „ein Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren für kommunale Energieeffizienz und Klimaschutz“ [EEA web] und wurde für ihre Klimaschutzbemühungen im Jahr 2015 mit dem EEA in Silber ausgezeichnet. Im Februar 2019 und Oktober 2022 folgten die Auszeichnungen in Gold.

Für den Neubau oder die Sanierung eigener städtischer Gebäude gibt sich die Universitätsstadt Tübingen Vorgaben in ihrer Energieleitlinie [TÜ-Energieleitlinie 2009] aus dem Jahr 2009. Als übergeordnete Maßnahme für den Bereich Wärme lässt sie den Kommunalen Wärmeplan (KWP) nach dem Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg ([KSG BW 2021, mittlerweile aktualisiert in Form des [KlimaG BW 2023]) erstellen. Die Erstellung des KWP fand parallel zur Erarbeitung des vorliegenden integrierten Quartierskonzeptes Derendingen-Ost statt.

Im Tübinger Klimaschutzgesetz werden integrierte Quartierskonzepte (iQK) explizit als konkrete kommunale Maßnahme genannt, um die Energieeffizienz von Gebäuden im Verbund zu verbessern und den Wärmebedarf zu senken. Als erstes integriertes Quartierskonzept wurde das iQK Lustnau im Jahr 2022 erstellt.

Zur Vorbereitung einer übergreifenden Untersuchung im „Schulzentrum Süd“ (Stadtteil Derendingen) und um einen Überblick über den energetischen Zustand ihrer Gebäude zu erhalten, hat die Stadt Tübingen im Jahr 2020 mehrere energetische Sanierungskonzepte in den Schulgebäuden in Tübingen-Derendingen in Auftrag gegeben. Die übergreifende Untersuchung erfolgt nun in Form des vorliegenden integrierten Quartierskonzeptes „Derendingen-Ost“, das neben den städtischen Schulgebäuden auch die Schulgebäude des Landkreises Tübingen, die

Gebäude der Handwerkskammer Reutlingen sowie die umliegende Wohnbebauung miteinbezieht.

Für alle Gebäude des Landkreises wurden seit 2001 Energiekonzepte erstellt. Über das laufende Energiemanagement sind daher gute Grundlagen für die weitere energetische Betrachtung im Quartier vorhanden.

Die Bildungsakademie der Handwerkskammer Reutlingen wurde in Teilen bereits grundlegend saniert und weitere Sanierungen sind angedacht. Daher liegen auch hier gute Grundlagen über die technischen und baulichen Zustände und Energieverbräuche vor.

1.4 Das Untersuchungsgebiet

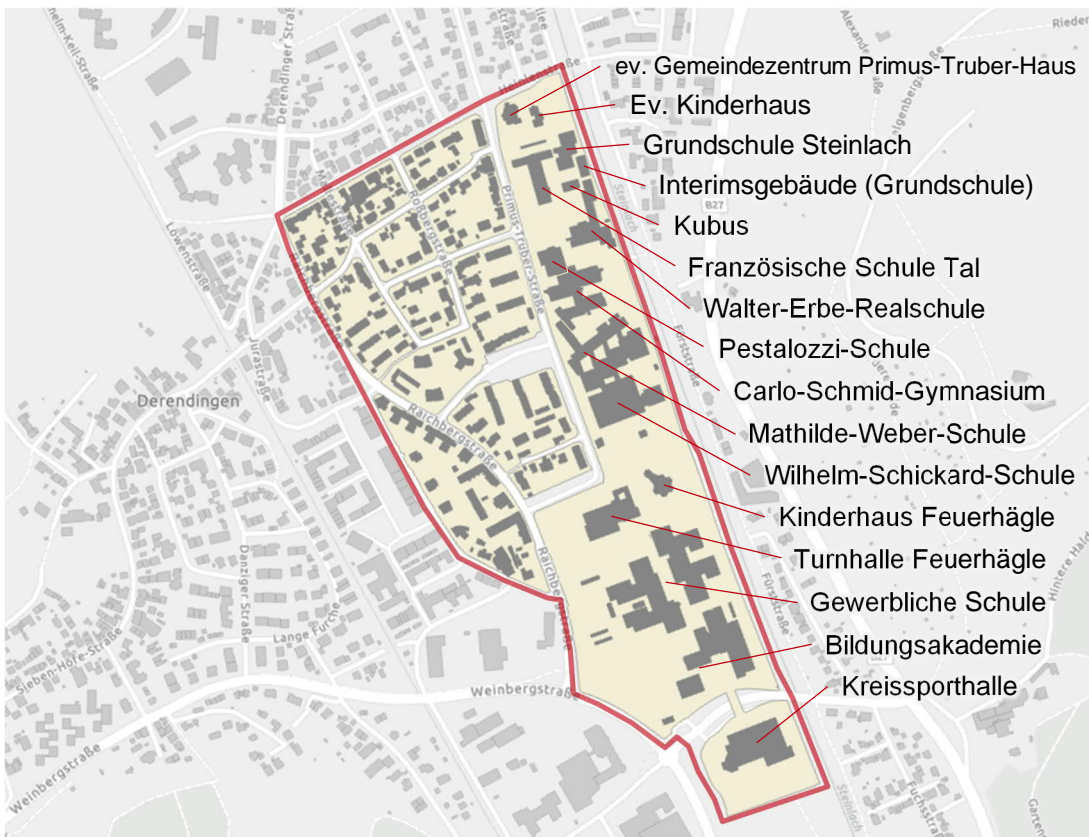


Abb. 7: Übersicht Quartiersgebiet Derendingen-Ost

Der Stadtteil Derendingen liegt südlich der Tübinger Innenstadt. Das Untersuchungsgebiet (Abb. 7, rote Umrandung) im Osten des Stadtteils wird am östlichen Rand durch die Steinlach begrenzt. Im Westen schließen die Raichbergstraße und die Paul-Dietz-Straße das Quartier ab, die nördliche Grenze bildet die Heinlenstraße

und die südliche Grenze bildet die Kreissporthalle an der Waldhörnlenstraße. Das Quartier „Derendingen-Ost“, umfasst eine Fläche von rund 33,1 ha. Im westlichen Teil des Quartiers leben insgesamt rund 2.000 Einwohner in ca. 150 Wohngebäuden mit rund 850 Wohneinheiten. Im Osten entlang der Steinlach liegt das Schul- und Bildungsareal mit den in der Abb. 7 genannten Einrichtungen.

1.5 Fragestellung für das Untersuchungsgebiet

Im Fokus der **Stadt Tübingen** ist aktuell die Sanierung und Umgestaltung des Schulzentrums in Derendingen, auch Schulzentrum Feuerhägle genannt. Das Quartierskonzept soll dabei auf die bereits getätigten vorbereitenden Untersuchungen (siehe Kap. I, 1.4) aufbauen und diese durch Verknüpfung einer übergeordneten Betrachtung verfeinern. Das städtische Schulzentrum wird von einer gemeinsamen Heizzentrale in der Walter-Erbe-Realschule aus über ein Nahwärmenetz mit Wärme versorgt. Die Wärmeerzeugung erfolgt über Gas- und Öl-Heizkessel und Gas-BHKW. Vor dem Hintergrund der Klimaschutzziele der Stadt Tübingen soll die Wärmeversorgung der städtischen Gebäude bis 2030 klimaneutral sein.

Die **Stadtwerke Tübingen (SWT)**, die auch die Wärmezentrale in der Walter-Erbe-Realschule im Contracting betreiben, wollen sich dieser Aufgabe stellen und haben das städtische Schulzentrum daher in ihre Fernwärmeausbaustrategie mitaufgenommen. Die SWT planen den Fernwärmeausbau, ausgehend von dem Netz der Südstadt, in den Ortsteil Derendingen. Das Bestandsnetz endet derzeit etwa 250 m vom Schulzentrum entfernt auf der anderen Seite des Gewässers Steinlach. Als großer Wärmeabnehmer könnte das Schulareal dabei ein zentraler strategischer Baustein für die gesamte Netzerweiterung in den Stadtteil Derendingen sein.

In direkter Nachbarschaft der städtischen Gebäude betreibt der **Landkreis Tübingen** ein großes Berufsschulzentrum. Die Versorgung der Landkreis-Gebäude erfolgt über ein vom Contractor **Kraftwärmeanlagen GmbH** betriebenes Nahwärmenetz, an das auch die benachbarte Bildungsakademie Tübingen der **Handwerkskammer Reutlingen** angeschlossen ist. Auch diese Wärmeversorgung soll mittelfristig klimaneutral gestaltet werden. Im Zuge des Quartierskonzeptes sollen die Möglichkeiten dazu untersucht werden.

Insgesamt ergeben sich folgende Fragestellungen für das Quartier:

- **Stand der energetischen Gebäudesanierung**
Wie ist der energetische Sanierungszustand des Gebäudebestands im Gebiet? Wo findet sich Handlungsbedarf und wie groß sind die Einsparpotenziale durch die energetische Gebäudesanierung?

- **Energieeffizienz und -einsparung**

Welche Energieeinsparungen sind im Quartier möglich und mit welchen Maßnahmen können sie erreicht werden? Wie kann eine Steigerung von Energieeffizienz in der Energieerzeugung erreicht werden? Wie entwickelt sich der Energiebedarf im Quartier?

- **Einsatz erneuerbarer Energien und Abwärmenutzung**

Wie hoch ist das Potenzial zum Einsatz erneuerbarer Energien zur klimagerechten Wärme- und Stromerzeugung? Wo gibt es Potenziale zur Nutzung von Umweltwärme? Wie kann der zukünftige Energiebedarf möglichst klimaneutral gedeckt werden? Welche Rolle kann die Fernwärme dabei spielen?

- **Umstellung auf zentrale Wärmeversorgung**

In welchen Bereichen sind Anpassungen und Optimierung der Wärmeversorgung sinnvoll? In welchen Bereichen ist ein Ausbau der Fernwärme sinnvoll?

- **Beteiligung**

Wie können lokale Akteure und die Bevölkerung in zukünftige Entwicklungen eingebunden werden?

Die Untersuchungen der technischen und wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale im Quartier werden dabei mit sozialen und baukulturellen Aspekten verknüpft. Mögliche Hemmnisse, die dem Erreichen der Ziele bzw. der Umsetzung der entwickelten Maßnahmen entgegenstehen wurden beleuchtet und mögliche Strategien und Handlungsempfehlungen entwickelt.

II. BESTANDSANALYSE

1 Methodik

1.1 Kommunalen Wärmeplan Tübingen

Parallel zum integrierten Quartierskonzept Derendingen-Ost wurde in Tübingen der Kommunale Wärmeplan nach dem Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg erstellt. Aufgrund der zeitlichen Übereinstimmung war von Auftraggeberseite her das Ziel formuliert worden, die beiden Projekte aufeinander abzustimmen, aufgrund der Datenschutzbestimmungen war dies jedoch nur begrenzt möglich. Um dem Datenschutz für personenbezogene Daten nach DSGVO Rechnung zu tragen, wurden im Kommunalen Wärmeplan alle Ergebnisse auf baublockebene aggregiert. Dabei gilt eine Mindestanzahl von fünf Gebäuden pro Baublock als datenschutzrechtlich unbedenklich.

Die Baublockeinteilung für das iQK-Gebiet Derendingen-Ost kann als gelbe Flächen unter den grau dargestellten Gebäuden der Abb. 7 in Kap. I, 1.4 entnommen werden.

Die blockscharfen Ergebnisdaten aus dem Kommunalen Wärmeplan wurden in Abstimmung mit der Stadt für das iQK zur Verfügung gestellt. Dabei handelte es sich um folgende Daten:

- Energieträgermix nach prozentualem Anteil des Energiebedarfs des jeweiligen Energieträgers,
- Altersverteilung der Feuerstätten,
- Zugewiesener Verbrauchs-/Bedarfwert pro Baublock.

1.2 Datenerhebung und Energiebedarfsschätzung

1.2.1 Wohngebäude

Heizwärme

Durch die Begehung vor Ort konnten konkrete Informationen pro Gebäude hinsichtlich der aktuellen Qualität und Ausführung der Gebäudehülle sowie des Sanierungsbedarfs gesammelt werden.

Die Energieträger und der zugewiesene Verbrauch- bzw. Bedarfswert wurden blockweise vom Kommunalen Wärmeplan Tübingen übernommen und mit den Erkenntnissen aus der Vor-Ort-Begehung abgeglichen.

Für die Einschätzung der Energieverbräuche in Wohngebäuden wurde dabei auf umfangreiche statistische Untersuchungen und typologische Verfahren zurückgegriffen [Episcope], [TABULA]. Anhand dieser Daten wurde unter Berücksichtigung der Gebäudetypen und des Baualters eine eigens für Tübingen erstellte Kennwerte-Typologie erstellt. Damit konnte Gebäuden ohne bekannten Energieverbrauch (z. B. Gas- oder Fernwärmeverbräuche) ein Bedarfswert zugewiesen werden. Wenn reale Verbräuche bekannt waren, wurden diese bevorzugt verwendet.

Stromverbrauch in Haushalten

Der Stromverbrauch im Gebiet wurde auf Grundlage verschiedener Statistiken (z. B. Stromspiegel Deutschland), Annahmen zur Belegung der Haushalte im Quartier sowie einer angenommenen mittleren Ausstattung von Haushalten mit Elektrogeräten überschlägig ermittelt. Eingeflossen sind außerdem eigene Auswertungen von in anderen Projekten vorliegenden Stromverbräuchen in Haushalten. Im Ergebnis wurde für die weiteren Berechnungen ein pauschaler mittlerer Verbrauch von 22 kWh/(m²_{WFl} a) angesetzt.

1.2.2 Nichtwohngebäude

Für die öffentlichen Nichtwohngebäude im Quartier im Besitz der Stadt, des Landkreises und der Handwerkskammer Reutlingen wurden Verbrauchswerte zur Verfügung gestellt. Zudem wurden die Eigentümer:innen interviewt und die Gebäude bei insgesamt zwei Begehungen am 01.06.2022 und 29.11.2022 gemeinsam mit den zuständigen von Stadt, Landkreis und Stadtwerke von außen, sowie von innen begutachtet. Dabei wurden energetische Rahmendaten zur Gebäudehülle und Technik aufgenommen sowie die Schwachstellen der Gebäude abgefragt.

Für drei der städtischen Schulgebäude wurden in den Jahren 2020 / 2021 Sanierungsfahrpläne (SFP) nach BAFA erstellt, dabei handelt es sich um die Walter-Erbe-Realschule (WER), das Carlo-Schmid-Gymnasium (CSG) und die Pestalozzi-Schule. Für drei weitere städtische Schulgebäude wurden vereinfachte energetische Untersuchungen durchgeführt, und zwar die ehemalige Mörikeschule (heute Französische Schule Tal), die Grundschule Steinlach und das Gebäude „Kubus“, das als Ausweichfläche hauptsächlich für das CSG dient. Die Ergebnisse diese Untersuchungen und der SFP konnten für das Quartierskonzept aufgegriffen und zugrunde gelegt werden.

Die restlichen Nichtwohngebäude im Quartier spielen wegen ihrer geringen Anzahl und Größe für die Energie- und Umweltbilanz nur eine untergeordnete Rolle. Basis der Beurteilungen sind Eindrücke aus der Begehung, Rückmeldungen aus Befragungen / Interviews und öffentlich zugängliche Informationen der Betreiber.

1.3 Ermittlung der Energieträgerverteilung

Die Zuordnung von Energieträgern zu einzelnen Liegenschaften erfolgte über folgende Quellen:

- Für Wohngebäude aus dem Kommunalen Wärmeplan (blockscharf nach Deckungsanteil), siehe auch Kap. II, 1.1,
- Angaben für kommunale Liegenschaften (Energiemanagement der Universitätsstadt Tübingen)
- Angaben für Gebäude am Wärmenetz des Landkreises aus dem Energiebericht des Landkreises

1.4 Solarenergienutzung im Bestand

Zur Ermittlung der Solarenergienutzung im Bestand wurde während der Begehung und aus Luftbildern der Bestand an Solarthermie- und Photovoltaikanlagen (PV) festgestellt.

PV-Anlagen

Zur Einschätzung des Ertrags pro Anlage wurde die Modulfläche aus der erkennbaren Anzahl der Module mit einer mittleren Kollektorfläche von 1,5 m² pro Modul angenommen und mit einer im Bestand üblichen effektiven spezifischen Leistung von 0,125 kWp/m² sowie einem effektiven spezifischen Ertrag von 900 kWh/kWp in Beziehung gesetzt. Je nach Nutzungsart und geschätztem Strombedarf des jeweiligen Objekts wurde der mögliche Anteil der Eigennutzung des erzeugten Stroms wie folgt pauschal festgelegt:

Tab. 2: Festlegungen des Eigenverbrauchs an PV-Strom (ohne Batteriespeicher)

Nutzungsart	Max. Deckung des Bedarfs durch eigenen PV-Strom	Maximale Eigennutzung des Ertrags
Nichtwohngebäude	50 %	75 %
Wohngebäude	30 %	75 %

Solarthermische Anlagen

Für die Abschätzung des durch solarthermische Anlagen gedeckten Wärmebedarfs wurden pro Gebäude bei Anlagen mit üblicher Größe folgende Annahmen zur Deckung des Bedarfs an Trinkwarmwasser (TWW) getroffen:

Tab. 3: Annahmen zum Deckungsbeitrag der Solarenergie am TWW-Bedarf

Gebäudetyp	Solare Deckung des TWW-Bedarfs
Ein- und Zweifamilienhaushalte	50 %
Mehrfamilienhaus (3+4 Wohneinheiten)	30 %

Die Unterscheidung zwischen Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung und Kombi-Anlagen mit Heizungsunterstützung ist ohne weitere Informationen zum Gebäude und der jeweiligen Anlagenkonfiguration nicht möglich, dementsprechend können auch keine Annahmen zur Erzeugung von Raumwärme aus Solarenergie gemacht werden. Im vorgefundenen Bestand an Wohngebäuden dürfte jedoch noch die Nutzung von Solaranlagen zur TWW-Bereitung vorherrschen (Annahme aufgrund des durchschnittlichen Alters der Gebäude).

1.5 Vereinfachte Beurteilung des Ist-Zustands durch Benchmarking

Der Wärmeverbrauch der betrachteten öffentlichen Nichtwohngebäude wurde von den Gebäudebesitzern bzw. den Stadtwerken zur Verfügung gestellt und witterungsbereinigt. Zur Ermittlung von flächenspezifischen Kennwerten wurde die beheizte Gebäudefläche verwendet.

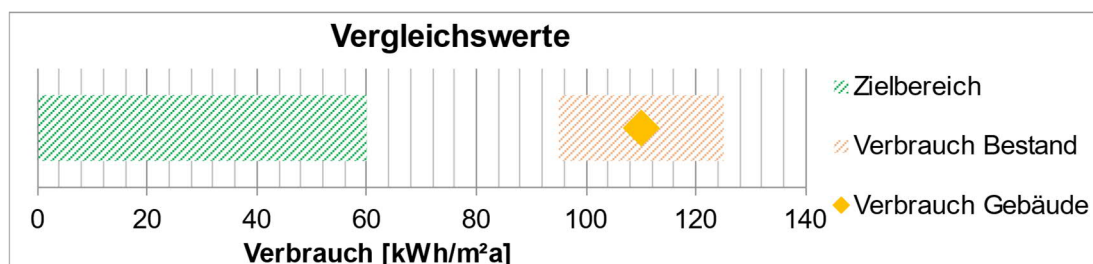


Abb. 8: Beispiel der Einordnung des Ist-Verbrauchs anhand von Vergleichswerten und Zielwert

Durch den Vergleich dieser flächenspezifischen Verbrauchsdaten mit Bedarfswerten von Gebäuden gleicher oder ähnlicher Nutzungsart kann eine vereinfachte Einordnung des jeweiligen Energieverbrauchs vorgenommen werden, dies nennt man Benchmarking. Für den Vergleich wurden statistisch ermittelte Verbrauchskennwerte aus einer Erhebung der ages GmbH sowie aus der VDI-Norm 3807-2

verwendet. Verglichen wurden der durchschnittliche Verbrauch des in den Studien erfassten deutschen Gebäudebestands sowie der Durchschnitt der untersten 25 % dieser Gebäude (unteres Quartil). Das untere Quartil kann vereinfacht als Zielbereich angesehen werden, der bei einer Sanierung des Gebäudes voraussichtlich erreichbar wäre.

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, speziell in den hier teilweise vorliegenden Gebäuden zur beruflichen Bildung. Durch den Vergleich des Verbrauchs eines Gebäudes mit dem Mittelwert des besten Viertels (unteres Quartilmittel) lässt sich ein mögliches Einsparpotenzial gegenüber dem Ist-Zustand darstellen. Die angesetzten Einsparungen berücksichtigen zudem den energetischen Standard des Gebäudes sowie die bisher getätigten Sanierungen und wurden zu guter Letzt mit den Gebäudeeigentümer:innen abgestimmt.

2 Rahmendaten und Quartiersbeschreibung

2.1 Baualtersstruktur

Das Untersuchungsgebiet hat im Wohngebäudebereich eine gemischte Baualtersstruktur. Im südlichen Teil des Wohngebietes, zwischen der Raichbergstraße und der Paul-Dietz-Straße, befinden sich einige größere Neubauten, die nach 2003, größtenteils sogar nach 2014 errichtet wurden. Vor allem im nördlichen Teil finden sich einige Gebäude aus der Zeit vor 1945. Im restlichen Gebiet ist die Baualtersstruktur durchwachsen und reicht von der Nachkriegszeit ab 1945 bis in die siebziger Jahre. Diese Altersgruppe nimmt den größten Anteil ein. Damit sind über zwei Drittel aller Wohngebäude in Derendingen-Ost noch vor 1975 erbaut worden.

Die Baualter wurden im Rahmen der Begehung durch in Augenscheinnahme überprüft und gegebenenfalls korrigiert.

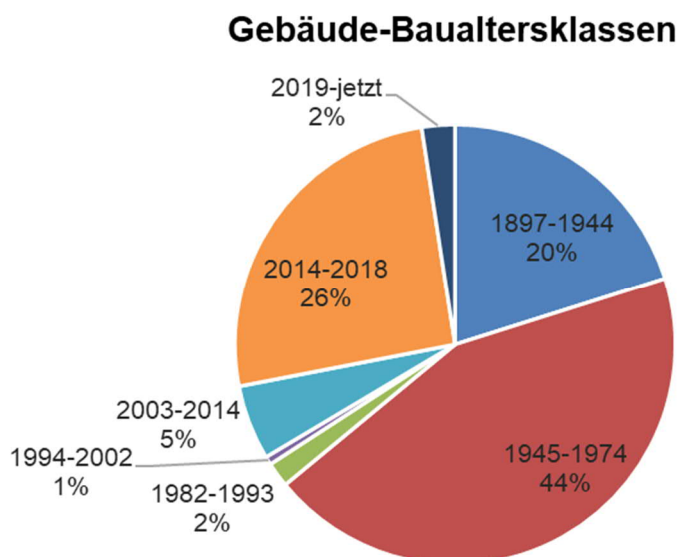


Abb. 9: Baualtersverteilung im Bestand

Nähere Informationen zu den Baualtern der Gebäude in der Schulschiene finden sich im Kapitel II, 4.2 ff.

2.2 Gebäudetypen

Das Quartier wird durch das Schul- und Bildungsareal im Osten entlang der Steinlach geprägt. Flächenmäßig nehmen die dortigen Gebäude den größten Anteil im Quartier ein (vgl. Abb. 10)

Von der Primus-Truber-Straße ausgehend schließt nach Westen ein Wohngebiet mit überwiegend kleinteiliger Bebauung und einigen wenigen Großbauten an. Signifikant sind die drei neugeschossigen Punktgebäude an der Straße Im Feuerhägle und die daran angrenzende überwiegend viergeschossige Zeilenbebauung Richtung Primus-Truber-Straße.

Die übrige Bebauung des Wohnareals weist eher Reihenhaus- und Einfamilienhausstrukturen mit ein bis zwei Vollgeschossen auf.

Der Bestand an Wohngebäuden wird zahlenmäßig von Einfamilienhäusern dominiert, knapp vor Mehrfamilienhäusern. Flächenmäßig nehmen die Mehrfamilienhäuser den größten Anteil ein. Große Mehrfamilienhäuser (GMH) machen von ihrer Anzahl her nur 4 % des Bestands aus, ihre Größe hingegen sorgt für einen flächenmäßigen Anteil von 12 % (Abb. 10).

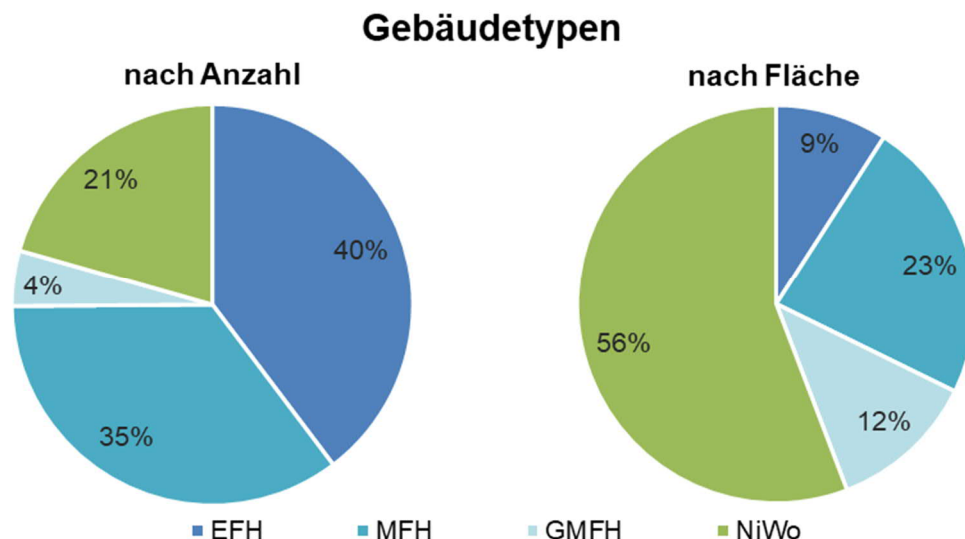


Abb. 10: Gebäudetypen im Untersuchungsgebiet nach Anzahl und Fläche

2.3 Denkmalschutz

Im Quartier gibt zwei unter Denkmalschutz stehende Gebäude. Eine herkömmliche energetische Sanierung verändert den äußeren Charakter eines Gebäudes meistens zu stark und kann deshalb bei unter Denkmalschutz stehenden oder anderweitig stadtbildprägenden Gebäuden nicht in Betracht gezogen werden.

Bei dem ersten der beiden denkmalgeschützten Gebäude handelt es sich um ein Wohngebäude in der Paul-Dietz-Straße. Für dieses wurde ein verringertes Einsparpotenzial aufgrund der Einschränkungen bei Gebäudesanierungen durch den Denkmalschutz angenommen wurde.

Bei dem zweiten Gebäude handelt es sich um die Walter-Erbe-Realschule (Primus-Truber-Straße 33) im Schulzentrum. Als Beispiel für die Schularchitektur der 1960er Jahre ist die Außenhülle architektonisch wertvoll und steht unter Denkmalschutz.

2.4 Gebäudenutzung

Die Nutzungsstruktur im Quartier ist stark durch die Schulschiene im Osten des Gebietes geprägt. Der öffentliche Nutzungssektor hat mit 55 % (nach beheizter Fläche) den größten Anteil. Danach folgt mit 44 % die Wohnnutzung, der Gewerbe-Handel-Dienstleistungs- und Industriesektor (GHDI) ist nur mit etwa 1 % der beheizten Flächen im Quartier vertreten (Abb. 11).

Nutzungssektoren nach beh. Flächen

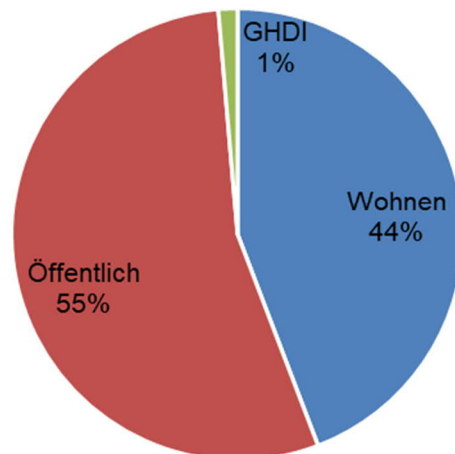


Abb. 11: Nutzungssektoren im Quartier nach beheizter Fläche

Abb. 12 zeigt die Verteilung aller im Gebiet vorhandenen Nutzungen ohne die nicht beheizten Gebäude wie z. B. Garagen, Parkhäuser oder Scheunen. Die Unterteilung in Gebäudenutzungsklassen ergibt sich aus den Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS).

Die Bezeichnung „Allgemeinbildende Schulen“ ist im Zusammenhang der ALKIS-Daten als Überbegriff für alle Schulformen zu verstehen, damit sind sowohl Grundschulen, Realschulen, Förderschulen, Gymnasien, berufliche Schulen und berufliche Weiterbildungszentren zu verstehen.

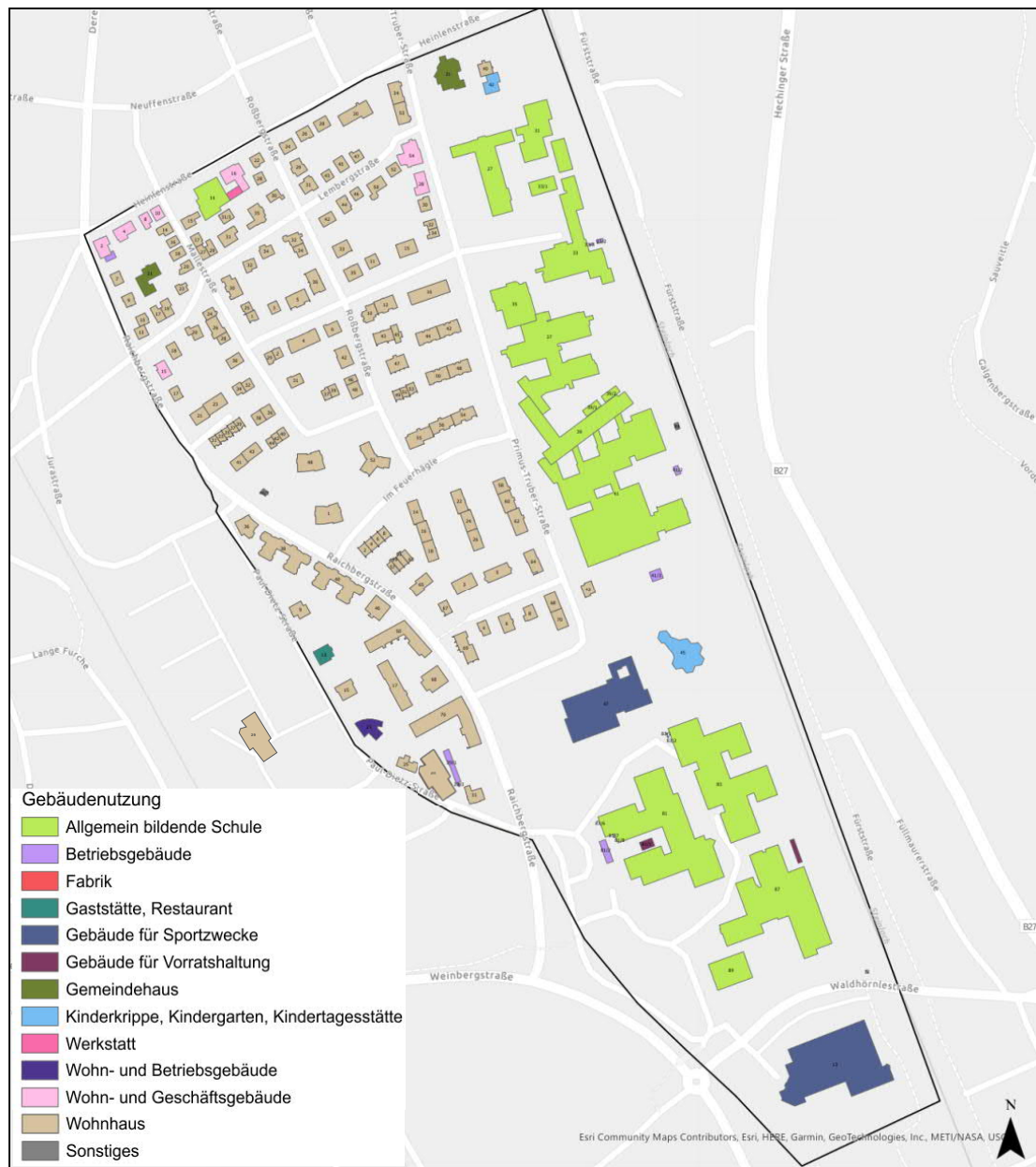


Abb. 12: Nutzungsarten im Untersuchungsgebiet nach ALKIS-Daten

2.5 Eigentumsverhältnisse

Das Quartier zeichnet sich besonders durch den hohen Anteil an öffentlichen Gebäudeeigentümer:innen aus. Mehr als die Hälfte der beheizten Gebäudefläche ist im Besitz des Landkreises Tübingen, der Universitätsstadt Tübingen und der Handwerkskammer Reutlingen. Unter den öffentlichen Gebäuden nehmen die

Gebäude des Landkreises Tübingen mit rund einem Drittel der beheizten Gesamtflächen im Quartier den größten Anteil ein.

Im restlichen Quartier finden sich Gebäude im Besitz von Wohnbaugesellschaften. Hierbei handelt es sich um die Gesellschaft für Wohnungs- und Gewerbebau Tübingen mbH (GWG), die Postbaugenossenschaft Baden-Württemberg eG (Postbau BW) sowie die Kreisbaugesellschaft Tübingen mbH (Kreisbau BW). Der überwiegende Anteil der beheizten Flächen im Gebiet (37 %) ist jedoch in privatem Besitz von Einzeleigentümer:innen und Wohneigentümergeinschaften.

Gebäudeeigentümer nach Bezugsflächen

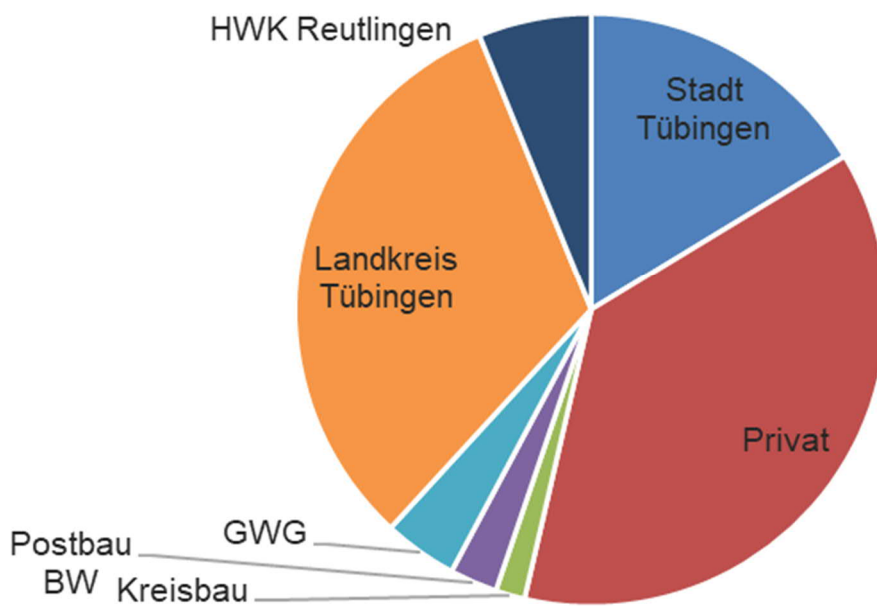


Abb. 13: Eigentümer:innen im Quartier nach beheizter Fläche

3 Mobilität

Zusammenhang Verkehr und Klima bzw. Verkehr und Umwelt

Verkehr und Klima sind eng miteinander verknüpft. Der Verkehr, mit einem Anteil von 20 % der in Deutschland emittierten klimawirksamen Gase (Stand 2020)³, ist der einzige Sektor, bei dem die Schadstoffausstöße lediglich pandemiebedingt gegenüber dem Vergleichsjahr 1990 zurückgingen. Schätzungen sehen für die Zeit nach dem Abklingen des Covid-19-Virus wieder eine Zunahme des Verkehrs und damit der Emissionen klimawirksamer Gase. Damit ist der Verkehr ein vehementer Treiber des Klimawandels. Die Folgen des Klimawandels sind neben dem kontinuierlichen Anstieg der jährlichen Durchschnittstemperatur die Häufung von Extremwetterereignissen. So belasten beispielsweise lange Hitzeperioden und ausgiebige Trockenphasen zunehmend die gemäßigte Klimazone.

Zugleich beeinflusst der Verkehr lokal die Luftqualität. Vor allem in Städten und dichten Agglomerationen ist der Mensch hohen Luftschadstoffbelastungen ausgesetzt. Die Anreicherung der Luft mit Stickoxiden und Feinstauben übertrifft regelmäßig die in Deutschland durch das Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) festgelegten gesundheitsrelevanten und zulässigen Grenzwerte.

Sowohl die Folgen des Klimawandels als auch die Belastung der Luft durch gesundheitsbedenkliche Schadstoffe stellen eine Herausforderung für den Menschen dar: Der Zusammenhang zwischen der Belastung eines Menschen mit Luftschadstoffen und der Wahrscheinlichkeit bspw. an Atemwegs- oder Herz-/Kreislaufkrankungen zu erkranken ist wissenschaftlich nachgewiesen. Folgen des Klimawandels sind u. a. das starke Aufheizen von Städten in Folge langer Hitzeperioden oder die ausbleibende Reinigung der Luft durch lange Trockenperioden (kein Niederschlag, der Schadstoffe bindet). Während Letzteres die o. g. Problematik der Luftverschmutzung verstärkt, führt das Aufheizen der Städte (sog. „Wärmeinseln“) bspw. zu hitzebedingten Gesundheitsproblemen bei dem Menschen.

Der Pkw als großer Emittent von Schadstoffen im Verkehr

Einen großen Anteil an den verkehrlich bedingten Emissionen sind dem motorisierten Individualverkehr (MIV) zuzuordnen. Tab. 4 zeigt die Schadstoffausstöße der verschiedenen Verkehrsträger (Stand 2021) bei einer durchschnittlichen Auslastung der Verkehrsmittel. Bei Betrachtung der im Stadtverkehr genutzten motorisierten Verkehrsmittel (Pkw, Linienbus, Straßen- und Stadtbahn) wird deutlich, dass die Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs deutlich geringere Anteile am Ausstoß klima- und gesundheitsschädlicher Emissionen haben als der Kfz-Verkehr. Zu ergänzen

³ Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland, Umweltbundesamt (2022)

ist, dass bei der Fortbewegung mit dem Fahrrad oder zu Fuß keine Schadstoffe emittiert werden.

Tab. 4: Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland (UBA 2021)

Bezugsjahr 2020	Verkehrsmittel	g / Pkm	Treibhausgase ¹	Kohlenmonoxid	Flüchtige Kohlenwasserstoffe ⁴	Stickoxide	Partikel ⁵	Auslastung
			Pkw	152	0,94	0,15	0,38	0,006
Flugzeug, Inland	284 ²	0,43	0,14	1,24	0,015	53 %		
Eisenbahn, Fernverkehr	50 ³	0,03	0,00	0,06	0,002	31 %		
Linienbus, Fernverkehr	27	0,01	0,01	0,04	0,001	57 %		
sonstige Reisebusse ⁶	36	0,04	0,01	0,13	0,003	56 %		
Eisenbahn, Nahverkehr	85	0,06	0,02	0,29	0,006	17 %		
Linienbus, Nahverkehr	111	0,07	0,04	0,36	0,006	13 %		
Straßen-, Stadt- und U-Bahn	75	0,04	0,00	0,07	0,003	13 %		

g/Pkm = Gramm pro Personenkilometer, inkl. der Emissionen aus der Bereitstellung und Umwandlung der Energieträger in Strom, Benzin, Diesel, Flüssig- und Erdgas sowie Kerosin

¹ CO₂, CH₄ und N₂O angegeben in CO₂-Äquivalenten

² inkl. Nicht-CO₂-Effekte

³ Die in der Tabelle ausgewiesenen Emissionsfaktoren für die Bahn basieren auf Angaben zum durchschnittlichen Strom-Mix in Deutschland. Emissionsfaktoren, die auf unternehmens- oder sektorbezogenen Strombezügen basieren (siehe z. B. den „Umweltmobilcheck“ der Deutschen Bahn AG), weichen daher von den in der Tabelle dargestellten Werten ab.

⁴ ohne Methan

⁵ ohne Abrieb von Reifen, Straßenbelag, Bremsen, Oberleitungen

⁶ Gruppen- und Tagesfahrten, Rundreisen etc.

3.1 Ausgangslage

Für die Bestandsanalyse und die weiteren Überlegungen zum iQK Tübingen Derendingen Ost werden auf Grund der o. g. Fakten folgende Handlungsfelder betrachtet:

- Förderung der **Nahmobilität** im Quartier: Die Fortbewegung mit dem Fahrrad und zu Fuß ist umweltfreundlich und führt zu einer Reduktion von Luftschadstoff-Emissionen. Zudem ist die notwendige Infrastruktur für den Fuß- und Radverkehr flächensparend / effizient und erfordert damit keine intensiven Flächenversiegelungen, die wiederum zur Aufheizung städtischer Quartiere führen.
- Für die Mobilität der Bewohnerschaft über die Quartiersgrenzen hinaus gilt es, sowohl die **öffentlichen Verkehrsmittel** als auch den **überörtlichen Radverkehr** und deren Infrastrukturen zu stärken, um die Erreichbarkeit überquartierlicher / zentraler Ziele mit umweltfreundlichen Verkehrsmitteln zu gewährleisten bzw. durch ein attraktives Angebot zu fördern. Wichtige Ziele sind hier die Stadtmitte mit ihren verschiedenen versorgerischen und kulturellen Einrichtungen und der Bahnhof Tübingen als überregionaler Verkehrsknoten.
- Förderung der multi- und intermodalen Mobilität durch intelligente Vernetzung der Verkehrsmittel des **Umweltverbundes**: Die Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel ist gegenüber dem Pkw zunächst mit Einschränkungen in der Mobilität verbunden. Das Radfahren, das Zufußgehen (beides mit Beschränkungen in der Reichweite) und die Nutzung des ÖPNV (keine direkte Erreichbarkeit der Ziele, z. T. kein Angebot zu Tagesrandzeiten) gilt es deshalb so zu

kombinieren und zu vernetzen, dass die Qualität der umweltfreundlichen Mobilität so wahrgenommen wird, dass es im Entscheidungsset der Menschen als gute Alternative zur Kfz-Nutzung wahrgenommen wird und de facto auch ist. Einen wichtigen Beitrag können ergänzende Sharing-Angebote, wie Carsharing und Fahrradvermietssysteme, leisten. Die Vernetzung kann physischer Natur (bspw. Mobilitätsstationen) sein oder digital erfolgen (z. B. per Smartphone-App).

- Stärkung der **Elektromobilität** im Kfz- und im Radverkehr: Konzepte / Lösungen zur Elektrifizierung von Verkehrsmitteln gibt es sowohl für Kfz (E-Pkw), als auch für Fahrräder (Pedelec, E-Bikes). Beides kann bei sinnvollem Einsatz im Kontext von Klima- und Umweltschutz als förderwürdig bezeichnet werden. Pedelecs und E-Bikes erhöhen allen voran die Reichweite von Fahrrädern und stärken damit die Attraktivität des Verkehrsmittels. E-Pkw stellen derzeit insbesondere im urbanen Raum mit hohem Kfz-Verkehrsaufkommen und hohen Emissionswerten eine Chance zur Verbesserung der Luftqualität durch sehr geringe fahrzeugnahe Emissionen im Vergleich zu konventionellen Pkw dar. Auch sind – allen voran kleine – E-Pkw bei der Emission von CO₂ und anderen klimawirksamen Gasen bilanziell bessergestellt als vergleichbare Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Mit einem zunehmenden Anteil regenerativer Energieträger am Strommix (hin zu 100 % „grüner“ Energie) und einer Optimierung der Antriebstechnologie sind zukünftig weitere deutliche Verbesserungen zu erwarten.
- Einen besonderen Charakter erhält das Quartier Derendingen Ost durch das im Osten gelegene Schulzentrum „Feuerhägle“ mit den dort ansässigen Schulen oder anderen Bildungs- und Erziehungseinrichtungen (s. Abb. 14). Damit kommt dem Themenfeld **schulische Mobilität** eine gesonderte, gewichtige Rolle zu: Neben den infrastrukturellen Maßnahmen, wie z. B. dem Angebot einer guten Fuß- und Radverkehrsinfrastruktur auf dem Schulweg, kommen hier der Erziehung und Bildung rund um eine nachhaltige Mobilität eine entscheidende Funktion zu.



Abb. 14: Bildungs- und Erziehungseinrichtungen in Derendingen Ost

3.2 Lage in Tübingen

Das Untersuchungsgebiet des iQK Derendingen Ost liegt im Stadtteil Derendingen, dessen Süden Randlage darstellt und im Norden an das Zentrum der Stadt grenzt (s. Abb. 15). Dass die Entfernungen zu wichtigen Zielen in der Stadt trotz der Randlage kurz sind, zeigt die Abbildung ebenfalls: Der Hauptbahnhof Tübingens liegt rund 2 Kilometer (Luftlinie) vom Untersuchungsgebiet entfernt, die Innenstadt mit den wichtigen versorgerischen Zielen und einem großen Anteil an Arbeitsplätzen in rund 2.5 Kilometern. Grundsätzlich zeigen diese Entfernungen bereits, dass viele Strecken in einer idealen Distanz liegen, um diese gut mit dem Fahrrad zurückzulegen.

In direkter Nachbarschaft zum Untersuchungsgebiet liegt der Bahnhof Tübingen Derendingen, der für die Bewohnerinnen und Bewohner des Quartiers einen direkten Zugang zum Bahnsystem ermöglicht. Im Osten wird Derendingen von der Bundesstraße B27 tangiert (Zufahrt südlich und nördlich des Stadtteils möglich), die die Anbindungen unter anderem nach Stuttgart oder Reutlingen mit dem Pkw ermöglicht.

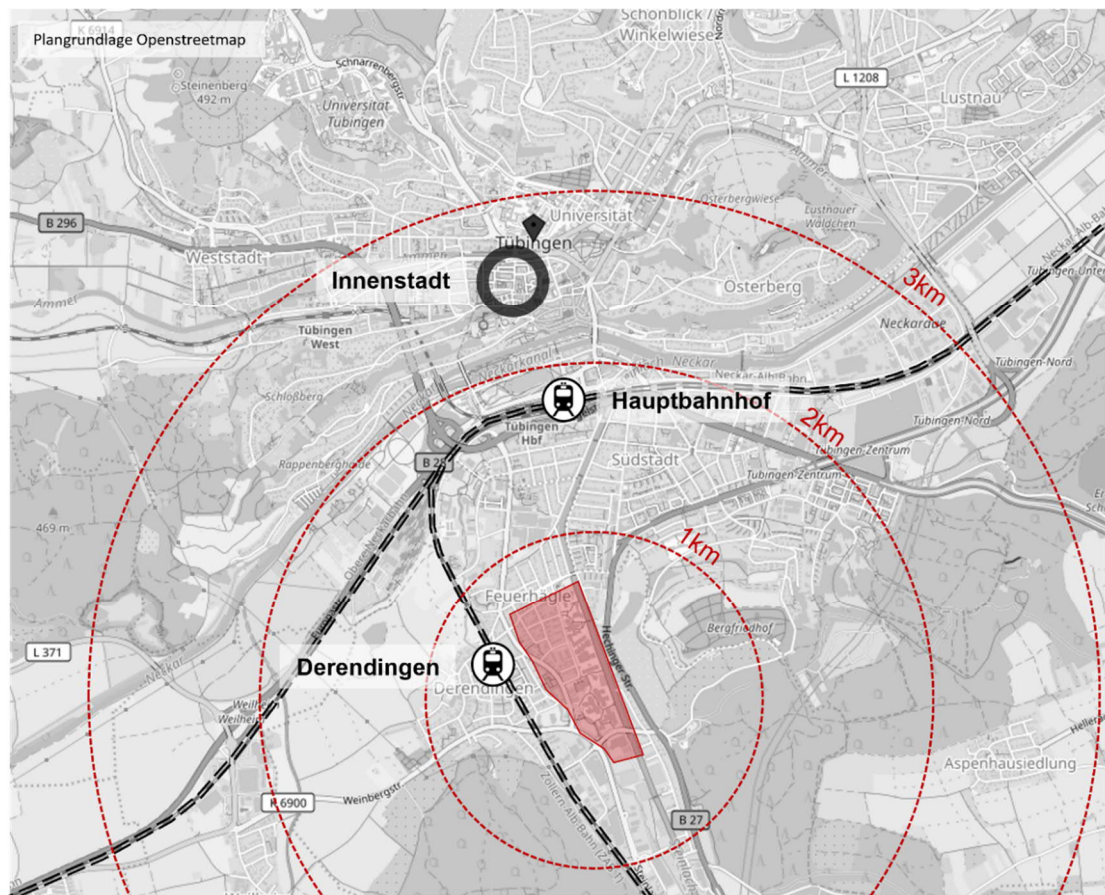


Abb. 15: Lage des Untersuchungsgebiets in Tübingen

3.3 Analyse Kfz-Verkehr

Kfz-Verkehr, fließend

Das Untersuchungsgebiet Derendingen Ost ist grundsätzlich gut für den Kfz-Verkehr zu erreichen. Aus der Region, über die Bundesstraße B27 kommend, besteht die Möglichkeit an der Heinlenstraße oder den Steinlachwasen nördlich bzw. südlich von Derendingen abzufahren und von dort nahezu direkt in das Quartier zu gelangen. Im Untersuchungsgebiet erfolgt die Haupteinschließung mit dem Kfz über die Raichbergstraße, von dort können Wohngebäude oder andere Ziele über das Wohnstraßen- bzw. Wohnwegenetz angefahren werden. Im nahezu gesamten Untersuchungsgebiet ist eine Tempo-30-Zone ausgewiesen, womit das Geschwindigkeitsniveau einem überwiegend von Wohnen und schulischen Einrichtungen geprägten Quartier angemessen ist. Die einzige Ausnahme bildet ein kurzer Wohnweg im Westen des Gebiets, in dem ein verkehrsberuhigter Bereich eingerichtet ist (mit „Schrittgeschwindigkeit“).

Kfz-Verkehr, ruhend (vgl. Abb. 19 und Plan 3.1 im Anhang)

Der ruhende Kfz-Verkehr im öffentlichen Straßenraum in Derendingen Ost ist vollständig geregelt und bewirtschaftet (s. Abb. 19, Plan 3.1): Innerhalb der von Wohnbebauung geprägten Gebiete erfolgt die Organisation durch einseitig eingeschränktes/absolutes Halteverbot und gegenüberliegend ausgewiesenes und bewirtschaftetes Parken (s. Abb. 16). Das Parken mit dem Pkw ist hier entweder über einen Anwohnerparkausweis (Gebiet 17) oder mit einem gültigen Parkschein (gebührenpflichtig zw. 8:00 und 16:00 Uhr) möglich. Diese Regelung sorgt dafür, dass alle Gehwege im Untersuchungsgebiet von parkenden Pkw freigehalten und für den Fußverkehr nutzbar sind. Der Umgang mit dem ruhenden Kfz-Verkehr im öffentlichen Straßenraum ist als sehr positiv hervorzuheben.

Für das von Schulen und anderen Bildungs- und Erziehungseinrichtungen geprägt Teilgebiet im Quartier werden öffentlich zugängliche Stellplätze auf privater Fläche nachgewiesen, insbesondere im Süden (rund um die beruflichen Schulen) und zentral rund um das Parkhaus südlich der Wilhelm-Schickard-Schule (s. Abb. 19, Plan 3.1). Alle öffentlich zugänglichen Stellplätze im Schulumfeld werden bewirtschaftet und dürfen nur mit einem gültigen Parkschein genutzt werden. Insbesondere das Parkierungsangebot rund um die beruflichen Schulen ist zu den Unterrichtszeiten sehr stark ausgelastet und leidet unter hohem Parkdruck (s. Abb. 17 und Abb. 18).

Kritisch ist der schulinduzierte Hol- und Bringverkehr mit dem Pkw zu Unterrichtsbeginn und -ende zu werten. Trotz der hohen Anzahl an Schülerinnen und Schüler an den Schulen im Quartier und des damit verbundenen hohen Kfz-Verkehrsaufkommens gibt es derzeit keinen adäquaten Umgang mit diesem Phänomen, wie beispielsweise das Einrichten einer Drop-Off-Zone, an der Eltern ihre Kinder abliefern und abholen und diese die letzten Meter zur Schule zu Fuß gehen können (i. d. R. werden bis zu 200 m empfohlen).



Abb. 16: Parkierungspraxis im Untersuchungsgebiet

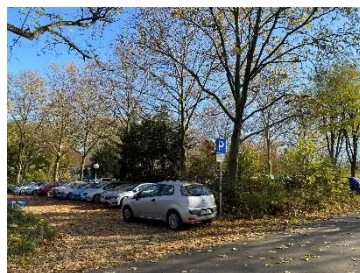


Abb. 17: Parkplatz im Umfeld der beruflichen Schulen



Abb. 18: Auslastung des Parkraumbereichs im Umfeld der beruflichen Schulen



Abb. 19: Analyseplan Ruhender Kfz-Verkehr

3.4 Analyse öffentlicher Verkehr

(vgl. Abb. 21 und Plan 3.2 im Anhang)

Das Quartier Derendingen Ost wird derzeit von drei Stadtbus- und zwei Regionalbuslinien des ÖPNV angeeignet. Die Linienführung der Stadtbusse (TüBus), die Lage der vier Haltestellen im Quartier und weiteren vier Haltestellen im direkten Umfeld sind Abb. 21 und dem Plan 3.2 im Anhang zu entnehmen. Zu sehen ist, dass kein Bereich des Untersuchungsgebiets außerhalb eines 300-m-Einzugs rund um die örtlichen Haltestellen liegt und so grundsätzlich eine sehr gute **Erschließungsqualität** vorliegt. Das bedeutet, dass – je nach Gehgeschwindigkeit – maximal vier bis fünf Minuten zu Fuß zurückgelegt werden müssen, um eine Haltestelle zu erreichen.

Die Erschließung des Untersuchungsgebiets erfolgt durch drei Stadtbuslinien (Linie 3, 5 und 16) von Norden, wobei Linie 3 das Quartier zentral über die Primus-Truber- und die Raichbergstraße quert, während die Linien 5 und 16 das Gebiet zunächst in Richtung Bahnhof Derendingen nach Westen verlassen (und diesen an das Quartier anbinden), um dann im Süden wieder in das Untersuchungsgebiet zu stoßen.

Die **Bedienqualität** des ÖPNV wird maßgeblich über die Bedienhäufigkeit und den Bedienzeitraum bestimmt. Tab. 5 zeigt, wie stark diese Qualitäten für die drei Stadtbuslinien an Werktagen ausgeprägt sind. Integriert betrachtet, verkehren in Derendingen Ost zwischen 5:00 Uhr morgens und 0:00 Uhr in der Nacht durchgehend Busse, wobei die erste Stunde am Morgen nur durch die Linie 5 und die Abendfahrten bis 0 Uhr nur durch die Linien 3 und 5 abgedeckt werden. Nach Mitternacht finden keine Fahrten statt. Die Regelmäßigkeit, mit der während des Betriebs Busse unterwegs sind, unterscheidet sich nach Linie: Am häufigsten ist die Linie 5 unterwegs, die sechs Mal in der Stunde, also alle zehn Minuten fährt. Ebenfalls mit einer hohen Häufigkeit wird die Linie 3 bedient: Ein 15-Minuten-Takt bedeutet für das Quartier vier Fahrten in der Stunde. Seltener ist schließlich die Linie 16 unterwegs – alle 30 Minuten. Insgesamt kann die Bedienqualität in Derendingen Ost als gut bezeichnet werden.

Tab. 5: Bedienhäufigkeit und Bedienzeitraum der drei TüBus-Linien in Derendingen Ost

TüBus-Linie 3		Morgen	Vormittag	Mittag	Nachmittag	Abend	Später Abend
		6:00 - 8:00	8:00 - 13:00		13:00 - 17:00	17:00 - 20:00	20:00 - 0:00
Takt *		15 - 20 min.	15 min.		15 min.	15 min.	30 min.
		* werktags					

TüBus-Linie 5		Morgen	Vormittag	Mittag	Nachmittag	Abend	Nacht
		5:00 - 6:00	6:00 - 12:00		12:00 - 17:00	17:00 - 20:00	20:00 - 00:00
Takt *		30 min.	10 min.		10 min.	10 min.	15 - 30 min.
		* werktags					

TüBus-Linie 16		Morgen	Vormittag	Mittag	Nachmittag	Abend	Nacht
		6:00 - 9:00	9:00 - 13:00		13:00 - 17:00	17:00 - 20:00	20:00 - 22:00
Takt *		30 min.	30 min.		30 min.	30 min.	--
		* werktags					

Die **Verbindungsqualität** des ÖPNV im Quartier lässt sich über die Erreichbarkeit wichtiger Ziele in Tübingen und die im Verhältnis zur Fahrt mit dem Pkw erforderliche Reisezeit bewerten. Die drei Linien verkehren auf nachfolgend beschriebenen Verbindungen – stets werden der Hauptbahnhof Tübingen und die City angefahren:

- **Linie 3:** Zwischen Waldhäuser Ost und Gartenstadt über Tübingen Hauptbahnhof und Tübingen City
- **Linie 5:** Zwischen Ahornweg und Derendingen Käppele über Hauptbahnhof / Bahnhof Derendingen / Tübingen City
- **Linie 16:** Zwischen Steinlachwasen und vor dem Kreuzberg über Hauptbahnhof / Bahnhof Derendingen / Tübingen City.

Zur Bewertung der Verbindungsqualität zeigt ein exemplarischer Reisezeitenvergleich für die Fahrt mit der Buslinie 3 gegenüber der Fahrt mit dem Pkw zu wichtigen Zielen in Tübingen, dass diese als gut/günstig einzustufen ist:

Tab. 6: Reisezeitenvergleich für Fahrten mit der Linie 3

	Ziel Hauptbahnhof	Ziel City (Haltestelle „Stadtgraben“)
Mit dem Bus Linie 3 (ab Haltestelle „Feuerhägle“)	10 min.	16 min.
Mit dem Pkw	8 min.	12 min.
Reisezeitverhältnis	1,25	1,33
Qualitätsstufe	B (günstig)	B (günstig)

Ergänzt wird die Erschließung des Untersuchungsgebiets durch die Andienung von zwei Regionalbuslinien (Linien 7612, 7613), die aus dem südlichen Landkreis (7612 aus Gomaringen, 7613 aus Mössingen / Dußlingen) kommend über Derendingen den Hauptbahnhof Tübingens (Endhalt) ansteuern. Die beiden Linien halten ausschließlich an der Haltestelle „Paul-Dietz-Straße“ im südlichen Teil des Untersuchungsgebiets – weitere Haltepunkte befinden sich außerhalb des Betrachtungsraums.

Neben dem Linienerkehr ist in Derendingen Ost die Schulbuslinie E2 mit einzelnen Fahrten zwischen 7:00 und 8:00 Uhr zum Schulzentrum hin und zwischen 12:00 und 16:00 Uhr vom Schulzentrum weg unregelmäßig unterwegs.

Ein weiteres Kriterium zur Bewertung der Qualität des ÖPNV im Quartier ist die **Ausstattungsqualität der Haltestellen** vor Ort – allen voran der barrierefreie Ausbau – aber auch das Angebot an Sitzmöglichkeiten, eine Überdachung der Haltestelle und die Ausrüstung mit einer dynamischen Fahrgastinformation (DFI).

Eine barrierefrei ausgebaute Haltestelle erfordert gemäß DIN 18040-3 barrierefreies Bauen im öffentlichen Verkehrs- und Freiraum die Ausstattung mit einem Hoch-

oder einem Kasseler Sonderbord (für ebenerdiges Ein- und Aussteigen), ein taktil erfassbares Leitsystem und Sitzmöglichkeiten.

Die nachfolgende Tab. 7 zeigt eine Übersicht über die Ausstattung der vier Haltestellen im Quartier. Dabei wird deutlich, dass eine Unterscheidung für die Haltestellen je nach Fahrtrichtung erforderlich wird, da zwar alle Haltestellen über die erforderlichen Ausstattungsmerkmale verfügen, häufig jedoch nur in eine Fahrtrichtung – Defizite bestehen folglich häufig für eine der beiden Fahrtrichtungen. So ist nur die Haltestelle Feuerhägle in beide Fahrtrichtungen barrierefrei gestaltet (gleiches gilt für Sitzmöglichkeiten und Überdachung), alle anderen Haltestellen hingegen nur einseitig. Insgesamt kann die Ausstattungsqualität der Haltestellen als ausbauwürdig bezeichnet werden (vgl. hierzu Plan 3.2 im Anhang).

Tab. 7: Ausstattungsqualität der Haltestellen im Untersuchungsgebiet

Haltestelle	Sitzmöglichkeit	Überdachung	Barrierefreiheit
Heinlenstraße	In beide Fahrtrichtungen vorhanden	In eine Fahrtrichtung vorhanden	In eine Fahrtrichtung vorhanden
Mühlenviertel	In eine Fahrtrichtung vorhanden	In beide Fahrtrichtungen vorhanden	In eine Fahrtrichtung vorhanden
Feuerhägle	In beide Fahrtrichtungen vorhanden	In beide Fahrtrichtungen vorhanden	In beide Fahrtrichtungen vorhanden
Paul-Dietz-Str.	In beide Fahrtrichtungen vorhanden	In eine Fahrtrichtung vorhanden	In eine Fahrtrichtung vorhanden

Neben der Erschließung durch den Tübinger ÖPNV ist das Untersuchungsgebiet über den Bahnhof „Tübingen Derendingen“, der westlich des Quartiers liegt, an das regionale Bahnsystem angeschlossen. Auf der Strecke verkehrt eine Bahnlinie (HzL RB66), die neben dem Tübinger Hauptbahnhof im Norden auch einige Städte und Kommunen im Landkreis Tübingen und im benachbarten Landkreis Zollernalbkreis erreicht und damit an Derendingen anbindet (s. Abb. 20). Die Strecke wird derzeit von einer Regionalbahnlinie (HzL RB66) bedient und verkehrt zwischen ~ 6:00 und 0:00 Uhr stündlich, mit einer Verdichtung des Taktes auf 30 Minuten zu den Hauptverkehrszeiten am Morgen und am Abend. Die Bahnanbindung in den Landkreis kann insbesondere als Potenzial für den Schulwegeverkehr der weiterführenden oder beruflichen Schulen betrachtet werden.

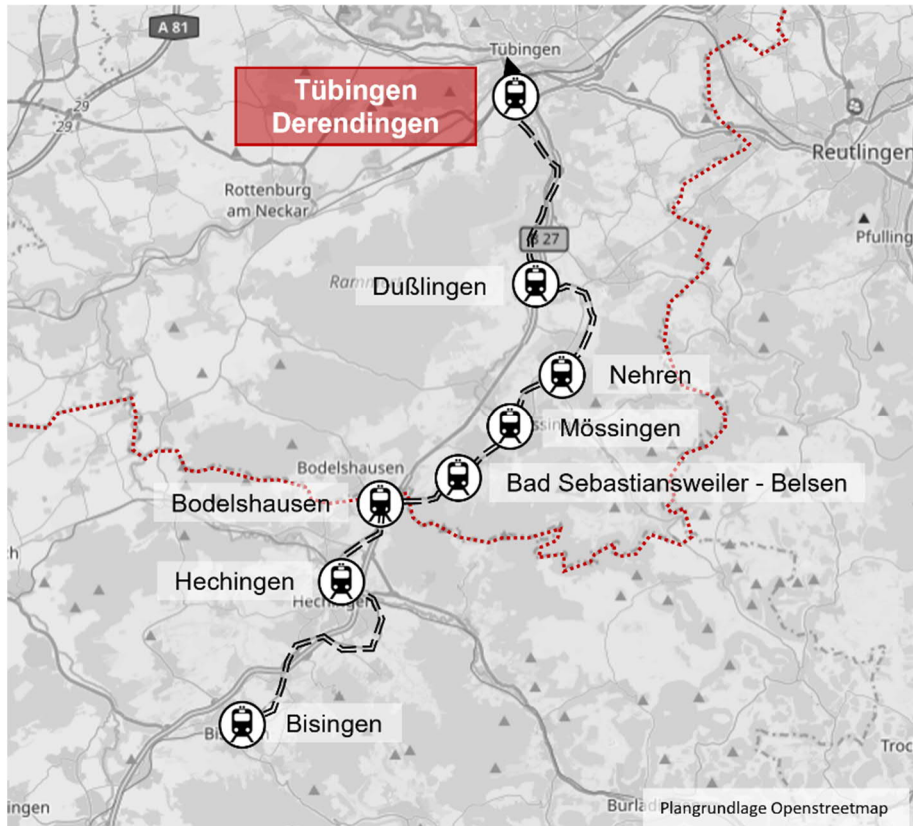


Abb. 20: Erreichbare Bahn-Haltestellen von Tübingen Derendingen aus



Abb. 21: Analyseplan ÖPNV / Multimodale Angebote

3.5 Analyse Nahmobilität

„Nahmobilität bezieht sich auf kurze Wege, auf Angebote und Gelegenheiten, die es ermöglichen, Aktivitäten in der Nähe, im Quartier oder Ortsteil auszuüben.“⁴ Damit fördert die Nahmobilität die Fortbewegung mit dem Fahrrad oder zu Fuß auf kurzen Distanzen zwischen Start- und Zielort eines Weges. Voraussetzung dafür ist, dass wichtige Ziele wie Einkaufs- und Dienstleistungsmöglichkeiten, Arbeitsplätze und Bildungseinrichtungen sowie Sport- und Freizeitangebote vorhanden und durch eine gute Vernetzung untereinander mit dem Rad oder zu Fuß gut erreichbar sind. Dafür ist zunächst ein Blick auf das Angebot an Versorgung mit den o. g. Einrichtungen im Untersuchungsgebiet in Derendingen Ost zu werfen. Es lässt sich eine Bündelung verschiedener Nutzungen feststellen (s. Abb. 22):

- Das Schulzentrum „Feuerhäggle“ mit den verschiedenen Bildungs-/ Erziehungseinrichtungen und Sportangeboten im Osten.
- Ein kleines Nahversorgungsgebiet im Südwesten mit Drogerie und Discounter sowie Versorgungsangebote entlang der Heinlenstraße, die das Untersuchungsgebiet im Norden abgrenzt.
- Überwiegend Wohnen mit punktuell Kleingewerbe im Westen des Untersuchungsgebietes.

Die Abbildung zeigt, dass bereits ein gutes Angebot an Versorgung im Quartier vorhanden ist. Des Weiteren ist zu untersuchen, wie gut die Erreichbarkeit der Ziele mit dem **Rad oder zu Fuß** im Sinne der Nahmobilität ist. Dabei ist insbesondere zu prüfen, wo Problemstellen / kritische Bereiche liegen, um daraus Handlungsbedarfe für die jeweiligen Verkehrsmittel abzuleiten.

⁴ Hinweise zur Nahmobilität, FGSV, 2014

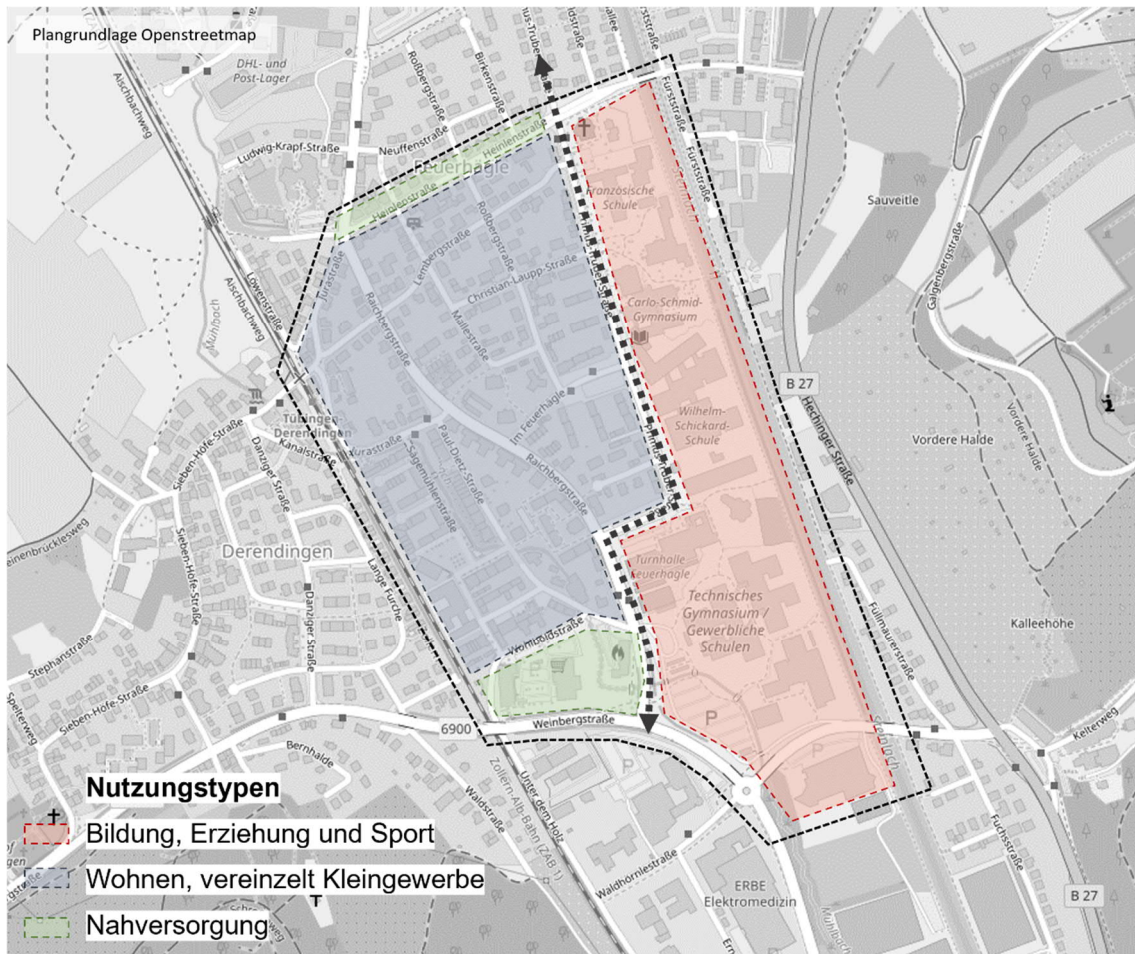


Abb. 22: Nutzungstypen im Untersuchungsgebiet

Radverkehr, fließend (vgl. Abb. 25 und Plan 3.3 im Anhang)

Die Stadt Tübingen hat für das gesamte Stadtgebiet ein Radverkehrskonzept mit Radhaupt- und Radnebenrouten (RHR, RNR) sowie Stadtteilverbindungsspangen (ebenfalls differenziert nach RHR und RNR) definiert (s. Abb. 25).

Das Untersuchungsgebiet wird über die Radhauptverbindung RHR3 an das städtische Radnetz angeschlossen, die im Bereich von Derendingen Ost auf einem eigenen Radweg östlich der Steinlach geführt wird. Der Anschluss aus dem Quartier erfolgt über die RNR3, die westlich der Steinlach verläuft und Anschlüsse an die Hauptroute über die Ponte-Carlo-Brücke, die Heinen- oder die Waldhörlestraße ermöglicht. Des Weiteren verläuft die Radnebenroute 6 zentral durch das Untersuchungsgebiet (u. a. Raichbergstraße, Primus-Truber-Straße, Lembergstraße) und schließt im Nordwesten an die Stadtteilverbindungsspange Süd (RHR6) an.

Im Untersuchungsgebiet wird der Radverkehr stets im Mischverkehr auf der Fahrbahn mit dem Kfz-Verkehr geführt. Da im gesamten Untersuchungsgebiet eine

zulässige Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h gilt (Tempo-30-Zone), sind gemäß den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) und der Straßenverkehrsordnung (StVO) keine eigenen Anlagen (Schutzstreifen, Radfahrstreifen etc.) für den Radverkehr vorzusehen.

Grundsätzlich können alle wichtigen Ziele im Quartier gut mit dem Fahrrad erreicht werden. Hervorzuheben ist, dass das Schulareal „Feuerhäggle“ direkt über die Radhaupt- bzw. Radnebenroute 3 erreicht werden kann, ohne dass Schülerinnen und Schüler dafür im Mischverkehr mit Pkw auf der Fahrbahn verkehren müssen.

Dennoch gibt es punktuell Defizite für den fließenden Radverkehr:

- Die Ponte-Carlo-Brücke ist nicht für den Radverkehr freigegeben – wer hier von der RNR3 auf die RHR3 gelangen möchte, muss bei regelkonformer Ausübung das Rad über die Brücke schieben. Insbesondere die Tatsache, dass die Brücke ein wichtiger Anschlusspunkt des schulisch induzierten Radverkehrs an das städtische Netz darstellt, ist diese verkehrsrechtliche Vorgabe kritisch zu betrachten.
- Im südlichen Bereich der Radnebenroute 3, dort wo diese in direkter Verlängerung die Waldhörnlestraße kreuzt, gibt es kein Querungsangebot für den Rad- (bzw. den Fuß-) Verkehr. Das Radkonzept sieht zunächst ein Querens der Steinlach entlang des Gehwegs und schließlich eine Nutzung der Lichtsignalanlage in Richtung Süden vor. Dies stellt eine nicht vollständig praxistaugliche Führung des Radverkehrs dar (vgl. Ergebnisse Workshop Mobilität am Carlo-Schmid-Gymnasium).

Radverkehr, ruhend (vgl. Abb. 25 und Plan 3.3 im Anhang)

Bei der Analyse des ruhenden Radverkehrs wird zwischen dem Fahrradparken auf dem **schulischen Areal** und dem **öffentlichen (Straßen-)Raum** unterschieden.

Im **öffentlichen Straßenraum** gibt es derzeit **keine Abstellmöglichkeiten** für Fahrräder im Umgriff des Untersuchungsgebiets. Insbesondere im Kontext von Haltestellen des ÖPNV – zur Verbesserung der Umsteigemöglichkeit zwischen den beiden Verkehrsmitteln – sind Radabstellanlagen sinnvoll einzusetzen. Untersuchungen zeigen, dass 21 % aller Berufstätigen (Arbeit, Fortbildung) und 29 % aller Auszubildenden (Schule, Universität, Ausbildung), die das Rad für das Pendeln nutzen, dieses mit dem öffentlichen Verkehr kombinieren⁵.

⁵ Fahrrad-Monitor, Sinus-Institut (2021)

Im **schulischen Umfeld** (halböffentlicher Bereich) ist bei der Analyse des Radabstellangebots zwischen der Quantität und der Qualität des Angebots zu unterscheiden. Zu beiden Kriterien trifft die Verwaltungsvorschrift Stellplätze des Landes Baden-Württemberg (VwV Stellplätze BW) Aussagen. Diese haben dabei folgende qualitativen Anforderungen zu erfüllen:

Die Fahrradstellplätze müssen so hergestellt werden, dass

- sie ebenerdig, durch Aufzüge oder Rampen zugänglich sind, wobei bis zu zwei Stufen zulässig sind,
- sie eine Anschließmöglichkeit für den Fahrradrahmen haben,
- dem Fahrrad ein sicherer Stand durch einen Anlehnbügel gegeben wird,
- sie eine Länge von 2 m zuzüglich der erforderlichen Fahrgassen und Rangierflächen aufweisen und
- durch einen Mindestabstand von 0,80 m zwischen den Fahrradständen das Abstellen und Anschließen des Fahrrades einschließlich des Rahmens ermöglicht wird.

Die Herstellung einfacher Vorderradständer ist unzulässig. Der Platzbedarf kann durch den Einsatz platzsparender Fahrradabstellsysteme wie Doppelstockparksysteme reduziert werden. Solche Systeme müssen eine einfache Nutzbarkeit gewährleisten.

Zur Ermittlung der Quantität von Radabstellplätzen an Schulen kann zunächst die VwV Stellplätze BW zu Hilfe gezogen werden (Stellplatzschlüssel s. Abb. 23) – höhere Stellplatzschlüssel für das Fahrradparken an Schulen werden durch das Radverkehrskonzept der Stadt Tübingen aufgerufen (hierauf wird im Maßnahmenbereich des Berichts verwiesen, s. S.159 ff):

10	Schulen, Einrichtungen für Kinder und Jugendliche	
10.1	Allgemeinbildende Schulen	1 je 3 Schüler/-innen
10.2	Berufsschulen	1 je 5 Schüler/-innen

Abb. 23: Auszug VwV Stellplätze BW – Anlage 2

Der Bedarf an Radabstellplätzen lässt sich überschlägig mit den Angaben aus Abb. 23 ermitteln. *Hinweis:* Der tatsächliche Nachweis von Radabstellplätzen erfolgte im Zuge der Bebauungsplanung der einzelnen Schulgebäude.

Die folgende Tabelle stellt das bestehende Angebot an Radabstellplätzen an den Schulen der gemäß Stellplatzsatzung geforderten Anzahl an Radstellplätzen gegenüber und zeigt das daraus rein rechnerisch ermittelte Defizit:

Schule	SchülerInnen	Anwesenheits- quote (~ 50%)	Zuordnung	Anforderung	Bestand	Defizit
Grundschule	130		Allgemeinbildende Schule	43		
Pestalozzischule	58		Allgemeinbildende Schule	19		
Franz. Schule	458		Allgemeinbildende Schule	153		
Carlo-Schmid-Gymnasium	705		Allgemeinbildende Schule	235		
Summe:				450	411	39
Mathilde-Weber-Schule	871	436	Berufsschule	87		
Wilhelm-Schickard-Schule	1.249	625	Berufsschule	125		
Gewerbliche-/ Berufsschule	2.746	1.373	Berufsschule	275		
Summe:				487	239	248

Tab. 8: Gegenüberstellung erforderlicher (gemäß VwV Stellplätze – Anlage 2) und vorhandener Radabstellplätze im Schulareal „Feuerhäggle“ (Stand Schuljahr 2020/2021)

Die Tab. 8 zeigt, dass das Angebot an Radabstellplätzen an den allgemeinbildenden Schulen nahezu dem entspricht, was von der Verwaltungsvorschrift gefordert wird. Dagegen fällt das Defizit an Radabstellplätzen an den beruflichen Schulen etwas deutlicher aus. Hierzu sind folgende Ergänzungen zu treffen, die Berücksichtigung bei der Entwicklung der Maßnahmen für das iQK Derendingen Ost finden sollen:

- An den beruflichen Schulen sind zu keinem Zeitpunkt alle Schülerinnen und Schüler der verschiedenen Schulen anwesend, da gemäß dem Prinzip der dualen Berufsausbildung diese zeitweise im Betrieb und zeitweise in der Schule sind, die Anwesenheit an der Schule ist von der Ausbildung und der besuchten Schule abhängig. Die Nutzung des Radabstellangebots kann über eine Doppel- oder Mehrfachbelegung mehreren Schulen zugewiesen werden. Eine Sichtung der vorhandenen Radabstellplätze vor Ort durch das Gutachterbüro stützt diese Erkenntnis: Das rechnerisch eher defizitäre Angebot an Radabstellplätzen ist in der Praxis nicht hoch ausgelastet (kein hoher Parkdruck).
- An den allgemeinbildenden Schulen zeigt sich wiederum ein konträres Bild: Trotz des rechnerisch geringen Defizits an Radstellplätzen sind diese im Alltag stark ausgelastet (hoher Parkdruck). Auch im Mobilitätsworkshop, der im Zuge der Erarbeitung des iQK an der Carlo-Schmid-Schule durchgeführt wurde, wird bestätigt, dass der Anteil an Schülerinnen und Schülern, die mit dem Rad zur Schule kommen, hoch und das Angebot an Radabstellplätzen nicht ausreichend ist.
- Hinweis: Eine Sichtung der vorhandenen Radabstellplätze durch das Gutachterbüro hat gezeigt, dass beispielsweise Radabstellmöglichkeit im Fahrradkeller weniger stark ausgelastet sind als solche, die eingangsnah und ebenerdig gelegen sind.

Abb. 24 zeigt eine Übersicht über die Verortung der vorhandenen Radabstellplätze am Schulareal „Feuerhägle“ und benennt, welcher Anteil der Stellplätze qualitativ nicht den Anforderungen der VwV Stellplätze entsprechen, weil sie als Vorderadhalter („Felgenklemmer“) und nicht als Bügel hergestellt wurden. Insgesamt entsprechen 54 % der Radabstellplätze im Schulumfeld nicht diesem Kriterium und zeichnen sich damit durch eine geringe Qualität aus.

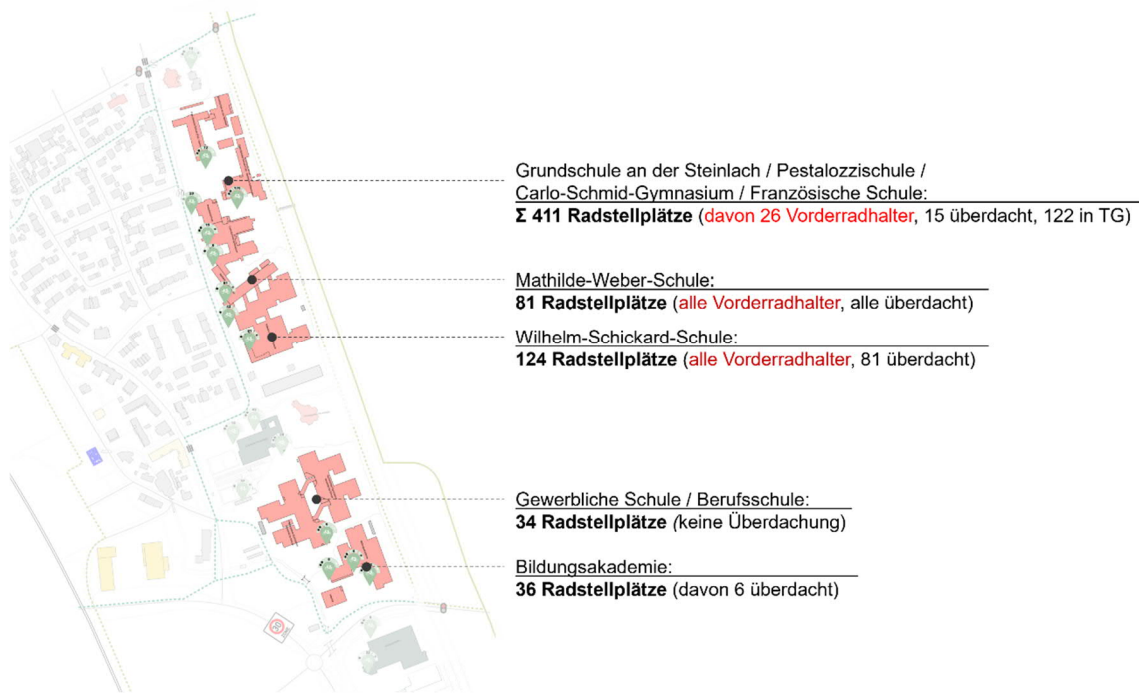


Abb. 24: Schulen im Schulzentrum Feuerhägle und verfügbare Radabstellplätze



Abb. 25: Analyseplan Fuß- und Radverkehr

Fußverkehr (vgl. Abb. 25 und Plan 3.3 im Anhang)

Die Qualität von Fußwegeverbindungen zeichnet sich einerseits durch die Qualität der Gehwege aus, andererseits durch die Qualität und Lage von Querungsstellen an Punkten mit hohem Querungsbedarf des Fußverkehrs.

Gehwege sollten nach heutigem Verständnis mindestens 2,50 m breit sein, um die Anforderungen an die Barrierefreiheit zu erfüllen (DIN 18040-3 Barrierefreies Bauen). Diese Breite lässt unter anderem den Begegnungsfall zweier Rollstuhlfahrenden zu. Da in historisch gewachsenen Stadtteilen wie Derendingen in der Regel diese Breiten nicht vorliegen, sind Breiten von min. 1,80 m wünschenswert, an lokalen Engstellen sollten 1,20 m nicht unterschritten werden, da sonst Rollstuhlfahrende und Menschen mit Rollatoren oder Kinderwagen auf die Fahrbahn ausweichen müssen.

Für das Untersuchungsgebiet zeigt sich, dass nicht flächendeckend alle Gehwege die o. g. Breite (auch die Mindestbreite von 1,20 m) erreichen, dies gilt insbesondere für den Bereich mit überwiegender Wohnnutzung im Nordwesten des Quartiers (s. Abb. 26). Zugleich wurde im Mobilitätsworkshop mit Schülerinnen und Schülern des Carlo-Schmid-Gymnasiums deutlich, dass insbesondere (schmale) Gehwege zwischen dem Bahnhof Derendingen und dem Schulareal „Feuerhägle“ nicht ausreichend für das hohe Fußverkehrsaufkommen bei Schul- bzw. Arbeitsbeginn am Morgen sind. Dies gilt allen voran für die Heinlenstraße, die Lemberg- und die Christian-Laupp-Straße.

Positiv ist hervorzuheben, dass auf Grund der Parkierungsregelung bzw. -praxis (vgl. Kapitel 3.3) die Gehwege frei von parkenden Pkw gehalten werden und damit die tatsächliche auch der nutzbaren Gehwegbreite entspricht; diese also über die volle Breite vom Fußverkehr genutzt werden können.

Querungsstellen für den Fußverkehr sind im Untersuchungsgebiet in unterschiedlicher Bauweise ausgeführt (z. B. Unterführung der Waldhörnlestraße zur Kreis-sporthalle Tübingen, s. Abb. 27) und liegen in der Regel an den passenden Stellen (s. Abb. 25 und Plan 3.3 im Anhang). Dennoch gelten für Querungsangebote im Untersuchungsgebiet folgende Defizite, die u. a. auch gemeinsam im Workshop Mobilität am Carlo-Schmid-Gymnasium identifiziert wurden:

- Die Grünzeit an der Fußgängerschutzanlage (FSA) über die Heinlenstraße nördlich des Primus-Truber-Hauses (s. Abb. 28) ist zu kurz und insbesondere für unsichere oder mobilitätseingeschränkte Verkehrsteilnehmende nicht ausreichend zum Queren der Fahrbahn. Die Querung hat für den Schulweg eine hohe Bedeutung.

- Im südlichen Bereich des Untersuchungsgebiets, dort wo der Fußweg parallel zur Steinlach die Waldhörnlestraße kreuzt, gibt es kein Querungsangebot für den Fußverkehr (vgl. Analyse Radverkehr).
- Entlang der Primus-Truber-Straße fehlen sichere Querungsangebote für den Fußverkehr (vor allem Schülerverkehr), um zum Schulareal „Feuerhägle“ zu gelangen. Dies gilt für die Knotenpunkte der Primus-Truber-Straße mit der Lembergstraße, der Christian-Laupp-Straße und Im Feuerhägle.



Abb. 26: Schmale Gehwege im Wohnumfeld



Abb. 27: Unterführung zur Kreissporthalle Tübingen



Abb. 28: Fußgängerschutzanlage Heinlenstraße

3.6 Analyse Elektromobilität und alternative Mobilitätsangebote

Elektromobilität

Im Zuge der Konzeptionierung der **Elektromobilität** und der dazugehörigen Ladeinfrastruktur (LIS) gilt es, zunächst zwischen öffentlich zugänglicher und privater Infrastruktur zu unterscheiden:

Private LIS befindet sich auf **privatem** Grund und ist für die Allgemeinheit nicht zugänglich (bspw. Wallbox in der Wohngarage). Öffentlich zugängliche LIS befindet sich dagegen entweder im **öffentlichen** (Straßen-)Raum oder auf **halböffentlichen** Grund (z. B. Supermarktparkplatz) und ist damit in beiden Fällen für die Allgemeinheit zugänglich. Eine exakte Abgrenzung veranschaulicht Tab. 9:

Ladeinfrastruktur im ...		
... öffentlichen Raum	... halb-öffentlichen Raum	... privaten Raum
Meint an Plätzen, die sich im öffentlichen Raum befinden und damit uneingeschränkt oder begrenzt öffentlich nutzbar sind.	Meint an Plätzen im in der Regel privat bewirtschafteten Straßenland, welche jedoch uneingeschränkt oder begrenzt öffentlich nutzbar sind. ⁶	Meint an Plätzen, die sich auf Privatgrund befinden und nicht für die Öffentlichkeit nutzbar sind.
z. B.: öffentliche Straßen oder Parkplätze, Außenanlagen öffentlicher Gebäude (z. B. Rathaus) u. a.	z. B.: Bahnhofsvorplatz, Supermarkt, Tankstelle, Parkgaragen u.a.	z. B.: Wohngaragen oder Stellplätze auf privatem Grund, Privatstraßen

Tab. 9: Unterscheidung LIS im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum

Über den Bestand an LIS im privaten Raum kann im Rahmen dieses Konzepts keine Aussage getroffen werden. Sind zukünftig im Umfang weiterer Überlegungen Kenntnisse hierzu erforderlich, ist eine Befragung der Haushalte im Untersuchungsgebiet zu empfehlen.

Öffentlich zugängliche LIS befinden sich zum Zeitpunkt der Quartierskonzepterstellung an zwei Punkten im Untersuchungsgebiet (vgl. Abb. 19 und Plan 3.1 im Anhang):

- In der Primus-Truber-Straße Nähe Knotenpunkt Raichbergstraße:
Ladestation mit zwei Ladepunkten (Typ 2, Ladeleistung maximal 22 kW)
- Auf dem Parkplatz Feuerhägle (s. Abb. 33):
Ladestation mit zwei Ladepunkten (Typ 2, Ladeleistung maximal 22 kW)

Halböffentliche Ladeinfrastruktur befindet sich im Parkhaus auf dem Schulareal „Feuerhägle“.

Es gibt zum Zeitpunkt der Erstellung des Quartierskonzeptes keine öffentlich zugänglichen Lademöglichkeiten für E-Bikes und Pedelecs im Untersuchungsgebiet.

⁶ BMVI, Starterset Elektromobilität

Multimodale Mobilitätsangebote (Sharing-Angebote)

Ergänzende Mobilitätsangebote aus dem Bereich der Sharing-Mobilität sind in Tübingen vielfach zu finden. Derzeit gibt es zwei Unternehmen, die Carsharing in Tübingen betreiben, teilAuto und COONO⁷ (s. Abb. 29 und Abb. 30); wobei lediglich teilAuto Stationen im Untersuchungsgebiet besitzt. Insgesamt liegen dort oder dem direkten Umfeld fünf Carsharing-Station (s. Plan 3.2). Mit einem Einzug von 200 m (rund 3 Gehminuten) wird über diese Stationen der Betrachtungsraum nahezu vollständig abgedeckt.

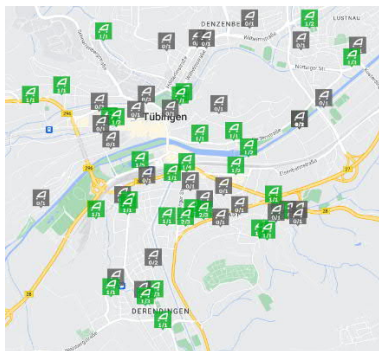


Abb. 29: Carsharing-Stationen des Anbieters teilAuto

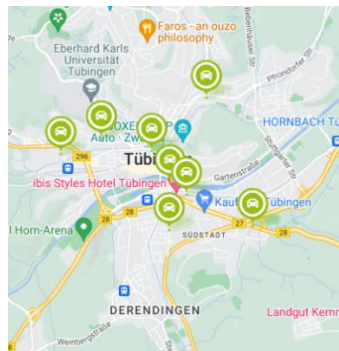


Abb. 30: E-Carsharing-Stationen des Anbieters COONO, Stand 8/2022

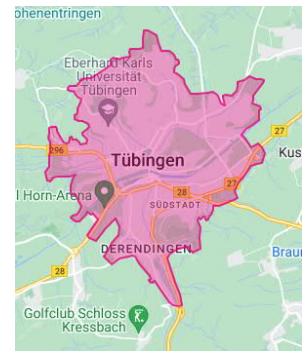


Abb. 31: Abstellbereich für E-Roller von COONO in Tübingen

Neben Carsharing gibt es in Tübingen mietbare E-Roller (COONO), verschiedene Anbieter für E-Tretroller (z. B. TIER, lime) und ein Bike-sharing-Angebot (lime). Alle diese Sharing-Angebote werden nach dem Free-Floating-Prinzip genutzt, das heißt, sie können nicht an einer festen Station, sondern überall innerhalb eines festgelegten Gebiets abgeholt bzw. wieder abgestellt werden (s. Abb. 31).



Abb. 32: Carsharing-Station im Untersuchungsgebiet



Abb. 33: Ladeinfrastruktur am Parkplatz Feuerhügge



Abb. 34: Ladeinfrastruktur in der Primus-Truber-Straße

⁷ COONO wird von den Stadtwerken Tübingen betrieben

3.7 Beiträge zur Analyse aus dem schulischen Mobilitätsworkshop

Am Dienstag, den 12.07.2022 fand ergänzend zur Bestandsanalyse am Carlo-Schmid-Gymnasium, das im Schulzentrum „Feuerhäggle“ gelegen ist, ein Workshop mit Schülerinnen und Schülern der fünften Jahrgangsstufe statt.

Ziel der Veranstaltung war es, den Blick der jungen Menschen, die im Quartier bzw. auf dem Schulweg dorthin unterwegs sind, einzufangen, um für das iQK Derendingen Ost auch die Belange dieser Zielgruppe zu berücksichtigen. Dafür wurde für den Workshop folgender zeitlicher Ablauf vorgesehen:

- Teil 1: Impulsvortrag, Wissensvermittlung und Umweltbildung
- Teil 2: Gruppenarbeit zum Schulweg der Schülerschaft
- Teil 3: Schulhofexpedition mit Aufträgen zu verschiedenen Verkehrsmitteln

Die vollständige Dokumentation des Workshops befindet sich in der Anlage dieses Berichts, im Folgenden sind die für die Analyse des iQK Derendingen wichtigsten Beiträge der Schülerinnen und Schüler genannt und, wenn möglich, verortet:

Tab. 10: Beiträge aus dem Workshop Mobilität

1	Zu kurze Grünphasen der FSA (Fußgängerschutzanlage) für Kinder und ältere Menschen
2	Ponte-Carlo-Steg ist nicht für Radverkehr freigegeben
3	<ul style="list-style-type: none"> - Fehlende Querungsmöglichkeit für den Fußverkehr (u. a. im Bereich der Bushaltestelle), - Haltende Busse versperren die Sicht auf querende Schulkinder für den Kfz-Verkehr, - Der Bereich der Haltestelle – auch die Busspur – wird verbotenerweise von Eltern für das Absetzen der Kinder mit dem Pkw genutzt, - Der fließende Kfz-Verkehr (auch Busse) ist nach Eindruck der Schülerinnen und Schüler zu schnell unterwegs
4	FSA sollte auf die Westseite der Steinlach verlegt werden
5	Lembergstraße (z. T. auch Heinlenstraße): Gehwege sind morgens, wegen des Fußverkehrs vom Bahnhof kommend, überlastet
Allg.	Nicht alle Eingänge in die Schule sind barrierefrei
Allg.	Es sollte mehr Radwege geben
Allg.	In der Innenstadt gibt es einige „holprige“ Straßen (gepflastert), das ist unangenehm mit dem Rad zu befahren



Abb. 35: Verortung der Beiträge aus dem Workshop Mobilität



Abb. 36: Impressionen vom Mobilitätsworkshop 1



Abb. 37: Impressionen vom Mobilitätsworkshop 2



Abb. 38: Impressionen vom Mobilitätsworkshop 3

3.8 Stärken/Schwächen

Im Folgenden werden Stärken und Schwächen für den Bereich Mobilität und Verkehr im Untersuchungsgebiet des iQK Derendingen Ost aufgeführt:

Tab. 11: Stärken und Schwächen für den Bereich Mobilität und Verkehr

STÄRKEN	SCHWÄCHEN
<ul style="list-style-type: none"> • Mindestangebot an Nahversorgung im Quartier vorhanden: Discounter, Drogerie, Bäckerei, Metzgerei, Gastronomie, Apotheke → kurze Wege sind damit z. T. möglich • Hohe Erschließungs-, Bedienungs- und Verbindungsqualität des ÖPNV (TüBus) an Werktagen • Erreichbarkeit Derendingens aus dem südlichen Landkreis mit der Bahn und Regionalbussen möglich • Schulwegeplan für das Quartier vorhanden • Gute Erreichbarkeit des Quartiers, insbesondere des Schulzentrums mit dem Rad über RHR3 abseits des Kfz-Verkehrs (positiv für Schulwege) • Anzahl der Carsharing-Stationen im Quartier und deren Erschließungs-qualität ist positiv zu bewerten • Es gibt zwei Ladestationen für E-Pkw im Quartier (Prinzip Destination-Charging) • Der ruhende Kfz-Verkehr im Quartier ist vollständig geregelt bzw. bewirtschaftet • Der Parkdruck ist über die Quartiersgrenzen hinweg betrachtet punktuell im mittleren Bereich 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Qualität der ÖPNV-Haltestellen ist verbesserungswürdig (fehlende Barrierefreiheit, Sitzmöglichkeiten, Überdachungen) • Wichtige Radverbindungen sind teilweise auf Fußwegen gelegen (z. B. Ponte-Carlo-Brücke, RNR3) • Querungsangebote für den Fuß- und Radverkehr sind z. T. mangelhaft (fehlen oder liegen an der falschen Position) • Querungsstellen für den Fußverkehr sind nicht barrierefrei ausgebaut. • Die Anzahl der Radabstellanlagen an den Schulen ist – abhängig vom Schultyp – nicht ausreichend. • Es gibt keine Radabstellanlagen im öffentlichen (Straßen-)Raum abseits der Schulen (folglich auch keine Ladeinfrastruktur für E-Bikes) • Es gibt kein stationäres Bike- oder Cargobike-Sharing im Quartier • Es fehlen multimodale (Mobilitäts-) Stationen im Quartier/in Tübingen; die verschiedenen Verkehrsmittel des Umweltverbundes sind nicht miteinander (räumlich) verknüpft • Der fließende Kfz-Verkehr wird von der Schülerschaft im Schulumfeld als zu schnell wahrgenommen • Es gibt keine Drop-Off-Zone für Eltern-taxen am Schulzentrum

4 Energetischer Ist-Zustand

4.1 Energetische Bewertung Wohngebäude

4.1.1 Dächer

Aus dem bei der Begehung wahrgenommenen Zustand wurde der Handlungsbedarf zur Instandhaltung von Dächern zeitlich abgeschätzt.

Demnach sieht gegenwärtig nur ca. 1 % der sichtbaren Dachflächen einer Erneuerung oder größeren Instandhaltungsmaßnahme in unmittelbarer Zukunft entgegen. Ab ca. 2035 trifft dies für weitere etwa 18 % des Bestands zu. Bis 2045 werden voraussichtlich über 88 % der heute bestehenden Dächer aus Altersgründen erneuert worden sein.

Handlungsbedarf der Dächer

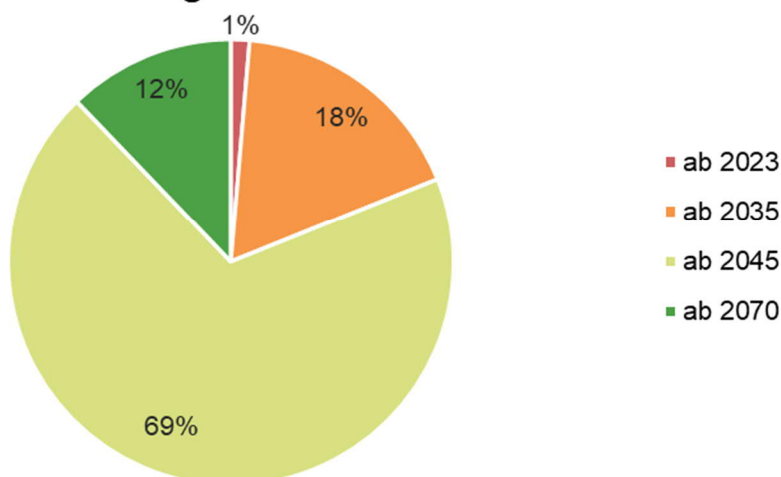


Abb. 39: Handlungsbedarf Instandhaltung Dächer Wohngebäude und Wohnmischnutzung

Anhand des von außen wahrgenommenen Zustands wurde auf das ungefähre Alter einer zurückliegenden Modernisierung und damit auf die anzunehmende energetische Qualität des Daches oder der obersten Geschossdecke geschlossen, wenn keine genaueren Informationen vorlagen.

4.1.2 Fenster

Die während der Begutachtung der Wohngebäude eingeschätzte energetische Qualität der Fenster lässt nur indirekt Schlüsse auf den Instandhaltungsbedarf zu, denn in Abhängigkeit von der Verarbeitung und dem Material des Rahmens, der

Wartung, der Nutzungsbedingungen und anderer Faktoren variiert die Nutzungsdauer von Fenstern teils erheblich.

Abb. 40 zeigt die Verteilung der Qualität der Verglasungen anhand der Abschätzungen bei der Begehung des Quartiers.

Einige wenige Fenster im Quartier (4 %) stammen noch aus der Zeit vor 1970. Diese Verbundverglasungen sind im Vergleich zu modernen Verglasungen von geringer energetischer Qualität.

Ältere Verglasungen mit Isolierglas (Ende der 70er- bis Mitte 90er-Jahre) oder Holz-Verbundfenster (bis Ende 70er-Jahre) können auch heute noch in gutem Zustand sein und, abgesehen von der geringeren energetischen Qualität, zumindest keinen unmittelbaren Erneuerungsbedarf aufweisen.

Ab Mitte der 90er-Jahre wurden die ersten 2-fach-Wärmeschutzverglasungen (WSV) bei Neubauten oder der Erneuerung von Verglasungen in normal beheizten Räumen zum Standard. Diese älteren WSV wurden nachfolgend als WSV-alt bezeichnet.

Neuere 2-fach-Wärmeschutzverglasungen weisen einen verbesserten energetischen Zustand gegenüber den WSV-alt auf und wurden aufgrund der Verschärfung von Vorgaben für Neubau und Sanierungen seit etwa 2009 verbaut. Diese wurden für die Auswertung WSV-neu bezeichnet.

Neuere 3-fach-Wärmeschutzverglasungen wurden bei der Begehung im Quartier nur wenige festgestellt. Sie sind zwar schon lange am Markt verfügbar, werden aber erst seit der Verschärfung von Anforderungen und erweiterten Fördermöglichkeiten ab ca. 2009 in größerem Umfang eingesetzt. Aufgrund des höheren Preises gegenüber den WSV-neu ist ihr Anteil gering.

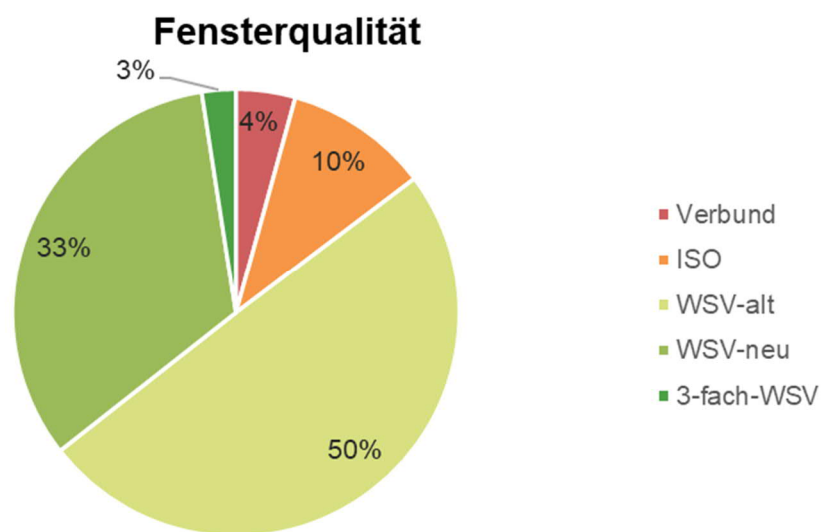


Abb. 40: Energetische Qualität von Verglasungen im Wohngebäudebestand

Unter der Annahme, dass etwa ein Drittel der WSV-alt vor dem Jahr 2000 verbaut wurde, kann davon ausgegangen werden, dass etwa 30 % aller Fenster in den Wohngebäuden bis 2030 in eine Sanierung kommen wird.

Unter der Annahme, dass die restlichen Zweidrittel der WSV-alt nach dem Jahr 2000 verbaut wurde, kann davon ausgegangen werden, dass dadurch etwa ein Drittel aller Fenster im Quartier ab 2030 in eine Sanierung kommen wird.

Somit werden bis 2045 rund zwei Drittel der Fenster im Quartier erneuert werden müssen.

Bei den restlichen Fenstern kann davon ausgegangen werden, dass sie erst ab 2045 Sanierungsbedarf aufzeigen.

4.1.3 Nachträgliche Wanddämmung

Bei der Besichtigung der Gebäude von außen wurde abgeschätzt, ob und in welcher Stärke die Außenwände eines Gebäudes von außen gedämmt worden sind.

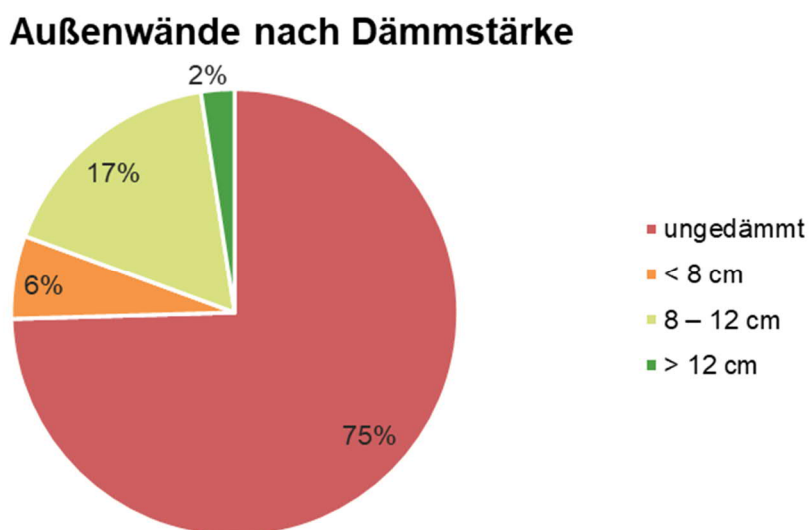


Abb. 41: Dämmung von Außenwänden an Wohngebäuden und Wohnmischnutzung

Im Ergebnis kann festgestellt werden, dass im Quartier ein großes Potenzial für die energetische Modernisierung der Außenwände besteht. Bis zum Jahr 2045 dürfte für den größten Teil der heute ungedämmten Fassaden eine Instandhaltung fällig werden, die eine gleichzeitige energetische Modernisierung nahelegt.

Eventuell vorhandene Innendämmung, nachträglich gedämmte Decken zu unbeheizten Kellern oder Dachböden konnten ohne Informationen durch die Betreiber nicht berücksichtigt werden.

4.2 Energetische Bewertung Nichtwohngebäude

Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich auf den Ist-Zustand der derzeit bestehenden Gebäude(teile) und deren Potenziale durch Einsparmaßnahmen. Neubauten oder Erweiterungen/Umnutzungen der bestehenden Gebäude werden erst im Kapitel III POTENZIALE betrachtet. Die Reihenfolge der Betrachtung der Gebäude ergibt sich aus ihrer Lage im Quartier von Norden nach Süden.

Die Festlegung der Einsparpotenziale erfolge im Austausch mit den Gebäudeeigentümer:innen. Bei der Betrachtung des Stromeinsparpotenzials wurde festgestellt, dass der steigende Energiebedarf durch die zunehmende Anzahl von Geräten in den Gebäuden nicht – wie früher i. d. R. der Fall – durch die erhöhte Energieeffizienz der Geräte aufgefangen werden kann. Durch die zunehmende Geschwindigkeit der Digitalisierung, auch gestärkt durch die Corona-Pandemie, wird dieser Effekt verstärkt.

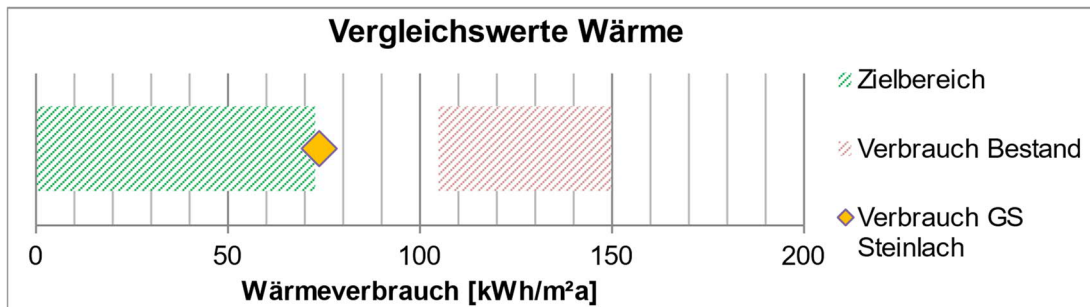
Der Strombedarf wird von den Eigentümer:innen deshalb, selbst unter Einsatz von stromsparenden Maßnahmen, als in der Regel leicht steigend eingeschätzt. Es kann daher bei den meisten Gebäuden nicht von vorhandenen Einsparpotenzialen ausgegangen werden.

4.2.1 Grundschule an der Steinlach



Eigentümer:in	Universitätsstadt Tübingen
Baujahr	1971
Beheizte Gebäudefläche	978 m ²
Gebäudehülle	Energetisch saniert 2008/2009
Nutzung	Grundschule
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz SWT-Zentrale (Gas-BHKW + Spitzenlast) mit direktem Anschluss an Heizungsverteilung; eigener Wärmemengenzähler
Lüftung / Konditionierung	Ohne Lüftungsanlagen
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	LED-Leuchten nachgerüstet, manuelle Steuerung oder Bewegungsmelder für Sanitär- und Verkehrsflächen; keine eigene Verbrauchsmessung
Erneuerbare Energien	Keine (PV-Dachanlage nicht in eigenem Besitz)
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	-

Für die Grundschule an der Steinlach wurde in 2020/2021 eine vereinfachte energetische Untersuchung durchgeführt. Dabei wurden langfristige Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen. Seitdem wurden keine Maßnahmen umgesetzt.



Die Gebäudehülle ist energetisch in einem sehr guten Zustand. Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes bereits sehr nahe am Zielbereich. Für die Wärmenutzung besteht bis 2040 dennoch ein gewisses Potenzial mit den unten dargestellten Maßnahmen.

Der Stromverbrauch wird bisher nicht separat, sondern zusammen mit der Französischen Schule (Gebäude ehem. Mörike-Schule) gemessen. Eine Bewertung anhand pauschal aufgeteilter Verbrauchsdaten ist in diesem Rahmen aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsarten nicht sinnvoll.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -10 %

- Eine eigene Wärmeübergabestation und eine eigene Regelung für das Gebäude würden Regelungs- und Verteilverluste verringern.
- Der Warmwasserspeicher kann durch einen Durchlauferhitzer ersetzt werden, um Speicherverluste bei nur gelegentlicher Nutzung zu vermeiden.
- Nachrüstung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.
- Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2030

Strom: +10 %

Wegen der fehlenden Messung des Stromverbrauchs kann eine Schätzung von Einsparpotenzialen nur vereinfacht erfolgen. Durch den vorgeschlagenen Einbau einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung wird der Strombedarf jedoch steigen. Mit effizienten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Anstieg des Strombedarfs jedoch gering gehalten werden.

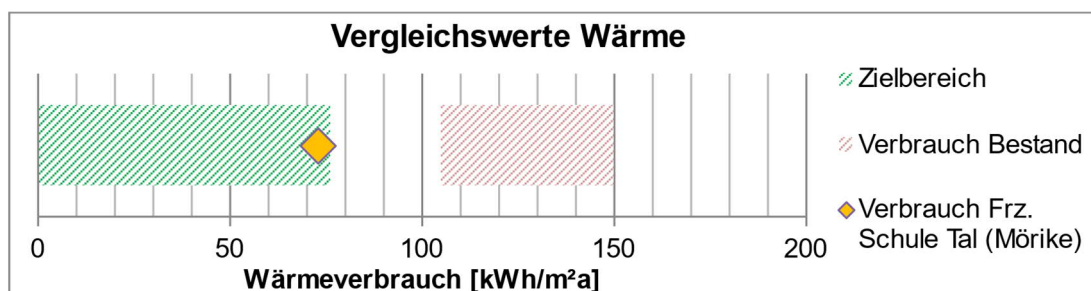
- Einbau eines eigenen Stromzählers
- Verbesserung der Umweltwirkung durch eigene Nutzung des auf dem Dach erzeugten PV-Stroms nach Ablauf des Pachtvertrages der derzeitigen PV-Anlage.

4.2.2 Französische Schule Tal (ehemalige Mörikeschule)



Eigentümer:in	Universitätsstadt Tübingen
Baujahr	1950
Beheizte Gebäudefläche	2774 m ²
Gebäudehülle	Teilw. energetisch saniert, Dach, OG-Decke, Fenster
Nutzung	Gemeinschaftsschule, Hausmeisterwohnung
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz SWT-Zentrale (Gas-BHKW + Spitzenlast) mit direktem Anschluss an Heizungsverteilung; eigener Wärmemengenzähler
Lüftung / Konditionierung	Ohne Lüftungsanlage
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	LED-Leuchten weitgehend nachgerüstet, manuelle Steuerung; keine eigene Verbrauchsmessung
Erneuerbare Energien	PV-Dachanlage mit 35 Modulen, in eigenem Besitz, mit Eigenstromnutzung
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Sommerlicher Wärmeschutz, Hülle ohne unmittelbaren Instandsetzungsbedarf; Außenwände, ältere Fenster, Kellerdecke sind größte energetische Schwachstellen

Für die Französische Schule Tal wurde in 2020/2021 eine vereinfachte energetische Untersuchung durchgeführt. Dabei wurden langfristige Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen. Seitdem wurden keine Maßnahmen umgesetzt.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes bereits weit unterhalb des nutzungstypischen Durchschnitts und bereits im Zielbereich. Nach der Analyse des Sanierungsfahrplans des Gebäudes besteht jedoch weiterhin ein großes Einsparpotenzial.

Der Stromverbrauch wird nicht separat, sondern zusammen mit der Grundschule an der Steinlach gemessen. Eine Darstellung anhand pauschal aufgeteilter Verbrauchsdaten zur Bewertung ist in diesem Rahmen daher nicht sinnvoll.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -40 %

- Eine eigene Wärmeübergabestation und eine eigene Regelung für das Gebäude würden Regelungs- und Verteilverluste verringern.
- Dämmung der Verteilleitungen der elektrisch betriebenen Warmwasserbereitung im unbeheizten Teil des Kellers.
- Ehrgeizige Sanierung der Hülle, insbesondere der Außenwände, älteren Fenster und Kellerdecke mit passivhaustauglichen Bauteilen (EnerPHit-Bauteilstandard) oder nach den KfW-Förderstandards für Einzelmaßnahmen
- Nachrüstung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in den Klassenräumen.
- Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2030

Strom: +10 %

Wegen der fehlenden Messung des Stromverbrauchs kann die Schätzung von Einsparpotenzialen nur vereinfachend erfolgen. Durch den vorgeschlagenen Einbau einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung wird der Strombedarf steigen. Mit den nachfolgenden Maßnahmen, effizienten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Anstieg des Strombedarfs jedoch gering gehalten werden.

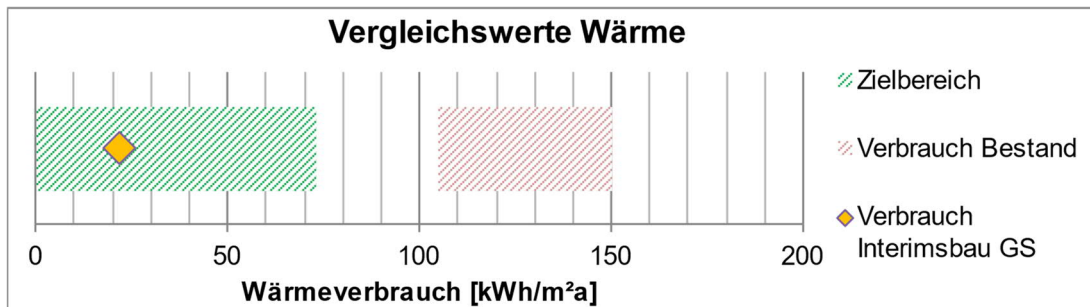
- Modernisierung Umwälzpumpen der Heizungsverteilung
- Vollständiger Austausch konventioneller Leuchtmittel durch LED-Technik und Beleuchtungssteuerung durch Präsenzmelder in den dafür geeigneten Nutzungsbereichen.

4.2.3 Interimsbau Grundschule

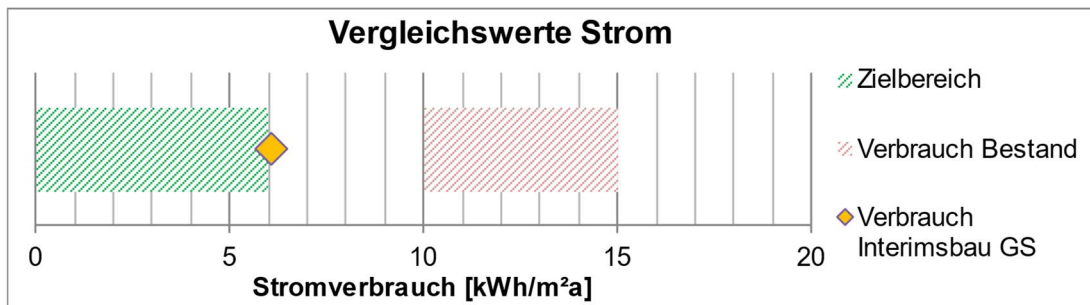


Eigentümer:in	Universitätsstadt Tübingen
Baujahr	2021
Beheizte Gebäudefläche	592 m ²
Gebäudehülle	Neubau, KfW-Effizienzhausstandard 40
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz SWT-Zentrale (Gas-BHKW + Spitzenlast); eigener Wärmemengenzähler
Nutzung	Grundschule
Lüftung / Konditionierung	keine
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Stand der Technik (Neubau nach [TÜ-Energieleitlinie 2009])
Erneuerbare Energien	PV-Dachanlage mit ca. 30 kWp mit Eigenstromnutzung
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	keine

Das Gebäude wurde übergangsweise als Erweiterungsgebäude für die Grundschule errichtet und soll voraussichtlich jedoch längere Zeit genutzt werden. Das als Holzbau ausgeführte Gebäude ist vollständig rückbaubar und wurde nach der Energieleitlinie Tübingen als KfW-Effizienzhaus 40 errichtet. Da zum Zeitpunkt der Erstellung des iQK noch keine realen Verbrauchsdaten vorlagen, wurde der Verbrauch anhand des Energiestandards geschätzt.



Der angesetzte Wärmebedarfswert des Neubaus liegt erwartungsgemäß im Zielbereich für den vergleichbaren Gebäudebestand. Ein offensichtliches Senkungspotenzial ist auch langfristig nicht zu erkennen.



Der Stromverbrauch liegt nur knapp oberhalb des Zielbereiches und weist damit auf einen im Vergleich zu modernisierten oder neu errichteten Gebäuden ähnlicher Nutzung, minimal erhöhten Stromverbrauch hin. Gründe dafür könnten im Verbraucherverhalten liegen.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -0 %

- Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2030

Strom: -0 %

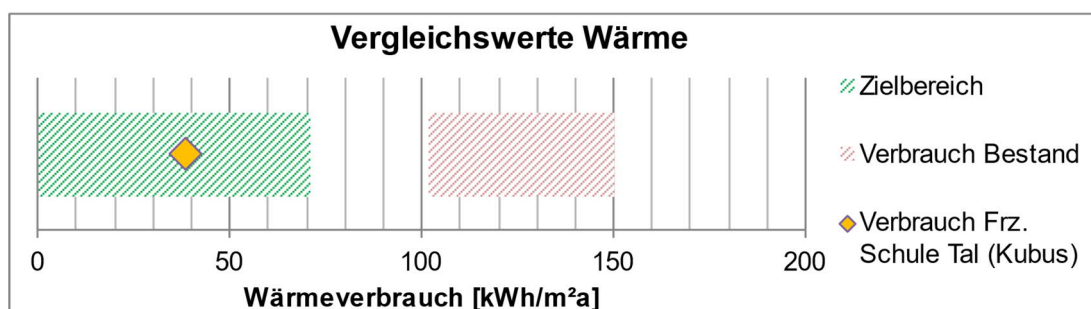
- Sensibilisierung der Verbraucher zum sparsamen Stromeinsatz

4.2.4 Kubus



Eigentümer:in	Universitätsstadt Tübingen
Baujahr	2003
Beheizte Gebäudefläche	475 m ²
Gebäudehülle	Holzständer; Bauteile erfüllen aktuelle GEG-Anforderungen
Nutzung	Nahwärmenetz SWT-Zentrale (Gas-BHKW + Spitzenlast), Heizkörper, ohne Warmwasserbereitung
Wärmeversorgung	Die vier Unterrichtsräume sind von umliegenden Schulen als Ausweichräume variabel nutzbar, hauptsächlich werden sie vom CSG genutzt.
Lüftung / Konditionierung	Ohne Lüftungsanlagen
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	LED-Beleuchtung, manuelle Steuerung
Erneuerbare Energien	PV-Dachanlage mit ca. 30 kWp mit Eigenstromnutzung
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Sommerlicher Wärmeschutz nicht ausreichend

Für den Kubus wurde in 2020/2021 eine vereinfachte energetische Untersuchung durchgeführt. Dabei wurden langfristige Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen. Seitdem wurden keine Maßnahmen umgesetzt.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch erwartungsgemäß bereits innerhalb des Zielbereiches.

Der Stromverbrauch wird nicht separat, sondern zusammen mit der Walter-Erbe-Realschule gemessen. Eine Darstellung anhand pauschal aufgeteilter Verbrauchsdaten zur Bewertung ist in diesem Rahmen nicht sinnvoll.

Potenziale und Maßnahmen:

Die langfristige Nutzung des Kubus wird von der Universitätsstadt derzeit in Frage gestellt (siehe Kap.III, 2.1.2 oder auch [TÜ GR 2/2023]), daher werden nachfolgend keine Einsparpotenziale und Maßnahmen benannt.

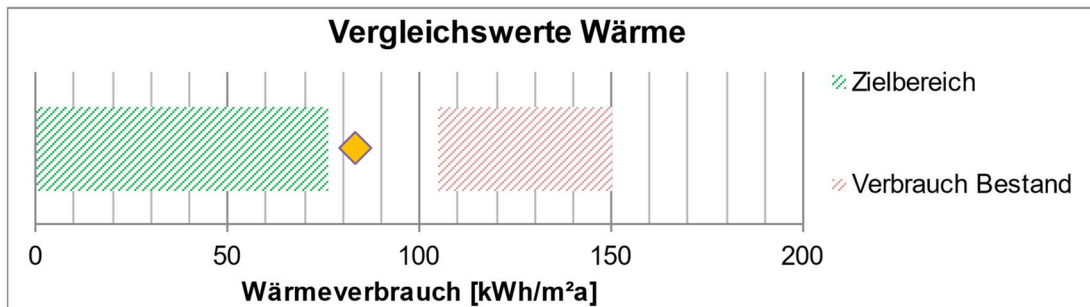
4.2.5 Ehemalige Walter-Erbe-Realschule



Eigentümer:in	Universitätsstadt Tübingen
Baujahr	1966
Beheizte Gebäudefläche	4062 m ²
Gebäudehülle	gering energetisch sanierter Massivbau; Kulturdenkmal mit Denkmalschutz
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz SWT-Zentrale (Gas-BHKW + Spitzenlast) mit direktem Anschluss an Heizungsverteilung; eigener Wärmemengenzähler; dezentrale Warmwasserbereitung ist elektrisch
Lüftung / Konditionierung	keine
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	LED-Leuchten teilweise nachgerüstet, jedoch noch großer Anteil konventionelle Leuchtstoffröhren; manuelle Steuerung; keine eigene Verbrauchsmessung
Nutzung	Bis 2022 Realschule; Nutzung der Räumlichkeiten durch andere Schulen (CSG, Französische Schule Tal)
Erneuerbare Energien	Keine (PV-Dachanlage nicht in eigenem Besitz)
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Instandsetzungsbedarf der Gebäudehülle: Flachdach mit stehendem Wasser, Undichtigkeiten am Dach sowie an Türen, Fensterrahmen mit Witterungsspuren auf Innenseite. Modernisierungsbedarf der Gebäudehülle: Teilweise noch Einfachverglasungen ohne thermisch getrennte Rahmen sowie ungedämmte Heizungsrisen vorhanden.

Die bisherige Nutzung als Realschule lief in den letzten Jahren aus. Von Jahr zu Jahr nutzten weniger Realschulklassen das Gebäude. Stattdessen wurden Räume von der Französischen Schule Tal und dem Carlo-Schmid-Gymnasium genutzt.

Für die Walter-Erbe-Realschule wurde in 2020/2021 ein Sanierungsfahrplan nach BAFA Vor-Ort-Beratung erstellt. Dabei wurden Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen. Seitdem wurden nur vereinzelte Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt, es wurden keine Sanierungsmaßnahmen umgesetzt.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes unterhalb des nutzungstypischen Durchschnitts, jedoch noch oberhalb des Zielbereiches.

Der Wärmeverbrauch ist im Vergleich zu Verbrauchswerten des vergleichbaren Gebäudebestands stark reduziert. In Anbetracht des energetischen Zustands der Gebäudehülle erscheint der Verbrauch zu gering. Dies kann vermutlich auf die Teilnutzung des Gebäudes im Erhebungszeitraum der Verbrauchsdaten zurückgeführt werden. Die bisherige Nutzung als Realschule lief in dieser Zeit aus und die wenigen verbleibenden Klassen, deren Anzahl sich von Jahr zu Jahr reduzierte, nutzen das Gebäude dementsprechend nur noch anteilig. Wegen des für die Gebäudehülle bestehenden Denkmalschutzes wird insgesamt von einem etwas verringerten Effizienzpotenzial ausgegangen.

Der Stromverbrauch wird nicht separat, sondern zusammen mit dem benachbarten Gebäude „Kubus“ gemessen. Eine Darstellung anhand pauschal aufgeteilter Verbrauchsdaten zur Bewertung ist in diesem Rahmen nicht sinnvoll.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -20 %

- Denkmalgerechte Modernisierung der Gebäudehülle, insbesondere für Verglasungen und Dachflächen; in dafür geeigneten Bereichen kann eine Innendämmung geprüft werden, um die entstehende Einsparung noch zu erhöhen.
- Eine eigene Wärmeübergabestation und eine eigene Regelung für das Gebäude würden Regelungs- und Verteilverluste verringern.
- Austausch veralteter Heizkörper und Thermostatventile sowie Dämmung der Heizkörpernischen von innen.

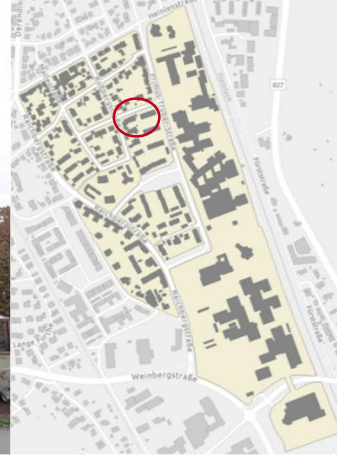
- Vollständige Dämmung von Armaturen und Pumpen des Heizungsverteilsystems
- Nachrüstung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2030

Strom: +10 %

Wegen der fehlenden Messung des Stromverbrauchs ist ein Vergleich nicht zielführend und die Schätzung von Einsparpotenzialen kann nur vereinfacht erfolgen. Durch den vorgeschlagenen Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wird der Strombedarf steigen. Mit den nachfolgenden Maßnahmen, effizienten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Anstieg des Strombedarfs jedoch gering gehalten werden.

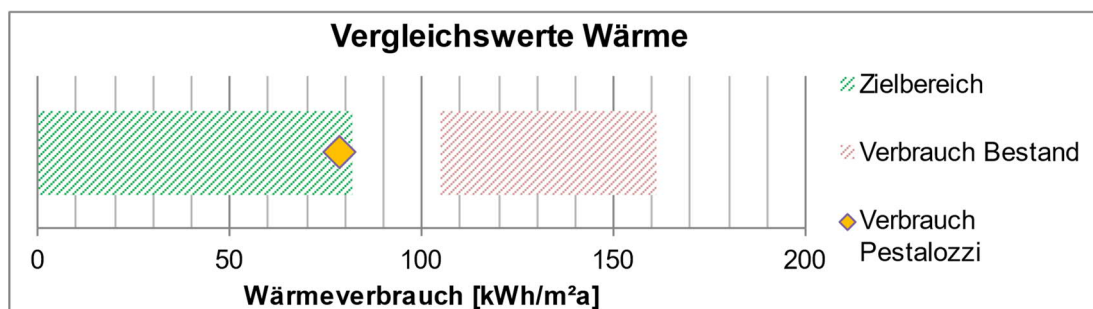
- Austausch der selten genutzten Warmwasserboiler durch Durchlauferhitzer zur Vermeidung von Speicherverlusten
- Verbesserung der Umweltwirkung durch eigene Nutzung des auf dem Dach erzeugten PV-Stroms nach Ablauf des Pachtvertrages.

4.2.6 Pestalozzischule

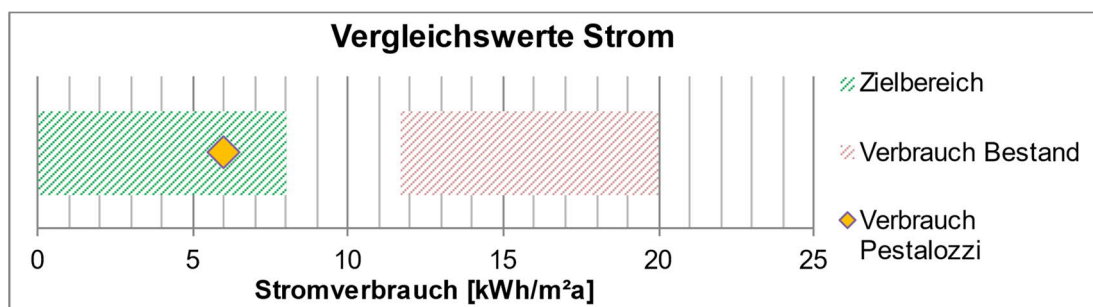


Eigentümer:in	Universitätsstadt Tübingen
Baujahr	1982
Beheizte Gebäudefläche	2.115 m ²
Gebäudehülle	Zustand größtenteils aus dem Baujahr, nur geringfügige Modernisierungen bei Instandsetzung des Flachdachs, offene Tiefgarage unterhalb des Gebäudes
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz SWT-Zentrale (Gas-BHKW + Spitzenlast) mit direktem Anschluss an Heizungsverteilung, Warmwasserbereitung dezentral elektrisch
Nutzung	Förderschule
Lüftung / Konditionierung	2x Abluftanlagen
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Weitgehend LED, zeitgesteuert
Erneuerbare Energien	Keine
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Instandsetzungsbedarf der Gebäudehülle; Gebäudehülle mit hohem energetischen Sanierungspotenzial bei Verglasungen, Undichtigkeiten an Fenstern und Türen; bauliche und altersbedingte Mängel an den Abluftanlagen (Brandschutz)

Für die Pestalozzischule wurde in 2020/2021 ein Sanierungsfahrplan nach BAFA Vor-Ort-Beratung erstellt. Dabei wurden Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen. Seitdem wurden nur vereinzelte Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt, es wurden keine Sanierungsmaßnahmen umgesetzt.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes bereits weit unterhalb des nutzungstypischen Durchschnitts und bereits im Zielbereich. Der Verbrauch erscheint im Anbetracht des energetischen Zustands beinahe zu gering. Anhand des energetischen Zustands und der Schwachstellen des Gebäudes, v. a. der Verglasungen, kann auf ein weiterhin bestehendes Einsparpotenzial geschlossen werden.



Die Stromnutzung im Gebäude erfolgt im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung bereits recht effizient und liegt damit im Zielbereich.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -30 %

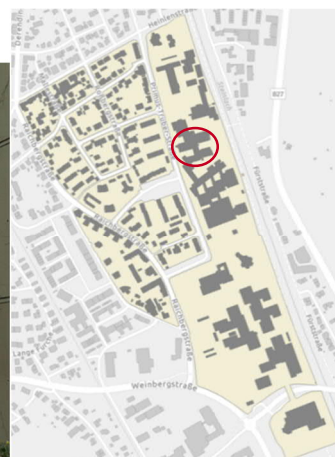
- Eine eigene Wärmeübergabestation und eine eigene Regelung für das Gebäude würden Regelungs- und Verteilverluste verringern.
- Modernisierung der Thermostatventile und der Verteilung und hydraulischer Abgleich der einzelnen Heizkreise.
- Ehrgeizige Sanierung der Hülle, insbesondere Verglasungen, Flachdach, Decke zur Tiefgarage mit passivhaustauglichen Bauteilen (EnerPHit-Bauteilstandard) oder nach den KfW-Förderstandards für Einzelmaßnahmen
- Modernisierung und Erneuerung der Lüftungsanlagen durch Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung in den Klassenräumen.
- Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2030

Strom: +10 %

Durch die vorgeschlagene Modernisierung der veralteten Abluftanlagen mit effizienteren Ventilatoren und Wärmerückgewinnung wird der aus der Lüftung entstehende Strombedarf konstant bleiben oder eventuell leicht steigen. Durch den Einsatz von effizienten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Anstieg des Strombedarfs jedoch gering gehalten werden.

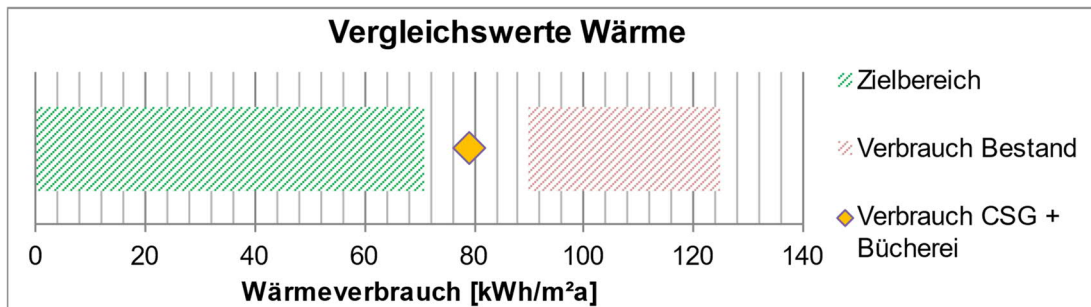
- Mit der Installation einer PV-Anlage und eigener Verwendung des selbst erzeugten PV-Stroms wird die Umweltwirkung der Stromnutzung verbessert.

4.2.7 Carlo-Schmid-Gymnasium (und Bücherei)

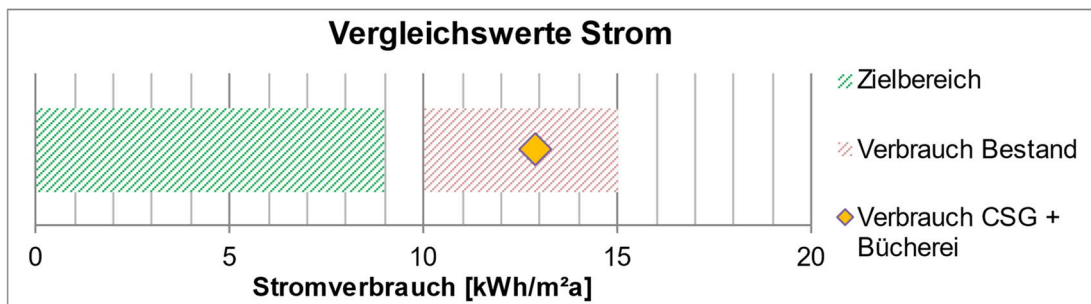


Eigentümer:in	Universitätsstadt Tübingen
Baujahr	1982
Beheizte Gebäudefläche	6.421 m ²
Gebäudehülle	Zustand größtenteils aus dem Baujahr, nur geringfügige Modernisierungen bei Instandsetzung des Flachdachs, offene Tiefgarage unterhalb des Gebäudes
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz SWT-Zentrale (Gas-BHKW + Spitzenlast) mit direktem Anschluss an Heizungsverteilung; eigener Wärmemengenzähler, Warmwasserbereitung ist dezentral & elektrisch
Lüftung / Konditionierung	Zu-/Abluftanlagen für Bibliothek sowie Fachklassen ohne Wärmerückgewinnung; Abluft für Sanitär
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Weitgehend LED, zeitgesteuert, eigene Verbrauchsmessung; Druckluftherzeugung (vermutl. nur für pneumatische Steuerung der Heizventile in Bibliothek)
Nutzung	Gymnasium
Erneuerbare Energien	Keine (PV-Dachanlage nicht in eigenem Besitz)
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Instandsetzungsbedarf der Gebäudehülle; Gebäudehülle mit hohem energetischen Sanierungspotenzial an Verglasungen, Undichtigkeiten an Fenstern und Türen; bauliche und altersbedingte Mängel (Brandschutz); unsaubere Ausführung der Dachsanierung und Dämmung, es wird auf den Sanierungsfahrplan nach BAFA aus 2021 verwiesen

Für das Carlo-Schmid-Gymnasium wurde in 2020/2021 ein Sanierungsfahrplan nach BAFA Vor-Ort-Beratung erstellt. Dabei wurden Sanierungsmaßnahmen vorgeschlagen. Seitdem wurden nur vereinzelte Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt, es wurden keine Sanierungsmaßnahmen umgesetzt.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes bereits unterhalb des nutzungstypischen Durchschnitts jedoch noch oberhalb des Zielbereiches. In Anbetracht der energetischen Schwachstellen, v. a. der Undichtigkeiten und veralteten Verglasungen, scheint der Wert recht gering zu sein. Durch Behebung der Schwachstellen kann auf ein weiter bestehendes Einsparpotenzial geschlossen werden.



Um die Vergleichbarkeit des Stromverbrauches mit Vergleichswerten zu gewährleisten wurde der Verbrauch der Tiefgarage nicht mitberücksichtigt. Der Stromverbrauch des Gebäudes liegt damit im Verhältnis zu den Vergleichswerten im zu erwartenden Rahmen.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -20 %

- Eine eigene Wärmeübergabestation und eine eigene Regelung für das Gebäude würden Regelungs- und Verteilverluste verringern
- Modernisierung der Thermostatventile und der Verteilung und hydraulischer Abgleich der einzelnen Heizkreise
- Ehrgeizige Sanierung der Hülle, insbesondere Verglasungen, Flachdach, Decke zur Tiefgarage mit passivhaustauglichen Bauteilen (EnerPHit-Bauteilstandard) oder nach den KfW-Förderstandards für Einzelmaßnahmen
- Modernisierung und Erneuerung der bestehenden Lüftungsanlagen durch Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung und Prüfung der Erweiterung in die Klassenräume

- Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2030

Strom: +5 %

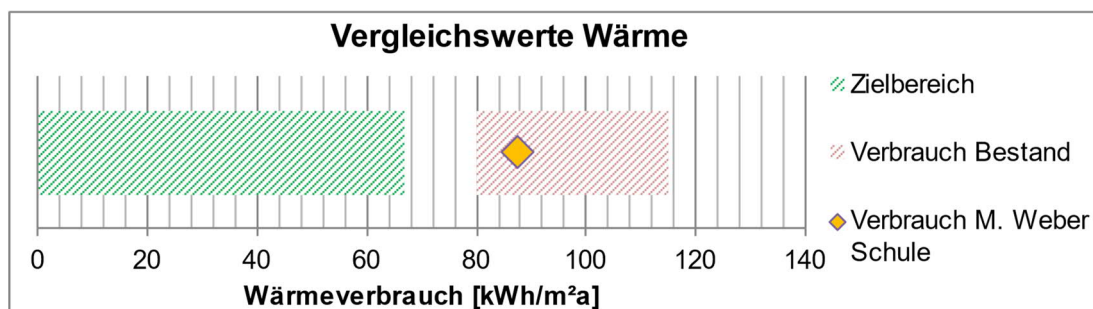
Durch die vorgeschlagene Modernisierung der veralteten Lüftungsanlagen und Einbau von modernen Ventilatoren sowie zusätzlicher Wärmerückgewinnungsanlagen wird der aus der Lüftung entstehende Strombedarf voraussichtlich leicht steigen. Mit effizienten Geräten, der Überprüfung der Druckluftherzeugung und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Anstieg des Strombedarfs jedoch gering gehalten werden.

- Erneuerung der Heizungsverteilung und Abschaffung der Druckluftherzeugung, sofern diese ausschließlich zur pneumatischen Steuerung der Heizungsanlage in der Bibliothek dient.
- Verbesserung der Umweltwirkung durch eigene Nutzung des auf dem Dach erzeugten PV-Stroms.

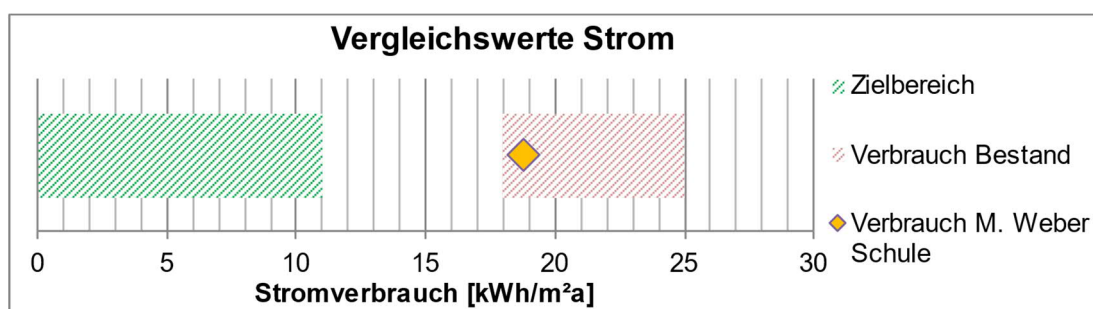
4.2.8 Mathilde-Weber-Schule (WSS)



Eigentümer:in	Landkreis Tübingen
Baujahr	1953, Erweiterungsbau 2007, Umbau Fachräume 2012
Beheizte Gebäudefläche	8880 m ²
Gebäudehülle	Energetische Sanierung Gebäudehülle des Hauptbaus ca. 2012
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz KWA-Zentrale (Holz-Hackschnitzel, Gas-BHKW, Öl-Kessel); Warmwasserbereitung dezentral elektrisch
Nutzung	Berufliche Gymnasien, Berufsaus- und Weiterbildungen; Klassen- / Fachräumen, Labore, Büros, Sanitär
Lüftung / Konditionierung	Hauptbau und Verwaltung ohne RLT-Anlagen, Küchentrakt neu saniert mit Zu-/Abluftanlage mit WRG, Labore und Aula seit 2004 mit Zu-/Abluft mit WRG, Zwischentrakt MWS und WSS mit Zuluftanlagen ohne WRG
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Größtenteils herkömmliche Leuchtmittel im Einsatz, nur vereinzelt LED mit neuen Vorschaltgeräten vorhanden
Erneuerbare Energien	Keine (PV-Dachanlage nicht in eigenem Besitz)
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Bestehende Grundlastheizung ist träge und nur über Versorgungstemperatur regelbar. Im derzeitigen Zustand ist im Großteil der Gebäude kein hydraulischer Abgleich der einzelnen Heizbereiche möglich. Raumbeheizung nicht belegungsabhängig steuerbar. Keine flächendeckende LED-Beleuchtung vorhanden.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes im Bereich des nutzungstypischen Durchschnitts. In Anbetracht der energetisch modernisierten Gebäudehülle des Hauptgebäudes (2012), dem recht jungen Erweiterungsbau (2007) sowie fehlender weiterer bekannter Wärmenutzungen erscheint der Wärmeverbrauch im Gebäude damit etwas zu hoch. Ursachen und Potenziale können in der ineffizienten Regelung sowie möglicherweise im Nutzerverhalten liegen.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Stromverbrauch des Gebäudes in einem üblichen Bereich. Dies erscheint in Anbetracht mehrerer vorhandener Lüftungsanlagen, technischer Ausrüstung in den Fachräumen, Werkstätten und Laboren sowie der bisher größtenteils verwendeten herkömmlichen Beleuchtungsmittel plausibel.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -30 %

- Eine eigene Wärmeübergabestation und eine eigene Regelung für das Gebäude würden Regelungs- und Verteilverluste verringern.
- Modernisierung der Heizungsanlagen für Zuluft und Heizkörper sowie der Regelung
- Betriebsoptimierung für die Wärmenutzung und Maßnahmen zur Analyse und Verbesserung des Nutzerverhaltens
- Langfristig ist im Zuge von Instandhaltungsmaßnahmen eine Aufstockung der vorhandenen Dämmung anzuraten

Strom: +10 %

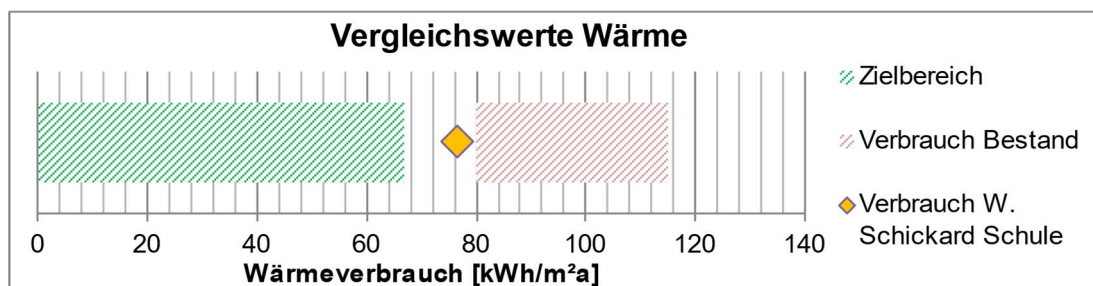
Zur Struktur der Stromnutzung oder zum Stand der elektrotechnischen Ausstattung im Gebäude liegen nicht genügend Informationen vor. Aufgrund der in Zukunft vermuteten steigenden Anzahl an elektrischen Geräten wird der Strombedarf voraussichtlich steigen. Mit nachfolgenden Maßnahmen, effizienten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Anstieg des Strombedarfs jedoch gering gehalten werden.

- Durch die vorgeschlagene Umstellung der Warmwasserbereitung auf elektrische Durchlauferhitzer wird der Strombedarf leicht steigen
- Betriebsoptimierung für elektrische Großverbraucher
- Maßnahmen zur Analyse und Verbesserung des Nutzerverhaltens
- Verbesserung der Umweltwirkung durch eigene Nutzung des auf dem Dach erzeugten PV-Stroms nach Ablauf des Pachtvertrages.

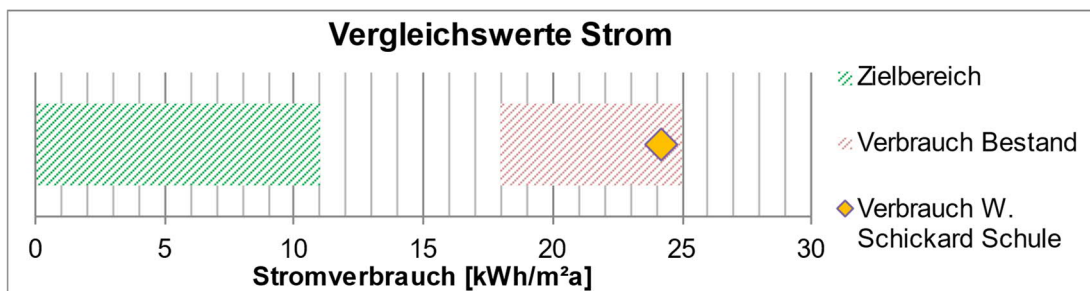
4.2.9 Wilhelm-Schickard-Schule



Eigentümer:in	Landkreis Tübingen
Baujahr	1972; Erweiterungsbau 2005
Beheizte Gebäudefläche	6.906 m ³
Gebäudehülle	Energetische Sanierung Gebäudehülle des Hauptbaus ca. 2012
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz KWA-Zentrale (Holz-Hackschnitzel, Gas-BHKW, Öl-Kessel); Warmwasserbereitung dezentral elektrisch mit Speicher
Nutzung	Berufliche Gymnasien, Berufsaus- und Weiterbildungen; Klassen- / Fachräumen, Labore, Büros, Sanitär, Hausmeisterwohnung
Lüftung / Konditionierung	Zu-/Abluftanlagen ohne WRG im Altbau, Zuluft mit Heizfunktion für IT-Raum, Abluft für WC, SMV-Raum; Zwischentrakt MWS und WSS mit Zuluftanlagen ohne WRG; Erweiterungsbau nur Abluft für WC
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Größtenteils konventionelle Leuchtmittel im Einsatz, nur Regelung von Hand vorhanden
Erneuerbare Energien	Keine (PV-Dachanlage nicht in eigenem Besitz)
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Ineffiziente manuelle Regelung der Zuluft mit fester Temperatur und fehlende Abstimmung mit statischer Heizung; bisher kaum LED-Leuchtmittel im Einsatz, keine automatisierte / tageslichtabhängige Steuerung



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes unterhalb des nutzungstypischen Durchschnitts, jedoch noch oberhalb des Zielbereiches. In Anbetracht der energetisch modernisierten Gebäudehülle erscheint der dargestellte Verbrauchskennwert plausibel, lässt jedoch noch Einsparpotenziale im Bereich der Lüftungswärmeverluste und des Nutzerverhaltens erahnen.



Der Strom-Verbrauchskennwert liegt im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung (Berufsschulen) im oberen Bereich. Vor allem bei den Beleuchtungsmitteln und der Beleuchtungssteuerung liegt noch Einsparpotenzial vor.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -15 %

- Eine eigene Wärmeübergabestation und eine eigene Regelung für das Gebäude würden Regelungs- und Verteilverluste verringern.
- Modernisierung bestehender Lüftungsanlagen durch effiziente Ventilatoren und Regelungen sowie Anlagen zur Wärmerückgewinnung.

Strom: +10 %

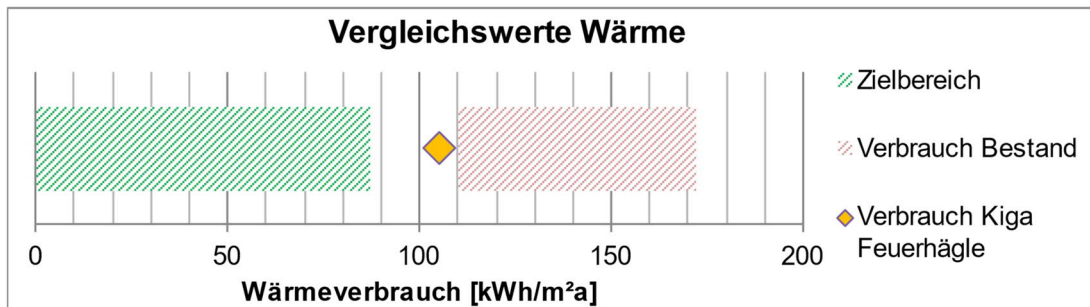
Zur Struktur der weiteren Stromnutzung oder zum Stand der elektrotechnischen Ausstattung im Gebäude liegen nicht genug Informationen vor. Aufgrund der in Zukunft vermuteten steigenden Anzahl an elektrischen Geräten wird der Strombedarf voraussichtlich steigen. Mit nachfolgenden Maßnahmen, effizienten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Anstieg des Strombedarfs jedoch gering gehalten werden.

- Betriebsoptimierung für elektrische Großverbraucher
- Maßnahmen zur Analyse und Verbesserung des Nutzerverhaltens
- Verbesserung der Umweltwirkung durch eigene Nutzung des auf dem Dach erzeugten PV-Stroms nach Ablauf des Pachtvertrages.

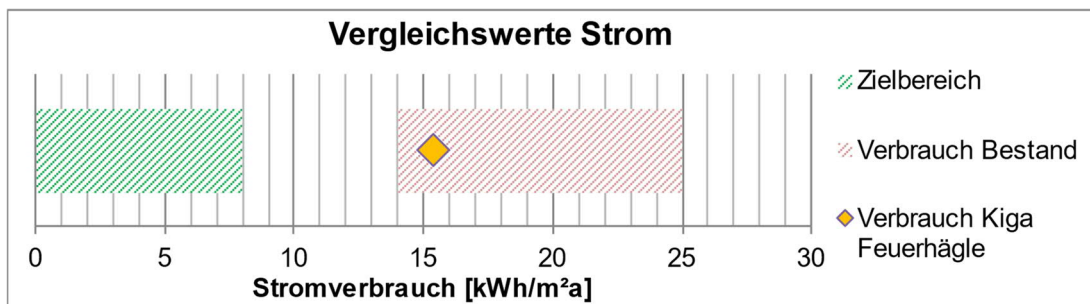
4.2.10 Kinderhaus Feuerhügle



Eigentümer:in	Universitätsstadt Tübingen
Baujahr	1971, 2015 vollständige Innensanierung und Erweiterung durch Gang auf Vorderseite
Beheizte Gebäudefläche	615 m ²
Gebäudehülle	Betonwände, 2015 mit 6 cm Holzwolle-Leichtbauplatten von außen gedämmt; Fenster größtenteils im Holzrahmen mit Isolierverglasung von 1986, Fenster beim Gang links des Eingangs von 2015 mit Dreifachwärmeschutzverglasung im Holz-Alu-Rahmen, Dach wurde 2015 neu gedämmt
Wärmeversorgung	Eigene Versorgung im Contracting der SWT (Erdgas-Kessel, 2017, 36 kW)
Nutzung	Kindergarten
Lüftung / Konditionierung	Abluft in Toilettenräumen
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Nahezu vollständig auf LED mit Bewegungsmeldern
Erneuerbare Energien	Keine
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Die meisten Fenster sind noch als Zweifach-Isolierverglasung ausgeführt und sollten durch Dreifach-Wärmeschutzverglasungen ausgetauscht werden, durch fehlende Lüftung entstehen große Lüftungswärmeverluste; Konventionelle Leuchtmittel sind noch in der Küche im Einsatz



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes bereits leicht unterhalb des nutzungstypischen Durchschnitts, jedoch noch oberhalb des Zielbereiches. In Anbetracht der bereits getätigten energetischen Sanierungen scheint er damit leicht erhöht zu sein. Gründe dafür könnten in der stark gegliederten Gebäudehülle liegen, die ein schlechtes A/V-Verhältnis bewirkt und weitere Modernisierungen erschwert. Die fehlende Zu- und Abluftanlage mit WRG sorgt für erhöhte Lüftungswärmeverluste. Die Außenwände sind zwar bereits gedämmt, jedoch wenig ehrgeizig. Dies macht zusätzliche Dämmungen voraussichtlich unwirtschaftlich. Großes Potenzial liegt in dem Austausch der restlichen zweifach-Isolierverglasten Fenster.



Der Stromverbrauch liegt im Vergleich zum Durchschnitt der Bestandsgebäude ähnlicher Nutzung im unteren Bereich. In Anbetracht dessen, dass bereits nahezu flächendeckend LED-Leuchtmittel mit Bewegungsmelder zum Einsatz kommen, erscheint der Wert jedoch etwas zu hoch. Dies kann auf die eigene Küche des Gebäudes zurückgeführt werden, die den Stromverbrauch erhöht. Damit liegt er in einem erwartbaren Bereich und die noch mögliche Einsparung wird als gering angenommen.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -20 %

- Sanierung der Fenster
- Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

- Im Rahmen der nächsten Instandhaltungsmaßnahmen an den Außenwänden, sollte die dort vorhandene Dämmung aufgestockt werden.
- Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2030

Strom: -0 %

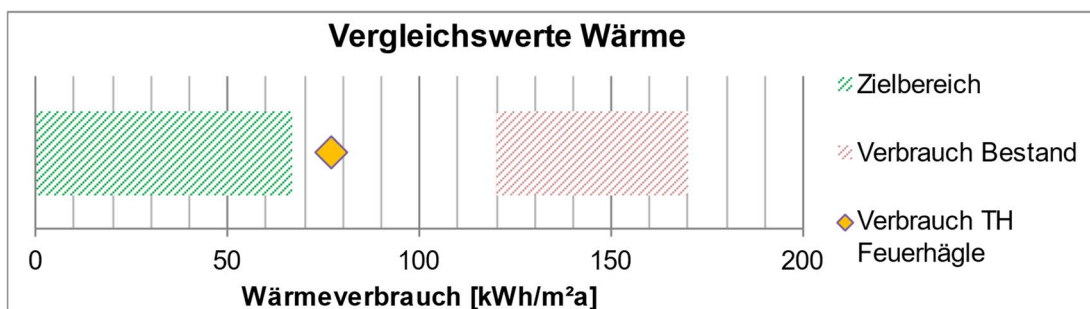
Durch den vorgeschlagenen Einbau einer modernen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wird der Strombedarf zunächst steigen. Durch den Einsatz effizienter Geräte in der Küche und dem Austausch der restlichen konventionellen Leuchtmittel kann er voraussichtlich ungefähr konstant bleiben.

- Die Dachflächen sind für eine solare Nutzung durch die starke Strukturierung und Verschattung durch umliegende Vegetation voraussichtlich ungeeignet.
- Austausch der konventionellen Leuchtmittel in der Küche und Einbau effizienter LEDs

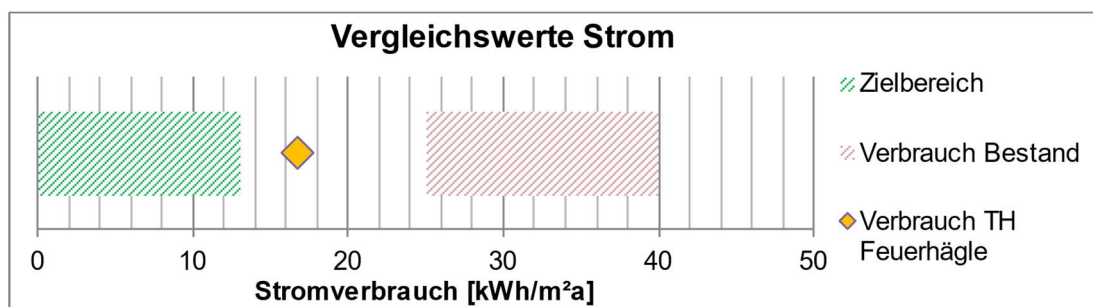
4.2.11 Turnhalle Feuerhägle (+Jugendraum)



Eigentümer:in	Universitätsstadt Tübingen
Baujahr	1969, Hallensanierung 2010
Beheizte Gebäudefläche	2.068 m ²
Gebäudehülle	Außenwand bauzeitlich, Fenster Isolierverglasung von 1987, Dach wurde in den letzten 10 Jahren gedämmt
Wärmeversorgung	Eigene Wärmeversorgung im Contracting der SWT (Erdgas-Kessel von 2005, 314,5 kW); Wärmemengenzähler für die Hallen, Jugendraum besitzt eigene Gastherme. Heizung über Lüftung und Deckenstrahlheizung (letzteres seit 2005), Thermostatventile wurden 2022 erneuert; Trinkwarmwasser über Frischwasserstation
Nutzung	Sporthalle, Jugendtreff
Lüftung / Konditionierung	Zu- und Abluftanlage mit WRG von 2007
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Flächendeckend LED mit Bewegungsmelder (Umrüstung in 2010)
Erneuerbare Energien	Keine (PV-Dachanlage nicht in eigenem Besitz)
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Die Fenster sind die größte energetische Schwachstelle, vor allem die großen Glasflächen in den Hallen kühlen die Räume spürbar ab



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes bereits weit unterhalb des nutzungstypischen Durchschnitts, jedoch noch oberhalb des Zielbereiches. Insbesondere durch die Modernisierung der Gebäudehülle kann noch auf ein anzunehmendes Einsparpotenzial geschlossen werden.



Der Stromverbrauch ist im Vergleich zum Durchschnitt der Bestandsgebäude ähnlicher Nutzung bereits stark verringert. In Anbetracht des Standards der derzeit vorhandenen Elektroinstallationen, besitzt das Gebäude nur ein verringertes langfristiges Einsparpotenzial.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -20 %

- Energetische Modernisierung der Gebäudehülle (Fenster und Außenwände)
- Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2030

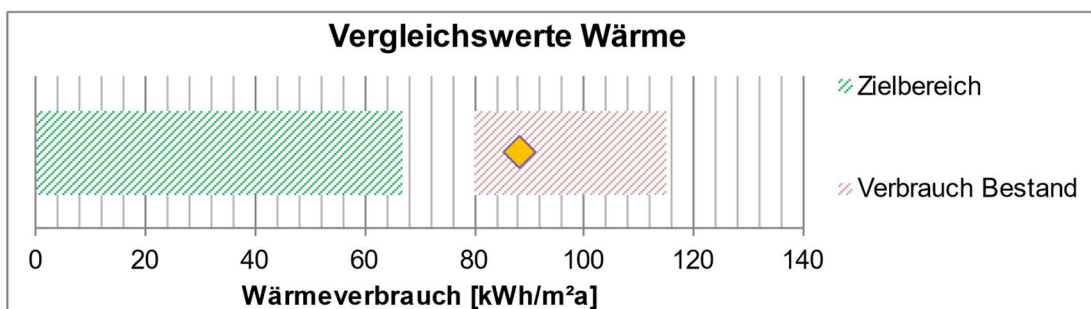
Strom: -0 %

- Mittelfristig: Betriebsoptimierung oder Modernisierung der Lüftungsanlage
- Verbesserung der Umweltwirkung durch eigene Nutzung des auf dem Dach erzeugten PV-Stroms nach Ablauf des Pachtvertrages.

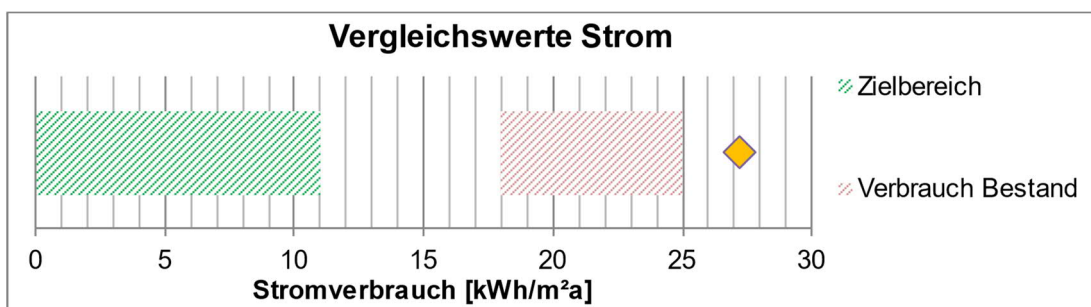
4.2.12 Gewerbliche Schule (Theoriegebäude + Werkstatt)



Eigentümer:in	Landkreis Tübingen
Baujahr	1979
Beheizte Gebäudefläche	20.159 m ²
Gebäudehülle	Unverändert (bauzeitlich)
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz KWA-Zentrale (Holz-Hackschnitzel, Gas-BHKW, Öl-Kessel), Anschluss ohne hydraulische Trennung; eigener Wärmemengenzähler; elektro-pneumatische Regelung der Verteilung
Nutzung	Berufliche Gymnasien, Berufsaus- und Weiterbildungen; Klassen- / Fachräumen, Labore, Büros, Sanitär, Hausmeisterwohnung, Werkstätten, CNC-Anlagen, Schweißräume, Zentrale Druckluftversorgung
Lüftung / Konditionierung	Bestandsanlagen aus Bauzeit tlw. zurückgebaut; 2010 für Theoriegebäude Nachrüstung der Bestandsanlage (Zu-/Abluft mit WRG) durch Frequenzumformer und DDC. Zu-/Abluft mit WRG (z. B. 2022 sanierte Räume / Werkstätten)
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Werkstattgebäude mit Präsenzsteuerung und LED, im Theoriegebäude überwiegend konventionelle Beleuchtung.
Erneuerbare Energien	Keine (PV-Dachanlage nicht in eigenem Besitz)
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Die abgängige Pneumatikregelung ist zu überplanen bzw. zu ersetzen.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes innerhalb des nutzungstypischen Durchschnitts. Dies erscheint in Anbetracht des Sanierungsstandes plausibel. Potenziale können in der bauzeitlichen Außenhülle, in der ineffizienten Regelung sowie im Nutzerverhalten gefunden werden. Die angedachte Wärmedämmung der Außenwände dürfte das größte Potenzial bieten.



Der im Vergleich zum Bestand an Gebäuden ähnlicher Nutzung (Berufsschulen) stark erhöhte Stromverbrauch kann zumindest teilweise durch besondere Anlagen in Werkstätten und Fachräumen erklärt werden. Teilweise wurden diese bereits seit dem Bau des Gebäudes erneuert bzw. optimiert, einige davon erst im Jahr 2022 (die Auswirkung dieser Erneuerung auf den Stromverbrauch findet sich noch nicht in den Verbrauchsdaten). Durch die Erneuerung der noch bauzeitlichen Anlagen sowie der konventionellen Beleuchtungsmittel kann von einem nennenswerten Einsparpotenzial ausgegangen werden. Die Vermutung liegt nahe, dass der Verbrauchskennwert aufgrund der besonderen technischen Ausstattung auch langfristig über dem im Benchmark angegebenen Zielbereich liegen wird.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -30 %

- hydraulische Trennung der Heizungssysteme vom Versorgungsnetz mittels Übergabestationen mit Rücklauftemperaturbegrenzung und kernweise neue Heizungsverteiler.

- Modernisierung der Heizungsverteilung durch Erneuerung der Thermostatventile, Zonenregulier-Ventile und hydraulischen Abgleich (Strangregulier-ventile).
- Erneuerung der kompletten Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie Einbindung der bestehenden Brandschutzklappen- und DDC-Regelungen.
- Ersatz der bestehenden Warmwasserbereitung im Kern 3 durch einen Heizungspufferspeicher mit Frischwasserstation (hygienische Gründe, kein nennenswerter Einfluss auf Wärmebedarf zu erwarten)
- Langfristige Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2040

Strom: +10 %

Aufgrund der in Zukunft vermuteten steigenden Anzahl an elektrischen Geräten in den Klassen- und Werksräumen wird der Strombedarf voraussichtlich steigen. Mit nachfolgenden Maßnahmen, effizienten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Anstieg des Strombedarfs jedoch gering gehalten werden.

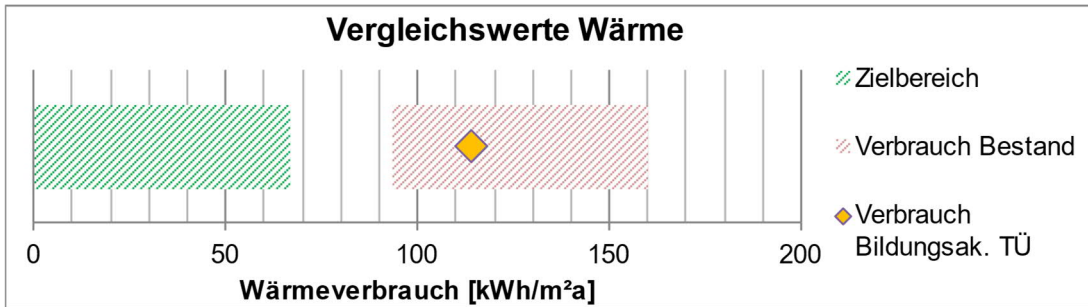
- Betriebsoptimierung für elektrische Großverbraucher
- Maßnahmen zur Analyse und Verbesserung des Nutzerverhaltens
- Modernisierung bestehender Lüftungsanlagen, z. B. durch moderne Ventilatoren und Regelungen.
- Verbesserung der Umweltwirkung durch eigene Nutzung des auf dem Dach erzeugten PV-Stroms nach Ablauf des Pachtvertrages.

4.2.13 Bildungsakademie Tübingen

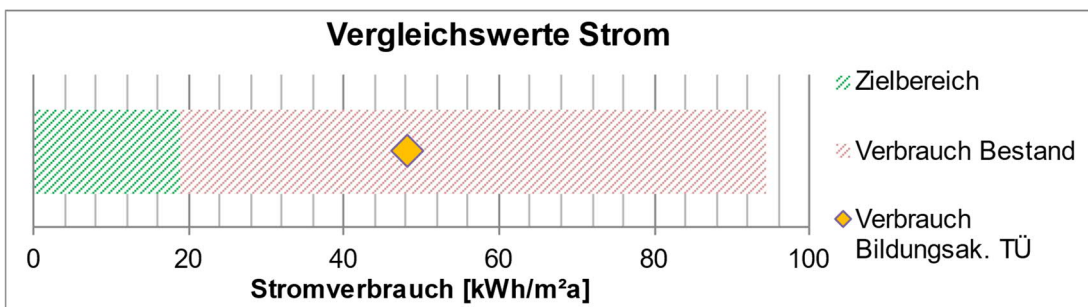


Eigentümer:in	Handwerkskammer Reutlingen
Baujahr	Altbau 1982, Erweiterungsbau 2019
Beheizte Gebäudefläche	6.024 m ²
Gebäudehülle	Anforderungen EnEV 2016
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz KWA-Zentrale (Holz-Hackschnitzel, Gas-BHKW, Öl-Kessel); eigener Wärmemengenzähler; Warmwasserbereitung dezentral elektrisch
Nutzung	Lackierwerkstatt, Vorbereitungs- und Theoriebereich, Lager, Lackierbereich Schreinerwerkstatt, Seminar, Büro, Sanitär
Lüftung / Konditionierung	Zu-/Abluft mit WRG für Lackierkabinen, Seminarräume; separate Abluft Mischraum
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Nutzung von Druckluft in Lackierwerkstatt aus zentraler Verteilung, Lüftungsanlagen in Werkstätten, Versuchsstände für Ausbildung, teilweise Verwendung konventioneller Leuchtmittel
Erneuerbare Energien	Solarthermie (Heizungsunterstützung und Schulungszwecke)
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Keine eigene Verbrauchsdatenerfassung für Strom und Wärme der Gebäude(-teile) der Handwerkskammer Reutlingen. Gutachten von Ackermann + Raff, ebök, Zeeb + Frisch: Fenster, Dachoberlicht-Verglasungen, bestehende konventionelle Leuchtmittel, Fassade

Da das Gebäude keine eigenen Strom- und Wärmemengenzähler besitzt, wurde der Verbrauch von der HWK Reutlingen anhand von Erfahrungswerten auf ihre Gebäude aufgeteilt. In der nachfolgenden Beurteilung wurde von einer korrekten Aufteilung ausgegangen, für die Zukunft wird jedoch empfohlen, einen eigenen Wärmemengenzähler zu installieren, um die Auswertungen anhand realer Messdaten vornehmen zu können.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes innerhalb des nutzungstypischen Durchschnitts. Dies erscheint in Anbetracht des Sanierungszustandes und des Energiestandards des Erweiterungsbaus zu hoch zu sein. Die Ergebnisse eines Instandhaltungsgutachtens, das während der Erarbeitung des vorliegenden integrierten Quartierskonzeptes von den Büros Ackermann + Raff, ebök GmbH sowie Zeeb + Frisch erstellt wurde, zeigt die noch bestehenden Schwachstellen der Gebäudehülle des Bestandsgebäudes und den Handlungsbedarf durch Sanierung auf. Zusätzliche Ursachen und Potenziale können in der ineffizienten Regelung sowie im Nutzerverhalten liegen.



Der Stromverbrauch ist im Vergleich zum Bestand an Gebäuden ähnlicher Nutzung in einem üblichen Bereich. Dies erscheint für ein teilweise saniertes und durch einen Neubau ergänztes Gebäude etwas erhöht. Gründe dafür sind u. A. der Einsatz mehrerer Lüftungsanlagen und für die Ausbildung benötigter technischer Geräte in den Werkstätten sowie die teilweise Verwendung von konventionellen Leuchtmitteln. Da keine tiefergehenden Informationen zur Ausstattung mit Geräten und dem Standard der Elektroinstallation vorliegen, wird von einem pauschalen Effizienzpotenzial ausgegangen. Dieses ist jedoch reduziert, da auch in Zukunft technische

Geräte für die Ausbildung benötigt werden und deren Einsparpotenzial als eher gering eingeschätzt wird.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -30 %

- Installation eigener Wärmemengenzähler
- Erneuerung der Fenster in den Außenwänden
- Erneuerung der Dach-Oberlicht-Verglasungen
- Wärmedämmung der Fassade

Strom: +10 %

Aufgrund der in Zukunft vermuteten steigenden Anzahl an elektrischen Geräten in den Klassen- und Werksräumen wird der Strombedarf voraussichtlich steigen. Mit nachfolgenden Maßnahmen, effizienten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Anstieg des Strombedarfs jedoch gering gehalten werden.

- Installation eigener Stromzähler
- Betriebsoptimierung der technischen Anlagen
- Austausch der konventionellen Leuchtmittel angenommen

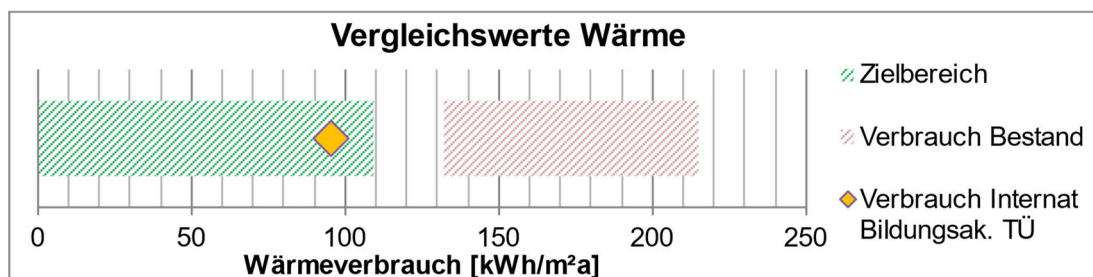
Eine PV-Anlage auf den Dachflächen ist wegen der stark unterteilten Dachflächen mit bereits vorhandenen Installationen und Dachfenstern aufwändig zu realisieren und in Größe und Leistung stark begrenzt, sodass kein nennenswertes Potenzial angesetzt werden kann.

4.2.14 Internat der Bildungsakademie

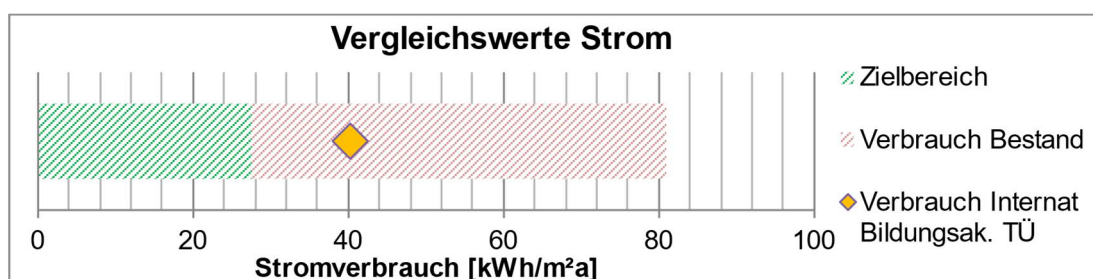


Eigentümer:in	Bildungskammer Reutlingen
Baujahr	2019
Beheizte Gebäudefläche	1.796 m ²
Gebäudehülle	Anforderungen EnEV 2016
Wärmeversorgung	Nahwärmenetz KWA-Zentrale (Holz-Hackschnitzel, Gas-BHKW, Öl-Kessel); eigener Wärmemengenzähler; Küche, Bettzimmer über Frischwasserstation; Warmwasser Küche mit eigener Zählung; andere Warmwasserstellen dezentral elektrisch
Nutzung	Kantine mit Küche und Nebenräumen, Sport- und Aufenthaltsbereiche, Büros, Lager, Bettzimmer mit eigenen Sanitärbereichen.
Lüftung / Konditionierung	Zu-/Abluft für Küche / Mensa, Nebenräume; zentrale Abluft für Bettzimmer
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Bauzeitlich LED
Erneuerbare Energien	Keine
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	Keine eigene Verbrauchsdatenerfassung für Strom und Wärme der Gebäude(-teile) der Handwerkskammer Reutlingen.

Da das Gebäude keine eigenen Strom- und Wärmemengenzähler besitzt, wurde der Verbrauch von der HWK Reutlingen anhand von Erfahrungswerten auf ihre Gebäude aufgeteilt. Dies bringt Unsicherheiten mit sich, die ohne genaue Messungen nicht ausgeglichen werden können. In der nachfolgenden Beurteilung wurde von einer korrekten Aufteilung ausgegangen, für die Zukunft wird jedoch empfohlen einen eigenen Wärmemengenzähler zu installieren, um die Auswertungen anhand realer Messdaten vornehmen zu können.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes bereits unterhalb des nutzungstypischen Durchschnitts- und im Zielbereich. In Anbetracht des Baualters des Gebäudes erscheint das passend. Weitere Potenziale können in einer Effizienzsteigerung der Regelung sowie im Nutzerverhalten liegen.



Der Stromverbrauch scheint im Vergleich zu einem neu errichteten Gebäude erhöht. Der Grund dafür dürfte das Vorhandensein mehrerer Lüftungsanlagen sowie der Mensa sein. Dadurch wird es erschwert genaue Vergleichswerte zu finden. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen kann davon ausgegangen werden, dass der Verbrauchswert in einem anzunehmenden üblichen Bereich liegt. Aufgrund des Baualters kann von einer Elektroinstallation und Ausstattung mit elektrischen Geräten nach dem Stand der Technik ausgegangen werden. Es wird daher nicht von einem nennenswertem Einsparpotenzial ausgegangen.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -10 %

- Installation eines eigenen Wärmemengenzählers
- Betriebsoptimierung der Regelung

Strom: -0 %

Aufgrund der in Zukunft vermuteten steigenden Anzahl an elektrischen Geräten wird der Strombedarf voraussichtlich leicht steigen. Mit nachfolgenden Maßnahmen, effizienten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten kann der Strombedarf jedoch ungefähr konstant gehalten werden.

- Installation eines eigenen Stromzählers
- Betriebsoptimierung der technischen Anlagen und Beleuchtung

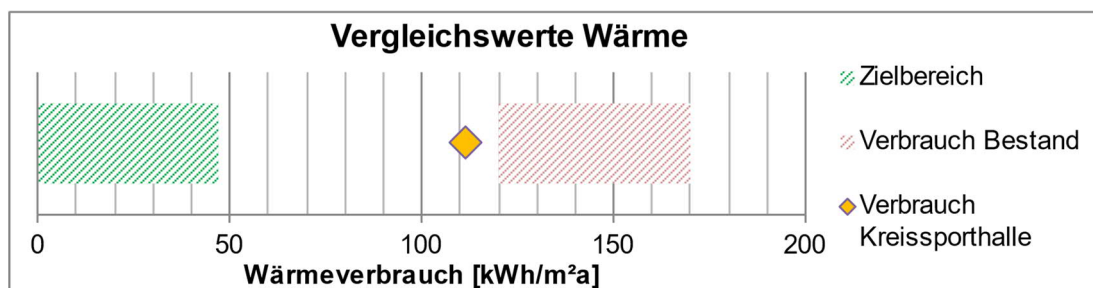
4.2.15 Kreissporthalle



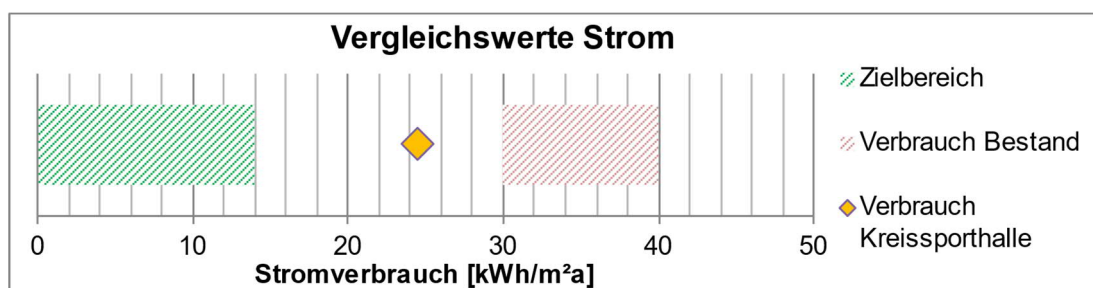
Eigentümer:in	Landkreis Tübingen
Baujahr	k. A.
Beheizte Gebäudefläche	4.550 m ²
Gebäudehülle	2014 Dachsanierung
Wärmeversorgung	<ul style="list-style-type: none"> • Nahwärmenetz KWA-Zentrale (Holz-Hackschnitzel, Gas-BHKW, Öl-Kessel); • eigener Wärmemengenzähler; • zentrale Warmwasserbereitung mit Frischwasserstation
Nutzung	Mehrzweck-Sporthalle, Tribüne, Foyer, Hausmeisterwohnung
Lüftung / Konditionierung	Zu-/Abluft mit WRG für Halle, Umkleiden, Fitness; zentrale Abluft für WC
Beleuchtung / andere Stromnutzungen	Herkömmliche Beleuchtungsmittel
Erneuerbare Energien	Keine
Akuter Handlungsbedarf / Schwachstellen	k. A.

Der Innenraum der Kreissporthalle wurde in den letzten Jahren saniert, dabei wurden die sanitären Anlagen sowie die der Hallen- und Bühnenbereich erneuert.

Die Halle wurde in den letzten Jahren auch für Veranstaltungen außerhalb der üblichen Schulnutzung verwendet, war zwischenzeitlich Erstannahmestelle und Unterbringungsort für Geflüchtete und ist mittlerweile zur sportlichen Schul- und Vereinsnutzung zurückgekehrt. Dies macht einen Vergleich der letzten Jahre zu Gebäuden mit ähnlicher Nutzung schwierig. Als Benchmark wurden die Werte für vergleichbare Sporthallen herangezogen.



Im Vergleich zu Gebäuden ähnlicher Nutzung, liegt der Wärmeverbrauch des Gebäudes bereits leicht unterhalb des nutzungstypischen Durchschnitts jedoch noch weit oberhalb des Zielbereiches. Vor allem durch Sanierung der Gebäudehülle (Fensterflächen und Außenwände) ist noch Einsparpotenzial vorhanden.



Der Stromverbrauch ist im Vergleich zum Bestand bereits deutlich verringert, zeigt aber weiterhin anzunehmendes Senkungspotenzial. Zur Ausstattung des Gebäudes mit elektrischen Geräten und zum Standard der Elektroinstallation liegen keine detaillierten Angaben vor. Daher wird pauschal von einem üblichen Potenzial zur Senkung des Stromverbrauchs ausgegangen.

Potenziale und Maßnahmen:

Wärme: -30%

- Modernisierung der Gebäudehülle, insbesondere der Außenwände und Fenster bei fälliger Instandsetzung
- Betriebsoptimierung der Anlagentechnik (Lüftung und statische Heizung)
- Langfristige Verbesserung der Umweltwirkung durch Anschluss an die Fernwärme der SWT bis 2040

Strom: -20%

- Analyse und Optimierung der Stromnutzung und des Nutzerverhaltens
- Ersatz der konventionellen Leuchtmittel durch LED
- Auf dem Dach der Kreissporthalle wird wegen vorhandener Aufbauten und Lichtkuppeln nur ein geringes Potenzial für eine PV-Anlage zur Stromerzeugung gesehen.

4.3 Energieträgerverteilung

Der Energieträger mit dem höchsten Deckungsanteil im Quartier ist Erdgas. Er findet Verwendung in dem Blockheizkraftwerk (BHKW) in der Raichbergstraße und in Erdgasthermen sowie in den beiden Wärmenetzen des Landkreises (LK) und der städtischen Schulgebäude, ausgehend von der Walter-Erbe-Realschule (WER). Hier wird er in BHKWs und in Gas-Spitzenlastkesseln eingesetzt (vgl. Abb. 43). Insgesamt hat er damit einen Anteil am Gesamtenergiebedarf des Quartiers von 47,6 %. Die hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung (in den BHKWs) hat einen Anteil von 24 % am gesamten Gasverbrauch. Das Erdgas wird überwiegend zur Erzeugung von Raumwärme und Trinkwarmwasser genutzt. Der Anteil für eine Kochnutzung wird als vernachlässigbar gering eingeschätzt.

Den zweitgrößten Anteil nimmt Holz ein. Hauptsächlich wird es im Wärmenetz LK eingesetzt. Ein kleinerer Teil wird in den Wohngebäuden verwendet (vgl. Abb. 44). Insgesamt hat Holz einen Anteil am Gesamtenergiebedarf von 25,0 %.

Den drittgrößten Anteil nimmt der elektrische Strom ein. Nur etwa 10 % des Stroms werden zum Heizen verwendet, der Rest ist Nutzungsstrom. Dieser wird zu etwa 59 % in den Nichtwohngebäuden (mit öffentlicher und gewerblicher Nutzung) und zu 41 % in den Haushalten im Quartier genutzt. In den Nichtwohngebäuden ist speziell die Stromanwendung für die Fachräume und Werkstätten der Schulen zu nennen. Insgesamt hat der Strom (Heizstrom+Nutzungsstrom) einen Anteil am Gesamtenergiebedarf von 18,9 %. Selbst genutzter PV-Strom spielt bislang eine eher untergeordnete Rolle.

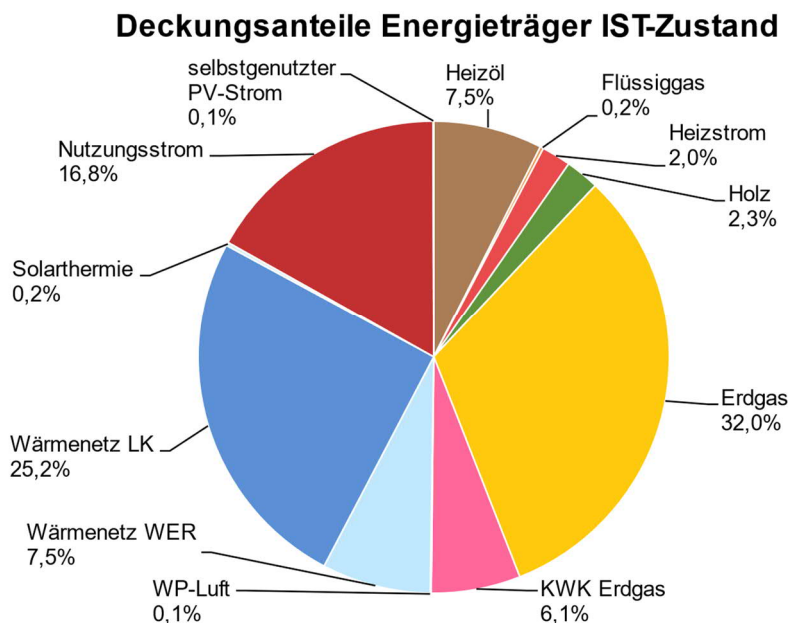


Abb. 42: Energieträgerverteilung nach ihren Deckungsanteilen im Ist-Zustand

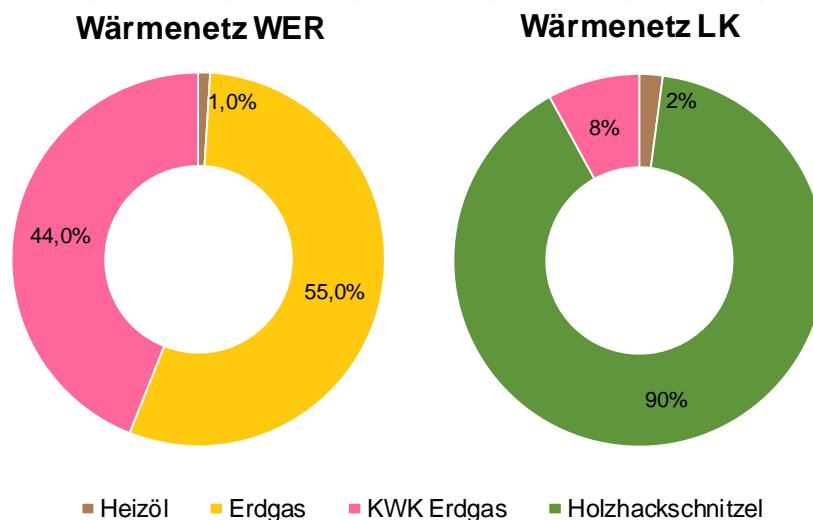


Abb. 43: Energieträger in den Wärmenetzen des Schulzentrums

Wärmenetz städtische Schulen

Die städtischen Schulen (vgl. Kap. II, 4.2) werden von einem gemeinsamen Wärmenetz, ausgehend von der Heizzentrale in der Walter-Erbe-Realschule, versorgt. Das Wärmenetz liefert einen Anteil von 7,5 % des Gesamtenergiebedarfes im Quartier. Betrieben wird die Heizzentrale im Contracting von den Stadtwerken Tübingen. Folgende Gebäude werden über das städtische Schul-Wärmenetz versorgt:

- Grundschule Steinlach
- Französische Schule (Tal)
- Walter-Erbe-Realschule
- Carlo-Schmid-Gymnasium
- Interimsgebäude (der GS Steinlach)
- Kubus
- Pestalozzi-Schule

Wärmenetz Landkreis

Die Gebäude des Landkreises, sowie der Handwerkskammer Reutlingen (vgl. Kap. II, 4.2) werden von einem gemeinsamen Wärmenetz, ausgehend von der Heizzentrale des Landkreises, nördlich der Tiefgarage in der Primus-Truber-Straße, versorgt. Das Wärmenetz liefert einen Anteil von 25,2 % des Gesamtenergiebedarfes im Quartier. Betrieben wird die Heizzentrale im Contracting von der Kraftwärmeanlagen GmbH. Folgende Gebäude werden über das Wärmenetz des Landkreises versorgt:

- Mathilde-Weber-Schule
- Wilhelm-Schickard-Schule
- Gewerbliche Schule (Theoriegebäude + Werkstatt)
- Bildungsakademie Tübingen (Werkstätten + Internat)
- Kreissporthalle

In Abb. 44 ist die Verteilung der Energieträger zudem Blockscharf dargestellt. Quelle hierfür sind die Angaben aus dem Kommunalen Wärmeplan Tübingen, ergänzt durch die Begehungserkenntnisse.

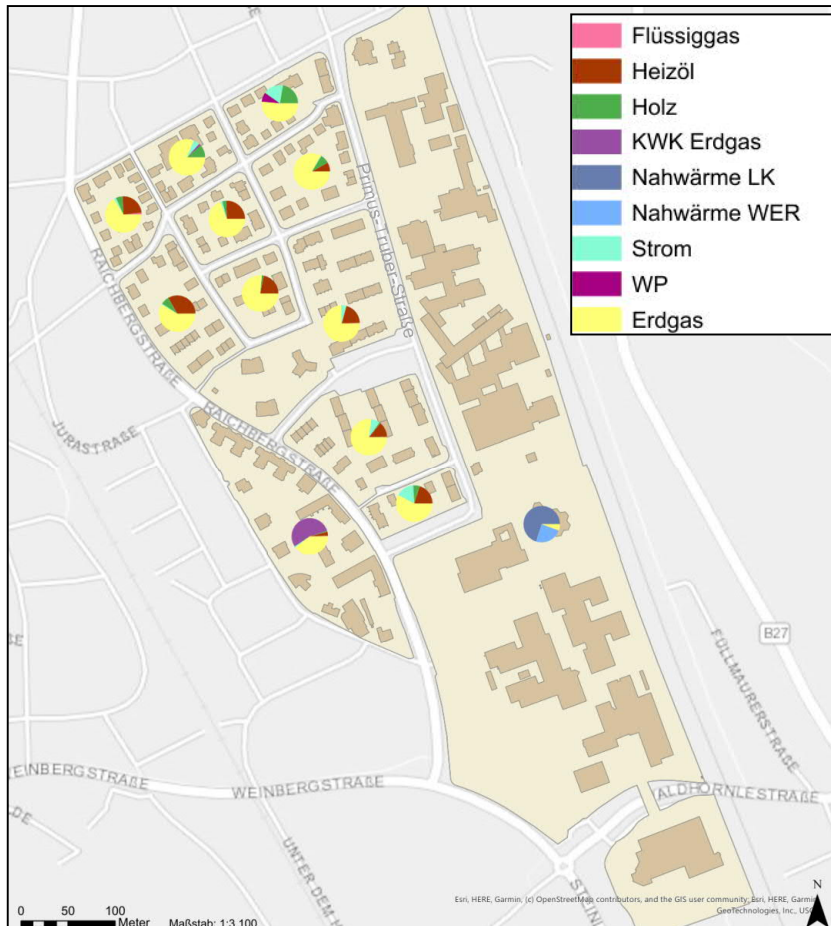


Abb. 44: Energieträgerverteilung im Quartier nach Deckungsanteilen im Ist-Zustand

4.4 Wärmerezeuger

Die nachfolgende Abb. 45 zeigt die Baualter der Feuerstätten (Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Holz, Kohle) in den Baublöcken im Quartier. Dabei ist zu beachten, dass nur das Alter der Feuerstätten, nicht jedoch der Stromheizungen, Solarthermie-Anlagen oder Nahwärmeübergabestationen berücksichtigt sind. Bei diesen Techniken liegen keine Informationen zu ihrem Alter vor. Anhand des Baualters können Rückschlüsse auf den nächsten Austausch der Anlagen gezogen werden, die Rückschlüsse können jedoch nur als grobe Richtschnur verwendet werden. Allgemein gilt: je älter die Anlagen, desto wahrscheinlicher ist ein Austausch in der nahen Zukunft. Speziell für den Fernwärmeausbau im Quartier spielt das eine entscheidende Rolle.

Gebäude, deren Anlagen erst vor kurzem ausgetauscht wurden, haben i. d. R. keinen Bedarf an einem Fernwärmeanschluss.

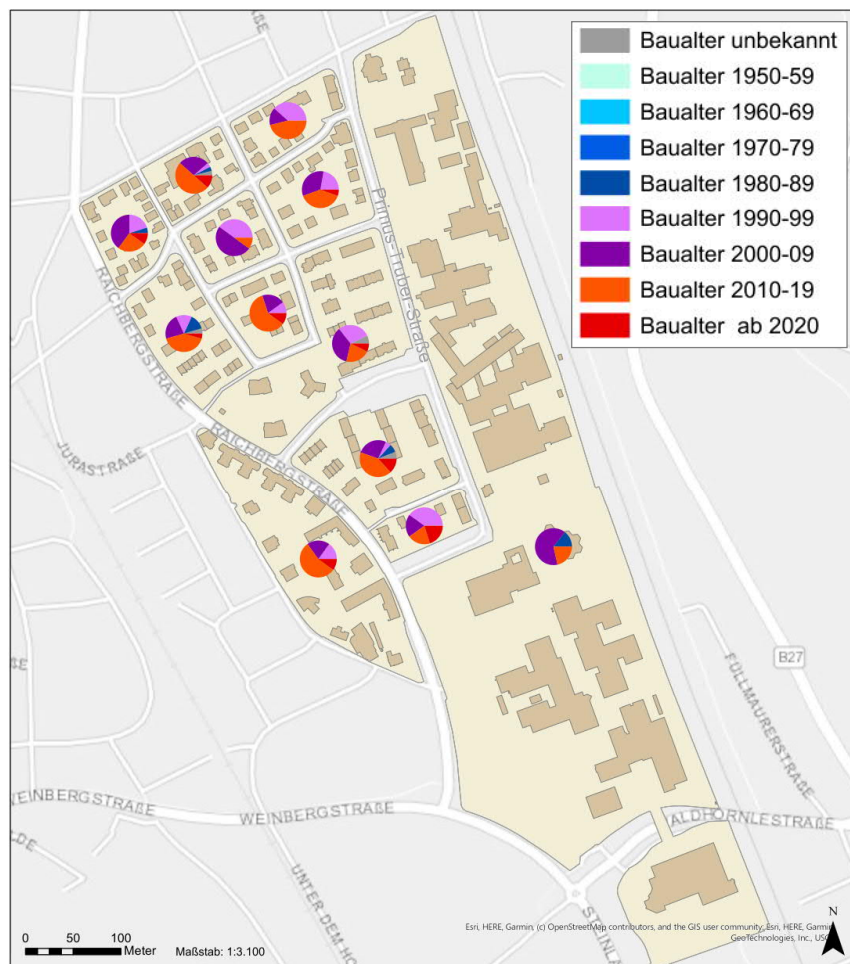


Abb. 45: Alter der Feuerstätten im Ist-Zustand

Die meisten Feuerstätten im Quartier sind aus dem Zeitraum nach dem Jahr 2000. Diese müssen voraussichtlich erst frühestens in 5-10 Jahren ausgetauscht werden, sodass die zeitgleich ausgebaute Fernwärme der Stadtwerke Tübingen als gute Alternative zu anderen Heizsystemen wahrgenommen werden kann.

Bei den älteren Anlagen ist der Handlungsdruck bereits heute vorhanden und einige dieser Anlagen werden voraussichtlich nicht warten können, bis die Fernwärme im Gebiet verfügbar ist. Um diese Gebäude nicht zu verlieren, sollten die Eigentümer:innen im Quartier frühzeitig auf den Ausbau der Fernwärme hingewiesen werden, um ihnen eine Perspektive zu geben.

4.5 Wärmebedarf

Die durch unterschiedliche Verfahren ermittelten Bedarfe an Endenergie für Heizwärme und Trinkwarmwasser im Quartier (vgl. Kapitel II, 1) werden in Abb. 46 dargestellt. Die Abbildungen zeigen die blockweise Verteilung des absoluten Wärmebedarfs und die der Wärmedichte pro Hektar Baublockfläche.

Insgesamt werden im Quartier Derendingen-Ost rund 12,49 GWh/a für Heizwärme verwendet und rund 2,18 GWh/a für Trinkwarmwasser benötigt. Davon gehen rund 49,9 % auf die Wohngebäude, rund 48,5 % auf die öffentlichen Gebäude und rund 1,6 % auf die Gewerbegebäude im Gebiet zurück.

Tab. 12: Energiebedarf der Schulgebäude im Ist-Zustand

Eigentümer	Gebäude Schulzentrum Derendingen	Energiebedarf Ist für HW+TWW [MWh/a]
Universitätsstadt Tübingen	Französische Schule Tal + Mörikeschule	203
	Grundschule an der Steinlach	72
	Kubus (der Walter-Erbe-Realschule)	18
	Walter-Erbe-Realschule	339
	Pestalozzischule	166
	Carlo-Schmid-Gymnasium + Bücherei	508
	Interimsbau Grundschule	13
	Kindergarten Feuerhägele	65
	Turnhalle Feuerhägele	160
Landkreis Tübingen	Mathilde-Weber-Schule	778
	Wilhelm-Schickard-Schule	528
	Gewerbliche Schule (Theoriegebäude, Werkstatt)	1.775
	Kreissporthalle Tübingen	505
HWK	Bildungsakademie Tübingen	686
	Internat Bildungsakademie Tübingen	171

Die detaillierte Betrachtung der Energiebedarfe der Nichtwohngebäude im Schulzentrum ist gesondert erfolgt, siehe dafür Kapitel II, 4.2).

Die Abb. 46 zeigt Verbrauchsschwerpunkte an Heizwärme im Quartier. Dabei zeigt sich, wie zu erwarten, das Schulzentrum als Verbrauchsschwerpunkt. Im Wohngebietsteil stellen sich die in einem dunkleren Orange dargestellten Baublöcke als Verbrauchsschwerpunkte dar, sie haben eine erhöhte Wärmedichte pro Hektar Baublockfläche.

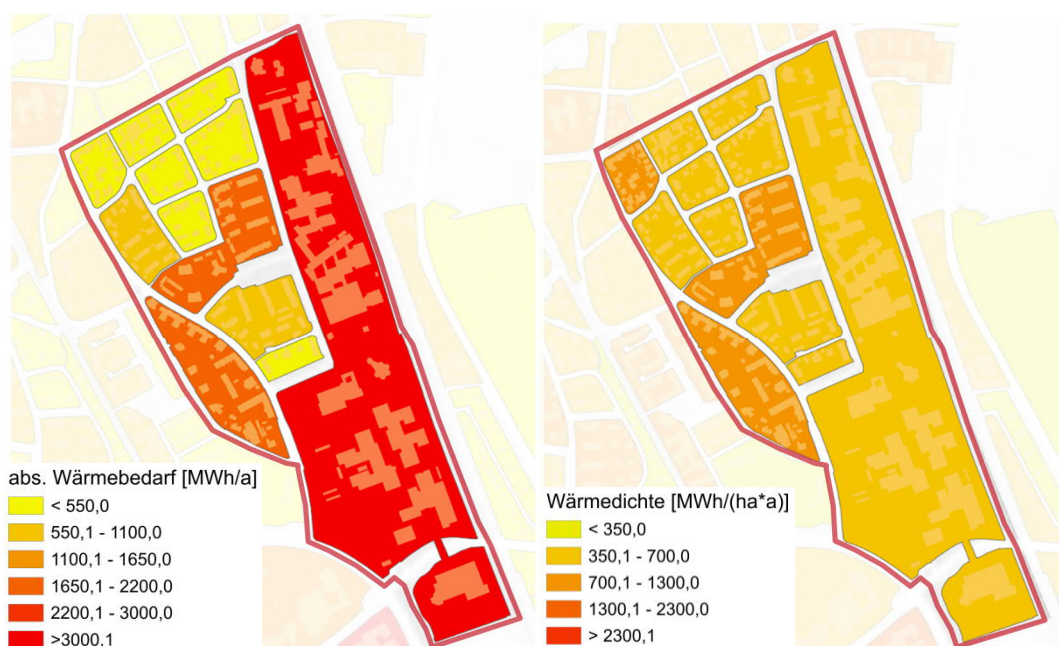


Abb. 46: Absoluter Wärmebedarf und Wärmedichte pro Baublockfläche im Ist-Zustand

4.6 Strombedarf

Für das Quartiersgebiet wurde ein Strombedarf von 2.982 MWh/a ermittelt. Davon werden derzeit etwa 8,8 MWh/a über selbstgenutzten PV-Strom gedeckt. In Anbetracht der verbauten PV-Fläche scheint das recht gering, lässt sich jedoch dadurch erklären, dass zwar viele der Gebäude im Schulzentrum über PV-Anlagen verfügen, die meisten davon jedoch vollständig ins öffentliche Stromnetz einspeisen und keine Eigennutzung stattfindet. Viele der Dachflächen (siehe auch Kap. II, 4.2 Energetische Bewertung Nichtwohngebäude) sind verpachtet und die dort installierten PV-Anlagen sind nicht im Besitz der Gebäudeeigentümer.

Für die Wohngebäude im Quartier wurde ein Strombedarf von rund 1.346 MWh/a ermittelt. Davon werden derzeit etwa rund 5 MWh über den Eigennutzungsanteil aus PV-Anlagen gedeckt.

Für die öffentlichen Gebäude im Quartier wurde ein Strombedarf von rund 1.636 MWh/a ermittelt. Davon werden derzeit etwa rund 4 MWh über den Eigennutzungsanteil aus PV-Anlagen gedeckt.

5 Energie- und CO₂-Bilanz im Ist-Zustand

5.1 Endenergiebilanz

Aus der Analyse des Quartiers konnte die Struktur des Endenergieverbrauchs ermittelt werden. Abb. 47 zeigt die Bilanz nach Nutzungssektor, Energieträgern und Verwendung.

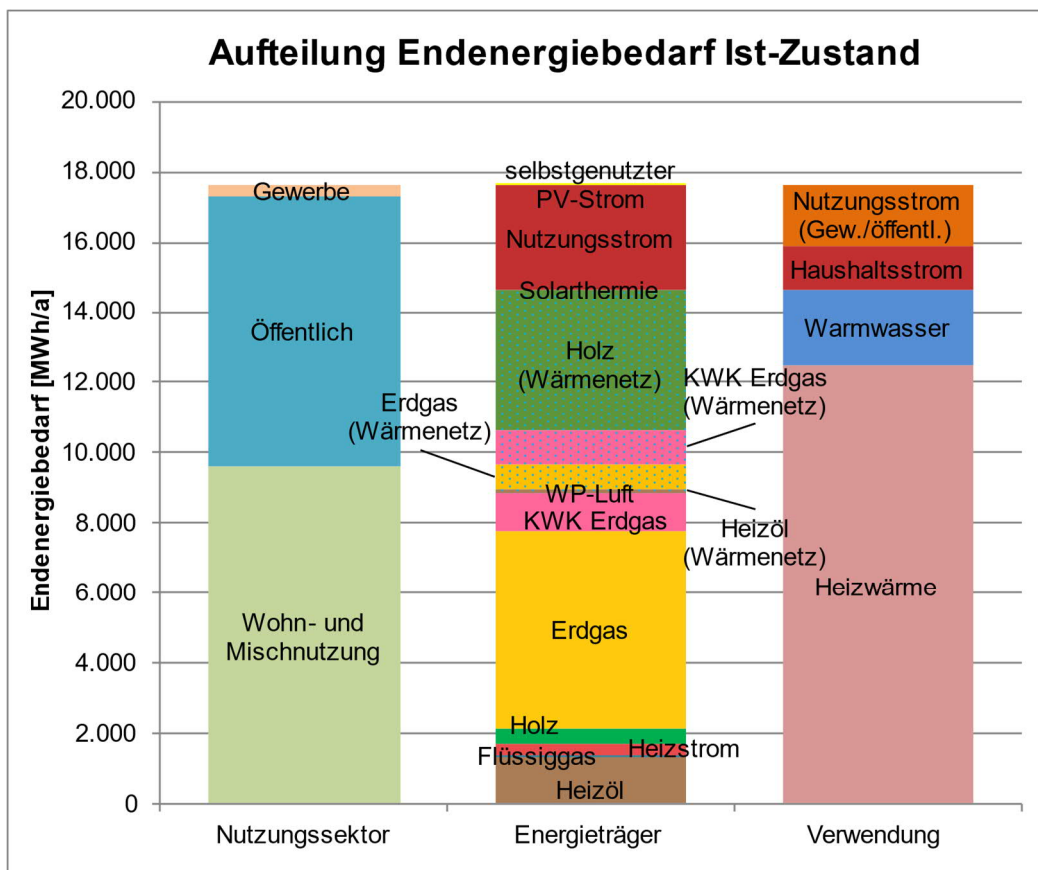


Abb. 47: Endenergie im Ist-Zustand nach Nutzungssektor, Energieträger und Verwendung

Obgleich die Nichtwohngebäude (öffentlicher und gewerblicher Nutzung) in ihrer Fläche im Quartier dominieren (vgl. Abb. 10) fallen sie beim Energiebedarf hinter den Wohn- und Mischnutzungssektor. Das spricht für die energetische Effizienz der Nichtwohngebäude – allen voran der öffentlichen Gebäude im Schulzentrum.

Der Energieträger Erdgas hat den größten Anteil im Quartier. An zweiter Stelle steht Holz, vor allem im Wärmenetz des Landkreises. Insgesamt wird im Quartier 25,3 % des Gesamtenergiebedarfes durch erneuerbare Energien gedeckt. Holz alleine deckt bereits 25,0 %. Die restlichen erneuerbaren Energien (Solarthermie, selbstgenutzter PV-Strom, Wärmepumpen etc.) spielen bisher eine eher untergeordnete Rolle. Der überwiegende Anteil der Energie wird in Form von Heizwärme verwendet.

5.2 Primärenergiebilanz

In der Primärenergiebilanz wird der Energiebedarf im Quartier inklusive seiner Vorketten bewertet, um den Aufwand der Gewinnung bzw. Bereitstellung des jeweiligen Energieträgers abzubilden. Für die angesetzten Primärenergiefaktoren pro Energieträger, siehe Parameter der Bilanzierung der Umweltwirkung im Anhang I.

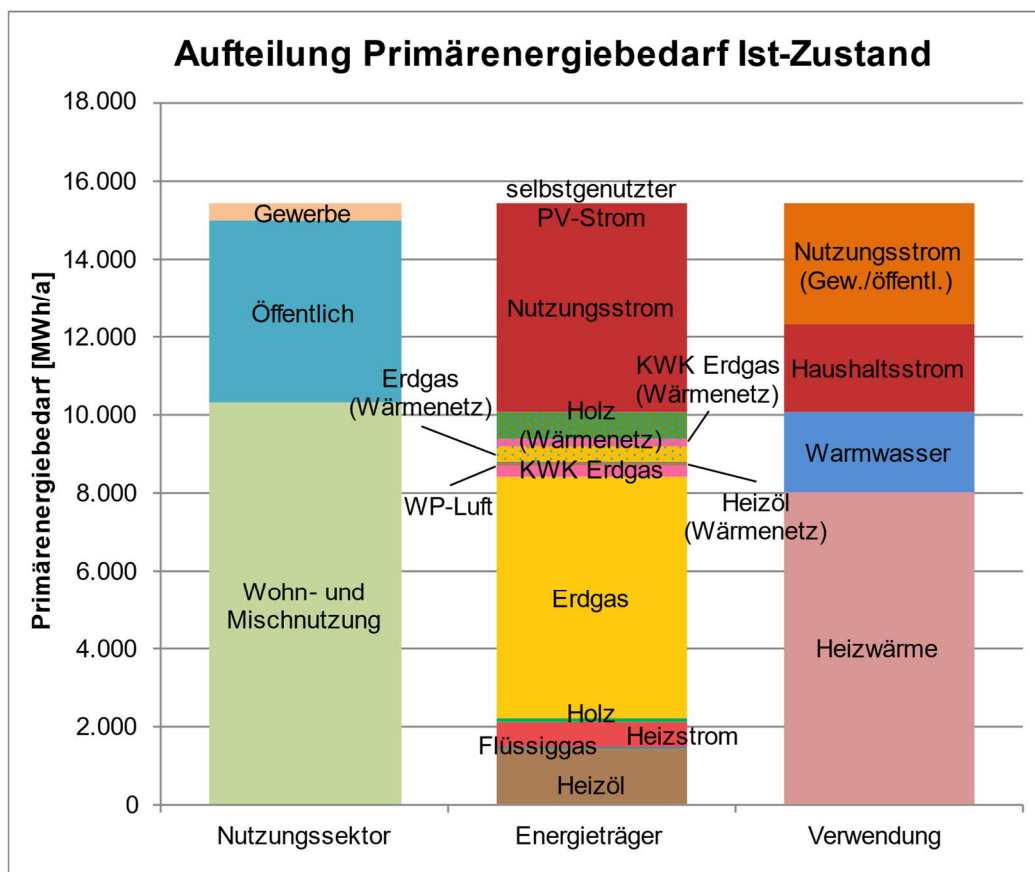


Abb. 48: Primärenergie im Ist-Zustand nach Nutzung, Energieträger und Verwendung

Analog zur Bilanzierung der Endenergie dominiert der Verbrauch des Sektors Wohnen inkl. Mischnutzungen. Allerdings hat sich der Anteil zugunsten der Wohn- und Mischnutzung verschoben. Dies ist auf die in den Sektoren verwendeten unterschiedlichen Energieträgermische zurückzuführen: Die im Schulzentrum verwendete Nahwärme des Landkreises und die der städtischen Schulen sind primärenergetisch besser bewertet als die meisten im Wohngebiet verwendeten Energieträger. Dies ist auf die BHKWs der Wärmenetze und die Verwendung von Holzhackschnitzeln im Wärmenetz LK zurückzuführen. Der Anteil der Wärmenetze und der erneuerbaren Energien verringert sich durch ihre bessere primärenergetische Bewertung. Erdgas, dicht gefolgt von Strom dominiert nun klar den Primärenergiemix. Durch die schlechtere primärenergetische Bewertung des Stroms steigt dessen Anteil bei der Verwendungsbilanz und der Anteil der Heizwärme sinkt dadurch.

5.3 Umweltbilanz

Zur Bewertung der Umweltwirkung einzelner Energieträger und Erzeugungsprozesse hinsichtlich klimaschädlicher Treibhausgase werden aus den ermittelten Endenergieverbräuchen die damit verbundenen Emissionen klimaschädlicher Treibhausgase als CO₂-Äquivalente abgeleitet. Für die zur Berechnung angesetzten CO₂-Emissionsfaktoren pro Energieträger siehe Parameter der Bilanzierung der Umweltwirkung im Anhang I.

Für die Bewertung der CO₂-Emissionen ergibt sich gegenüber der Primärenergiebilanz (vgl. Kapitel II, 5.2) keine wesentlich veränderte Aussage. Auch hier bewirkt die unterschiedliche ökologische Bewertung der Energieträger im Vergleich zur Endenergiebilanz eine wesentlich stärkere Betonung des Stromanteils sowie der fossilen Energieträger gegenüber den ökologisch besser dastehenden Wärmenetzen im Schulzentrum und der restlichen erneuerbaren Energien.

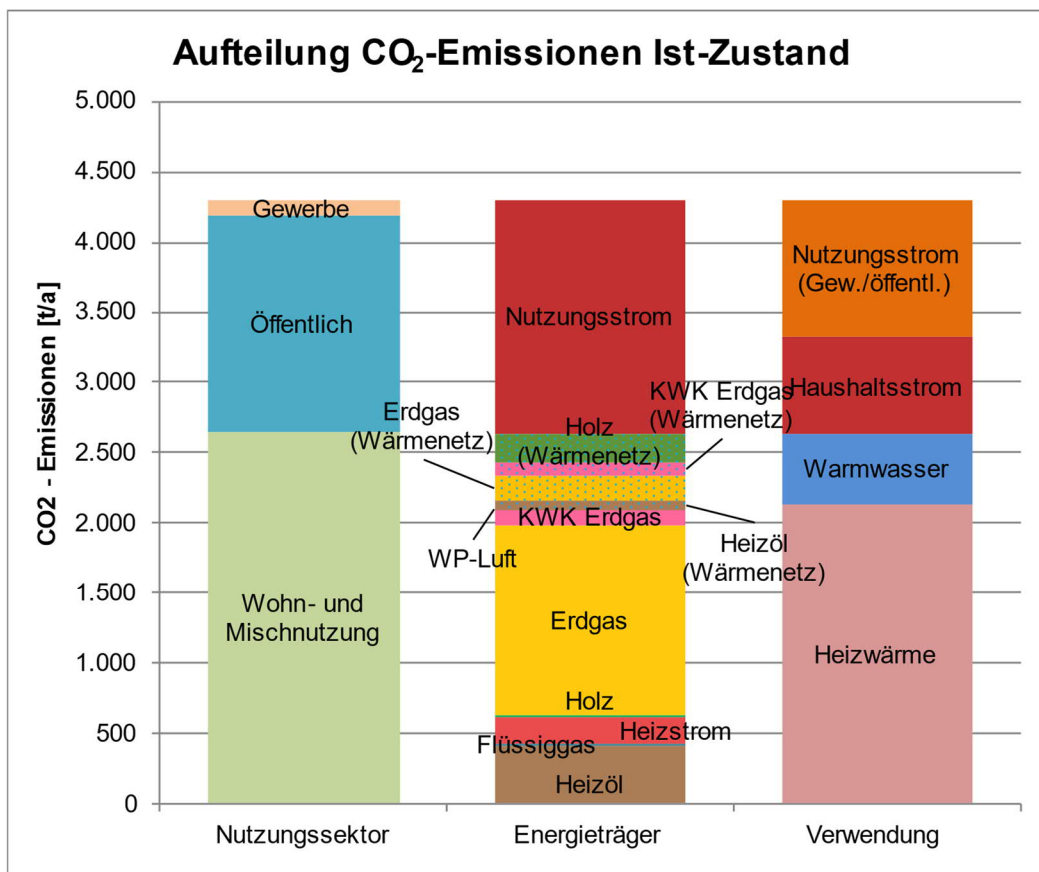


Abb. 49: CO₂-Emissionen im Ist-Zustand nach Nutzungssektor, Energieträger und Verwendung

III. POTENZIALE

1 Methodik

1.1 Potenzialabschätzung der Energieeinsparung

1.1.1 Wohngebäude

Wärmebedarf

Ausgehend von den Ergebnissen der Erhebungen im Ist-Zustand (vgl. Abschnitt II Kapitel 4.1), konnte das bestehende Einsparpotenzial an Heizwärme pro Gebäude für verschiedene Sanierungsszenarien ermittelt werden. Dabei wurde ein Gebäude, das aus Denkmalschutzgründen nicht ehrgeizig saniert werden konnte, berücksichtigt und ein verringertes Potenzial angesetzt.

Verschiedene Untersuchungen zu Einsparpotenzialen im Bereich der Wohngebäude kommen trotz unterschiedlicher Perspektiven und Annahmen inhaltlich übereinstimmend zu dem Schluss, dass eine Senkung des Wärmebedarfs, um 40 – 60 % nicht nur notwendig, sondern auch technisch und wirtschaftlich erreichbar ist. Hervorgehoben wird dabei die Verwendung von Passivhauskomponenten zur energetischen Verbesserung der Gebäudehülle [UBA 2016], [Beuth ifeu 2015], [GdW 2013].

Zur Bestimmung des Einsparpotenzials an Heizwärme wird der bereits unter heutigen Rahmenbedingungen im Bestand realisierbare EnerPHit-Bauteilstandard des Passivhaus-Instituts Darmstadt herangezogen (vgl. Tab. 13) und auf die Wohngebäude im Untersuchungsgebiet angewendet. Dabei steht jedoch nicht die Erreichung des eigentlichen Passivhausstandards im Vordergrund, sondern die wirtschaftlich und technisch sinnvolle Gebäudesanierung unter Verwendung von Passivhauskomponenten bei Sicherung der Wohnqualität und Wertsteigerung des Gebäudes.

Tab. 13: Auszug aus den Anforderungen des EnerPHit-Standards im Bauteilverfahren

Bauteil	EnerPHit-Bauteilanforderung
Außenwand	$U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Fenster	$U_w=0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Dach	$U=0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Oberste Geschossdecke	$U=0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Strombedarf

Für die privaten Haushalte wurde aufgrund einer statistischen Ausstattung mit Haushaltsgeräten und in diesem Sektor üblichen Verbräuchen ein Ist-Zustand abgeschätzt (siehe auch Kap. II 1.2.1). Für das Einsparpotenzial wurde die gleiche Ausstattung, allerdings mit den heute marktüblichen energieeffizientesten Geräten und einem energiebewussten Nutzerverhalten angenommen. Ebenfalls berücksichtigt wurde der durch die oben vorgeschlagenen Sanierungen mit Passivhausbauteilen eventuell zukünftig anfallende Strombedarf für Lüftungsanlagen.

Nicht berücksichtigt wurden die weitere technische Entwicklung und die damit verbundene Effizienzerhöhung der zukünftigen elektrischen Geräte. Das Potenzial beschreibt somit einen heute bereits erreichbaren Zustand. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurde die eventuell in Zukunft steigende Anzahl an elektrischen Geräten in privaten Haushalten.

1.1.2 Nichtwohngebäude

Neubauvorhaben

Neben umfangreichen Sanierungstätigkeiten sind im Quartier in den nächsten Jahren auch mehrere Umbauten, Erweiterungen und Neubauvorhaben geplant. Der dadurch zusätzlich entstehende Wärmebedarf soll langfristig ebenfalls über die Fernwärme der Stadtwerke Tübingen gedeckt werden.

Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurden deshalb die geplanten Veränderungen der im Quartier vorhandenen beheizten Gebäudeflächen sowie des Wärme- und Strombedarfs ermittelt und bei der Betrachtung der Zielszenarien berücksichtigt.

Die Grundlagen für die Ermittlungen der einzelnen Gebäudedaten wurden uns von den Bauherren zur Verfügung gestellt.

Zu den neuen Gebäuden gehört unter anderem ein Neubau für den Campus der beruflichen Schulen (CBS) des Landkreises auf der bestehenden Tiefgarage in der Primus-Truber-Straße. Der Spatenstich für dieses Gebäude fand noch während der Erarbeitung des vorliegenden Quartierskonzeptes am 16.11.2022 statt und der Bau soll im Frühjahr 2025 abgeschlossen sein [GEA 18.11.2022]. Im Gebäude sind acht Klassenräume für die berufliche Schule und eine Mensa für 350 Personen geplant. Die Grundlage für die Ermittlung der Gebäudedaten war der Nachweis eines Effizienzgebäudes vom 5/2021, erstellt von ECONSULT im Auftrag der Abteilung Kreisschulen und Liegenschaften des Landratsamtes Tübingen. Daraus konnten die geplante beheizte Gebäudefläche sowie der geplante Wärme- und Strombedarf ermittelt werden.

Auch bei den städtischen Schulgebäuden sollen in den nächsten Jahren neue Flächen geschaffen werden. Die Planung dafür musste im Jahr 2020 aufgrund der veränderten Haushaltslage der Stadt Tübingen und der später eintretenden 5-Zügigkeit des Carlo-Schmid-Gymnasiums um mehr als zwei Jahre nach hinten geschoben werden. Eine überarbeitete Beschlussvorlage vom 21.12.2022 [TÜ GR 2/2023] für den Gemeinderat Tübingen von der Fachabteilung Hochbau bildet nun die Grundlage für die Annahmen des vorliegenden Quartierskonzeptes. Daraus konnten die geplanten Gebäudeflächen ermittelt werden. In Abstimmung mit der Stadt Tübingen wurde für die Ermittlung des Wärmebedarfs der Effizienzhausstandard 40 der KfW angesetzt.

Wärmebedarf

Für die Nichtwohngebäude mit öffentlicher Nutzung wurden in mehreren Abstimmungsterminen mit den Gebäudeeigentümern (Stadt Tübingen, Landkreis Tübingen und Handwerkskammer Reutlingen) gebäudescharfe Einsparpotenziale festgelegt. Grundlage dafür waren die Schwachstellenanalyse sowie der derzeitige energetische Zustand der Gebäude (siehe Kap. II, 4.2).

Für die Entwicklung des Heizwärmebedarfs wurde versucht, ein möglichst realistisches und dennoch ehrgeiziges Einsparscenario bis zum Jahr 2040 anzunehmen. Die angegebenen Werte stellen den Wärmebedarfs des Gebäudes als Zielzustand im Jahr 2040 dar.

Strombedarf

Bei der Entwicklung des Strombedarfs wurde davon ausgegangen, dass der Strombedarf der Gebäude in Zukunft tendenziell ansteigen wird. Diese Annahme wurde von den Gebäudeeigentümer:innen vor allem Hinblick auf die Digitalisierung und Technisierung der Gebäude, die nicht zuletzt während der Corona-Pandemie (2020-2022) einen starken Schub erhielten, getroffen. Demnach ist davon auszugehen, dass die Anzahl elektrischer Geräte in den Gebäuden in Zukunft so stark ansteigen wird, dass die Einspareffekte durch Effizienzerhöhung der bestehenden elektrischen Geräte diesen Anstieg nur dämpfen, nicht jedoch auffangen können.

1.2 Abschätzung des Solarenergiepotenzials

Als Grundlage für die Ermittlung des Solarenergiepotenzials wurde die Aktualisierung der LUBW-Ermittlung von solar geeigneten Dachflächen vom Juni 2022 herangezogen [LUBW 2022].

Dabei wurden die geeigneten Dachflächen gebäudescharf betrachtet. Die bereits mit PV- oder Solarthermieanlagen belegten Flächen, erhoben im Rahmen der Begehung und aus Luftbildern des Quartiers, wurden von den verfügbaren Dachflächen abgezogen.

Zur Einschätzung des Ertrags pro Anlage wurden den LUBW-Daten die belegbaren Dachflächen entnommen und mit einer zukünftig anzunehmenden effektiven spezifischen Leistung von 0,152 kWp/m² sowie einem effektiven spezifischen Ertrag von 930 kWh/kWp in Beziehung gesetzt.

Bei der **Ermittlung des Solarpotenzials für Wärmeerzeugung** wurde die Annahme getroffen, dass in zukünftig über Fernwärme versorgten Gebäuden keine konkurrierenden Technologien zum Einsatz kommen. In diesen Gebäuden wurde daher angenommen, dass die verfügbare und solargeeignete Dachfläche nur zur Stromerzeugung genutzt wird. Dabei wurde sich an den Zielwerten für die Versorgungsquote in Fernwärmeeignungsgebieten der Stadtwerke Tübingen orientiert.

Bei der Wahl der Technologie zur Wärmeerzeugung (Solarthermie- oder PV-Anlagen mit Heizstab) wurde für die Belegung der verfügbaren und solargeeigneten Dachflächen zur Wärmeerzeugung folgendes zu Grunde gelegt: Durch die technischen Entwicklungen der letzten Jahre sind PV-Anlagen mit in den Warmwasserspeicher integriertem Heizstab und solarthermische Anlagen zur Wärmegewinnung wirtschaftlich gleichwertig. Abhängig von den jeweiligen Voraussetzungen können somit beide Systeme zur Wärmeerzeugung zum Einsatz kommen und haben dabei folgende Vor- oder Nachteile:

Tab. 14: Gegenüberstellung von Solartechnologien zur Wärmeerzeugung.

Photovoltaik mit Heizstab	Solarthermie
Leichtere Installation	Aufwändige Installation (aufgrund des Wasserkreislaufes)
Für denselben Ertrag wird mehr Kollektorfläche benötigt; Verschattungen und Orientierung sind entscheidend	Höherer Wirkungsgrad des Kollektors; teilweise Verschattung oder nicht optimale Orientierung sind weniger kritisch
Strom als höherwertige Energieform ist flexibel nutzbar. Zunächst Eigenstromnutzung, danach Stromüberschuss als Wärme im Speicher	Ausschließlich zur Wärmeerzeugung geeignet

Nicht berücksichtigt werden konnten die Bauart und Traglast der jeweiligen Dächer oder andere vielfältige und nutzungsspezifische Einschränkungen. Die Angaben zum Solarpotenzial von Dachflächen sind also in jedem Fall vor Ort zu überprüfen.

Im Rahmen dieses Quartierskonzeptes kann keine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Gesamtheit an vielfältigen unterschiedlichen Randbedingungen und Nutzungsarten erfolgen. Die Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen wird deshalb im Kapitel III, 3.1.2.3 anhand von Beispielrechnungen abgeschätzt.

2 Potenziale zur Energieeinsparung

Im Kontext des Tübinger Klimaschutzziels „Tübingen klimaneutral 2030“ wurden im Kommunalen Wärmeplan für die Universitätsstadt Tübingen drei übergeordnete Ziele definiert:

1. Ehrgeizige Energieeinsparungen und Steigerung der Effizienz
2. Umstellung der Wärmeerzeugungsanlagen auf erneuerbare Energiequellen
3. Aufbau und Erweiterung von Wärmenetzen

Auch das Quartier Derendingen-Ost soll seinen Teil dazu beitragen, diese Ziele zu erreichen. Durch das Schulzentrum im Osten des Quartiers kommt ihm, eine besondere Rolle zu, denn auf den Großteil dieser Gebäude haben Stadt und Landkreis direkten Einfluss.

2.1 Entwicklung des Wärmebedarfs

2.1.1 Wohngebäude

Anhand der Abschätzungen zum Einsparpotenzial der Wohngebäude im Quartier (vgl. Abschnitt III Kap. 1.1) wurde **insgesamt eine mögliche Einsparung des Energiebedarfs von ca. 45 % ermittelt**. Gebäude, die nicht umfangreich saniert werden können (beispielsweise aus Gründen des Denkmalschutzes) wurden berücksichtigt.

Aufgrund des derzeit herrschenden Ressourcen- und Handwerkermangels wird diese potenzielle Einsparung voraussichtlich jedoch nicht bis 2030 realisierbar sein. In **Abhängigkeit von der Sanierungsrate** wird pro Jahr nur eine bestimmte Anzahl an Gebäuden saniert. Aufgrund der fehlenden übergeordneten und einheitlichen Definition der „Sanierungsrate“ gibt es keine flächendeckenden Erhebungen zur Höhe der Sanierungsrate im Ist-Zustand des Quartiers. Sie wird allerdings auf unter

ein Prozent geschätzt, wenn darunter nur die Sanierungen verstanden werden, die zum Zielzustand des Gebäudes führen.

Für die Veränderung des Wärmebedarfs im Laufe der Jahre wurde im Kommunalen Wärmeplan eine ambitionierte Sanierungsrate von 2 % mit den Akteuren abgestimmt und für die Berechnung festgelegt. Das Quartier Derendingen-Ost soll seinen Teil zum Erreichen dieser stadtweiten Sanierungsrate beitragen.

Für die Wohngebäude des Quartiersgebietes ergeben sich dadurch folgende Einsparungen:

Tab. 15: Mögliche Einsparungen durch Sanierung bei Wohngebäuden

Langfristiges Einsparpotenzial Wärmebedarf HW+TWW		Bei einer Sanierungsrate von 2 %			
		bis 2030		bis 2040	
-2,99 GWh/a	-44,8 %	-0,69 GWh/a	-10,3 %	-1,77 GWh/a	-26,6 %

2.1.2 Nichtwohngebäude

Neubauvorhaben im Schulzentrum

In Abb. 50 werden die angedachten Neubauvorhaben im Quartier dargestellt.

Dazu gehört das Campusgebäude der beruflichen Schule des Landkreises, dessen Baubeginn während der Erstellung des vorliegenden Quartierskonzeptes war und das bis zum Frühjahr 2025 fertiggestellt sein soll.

Dazu kommen mögliche städtische Neubauten aus der Beschlussvorlage des Gemeinderats vom 26.01.2023 [TÜ GR 2/2023]. Laut dieser ist unter anderem Folgendes angedacht:

- Die durch die 5-Zügigkeit des Carlo-Schmid-Gymnasiums ab dem Schuljahr 2026/27 benötigten neuen Schulräume sollen in Form eines neuen Gebäudes und einer Teilaufstockung des Bestandsgebäudes geschaffen werden.
- Die Französische Schule (Tal) wird aufgrund ihres vergrößerten Raumbedarfes zusätzlich in das Gebäude der ehemaligen Walter-Erbe-Realschule.
- Um dem Flächenbedarf der Französischen Schule gerecht zu werden, wird das Gebäude der ehemaligen WER teilweise aufgestockt und in diesem Zuge umfangreich saniert. Dabei wird dem Denkmalschutz der Außenhülle des Gebäudes Rechnung getragen.
- Die Aufstockung und der zusätzliche Flächenbedarf im Außenbereich machen den Abbruch des Kubus' notwendig.
- Die dadurch in der ehemaligen Mörikeschule (aktuell Französische Schule (Tal)) freiwerdenden Flächen sollen als schulübergreifende, gemeinsame

„Mensa Feuerhäggle“ umgenutzt werden. Dazu sind Umbauten und ggfs. ein Anbau nötig.

Für nähere Informationen zu den geplanten Bau- / Abbruchvorhaben wird auf die Beschlussvorlage [TÜ GR 2/2023] verwiesen. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die genannte Beschlussvorlage noch keine Umsetzungsplanung darstellt und sich deshalb die Details bis zur Umsetzung stark ändern könnten. Im Sinne des Konzeptes wurden die Vorhaben wie in Abb. 50 dargestellt angenommen.

Daraus ergeben sich folgende Änderungen im Quartier:

Tab. 16: Flächen und Energiebedarfe der geplanten Bau- und Abbruchvorhaben im Schulzentrum

	Änderung beheizte NGF¹	Bedarf HW+TWW	Bedarf Strom
Erweiterung CBS - Neubau auf Tiefgarage	+ 4.400 m ²	+ 355,5 MWh/a	+ 201,8 MWh/a
Erweiterung CSG - Neubau	+ 3.465 m ²	+ 76,2 MWh/a	+ 79,7 MWh/a
Erweiterung CSG - Aufstockung	+ 270 m ²	+ 5,9 MWh/a	+ 6,2 MWh/a
Anbau Mörikeschule für Mensa	+ 270 m ²	+ 5,9 MWh/a	+ 6,2 MWh/a
Erweiterung WER - Ausbau im EG + Aufstockung 1. OG	+ 855 m ²	+ 18,8 MWh/a	+ 19,7 MWh/a
Abbruch Kubus	- 475 m ²	- 18,3 MWh/a	- 3,5 MWh/a

¹ NGF = Nettogrundfläche

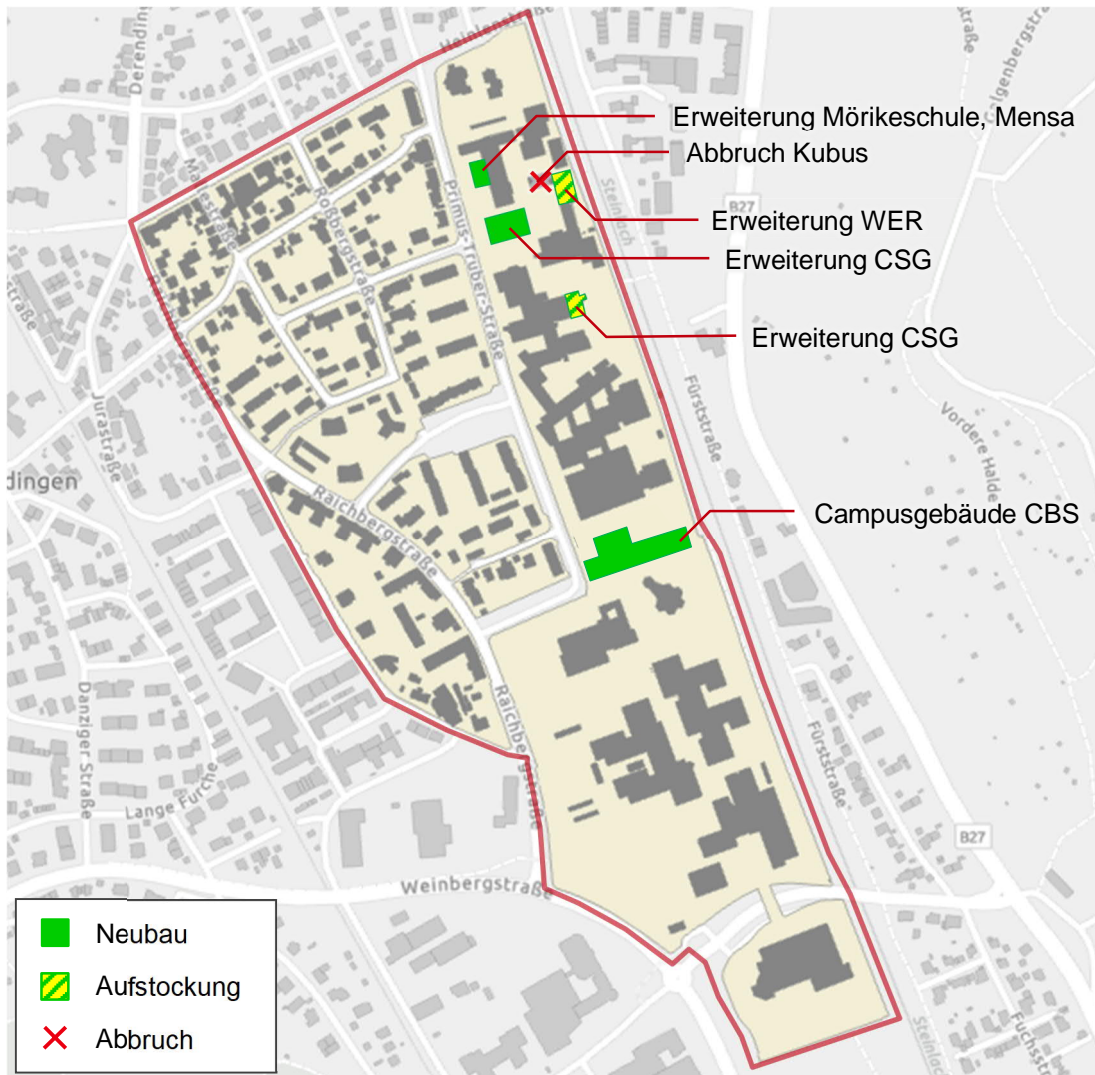


Abb. 50: Neubau- und Abbruchvorhaben der kommunalen Gebäude in Derendingen-Ost (eigene Darstellung nach [TÜ GR 2/2023])

Sanierung der Bestandsgebäude

Die gebäudescharfe Abschätzung des Einsparpotenzials der öffentlichen Gebäude im Quartier ergab im Mittel ein Einsparpotenzial des Wärmebedarfs von 27 %. Über alle im Benchmark berücksichtigten öffentlichen Gebäude im Quartier ergibt das rund 1.590 MWh/a.

Die spezifischen Wärmeeinsparpotenziale pro Quadratmeter beheizter Gebäudefläche sind für jedes Gebäude in Abb. 51 dargestellt. Für eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Gebäude, siehe Kap. II, 4.2.

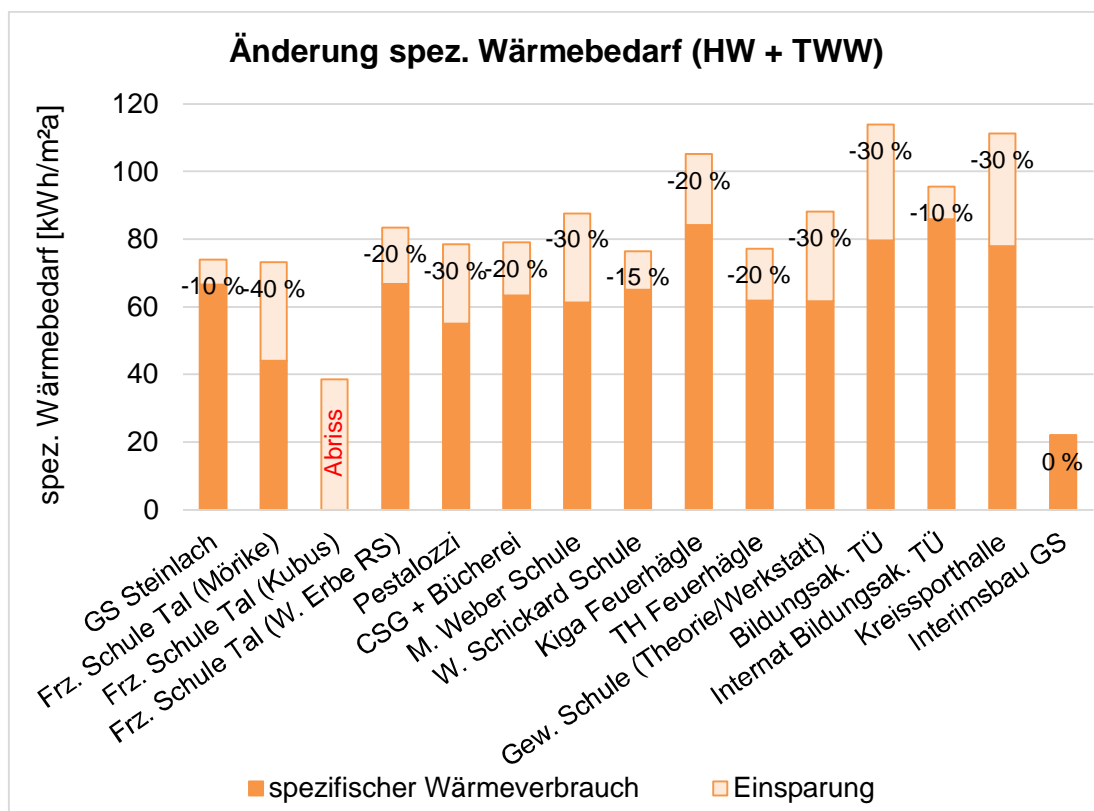


Abb. 51: spezifische Wärmeeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude

Die absoluten Wärmeeinsparpotenziale sind pro Gebäude in Abb. 52 dargestellt.

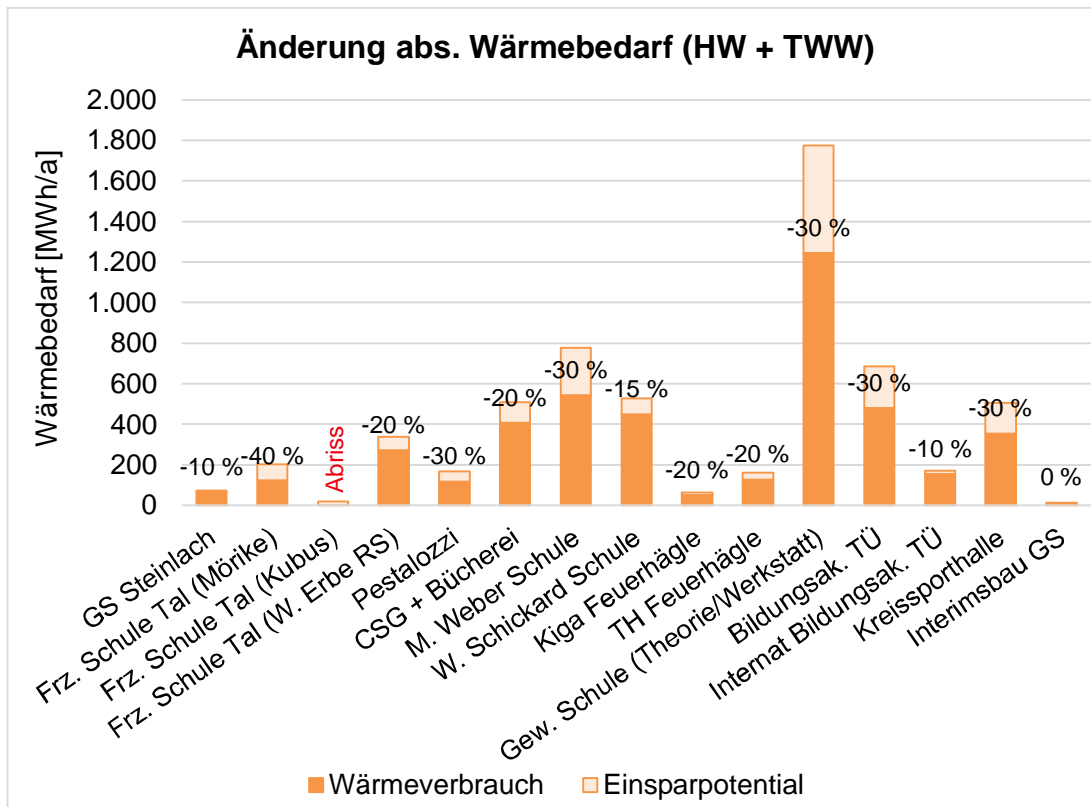


Abb. 52: absolute Wärmeeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude

2.1.3 Wirtschaftlichkeit Modernisierung Gebäudehülle

Die Wirtschaftlichkeit von Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle hängt grundsätzlich von folgenden Faktoren ab:

- Durchführung der Maßnahmen bei ohnehin fälliger Instandsetzung
- Erhöhter Verbrauch an Heizwärme im Ist-Zustand
- Hohe Bezugspreise des eingesparten Energieträgers
- Inanspruchnahme von Fördermitteln
- Langlebigkeit der Maßnahme (hohe Qualität der Ausführung)
- Optimierung der Dämmstärke anhand des wirtschaftlichen Optimums aus Investitionskosten und eingesparter Heizwärme
- Nutzung von technischen und wirtschaftlichen Synergieeffekten bei der Ausführung, z. B. gleichzeitige Erneuerung von Fenstern und Außenwänden

Neben der rein wirtschaftlich orientierten Betrachtung der Rentabilität einer derartigen Investition sollten jedoch noch weitere Gesichtspunkte eine Rolle spielen:

- Langfristige Entkopplung von steigenden Energiebezugspreisen

- Wertsteigerung des Gebäudes, höhere Attraktivität für Nutzer durch niedrigere Energiekosten
- Komfortsteigerung durch wärmere Innenwände und eine dichtere Gebäudehülle (weniger Zugluft)
- Bei notwendiger Beachtung einer wärmebrückenoptimierten Ausführung und ausreichender Lüftung werden Schimmelprobleme nachhaltig vermieden

Für ein im Quartier typisches Gebäude wurde beispielhaft berechnet, welche wirtschaftlichen Effekte bei einer vorgeschlagenen Sanierung zu erwarten wären:

Tab. 17: angenommene Gebäudeparameter Wirtschaftlichkeit Dämmung

Gebäudetyp	Eingeschossiges Einfamilienhaus, Baujahr 1950, freistehend, unbeheizter Keller, ausgebautes Satteldach
Sanierungszustand	Teilsaniert: Fenster erneuert, Dach gedämmt
Heizung	Zentralheizung mit Heizöl, Niedertemperaturkessel
Beheizte Wohnfläche	150 m ²
Verbrauch an Heizwärme im Ist-Zustand	30.000 kWh/a
Mittlere Bezugskosten Heizöl im Ist-Zustand	2.800 €/a

Zur Modernisierung des oben angenommenen Mustergebäudes wird eine Wärmedämmung von 16 cm (WLG 035) angenommen. Nach der in Anlehnung an das ehemalige „Expertentool Wirtschaftlichkeit“ der dena⁸ vorgenommenen Abschätzung und den darin zu Grunde gelegten weiteren Parametern und Investitionskosten können folgende Ergebnisse erwartet werden:

Tab. 18: Ergebnisse Wirtschaftlichkeit Dämmung

Verbrauch an Heizwärme saniert	21.000 kWh/a
Mittlere Bezugskosten Heizöl saniert (20 Jahre, 11,5 ct/kWh)	2.415 €/a
Einsparung Heizwärme	9.000 kWh/a
Mittlere Einsparung Bezugskosten Heizöl	385 €/a
Einmalige Investitionskosten, inkl. Förderung (gesamt)	28.500 €
Davon reine Instandhaltung ⁹	15.400 €
Davon Mehrkosten für Energieeinsparung ¹⁰	13.100 €
Durchschnittliche Kosten pro eingesparter kWh Endenergie	7,3 ct/kWh

⁸ Ehemalig abzurufen unter: <https://www.dena-expertenservice.de/arbeitshilfen/wirtschaftlichkeit-berechnen/wirtschaftlichkeitstool/> Das Tool wurde im Juni 2021 abgeschaltet, da es nicht mehr die notwendigen technischen Sicherheitsstandards erfüllt

⁹ Bei Instandsetzung ohnehin fällige Leistungen wie Gerüst, Putz, Anstrich

¹⁰ Über die Instandsetzung hinausgehende Kosten zur Einsparung von Energie (z. B. Dämmmaterial)

Im Ergebnis liegt der errechnete Preis pro eingesparter Kilowattstunde Heizwärme mit 7,3 ct/kWh deutlich unter dem im Mittel für die nächsten 20 Jahre angenommenen Bezugspreis von 11,5 ct/kWh. Die Rentabilität der angesetzten Außenwanddämmung ist damit in diesem Beispiel gegeben.

2.2 Effizienzsteigerung der Wärmeversorgung

Das größte Einsparpotenzial an Treibhausgasemissionen liegt in der Umstellung der Gebäudebeheizung auf erneuerbare Energien. Je schneller diese Umstellung erfolgt, desto größer ist die damit verbundene kumulierte Umweltwirkung.

Neben dem Umstieg auf eine klimafreundlichere Wärmeversorgung bewirkt ein Austausch der Bestandsanlagen der Wärmeversorgung im gesamten Gebiet auch eine Erhöhung der Effizienz. Insbesondere der Austausch älterer ineffizienter Heizungspumpen und der hydraulische Abgleich von Heizungsverteilungen ist hierbei zu nennen. Dies bewirkt zusätzliche Energieeinsparungen und erhöhen den positiven Effekt auf die Umweltwirkung.

Für Hausbesitzer und Gebäudebetreiber stellt sich die Frage, welches System unter ihren konkreten Bedingungen die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen am besten erfüllt. Im Folgenden sollen dazu mit Blick auf eine möglichst weitgehende Dekarbonisierung der zukünftigen Wärmeerzeugung grundsätzliche Hinweise gegeben werden.

2.2.1 Auslegung und Betrieb

Weil eine Heizungsanlage nicht allein aus dem oft im Vordergrund stehenden Wärmeerzeuger besteht, soll an dieser Stelle auf Effizienzpotenziale im gesamten Heizungssystem hingewiesen werden. So haben neben dem Wärmeerzeuger selbst auch Art und Betriebsweise des Raumheizungssystems und der Trinkwarmwasserbereitung einen sehr großen Einfluss auf die Effizienz der gesamten Heizungsanlage. Fehlerhaft geplante oder betriebene Anlagen zur Wärmeverteilung, Speicherung, Übergabe und Regelung können in extremen Fällen bis zu einer Verdoppelung des Energieverbrauchs führen. Prinzipiell anzustrebende Planungsvorgaben und Betriebsparameter bei Erneuerung oder Sanierung von Heizungsanlagen sind:

- Niedrige Vor- und Rücklauftemperaturen und dafür ausgelegte Heizflächen
- Hydraulisch abgeglichenes Heizungssystem
- Ausnutzung der Einstellmöglichkeiten der Regelungstechnik zur Betriebsoptimierung und Anpassung an den tatsächlichen Bedarf

- Funktionierende Heizflächen, die die Wärme ungehindert (beispielsweise ohne von Möbeln oder Vorhängen verdeckt zu sein) an die Raumluft abgeben können
- Bedarfsgerechte Trinkwarmwasserbereitung, möglichst ohne Zirkulation
- Fachgerechte Wartung und Instandhaltung
- Technisches Monitoring und Verbrauchskontrolle

2.2.2 Wärmeerzeuger

Brennwertkessel

Mit fossilen Brennstoffen betriebene Brennwertkessel stellten noch bis 2019 den Standard für Neuinstallationen dar. Da bei der Verbrennung von Erdgas im Vergleich zu Heizöl oder anderen fossilen Energieträgern weniger Luftschadstoffe emittiert werden, galt die Technologie bis vor kurzem als Brückentechnologie.

Allerdings wird die mittelfristig anzustrebende Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung allein damit nicht erreichbar sein. Außerdem kann derzeit nicht davon ausgegangen werden, dass langfristig genügend Biogas aus erneuerbaren Quellen oder sonstiges synthetisches Gas, wie Wasserstoff oder synthetisches Methan, im Erdgasnetz für die Beheizung von privaten Gebäuden zur Verfügung stehen wird.

Blockheizkraftwerke (BHKW)

Wegen der Verwendung von v. a. fossilen Energieträgern (hauptsächlich Erdgas) in Blockheizkraftwerken stellten diese als reine Wärmeerzeugungsanlagen analog zu den oben genannten Brennwertkesseln bisher eine Übergangstechnologie dar. Die Verbrennung von fossilen Energieträgern soll jedoch ab 2030 in Tübingen nicht mehr stattfinden. Die Blockheizkraftwerke könnten in der Zeit danach theoretisch mit Biogas oder synthetischen Gasen betrieben werden – vorausgesetzt, diese sind in ausreichender Menge in Tübingen verfügbar.

Als netzdienlich betriebene Stromerzeugungsanlagen mit genügend großen Wärmespeichern könnten sie in Zukunft aber auch wie im Folgenden erläutert eine wachsende Bedeutung für die Sektorkopplung und die Regelenergie des Stromnetzes besitzen

Blockheizkraftwerke ermöglichen durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme in einer Anlage eine effizientere Ausnutzung des eingesetzten Brennstoffs. Für die üblichen motorbetriebenen BHKW wird mit zunehmender Leistung der Anlage auch mehr Strom im Verhältnis zur Wärme erzeugt. Außerdem sinken bei größeren Anlagen die spezifischen Investitions- und Wartungskosten. Aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit waren BHKWs daher für größere Objekte bisher sehr interessant –

vor allem dann, wenn ein konstanter Wärmebedarf ganzjährig zur Verfügung stand und viel des erzeugten Stroms selbst verbraucht werden konnte.

Heizungsanlagen mit BHKW können für den wärmegeführten Betrieb ausgelegt werden, bei dem nur Strom erzeugt wird, wenn auch Wärmebedarf besteht. Alternativ kann der Betrieb auf die Stromerzeugung optimiert werden. Dafür müssen ausreichende Speicherkapazitäten für die anfallende Wärme geschaffen werden. Die auf Stromerzeugung gerichtete Betriebsweise ermöglicht bei Einbindung in vorhersagebasierte Regelkonzepte (abzusehender Eigenbedarf vs. Verkaufserlös an der Strombörse) neben wirtschaftlichen Vorteilen einen netzdienlichen Betrieb von Stromerzeugungsanlagen, der für das öffentliche Stromnetz von steigender Bedeutung ist.

Sowohl im wärme- als auch im stromgeführten Betrieb wird durch das BHKW nur ein Teil des Jahreswärmebedarfs gedeckt, so dass ein weiterer Wärmeerzeuger (Spitzenlastkessel) benötigt wird.

Biomassekessel (Holz)

Die Nutzung von Holz zur Wärmeerzeugung ist bei nachhaltiger Nutzung des regionalen Forstbestands fast CO₂-neutral. In der Treibhausgasbilanz sind hauptsächlich die bei Gewinnung und Transport anfallenden Emissionen enthalten. Damit besitzt der Einsatz von Holz als Brennstoff ein kurzfristig verfügbares, sehr hohes THG-Einsparpotenzial. Allerdings konkurriert die energetische Nutzung mit anderen Verwendungen, wie beispielsweise die stoffliche Nutzung als Bauholz, die häufig eine volkswirtschaftlich sinnvollere Nutzung darstellen.

Auf EU-Ebene wird Stand Anfang 2023 zudem die Nachhaltigkeit von Holz als Brennstoff diskutiert. Mittelfristig könnten hier Änderungen in der Bewertung der Nachhaltigkeit dazu führen, dass Holz keinen klimaneutralen Energieträger für die Beheizung von Gebäuden mehr darstellt.

Außerdem könnte selbst ein nachhaltig sanierter deutscher Gebäudebestand nicht annähernd mit den bundesweit vorhandenen Potenzialen an Holz mit Wärme versorgt werden. Die Nutzung von Holz oder auch anderer fester Biomasse zur Wärmeerzeugung stellt daher derzeit nur eine von mehreren Technologien dar.

Eine Ausweitung der Holznutzung zur Wärmeerzeugung in kleineren Anlagen ist nicht als zielführend anzunehmen. Bei der Verwendung von Holz für die Wärmeerzeugung in größeren Anlagen, beispielsweise in Wärmenetzen, kommen wegen der höherwertigen stofflichen Verwendung in anderen Sektoren vor allem Reststoffe aus der Holzgewinnung und Verarbeitung sowie Waldrestholz und Reste aus der Landschaftspflege in Frage. Die Verfügbarkeit größerer Mengen ist lokal nicht gegeben. Das Quartier Derendingen-Ost wäre somit von der überregionalen Verfügbarkeit abhängig.

Elektro-Wärmepumpen

Wärmepumpen stellen beim Neubau von Wohngebäuden mittlerweile einen Standard dar. Sie setzen Strom ein, um Umweltenergie auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen und für die Beheizung nutzbar zu machen.

Für Wärmepumpen kommen im Quartier Derendingen-Ost folgende Wärmequellen in Frage:

- Erdwärme
- Grundwasser, Fließgewässer
- Luft

Die sinnvolle Erschließbarkeit dieser Wärmequellen muss jeweils vor Ort unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten geprüft werden. Luft-Wärmepumpen sind zwar generell am einfachsten zu installieren, haben jedoch den Nachteil, dass die Wärmequelle (Außenluft) gerade in der Heizperiode stark abkühlt, dadurch die Effizienz der Wärmepumpe sinkt und sie deshalb mehr Stromeinsatz erfordert. Speziell für größere, unsanierte Wohngebäude stellt das Probleme dar. Die Jahres-Arbeitszahlen („JAZ“: Verhältnis von jährlicher Wärmeabgabe zu Stromaufnahme) solcher Geräte sind daher am niedrigsten im Vergleich zu Wärmepumpen mit anderen Wärmequellen. In dichter Bebauung können die Geräusche der Außenlufteinheiten als störend empfunden werden.

Aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen sollte die Temperatur der Quelle möglichst hoch und die zu erzeugende Vorlauftemperatur möglichst niedrig sein. Neben der Wärmequelle und ihrer Temperatur im Jahresverlauf sind niedrige Vorlauftemperaturen im Gebäude und eine darauf abgestimmte Trinkwarmwasserbereitung notwendig. Kann in Bestandsgebäuden durch entsprechende energetische Sanierung die Vorlauftemperatur der Raumheizung auf unter 50 °C gesenkt werden, stellen Wärmepumpen eine bewährte Lösung dar. **Bei der Nutzung von Wärmepumpen sind sorgfältige Planung, Ausführung und Betriebsoptimierung entscheidende Faktoren für die Effizienz.**

Grundsätzlich kann mit Wärmepumpen auch gekühlt werden. Wurde z. B. Erdwärme oder Grundwasser als Medium erschlossen, könnte sogar ohne Einsatz der Wärmepumpe über einfache Wärmetauscher gekühlt werden.

Wird die Wärmepumpe zum Teil aus einer eigenen PV-Anlage mit Strom versorgt, verbessert sich die Umweltbilanz. Ist im System ein ausreichend großer Wärmespeicher integriert worden, kann die Wärmepumpe netzdienlich, d. h. gesteuert nach dem eigenen Strombezugspreis und dem möglichen Erlös für eingespeisten Strom an der Strombörse betrieben werden. Ein großer Wärmespeicher würde zusammen mit der PV-Anlage den Anteil der solar erzeugten Heizwärme erhöhen.

Solarthermische Anlagen

Besteht in Gebäuden im Sommer ein relevanter Bedarf an Wärme, z. B. zur Trinkwarmwasserbereitung, sind solarthermische Anlagen als Ergänzung zu anderen Wärmeerzeugern ökologisch sinnvoll. Zusammen mit niedrigen Vorlauftemperaturen und großen Wärmespeichern können sie aber auch heizungsunterstützend einen ganzjährig Beitrag zur Wärmeversorgung leisten.

PV-Module, die zur Ertragssteigerung und Wärmegewinnung wassergekühlt werden (PVT- / Hybrid-Kollektoren), können in Verbindung mit einer Wärmepumpe eine interessante Alternative zu z. B. Luft-Wärmepumpen darstellen: Als Wärmequelle für die mit dem selbst erzeugten Strom betriebene Wärmepumpe dient das Kühlwasser der PV-Module.

Auch reine PV-Module, deren erzeugter Strom anteilig zur Wärmeerzeugung genutzt wird, sind mittlerweile wirtschaftlich abbildbar. Die effizienteste Verwendung des Stroms findet in Wärmepumpen statt. Aber auch die direkte Nutzung über einen Heizstab im Wasserspeicher ist möglich.

Da die solare Wärme ein Gebäude für gewöhnlich nicht als alleiniger Energieträger versorgen kann, muss sie immer mit anderen Energieträgern kombiniert werden. Die Kombination mit Fernwärme ist in der Regel nicht sinnvoll, da die Einbindung der beiden Wärmequellen regeltechnisch aufwändig ist und meist zu hohen Kosten führt.

Anschluss an ein Wärmenetz

Der Anschluss an ein Wärmenetz stellt für Gebäudebetreiber im Allgemeinen die langfristig wirtschaftlichste Möglichkeit der Wärmeversorgung dar. Die zentrale Wärmeerzeugung erleichtert dabei die Nutzung ökologisch sinnvoller Technologien oder die Umstellung auf solche Systeme mit entsprechender Umweltwirkung für das gesamte Versorgungsgebiet. Wärmenetze sind damit ein wesentlicher Baustein des kommunalen Klimaschutzes und eine Schlüsseltechnologie für die Wärmewende.

Wärmenetze eignen sich insbesondere für dicht bebaute Gebiete wie Ortszentren und Quartiere mit Mehrfamilienhäusern, in denen die Wärmedichte hoch ist und der bestehende Wärmebedarf nur eingeschränkt gesenkt werden kann. Im Quartier Derendingen-Ost sind diese Voraussetzungen vor allem im Schulzentrum, aber auch in Teilen des Wohngebietes gegeben (siehe auch Karten zur Wärmedichte in Abb. 46).

Neu zu planende Wärmenetze sollten idealerweise mit niedrigen Temperaturen betrieben werden, um die Leitungsverluste zu verringern und die Einbindung erneuerbarer Energien zu erleichtern.

2.2.3 Ausblick in Zukunftstechnologien

Das Energiesystem der Zukunft benötigt netzdienliche Erzeugungsanlagen, mit denen die Integration von Strom- und Wärmeerzeugung und Elektro-Mobilität möglich wird.

Synthetische Gase

Biomethan: Je nach Erzeugung müssen für Biomethan immer noch ca. 50 % der CO₂-Emissionen wie für herkömmliches Erdgas angenommen werden. Der Anbau von Energiepflanzen zur Umsetzung in Biogasanlagen erfordert zudem große landwirtschaftliche Nutzflächen.

Power to Gas (PtG): Der Umwandlung aus erneuerbaren Quellen erzeugten Stroms in Gas (für gewöhnlich Wasserstoff oder Methan) kommt in der politischen Diskussion und der öffentlichen Wahrnehmung immer mehr Bedeutung zu. Der Nutzung dieser synthetischen Gase stehen die recht hohen Energieverluste bei der Herstellung entgegen (Wirkungsgrad: 50 – 70 %) entgegen, sie bietet jedoch eine interessante Speichermöglichkeit zeitweilig nicht genutzter Strommengen. Mit steigendem Anteil der Stromerzeugung aus regenerativen Quellen wird diese Technologie noch an Bedeutung gewinnen.

Ob und in welchem Zeitraum die oben genannten Brennstoffe in ausreichender Menge wirtschaftlich hergestellt werden können, ist offen, vor allem sind jedoch die Einsatzbereiche unklar. Ob die Verfügbarkeit ausreichend ist, um diese Energieträger als Brennstoffe für die Beheizung von Gebäuden einsetzen zu können ist strittig. In anderen Bereichen, wie im Flug- und Schiffsverkehr sowie in der Industrie gelten die PtG-Energieträger als alternativlos, diese sollten daher zuerst bedient werden. Für den Einsatz in der Wärmeerzeugung sollten sie in jedem Fall bevorzugt in hocheffizienten KWK-Anlagen für eine zentrale Wärmeerzeugung anstatt in reinen Heizkesseln eingesetzt werden.

Steigende Bedeutung von Wärmepumpen

Mit der stetigen Senkung der spezifischen THG-Emissionen für den Strom aus dem öffentlichen Netz durch die vermehrte Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung wird der verstärkte Einsatz von Elektro-Wärmepumpen begünstigt. Auch die fehlenden Alternativen für die nachhaltige Beheizung einiger Gebäude werden für einen verstärkten Einsatz von Wärmepumpen sorgen. Allerdings wird dadurch, zusammen mit dem steigenden Verbrauch der Elektro-Mobilität, auch der Strombedarf steigen. Weil in der Heizperiode der Betrieb der Wärmepumpen nahezu zeitgleich erfolgen wird, muss zusätzliche Kraftwerksleistung für die Abdeckung vorgehalten werden. Insbesondere Außenluft-Wärmepumpen verstärken die Abhängigkeit des gesamten Strombedarfs im Netz von der Außentemperatur.

Zur Entlastung des Stromnetzes könnten in bivalenten Erzeugungssystemen bis zu 90 % des Wärmebedarfs durch Wärmepumpen effizient erzeugt werden, während der Rest bei tiefen Quelltemperaturen oder Stromknappheit durch Verbrennung von idealerweise klimaneutralen Energieträgern erzeugt wird.

KWK-Anlagen als Kapazitätsreserve

KWK-Anlagen auf Basis klimaneutraler Brennstoffe wie Biomethan, Wasserstoff oder synthetischem Methan könnten langfristig flexible Kapazitäten zum Ausgleich von Lastspitzen im Stromnetz bereitstellen – v. a. dann, wenn erneuerbare Energieträger wie Sonne und Wind witterungsbedingt ausfallen. Um diese Anlagen jedoch stromgeführt betreiben zu können, muss die anfallende Wärme gespeichert und später über Wärmenetze genutzt werden können.

2.2.4 Fazit

- Die notwendige Dekarbonisierung der Wärmeversorgung kann nur durch die Kombination von Maßnahmen zur Senkung des Heizwärmebedarfs (z. B. Dämmung) mit der Umstellung auf eine nahezu CO₂-freie Erzeugung erreicht werden.
- Bei der Erneuerung von Heizungsanlagen ist die Effizienz des Gesamtsystems aus Wärmeerzeuger, Speicherung, Verteilung und Übergabe zu betrachten und nach Möglichkeit zu verbessern.
- Niedrige Heizflächentemperaturen erleichtern die Verwendung erneuerbarer Energieträger und effizienter Heizsysteme. Die Senkung der notwendigen Vorlauftemperaturen im Heizsystem bedeutet höhere Flexibilität bei der Auswahl des Wärmeerzeugers.
- Wärmenetze stellen eine wichtige Infrastruktur für die angestrebte Dekarbonisierung der Wärmeversorgung dar, weil damit langfristig eine Vielzahl von Versorgungsoptionen ermöglicht wird.
- Einzelne dezentrale Wärmeerzeuger werden in Zukunft aus Mangel an Alternativen in dezentral beheizten Gebäuden zu einem großen Teil Wärmepumpen sein. Der Anteil von Außenluft-Wärmepumpen sollte wegen des bei kalten Temperaturen erhöhten Stromeinsatzes und der daraus entstehenden u.U. großen Belastung des öffentlichen Stromnetzes möglichst geringgehalten werden. Vorzuziehen sind kombinierte Systeme, die für die Spitzenlast andere Energieträger nutzen, oder Wärmepumpen, die andere Wärmequellen wie Abwasser, Erdwärme oder Grundwasser verwenden.

- Mit Strom betriebene Wärmeerzeuger (Wärmepumpen) oder stromerzeugende Heizungsanlagen (BHKW) sollten netzdienlich, d. h. an den Einkaufs- und Verkaufspreisen der Strombörse orientiert, betrieben werden können. Um die dafür notwendige Flexibilität zu erreichen, müssen ausreichend dimensionierte Wärmespeicher vorgesehen werden.
- Der Verbrauch von fossilen Energieträgern oder auch Biomasse außerhalb der Heizperiode sollte bei zukünftigen Heizsystemen beispielsweise durch Nutzung von Solarenergie nach Möglichkeit vermieden werden.

Langfristig dürfte sich die Wirtschaftlichkeit innovativer Technologien wegen der durch die steigende Nachfrage sinkenden Investitionskosten und weiterer technologischer Effizienzsteigerungen verbessern. Die seit Anfang 2021 existierende Besteuerung von CO₂ wird die Umstellung der Wärmeversorgung im Sinne des Klimaschutzes beschleunigen. Die Auswirkungen des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine auf die Gas- und Heizölpreise werden eine zusätzliche Beschleunigung beim Umstieg auf erneuerbare Energiequellen bewirken.

2.3 Entwicklung des Strombedarfs

2.3.1 Wohngebäude

Im Ergebnis zeigt sich ein langfristiges Einsparpotenzial bis 2040 von ca. 35 %, das zu einer Senkung des spezifischen Strombedarfs von heute anzunehmenden 22,0 kWh/(m²_{Wfl} a) auf ca. 14,3 kWh/(m²_{Wfl} a) führen würde. Bis 2030 ist ein Einsparpotenzial von 17,5 % möglich.

Der Verbrauch an Heizstrom kann durch Umstellung auf andere Energieträger wie z. B. Fernwärme und durch ehrgeizige Effizienzmaßnahmen an der Gebäudehülle nachhaltig gesenkt werden. Für die dezentrale Trinkwarmwasserbereitung (TWW) mit Strom sollten nach Möglichkeit elektronisch geregelte Durchlauferhitzer direkt an den Zapfstellen zum Einsatz kommen. Nur bei größerem TWW-Bedarf und dicht beieinander liegenden Zapfstellen sollten Warmwasser-Boiler mit Speicher ohne Zirkulation verwendet werden.

2.3.2 Nichtwohngebäude

Bei den Nichtwohngebäuden des Sektors GHDI im Quartier hängt das Potenzial von Effizienzmaßnahmen erheblich von der konkreten Nutzung, der Verbrauchsstruktur und der Größe des Betriebs ab. Eine branchenübergreifende Studie der

Deutschen Energieagentur (DENA) kommt für **Unternehmen** in Industrie und Handwerk auf die in (Abb. 53) gezeigten maximalen Einsparpotenziale.

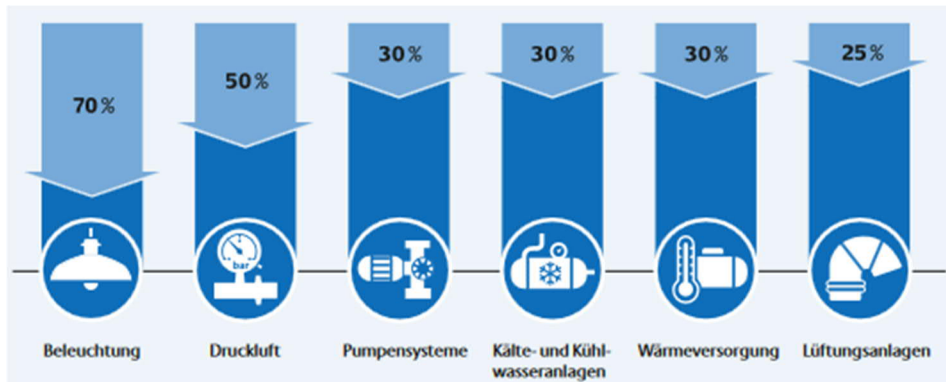


Abb. 53: Mögliche Einsparpotenziale in Unternehmen [DENA 2013]

Im **Handel** ist die Verbrauchsstruktur durch die Dominanz des Stromverbrauchs gegenüber dem Wärmeverbrauch gekennzeichnet. Im Non-Food-Bereich ist der mittlere Wärmeverbrauch nur etwa halb so hoch wie der Stromverbrauch und im reinen Lebensmittelhandel sogar nur ca. ein Drittel [DENA EHI 2015].

Die anzunehmenden Einsparpotenziale für einzelne Bereiche werden nach einer Selbsteinschätzung untersuchter Handelsunternehmen in Tab. 19 angegeben.

Tab. 19: Einsparpotenziale im Handel [DENA EHI 2015]

Bereich	Einschätzung des Einsparpotenzials	
	Food	Non-Food
Beleuchtung	10 – 50 %	10 – 30 %
Kühlung (Lebensmittel)	10 – 50 %	–
Lüftung / Klima / Wärmereückgewinnung / Regeltechnik	5 – 25 %	5 – 30 %
Energiemanagement	1 – 10 %	1 – 15 %
Mitarbeitersensibilität	3 – 5 %	3 – 10 %

Die öffentlichen Gebäude im Schulzentrum wurden detailliert betrachtet und die Entwicklung des Strombedarfes mit den Eigentümer:innen abgestimmt (siehe Kap. II, 4.2).

Die gebäudescharfe Abschätzung der Strombedarfsentwicklung der öffentlichen Gebäude im Quartier ergab im Mittel eine Steigerung des Strombedarfs von 6,6 %. Über alle im Benchmark berücksichtigten öffentlichen Gebäude im Quartier ergibt das ein Plus von rund 108,7 MWh/a.

Die Änderungen der spezifischen Strombedarfswerte pro Quadratmeter beheizter Gebäudelfläche sind für jedes Gebäude in Abb. 54 dargestellt. Die Änderungen der absoluten Strombedarfswerte sind in Abb. 55 dargestellt.

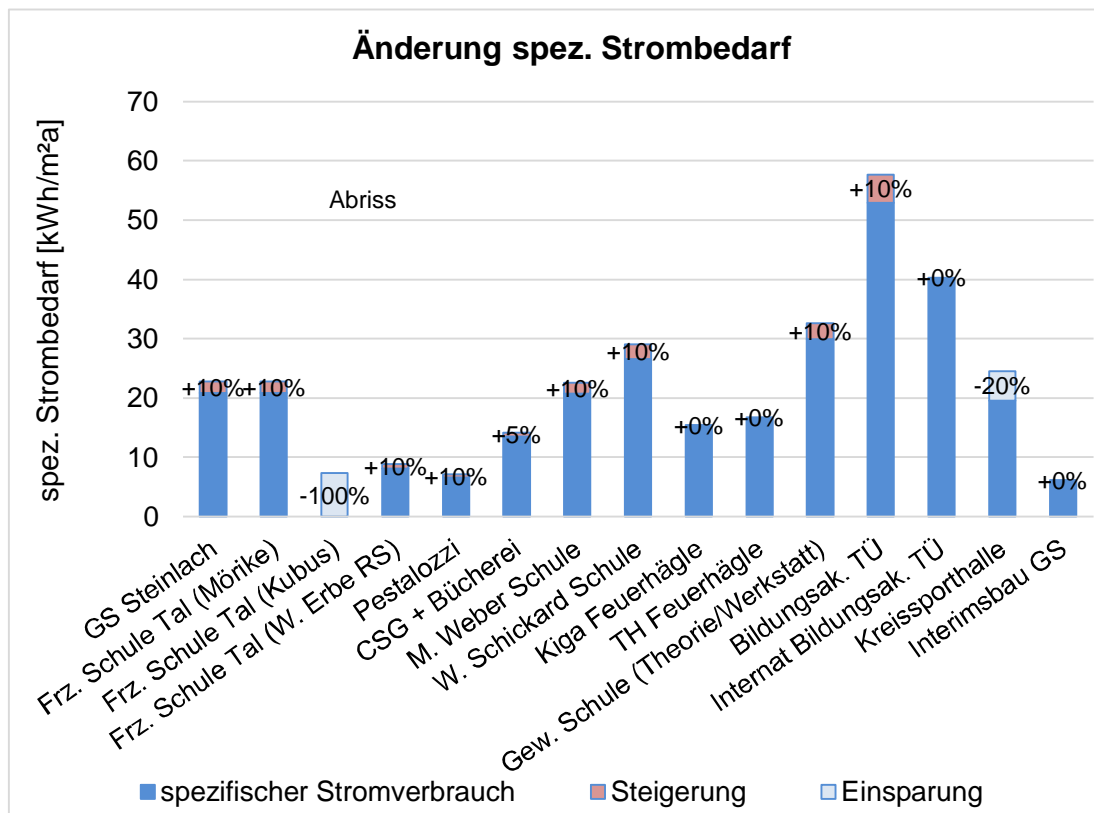


Abb. 54: spezifische Stromeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude

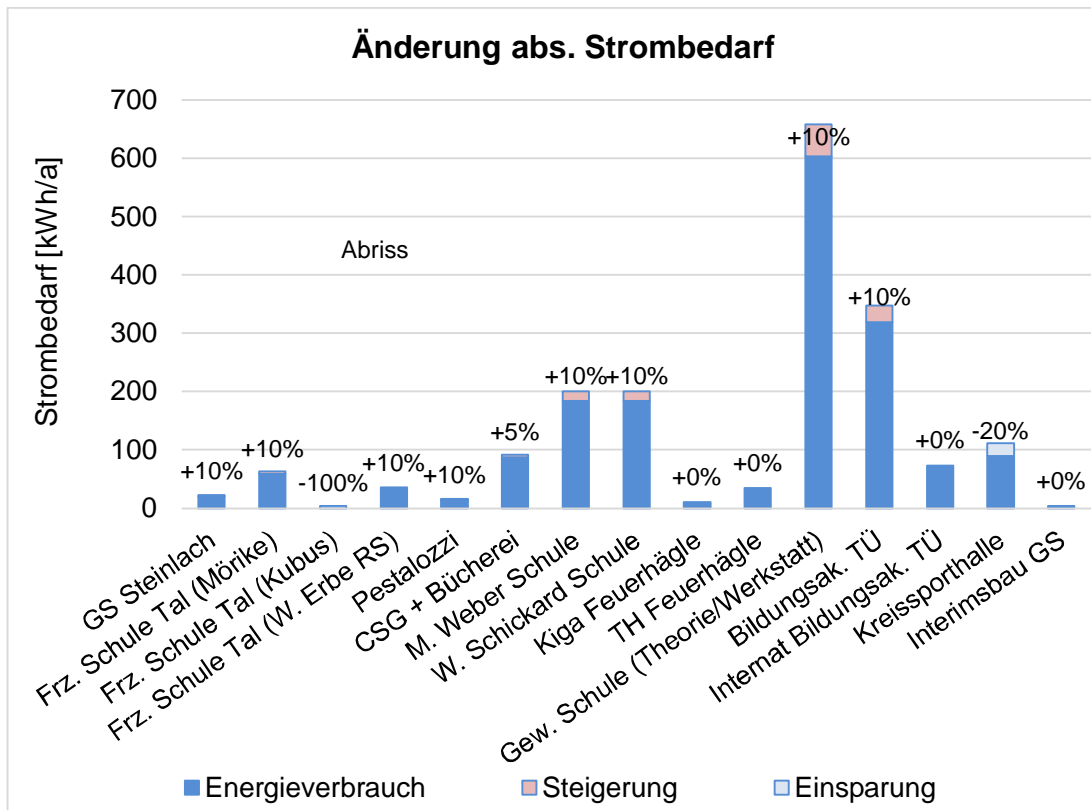


Abb. 55: absolute Stromeinsparpotenziale öffentlicher Gebäude

2.3.3 Wirtschaftlichkeit Senkung des Stromverbrauchs

In den aktuellen Informationen zu energieeffizienten Haushaltsgeräten werden die Stromkosten für den Betrieb verschieden effizienter Haushaltsgeräte verglichen. Aus dieser sehr detaillierten Aufstellung wurden beispielhaft für verbreitete Geräteklassen die jeweils ermittelten Stromkosten verwendet, um die möglichen Einsparungen den über Preisvergleichsportale entnommenen Mehrkosten als Nutzen-/Kostenverhältnis gegenüberzustellen. Die Rentabilität hängt im Einzelfall stark von der gewählten Marke oder auch der Bauart des Gerätes ab. Die in Tab. 20 dargestellten Ergebnisse stellen daher nur Anhaltspunkte für die üblicherweise gegebene Wirtschaftlichkeit energieeffizienter Haushaltsgeräte in den jeweiligen Geräteklassen dar.

Tab. 20: Wirtschaftlichkeit ausgewählter energieeffizienter Haushaltsgeräteklassen

Geräteklasse	Jährliche Einsparung Stromkosten [€]	Mehrkosten Anschaffung [€]	Nutzen/ Kosten- verhältnis
Kühl-/ Gefrierkombination	60	150	3 : 1
Waschmaschinen ohne WW-Anschluss, Front- lader, 6kg	70	150	2 : 1
Wäschetrockner (Elektro-Abluft bis Kondens- trockner mit Wärmepumpe)	120	100	1 : 1
Spülmaschinen	40	200	5 : 1

Bei der Anwendungen von Informations- und Kommunikationstechnologie in Wohn- und Nichtwohngebäuden kann davon ausgegangen werden, dass beim Ersatz älterer Geräte durch energieeffizientere Technik wegen der allgemein stabilen oder gesunkenen Anschaffungspreise die Rentabilität der Investition in der Regel gegeben ist. Hier besteht das Einsparpotenzial sowohl energetisch als auch finanziell eher in der Begrenzung der Anzahl der Geräte und im sinnvollen Einsatz.

3 Lokale Potenziale für erneuerbare Energien

3.1 Nutzung von Solarenergie

Die Abschätzung des solaren Potenzials beruht auf den Daten des [LUBW 2022].
Siehe auch Kap. III,1.2.

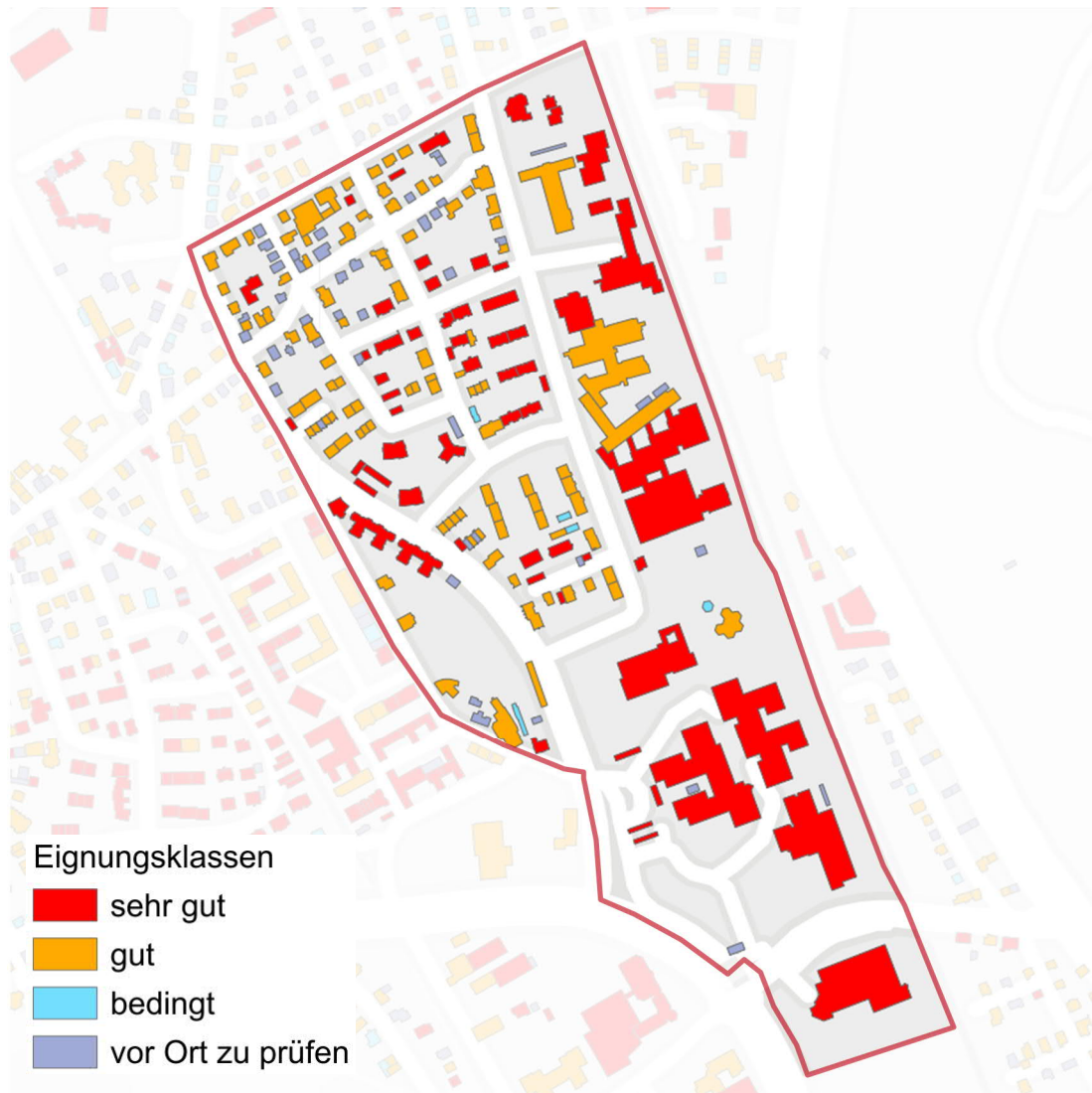


Abb. 56: Eignung von Dachflächen zur Nutzung von Solarenergie nach [LUBW 2022]

3.1.1 Solarthermie

3.1.1.1 Solarthermie in Wohngebäuden

Für die Wohngebäude im Quartier ist die Nutzung der Solarthermie zur Trinkwarmwasserbereitung oder zur Heizungsunterstützung prinzipiell interessant. Da es sich um ein Fernwärmeausbaubereich nach KWP-Tübingen handelt, ist die sinnvolle Nutzung von solarer Wärme jedoch auf die Gebäude beschränkt, die mittelfristig nicht an die Fernwärme anschließen werden.

Auf den als „bedingt geeignet“ klassifizierten Dachflächen ist die Installation solarthermischer Anlagen weniger kritisch als die von PV-Modulen (vgl. Abb. 56). Solarthermie-Kollektoren können aus technischer und wirtschaftlicher Sicht eher für im Tagesverlauf teilweise verschattete Flächen genutzt oder auch bei nicht optimaler Dachneigung u. U. ohne Aufständigung installiert werden. Nach Installation einer Solarthermieanlage mit technisch und wirtschaftlich sinnvoller Kollektorfläche können die verbleibenden Dachflächen für PV-Anlagen genutzt werden.

Für Gebäude ohne zentrale Wärmeerzeugung (z. B. Etagenheizungen) ist eine nachträgliche Installation solarthermischer Anlagen nur im Rahmen einer Generalsanierung mit Umstellung auf eine Zentralheizung möglich.

Im Quartier gab es zum Zeitpunkt der Begehung (6/2022) auf 22 Gebäuden thermische Solaranlagen mit etwa 70 Modulen und 161 m² Kollektorfläche. Damit wird derzeit ein Beitrag von rund 40 MWh/a zum Wärmebedarf des Quartiers geleistet.

Insgesamt wurde anhand der Gebäudenutzung, der solar geeigneten Dachflächen und unter Berücksichtigung der zukünftigen Energieträgerstruktur ein **Potenzial für eine solare Wärmenutzung von 300 MWh/a ermittelt. Damit ist das vorhandene Potenzial bisher erst zu etwa 13,5 % ausgeschöpft.**

3.1.1.2 Solarthermie in kommunalen Gebäuden, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

Heizwärme und Trinkwarmwasser

Am sinnvollsten werden solarthermische Anlagen zur Heizungsunterstützung in energieeffizienten Neubauten oder entsprechend sanierten Gebäuden mit ganzjährigem Wärmebedarf (Heizwärme und Trinkwarmwasser) verwendet. In Verbindung mit anderen Wärmeerzeugern wie Wärmepumpen oder Biomassekesseln kann die Solarthermie einen technisch und wirtschaftlich sinnvollen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Da in den Schulgebäuden des Quartiers kein ganzjähriger Warmwasserbedarf herrscht, kommt eine solare Wärmeerzeugung daher höchstens

für die Turnhallen in Frage. Da die gesamte Schulschiene jedoch an die Fernwärme der Stadtwerke Tübingen angeschlossen werden soll, wurde diesbezüglich keine solare Wärmeerzeugung angenommen.

Prozesswärme

Nach Auswertung mehrerer Studien zur Struktur des Wärmebedarfs der Industrie in Deutschland und daraus abgeleiteter Branchenenergiekonzepte sind vor allem Betriebe der chemischen Industrie sowie der Lebensmittel- und Getränkeherstellung für die Nutzung solarer Prozesswärme interessant [SOPREN 2011]. Im Untersuchungsgebiet existieren jedoch keine solchen Betriebe.

Solares Kühlen

Die Nutzung der Solarthermie in Verbindung mit Sorptionskälteanlagen steht bei den gegenwärtigen Randbedingungen in starker technischer und wirtschaftlicher Konkurrenz mit von lokal erzeugtem PV-Strom betriebenen Kompressionskältemaschinen.

Bei Objekten mit Nah-/Fernwärmeversorgung stellt die Nutzung des Wärmenetzes als Energiequelle für Sorptionskälteanlagen i. d. R. die technisch und wirtschaftlich sinnvollere Lösung dar.

3.1.1.3 Wirtschaftlichkeit solarthermischer Anlagen

Für die Wirtschaftlichkeit solarthermischer Anlagen sind grundsätzlich folgende Voraussetzungen zu nennen:

- Substitution verhältnismäßig teurer Energieträger durch Solarenergie
- Installation im Zuge einer fälligen Sanierung der zentralen Heizungsanlage oder zumindest des Speichers
- Verwendung für Trinkwarmwasser und Heizungsunterstützung (Kombianlage)
- Günstige räumliche Gegebenheiten vor Ort (zusammenhängende, unverschattete Dachflächen mit günstiger Orientierung, günstiger Leitungsverlauf vom Dach zum Speicher, optimale Größe des Speichers)
- Inanspruchnahme von Fördermitteln

Über die Rentabilität solarthermischer Anlagen ist wegen der speziellen Auslegung auf die jeweiligen Verhältnisse keine pauschale Aussage zu treffen. Üblicherweise können Solaranlagen 25 Jahre und mehr betrieben werden. In dieser Zeit können z. B. für einen Haushalt je nach Größe der Anlage 50–60 % der Energie für Trinkwarmwasser durch Solarenergie ersetzt werden. Bei Kombianlagen sind das im Mittel 20 % des gesamten Wärmebedarfs für Heizung und Trinkwarmwasser. Je höher die Bezugspreise des substituierten Energieträgers und je besser die

Anlagenkonfiguration auf die jeweiligen Verhältnisse angepasst wurde, desto wirtschaftlicher ist die Solaranlage.

3.1.2 Photovoltaik

3.1.2.1 Technisches Potenzial im Untersuchungsgebiet

Auf den Gebäuden im Schulzentrum sind derzeit etwa 1.790 PV-Module mit rund 3.050 m² Kollektorfläche verbaut, die rund 307 MWh/a Strom erzeugen. Der Großteil der installierten Anlagen ist jedoch nicht im Besitz der Gebäudeeigentümer:innen sondern steht auf verpachteten Flächen und speist komplett ins öffentliche Stromnetz ein. Nur rund 3,55 MWh/a werden selbst in den Gebäuden genutzt.

Auf den restlichen Wohn- und Nichtwohngebäuden des Quartiers sind derzeit 87 Module mit rund 148 m² Kollektorfläche installiert. Dabei werden rund 14,2 MWh/a an Strom erzeugt. Davon fließen mit 5,3 MWh/a rund 37 % der erzeugten Strommenge in die Eigenstromnutzung.

Das **gesamte Ausbaupotenzial für Photovoltaikstrom-Erzeugung** beträgt im Untersuchungsgebiet, unter Berücksichtigung der Flächen für solare Wärmezeugung (vgl. Kap. III, 3.1.1) und nach Berücksichtigung bestehender Anlagen etwa 5.680 MWh/a. **Insgesamt könnte im Quartier 6.050 MWh/a PV-Strom erzeugt werden. Davon könnten rund 990 MWh/a in die Eigenstromnutzung fließen.**

Für die Wohn- und Nichtwohngebäude außerhalb des Schulzentrums beträgt das **Ausbaupotenzial rund 23.000 m²**. Damit sind derzeit etwa 0,6 % des Flächenpotenzials ausgenutzt. Insgesamt könnten **rund 170 MWh/a Strom für die Eigennutzung** in diesen Gebäuden im Quartier erzeugt werden.

Für das Schulzentrum wurde die Annahme getroffen, dass die bestehenden Pachtverträge nicht verlängert werden, nach ihrem Auslaufen die PV-Anlagen durch neue ersetzt werden und/oder dabei zusätzlich die gesamte Dachfläche ausgenutzt wird. Dabei entsteht potenziell auf den Bestandsgebäuden sowie den geplanten Neubauten eine **zusätzliche PV-Fläche von insgesamt 17.050 m²**. Dadurch könnten im Schulzentrum **insgesamt rund 2.800 MWh/a** an PV-Strom erzeugt werden von dem **rund 820 MWh/a in die Eigennutzung** fließen könnte.

3.1.2.2 Einsatz von Batteriespeichern

Mit Stromspeichern in Verbindung mit PV werden i. d. R. folgende Ziele verfolgt:

- Nutzung des selbsterzeugten Solarstroms in Zeiten ohne PV-Strom-Erzeugung (nachts) zur Erhöhung des Eigennutzungsgrades und der Wirtschaftlichkeit

- Erhöhung des Autarkiegrades (Grad der solaren Abdeckung des gesamten jährlichen Strombedarfes)
- Abfangen der Mittagslastspitzen von PV-Anlagen und den damit verbundenen Kosten des Netzbetreibers für die Regelung der Netzstrommengen

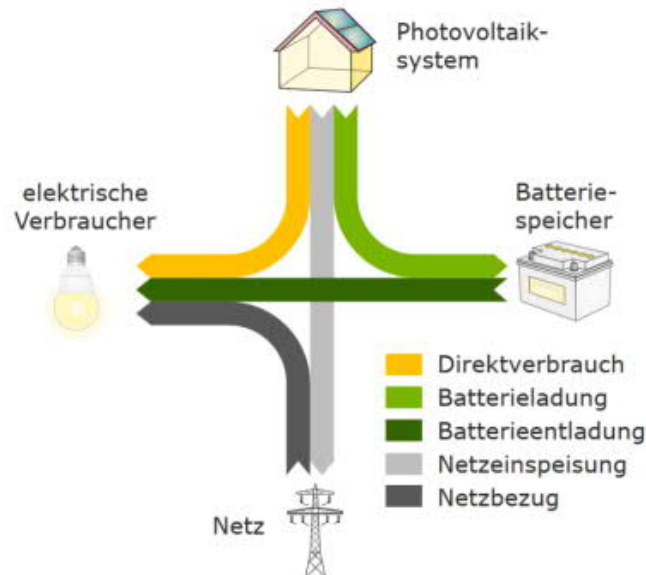


Abb. 57: Prinzip eines netzgekoppelten PV-Systems mit Speicher [HTW Solar 2015]

Zum Erreichen dieser Ziele wird die tagsüber produzierte Strommenge, die nicht direkt verbraucht werden kann, gespeichert, um in den Zeiten ohne ausreichende Stromerzeugung verbraucht zu werden. Lediglich Überschüsse in der Produktion, die nicht verbraucht oder gespeichert werden können, werden in das öffentliche Netz eingespeist. Die Verbraucher decken dann ihren Strombedarf vorrangig über die PV-Anlage und die Batterie, bevor Netzstrom bezogen wird (vgl. Abb. 57).

Sowohl der Autarkiegrad als auch der Eigennutzungsgrad und damit die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage hängen vom Jahresverlauf der Stromerzeugung durch die PV-Anlage und dem Lastprofil der angeschlossenen Verbraucher ab. Allgemein gilt: eine kleine PV-Anlage zusammen mit einem großen Strombedarf bedeutet einen großen Eigennutzungsgrad und eine gute Wirtschaftlichkeit. Eine große PV-Anlage zusammen mit einem kleinen Bedarf bedeutet hingegen einen großen Autarkiegrad, jedoch eine schlechtere Wirtschaftlichkeit. Beide Werte stehen sich somit entgegen, lassen sich jedoch durch den Einsatz eines Batteriespeichers verbessern. Der Speicherauslegung liegt die Frage zugrunde, in welche Richtung mehr optimiert werden soll.

In der Wohnnutzung ist der Eigennutzungsgrad aufgrund der zeitlichen Abweichung von Erzeugung und Verbrauch in der Regel begrenzt. Das hat sich zwar seit der von SARS-CoV-2 ausgelösten COVID-19-Pandemie im Jahr 2020 leicht geändert, da

durch vermehrtes Home-Office in Wohngebäuden mehr Strom in den Mittagsstunden benötigt wird. Dennoch kann der Eigennutzungsgrad durch den Einsatz eines Stromspeichers weiter gesteigert werden.

In Nichtwohngebäuden bestehen wegen des im Allgemeinen tagsüber anfallenden Strombedarfs und des mit der saisonalen Erzeugung des Solarstroms zusammenfallenden Kühlbedarfs auch ohne Batteriespeicher gute Voraussetzungen für die Stromerzeugung mit hohem Eigennutzungsgrad. Neben einer weiteren Verbesserung des Eigenverbrauchsanteils kann ein Stromspeicher spezielle Anforderungen an die Autarkie (z. B. für unterbrechungsfreie Stromversorgung) erfüllen und zur Vermeidung von Lastspitzen beitragen.

Solarbatterien boomen exponentiell

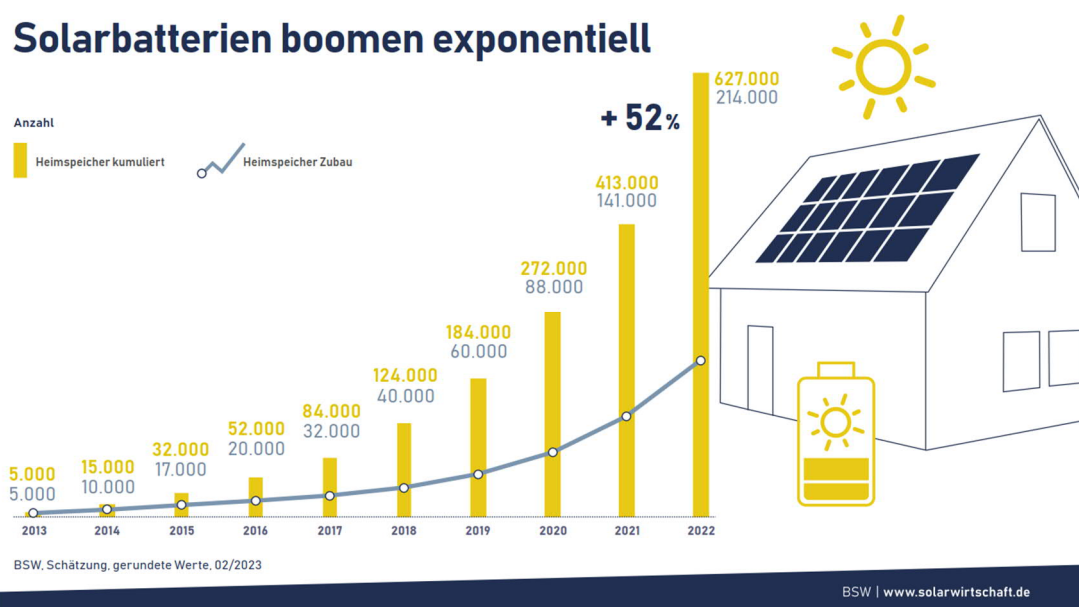


Abb. 58: Marktsituation Solar-Batteriespeicher [BSW 02/2023]

Aufgrund der in den letzten Jahren stark gesunkenen Anschaffungskosten für Batteriespeicher werden Investitionen in Stromspeicher wirtschaftlich zunehmend interessant. Die Sorge vor fehlender Versorgungssicherheit seit dem russischen Angriffskrieg auf die Ukraine hat den Absatz von Solar-Batteriespeicher zusätzlich verstärkt (vgl. Abb. 58).

Fazit

Photovoltaikanlagen in Verbindung mit Batteriespeichern können eine technisch, wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Maßnahme sein, deren Realisierbarkeit jedoch immer am konkreten Objekt unter Beachtung aller Rahmenbedingungen geprüft werden muss.

3.1.2.3 Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen

Unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen hängt die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen in starkem Maße davon ab, wieviel des erzeugten Stroms selbst verbraucht werden kann – also nicht mehr aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen werden muss. Vor allem Nichtwohngebäude mit Strombedarf zum Zeitpunkt der Stromerzeugung durch PV-Anlagen sind hier zu nennen. Beispiele dafür im Quartier sind die Werkräume der Beruflichen Schulen und des Bildungszentrums der Handwerkskammer Reutlingen. Wohngebäude haben aufgrund anderer Nutzungszeiten einen geringeren Eigennutzungsgrad als Industrie, Handel und Gewerbe. Ohne Mieterstrommodelle oder evtl. eingesetzter Batteriespeicher ist dieser Anteil hauptsächlich deswegen gering, weil nur tagsüber Strom erzeugt wird, dann jedoch üblicherweise weniger Strombedarf besteht.

Der aus PV-Anlagen in das öffentliche Stromnetz eingespeiste Strom wird nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet und trägt zur Rentabilität bei.

In Tab. 21 sind die für eine angenommene Anlage mit ca. 50 m² Kollektorfläche und etwa 6 kW_p, Ausrichtung nach Süden und einer Neigung von 30° am Standort Derendingen voraussichtlich zu erwartenden Gewinne nach 20 Jahren Nutzungsdauer dargestellt¹¹.

Tab. 21: Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen in Abhängigkeit von Nutzung und Eigenbedarf

Gebäude-/ Nutzungstyp	Gesparte Stromkosten nach 20 Jahren [€]	Staatl. Vergütung nach 20 Jahren [€]	Investition [€]	Laufende Kosten ¹² in 20 Jahren [€]	Gewinn nach 20 Jahren [€]
Wohngebäude (EFH), 2.500 – 3.500 kWh/a Haushaltsstrom	9.555	26.222	18.073	10.941	6.763
Wohngebäude (MFH), 7.500 – 10.000 kWh/a Allgemeinstrom	24.837	23.416	18.073	14.316	15.864
Nichtwohngebäude, über 10.000 kWh/a Nutzungsstrom	59.627	17.027	18.073	15.718	43.863

Der Anteil des selbst genutzten Stroms erhöht sich bei Anlagen mit Ost-/Westausrichtung, weil sich der zeitliche Verlauf der Stromerzeugung dann besser über den Tag verteilt. Je nach den baulichen Gegebenheiten vor Ort ist in Abstimmung mit den Interessen des Betreibers der PV-Anlage die wirtschaftlich beste Lösung zu ermitteln.

¹¹ PV-Rechner auf: <https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik-rechner> (abgerufen 3/2023)

¹² Betriebs- und Finanzierungskosten inkl. Steuern und Abgaben

3.2 Geothermie und Grundwasserwärme

Im Kommunalen Wärmeplan Tübingen wurde das geothermische Potenzial der Universitätsstadt untersucht. Zentrale Aussagen, die auch für das Quartier Derendingen-Ost relevant sind, waren:

- In Verbindung mit Wärmepumpen stellen Erdwärmesonden (EWS) eine Wärmequelle dar
- In Tübingen gilt das jedoch zumeist nur für die höheren Lagen
- In Tal- und Hanglagen und damit auch im Steinlachtal gelten zum Teil Bohrtiefenbeschränkungen und es herrschen dort schwierige geologische Verhältnisse.

Die genannten Hemmnisse führen auch bei dem Informationssystem oberflächennaher Geothermie Baden-Württemberg – kurz ISONG¹³ von Igrb-bw – zu einer Bewertung des Quartiersgebietes mit einer geringeren Effizienz für geothermische Nutzungen (vgl. Abb. 59).

¹³ <https://isong.lgrb-bw.de/>; abgerufen 03/2023

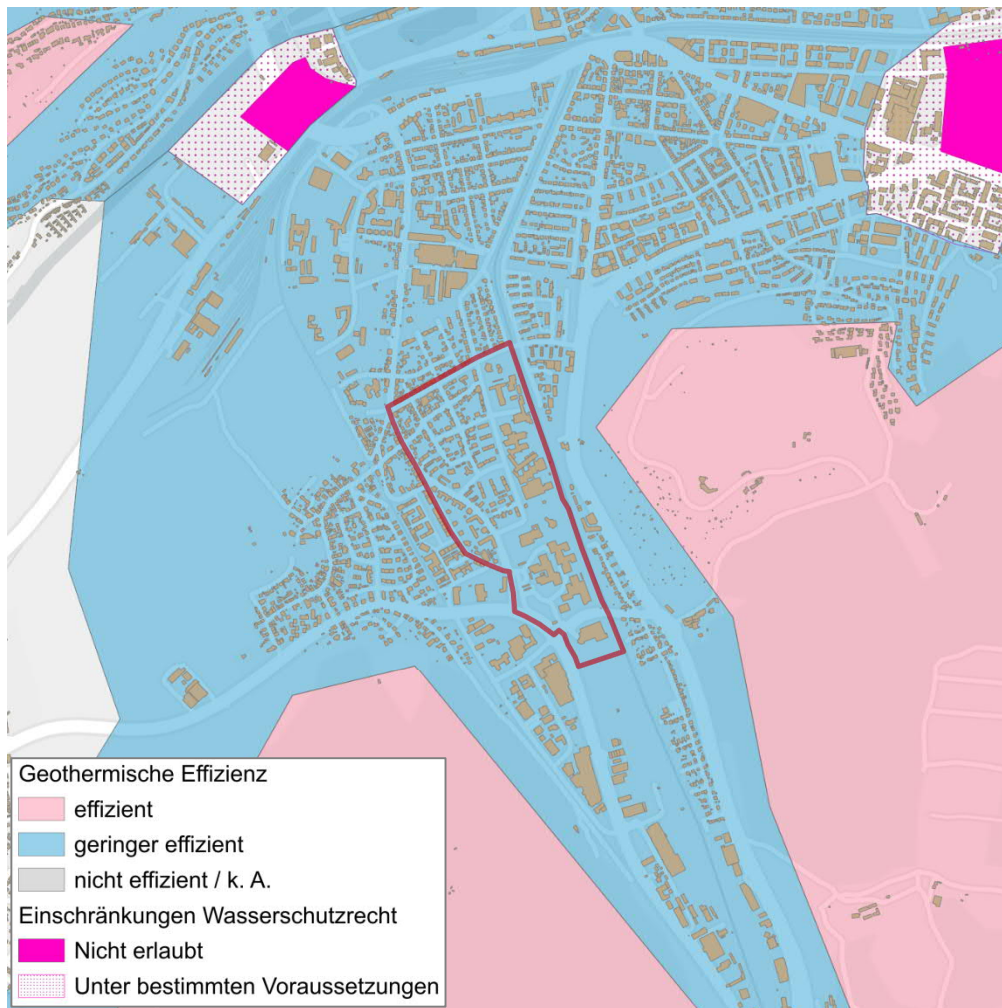


Abb. 59: Auszug Karte Geothermie-Potenzial KWP-Tübingen, nach ISONG¹⁴

Die Bohrtiefenbeschränkung verhindert in der Regel die Nutzung von Erdwärme in wenigen Metern Tiefe nicht. Dies stellt gegebenenfalls eine Option für Gebiete oder Liegenschaften mit genügend Freifläche zur Installation der notwendigen Kollektoren im Erdreich dar. Zumeist gilt dies jedoch für Neubauten, im Bestand ist eine Nachrüstung solcher Anlagen mit vielen Herausforderungen verbunden.

Das macht die Nutzung von Geothermie zum Beispiel durch Wärmesonden im Quartier nicht unmöglich – zeigt jedoch, dass das genaue Potenzial von mehreren Faktoren abhängt:

- individuelle wirtschaftliche und technische Voraussetzungen der Liegenschaft

¹⁴ <https://isong.lgrb-bw.de/>; abgerufen 03/2023

- Vorhandensein weiterer Sonden in unmittelbarer Nähe zu denen auf der betrachteten Liegenschaft
- Einsatz von Regeneration außerhalb der Heizperiode, zum Beispiel durch Kühlung

Letztlich kann das genaue Potenzial für Geothermie in den Liegenschaften des Quartiers nur durch Probebohrungen ermittelt werden.

Da das Quartier zudem ein Fernwärmeeignungsgebiet ist, steht die Nutzung von Geothermie zur dezentralen Wärmeversorgung in Konkurrenz zur Fernwärmeversorgung der Gebäude.

3.3 Holzverbrennung

Im Kommunalen Wärmeplan Tübingen werden die lokalen Potenziale Tübingens aus Waldholz, der Landschaftspflege oder auch dem Altholzaufkommen auf insgesamt ca. 20 GWh/a geschätzt. Diese Potenziale werden umfangreicherer Holznutzung zur Wärmegewinnung bei Weitem nicht ausreichen und werden zudem bereits verwendet.

Die Verwendung von Holz zur Wärmegewinnung hängt somit von der überregionalen Verfügbarkeit von Holz ab. Angebot und Nachfrage auf dem Markt werden letztlich bestimmen, ob Holz als Energieträger wirtschaftlich einsetzbar ist.

Nach Wunsch der Stadt Tübingen soll Holz jedoch keinen wachsenden Anteil in der dezentralen Beheizung einzelner Gebäude erhalten, sondern höchstens in Wärmenetzen zum Einsatz kommen. Der Bezug von größeren Mengen findet bereits heute aus einem überregionalen Markt statt.

3.4 Synergieeffekte

Mögliche Synergieeffekte zwischen einzelnen Energieerzeugern und -verbrauchern können prinzipiell auf mehrere Arten genutzt werden:

- Ausgleich von Energieüberschüssen in Form von Wärme-, Kälte- und Stromlieferungen,
- Lokale Verteilung von Abfällen oder Reststoffen zur Energieerzeugung oder zum Recycling und
- Nutzung fremder Flächen zur Energiegewinnung, z. B. Dachflächen für PV-Anlagen.

Neben dem Wunsch nach unabhängiger Planung der jeweiligen Betreiber stellen juristische Anforderungen hinsichtlich grundstücksübergreifender Energielieferungen i. d. R. für einzelne Akteure einen zu großen administrativen Aufwand dar. Die Stadtwerke können an dieser Stelle als verbindender Partner eine wichtige Rolle spielen. Die Zusammenarbeit mit einem etablierten Energieversorgungsunternehmen, das langfristig im Gebiet präsent ist, würde – das wirtschaftliche Interesse der Stadtwerke vorausgesetzt – den jeweiligen Akteuren die Mitwirkung erleichtern oder überhaupt erst ermöglichen.

3.5 Eigene Stromerzeugung und Mieterstrommodelle

Der Begriff Mieterstrom steht für Strom, der in dezentralen Stromerzeugungsanlagen (z. B. PV- oder KWK-Anlagen) erzeugt wird und direkt, also nicht über das öffentliche Stromnetz, an Mieter in Mehrfamilienhäusern oder gewerblichen Gebäuden geliefert wird. Es handelt sich dabei um eine Form von Direktvermarktung für eine sehr verbrauchernahe Stromerzeugung. Der nicht benötigte überschüssige Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist. Der Teil des Strombedarfs, der von der Anlage nicht gedeckt werden kann, wird aus dem öffentlichen Netz bezogen. Bei Ausfall der Anlage wird die Stromversorgung durch das öffentliche Stromnetz abgedeckt.

Für den Erzeuger ergeben sich dabei Kostenvorteile. Zwar erhält er keine Einspeisevergütung für den Strom, da er nicht ins Netz eingespeist wird. Jedoch entfallen auf den direkt vermarkteten Strom auch weniger Abgaben: so fallen das Netzentgelt, die netzseitigen Umlagen, die Stromsteuer und die Konzessionsabgabe weg. Zusätzlich wird Mieterstrom aus PV-Anlagen bis maximal 100 kWp gefördert.

Auch die Verbraucher:innen in Mieterstrommodellen profitieren von diesen Kostenvorteilen: Der selbsterzeugte Strom kann vom Produzenten billiger angeboten werden als durch die Stromanbieter im öffentlichen Netz.

Wegen der zu garantierenden Wahlfreiheit dürfen Mieter nicht gezwungen werden, sich an einem Mieterstrommodell zu beteiligen. Sie müssen durch ein entsprechend attraktives Angebot vom Vorteil des Mieterstroms überzeugt werden. Es muss sichergestellt werden, dass diejenigen Mieter, die sich nicht am Mieterstrommodell beteiligen, diskriminierungsfrei und ohne zusätzliche Kosten von einem Energieversorgungsunternehmen ihrer Wahl beliefert werden können.

Der Produzent wird beim Mieterstrommodell zum Versorger mit entsprechenden Verpflichtungen. Zusammen mit dem erhöhten Mehraufwand durch die Vermarktung des Stroms ergibt sich dadurch eine Hürde für den Einstieg in das Mieterstrommodell. Etablierte Energieversorger wie die kommunalen Stadtwerke bieten sich

deshalb als Partner mit dem nötigen Knowhow und den vorhandenen Verwaltungsstrukturen für ein Energieliefer-Contracting mit Mieterstrom an. In diesem Fall entfällt für den Verbraucher der Aufwand des Betriebs der Anlage.

Die Stadtwerke Tübingen bringen bereits Erfahrungen auf dem Gebiet der Mieterstrommodelle mit und eignen sich als kompetente Partner für den Ausbau dieses Geschäftsfeldes.

4 Fernwärmeversorgung

4.1 Fernwärmenetzausbau im Quartier

Um die Anzahl der Anschlüsse von Gebäuden an die Tübinger Fernwärme zukünftig noch weiter erhöhen zu können und die Wärmeversorgung noch klimafreundlicher zu gestalten ist der weitere Ausbau von Wärmenetzleitungen und Erzeugungsanlagen erforderlich. die Strategie der Stadtwerke Tübingen (swt) konzentriert sich beim Fernwärmeausbau in den kommenden fünf Jahren auf zwei Schwerpunkte:

- 1) den Bau von Erzeugungsanlagen, für die Energieerzeugung aus regenerativen Energiequellen, um die Umweltwirksamkeit der Fernwärme sukzessive zu verbessern und
- 2) den Netzausbau mit Fernwärmeleitungen entlang strategisch wichtiger Hauptentwicklungsachsen, die die künftigen Erzeugungsanlagen verbinden sollen.

Mit diesen Hauptentwicklungsachsen schaffen die swt in den nächsten fünf Jahren zunächst die leitungstechnische und infrastrukturelle Basis im Wärmenetz, um danach weitere Gebiete in der Fläche zu erschließen.

Im Gebiet des iQK Derendingen wird in den kommenden drei Jahren eine solche Fernwärme-Hauptentwicklungsachse entlang der Primus-Truber-Straße realisiert. Hier besteht nach detaillierter Prüfung und in Abhängigkeit des aktuellen Baufortschrittes für Gebäude, die direkt an die Primus-Truber-Straße angrenzen, grundsätzlich die Möglichkeit einen Hausanschluss an die Fernwärme zu erstellen.

Diese Strategie der Stadtwerke Tübingen findet sich im Kommunalen Wärmeplan Tübingen (KWP). Dort werden Netzgebiete mit den Namen „Derendingen Ost“ und „Schulschiene Derendingen“ definiert (siehe Abb. 60). Für jedes Netzgebiet werden dort Angaben für die Anschlussquoten an die Fernwärme im Zielzustand gemacht. Allgemein werden in Fernwärmegebieten möglichst hohe Anschlussquoten angestrebt, da dies die Wirtschaftlichkeit verbessert. In der Regel ist allerdings keine Anschlussquote von 100 % erreichbar, da einige Gebäude aus technischen Gründen nicht angeschlossen werden können, andere hingegen sich für eine anderweitig nachhaltige Wärmelösung entscheiden.

Für das vorliegende Quartierskonzept wurden die Angaben zu den Anschlussquoten aus dem Zielszenario des KWP übernommen. Demnach wurde angesetzt, dass die Schulschiene Derendingen nach 2030 vollständig an die Fernwärme angeschlossen ist, während im Gebiet Derendingen Ost der Anschluss der Gebäude frühestens 2027 beginnt und erst nach 2030 den Zielwert von 60 % Anschlussquote erreicht.

Bis 2030 wurde eine anteilige, linear über die Jahre nach 2027 verteilte Anschlussquote für Derendingen Ost angesetzt.

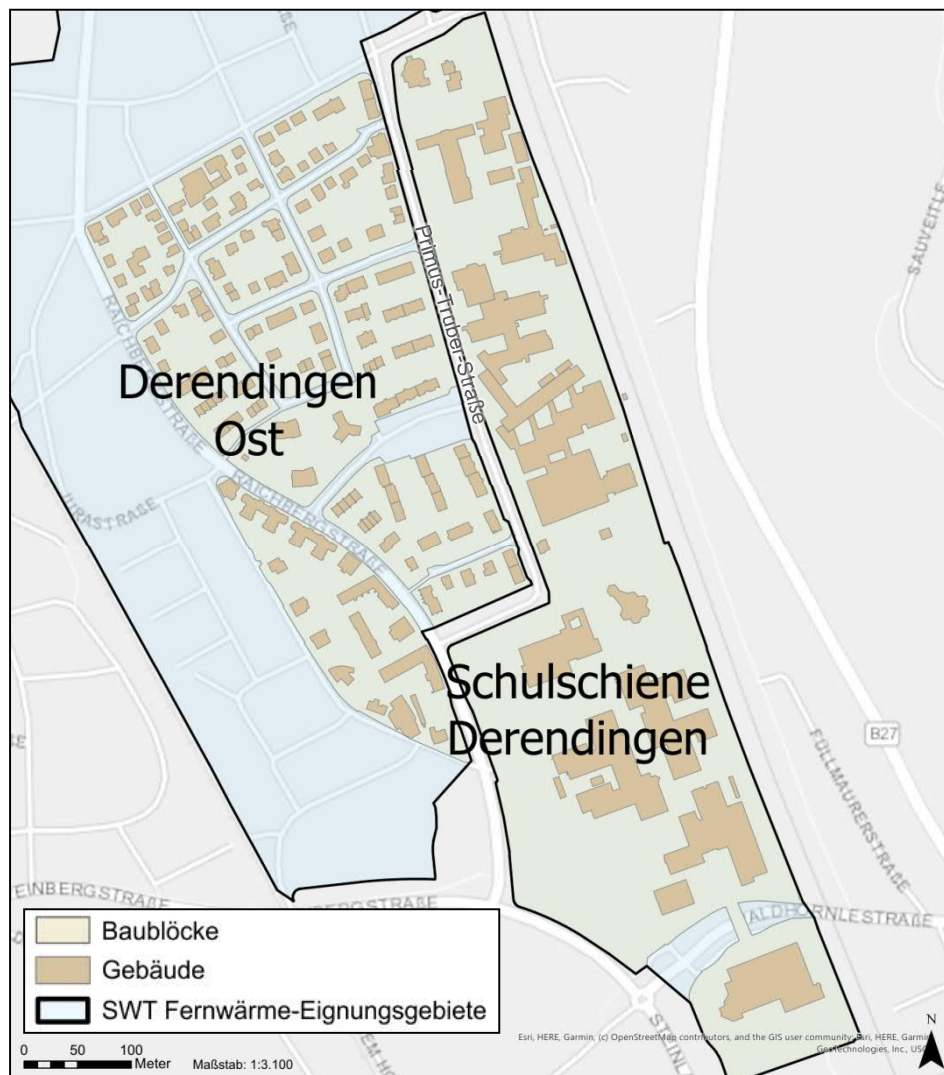


Abb. 60: Fernwärme-Eignungsgebiete Derendingen-Ost und Schulschiene Derendingen

Mit den angesetzten Anschlussquoten ergeben sich für die Fernwärme folgende Endenergiemengen für Heizwärme und Trinkwarmwassererzeugung im Quartiersgebiet:

2030	2040
6,13 GWh/a	8,42 GWh/a

4.2 Anbindung an das bestehende Wärmenetz

Das Quartier Derendingen-Ost soll vom Hechinger-Eck im Nord-Osten des Quartiers aus über die Heinenstraße an den Fernwärmeverbund-Süd der Stadtwerke Tübingen angeschlossen werden.

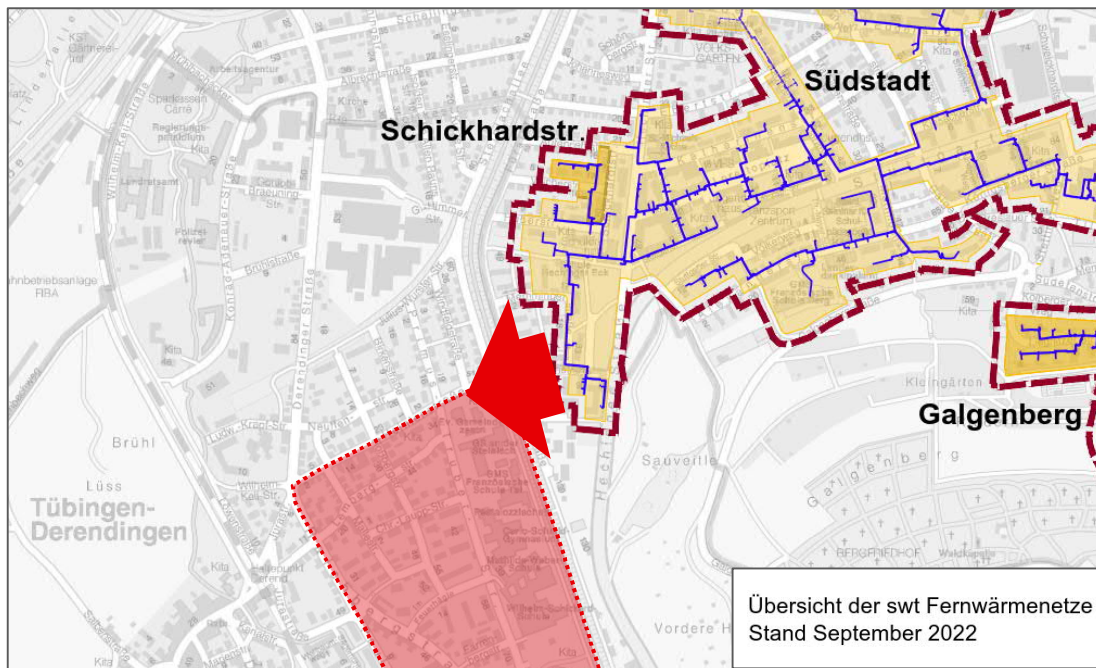


Abb. 61: Anbindung des Quartiers an den Fernwärmenetzverbund Südstadt, nach „Übersicht der swt Fernwärmenetze Stand September 2022“ (Quelle: www.swtue.de)

5 Bilanzierung der Potenziale im Quartier

Im Folgenden werden die oben diskutierten Potenziale in den verschiedenen Nutzungssektoren und Handlungsfeldern zusammengefasst. Dabei wird das Potenzial einzelner Handlungsfelder in den Bereichen Heizwärme und Strom durch Einsparung und Umstellung auf erneuerbare Energien diskutiert.

Die folgende Tabelle zeigt die jeweiligen Einsparpotenziale pro Handlungsfeld bezogen auf den Ist-Zustand des Gesamtenergiebedarfs sowie die aus der Kombination aller Maßnahmen entstehende effektive Einsparung nach Berücksichtigung von Wechselwirkungen.

Tab. 22: Maßnahmen/Entwicklungsszenarien mit ihren Einsparpotenzialen bis 2040

Maßnahme / Entwicklungsszenario	Senkung Endenergie	Senkung Primär-energie	Einsparung CO ₂ -Emissionen
Sanierung Gebäudehülle: Energetische Verbesserung der Gebäudehülle im Bestand	27 %	27 %	27 %
Einsparung Strom: Stromsparmaßnahmen in allen Sektoren	3 %	6 %	6 %
Einsparung Strom + Ausbau PV: Nutzung der Solarenergie (Photovoltaik) und Eigenverbrauch des erzeugten Stroms	3 %	17 %	19 %
Gesamt bis 2030¹⁵: Sanierung Hülle, Umstellung Energieträger, Einsparung Strom und Ausbau PV, inkl. Umweltfaktoren in 2030	15 %	39 %	45 %
Gesamt bis 2040¹⁶: resultierende Einsparung bei Kombination aller Maßnahmen und Umweltfaktoren in 2040	29 %	86 %	85 %

5.1 Senkung des Endenergiebedarfs

Den größten Anteil am Potenzial zur Einsparung von Endenergie (27 %) haben Maßnahmen zur Verringerung des Heizwärmebedarfs. Solange diese Einsparungen jedoch nicht in Verbindung mit einer Umstellung auf nachhaltige Heizungssysteme, Fernwärme und erneuerbare Energien zur Stromerzeugung erreicht werden, sind

¹⁵ Unter Verwendung der Primärenergiefaktoren und CO₂-Faktoren für 2030

¹⁶ Unter Verwendung der Primärenergiefaktoren und CO₂-Faktoren für 2040

die Einspareffekte bei der Primärenergie und den THG-Emissionen nicht ausreichend.

Das Potenzial zur Senkung des Strombedarfs von 3 % ergibt sich aus Maßnahmen zur Stromeinsparung. Der Einspareffekt wird durch den vor allem im Schulzentrum erwarteten Anstieg des Strombedarfs konterkariert und dadurch stark reduziert. Die zusätzliche Nutzung selbst erzeugten Stroms aus Photovoltaik („Einsparung Strom + Ausbau PV“) stellt zwar per se kein Einsparpotenzial dar, jedoch verändert sich dadurch die Zusammensetzung des Endenergiebedarfes, was großen Einfluss auf den Primärenergieverbrauch und die THG-Emissionen hat.

Bei Kombination aller Maßnahmen bis 2030 und Berücksichtigung der bestehenden Wechselwirkungen zwischen den Handlungsfeldern besteht ein effektives **Gesamtpotenzial zur Verringerung des Endenergiebedarfes von 15 %**. Bis 2040 besteht ein **Gesamtpotenzial von 29 %**.

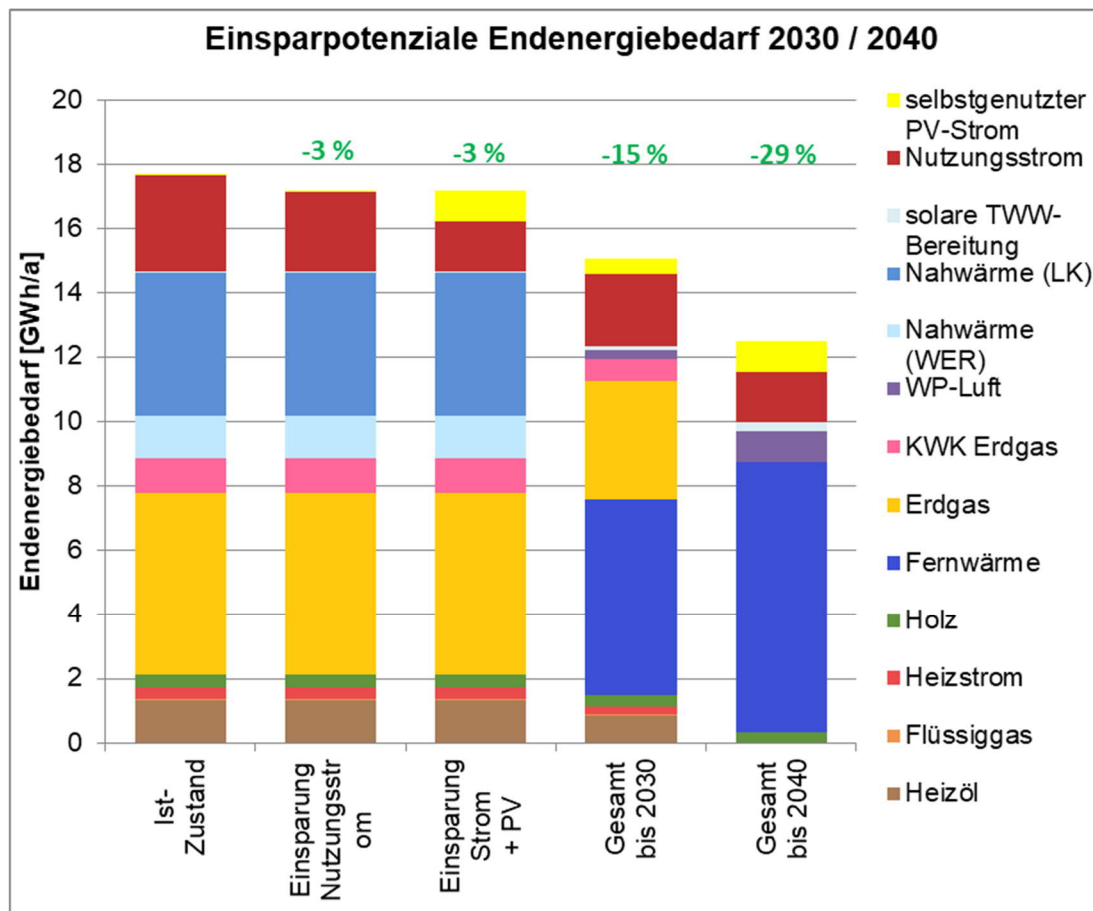


Abb. 62: Einsparpotenziale an Endenergie bis 2040

5.2 Senkung des Primärenergiebedarfs

Das Potenzial zur Senkung des Primärenergiebedarfs aus der Stromnutzung mit insgesamt 6 % ergibt sich aus Maßnahmen zur Stromersparung („Einsparung Nutzungsstrom“). Gemeinsam mit der zusätzlichen Nutzung selbst erzeugten Stroms aus Photovoltaik („Einsparung Strom + Ausbau PV“) ergibt sich eine Primärenergieeinsparung von 17 %.

Bei Kombination aller Maßnahmen bis 2030 und Berücksichtigung der bestehenden Wechselwirkungen zwischen den Handlungsfeldern sowie der bis dahin angenommenen Entwicklung der Umweltfaktoren (vgl. Parameter der Bilanzierung der Umweltwirkung im Anhang 1) besteht ein effektives **Gesamtpotenzial zur Verringerung des Primärenergiebedarfs von 45 %**. Mit heutigen Primärenergiefaktoren beträgt es 22 %. **Bis 2040 besteht ein Gesamtpotenzial von 86 %**. Mit heutigen Primärenergiefaktoren beträgt es bis 2040 56 %.

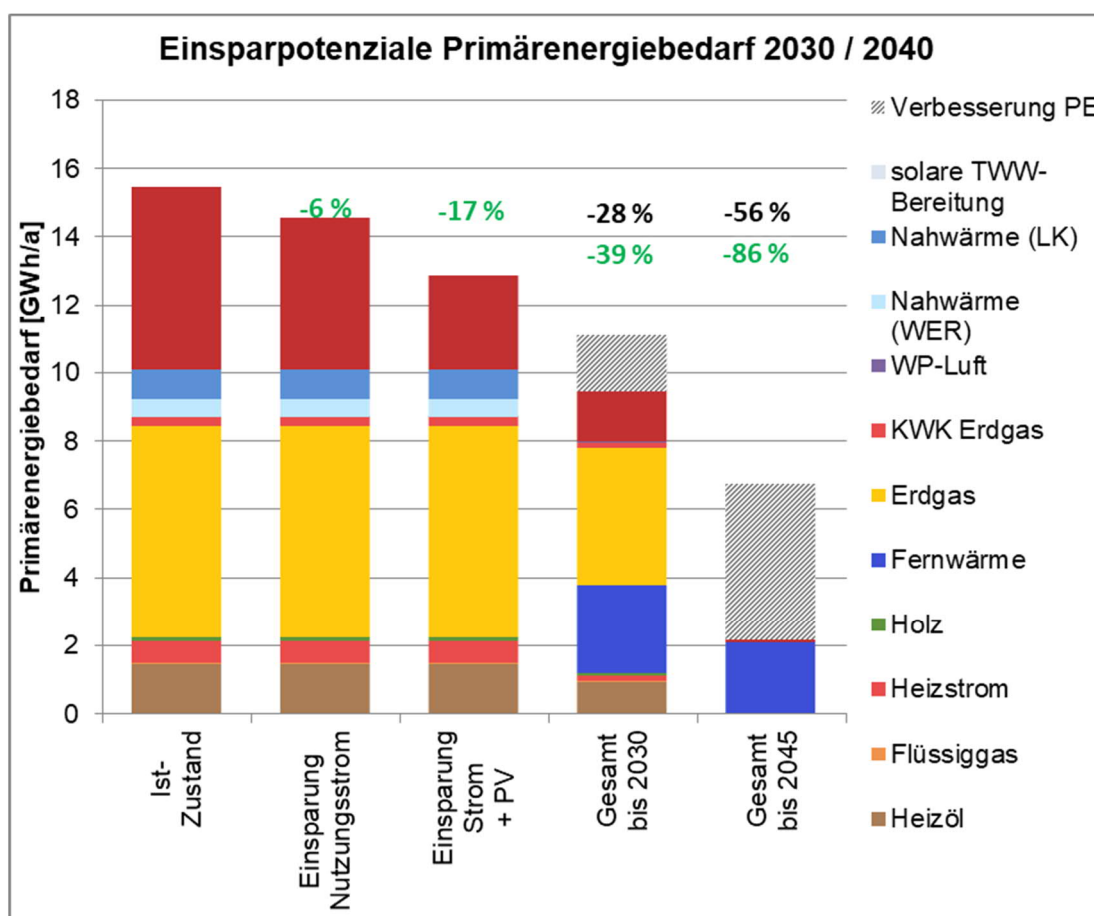


Abb. 63: Einsparpotenziale Primärenergie bis 2040

5.3 Senkung der CO₂-Emissionen

Das Potenzial zur Reduzierung der CO₂-Emissionen aus der Stromnutzung mit insgesamt 6 % ergibt sich aus Maßnahmen zur Stromeinsparung („Einsparung Nutzungsstrom“). Gemeinsam mit der zusätzlichen Nutzung selbst erzeugten Stroms aus Photovoltaik („Einsparung Strom + Ausbau PV“) ergibt sich eine Reduzierung der CO₂-Emissionen von 19 %.

Bei Kombination aller Maßnahmen bis 2030 und Berücksichtigung der bestehenden Wechselwirkungen zwischen den Handlungsfeldern sowie der bis dahin angenommenen Entwicklung der Umweltfaktoren (Parameter der Bilanzierung der Umweltwirkung im Anhang 1) besteht ein effektives Gesamtpotenzial zur Verringerung der CO₂-Emissionen von 45 %. Werden heutige Emissionsfaktoren zu Grunde gelegt, betragen die zu erwartenden Einsparungen 22 %. **Bis 2040 besteht ein Gesamtpotenzial von 85 %.** Mit heutigen Primärenergiefaktoren beträgt es bis 2040 52 %.

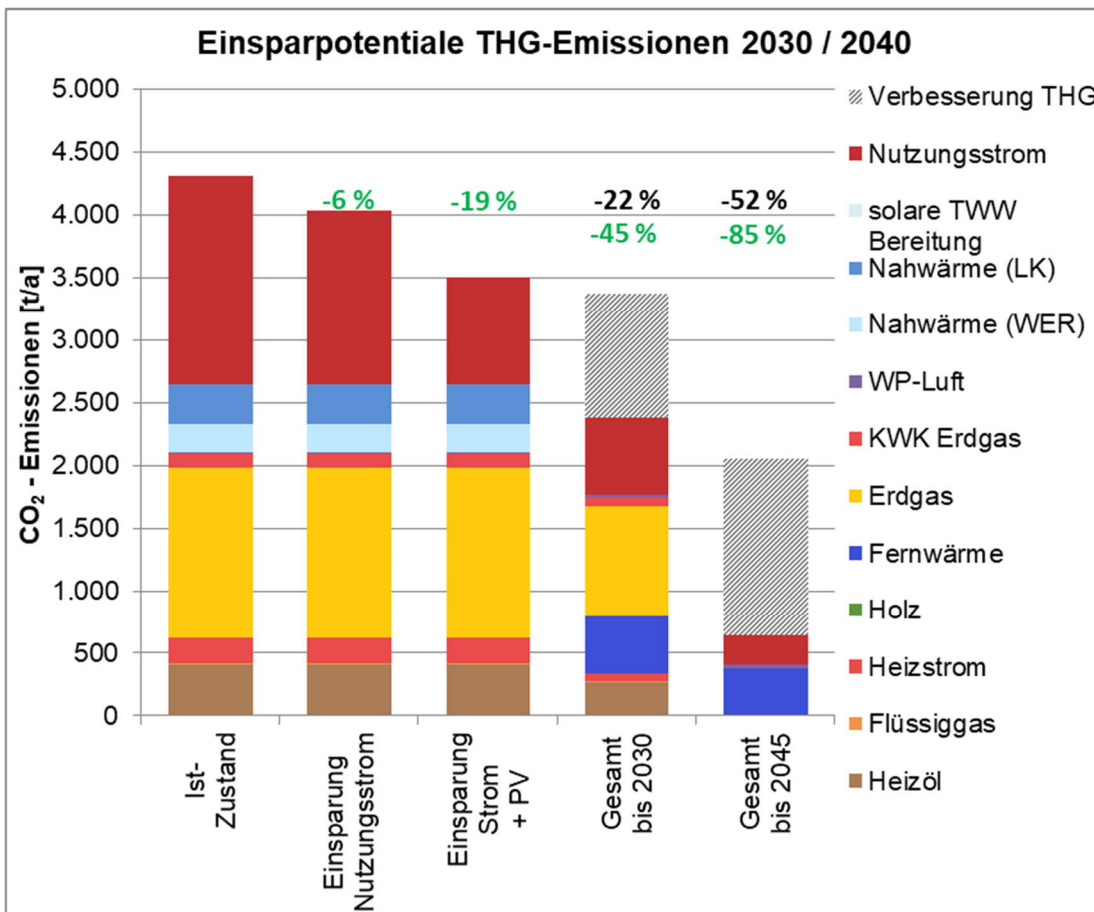


Abb. 64: Einsparpotentiale für CO₂-Emissionen bis 2040

IV. HANDLUNGSKONZEPT & MAßNAHMENPLAN

Die Potenzialanalyse hat ergeben, dass die CO₂-Emissionen im Untersuchungsgebiet von heute rund 4.350 t CO₂/a auf ungefähr 640 t CO₂/a reduziert werden können. Das entspricht einer CO₂-Reduktion von ca. 85 %. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte der im Folgenden beschriebene Maßnahmenplan aus Energieeinsparung, Effizienzverbesserungen und den Einsatz erneuerbarer Energien umgesetzt werden.

1 Handlungsfelder

Für die in der folgenden Abbildung dargestellten Handlungsfelder werden die jeweiligen Maßnahmen beschrieben, die zur Ausschöpfung des ermittelten Reduktionspotenzials verwirklicht werden sollten:



2 Hemmnisse und Strategien

2.1 Übergeordnete Maßnahmen & Öffentlichkeit und Kommunikation

Für übergeordnete Maßnahmen zur Steuerung der Quartiersentwicklung wurden folgende potenzielle Hemmnisse identifiziert:

- Entscheidungen über Investitionen durch private Akteure unterliegen immer der Forderung nach Wirtschaftlichkeit und möglichst kurzfristiger Amortisation. Die Priorität von sinnvollen Maßnahmen kann damit gegenüber anderen Investitionen zurückfallen.
- Bei kommunalen Akteuren kann zwar der wirtschaftliche Aspekt im Einzelfall in den Hintergrund treten, jedoch sind die personellen und technischen Kapazitäten zur Steuerung größerer Maßnahmen oder von Projekten zur Quartiersentwicklung gering bzw. derzeit nicht vorhanden.
- Der Kontakt zu Wohnungseigentümergeinschaften (WEG) und Hausverwaltungen für die Quartiersentwicklung ist schwer herzustellen oder aufrechtzuerhalten, weil das Interesse über das eigene Objekt hinaus begrenzt und kurzfristig ist.
- Insbesondere die Stadtwerke Tübingen als maßgeblicher Akteur in Sachen Klimaschutz im Bereich der Energieversorgung hat neben dem notwendigen wirtschaftlichen Interesse an neuen Projekten und Geschäftsfeldern weiterhin Aufgaben zum Erhalt der öffentlichen Infrastruktur zu erfüllen. Außerdem bestehen durch die ehrgeizige Zielvorgabe zur Erreichung der Klimaneutralität Tübingens im Jahr 2030 bereits sehr hohe Anforderungen an die Ressourcen der Stadtwerke. Damit könnten die bestehenden Ressourcen zu stark gebunden sein, um kurzfristig neue Projekte angehen zu können.

Strategien

Zur Vermeidung oder Überwindung der genannten Hemmnisse stehen folgende Handlungsoptionen zur Verfügung:

- Weitere Gestaltung der Randbedingungen für den lokalen Klimaschutz durch die Stadt Tübingen in Form von Vorgaben und Anreizen, aber auch durch die effiziente Vernetzung von relevanten Akteuren inner- und außerhalb der Stadtverwaltung.
- Bestehende Förderprogramme von Bund und Land könnten in der Anwendung erweitert oder finanziell ergänzt werden.
- Abstimmung der Planung von Baumaßnahmen im öffentlichen Raum durch Stadt und Stadtwerke zur langfristigen Planungssicherheit für mögliche

Baufenster und Investitionen. Dafür besteht bereits die „Projektgruppe Blau“ innerhalb der Stadtverwaltung und mit den Stadtwerken Tübingen.

- Einrichtung einer koordinierenden Stelle für die Durchführung von integrierten Quartierskonzepten (Förderprogramm KfW 432) in Verbindung mit einem ebenfalls geförderten Sanierungsmanagement zur Umsetzung innerhalb der Stadtverwaltung. Diese Koordinierungsstelle wurde zum Ende des Quartierskonzeptes hin (am 15. März 2023) in Tübingen eingerichtet: FAB 75 „Nachhaltige Stadtentwicklung“.
- Forum für private Eigentümer von Wohngebäuden und WEG zur niederschweligen Beratung und dem gegenseitigen Austausch im Sinne der angestrebten Klimaneutralität bis 2030.
- Erweiterung der Ressourcen der Stadtwerke im Einklang mit den an sie gestellten Anforderungen, insbesondere zur Erreichung der Klimaneutralität Tübingens im Jahr 2030.

2.2 Mobilität

Ziel des Mobilitätskonzepts des iQK Derendingen Ost ist die Stärkung der klima- und umweltfreundlichen Mobilität der Bewohnerschaft sowie der Schülerinnen und Schüler bzw. Beschäftigten des Schulzentrums „Feuerhägle“. Das Konzept setzt sich aus fünf Handlungsfeldern zusammen, die sich aus der Analyse der verkehrlichen Situation im Stadtteil ableiten. Die fünf Handlungsfelder können Abb. 65 entnommen werden.

Die drei erstgenannten Handlungsfelder – „Fußverkehr stärken, kurze Wege sicherstellen“, „Radverkehr für alle Bevölkerungsgruppen attraktivieren“ und „Nachhaltige Mobilität für den Schulweg zu den ortsansässigen Schulen fördern“ stehen dabei stellvertretend für das übergeordnete Ziel der Sicherstellung und der Unterstützung der Nahmobilität, während die Handlungsfelder „Öffentlichen (Straßen-)Raum mit Aufenthaltsqualität entwickeln“ und „ÖPNV vernetzen, multimodale Angebote ausbauen“ für sich stehen. Es sei darauf hingewiesen, dass für das Erreichen des Ziels der Stärkung der klima- und umweltfreundlichen Mobilität eine Umsetzung von Maßnahmen aus allen Handlungsfeldern gleichermaßen notwendig ist und jedem der Handlungsfelder eine gleich große Bedeutung zukommt.

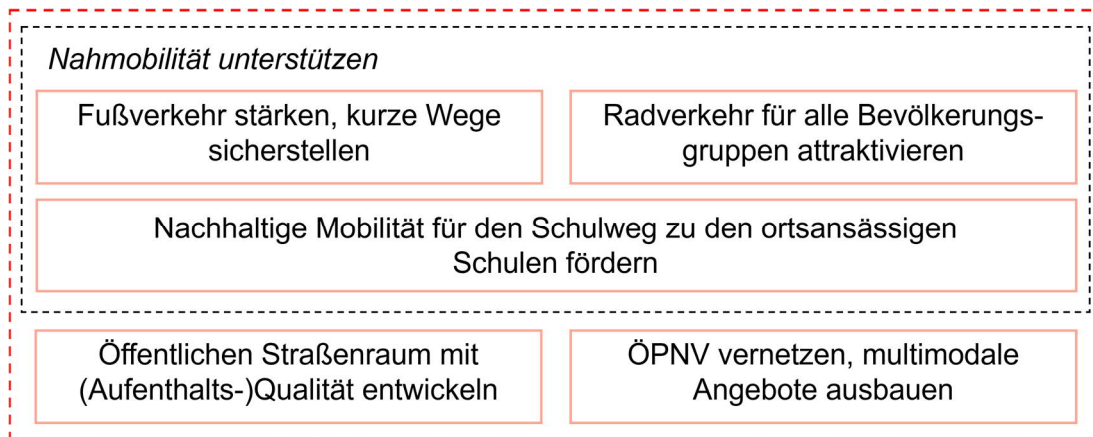


Abb. 65: Handlungsfelder des Mobilitätskonzepts für Tübingen Derendingen Ost

In Abschnitt IV, Kapitel 3.2 werden für jedes Handlungsfeld Maßnahmen vorgestellt, mit deren Umsetzung das Erreichen der für das Quartier definierten Ziele angestrebt wird. Sie mindern einerseits identifizierte Schwächen und profilieren andererseits vorhandene Stärken des Stadtteils deutlicher.

2.3 Wohnen

Hemmnisse:

- Die allgemeine Wahrnehmung und Kenntnis von Beratungs- und Förderangeboten ist i.d.R. gering und wird erst bei einem entsprechenden Anlass nachgefragt.
- Ohne orientierende Angebote und eine erste wegweisende Beratung wird eine verwirrende Vielfalt wahrgenommen, die häufig überfordert und frustriert.
- Zu viele niederschwellige „Umsonst“-Beratungen können diese Frustration noch verstärken, wenn daraus keine konkreten Umsetzungsempfehlungen, die benötigten Nachweise oder Unterstützung bei Anträgen erwachsen können oder dürfen.
- Für tiefergehende Beratungen und weiterführende Begleitung fehlt es der Agentur für Klimaschutz Kreis Tübingen an Personal und Kapazitäten

Andere Hemmnisse bei der Umsetzung sind in erster Linie abhängig von den Eigentumsverhältnissen. Grundsätzlich sind folgende Verhältnisse im Quartier anzutreffen:

- Eigentümer von Einfamilienhäusern,

- Selbstgenutzter Wohnraum in Wohnungseigentümergeinschaft,
- Vermieteter Wohnraum in Wohnungseigentümergeinschaften,
- Vermieteter Wohnraum in der Hand von Baugesellschaften.

In der Regel haben Eigentümer, die ein Gebäude oder eine Wohnung selbst bewohnen, ein größeres Interesse an einer energetischen Sanierung als Vermieter. Ältere Eigentümer sind allerdings oft weniger motiviert, größere Maßnahmen anzugehen. Häufig fehlen die Mittel, aber auch die Kenntnisse, komplette Maßnahmenpakete umzusetzen. Üblich sind daher Teilsanierungen.

Eine Befragung des Dachverbandes Deutscher Immobilienverwaltung e. V. (DDIV) zusammen mit der KfW von 2014 nennt als wesentliche prinzipielle Hemmnisse zur Umsetzung von energiesparenden Maßnahmen [DDIV/KfW] in WEG u.a. folgende Punkte:

- Komplexe und zähe Abstimmungsprozesse in WEGs
- Lange Dauer der Umsetzung
- Fehlende Motivation und häufig auch fehlende Qualifikationen der Immobilienverwaltungen

Von Seiten der Hausverwaltungen werden in der DDIV/KfW-Umfrage im Wesentlichen die Komplexität der Prozesse sowie fehlende Anreize und Knowhow als Hemmnisse genannt. Im weiteren Verlauf der Quartiersentwicklung gilt es daher, Kontakt zu den WEG und ihren Hausverwaltungen zu halten, um bei passender Gelegenheit im Sinne des Quartierskonzeptes beraten zu können.

Strategien:

Für die ersten drei der oben genannten Hemmnisse ist die Koordination und Bündelung der Beratungsangebote für die orientierende Vermittlung von Angeboten oder Dienstleistungen weiter zu verfolgen.

Durch die folgenden Punkte können das allgemeine Vorgehen und die Qualität der Leistungen weiter vereinheitlicht und die positive Wahrnehmung bei den Betroffenen gefördert werden:

- Klare Kommunikation, was von welchen Beratungsangeboten zu erwarten ist. Vorab das konkrete Bedürfnis der Anfrage möglichst genau abklären, um gleich ein passendes Angebot zu machen.
- Die durch das BMWi / BAFA geförderten Sanierungsfahrpläne sollen als langfristiges und qualitativ hochwertiges Konzept dargestellt und beworben werden. In Verbindung mit der damit möglichen teilweisen Erfüllung des „Erneuerbare Wärme-gesetzes Baden-Württemberg“ (EWärmeG), das bei einer Erneuerung von Wärmeerzeugern wirksam wird, bietet sich eine für

Interessenten attraktive, fachlich fundierte und gleichzeitig kostengünstige Beratungsmöglichkeit an.

- „Anlassbezogene“ Sanierungen bei unmittelbar notwendigen Instandsetzungen können ebenfalls als Einstieg für Beratungsangebote der Stadt oder der Klimaschutzagentur genutzt werden, wenn deren Rolle als „Lotse“ durch gesetzliche Vorschriften und Förderangebote genügend bekannt gemacht worden ist.
- Kommunikation und Darstellung gelungener Beratungen und erfolgter Modernisierungen als „best-practice“-Beispiel im Rahmen einer Themenkampagne „energetische Modernisierung von Gebäuden“.

Im Untersuchungsgebiet sind die meisten Wohngebäude in privater Verantwortung der jeweiligen Wohnungseigentümer. Im Allgemeinen ist das Thema Energieeinsparung und die Nutzung erneuerbarer Energien kein Anlass für eine umfangreiche Modernisierung der Gebäude. Ein größeres Interesse haben die Eigentümer gewöhnlich an werterhaltenden Maßnahmen und der Beseitigung technischer Mängel, die im Alltag zu Beeinträchtigungen der Nutzungsqualität führen. Für eine Initiierung energetisch wirksamer Modernisierungen können diese Maßnahmen jedoch auch als Anknüpfungspunkte für Beratung und Umsetzung genutzt werden. Seit der Verknappung und Verteuerung fossiler Brennstoffe seit Anfang 2022 hat sich die Bereitschaft zu energetischen Gebäudemodernisierungen allerdings erhöht.

2.4 Öffentliche Liegenschaften

Hemmnisse

- Kommunale Betreiber sind häufig bereits mit dem Unterhalt der Gebäude ausgelastet. Eine geplante schrittweise Entwicklung einzelner Gebäude zu einem technisch und wirtschaftlich optimalen Zielzustand oder ein laufendes aktives Energiemanagement mit dem Ziel, Effizienzpotenziale kurzfristig zu erkennen und auszuschöpfen, kann aus Mangel an personellen und finanziellen Ressourcen oft nicht erfolgen. Reparaturen und Instandhaltungsarbeiten werden nur bei unmittelbarem Bedarf und auf Basis kurzfristiger Entscheidungen durchgeführt.
- Bei der Einleitung sowie Begleitung von Planung und Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen durch einen kommunalen Betreiber kann die zunehmende Komplexität gesetzlicher Vorgaben und der Förderkulisse eine Herausforderung darstellen.

- Das Nutzerverhalten ist ein bedeutender Faktor für die Höhe des Energieverbrauchs in Gebäuden. Die Sensibilisierung der Nutzenden für eine effiziente Energienutzung spielt dabei eine entscheidende Rolle. Diese Sensibilisierung muss jedoch in den kommunalen Gebäuden im Quartier aufgrund der regelmäßig wechselnden Personen (neue Schul- und Kitajahrgänge, andere Sportvereine etc.) laufend neu hergestellt und aufrechterhalten werden.
- Lückenhafte Datengrundlagen zu Gebäudedaten, Instandsetzungsbedarf und aktuellen Verbräuchen für einzelne Gebäude erschweren die energetische Bewertung der einzelnen Gebäude und behindern die Entwicklung von Maßnahmen. Dazu gehören auch gemeinsam erfasste Wärme- und Stromverbräuche in Summenzählern mehrerer Gebäude oder ganzer Liegenschaften, die keinen Anschluss auf die Einzelverbräuche zulassen, wie in einigen kommunalen Gebäuden im Quartier vorhanden (siehe auch Kap.II-4.2).
- Für eine Modernisierung benötigte finanzielle Mittel müssen innerhalb einer kommunalen Verwaltung nach vielfältigen Prioritäten abgestimmt werden. Effizienzmaßnahmen außerhalb unmittelbar notwendiger Instandsetzungen können dadurch zurückgestellt werden.
- Oberste Priorität bei Gebäuden mit Schul-, Vereins oder Kitanutzung hat der Betrieb. Lehrpläne, Prüfungszeiträume etc. schränken die verfügbaren Zeitfenster für Maßnahmen an den Gebäuden stark ein. Dies gilt speziell, wenn sich dadurch eine Lärmbelästigung oder Einschränkung der Nutzbarkeit der Räumlichkeiten ergibt.

Strategien

- Erarbeitung von Sanierungsfahrplänen (SFP) für Gebäude mit erkannten Effizienzpotenzialen, falls noch nicht vorhanden. Die Erarbeitung von gebäudebezogenen Maßnahmen sollte dabei im Kontext der angestrebten Klimaneutralität Tübingens im Jahr 2030 erfolgen. Die Erstellung von SFP wird durch das BMWi über das BAFA gefördert.
- Das häufig aus verwaltungstechnischer oder buchhalterischer Sicht betriebene Energiemanagement der kommunalen Gebäude kann bei professioneller Umsetzung zur Betriebsüberwachung und aktiven energetischen Optimierung der jeweiligen Gebäudenutzung ausgebaut werden, um Lücken in den Datengrundlagen zu schließen.
- Austausch zwischen den Akteuren an der Schulschiene Süd zu den aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten für energetische Sanierungsmaßnahmen und Nutzung von Synergien.

- Fortführung und Vertiefung geeigneter Maßnahmen zur Einbeziehung und Sensibilisierung der Nutzer bei der Steigerung der Energieeffizienz in Schulen (Anreize für Lehrer, Schulklassen, Berufsschüler und auch Hausmeister). Ein Beispiel dafür ist das „Fifty-Fifty-Programm“ der Stadt Tübingen für Schulklassen.
- Ergänzung von Messtechnik entsprechend der Empfehlungen aus der Analyse der kommunalen Nichtwohngebäude (siehe auch Kap.II-4.2).
- Bereitstellung von Ressourcen für ein aktiveres Energiemanagement mit laufender Auswertung und Identifizierung von Effizienzpotenzialen aus dem Gebäudebetrieb und dem Nutzerverhalten.
- Langfristige Planung von Maßnahmen und Ermittlung ihrer Auswirkungen auf den Gebäudebetrieb, um rechtzeitigen Flächenbedarf für beispielsweise benötigte Ausgleichsflächen für Schulklassen zu erkennen und bereitstellen zu können. Abstimmung und Koordination zwischen den öffentlichen Akteuren im Quartier können dabei helfen räumliche Engpässe zu vermeiden.

2.5 Energieversorgung

2.5.1 Quartiersversorgung und Wärmeinseln

Das übergeordnete Ziel ist die Versorgung des Quartiers mit Energie für Wärme und Strom auf Basis erneuerbarer Energien. Neben den kommunalen Gebäuden kommen v. a. größere Wohnblöcke bzw. deren Nachbarschaft mit den jeweiligen WEG und Hausverwaltungen als wichtige Akteure in Betracht.

Im Rahmen der Kommunalen Wärmeplanung werden bereits generelle Aussagen zur Eignung von Liegenschaften für eine Fernwärmeversorgung gemacht. Diese sind im Kontakt mit den jeweiligen Gebäudeeigentümer:innen und abhängig von konkret bestehenden technischen Voraussetzungen zu verifizieren.

Prinzipielle Hemmnisse für die Errichtung oder Erweiterung eines Fernwärmenetzes aus Sicht eines Betreibers sind derzeit die stark gestiegenen Baukosten sowie die Knappheit von Ressourcen zur Planung und Umsetzung. Außerdem können notwendige Abstimmungsprozesse mit der Stadtverwaltung zu den notwendigen Tiefbauarbeiten im öffentlichen Raum zu Verzögerungen führen.

Dazu kommen Herausforderung bei der Planungssicherheit von Wärmeversorgungslösungen. Viele Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden werden nicht langfristig geplant, sondern recht flexibel angesetzt. Gründe dafür können sein:

- spontan anfallende Reparaturmaßnahmen, in deren Rahmen auch Sanierungen stattfinden
- nur begrenzt zur Verfügung stehende Förderprogramme, die noch in Anspruch genommen werden wollen,
- notwendige Anpassung an geänderte Anforderungen gesetzlicher Vorgaben etc.

Durch Sanierungsmaßnahmen kann sich der Wärmebedarf und damit einer der Planungsgrundlagen für die Wärmeversorgung stark ändern und Planungssicherheit ist nicht mehr gegeben. Vor allem bei den großen kommunalen Gebäuden im Quartier wäre diese Auswirkung stark zu spüren. Die Sanierungsmaßnahmen der Liegenschaften der Stadt und des Landkreises sollten daher, sowohl hinsichtlich der geplanten Maßnahmen als auch in Ihrer zeitlichen Abfolge und Dauer, klar definiert sein. Die energetische Entwicklung der Wärmeverbräuche v. a. im Bereich der Schulgebäude sollte möglichst genau definiert werden.

Über ihre Rolle als Energieversorger hinaus sind die Stadtwerke Tübingen in der Öffentlichkeit als Akteur in Sachen Klimaschutz und als möglicher Partner für z. B. lokale Wärmenetze („Wärmeinseln“), Wärmeliefer-Contracting oder auch Mieterstromkonzepte bekannt. Daran anknüpfend sollten im Zuge des Sanierungsmanagements aktiv konkrete Angebote an einzelne Akteure, wie z.B. WEG, entwickelt und umgesetzt werden.

2.5.2 Modernisierung und Transformation von Heizungsanlagen

Für die Modernisierung dezentraler Heizungsanlagen und deren Umstellung auf erneuerbare Energieträger ist vor allem die Wirksamkeit des „Erneuerbare Wärme Gesetz Baden-Württembergs“ (EWärmeG) von Bedeutung. Die noch bis Anfang 2022 bestehenden Hemmnisse wie niedrige Kosten für fossile Brennstoffe, gesetzliche Ausnahmen für die vorgeschriebene Modernisierung von fossil betriebenen Wärmeerzeugern und die allgemein zu schwachen Anreize zur Umstellung auf Wärmenetze haben sich im Kontext der in Frage gestellten Versorgungssicherheit mit fossilen Brennstoffen und deren politischer Vertretbarkeit bedeutend verringert.

Durch Lage und Struktur des Quartiers kommen zur Energieversorgung v. a. Solarenergie zur Stromerzeugung und der Ausbau des Fernwärmenetzes der SWT in Frage. In der Kommunalen Wärmeplanung wird das Quartier deshalb auch bereits als Eignungsgebiet für eine zentrale Wärmeversorgung dargestellt.

2.5.3 Verbreitung von PV-Anlagen zur Stromerzeugung

Für die Verbreitung von Photovoltaikanlagen bestehen im Allgemeinen folgende Hemmnisse:

- Die derzeit hohe Auslastung der Handwerksbetriebe sowie der aktuelle Mangel an Material und Planungsressourcen
- Gesetzliche Vorgaben erschweren Mieterstromkonzepte (Bspw. räumliche Nähe der PV-Anlage zum Nutzer, geforderte Personenidentität von Betreiber und Verbraucher)
- Hohe Anfangsinvestitionen für Stromspeicher oder Elektro-Fahrzeuge

Die Stadtwerke Tübingen könnten aktiv auf geeignete Objekte mit Konzepten zur lokalen Nutzung (Mieterstromkonzepte) oder Verwendung des Stroms in Arealnetzen zugehen.

Zur Verbesserung der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für die Nutzung von lokalen Stromspeichern und die Verbindung der Stromerzeugung mit dem Ausbau der E-Mobilität können durch Stadt und Stadtwerke punktuelle Anreize zur Ergänzung der bestehenden Förderkulisse erarbeitet werden.

3 Maßnahmenübersicht

Der Maßnahmenkatalog beinhaltet Vorschläge, die entweder direkt im Quartier oder als übergeordnete administrative Maßnahmen im Bereich der Stadtverwaltung umzusetzen sind. Ordnungspolitische und fiskalische Maßnahmen (z. B. durch Gesetze, Verordnungen; Änderungen des Steuerrechts, etc.) sind an dieser Stelle jedoch nicht berücksichtigt.

Mögliche Initiator:innen, weitere Akteure und Maßnahmen, die ergänzend sinnvoll sind, werden dargestellt. Außerdem werden Hinweise auf ähnliche Projekte, Beispiele, Effekte der Maßnahme oder ergänzende Empfehlungen zur Maßnahmenumsetzung gegeben.

Die Priorität der Maßnahmen ergibt sich aus der Notwendigkeit der Realisierung aller Potenziale zur Erreichung der dargestellten Ziele hinsichtlich des Klimaschutzes. Abhängig von den während der Umsetzung für das Sanierungsmanagement verfügbaren Ressourcen und übergeordneten rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen (z. B. Beginn / Ende eines Bundesförderprogramms) muss die Reihenfolge der Maßnahmen zwischen allen Akteuren abgestimmt werden.

3.1 Übergeordnete Maßnahmen & Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation

Zur energetischen Entwicklung dieses und weiterer Quartiere im Sinne des übergeordneten Vorhabens der Klimaneutralität Tübingens bis zum Jahr 2030 ist die Koordination des quartiersbezogenen Sanierungsmanagements durch eine Koordinierungsstelle innerhalb der Stadtverwaltung sinnvoll. Diese Aufgabe ist zukünftig in der neu eingerichteten FAB 75 „Nachhaltige Stadtentwicklung“ angesiedelt. Eine Beschreibung der Inhalte und Aufgaben des Sanierungsmanagements enthält Kapitel IV-5.

Ü1	Koordination und Durchführung Sanierungsmanagement	
	Akteure:	Klimaschutzmanagement, Stadtverwaltung
	Zeitraum:	Ab 2023, überlappendes Sanierungsmanagement für mehrere Quartiere möglich
	Kosten:	Personalkosten mit anteiliger Förderung durch KfW 432

Durch die Stadt und das einzurichtende Sanierungsmanagement sollten verfügbare Medien in geeigneter Weise zur Information rund um die Umsetzung des Quartierskonzeptes genutzt werden. Das betrifft insbesondere die Information und Bewerbung für den geplanten Ausbau des Fernwärmenetzes im Quartier und dem angrenzenden Stadtteil. Weitere Inhalte können sein:

- Erneuerung von Wärmeerzeugern und Erfüllung des EWärmeG
- Fragen zur fachgerechten Durchführung und Förderung von Modernisierungen der Gebäudehülle
- Hinweise zur Nutzung von Solarenergie zur Stromerzeugung in Verbindung mit Speichern und Elektromobilität
- Vorstellung von übertragbaren Konzepten und „best-practice“ Beispielen

Informationen zu thematischen Schwerpunkten im Quartier		
Ü2	Akteure:	Sanierungsmanagement, Stadtverwaltung, Stadtwerke
	Zeitraum:	Ab 2023 zur Dokumentation des iQK und nach Bedarf im weiteren Verlauf der Quartiersentwicklung, insbesondere Information und Bewerbung des Fernwärmeausbaus
	Kosten:	Erstellung eigener Beiträge für Medien (Webseiten und Informationsmaterialien von Stadt und Stadtwerken)

3.2 Mobilität

STETE PLANUNG

3.2.1 Maßnahmenbereich 1 – Fußverkehr stärken, kurze Wege sicherstellen

Wege zu Fuß zurückzulegen, ist grundsätzlich klima- und umweltfreundlich. Bisherige Erkenntnisse zum Verkehrsverhalten zeigen jedoch, dass Menschen nur dann zu Fuß gehen, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt werden. Eine Voraussetzung dafür ist, dass wichtige Ziele (Einkaufsmöglichkeiten, Arbeitsplätze, Bildungsstätten, Sportstätten etc.) in angemessener Entfernung liegen (Stadt der kurzen Wege) – was in vielerlei Hinsicht in Derendingen gewährleistet wird.

Relevant ist jedoch nicht nur die Entfernung zwischen Start- und Zielort, sondern auch die Direktheit der Verbindung zu den Zielen (Umwegesensibilität) sowie die Qualität der Infrastruktur auf Wegestrecken und an Knotenpunkten. Eine gut gestaltete Fußverkehrsinfrastruktur lädt zum Aufenthalt im öffentlichen Raum ein und erhöht das subjektive Sicherheitsempfinden von sensiblen Verkehrsteilnehmenden (z. B. Kinder oder ältere Menschen), dazu gehört insbesondere, dass Gehwege frei von parkenden Pkw gehalten werden, wie dies bereits überwiegend in Derendingen praktiziert wird.

Wichtige Voraussetzung für eine gelungene Fußverkehrsinfrastruktur ist zudem die Gewährleistung der Barrierefreiheit der Anlagen, sowohl auf Strecken (z. B. Breiten von Gehwegen), als auch an Knotenpunkten, die nach dem Prinzip des Designs für Alle und den Vorschriften der DIN 18040-3 (Barrierefreies Bauen) zu gestalten sind.

Fußverkehr stärken, kurze Wege sicherstellen

M1.1 Prüfauftrag: Verbesserung der Querungssituation für den Fußverkehr entlang der Primus-Truber-Straße

Die Primus-Truber-Straße begrenzt einen großen Teil des Schulzentrums „Feuerhägle“ im Westen – dort wo die Zugänge zu den Schulen liegen und deshalb von Schülerinnen und Schülern stark frequentiert bzw. gequert wird. Insbesondere von den Haltestellen des ÖPNV und vom Bahnhof Derendingen kommend liegt ein erhöhter Querungsbedarf vor.

Dies sollte durch das Angebot von sicheren Querungsangeboten für den Fußverkehr gestützt werden. Auch aus verkehrsrechtlicher Sicht wird im Umfeld von sensiblen Einrichtungen, wie Schulen und Erziehungseinrichtungen, das Schaffen von Querungsangeboten (wie z. B. Fußgängerüberwege) bei Tempo 30 ermöglicht.

Erste Handlungsschritte:

- Prüfen, an welchen Stellen der Primus-Truber-Straße ein erhöhter Querungsbedarf des Fußverkehrs besteht.
- Prüfen, welche Maßnahmen zur Einrichtung / Hervorhebung des Querungsbedarfs geeignet sind.
 → *Empfehlung des Gutachterbüros:* Vorgezogene Gehwegnasen und farblich hervorgehobene Querungsbereiche.
- Bau bzw. Einrichtung der Querungsangebote.

Anmerkung: Das Gutachterbüro hat im Zuge der Erarbeitung des vorliegenden Konzepts eine erste Prüfung für Querungsstellen entlang der Primus-Truber-Straße durchgeführt. Diese liegt als Plan 3.4 in der Anlage vor und kann als Grundlage für den Prüfauftrag hinzugezogen werden.

Beginn	Prüfung kann sofort beginnen	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung		
Zielgruppe(n)	Fußverkehr / Schülerschaft		

Fußverkehr stärken, kurze Wege sicherstellen

M1.2 Prüfauftrag: Umsetzung von verkehrsberuhigenden Maßnahmen

Auf Wegeverbindungen zwischen dem Bahnhof Derendingen und dem Schulzentrum (Heinlen-, Lemberg- und Christian-Laupp-Straße) liegt zu den morgendlichen Hauptverkehrszeiten ein erhöhtes Aufkommen des Fußverkehrs vor (Schülerinnen/Schüler und Berufstätige). Es wird deshalb eine Prüfung zur verkehrlichen Beruhigung des Kfz-Verkehrs (→ zur Stärkung des subjektiven Sicherheitsempfindens des Fußverkehrs) in der Lembergstraße (und/oder Christian-Laupp-Straße) vorgesehen, um dem Fußverkehrsaufkommen eine sichere und bedarfsgerechte Infrastruktur zu bieten.

Erste Handlungsschritte:

- Prüfen, welche Maßnahmen zur Beruhigung des fließenden Kfz-Verkehrs möglich sind (→ Verträglichkeit mit Radachse RNR6 berücksichtigen):
 - Verkehrsberuhigter Bereich (VZ 325) oder
 - Tempo-20-Zone (VZ 274), ähnlich einer Begegnungszone,
 - (um-)Gestaltungsmaßnahmen im Straßenraum
- Umsetzung des Verkehrsberuhigungskonzepts in zwei Stufen:
 - *Kurzfristig*: Umwidmung und Beschilderung des jeweiligen Straßenabschnitts mit der präferierten verkehrsrechtlichen Regelung, einfach Gestaltungsmaßnahmen, die ohne Umbau des Straßenraums erfolgen können.
 - *Langfristig*: Planung, Ausschreibung und Durchführung einer Umgestaltungsmaßnahme im jeweiligen Straßenraum nach HOAI

Beginn	Prüfung kann sofort beginnen	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung		
Zielgruppe(n)	Fußverkehr / Schülerschaft		

Fußverkehr stärken, kurze Wege sicherstellen
M1.3 Prüfauftrag: Optimierung von Querungsangeboten für den Fußverkehr

Im Zuge des Mobilitätsworkshops mit Schülerinnen und Schülern des Schulzentrums „Feuerhägle“ wurden die beiden Querungsangebote für den Fußverkehr am südlichen und nördlichen Ende des Fußwegs entlang der Steinlach (östlich der Schulgebäude) für kritisch befunden:

- Fußgängerschutzanlage (FSA) im Norden, zur Querung der Heinlenstraße: Zu kurze Grünzeiten für den Fußverkehr für ein sicheres Queren.
- Fußgängerschutzanlage (FSA) im Süden, zur Querung der Waldhörnlestraße: Querungsangebot liegt östlich der Steinlach und nicht in direkter Verlängerung des Fußwegs.

Erste Handlungsschritte:

- Prüfen, ob eine Anpassung der Grünzeiten für den Fußverkehr an der FSA Heinlenstraße möglich ist.
- Prüfen, ob das Querungsangebot an der Waldhörnlestraße für den Fußverkehr optimiert werden kann, z. B. durch Einrichtung einer zweiten FSA westlich der Steinlach – koordiniert mit der bestehenden FSA östlich der Steinlach.

Beginn	Prüfung kann sofort beginnen	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung		
Zielgruppe(n)	Fußverkehr / Schülerschaft		

Fußverkehr stärken, kurze Wege sicherstellen

M1.4 Barrierefreie Umgestaltung von Querungsstellen

Eine barrierefreie Gestaltung des öffentlichen Raumes ermöglicht es jedem Menschen, unabhängig von der körperlichen Verfasstheit, ihre/seine alltägliche Mobilität selbstständig gestalten zu können.

Dies beinhaltet die barrierefreie Gestaltung von Querungsstellen des Fußverkehrs mit und ohne Lichtsignalanlagen nach dem Zwei-Sinne-Prinzip (z. B. Taster/Fühlen, Summer/Hören) gemäß DIN 18040-3 „Barrierefreies Bauen im öffentlichen Verkehrs- und Freiraum“ sowie dem Anpassen der Borde an den Querungsstellen, dass sowohl das sichere und leichte Queren von Menschen mit Gehhilfen, Rollstühlen oder Kinderwagen als von Menschen mit Beeinträchtigung der Sehfunktion ermöglicht bzw. gewährleistet.

Derzeit gibt es im Untersuchungsgebiet zwei lichtsignalgeregelter Knotenpunkte, zwei separate signalgeregelter Schutzanlagen und vier nicht-signalisierte Querungsstellen mit Fußgängerüberwegen (FGÜ), deren barrierefreier Umbau prioritär zu sehen ist. Langfristig sollten alle wichtigen Querungsstellen im Fußverkehrsnetz barrierefrei gestaltet werden.

Erste Handlungsschritte:

- Erarbeitung einer Prioritätenliste, mit welcher Dringlichkeit die verschiedenen Querungsstellen barrierefrei ausgebaut werden, unter Berücksichtigung des Aktionsplans „Tübingen inklusiv und barrierefrei“ (2022).
- Planung, Ausschreibung und Durchführung der Umbaumaßnahmen nach HOAI.
- U. U. Anpassung des Signalprogramms (z. B. längere Freigabephase für den Fußverkehr), vgl. Maßnahme M1.3.

Beginn	Sofort	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung / Beauftragte für barrierefreies Bauen		
Zielgruppe(n)	Fußverkehr / Mobilitätseingeschränkte Personen		

3.2.2 Maßnahmenbereich 2 – Radverkehr für alle Bevölkerungsgruppen attraktivieren

Da innerhalb des Untersuchungsgebietes bereits flächendeckend Tempo 30 eingerichtet ist und bei diesem Geschwindigkeitsniveau eine gemeinsame Führung des Radverkehrs mit dem Kfz-Verkehr verträglich ist (StVO, RAS, Fahrradverbände), sind grundsätzlich keine separaten Anlagen für den Radverkehr in Derendingen Ost erforderlich.

Punktuell zeigen sich im Untersuchungsgebiet dennoch Konflikte, vorrangig mit dem Fußverkehr – dort, wo Infrastruktur prioritär für Zufußgehende vorgesehen ist, diese aber aus planungsorganisatorischen Gründen (Fußweg ist als Radroute im Radverkehrskonzept ausgewiesen) oder Praktikabilitätsgründen (fehlender Lückenschluss im Radnetz) vom Radverkehr mitgenutzt wird.

Ein Schwerpunkt dieses Maßnahmenbereichs liegt zudem auf dem Angebot an Abstellmöglichkeiten für den Radverkehr, sowohl auf dem schulischen Areal als auch im öffentlichen (Straßen-) Raum – letzteres mit erhöhter Priorität, da hier bisher keine Möglichkeit besteht, das Fahrrad sicher abzustellen.

Radverkehr für alle Bevölkerungsgruppen attraktivieren

M2.1 Prüfauftrag: Verbesserung der Ankommenssituation mit dem Rad

Die wichtigste Radverbindung, die der Erschließung des Untersuchungsgebiets Derendingen Ost bzw. des Schulzentrums „Feuerhägle“ dient, ist die Radhaupttroute RHR3, die östlich der Steinlach verläuft. Derzeit kann die Steinlach an drei Stellen gequert werden, um ins Untersuchungsgebiet zu gelangen. Es bestehen jedoch an allen Zugängen Ein- bzw. Beschränkungen für den Radverkehr:

- Über die Heinlenstraße im Norden (Aber: Fußweg westlich der Steinlach nicht für Radverkehr freigegeben),
- Über die Waldhörnlestraße im Süden (Aber: Fußweg westlich der Steinlach nicht für Radverkehr freigegeben),
- Über den Ponte-Carlo-Steg mit direktem Zugang zum Schulareal abseits des Kfz-Verkehrs, aber Nutzung nur für den Fußverkehr zulässig.
 - Bisher ist hier für den Radverkehr vorgesehen, dass das Rad an der Abstellanlage östlich der Steinlach abgestellt wird und der Weg zu Schule von hier an zu Fuß über den Steg zurückgelegt wird. Die Qualität der Abstellanlage ist jedoch gering (ausschließlich Vorderrad-halter, nicht überdacht) und das eingangsnahes Abstellen des Rades direkt an den Schulen wird verständlicherweise i. d. R. bevorzugt.

Erste Handlungsschritte:

Die Verbesserung der Ankommenssituation mit dem Fahrrad – insbesondere für die Schülerschaft – kann auf verschiedene Weisen erreicht werden. Die nach-folgenden Ansätze können einzeln aber auch kombiniert umgesetzt werden:

- Ertüchtigung des Fußwegs westlich der Steinlach und Freigabe für den Radverkehr gemäß Radverkehrskonzept.
- Einrichtung eines Fahrradstegs über die Steinlach, parallel zum Ponte-Carlo-Steg, für eine direkte Zugänglichkeit zum Schulareal mit dem Rad.
- Alternativ: Aufwertung der Radabstellanlage östlich der Steinlach (Fahrad-bügel mit Anschlussmöglichkeit, überdacht), vgl. hierzu Maßnahme 2.2.

Beginn	Prüfung kann sofort beginnen	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung		
Zielgruppe(n)	Radverkehr / Schülerschaft		

Radverkehr für alle Bevölkerungsgruppen attraktivieren
M2.2 Bedarfsgerechter Ausbau des Radabstellangebots am Schulzentrum „Feuerhägle“

Das Fahrrad ist ein wichtiger Bestandteil der Mobilität von Schülerinnen/Schülern, insbesondere dann, wenn die Entfernung zwischen dem Wohnort und der Schule angemessen ist. In der Folge müssen an Schulen eine bedarfsgerechte Anzahl und qualitätvolle Abstellmöglichkeiten für Fahrräder zur Verfügung stehen.

Die Untersuchung des Angebots und der Auslastung von Radabstellanlagen an den Schulen des Schulzentrums „Feuerhägle“ zeigt:

- Eine hohe Auslastung der Radabstellanlagen an den allgemeinbildenden Schulen.
- Eine geringe Auslastung der Radabstellanlagen an den beruflichen Schulen (→ Schülerschaft kommt überwiegend aus dem Landkreis Tübingen).
- An allen Schulen sind Teile des Radabstellangebots in geringer Qualität (als Vorderradhalter) ausgeführt.

Erste Handlungsschritte:

- Das Radabstellangebot an den Schulen wird sukzessive aufgewertet, indem Vorderradhalter durch Fahrradbügel o. ä. ausgetauscht werden. Die Ergänzung eines Witterungsschutzes ist im Einzelfall zu prüfen.
- Das Radabstellangebot an den (allgemeinbildenden) Schulen wird bedarfsgerecht ausgebaut. Zur Orientierung kann der erhöhte Stellplatzschlüssel des Tübinger Radverkehrskonzepts als Zielgröße herangezogen werden → Der Maßnahmenbaustein „Fahrradparken an Schulen“ schlägt eine Richtzahl 0,5 Radstellplätzen je Schülerin/Schüler vor.

Beginn	Sofort	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Landkreis Tübingen / Schulamt / Liegenschaftsverwaltung		
Zielgruppe(n)	Schülerschaft / Lehrerschaft		

Radverkehr für alle Bevölkerungsgruppen attraktivieren
M2.3 Schaffen von Radabstellmöglichkeiten im öffentlichen Raum

Derzeit gibt es in Derendingen Ost keine Abstellmöglichkeiten für den Radverkehr im öffentlichen (Straßen-)Raum. Zugleich ist das sichere, komfortable und zielnahe Abstellen des Rades 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 sind: Diebstahlsicherheit, Bedienungskomfort, Standsicherheit, Witterungsschutz, soziale Sicherheit und gute Erreichbarkeit.

Erste Handlungsschritte:

- Festlegung eines geeigneten Entfernungsrasters: Wie weit soll die nächste Radabstellanlage von einem beliebigen Punkt im öffentlichen Raum des Stadtteils entfernt sein: Empfohlen werden maximal 100 m, um ein dichtes Netz im Untersuchungsgebiet zu erzeugen.
- Berücksichtigung von wichtigen Zielen (z. B. Haltestellen) und Nutzungen (z. B. Bäckerei) bei der Festlegung von potenziellen Standorten für Radabstellanlagen.
- Sukzessiver Ausbau des Netzes an Radabstellanlagen im Gebiet.

Anmerkung: Das Gutachterbüro hat im Zuge der Erarbeitung des vorliegenden Konzepts einen Vorschlag für die Lage von Radabstellanlagen in Derendingen Ost entwickelt. Dieser liegt als Plan 3.5 in der Anlage bei.

Beginn	Sofort	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung		
Zielgruppe(n)	Radverkehr		

3.2.3 Maßnahmenbereich 3 – Nachhaltige Mobilität für den Schulweg zu den ortsansässigen Schulen fördern

Die Förderung einer nachhaltigen Mobilität für den Schulweg erfolgt auf verschiedene Art und Weise und zugleich auf verschiedenen Ebenen: Wichtige Bausteine, wie die Förderung des Fuß- und Radverkehrs durch Ausbau des infrastrukturellen Angebots, werden bereits in den Maßnahmenbereichen 1 und 2 behandelt und hier nicht erneut aufgeführt. Ein weiteres wichtiges Element im Kontext schulinduzierter Mobilität ist der Umgang mit den Hol- und Bringverkehr, der häufig mit dem Pkw erfolgt. Da dieser Verkehr innerhalb kurzer Zeit und stark räumlich gebündelt auftritt, sind Maßnahmen zur Ordnung bzw. sicheren Abwicklung des Pkw-Verkehrs, z. B. mit Kiss-and-Ride-Zonen, zu bedenken.

Neben der infrastrukturellen Ebene finden Ansätze der nachhaltigen Mobilität auf dem Schulweg auch auf der Mobilitätsmanagement-Ebene Eingang. Ziel von Mobilitätsmanagement ist, unabhängig von Verkehrsmittel und -Infrastruktur, den Verkehr effizienter, umwelt- und sozialverträglicher und damit nachhaltiger zu gestalten. Im schulischen Kontext werden dabei folgende Ziele des schulischen Mobilitätsmanagements verfolgt:

- Verkehrssicherheit im Schulumfeld steigt,
- Kinder lernen einen selbstständigen und verantwortungsvollen Umgang mit Gefahren im Straßenverkehr,
- elternunabhängiges Mobilitätsverhalten wird gefördert und
- multimodales Mobilitätsverhalten im Kindesalter prägt langfristig.

Dabei stehen sogenannte „weiche“ Faktoren im Mittelpunkt: Akteuren, wie Schüler-, Lehrerschaft und Eltern sollen über Maßnahmen wie Kommunikation, Information oder Beratung angesprochen werden.

Nachhaltige Mobilität für den Schulweg zu den ortsansässigen Schulen fördern

M3.1 Prüfauftrag: Einrichtung einer Drop-Off-Zone für den schulischen Hol- und Bringverkehr mit dem Kfz

Zur Organisation und Ordnung des Hol- und Bringverkehrs mit Pkw an Schulen im „Feuerhägle“ wird die Prüfung der Einrichtung einer „Drop-Off-Zone“ empfohlen, wo Eltern ihre Kinder absetzen, wenn sie sie mit dem Kfz zur Schule bringen. Die letzte Strecke (max. 200 - 300 m) gehen die Schülerinnen/Schüler zu Fuß zur Schule.

Erste Handlungsschritte:

- Prüfung, an welcher Stelle im Umfeld des schulischen Zentrums „Feuerhägle“ eine Drop-Off-Zone für sog. „Elterntaxen“ günstig gelegen ist.
- Einrichtung einer Drop-Off-Zone in fußläufiger Entfernung zu den Schulen (maximal 300 Meter, insbesondere zur Grundschule an der Steinlach).
- Information der Eltern zur Einrichtung der Drop-Off-Zone. Verpflichtung der Eltern zur Nutzung der Zone, wenn Kinder mit dem Pkw zur Schule gebracht werden.

Anmerkung: Das Gutachterbüro hat im Zuge der Erarbeitung des vorliegenden Konzepts einen Vorschlag für die Verortung einer Drop-Off-Zone in Derendingen Ost entwickelt: Diese liegt in der Primus-Truber-Straße zwischen „Im Feuerhägle“ und der Farrenberger Straße. Die Verortung findet sich im Lageplan 3.4 im Anhang in der Anlage wieder.

Beginn	Prüfung kann sofort beginnen	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung		
Zielgruppe(n)	Schülerschaft / Eltern		

Nachhaltige Mobilität für den Schulweg zu den ortsansässigen Schulen fördern

M3.2 Einführung eines umfassenden schulischen Mobilitätsmanagements am Schulzentrum „Feuerhägle“

An einigen Schulen im „Feuerhägle“ werden bereits Ansätze einer nachhaltigen Mobilität im Unterricht oder ergänzenden Kursen/AGs besprochen und umgesetzt.

Zukünftig soll das Thema schulübergreifend, einheitlich und über alle Altersgruppen hinweg mit Hilfe eines umfassenden schulischen Mobilitätsmanagements verstärkt Eingang in den schulischen Alltag finden. Wichtig ist zu berücksichtigen, dass die Mobilität/ das Mobilitätsverhalten der Schülerinnen und Schüler abhängig von der Schulform variiert. Dementsprechend ist im Zuge der Managementmaßnahme auf die jeweiligen Mobilitätsbedürfnisse gezielt einzugehen.

Handlungsfelder des Schulischen Mobilitätsmanagements sind dabei:

- Infrastruktur und Verkehrsangebot
- Verkehrserziehung und Mobilitätsbildung
- Organisation und Information

Für den Erfolg des schulischen Mobilitätsmanagements ist die Benennung einer Mobilitätskoordinatorin / eines Mobilitätskoordinators von hoher Bedeutung. Die Person ist zentrale/r Ansprechpartner/in, sowohl für die Schüler- als auch die Lehrerschaft, in allen Fragen rund um die schulische Mobilität und ist treibende Kraft bei der Umsetzung des Mobilitätskonzepts, vor allem bei der dauerhaften Fortführung des Mobilitätsmanagements. Wichtig ist, dass der Mobilitätsmanagerin oder dem Mobilitätsmanager sowohl zeitliche als finanzielle Kontingente zur Verfügung stehen, die eine verantwortungsvolle Betreuung der Thematik ermöglicht.

Bausteine des schulischen Mobilitätsmanagements:

- Infrastrukturmaßnahmen (s. Maßnahmenbereiche 1 und 2)
- Mobilitätserziehung und Aktionen / Aktionstage (z. B. Aktion Klimaschritte / Mobilitätstag an allen Schulen zeitgleich / Stadtradeln)
- Zusammenarbeit mit Eltern (Walking Bus, begleitete Schulwege mit dem Rad)
- Betriebliches Mobilitätsmanagement für die Lehrerschaft
- Carpooling-Plattform für berufliche Schulen
- Benennung einer/s Mobilitätskoordinatorin/s (je Schule oder schulübergreifend)
- Schulwegeplan (liegt für Derendingen vor)

Beginn	Sofort	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung / Schulamt / Landkreis Tübingen		
Zielgruppe(n)	Schülerschaft / Lehrerschaft / Eltern		

3.2.4 Maßnahmenbereich 4 – Öffentlichen (Straßen-)Raum mit Aufenthaltsqualität entwickeln

Öffentliche (Verkehrs-)Flächen im Untersuchungsgebiet werden aufgewertet, indem eine Neuaufteilung der Räume zugunsten von Grünraum oder der Verkehrsflächen für umweltfreundliche Verkehrsmittel (v. a. Fuß- und Radverkehr) erfolgt. Damit wird zum einen eine Reduzierung versiegelter Flächen bewirkt und so eine Antwort auf die zunehmende Überhitzung des öffentlichen (Straßen-)Raums gefunden. Zum anderen stärkt dieses Maßnahmenfeld zusätzlich die Nutzung klima- und umweltfreundlicher Verkehrsmittel.

Umgestaltungsmaßnahmen für das Untersuchungsgebiet sind dabei als Fortführung von Maßnahmen des Handlungsfeldes „Fußverkehr stärken, kurze Wege sicherstellen“ zu verstehen.

Nachhaltige Mobilität für den Schulweg zu den ortsansässigen Schulen fördern			
M4.1 Straßenräume neu ordnen			
Immer dann, wenn Straßenräume in Derendingen Ost von Umbaumaßnahmen betroffen sind, ist zu prüfen, ob eine Neuaufteilung des Querschnitts zugunsten der Verkehrsmittel des Umweltverbundes (Fuß- und Radverkehr, ÖPNV), für Klimaanpassungsmaßnahmen oder für Maßnahmen zur Steigerung der Aufenthaltsqualität möglich sind.			
Erste Handlungsschritte:			
<ul style="list-style-type: none"> • Kurzfristige Neuaufteilung des Straßenraumes durch provisorische oder temporäre Gestaltungsansätze, wie der Ersatz von Pkw-Parkständen oder die Reduzierung der effektiven Fahrbahnbreite durch Radabstellanlagen, Begrünung (Kübelpflanzen) oder Parklets. • Langfristige Neuaufteilung des Straßenraums durch bauliche Anpassungen der Straßenquerschnitte. Dies bedeutet, die Fahrbahn auf ein notwendiges Mindestmaß zu reduzieren und die Gehwegbreiten anzupassen, Grünstreifen einzufügen, Radabstellanlagen zu installieren etc. • Eine hohe Priorität kommt hierbei der Umgestaltung der Lembergstraße und/oder der Christian-Laupp-Straße zu (s. M1.2), denen eine hohe Bedeutung für den Fußverkehr zukommt und diese durch eine Umgestaltung/Neuaufteilung gestärkt werden soll. 			
Beginn	Prüfauftrag dauerhaft	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung		
Zielgruppe(n)	Bewohnerschaft des Stadtteils		

3.2.5 Maßnahmenbereich 5 – ÖPNV vernetzen, multimodale Angebote ausbauen

Grundsätzlich kann das ÖPNV-Angebot in Derendingen Ost als gut bezeichnet werden. In jedem Bereich des Untersuchungsgebiets ist eine Bushaltestelle in 300 m Entfernung oder näher gelegen – wobei jede der Haltestellen von einer Buslinie zu den Hauptverkehrszeiten im 10-Min.-Takt und zu den Nebenverkehrszeiten im 30-Min.-Takt bedient wird. Stets werden von diesen Linien die wichtigen Ziele der Tübinger Innenstadt und der Hauptbahnhof angedient.

Neben dem klassischen ÖPNV-Angebot (Bus und Bahn) spielen zunehmend Mobilitätsangebote eine entscheidende Rolle, die als Ergänzung zum ÖPNV bereitgestellt werden und die Mobilität ohne den privaten Pkw möglich machen. Dabei handelt es sich vorwiegend um Sharing-Angebote im Mobilitätsbereich (z. B. Car- und Bikesharing).

ÖPNV vernetzen, multimodale Angebote ausbauen

M5.1 Barrierefreies Ausbauen der Bushaltestellen

Die Haltestellen des ÖPNV in Derendingen Ost sollen barrierefrei gemäß DIN 18040-3 (Barrierefreiheit im öffentlichen Raum) ausgebaut werden. Abb. 21 in Kapitel II. 3.4 zeigt eine Übersicht, welche Haltestellen im Untersuchungsgebiet barrierefrei ausgebaut sind und für welche ein Handlungsbedarf besteht.

Ziel ist, dass alle Haltestellen zukünftig hindernis-/ hürden- und stufenfrei zu erreichen sind. Zudem ist der Ein- und Ausstieg zu den Fahrzeugen barrierefrei zu gewährleisten und Haltestellen müssen mit einem Leitsystem zur Orientierung für Menschen mit eingeschränktem Sehvermögen ausgestattet werden. Sitzmöglichkeiten mit Witterungsschutz an Haltestellen ermöglichen eingeschränkt mobilen Menschen während der Wartezeit sitzen zu können.

Erste Handlungsschritte:

- Sukzessiver Ausbau der ÖPNV-Haltestellen in Derendingen Ost unter Berücksichtigung der Vorgaben des Aktionsplans „Tübingen inklusiv und barrierefrei“.
- Prioritätenbildung: Haltestellen mit einer höheren Anzahl Ein- und Aussteigenden werden vorrangig umgebaut.
- Verwendung von Fördermitteln für den barrierefreien Ausbau der Haltestellen.
- Planung, Ausschreibung und Durchführung der Umbaumaßnahmen nach HOAI.

Beginn	Prüfauftrag dauerhaft	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung / Stadtwerke Tübingen / Beauftragte für barrierefreies Bauen		
Zielgruppe(n)	ÖPNV-Nutzende / Mobilitätseingeschränkte Personen		

ÖPNV vernetzen, multimodale Angebote ausbauen
M5.2 Ausbau/Verknüpfung des ÖPNV mit multimodalen Angeboten

ÖPNV-Haltestellen sind per Definition wichtige Mobilitätsknoten, die als Anknüpfungspunkte für den Ausbau von multimodalen Mobilitätsangeboten dienen können. Durch die räumliche Verknüpfung von ÖPNV- mit multimodalen Mobilitätsangeboten können Synergien erzeugt (z. B. ermöglichen der Letzte-Meile-Mobilität) und ein breites Bündel an Mobilitätsoptionen angeboten werden, die einen Umstieg vom privaten Pkw auf die Verkehrsmittel des Umweltverbundes (ÖPNV, Rad, Sharing-Angebote etc.) unkompliziert ermöglichen.

Diese Mobilitätsangebote umfassen allen voran Sharing-Angebote (Car-/ Bike-/ Scootersharing), meinen aber auch das Angebot an Radabstellanlagen im angemessenen Umfang und entsprechender Qualität sowie die Ergänzung von Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge (z. B. E-Carsharing, Pedelec und E-Bike, privater E-Pkw).

- Erste Handlungsschritte:
- Ergänzung von Mobilitätsangeboten an Haltestellen des ÖPNV durch
 - Verlegung von Carsharing-Standorten hin zu Haltestellen des ÖPNV (Alternativ: Einrichtung neuer Carsharing-Stationen).
 - Markierung/Ausweisung von Flächen für das Abstellen von Free-floating-Systemen (Bike- und Scootersharing) in Tübingen.
 - Ausbau von Radabstellanlagen an Haltestellen des ÖPNV (Zum Ausbau von Radabstellanlagen an Haltestellen des ÖPNV s. Maßnahme M2.3 im Handlungsfeld „Radverkehr für alle Bevölkerungsgruppen attraktivieren“).
 - Ausbau von Elektroladeinfrastruktur für E-Pkw und E-Bikes – für eine potenziell kombinierte Nutzung mit E-Carsharing/E-Bikesharing und privaten Elektro-Fahrzeugen.
 - Mit hoher Priorität wird der Bahnhof Derendingen (liegt außerhalb des Untersuchungsgebiets) und die ÖPNV-Haltestelle „Im Feuerhägle“ gesehen. Letztere liegt zentral im Quartier und ist damit für Bewohnerinnen/ Bewohner von Derendingen Ost gut erreichbar.

Beginn	Sofort	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung / Stadtwerke Tübingen / Mobilitäts- und Verkehrsunternehmen		
Zielgruppe(n)	Alle Verkehrsteilnehmenden		

ÖPNV vernetzen, multimodale Angebote ausbauen

M5.3 Einführung eines Lastenradverleihs

Lastenräder sind eine geeignete Möglichkeit / Angebot, für Einkäufe oder Erledigung, die mit Transport verbunden sind. Da die private Anschaffung von Lastenrädern mit hohen Investitionskosten einhergeht, bedeutet die Bereitstellung von Lastenrädern durch ein Verleihmodell eine niederschwellige Zugangsmöglichkeit.

Ein Lastenradverleihsystem kann auf niederschwellige Weise in Zusammenarbeit mit den Gewerbetreibenden und/oder dem Ortsbeirat Derendingens aufgebaut werden. Die Anschaffung der Räder erfolgt durch die Stadt Tübingen. Zusammen mit Mustermietverträgen werden die Räder an Gewerbetreibende in Derendingen übergeben. Diese verleihen die Lastenräder an interessierte Bürgerinnen und Bürger. Die Finanzierung des Betriebs basiert auf Spendenbasis (oder u. U. Fördermittel).

Um die Verfügbarkeit von Rädern und damit das Leihen zu vereinfachen, kann zugleich eine Website eingerichtet werden, auf der die Räder reserviert bzw. die Verfügbarkeit der Räder von den Nutzenden geprüft werden können.

Erste Handlungsschritte:

- (Abruf von Fördermitteln und) Anschaffung der Lastenräder
- Abstimmen von Patenschaften mit Gewerbetreibenden in Derendingen zur Übernahme des Verleihs eines Lastenrades
- Aufsetzen eines Musterleihvertrags und Übergabe des Vertrags an die Paten
- Räder werden über die Paten mit Hilfe des Mustermietvertrags an Bewohnerschaft verliehen
- Organisation über Website möglich (vgl. Projekt Heinerbike in Darmstadt)

Beginn	Sofort	Laufzeit	Fortlaufend
Initiator / Akteure	Stadtverwaltung / Ortsbeirat / Gewerbetreibende des Stadtteils		
Zielgruppe(n)	Bewohnerinnen/Bewohner des Stadtteils		

3.3 Wohnen

Das im Kommunalen Wärmeplan Tübingen formulierte Ziel ist es, die Sanierungsrate im Gebäudebestand auf einen stadtweiten Durchschnitt von 2 % anzuheben. Die Quartiere hätten durch das intensive Sanierungsmanagement die Chance, in diesem Zusammenhang Motoren für die Sanierungstätigkeiten zu sein. Die Stadt und die Stadtwerke können die Nutzer und Eigentümer der Wohngebäude jedoch nur indirekt beeinflussen. Daher sind ihre Vorbildrolle, Beratungs- und Förderangebote für Mieter:innen, Eigentümer:innen und Verwalter:innen sowie gute Presse- und Öffentlichkeitsarbeit notwendig, um Energieeinsparung und Klimaschutz in den Fokus der Akteure zu rücken. Insbesondere das Sanierungsmanagement sollte an aktuelle Probleme und Instandsetzungs- oder Modernisierungsvorhaben im Wohngebäudebestand anknüpfen, um im Sinne des Quartierskonzeptes die Gestaltung von Maßnahmen zu beeinflussen. Dafür ist es notwendig Kontakte zu z. B. WEG oder Verwaltern von Gebäudebeständen im Quartier herzustellen.

3.3.1 Strategieentwicklung für Wohnungseigentümergeinschaften

An den in den Kapiteln IV-3.1 und IV-3.3 genannten Punkten sollte bei der Entwicklung eines Maßnahmenpaketes für Wohnungseigentümergeinschaften (WEG) angesetzt werden. Neben der technischen Maßnahmenentwicklung muss ein Prozess zur Erhöhung der Akzeptanz energetischer Maßnahmen seitens der Eigentümer:innen entwickelt werden. Die Grundsätze dazu sind unseres Erachtens:

- Es sollte primär an den Themen angesetzt werden, die den Bewohner:innen in den Gebäuden Probleme bereiten. Energie spielt (zunächst) thematisch nicht die größte Rolle, soll aber fachlich immer mitgeführt werden.
- Es sollten Maßnahmenalternativen entwickelt und die Kosten sowie Fördermöglichkeiten frühzeitig genannt werden. Die voraussichtliche finanzielle Belastung ist eine zentrale Fragestellung der Eigentümer.
- Es muss im Prozess Vertrauen zu Akteuren wie Hausverwaltung und Eigentümer:innen aufgebaut werden. Die Informationen müssen konkret und transparent kommuniziert werden.
- Es sollte eine Vernetzung der relevanten Akteure im Wohngebäudebereich erfolgen. Dazu wird vorgeschlagen ein Forum für private Eigentümer:innen von Wohngebäuden und WEG einzurichten, zum inhaltlichen Informations- und Erfahrungsaustausch, zur niederschweligen Beratung und als Plattform

für best-practice-Beispiele nach dem Vorbild der regelmäßigen Treffen im Klimapakt Tübingen.

Folgende Schritte sind zur Entwicklung von konkreten Maßnahmenpaketen zur Umsetzung für WEG insgesamt notwendig:

- Erste Kontaktaufnahme mit den Hausverwaltungen zur Erfassung des technischen Stands der Gebäude, den Zielen der WEG, bisherigen Beschlüssen und Stimmungen in den WEG.
- Analyse der Gebäude: Erfassung von Mängeln durch Befragungen und Vor-Ort-Begehungen. Dazu gehören nicht-energetische Defizite ebenso wie die Haustechnik und die Gebäudehülle. Gleichzeitig soll das Stimmungsbild innerhalb von Eigentümern und Verwaltung erfasst werden.
- Erste Maßnahmenvorschläge: welche technischen Maßnahmen sind zwingend zur Behebung von Mängeln notwendig?
- Erarbeitung und Abstimmung eines Fahrplans zur energetischen Entwicklung des Gebäudes im Einklang mit weiteren Bedürfnissen der Bewohner.
- Vorbereitung der Beschlussfassung auf den Eigentümerversammlungen. Grundlage für die Beschlussfassung ist das detaillierte Maßnahmenpaket mit Kostenprognose und Finanzierungsvorschlag.

Die genannten Schritte können im Rahmen eines geförderten Sanierungsfahrplans (SFP) erfolgen. Gegenüber den Eigentümern zu bewerbende Vorteile des SFP sind die Anrechenbarkeit zur Erfüllung des EWärmeG und die schrittweise dargestellte Strategie zur energetischen Entwicklung des Gebäudes im Sinne der Bewohner.

Strategieentwicklung für Eigentümer:innen und Wohnungseigentümergeinschaften	
H1	Akteure: WEG und Hausverwaltungen, Sanierungsmanagement, ggf. externe Experten
	Zeitraum: Ab 2023 nach Bedarf im weiteren Verlauf der Quartiersentwicklung
	Kosten: evtl. zusätzliche Kosten für externe Berater

3.3.2 Themenkampagne energetische Modernisierung von Gebäuden

Durch die Stadt und die Agentur für Klimaschutz Kreis Tübingen werden bereits im Rahmen der Klimaschutzstrategie Anstrengungen zur Information und Beratung über öffentliche Kanäle unternommen. Diese werden fortgesetzt und ggf. an aktuelle Erfordernisse angepasst. Spezifische, auf das Quartier bezogene Maßnahmen zur energetischen Modernisierung von privaten Wohngebäuden werden nicht formuliert.

Allgemein sollten dabei folgende Inhalte verfolgt werden:

- Darstellung der Möglichkeiten für wirtschaftliche Sanierung von Gebäuden und entsprechende Fördermöglichkeiten z. B. durch Impulsvorträge, Broschüren und Internetpräsenz. Informationen über die Vorteile von Gebäudesanierungen sowie den Umstieg auf eine zentrale Wärmeversorgung und erneuerbare Energien sollen motivieren. Wichtig ist, sowohl auf den wirtschaftlichen Zusammenhang („es lohnt sich“) als auch auf die Erfüllung von gesetzlichen Anforderungen aufmerksam zu machen. Diese Veranstaltungen können z. B. mit einer Energieberatung gekoppelt werden.
- Beispiele sanierter Gebäude als „Vorbild in der Nachbarschaft“ durch Gesprächsrunden, im Internet oder über andere Medien publik machen („best-practice-Beispiele“). Die Beispiele könnten ggfs. gemeinsam mit den Wohnbaugesellschaften in Tübingen (z. B. GWG) gefunden werden.
- Impulse für Wohnungseigentümergeinschaften (WEG) durch Kontakte mit den Hausverwaltungen und ggf. Präsenz des Sanierungs- oder Klimaschutzmanagements in den Eigentümersammlungen setzen.

Auswertung und Hinweise auf externe Informationsangebote für WEG zu Gebäudemanagement, Sanierung, Finanzierungsmöglichkeiten, insb. der L-Bank, und Veranstaltungen (z. B. <https://www.wohnen-im-eigentum.de/>).

3.3.3 Geförderte Beratung und Vermittlung von Sanierungsfahrplänen in Wohngebäuden

Durch die Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung im Quartier sind die im Rahmen der vom BMWi / des BAFA gewährten „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ erstellten Sanierungsfahrpläne als umfassende und qualitativ hochwertige Beratung bekanntzumachen. Eine besonders übersichtliche und leicht verständliche Darstellung erfolgt dabei durch den für Wohngebäude vereinheitlichten „individuellen Sanierungsfahrplan“ (iSFP) mit festgelegten Beratungsinhalten.

Der Aufwand für eine Beratung ist dabei abhängig vom konkreten Gebäude und ggf. weiteren Fragestellungen des Auftraggebers. Vorgeschriebene Mindest-Leistungen/Inhalte sind jedoch:

- Begehung zur Datenaufnahme und Klärung von Detailfragen
- Analyse von Verbrauchsdaten
- Bewertung des Ist-Zustands

- Maßnahmenvorschläge mit zeitlicher Reihenfolge zu Hülle, Haustechnik und erneuerbaren Energien
- Darstellung des erreichbaren Zielzustands
- Bewertung der Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen
- Persönliche Erläuterung des Berichts

Eine typische Größenordnung für ein zur Erstellung des iSFP zu veranschlagendes Beraterhonorar liegt bei 2.500 EUR brutto. Derzeit werden durch das BMWi / BAFA 80 % der Beratungskosten als Zuschuss gefördert. Dabei gelten folgende Höchstgrenzen (Stand Januar 2023):

- Max. 1.300 EUR für Gebäude mit bis zu zwei Wohneinheiten (Ein- und Zweifamilienhäuser)
- Max. 1.700 EUR für Mehrfamilienhäuser (ab 3 WE)

Die persönliche Erläuterung in Entscheidungsgremien einer WEG wird pauschal mit weiteren 500 EUR unterstützt.

Die vom BMWi / BAFA gestellten Bedingungen sind dabei ausdrücklich im Sinne der angestrebten Qualität und Umsetzbarkeit der durchgeführten Beratungen:

- Der beantragende Berater muss die Zulassung beim BAFA für dieses Programm besitzen (Nachweis der Qualifikation und Praxiserfahrung)
- Beratung anhand KfW-geförderter Maßnahmen oder Effizienzgebäudestandards
- Behandlung von erneuerbaren Energien zu Wärme- oder Stromerzeugung

H2	Vermittlung Sanierungsfahrpläne für Wohngebäude	
	Akteure:	WEG und Hausverwaltungen, Sanierungsmanagement, ggf. externe Experten
	Zeitraum:	Ab 2023 nach Bedarf im weiteren Verlauf der Quartiersentwicklung
	Kosten:	geförderte Erstellung durch externe Berater, ca. 2.500 € abzgl. Förderung pro Gebäude

3.3.4 Themenkampagne „Stromsparen im Haushalt“

Bereits bestehende Informations- und Beratungskampagnen von Stadt und Stadtwerken informieren die Nutzer von Wohngebäuden über Möglichkeiten zur Optimierung des Nutzerverhaltens oder der Anschaffung energieeffizienter Geräte. Für Derendingen-Ost werden daher keine weiteren besonderen Maßnahmen für private Haushalte beschrieben.

Folgende Schwerpunkte sollten prinzipiell weiterverfolgt werden:

- Publikation von Maßnahmen zu energiesparendem Nutzerverhalten in Haushalten
- Verteilung von Informationen zu stromsparenden Haushaltsgeräten, z. B. durch Material der Verbraucherzentrale Baden-Württemberg
- Informationen zu Einsparpotenzialen effizienter Haustechnik, v. a. Heizungs-pumpen oder Lüftungsgeräte
- Möglichkeiten / Beispiele zu eigener Stromerzeugung (PV-Anlagen) und Nutzung des erzeugten Stroms, auch in Zusammenhang mit Speichern und E-Mobilität.

3.4 Öffentliche Liegenschaften

3.4.1 Sanierungsfahrpläne öffentliche Nichtwohngebäude

Für die kommunal verwalteten Gebäude ist die Erstellung langfristiger Energiekonzepte/Sanierungsfahrpläne (SFP) als Zielvorgabe sinnvoll. Für die Sanierung in Schritten oder bei ad hoc auftretendem Bedarf (Reparaturen oder auch baulichen Veränderungen aus anderen Gründen) dient der SFP als Orientierung um einen „Lock-In“-Effekt durch Sanierungen/Reparaturen, die später nicht in ein effizienteres Zielkonzept passen, zu vermeiden.

Garantierte Inhalte eines vom BMWI/BAFA geförderten Energiekonzeptes/Sanierungsfahrplans sind:

- langfristiges Entwicklungskonzept für ein Gebäude (Sanierungsfahrplan) oder
- Konzept für eine Komplettsanierung zu einem KfW-Effizienzgebäudestandard.
- Betrachtung geförderter Maßnahmen an der Gebäudehülle, Effizienzsteigerung der Haustechnik und der Beleuchtung sowie die Umstellung auf erneuerbare Energien zur Wärme- und Stromversorgung
- Wirtschaftliche Bewertung aller vorgeschlagenen Maßnahmen
- Zusätzlich können auch besondere Fragestellungen einbezogen werden, wie z.B. Behaglichkeit, sommerlicher Wärmeschutz, Nutzungsänderungen

Die Beratungskosten hängen stark vom untersuchten Gebäude und den jeweiligen konkreten Fragestellungen ab. Dabei spielt der Aufwand zur Datenaufnahme und

die Komplexität der Haustechnik eine bedeutende Rolle. Generell werden durch das BMWi / BAFA 80 % des Bruttobetrag (bei nicht vorsteuerabzugsberechtigten Beratungsempfängern) der Kosten als Zuschuss übernommen. Allerdings müssen Förderhöchstgrenzen beachtet werden, die von der beheizten Nettogrundfläche abhängen (Stand Januar 2023).

Sanierungsfahrpläne für öffentliche Gebäude		
Ö1	Akteure:	Kommunales Gebäudemanagement Stadt, andere Betreiber (Landkreis Tübingen, Handwerkskammer Reutlingen), externe Energieberater
	Zeitraum:	Ab 2023, ca. 2 Monate Bearbeitung pro Gebäude
	Kosten:	geförderte Erstellung durch externe Berater

3.4.2 Koordinationsteam Schulzentrum Feuerhägle

Der Austausch zwischen den öffentlichen Akteuren an der Schulschiene Süd sollte intensiviert werden. Wesentliche Ziele dabei sind:

- die Abstimmung und Koordination von Maßnahmen im Schulzentrum, zur Nutzung von Synergien,
- der Austausch von Informationen zu aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten

Dazu sollte ein Koordinationsteam Feuerhägle ins Leben gerufen werden, bestehend aus den Verantwortlichen für die Gebäudeverwaltung der drei öffentlichen Akteur:innen Stadt Tübingen, Landkreis Tübingen und Handwerkskammer Reutlingen. Dieser sollte regelmäßig tagen, um aktuelle Veränderungen rechtzeitig miteinfließen lassen zu können.

Koordinationsteam Feuerhägle		
Ö2	Akteure:	Gebäudemanagements der Stadt, des Landkreises Tübingen sowie der Handwerkskammer Reutlingen, ggfs. Vertreter:innen der Schulen, Kitas und Vereine
	Zeitraum:	Ab 2023, regelmäßige Treffen
	Kosten:	Personalkosten

3.5 Energieversorgung

3.5.1 Erweiterung und Transformation des Fernwärmenetzes

In der Kommunalen Wärmeplanung wurde das Quartier bereits als Vorranggebiet für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert. Ausgehend von den kommunalen / öffentlichen Gebäuden in der Primus-Truber-Straße und dem geplanten Zusammenschluss bestehender Netze mit dem Fernwärmenetz der Stadtwerke soll das Quartier bis 2030 für die Fernwärme erschlossen werden. Neben den kommunalen / öffentlichen Gebäuden spielen dabei die zahlreichen Hoch- und Mehrfamilienhäuser und deren WEG eine wichtige Rolle. Die Stadtwerke Tübingen wollen im Rahmen einer Gesamtstrategie für die Südstadt und Derendingen bis 2030 eine klimaneutrale Versorgung mit Fernwärme aus Abwärme, Holz und Solarthermie realisieren.

Zur Unterstützung der Erschließung des Gebiets mit möglichst hohen Anschlussquoten für die Fernwärme kann die Stadt Tübingen ihrerseits durch geeignete Kommunikation auf Eigentümer, die WEG und ihre Verwaltungen zugehen und Kontakte vermitteln. Sowohl für die Stadtwerke als auch für die Gebäudebetreiber ist Planungssicherheit zur künftigen Wärmeversorgung im Gebiet wichtig.

Das Ziel sollte es sein, rechtzeitig auf die Gebäudebesitzer:innen zuzugehen und sie über die Pläne des Fernwärmeausbaus zu informieren. Es gilt dadurch zu verhindern, dass aufgrund von gesetzlichen Rahmenbedingungen und derzeit hohen Heizkosten auf andere erneuerbare Energien umgestiegen wird, noch bevor die Fernwärme im Gebiet angekommen ist und diese Gebäude als Fernwärmeabnehmer wegfallen.

E1	Erweiterung und Transformation der Fernwärme	
	Akteure:	Stadtwerke, Stadtverwaltung, WEG und Hausverwaltungen, private Eigentümer
	Zeitraum:	ab 2023
	Kosten:	Kosten für Leitungsbau und Anschlüsse bei Stadtwerken und Gebäudebetreibern

3.5.2 Erneuerbare Energieträger für die dezentrale Wärmeversorgung

Für die dezentrale Energieversorgung außerhalb von Fernwärmenetzen ist die Umstellung auf regenerative Energiequellen in Verbindung mit einer deutlichen Senkung des Wärmebedarfs durch geeignete Modernisierungen zu befördern.

Die Betreiber von Bestandsanlagen sollen motiviert werden, die Effizienz ihrer Wärmeversorgungsanlagen zu verbessern. Dazu zählen Anreize für einen niedrigschwiligen „Heizungscheck“, der leicht mit einer Beratung zur Umstellung auf erneuerbare Energieträger verbunden werden kann.

Hierzu sind bereits verfügbare Beratungsangebote zu vermitteln und ggf. für das Quartier zu konkretisieren. Außerdem kann an bestehendes Interesse seitens der Betreiber zu Hilfestellung bei der Erneuerung von Wärmeerzeugern, der Erfüllung des EWärmeG in Verbindung mit der für die Umstellung auf erneuerbare Energieträger sinnvollen Bedarfssenkung als Anknüpfungspunkt genutzt werden.

E2	Themenkampagne Erneuerbare Energieträger für die dezentrale Wärmeversorgung	
	Akteure:	WEG und Hausverwaltungen, private Eigentümer, Sanierungsmanagement, ggf. externe Experten
	Zeitraum:	Ab 2023 nach Bedarf/Aktualität des Themas im weiteren Verlauf der Quartiersentwicklung
	Kosten:	Kosten ggf. für externe Berater

3.5.3 Themenkampagne Nutzung Solarenergie

Die Dächer im Quartier sind überwiegend gut für eine solare Nutzung geeignet. In Zusammenarbeit mit lokalen Beratern und Handwerkern sollte Photovoltaik im ganzen Quartier intensiv beworben und aktiv unterstützt werden. In Kombination mit Fernwärme ist jedoch von der Installation von Solarthermieanlagen aufgrund ihrer aufwendigen und kostenintensiven Installationen aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten eher abzuraten.

In Zusammenarbeit mit einem Dienstleister/Contractor wie den Stadtwerken Tübingen können die im Gebiet vorhandenen Mehrfamilienhäuser für eine Stromerzeugung mit Photovoltaikanlagen und Mieterstromkonzepten untersucht und gewonnen werden.

E3	Themenkampagne Solarenergie	
	Akteure:	WEG und Hausverwaltungen, private Eigentümer, Sanierungsmanagement, ggf. externe Experten
	Zeitraum:	Ab 2021 nach Bedarf/Aktualität des Themas im weiteren Verlauf der Quartiersentwicklung
	Kosten:	Kosten ggf. für externe Berater

4 Qualitätssicherung und Monitoring

Um die Erfolge zukünftiger Klimaschutzaktivitäten abbilden zu können, wird die Integration des Sanierungsmanagements im Quartier in das Klimaschutzcontrolling empfohlen. Mit Werkzeugen wie z. B. „BiCO₂“ 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 die Kommune erstellt und in geeigneter Weise selbst fortgeschrieben werden.

Um in einzelnen Quartieren den Effekt konkreter Einzelmaßnahmen zu erfassen, kann jedoch nicht mit für die gesamte kommunale Verwaltungseinheit ermittelten statistischen Mittelwerten gearbeitet werden. Hier müssen an konkreten Objekten durchgeführte Maßnahmen und ihre jeweiligen Effekte entsprechend der bestimmten Charakteristik des Quartiers festgehalten werden können (Bottom-Up-Methode). Geeignete Werkzeuge dafür basieren auf geografischen Informationssystemen, in denen fortlaufend Änderungen mitgeführt und auch sofort ausgewertet werden können. Voraussetzung ist allerdings, dass aus verschiedenen Quellen verfügbare Geo-Daten sinnvoll kombiniert und bei der Entwicklung des Quartierskonzeptes vor Ort überprüft und verfeinert wurden.

Die geeignete Kombination beider Ansätze würde ein effizient durchzuführendes Monitoring der Klimaschutzaktivitäten ermöglichen und darüber hinaus die Zahlen aus dem Quartier in die Gesamtbilanz der Kommune einordnen.

Die Energie- und CO₂-Bilanz eines Quartiers sollte alle 3 – 5 Jahre fortgeschrieben werden. Zur Datenerhebung ist die Festlegung einer gesamtstädtischen Systematik sinnvoll, die es ermöglicht, quartiersspezifische Daten einzustellen. Bei der weiteren Konkretisierung der Maßnahmen, wie z. B. der zentralen Wärmeversorgung, Einsparkonzepten und Stromsparaktionen gilt es, die jeweils erzielten Erfolge zu überprüfen. Teil des Monitorings und Controllings müssten dabei auch die tatsächlichen Umsetzungsquoten bei den privaten Gebäuden sein.

Neben der Erfolgskontrolle über die zu erhebenden quantitativen Daten sollten auch qualitative Ziele erfasst werden. Fragestellungen hierfür können sich auf Prozessabläufe („Was waren die Erfolgs-/Misserfolgskfaktoren?“) oder auf Netzwerkauf- und -ausbau beziehen („Welche Akteure sind eingebunden? Welche fehlen noch?“).

Für beide Aspekte sollte vom Sanierungsmanager ein mit dem Klimaschutzmonitoring der Stadt abgestimmtes Monitoringkonzept entwickelt werden.

5 Aufgabenbeschreibung des Sanierungsmanagements

Im Rahmen des Förderprogramms 432, Phase B der KfW können die Personal- und Sachkosten eines Sanierungsmanagements für i.d.R. 3, max. 5 Jahre gefördert werden. Das Sanierungsmanagement hat dabei die Aufgaben auf Basis des erstellten Quartierskonzepts:

- Umsetzungsschritte zu planen und deren Durchführung zu begleiten,
- die Vernetzung wichtiger Akteure im Quartier zu organisieren,
- Maßnahmen einzelner Akteure zu koordinieren,
- den Erfolg von Maßnahmen zu kontrollieren, bzw. die systematische Erfassung und Auswertung der dafür benötigten Daten methodisch zu unterstützen,
- bei der Entwicklung konkreter Qualitätsziele, Energiestandards oder Leitlinien für Neubau und Sanierung zu beraten,
- die Öffentlichkeitsarbeit inhaltlich zu unterstützen,
- öffentliche Veranstaltungen und gezielte Schulungen zu organisieren oder ggf. durchzuführen,
- selbst als zentrale Vermittlungsstelle für Fragen zu Umsetzung, Finanzierung und Förderung zur Verfügung zu stehen.

Für das Quartier werden folgende Tätigkeitsschwerpunkte eines Sanierungsmanagers genannt:

- Weitere Etablierung von Stadt, Stadtwerken und Klimaschutzagentur als Ansprechpartner für Beratungen und die Umsetzung ökologischer Konzepte sowie die Konkretisierung von Angeboten zu Einspar- und Liefer-Contracting sowie Mieterstrom,
- Arbeit mit den WEG und den Hausverwaltungen zur Senkung des Heizwärmebedarfs und Umstellung der Wärmeversorgung auf regenerative Energieträger und lokale Wärmenetze,
- Steigerung der Stromerzeugung durch PV-Anlagen im Gebiet und spezielle Ansprache der jeweiligen Zielgruppen,
- Zielgruppenspezifische Kampagne zur Senkung des Strombedarfs,
- Vermittler von Informationen zu technischen Konzepten, Finanzierungsmöglichkeiten und sonstigen Beratungsleistungen,
- Koordination und in Teilen Umsetzung der Kommunikationsstrategie
- Abstimmung von Maßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit mit dem Klimaschutzmanagement der Stadt, Stadtwerken und weiteren beteiligten Akteuren.

V. DOKUMENTATION AKTEURSBETEILIGUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Während der Erarbeitung des integrierten Quartierkonzeptes wurden die verschiedenen stark ins Thema involvierten Akteure auf mehreren Ebenen differenziert eingebunden. Zudem wurden die im Projekt gesetzten Meilensteine (z. B. Abschluss der Ist-Analyse) nach ihrem Erreichen in einem gemeinsamen Termin mit Vertretern der Stadt, der Stadtwerke, des Landkreises und der Handwerkskammer Reutlingen besprochen.

1 Begehung und Interviews

Im Rahmen der Begehungen vor Ort durch das Ingenieurbüro ebök am 18.11.2021 und 14.01.2022 wurde der erste Kontakt zu vereinzeltten Bewohnerinnen und Bewohnern in Derendingen-Ost aufgenommen. Bei diesen Gesprächen wurden der Hintergrund und die Inhalte des Quartierskonzeptes vermittelt und Fragen zur Vorgehensweise beantwortet.

Die Begehungen im Schulzentrum fanden gemeinsam mit Vertretern des Landkreises und der Handwerkskammer Reutlingen am 01.06.2022 und gemeinsam mit dem Energiebeauftragten der Stadt Tübingen am 29.11.2022 statt.

2 Gebäudesteckbriefe

Für vier ausgewählte Mustergebäude verschiedener Baualterklassen und Gebäudetypen wurden Steckbriefe zur energetischen Sanierung erstellt. Darin werden die Entwicklung des Wärmebedarfs der Gebäude bei einer Sanierung hin zu unterschiedlichen Effizienzhaus-Standards betrachtet sowie die mittleren jährlichen Gesamtkosten der Sanierungsvarianten über 15 Jahre miteinander verglichen. Es wird ein Einblick in den Zusammenhang zwischen Art des Heizsystems und Erreichbarkeit von Effizienzhausstandards gegeben und eine Übersicht über die Fördermöglichkeiten des Bundes gegeben.

Die vollständigen Steckbriefe finden sich im Anhang II.

Steckbrief zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden

im Rahmen des Quartierskonzept Tübingen - Derendingen Ost



Beispiel für die energetische Sanierung eines Mehrfamilienhauses



- Die Berechnungen beziehen sich auf ein Mustergebäude
- Reale Gebäude können sowohl vom Erscheinungsbild als auch von ihren Werten vom vorliegenden Mustergebäude abweichen.

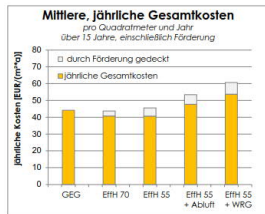
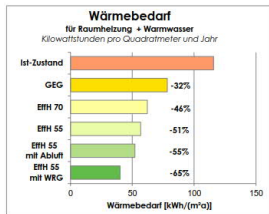
Baujahr: ca. 1960 **Energieversorgung:** Erdgas
Wohneinheiten: 8 WE **Wohnfläche:** ca. 800 m²

Sanierungsvarianten – Einsparungen und Kosten

Ist-Zustand: entspricht dem durchschnittlichen Zustand heute (dabei wird eine durchschnittliche Sanierungstätigkeit seit Bau des Gebäudes angenommen).

GEG: der gesetzliche Mindest-Energiestandard bei einer Sanierung nach Gebäude-Energiegesetz (GEG)

EFH: Effizienzhaus-Standards nach der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)



Mit einer besonders ergiebigen Sanierung können bis zu zwei Drittel des Wärmebedarfs gegenüber dem Ist-Zustand eingespart werden.

Unter Berücksichtigung der Förderung sind die niedrigsten jährlichen Kosten durch eine Sanierung auf Effizienzhausstandard EFH 55 zu erreichen.

Heizungstechnik

Für das Erreichen von Effizienzhäusern muss nicht nur die Gebäudehülle verbessert werden, auch die Heizungstechnik muss gewisse Anforderungen erfüllen. Dafür ist eine effiziente Technik und ein hoher Anteil erneuerbarer Energien nötig. Eine schlechte Technik muss durch eine verbesserte Gebäudehülle mit hohen Kosten ausgeglichen werden.

Fossile Energieträger soll es auf lange Sicht in der Beheizung von Wohngebäuden nicht mehr geben. Beim Einbau einer Gas- / Öl-Heizung besteht daher die Gefahr einer geringen Investitionssicherheit. Die Stadtwerke Tübingen streben die Transformation und die Erweiterung des Tübinger Fernwärmenetzes an. In diesem Zuge wird auch Derendingen an die Tübinger Fernwärme angeschlossen.

Heizsystem	bessere Gebäudehülle		
	GEG	EFH70	EFH55
Erdgas + Solarthermie	+++	++	+
Wärmepumpe	+++	+++	++
Fernwärme	+++	+++	++
Holz	+++	+++	+++

Legende	
+++	nicht möglich
++	schwierig
+	möglich
+++	gut bis sehr gut möglich

Seite 1

Erläuterungen

Die Bezeichnung **Abluft** steht für eine Wohnungslüftungsanlage, durch die eine kontrollierte Raumlüftung möglich wird.

Die Bezeichnung **WRG** (Wärmerückgewinnung) steht für eine Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Sie reduziert die Lüftungswärmeverluste deutlich.

Die **annuitätlichen Gesamtkosten** beinhalten die jährlichen Energiekosten für Wärme und Hilfsstrom der Heizungsanlage und ggf. Lüftungs-Anlage, jährliche Wartungskosten sowie die Investition für die Gebäudehülle und Lüftungs-Anlagen entsprechend den verschiedenen energetischen Standards.

Förderung – Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)

Sanierungsmaßnahme	Tilgungszuschuss in % je Wohneinheit	geförderte Kosten je Wohneinheit
Effizienzhaus 40*	20 % der förderfähigen Kosten von max. 120.000 €	max. 24.000 Euro je WE
Effizienzhaus 55*	15 % der förderfähigen Kosten von max. 120.000 €	max. 18.000 Euro je WE
Effizienzhaus 70***	10 % der förderfähigen Kosten von max. 120.000 €	max. 12.000 Euro je WE
Effizienzhaus 85***	5 % der förderfähigen Kosten von max. 120.000 €	max. 6.000 Euro je WE
Effizienzhaus Denkmal**	5 % der förderfähigen Kosten von max. 120.000 €	max. 6.000 Euro je WE

* jeweils auch als Erneuerbare-Energien-Klasse mit 5 % erhöhter Förderung und 25% erhöhtem max. Kreditbetrag
 ** für Effizienzgebäude 55 und 40 sind zusätzliche 5 % möglich, wenn das Gebäude zu den Worst Performing Buildings gehört.
 Dieser Bonus ist mit der Erneuerbaren-Energien-Klasse kombinierbar

Energieberatungen und Sanierungsfahrpläne werden derzeit über das BAFA mit **80 %** gefördert.

Die **Optimierung und der Austausch der Heizungstechnik** wird derzeit mit **bis zu 35 %** gefördert, mit individuellem Sanierungsfahrplan sogar mit **bis zu 40 %**.

Weitere Informationen finden Sie auf der Homepage des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) in der Rubrik **"Bundesförderung effiziente Gebäude"** und **"Energieberatung & Energieaudit"**: www.bafa.de/DE/Energie/energie_node.html



Energie sparen als Mieter oder Eigentümer – Empfehlungen

Hydraulischer Abgleich – Haben Sie zu kalte oder zu warme Heizkörper oder Geräusche im Heizungssystem? Lassen Sie einen hydraulischen Abgleich durchführen. Dieser wird derzeit mit 20 % gefördert.

Gezielt Heizen – Reduzieren Sie die Raumtemperatur z. B. Nachts oder wenn Sie für längere Zeit die Wohnung verlassen.

Gezielt Lüften – Lüften Sie während der Heizperiode mit kurzem Stoß-/Querlüften, um die Luftqualität zu verbessern und Schimmel vorzubeugen. Länger gekippte Fenster führen zu höheren Wärmeverlusten.

Heizung nicht abdecken – Heizkörper sollten nicht durch Möbel oder Vorhänge verdeckt werden, sonst kann die Wärme nicht gleichmäßig in den Raum gelangen.

Heizkörper entlüften – wenn Luft im Heizsystem ist, werden die Heizkörper nicht mehr gleichmäßig warm. Entlüften Sie die Heizkörper regelmäßig.

Informationen und Beratung:

Universitätstadt Tübingen

- Staatsstelle Umwelt- und Klimaschutz -
 Am Markt 1, 72070 Tübingen
 Telefon: 07071 204-1800
 E-Mail: umwelt-klimaschutz@tuebingen.de
 Web: <https://www.tuebingen.de/tuebingen-macht-blau/33156.html#f9985>



Stadtwerke Tübingen mbH

Eisenhutstraße 6, 72072 Tübingen
 Nähere Informationen zur Fernwärme, sowie den passenden Ansprechpartner finden Sie unter <https://www.swtue.de/energie/fermwaerme.html>



Im Auftrag der Stadt Tübingen



Gefördert durch:



Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Inhaltliche Erarbeitung: I. A.: ebök GmbH, Schellingstraße 4/2, 72072 Tübingen, 09.12.2022

Seite 2

Abb. 66: Beispiel eines Gebäudesteckbriefes

3 Veranstaltungen

Der große Projekt-Auftakt der bearbeitenden Büros ebök und StetePlanung fand am 15.10.2021 im Rathaus Tübingen mit folgenden Akteuren statt:

- Stadt
- Stadtwerke (Energie und TüBus)
- Landkreis
- Klimaschutzagentur Tübingen
- Handwerkskammer Reutlingen

Am 09.11.2021 fand der Projekt-Auftakt im Ortsbeirat Derendingen unter Beteiligung des Ortsbeirates, der Stadt, der Stadtwerke und einiger interessierter Bürger:innen statt.

Am 12.07.2022 wurde gemeinsam mit Schüler:innen des Carlo-Schmid-Gymnasiums ein Mobilitätsworkshop durchgeführt. Für eine genaue Beschreibung des Inhalts und der Ergebnisse, siehe Kap. II, 3.7.

Am 08.05.2023 sollen die Ergebnisse des Quartierskonzepts Derendingen-Ost im Klimaschutzausschuss Tübingen im Tübinger Rathaus vorgestellt und die Diskussion mit den Mitgliedern des Klimaschutzausschusses gesucht.

Am 09.05.2023 wurden die Ergebnisse des Quartierskonzepts Derendingen-Ost im Ortsbeirat Derendingen vorgestellt.

Darüber hinaus wurde eine Veranstaltung in den Räumlichkeiten des Bildungszentrums der Handwerkskammer Reutlingen geplant. Ziel hätte sein sollten, das Hemmnis des Handwerkermangels mit einer Informationskampagne zu Ausbildungsmöglichkeiten und Tätigkeiten des Handwerks und zum Quartierskonzept selbst zu verbinden. Dazu war ein Messe-Format für interessierte Bürger:innen und vor allem Schüler:innen angedacht. Leider waren die Rückmeldungen der angefragten Handwerksinnung, Hersteller und ausführenden Betriebe nicht zahlreich genug, um die Veranstaltung durchführen zu können.

Die Stadt Tübingen plant jedoch, dieses Thema über das Quartierskonzept hinaus weiter zu verfolgen. Die "Messe Haus.Energie.Zukunft" wird dazu am 6. Mai 2023 und 7. Mai 2023 in der Turn- und Festhalle Lustnau stattfinden.

LITERATUR UND QUELLEN

[Beuth ifeu 2015]	Prof. Dr.-Ing. Jochum, Dr. Amany von Oehsen, Dr. Martin Pehnt u. a., Dämmbarkeit des deutschen Gebäudebestands, http://www.ifeu.de/index.php?bereich=ene&seite=daemmschutz abgerufen 5/2016
[BSW 02/2023]	Bundesverband Solarwirtschaft e. V., Infografik „Solarbatterien boomen exponentiell“, veröffentlicht auf: https://www.solarwirtschaft.de/presse/mediathek/ , abgerufen 3/2023
[DDIV/KfW]	Scheitert die Energiewende an Wohnungseigentümergemeinschaften? Vortrag von Martin Kaßler, GF des Dachverband Deutscher Immobilienverwalter e.V. DDIV auf den Berliner Energietagen, 27.04.2015
[DENA 2013]	Anton Barckhausen, Carsten Grohne, Steffen Joest, Immo Zoch, Roman Zurhold, Energieberatung in Industrie und Gewerbe, dena, Berlin 12/2013
[DENA EHI 2015]	Marco Atzberger, Benjamin Chini, Simone Sauerwein, Lena Stähler, Energieeffizienz im Einzelhandel, dena, Berlin 6/2015
[EEA web]	European Energy Award, https://www.european-energy-award.de/european-energy-award , abgerufen 12/2022
[Episcope]	EU-Project EPISCOPE zur Erfassung des Bestands an Wohngebäuden in EU-Ländern, http://episcope.eu/welcome/ , abgerufen 10/2016
[GEA 18.11.2022]	Reutlinger Generalanzeiger (gea.de), Spatenstich für Berufsschul-Neubau in Derendingen, vom 18.11.2022, https://www.gea.de/neckar-alb/kreis-tuebingen_artikel,-spatenstich-f%C3%BCr-berufsschul-neubau-in-derendingen-arid,6684655.html , abgerufen 2/2023
[GEG 2020]	Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz — GEG). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2020 Teil I Nr. 37, Bonn 13. August 2020
[GdW 2013]	GdW Position, GdW Sanierungsfahrplan 2050, Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V., März 2013, http://web.gdw.de/uploads/pdf/GdW_Position_Energieprognose_web.pdf , abgerufen 5/2016

[HTW Solar 2015]	Weniger, Johannes, Bergner Joseph, Tjaden Tjarko, Prof. Dr. Quaschnig, Volker; Dezentrale Solarstromspeicher für die Energiewende, HTW Berlin, Juni 2015
[IINAS 2021]	Fritsche U., Stetz T.: Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2020 sowie Ausblicke auf 2020 bis 2050, Darmstadt, Oktober 2020
[IWU 2015b]	Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt, Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten, Endbericht, Darmstadt, August 2015
[KlimaG BW 2023]	Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg. Landtag von Baden-Württemberg. Drucksache 17/4015. Februar 2023
[KSG BW 2021]	Gesetz zur Änderung des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg. Landtag von Baden-Württemberg. Drucksache 17/943. 6. Oktober 2021.
[LUBW 2022]	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; Energieatlas Baden-Württemberg, Solarpotenzial auf Dachflächen; https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflachen/solarpotenzial-auf-dachflachen ; abgerufen 12/2022
[SOPREN 2011]	Lauterbach C.; Schmitt B.; Vajen K.: Das Potenzial solarer Prozesswärme in Deutschland, Teil 1 des Abschlussberichtes zum Forschungsvorhaben „SOPREN – Solare Prozesswärme und Energieeffizienz“, Institut für Thermische Energietechnik, Universität Kassel, Kassel, Dezember 2011
[TABULA]	Typologie des deutschen Wohngebäudebestands, http://episcopo.eu/building-typology/country/de/ , abgerufen 10/2016
[TÜ-Energieleitlinie 2009]	Energieleitlinie der Universitätsstadt Tübingen, FB8 Hochbau und Gebäudewirtschaft, A. Haas, J. Menzel; In Kraft getreten am 01.08.2009
[TÜ GR 2/2023]	Beschlussvorlage Gemeinderat Nr. 2/2023 von der Sitzung vom 26.01.2023, Schulentwicklung Süd, Universitätsstadt Tübingen, Fachabteilung Hochbau Rolf Bickelmann, 21.12.2022

[UBA 2016]	Dr. Veit Bürger, Dr. Tilman Hesse, Dietlinde Quack, Andreas Palzer, Benjamin Köhler, Sebastian Herkel, Dr. Peter Engelmann, Klimaneutraler Gebäudebestand 2050, Reihe Climate Change 6/2016, Verlag Umweltbundesamt
[VBZ 2018]	Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2018/19; Verbraucherinformation des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft/ Büro Ö-quadrat GmbH, 10/2018, Freiburg
[VDI 2067]	Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Hrsg. VDI Düsseldorf.

ANHANG

Anhang I – Grundlagen und Karten

1 Begrifflichkeiten

2 Verwendete Parameter

- 2.1 Parameter der Kostenermittlung
- 2.2 Parameter der Bilanzierung der Umweltwirkung

3 Mobilität, Planunterlagen

- 3.1 Analyse ruhender Verkehr und E-Mobilität
- 3.2 Analyse ÖPNV und Multimodalität
- 3.3 Analyse Fuß und Radverkehr
- 3.4 Maßnahmen Untersuchung Primus-Truber-Straße
- 3.5 Maßnahmen Fahrradparken

Anhang II – Dokumente

- Gebäudesteckbriefe
- Dokumentation Mobilitätsworkshop im Carlo-Schmid-Gymnasium