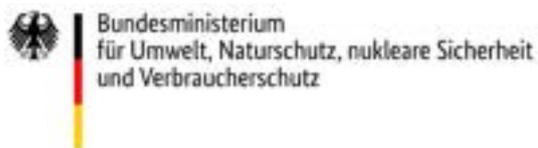


Konzept zur Klimaanpassung der Tüllinger Höhe – Fachdienst für Kind und Familie e.V.

Obertüllingen 112
79539 Lörrach



Fördergeber:



Projektträger:



Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
Durchgeführt vom 01.10.2022 bis 30.06.2023 (Bewilligungszeitraum).



Auftraggeber

**Tüllinger Höhe –
Fachdienst für Kind und Familie e.V.**

Obertüllingen 112
79539 Lörrach

Bearbeitung

Energieagentur Südwest GmbH

Herrenstraße 4
79539 Lörrach

Geschäftsführer:
Jan Münster

Vorsitzende der Gesellschafterversammlung:
Marion Dammann

Registergericht: Freiburg im Breisgau,
Registernummer: HRB 710045

Gefördert vom

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare
Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)**

Projektträger:

ZUG

Zukunft – Umwelt – Gesellschaft gGmbH

Stresemannstraße 69-71

10963 Berlin

www.z-u-g.org/aufgaben/klimaanpassung-in-sozialen-einrichtungen



Inhalt

1	Zusammenfassung und Fazit	5
2	Einführung und Hintergrund	7
2.1	Allgemeine Informationen zur Jugendhilfeeinrichtung Tüllinger Höhe.....	7
2.2	Hinweise zum Förderprogramm	8
2.2.1	Förderrichtlinie Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen (AnpaSo) vom 27. Oktober 2020.	8
2.2.2	Förderrichtlinie Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen (AnpaSo) vom 21. April 2023	10
2.2.3	Auswirkungen der geänderten Förderrichtlinie auf das vorliegende Anpassungskonzept	11
2.3	Herausforderung des Klimawandels	11
2.4	Betreuungsangebote auf dem Campus Obertüllingen	14
2.5	Beschreibung Campus.....	14
2.5.1	Gebäude.....	14
2.5.2	Außenbereiche	15
3	Gebäude	17
3.1	Einflussfaktoren auf den sommerlichen Wärmeschutz	17
3.2	Zusammenfassung des baulichen Zustands der Gebäude	17
3.3	Gebäudesteckbriefe.....	19
3.3.1	Gebäudedetails Haus 106.....	19
3.3.2	Gebäudedetails Haus 107.....	20
3.3.3	Gebäudedetails Haus 111.....	23
3.3.4	Gebäudedetails Haus 112 und Haus 113.....	24
3.3.5	Gebäudedetails Haus 114.....	27
3.3.6	Gebäudedetails Haus 115.....	29
3.3.7	Gebäudedetails Haus 116.....	30
3.3.8	Gebäudedetails Haus 119.....	31
4	Betroffenheitsanalyse	33
4.1	Belegschaft (Workshop 1).....	33
4.1.1	Ablauf und Rahmenbedingungen.....	33
4.1.2	Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge	33
4.1.3	Erkenntnisse – Belegschaft (Workshop 1)	35
4.2	Schüler*innen (Workshop 2).....	36
4.2.1	Ablauf und Rahmenbedingungen.....	36
4.2.2	Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge	36
4.2.3	Erkenntnisse – Schüler*innen	37
4.3	Betreuungspersonal (Workshop 3).....	37
4.3.1	Ablauf und Rahmenbedingungen.....	37
4.3.2	Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge	37
4.3.3	Erkenntnisse – Betreuung	38
4.4	Schüler*innen der Klassenstufen 1 bis 4 (Befragung im Unterricht).....	38



4.4.1	Zitate.....	38
4.4.2	Erkenntnisse – Schüler*innen (Klasse 1-4).....	39
5	Ausgewählte Maßnahmen zur Klimaanpassung	40
5.1	Übergeordnete und organisatorische Maßnahmen.....	40
5.1.1	Hitzeknigge	40
5.1.2	Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung.....	40
5.2	Maßnahmen zur Klimaanpassung am Gebäude.....	41
5.2.1	Bauliche Maßnahmen zum Wärmeschutz.....	41
5.3	Maßnahmen zur Klimaanpassung im Gebäude.....	44
5.3.1	Nachtlüftung	44
5.3.2	Adiabate Abluftkühlung (indirekte adiabate Verdunstungskühlung)	44
5.4	Maßnahmen zur Klimaanpassung im Umfeld der Gebäude	45
5.4.1	Begrünung	45
5.4.2	Offene Gewässer.....	45
5.4.3	Wasserspielplätze	45
5.4.4	Trinkwasserspender.....	46
5.4.5	Sonnenschutz	46
6	Zuordnung der Maßnahmen	47
6.1	Maßnahmen am und im Gebäude	47
6.1.1	Haus 106.....	47
6.1.2	Haus 107.....	47
6.1.3	Haus 111.....	48
6.1.4	Haus 112 und 113.....	48
6.1.5	Haus 114.....	49
6.1.6	Haus 115.....	49
6.1.7	Haus 116.....	49
6.1.8	Haus 119.....	49
6.2	Maßnahmen im Umfeld der Gebäude	50
Anhang.....	52
	Abbildungsverzeichnis	52
	Tabellenverzeichnis.....	53
	Quellenverzeichnis.....	54



1 Zusammenfassung und Fazit

An dieser Stelle werden die im folgenden Bericht dargestellten Ergebnisse zusammengefasst. Im Wesentlichen sind hier die wichtigsten Tabellen und Diagramme wiedergegeben. Ausführlichere Erklärungen finden sich im Haupttext.

Im Mittelpunkt des vorliegenden Anpassungskonzepts stehen 11 Gebäude auf dem Campus Obertüllingen, in denen sich die Mitarbeitenden sowie die Kinder und Jugendlichen der Einrichtung überwiegend aufhalten.

In der folgenden Tabelle 1 sind Nutzungen, Baujahre, Geschosse und Flächen der betrachteten Gebäude zusammengefasst:

Tabelle 1: Nutzungen, Baujahre und Flächen der Gebäude

Nr.	Gebäudebezeichnung	Baujahr	Sanierung	Anzahl Vollgeschosse	Gebäudenutzfläche (AN)
106	2 Wohngruppen	1978	2012	3	767 m ²
107	6 Wohnungen	1973	2013	3	775 m ²
107	UG Klassenzimmer und Tagesgruppe	1973		1	240 m ²
111	Heilpädagogisches Zentrum	2021		3	1.500 m ²
112	Verwaltung, Festsaal	1900		2	450 m ²
113	Verwaltung, Archiv	vor 1960		2	230 m ²
114	Hauswirtschaft, Turnhalle	1982	2018 (Dach)	2	1.840 m ²
114	Betreutes Jugendwohnen (Aufstockung)	1982		2	200 m ²
115	Wohngruppe und Tagesgruppe	1977	2010	2	597 m ²
116	Wohngruppe Sonne und Kindergarten Mond	1985		2	750 m ²
119	Schule	1992	2018 (Dach)	3	2.653 m ²

Die Mehrzahl der Gebäude auf dem Gelände der Tüllinger Höhe wurde in den letzten 15 Jahren ganz oder teilweise saniert. Der energetische Standard, der hierbei erzielt wurde, entsprach jeweils den zum Zeitpunkt der Sanierung gültigen Mindeststandards bzw. den Vorgaben des in Anspruch genommenen Förderprogramms.

Die Gebäude werden in den Gebäudesteckbriefen (Abschnitt 3.3) Detailliert beschrieben. Die energetischen Kennwerte sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengefasst. Gute und sehr gute Werte sind jeweils grün hervorgehoben. Gelbe und rote Markierungen weisen auf einen Handlungsbedarf hin.

Tabelle 2: Energetische Kennwerte der Gebäude

Nr.	spez. Wärmebedarf bzw. -verbrauch	abs. Wärmebedarf bzw. -verbrauch	mittlere U-Werte		
			Fenster	Außenwände	Dachfläche
106	88 kWh/m ² a	67.486 kWh	1,30 W/(m ² K)	0,18 W/(m ² K)	0,19 W/(m ² K)
107	49 kWh/m ² a	37.952 kWh	1,00 W/(m ² K)	0,19 W/(m ² K)	0,19 W/(m ² K)
107	202 kWh/m ² a	48.480 kWh	3,50 W/(m ² K)	1,10 W/(m ² K)	1,00 W/(m ² K)
111	52 kWh/m ² a	78.000 kWh	0,82 W/(m ² K)	0,26 W/(m ² K)	0,15 W/(m ² K)
112	185 kWh/m ² a	83.250 kWh	3,50 W/(m ² K)	1,80 W/(m ² K)	1,20 W/(m ² K)
113	185 kWh/m ² a	42.550 kWh	3,50 W/(m ² K)	1,80 W/(m ² K)	1,20 W/(m ² K)
114	58 kWh/m ² a	106.720 kWh	3,00 W/(m ² K)	0,47 W/(m ² K)	0,25 W/(m ² K)
114	90 kWh/m ² a	18.000 kWh	3,00 W/(m ² K)	0,47 W/(m ² K)	0,63 W/(m ² K)
115	79 kWh/m ² a	47.444 kWh	1,40 W/(m ² K)	0,25 W/(m ² K)	0,22 W/(m ² K)
116	110 kWh/m ² a	82.500 kWh	2,70 W/(m ² K)	0,40 W/(m ² K)	0,40 W/(m ² K)
119	90 kWh/m ² a	238.770 kWh	2,70 W/(m ² K)	0,40 W/(m ² K)	0,19 W/(m ² K)

Aus diesen Erkenntnissen zum energetischen Zustand und zum sommerlichen Wärmeschutz der Gebäude sowie aus der Betroffenheitsanalyse (Abschnitt 4) wurden Maßnahmen an und in den Gebäuden abgeleitet (Abschnitt 5).

In der folgenden Tabelle 3 sind die empfohlenen Maßnahmen an und in den Gebäuden mit den geschätzten Kosten zusammengefasst.



Tabelle 3: Empfohlene Maßnahmen an und in den Gebäuden mit Kostenschätzung

Gebäude	Maßnahme	Gesamtkosten
107	Austausch Fenster	37.800 €
107	Dämmung Außenwand	4.200 €
107	Dämmung Flachdach / Dachterrasse	9.159 €
107	Kellerdecke eben, unterseitig dämmen	5.160 €
111	Fassadenbegrünung	3.000 €
112 / 113	Dämmung oberste Geschosdecke	10.200 €
112 / 113	Austausch Fenster	48.600 €
112 / 113	Dämmung Außenwand	22.680 €
114	Wirtschaftsgebäude	
114	- Austausch der Fenster	43.750 €
114	- Dachbegrünung	9.990 €
114	- Nachtlüftung	
114	- Installation einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und adiabate Abluftkühlung für Wäscherei und Küche	45.000 €
114	Turnhalle	
114	- Nachtlüftung	
114	- Dämmung und Verschluss des Oberlichts.	3.750 €
114	- Erneuerung der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und adiabate Abluftkühlung	260.100 €
114	Zwischenbau	
114	- Austausch der Fenster	15.000 €
114	Aufstockung	
114	- Austausch der Fenster	15.000 €
114	- Energetische Sanierung der Dachfläche	12.567 €
114	- Dachbegrünung	8.850 €
114	- Energetische Sanierung der Wandflächen	12.000 €
116	- Austausch der Fenster	18.900 €
116	- Energetische Sanierung der Dachfläche	23.430 €
116	- Dachbegrünung	16.500 €
116	- Energetische Sanierung der Wandflächen	8.820 €
119	- Erneuerung der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und adiabate Abluftkühlung	207.000 €
119	- Austausch der Fenster	81.000 €
119	- Dachbegrünung	18.000 €
119	- Nachtlüftung	

Im Umfeld der Gebäude werden in erster Linie fest installierte Sonnensegel empfohlen. In der folgenden Tabelle 4 werden die Maßnahmen den einzelnen Bereichen zugeordnet und priorisiert.

Tabelle 4: Zuordnung und Priorisierung der Maßnahmen im Umfeld der Gebäude

Bereich	Nutzung	Sonnensegel fix	Bäume	Markise	Trinkwasser- spender	Wasser- spielplatz
*111a:	Bühne	+++	0	0	0	0
*111b:	Kletterspinne	+++	0	0	0	0
*111c:	Sandkasten	+++	0	0	0	++
*114:	Terrasse Seminarräume	0	0	++	0	0
*115a:	Außenbereich Tagesgruppe	++	0	0	0	0
*115b:	Außenbereich Wohngruppe	++	0	0	0	0
*116a:	Außenbereich Wohngruppe Sonne	+++	0	0	0	0
*116b:	Spielplatz Schulkindergarten Mond	+++	0	0	0	0
*116c:	geplante Erweiterung für Spielplatz Kindergarten	+++	0	0	0	++
*119a:	Eingangsbereich der Schule	0	++	0	0	0
*119b:	Schulhof / Außenbereich Schulkindergarten	+++	0	0	0	0
*121:	Multifunktions-Sportfeld	0	0	0	++	0



2 Einführung und Hintergrund

Die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits heute spürbar. So werden beispielsweise extreme Hitzeperioden immer intensiver und treten öfter und länger auf.

Kurzfristige Gegenmaßnahmen, wie etwa die Installation mechanischer Kälteanlagen in schlecht gedämmten Gebäuden, können die Betroffenheit in den gekühlten Bereichen lindern. Durch die für die Kühlung benötigte elektrische Energie und die mit der Erzeugung verbundenen CO₂-Emissionen können solche Maßnahmen jedoch keinen nachhaltigen Beitrag zum Umgang mit dem Klimawandel leisten, sondern sind gewissermaßen Teil des Problems.

Ziel des Projektes ist es, den Herausforderungen, die der Klimawandel mit sich bringt, angemessen zu begegnen und Gefährdungen durch Extremwetterbedingungen wie Hitzewellen und Starkregen im Rahmen eines integrierten Klimaanpassungskonzepts zu minimieren.

Besonderer Fokus liegt hierbei auf Maßnahmen an den Gebäuden, die sowohl die Betroffenheit der Nutzer*innen als auch aus dem Betrieb resultierenden Emissionen von Treibhausgasen reduzieren.

2.1 Allgemeine Informationen zur Jugendhilfeeinrichtung Tüllinger Höhe

Die Jugendhilfeeinrichtung Tüllinger Höhe Fachdienst für Kind und Familie e.V. ist ein heilpädagogischer und therapeutischer Dienst für junge Menschen im schulpflichtigen Alter.

Unter dem Dachverband des Diakonischen Werkes Baden bietet der Verein jungen Menschen und ihren Familien Hilfen bei erzieherischen und schulischen Krisensituationen. Die Einrichtung bietet fachliche Hilfen in Erziehungsfragen, bei Verhaltensauffälligkeiten, psychischen und sozialen Problemen sowie besondere Unterstützung bei schulischem Förderungsbedarf.

Die Häuser der Tüllinger Höhe liegen wie ein kleines Dorf auf dem Tüllinger Berg zwischen Lörrach und Weil. Im Jahr 1860 wurde hier erstmals ein Kinderheim eingeweiht. Das damals neu gebaute Haus mit dem Namen „Rettungshaus Friedrichshöhe“ wurde die Keimzelle der heutigen Tüllinger Höhe. Die wunderschöne Umgebung und das großzügige Gelände bieten viele Freizeitmöglichkeiten in unmittelbarer Nähe zu den Wohn- und Tagesgruppen.



Abbildung 1: Luftbild der Tüllinger Höhe



Neben dem Campus Obertüllingen betreibt der Verein eine Außenstelle auf dem Areal von Schloss Beuggen bei Rheinfeldern. Hier befindet sich eine Schule (Schwerpunkt emotionale und soziale Entwicklung) und drei Heilpädagogische Tagesgruppen für rund 30 Schüler*innen. Die Außenstelle Beuggen ist nicht Gegenstand des vorliegenden Anpassungskonzepts.

2.2 Hinweise zum Förderprogramm

Dieses Anpassungskonzept wird gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), gemäß Förderrichtlinie Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen Förderschwerpunkt 1.2, Stand: 27. Oktober 2020.

- Titel: "AnpaSo - FSP 1.2: Konzept zur Klimaanpassung der Tüllinger Höhe"
- Förderkennzeichen: 67APS0332
- Antrag vom 15.12.2020
(mit Ergänzung vom 02.02.2022, 07.04.2022, 26.04.2022, 13.05.2022, 17.06.2022)

Im Rahmen des Anpassungskonzepts sollten insbesondere Maßnahmen untersucht werden, die im Rahmen des „FSP 2: Investive Maßnahmen zur Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen“ der Förderrichtlinie förderfähig sind.

2.2.1 Förderrichtlinie Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen (AnpaSo) vom 27. Oktober 2020.

Laut Förderrichtlinie Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen (AnpaSo) im Rahmen des Programms „Nationale Klimaanpassung“ vom 27. Oktober 2020 konnten im FSP 2 „Investive Maßnahmen zur Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen“ folgende Maßnahmen auf der Grundlage einer Beratung bzw. eines umfassenden Konzepts gefördert werden:

a) Maßnahmen am Gebäude

- Maßnahmen zur Verschattung am Gebäude, beispielsweise durch Installation von Jalousien, Markisen, Roll- und Fensterläden sowie statischem Sonnenschutz (Überkopfverschattung),
- Einbau von Fenstern mit Sonnen- und Wärmeschutzverglasung sowie isolierender Mehrfachverglasung und/oder Vorkehrungen, die es unter Beachtung der Einbruchsicherheit und möglicher Absturzgefahren ermöglichen, Fenster über längere Zeiträume zu öffnen).
- Hitzereduzierung durch bauliche Veränderungen unter besonderer Berücksichtigung innovativer Baumaterialien (z. B. Schaffung heller Oberflächen zur Reflexion kurzweiliger Einstrahlung, Nutzung des Albedo-Effekts), Erhöhen der Bauteilmasse (z. B. Leichtbauwände mit Phasenwechselmaterialien), Wärmedämmung unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen der Klimaanpassung unter den Bedingungen der künftigen klimatischen Entwicklung, und/oder Freilegen von massiven Bauteilen (d. h. Entfernen abgehängter Decken oder aufgeständerter Böden),
- Beschaffung und Installation von Befeuchtungsanlagen zur adiabatischen Kühlung von Außenanlagen,
- Maßnahmen zur Dach- und Fassadenbegrünung am Gebäude.



- Voraussetzung für die Nachrüstung von Gebäuden mit den oben genannten Maßnahmen, die ausschließlich dem Hitzeschutz dienen und somit unter den Geltungsbereich der Energiesparverordnung für Gebäude (EnEV 2007) fallen, ist, dass der Bauantrag für die betreffenden Gebäude vor dem 1. Oktober 2007 gestellt wurde. Diese Voraussetzung gilt nicht für Dach- und Fassadenbegrünung

b) Maßnahmen im Gebäude

- Anlagen zur passiven Raumkühlung,
- Anlagen zur Belüftung oder Raumlufreinigung in medizinischen Einrichtungen, insbesondere, wenn diese durch eine Filterfunktion zur Steigerung der Raumluftqualität beitragen,
- Errichtung von Cooling Centres für vulnerable Personengruppen, sofern möglich in Kellerräumen beziehungsweise auf Basis klimaschonender passiver Kühlung,
- Nachrüstung einer Wärmerückgewinnung in bestehende raumluftechnische Anlagen,
- Beschaffung von Kühlwesten und energieeffizienten Ventilatoren,
- Installation von leitungsgebundenen Trinkwasserspendern (ggf. inklusive Karbonisierung) im Innenraum.

c) Maßnahmen im Umfeld des Gebäudes

- Maßnahmen zur Verschattung von Aufenthaltsbereichen im Gebäudeumfeld, beispielsweise durch Pavillons, Sonnensegel, Pergolen,
- Maßnahmen zur Straßen- und Hofbegrünung, beispielsweise durch Neupflanzung klimaangepasster, trockenresistenter, einheimischer Laubbaum- und Pflanzenarten, die besonders zur Kühlung und Verschattung geeignet sind; Umsetzung landschaftsarchitektonischer Maßnahmen zur Klimawandelanpassung,
- (Teil-) Entsiegelung von Flächen, um die natürliche Kühlfunktion und Wasseraufnahme- und -speicherkapazität des Bodens zu nutzen,
- Schaffung von Verdunstungsflächen beispielsweise durch Anlage von Wasserflächen oder nachhaltige Nutzung von entsiegelten Flächen, wie z. B. Wildgärten, wasserdurchlässige Beläge für Wege u. a.,
- Schaffung klimaangepasster, der Art der Einrichtung entsprechender Multifunktionsflächen, beispielsweise durch Anlage von Wasserspielplätzen,
- Schutz vor Starkregen im Gebäudeumfeld, Schaffung von Schutzbarrieren (z. B. Aufkantung, Schwellen, Dammbalkensysteme) oder Rinnen/Gräben zum Schutz vor eindringendem Wasser bei Starkregen,
- Maßnahmen zur Verhinderung von Rückstau aus dem Kanalnetz, beispielsweise Abwasserhebeanlagen, Rückstauverschlüsse,
- Schaffung dezentraler Auffangmöglichkeiten zur Zwischenspeicherung von Regenwasser (z. B. unterirdische Speicherbecken, Regenwasserzisternen) sowie von Versickerungsgruben und Rigolen unter Berücksichtigung der Vermeidung von Brutstätten von Stechmücken)



2.2.2 Förderrichtlinie Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen (AnpaSo) vom 21. April 2023

Die Förderrichtlinie Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen (AnpaSo) im Rahmen des Programms „Nationale Klimaanpassung“ wurde grundlegend überarbeitet. In der Fassung vom 21. April 2023 erfolgt nun eine Unterscheidung zwischen „naturbasierten Lösungen“, als Maßnahmen mit nachhaltiger Anpassungskomponente und „grauen“ Maßnahmen, die als technisch-infrastrukturelle oder bauliche Veränderungen verstanden werden. Der Schwerpunkt der Förderung liegt auf den „naturbasierten Lösungen“.

Es können insbesondere die nachfolgend aufgezählten „naturbasierten Lösungen“ auf der Grundlage eines Konzeptes gefördert werden:

a) „Naturbasierte Lösungen“ am, im und im Umfeld von Gebäude(n):

- Maßnahmen zur Dach- und Fassadenbegrünung durch die Bepflanzung mit vielfältigen, klima- und standortangepassten, heimischen, nicht-allergenen Pflanzenarten möglichst gebietseigener/regionaler Herkunft,
- Maßnahmen zur Straßen- und Hofbegrünung, beispielsweise durch Neupflanzung klimaangepasster, trockenresistenter, heimisch standortangepasster, nicht-allergenen Laubbaum- und Pflanzenarten, die besonders zur Kühlung und Verschattung geeignet sind,
- Umsetzung naturnaher, landschaftspflegerischer Maßnahmen zur Klimaanpassung,
- (Teil-)Entsiegelung von Flächen, um die natürliche Kühlfunktion sowie Wasseraufnahme- und -speicherkapazität des Bodens wiederherzustellen,
- Schaffung von Verdunstungsflächen beispielsweise durch Anlage von naturnah gestalteten Wasserflächen (unter Berücksichtigung der Vermeidung von Brutstätten von Stechmücken),
- nachhaltige Nutzung von entsiegelten Flächen, die einen Mehrwert für die Biodiversität haben, z. B. Wildgärten, Wildwiesen, naturnah gestaltete Gärten,
- naturnah gestaltete Regenwasserrückhalte-/Regenwasserauffangbecken (unter Berücksichtigung der Vermeidung von Brutstätten von Stechmücken).

Darüber hinaus können auch „graue“ Maßnahmen auf Grundlage von Konzepten gefördert werden. Die Umsetzung von „grauen“ Maßnahmen kommt vor allem dann in Betracht, wenn im Rahmen des Förderantrags auch „naturbasierte Lösungen“ umgesetzt werden und die „abschließende Nachhaltigkeitsprüfung“ im Rahmen der Konzepterstellung ergeben hat, dass „graue“ Maßnahmen im Hinblick auf die Bedürfnisse der sozialen Einrichtung nicht durch „naturbasierte Lösungen“ substituiert werden können. Sofern „naturbasierte Lösungen“ nicht die erforderliche Wirksamkeit in Bezug auf die Betroffenheit der sozialen Einrichtungen erwarten lassen, ist es im Sinne der Schwerpunktsetzung dieser Förderrichtlinie das Ziel, die Umsetzung geeigneter Kombinationen aus „naturbasierten Lösungen“ und „grauen“ Klimaanpassungsmaßnahmen zu fördern (z. B. Anpassung des Entwässerungssystems an künftige Starkregenereignisse und Gestaltung von naturnahen Regenwasserrückhaltebecken; oder Maßnahme zur Dachbegrünung und Außenjalousien).

Insbesondere die nachfolgenden „grauen“ Maßnahmen kommen für solche Kombinationen in Betracht:

b) „Graue“ Maßnahmen am, im und im Umfeld von Gebäude(n):

- Anpassung des Entwässerungssystems an künftige Starkregenereignisse,



- Maßnahmen zum Schutz vor eindringendem Wasser,
- Schaffung dezentraler Auffangmöglichkeiten zur Zwischenspeicherung von Regenwasser (z. B. unterirdische Speicherbecken, Regenwasserzisternen) sowie von Versickerungsgruben und Rigolen unter Berücksichtigung der Vermeidung von Brutstätten von Stechmücken,
- Regenwassernutzungsanlagen, z. B. Bewässerungsanlagen für die schattenspendende Bepflanzung des Gebäudeumfeldes,
- Maßnahmen zur Verschattung am Gebäude zum Hitze- und UV-Schutz, z. B. durch die Installation von Jalousien, Markisen, Roll- und Fensterläden,
- Maßnahmen zur Verschattung von Aufenthaltsbereichen zum Hitze- und UV-Schutz, z. B. durch Pavillons, Sonnensegel, Pergolen,
- Beschaffung und Installation von Befeuchtungsanlagen zur adiabatischen Kühlung des Innenraums oder von Außenanlagen,
- Schaffung klimaangepasster, der Art der Einrichtung entsprechender Multifunktionsflächen, z. B. Anlage von Wasserspielplätzen,
- Reduzierung der befestigten begeh- und befahrbaren Flächen auf ein nötiges Mindestmaß und Einsatz von maximal wasserdurchlässigen Materialien.

2.2.3 Auswirkungen der geänderten Förderrichtlinie auf das vorliegende Anpassungskonzept

Die aktuelle Förderrichtlinie wurde wenige Tage vor dem Ende des ursprünglichen Bewilligungszeitraume zum 30.04.2023 veröffentlicht.

Die Gliederung der Maßnahmen orientiert sich an der Förderrichtlinie vom 27. Oktober 2020, wobei in Abstimmung mit dem Auftraggeber ein besonderes Augenmerk auf die „Maßnahmen am Gebäude“ gelegt wurde.

Gemäß aktueller Förderrichtlinie ist ein Großteil dieser Maßnahmen nun gar nicht mehr, oder nur noch als „graue“ Maßnahme in Kombination mit „naturbasierten Lösungen“ förderfähig.

2.3 Herausforderung des Klimawandels

Das Klima sowie der in jüngerer Zeit deutlich spürbare Klimawandel beeinflussen die Länder und deren Bevölkerung unmittelbar. Infolgedessen ist die Politik aktiv geworden und es wurde im Dezember 2015 auf der Pariser Klimaschutzkonferenz (COP21) ein allgemeines, rechtsverbindliches weltweites Klimaschutzabkommen geschlossen. Dies beinhaltet u. a. die Verpflichtung der 195 beteiligten Länder zu einem globalen Aktionsplan, der die Erderwärmung langfristig auf deutlich unter 2°C gegenüber vorindustriellen Werten begrenzt, um dem Klimawandel entgegenzuwirken. Dank des Abkommens wurde ein erster Schritt in die richtige Richtung gesetzt, welcher aber für die aktuelle Emissionsminderung noch nicht ausreicht. Folglich soll der Anstieg für eine deutliche Minderung der Gefahren und Konsequenzen des Klimawandels bei maximal 1,5 °C liegen.

Die von den involvierten Ländern vor und während der COP21 vorgelegten nationalen Klimaschutzpläne legen erste Meilensteine fest, diese sind aber für die Zielerreichung des Temperaturanstiegs auf unter 2 °C noch nicht ausreichend.

Hinzu kommt, dass die bereits messbaren und die zu erwartenden Temperaturerhöhungen global ungleich verteilt sind. Der größere Anstieg auf den Landflächen wird durch geringere Anstiege auf den Ozeanen ausgeglichen. Gerade auf dem europäischen Festland zeigt sich dieser Effekt besonders stark.

Durch den regionalen Klimawandel ändert sich die Lufttemperatur in Baden-Württemberg deutlich stärker als im globalen Durchschnitt. So ist zukünftig mit deutlich höheren Lufttemperaturwerten im gesamten Jahresverlauf zu rechnen. Dies führt zur eingeschränkten Entwicklung von Schneedecken im Winter, zur Verlängerung der Vegetationsperioden in Frühjahr und Herbst sowie zu deutlich mehr und intensiverer Hitzebelastung im Sommer.

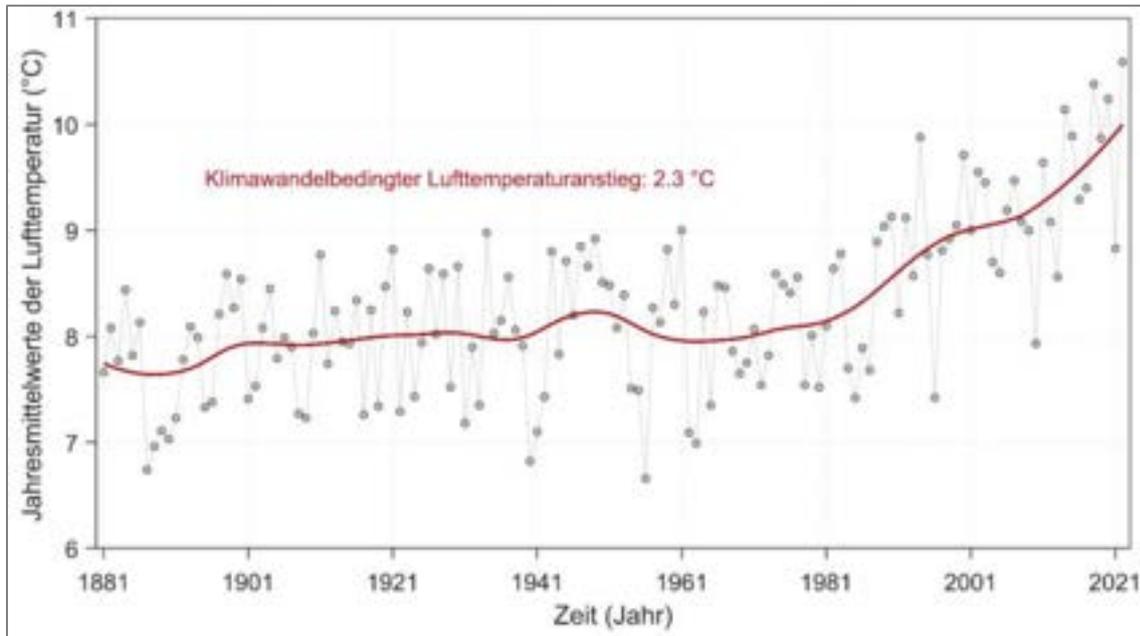


Abbildung 2: Klimawandelbedingter Lufttemperaturanstieg um 2,3 °C im Zeitraum 1881-2022 in Baden-Württemberg. Die Lufttemperaturdifferenz von 2,3 °C ergibt sich entlang der roten Kurve zwischen den Jahren 1881 und 2022 [1].

In seiner Beratungsfunktion für die Landesregierung und den Landtag Baden-Württemberg hat der Klima-Sachverständigenrat Baden-Württemberg am 21.03.2023 ein Kurzpapier mit einer Analyse zur Entwicklung der Lufttemperatur in Baden-Württemberg seit Danach war das Jahr 2022 mit einer mittleren Lufttemperatur von 10,6 °C das wärmste Jahr in Baden-Württemberg im Zeitraum 1881-2022. Infolge des globalen Klimawandels ist die vieljährige Lufttemperatur, die die klimawandelbedingte Erwärmung widerspiegelt, von 7,7 °C auf 10,0 °C gestiegen (Abbildung 2). Der Anstieg um 2,3 °C entspricht etwa dem Zweifachen des mittleren globalen Lufttemperaturanstiegs von 1,1 °C. Darüber hinaus fand eine Beschleunigung der durchschnittlichen 10-jährigen Lufttemperaturänderung in den vergangenen vier Jahrzehnten auf über 0,4 °C statt. Damit hat sich die Lufttemperatur im Land allein in den letzten 40 Jahren um mindestens 1,6 °C erhöht. Unterstellt man diese Änderungsrate bis zum Jahr 2040 – das Jahr, in dem Baden-Württemberg zum Zwecke des Klimaschutzes Netto-Treibhausgasneutralität erreichen will – wird der klimawandelbedingte Lufttemperaturanstieg rund 3,0 °C betragen.

Der Landkreis Lörrach liegt im äußersten Südwesten Baden-Württembergs im sogenannten "Drei-Länder-Eck" und grenzt mit dem Rhein im Süden an die Schweiz (Basel) und im Westen an Frankreich.



In Abbildung 3 bis Abbildung 6 [2] sind die klimatischen Veränderungen im Landkreis Lörrach dargestellt. Hier sind in der Region die gleichen Phänomene wie im Land zu sehen, bzw. es ergeben sich regional nur in Teilen Abweichungen zu den landesweiten Prognosen.

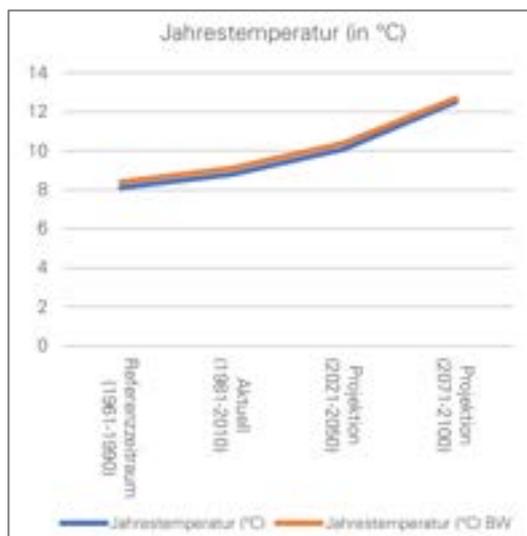


Abbildung 3: Entwicklung der Jahrestemperatur in Baden- Württemberg und Landkreis Lörrach.

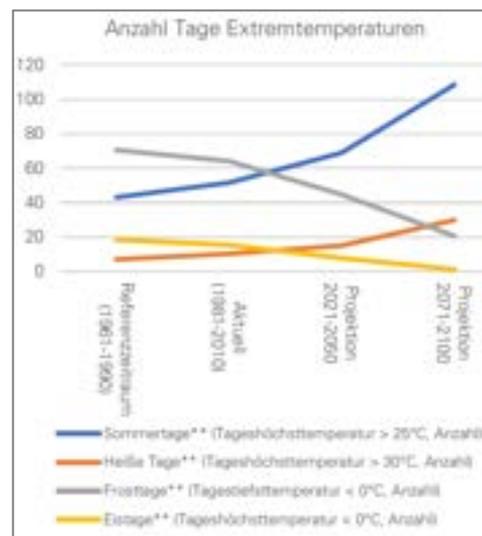


Abbildung 4: Entwicklung der Extremtemperaturen in Baden- Württemberg und Landkreis Lörrach.

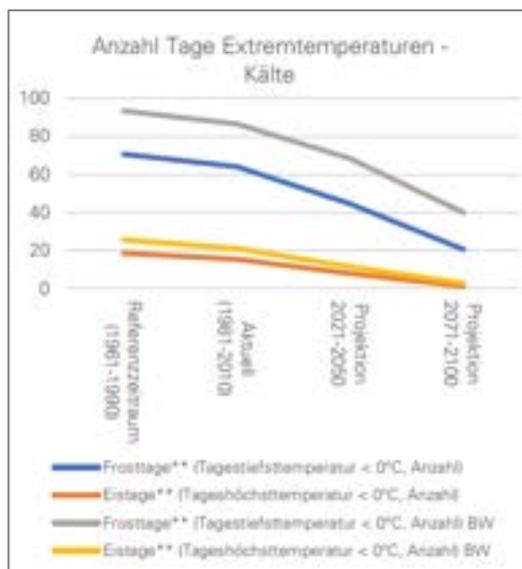


Abbildung 5: Entwicklung der Extremkältetemperaturen in Baden- Württemberg und Landkreis Lörrach.

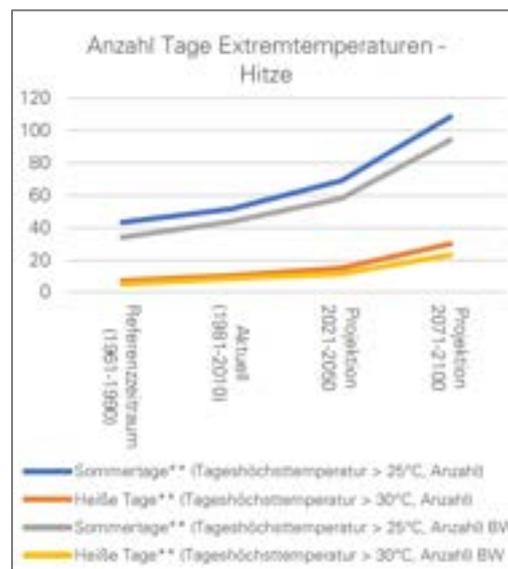


Abbildung 6: Entwicklung der Extremhitzetemperaturen in Baden- Württemberg und Landkreis Lörrach.

In Abbildung 7 sind ausgewählte Extremwetterereignisse im Landkreis Lörrach in den letzten 10 Jahren dargestellt:

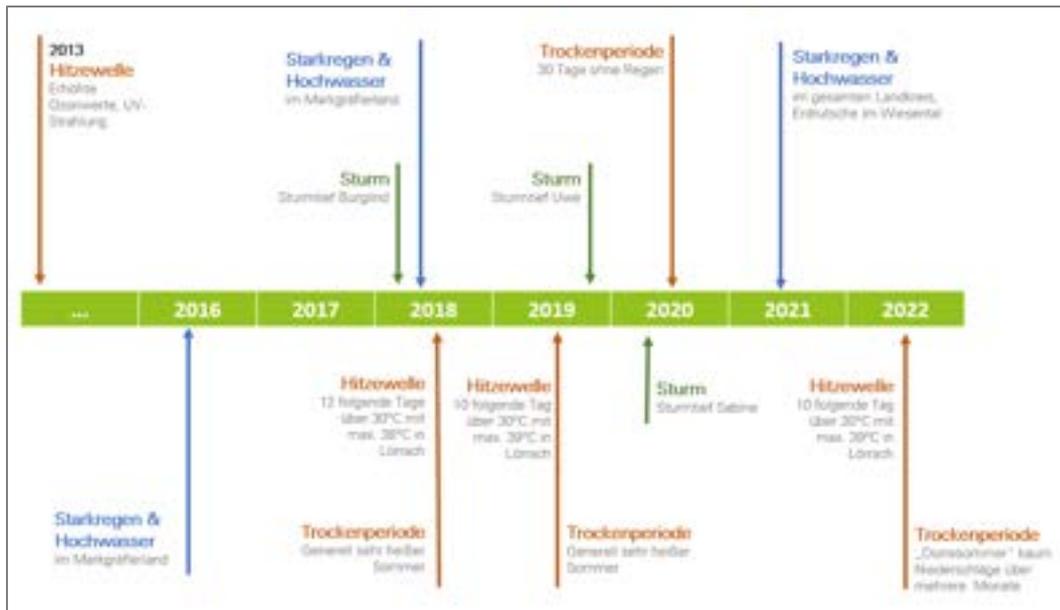


Abbildung 7: Extremwetterereignisse im Landkreis Lörrach in den letzten 10 Jahren

2.4 Betreuungsangebote auf dem Campus Obertüllingen

Das Angebot der Tüllinger Höhe in Obertüllingen umfasst Hilfen zur Erziehung, insbesondere die Betreuung über Tag und Nacht in sechs Heilpädagogischen Wohngruppen mit 48 Plätzen, sowie Hilfe zur Erziehung in acht Heilpädagogischen Tagesgruppe mit 70 Plätzen.

Die heilpädagogischen Hilfen sind in der Regel kombiniert mit einem schulischen Angebot in einer Kleinklasse der Schule (Förderschwerpunkt emotionale und soziale Entwicklung, 140 Plätze) und einer therapeutischen Unterstützung durch den Fachdienst. Ergänzt wird die Angebotspalette durch einen viergruppigen Schulkindergarten.

- Anzahl Personal: 150 Mitarbeitende
- Anzahl zu betreuender Personen: 260 Kinder und Jugendliche

2.5 Beschreibung Campus

Der Campus der Tüllinger Höhe in Obertüllingen umfasst zehn Häuser und zugehörige Außenbereiche, die in der folgenden Abbildung 8 markiert sind. Zwei weitere zur Einrichtung gehörige Wohngruppen befinden sich in rund 350 m Entfernung in Tüllingen, Dorfstraße 50.

2.5.1 Gebäude

- Haus 106: 2 Wohngruppen
- Haus 107: 6 Mitarbeiterwohnungen, im Untergeschoss Klassenzimmer und Tagesgruppe
- Haus 111: Heilpädagogisches Zentrum, Tagesgruppen, Schülerfirma, Hauswirtschaft, psychologisch-therapeutische Abteilung
- Haus 112: Verwaltung, Festsaal
- Haus 113: Verwaltung, Archiv
- Haus 114: Küche, Haustechnik, Turnhalle, Betreutes Jugendwohnen
- Haus 115: Wohngruppe und Tagesgruppe
- Haus 116: Wohngruppe und Schulkindergarten
- Haus 119: Schule
- Haus 121: Tierhaus



Abbildung 8: Lageplan Campus Obertüllingen

2.5.2 Außenbereiche

Neben den Häusern verfügt das Gelände über verschiedene Außenanlagen. Für das vorliegende Anpassungskonzept wurden die unterschiedlichen Nutzungsbereiche analog zu den Gebäuden durchnummeriert.

- *111a: Bühne (Abbildung 9)
- *111b: Kletterspinne (Abbildung 9)
- *111c: Sandkasten
- *114: Terrasse Seminarräume (Abbildung 11)
- *115a: Außenbereich Tagesgruppe
- *115b: Außenbereich Wohngruppe (Abbildung 12)
- *116a: Außenbereich Wohngruppe Sonne
- *116b: Spielplatz Schulkindergarten Mond (Abbildung 13)
- *116c: Erweiterung für Spielplatz Kindergarten
- *119a: Eingangsbereich der Schule (Abbildung 10)
- *119b: Schulhof / Außenbereich Schulkindergarten
- *121: Multifunktions-Sportfeld



Abbildung 9: hinten Mitte *111a: Bühne, vorne rechts *111b: Kletterspinne



Abbildung 10: *119a: Eingangsbereich der Schule



Abbildung 11: Terrasse Seminarräume



Abbildung 12: *115b: Außenbereich Wohngruppe



Abbildung 13: *116b: Spielplatz Schulkindergarten
Mond

3 Gebäude

3.1 Einflussfaktoren auf den sommerlichen Wärmeschutz

Wenn im Sommer die Innenräume der Gebäude überhitzen, liegt der Grund dafür im unzureichenden Wärmeschutz. Während die Dämmung im Winter für wohlige warme Räume sorgt, wirkt sie im Sommer entgegengesetzt und sperrt die Hitze aus.

Die Dämmung hat somit einen maßgeblichen Anteil daran, Räume vor dem Überhitzen zu schützen. Eine weitere Schwachstelle für die Raumtemperatur bleiben im Sommer allerdings die Fenster. Ist die Wärme durch sie erst einmal ins Rauminnere gelangt, kann die Dämmung ihr volles Potenzial für den sommerlichen Wärmeschutz nicht voll entfalten.

Die Einflussfaktoren auf den sommerlichen Wärmeschutz, von denen die Temperatur im Rauminnere abhängt:

- Sonneneinstrahlung auf Gebäudehülle und durch transparente Bauteile
- Wirksamkeit und Nutzung eines Sonnenschutzes
- Fenstergröße, Orientierung der Fenster, ihre Neigung und Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) der Glasfläche
- Bauart des Gebäudes und des Daches
- Dämmstandard der Außenbauteile
- Speicherfähigkeit von Wänden, Fußböden, Innenbauteilen und Möbeln
- Eintrag warmer Außenluft tagsüber durch undichte Bauteile oder offene Fenster
- Abkühlung des Raumes durch aktives Lüften nachts und in den frühen Morgenstunden
- Temperaturen der Außenluft und der äußeren Bauteiloberflächen
- Verschattung, zum Beispiel durch Bäume und andere Häuser
- inneren Wärmequellen durch Personen, Geräte oder Beleuchtung



Abbildung 14: Einflussfaktoren auf den sommerlichen Wärmeschutz [3]

3.2 Zusammenfassung des baulichen Zustands der Gebäude

Im Mittelpunkt des vorliegenden Anpassungskonzepts stehen 11 Gebäude auf dem Campus Obertüllingen, in denen sich die Mitarbeitenden sowie die Kinder und Jugendlichen der Einrichtung überwiegend aufhalten.



In der folgenden Tabelle 6 sind Nutzungen, Baujahre, Geschosse und Flächen der betrachteten Gebäude zusammengefasst:

Tabelle 5: Nutzungen, Baujahre und Flächen der Gebäude

Nr.	Gebäudebezeichnung	Baujahr	Sanierung	Anzahl Vollgeschosse	Gebäudenutzfläche (AN)
106	2 Wohngruppen	1978	2012	3	767 m ²
107	6 Wohnungen	1973	2013	3	775 m ²
107	UG Klassenzimmer und Tagesgruppe	1973		1	240 m ²
111	Heilpädagogisches Zentrum	2021		3	1.500 m ²
112	Verwaltung, Festsaal	1900		2	450 m ²
113	Verwaltung, Archiv	vor 1960		2	230 m ²
114	Hauswirtschaft, Turnhalle	1982	2018 (Dach)	2	1.840 m ²
114	Betreutes Jugendwohnen (Aufstockung)	1982		2	200 m ²
115	Wohngruppe und Tagesgruppe	1977	2010	2	597 m ²
116	Wohngruppe Sonne und Kindergarten Mond	1985		2	750 m ²
119	Schule	1992	2018 (Dach)	3	2.653 m ²

Die Mehrzahl der Gebäude auf dem Gelände der Tüllinger Höhe wurde in den letzten 15 Jahren ganz oder teilweise saniert. Der energetische Standard, der hierbei erzielt wurde, entsprach jeweils den zum Zeitpunkt der Sanierung gültigen Mindeststandards bzw. den Vorgaben des in Anspruch genommenen Förderprogramms.

Die Gebäude werden in den Gebäudesteckbriefen (Abschnitt 3.3) Detailliert beschrieben. Die energetischen Kennwerte sind in der folgenden Tabelle 6 zusammengefasst. Gute und sehr gute Werte sind jeweils grün hervorgehoben. Gelbe und rote Markierungen weisen auf einen Handlungsbedarf hin.

Tabelle 6: Energetische Kennwerte der Gebäude

Nr.	spez. Wärmebedarf bzw. -verbrauch	abs. Wärmebedarf bzw. -verbrauch	mittlere U-Werte		
			Fenster	Außenwände	Dachfläche
106	88 kWh/m ² a	67.486 kWh	1,30 W/(m ² K)	0,18 W/(m ² K)	0,19 W/(m ² K)
107	49 kWh/m ² a	37.952 kWh	1,00 W/(m ² K)	0,19 W/(m ² K)	0,19 W/(m ² K)
107	202 kWh/m ² a	48.480 kWh	3,50 W/(m ² K)	1,10 W/(m ² K)	1,00 W/(m ² K)
111	52 kWh/m ² a	78.000 kWh	0,82 W/(m ² K)	0,26 W/(m ² K)	0,15 W/(m ² K)
112	185 kWh/m ² a	83.250 kWh	3,50 W/(m ² K)	1,80 W/(m ² K)	1,20 W/(m ² K)
113	185 kWh/m ² a	42.550 kWh	3,50 W/(m ² K)	1,80 W/(m ² K)	1,20 W/(m ² K)
114	58 kWh/m ² a	106.720 kWh	3,00 W/(m ² K)	0,47 W/(m ² K)	0,25 W/(m ² K)
114	90 kWh/m ² a	18.000 kWh	3,00 W/(m ² K)	0,47 W/(m ² K)	0,63 W/(m ² K)
115	79 kWh/m ² a	47.444 kWh	1,40 W/(m ² K)	0,25 W/(m ² K)	0,22 W/(m ² K)
116	110 kWh/m ² a	82.500 kWh	2,70 W/(m ² K)	0,40 W/(m ² K)	0,40 W/(m ² K)
119	90 kWh/m ² a	238.770 kWh	2,70 W/(m ² K)	0,40 W/(m ² K)	0,19 W/(m ² K)

3.3 Gebäudesteckbriefe

3.3.1 Gebäudedetails Haus 106



Abbildung 15: Haus 106 Ansicht West



Abbildung 16: Haus 106 Ansicht Ost

Das Haus 106 beherbergt zwei betreute Wohngruppen. Das Gebäude mit 766,89 m² Wohn- und Nutzfläche wurde im Jahr 1978 errichtet und 2012 energetisch saniert. Bestandteile der Sanierung waren die Dämmung der Außenwände, der Austausch der Fenster sowie die Erneuerung des Daches, wobei die vorhandenen Dachbalkone im Obergeschoss durch Dachgauben ersetzt wurden.

Durch die Sanierung wurde der Heizwärmebedarf des Gebäudes auf etwa die Hälfte reduziert. So konnte auf den Einbau einer neuen Heizung verzichtet und das Gebäude an Heizungsanlage des benachbarten Haus 107 angeschlossen werden.

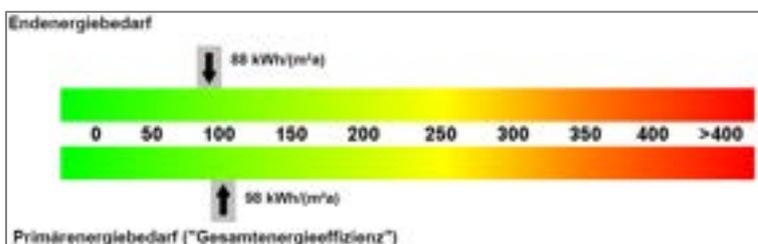


Abbildung 17: Energiebedarf gemäß Energieausweis, Obertüllingen 106

Der vorliegende Energiebedarfsausweis (Abbildung 17) wurde am 16.04.2015 nach Maßgabe der Energieeinsparverordnung vom 29. April 2009 (EnEV 2009) erstellt. Der darin ausgewiesene Endenergiebedarf beträgt 88 kWh/m²a. Der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust (H'_{T}) beträgt 0,606 W/m²K (Abbildung 18). Alle Fenster sind mit Außenrollläden ausgestattet.

Transmissionswärmeverlust H_T				
Bauteilliste	Fläche A in m ²	U-Wert in W/(m ² K)	F_x	$H_T = F_x \cdot A \cdot U$ in W/K
Außenwände				
AW HLZ HK-Nische	13,57	0,202	1,00	2,74
AWUG Beton	74,66	0,174	1,00	12,96
AW HLZ	79,84	0,192	1,00	15,34
AW HLZ	159,75	0,187	1,00	29,82
Holzwand Gaupe	10,28	0,280	1,00	2,88
Steldächer				
SD	273,27	0,194	1,00	52,93
Grundflächen: Erdberührte Bauteile/Kellerdecken				
FB UG	146,45	1,117	0,25	40,91
AWUG Beton Erdreich	63,10	3,977	0,60	150,59
AWUG Beton ged. Erdreich	29,70	0,759	0,60	13,52
KD	100,05	0,837	0,65	54,43
Trennwände/-decken				
BUUG Beton Keller	86,86	2,622	0,50	113,85
Außentüren				
Ausstür	8,73	1,400	1,00	12,22
Fenster				
Holzfenster	107,61	1,300	1,00	139,89
Kunststofffenster, Wärmeschutz	16,19	1,800	1,00	29,14
DFF Velux	3,06	1,300	1,00	3,98
Wärmebrücken				
Mit Nachweis: 0,030 W/(m ² K)				35,19
Summe				
	A = 1.173,10 m ²		H _T = 710,39 W/K	
	Spez. Transmissionswärmebedarf H _T = H _T /A = 0,606 W/(m ² K)			

Abbildung 18: Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile Obertüllingen 106 nach Sanierung gemäß EnEV 2009 Nachweis vom 07.11.2014

3.3.2 Gebäudedetails Haus 107



Abbildung 19: Haus 107 Ansicht Nordwest



Abbildung 20: Haus 107 Ansicht Ost

Das 1973 erbaute Haus 107 wurde ursprünglich als Personalwohnheim geplant und wird auch derzeit überwiegend als Wohngebäude genutzt. In den drei oberen Stockwerken befinden sich auf 774,54 m² sechs Wohneinheiten, die an Mitarbeitende und Externe vermietet sind.

Im Untergeschoss mit 240 m² Nutzfläche befinden sich auf der Hangseite Keller- und Technikräume, Lager und Bibliothek. Auf der nach Osten ausgerichteten Talseite mit großer Fensterfront befinden sich die Räumlichkeiten einer Tagesgruppe mit Aufenthaltsbereich und einem Klassenzimmer.

Der Wohngebäudeteil wurde im Jahr 2013 energetisch saniert. Bestandteile der Sanierung waren die Dämmung der Außenwände, der Austausch der Fenster sowie die Erneuerung des Daches, und der Einbau einer Erdgas-Brennwertheizung, die das benachbarte Haus 106 mitversorgt.



Der vorliegende Energiebedarfsausweis für Wohngebäude (Abbildung 21) wurde am 08.04.2015 nach Maßgabe der EnEV 2009 erstellt. Der darin ausgewiesene Endenergiebedarf beträgt 49 kWh/m²a. Der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust (H_T) beträgt 0,29W/m²K.

Die Fenster der Wohnungen sind mit Rollläden ausgestattet, im Untergeschoss sind verstellbaren Außenjalousien vorhanden.

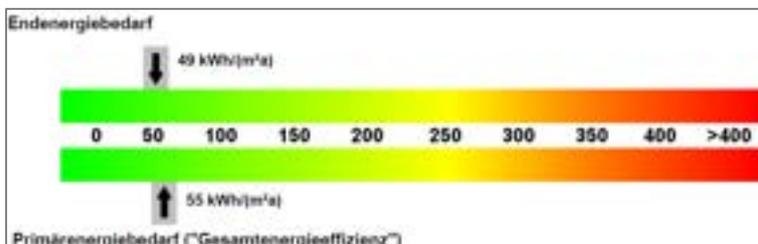


Abbildung 21: Energiebedarf gemäß Energieausweis, Obertüllingen 107 vom 08.14.2015

Transmissionswärmeverlust H_T				
Bauteilliste	Fläche A in m²	U-Wert in W/(m²K)	F_x	$H_T = F_x \cdot A \cdot U$ in WK
Außenzwände				
HLZ + VWS	415,70	0,196	1,00	81,33
Holzwand Gaupe	36,69	0,331	1,00	12,92
Steldächer				
Steldach	356,21	0,168	1,00	59,99
Flachdächer				
Gaupendach	26,20	0,196	1,00	5,13
Grundflächen: Erdberührte Bauteile/Kellerdecken				
Kellerdecke	70,74	0,820	0,50	29,00
Transwände/-decken				
Trennwand	8,50	1,433	0,50	6,09
Fenster				
Wärmeschutzfenster 3fach	97,10	1,000	1,00	97,10
Wärmebrücken				
Mit Nachweis: 0,002 W/(m²K)				1,92
Summe				
	A = 1.013,44 m²		H _T = 293,47 WK	
	Spez. Transmissionswärmebedarf H _T /A = 0,290 W/(m²K)			

Abbildung 22: Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile
 Obertüllingen 107 nach Sanierung gemäß EnEV 2009 Nachweis 08.04.2015

Das unsanierte Untergeschoss ist energetisch in einem deutlich schlechteren Zustand. Welche Dämmwerte die einzelnen Bauteile tatsächlich besitzen lässt sich aufgrund fehlender Unterlagen nicht ohne weiteres nachvollziehen.



Abbildung 23: Haus 107 Fensterfront UG außen



Abbildung 24: Haus 107 Fenster UG innen



Abbildung 25: Haus 107 Fenster UG Detail

Anhand von Baujahr, vorhandenen Unterlagen und vor Ort Begehung wurden die folgenden Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt:

- Dach (Terrasse): $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Boden (Garagen): $0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Fenster $U_w 3,47 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - Verglasung
(2-fach Iso-Verglasung mit 6 mm Luftraum) $U_G = 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
 - Rahmen
(Aluminiumfensterrahmen;
Thermisch nicht getrennt) $U_F = 5,0$
- Außenwände: $1,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

3.3.3 Gebäudedetails Haus 111



Abbildung 26: Haus 111 Ansicht Süd



Abbildung 27: Haus 111 Ansicht Nord

Am Standort des einstigen Rettungshauses Friedrichshöhe wurde im Zeitraum September 2019 bis Juni 2021 das Haus 111 als neues „Heilpädagogisches Zentrum“ errichtet. Seit Oktober 2021 bietet es auf einer Fläche (Gebäudenutzfläche) von 1.395 m² Raum für vier Tagesgruppen, Werkstätten, Besprechung, psychologische Einzelförderung, Mediathek und Elternsprechzimmer.

Das Gebäude erfüllt die Anforderungen an ein KfW Effizienzhaus 55. Der vorliegende Energiebedarfsausweis für Wohngebäude (Abbildung 28) wurde am 09.08.2021 nach Maßgabe der EnEV 2014 erstellt. Der darin ausgewiesene Endenergiebedarf beträgt 52 kWh/m²a.



Abbildung 28: Energiebedarf gemäß Energieausweis, Obertüllingen 111 vom 09.08.2021

Der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust ($H'T$) beträgt 0,337 W/m²K (Abbildung 29). Alle Fenster sind mit verstellbaren Außenjalousien ausgestattet.



Berechnung HT'				
Bauteile und Fenster				
Wärmebrückenzuschlag der Zone für HT': $\Delta U_{\text{WB}} = 0,050 \text{ W/(m}^2\text{K)}$				
Bezeichnung	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Fx-Wert [-]	H _T [W/K]
Boden UG gegen Erdreich	175,22	0,24	0,40	16,82
Boden EG gegen Erdreich	212,25	0,24	0,50	25,47
AW UG Erdreich	141,81	0,28	0,60	23,82
Boden gegen Aussenluft	35,68	0,17	1,00	6,07
AW UG Treppenhaus	15,96	0,25	1,00	3,99
Fenster 1 UG	4,40	0,82	1,00	3,61
Tür 1 UG	2,44	1,80	1,00	4,40
Oberste Geschossdecke	406,62	0,15	0,60	48,79
Dach Brücke	16,53	0,22	1,00	3,64
Aussenwand Nord	173,03	0,26	1,00	44,99
Fenster Nord	98,95	0,82	1,00	81,13
Aussenwand Süd	205,60	0,26	1,00	53,46
Fenster Süd	75,69	0,82	1,00	62,07
Aussenwand West	255,48	0,26	1,00	66,43
Fenster West	65,47	0,82	1,00	53,68
Aussenwand Ost	235,08	0,26	1,00	61,12
Fenster Ost	89,48	0,82	1,00	73,37
Aussenwand Nord OG zwischen Fenster	12,43	0,32	1,00	3,98
Aussenwand West OG zwischen Fenster	14,85	0,32	1,00	4,75
Aussenwand Süd OG zwischen Fenster	2,07	0,32	1,00	0,66
Aussenwand Ost OG zwischen Fenster	11,24	0,32	1,00	3,60
Wärmebrücken ($H_T = A \cdot \Delta U_{\text{WB}} = 2.250,3 \cdot 0,050$)				112,51
Gesamt	2.250,27			758,36

$H_T' = H_T / A = 758,36 / 2.250,27 = 0,337 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Abbildung 29: Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile Obertülingen 111
(Neubau) gemäß EnEV 2014 Nachweis 09.08.2021

3.3.4 Gebäudedetails Haus 112 und Haus 113

Das um 1900 errichtete Haus Obertülingen 112 mit 450 m² Nutzfläche befindet sich seit ca. 1960 im Eigentum der Tülinger Höhe.

Aus der Chronik der Tülinger Höhe geht hervor, dass das ehemalige Gasthaus zur "Schönen Aussicht" im Jahr 1959 von den Betreibenden aufgegeben wurde, da sich nach dreijähriger Suche keine neuen Pachtenden fand. Damit bot sich für das Kinderheim die Möglichkeit, den Schulbereich außerhalb des Wohngebäudes zu verlagern und gleichzeitig einen zweiten Schulraum einzurichten. Zusätzlich entstanden Wohnungen für Mitarbeitende, ein Bügelzimmer, ein Nähzimmer und eine Waschküche.

Das angebaute Haus 113 hat eine Nutzfläche 230 m² wurde vor 1960 errichtet, das genaue Alter des Gebäudes ist nicht bekannt. Beide Häuser sind im Obergeschoss durch einen Flur miteinander verbunden.

Im ehemaligen Gastraum im Erdgeschoss von Haus 112 befindet sich der Festsaal, der für unterschiedlichste Veranstaltungen genutzt wird, daneben ist eine Veranstaltungsküche. Im übrigen Gebäude sowie in Haus 113 befinden sich Büros und Nebenräume der Verwaltung.



Abbildung 30: Haus 112 Ansicht Nordost



Abbildung 31: Haus 112 Ansicht Süd

Abbildung 32: Haus 112 Ansicht Süd



Abbildung 33: Haus 113 Ansicht Nord



Abbildung 34: Haus 113 Ansicht Nordost

In beiden Gebäuden wurde über die Jahrzehnte mehrfach Umbauten vorgenommen, um diese an veränderte Nutzungsanforderungen anzupassen. Im Unterschied zu den anderen Gebäuden wurden jedoch bisher nur wenige Maßnahmen zur energetischen Sanierung umgesetzt. Zuletzt wurden im Jahr 2003 ein Teil der Fenster ausgetauscht und im Jahr 2007 die Außentüren. Der überwiegende Teil der Fensterflächen ist deutlich älter. Der Dachstuhl ist nicht gedämmt, die oberste Geschossdecke nur wenig.

Wie im Grundriss (Abbildung 35) zu erkennen ist, haben einzelne Bauteile unterschiedlich Wandstärken, die vermutlich auf nachträgliche Anbauten zurückzuführen sind.

Der ganz rechte, etwas schmalere Gebäudeteil von Hau 113 wird nicht mehr genutzt und soll eventuell abgerissen werden.

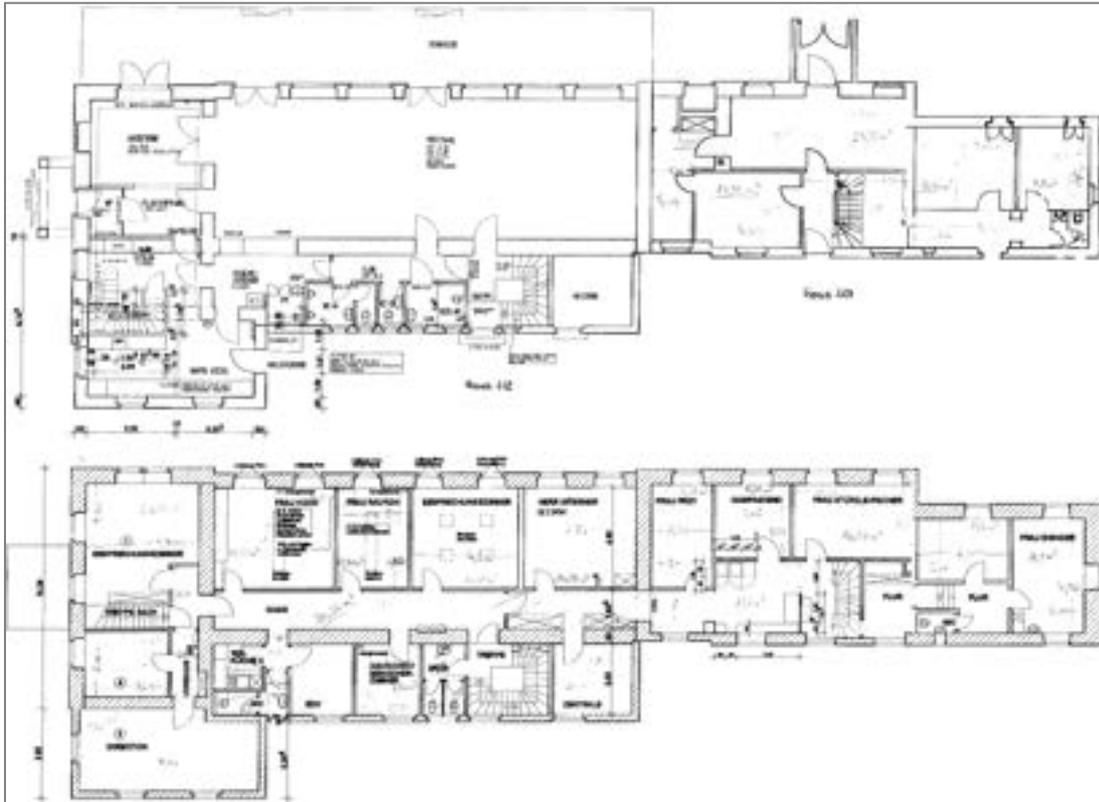


Abbildung 35: Grundriss Haus 112 / 113 (oben EG unten OG)

Die Fenster auf der Südseite sind mit außenliegenden Jalousien ausgestattet, zusätzlich sind teilweise Fensterläden vorhanden. Die Markisen im Erdgeschoss sind in einem schlechten Zustand und nur noch teilweise funktionsfähig.

Anhand von Baujahr, vorhandenen Unterlagen und vor Ort Begehung wurden die folgenden (mittleren) Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt:

- Dach 1,2 W/(m²K)
- Außenwände 1,8 W/(m²K)
- Fenster 3,5 W/(m²K)
- Türen 1,5 W/(m²K)

3.3.5 Gebäudedetails Haus 114

Das Wirtschaftsgebäude 114 wurde ab 1980 geplant, in mehreren „Etappen“ errichtet am 01.07.1983 eingeweiht. Eine spätere Erweiterung durch ein Schulgebäude (Etappe 10) oberhalb der Turnhalle war in den Planungen bereits vorgesehen. Aus den Planungsunterlagen ergeben sich die folgenden Nutzflächen für die einzelnen Bauteile.

- Wirtschaftsgebäude 921 m²
- Turnhalle 525 m²
- Zwischenbau 398 m²
- Aufstockung 200 m²

Im Wirtschaftsgebäude befinden sich die zentralen Dienste, Großküche, Heizzentrale und Lagerräume. Im Zwischenbau sind Therapieräumen des Psychologischen Dienstes untergebracht. Die Aufstockung beherbergt zwei Wohnungen für das betreute Jugendwohnen.



Abbildung 36: Haus 114 Ansicht Nord



Abbildung 37: Haus 114 Ansicht Südost

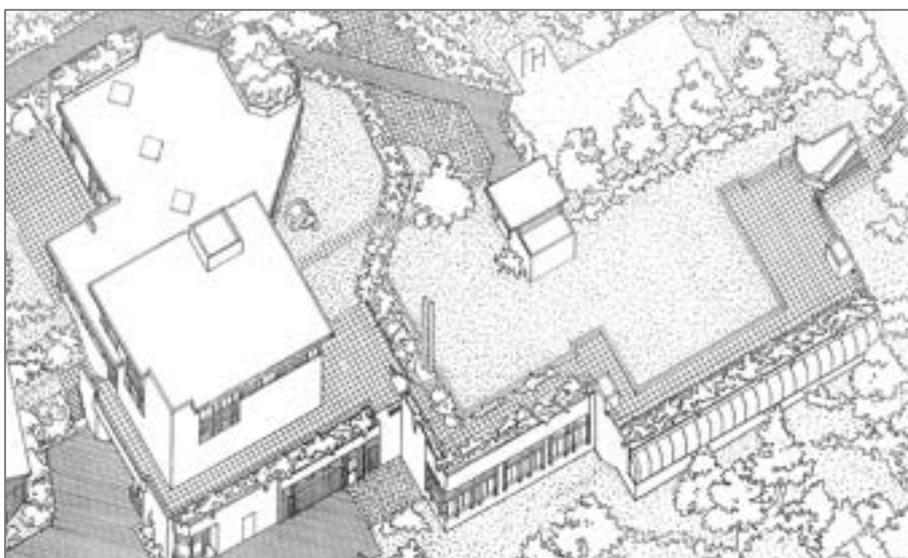


Abbildung 38: Haus 114 3D-Darstellung aus Revisionsplan zur Baueingabe vom 14.10.1980

Das Gebäude 114 wurde teilweise in den Hang gebaut und erstreckt sich über 4 Ebenen (Abbildung 38).

Die Turnhalle (rechts) mit den zugehörigen Nebenräumen befindet sich im 1. und 2. Untergeschoss. Der Zwischenbau befindet sich neben der Turnhalle, wobei hier im 2. UG ausschließlich die (ehemaligen) Heizöltanks und ein Möbellager untergebracht sind.



Das eigentliche Wirtschaftsgebäude beginnt im 1. UG mit Heizzentrale, Werkstätten und Lagerräumen. Im EG befindet sich die zentrale Küche mit Nebenräumen und Speisesaal.

Energetisch befindet sich das Gebäude weitgehend im Originalzustand. Die Daten zur thermischen Hülle aus dem Bauantrag sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Daten zur thermischen Hülle aus dem Bauantrag für Haus 114 gemäß WSchVO 1977

Bezeichnung	Nettolläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	Fx-Wert [-]	H _t [W/K]
Turnhalle				
Dach Turnhalle	443,81	0,63	1	279
Boden Turnhalle gegen Erdreich	465,46	0,67	0,5	157
Wände gegen Erdreich	443,81	0,99	0,5	219
Außenwärnde gedämmt	500,05	0,47	1	233
Fenster Holzrahmen	20,68	3,02	1	63
Trennwand zu unbeheizten Räumen	169,34	1,51	0,5	128
Erdgeschoss				
Bodenfläche	511,1	0,67	1	342
Dachfläche	333,9	0,63	0,5	105
Außenwärnde gedämmt	290,5	0,47	1	135
Fenster Holzrahmen	87,5	3,02	1	265
Wohnung Obergeschoss				
Dach	177,2	0,63	1	111
Holzverschalung	11,0	0,30	1	3,3
Fenster Holzrahmen	30,0	3,02	1	91
Wände	111,1	0,47	1	52
Wärmebrückenzuschlag				360
Gesamt	3.595,45			2.542

Aufgrund von Undichtigkeiten musste die Dachfläche des Wirtschaftsgebäudes im Jahr 2018 saniert werden. Im Zuge der Sanierung wurde eine zusätzliche Dämmschicht aus Polyurethan-Hartschaumdämmplatte WLS 023 mit einer Stärke von 80 mm aufgebracht.

Damit ergibt sich unter Berücksichtigung der übrigen Schichten für die sanierte Fläche ein U-Wert: 0,258 W/(m²K) womit die aktuellen Anforderungen nach GEG 2020 von max. 0,24 W/(m²K) für Sanierungen im Bestand geringfügig überschritten werden.

Die Aufstockung mit den beiden Wohngruppen wurde in diesem Zusammenhang nicht saniert. Die Dachfläche weist aktuell eine Undichtigkeit auf.

Sporthalle und Nebenräume sind mit Lüftungsanlagen (BJ 1980) ausgestattet. In den Zu- und Abluftanlagen befindet sich jeweils ein Heizregister. Die Anlagen haben weder eine Wärmerückgewinnung noch eine funktionsfähige Regelung. Die Daten der einzelnen Anlagen sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8: Daten der Lüftungsanlagen der Turnhalle gemäß Typenschildern

Bereich	Luftleistung	Motorleistung	Heizleistung
	Zu/Abluft	Zu/Abluft	Zuluft
WC und Nebenräume	810 m ³ /h	0,25 kW	12,71 kW
Duschen und Umkleiden	3.110 m ³ /h	1,00 kW	37,97 kW
Turnhalle	4.750 m ³ /h	2,50 kW	57,99 kW
Gesamt		7,50 kW	108,67 kW

Im Dach der Sporthalle befindet sich ein Oberlicht, welches mit Doppelstegplatten aus Polycarbonat verglast ist (Abbildung 39 und Abbildung 40). Diese lässt nicht nur wenig

Licht herein, sondern entspricht auch hinsichtlich des sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes nicht dem aktuellen Standard.

Der Wärmedurchgangskoeffizient geht aus den vorhandenen Nachweisen (vgl. Tabelle 7) nicht hervor. Aktuelle 6 mm Stegplatte aus Polycarbonat mit 2-fach Struktur haben eine U-Wert von $\sim 3,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



Abbildung 39: Sporthalle Oberlicht Innenansicht



Abbildung 40: Sporthalle Oberlicht Außenansicht

3.3.6 Gebäudedetails Haus 115



Abbildung 41: Haus 115 Ansicht Nordost



Abbildung 42: Haus 115 Ansicht Ost

Das Wohngruppenhaus 115 beherbergt auf einer Fläche von 580 m^2 eine Wohn- und eine Tagesgruppe. Das Gebäude wurde 1977 fertiggestellt und im Zuge von Umbaumaßnahmen im Jahr 2010 zum KfW-Effizienzhaus 100 Standard energetisch saniert.

Bestandteile der Sanierung waren die Dämmung der Außenwände, der Austausch der Fenster sowie die Dämmung des Daches.

Gemäß dem vorliegenden EnEV-Nachweis für Wohngebäude (EnEV 2009) beträgt der spezifische Heizwärmebedarf $69,79 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ und der auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlust ($H'T$) beträgt $0,0,48 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

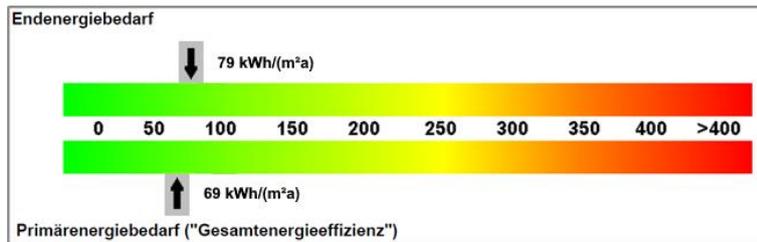


Abbildung 43: Energiebedarf Obertüllingen 115

Der Sonnenenergieeintrag durch die Fenster wird durch die überstehende Dachfläche und die Balkone minimiert. Zusätzlich sind Fensterläden vorhanden.

3.3.7 Gebäudedetails Haus 116



Abbildung 44: Haus 116 Ansicht Nord



Abbildung 45: Haus 116 Ansicht West

Das Haus 116 beherbergt auf einer Fläche (BGF) von ca. 750 m² die Wohngruppe Sonne und den Schulkindergarten Mond.

Das Gebäude wurde 1985 erbaut und befindet sich noch im ursprünglichen Zustand.

Der Sonnenenergieeintrag durch die Fenster wird durch die überstehende Dachfläche und die Balkone minimiert. Zusätzlich sind Fensterläden vorhanden. Anhand von Baujahr, vorhandenen Unterlagen und vor Ort Begehung wurden die folgenden Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt:

- Dach 0,4 W/(m²K)
- Boden gegen Erdreich 0,6 W/(m²K)
- Außenwände 0,4 W/(m²K)
- Fenster (Holzfenster, zwei Scheiben, U_w) 2,7 W/(m²K)
- Türen 3,5 W/(m²K)

3.3.8 Gebäudedetails Haus 119



Abbildung 46: Haus 119 Ansicht West

Das Schulgebäude 119 befindet sich oberhalb der Turnhalle. Es hat einer Fläche (BGF) von ca. 1.930 m² und 1992 eingeweiht.

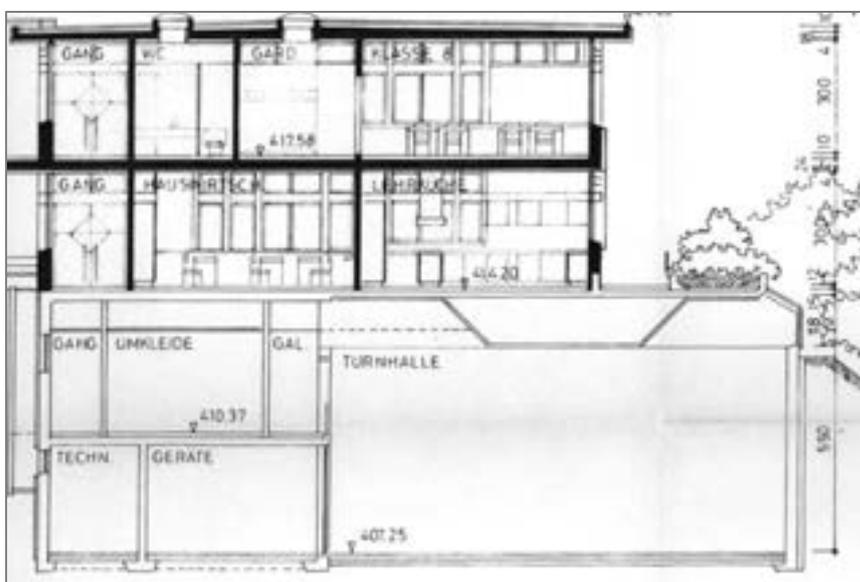


Abbildung 47: Schnitt durch Turnhalle und Schule

Aufgrund von Undichtigkeiten musste die Dachfläche des Schulgebäudes im Jahr 2018 saniert werden. Im Zuge der Sanierung wurde eine zusätzliche Dämmschicht aus Polyurethan-Hartschaumdämmplatte WLS 023 mit einer Stärke von 80 mm aufgebracht.

Damit ergibt sich unter Berücksichtigung der übrigen Schichten für die sanierte Fläche ein U-Wert: 0,19 W/(m²K) womit die aktuellen Anforderungen nach GEG 2020 von max. 0,24 W/(m²K) für Sanierungen im Bestand erfüllt werden.

Der Sonnenenergieeintrag durch die Fenster wird durch die überstehende Dachfläche und die Balkone minimiert. Zusätzlich sind Fensterläden vorhanden.

- Dach 0,19 W/(m²K)
- Boden gegen Erdreich 0,4 W/(m²K)
- Außenwände 0,4 W/(m²K)
- Fenster (Holzfenster, zwei Scheiben, U_w) 2,7 W/(m²K)
- Türen 3,5 W/(m²K)



Der Musiksaal im Erdgeschoss, sowie WCs und Nebenräume sind mit Lüftungsanlagen (BJ 1992) ausgestattet. In den Zuluftanlagen befindet sich jeweils ein Heizregister. Die Anlagen haben weder eine Wärmerückgewinnung noch eine funktionsfähige Regelung. Die Daten der einzelnen Anlagen sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9: Daten der Lüftungsanlagen der Schule gemäß Typenschildern

Bereich	Luftleistung Zu/Abluft	Motorleistung Zu/Abluft	Heizleistung Zuluft
WCs	900 m ³ /h	0,30 kW	13,50 kW
OG Musiksaal und Nebenräume	6.000 m ³ /h	3,00 kW	73,00 kW
Gesamt		6,60 kW	86,50 kW



4 Betroffenheitsanalyse

Im Rahmen des Konzepts zur Klimaanpassung der Tüllinger Höhe wurde eine Betroffenheitsanalyse durchgeführt um Art und Grad der Betroffenheit von Belegschaft sowie Schüler*innen der Einrichtung zu ermitteln. Ziel der Betroffenheitsanalyse ist es, eine Ausgangslage zu schaffen und den Bestand zu erfassen, um später zielgerichtete Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zur Klimaanpassung erarbeiten zu können. In den Workshops und Interviews konnten Betroffene selbst Wünsche und Vorschläge zur Verbesserung der Situation einbringen.

Bei der Befragung wurde die folgende Differenzierung nach Gruppen vorgenommen:

- Belegschaft (Workshop)
- Schüler*innen der Klassestufen 5 bis 9 sowie Erzieher*innen und Lehrer*innen (Workshop)
- Betreuung (Workshop)
- Schüler*innen der Klassenstufen 1 bis 4 (Befragung im Unterricht)

Im Folgenden sind die Abläufe der Workshops und der Befragung und die Ergebnisse aufgeführt.

4.1 Belegschaft (Workshop 1)

Die Akteur*innengruppe Belegschaft umfasst Mitarbeitende aus der Verwaltung, der Personalabteilung, der Wäscherei, der Küche und des Hausmeisterservices. Die Beteiligten halten sich hauptsächlich in den Gebäuden Haus 112 und Haus 114 sowie auf dem gesamten Campus auf.

4.1.1 Ablauf und Rahmenbedingungen

Beginn des Workshops mit kurzer Vorstellungsrunde hinsichtlich Funktion und Aufgabe der Personen. Anschließend diskutierten die Teilnehmenden über die Auswirkungen des Klimawandels im persönlichen Leben und im Arbeitsalltag.

4.1.2 Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge

Die Personengruppe „Belegschaft“ wurde in diesem Abschnitt zu Klimawandelfolgen befragt. Es erfolgte eine Untergliederungen in die Abteilungen Verwaltung, Personal, Wäscherei, Küche und Hausmeister.

Tabelle 10: Zusammenfassung Beeinträchtigungen der Mitarbeitenden

Abteilung	pers. Beeinträchtigungen	beruf. Beeinträchtigungen	Bereiche
Verwaltung	Zuhause im Schwarzwald, mittlerweile keine Abkühlung mehr auch in den Höhen. Das Waldsterben geht in großen Schritten voran.	Überwiegend Tätigkeit im Sitzen, im Sommer ab 10 Uhr Temperaturen von 30°C in Haus möglich. Räume werden in Folge abgedunkelt und Fenster geschlossen -> dunkles Büro, keine Frischluft	Haus 112



Personal	Freizeit wie z.B. sportliche Aktivitäten aufgrund der unerträglichen Temperaturen nur noch im Frühjahr/Herbst im näheren Umfeld möglich; im Sommer in den höheren Lagen (Bergen) unterwegs.	Überwiegend Tätigkeit im Sitzen, ab 10 Uhr Temperaturen über 30 C° - dunkle Räume - keine Frischluft	Haus 112
Wäscherei	Aufgrund der beruflichen Tätigkeit in den Sommermonaten wenig bis kaum draußen, da körperlich erschöpft.	Überwiegend körperliche Tätigkeit, lange Wege zwischen den Häusern auf dem Campus, Arbeitszeiten in den Sommermonaten den Tätigkeiten angepasst (früherer Arbeitsbeginn, kürzere Pausen, etc.)	Gesamter Campus
Küche	Gesundheitlich beeinträchtigt bestimmt die Klimaanlage schon/noch in den warmen Monaten (Frühling – Herbst) erholsame Temperaturen in den eigenen Räumlichkeiten. Im Sommer ist die eigene Terrasse aufgrund der Hitze nicht nutz- und genießbar.	Das Flachdach des Hauses und die nur zu max. 50% funktionierende Lüftung führen dazu, dass das Arbeiten (Herstellung von 250 Essen/täglich) in den Räumlichkeiten, in welchen eine Grundtemperatur von 20-25 C° herrscht, zu einer maximalen körperlichen Belastung führt!	Haus 114
Hausmeister	Dann und wann warme bis heiße Temperaturen sind kein Problem, doch die Anzahl der heißen und trockenen Tage hat die letzten Jahre zugenommen.	Arbeitszeiten aber auch die Tätigkeiten müssen den saisonalen Gegebenheiten, vor allem in den Sommermonaten, angepasst werden. Hat zur Folge, dass der Arbeitsbeginn vor 6 Uhr liegt, dass die Pausen kürzer und häufiger gemacht werden, das Arbeitsende findet nach Absprache/Arbeitsaufkommen statt	Gesamter Campus



Im Rahmen des Workshops 1 mit der Akteur*innengruppe Belegschaft wurden die nachstehenden Ideen zur Verbesserung der Arbeitssituation formuliert. Es folgt eine Unterscheidung in langfristige und kurzfristige Maßnahmen.

Abbildung 48: Ideen zur Verbesserung

4.1.3 Erkenntnisse – Belegschaft (Workshop 1)

Aus dem Workshop mit der Belegschaft lässt sich zusammenfassen, dass die Teilnehmenden insbesondere in den Sommermonaten unter den hohen Temperaturen leiden. Körperlich fordernde Arbeiten können nur unter Anpassung des Zeitplans bzw. der äußeren Begebenheiten stattfinden (bspw. Abdunklung des Raumes). Hiervon sind die Gebäude Haus 112 und 114 betroffen sowie der gesamte Campus.



4.2 Schüler*innen (Workshop 2)

Die Akteur*innengruppe der Schüler*innen umfasst die Schülerinnen der Klassen 5-9 sowie deren Erzieher*innen und Lehrer*innen.

Die Beteiligten halten sich hauptsächlich in den folgenden Gebäuden auf: Haus 106 und Haus 114 (Wohngebäuden), Haus 107 (Klassenzimmer), Haus 119 (Schule), Haus 114 (Turnhalle), sowie auf den Außenbereichen der Häuser, im Umkehrschluss auf dem ganzen Campus, und sind somit unmittelbar von den Beeinträchtigungen betroffen.

4.2.1 Ablauf und Rahmenbedingungen

Im zweiten Workshop erfolgte im ersten Schritt die Befragung von Schüler*innen der 5. bis zur 9. Klasse und anschließend von Erzieher*innen und Lehrer*innen. Bei der Befragung wurde auf die Beeinträchtigungen im Alltag und auf die Verbesserungsvorschläge eingegangen.

4.2.2 Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Workshops untergliedert in Klassen sowie in Lehrer*innen und Erzieher*innen dargestellt.

Tabelle 11: Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge Schüler*innen (Klasse 5-9)

Befragte	Beeinträchtigungen	Verbesserungsvorschläge
Schüler*innen 5. Klasse	Konzentrationsschwierigkeiten wegen Sommerhitze, keine Ventilatoren	Fliegen- und Mückengitter, Abkühlung drinnen und draußen (Lern – und Wohnstätten), Pool für Nordhaus
Schüler*innen 6. Klasse	Hitze im Klassenzimmer durch Sonnenschein, Konzentrationschwierigkeiten, keine Ventilatoren	Teich, mehr Bäume, Sonnensegel, Trinkwasserspender und Duschen
Schüler*innen 7. Klasse	Schwierigkeiten zu schlafen wegen Hitze, Klassenzimmer sehr heiß, schlechte Konzentration	Sonnensegel und Möglichkeiten zum Relaxen, da wir nur zwei große Tische und 4 Bänke für uns alle auf dem Sportplatz haben und damit dem Schatten hinterher wandern müssen, Teich, Brunnen und mehr Bäume
Schüler*innen 8. Klasse	Dachgeschosszimmer nachts sehr heiß, Konzentrationschwierigkeiten, kaputte Rollläden	Fliegen- und Mückennetze, neue Markisen, Ausstattung aller Klassenzimmer mit Rollläden, bestehende Rollläden reparieren
Schüler*innen 9. Klasse	Hitze zu jeder Tageszeit in den Zimmern, Lüften bringt keine Erfolge, nachts kalt duschen, bis man schwitzend wieder aufwacht, keine/kaputte Ventilatoren	Wohnräume und Klassenzimmer besser vor Hitze schützen



Erzieher*innen Lehrer*innen	Wenig Schatten und Rückzugsmöglichkeiten auf Campus, um sich abzukühlen	Draußenduschen, Planschbecken oder Brunnen, Wasserspender oder Trinkbrunnen, Fliegengitter in den Wohnhäusern und Klassenzimmern, rollbare Sonnensegel für den Spielplatz, Bäume zwischen den Häusern der Tagesgruppe und der Verwaltung, Dachbegrünung aller Häuser, wenn möglich, Bühne wechselweise als Wasserbecken nutzen
--------------------------------	---	--

4.2.3 Erkenntnisse – Schüler*innen

Aus dem Workshop mit den Schüler*innen geht hervor, dass diese insbesondere unter der Hitze leiden. Dies resultiert in Konzentrationsschwächen und Schlafstörungen und beeinträchtigt damit den Alltag der Schüler*innen stark. Lösungsansätze sieht die Akteur*innengruppe in Verschattung (z.B. durch Sonnensegel, Markisen, Rollläden und Bäume), Kühlungsmöglichkeiten (z.B. durch (Außen-)duschen, Wasserbecken, Pools/ Planschbecken, Wasserspender oder einen Teich). Des Weiteren fehlen Mückenschutzgitter an den Fenstern in Wohngebäuden und Klassenzimmern und Sitzgelegenheiten in Außenbereichen zum Pausieren.

4.3 Betreuungspersonal (Workshop 3)

Diese Akteur*innengruppe umfasst die Erzieher*innen und Lehrer*innen der Jugendeinrichtung auf der Tüllinger Höhe. Diese halten sich während ihrer Arbeitszeit hauptsächlich in den Häusern 107, 116 und 119 auf.

4.3.1 Ablauf und Rahmenbedingungen

In diesem Workshop wurden die Erzieher*innen und Lehrer*innen ihrer Arbeitssituation in der Jugendeinrichtung insbesondere in den Sommermonaten befragt.

4.3.2 Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge

Die nachfolgende Tabelle beschreibt die Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge der Akteur*innengruppe Betreuungspersonal.

Tabelle 12: Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge der Akteur*innengruppe Betreuungspersonal

Befragte	Beeinträchtigungen	Verbesserungsvorschläge
Erzieher*innen und Lehrer*innen	Der Aufenthalt (Lehren, Lernen, Spielen und Wohnen) in den Häusern 107, 116 und 119 ist in den Sommermonaten aufgrund der Temperaturen, die innen und außen identisch sind, unerträglich.	Sonnenschutz- und Schattenorte in Form von Sonnensegel, Pflanzen, Bäumen, Häuschen aus „Grünkram“ Abkühlungsmöglichkeiten in Form eines Wasserspielplatzes, Duschen,
	Das Durchlüften der Räumlichkeiten ist aufgrund der Sicherheitsvorkehrungen	



	auf dem Campus über Nacht nicht möglich. Um den Kindern und Jugendlichen die ersten Stunden des Tages angenehm zu machen, müssen die Rollläden schon vor Beginn Schul- und Kindergartenbeginn geschlossen werden. Was bedeutet, dass sich die Kinder (gezeichnet von Verhaltensauffälligkeiten, mit psychischen und sozialen Problemen, sowie besonders schulischem Förderungsbedarf) den Großteil des Tages in abgedunkelten Räumen aufhalten.	kleinen Bächen und oder Biotope Trinkgelegenheiten in Form von mobilen und festen Wasserspendern Geländebelüftung und Entlüftungen in Form von großzügiger Entsiegelung der Campusflächen
	Einzig das nahegelegene Wäldchen bietet einer Handvoll Kindern die Möglichkeit sich etwas im Freien aufzuhalten; wenn gleich der beschwerliche Weg (komplett versiegelt und nicht begrünt) dorthin in der prallen Sonne liegt.	

4.3.3 Erkenntnisse – Betreuung

Der Workshop mit der Akteur*innengruppe Betreuung zeigt, dass die Aufenthalts- und Lebensqualität in den Wohngebäuden und der Schule sowie den Außenbereichen unter den heißen Temperaturen leidet.

Durch die geschlossenen Rollläden im Sommer resultiert darin, dass die Kinder sich in abgedunkelten Räumen aufhalten müssen, welches sich kontraproduktiv auf den psychischen Zustand auswirkt und der Therapie nicht förderlich ist. Die versiegelten Flächen in den Außenbereichen heizen sich im Sommer stark auf. So kann auch in den Außenbereichen keine Erholung gefunden werden. Auch in der Nacht können die Kinder sich nicht erholen, da die Wohngebäude sich stark erhitzen.

4.4 Schüler*innen der Klassenstufen 1 bis 4 (Befragung im Unterricht)

Die Akteur*innengruppe der Schüler*innen (Klassenstufe 1-4) hält sich hauptsächlich in den Gebäuden Haus 114 (Wohngebäuden), 115 (Tagesgruppe) und 119 (Schule), deren Außenbereiche und dem Sportplatz auf.

Eine Durchführung eines Workshops mit den betroffenen Kindern der Klassenstufen 1-4 war aufgrund des Alters und der psychischen Verhaltensauffälligkeiten der Kinder nicht möglich.

Im Rahmen einer Unterrichtseinheit im Deutschunterricht konnten sich diese Kinder dennoch zu ihrer persönlichen Wahrnehmung der Folgen des Klimawandels auf ihr Leben auf der Tüllinger Höhe äußern.

4.4.1 Zitate

Zu dem Thema „Der Sommer 2022 in unserer Schule und den Pausenhöfen“ machten die Kinder folgende Aussagen:

- „In der Klasse hat mich oft die Sonne geblendet und wir mussten verdunkeln.“



- „Es war oft stickig und ich konnte mich öfters nicht konzentrieren.“
- „Ich habe oft geschwitzt und ja, das war ein blödes Gefühl.“
- „Es war richtig heiß, ich hatte oft Kopfweg und wäre gerne am Nordpol gewesen.“
- „Ich habe mich schwach gefühlt.“
- „Ich konnte nicht nachdenken.“
- „Kopfweg, stöhnen, schwitzen und sich nicht mehr konzentrieren können, so war das.“
- „Es war so heiß, beim Denken war es besonders schlimm, es hat sich so angefühlt, als würde das Gehirn ganz matschig werden.“
- „Einen Test konnte man nicht schreiben, das war 'ne „Kadasschdrofe“.“
- „Ich musste mich immer ausziehen, in der Hose und im Pulli war es zu warm, es ist blöd zu schwitzen.“
- „In den Pausen gab es viel Ärger.“
- „Auf dem Pausenhof habe ich mich wie Schokolade, die gerade schmilzt, gefühlt und ich hatte öfter Kopfweg.“
- „Da war es noch wärmer, ich hatte viel Kopfweg und viel Durst.“
- „Ich hatte Durst.“
- „Ich habe mich schwach gefühlt und hatte keine Ausdauer.“
- „Im Sportunterricht ist mir sogar mal schlecht geworden, weil es so heiß war.“

Die Kinder brachten folgende Verbesserungswünsche ein, als sie danach befragt wurden:

- Mehr Bäume auf dem Sportplatz
- Ventilatoren im Klassenzimmer
- einen Pool
- auf dem Schulhof etwas zum Nassspritzen
- ein Wasserbrunnen zum Trinken
- eine Ecke, wo man mit Wasser spielen kann
- ein Trinkstand
- einen Schlauch
- ein Vorhang für die Fenster (meint Markise)
- Saftmaschine, Eismaschine, Riesenventilator
- mehr Bäume
- einen Aufzug
- mehr Malen und weniger Anstrengen
- Schnee
- einen Schirm hinter den zwei Toren und eine kleine Kopfdusche

4.4.2 Erkenntnisse – Schüler*innen (Klasse 1-4)

Die Befragung der Kinder im Unterricht zeigt, dass auch schon die in jungen Jahren die Auswirkungen von Hitze stark spürbar sind.

Die Kinder beklagten sich über Kopfschmerzen, Erschöpfung und Übelkeit. Auch in dieser Altersgruppe leidet die Konzentration.

5 Ausgewählte Maßnahmen zur Klimaanpassung

Dieses Kapitel beschreibt die Maßnahmen zur Klimaanpassung auf der Tüllinger Höhe in Bezug auf Maßnahmen am Haus, im Haus und im Umfeld der Gebäude. Nach der Vorstellung der Maßnahmen findet eine Bewertung dieser nach Wirksamkeit und Aufwand statt.

5.1 Übergeordnete und organisatorische Maßnahmen

5.1.1 Hitzeknigge

Das Umweltbundesamt hat Hitzeknigge [4] ins Leben gerufen. Im Hitzeknigge sind hilfreiche Tipps, wie sich Menschen besser auf den Umgang mit Hitze vorbereiten können. Der Hitzeknigge kann individuell angepasst werden und als Ratgeber auf der Tüllinger Höhe ausgelegt sowie im Unterricht mit den Schüler*innen besprochen werden.

5.1.2 Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung

Bei der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung wird anfallendes Niederschlagswasser von Dachflächen oder sonstigen versiegelten Flächen zunächst in unterirdischen Zisternen gesammelt. Im Hinblick auf die Herausforderungen des Klimawandels kann diese Zwischenspeicherung gleich mehrere Beiträge leisten.

Wird der Wasserspeicher als reiner Retentionsspeicher genutzt, kann das gesammelte Wasser anschließend zeitverzögert in einen Vorfluter (öffentliche Kanalisation oder Oberflächengewässer) oder eine Versickerungsmulde abgegeben werden. So werden Hochwasserspitzen, wie sie infolge von Starkregenereignissen immer häufiger auftreten, abgemildert. Unter dem Garten von Haus 111 ist ein solcher Regenwassertank bereist vorhanden (Abbildung 49).



Abbildung 49: Entwässerungskonzept Haus 111



Zusätzlich für viele Maßnahmen wird zur Hitzereduzierung Wasser benötigt. Um kostbares Trinkwasser zu sparen, sollten sie mit einer intelligenten dezentralen Regenwasserbewirtschaftung kombiniert werden. Die einzelnen Maßnahmen werden in den entsprechenden Abschnitten genauer beschrieben:

- Dachbegrünung (Abschnitt: 5.2.1.4)
- Fassadenbegrünung (Abschnitt: 5.2.1.5)
- Verdunstungskühlung (adiabatische Kühlung) (Abschnitt: 5.2.1.6)
- Adiabate Abluftkühlung (indirekten adiabate Verdunstungskühlung) (Abschnitt: 5.3.2)
- Begrünung (Abschnitt: 5.4.1)
- Offene Gewässer (Abschnitt: 5.4.2)
- Wasserspielplätze (Abschnitt: 5.4.3)

5.2 Maßnahmen zur Klimaanpassung am Gebäude

In Zukunft werden mehr extreme Wetterverhältnisse auf uns zukommen, deshalb empfehlen wir schon frühzeitig Maßnahmen zur Klimaanpassung am Haus vorzunehmen. Diese sind insbesondere bauliche Maßnahmen zum Wärmeschutz, wie z.B. der Austausch der Fenster oder Dachbegrünung und eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung.

5.2.1 Bauliche Maßnahmen zum Wärmeschutz

Während im Winter das Problem besteht, dass die Wärme bei einer unzureichenden Dämmung schnell aus dem Gebäudeinneren entweicht und damit ein permanent hoher Heizbedarf entsteht, geht es im Sommer darum, das Eindringen von Wärme in das Gebäude möglichst effektiv zu verhindern.

Die Mehrzahl der Gebäude auf dem Gelände der Tüllinger Höhe wurde in den letzten 15 Jahren ganz oder teilweise saniert. Der energetische Standard, der hierbei erzielt wurde, entsprach jeweils den zum Zeitpunkt der Sanierung gültigen Mindeststandards bzw. den Vorgaben des in Anspruch genommenen Förderprogramms.

Es wird empfohlen, bei zukünftigen Sanierungen jeweils die „Technische Mindestanforderungen zum Programm Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen“ einzuhalten oder zu übertreffen. Kennwerte hierfür sind die Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert).

5.2.1.1 Fenstertausch

Eine Maßnahme ist der Austausch der Fenster. Türen und Fenster sind die dünnsten Bestandteile der Gebäudehülle und damit häufig auch die Schwachstelle. Mehrfachverglaste Fenster bieten einen hohen Hitzeschutz. Mindestanforderung U-Wert $< 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

5.2.1.2 Dämmung der Außenwände

Die Außenwände und die Dämmung bilden die Thermische Isolierschicht der Gebäude und sind deshalb von besonderem Interesse. Die Dämmschicht senkt zum einen den Energieverbrauch der Gebäude zum anderen schützt die Dämmschicht die Innenräume vor Aufheizen. Mindestanforderung U-Wert $< 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

5.2.1.3 Dämmung der Dachflächen (bzw. der obersten Geschosdecke)

Ein gut gedämmtes Dach ist im Winter warm und im Sommer angenehm kühl. Da die Wärmeverluste durch die Dachfläche im Winter meist unbemerkt durch die Heizung aus-

geglichen werden, zeigt sich die wahre Qualität einer Dachdämmung wird erst im Sommer, wenn keine Kühltechnik zum Gegensteuern vorhanden ist. Denn im Sommer kehrt sich die Bauphysik um. Die Dachfläche kann durch Sonneneinstrahlung bis zu 80 °C heiß werden. Wenn es dann innen angenehm kühl bleiben soll, hilft nur eine exzellent funktionierende Dämmung. Mindestanforderung U-Wert < 0,14 W/(m²K).

5.2.1.4 Dachbegrünung

Die Dachbegrünung steht im unmittelbaren Zusammenhang mit der energetischen Gebäudeoptimierung. Ein zweiter Effekt ist die Erzeugung von Verdunstungskälte zur Verbesserung des Mikroklimas innerhalb des Gebäudes und im unmittelbaren Gebäudeumfeld.

Ein Gründach reduziert und verzögert auch den Regenwasserabfluss bis zu 90 %. Außerdem vermindert die Biofiltration die Schadstoffbelastung des Abwassers und den CO₂-, Feinstaub-, Smog- und Schwermetallanteil in der Luft. Eine Dachbegrünung schafft auch einen Lebensraum für verschiedene Tier- und Pflanzenarten.

Ein besonderer Nebeneffekt ist der Schutz vor mechanischen Beschädigungen, UV-Einstrahlung, extremen Temperaturen und Temperaturschwankungen der Dachabdichtung und verlängert die Lebensdauer eines Dachs. Außerdem wird das Dach gekühlt und die Auflage wirkt als Schallschutz.

Bevor eine Dachbegrünung durchgeführt wird, sind einige technische Voraussetzungen zu überprüfen, damit ein einwandfreies Wachstum sichergestellt ist und keine Schäden am Bauwerk entstehen.

Zur Begrünung muss die Tragfähigkeit des Daches für eine zusätzliche Lastaufnahme (Leichtdachbegrünung 50 - 70 kg/m², Extensivbegrünung 80 - 170 kg/m², Intensivbegrünung >300 kg/m²) geeignet sein. Hierzu ist der Statiker oder Dachdecker zu befragen. Außerdem müssen die Dächer mit wurzelfesten Schutzbahnen erforderlich ausgestattet werden. Vor der Herstellung des Gründaches muss sichergestellt sein, dass die Dachkonstruktion einwandfrei abgedichtet ist.

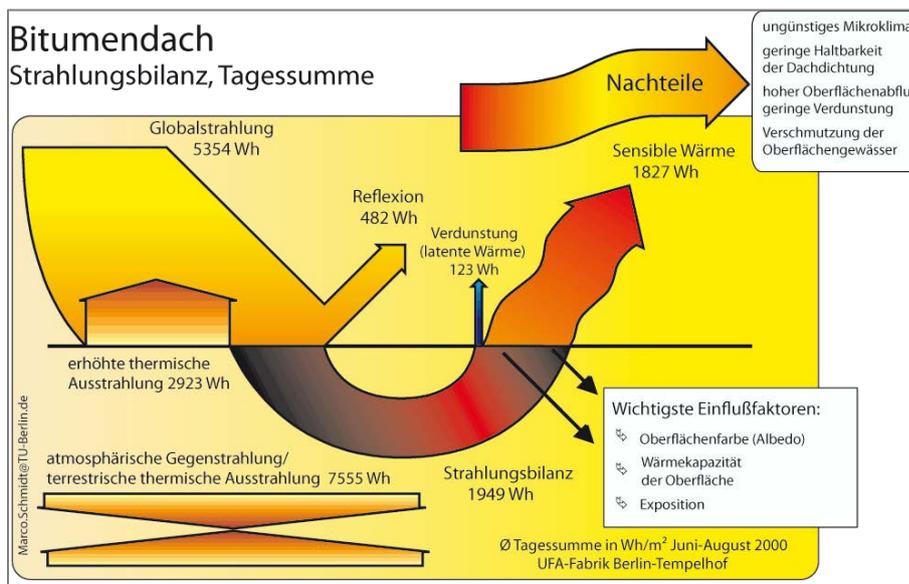


Abbildung 50: Energiebilanz je eines Quadratmeters Bitumendach, dargestellt ist das gemessene Tagesmittel der Sommermonate von Juni bis August [5]

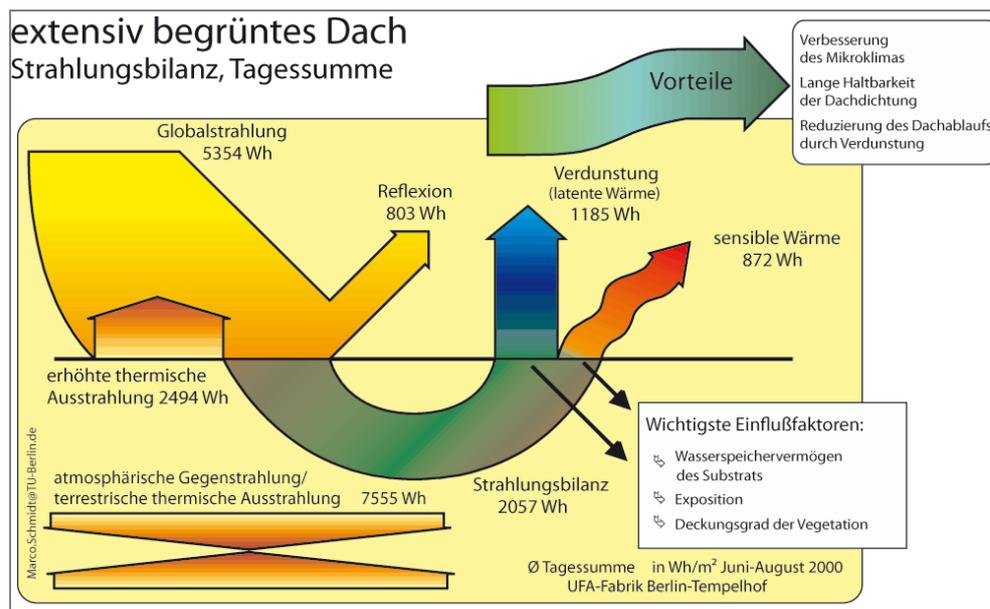


Abbildung 51: Energiebilanz je eines Quadratmeters Gründach, dargestellt ist das gemessene Tagesmittel der Sommermonate von Juni bis August [6]

5.2.1.5 Fassadenbegrünung

Eine Fassadenbegrünung reduziert neben der Dachbegrünung nicht nur die Lufttemperatur in Stadtgebieten und wirkt einer Innenstadtaufheizung (Heat Island Effect - Wärmeinseleffekt) entgegen. Außerdem vermindert die Begrünung die Schadstoffbelastung (CO₂, Feinstaub-, Smog- und Schwermetallanteil) in der Luft.

Eine Begrünung schafft auch einen Lebensraum für verschiedene Tier- und Pflanzenarten. Im Sommer soll die Fassade begrünt sein, während das Sonnenlicht im Winter die Glasfassade ungehindert passieren kann. Ein zweiter Effekt ist die Erzeugung von Verdunstungskälte zur Verbesserung des Mikroklimas innerhalb des Gebäudes und im unmittelbaren Gebäudeumfeld. Zudem ist Fassadenbegrünung ein Schutz für die Gebäudehülle vor UV-Einstrahlung, Hagel, Starkregen und extreme Temperaturschwankungen in kurzer Zeit.

5.2.1.6 Verdunstungskühlung (adiabatische Kühlung)

Die meisten indirekten Wärmeeinträge finden über das Dach statt. Es ist immer sinnvoll, diese Wärme nicht in ein Haus zu lassen. Auch die beste Außendämmung verhindert das Eindringen von Wärme nicht, wenn sich z. B. die Dachfläche stark aufheizt. Der Einsatz einer Verdunstungskühlung (adiabatische Kühlung) ist hier eine Alternative zu aufwendigen Kühlsystemen und kann mit einer natürlichen Nachtlüftung kombiniert werden.

Eine Dachberieselung ist eine Art der Verdunstungskühlung auf Flachdächern. Es ist möglich über Düsen auf dem Dach, das Dach zu berieselern und so mit Wasser zu bedecken. Die Berieselung findet in der Nacht statt. Tagsüber kann dieser Wasserfilm verdunsten, wobei viel Wärmeenergie verbraucht wird, die somit das Gebäude nicht aufheizen kann.

Bei zirkulierenden Wasserschichten wird Wasser über die Dachoberfläche geleitet. Durch die Geschwindigkeit, die durch die Bewegung entsteht, steigert sich der Verdunstungsprozess und damit auch die Kühlleistung. Das Wasser wird in Zisternen gespeichert und zirkuliert von da aus über ein Leitungssystem auf das Dach und kühlt dieses ab. Das Wasser läuft in einem „geschlossenen“ Kreislauf über die Regenrinne zurück in die Zisterne.



Auch erwärmte Wasser kann noch genügend Kühlung erreichen. Der Einsatz eines Erdkollektors kann das Zisternenwasser abkühlen bzw. direkte in das Leitungssystem geleitet werden.

5.3 Maßnahmen zur Klimaanpassung im Gebäude

5.3.1 Nachtlüftung

Die Nachtlüftung ist wichtig, um aufgeheizte Räume abzukühlen. Die Nachtlüftung nutzt die kalte Luft in der Nacht, um die Gebäude herunterzukühlen. Dies geschieht dadurch, dass kühle Nachtluft durch offene Fenster und/oder Lufteinlassöffnungen das Gebäude entweder frei oder mechanisch unterstützt durchströmt und dabei die in der Gebäudemasse angesammelte Wärme dem Gebäude entzieht.

Es gibt drei verschiedene Lüftungsverfahren, die freie, mechanische und hybride Nachtlüftung.

Bei den freien Lüftungsverfahren sind die natürliche Lüftung durch öffnenbare Fenster, sowie die Querlüftung über Fenster oder über automatisch betätigte Ein- und Auslassklappen an gegenüberliegenden Raumwänden zu nennen. Weiterhin wird auch in vielen freien Lüftungskonzepten der thermische Auftrieb im Gebäude genutzt. Die freie/natürliche Lüftung wird durch Druckdifferenzen als Resultat von Temperaturdifferenzen zwischen der Gebäudeaußenhülle und dem Innenraum hervorgerufen, welche einen Luftzug herbeiführen. Oft arbeiten natürliche Lüftungssysteme zusätzlich mit Windströmungen oder benutzen durch Temperatur induzierte Kaminwirkungen. Ob zusätzliche Windeffekte eingesetzt werden können, ist abhängig von der Gebäudeform, dem Standort des Gebäudes sowie von der vorherrschenden Windrichtung und -geschwindigkeit.

Beim Kamineffekt ist im Inneren des Gebäudes die Temperatur höher als draußen. Warme Luft steigt im Innern des Gebäudes empor, nimmt die Gebäudehitze auf und entweicht schließlich oben im Bereich des Gebäudedachs. Im Gebäude steigt der Luftdruck somit nach oben an - hierdurch kann kältere Luft in die tieferen Gebäudeteile nachströmen.

In mechanisch betriebenen Lüftungskonzepten wird der Luftwechsel über eine Lüftungsanlage (meist Abluftanlage) und definierte Lüftungsöffnungen fest eingestellt. Diese Lüftungssysteme nutzen ebenfalls die sommerliche Nachtkühle der Umgebungsluft aus. Mithilfe von Ventilatoren wird Luft über Fenster bzw. automatisch betriebene Lufteinlässe, oftmals mit Hilfe eines zentralisierten Gebäudeautomationssystems definiert, durch das Gebäude gespült.

Ein hybrides Lüftungskonzept sieht eine Kombination aus freier und mechanischer Lüftung vor – dies bietet den Nutzen einer ressourcenschonenderen freien Lüftung, die bei nicht ausreichenden Luftwechselraten einen oder mehrere Abluftventilatoren hinzuschaltet.

5.3.2 Adiabate Abluftkühlung (indirekte adiabate Verdunstungskühlung)

Die adiabaten Abluftkühlung ist ein Verfahren, bei dem die im Phasenwechsel des Wassers entstehende Verdunstungskälte zur Kühlung der Zuluft in einer Lüftungsanlage genutzt wird.

Dies geschieht nach dem Prinzip der „Kälterückgewinnung“ (Kälterzeugung über Verdunstungsprozesse), indem die Temperatur der zugeführten Frischluft über Wärmetauscher gesenkt wird. Hierbei wird die aus dem Raum abgeführte und als Fortluftvorgese-



hene Luft befeuchtet und abgekühlt. Diese Kühlung wird dann über ein Kreislaufverbundsystem oder über Plattenwärmetauscher aufgenommen und auf die wärmere Außenluft übertragen.

Somit lässt sich die Zuluft ohne Erhöhung der Zuluftfeuchte kühlen. Im Unterschied zu konventionellen Kälteerzeugern wird keine elektrische Antriebsenergie für die mechanische Kälteerzeugung benötigt.

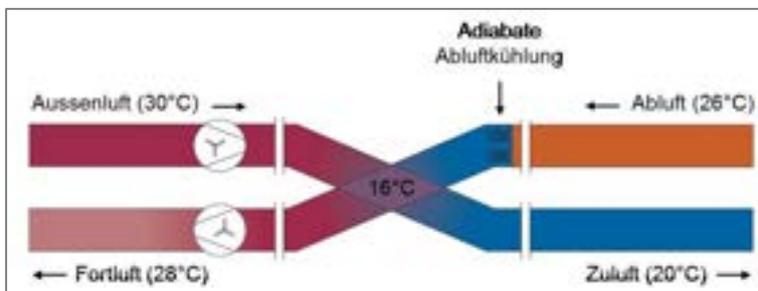


Abbildung 52: Prinzip der adiabaten Abluftkühlung [7]

Auch für die Verdunstung in Lüftungsanlagen sollte Regenwasser anstelle von Trinkwasser eingesetzt werden. Hierdurch werde zugleich Wasser und Abwasser gespart außerdem sollten bei der elektrischen Leitfähigkeit (LF) des verwendeten Wassers, aus technischen Gründen für die adiabate Kühlung 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nicht überschritten werden. Da Niederschlagswasser nur eine geringe Leitfähigkeit hat (ca. 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$), ist es für die adiabate Kühlung sehr gut geeignet

5.4 Maßnahmen zur Klimaanpassung im Umfeld der Gebäude

5.4.1 Begrünung

Bei der Begrünung der Außenflächen ist darauf zu achten, dass die Pflanzen ausreichend hitze- und trockenheitstolerant sind. Die Artenzusammensetzung von Bäumen sollte grundsätzlich diversifiziert werden. Neue Konzepte zur dezentralen Bewässerung von Begrünung helfen, um den Trockenstress für Pflanzen zu reduzieren. Hierzu zählt z. B. die Nutzung von Wasser aus Regenrückhaltebecken oder die Ableitung von Regenwasser von Straßen, Geh- und Radwegen in Pflanzgruben.

5.4.2 Offene Gewässer

Offenes Wasser, wie zum Beispiel Teiche, tragen durch Verdunstungskühlung zur Reduzierung der Überhitzung von Gebäude und Umfeld bei und bewässert mit intelligenten Systemen Dach- und Fassadenbegrünung. In die Vegetationsflächen und zu den Baumstandorten geleitet kann es regelrecht Leben erhalten, da die Pflanzen zunehmend unter Hitze stress leiden und vertrocknen. Gesunde Pflanzen wiederum tragen ihrerseits durch die natürliche Aufnahme und Verstoffwechslung von Wasser zur Kühlung durch Verdunstung und Beschattung bei. Bei der Anlage offener Gewässer muss dafür Sorge getragen werden, dass keine Brutstätten für Moskitos geschaffen werden.

5.4.3 Wasserspielplätze

Als Wasserspielplatz bezeichnet man Spielplätze, die überwiegend auf das Spiel mit Wasser ausgelegt sind. Auch normale Spielplätze können einzelne Wasserspielelemente aufweisen. Die drei Grundbausteine von Wasserspielplätzen sind:

- Wasserspielgeräte wie Pumpen, Quellausläufe oder Fontänen
- Wasserläufe, Spielgerinne oder Spielflächen (z.B. Matschkästen)

- Wasserabläufe

Die Pumpsysteme, Matschkästen und Wasserläufe sind ideal, um die Fantasie der Kinder zu beflügeln. Rinnen aus Holz oder Metall können Transportwege für Schiffchen sein oder zu Experimenten mit Staudämmen anregen. Durch das kühlende Wasser können Kinder und Jugendliche auf einem Wasserspielplatz auch bei großer Hitze noch gut toben. Zusätzlich wird durch Verdunstungskühlung auch die unmittelbare Umgebung abgekühlt.



Abbildung 53: Wasserspielplatz mit Sonnensegel

5.4.4 Trinkwasserspender

Die Sommerhitze macht die Akteur*innen der Tüllinger Höhe durstig. Der Grund dafür ist, dass der menschliche Körper über die Haut Wasser abgibt, um die Körpertemperatur zu regulieren – je heißer es ist, umso mehr. Unter normal gemäßigten Klimabedingungen wird ohne körperliche Anstrengung etwa ein halber Liter Flüssigkeit über die Haut abgegeben. Steigt die Außentemperatur auf heiße bis tropische Verhältnisse, kann der Wasserverlust mehrere Liter betragen. Wird diese Flüssigkeitsabgabe nicht ausgeglichen, drohen gesundheitliche Folgen, wie Kreislaufschwäche, -kollaps und eingeschränkte Nierentätigkeit. Säuglinge, Kinder und ältere Menschen sowie Menschen mit Vorerkrankungen sind diesbezüglich besonders exponiert.

Die Errichtung von Trinkwasserspendern hilft den Menschen vor Ort regelmäßig Wasser aufzunehmen.

5.4.5 Sonnenschutz

Flächen die nicht mit Begrünung bepflanzt werden sollten mit Sonnensegeln bzw. Sonnenschirmen aufgestellt werden. Sie schützen den Körper vor dem Überhitzen und die Haut vor UV-Strahlung.



6 Zuordnung der Maßnahmen

Dieses Kapitel geht auf die unterschiedlichen Gebäude und Außenbereiche ein, fasst die Analyse zusammen und weist Maßnahmen zur Klimaanpassung zu.

6.1 Maßnahmen am und im Gebäude

In den folgenden Tabellen werden die Maßnahmen priorisiert und den Gebäuden zusammengefasst zugeordnet. Die Beschreibung erfolgt in den einzelnen Abschnitten.

Tabelle 13: Maßnahmen zum Baulichen Wärmeschutz am Gebäude:

Nr.	Maßnahme Baulicher Wärmeschutz			
	Fenster	Außenwände	Dachfläche	Jalousie
106	0	0	0	0
107	0	0	0	0
107	+++	++	++	+++
111	0	0	0	0
112	+++	+++	+++	+++
113	+++	+++	0	+++
114	+++	+	0	0
114	+++	+++	+++	0
115	0	0	0	0
116	+++	+	++	0
119	+++	+	0	0

Tabelle 14: Weitere Maßnahmen am Gebäude

Nr.	Weitere Maßnahme			
	Grühdach	Regenwasser- nutzung	Lüftung	Fassadenbegrünung
106	0	0	0	0
107	0	0	0	0
107	+	0	0	0
111	0	0	0	++
112	0	0	0	0
113	0	0	0	0
114	+++	+++	+++	0
114	+++	+++	0	0
115	0	0	0	0
116	+	0	0	+
119	++	+++	+++	0

6.1.1 Haus 106

Das Haus 106 beinhaltet zwei Wohngruppen. Das Haus wurde 2012 energetisch saniert. Hier sind keine Maßnahmen notwendig.

6.1.2 Haus 107

Das Haus 107 beherbergt sechs Mitarbeiterwohnungen und im Untergeschoss Klassenzimmer und Tagesgruppen.

Das Obergeschoss wurde energetisch saniert und bedarf keiner Maßnahmen. Das Untergeschoss wiederum ist in einem schlechteren Zustand. Die große Fensterfront mit veralteten Fenstern, sowie die Außenhülle ist hier zu nennen.

Die Betroffenheitsanalyse zeigt, dass es dort im Sommer sehr heiß ist und die Schüler*innen sich schlecht konzentrieren können.

Empfohlene Maßnahmen:

- Austausch der Fenster im UG
- Dämmung der Außenhülle im UG

6.1.3 Haus 111

Das Haus 111, das Heilpädagogische Zentrum, ist neu errichtet und ist deshalb auf dem neuesten energetischen Stand. Südlich des Gebäudes befindet sich einer der wichtigsten Außenbereiche auf dem Gelände, der sich im Sommer auch durch die Wärmeabstrahlung der Hauswand stark aufheizt.



Abbildung 54: Gebäude 111 Südfassade (links) Beispiel bodengebundene Fassadenbegrünung mit Kletterhilfe (rechts)

Eine bodengebundene Fassadenbegrünung mit Kletterhilfe reduziert sowohl den Wärmeeintrag in das Gebäude durch Fenster und Außenwand als auch die Wärmestrahlung auf den Außenbereich.

In Unmittelbarer Nähe befindet sich bereits eine Regenwasserzisterne, die ggf. zur Bewässerung genutzt werden könnte.

6.1.4 Haus 112 und 113

In den Verwaltungsgebäuden, den Häusern 112 und 113, wurden in Vergangenheit lediglich einige Fenster getauscht. Da diese Maßnahmen schon über 20 Jahre zurückliegen, entsprechen auch die bereits getauschten Fenster nicht den aktuellen energetischen Standards. Der Dachstuhl ist nicht gedämmt und die oberste Geschossdecke nur wenig.

In der Betroffenheitsanalyse zeigt, dass das Personal sich im Sommer dort unwohl fühlt. Dort zu arbeiten, geht nur in abgedunkelten Büros.

Empfohlene Maßnahmen:

- Dämmung oberste Geschossdecke



- Dämmung der Wände
- Austausch der Fenster

6.1.5 Haus 114

Das Haus 114 beinhaltet Hauswirtschaft, Turnhalle und Betreutes Jugendwohnen in der Aufstockung. Die Dachfläche oberhalb des Wirtschaftsgebäudes wurde erst im Jahr 2018 saniert und gedämmt. Die Dämmschicht hat jedoch nur eine Stärke von 80 mm und die Kiesschüttung ist der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt, wodurch sie sich stark erhitzt.

Die Betroffenheitsanalyse hat ergeben, dass die Hitzebelastung in allen Gebäudeteilen sehr hoch ist. Bei den empfohlenen Maßnahmen wird nach Gebäudeteilen unterschieden:

- Wirtschaftsgebäude
 - Austausch der Fenster
 - Dachbegrünung
 - Nachtlüftung
 - Installation einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und adiabate Abluftkühlung für Wäscherei und Küche
- Turnhalle
 - Nachtlüftung
 - Dämmung und Verschluss des Oberlichts.
 - Erneuerung der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und adiabate Abluftkühlung
- Zwischenbau
 - Austausch der Fenster
- Aufstockung
 - Austausch der Fenster
 - Energetische Sanierung der Dachfläche
 - Dachbegrünung
 - Energetische Sanierung der Wandflächen

6.1.6 Haus 115

Das Haus 115, welches Wohn- und Tagesgruppen beherbergt wurde 2010 saniert (KFW 100). Hier sind keine Maßnahmen zur Klimaanpassung nötig.

6.1.7 Haus 116

Das Haus 116, indem Wohngruppen und der Kindergarten untergebracht sind, befindet sich weitestgehend im Originalzustand.

Empfohlene Maßnahmen:

- Austausch der Fenster
- Energetische Sanierung der Dachfläche
- Dachbegrünung
- Energetische Sanierung der Wandflächen

6.1.8 Haus 119

Die Schule, das Haus 119, wurde im Jahr 1992 gebaut und im Jahr 2018 wurde das Dach saniert.



Die Betroffenheitsanalyse zeigt, dass es im Schulgebäude sehr heiß wird im Sommer und es keine Belüftung gibt. Die Schüler*innen vermissen Ventilatoren, teilweise Rollläden und bemängeln den Zustand der Markisen.

Empfohlene Maßnahmen:

- Austausch der Fenster
- Dachbegrünung
- Nachtlüftung
- Erneuerung der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und adiabate Abluftkühlung

6.2 Maßnahmen im Umfeld der Gebäude

Im Umfeld der Gebäude werden in erster Linie fest installierte Sonnensegel empfohlen. In der folgenden Tabelle 15 werden die Maßnahmen den einzelnen Bereichen zugeordnet und priorisiert.

Tabelle 15: Zuordnung der Maßnahmen im Umfeld der Gebäude

Bereich	Nutzung	Sonnensegel fix	Bäume	Markise	Trinkwasser- spender	Wasser- spielplatz
*111a:	Bühne	+++	0	0	0	0
*111b:	Kletterspinne	+++	0	0	0	0
*111c:	Sandkasten	+++	0	0	0	++
*114:	Terrasse Seminarräume	0	0	++	0	0
*115a:	Außenbereich Tagesgruppe	++	0	0	0	0
*115b:	Außenbereich Wohngruppe	++	0	0	0	0
*116a:	Außenbereich Wohngruppe Sonne	+++	0	0	0	0
*116b:	Spielplatz Schulkindergarten Mond	+++	0	0	0	0
*116c:	geplante Erweiterung für Spielplatz Kindergarten	+++	0	0	0	++
*119a:	Eingangsbereich der Schule	0	++	0	0	0
*119b:	Schulhof / Außenbereich Schulkindergarten	+++	0	0	0	0
*121	Multifunktions-Sportfeld	0	0	0	++	0

Fest installierte Sonnensegel werden für alle Außenbereiche mit Priorität „+++“ empfohlen. Die Kosten je Sonnensegel belaufen sich je nach Größe und Aufstellung auf 2.000 bis 5.000 Euro.

Im Eingangsbereich der Schule (*119a) steht bereits ein Kastanienbaum (Abbildung 55). Dieser sieht aus, als wäre er noch jung, ist aber nach Aussage der Mitarbeitenden schon mindestens 15 Jahre alt. Die geringe Größe ist vermutlich auf den Untergrund und die unzureichende Größe des Baumbetts zurückzuführen. Es wird empfohlen, etwas mehr von der umgebenden Fläche zu entsiegeln und dem Wurzelwerk Platz zur Entfaltung zu geben. Die Kosten werden auf 1.000 Euro geschätzt.

Die Kosten für die Erneuerung der Markisen auf der Terrasse (*114) werden auf 4.000 Euro geschätzt.

Ein Trinkwasserspender für das Multifunktions-sportfeld wurde im Rahmen der Betroffenheits-Workshops von den Jugendlichen gewünscht, wird jedoch von der Leitung der Tüllinger Höhe eher kritisch gesehen. Insbesondere wurden Bedenken bezüglich der Hygiene geäußert.

Die Einrichtung von Wasserspielplätzen wird für die Bereiche *111c und *116c in Kombination mit der Sammlung und Nutzung von Niederschlagswasser empfohlen. Die variieren je nach Größe und Ausgestaltung zwischen 5.000 und 20.000 Euro je Spielplatz.



Abbildung 55: Kastanienbaum im Eingangsbereich der Schule (*119a)

Für die Anlage eines Teichs konnte kein geeigneter Standort identifiziert werden.



Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Luftbild der Tüllinger Höhe	7
Abbildung 2:	Klimawandelbedingter Lufttemperaturanstieg um 2,3 °C im Zeitraum 1881-2022 in Baden-Württemberg. Die Lufttemperaturdifferenz von 2,3 °C ergibt sich entlang der roten Kurve zwischen den Jahren 1881 und 2022 [].	12
Abbildung 3:	Entwicklung der Jahrestemperatur in Baden- Württemberg und Landkreis Lörrach.	13
Abbildung 4:	Entwicklung der Extremtemperaturen in Baden- Württemberg und Landkreis Lörrach.	13
Abbildung 5:	Entwicklung der Extremkältetemperaturen in Baden- Württemberg und Landkreis Lörrach.	13
Abbildung 6:	Entwicklung der Extremhitzetemperatur in Baden- Württemberg und Landkreis Lörrach.	13
Abbildung 7:	Extremwetterereignisse im Landkreis Lörrach in den letzten 10 Jahren	14
Abbildung 8:	Lageplan Campus Obertüllingen	15
Abbildung 9:	hinten Mitte *111a: Bühne, vorne rechts *111b: Kletterspinne	16
Abbildung 10:	*119a: Eingangsbereich der Schule	16
Abbildung 11:	Terrasse Seminarräume	16
Abbildung 12:	*115b: Außenbereich Tagesgruppe	16
Abbildung 13:	*116b: Spielplatz Schulkindergarten Mond	16
Abbildung 14:	Einflussfaktoren auf den sommerlichen Wärmeschutz []	17
Abbildung 15:	Haus 106 Ansicht West	19
Abbildung 16:	Haus 106 Ansicht Ost	19
Abbildung 17:	Energiebedarf gemäß Energieausweis, Obertüllingen 106	19
Abbildung 18:	Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile Obertüllingen 106 nach Sanierung gemäß EnEV 2009 Nachweis vom 07.11.2014	20
Abbildung 19:	Haus 107 Ansicht Nordwest	20
Abbildung 20:	Haus 107 Ansicht Ost	20
Abbildung 21:	Energiebedarf gemäß Energieausweis, Obertüllingen 107 vom 08.14.2015	21
Abbildung 22:	Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile Obertüllingen 107 nach Sanierung gemäß EnEV 2009 Nachweis 08.04.2015	21
Abbildung 23:	Haus 107 Fensterfront UG außen	22
Abbildung 24:	Haus 107 Fenster UG innen	22
Abbildung 25:	Haus 107 Fenster UG Detail	22
Abbildung 26:	Haus 111 Ansicht Süd	23
Abbildung 27:	Haus 111 Ansicht Nord	23
Abbildung 28:	Energiebedarf gemäß Energieausweis, Obertüllingen 111 vom 09.08.2021	23
Abbildung 29:	Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile Obertüllingen 111 (Neubau) gemäß EnEV 2014 Nachweis 09.08.2021	24
Abbildung 30:	Haus 112 Ansicht Nordost	25
Abbildung 31:	Haus 112 Ansicht Süd	25
Abbildung 32:	Haus 112 Ansicht Süd	25
Abbildung 33:	Haus 113 Ansicht Nord	25



Abbildung 34:	Haus 113 Ansicht Nordost	25
Abbildung 35:	Grundriss Haus 112 / 113 (oben EG unten OG)	26
Abbildung 36:	Haus 114 Ansicht Nord	27
Abbildung 37:	Haus 114 Ansicht Südost	27
Abbildung 38:	Haus 114 3D-Darstellung aus Revisionsplan zur Baueingabe vom 14.10.1980	27
Abbildung 39:	Sporthalle Oberlicht Innenansicht	29
Abbildung 40:	Sporthalle Oberlicht Außenansicht	29
Abbildung 41:	Haus 115 Ansicht Nordost	29
Abbildung 42:	Haus 115 Ansicht Ost	29
Abbildung 43:	Energiebedarf Obertüllingen 115	30
Abbildung 44:	Haus 116 Ansicht Nord	30
Abbildung 45:	Haus 116 Ansicht West	30
Abbildung 46:	Haus 119 Ansicht West	31
Abbildung 47:	Schnitt durch Turnhalle und Schule	31
Abbildung 48:	Ideen zur Verbesserung	35
Abbildung 49:	Entwässerungskonzept Haus 111	40
Abbildung 50:	Energiebilanz je eines Quadratmeters Bitumendach, dargestellt ist das gemessene Tagesmittel der Sommermonate von Juni bis August []	42
Abbildung 51:	Energiebilanz je eines Quadratmeters Gründach, dargestellt ist das gemessene Tagesmittel der Sommermonate von Juni bis August []	43
Abbildung 52:	Prinzip der adiabaten Abluftkühlung []	45
Abbildung 53:	Wasserspielplatz mit Sonnensegel	46
Abbildung 54:	Gebäude 111 Südfassade (links) Beispiel bodengebundene Fassadenbegrünung mit Kletterhilfe (rechts)	48
Abbildung 55:	Kastanienbaum im Eingangsbereich der Schule (*119a)	51

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Nutzungen, Baujahre und Flächen der Gebäude	5
Tabelle 2:	Energetische Kennwerte der Gebäude	5
Tabelle 3:	Empfohlene Maßnahmen an und in den Gebäuden mit Kostenschätzung	6
Tabelle 4:	Zuordnung und Priorisierung der Maßnahmen im Umfeld der Gebäude	6
Tabelle 5:	Nutzungen, Baujahre und Flächen der Gebäude	18
Tabelle 6:	Energetische Kennwerte der Gebäude	18
Tabelle 7:	Daten zur thermischen Hülle aus dem Bauantrag für aus Haus 114 gemäß WSchVO 1977	28
Tabelle 8:	Daten der Lüftungsanlagen der Turnhalle gemäß Typenschildern	28
Tabelle 9:	Daten der Lüftungsanlagen der Schule gemäß Typenschildern	32
Tabelle 10:	Zusammenfassung Beeinträchtigungen der Mitarbeitenden	33
Tabelle 11:	Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge Schüler*innen (Klasse 5-9)	36
Tabelle 12:	Beeinträchtigungen und Verbesserungsvorschläge der Akteur*innengruppe Betreuungspersonal	37
Tabelle 13:	Maßnahmen zum Baulichen Wärmeschutz am Gebäude:	47
Tabelle 14:	Weitere Maßnahmen am Gebäude	47
Tabelle 15:	Zuordnung der Maßnahmen im Umfeld der Gebäude	50



Quellenverzeichnis

- ¹ Dipl.-Ing. Maike Schmidt et al. Kurzpapier des Klima-Sachverständigenrats BW:
„Klimawandelbedingter Lufttemperaturanstieg in Baden-Württemberg seit 1881“,
Stuttgart, 21.03.2023
Online unter:
https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/4_Klima/Klimaschutz/Klima-Sachverstaendigenrat/230316-Kurzpapier-Lufttemperaturanstieg-KlimasachverstaendigenratBW-barrierefrei.pdf
- ² Energieagentur Südwest:
„Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels für den Landkreis Lörrach“
Lörrach, 16.04.2021
Online unter:
<https://www.loerrach-landkreis.de/ceasy/resource/?id=8939&download=1>
- ³ FMI Fachverband Mineralwolleindustrie e.V.
„Sommerlicher Wärmeschutz: Was ist das eigentlich?“, 01.09.2022
Online unter:
<https://www.energie-fachberater.de/ratgeber/ratgeber-hitzeschutz/sommerlicher-waermeschutz-was-ist-das-eigentlich.php>
- ⁴ Dr. Torsten Grothmann, Romy Becker, neues handeln AG, im Auftrag des Umweltbundesamtes
„Der Hitzeknigge: Tipps für das richtige Verhalten bei Hitze“
Februar 2021
Online unter:
<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/210215-hitze-knigge-allgemein-bf.pdf>
- ⁵ Dipl.-Ing. Marco Schmidt, TU-Berlin, Institut für Architektur, Fachgebiet Gebäudetechnik und Entwerfen „Passive Gebäudekühlung“
Berlin, 2010
Online unter:
<http://www.gebaeudekuehlung.de/kuehlung.html>
- ⁶ Dipl.-Ing. Marco Schmidt, TU-Berlin, Institut für Architektur, Fachgebiet Gebäudetechnik und Entwerfen „Passive Gebäudekühlung“
Berlin, 2010
Online unter:
<http://www.gebaeudekuehlung.de/kuehlung.html>
- ⁷ Dipl.-Ing. Brigitte Reichmann et al., Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Abteilung VI, Ministerielle Angelegenheiten des Bauwesens
„Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung, Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung“
Berlin, 04.08.2012
Online unter:
http://www.gebaeudekuehlung.de/SenStadt_Regenwasser_dt_gross.pdf