KOMBINIERTES KLIMASCHUTZTEILKONZEPT

ERNEUERBARE ENERGIEN
INTEGRIERTE WÄRMENUTZUNG
Energienutzungsplan der
Stadt Waiblingen

Gefördert durch:





aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Förderung:

Das diesem Bericht zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Förderbereich der nationalen Klimaschutzinitiative unter den Förderkennzeichen 03K07380 gefördert.



Erstellt: November 2019

Inhaltsverzeichnis

1.	Zieleland	lschaft1
1	1.	Ziele der Klimaschutzteilkonzepte
	1.1.1.	Erneuerbare Energien
	1.1.2.	Integrierte Wärmenutzung1
1	2.	Ziele im Klimaschutz2
	1.2.1.	Übergeordnete klimapolitische Ziele2
	1.2.2.	Zielvorgaben der EU2
	1.2.3.	Zielvorgaben des Bundes3
	1.2.4.	Zielvorgaben des Landes5
	1.2.5.	Zielvorgaben STEP Stadt Waiblingen6
1	3.	Ableitung von Sektorzielen für Waiblingen
	1.3.1.	Ziele bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen8
	1.3.2.	Ziele beim Stromverbrauch8
	1.3.3.	Ziele bei der Stromerzeugung9
	1.3.4.	Ziele im Wärmesektor
	1.3.5.	Ziele für städtische Gebäude
2.	Energetis	sche Ausgangslage13
2	2.1.	Energie- und CO ₂ -Bilanz13
	2.1.1.	Datenermittlung
	2.1.1.1.	Ermittlung des Stromverbrauchs
	2.1.1.2.	Ermittlung des Wärmeverbrauchs
	2.1.1.3.	Ermittlung des Verbrauchs im Sektor Verkehr
	2.1.1.4.	Ermittlung der Leistungen Erneuerbarer Energieträger und Kraft-Wärme-Kopplung

	2.1.1.5.	Ermittlung der kommunalen Daten	14
	2.1.2.	Ergebnisse	14
	2.1.2.1.	Energieverbrauch	15
	2.1.2.2.	THG-Emissionen	16
	2.1.2.3.	Anteil Erzeugung/Verbrauch Strom	17
	2.1.2.4.	Anteil Erzeugung/Verbrauch Wärme	18
	2.2.	CO ₂ -Emissionen	19
	2.3.	Erneuerbare Energien	20
	2.4.	Bevölkerungsentwicklung	21
	2.5.	Stromverbrauch	22
	2.6.	Wärmeverbrauch der Gebäude	22
	2.7.	Energieverbrauch Prozesswärme	23
3.	Zukünfti	ge Entwicklungen	24
	3.1.	Zukünftige Entwicklung im Stromverbrauch	24
	3.2.	Zukünftige Entwicklung in der Stromerzeugung	25
	3.3.	Zukünftige Entwicklung im Wärmeverbrauch	27
	3.4.	Zukünftige Entwicklung in der Wärmeerzeugung	28
4.	Potenzia	lanalyse	31
	4.1.	Erschließung von Erneuerbaren Energien	31
	4.1.1.	Biomassepotenzial	32
	4.1.1.1.	Status quo Biomasse in Waiblingen	33
	4.1.1.2.	Potenziale aus der Forstwirtschaft	38
	4.1.1.3.	Landwirtschaft	41
	4.1.1.4.	Biomasse aus Dauergrünland und Landschaftspflege	44
	4.1.1.5.	Potenziale aus organischen Siedlungsabfällen	48
	4.1.2.	Solarpotenzial	48
	4.1.2.1.	Status quo Solartechnik in Waiblingen	50
	4.1.2.2.	Potenziale der Fotovoltaik	52
	1123	Potenziale der Solarthermie	61

	4.1.3.	Wasserkraftpotenzial	69
	4.1.3.1.	Status quo Wasserkraft in Waiblingen	70
	4.1.3.2.	Potenziale der Wasserkraft	71
	4.1.4.	Windkraft potenzial	73
	4.1.4.1.	Status quo Windkraft in Waiblingen	74
	4.1.4.2.	Potenziale der Windkraft	74
	4.1.5.	Geothermiepotenzial	76
	4.1.5.1.	Status quo Geothermie in Waiblingen	77
	4.1.5.2.	Potenziale der Geothermie	78
	4.1.6.	Umweltwärmepotenzial	83
	4.1.6.1.	Status quo Umweltwärme in Waiblingen	84
	4.1.6.2.	Potenziale der Umweltwärme	84
	4.1.7.	Übersicht der Potenziale Erneuerbarer Energien	86
	4.1.8.	Potenzial zur Vermeidung von Treibhausgasen	88
	4.1.8.1.	CO ₂ -Vermeidung im Stromsektor	88
	4.1.8.2.	CO ₂ -Vermeidung im Wärmesektor	89
ļ	.2.	Integrierte Wärmenutzung	89
	4.2.1.	Ziele in der Wärmeversorgung	89
	4.2.2.	Status quo Wärmenutzung in Waiblingen	90
	4.2.2.1.	Wärmeverbrauch der Wohngebäude	91
	4.2.2.2.	Wärmeverbrauch der Nichtwohngebäude	93
	4.2.3.	Potenziale bei der Wärmenutzung	94
	4.2.3.1.	Wärmeminderungspotenziale von Gebäuden	95
	4.2.3.2.	Wärmeminderungspotenziale des produzierenden Gewerbes	99
	4.2.3.3.	Zusammenfassung Wärmeminderungspotenziale	100
	4.2.4.	Status quo bei der Wärmeversorgung in Waiblingen	101
	4.2.4.1.	Verwendung der Energieträger	101
	4.2.4.2.	Leitungsgebundene Energieversorgung	102
	1213	Nicht leitungsgehundene Energieversorgung	105

	4.2.5.	Potenziale der Wärmeerzeugung	106
	4.2.5.1.	Effizienzpotenziale der Wärmebereitstellung	106
	4.2.5.2.	Effizienzpotenziale durch Wärmepumpen	107
	4.2.6.	Potenziale bei der Nutzung von Erneuerbaren Energien	108
	4.2.6.1.	Nutzung von Biomasse	108
	4.2.6.2.	Nutzung von Solarstrahlung	109
	4.2.7.	Potenziale der Fernwärme	109
	4.2.7.1.	Entwicklungen in der Fernwärmeversorgung	110
	4.2.7.2.	Temperaturniveau im Fernwärmenetz	111
	4.2.7.3.	Einsatz erneuerbarer Energien	112
	4.2.7.4.	Nutzung von Abwärme	116
	4.2.7.5.	Sektorkopplung	118
	4.2.7.6.	Flexibilisierung	122
	4.2.7.7.	Ausbau der Fernwärme in Waiblingen	123
	4.2.8.	Wärmeversorgungsplanung	130
	4.2.9.	Potenzial zur Vermeidung von Treibhausgasen	133
	4.2.9.1.	CO ₂ -Vermeidung bei der Wärmenutzung	133
	4.2.9.2.	CO ₂ -Vermeidung bei der Wärmeerzeugung	135
	4.2.9.3.	CO ₂ -Vermeidung bei der Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmesektor	135
	4.2.9.4.	CO ₂ -Vermeidung bei der Nutzung von Fernwärme	135
4	.3.	CO ₂ -Minderungspotenzial	137
	4.3.1.	Szenarien zur Nutzung Erneuerbarer Energien	137
	4.3.2.	Szenarien zur Integrierten Wärmenutzung	138
	4.3.2.1.	Referenzszenarium	140
	4.3.2.2.	Zielszenarium A	140
	4.3.2.3.	Zielszenarium B	141
	4.3.3.	CO ₂ -Einsparungen der Szenarien	141
	4.3.3.1.	CO ₂ -Einsparung bei der Nutzung Erneuerbarer Energien	142
	4.3.3.2.	CO ₂ -Einsparung bei der Integrierten Wärmenutzung	148

	4.3.3.1.	CO ₂ -Einsparung gegenüber dem Ist-Zustand	149
	4.3.4.	Schlussfolgerungen	149
	4.4.	Investitionskosten	150
	4.4.1.	Investitionskosten Erneuerbare Energien	150
	4.4.2.	Investitionskosten Integrierte Wärmenutzung	151
5.	Handlun	gsfelder und Akteure	153
	5.1.	Erneuerbare Energien	153
	5.1.1.	Nutzung des Solarpotenzials auf Gebäudeflächen	153
	5.1.2.	Nutzung des Solarpotenzials auf Freiflächen	155
	5.1.3.	Nutzung des Potenzials kommunaler Biomasse	156
	5.1.4.	Nutzung des Windpotenzials	156
	5.1.5.	Nutzung des Geothermiepotenzials	157
	5.1.6.	Nutzung des Potenzials an Umweltwärme	158
	5.2.	Integrierte Wärmenutzung	160
	5.2.1.	Nutzung des Wärmeminderungpotenzials	160
	5.2.2.	Nutzung des Wärmeerzeugungspotenzials	161
	5.2.3.	Ausbau der Fernwärme	161
	5.2.4.	Nutzung des Abwärmepotenzials	162
	5.2.5.	Einsatz von Erneuerbarer Energien in der Fernwärme	162
6.	Handlun	gsoptionen und strategische Ausrichtung	164
	6.1.	Wahrgenommene Handlungsoptionen der Stadt Waiblingen	164
	6.1.1.	Waiblingen als Verbraucher und Vorbild	165
	6.1.1.1.	Kommunales Energiemanagement	165
	6.1.1.2.	Energieerlass	166
	6.1.1.3.	Energieeffiziente Neubauten und Sanierungen	166
	6.1.1.4.	Einsatz von Fotovoltaik auf städtischen Gebäuden	166
	6.1.2.	Waiblingen als Planer und Regulierer	166
	6.1.2.1.	Festsetzungen im Bebauungsplan	166
	6.1.2.2.	Regelungen bei vorhabensbezogener Bauleitplanung	167

	6.1.2.3.	Klimaschutzvorgaben bei städtebaulichen Verträgen	167
	6.1.2.4.	Vorgabe bei Grundstücksverkäufen durch zivilrechtliche Verträge	167
	6.1.3.	Waiblingen als Versorger und Anbieter	167
	6.1.4.	Waiblingen als Berater und Promoter	168
	6.1.4.1.	Förderprogramm Klimaschutz	168
	6.1.4.2.	Angebot von Energieberatungen	168
	6.1.4.3.	Durchführung von Kampagnen	168
6	.2.	Strategische Grundlagen	168
	6.2.1.	Vision und Leitbild	168
	6.2.1.1.	Stadtentwicklungsplan STEP 2030	169
	6.2.1.2.	Klima-Bündnis europäischer Städte mit indigenen Völkern	170
	6.2.1.3.	2030 – Agenda für nachhaltige Entwicklung	170
	6.2.1.4.	Klimaschutzpakt Baden-Württemberg	171
	6.2.2.	Aktive Vorbildrolle	171
	6.2.3.	Rahmenbedingungen schaffen	171
	6.2.4.	Entscheidungsumfeld gestalten	172
6	.3.	Klimaschutz-Strategie	172
	6.3.1.	Klimaschutzziele	173
	6.3.2.	Klimaschutzgremien	174
	6.3.3.	Klimaschutzmanagement	174
	6.3.4.	Öffentliche Gebäude	175
	6.3.5.	Bewusstsein bilden – Handlungen bewirken	176
	6.3.6.	Hilfestellung geben	177
6	.4.	Strategien zur Schöpfung des Erneuerbare-Energien-Potenzials	177
	6.4.1.	Solardachstrategie	178
	6.4.1.1.	Informieren	178
	6.4.1.2.	Motivieren	178
	6.4.1.3.	Unterstützen	179
	6.4.2	Solare Rauleithlanung	179

	6.4.3.	Beteiligungsmodelle	180
	6.4.4.	Schaufenster Solarlösungen	180
(5.5.	Strategien zur Integrierten Wärmenutzung	181
	6.5.1.	Wärmestrategie	181
	6.5.1.1.	Beratungsangebote fördern	181
	6.5.1.2.	Motivieren	181
	6.5.1.3.	Unterstützen	182
	6.5.2.	Fernwärmestrategie	182
	6.5.2.1.	Ausbau und Erweiterung	182
	6.5.2.2.	Fernwärme effizienter machen	182
	6.5.2.3.	Fernwärme Erneuerbar machen	183
7.	Akteurse	einbindung	. 185
-	7.1.	Erneuerbare Energien	187
	7.1.1.	Kontextanalyse	187
	7.1.1.1.	Historischer Kontext	187
	7.1.1.2.	Gesetzlicher Kontext	187
	7.1.1.3.	Sozio-ökonomischer Kontext	188
	7.1.1.4.	Räumlicher Kontext	188
	7.1.2.	Weiterführende Phasen	188
-	7.2.	Integrierte Wärmenutzung	189
	7.2.1.	Kontextanalyse	189
	7.2.1.1.	Historischer Kontext	189
	7.2.1.2.	Gesetzlicher Kontext	189
	7.2.1.3.	Sozio-ökonomischer Kontext	189
	7.2.1.4.	Räumlicher Kontext	190
	7.2.2.	Strategische Planung	190
8.	Maßnah	menkatalog	. 191
8	3.1.	Übersicht	191
9	2 2	Umcetzungsfahrnlan	102

9.	Konzept	Öffentlichkeitsarbeit	197
	9.1.	Kommunikationsstrategie	197
	9.1.1.	Interne Kommunikation	197
	9.1.2.	Kommunikation nach außen	197
	9.2.	Kommunikationsziele	198
	9.3.	Strategien der Öffentlichkeitsarbeit	198
	9.3.1.	Orientierung an den Klimaschutzziele	198
	9.3.2.	Orientierung an den Zielgruppen	199
	9.3.3.	Öffentlichkeitsarbeit für einzelne Maßnahmen	199
	9.3.4.	Sichtbarmachung von Klimaschutz	200
	9.4.	Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit	200
	9.4.1.	Pressearbeit	200
	9.4.2.	Zeitungsinterview	201
	9.4.3.	Website	201
	9.4.4.	Soziale Netzwerk	202
	9.4.5.	Publikationen	202
	9.4.6.	Veranstaltungen	202
	9.5.	Handlungsempfehlungen zur Öffentlichkeitsarbeit	202
	9.5.1.	Vorbereitung der Öffentlichkeitsarbeit	203
	9.5.1.1.	Nutzung des Solarpotenzials auf Gebäudeflächen von Ein- und Zweifamiliengebäuden	203
	9.5.1.2.	Nutzung des Solarpotenzials auf Gebäudeflächen von Mehrfamiliengebäuden	205
	9.5.1.3.	Nutzung des Wärmeerzeugungspotenzials in Mietshäusern	206
	9.5.2.	Handlungsempfehlungen	207
10	. Konzept	Controlling	209
	10.1.	Organisation	209
	10.1.1.	Klimaschutzmanagement	209
	10.1.1.	Klimaschutzbeirat	210
	10.1.2.	Einbindung in den eea-Prozess	210

	10.1.3.	Maisnanmenprogramm	211
	10.2.	Instrumente	211
	10.2.1.	Dokumentation	211
	10.2.2.	Datensammlung	212
	10.2.3.	Indikatoren	212
	10.2.3.1.	Vorgaben der Szenarien	212
	10.2.3.2.	Indikatoren, Zielwerte und Zwischenziele	214
	10.2.4.	CO ₂ -Bilanz	216
	10.2.4.1.	Gesamtstädtische CO ₂ -Bilanz	216
	10.2.4.2.	CO ₂ -Bilanz der Stadtverwaltung	216
	10.2.5.	Berichtswesen	217
	10.2.5.1.	Statusbericht	217
	10.2.5.2.	Energiebericht	217
	10.2.5.3.	Klimaschutzbericht	217
Ve	erzeichnis d	er Tabellen und Abbildungen	218
Kc	nzepterste	llung	223

1. Zielelandschaft

1.1. Ziele der Klimaschutzteilkonzepte

Die Stadt Waiblingen steht beim Klimaschutz nicht am Anfang. Bereits 2006 entschied sich die Stadt Waiblingen am eea-Förderprogramm des Landes Baden-Württemberg teilzunehmen. Seither beute Sie ihre Klimaschutzbemühungen kontinuierlich aus, was 2018 zur Erlangung des eea-Gold-Status führte.

Zwei Bereiche stagnieren jedoch und erfordern eine höhere Aufmerksamkeit:

- Der Ausbau der Erneuerbaren Energien kommt nicht voran.
- Der CO₂-Ausstoß in der Wärmeversorgung ist nach wie vor hoch.

Das vorliegende Klimaschutzteilkonzept konzentriert sich genau auf diese zwei Bereiche.

1.1.1.Erneuerbare Energien

Im Teilkonzept Erneuerbare Energien sollen, die die Potenziale der in Waiblingen verfügbaren erneuerbaren Energiequellen ermittelt und Maßnahmen zur Nutzung vorgeschlagen werden. Wichtig ist, langfristige Ziele zur Nutzung Erneuerbarer Energien aufzustellen und Handlungsoptionen der Akteure aufzeigen. Dies beschränkt sich nicht nur auf den Wirkungsbereich der Stadt oder der Stadtwerke. Als maßgebende Stellen müssen diese jedoch eine Strategie zur Hebung der vorhandenen Potenziale an Erneuerbaren Energien entwickeln. Da im städtischen Umfeld das Erschließungspotenzial naturgemäß geringer ist als der Bedarf, sollen als zweite Säule Strategien zur Steigerung der Nutzung von Erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmesektor entwickelt werden.

1.1.2.Integrierte Wärmenutzung

Das Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung soll den Klimaschutz über den Umbau der Energieversorgung für Wärmedienstleistungen beleuchten. Die bisher auf fossilen Energieträgern fußende Wärmeversorgung ist nicht zukunftsfähig. Waiblingen hat auch kein historisch vorhandenes großes Wärmenetz, das die Einbindung Erneuerbarer Energien beschleunigen könnte.

Das Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung soll die Basis für eine langfristige, strategische Wärmeversorgungsplanung in Waiblingen schaffen, langfristige Ziele zur integrierten Wärmenutzung vorschlagen und Handlungsoptionen aufzeigen.

Strategisch sind zwei parallele Ansätze zu verfolgen. Auf Gebäudeebene agierende Entscheider müssen zu individuellen Handlungen angeregt werden, die in der Lage sind, den Wärmeverbrauch zu senken und die Wärmebereitstellung effizienter und erneuerbar zu

ZIELELANDSCHAFT

machen. Auf städtischer Ebene sind Strategien zum Ausbau und zur Umgestaltung der Fernwärme gefragt.

1.2. Ziele im Klimaschutz

1.2.1. Übergeordnete klimapolitische Ziele

Um den Klimawandel und seine Auswirkungen auf ein möglichst geringes Ausmaß zu begrenzen, ist ein gemeinsames entschlossenes Handeln notwendig. Auf der UN-Klimakonferenz in Paris (COP 21), wurde ein völkerrechtlich verbindliches Klimaabkommen verabschiedet, das die Länder verpflichtet, einen nationalen Klimaschutzbeitrag vorzulegen. Als zentrales Vertragselement gilt die 2 Grad-Obergrenze der durch Treibhausgase verur-sachten Erderwärmung, mit dem Bestreben, den globalen Temperaturanstieg auf 1,5 Grad zu begrenzen. Dazu soll in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts ein Gleichgewicht aus Treibhausgasemissionen auf der einen Seite und deren Abbau auf der anderen Seite erreicht werden.

1.2.2. Zielvorgaben der EU

Auf europäischer Ebene besteht seit 2009 die langfristige Zielsetzung, die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % zu reduzieren. Bereits 2007 wurden mit dem Klima- und Energiepaket 2020 die sogenannten "20-20-20-Ziele" vereinbart. Diese sehen vor, bis 2020 den Ausstoß von Treibhausgasemissionen um 20% zu verringern und eine Effizienzsteigerung um 20% zu erreichen.

Mit den Beschlüssen des Europäischen Rats wurde Oktober 2014 der europäische Klimaund Energierahmen 2030 fest-gelegt. Bis dahin sollen die Treibhausgasemissionen um 30% verringert werden, der Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch 27% betragen und eine Effizienzsteigerung von ebenfalls 27%.

Die vom Emissionshandel erfassten Sektoren (Kraftwerke, energieintensive Industrie und Flugverkehr) müssen bis 2030 ihre Emissionen gegenüber 2005 um 43 % verringern. Die Zielvorgaben der Emissionen von Gebäuden sind durch das "Effort Sharing Decision" (Lastenteilungsentscheidung) geregelt. Dieses Instrument gibt EU-weit eine Reduktion der Treibhausgasemissionen der Bereiche Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft bis 2020 um 10% bzw. bis 2030 um 30% gegenüber 2005 vor.

Deutschland soll dabei seine Emissionen bis 2020 um 14% gegenüber 2005 reduzieren. Im Juli 2016 veröffentlichte die EU-Kommission einen Vorschlag für den Zeitraum 2021 bis 2030. Die Emissionsreduktion in den Mitgliedsstaaten soll in Abhängigkeit der Wirtschafts-

ZIELELANDSCHAFT

kraft erfolgen. Für Deutschland ist eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 38 % gegenüber 2005 vorgesehen.

1.2.3. Zielvorgaben des Bundes

Die Bundesregierung hat sich mit dem Energiekonzept aus dem Jahr 2010 das Ziel gesetzt, den Treibhausgasausstoßes bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % gegenüber 1990 zu verringern.

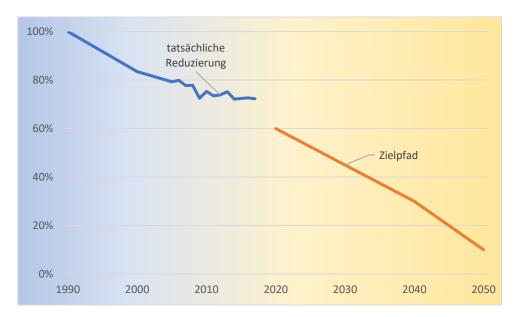


Abbildung 1: Absenkpfad der THG-Emissionen für Deutschland

Mit dem Kabinettsbeschluss vom 14. November 2016 wurde der Klimaschutzplan 2050 verabschiedet. Der Klimaschutzplan orientiert sich am Ziel einer weitgehenden Treibhausgasneutralität bis 2050. Mit Blick auf die aktuelle Entwicklung der Treibhausgasemissionen und die absehbare Zielverfehlung für 2020 erklärten die Regierungsparteien in ihrem Koalitionsvertrag vom März 2018 ihre Absicht, das Ziel für 2020 so bald wie möglich erreichen zu wollen. Im Klimaschutzplan 2050 bestätigte die Bundesregierung auch die Minderungsziele von mindestens 55 % bis 2030 und von mindestens 70 % bis 2040 .

Das Gesamtziel ist zusätzlich in Sektorziele aufgeteilt. Im Gebäudebereich ist im Klimaschutzplan eine Minderung von 39% - 41% gegenüber 2014 vorgesehen. Danach kann der Endenergieverbrauch durch Effizienzmaßnahmen bis 2050 um 36% bis 54% gegen-über 2008 gesenkt werden. Eine geringe Effizienz muss mit einem äußerst ambitionierten Einsatz von Erneuerbaren Energien kompensiert werden, um den Primärenergieeinsatz insgesamt auf der Gebäudeseite um 80% zu verringern.

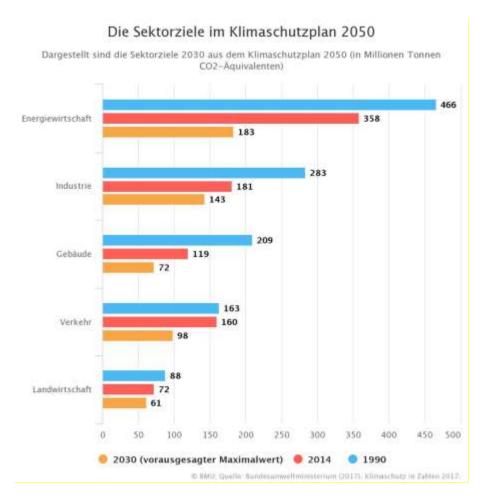


Abbildung 2: Sektorziele im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung

Ein konkretes Maßnahmenprogramm (samt quantifizierter Minderungswirkung der Maßnahmen) war für das Jahr 2018 vorgesehen, konnte jedoch bisher noch nicht aufgestellt und verabschiedet werden.

Treibhausgasemissionen	2020 (gegenüber 19	2030 90)	2040	2050
Reduktion mindestens um	40%	55%	70%	80% bis 95%
Anteil erneuerbarer Energie	n			
am Bruttoendenergie- verbrauch	18%	30%	45%	60%
am Bruttostromver- brauch	35%	50%	65%	80%

	2020	2030	2040	2050
Senkung Energieverbrauch (gegenüber 2008	3)		
Primärenergieverbrauch	-20%			-50%
Wärmebedarf Gebäude ¹	-20%			-80%
Bruttostromverbrauch	-10%			-45%

Tabelle 1: Sektoryiele im Klimaschutyplan 2050 der Bundesregierung (Fortsetyung)

Die Ziele der Bundesregierung sind nur durch das Handeln auf allen Ebenen der Politik, Gesellschaft und Wirtschaft zu erreichen. Dies erfordert eine Konkretisierung und Spezifizierung der Handlungen auf regionaler und lokaler Ebene.

1.2.4.Zielvorgaben des Landes

Baden-Württemberg verfolgt das Ziel, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um mindestens 25% bzw. bis zum Jahr 2050 um 90% jeweils gegenüber 1990 zu vermindern. Im Klimaschutzgesetz ist zudem verankert, dass der öffentlichen Hand eine Vorbildfunktion zukommt und vor diesem Hintergrund bis zum Jahr 2040 eine weitgehend klimaneutrale Landesverwaltung organisiert werden soll.² Kommunen können sich diesem Ziel für ihre eigene Verwaltung anschließen und dies mit dem Beitritt zum Klimaschutzpakt bekräftigen.

	2020	2050
Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)		
Reduktion mindestens um	25%	90%
Anteil erneuerbarer Energien		
am Endenergieverbrauch	25%	80%
Endenergieverbrauch (gegenüber 2010)		
Reduktion mindestens um	16%	50%

Tabelle 2: Zielvorgaben des Landes Baden-Württemberg

Das Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) von Juli 2014 enthält Sektorziele zur Minderung von Treibhausgasemissionen für das Jahr 2020. In einem Gutachten für die Landesregierung wurden die Zielerreichung für 2014 festgehalten und Vorschläge für Zwischenziele für 2025 und 2030 aufgestellt.³

¹ Im Jahr 2020 ist eine Reduktion der Endenergie vorgesehen, 2050 bezieht sich das Ziel auf die nicht-erneuerbare Primärenergie.

² Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg vom Juli 2013. Derzeit in Überarbeitung.

³ ZSW (Hrsg.): Energie- und Klimaschutzziele 2030. 2017

Sektorziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und Stand der Zielerrichung im Jahr 2014 (ggü. 1990)

	2014	2020	2025	2030
Stromerzeugung	-5%	-15% bis -18%	-11%	-31%
Private Haushalte	-23%	-20% bis -28%	-45%	-57%
Industrie (energie- bedingt)	-39%	-55% bis -60%	-54%	-62%
Industrie (prozess- bedingt)	-11%	-23%	-28%	-39%
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	-29%	-35% bis -40%	-34%	-44%
Land- und Forst- wirtschaft, Landnut- zung	-19%	-35%	-34%	-42%
Verkehr	+7%	-20 % bis -25 %	-14%	-29%
Abfall- und Kreis- laufwirtschaft	-74%	-90%	-85%	-88%

Tabelle 3: Sektorziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen für Baden-Württemberg und Stand der Zielerrichung im Jahr 2014 (ggü. 1990)

Bei der Stromerzeugung wurde bis 2014 eine Reduktion der Treibhausgase um 5% gegenüber 1990 festgestellt. Private Haushalte haben ihre Emissionen um 23% senken können. Die Emissionen der Industrie gingen energiebedingt um 39% und prozessbedingt um 11% zurück. Der Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD mit öffentlicher Verwaltung) hat eine Reduktion von 29% zu verzeichnen.

1.2.5.Zielvorgaben STEP Stadt Waiblingen

Im Stadtentwicklungsplan der Stadt Waiblingen sind Klimaschutzziele für die Jahre 2020 und 2030 benannt:

- B 3: Waiblingen setzt sich das Ziel, ausgehend von den Werten des Jahres 2005, bis zum Jahr 2030 die CO₂ Emissionen um 50 % und den Energieverbrauch um 40 % zu reduzieren.
- B 3.2: Erhöhung bzw. Verdoppelung des Anteils an regenerativer Energien in der Stadt Waiblingen
- B 3.4: Senkung des Verbrauchs nicht regenerativer Energien

ZIELELANDSCHAFT

	2020	2030
Treibhausgasemissionen (gegenüber 2005)		
Reduktion mindestens um	-	50%
Anteil erneuerbarer Energien		
am Primärenergiebedarf	20%	-
am Energieverbrauch Wärme	-	20%
am Energieverbrauch Strom	-	40%
Senkung Energieverbrauch (gegenüber 2005)		
Endenergieverbrauch	30%	40%

Tabelle 4: Zielvorgaben im Stadtentwicklungsplan der Stadt Waiblingen

Zudem ist Waiblingen im Klimabündnis beigetreten, wobei die Mitgliedskommunen die Zielvorgabe einer Reduktion der Treibhausgase um 10% alle 5 Jahre übernehmen.

1.3. Ableitung von Sektorzielen für Waiblingen

Die Ermittlung der Energie- und Klimaschutzziele 2030 des Landes sind eine gute Ausgangsbasis zur Diskussion von längerfristigen Zielvorgaben der Stadt Waiblingen. Neben den festgelegten sektoralen Zielen sind darin auch die zwischen 1990 bis 2014 erreichten Erfolge zur Zielerreichung dokumentiert.

Weitere maßgebliche Leitlinien für die strategische Ausrichtung der Stadt sind die Ziele aus dem Stadtentwicklungsplan und den freiwilligen Klimaschutzverpflichtungen. Hinsichtlich Erneuerbarer Energien ist ein Ziel für den Wärmeverbrauch von 20% und für den Stromverbrauch von 40% bis 2030 festgeschrieben.

Da in Waiblingen keine historischen Daten zum Energieverbrauch und den THG-Emissionen von 1990 vorhanden sind, sollten die Ziele (im Gegensatz zu Zielen des Bundes) auf ein anderes Datum bezogen werden. Praktischerweise können mit den Daten der CO₂-Bilanz von 2015 und den Daten des Landes Zielwerte für die Stadt abgeleitet werden, die sich dann auf das Jahr 2015 beziehen.

Wichtig ist es auch, entsprechende Indikatoren festzulegen, die auf die Zielverfolgung hinweisen. Diese sollten leicht zu ermitteln und in der Datengrundlage robust sein.

1.3.1.Ziele bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen

Vorrangiges Ziel im Klimaschutz ist die Reduktion der Treibhausgasemissionen. Hier liegen Vorgaben vom Bund und Land vor. Eine Überprüfung der Ziele kann durch die regelmäßige Erstellung von CO2-Bilanzen erfolgen. Als Controllinginstrument wirken diese jedoch zeitversetzt erst nach mehreren Jahren, da Statistikdaten erst mit mehreren Jahren Verzögerung vorliegen.

Mit Blick auf die Langfristzielsetzung von 90 % weniger Treibhausgasemissionen im Jahr 2050 gegenüber dem Basisjahr 1990 und den Zwischenschritten von rund 30% (2025), 42% (2030) und 66% (2040), ergeben sich mit dem Bezugsjahr 2015 folgende Zielwerte:

TREIBHAUSGASEMISSIONEN (GEGENÜBER 2015)

	0=00.0				
	Senkung	2025	2030	2040	2050
Ziel 80% bis	um [%]	28%	45%	60%	76%
1990	auf [t/a]	285.500	218.000	155.700	92.600
Ziel 95% bis	um [%]	38%	54%	74%	94%
1990	auf [t/a]	244.000	181.700	103.800	23.200

Tabelle 5: Zielkorridor Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2050

Als Indikator dient der CO₂-Ausstoß aus den THG-Emissionsbilanzen.

INDIKATOREN

	Ermittlung über:
CO2-Ausstoß	THG-Emissionshilanz

Tabelle 6: Indikator zur Reduktion der Treibhausgasemissionen

Die detaillierte sektorale Entwicklung der THG-Emissionen zeigt langfristig unterschiedlich starke Minderungen in den Sektoren auf. Die Bereiche Landwirtschaft und Verkehr werden weniger große Beiträge zur Zielerreichung beitragen können als die energiebedingten Sektoren. Um eine THG-Minderung um 88% über alle Sektoren zu erreichen ist es erforderlich, dass die Energiesektoren bis 2050 so umgestaltet werden, dass sie im Jahr 2050 weitgehend treibhausgasneutral sind.

1.3.2.Ziele beim Stromverbrauch

Durch die Sektorkopplung zwischen dem Stromsektor und den Sektoren Verkehr und Wärmeerzeugung wird es beim Bruttostromverbrauch zu keiner Reduktion kommen. Die einzelnen Bereiche des Stromverbrauchs lassen sich auch nicht nachprüfbar trennen. Der Stromverbrauch der Ladung von Elektrofahrzeuge im privaten Umfeld ist vom Stromverbrauch von Haushaltsgeräten nicht zu unterscheiden. Gleiches gilt auch bei den anderen Verbrauchsgruppen. Daher sind Zielvorgaben hier nicht hilfreich.

ZIELELANDSCHAFT

Als Indikator ist der Gesamtstromverbrauch jedoch brauchbar, um die Entwicklung aufzuzeichnen. Auch der für die Wärmeerzeugung eingesetzte Strom (Wärmepumpen; Speicherheizungen) lässt sich ausreichend genau ermitteln und zeigt die Tendenz dahingehend aus, wie sich der Verbrauch auf dem Wärmemarkt entwickelt.

INDIKATOREN

	Ermittlung über:
Gesamtstromverbrauch	Konzessionsabgabe
/erbrauch WP-Strom	Vertrieb Stadtwerke
/erbrauch Wärmestrom	Vertrieb Stadtwerke
Tabelle 7: Indikator zum Stromverbrauch	

1.3.3.Ziele bei der Stromerzeugung

Das Potenzial zur Errichtung von Erneuerbaren Energieanlagen in Waiblingen ist begrenzt. Auch mit einer vollständigen Ausnutzung des Potenzials wird sich der Stromverbrauch in Waiblingen nicht mit den heimischen Erzeugungskapazitäten klimaneutral herstellen lassen. Umso wichtiger ist es, das Potenzial vollständig auszuschöpfen.

Im Hinblick auf die Energieverbrauchsdichte im Ballungsraum Stuttgart und dem dortigen Mangel an EE-Potenzial werden zeitweilige Erzeugungsüberschüsse (im Sommer) abgeführt werden können.

Die wichtigste EE-Anlagearten für Waiblingen sind Fotovoltaik und sofern Hinderungsgründe für den Bau von Windkraftanlagen aus dem Weg geräumt sind, auch diese.

ERNEUERBARE ENERGIEN AM BRUTTOSTROMVERBRAUCH

	2025	2030	2040	2050
Fotovoltaik	8%	14%	22%	34%
Wind	-	-	14%	25%

Tabelle 8: Ziele bei der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Daneben können auch KWK-Anlagen eine Rolle spielen, die jedoch in den Klimaschutzszenarien des Landes nur eine Brückenlösung darstellen. Daher sind diese nicht in den Zielvorgaben aufgeführt.

Als Indikatoren sind neben dem Gesamtstromverbrauch auch die Einspeisemengen der EE-Anlagen nützlich.

INDIKATOREN

	Ermittlung über:
Gesamtstromverbrauch	Konzessionsabgabe
Einspeisung PV-Strom	Netzbetrieb Stadtwerke
Einspeisung Wind-Strom	Netzbetrieb Stadtwerke
Einspeisung Wasserkraft-Strom	Netzbetrieb Stadtwerke
Einspeisung Biogas-Strom	Netzbetrieb Stadtwerke
Einspeisung Klärgas-Strom	Netzbetrieb Stadtwerke
Einspeisung KWK-Strom	Netzbetrieb Stadtwerke
. •	

Tabelle 9: Indikatoren zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

1.3.4.Ziele im Wärmesektor

Das Klimaschutzziel einer 88%igen Treibhausgaseinsparung über alle Sektoren verlangt auch hohe Anstrengungen im Gebäudebereich. Hier sind technische Lösungen bereits lange verfügbar und breit am Markt eingeführt.

Die Anforderungen an die Gebäudehülle müssen beim Neubau und der Sanierung in Zukunft deutlich über die heute üblichen Standards hinausgehen. Der Wärmebedarf der Gebäude muss sich bis 2050 um mindestens 37% verringern. Dies schließt auch einen wachsenden Gebäudebestand ein.

SENKUNG ENERGIEVERBRAUCH (GEGENÜBER 2015)

	2025	2030	2040	2050			
Wärmebedarf Gebäude	7%	12%	19%	26%			
Tabelle 10: Ziele bei der Senkung des Wärmebedarfs von Gebäuden							

Dazu sind Neubauten konsequent als klimaneutrale Gebäude zu errichten. Erste Baugebiete sind derzeit schon auf dem richtigen Weg dazu.

Auch hinsichtlich der Wärmeerzeugung sind Zielsetzungen erforderlich, die den Umbau zu einer kohlenstoffarmen Wärmeversorgung fördern. Dies erfasst den Anteil der objektbasierten Wärmeversorgung gleichermaßen wie die Fernwärmeversorgung.

ENERGIETRÄGER IN DER OBJEKTVERSORGUNG⁴

	2025	2030	2040	2050
Anteil Erdgas	47%	49%	38%	10% ⁵
Anteil Heizöl	17%	8%	0%	0%
Anteil Wärmepumpen ⁶	6%	9%	18%	35%
Anteil Biomasse	10%	21%	34%	50%

Tabelle 11: Ziele bei den Energieträgeranteilen in der dezentralen Objektversorgung

⁴ Anteil am Endenergieverbrauch Wärme

⁵ Synthetisches Erdgas (Power-to-gas)

⁶ Nutzenergie Wärmepumpe (Stromverbrauch * durchschnittliche JAZ)

FERNWÄRME

	2025	2030	2040	2050
Anteil Fernwärme ⁷	9%	15%	26%	41%
Anteil Erneuerbare ⁸	15%	30%	50%	90%

Tabelle 12: Ziele beim Versorgungsanteil durch Fernwärme

Der Gesamtwärmeverbrauch kann nicht direkt erfasst werden. Dies ist nur durch Berechnungen aufgrund von Indikatoren möglich. Folgende Indikatoren sollten zur Zielverfolgung regelmäßig erhoben werden:

INDIKATOREN

	Ermittlung über:
Verbrauch Erdgas	Netzbetrieb Stadtwerke
Erdgasanschlüsse	Netzbetrieb Stadtwerke
Verbrauch WP-Strom	Vertrieb Stadtwerke
Anzahl WP-Stromgebäude	Vertrieb Stadtwerke
Verbrauch Wärmestrom	Vertrieb Stadtwerke
Anzahl Wärmestromabnehmer	Vertrieb Stadtwerke
Verbrauch Fernwärme	FW-betrieb Stadtwerke
Fernwärmeanschlüsse	FW-betrieb Stadtwerke
Absatz KWK-Wärme	FW-betrieb Stadtwerke
Anzahl Gebäude	StaLA
Wohnfläche	
Einwohner	StaLA

Tabelle 13: Indikatoren für den Wärmesektor

1.3.5.Ziele für städtische Gebäude

Um der Vorbildwirkung im Klimaschutz gerecht zu werden, sollten die Ziele auch für die städtischen Gebäude übernommen oder sogar verschärft werden. Mit dem Beitritt zum Klimaschutzpakt des Landes hat sich Waiblingen schon das Ziel gesetzt, die Kommunalverwaltung bis 2050 klimaneutral zu gestalten.

Die erforderlichen Zielsetzungen der einzelnen Bereiche werden hier nicht weiter ausgeführt. Als Richtschnur dazu sollten im Gebäudebereich folgende Aspekte beachtet werden.

Generelle Vorgabe von Zielwerten gestaffelt nach Zeithorizonten: 2020, 2030, 2040, 2050 für:

- Verbrauch an Elektrizität
- Verbrauch an Wärme

⁷ Anteil am Endenergieverbrauch Wärme

⁸ Anteil am Fernwärmeabsatz

ZIELELANDSCHAFT

- Anteil regenerativer Energien an der Wärmeversorgung
- Reduktion fossiler Energieverbräuche

Neubauten:

- Klimaneutral in der Gesamtbetrachtung (Wärme und Strom).
- Gebäudehülle mindestens KfW-Effizienzhaus 70 oder besser.
- Primärenergie mindestens KfW-Effizienzhaus 70 oder besser.
- Anteil regenerativer Energien 30% über EEWärmeG

Sanierungen:

- Vorgabe von Zielwerten für Bedarf an Wärme und Strom
- Gebäudehülle mindestens KfW-Effizienzhaus 100 oder besser bzw. KfW-Denkmal
- Heizungssanierungen mit Blick auf Zielsetzungen Wärmeerzeuger

2. Energetische Ausgangslage

2.1. Energie- und CO₂-Bilanz

Das Ziel der CO2-Bilanz besteht darin, den Energieverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen im IST-Zustand abzubilden.

Es liegen bisher CO₂-Emissionsbilanzen für 2010 und 2015 vor. Die Bilanzen sind vergleichbar, da beide mit dem Bilanzierungsinstrument des Landes Baden-Württemberg (BICO2-BW) erstellt wurden und damit auf derselben Methodik beruhen. Es wurde jeweils auf Daten des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg zurückgegriffen und Daten anderer Quellen erhobenen.

Die Erstellung der Emissions- und CO₂-Bilanz wurde von der Energieagentur Rems-Murr durchgeführt.

2.1.1.Datenermittlung

2.1.1.1. Ermittlung des Stromverbrauchs

Zur Ermittlung des Stromverbrauches der Stadt Waiblingen wurden die von den Stadtwerken Waiblingen als zuständigem Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Daten über die gelieferte und durchgeleitete Strommenge an private, öffentliche sowie gewerbliche und industrielle Abnehmer herangezogen.

2.1.1.2. Ermittlung des Wärmeverbrauchs

Für die Ermittlung des Gesamtwärmebedarfes werden neben konkreten Verbrauchszahlen für leitungsgebundene Wärmeenergie (Erdgas und Fernwärme) auch andere Quellen genutzt. Das statistische Landesamt Baden-Württemberg stellt Daten zusammen, die für die Abschätzung der nicht-leitungsgebundenen Energieträger, vor allem im verarbeitenden Gewerbe, genutzt werden. Daten zum Energieverbrauch kleiner und mittleer Feuerungsanlagen des Landesamtes für Umwelt und Messung Baden-Württemberg (LUBW) fließen in die Ermittlung der Verbrauchs- und Emissionswerte nicht-leitungsgebundener Energieträger für die Sektoren Haushalte und GUD ein.

2.1.1.3. Ermittlung des Verbrauchs im Sektor Verkehr

Neben den Jahresfahrleistungen in der individuellen motorisierten Mobilität im Stadtgebiet Waiblingen, die vom statistischen Landesamt Baden-Württemberg und der LUBW errechnet werden, liegen lokale Informationen zur Verkehrsleistung und

Auslastung der Busse vor, deren Daten vom Verkehrsverbund Region Stuttgart stammen.

2.1.1.4. Ermittlung der Leistungen Erneuerbarer Energieträger und Kraft-Wärme-Kopplung

Mit Hilfe der EEG-Daten wird der regionale Strommix ermittelt. Erneuerbare-Energien-Anlagen im Stadtgebiet, die nicht EEG-vergütet sind (beispielsweise die Leistungen der Wasserkraftanlagen an der Rems), wurden direkt beim Betreiber angefragt.

Daten für die Solarthermie werden über die im Marktanreizprogramm des BAFA geförderten Anlagenzahlen errechnet. Dabei sind Anlagen, die vor 2001 errichtet wurden oder nicht über das BAFA-Programm gefördert wurden, nicht berücksichtigt, da hierzu keine Daten vorliegen.

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie wird über die vom Wasserwirtschaftsamt zur Verfügung gestellten Daten erhoben.

Die Stadtwerke Waiblingen liefern Werte zum Brennstoffeinsatz und der Wärme- und Stromproduktion der in der Fernwärme und im Contracting eingesetzten Anlagen.

2.1.1.5. Ermittlung der kommunalen Daten

Für die CO₂-Emissionen der Stadtverwaltung Waiblingen liegen separate Berechnungen der Abteilung Umwelt vor.

Werte für den Energieverbrauch kommunaler Gebäude und der Straßenbeleuchtung fließen aus Darstellungsgründen auch in die gesatstädtische CO₂-Bilanz ein. Um eine Doppelzählung zu vermeiden müssen diese Werte im Sektor GUD abgezogen werden, da sie dort bereits integriert sind.

2.1.2. Ergebnisse

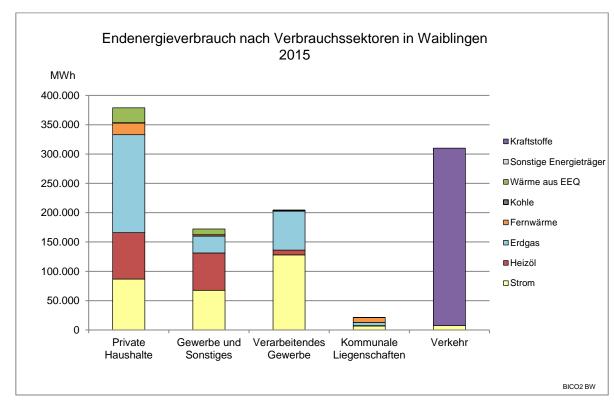
Die nachfolgenden Tabellen und Grafiken sind der Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Waiblingen entnommen⁹.

⁹ Energieagentur Rems-Murr: CO2-Bilanz Waiblingen – Bezugsjahr 2015

2.1.2.1. Energieverbrauch

in [MWh]	STROM	HEIZÖL	ERDGAS	FERN- WÄRME	KOHLE	EE- WÄRME	SONST.	KRAFT- STOFFE	SUMME
Private Haus- halte	86.670	79.238	167.033	20.249	292	25.267			378.749
Gewerbe und Sonstiges	67.639	63.525	28.719	.505	125	9.648			172.161
Verarbeiten- des Gewerbe	128.069	8.120	66.575	-	327	1.135	346		204.572
Kommunale Liegenschaf- ten	6.700	640	5.372	8.238	-	213	-		21.163
Verkehr	7.287							302.876	310.163
Summe	296.365	151.523	267.699	30.992	744	36.263	346	302.876	1.086.808

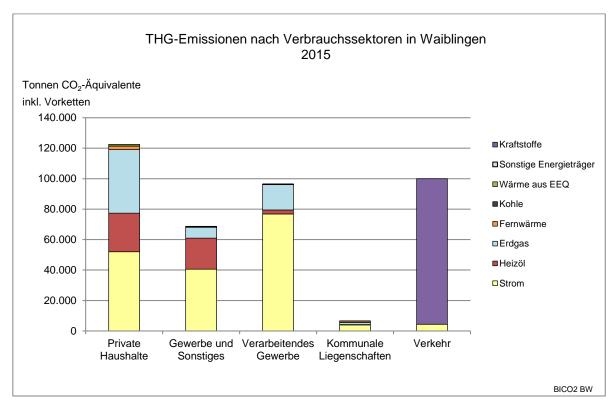
Tabelle 14: Energieverbrauch nach Sektoren 2015



2.1.2.2. THG-Emissionen

in [t/a]	STROM	HEIZÖL	ERDGAS	FERN- WÄRME	KOHLE	EE- WÄRME	SONST.	KRAFT- STOFFE	SUMME
Private Haus- halte	52.002	25.356	41.758	2.267	128	982	-		122.494
Gewerbe und Sonstiges	40.583	20.328	7.180	280	55	270	-		68.697
Verarbeiten- des Gewerbe	76.841	2.598	16.644	-	144	49	94		96.369
Kommunale Liegenschaf- ten	4.020	205	1.343	922	-	6	-		6.496
Verkehr	4.372							95.533	99.905
Summe	177.819	48.487	66.925	3.470	327	1.307	94	95.533	393.962

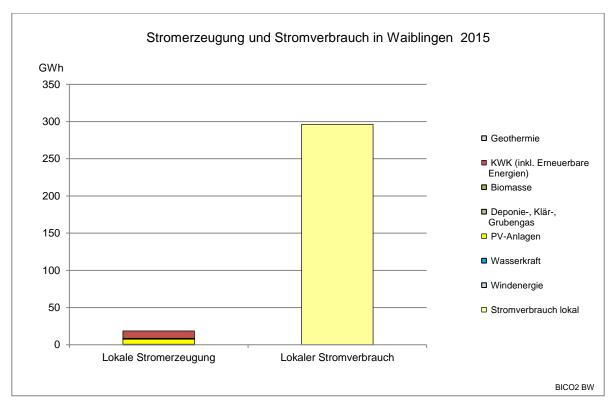
Tabelle 15: THG-Emissionen nach Sektoren 2015



2.1.2.3. Anteil Erzeugung/Verbrauch Strom

in [MWh]	LOKALE STROMERZEUGUNG	LOKALER STROMVERBRAUCH	ANTEIL [%]
Stromverbrauch lokal		296.365	
Windenergie	0		
Wasserkraft	629		
PV-Anlagen	6.989		
Deponie-, Klär-, Grubengas	0		
Biomasse	1.149		
KWK	9.879		
Geothermie	0		
Gesamt	18.646	296.365	6%
Erneuerbar	8.937		3%

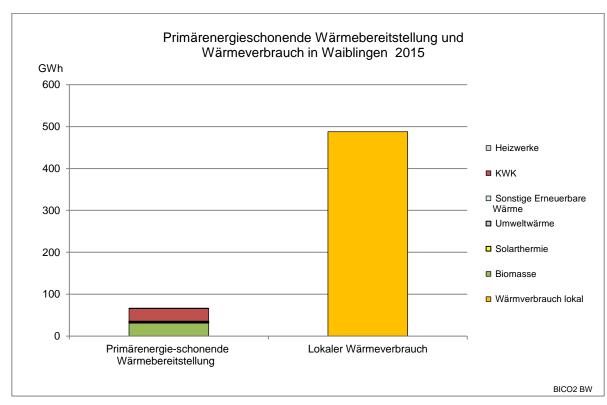
Tabelle 16: Anteil Stromerzeugung und Stromverbrauch



2.1.2.4. Anteil Erzeugung/Verbrauch Wärme

in [MWh]	LOKALE WÄRMEERZEUGUNG	LOKALER WÄRMEVERBRAUCH	ANTEIL [%]
Wärmeverbrauch lokal		487.567	
Biomasse	31.278		
Solarthermie	1.650		
Umweltwärme	1.987		
Sonst. Erneuerbare Wärme	1.135		
KWK	29.613		
Heizwerke	1.075		
Gesamt	66.738	487.567	14%
Erneuerbar	38.760		8%

Tabelle 17: Anteil Wärmeerzeugung und Wärmeverbrauch



2.2. CO₂-Emissionen

Anhand der CO₂-Bilanzen von Waiblingen können die Emissionen an klimarelevantem Kohlendioxid dargestellt und deren Verursacher (Verbrauchssektoren) zugeordnet werden.

Daten für die Bezugsjahre 1990 und 2008 der EU-, Bundes- oder Landesziele liegen nicht vor.

In Folgenden wird mit den Daten der CO₂-Emissionsbilanzen für 2010 und 2015 die Entwicklung und die Struktur der Treibhausgasemissionen dargestellt.

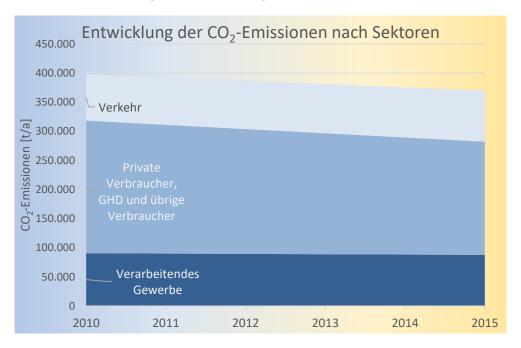


Abbildung 3: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Sektoren¹⁰

Die CO₂-Emissionen sind in den Bereichen Haushalte und Kleinverbraucher (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) um 14% gesunken. 2015 war ein warmes Jahr, so dass die Emissionen temperaturbedingt geringer waren.

Im Bereich Verarbeitendes Gewerbe (Industrie) sind die Emissionen aus allen Verbräuchen von 2010 auf 2015 um 3% gesunken. Der Strom- und Fernwärmeverbrauch zeigt jedoch keinen Rückgang.

Im Verkehr sind die Emissionen zwischen 2010 und 2015 um 10% gestiegen. Die Aussagekraft der Bilanz sind für diesen Sektor gering, da als kommunalspezifischen Daten lediglich der Kraftfahrzeugbestand in die Berechnung einfließt. Die Fahrleistung der Fahrzeuge sowie die Verbräuche im Transportwesen speisen sich lediglich aus bundesweit verfügbaren statistischen Werten.

¹⁰ Quelle: CO₂-Bilanz der Stadt Waiblingen mit Daten von 2010 und 2015.

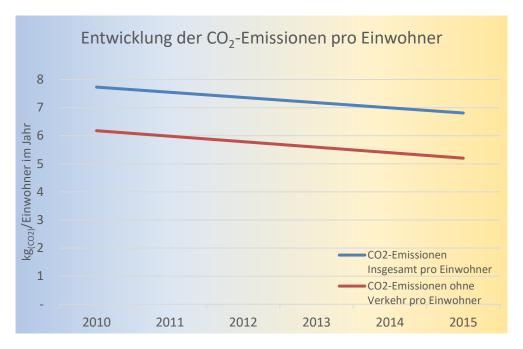


Abbildung 4: Entwicklung der CO2-Emissionen pro Einwohner

Die einwohnerbezogenen CO₂-Emissionen gingen insgesamt von 7,71 Tonnen im Jahr 2010 auf 6,81 Tonnen im Jahr 2015 zurück. Dies entspricht einem Rückgang um knapp 12%. Ohne den Einbezug des Verkehrs beträgt der Rückgang sogar knapp 16%.

2.3. Erneuerbare Energien

Die EEG-Stromerzeugung auf der Gemarkung liegt bei 165 kWh pro Einwohner. ¹¹ Für einen Anteil von 80% des Stromverbrauchs aus Erneuerbaren Energien zu decken, bedarf es einer Stromerzeugung von rund 4.400 kWh pro Einwohner. Um diese Werte auf dem Gemeindegebiet realisieren zu können ist eine Erhöhung um den Faktor 26 erforderlich.

Bisher wird erneuerbarer Strom auf dem Gemeindegebiet vor allem aus PV-Anlagen erzeugt. Fotovoltaik trägt zu rund 78% zur Stromerzeugung an den Erneuerbaren Energien bei.

Die Stromerzeugung aus Fotovoltaik ist eine Steigerung zwischen 2010 und 2015 von 115% zu verzeichnen. Die den anderen EE-Erzeugern nimmt der Stromertrag tendenziell ab.

¹¹ Quelle: CO₂-Bilanz der Stadt Waiblingen mit Daten von 2015

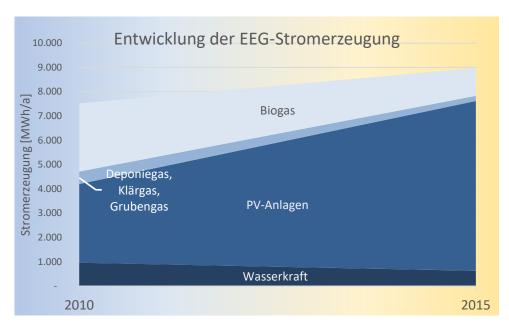


Abbildung 5: Stromerzeugung Erneuerbarer Energien (EEG-Strom)12

2.4. Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerung von Waiblingen ist zwischen 1990 und 2015 um 13,3% gestiegen. Waiblingen liegt dabei über der Bevölkerungsentwicklung des Landes (+11,5%).

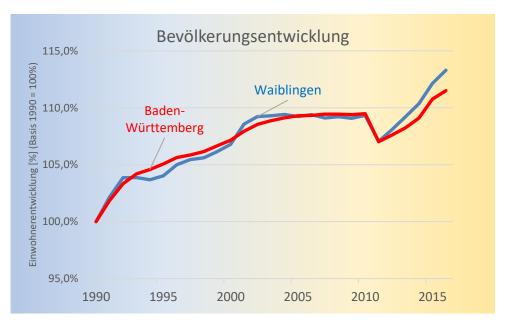


Abbildung 6: Bevölkerungsentwicklung in Baden-Württemberg und Waiblingen (1990 - 2015) 13

 $^{^{12}}$ Anlagen, die eine Vergütung nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) erhalten. Quelle: CO₂-Bilanz der Stadt Waiblingen mit Daten von 2010 und 2015

¹³ Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

2.5. Stromverbrauch

In Waiblingen beträgt der Stromverbrauch rund 289.000 MWh¹⁴ im Jahr.

Den mit rund 44% höchsten Anteil hat daran das verarbeitende Gewerbe. Haushalte nehmen 30% des Verbrauchs ein und der Bereich GHD 23%. Die kommunalen Liegenschaften haben einen Anteil von etwas über 2%.

Die THG-Emissionen aus dem Stromverbrauch betragen 177.800 t¹⁵

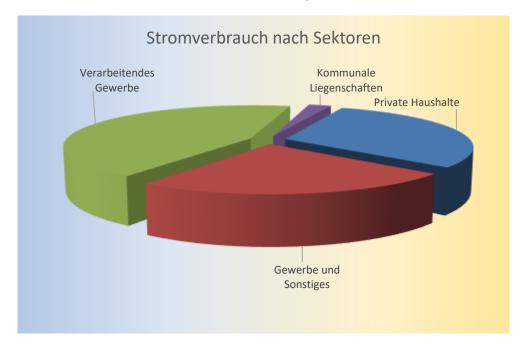


Abbildung 7: Stromverbrauch nach Sektoren

2.6. Wärmeverbrauch der Gebäude

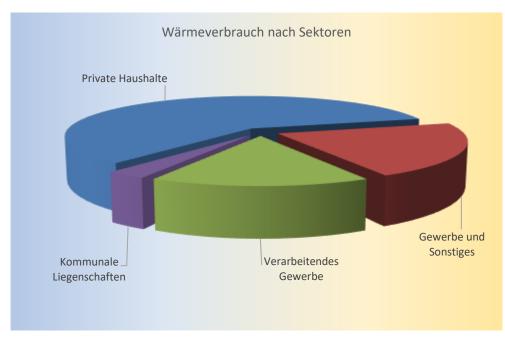
In Waiblingen wurde für private Haushalte ein Wärmeverbrauch von 292.100 MWh ermittelt. Dieser Verbrauch ist vollständig der Raumwärmebereitstellung und Warmwasserbereitung in Wohngebäuden zuzurechnen. Der im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) auftretende Wärmeverbrauch lässt sich Großteils¹6 den Nichtwohngebäude zuschreiben. Hinzuzuzählen ist noch ein geringerer Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden des produzierenden Gewerbes, der auf rund 17.500 MWh geschätzt wird¹7. Der Wärmeverbrauch kommunaler Gebäude beträgt rund 14.500 MWh pro Jahr.

¹⁴ Wert für 2015

¹⁵ Quelle BICO2-BW (2015): Berechnet mit dem Emissionsfaktor für Deutschland von 0,600 t/MWh inkl. Äquivalente und Vorketten.

¹⁶ 85% von 104.500 MWh = 88.800 MWh

¹⁷ 15% von 76.500 MWh = 11.500 MWh



In Summe liegt der Energieverbrauch der Gebäude bei rund 406.900 MWh im Jahr.

Abbildung 8: Wärmeverbrauch nach Sektoren

Auch bei der Wärmeerzeugung sind hohe Anstrengungen erforderlich, um den Wärmebeitrag aus Wärmenetzen bis 2030 um an-wachsen zu lassen.

2.7. Energieverbrauch Prozesswärme

Von den rund 490.000 MWh Endenergieverbrauch für Wärme fallen ca. 80.900 MWh der Erzeugung von Prozesswärme im verarbeitenden Gewerbe zu.

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN

3. Zukünftige Entwicklungen

Bei den Entwicklungen im Energieverbrauch und der Strom- und Wärmeerzeugung lässt sich das Geschehen in Waiblingen nicht von den Trends und Tendenzen in Baden-Württemberg und in Deutschland abkoppeln, wirken doch wichtige Impulse aber auch Hemmnisse gleichermaßen im ganzen Land. Unterschiede sind sicherlich durch die nicht überall gleich verteilen Ressourcen hinsichtlich Erneuerbarer Energien und der standortspezifischen Gegebenheiten wirksam. Ob diese jedoch zum Tragen kommen, wird vielfach durch übergeordnete Regelungen erst in Gang gesetzt.

So hat der Ausbau der Erneuerbaren Energien erst durch die Einführung des EEG im Jahre 2000 richtig begonnen. Auch die derzeitige Abschwächung diese Ausbaus ist durch Änderungen im Gesetz bedingt. Gleiches gilt für die Sanierung von Gebäuden (steuerliche Absetzbarkeit), die Wahl des Energieträgers (CO₂-Steuer) und vieles mehr.

In den zukünftigen Entwicklungen wird davon ausgegangen, dass an den entsprechenden Stellen die Rahmenbedingungen zur Zielerreichung des Bundes (und des Landes) getroffen werden und somit entsprechende Impulse auch in Waiblingen gelten.

Auch werden in Zukunft Technologien in der Breite eingesetzt, die bisher noch in der Entwicklung sind oder wegen fehlenden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht eingesetzt werden. So wird beispielsweise in Szenarien des Landes¹⁸ die Substitution von Erdgas durch synthetisch erzeugtes Gas mit erneuerbarem Strom angenommen.

3.1. Zukünftige Entwicklung im Stromverbrauch

Durch Energieträgerwechsel innerhalb der Sektoren und die zunehmende Sektorenkopplung (insbesondere die zunehmende Nutzung von Strom für Wärmeanwendungen, die Elektrifizierung des Verkehrssektors oder die Nutzung von Strom anstelle von Erdgas für Industrieprozesse) kommt in den nächsten Jahren zu einem deutlichen Anstieg des Bruttostromverbrauchs. Bis zum Jahr 2030 wird der wachsenden Bedarf durch Effizienzfortschritte in den klassischen Stromanwendungen weitgehend ausgeglichen. Danach werden der Stromverbrauch jedoch stark steigen. ¹⁹

¹⁸ ZSW (Hrsg.): Energie- und Klimaschutzziele 2030. 2017

¹⁹ ZSW (Hrsg.): Energie- und Klimaschutzziele 2030. 2017

ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNGEN

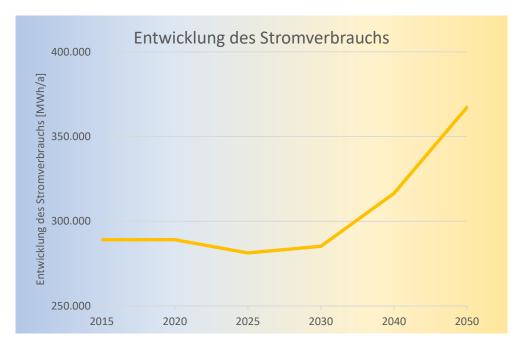


Abbildung 9: Entwicklung des Stromverbrauchs²⁰

3.2. Zukünftige Entwicklung in der Stromerzeugung

Derzeit werden in Waiblingen 18.646 MWh Strom erzeugt. Das entspricht rund 6% des Stromverbrauchs. Die restlichen 277.700 MWh werden "importiert". Von den 18.646 MWh stammt nur weniger als die Hälfte aus Erneuerbaren Energieanlagen.

In Baden-Württemberg erfolgt knapp 68% der Stromerzeugung aus konventioneller Stromerzeugung (hauptsächlich Steinkohle und Kernkraft). 14% werden durch Erneuerbare erzeugt und 18% "importiert".

Die Emissionen aus der Stromerzeugung in Baden-Württemberg waren im Jahr 2014 zu knapp 90 % der Stromerzeugung aus Steinkohle zuzurechnen. Die langfristigen Ziele von Baden-Württemberg sehen insgesamt eine Reduktion der Treibhausgase um mindestens 90% vor. Da andere Sektoren (bspw. Verkehr) ein geringeres Reduktionspotenzial vorweisen, muss der Stromsektor einen Teil davon kompensieren.

Im Zielszenario zur Entwicklung der Energie- und Klimaschutzziele 2030 für Baden-Württemberg wird im Zeitraum bis 2025 und 2030 die Stromerzeugung aus Steinkohle durch den Aufbau von Stromerzeugungskapazitäten zur Nutzung von Erdgas ersetzt. Bis 2050 soll der Ausstieg aus der Kohlestromerzeugung vollzogen und der Einsatz von Erdgas durch synthetisches

²⁰ Eigene Berechnung für Waiblingen. Als Grundlage für wurde die aktuelle Datenlage zum Bruttostromverbrauch und das Zielszenario aus der Ermittlung der Klimaschutzziele des Landes (ZSW (Hrsg.): Energie- und Klimaschutzziele 2030. 2017) herangezogen.

EE-Methan ersetzt werden. Damit würden die Emissionen aus Stromerzeugung nahezu vollständig vermieden.

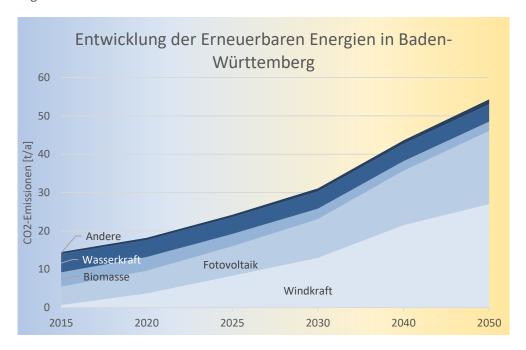


Abbildung 10: Entwicklung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg²¹

Bei einer ähnlichen Entwicklung für Fotovoltaik, Biomasse und Wasserkraft in Waiblingen, können bis 2050 13,6% des dann auftretenden Stromverbrauchs im Stadtgebiet erzeugt werden. Rechnet man Windenergieanlagen dazu, lässt sich der Erneuerbare Strom auf 38,1% steigern.

Wenn das vollständig Potenzial zur Stromerzeugung aus Fotovoltaik und Windkraft genutzt werden kann, lassen sich damit 2050 gut 60% des Stromverbrauches decken. Die Ausbauquote für Fotovoltaik muss dann rund 30% höher ausfallen als im Zielszenario des Landes angenommen.

²¹ Zielszenario aus ZSW (Hrsg.): Energie- und Klimaschutzziele 2030. 2017

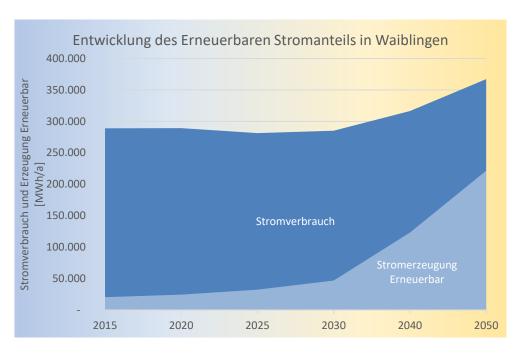


Abbildung 11: Entwicklung des Anteils erneuerbar erzeugten Stromes in Waiblingen²²

3.3. Zukünftige Entwicklung im Wärmeverbrauch

Der Nutzwärmeverbrauch wird bis 2030 trotz Effizienzmaßnahmen nur um 12 % gegenüber 2015 zurückgehen. Grund dafür ist die hohe Trägheit im Gebäudebereich. Erst nach 2030 wird ein steilerer Abfall des Verbrauchs realisiert. Bis 2050 muss der Wärmeverbrauch gegenüber 2015 um rund 37% zurückgehen.

²² Vollständige Ausnutzung des Potenzials an Windkraft und Fotovoltaik.

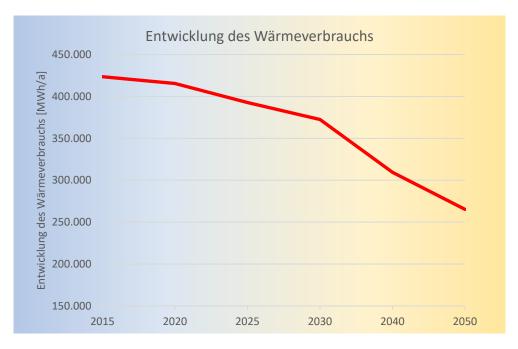


Abbildung 12: Entwicklung des Wärmeverbrauchs²³

3.4. Zukünftige Entwicklung in der Wärmeerzeugung

Derzeit werden in Waiblingen knapp 38.800 MWh Wärme erneuerbar erzeugt. Das entspricht rund 8% des Wärmeverbrauchs. Weitere 28.000 MWh werden primärenergieschonend in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen produziert.

Der Großteil von knapp 421.000 MWh Wärme wird durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern (meist Erdgas und Heizöl) erzeugt. Heizöl wird in Zukunft an Bedeutung verlieren. Der Deckungsanteil von Gasheizungen wird bis 2025 zunächst noch ansteigen aber anschließend bis 2050 sinken. Der Absatz wird auf 30% des derzeitigen Verbrauches zurückgehen. Strom zu Heizzwecken gewinnt bei der Trinkwassererwärmung, der Hilfsenergie und zum Antrieb von Wärmepumpen an Bedeutung. Die Wärmeerzeugung durch Wärmepumpen wird um den Faktor sieben steigen. Auch der Absatz der Fernwärme steigt leicht bei gleichzeitig deutlicher Erhöhung der Marktanteile. Bioenergie wird im Pelletbereich Steigerungen erfahren. Stückholz und Holzhackschnitzel können sich kaum weiterentwickeln. In absoluten Zahlen sowie beim Anteil wird die Solarthermie Steigerungen erfahren.

Insgesamt wird sich damit die Wärmeerzeugung diversifizieren und einen höheren Anteil an Erneuerbaren Energien aufweisen.

²³ Eigene Berechnung für Waiblingen. Als Grundlage für wurde die aktuelle Datenlage zum Endenergieverbrauch Wärme und das Zielszenario aus der Ermittlung der Klimaschutzziele des Landes (ZSW (Hrsg.): Energie- und Klimaschutzziele 2030. 2017) herangezogen.

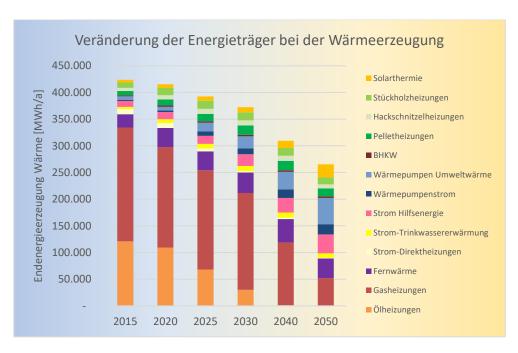


Abbildung 13: Veränderung der Energieträger bei der Wärmeerzeugung²⁴

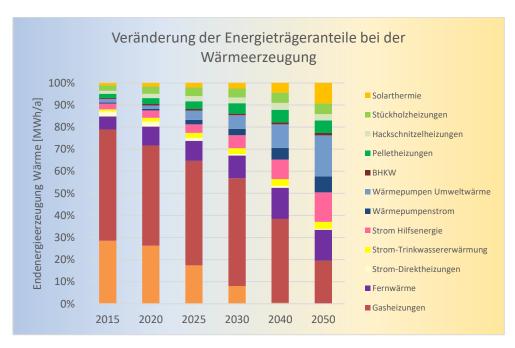


Abbildung 14:Veränderung der Energieträgeranteile bei der Wärmeerzeugung

²⁴ Eigene Berechnung für Waiblingen. Als Grundlage für wurde die aktuelle Datenlage zum Endenergie-verbrauch Wärme und das Zielszenario aus der Ermittlung der Klimaschutzziele des Landes (ZSW (Hrsg.): Energie- und Klimaschutzziele 2030. 2017) herangezogen.

Die CO₂-Emissionen durch Raumwärme und Warmwasser in Wohn- und Nichtwohngebäuden fallen damit bis 2030 um rund 27% und bis 2050 um 65%.

Die Energieerzeugung durch Fernwärme wurde darin auf dem Status Quo belassen. Um eine weitere Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien und damit auch eine weitere Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu erreichen, muss auch die Fernwärme erneuerbarer werden. Dies kann dann zu einer 77%igen Minderung der CO₂-Emissionen bis 2050 beitragen.

Um die geforderte Treibhausgasreduktion um 90% zu erreichen, muss Erdgas durch Erneuerbares Gas (Power-to-gas) ersetzt werden.

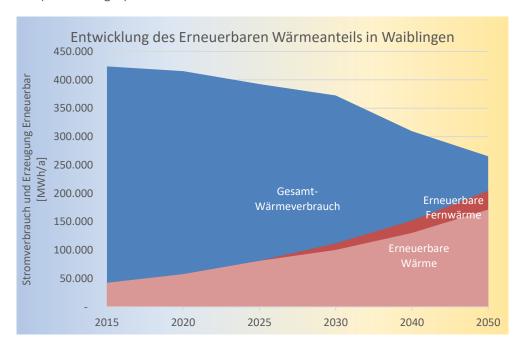


Abbildung 15: Entwicklung des Anteils erneuerbar erzeugter Wärme in Waiblingen

4. Potenzialanalyse

Bei der Potenzialanalyse unterscheidet man nach theoretischem, technischem, wirtschaftlichem und erschließbarem Potenzial.²⁵

- Technisches Potenzial: Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Beachtung vorhandener Beschränkungen nutzbar ist. Die Beschränkungen können u.a. technischer, struktureller oder gesetzlicher Natur sein.
- Wirtschaftliches Potenzial: Anteil am technischen Potenzial, der wirtschaftlich erschließbar ist. Aufgrund vielseitiger Betrachtungsweisen und ständiger Veränderungen ist es nur schwer quantifizierbar.
- Erschließbares Potenzial: Anteil am technischen Potenzial, das nutzbar ist. Aufgrund von Rahmenbedingungen kann dieses kleiner oder größer als das wirtschaftliche Potenzial sein. Wie beim wirtschaftliche Potenzial bestehen auch beim erschließbaren Potenzial erhebliche Unsicherheiten

4.1. Erschließung von Erneuerbaren Energien

In der Potenzialanalyse Erneuerbare Energien werden alle verfügbaren regenerativen Energieträger mit ihrem wirtschaftlich nutzbaren Potenzial für die Gewinnung von Wärme- und Strom erfasst. Die derzeitiger Nutzung dieses Potenzials wird ebenfalls ermittelt. Aus dem noch nicht genutzten Potenzial kann die Emissionsminderung des CO2-Äquivalents ermittelt werden.

Die ermittelten Werte beziehen sich in der Regel auf das technische Energiepotenzial.

Dort, wo entsprechende Daten vorliegen, enthält die Potenzialanalyse eine Übersicht über die wichtigsten, in der Vergangenheit durchgeführten Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien, sowie deren bisher erzielte Wirkung.

Folgende Träger erneuerbarer Energien werden in der Potenzialanalyse speziell ausgewertet:

- Biomasse
- Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie)
- Wasserkraft
- Windkraft
- Geothermie
- Umweltwärme

²⁵ Definitionen nach Kaltschmitt, 2001

4.1.1.Biomassepotenzial

Bioenergie ist - weltweit betrachtet - die meistgenutzte regenerative Energiequelle. Im Jahr 2012 betrug der globale Primärenergieverbrauch ca. 560 Exajoule (EJ). Der Anteil erneuerbarer Energien lag bei 13,2 %, davon entfielen auf Biomasse nahezu 80 Prozent (> 50 EJ). 26 Die Biomasse für die Erzeugung von Bioenergie in Form von Wärme, Strom und Kraftstoffen stammt zumeist von Forst- bzw. von landwirtschaftlich genutzten Flächen. Eine bedeutende Bioenergiequelle ist zudem die Nutzung von biogenen Nebenprodukten, Reststoffen und Abfällen. Bereits jetzt ist die energetische Nutzung von biogenen Rest- und Abfallstoffen ein wesentlicher Bestandteil im erneuerbaren Energiesystem.

In Deutschland wurde im Jahr 2018 6,7% des Stromverbrauchs und rund 11,7% des Wärmeverbrauchs aus Biomasse gewonnen, wobei hierbei die Wärmegewinnung aus Holz den größten Beitrag darstellt.²⁷ Die Bioenergie hat damit unter den erneuerbaren Energien den mit Abstand größten Anteil an der Gesamtenergiebereitstellung

Biomassepotenzial ist ein Begriff, der zur Abschätzung möglicher Beiträge der Biomasse am Energie- oder Rohstoffmarkt verwendet wird. Als Zielgröße gibt das Biomassepotenzial an, welche Anbauflächen oder Rohstoffmengen in einer Region zur Nutzung als nachwachsende Rohstoffe zur Verfügung stehen. Er für die Berechnung von Biomassepotenzialen existieren derzeit jedoch keine standardisierten Qualitäts- bzw. Mindestanforderungen.

Die Frage, wie hoch das Bioenergiepotenzial ist und in welchem Umfang dies überhaupt genutzt werden kann, ist nicht eindeutig zu beantworten. Das Potenzial ist beträchtlich, insgesamt aber begrenzt. Der verstärkte Einsatz von Bioenergie birgt zudem Risiken: Einerseits bestehen Nutzungskonkurrenzen zu der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln sowie der Herstellung von Produkten und Materialien aus Biomasse. Zudem können Ökosysteme und die Qualität von Böden und Gewässern beeinträchtigt sowie die Artenvielfalt gefährdet werden. Beim Anbau von Energiepflanzen können darüber hinaus Treibhausgasemissionen entstehen, die den Beitrag der Bioenergie zum Klimaschutz erheblich schmälern würden. Art und Ausmaß dieser Risiken hängen von den eingesetzten Rohstoffen ab. Die geringsten Risiken birgt der Einsatz von Rest- und Abfallstoffen.²⁹

²⁶ Metaanalyse zu den Potenzialen der Bioenergie in Deutschland, der EU und weltweit., http://www.forschungsradar.de/metaanalysen/einzelansicht/news/potenziale-der-bioenergie.html

²⁷ Quelle: AGEE-Stat: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland ²⁸ Wikipedia,

²⁹ Klepper, G./Thrän, D.: Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik. Potenziale – Technologien – Zielkonflikte (Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft), München 2019.

Soll Biomasse verstärkt energetisch genutzt werden, gibt es dafür zwei Möglichkeiten: Entweder es gelingt, die landwirtschaftlichen Erträge sehr stark zu steigern. Die andere Möglichkeit besteht darin, den Biomassebedarf in anderen Nutzungsbereichen zu reduzieren. Das größte Potenzial dafür bietet eine Umstellung der Ernährungsweise auf überwiegend pflanzliche Produkte.³⁰

Da beide Wege der Zielverfolgung aufgrund der internationalen Verflechtungen im Holzund Agrarrohstoffhandel nicht regional gesondert betrachtet werden können, erübrigt sich es, Potenziale beim Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung zu erfassen.

Ein gut quantifizierbares Potenzial mit geringen sozialen und ökologischen Risiken bilden Rest- und Abfallstoffe. Im Gegensatz zu Holz und Agrarprodukten werden Rest- und Abfallstoffe nicht international gehandelt, da ein Transport über weite Strecken aufgrund ihrer geringen Energiedichte nicht wirtschaftlich ist. Gelänge es in Deutschland, bisher nicht erschlossene Potenziale an Rest- und Abfallstoffen zu erschließen, stünden etwa 200 bis 340 Terawattstunden zur Verfügung. Diese könnten je nach Entwicklung des Energieverbrauchs etwa 9 bis 17 Prozent des Primärenergiebedarfs decken. Durch eine Kaskadennutzung kann Holz zunächst stofflich, am Ende der Lebensdauer der Produkte dann energetisch verwertet werden. Auf diese Weise kann Biomasse insgesamt effizienter genutzt und eine Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Nutzung abgefedert werden.³¹

4.1.1.1. Status quo Biomasse in Waiblingen

Bodennutzung

Waiblingen hat eine Gemarkungsfläche von 4.275 ha. Der Anteil der Vegetationsfläche liegt mit 2.782 ha bei rund 65%. Auf landwirtschaftliche Flächen fallen dabei 2.093 ha und 643 ha sind bewaldet.

³⁰ ebenda

³¹ ebenda

NUTZUNGSART	BODENFLÄCHE ³²	
	in [ha	Anteil in [%]
Siedlungsfläche	947	22,2
Wohnbaufläche	458	10,7
Industrie- und Gewerbefläche	228	5,3
Tagebau, Grube, Steinbruch	2	0
Fläche gemischter Nutzung	70	1,6
Fläche besonderer funktionaler Prägung	69	1,6
Sport-, Freizeit, und Erholungsfläche	87	2
Friedhof	12	0,3
Verkehr	507	11,9
Straßenverkehr, Weg, Platz	472	11
Straßenverkehr	301	7
Weg	160	3,7
Platz	11	0,3
Bahnverkehr	35	0,8
Vegetation	2.782	65,1
Landwirtschaft	2.093	49
Wald	643	15
Gehölz	15	0,3
Unland/Vegetationslose Fläche	31	0,7
Gewässer	39	0,9
Fließgewässer	38	0,9
Bodenfläche insgesamt	4.275	100

Tabelle 18: Bodennutzung in Waiblingen

³² Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

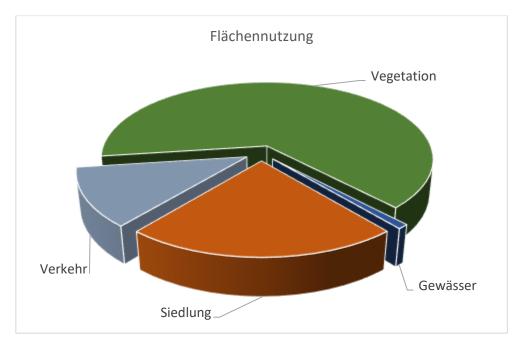


Abbildung 16: Nutzungsanteile der Flächen in Waiblingen

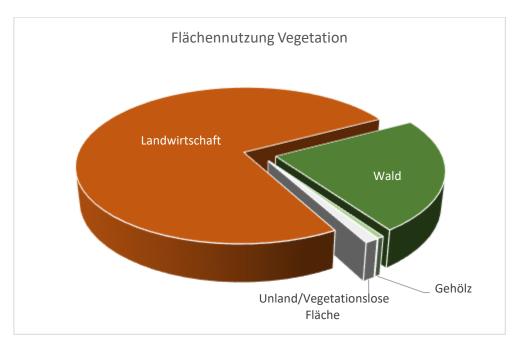


Abbildung 17: Nutzungsanteile der Vegetationsflächen in Waiblingen

Die Vegetationsflächen werden zu 75% landwirtschaftlich genutzt. Der Anteil der Waldfläche beträgt 23%.

Nutzung biogener Brennstoffe

Für die Erzeugung von Wärme und Strom aus Biomasse sind verschiedene Einsatzstoffe möglich. Die wichtigsten sind nachfolgend aufgeführt:

Pflanzen und Pflanzenbestandteile und die aus Pflanzen oder Pflanzenbestandteilen hergestellten Energieträger.

Das energetisch genutzte Holz kann in den Heizungen und Kaminen von Privathäusern verheizt werden. In diesem Falle wird in handliche Scheite zerkleinertes Brennholz benutzt, welches meist direkt aus dem Wald kommt, oder seit wenigen Jahren auch in Baumärkten erhältlich ist. Möglich ist jedoch auch eine vorherige Veredlung zu Hackschnitzel, Holzpellets oder Holzbriketts. Auch zur Herstellung von Holzkohle und Holzgas wird Energieholz eingesetzt.

Im Jahr 2015 betrug der Anteil fester biogener Brennstoffe am Endenergieverbrauch bei der Wärmeerzeugung in Waiblingen 6,4%³³. Der größte Teil davon wird in traditionellen Anlagen wie Kaminöfen, Kachelöfen, Kamine, Beistellherde und sonstige Einzelfeuerstätten verbraucht.

Bioabfälle und Nebenprodukte aus der Landwirtschaft

Die Verwertung von Bioabfällen hat sich inzwischen als wichtiger Bestandteil der Abfallverwertung etabliert. Bioabfälle repräsentieren in Deutschland 30 bis 40 Prozent des Siedlungsabfallaufkommens. In Waiblingen werden in der Biotonne Pflanzenabfälle und Essensreste aus den Haushalten gesondert gesammelt Diese Abfälle werden im Rems-Murr-Kreis zentral in der Biovergärungsanlage in Backnang-Neuschöntal energetisch verwertet.

Über die energetische Nutzung von Nebenprodukte aus der Landwirtschaft in Waiblingen liegen keine Daten vor.

Landschaftspflegegut

Als Landschaftspflegematerial gelten alle Materialien, die bei Maßnahmen anfallen, die vorrangig und überwiegend den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes dienen und nicht gezielt angebaut wurden.

Über die energetische Nutzung von Landschaftspflegegut in Waiblingen liegen keine Daten vor.

³³ Vgl. CO₂-Bilanz 2018 (Datenstand 2015)

 Altholz und Restholz aus Betrieben der Holzbe- und -verarbeitung und der Holzwerkstoffindustrie

Aufgrund der unterschiedlichen Herkünfte von Althölzern kann Altholz in unterschiedlichem Maß mit Fremdstoffen belastet sein. Aus diesem Grund wird das Holz in § 2 Nr. 4 AltHolzV in vier Altholzkategorien aufgeteilt:

A I – naturbelassenes Holz, das lediglich mechanisch bearbeitet wurde,

A II – verleimtes, gestrichenes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel,

A III – Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel,

A IV – mit Holzschutzmitteln behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle, sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I bis A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz.

In der energetischen Nutzung ist Altholz vor allem durch die Verbrennung in Biomasseheizwerken oder Biomassekraftwerken zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme relevant. Dabei darf entsprechend der Altholzklassifizierung A-I-Holz in allen Anlagengrößen verfeuert werden, während A-II- bis A-IV-Holz nur in Anlagen über 1 MW Feuerungswärmeleistung genutzt werden kann. Bei A-II-Holz ist zusätzlich eine Verbrennung in Kleinfeuerungsanlagen der holzverarbeitenden Industrie genehmigt. A-III- und A-IV-Holzverbrennungen erfordern umfangreiche Abgasreinigungstechnologien, die über die Bundes-Immissionsschutzverordnung (17. BImschV) geregelt werden und die eine wirtschaftliche Verbrennung aufgrund des hohen technischen Aufwandes erst ab 10 MW Feuerungswärmeleistung ermöglichen.

Durch anaerobe Vergärung erzeugtes Biogas

Biogas wird in Biogasanlagen hergestellt, wozu sowohl Abfälle als auch nachwachsende Rohstoffe vergoren werden. Ausgangsstoffe sind biogene Materialien wie:

- vergärbare, biomasse-haltige Reststoffe wie Klärschlamm, Bioabfall oder Speisereste
- Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist)
- o bisher nicht genutzte Pflanzen sowie Pflanzenteile (beispielsweise Zwischenfrüchte, Pflanzenreste und dergleichen).

o gezielt angebaute Energiepflanzen

In Biogasanlagen hergestelltes Biogas wird oftmals direkt vor Ort oder in engerem räumlichen Zusammenhang in so genannten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) gleichzeitig zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Nach einer umfassenden Biogasaufbereitung kann jedoch auch eine Einspeisung in das Erdgasnetz erfolgen. Nach Aufbereitung auf Erdgasqualität kann Biogas auch als Treibstoff in Kraftfahrzeugmotoren genutzt werden.

Im Jahr 2015 trug die Biogasanlagen in Waiblingen mit 852 MWh rund 0,3 % zur Brutto-Stromerzeugung bei. Hier handelt es sich um die Nutzung des Klärgases der Kläranlage Waiblingen. Die 1.560 MWh an Wärme aus Klärgas entsprechen einem Anteil von rund 0,3% am Gesamtwärmebedarf.

Zur Erfüllung des EWärmeG kann auch die Nutzung von Biogas oder Bioöl in Gas- oder Ölbrennwertkesseln einen Teil beitragen. Dazu muss Biomethan vom Netzbetreiber eingespeist werden. Eine entsprechende Einspeisungsanlage ist auf Waiblinger Gemarkung nicht vorhanden. Von außen zugeführte Biomethanmengen, wie die von den Stadtwerken abgegebenen 2.100 MWh Bioerdgas, werden in der Potenzialbetrachtung nicht gezählt.

4.1.1.2. Potenziale aus der Forstwirtschaft

Die steigende Nachfrage nach Holzbrennstoffen hat im In- und Ausland teilweise zu einer Intensivierung der Waldnutzung geführt. So ist beispielweise die Zunahme der Holzentnahme in Afrika im Wesentlichen durch die Nutzung als Brennstoff getrieben.³⁴

Durch die stark gestiegenen Ölpreise ist die Nachfrage nach Brennholz auch in Waiblingen sehr groß. Doch auch in heimischen Wäldern kann eine verstärkte Nutzung von Holz (insbesondere Waldrestholz) die Funktionen des Ökosystems beeinträchtigen und die Regenerationskapazitäten der Wälder übersteigen, so dass das Prinzip der Nachhaltigkeit nicht mehr gewährleistet ist. Laut den Richtlinien des FSC-Zertifizierungssystems³⁵ darf die planmäßige, jährliche Holznutzung im Durchschnitt des Planungszeitraums die nachhaltig nutzbaren Holzmengen nicht übersteigen.

Die Waiblinger Waldflächen werden vom Forstrevier Buocher Höhe bewirtschaftet. Diese führt alle zehn Jahre für eine Inventur durch und bestimmt den Nachhaltshiebsatz. Der Nachhaltshiebsatz ist die Menge Holz, die jährlich nachhaltig genutzt werden

³⁴ State of the World's Forest. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011

³⁵ Forest Stewardship Council (FSC)

kann. Für den Zeitraum von 2014 bis 2023 wurde dieser auf 30.700 fm festgelegt. Für 2019 ist eine Einschlagmenge von 3.200 fm geplant.

DISTRIKT	BEZEICHNUNG	MENGE
		[lfm]
1	Hinterer Stadtwald	1000
2	Vorderer Stadtwald	1920
3	Beinsteiner Wald	0
4-7	Bittenfelder Wald	280
8+9	Hohenacker	0
10	Erbach	0
11	Hegnach	0
13	Gauchhalde	0
1-7	Zufällige Nutzung	0
Gesamter Eins	schlag	3.200

Tabelle 19: Holzeinschlag in Waiblingen

Die Sortimente von 1.950 fm Nadelholz und 1.250 fm Laubholz teilen sich folgendermaßen auf:

SORTIMENT	MENGE	
	[lfm]	
Stammholz	1380	
Industrieholz	750	
Brennholz	750	
Nadelderbholz	180	
Laubderbholz	160	

Tabelle 20: Holzsortimente Mengen

Das Brennholz wird an private Endverbraucher entweder als "Brennholz lang" oder als Flächenlos (Reisschlag) abgegeben. "Brennholz lang" sind ganze Stämme, die aus der Waldfläche herausgezogen und an befahrbaren Waldwegen abgelegt wurden. Die Stämme sind bereits ausgeastet und müssen nur noch auf die gewünschte Länge abgesägt und gespalten werden. Ein Flächenlos ist ein abgegrenzter Bereich im Wald, dessen Grenzen optisch markiert sind. In diesem Bereich kann der Brennholzkunde den nach dem Holzeinschlag dort verbliebenen Schlagraum (Äste, Baumgipfel, zerbrochene Stammteile) selbst aufarbeiten.

Die Energieholzmenge in Waiblingen beträgt mit 750 Fm in etwa 1.500 MWh pro Jahr, was einem Anteil von rund 1% am Gesamtwärmebedarf der Stadt entspricht. Zählt man das Derbholz dazu kommen weitere 690 MWh Energiemenge dazu.

Um die Menge an Energieholz zu steigern, kommen im Wesentlichen zwei Ansätze zum Tragen:

1. Nutzungserhöhung

Die Erhöhung der Einschlagsmenge ist grundsätzlich als nachhaltig zu sehen, solange der laufende jährliche Zuwachs nicht überschritten wird. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch die Altersverteilung der Wälder. Im Jungwald sollen Vorräte aufgebaut werden, in alten Waldbeständen kann auch eine kurzfristige Nutzung über dem laufenden jährlichen Zuwachs nachhaltig sein. Ein weiteres Kriterium ist auch die Baumartenzusammensetzung. Die Klimaänderungen werden sich auch bei den Bäumen bemerkbar machen. Häufiger vorkommenden Trockenperioden, Starkniederschläge und Sturmereignisse werden sich auch auf die Wälder und die Baumartenzusammensetzung auswirken. Zudem ist eine Zunahme der Stressfaktoren durch Schadinsekten wahrscheinlich. Unter Berücksichtigung der Klimaszenarien muss der Wald gegen diese Risiken vorbereitet werden.

In den Waiblinger Wäldern ist eine Nutzungssteigerung nicht möglich, ohne den Nachhaltigkeitsgrundsatz zu verletzen.

2. Sortimentsverschiebung

Der Anteil an Stammholz, Industrieholz, Energieholz sowie Derbholz ist ein den Hiebsätzen festgelegt. Durch eine Verschiebung von einem in ein anderes Sortiment kann eine Erhöhung der Energieholzmange erfolgen, ohne dass eine Nutzungserhöhung vollzogen wird. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist eine Verschiebung von Stamm- und Industrieholzmengen in das Energieholzsortiment jedoch nicht vorteilhaft.

3. Agroforstwirtschaft und Kurzumtrieb

Mit dem Begriff Agroforstwirtschaft werden Landnutzungssysteme bezeichnet, bei denen Bäume oder Sträucher mit Ackerkulturen oder Tierhaltung so auf einer Fläche kombiniert werden, dass zwischen den verschiedenen Komponenten ökologische und ökonomische Vorteilswirkungen entstehen. Als Urform des Agroforsts gilt die klassische Streuobstwiese.

Die Agroforstwirtschaft kann zu Bereitstellung von stark nachgefragten holzartigen Bioenergieträgern auf landwirtschaftlichen Flächen beitragen und auch die Biodiversität fördern. Für den Anbau eignen sich besonders Pappeln, aber auch Weiden und Robinien. Beim Kurzumtrieb kann die erste Ernte nach drei bis vier Jahren erfolgen. Die Bäume sind dann bis zu sechs Meter hoch und bieten Schutz vor Wind und Sonne. Nach der Ernte treiben die Bäume wieder aus

und sind nach weiteren drei bis vier Jahren wieder erntereif. Das Holz lässt sich als Brennstoff in Form von Holzhackschnitzeln verwerten.

Durch eine Kaskadennutzung kann Holz zunächst stofflich, am Ende der Lebensdauer der Produkte dann energetisch verwertet werden. Auf diese Weise kann Biomasse insgesamt effizienter genutzt und eine Konkurrenz zwischen einzelnen Nutzungsoptionen verringert werden.

4.1.1.3. Landwirtschaft

Die landwirtschaftlich genutzten Flächen untergliedern sich in 77% Ackerland, 20% Dauergrünland und je 1,5% Obstanlagen und Rebland.

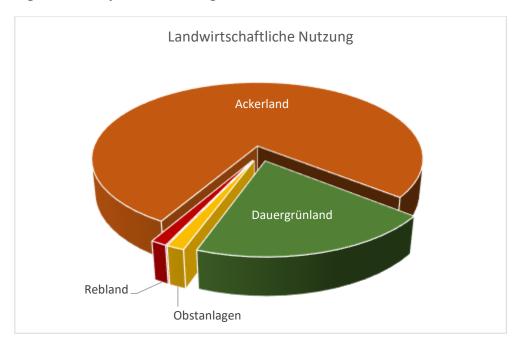


Abbildung 18: Nutzungsanteil landwirtschaftlich genutzter Flächen in Waiblingen

Die Betrachtung der Potenziale aus der Landwirtschaft fokussiert sich auf die folgenden Bereiche:

- Energiepflanzen aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus der Viehhaltung sowie
- Biomasse aus Dauergrünland und Landschaftspflege

Energiepflanzen auf Ackerflächen

Das Umweltbundesamt hält den Anbau von Biomasse zum alleinigen Zweck einer energetischen Nutzung für nicht vertretbar – insbesondere wegen Nutzungskonkurrenzen

um Anbauflächen und negativen Auswirkungen auf Wasser, Boden, Biodiversität und Naturschutz.³⁶

Die energetische Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen stellt insbesondere in Ballungsregionen eine Verschärfung der ökologisch bereits vorher ungünstigen Situation dar. Bei Anbau-Biomasse für Energiezwecke ist zudem zu beachten, dass ihre Flächeneffizienz im Vergleich zu allen anderen Erneuerbaren Energien relativ gering und ihr Beitrag zum Klimaschutz im Vergleich zu anderen Möglichkeiten ineffizient ist.

Demgegenüber sind alternative Energiepflanzenkulturen sowie Anbausysteme wie Mischkulturen, Gehölzstreifen und Kurzumtriebsplantagen (KUP) hinsichtlich Agrarbiodiversität, Erosionsschutz und Bodenfruchtbarkeit deutlich günstigere Kulturen.

Jenseits der Biomasse aus potenziell konfliktreichem und inputintensivem Anbau sind andere Quellen von energetisch nutzbarer Biomasse deutlich weniger kritisch, z.T. können Synergieeffekte genutzt werden. Hierunter fallen biogene Rest- und Abfallstoffe, Landschaftspflegematerial und Sonderkulturen. Der Begriff Abfallbiomasse umfasst in diesem Kontext landwirtschaftliche Reststoffe, Grünschnitt aus der Landschaftspflege und Naturschutzmaßnahmen, Siedlungsabfälle und Abfälle aus der Nahrungsmittel verarbeitenden Industrie [...] sowie Ernterückstände. Die Nutzung dieser Materialien ist kaum mit gravierenden ökologischen und sozioökonomischen Auswirkungen verbunden.³⁷

Eine Bewirtschaftung im Kurzumtrieb bedeutet bei der Gewinnung von Energieholz Umtriebszeiten von zwei bis vier Jahren. Vorhandene Nährstoffe aus einer landwirtschaftlichen Vorkultur wirken sich positiv auf die Nährstoffbilanz aus, wodurch in den ersten Jahren kein Düngereinsatz notwendig ist.

Reststoffe aus Ackerflächen

Zahlreiche Biomassepotenzialstudien präsentieren z. T. unterschiedliche Ergebnisse von der gleichen Biomasse.³⁸ Eine Standardisierung von Biomassepotenzialberechnungen existiert bislang nicht. Insbesondere im Bereich der biogenen Reststoffe hat hierzu die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe Vorschläge erarbeitet.

In Deutschland fallen jährlich ca. 215 Millionen Tonnen landwirtschaftlicher Reststoffe an. Davon sind durchschnittlich ca. 30 Millionen Tonnen Stroh, die bisher nur in sehr

³⁶ Umweltbundesamt (2012): Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen, Dessau-Roßlau

³⁷ ebenda

³⁸ Vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR): Biomassepotenziale von Rest- und Abfallstoffen – Status quo in Deutschland, Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe | Band 36

geringen Mengen energetisch genutzt werden. Unter Stroh werden Ernterückstände von Getreide-, Ölsaaten- und Körnermaiskulturen verstanden. Zwischen 8 und 13 Millionen Tonnen Stroh könnten jährlich genutzt werden, ohne die Humusbilanz von Ackerflächen zu gefährden oder in Konkurrenz mit anderen Nutzungen zu treten.³⁹ Das höchste Potenzial für THG-Einsparungen ergibt sich bei der Verwendung in einem Heizkraftwerk. Die hinsichtlich der THG-Vermeidungskosten ist die thermische Verwendung am effizientesten.

Stroh ist grundsätzlich auch für eine stoffliche Verwendung geeignet, insbesondere im Baubereich (Dämmung, Trockenbaumaterial).

In übergreifenden Studien⁴⁰ wird Beitrag zur Bedarfsdeckung bei Stroh ausschließlich zur Herstellung von Ethanol und zur vollständigen Verwendung im Kraftstoffbereich (bis 2030) bzw. als Grundstoff für die Chemische Industrie (bis 2050) angenommen.

In Waiblingen sind etwa 77% (ca.1.007. ha) der landwirtschaftlichen Nutzfläche Ackerland.

Die nachhaltigen Strohpotenziale sind abhängig vom Strohaufkommen in der Landwirtschaft, den Standortbedingungen sowie den Bewirtschaftungsformen. Die absoluten Mengen können nicht quantifiziert werden, da diese Daten weder auf Gemeindeebene nicht erfasst noch abgeschätzt werden konnten.

Reststoffe aus der Viehhaltung

Bei der Nutztierhaltung fallen erhebliche Mengen an Reststoffen an. Neben tierischen Exkremente in Form von Mist und Gülle sind dies auch Futtermittelrückstände und Einstreu. Tierische Exkremente werden zur energetischen Verwertung in Biogasanlagen eingesetzt. Aus technischer Sicht sind sie leicht zu verarbeiten. Gegenüber der direkten Ausbringung als Dünger und der Lagerung unvergorener Gülle, bietet die Vergärung Vorteile. Bei der Direktverwertung wird Methan freigesetzt. Durch die Verwertung in einer Biogasanlage wird die Gülle ausgefault und das entstehende Methan verbrannt, wodurch seine klimaschädliche Wirkung deutlich reduziert wird. Die Gärreste können schließlich als Dünger auf dem Acker ausgebracht werden. Dabei sind die Nährstoffe besser pflanzenverwertbar, als wenn die Gülle direkt ausgebracht wird.

³⁹ Thrän, D.: Forschungsvorhaben im Bereich "Bioenergiesysteme" im Rahmen des Kompetenzfelds "Nachhaltigkeit von Bioenergie-Technologien".

⁴⁰ Umweltbundesamt (2017): Den Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestalten, Dessau-Roßlau

Entscheidend für den Betrieb einer Biogasanlage ist, dass eine ausreichende Menge an Gülle und Mist zur Verfügung steht.

Die Viehhaltung in Waiblingen ist in den letzten Jahren um über 50% zurückgegangen. Von 43 Betrieben mit 1.048 Großvieheinheiten im Jahr 1999 sank die Zahl bis 2016 auf 17 Betriebe mit 520 Großvieheinheiten.⁴¹. Einzig im Bereich der Pferdehaltung sind Zuwächse zu verzeichnen.

Zur Bestimmung des energetisch Nutzbaren Biomassepotenzials aus Exkrementen und Einstreu werden Rinder, Schweine und Hühner berücksichtigt.

Insgesamt können in Waiblingen rund 5.300 m³ Biogas aus der Reststoffen der Viehhaltung erzeugt werden. Diese entsprechen einer Energiemenge von rund 26,6 MWh pro Jahr.

4.1.1.4. Biomasse aus Dauergrünland und Landschaftspflege

In Waiblingen sind etwa 20 % (ca.259. ha) der landwirtschaftlichen Nutzfläche Dauer-grünland. Dies sind zumeist extensiv bewirtschaftete Streuobstwiesen in denen holziges und halmgutartiges Schnittgut anfällt. Ähnliches Material fällt auch bei der Landschaftspflege in Natur- und Landschaftsschutzgebieten, in gesetzlich geschützten Biotopen sowie in FFH-Gebieten sowie entlang von Straßen, Bahnlinien und am Uferbereich an.

Landschaftspflegematerial sowohl aus der freien Landschaft als auch aus kommunalen und privaten Grünflächen bietet ein Biomassepotenzial an, welches aus energetischer Sicht sowohl als Festbrennstoff als auch als Biogassubstrat eingesetzt werden kann.⁴²

Zur Potenzialabschätzung werden Trockenmassewerte herangezogen. Für den Frischmassewert können die Erträge mit fünf multipliziert werden. Dahinter steht die Annahme, dass der Trockenmasseanteil bei 20 Prozent liegt, tatsächlich kann der Anteil auch bei 15 oder 30 Prozent liegen. Daher ist der Frischmasseertrag eine verhältnismäßig ungenaue Richtzahl zur Ertragsbestimmung.

Für die Nutzung der Biomasse wird bei halmartigen Erträgen eine Nutzung in einer Biovergärungsanlage angenommen. Holzartige Erträge werden über Hackschnitzel verwertet.

⁴¹ Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

⁴² Kaltschmitt, M. et al (Hrsg.): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. 2. Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

Verkehrsgrün

Im Rahmen der Straßen- und Betriebsunterhaltung ist die Pflege der zur Straße gehörenden Rasenflächen, Gehölzpflanzungen und Bankette notwendig. Dabei fällt bei Mäharbeiten und bei der Gehölzpflege Biomasse an. Die Potenziale für das Verkehrsgrün werden über die Straßenfläche berechnet. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass innerstädtische Verkehrsflächen deutlich weniger Grünflächen an den Straßenrändern aufweisen. Die Straßenlänge in Waiblingen beträgt ca. 460 km innerörtliche Straßen und 50 km außerörtliche Straßen.

Die Berechnungen der theoretischen Biomassenpotenziale aus Verkehrsgrün werden auf Basis von Ertragskennzahlen aus der Literatur berechnet.⁴³

Uferbereich

Entlang von Fließgewässern muss im Zuge der Gewässerunterhaltung von Zeit zu Zeit die holzartige und halmgutartige Biomasse zurückgeschnitten werden. Die Potenzialermittlung im Bereich Uferbegleitgrün erfolgt anhand Ertragskennzahlen, da keine konkreten Informationen zum Mengenaufkommen vorliegen. Die Pflegeflächen von 0,2 ha Gehölz und 0,6 ha Rasenfläche je Uferkilometer werden bei der Ermittlung von den spezifischen Ertragszahlen berücksichtigt

Streuobstwiesen

Streuobstwiesen prägen die Landschaft in Waiblingen entscheidend. Allerdings nimmt das Interesse an der Bewirtschaftung der Streuobstwiesen stetig ab. Gleichzeitig soll aber die Landschaft in ihrem Bestand erhalten werden. Neue Untersuchungen, Forschungs- und Pilotprojekte habe gezeigt, dass auch ökologisch wertvolle Landschaften wie Streuobstwiesen ohne negative Nebeneffekte wirtschaftlich nutzbar sind.⁴⁴

Bei den Pflegemaßnahmen wird zwischen Baumschnitt und Mahd der Wiesen unterschieden. Bei der Ermittlung der Biomassenpotenziale aus Streuobstwiesen werden Ertragskennzahlen aus der Literatur herangezogen.

⁴³ Rilling, S.: Potenzialanalyse zum theoretischen Biomasseaufkommen aus Landschaftspflegematerial, Rottenburg, 2013

Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Energetische Verwertung von Grünabfällen aus dem Straßenbetriebsdienst. Bergisch Gladbach, Dezember 2006

⁴⁴ Vgl. https://www.biooekonomie-bw.de/de/fachbeitrag/aktuell/bioenergie-aus-streuobstwiesen/

Grünland

Unter Grünland wird die freie, nicht intensiv Landwirtschaftliche Fläche wie Feld- und Windschutzhecken, Gebüsche, Gehölzaufwuchs aber auch die Wiesen auf Schutzgebieten verstanden. Grünflächen, die dem Natur- oder Landschaftsschutz unterliegen, müssen aufgrund administrativer Vorgaben in regelmäßigen Abständen geschnitten werden, um die Ziele der Unterschutzstellung zu erreichen.

Grünanlagen

Kommunale Grünflächen sind Friedhöfe, Sportflächen, Parkanlagen, Grünstreifen, Freibäder, Spielplätze, Schulen und Sportplätze. Diese werden je nach dem zugrunde liegenden Pflegekonzept mehrfach im Jahr gemäht. Die anfallende Biomasse gilt als kommunaler Grünabfall. Der Anteil an Grünabfällen ist vegetationsbedingt und liegt im Zeitraum von Mai bis November deutlich höher als in den Wintermonaten. Die Eigenschaften der Abfälle variieren zudem stark, von holzartig im Frühjahr und Herbst bis halmgutartig durch Rasenschnitt im Sommer. Derzeit wird kommunaler Grünschnitt überwiegend als Abfallprodukt betrachtet und aus Kostengründen zum Zweck der Nährstoffrückführung vor Ort belassen oder kompostiert.

BEREICH	BEZUGS- GRÖßE	ANFALL		MENGE	
		holz	halmgut	holz	halmgut
	[km bzw. ha]	$[t_{TM} / km]$ $[t_{TM} / ha]$	[t _{TM} / km] [t _{TM} / ha]	[t _{TM}]	[t _{TM}]
Innerörtliche Straßen	460	0,15	0,2	69	92
Außerörtliche Straßen	50	2	2	100	100
Schienenwege	9	2	2	18	18
Ufer	12	0,5	3	6	36
Streuobst- wiesen	132	1,5	5	198	660
Grünland	85	0,2	7	17	595
Grünanlagen	90	1,5	8	135	720
Gesamt				543	2221

Tabelle 21: Anfall holz- und halmgutartiger Biomasse aus der Pflege von Straßenbegleitgrün

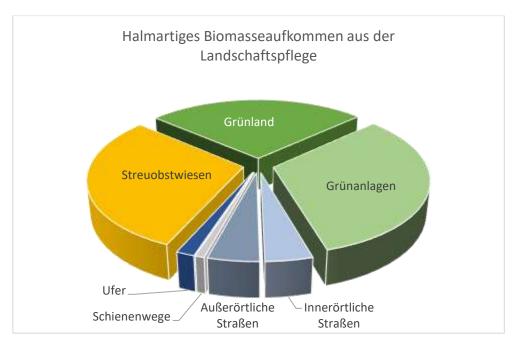


Abbildung 19: Halmartiges Biomasseaufkommen in der Landschaftspflege

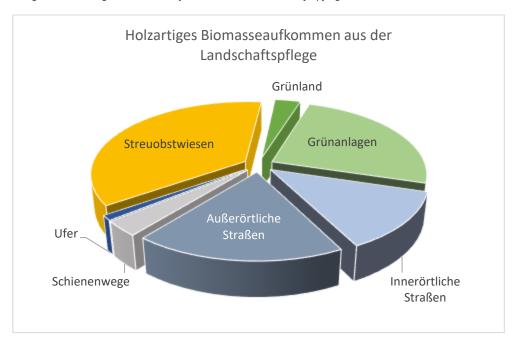


Abbildung 20: Holzartiges Biomasseaufkommen in der Landschaftspflege

Für die halmgutartige Biomasse wird der Ertrag an Biogas mit 450 m³ pro Tonne Trockenmasse angenommen⁴⁵. Der genannte Wert ist ein Durchschnittswert, der flächenspezifisch zum Teil stark schwanken kann.

Insgesamt können in Waiblingen rund 1.000.000 m³ Biogas aus halmgutartiger Biomasse der Landschaftspflege erzeugt werden. Diese entsprechen einer Energiemenge von rund 5.000 MWh pro Jahr.

Die Energiemenge der holzartigen Erträge betragen mit 530 t in etwa 2.700 MWh pro Jahr.

4.1.1.5. Potenziale aus organischen Siedlungsabfällen

Aufgrund der in Deutschland geltenden Entsorgungs- und Verwertungspflicht sind die ungenutzten Potenziale im Bereich Siedlungsabfälle und industrielle Reststoffe gering bzw. nicht vorhanden.

Alle organischen Abfälle aus den Haushalten werden im Rems-Murr-Kreis bereits in der Biovergärungsanlage in Backnang-Neuschöntal energetisch verwertet.

Die Vergärungsanlage arbeitet im Trockenverfahren mit kontinuierlicher Beschickung der Gärbehälter. Das entstehende Biogas in einer Jahresmenge von rund 4,3 Mio. Norm-Kubikmeter wird in zwei Blockheizkraftwerken mit einer Nennleistung von jeweils 800 kWel zu Strom, Wärme und Kompostdünger gewandelt. Die Gesamterzeugung an elektrischem Strom beträgt rund 10,2 Mio. kWh pro Jahr. Die beim Betrieb der Gasmotoren anfallende thermische Energie von rund 10 Mio. kWh pro Jahr wird zum überwiegenden Teil zur Trocknung von Klärschlamm an die benachbarte Klärschlammtrocknungsanlage geliefert. Das feste Gärgut wird zu Fertigkompost verarbeitet, den gewonnenen Flüssigdünger nehmen landwirtschaftliche Betriebe aus der Umgebung ab bringen diesen auf Ackerflächen aus. Damit wird der Einsatz von Mineraldünger reduziert.

4.1.2. Solar potenzial

In der Bundesrepublik beträgt der Anteil der Fotovoltaik an der Stromerzeugung knapp 8%, was einer Energiemenge von etwa 46.000 GWh im Jahr entspricht⁴⁶. Bei der Stromerzeugung steht die Solartechnik damit derzeit auf Platz zwei der erneuerbaren Energiequelle in

⁴⁵ Dunkelberg, E. et al.: Leitfaden für die Nutzung kommunaler, halmgutartiger Reststoffe in Mikrobiogasanlagen und Bestandsanlagen. Zentrum für Erneuerbare Energien, Freiburg, 2011

Vgl. auch: https://www.lfl.bayern.de/iba/energie/ Biogasausbeuten verschiedener Substrate

⁴⁶ Quelle: AGEE-Stat: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland

Deutschland. In Baden-Württemberg lieferten im Jahr 2018 Fotovoltaikanlagen rund 5.000 GWh erneuerbaren Strom. Hier entspricht der Anteil der Solartechnik 8,2%. 47

Neben der großen Wasserkraft sind Photovoltaikfreiflächenanlagen die kostengünstigste Technologie zur Bereitstellung von erneuerbarem Strom.

In der Wärmebereitstellung versorgen solarthermische Anlagen bundesweit mit annähernd 9.000 MWh rund 0,7% der benötigten Energie. Für Baden-Württemberg lieferten im Jahr 2017 Solarthermieanlagen 1.600 GWh Wärme mit einem Anteil am Gesamtwärmeverbrauch von 1,2%. ⁴⁸ Für 2018 dürften die Werte aufgrund des langen Sommers höher ausgefallen sein.

Mit dem EWärmeG verabschiedete das Land Baden-Württemberg 2007 das in Deutschland erste Landesgesetz seiner Art. Ziel ist, den Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung zu erhöhen. Das novellierte EWärmeG schreibt vor, dass bei einem Heizungsanlagenaustausch in bestehenden Wohn- und Nichtwohngebäuden 15% des Wärmeenergiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt werden muss oder entsprechende Ersatzmaßnahmen geleistet werden müssen. Aus der Evaluation des Gesetzes geht hervor, dass der Anteil der Solarthermie über den gesamten Zeitverlauf des EWärmeG sukzessive abnimmt.⁴⁹

Mit einer Solaroffensive will die Landesregierung dem Ausbau der Photovoltaik und der Solaroffensive im Land verstärken. Mit acht verschiedenen Maßnahmen will sie informieren, beraten, für Sonnenenergie werben und Investitionen in neue Anlagen fördern. Zudem Die Solaroffensive soll Barrieren bei der Errichtung von Photovoltaikanlagen durch regionale Netzwerke abbauen. Die Rahmenbedingungen für den Ausbau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen wurden deutlich verbessert. Mit der Freiflächenöffnungsverordnung und den Hinweisen zum Ausbau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen hat das Land den Weg für den Photovoltaikausbau auf sogenannten "benachteiligten Gebieten" freigemacht.

Darüber hinaus werden netzdienliche Batteriespeicher in Verbindung mit Photovoltaikanlagen sowie Solarthermieanlagen im Zusammenhang mit effizienten Wärmenetzen gefördert.

⁴⁷ Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Bruttostromerzeugung seit 2003 nach Herkunft

⁴⁸ Quelle: ZSW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017. Erste Abschätzung, Stand April 2018

⁴⁹ Pehnt, M. et al.: Evaluation des Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) Endbericht im Auftrag des Ministeriums für

Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Heidelberg, 2018

4.1.2.1. Status quo Solartechnik in Waiblingen

Nutzung der Fotovoltaik

Auf dem Gemarkungsgebiet von Waiblingen sind Solartechnikanlagen fast ausschließlich auf Gebäuden installiert.

Zu bestehenden Fotovoltaikanlagen in Waiblingen zeigt die Karte des Energieatlas Baden-Württemberg die installierte Leistung bestehender Anlagen auf Dachflächen. Es handelt sich um Daten der Übertragungsnetzbetreiber, die bei der Bundesnetzagentur öffentlich einsehbar sind.

Bis Ende 2013 war eine Fotovoltaikleistung von 6.653 kW $_p$ installiert. Seither wurden bis Januar 2019 weitere 4299 kW $_p$ an die Bundesnetzagentur gemeldet, so dass nunmehr eine Leistung von 10.952 kW $_p$ auf den Waiblinger Dächern Solarstrom erzeugt.

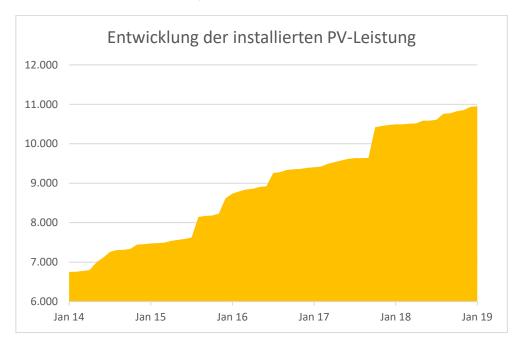


Abbildung 21: Entwicklung der installierten PV-Leistung

Freiflächenanlagen sind in Waiblingen nicht bekannt. In den EEG-Anlagenstammdaten der im Marktstammdatenregister verzeichneten Anlagen mit erneuerbaren Energieträger (außer PV-Anlagen, die auf, an oder in einem Gebäude oder einer sonstigen baulichen Anlage angebracht sind) sind keine Anlagen für Waiblingen veröffentlicht.

Fotovoltaikanlagen lieferten 2016 7.850 MWh an Strom. Dies entspricht rund 2,5% der in Waiblingen verbrauchten elektrischen Energie. Zum damaligen Zeitpunkt waren rund 8.900 kWp installiert. Mit der derzeit installierten Leistung werden rund 9.700

MWh Solarstrom erzeugt, was einem Anteil am Waiblinger Stromverbrauch von 3,2% entspricht.

JAHR	INSTALLIERTE LEIS- TUNG ⁵⁰	EINSPEISUNG STADT- WERKE-NETZ ⁵¹	ANTEIL AM GESAMT- STROMVERBRAUCH
	[kW _p]	[MWh/a]	[%]
2013	6.653	5.700 ⁵²	1,9
2014	7.456	6.388	2,1
2015	8.619	7.138	2,4
2016	9.387	7.849	2,7
2017	10.476	8.760 ⁵³	3,0
2018	10.936	9.144 ⁵⁴	3,1

Tabelle 22: Installierte Fotovoltaikleistung in Waiblingen

Es ist anzunehmen, dass ein Teil der seit 2012 erbauten Anlagen einen Eigenstromverbrauch aufweisen, der in diesen Zahlen nicht eingerechnet ist, da hierfür seit 2012 keine EEG-Vergütungen mehr verrechnet werden. Schätzungen zufolge kann bei Anlagen bis zu einer Leistung von 10 kWp kann von einer Eigenverbrauchsquote von durchschnittlich 15% ausgegangen werden.

JAHR	EINSPEISUNG STADT- WERKE-NETZ ⁵⁵	EIGENVER- BRAUCH ⁵⁶	ERZEUGUNG PV GESAMT	ANTEIL AM GESAMT- STROMVERBRAUCH
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]
2013	5.700 ⁵⁷	20	5.720	1,9
2014	6.388	72	6.460	2,2
2015	7.138	179	7.317	2,5
2016	7.849	253	8.102	2,8
2017	8.760 ⁵⁸	353	9.113	3,1
2018	9.144 ⁵⁹	400	9.543	3,3

Tabelle 23: Stromerzeugung aus Fotovoltaik in Waiblingen

⁵⁰ Gemeldete Anlagenleistung zum Jahresende

⁵¹ Im Jahresverlauf eingespeiste elektrische Energie aus PV

⁵² Wert hochgerechnet

⁵³ Wert hochgerechnet

⁵⁴ Wert hochgerechnet

⁵⁵ Im Jahresverlauf eingespeiste elektrische Energie aus PV

 $^{^{56}}$ 15% bei Anlagen kleiner 10 kW $_{
m p}$

⁵⁷ Wert hochgerechnet

⁵⁸ Wert hochgerechnet

⁵⁹ Wert hochgerechnet

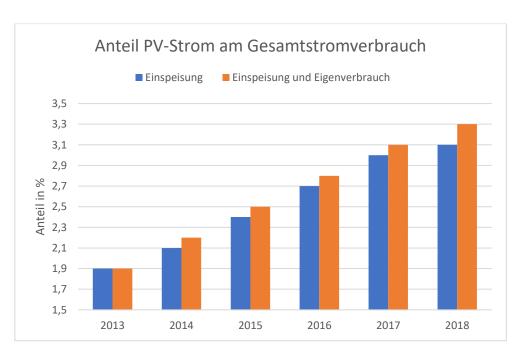


Abbildung 22: Anteil PV-Strom am Gesamtstromverbrauch

Nutzung der Solarthermie

Zu Solarthermieanlagen stehen keine gesicherten Erkenntnisse zur Verfügung. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Anteile an der Wärmeversorgung denen von Baden-Württemberg entsprechen.

Bei einem Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude von rund 255.237 MWh/a und einem solaren Deckungsanteil von 1,2% werden in Waiblingen rund 3.060 MWh solare Wärme erzeugt. Mit der Annahme, dass dies hauptsächlich Trinkwarmwasseranlagen sind, die einen durchschnittlichen jährlichen Energieertrag von 400 kWh pro Quadratmeter Apperturfläche erzielen, sind rund 7.600 m² Kollektorflächen auf den Wohngebäuden (hauptsächlich selbst genutzte Ein- und Zweifamilienhäuser) installiert.

4.1.2.2. Potenziale der Fotovoltaik

Der Energieatlas Baden-Württemberg zeigt Daten und Karten für die Installation von Photovoltaik-Modulen auf Dachflächen von Gebäuden und Bauwerken sowie die Nutzung von Freiflächen für PV-Anlagen.

Dachflächen

Für den Energieatlas Baden-Württemberg wurde 2012 eine landesweit flächendeckende Modellrechnung zur Eignung der Hausdächer für die Photovoltaiknutzung

durchgeführt.⁶⁰ Die Angaben im Energieatlas beziehen sich auf die Nutzung zur Stromerzeugung. Grundsätzlich können diese Flächen auch zur Nutzung für die Gewinnung von Wärme verwendet werden.

Mit vorliegenden Gebäudedaten aus einer Laserscan-Befliegung wurde flächendeckend eine Modellrechnung durchgeführt. Die Laserscandaten wurden in den Jahren 2000 bis 2005 erfasst. Aufgrund dessen sind Gebäude, die nach dem Befliegungszeitraum erbaut wurden, nicht bzw. nur unzureichend mangels einer aktuellerer Datengrundlage in der Analyse berücksichtigt.

Die Potenzialanalyse bezieht sich auf Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung. Die Berechnung dieser Faktoren erfolgt über ein, aus den hochaufgelösten Laserscandaten errechnetes, digitales Oberflächenmodell. Das Modell ermöglicht die genaue Berechnung der solaren Einstrahlung und Abschattung durch umliegende Gebäude und Vegetation. Verschattete Dachflächenbereiche, die für die Nutzung von Solarenergie ungeeignet sind, werden dadurch in der Potenzialanalyse berücksichtigt.

Zur Lokalisierung der Gebäude wurden die Gebäudegrundrisse mit Stand von 2012 verwendet. Für Gebäude, die nach 2012 erbaut oder fertiggestellt wurden, und daher noch nicht als Geometrie in der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) vorhanden waren, konnte somit keine Potenzialanalyse durchgeführt werden.

Die Gebäudeumrisse geben die Gebäudeaußenmauern des Hauses an. Dachüberstände sind darin nicht berücksichtigt. Es werden nur für die Solarenergienutzung geeignete Dachflächenbereiche von mindestens 10 m² Modulfläche (für geneigte Dächer) berücksichtigt. Flachdächer müssen bei Aufständerung der Module mindestens 25 m² für die Solarenergienutzung aufweisen, um berücksichtigt zu werden.

Die Leistung von Photovoltaikanlagen ist abhängig von der auftreffenden Einstrahlungsleistung. Es wird ein Wert von 1.000 W/m² wird als Referenzwert für die Ermittlung der Nennleistung von Solarmodulen herangezogen. Für den Energieertrag von Anlagen ist daneben die Neigung, die Ausrichtung und die Verschattung im Jahres- und Tageslauf maßgeblich. Im Jahresmittel ist der optimale Neigungswinkel der Module in Bezug auf die Einstrahlung ca. 30°. Die Ausrichtung hat vor allem in Kombination mit der Neigung einen Effekt auf den Energieertrag. Flach installierte Anlagen können auch bei West- oder Ostausrichtung noch mehr als 80 % der Globalstrahlung nutzen. Die

⁶⁰ vgl. Energieatlas Baden-Württemberg. https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflachen/hintergrund-informationen

Verschattung durch Objekte in der Umgebung der Anlage schmälern den Energieertrag. Im Energieatlas Baden-Württemberg werden Standortfaktoren wie Neigung, Ausrichtung, Verschattung und solare Einstrahlung für jedes Gebäude entsprechend berücksichtigt.

Die Potenzialflächen geben das technische Potenzial für die Photovoltaiknutzung für jede Dachfläche wieder.

Bei der Erfassung der Dachstruktur ist die Auflösung der Laserscandaten entscheidend. Die Auflösung wird in Messpunkten pro Quadratmeter angegeben. Hochauflösende Laserscandaten haben 4 Messpunkte pro m². In dieser Auflösung lassen sich Aufbauten (z. B. Gauben und Schornsteine) sehr gut erfassen und die Dachbereiche, die von einer Verschattung betroffen sind, können gut dargestellt werden. Der Neigungswinkel des Daches und die Ausrichtung nach der Himmelsrichtung sind entscheidend für den Ertrag einer Photovoltaikanlage. Eine optimal aufgestellte Anlage hat eine Ausrichtung nach Süden mit einem Neigungswinkel von 30 - 40° (je nach Region). Abweichungen von der optimalen Aufstellung sind mit Ertragseinbußen verbunden.

Auf einem Flachdach werden die Photovoltaikmodule üblicherweise aufgeständert und nach Süden ausgerichtet. Dadurch kann aber nicht die gesamte Fläche eines Flachdaches genutzt werden, weil es durch die Aufständerung sonst zur Verschattung der Module untereinander kommen würde. Die Module werden "auf Lücke" gebaut, wodurch nur ein Drittel bis zur Hälfte der Fläche nutzbar ist.

Durch eine vielseitige Dachstruktur und den dadurch verursachten Schattenwurf wird oft nicht die gesamte Fläche eines Daches, die als geeignet in einem Solardachkataster klassifiziert wurde, genutzt. Dadurch reduziert sich die Potenzialfläche, deren Nutzung technisch möglich wäre. In der Einstrahlungsberechnung über ein gesamtes Jahr ist der Schattenwurf meist schon berücksichtigt, da eine Berechnung für mehrere Zeitpunkte am Tag und über das Jahr hinweg erfolgt.

Die Art der Gebäudenutzung hat einen Einfluss auf die Ausschöpfung des technischen Dachflächenpotenzials. So ist zum Beispiel bei Gewerbe- und Industriegebäuden der Anteil von Flachdächern hoch, was eine Aufständerung der Module notwendig macht. Dadurch wird die potenziell nutzbare Fläche verkleinert. Im Energieatlas wird differenziert in

- Wohngebäude
- Kombinierte Wohn- und Nichtwohngebäude
- Büro- und Verwaltungsgebäude
- Gebäude mit sozialer oder gemeinschaftlicher Nutzung
- Gebäude mit gewerblicher Nutzung

Sonstige Gebäude

Das Dachflächenpotenzial für den Energieatlas wurde zusätzlich nach der Nutzung der Gebäude aufgeschlüsselt. Somit haben Wohngebäude einen Anteil von 43% am Dachflächenpotenzial, kombinierte Wohn- und Geschäftsgebäude 6%, Büro- und Verwaltungsgebäude 18% und Gebäude mit sozialer oder gemeinschaftlicher Nutzung 9%, Gebäude mit gewerblicher Nutzung 19% und sonstige Gebäude 5%.

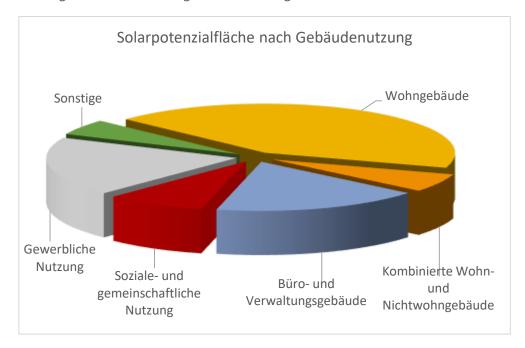


Abbildung 23: Solarpotenzialfläche nach Gebäudenutzung

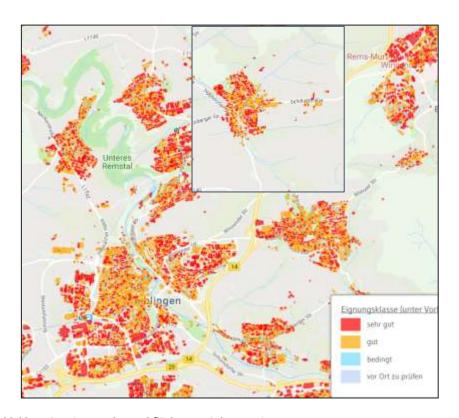


Abbildung 24: Eignung der Dachflächen zur Solarenergienutzung

Die Karte zeigt, welche Dachflächen in Waiblingen für Solarenergienutzung geeignet sind. Vier Eignungsstufen werden unterscheiden:

- sehr gut geeignet: 95 100 % der maximal nutzbaren Einstrahlungsenergie
- gut geeignet: 80 94 % der maximal nutzbaren Einstrahlungsenergie
- bedingt geeignet: 75 79 % der maximal nutzbaren Einstrahlungsenergie
- vor Ort zu prüfen: < 75 % der maximal nutzbaren Einstrahlungsenergie

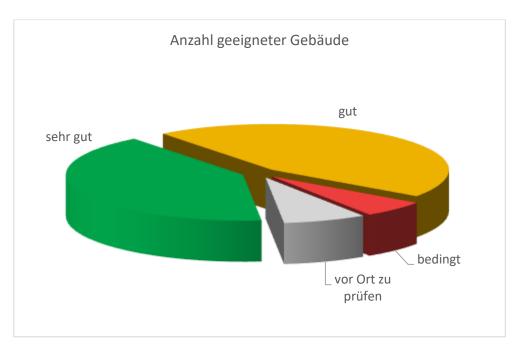


Abbildung 25: Anzahl geeigneter Gebäudedachflächen

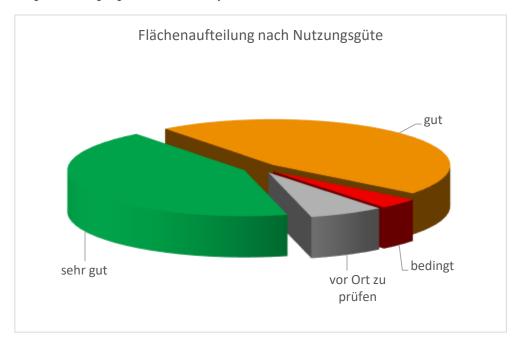


Abbildung 26: Güte der Gebäudedachflächen zur Solarenergienutzung

Die für Photovoltaik geeignete Gebäude und Gebäudeflächen in Waiblingen verteilen sich wie folgt:

	ANZAHL	FLÄCHE ⁶¹	LEISTUNG
	[-]	[m²]	$[kW_p]$
sehr gut geeignet	4.802	437.197	54.650
gut geeignet	5.291	462.955	57.869
bedingt geeignet	693	37.268	4.659
vor Ort zu prüfen	888	68.767	
Summe	11.674	937.420	117.177

Tabelle 24: Fotovoltaikpotenzial auf Gebäudedachflächen

Insgesamt ergibt sich folgende Übersicht über das Solardachpotenzial für Photovoltaik in Waiblingen:

	FLÄCHE	LEISTUNG	ERTRAG ⁶²
	[m²]	[kW _p]	[MWh/a]
Installierte Anlagen		10.952 ⁶³	9.200
Mögliche installierbare Anlagen	937.420 ⁶⁴	117.178 ⁶⁵	104.400
Ausnutzung des technischen Potenzials		9,3%	8,8%

Tabelle 25: Ausnutzung des Fotovoltaikpotenzials auf Dachflächen

Die Berechnung der Dachflächen für Waiblingen, die für eine Nutzung der Photovoltaik potenziell geeignet sind, ergab eine mögliche Stromproduktion von rund 104 GWh/a. Im Jahr 2018 wurden etwa 9% des möglichen Potenzials auf geeigneten Dachflächen ausgeschöpft.

Freiflächen

Neben der Erschließung des solaren Dachflächenpotenzials, sollte auch der Ausbau der Freiflächen-Photovoltaik weiter vorangebracht werden. Dabei werden PV-Module in langen parallelen Reihen auf Metallgestelle aufgeständert. Die Bodenverankerung erfolgt praktisch ohne Bodenversiegelung durch eingerammte Erdständer oder mittels Erdschrauben. Da die Reihen zur Vermeidung gegenseitiger Verschattung mehrere Meter Abstand voneinander halten, wird der Boden unter den Modulen mit Regen und Licht versorgt, so dass sich eine Grasnarbe bildet.

Die Entscheidung, ob auf Freiflächen Solaranlagen gebaut werden können, liegt innerhalb der kommunalen Planungshoheit. Freiflächenanlagen benötigen als nicht privilegierte Vorhaben im Außenbereich einen Bebauungsplan. Flächen für Solarparks wer-

⁶¹ Geeignete Modulfläche

⁶² hochgerechnete Werte

⁶³ Januar 2019

⁶⁴ Sehr gut, gut und bedingt geeignete Solarflächen

⁶⁵ Bei 8 kW_p pro m² Modulfläche

den in der Regel aus Gebiete mit Sondernutzung ausgewiesen. Sie sind von ihrer Eigenart und ihren Auswirkungen her keine Gewerbe- oder Siedlungsflächen, sondern eine besondere Form der Landnutzung. Pro Hektar können etwa 400.000 bis 500.000 Kilowattstunden Strom im Jahr erzeugt werden. Im Vergleich zur Energieerzeugung aus Biogas beträgt die produzierte Strommenge rund 20 bis 25-mal mehr.

Für Freiflächenanlagen sieht das EEG 2017 als zulässige Flächenkulisse vor allem Konversionsflächen und Seitenrandstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen vor. Zudem können durch die Freiflächenöffnungsverordnung auch Acker- und Grünlandflächen in sogenannten benachteiligen Gebieten bei den bundesweiten Ausschreibungen bezuschlagt werden. Auf den Gemarkungen von Bittenfeld, Hegnach, Hohenacker und Neustadt liegen Teilflächen, die als benachteiligtes Gebiet eingestuft sind. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass Solarparks als nicht privilegierte Vorhaben im Außenbereich in aller Regel einen Bebauungsplan erfordern.

Bei der Berechnung des PV-Potenzials auf Freiflächen wurden Daten aus den folgenden Ouellen verwendet:

- Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS)
 - Die Daten aus dem Digitalen Landschaftsmodell des ATKIS dienen dazu, potenziell geeignete Flächen und Restriktionsflächen ermitteln und abzubilden. Darüber hinaus wurde das Digitale Geländemodell (DGM) mit einer Auflösung von 5 m verwendet, um die durchschnittliche Hangneigung der ermittelten Potenzialflächen zu berechnen.
- Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS)
 - Die Daten des ALKIS wurden verwendet, um einzelne außerhalb zusammenhängender Siedlungsstrukturen liegende Gebäude als Restriktionsflächen berücksichtigen zu können.
- Umweltinformationssystem Baden-Württemberg (UIS)
 - Daten aus dem UIS Baden-Württemberg dienen ebenfalls der Ermittlung von potenziell geeignete Flächen und Restriktionsflächen.
- Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft
 - Um die benachteiligten Gebiete bei den für die Potenzialanalyse notwendigen räumlichen Analysen berücksichtigen zu können, wurden die in den entsprechenden Richtlinien in Form von Gemeinde- und Gemarkungsauflistungen enthaltenen Informationen auf die heutige Gemarkungsstruktur übertragen.

Bei der Potenzialanalyse wurden Seitenrandstreifen entlang der Schienenstrecken berücksichtigt. Diesen nach dem EEG 2017 potenziell für die Bebauung mit PV-Freiflächenanlagen geeigneten Flächen stehen bestimmte Restriktionen entgegen, die die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen ausschließen oder einschränken. Aus unterschiedlichen Gründen nicht alle relevanten Flächenkriterien berücksichtigt werden. In vielen Fällen sind keine entsprechenden Geodaten vorhanden oder der Nutzung bzw. der Veröffentlichung der Daten stehen Datenschutz- oder Sicherheitsaspekte gegenüber. Mit Hilfe von Abstandspuffern wurden rechtlich oder technisch bedingte Mindestabstände z. B. zu Gebäuden oder Gewässern abgebildet.

Von weichen Restriktionsflächen überlagerte potenziell geeignete Flächen wurden als bedingt geeignete Potenzialflächen kategorisiert, alle anderen Flächen als geeignete Potenzialflächen.

Als Ergebnis der Potenzialberechnung wurden Flächen identifiziert, die für die Nutzung durch Freiflächen-Photovoltaikanlagen geeignet bzw. bedingt geeignet sind. Insgesamt sind in Waiblingen knapp 57,5 ha Potenzialfläche vorhanden. Davon wurden ca. 30,1 ha als "bedingt geeignet" eingestuft, d. h. diese Flächen sind auch von einem weichen Restriktionskriterium belegt, liegen also z. B. innerhalb eines Landschaftsschutzgebiets. 27,4 ha gelten als geeignet.

Im Anhang werden die Potenzialflächen in einer Karte dargestellt. Die einzelnen Flächen sind dabei entsprechend ihrer Eignung (geeignet bzw. bedingt geeignet) unterschiedlich eingefärbt.

Die ermittelten Potenziale geben einen strategischen Überblick über die Nutzungsmöglichkeiten der Photovoltaik auf Freiflächen. Wegen der im Einzelfall zu berücksichtigenden rechtlichen, technischen und infrastrukturbedingten Belange ist eine auch nur annähernd vollständige Ausschöpfung des dargestellten Flächenpotenzials nicht zu erwarten.

	FLÄCHE
	[ha]
geeignete Flächen	30,1
davon Grünland mit Baumbestand, Streuobst oder Kleingärten	2,1
davon erwartbares Bauland	3,3
Nettofläche	24,7
bedingt geeignete Flächen	27,4
davon Grünland mit Baumbestand, Streuobst oder Kleingärten	7,4
Nettofläche	20,0

Tabelle 26: Freiflächenpotenzial für Fotovoltaik EEG-Anlagen

	FLÄCHE	LEISTUNG ⁶⁶	ERTRAG ⁶⁷
	[ha]	[kW _p]	[MWh/a]
geeignete Flächen (netto)	24,7	11.700	11.100
bedingt geeignete Flächen	20,0	9.500	9.000
Summe	44,7	21.200	20.100

Tabelle 27: Installierbare Fotovoltaikleistung auf Freiflächen (EEG-Anlagen)

Die Ermittlung der Freiflächen für Waiblingen, die für eine Nutzung als Solarpark potenziell geeignet sind, ergab eine mögliche Stromproduktion von rund 20 GWh/a.

Gesamtschau

	LEISTUNG ⁶⁸ ERTRAG ⁶⁹	
	$[kW_p]$	[MWh/a]
Dachanlagen	117.200	104.400
Freiflächenanlagen	21.200	20.100
Summe	138.400	124.500

Tabelle 28: Fotovoltaikpotenzial Gebäude- und Freiflächen

Das theoretische Solartechnikpotenzial in Waiblingen beträgt damit 124.500 MWh pro Jahr, was einem Anteil von rund 43% am Gesamtstrombedarf der Stadt im Jahr 2015⁷⁰ entspricht. Für den prognostizierten Stromverbrauch im Jahr 2050 beträgt der Anteil noch 34%.

4.1.2.3. Potenziale der Solarthermie

Dachflächen von Wohngebäuden

Der Energieatlas Baden-Württemberg berechnet die Daten und Karten nur für die Installation von Photovoltaik-Modulen auf Dachflächen von Gebäuden und Bauwerken. Direkte Rückschlüsse für die Nutzung der Flächen für Solarthermie-Anlagen können daraus nicht gezogen werden.

Aufgrund der Vielzahl und der sehr stark voneinander abweichenden Aggregationsebenen der Eingangsdaten ist es nicht möglich, ein einzelnes in sich geschlossenes integrales Modell für die Potenzialermittlung aufzustellen. Hinsichtlich der solarthermisch

⁶⁶ Mögliche Installierbare Leistung

⁶⁷ hochgerechnete Ertragswerte

⁶⁸ Mögliche Installierbare Leistung

⁶⁹ hochgerechnete Ertragswerte

⁷⁰ Stromverbrauch 2015: 296 GWh; prognostizierter Verbrauch 2050: 367 GWh (s. 3.1)

substituierbaren Energiemenge, d. h. wie viel fossile Energie durch den Einsatz von Solarthermieanlagen eingespart werden kann, ist die Höhe des Endenergieverbrauchs ausschlaggebend. Diese hängt vom energetischen Zustand des Gebäudes und der klimatischen Lage ab. Der gewählte Ansatz zur Potenzialbestimmung berücksichtigt zudem den Energiebedarf der Gebäude für Raumwärme und Warmwasser.

Mit 51,6 Prozent stellen Gebäude mit einer Wohneinheit den größten Anteil der in Waiblingen vertretenen Gebäudetypen. Darunter fallen Einfamilienhäuser, Doppelhaushälften und Reihenhäuser. Weitere 20,6 Prozent sind Zweifamiliengebäude. Insbesondere für diese Gebäudetypen zeigt sich ein großes solarthermisches Potenzial, welches vielfach nicht gehoben wird. Gründe dazu sind in dem fehlenden Bewusstseins der Hauseigentümer und den unausgewogenen förderpolitischen Rahmenbedingungen mit klar betriebswirtschaftlich Vorteilen für die Photovoltaik zu sehen. In Baden-Württemberg sind 15,8% aller Einfamilienhäuser mit einer Solarthermischen Anlage versehen. ⁷¹

Der Größte Teil der Wohnungen liegt demgegenüber in Mehrfamiliengebäuden. Durch differenzierte Eigentums- und Mietverhältnisse ist dieser Gebäudetyp für die Erschließung des solarthermischen Potenzials schwieriger.

	GEBÄUDE ⁷²		WOH	NUNGEN
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Einfamilienhäuser	4.979	51,6%	4.979	20,0%
Zweifamilienhäuser	1.986	20,6%	3.972	15,9%
Mehrfamilienhäuser	2.685	27,8%	15.994	64,1%
Gesamt	9.650		24.945	

Tabelle 29: Wohngebäude in Waiblingen

Die Altersstruktur des Gebäudebestands weist eine hohe Zahl von Gebäuden auf, die vor 1986 gebaut wurden.⁷³

BAUJAHR	ANZAHL	ANTEIL
vor 1919	711	7,3%
1919 bis 1948	1031	10,6%
1949 bis 1978	4866	50,2%
1979 bis 1986	918	9,5%
1987 bis 1990	396	4,1%
1991 bis 1995	439	4,5%
1996 bis 2000	540	5,6%

⁷¹ Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2018

⁷² Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg – Regionaldaten für 2017.

⁷³ Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2018

2001 bis 2004	350	3,6%
2005 bis 2008	266	2,7%
2009 und später	171	1,8%

Tabelle 30: Altersstruktur der Gebäude

Rund 74,3% der Gebäude werden von Zentralheizungen versorgt.⁷⁴ Bei diesen Gebäuden ist eine solarthermische Anlage prinzipiell möglich. Sofern die Heizungsanlage auch die Warmwasserbereitung einschließt. Aussagen dazu sind in den Statistiken nicht erhoben.

HEIZUNGSART	ANZAHL	ANTEIL
Fernheizung (Fernwärme)	307	3,2%
Etagenheizung	921	9,5%
Blockheizung	68	0,7%
Zentralheizung	7195	74,3%
Einzel-oder Mehrraumöfen	1176	12,1%
keine Heizung im Gebäude	21	0,2%

Tabelle 31: Beheizungsart der Gebäude

Die Potenzialermittlung der substituierbaren Energiemengen durch solarthermische Anlagen erfolgt für solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. Ziel der Anlagen ist es, hohe solarthermische Deckungsanteile zu erzielen.

Der Warmwasserbedarf eines Gebäudes hängt im Wesentlichen von der Belegungszahl, dem personenspezifischen Warmwasserverbrauch und dem Temperaturniveau ab. Diese Werte liegen jedoch als statistische Werte nicht vor. Für die Berechnung werden flächenspezifische Werte in Abhängigkeit des Gebäudetyps angesetzt. Hiermit wird unterstellt, dass größere Gebäude eine höhere Personenbelegung und damit einen höheren Wert für den Warmwasserbedarf aufweisen. ⁷⁵ Der solarthermisch substituierbare Endenergieanteil für die Warmwasserbereitstellung wird für die einzelnen Gebäudekategorien jeweils pauschal angesetzt. Bei Mehrfamiliengebäuden ist der Deckungsanteil geringer, da hier spezielle Regelungen zur Vermeidung von Legionellen in den meisten Fällen vorgeschrieben sind, die das Temperaturniveau erhöhen und damit den solaren Deckungsanteil einschränken.

⁷⁴ Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2018

⁷⁵ Vgl. Conradini, R. Regional differenzierte Solarthermie-Potenziale für Gebäude mit einer Wohneinheit. Dissertation, München 2013

	EFH	ZFH	MFH
	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]
WW-Bedarf	12,2	13,1	13,8
Solarthermisch substituierbarer Anteil	9,8	9,8	8,3

Tabelle 32: Warmwasserbedarf von Wohngebäuden nach Gebäudeart

Ausgehend von statistischen Werten zum Gesamtenergieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser werden den Typgebäuden flächenspezifische Verbrauch zugewiesen.

	EFH	ZFH	MFH
	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]
vor 1919	161,2	148,0	112,3
1919 bis 1948	158,2	142,0	109,2
1949 bis 1978	164,6	155,0	115,7
1979 bis 1986	158,4	153,0	112,5
1987 bis 1990	145,0	133,0	100,9
1991 bis 1995	138,4	130,0	97,2
1996 bis 2000	123,6	120,0	88,0
2001 bis 2004	105,8	101,0	74,8
2005 bis 2008	88,0	82,0	61,6
2009 und später	67,0	61,0	46,5

Tabelle 33: Wärmebedarf von Wohngebäuden nach Baujahr

Der Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude beträgt rund 255.237 MWh/a. Dieser Wert bildet die Referenz zum solarthermischen Potenzials für Wohngebäude.

	RAUMWÄRME	WARMWASSER	GESAMT
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
EFH	72.554	7.103	79.657
ZFH	45.202	5.073	50.275
MFH	108.223	17.081	125.304

Tabelle 34: Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude

Der solarthermisch substituierbare Endenergieanteil der Gebäudetypen hängt im Wesentlichen vom Ertrag der Solaranlage und dem relativ gleichzeitigen Wärmebedarf des Gebäudes ab. Hierzu wurden an anderer Stelle⁷⁶ Solarenergieerträge für unterschiedliche Gebäudetypen und Baujahren ermittelt, die auf die Verhältnisse in Waiblingen entsprechend übertragen wurden. Der solarthermische Deckungsanteil für die Raumwärme variiert dabei zwischen 13,5% und 37,1%.

⁷⁶ Wüstenrot Stiftung (Hrsg.): Technik, Potenziale, Wirtschaftlichkeit und Ökobilanz für solarthermische Systeme. Ludwigsburg, 2014

	EFH	ZFH	MFH
	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]	[kWh/m²a]
vor 1919	37,1	37,0	21,3
1919 bis 1948	30,1	31,2	16,4
1949 bis 1978	31,3	32,6	18,5
1979 bis 1986	33,3	33,7	20,3
1987 bis 1990	26,1	25,3	16,1
1991 bis 1995	27,7	29,9	15,6
1996 bis 2000	29,7	33,6	17,6
2001 bis 2004	28,6	32,3	17,2
2005 bis 2008	27,3	30,3	16,6
2009 und später	22,8	25,0	13,5

Tabelle 35: Spezifischer Wärmebedarf nach Gebäudeart und Baujahr

Insgesamt ergibt sich folgende Übersicht über das Solardachpotenzial für Solarthermie in Waiblingen:

	FLÄCHE	ERTRAG ⁷⁷	ANTEIL ⁷⁸
	[m²]	[MWh/a]	[%]
Installierte Anlagen	7.600 ⁷⁹	3.060	1,280
Mögliche installierbare Anlagen	102.800 ⁸¹	45.500	17,8
Ausnutzung des technischen Potenzials		6,7%	

Tabelle 36: Solardachpotenzial für Solarthermie in Wohngebäuden in Waiblingen

Von solarthermischen Anlagen können rund 45.500 MWh Wärme für Raumheizung und Warmwasser bei knapp drei Viertel aller Wohngebäude erzeugt werden. Der Anteil der Solarthermie am Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude liegt dann bei 17,8%. Insgesamt wird dazu eine Kollektorflächen von 102.800 m² benötigt. Bisher ist dieses Potenzial erst zu 6,7% ausgenutzt.

Solarthermische Großanlagen

Solarthermie ist in Deutschland überwiegend auf Hausdächer, vorherrschend auf Einund Zweifamilienhäusern, verbreitet. Zur kostengünstigen und großtechnischen Integration der Solarthermie bietet sich die Nutzung in Wärmenetzen an. Solarthermische Großanlagen werden in Verbindung mit Wärmenetzen betrieben und speisen parallel zu anderen Wärmeerzeugern die Wärme in ein Nah- oder Fernwärmenetz ein.

⁷⁷ Entsprechend dem Anteil am Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude.

⁷⁸ Anteil am Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude

⁷⁹ Bei durchschnittlich 400 kWh/m² Apperturfläche.

⁸⁰ Entsprechend: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2016. Erste Abschätzung, Stand April 2017

⁸¹ Bei 320 bis 410 kWh/m² Apperturfläche.

Diese werden auch als solare Nahwärme oder solare Fernwärme bezeichnet. Dänemark ist Vorreiter bei dieser Technik. Dort kommen solche Anlagen mit einer Leistung bis zu 100 Megawatt und Kollektorflächen von bis zu 150.000 m² bereits zum Einsatz. Die meisten Anlagen haben eine Größe von ca. 5.000-10.000 m² Kollektorfläche. In Deutschland sind solarthermische Großanlagen noch selten. Insgesamt wurden im Bundesgebiet bis 2016 solarthermische Großanlagen mit 48.700 m² Kollektorfläche in Verbindung mit Wärmenetzen installiert. Über die Hälfte davon befindet sich in Baden-Württemberg. 82

Üblicherweise deckt die thermische Solaranlage den Sommerbedarf und dient damit hauptsächlich zur Trinkwassererwärmung während der Sommermonate. Mit einem Wärmespeicher kann die Anlage sowohl zur Trinkwassererwärmung als auch zur Heizwärmebereitstellung dienen. Den Rest der benötigten Wärme stellen weitere Wärmeerzeuger bereit, beispielsweise ein Biomasseheizkessel, eine KWK-Anlage oder Wärmepumpen. Die Kollektorfelder werden auf Freiflächen installiert oder in Gebäudedachflächen integriert. Die Auslegung der Solaranlage richtet sich im Wesentlichen nach dem angestrebten solaren Deckungsanteil am jährlichen Gesamtwärmebedarf. Meist deckt die Solarwärme allerdings nur einen Teil des Wärmebedarfs, üblich ist ein solarer Deckungsgrad von etwa 5 % bis gut 50 %. Solare Großanlagen haben unter allen erneuerbaren Energien der größten Energieertrag pro Fläche.

Im Fall der solaren Wärmeerzeugung fallen die wesentlichen Kosten bei der Anschaffung an; hingegen sind die operativen Kosten in der Betriebsphase sehr gering. Bei größeren Solarthermieanlagen können die Wärmegestehungskosten bei 5 Cent pro Kilowattstunde liegen. Mit Einbezug der Förderung durch den Bund und das Land Baden-Württemberg sind sogar 3 Cent pro Kilowattstunde möglich. Wesentlichen Voraussetzungen dazu sind die Anlagengröße (>1 MWth), eine einfache Anlagentechnik, solare Deckungsanteile an der Gesamtwärmeerzeugung unter 20 % sowie geeignete Netztemperaturen. Da keine Brennstoffkosten anfallen, sind die solaren Wärmegestehungskosten stabil und ab dem ersten Betriebstag für die nächsten 25 Jahre bekannt.

Eine der größten Herausforderungen liegt im Flächenbedarf großer Solarthermieanlagen. Es müssen geeignete und günstige Flächen möglichst in Orts- oder Heizwerksnähe gefunden werden. Aufgrund von Energieverlusten der Wärmeleitung und hohen Kosten für den Bau müssen solarthermische Großanlagen innerhalb weniger Kilometer zu den Wärmeverbrauchern errichtet werden und sehen damit in Flächenkonkurrenz zu anderen Belangen. Dies erfordert ein sorgfältiges und strukturiertes Vorgehen bei der Projektentwicklung.

⁸² Quelle: www.solar-district-heating.eu/en/plant-database/

Das Raumordnungsgesetz des Bundes und die Landes-Planungsgesetze enthalten keine gesonderten Vorgaben zur Steuerung für Freiflächen-Solaranlagen. Bei den allgemeinen Vorgaben zur Konkretisierung von Raumordnungsplänen findet man einige Präzisierungen:⁸³

- Die Versorgung u.a. mit Infrastrukturen der Daseinsvorsorge ist zu gewährleisten
- Räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist dadurch Rechnung zu tragen, dass die räumlichen Voraussetzungen für den Ausbau erneuerbarer Energien geschaffen werden
- Sichere Standorte und Trassen für Infrastruktur sind festzulegen, wozu auch Versorgungsinfrastruktur zählt (Regelungen möglich und sinnvoll gem. § 8 Abs. 5 S. 1 Nr. 3 lit. b) ROG

Zum Potenzial solarthermische Großanlagen können Aussagen erst durch die Entwicklung von Szenarien erfolgen, die gleichfalls den Ausbau der Wärmenetze und entsprechende Flächenerschließungen betrachten.

Solarthermie in Industrie und Gewerbe

Der industrielle Sektor bietet mit seinem hohen und über das Jahr konstant anfallenden Wärmeverbrauch sehr gute Randbedingungen für solare Prozesswärme. Der Begriff solare Prozesswärme beschreibt die Nutzung von Solarwärme bei der Bereitstellung industriell und gewerblich genutzter Wärme. Gut 20 % des industriellen Wärmebedarfs werden unterhalb von 100 °C verbraucht. Solarthermische Anlagen sind immer dort besonders interessant, wo Wärme im gewerblichen Prozess auf relativ niedrigem Niveau benötigt wird. Mit marktverfügbarer Kollektortechnik kann Wärme bis etwa 100 °C solarthermisch sinnvoll bereitgestellt werden.

Trotz des noch verhältnismäßig neuen Anwendungsgebietes, gibt es weltweit über 1.000 Anlagen, die in Industrie und Gewerbe solare Prozesswärme bereitstellen. Allein in Deutschland existieren bereits über 200 Anlagen.⁸⁴

Solarthermie kann im verarbeitenden Gewerbe entweder auf System- oder auf Prozessebene eingebunden werden. Bei der Einbindung auf Prozessebene liefern die erneuerbaren Technologien Wärme mit der nötigen Prozesstemperatur, die im jeweiligen Prozess direkt verwendet wird. Bei der Integration auf Systemebene ergänzen oder ersetzen die erneuerbaren Technologien die bestehende konventionelle Energieversorgung. Wärme wird zentral bereitgestellt und mit bestehender Infrastruktur auf

⁸³ Vgl. Hamburg Institut Research gemeinnützige GmbH (Hrsg.): Planungs- und Genehmigungsleitfaden für Freiflächen-Solarthermie in Baden-Württemberg, 2016

⁸⁴ Quelle: www.solare-prozesswärme.info

verschiedene Prozesse mit unterschiedlichen Anforderungen verteilt.⁸⁵ Die Entscheidung, mit welchem Integrationskonzept gearbeitet wird, muss unternehmens- und prozessspezifisch erfolgen.

Auf Prozessebene gibt es beispielsweise Bedarf an Warmwasser für Reinigungszwecke in Betrieben der Lebensmittelbranche. Auch in Wäschereien wird Warmwasser für den Waschprozess benötigt. Dieser Bedarf kann gut durch Solarthermie gedeckt werden. Die Vielzahl von unterschiedlichen Wärmeverbrauchern erschwert die Identifikation geeigneter Integrationspunkte, die hydraulische Einbindung von Solarwärme sowie die Auslegung von Kollektorfläche und Speicher. Auf standardisierte Systeme wie im Bereich der Trinkwarmwasserbereitstellung oder Heizungsunterstützung kann dabei nicht zurückgegriffen werden.

Gute Einsatzmöglichkeiten bieten Betriebe mit niedriger Temperaturanforderungen in Prozessen oder Querschnittstechnologien. Neben Wasch- und Reinigungsaufgaben stehen dabei Prozesse der metallurgischen Behandlung (Beizen, Chromatieren, Entfetten), im Textilgewerbe (Bleichen, Färben, Trocknen) und der Landwirtschaft im Fokus. Im Vergleich zu Anwendungen in Haushalten variieren die Anlagenkonzepte in Industrie und Gewerbe wesentlich stärker. Da sich die in den Betrieben anwendbare solarthermische Anlagentechnik deutlich unterscheiden kann, können keine allgemeingültigen Angaben zu dem zu erwartenden Nutzen gemacht werden.

Aussagen zum Solarpotenzial in Industrie und Gewerbe erfordert die Analyse jedes einzelnen Betriebes, die Identifikation der dortigen relevanten Wärmeverbrauchern und die Auswahl geeigneter Integrationspunkte für Solarwärme. Erst dann kann die Vorauslegung von Kollektorflächen und Speicher und eine Ertragsabschätzung erfolgen.

Gesamtschau

	KOLLEKTORFLÄCHE	ERTRAG
	[m²]	[MWh/a]
Wohngebäuden	102.800	45.500
Solare Großanlagen	derzeit keine Aussage möglich	
Industrie und Gewerbe	derzeit keine Aussage möglich	

Tabelle 37: Solardachpotenzial für Solarthermie in Waiblingen

⁸⁵ Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung (Hrsg.): Planungsleitfaden - Integration von Solarthermie und Wärmepumpen in industrielle Prozesse

Von solarthermischen Anlagen können rund 45.500 MWh Wärme für Raumheizung und Warmwasser bei knapp drei Viertel aller Wohngebäude erzeugt werden. Der Anteil der Solarthermie am Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude liegt dann bei 17,8%. Insgesamt wird dazu eine Kollektorflächen von 102.800 m² benötigt. Bisher ist dieses Potenzial erst zu 6,7% ausgenutzt.

Nicht berücksichtigt sind solarthermische Großanlagen. Zum Potenzial dieser Anlagen können Aussagen erst durch die Entwicklung von Szenarien erfolgen, die gleichfalls den Ausbau der Wärmenetze und entsprechende Flächenerschließungen betrachten.

Auch zum Potenzial der Solarthermie in Industrie und Gewerbe kann derzeit keine Aussage gemacht werden,

4.1.3. Wasserkraft potenzial

In der Bundesrepublik beträgt der Anteil der Wasserkraft an der Stromerzeugung circa 3,4 Prozent, was einer Energiemenge von etwa 20.000 GWh im Jahr entspricht. ⁸⁶ Bei der Stromerzeugung ist die Wasserkraft derzeit die bedeutendste erneuerbare Energiequelle in Baden-Württemberg. Hier entspricht der Anteil der Wasserkraft etwa 7,3% mit einer Energiemenge von 4.400 GWh im Jahr.

Der weitere Ausbau der Wasserkraft birgt jedoch Konflikte mit der Gewässerökologie und der Fischerei. Um die beiden Zielsetzungen "Ausbau der erneuerbaren Energien" einerseits und "gewässerökologische Verbesserungen im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie" andererseits so weit wie möglich in Einklang zu bringen, hat die Landesregierung die Verwaltungsvorschrift zur gesamtökologischen Beurteilung von Wasserkraftanlagen erstellt. Sie enthält ergänzende Regelungen zur Auslegung der Vorschriften des Wasserrechts, des Naturschutzrechts, der Umweltverträglichkeitsprüfung und des Fischereirechts für Anlagen bis 1000 kW.

Ein Neubau einer Wasserkraftanlage an freifließenden Strecken wird vor dem Hintergrund der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme und im Hinblick auf den guten ökologischen Zustand nur in Ausnahmefällen zugelassen werden können. Eine Zulassung der Wasserkraftnutzung kann vor allem an bestehenden Querbauwerken ermöglicht werden, wo die Nutzung als emissionsfrei regenerative Energie in der Gesamtschau zu einem

⁸⁶ Quelle: AGEE-Stat: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Zahlen für 2018

Positiveffekt führt. Bei Neuerteilung oder der zulassungspflichtigen Erweiterung von Wasserkraftanlagen werden der Mindestabfluss und die Durchgängigkeit sowie die Reglungen zum Natur- und Fischartenschutz und zur Überwachung in der wasserrechtlichen Entscheidung festgelegt.

4.1.3.1. Status quo Wasserkraft in Waiblingen

Nutzung der Wasserkraft

Auf dem Gemarkungsgebiet von Waiblingen sind fünf Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 340 kWh installiert⁸⁷.

NAME DER ANLAGE	ANLAGENDATEN		N
	Fallhöhe	Mittlerer Abfluss des Gewässers	Installierte Leistung
	[m]	[m ³ /s]	[kW]
Geheime Mühle T 12 Waiblingen-Beinstein	2,56	6,658	77
Hahn`sche Mühle T 13 Waiblingen	1,30	6,882	21
Häckermühle T 15 Waiblingen	3,50	6,882	138
Hegnach Mühle T 18 Waiblingen-Hohenacker	2,40	6,964	42
Vogelmühle T 19 Waiblingen-Hohenacker	1,67	6,964	53

Tabelle 38: Wasserkraftanlagen in Waiblingen

Insgesamt wurden in den Wasserkraftwerken zwischen 760 MWh und 1.000 MWh Strom hergestellt.

JAHR	ERTRAGSDATEN		
	Vermarktet StWWN	Einspeisung Amprion-Netz	Gesamt
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
2012	477.292	286.093	763.385
2013	332.639	678.441	1.011.080
2014	296.010	557.808	853.818
2015	254.514	434.069	688.583
Mittelwert			829.217

Tabelle 39: Ertragsdaten Wasserkraft 2012-2015

Bauwerke in Fließgewässer

Daneben sind folgende Bauwerke verbaut:88

⁸⁷ Quelle: Energieatlas Baden-Württemberg. Gemeinsames Internet-Portal des Umweltministeriums und der LUBW

⁸⁸ ebenda

NAME DER ANLAGE	ANLAGENDATEN		
	Fallhöhe	Mittlerer Abfluss des Gewässers	Installierte Leistung
	[m]	[m ³ /s]	[kW]
Rienzhofer Mühle T 57 Waiblingen-Bittenfeld außer Betrieb	4,91	0,267	9
AB WinnBreunlingsw. / Gew. Waldwiesen	0	0,091	
AB WaiblHohenacker / Helpertswiesen	0	0,022	
SS Waiblingen / Bachstraße	0	0,351	
SB WaiblBittenfeld / Schillerstr.	0	0,351	
SS WaibBittenfeld/Ortsende	0	0,351	
AB Waiblingen / Am Kätzenbach	1	0,008	

Tabelle 40: Bauwerke in Fließgewässer in Waiblingen

4.1.3.2. Potenziale der Wasserkraft

Zur Ermittlung des Ausbaupotenzials der Wasserkraft in Waiblingen wurde auf eine Studie zum Ausbaupotenzial der Wasserkraft im Einzugsgebiet des Neckars zurückgegriffen, die im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg erstellt wurde. ⁸⁹ Die im Rahmen dieser Studie ermittelten Potenziale für einzelne Standorte wurden mittels eines standardisierten Verfahrens errechnet. Zur Ermittlung der Wasserkraftpotenziale wurden an fischökologischen Erfordernissen orientierte standardisierte Festlegungen zu ökologischen Abflüssen getroffen, insbesondere anhand des Wasserkrafterlasses Baden-Württemberg.

Aus den Untersuchungsergebnissen wurde der mögliche Stromertrag in MWh/a je Wasserbauwerk berechnet. Dabei wurden technische, ökonomische und ökologische Faktoren berücksichtigt.

Auf dem Gemarkungsgebiet von Waiblingen sind fünf Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 340 kWh installiert⁹⁰.

⁸⁹ Heimerl, S., et al..: Ausbaupotenzial der Wasserkraft bis 1.000 kW im baden-württembergischen Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele. 2016

⁹⁰ Quelle: Energieatlas Baden-Württemberg. Gemeinsames Internet-Portal des Umweltministeriums und der LUBW

NAME DER ANLAGE	ANLAGENDATEN		
	Installier- bare Leistung	Mögliche Volllast- stunden	Mögliche Jahres- arbeit
	[kW]	[h]	[MWh/a]
Geheime Mühle T 12 Waiblingen-Beinstein	118	4512	531
Hahn`sche Mühle T 13 Waiblingen	61	4550	280
Häckermühle T 15 Waiblingen	176	4695	826
Hegnach Mühle T 18 Waiblingen-Hohenacker	115	4569	524
Vogelmühle T 19 Waiblingen-Hohenacker	80	4569	365
Rienzhofer Mühle T 57 Waiblingen-Bittenfeld	9	753	7

Tabelle 41: Wasserkraftpotenzial

Die mögliche zusätzlich Jahresarbeit berechnet sich durch die potenzielle theoretische Jahresarbeit im Ausbauzustand und der theoretischen Jahresarbeit im Istzustand:

NAME DER ANLAGE	THEORETISCHE ERTRÄGE		
	lst- Zustand ⁹¹	Ausbau- zustand ⁹²	Möglicher Zuwachs
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
Geheime Mühle T 12 Waiblingen-Beinstein	347	531	184
Hahn`sche Mühle T 13 Waiblingen	96	280	184
Häckermühle T 15 Waiblingen	648	826	178
Hegnach Mühle T 18 Waiblingen-Hohena- cker	192	524	332
Vogelmühle T 19 Waiblingen-Hohenacker	242	365	123
Rienzhofer Mühle T 57 Waiblingen-Bittenfeld	0	7	7
Summe	1525	2526	1001

Tabelle 42: Möglicher Zuwachs der Erträge bei der Wasserkraft

Da die Jahresarbeit im Ist-Zustand gegenüber dem errechneten theoretischen Wert rund 46% niedriger liegt, müssen die Errechneten Werte um diesen Anteil korrigiert werden.

⁹¹ Die theoretische Jahresarbeit im Ist-Zustand berechnet sich nach der installierten Leistung und der Vollbenutzungsstunden.

⁹² Die theoretische Jahresarbeit im Ausbau-Zustand berechnet sich nach der installierbaren Leistung und der Vollbenutzungsstunden.

FR\M/A	RTRARF	FRTRAGE

	lst-	Ausbau-	Möglicher
	Zustand	zustand	Zuwachs
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
Summe theoretischer Erträge	1525	2526	1001
Mittelwert 2012 – 2015	829	-	-
Summe erwartbarer Erträge	-	1373	544

Tabelle 43: Erwartbare Erträge bei der Wasserkraft

Das Wasserkraftpotenzial in Waiblingen beträgt etwa 1.400 MWh pro Jahr, was einem Anteil von rund 0,5% am Gesamtstrombedarf der Stadt entspricht. Das Ausbaupotenzial beträgt rund 540 kWh.

Die Ausbaupotenziale aller Anlagen werden unter wirtschaftlicher Betrachtung bei den derzeit herrschenden Rahmenbedingungen als grenzwertig angesehen.

4.1.4. Windkraft potenzial

In der Bundesrepublik beträgt der Anteil der Windkraft an der Stromerzeugung knapp 19 Prozent, was einer Energiemenge von etwa 111.000 GWh im Jahr entspricht⁹³. Bei der Stromerzeugung ist die Windkraft derzeit die bedeutendste erneuerbare Energiequelle in Deutschland. In Baden-Württemberg lieferten zum Jahresende 2018 720 Windkraftanlagen erneuerbaren Strom. Hier entspricht der Anteil der Windkraft etwa drei Prozent mit einer Energiemenge von knapp 2.000 GWh im Jahr.⁹⁴

Neben der großen Wasserkraft und großen Photovoltaikfreiflächenanlagen ist die Windenergie an Land unter den erneuerbaren Energien die kostengünstigste Technologie zur Bereitstellung von Strom. Der Ausbau der Windenergie bietet damit herausragende Möglichkeiten zur Minderung von Treibhausgas. Während des Betriebs erzeugen die Anlagen keinerlei Schadstoffemissionen, wie zum Beispiel Staub, Stickoxide oder Schwefeldioxid. Binnen eines Jahres stellen sie die zu ihrer Herstellung benötigte Energie bereit

Um den Anteil der Windkraft an der Energiebereitstellung zu erhöhen, hat das damalige Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg das Landesplanungsgesetz geändert und die Rahmenbedingungen für den raschen Ausbau der Windkraft geschaffen. Der Windenergieerlass bietet ergänzend dazu eine praxisorientierte Handreichung und Leitlinie. Der Ausbau der Windkraft birgt jedoch Konflikte. Windenergieanlagen haben schon allein wegen ihrer Größe zwangsläufig eine herausgehobene Stellung.

⁹³ Quelle: AGEE-Stat: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland

⁹⁴ Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. Bruttostromerzeugung seit 2003 nach Herkunft

4.1.4.1. Status quo Windkraft in Waiblingen

Nutzung der Windkraft

Auf dem Gemarkungsgebiet von Waiblingen sind keine Windkraftanlagen installiert.

4.1.4.2. Potenziale der Windkraft

Der Energieatlas Baden-Württemberg zeigt Daten und Karten zu bestehenden Windkraftanlagen und ermittelten Potenzialflächen. Die Karte der Potenzialflächen zeigt Flächen, die sowohl hinsichtlich ihrer rechtlichen Nutzung als auch hinsichtlich ihrer Windhöffigkeit für Windenergieanlagen geeignet oder bedingt geeignet sind.

Bei der Ermittlung der Potenzialflächen für die Windenergienutzung und bei der Berechnung des sich ergebenden möglichen Energieertrags wurde weitgehend der Kriterienkatalog des Windenergieerlasses angewendet. Kriterien zu regionalplanerischen Festlegungen wie z. B. Grünzüge, Erholungswälder mit Rechtsverordnung oder Restriktionen wie der Richtfunk sind dabei nicht berücksichtigt.

In der Kartendarstellung sind für Waiblingen Potenzialflächen auf der Boucher Höhe mit einer mittleren Windgeschwindigkeit von mindestens 6,0 m/s in 140 m Höhe über Grund aufgeführt. Das Gebiet ist eine Exklave der Stadt Waiblingen auf einem Höhenzug oberhalb der Gemeinden Korb, Remshalden und Weinstadt.

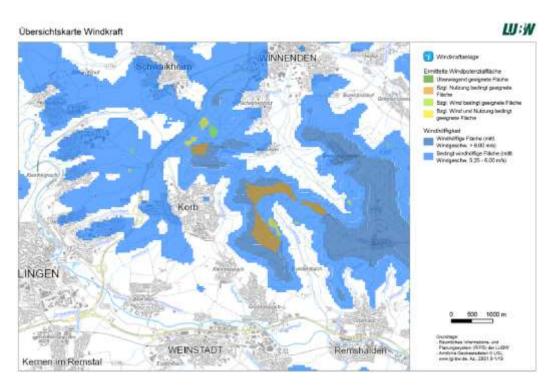


Abbildung 27: Potenzialflächen Windkraft für Waiblingen⁹⁵

Der flächendeckende regionalen Grünzugs in der Region Stuttgart erfordert eine Festlegung von Vorranggebieten zur Windenergienutzung. Mit der Festlegung von Vorranggebieten soll der Ausbau der Windenergienutzung gesteuert werden. Bei der Entwicklung des Regionalplans wurden potenziell geeignete Gebiete durch die Regionalversammlung bestimmt. Die Fortschreibung kann jedoch erst abgeschlossen werden, wenn die bei manchen Gebieten erforderlichen Landschaftsschutzgebiets-Änderungsverfahren durchgeführt wurden.

Das Landratsamt Rems-Murr-Kreis ist jedoch für das Gebiet Buocher Höhe nicht in die Prüfung eingestiegen, da die Deutsche Flugsicherung schwere Bedenken an Windrädern auf der Buocher Höhe geäußert hat. Das Bundesamt für Flugsicherung beruft sich dabei auf eine Schutzzone von 15 Kilometern um Drehfunkfeuer. Windkraftanlagen innerhalb dieses Radius können die Arbeit des bei Affalterbach stationierten Drehfunkfeuers stören.

⁹⁵ Quelle: Daten aus dem Umweltinformationssystem (UIS) der LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg: Energieatlas Baden-Württemberg. Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19

Mit dem Beschluss der Regionalversammlung vom 7.11.2018 steht der Standort Buocher Höhe nicht mehr auf der Liste der Vorranggebiete für den Bau von Windenergieanlagen.

Die Buocher Höhe war auch der Standort, der bei Weitem die heftigsten Auseinandersetzungen zwischen Windkraft-Befürwortern und Gegnern ausgelöst hat.

Ob dieses Hindernis der Flugsicherung auch zukünftig so gegeben ist, bleibt offen.

Nach Planungen der Stadtwerke können dort fünf Windräder erstellt werden, die den gesamten Privatstrom produzieren, der in Waiblingen verbraucht wird.

Das theoretische Windkraftpotenzial in Waiblingen beträgt damit rund 90.000 MWh pro Jahr, was einem Anteil von rund 30% am Gesamtstrombedarf der Stadt entspricht.

4.1.5.Geothermiepotenzial

Geothermie kann durch verschiedene technische Verfahren genutzt werden. Prinzipiell wird bei der Geothermie zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie unterschieden.

Insgesamt gibt es in der Bundesrepublik 37 Anlagen in Betrieb, die das tiefe geothermische Potenzial nutzen. Der Anteil an der Stromerzeugung von 0,162 TWh am Gesamtstromverbrauch liegt bei unter 0,1%Bei der Wärmeerzeugung aus tiefer Geothermie entspricht der Anteil unter 0,3%...⁹⁶ In Baden-Württemberg liegt dieser bei 0,4%.⁹⁷

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie ist dagegen verbreitet. Diese nutzt den Untergrund bis zu einer Tiefe von ca. 400 m und Temperaturen bis 25°C für das Beheizen und Kühlen von Gebäuden. Hierzu wird die Wärme aus dem Erdreich und oberflächennahem Gestein oder aus dem Grundwasser gewonnen. 2017 betrug der Anteil an Geothermieanlagen in neu gebauten Gebäuden 7,8%, bei Wohngebäuden rund 10,5%. 98

Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie werden in den Energiebilanzen nicht separat aufgeführt. Es werden lediglich Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von Umweltwärme im Allgemeinen, d. h. mit Nutzung von Luft, Grundwasser oder oberflächennaher Geothermie mit 1.345 GWh und einem Anteil von 7,5% an der Wärmeerzeugung in Baden-Württemberg benannt.⁹⁹

⁹⁶ Quelle: Statistisches Jahrbuch 2018 - Kapitel 22 Energie

⁹⁷ Quelle: ZSW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017. Erste Abschätzung, Stand April 2018

⁹⁸ Quelle: Destatis: Baugenehmigungen / Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, 2017

⁹⁹ Quelle: ZSW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017. Erste Abschätzung, Stand April 2018

Die geologischen Verhältnisse für die geothermische Nutzung von warmen und heißen Tiefenwässern (mit einem wirtschaftlich interessanten Temperaturniveau über 40 °C) sind im Rems-Murr-Kreis nicht günstig einzuschätzen. ¹⁰⁰ Auf eine Bertachtung diese Potenzials wird daher verzichtet.

4.1.5.1. Status quo Geothermie in Waiblingen

Nutzung der Geothermie

Auf dem Gemarkungsgebiet von Waiblingen sind geothermische Anlagen, die beim Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau gemeldet sind, im Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) verzeichnet. Zu bestehenden Erdwärmesondenanlagen in Waiblingen zeigt die Karte die ungefähren Standorte.

¹⁰⁰ Vgl. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie: Kreisweites integriertes Klimaschutzkonzept für den Rems-Murr-Kreis, 2012. Quelle: Schellschmidt & Stober 2008

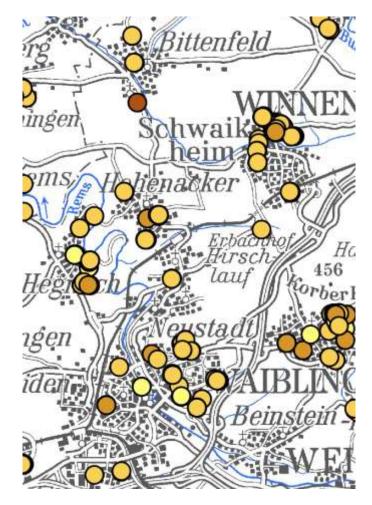


Abbildung 28: Standorte von Geothermiebohrungen¹⁰¹ ©Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

4.1.5.2. Potenziale der Geothermie

Geothermische Energie ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde. 102 Sie steht generell überall und jederzeit zur Verfügung und ist bei sachgerechter Bewirtschaftung praktisch unerschöpflich. Das nutzbare Potenzial der oberflächennahen Geothermie hat neben Einschränkungen infolge der Auswirkungen von Bohrungen oder Umweltrisiken auch Restriktionen auf der Abnehmerseite.

Folgende Sachverhalte schränken die Nutzung von Geothermie ein:

- Bergrechtliche Aspekte
- o Regelungen des Lagerstättengesetzes

¹⁰¹ Quelle: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

¹⁰² VDI-Richtlinie 4640

Wasserwirtschaftliche Aspekte

Bei der Planung und der Durchführung der Bohrung sind geologische und hydrogeologische Verhältnisse zu beachten. Um Kenntnisse über das Oberflächennahe geothermische Potenzial zu erlangen, hat das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau das Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (I-SONG) erstellt. Mit Hilfe der darin befindlichen Karten kann herausgefunden werden, in welchen Gebieten mit Beschränkungen bei der Bohrung von Erdwärmesonden oder der Verlegung von Erdkollektoren zur rechnen ist. Für Gebiete, in denen tiefer als 40 m gebohrt werden darf, werden auch die zu erwartende spezifische Wärmeentzugsleistung angegeben.

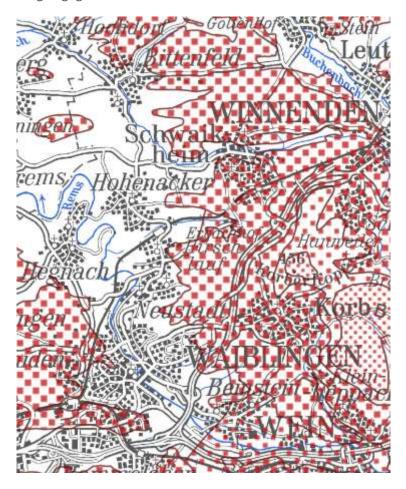


Abbildung 29: Bohrtiefenbegrenzungen¹⁰³ © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

¹⁰³ Quelle: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

In Waiblingen bestehen teils schwierige geologische und hydrogeologische Verhältnisse. Bohrtiefenbegrenzungen sind besonders häufig. Das Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) weist Bohrtiefenbegrenzungen in weiten Teilen der Kernstadt, in Beinstein, Neustadt und von Bittenfeld aus.

Unter bestimmten hydrogeologischen Voraussetzungen kann z.B. bei Bohrarbeiten das Grundwasser über die Erdoberfläche ansteigen. Dies geschieht, wenn das Grundwasser im Untergrund artesisch gespannt ist. Derartige Verhältnisse sind im Talbereich der Rems häufig. Beim Antreffen von artesisch gespanntem Grundwasser ist mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen, ob und wie eine Erdwärmesonde eingebaut werden kann



Abbildung 30: Artesische Grundwasserverhältnisse¹⁰⁴ © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Aus Gründen des Grundwasserschutzes dürfen Erdwärmesonden Wasserschutzgebieten grundsätzlich nicht gebohrt werden. Wasser- und Heilquellenschutzgebiete

¹⁰⁴ Quelle: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

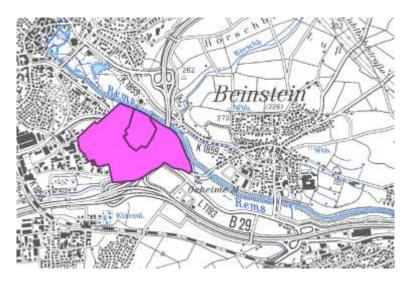


Abbildung 31: Wasserschutzgebiet südlich der Rems¹⁰⁵ © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

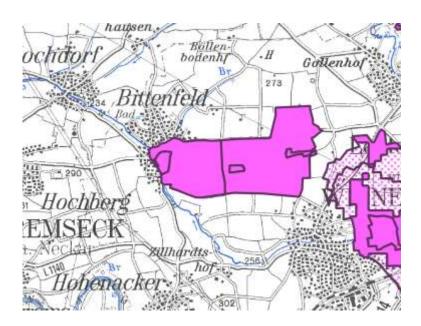


Abbildung 32: Wasserschutzgebiet Zipfelbach¹⁰⁶ © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

In weiten Teilen des Siedlungsgebietes ist mit mittlerer Effizienz von Bohrsonden zu rechnen.

¹⁰⁵ Quelle: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

 $^{^{106}}$ Quelle: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

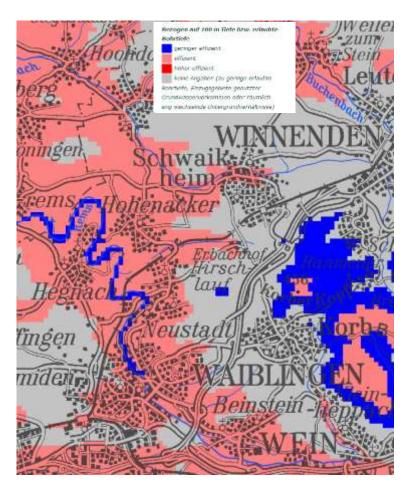


Abbildung 33: Geothermisches Potenzial¹⁰⁷
© Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Die Leistung einer oberflächennahen Geothermieanlage hängt vor allem vom Wärmebedarf und Temperaturniveau des zu beheizenden Gebäudes ab. Mit den einzelnen oberflächennahen geothermischen Nutzungssystemen lässt sich fast immer der jeweilige Wärmebedarf eines Wohnhauses decken. Jedoch ist nicht jedes System überall einsetzbar. Erdwärmekollektoren benötigen grundsätzlich große unbeschattete Areale, die vor allem im dicht besiedelten, städtischen Bereich nicht zur Verfügung stehen. Erdwärmesonden benötigen zwar weniger Platz, einzelne Bohrungen können sich jedoch gegenseitig beeinflussen, so dass auch hier Abstände zueinander eingehalten werden müssen. Um zu verhindern, dass sich benachbarte Erdwärmeanlagen gegenseitig beeinflussen, sollte die Temperaturänderung auf dem eigenen Grundstück weitgehend abklingen. Daher wird ein Mindestabstand zur Grundstücksgrenze von min-

¹⁰⁷ Quelle: Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG)

destens 5,0 m bzw. 6,0 m empfohlen. Bei einer Vielzahl benachbarter Erdwärmesondenanlagen in Wohngebieten sollten die gegenseitige Beeinflussung ermittelt und die Abstände und die Tiefen der Sonden optimiert werden.

Allgemein ist zu berücksichtigen, dass beim Einsatz der Erdwärme im Sinne einer effizienten Energienutzung das Gesamtsystem der Heizungsanlage betrachtet werden sollte. Dies bedeutet, dass die Vorlauftemperatur der Heizkreise möglichst niedrig gehalten wird. Zu erreichen ist dies durch einen guten Wärmeschutz der Gebäudehülle und großen Heizflächen. In Neubauten muss dies in den Planungen berücksichtigt werden. Bestandsgebäude sollten zunächst energetisch saniert und damit auf einen guten energetischen Stand gebracht werden. Hierdurch können die Voraussetzungen für einen effizienten Betrieb von Wärmepumpen und damit auch von geothermischen Anlagen deutlich verbessert werden. Zudem sind sofortige Energieeinsparungen möglich.

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie ist durch Faktoren begrenzt, die sowohl auf der Wärmequellenseite als auch auf Seiten der Wärmensenken liegen. Die Begrenzungen für das Potenzial sind dabei teilweise situationsbedingt. Bei der Wärmequelle sind die Begrenzungen durch die Baudichte gegeben, da kleinen Grundstückszuschnitten Mindestabstände eventuell nicht eingehalten werden können und sich Erdsonden gegenseitig beeinflussen können. Gegenmaßnahmen wären hier z. B. die Rekuperation des Erdreich durch thermische Solaranlagen.

All diese Aspekte lassen es wenig hilfreich erscheinen, das theoretische Potential der oberflächennahen Geothermie als Energiequelle zu berechnen.

4.1.6.Umweltwärmepotenzial

Umgebungswärme umfasst sowohl Umweltwärme als auch oberflächennahe Geothermie. Umweltwärme schließt die in bodennahen Luftschichten und in Oberflächengewässern entnommene und technisch nutzbar gemachte Wärme ein. Beide Energiequellen sind zu kalt, um sie zum Heizen von Gebäuden unmittelbar nutzen zu können, weshalb Wärmepumpen eingesetzt werden.

Die Nutzung von Umweltwärme durch Luft-Wärmepumpen zur Beheizung von (Wohn-)Gebäuden ist in Neubauten weit verbreitet. 2017 betrug der Anteil an Umweltwärmeanlagen in neu gebauten Wohngebäuden 35,1%, in Nicht-Wohngebäuden rund 8,1%. ¹⁰⁹

¹⁰⁸ Vgl. Kübert, M.: Erdwärmesonden und Grenzabstände. Fachgespräch Erdwärme 2008

¹⁰⁹ Quelle: Destatis: Baugenehmigungen / Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, 2017

Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von Umweltwärme werden in den Energiebilanzen nicht separat aufgeführt. Es werden lediglich Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von Umweltwärme im Allgemeinen, d. h. mit Nutzung von Luft, Grundwasser oder oberflächennaher Umweltwärme mit 1.345 GWh und einem Anteil von 7,5% an der Wärmeerzeugung in Baden-Württemberg benannt.¹¹⁰

4.1.6.1. Status quo Umweltwärme in Waiblingen

Nutzung der Umweltwärme

Zur Heizwärmeerzeugung lässt sich die Wärmequelle Außenluft relativ einfach mit Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen. Gegenüber der Erdwärmenutzung entfällt die Genehmigung der Anlage und auch der technische Aufwand für die Installation ist geringer.

Auf Gemeindeebene liegen keine Kenntnisse über die Anzahl und Leistung einzelner Heizungserzeuger vor.

Auf dem Gemarkungsgebiet von Waiblingen werden 0,4% des lokalen Wärmeverbrauchs über Umweltwärme und Geothermie erzeugt.

4.1.6.2. Potenziale der Umweltwärme

Feldtests aus den vergangenen Jahrzehnten haben gezeigt, dass die Jahresarbeitszahlen von Elektro-Wärmepumpen stark schwanken. Die Unterschiede rühren oftmals von dem Umstand, in welchen Gebäuden Wärmepumpen installiert sind: in Neubauten mit überwiegend Fußbodenheizung oder in Altbauten mit überwiegend Heizkörperheizung.

Eher ungünstig fällt die Bilanz von Luft-Wärmepumpen aus, die in Neubauten mittlere Jahresarbeitszahlen von 2,6 bis 3,3 erreichen. In Altbauten liegen die mittleren Jahresarbeitszahlen von Luft-Wärmepumpen zwischen 2,4 und 2,7.¹¹¹

Die Arbeitszahlen von Grundwasser-Wärmepumpen fallen durch den hohen Energieaufwand für die Grundwasserpumpe etwas niedriger aus, als die gut geeignete Wärmequelle erwarten lässt, sind mit mittleren Jahresarbeitszahlen in Neubauten von 3,2 bis 4,3 und in Altbauten von 2,9 bis 3,3 jedoch deutlich besser als Luft-Wärmepumpen. Über Wärmepumpen, die mit Brennstoff betrieben werden oder andere Wärmequellen nutzen, liegen nur wenige aussagekräftige Erkenntnisse vor.

¹¹⁰ Quelle: ZSW: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2017. Erste Abschätzung, Stand April 2018

¹¹¹ Vgl. Umweltbundesamtwww.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/umgebungswaerme-waermepumpen#umgebungswaerme. Abruf: Dezember 2018

Eine Wärmepumpenanlage erreicht hohe Jahresarbeitszahlen, wenn:

- das Wärmepumpenaggregat hohe Leistungszahlen erreicht und seine Wärmeleistung gleitend an die momentane Wärmenachfrage anpasst ("modulierender Betrieb"),
- die Wärmequelle ergiebig ist und gleichbleibend eine möglichst hohe Temperatur liefert (Abwärme und geothermische Umgebungswärme sind besser geeignet als Umgebungsluft),
- das Heizungssystem mit niedriger Vorlauf-Temperatur auskommt (großzügig ausgelegten Fußbodenheizungen in gut gedämmten Häusern genügen geringere Temperaturen als 35 °C, während Heizkörper nur mit gewissem Aufwand mit Temperaturen unter 55 °C auskommen),
- alle Bauteile der Wärmepumpenanlage optimal dimensioniert und aufeinander abgestimmt sind und fachgerecht eingebaut werden.

Gerade wenn die Außenluft im Winter wenig Energie enthält und gleichzeitig der Wärmebedarf der Häuser steigt, erhöhen Luft-Wärmepumpen den Luftdurchsatz. Auch der Verdichter einer außen aufgestellten Luft-Wärmepumpe verursacht Schallemissionen, deren tieffrequenter Anteil als besonders störend empfunden werden kann. Damit verursachen sie Lärm, der auch Nachbarn belästigt.

Die Wärmequellen Außenluft ist grundsätzlich immer und überall verfügbar. Das physikalische Wärmepotenzial ist einzig von der Luftmasse und der Quelltemperatur abhängig und kann als unerschöpflich angesehen werden. Durch Wärmeverluste der Gebäude liegt theoretisch ein Kurzschluss vor, der die entnommene Wärme immer wieder in die Außenluft zurückbefördert.

Neben der Außenluft können weitere Wärmequellen infrage kommen, die man unter dem Begriff Umweltwärme ansiedeln kann. So ist zum Beispiel die Nutzung von Abwärme aus der Industrie oder von Abwässern möglich. Auch bei niedrigeren Temperaturen dieser Wärmequellen sind Potenziale vorhanden, die Wärmepumpen in den einzelnen Häusern nutzen können, um die notwendige Temperatur für Warmwasser und Heizung bereit zu stellen. Sogenannte kalte Nahwärmenetze arbeiten beispielsweise auf diesem Prinzip. Den Verbrauchern wird thermische Energie nahe der Umgebungstemperatur zur Verfügung gestellt, die Netze werden daher auch als Anergienetze bezeichnet. Vorteile der kalten Nahwärme gegenüber konventionellen Wärmenetzen sind ein eventuell geringerer Wärmeverlust der Wärmeverteilung, die Möglichkeit der

¹¹² Hangartner, D.; Sulzer, M.: Kalte Fernwärmenetze (Anergienetze). Grundlagen-/Thesenpapier; Horw 2014

Verwendung kostengünstiger Materialien, der mögliche Transport über größere Distanzen sowie ein eventuell besserer etappenweiser Ausbau. Dies macht die kalte Nahwärme vor allem für Neubaugebiete interessant.

Das Potenzial für die Nutzung von Umweltwärme kann nur dadurch bestimmt werden, dass Ausschlussfaktoren (willkürlich) festgelegt werden. Bei Wärme aus der Umgebungsluft kann beispielsweise Begrenzung aufgrund der Baudichte erforderlich sein, damit es nicht zu vermehrter Lärmbelästigung kommt.

Die Potenziale zur Reduktion von Treibhausgasen durch die Nutzung von Umweltwärme lassen sich - wie schon bei der oberflächennahen Geothermie – nur qualitativ bestimmen.

4.1.7. Übersicht der Potenziale Erneuerbarer Energien

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse der einzelnen Erneuerbaren Energiearten sind im Folgenden zusammengefasst

ERNEUERBARE ENERGIEART	NUTZUNGSFORM		
	Strom	Wärme	
	[MWh]	[MWh]	
Biomasse	5.000	2.700	
Solarenergie	124.500	45.000	
Wasserkraft	1.370	-	
Windkraft	90.000	-	
Geothermie	-	k.A.	
Umweltwärme	-	k.A.	
Summe	220.870	47.700	

Tabelle 44: Übersicht der Potenziale Erneuerbarer Energien in Waiblingen

Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien können im Stromsektor insgesamt 220.870 MWh Strom erzeugt werden. Das Verhältnis zu den in Waiblingen verbrauchten Strommenge von 296.365 MWh beträgt damit beinahe 75%.

Dagegen ist das Wärmepotenzial sowohl von der absoluten Energiemenge als auch zum Verhältnis der verbrauchten Wärmemenge gering. In Bezug auf 487.567 MWh an Wärmeverbrauch beträgt das erneuerbare Wärmepotenzial in Waiblingen mit 47.700 MWh noch nicht einmal 10%. Nicht berücksichtigt bleibt dabei jedoch das Potenzial an Geothermie und Umweltwärme, das zur Beheizung von Gebäuden einen wesentlichen Teil beitragen kann.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen bildlich, wie groß das Potenzial in Strom bzw. Wärmebereich bezogen auf den Gesamtverbrauch ist.

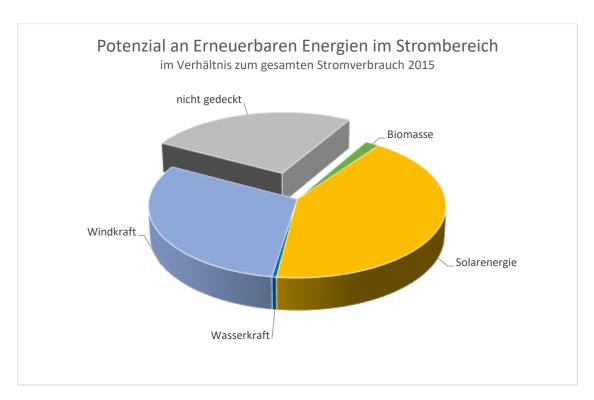


Abbildung 34: Potenzial an Erneuerbaren Energien im Strombereich

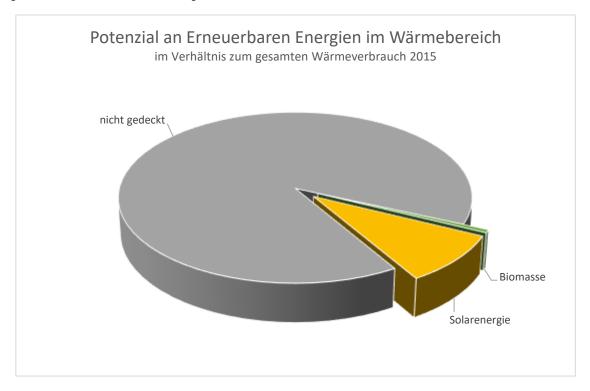


Abbildung 35: Potenzial an Erneuerbaren Energien im Wärmebereich

Wenn die Erneuerbaren Energien in Strom oder Wärme umgewandelt werden können,

sind die Potenziale nicht miteinander kumulierbar. Eine Dachfläche kann beispielsweise nicht vollständig zur Strom- und Wärmenutzung geleichzeitig verwendet werden.

4.1.8. Potenzial zur Vermeidung von Treibhausgasen

Um das Potenzial zur Vermeidung von Treibhausgasen aufzuzeigen, werden – getrennt für Strom und Wärme – für die jeweiligen Erzeugungsformen die entsprechenden Mengen an vermiedenen Treibhausgasemissionen berechnet. Die dazu verwendeten Vermeidungsfaktoren berücksichtigen, welche Energieträger durch die Verwendung von Erneuerbaren Energien subsituiert werden. 113

Diese Betrachtung berücksichtigt dabei sowohl die Emissionen an Treibhausgasen und Luftschadstoffen, die durch die Substitution fossiler Energiebereitstellung vermieden werden, als auch die Emissionen, die durch den Einsatz erneuerbarer Energien verursacht werden. Da sich die Daten über die Jahre hinweg verändern, ist dies eine Augenblicksbetrachtung.

4.1.8.1. CO₂-Vermeidung im Stromsektor

Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien im Stromsektor können insgesamt 144.765 Tonnen CO_2 -Äquivalente vermieden werden. Das Verhältnis zu den in Waiblingen laut CO_2 -Bilanz im Jahr 2015 verursachten Emissionsmenge für Strom von 177.819 Tonnen beträgt damit rund 81%.

ERNEUERBARE ENERGIE- ART	ERZEUGUNGS- MENGE	VERMEIDUNGS- FAKTOR	CO ₂ -VERMEIDUNG
	[MWh/a]	[t/MWh]	[t/a]
Biomasse (fest)	5.000	0,665	3.325
Fotovoltaik	124.500	0,627	78.062
Wasserkraft	1.370	0,736	1.008
Windkraft	90.000	0,693	62.370
Summe	220.870		1// 765

Tabelle 45: CO₂-Minderungspotenzial im Strombereich

-

¹¹³ Die Daten stützen sich auf die zuletzt vom Umweltbundesamt herausgegebenen Werte. Hier: CLIMATE CHANGE 37/2019: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2018

4.1.8.2. CO₂-Vermeidung im Wärmesektor

Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien im Wärmesektor können insgesamt 11.992 Tonnen CO_2 -Äquivalente vermieden werden. Das Verhältnis zu den in Waiblingen laut CO_2 -Bilanz im Jahr 2015 verursachten Emissionsmenge für Wärme von 127.973 Tonnen beträgt damit gut 9%.

ERNEUERBARE ENERGIE- ART	ERZEUGUNGS- MENGE	VERMEIDUNGS- FAKTOR	CO ₂ -VERMEIDUNG
	[MWh/a]	[t/MWh]	[t/a]
Biomasse (fest)	2.700	0,308	832
Solarthermie	45.000	0,248	11.160
Summe	47.700		11.992

Tabelle 46: CO₂-Minderungspotenzial im Wärmebereich

4.2. Integrierte Wärmenutzung

Die Analyse des aktuellen Wärmebedarfs und möglicher Wärmeüberschüsse auf der Gemarkung Waiblingen soll es ermöglichen, präzisere Aussagen über die Potenziale der Wärmeversorgung in Waiblingen treffen zu können.

Hierzu soll die aktuelle Situation der vorhandenen Wärmeinfrastruktur analysiert und der Energiebedarf mit aktuellen Verbrauchszahlen abgeglichen werden. Die Informationen aus der vorhandenen CO_2 -Bilanz 2015 liefern dazu den Grundstock.

Es erfolgt eine Ermittlung der Einsparpotenziale im Bereich der Wärmeversorgung im Allgemeinen. Dies umfasst die Versorgung der Wohn- und Nichtwohngebäude sowie die Wärme, die für Produktionsprozesse benötigt wird. Für die bisherige Wärmeversorgung werden Alternativen und deren Potenziale zum Klimaschutz aufgezeigt. Insgesamt soll damit das Klimaschutzziel einer nahezu klimaneutralen Wärmeversorgung im Gebäudebereich erreicht werden.

Ein Fokus stellt auch die Fernwärmeversorgung auf dem Stadtgebiet dar. Hierzu werden Ausbau- und Erweiterungspotenziale aufgezeigt.

4.2.1. Ziele in der Wärmeversorgung

Um das Ziel einer langfristig klimaneutralen Wärmeversorgung erreichen zu können, sollten drei Handlungsfelder im Vordergrund stehen, die sich in ihrem Wirken ergänzen:

- die Reduzierung des Gebäude-Wärmebedarfs, insbesondere durch die energetische Modernisierung des Altbaubestands
- die Verminderung des Bedarfs an industrieller Prozesswärme
- die effiziente Deckung des restlichen Wärmebedarfs durch klimaschonende Brennstoffe langfristig auf Basis erneuerbarer Energieträger.

Das Land Baden-Württemberg hat sich dies zum Ziel gesetzt. Bis zum Jahr 2050 soll der Energieverbrauch um 50% sinken und der Anteil erneuerbarer Energien auf 80% steigern. Mit diesen Zielsetzungen lassen sich dann die Treibhausgase um 90% verringern. 114

Eine wichtige Schlüsselrolle kommt der Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden zu. Um die angestrebten Klimaziele erreichen zu können, muss der auf den Gebäudebereich entfallende Anteil des Energiebedarfs deutlich gesenkt werden. In einer Studie für das BMVBS¹¹⁵ wird zur Erreichung der Klimaschutzziele im Wohngebäudesektor mindestens eine Halbierung des Wärmebedarfs im heutigen Wohngebäudebestand als notwendig ermittelt. Dazu müsste die Sanierungsrate im Gebäudebestand in etwa verdreifacht und gleichzeitig eine deutliche Erhöhung der Qualität der Wärmeschutzmaßnahmen realisiert werden.

4.2.2. Status quo Wärmenutzung in Waiblingen

Der Wärmeverbrauch für Waiblingen beträgt rund 487.600 MWh im Jahr. Witterungsbereinigt beträgt der Wert 547.700 MWh. Rund 60% des Wärmeverbrauchs entfällt auf private Haushalte. Öffentliche Liegenschaften halten einen Anteil am Wärmeverbrauch von 3%. Die Sektoren GHD und das verarbeitende Gewerbe verbrauchen die restlichen 37%.



Abbildung 36: Wärmeverbrauch nach Sektoren

¹¹⁴ Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft: Energiewende Baden-Württemberg

¹¹⁵ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele des Energiekonzepts im Gebäudebereich – Zielerreichungsszenario. 2013

¹¹⁶ Daten für das Jahr 2015. Quelle: CO₂-Bilanz für die Stadt Waiblingen

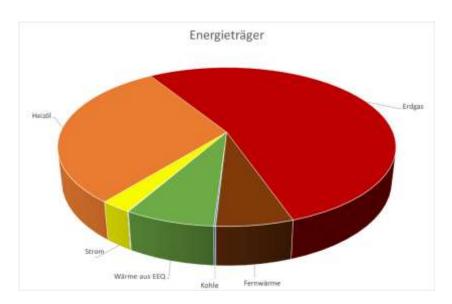


Abbildung 37: Anteil der Energieträger an der Wärmeversorgung

Erdgas und Heizöl machen mit insgesamt 86% den weitaus größten Teil der eingesetzten Energieträger aus.

4.2.2.1. Wärmeverbrauch der Wohngebäude

Im Bereich der Haushalte wird nahezu 90 % des Endenergieverbrauchs für Wärmeanwendungen eingesetzt. Der weitaus größte Teil davon wird für die Beheizung der Gebäude aufgewendet. Der größte Anteil der Gebäude wird mit Erdgas beheizt (57%). Heizöl nimmt mit 27% Platz zwei ein und die Fernwärme versorgt rund 7% der Wohngebäude. Der Anteil der Erneuerbaren Energien beträgt hier rund 9%. Der Gesamtwärmeverbrauch beträgt rund 292.000 MWh.¹¹⁷

Der Wohngebäudebestand in Waiblingen umfasste im Jahr 2017 9.658 Gebäude mit rund 25.000 Wohnungen. Davon waren rund 7.000 Ein- und Zweifamilienhäuser mit rund 9.000 Wohnungen 2.685 Mehrfamilienhäuser mit knapp 16.000 Wohnungen. Hinzu kommen rund 1.000 Wohnungen in Nichtwohngebäuden. Die Neubaurate bezogen auf den Wohnungsbestand liegt damit bei etwa 0,9 Prozent.

Die Bestimmung des Wärmebedarfs von Gebäuden ist ein wichtiger Schritt, um Aussagen über deren Einsparpotenziale treffen zu können. Zur Ermittlung der Einsparpotenziale von Wohngebäuden in Waiblingen wurde auf den Wärmebedarfsatlas der LUBW

¹¹⁷ Quelle: CO₂-Bilanz für die Stadt Waiblingen

¹¹⁸ Quelle: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg zurückgegriffen, der im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg erstellt wurde.

Der Wärmebedarfsatlas stellt den Wärmebedarf von Wohngebäuden auf verschiedenen räumlichen Ebenen dar. Er wurde mit Hilfe eines automatisierten Berechnungsverfahrens auf Einzelhausebene ermittelt und anschließend aus Gründen des Datenschutzes auf Baublockebene aggregiert. Grundlage für die Berechnung des Wärmebedarfs im Wärmebedarfsatlas sind Daten des Statistischen Landesamts Baden-Württemberg aus dem Zensus 2011 zu Gebäudetyp, Baualter und Wohnfläche,

- aus den vom IWU Institut Wohnen und Umwelt durchgeführten Arbeiten zu Gebäudetypologie und Energiekennwerten, wobei der wohnflächenspezifische Wärmebedarf in Abhängigkeit von Gebäudetyp, baualtersspezifischem Sanierungszustand und gebäudetypischem Verbrauchsniveau ermittelt wurde, sowie
- Geodaten aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (AL-KIS) und dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS).

Neben der Anzahl der Gebäude sowie der Wohnfläche, spielt die energetische Qualität des Gebäudebestands die wichtigste Rolle bei der Beurteilung der Potenziale für eine energetische Sanierung. Rund 70% des Gebäudebestandes stammt aus einer Zeit, als noch keine Mindestanforderungen an die Energieeffizienz der Gebäude gestellt wurden. ¹¹⁹

JAHR	WOHNGEBÄUDE	
	Anzahl	Anteil
	[-]	[%]
Baujahr vor 1919	711	7,3%
Baujahr 1919 bis 1948	1.031	10,6%
Baujahr 1949 bis 1978	4.866	50,2%
Baujahr 1979 bis 1986	918	9,5%
Baujahr 1987 bis 1990	396	4,1%
Baujahr 1991 bis 1995	439	4,5%
Baujahr 1996 bis 2000	540	5,6%
Baujahr 2001 bis 2004	350	3,6%
Baujahr 2005 bis 2008	266	2,7%
Baujahr 2009 und später	171	1,8%

Tabelle 47: Altersklassen der Wohngebäude

Seite 92

¹¹⁹ Die Wärmeschutzverordnung (WSVo - Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden) trat erstmals am 1. November 1977 als Folge des 1976 vom Bundestag beschlossenen Energieeinsparungsgesetzes (EnEG) in Kraft. Ihre Zielsetzung war vor dem Hintergrund steigender Energiepreise die Reduzierung des Energieverbrauchs durch bauliche Maßnahmen.

Einer der den Energieverbrauch bestimmenden Faktoren ist die Gebäudegeometrie, aus der sich die Fläche der Außenhülle des Gebäudes ableitet. Sie ist zusammen mir den verwendeten Materialien für die Transmissionswärmeverluste verantwortlich Der Aufbau der Konstruktionselemente und damit die Wärmedurchgangskoeffizienten hängen wesentlich vom Baualter ab.

Zur Ermittlung des Wärmebedarfs wurden Gebäudetyp, Baualter und Wohnfläche mit gebäudetypspezifischen Wärmebedarfswerten verknüpft. Der Wärmebedarf wurde auf diese Weise zunächst für jedes einzelne Wohngebäude ermittelt. Aus Gründen des Datenschutzes wurden die Ergebnisse anschließend auf größere Einheiten (Baublöcke) zusammengefasst.

Daten zu wärmebedarfsmindernden Maßnahmen an den Gebäuden bei und nach deren Errichtung wurden im Zensus 2011 nicht erhoben. In der IWU-Studie wurden Wärmebedarfsberechnungen für die jeweiligen Gebäudetypen im Urzustand unter Berücksichtigung der im Baujahr geltenden Bauvorschriften vorgenommen. Lediglich für die Fenster wurde einheitlich, unabhängig vom Baualter, eine Zwei-Scheiben-Isolierverglasung angenommen.

Der hier mit Hilfe von vereinfachenden Modellannahmen flächendeckend ermittelte Wärmebedarf unterscheidet sich prinzipiell von den tatsächlich vor Ort gemessenen Verbrauchswerten. Während der Wärmebedarf eine für das jeweilige Gebäude charakteristische Wärmemenge ist, deren Berechnung nach einem normierten Verfahren erfolgt, werden Wärmeverbrauchswerte messtechnisch erfasst. Der tatsächliche Wärmeverbrauch eines Gebäudes hängt neben dem Sanierungszustand stark von den Verhaltensweisen seiner Bewohner sowie den tatsächlichen Witterungsverhältnissen im betrachteten Zeitraum ab.

In Waiblingen wurde für Wohngebäude ein Wärmebedarf von rund 272.400 MWh pro Jahr ermittelt. Dieser Wert liegt 7% unter dem, in der CO2-Bilanz ermittelten Wärmeverbrauch von 292.100 MWh. Es lässt sich demnach eine gute Übereinstimmung zwischen Verbrauchs- und Bedarfswerten feststellen.

4.2.2.2. Wärmeverbrauch der Nichtwohngebäude

Der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) hat mit einem Wärmeverbrauch von 104.500 MWh einen Anteil von 21,4 % am gesamten Wärmeverbrauch Waiblingens. Zu diesem Sektor zählen Gewerbebetriebe, Handelsgebäude, Verwaltungen und andere öffentliche Einrichtungen ;abgezogen sind jedoch die städtischen Schulen und andere Liegenschaften der Stadt, die separat erfasst wurden. Die kommunalen Liegenschaften verbrauchen rund 3% der Gesamtwärmeverbrauchs. Ähnlich wie im

Sektor der privaten Haushalte wird die meiste Wärmeenergie zur Beheizung von Gebäuden verwendet.

Das verarbeitende Gewerbe (Industrie) rund 15,7%. Etwa zwei Drittel des Endenergieverbrauchs werden im verarbeitenden Gewerbe für Prozesswärme benötigt. ¹²⁰ Die Raumwärme hat in diesem Sektor nur einen kleinen Anteil.

In Waiblingen sind 2.688 Betriebe insgesamt 25.600 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ansässig. Das größte Unternehmen mit weltweit fast 16.000 Beschäftigten ist die Stihl Holding AG & Co. KG mit Stammsitz in Waiblingen. Dort sind über 3.100 Personen beschäftigt. In den drei Werken in Waiblingen erfolgt Metall- und Kunststoffverarbeitung. Weitere große verarbeitende Betriebe sind die Bosch Packaging und Bosch Powertrain Solutions mit 1.900 Beschäftigten.

Ein großer Schwerpunkt der Waiblinger Wirtschaft belegt der Bereich Dienstleistungen und Verwaltung. Die Kreissparkasse Waiblingen mit insgesamt 1.425 Beschäftigten sowie die Volksbank Stuttgart mit ihrem Zweigsitz in Waiblingen sind im Bereich Kreditund Versicherungsgewerbe anzusiedeln. Weiter ist Waiblingen Sitz verschiedener Krankenkassen, Bildungseinrichtungen sowie des Landratsamtes.

Insgesamt teilen sich die Beschäftigtenzahlen auf wie folgt:

BEREICH	BESCHÄFTIGTE		
	Anzahl	Anteil	
	[-]	[%]	
Handel, Verkehr und Gastgewerbe	4.730	18,5%	
Produzierendes Ge- werbe	10.233	40,0%	
Dienstleistungen	10.573	41,3%	

Tabelle 48: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte

4.2.3. Potenziale bei der Wärmenutzung

Die Bundesregierung strebt bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand an.¹²³ Dies lässt sich nur mit hocheffizienten Technologien und durch eine möglichst weitgehende Dekarbonisierung der Wärmeversorgung von Gebäuden erreichen. Gebäude dürfen

¹²⁰ Bundesumweltamt: Energieverbrauch nach Energieträgern, Sektoren und Anwendungen. https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energietraegern-sektoren. Abgerufen am 12.2.2019

¹²¹ Quelle: Wirtschaftsförderung Waiblingen. Werte für 2017.

¹²² Stihl Geschäftsbericht 2017

¹²³ Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. September 2010

zukünftig nur noch einen sehr geringen Energiebedarf aufweisen. Der verbleibende muss überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Der Primärenergiebedarf ist durch eine Kombination dieser beiden Strategien bis 2050 in der Größenordnung von 80 Prozent gegenüber 2008 zu senken.

Die dafür notwendige Steigerung der Energieeffizienz kann am Rückgang des Endenergieverbrauchs festgemacht werden, die notwendige Erhöhung des Einsatzes erneuerbarer Energien an deren steigendem Anteil am Endenergieverbrauch.

Im Gebäudebereich lassen sich erneuerbare Energien durch den Einsatz von Biomasse, durch sowie durch Solarthermie und Photovoltaik nutzen. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, erneuerbare Energien über Wärmenetze und als EE-Strom in die Energieversorgung über Wärmepumpen oder auch in Form von so genannten Power-to-X-Technologien in den Wärmemarkt einzubinden. Hierfür sind weitere Infrastrukturen wie Wärmenetze oder Wärmespeicher erforderlich.

4.2.3.1. Wärmeminderungspotenziale von Gebäuden

Im Gebäudebereich können die Energieeffizienzpotenziale erheblich gesteigert werden. Dabei sind drei Aspekte ausschlaggebend:

- Dämmung der Gebäudehülle
- Einsatz effizienter Fenster oder anderer Fassadenbauteile
- Luftdichte Herstellung von Gebäuden in Zusammenspiel mit dem Einsatz hocheffizienter Lüftungstechnik.

Eine wichtige Kenngröße für die Effizienz der Gebäudehülle ist der so genannte U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) der Bauteile. Bei Fenstern und anderen transparenten Bauteilen spielt darüber hinaus der Grad der Durchlässigkeit für Solarstrahlung eine große Rolle. Bei der Kühlung von Gebäuden kann der Sonnenenergieeintrag eine maßgebliche Größe sein.

Die Gebäudehülle umfasst die Außenwände, die über 40 Prozent der Außenfläche ausmachen, die Dächer bzw. die obersten Geschossdecken (27 Prozent) und die erdreichberührten Bauteile (22 Prozent) im Kellerbereich, sowie die Fenster (zehn Prozent). Dabei variieren die jeweiligen Anteile in Abhängigkeit des Gebäudetyps.

Außenwände, Dächer und Decken

Die energetische Qualität von Wänden, Dächer und Decken lässt sich mit Hilfe von Dämmstoffen stark verbessern. Allerdings ist dieser Verbesserung eine technische Grenze gesetzt. Der U-Wert von Außenwänden lässt sich nach heutigem Stand der Technik nicht beliebig reduzieren. Als technisch-wirtschaftlich machbarer Grenzwert

wird aus heutiger Sicht ein U-Wert von etwa 0,1 W/m²K angesehen. ¹²⁴ Die EnEV fordert bei der Änderung von Außenbauteilen einen U-Wert von 0,24 W/m²K. ¹²⁵ Demgegenüber weist der Grenzwert eine Verbesserung um rund 58% aus. Gegenüber einem U-Wert von Außenwänden im Bestand, liegt der Grenzwert 80% bis 90% niedriger.

Der erreichbare U-Wert von 0,1 W/(m²K) wird in der Praxis nicht flächendeckend im Gebäudebestand erreicht werden können. Konstruktive, bauphysikalische und geometrische Randbedingungen schränken die Dämmmöglichkeiten ein. Darüber hinaus gibt es Gebäudetypen, bei denen die mögliche Verbesserung der thermischen Hülle dadurch Beschränkungen unterliegt, dass erhaltenswerte historische Ansichten vorliegen.

<u>Fenster</u>

Fenster beeinflussen durch ihren schlechteren energetischen Kennwert trotz ihrem relativ geringen Anteil an der Gebäudehülle die Energieeffizienz des Gebäudes entscheidend. Der mittlere U-Wert neu eingebauter Fenster beträgt derzeit rund 1,2 W/m²K. Mittlerweile sind Fenster mit Dreifach-Wärmedämmglas und einem U-Wert von bis zu 0,8 W/(m²K) Stand der Technik. Zukünftig wird man den U-Wert von Fenstern auf bis zu 0,5 W/m²K senken können.

Wärmebrücken

In Zukunft werden Wärmebrücken einen größeren Einfluss hinsichtlich der Energieeffizienz von Gebäuden erhalten. Mit zunehmender Sanierung und damit geringeren Wärmeverlusten, steigen die Verluste durch Wärmebrücken überproportional an. Gleichzeitig ist bereits heute ein nahezu wärmebrückenfreies Bauen möglich. Bis 2050 lassen sich durch wärmebrückenoptimierte Sanierungen der Gebäudehülle große Einsparpotenziale heben.

Luftdichtheit

Energieeffiziente Gebäude benötigen eine möglichst luftdichte Ausführung. Dadurch entstehen neue Anforderungen an die Belüftung dieser Gebäude. Lüftungsanlagen sorgen für eine Verbesserung der Raumluftqualität. Durch den automatisierten Betrieb können die ansonsten durch zu hohe Luftfeuchtigkeit häufig auftretenden Probleme vermieden werden. Effizienzsteigerungen lassen sich durch Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung erzielen, indem die Lüftungswärmeverluste minimiert werden und

¹²⁴ Prognos et al.: Hintergrundpapier zur Energieeffizienz-Strategie Gebäude. 2015

¹²⁵ EnEV 2013, Anlage 3, Tabelle 1. Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen.

gleichzeitig die vorhandene Wärme in Gebäuden für die Beheizung wiederverwendet werden kann. Die Höhe der Potenziale ist allerdings stark vom Gebäude und der jeweiligen Nutzung abhängig.

Wohngebäude

Die energetischen Potenziale im Wohngebäudebereich werden maßgeblich durch die Faktoren bestehender Gebäudebestand, derzeitige Gebäudeeigentümerstrukturen und die Struktur der Gebäudemieter bestimmt. Die unterschiedlichen Interessenlagen und Randbedingungen beeinflussen die Entscheidung für eine energetische Sanierung erheblich.

Theoretisch könnte der Raumwärmebedarf durch eine optimale Gebäudedämmung, den Austausch von Fenstern und den Einbau einer automatisierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung um mehr als 80% verringert werden. Das ist für den gesamten Gebäudebestand jedoch unrealistisch. So beschränken bauliche Restriktionen und Denkmalschutz die Ausführung von Wärmeschutzmaßnahmen. Darüber hinaus hat die Warmwassererzeugung geringere Einsparpotenziale, da hier der Verbrauch nicht von der Beschaffenheit der Gebäudehülle, sondern von der Personenzahl und dem Verbrauchsverhalten abhängt.

Im Wärmealtas von Baden-Württemberg wurden Berechnungen für ein "konventionelles Modernisierungspaket" mit 12 cm Dämmung von Dach und Außenwänden, Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung und 8 cm Dämmung der Kellerdecke durchgeführt. Der Wärmebedarf nach der Sanierung sinkt um rund 32% und würde dann 185.300 MWh pro Jahr betragen.

Eine ambitionierte Sanierung mit Dämmstärken und Fenstern entsprechend der heute oder in baldiger Zukunft vorhandenen technischen Möglichkeiten lässt den jährlichen Wärmeverbrauch auf ca. 122.600 MWh sinken, was einer Reduktion von 55% entspricht.

	WÄRMEBEDARF WOHNGEBÄUDE ¹²⁷	EINSPARI	JNG
	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]
Ist-Zustand	272.362	-	
Sanierung nach EnEV	185.300	87.060	32
Ambitionierte Sanierung	122.560	149.800	55

Tabelle 49: Wärmeeinsparung bei Wohngebäuden

¹²⁶ Agentur für Erneuerbare Energien e. V.: Die neue Wärmewelt. Szenario für eine 100% erneuerbare Wärmeversorgung in Deutschland. 2016

¹²⁷ Wärmealtas Baden-Württemberg

Nichtwohngebäude

Eine energetische Einschätzung des Gebäudebestandes von Nichtwohngebäuden ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die wichtigsten Faktoren sind hier die energetische Qualität der Gebäudehülle und die im Gebäude installierten haustechnischen Anlagen. Zudem hat die Nutzung der Gebäude einen großen Einfluss auf den Energieverbrauch. Mit der Nutzung gekoppelt sind die in Nichtwohngebäuden auftretende innere Wärmelasten durch Beleuchtung, technische Ausstattung (z. B. Büroarbeitsplätze oder Maschinen und Anlagen) und Personen, die wiederum den Wärmebedarf der Gebäude beeinflussen.

Die derzeitige Datenlage im Nichtwohngebäudebestand lässt selbst auf Bundesebene keine zuverlässigen, fachlich fundierte Aussagen über die energetische Qualität der Nichtwohngebäude zu. Die Ergebnisse verschiedener Forschungsvorhaben reichen nicht für eine verlässliche Aussage zum Sanierungsstand der bestehenden Gebäude aus. ¹²⁸ Zur Anlagentechnik liegen ebenfalls, weder auf Bundes- noch auf Landes- oder regionaler Ebene, verlässliche Daten vor. Auch die Eigentümer- und Nutzerstruktur bei den Nichtwohngebäuden lässt sich derzeit nicht fundiert beschreiben. ¹²⁹

Studien weisen bei einer konsequenten Erschließung der Potenziale im Wärmebereich im Sektor GHD eine Bedarfsreduktion von 56% bis zum Jahr 2050 aus. ¹³⁰ Der öffentliche Gebäudesektor kann dazu einen wesentlichen Beitrag leisten. In diesem Zusammenhang ist es erforderlich, dass u. a. Neubauten von öffentlich genutzten Gebäuden entsprechend der EU-Gebäuderichtlinie als Niedrigstenergiegebäude umgesetzt werden. Eine Sanierung "nur" auf EnEV-Niveau erzielt Verbrauchssenkungen von rund 30%.

¹²⁸ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO2-Minderungspotenzialen. BMVBS-Online-Publikation Nr. 27/2013

¹²⁹ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Energieeffizienzstrategie Gebäude. Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. 2015

Greenpeace e.V. (Hrsg.): Klimaschutz: Der Plan. Energiekonzept für Deutschland. 2015;
 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO2-Minderungspotenzialen.
 BMVBS-Online-Publikation Nr. 27/2013

Dirlich, S. et al.: Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude. BMVBS-Online-Publikation 16/2011 2011a]

Bettgenhäuser, K. et al.: Entwicklung eines Referenzszenarios im Gebäudebereich für das Gesamtziel "40 % CO2-Einsparung bis 2020", 2011

Schomann et al.: Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010. 2011

WÄRMEBEDARF NICHTWOHNGEBÄUDE

GHD

EINSPARUNG

	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]
Ist-Zustand ¹³¹	104.500	-	
Sanierung nach EnEV	73.150	31.350	30
Ambitionierte Sanierung	47.020	57.480	55

Tabelle 50: Wärmeeinsparung bei Nichtwohngebäuden des Gewerbes

Auf kommunaler Ebene bestehen verschiedene Möglichkeiten, die Reduzierung des Endenergiebedarfs für Wärme zu forcieren, nicht zuletzt die Vorbildwirkung bei den öffentlichen Gebäuden und Einflussmöglichkeiten in städtischen Wohnungsbaugesellschaften und anderen kommunalen Unternehmen.

	WÄRMEBEDARF EINSPARUNG		j .	
	KOMMUNALE GEBÄUDE			
	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	
Ist-Zustand ¹³²	14.460	-		
Sanierung nach EnEV	10.120	4.340	30	
Ambitionierte Sanierung	6.510	7.950	55	

Tabelle 51: Wärmeeinsparung bei Kommunalgebäuden

4.2.3.2. Wärmeminderungspotenziale des produzierenden Gewerbes

Zweifelsohne sind in der Industrie Einsparpotenziale vorhanden, die aufgrund ihrer Heterogenität jedoch nicht detailliert betrachtet werden können. Zu unterscheiden ist der Bereich der Raumwärme und die Wärme, die für den Produktionsprozess aufgewendet werden muss.

Durch die enge Integration in den Produktionsprozess sind Potenzialschätzungen zur Wärmeeinsparung ohne Kenntnisse der Produktionsabläufe mit äußerster Vorsicht zu behandeln. So kann beispielsweise mit neuen Produktionsverfahren der Energiebedarf im Vergleich zu bestehenden Fertigungslinien verringert werden. Auch eine konsequente Abwärmenutzung trägt zur Verringerung von Energieverbräuchen bei. All dies lässt sich jedoch nur durch eine detaillierte Betrachtung der Energie- und Ressourcenströme im Unternehmen quantifizieren.

Ein systematisches Energiemanagement stellt ein geeignetes Instrument dar, mit dem die Energieeffizienz in Unternehmen und Organisationen kontinuierlich erhöht werden

¹³¹ Quelle: CO₂-Bilanz für die Stadt Waiblingen

¹³² Quelle: CO₂-Bilanz für die Stadt Waiblingen

kann. Durch die erzielbaren Kostenentlastungen stärkt es die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen.

Wenn die vorhandenen Einsparpotenziale im Prozesswärmesektor konsequent erschlossen werden, können Einsparungen im Wärmebedarf von etwa 36 % gegenüber dem heutigen Stand erreicht werden. Die größten Einsparungen sind jedoch in den Bereichen der Metall- und Nicht-Eisen-Metallerzeugung, der Glas- und Keramikindustrie, der Grundstoffindustrie und des Ernährungsgewerbes zu finden. In Waiblingen sind diese Bereiche nur gering vertreten, so dass hier Einsparungen von 10% - 18% realistischer erscheinen.

	WÄRMEBEDARF NICHTWOHNGEBÄUDE PROD. GEWERBE	EINSPARUNG	
	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]
Ist-Zustand ¹³⁴	15.300	-	
Sanierung nach EnEV	10.710	4.590	30
Ambitionierte Sanierung	6.880	8.420	55

Tabelle 52: Wärmeeinsparung bei Nichtwohngebäuden des produzierenden Gewerbes (Industrie)

	WÄRMEBEDARF EINSPARUNG		
	PROZESSWÄRME		
	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]
Ist-Zustand ¹³⁵	61.200	-	
Mäßige Einsparungen	55.080	6.120	10
Ambitionierte Einsparungen	50.180	11.020	18

4.2.3.3. Zusammenfassung Wärmeminderungspotenziale

Die Wärmeminderungspotenziale zusammengenommen können bei Sanierung der Gebäude auf EnEV-Niveau und unter Einbezug mäßiger Einsparungen bei der Prozesswärme um rund 29% abnehmen. Setzt man ambitionierte Maßnahmen im Gebäudesektor und in der Industrie zugrunde, betragen die Einsparungen etwas über 50%.

¹³³ Vgl. Greenpeace e.V. (Hrsg.): Klimaschutz: Der Plan. Energiekonzept für Deutschland. 2015

¹³⁴ Quelle: CO₂-Bilanz für die Stadt Waiblingen

¹³⁵ Quelle: CO₂-Bilanz für die Stadt Waiblingen

	WÄRMEBEDARF	EINSPARUNG	
	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]
Ist-Zustand	467.822	-	
Sanierung nach EnEV/ mäßige Einsparungen	334.360	133.462	29
Ambitionierte Sanierung/ ambitionierte Einsparun- gen	233.150	243.672	50

Tabelle 53: Wärmeeinsparpotenzial Gebäude und Prozesse

4.2.4. Status quo bei der Wärmeversorgung in Waiblingen

Der zentrale Treiber des Endenergiebedarfs in Deutschland ist die Wärmenachfrage in Form von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme. Sie ist verantwortlich für rund 56 % des gesamten Endenergiebedarfs in Deutschland.

Die Analyse von Klimaschutzszenarien zeigt, dass zwischen 2008 und 2030 der Wärmesektor für Raumwärme und Warmwasserbedarf mit minus 62 % einen großen CO₂-Reduktionsbeitrag leisten muss. ¹³⁶ Die Reduktion des Endenergiebedarfs kann durch eine energieeffiziente Gebäudehülle erzielt werden, die Reduktion der spezifischen CO₂-Emissionen durch effiziente Heizungsanlagentechnik und insbesondere durch den Einsatz erneuerbarer Energien.

4.2.4.1. Verwendung der Energieträger

Der Wärmeverbrauch für Waiblingen beträgt rund 487.600 MWh im Jahr. Witterungsbereinigt beträgt der Wert 547.700 MWh. Rund 54% des Wärmeverbrauchs wird über Erdgas gedeckt. Heizöl macht mit insgesamt 30% den zweit größten Teil der eingesetzten Energieträger aus. Fernwärme hat einen Anteil an der Wärmeversorgung von gut 5%.

¹³⁶ Fischedieck, M.: Die Rolle der Wärme im Energiesystem: Systemaspekte. FVEE • Themen 2015

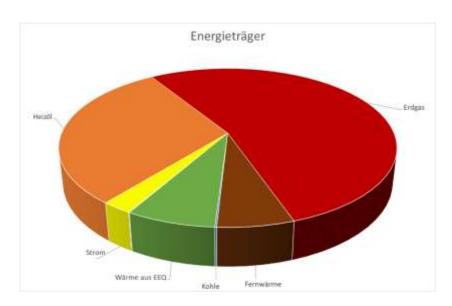


Abbildung 38: Anteile der Energieträger an der Wärmeversorgung in Waiblingen

4.2.4.2. Leitungsgebundene Energieversorgung

Fernwärme

Die Wärmeversorgung durch Fernwärme erfolgt durch die Stadtwerke Waiblingen. Sie betreibt sechs Fernwärmegebiete in der Kernstadt und hat einen Anteil an der Wärmeversorgung von gut 5%. Insgesamt werden in Waiblingen 307 Gebäude mit Fernwärme versorgt. 137

Im Jahr 2015 beträgt die Fernwärme in Waiblingen knapp 26.000 MWh. Dabei ist das Fernwärmegebiet, das von den Wärmeerzeugern in der Kläranlage versorgt wird, mit rund 10.000 MWh das größte Versorgungsgebiet.¹³⁸ Es versorgt hauptsächlich öffentliche Gebäude im Innenstadtbereich.

WÄRMELIEFERUNG

387

Tabelle 54: Fernwärmegebiete in Waiblingen

Stadtwerke

¹³⁷ Quelle: Energieatlas Baden-Württemberg. Zensus 2011

¹³⁸ Quelle: CO₂-Bilanz für die Stadt Waiblingen/Stadtwerke Waiblingen

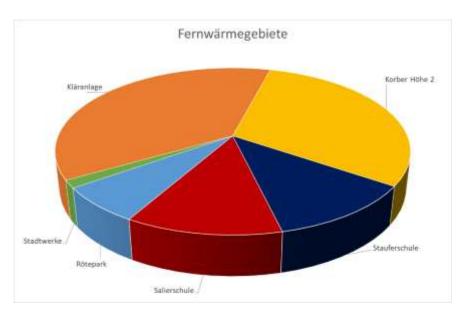


Abbildung 39: Anteil der einzelnen Fernwärmegebiete

Ein weiteres größeres Fernwärmegebiet ist die Korber Höhe II. Hier werden hauptsächlich Wohngebäude versorgt. Das Gebiet Rötepark zeichnet sich dadurch aus, dass hier ein großer Anteil Solarwärme an der Wärmeproduktion eingebunden ist.

Bei Fernwärme handelt es sich in der Regel bereits um primärenergiesparende Wärmeenergie, die vor allem durch einen hohen Anteil an effizienter KWK und durch die Nutzung von Abwärme aus der Kläranlage gekennzeichnet ist. Vor allem durch den voraussichtlich stark sinkenden Endenergiebedarf für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme wird der Fernwärmeabsatz innerhalb der bestehenden Netze absolut sinken.

Die Stadtwerke bauen jedoch das Fernwärmegebiet kontinuierlich aus. Von der Zentrale der Stadtwerke werden neben dem eigenen Gebäude auch nahegelegene Wohngebäude im Stauferpark versorgt. Der Anschluss weiterer Neubauten im Klimaneutralen Wohngebiet "Im Hohen Rain" ist ebenfalls geplant.

Erdgas

Erdgas trägt mit insgesamt 54% den größten Teil zur Wärmeversorgung bei. Darin ist auch die hauptsächlich mit Erdgas erzeugte Fernwärme inkludiert.

Die Erdgasversorgung im gesamten Stadtgebiet erfolgt über das Gasnetz der Stadtwerke Waiblingen, das von den ursprünglichen Versorgern TWS/EnBW übernommen wurde. Das Netz ist dem Marktgebiet der NetConnect Germany GmbH & Co. KG zugeordnet. Die Gesamtlänge des Netzes beträgt 148 km. Davon entfallen rund 108 km auf

das örtliche Verteilnetz. Insgesamt gibt es sechs Übergabestationen, die der Netzeinspeisung dienen.

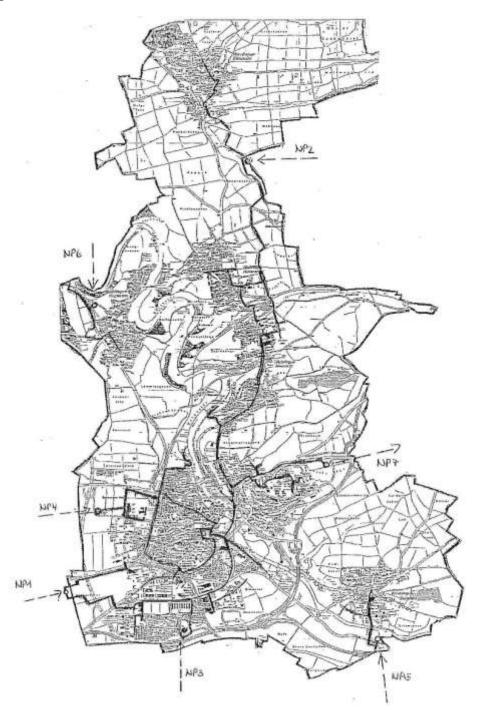


Abbildung 40: Versorgungsgebiet Erdgas

In Summe bestehen 6.136 Ausspeisepunkte. Darüber wurden 410.372 MWh Erdgas mit einem mittleren Abrechnungsbrennwert von 11,25 kWh/m³ bei einer Jahreshöchstlast von 156 MW geliefert. 139

Die Stadtwerke Waiblingen GmbH sind Grundversorger in ihrem Netz.

<u>Strom</u>

Bei der Wärmeversorgung durch Strom wird zwischen Widerstandsheizungen und Heizungsanlagen mit elektrischen Wärmepumpen als Wärmeerzeuger unterschieden.

Widerstandsheizung nutzen elektrische Energie so, dass diese direkt für die Wärmeerzeugung verwendet wird. Die Wärme entsteht dadurch, dass widerstandsbehaftete Leiter von elektrischem Strom durchflossen werden. Die meistverwendete Form ist die Elektrospeicherheizung oder Nachtspeicherheizung, bei der nachts oder zu anderen Schwachlast-Zeiten ein Wärmespeicher aufgeheizt wird, dessen Wärme dann auch zu anderen Zeiten genutzt werden kann.

Wärmepumpenheizungen sind insofern auch als Stromheizung anzusehen, als dass sie mit Strom betrieben werden. Gleichwohl sie erneuerbare Wärmeenergie aus dem Grundwasser, dem Erdreich oder der Außenluft abziehen und zum Heizen nutzen, verbrauchen sie dabei elektrischen Strom, sogenannten Wärmepumpenstrom, um den Pumpenkompressor anzutreiben.

Der insgesamt separat gemessene Strom zur Wärmeerzeugung beträgt mit knapp 13.000 MWh rund 2,5% des Wärmeverbrauchs. Dabei entfallen knapp 96% auf Widerstandsheizungen.

In einigen Bereichen von Waiblingen werden Gebäude Großteils mit Heizstrom versorgt. Es handelt sich dabei um Gebiete, in denen satzungsgemäß das Verfeuern fester und flüssiger Brennstoffe untersagt ist.

4.2.4.3. Nicht leitungsgebundene Energieversorgung

Heizöl

Heizöl ist mit 30% zweit wichtigster Energieträger in der Wärmeversorgung. Eine statistische Auswertung zu den mit Heizöl betriebenen Heizungsanlagen in Waiblingen ist nicht vorhanden.

Biomasse (Holz)

¹³⁹ Quelle: Stadtwerke Waiblingen – Netzstrukturdaten. https://stadtwerke-waiblingen.de/index.php/netzstrukturdaten.html

Holz wird in unterschiedlichen Formen zur Wärmeerzeugung verwendet. Neben Schnittholz aus Wald oder Obstbau kommen Holzpellets oder Hackschnitzeln hinzu. Die größten bekannten Holzverbrennungsanlagen sind im Kreisberufschulzentrum Waiblingen und in der Friedenschule im Ortsteil Neustadt installiert. Detailliertere Untersuchungen zu privaten Holzheizungsanlagen sind nicht vorhanden.

Daten der seit 2002 vom BAFA geförderten Biomasseanlagen können im Biomasseatlas (biomasseatlas.de) ermittelt werden. Diese stellen jedoch nicht den Bestand der Anlagen da, sondern zeichnen lediglich die Entwicklung im Bereich der Heizungserneuerung oder des Neubaus wieder.

Solarthermie

Für die Bewertung des Einsatzes Erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung wurden Datenquellen aus dem Solaratlas ausgewertet. Dieser enthält sämtliche solarthermischen Anlagen, die im Rahmen des MAP in Waiblingen gefördert wurden. Dabei gilt es zu beachten, dass nur Anlagen enthalten sind die tatsächlich eine Förderung erhalten haben.

Die Angaben zu Solarkollektorflächen liegen nicht adress-scharf vor, so dass hier nur eine Auswertung auf PLZ-Ebene vorgenommen werden kann. Anhand der bundesdeutschen Entwicklung wird noch eine Ergänzung um Anlagen vorgenommen, die nicht gefördert werden und daher in den Daten-bank nicht enthalten sind (rund 25%).

4.2.5. Potenziale der Wärmeerzeugung

4.2.5.1. Effizienzpotenziale der Wärmebereitstellung

Aktuell bilden öl- und gasbefeuerte Heizkessel den Standardfall sowohl in Wohn- als auch in Nichtwohngebäuden. Wobei der Bestand der gas- und vor allem der ölbetriebenen Wärmeerzeuger als stark veraltet eingestuft werden kann. Etwa 13% des Bestands sind Konstant-Temperaturkessel. Mit rund 60% stellen gas- und ölbetriebene Niedertemperaturkessel des Bestands dar. Brennwertkessel haben im Bereich Öl- und Gaswärmeerzeuger einen Anteil von rund 21%. Das Durchschnittsalter der Heizungstechnik in Wohngebäuden beträgt zwischen 16 und 20 Jahren.

Ohne Umstellung des Energieträgers liegt das größte Potenzial in der Steigerung der Energieeffizienz konventioneller Heizsysteme. Durch die Verdrängung von Konstant- und Niedertemperaturkesseln durch moderne Brennwertkessel können mittlere Effizienzpotenziale von rund 11% Wirkungsgradverbesserung erzielt werden. Dies ist jedoch nicht allein durch den Austausch des Wärmeerzeugers zu erreichen. Voraussetzung für

eine höhere Effizienz sind auch geringere Verteil- und Übergabeverluste in der Anlagentechnik.

Weitere, jedoch geringfügige Endenergieeinsparungen lassen sich erzielen, wenn Erdgas, statt Heizöl zum Einsatz kommt. Durch einen höheren Brennwert von Gas sind Endenergieeinsparungen von im Mittel 0,5% möglich.

Ein hydraulisch abgeglichenes Heizungsnetz gewährleistet die Versorgung der Heizkörper mit den jeweils notwendigen Wärmemengen und damit einen energieeffizienten und wirtschaftlichen Betrieb der Heizungsanlage. Durch einen hydraulischen Abgleich können im Mittel Endenergieeinsparungen von acht bis zehn kWh/m² erzielt werden. Allerdings weichen die Potenziale je nach Gebäudetyp und –alter stark voneinander ab.

	ENDENERGIEBEDARF FOSSIL	EINSPAF	RUNG
	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]
Ist-Zustand ¹⁴⁰	335.400	-	
Sanierung Heizanlagen Heizöl und Erdgas	298.800	36.600	10,9
Sanierung Heizanlagen Erdgas	297.300	38.100	11,4
Hydraulischer Abgleich	301.860	16.770	5,0

Tabelle 55: Energieeinsparung durch Maßnahmen der Wärmeerzeugung

Eine Umstellung des Energieträgers von Heizöl auf Erdgas kann, aufgrund der besseren CO_2 -Bilanz bei der Verbrennung von Gas gegenüber Öl, weitere CO_2 -Reduktionspotenziale öffnen.

	CO2-EMMISSION	EINSPA	ARUNG
	FOSSIL		
	[t/a]	[t/a]	[%]
Ist-Zustand ¹⁴¹	88.150	-	
Sanierung Heizanlagen	73.150	15.000	17,0

Tabelle 56: Energieeinsparung bei der Umstellung von Heizöl auf Erdgas

4.2.5.2. Effizienzpotenziale durch Wärmepumpen

Wärmepumpen sind technisch ausgereifte Systeme mit einem großen Potenzial hinsichtlich der Nutzung erneuerbarer Quellen. Sie heben Umweltwärme auf ein für die Wärmeversorgung von Gebäuden notwendiges Temperaturniveau. Als Quellen dienen

¹⁴⁰ Quelle: CO₂-Bilanz für die Stadt Waiblingen

¹⁴¹ Quelle: CO₂-Bilanz für die Stadt Waiblingen

in der Regel Luft, Erdreich, Grundwasser oder Abluft. Die dafür erforderliche Arbeit wird in der Regel in Form von Strom bereitgestellt.

Bei Wärmepumpen ist die reale Einbausituation und die weiteren Heizungskomponenten für die Effizienz des Gesamtsystems entscheidend. Die Gesamtwirkungsgrade sind je nach Einbausituation sehr unterschiedlich. Besonders hohe Effizienzwerte erreichen Wärmepumpen, wenn die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle (Boden, Wasser, Luft) und der Wärmesenke (Heizungssystem) möglichst gering ist. Im Regelfall können Wärmepumpen daher nur bei sanierten Gebäuden effizient mit einem Flächenheizsystem betrieben werden.

4.2.6.Potenziale bei der Nutzung von Erneuerbaren Energien

Für die Wärmebereitstellung auf Basis von Erneuerbaren Energien gibt es viele Möglichkeiten, deren Potenziale im Folgenden näher erörtert werden. Dabei ist das für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme benötigte unterschiedliche Temperaturniveau zu beachten. Bei gut gedämmten Gebäuden reichen für die Raumwärme relativ niedrige Temperaturen von maximal 45 Grad Celsius (°C) aus, die Wärme lässt sich dann über eine Fußboden- oder Wandflächenheizung effizient verteilen und nutzen.

Bei der Warmwasserbereitung muss aus hygienischen Gründen eine höhere Temperatur (>60°C) erreicht werden können. Im Bereich der industriellen Prozesswärme geht es zum großen Teil um viel höhere Temperaturen. Um eine möglichst vollständige Durchdringung mit Erneuerbaren Energien zu erreichen, kommen hier für Temperaturen unter 100°C Groß-Wärmepumpen in Frage, die zum Beispiel auch zu einer effizienten Abwärmenutzung beitragen. Bis 500°C rechnen Fraunhofer IWES et al. Vor allem mit KWK-Systemen mit integriertem Elektrodenkessel und bei noch höheren Temperaturen mit Gas (Biogas, EE-Gas), fester Biomasse und Strom (Power-to-Heat).

4.2.6.1. Nutzung von Biomasse

Weil das nachhaltig nutzbare Biomassepotenzial begrenzt ist, muss es so effizient wie möglich eingesetzt werden. Das bedeutet vor allem den Einsatz in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, die gleichzeitig Strom und Wärme auf einem hohen Temperaturniveau bereitstellen können.

ergibt sich somit insgesamt eine Verschiebung von dezentralen Einzelheizungen auf Basis von Biomasse zur netzgebundenen Versorgung bzw. zu industriellen Biomasseanlagen. Das ist wichtig, um Kohle und Gas im Bereich der industriellen Prozesswärme

klimaneutral zu ersetzen. Wird die Abwärme aus der Industrie dann noch in ein Nahwärmenetz eingespeist, an das weitere Verbraucher angeschlossen sind, wird die Biomasse optimal genutzt.

Eine leichte Steigerung der Wärmebereitstellung aus Bioenergie ist darüber hinaus realistisch, weil es gegenwärtig noch relativ ineffiziente Biomassenutzungsformen gibt, wozu offene Kamine, Biogas- Stromerzeugung ohne effiziente Wärmeauskopplung und Mitverbrennung von Biomasse in Kohlekraftwerken zählen. Durch eine Verschiebung in effizientere Anwendungen kann daher auch ohne den Einsatz zusätzlicher Biomasse eine größere Wärmeausbeute erschlossen werden.

4.2.6.2. Nutzung von Solarstrahlung

Die Sonnenenergie lässt sich auf vielfältige Weise einfangen. Für die Raumwärmeversorgung von Gebäuden kann schon die passive Solarenergienutzung, zum Beispiel durch spezielle Fenster oder Wärmedämmung einen Beitrag leisten. Solarthermische Kollektoren können zur Wassererwärmung, Raumheizung und Kälteversorgung eingesetzt werden. Selbst Prozesswärme kann bei Temperaturen bis 250 °C anteilig auch solarthermisch unterstützt werden ("Hochtemperatur-Solarthermie"). Von Vorteil ist es, wenn der Energiebedarf saisonal mit einer hohen Solareinstrahlung zusammenfällt. Das ist zum Beispiel in der Getränkeindustrie sowie beim Kühlbedarf für Lebensmittelproduktion und -handel der Fall.

Dennoch gilt das (wirtschaftlich erschließbare) Potenzial der Solarthermie in hiesigen Breiten als begrenzt. Die Solarthermie reicht als alleinige Wärmequelle nicht aus, es wird immer eine zusätzliche Heizquelle oder ein großer Wärmespeicher benötigt, um den Ausgleich zwischen hoher Solarstrahlung im Sommer bei geringem Wärmebedarf und niedriger Solarstrahlung im Winter bei hohem Wärmebedarf sicherzustellen. Eine Chance zur effizienten Nutzung der Solarthermie bietet ihre Einbindung in Nahwärmesysteme. Hier können große Wasserspeicher installiert werden und ein optimales Zusammenspiel mit anderen Technologien wie Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erreicht werden.

Dadurch haben große Solarthermieanlagen, die in Wärmenetze eingebunden sind, deutliche Vorteile in der Wirtschaftlichkeit.

4.2.7.Potenziale der Fernwärme

Im Ausbau der netzgebundenen Wärmeversorgung liegt ein großes Potenzial für mehr Energieeffizienz und sinkende CO₂-Emissionen. Wärmenetze machen es möglich, Energie

effizienter zu nutzen, erneuerbare Energien einzubinden, Abwärme zu nutzen und über Kraft- Wärme-Koppelung gleichzeitig Strom zu produzieren.

Wärmenetze können einen entscheidenden Beitrag für die verstärkte Einbindung erneuerbarer Energien in den Wärmemarkt leisten. Energieträger wie Biomasse, Solarenergie oder Erdwärme können den Anteil fossiler Brennstoffe an der Wärmeversorgung bis auf null reduzieren.

Trotzdem gibt es einige Spannungsfelder zwischen dem Fernwärmeausbau und anderen Klimaschutzstrategien.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb der Fernwärme müssen sich die Investitionen in die Infrastruktur über den Wärmeverkauf refinanzieren. Dazu bedarf es einer guten Auslastung des Netzes. Aus Gründen des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung sollte jedoch der Endenergiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser deutlich reduziert werden. Für den Fernwärmelieferanten kommt es zu einer Verringerung der Erlöse durch geringere Wärmeabsatzmengen und durch geringere Anschlussleistungen. Wegfallende Absätze können durch Neuanschlüsse kompensiert werden. Hier tritt die Fernwärme in Wettbewerb zur dezentralen Einzelversorgung. Oftmals steht ein gut ausgebautes Gasnetz in Konkurrenz zu einer möglichen Versorgung mit Fernwärme.

Allerdings verfügt die Fernwärme meist über sehr gute Primärenergiefaktoren, wodurch die gesetzlichen Anforderungen¹⁴² unterschritten werden können. Deshalb ist es notwendig, organisatorisch und technisch attraktive Fernwärmeversorgungslösungen anzubieten, um langfristige Sicherheit zu geben.

Neubaugebiete werden häufig nicht an die Fernwärme angeschlossen, da der konventionelle Anschluss von energieeffiziente errichteten Gebäuden an die Fernwärme nicht wirtschaftlich realisiert werden kann. Hierfür müssen geeignete technische und organisatorische Voraussetzungen geschaffen werden, die eine günstigere Verlegung der Versorgungsinfrastruktur ermöglichen.

4.2.7.1. Entwicklungen in der Fernwärmeversorgung

Aufgrund des stark sinkenden Endenergiebedarfs für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme wird der Fernwärmeabsatz absolut sinken. Gleichzeitig steigt die Fernwärmeversorgte Wohn- und Nutzfläche deutlich an. So werden die wegfallende Kapazitäten aus der Gebäudesanierung zum Teil durch Neuanschlüsse kompensiert. 143

¹⁴² Primärenergiebedarf EnEV oder Erfüllungsoptionen des EWärmeG

¹⁴³ AGFW (Hrsg.): Transformationsstrategien Fernwärme. Forschung und Entwicklung, Heft 24. 2013

Die geringeren Wärmedichten in Verbindung mit der größeren Anzahl der Anschlüsse und der steigenden Leitungslänge bei sinkendem Wärmeabsatz werden die relativen Verteilverluste steigen lassen. Gleichzeitig ist es aber notwendig, Maßnahmen zur Reduzierung dieser Verteilverluste umzusetzen. Diese Maßnahmen sind Teil der Systemanpassung der Fernwärme und umfassen beispielsweise¹⁴⁴

- Reduzierung von Vor- und Rücklauftemperaturen,
- Betriebsoptimierung der Netze,
- Wärmespeicherung.

Der Einsatz Erneuerbarer Energien in der Fernwärme mit breitem Energieträgermix (Biomasse, Solarthermie, Geothermie) wird zunehmen.

Um die Effizienz zu erhöhen, können die bestehende Wärmenetze weiter verdichtet und damit die Wärmedichte erhöht und die Verteilungsverluste der Netze verringert werden. In Wärmenetzen könnten auch thermische Solarkollektoren oder Groß-Wärmepumpen zur Abwärmenutzung integriert werden.

4.2.7.2. Temperaturniveau im Fernwärmenetz

Wesentliche Betriebsparameter eines Wärmenetzes sind die Temperatur- und Druckniveaus. Die beiden Parameter sind von der Kundenlast und der Netztopologie bestimmt. Auch für die Einspeisemöglichkeit von erneuerbaren Energien ist das Temperaturniveau eine wichtige Kenngröße.

Eine Absenkung der Netztemperaturen verringert die Wärmeverluste. Die Untergrenze für eine mögliche Vorlauf-Temperaturabsenkung liegt bei rund 65-70 °C, wenn die Anforderung für die Trinkwarmwassererwärmung auf 60°C besteht. Bei einer drastischen Reduzierung des Endenergiebedarfs für Raumwärme, würde es sich anbieten, die Temperaturniveaus umfassender zu reduzieren. Die Warmwasserbereitung erfordert dann jedoch andere Konzepte.

Die Absenkung des Temperaturniveaus in einem bestehenden Netz wirft unterschiedliche Fragen auf und bedarf einer gezielte Vorgehensweise. 145

¹⁴⁴ HIR Hamburg Institut Research gGmbH: FERNWÄRME 3.0. Strategien für eine zukunftsorientierte Fernwärmepolitik. 2015

¹⁴⁵ S. dazu Zepf K. et. al.: "Fernwärmemodellstadt Ulm – Exergetische Optimierung der Fernwärmeversorgung Ulm". Abschlussbericht. 2012

Ausgehend von einer hydraulischen Analyse des Fernwärmenetzes wäre es sinnvoll, Versorgungsgebiete zu identifizieren, in denen auf der Grundlage der vorhandenen Abnahme- und Verteilstruktur eine Vorlauftemperaturabsenkung möglich ist. Diese Versorgungsgebiete sollten zusammenhängende Netzteile darstellen, die möglichst keine nachgelagerten Gebiete versorgen. Die Übergabestationen bei den Endkunden müssten dann auf die geringere Temperatur in diesem Gebiet umgestellt werden. Dies sollte bei der üblichen Gebäudebeschaffenheit und den üblichen Heizflächen im Regelfall ohne größere Probleme möglich sein. Für die Trinkwarmwasserbereitung könnten auch Wohnungswasserstationen ggfls. mit Nachheizregistern zur Anwendung kommen. Die Einbindung erneuerbarer Energieträger könnte dann am effektivsten gebietsbezogen und dezentral in die dann mit geringerer Systemtemperatur betriebenen Sekundärnetze erfolgen. Eventuell wären dabei zusätzliche Wärmespeicher zur Entkopplung von Energieangebot und Wärmelast sowie zur hydraulischen Trennung sinnvoll.

4.2.7.3. Einsatz erneuerbarer Energien

Die erneuerbaren Energien sollen in der Wärmeversorgung einen bedeutenderen Stellenwerterhalten. Der Ausbau der erneuerbaren Energien in der Fernwärme hängt insgesamt davon ab, wie sehr sich die Fernwärme in Zukunft verändern wird. Um einen möglichst hohen Anteil Erneuerbarer Energien zu erreichen, sollte das Druck- und Temperaturniveau im Fernwärmenetz so gering wie möglich sein.

Ein wesentliches Element in der Frage der Einbindung erneuerbarer Energien in Fernwärmenetze ist die bestehende Erzeugerstruktur. Durch die Einbindung von erneuerbaren Energien in bestehende Wärmenetze, werden die Wärmeabsätze der bisherigen Erzeuger verdrängt. Welche Wärme verdrängt wird, hat großen Einfluss auf die ökonomische und ökologische Bewertung des Fernwärmenetzes insgesamt.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Einbindung erneuerbaren Energien in Fernwärmenetze. In der Potenzialanalyse erneuerbarer Energien sind diese beschrieben. Daher werden im Folgenden nur die für die Fernwärme spezifischen Aspekte dargestellt.

Holzartige Biomasse

Die Einbindung von holzartiger Biomasse in Fernwärmenetze ist grundsätzlich in Kessel- und KWK-Anlagen unterschiedlicher thermischer Leistungsklassen möglich. Die Fernwärmeerzeugung mit Biomasse kann je nach Bedarf der Wärmelast angepasst werden. Aufgrund des Verbrennungsprozesses wird jedoch ein möglichst kontinuierlicher Betrieb angestrebt.

Holzartige Biomasse lässt sich mit der verfügbaren Anlagentechnik sehr gut in bestehende Fernwärmenetze integrieren. Eine Absenkung der Netztemperaturen ist daher keine Voraussetzung für den Anschluss dieser Anlagen. Niedrigere Netztemperaturen begünstigen jedoch den Einsatz Anlagen, die auf dem Organic Rankine Cycle aufbauen (ORC). Diese koppeln Wärme auf niedrigem Temperaturniveau von ca. 80-90 °C aus.

Biomasseanlagen speisen in der Regel von zentralen Erzeugungsstandorten aus in Fernwärmenetze ein, so dass keine gravierende Änderung in der Regelstrategie des Netzes notwendig ist.

Der Ausbau der Biomassenutzung sollte nachhaltig erfolgen. Zur hochwertigen Nutzung sollte Holz in KWK-Anlagen zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und Strom verwendet werden.

Die Wärmegestehungskosten aus holzartiger Biomasse setzen sich im Wesentlichen aus den Energie- und Kapitalkosten sowie nachrangig aus den Betriebskosten zusammen. Nachteilig für die Wirtschaftlichkeit sind die vergleichsweise hohen Investitionskosten für die Anlagentechnik. Es ist zu erwarten, dass die Konkurrenzsituation für die Beschaffung von Holz zukünftig zunehmen wird und sich in einem Anstieg der Brennstoffkosten auswirkt.

Biogas/Biomethan

Wärme aus Biomethan, die in Blockheizkraftwerken (BHKW) erzeugt wird, kann hydraulisch und regelungstechnisch wie Wärme aus konventionellen Wärmeerzeugungsanlagen in Fernwärmenetze eingespeist werden.

Durch die Nutzung von Biomethan in BHKW und die damit verbundene Substitution von Erdgas können die Treibhausgasemissionen in einem Fernwärmesystem gesenkt werden. Biogas ist jedoch keine unbegrenzt verfügbare erneuerbare Ressource. Die Ausweitung der Biogasnutzung in der Fernwärme sollte daher gezielt dort erfolgen, wo Alternativen schwierig umsetzbar sind.

Der Anteil der Kapital- und Betriebskosten an den spezifischen Wärmegestehungskosten spielt eine untergeordnete Rolle. Die spezifischen Wärmegestehungskosten werden fast ausschließlich von den Brennstoffkosten bestimmt.

Solarthermie

Um solare Strahlung zur Wärmeversorgung für Trinkwarmwasser und Heizungsunterstützung zu nutzen, kommen in der Regel verglaste Flach- oder Va-

kuumröhrenkollektoren zum Einsatz. Dänemark schreibt derzeit eine Erfolgsgeschichte in Bezug auf solare Fernwärme. Dort werden großflächige Solarthermieanlagen im Leistungsbereich bis 50 MWth in Wärmenetzen betrieben. Die meisten dieser Anlagen werden in Kombination mit KWK und weiteren Wärmeerzeugern betrieben und wurden ohne Förderung realisiert.

Die Solarthermie ist weder spitzenlast- noch grundlastfähig. Die Wärmeerzeugung ist sehr volatil und erfolgt nur bei entsprechend günstigen Wetterbedingungen. In den Wintermonaten sind die Voraussetzungen für die Einbindung von Solarthermie in Fernwärmenetze aus mehreren Gründen ungünstig. Das Angebot an Solarstrahlung ist niedrig, gleichzeitig werden die Fernwärmenetze mit ihren höchsten Temperaturen gefahren. Im Sommer, wenn die Temperaturen in vielen Netzen durch die Trinkwarmwasser- Anforderungen bestimmt werden, sind Vorlauftemperaturen von 65-70 °C üblich, um beim Kunden die für die Legionellen-Prophylaxe vorgegebene Temperatur von 60 °C sicher zu stellen. Auch die Rücklauftemperaturen lassen sich im Sommer durch die hohen Temperaturen aus der Nachheizung von Trinkwasserzirkulationsschaltungen in Deutschland nur mit Aufwand auf 50 °C und tiefer senken. In der Regel liegen sie bei 60 °C oder höher. Diese Vorgaben erschweren die Einbindung von Solarthermie, für die niedrigere Vor- und Rücklauftemperaturen günstiger ist.

Es werden im Wesentlichen zwei Arten der Einbindung von Solarthermie in Fernwärmenetze unterschieden.

Bei einer Einbindung an der zentralen Erzeugungsanlage kann die Solarthermieanlage parallel zur konventionellen Erzeugung einen Teilstrom aus dem Netz erwärmen. Große Solarthermie-Anlagen können auch räumlich getrennt vom zentralen Erzeugungsstandort in bestehende Fernwärmenetze eingebunden werden, ähnlich wie im Netz verteilte Spitzenlastheizwerke.

Wird in räumlicher Nähe zu einem bestehenden Fernwärmenetz ein Neubaukomplex oder größeres Neubaugebiet geplant, kann es sich anbieten, dort ein solares Nahwärmenetz als Sekundärnetz zu realisieren. Statt die solare Wärme mit einem Spitzenlastkessel zu ergänzen, wird das Solarnetz über eine Wärmetauscherstation mit dem Fernwärmenetz verbunden.

Wenn die Solaranlage so groß gewählt ist, dass in Schwachlastzeiten im Sommer zeitweise mehr Wärme produziert wird als im Netz abgenommen wird, kann es sinnvoll sein, zusätzlich einen Speicher vorzusehen. Am effizientesten

laufen solarthermische Anlagen allerdings dann, wenn sie in einem Fernwärmenetz mit akzeptablen Vor- und Rücklauftemperaturen ihren gesamten Solarertrag ohne längere Zwischenspeicherung dem Wärmenetz abgeben können.

Da solarthermische Anlagen den größten Teil ihrer Energie in den Sommermonaten einspeisen, kann es zu Konkurrenzen mit anderen Wärmeerzeugern im Netz kommen, die im Grundlastbereich und damit ebenfalls im Sommer eingesetzt werden. Erdgas-BHKWs werden oftmals in Grundlast betrieben und können durch die Stromproduktion häufig günstiger Wärme liefern als Solarthermieanlagen.

Eine Konkurrenz besteht auch zu anderen Erneuerbare-Energien-Technologien wie Biomasse-Heizkraftwerken, Biogas-KWK und Geothermie-Anlagen. Diese Techniken sind investitionsintensiv und zur Erreichung der Wirtschaftlichkeit in der Regel auf eine hohe Anzahl an Vollbenutzungsstunden angewiesen.

Die verursacht keine. Die Wärmegestehungskosten von Solarthermie sind in besonderem Maße von den Kapitalkosten abhängig. Da keine Brennstoffkosten anfallen, sind sie jedoch langfristig stabil. Energiekosten fallen lediglich durch den Stromverbrauch der Pumpen an.

Geothermie

Ein geothermisches Potenzial zur Erzeugung von hochkalorischer Wärme und Strom, ist in Waiblingen nicht vorhanden. Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie in sogenannten kalten Nahwärmenetzen ist an verschiedene Randbedingungen geknüpft, die in bestehenden Fernwärmenetzen nicht erfüllt sind.

Spezielle Netze auf Niedertemperaturniveau sowie die kalten Nahwärmenetze zeigen nur minimale Netzverteilungsverluste und eignen sich daher hervorragend für Gebiete mit geringer Bebauungsdichte. Hier lassen sich auch Potenziale der oberflächennahen Geothermie nutzen. Als Niedertemperatur-Wärmequelle für die Wärmepumpen wurde beispielsweise in der Plusenergiesiedlung Vordere Viehweide in der Gemeinde Wüstenrot ein innovatives Kaltwärmenetz mit einer großen, neuartigen und oberflächennahen Geothermieanlage als Wärme-/Kältequelle umgesetzt.

Als Wärmequelle wurde ein Agrothermie-Kollektorfeld eingerichtet. Durch dieses System können landwirtschaftlich genutzte Flächen und sonstige Freiflächen wie Parkplätze, Sportplätze o. Ä. als Erdreichkollektoren thermisch aktiviert werden. Dazu werden in 2 m Tiefe parallele Rohrleitungen in den Boden

eingelassen. Das durch diese Rohre fließende Wasser gibt je nach Temperaturniveau Wärmeenergie an den Untergrund ab bzw. nimmt Wärmeenergie daraus auf. Über ein sogenanntes Kaltwärmenetz wird diese Wärmeenergie zu den daran angeschlossenen Wohngebäuden geleitet und hier zu Heizzwecken genutzt. 146 Zudem kann das Kaltwärmenetz im Sommer direkt zur Kühlung der Gebäude genutzt werden

4.2.7.4. Nutzung von Abwärme

Ein Großteil des Energieverbrauchs der Industrie dient der Bereitstellung von Prozesswärme. Bei vielen industriellen Prozessen entsteht Abwärme, die im Unternehmen nicht genutzt werden kann und als Wärmeüberschuss durch Abluft oder Kühlwasser abgeführt werden muss. Diese überschüssige Abwärme ist damit zwar keine erneuerbare Energie im engeren Sinn, sollte aber aus Gründen der effizienten Verwendung begrenzter Energieressourcen und des Klimaschutzes soweit als möglich reduziert werden.

Die Nutzung der dabei anfallenden Abwärme ist ein Instrument, um die Effizienz in der Produktion zu erhöhen und damit Kosteneinsparungen zu erreichen.

Abwärme fällt bei fast allen thermischen Prozessen an, für ihre Gewinnung stehen ausreichend erprobte Technologien zur Verfügung. Die Nutzung von Abwärme ist komplex, da hierbei immer auch die Produktionsprozesse berücksichtigt werden müssen. Vor Überlegungen zur Nutzung von Abwärme sollten jedoch immer erst Anstrengungen zur Vermeidung unternommen werden.

Um das Potenzial einer vorhandenen Abwärmequelle abzuschätzen, müssen die Temperatur, der Volumenstrom, das Medium und dessen Verschmutzung, die zeitliche Verfügbarkeit und der Lastgang bekannt sein. In der Regel gilt: Je höher die Temperatur und die Leistung und je kontinuierlicher der Abwärmestrom, desto wirtschaftlicher lässt sich Abwärme nutzen.

Neben der Wärmequelle ist auch die Wärmesenke, also der Verbraucher, zu berücksichtigen. Abwärmesenken lassen sich in drei Kategorien einteilen: Prozessinterne Nutzer, betriebsinterne Nutzer und betriebsübergreifende Nutzer.

Über eine Fernwärmeleitung kann Abwärme beispielsweise in Produktionsprozessen benachbarter Unternehmen, zur Beheizung von Wohn- und Geschäftsräumen, von Sport- und Freizeitanlagen wie Schwimmbädern zur Verfügung gestellt werden.

¹⁴⁶ Pietruschka, D. et al.: Vision 2020. Die Plusenergiegemeinde Wüstenrot. 2016

Industrielle Abwärme

Industrielle Abwärme kann aus Produktionsmaschinen oder Anlagen gewonnen werden. Bisher wird diese Wärmequelle nicht effizient weitergenutzt. Ist die Temperatur der Abwärme hoch genug, lässt sich die Wärme direkt in das Fernwärmenetz einspeisen.

Alternativ dazu kann die Wärme jedoch auch zur Stromerzeugung über ORC-Anlagen, direkte Wärmenutzung beispielsweise für die Heizung von Betriebsgebäuden oder Nutzung in Absorptionskälteanlagen zur Kälteerzeugung verwendet werden.

Durch die sehr spezifische Charakteristik der Abwärmepotenziale sind fallbezogene Analysen notwendig, sowohl auf der Seite des Industrieunternehmens als Anbieter als auch auf der Seite des Fernwärmebetreibers, welcher die Wärme nutzen kann.

In Waiblingen gibt es keine große industrielle Abwärmeproduzenten, wie beispielsweise Stahlwerke, chemische Werke oder Raffinerien. Eine direkt Einspeisung in bestehende Fernwärmenetze kommt daher nicht in Betracht.

Abwärme mit Großwärmepumpen

Abwärme, die kein entsprechend hohes Temperaturniveau aufweist, kann mittels Wärmepumpen auf die Zieltemperatur gehoben werden. So können auch Niedertemperaturquellen nutzbar gemacht werden. Vor allem in kleinen, neuen Wärmenetzen oder Inselnetzen können Wärmepumpen eingesetzt werden. Diese kann umso wirtschaftlicher betrieben werden, je kleiner die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenken ist und je größer die Temperatur der Wärmequelle ist.

Die hauptsächliche Anwendung erfolgt zur Nutzung von Grund- und Abwasserwärme. Bei letzterem kann der Wärmetauscher zur Nutzung der Abwasserwärme direkt im Abwasserkanal oder, wie es in Waiblingen bereits praktiziert wird, an der Kläranlage eingebaut werden.

Die Nutzung von industrieller Abwärme stellt in Kombination mit einer Wärmepumpe eine Sonderform der industriellen Abwärmenutzung dar. Liegt Abwärme konstant, in ausreichender Menge und einem ausreichenden energetischen Potenzial von max. 35 °C vor, kann sie mittels Wärmepumpe zur Verfügung gestellt werden.

Die kontinuierliche Verfügbarkeit von Abwärme aus der Industrie hängt von den Eigenschaften des Industrieprozesses ab. Ist ein kontinuierlicher Produktionsprozess mit entsprechendem Abwärmepotenzial vorhanden, ist eine wichtige Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Großwärmepumpe erfüllt.

Um die Energie einer Niedertemperaturquelle mittels Wärmepumpe in einem Fernwärmenetz nutzen zu können, ist es, wie auch bei vielen erneuerbaren Energieträgern von Vorteil, wenn die Vor- und Rücklauftemperaturen eher gering sind. Großwärmepumpen nach dem Stand der Technik erreichen derzeit Vorlauftemperaturen von rd. 80 °C.

Über die möglichen Potenziale der Nutzung von Industrieabwärme sind nur wenige Daten verfügbar. Die Realisierung konkreter Projekte bleibt bisher weit hinter den Möglichkeiten zurück. Die oft langen Entfernungen zwischen den Industriestandorten und den möglichen Wärme-Abnehmern erfordern einerseits hohe Investitionen in die Wärmenetz-Infrastruktur, die eine lange Nutzungsdauer der Anlagen für die Refinanzierung erfordern. Zum anderen kann jedoch die Lieferung der Wärme vom Industrieunternehmen nicht langfristig garantiert werden, da diese von Produktionsprozessen, Markterfordernissen und unternehmerischen Standortentscheidungen abhängt.

Eine andere Form der Abwärmenutzung liegt bei der Siedlungswasserentsorgung vor. In diesem sind große Energiemengen auf geringem Temperaturniveau vorhanden.

4.2.7.5. Sektorkopplung

Eine Energiewende, die auf die hauptsächliche Verwendung von Erneuerbaren Energien abzielt, ist gekennzeichnet durch eine zunehmende Wechselwirkung zwischen den Sektoren Strom, Wärme und Mobilität. Der Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbar erzeugten Strom oder durch andere erneuerbare Energieträger und nachhaltige Energienutzungsformen bezeichnet man auch als Sektorkopplung. ¹⁴⁷ Schlagworte dazu sind Wärmepumpe, Power-to-Gas oder Power-to-Heat.

Neben sektorenübergreifenden Anwendungen zwischen Angebots- und Nachfragesektoren durch die Kopplung der Energieträger kann Sektorkopplung auch in Form einer neuartigen Verzahnung zwischen den klassischen Verbrauchssektoren (Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung, Industrie und Verkehr) über Netzinfrastrukturen gegeben sein. Hierzu zählt auch die Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe zur Beheizung von Wohngebäuden mittels Fernwärmenetze.

¹⁴⁷ Wietschel, M. et al.: Sektorkopplung – Definition, Chancen und Herausforderungen. Fraunhofer ISI, 2018

Kopplung von Wärme- und Stromerzeugung

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bezeichnet die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme. Durch die gemeinsame Erzeugung von Strom und Wärme in KWK-Anlagen wird eine deutliche Steigerung des Nutzungsgrads gegenüber der getrennten Erzeugung und dadurch eine Einsparung von Primärenergie erzielt. Dies gilt zumindest für die klassische Energiewelt, in der Strom in Dampfturbinen und Wärme im Heizkessel erzeugt wird.

Dennoch entstehen auch beim Einsatz von KWK-Anlagen CO₂-Emissionen, so dass die fossile KWK als Brückentechnologie anzusehen ist, bis genügend Brennstoffe aus erneuerbaren Energien zur Verfügung stehen. Mehr als vom Einsatz der KWK hängt die Klimafreundlichkeit der Energieerzeugung vom verwendeten Brennstoff ab. Klimapolitisch vorteilhaft sind die KWK-Konzepte nur dann, wenn sie analog zu den steigenden regenerativen Anteilen bei der getrennten Strom- und Wärmeerzeugung langfristig ebenfalls auf erneuerbaren Brennstoffen basieren.

Der Ausbau von KWK als wirksames und kosteneffizientes Instrument zum Klimaschutz wird daher angestrebt und mit Maßnahmen wie dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) gefördert. Strom aus KWK-Anlagen wird vorrangig abgenommen und vergütet und somit gleichrangig wie Einspeisungen aus EE behandelt.

In vielen Anwendungsfällen ist die Kraft-Wärme-Kopplung mit der verfügbaren Technik heute schon wirtschaftlich. Dabei wir die Wirtschaftlichkeit nicht nur durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen begrenzt. Zukünftig ist es erforderlich, die Anlagen strommarktorientiert, d. h. mit hoher Flexibilität zur Deckung der verbleibenden Strom-Residuallast zu betreiben. Zur zeitlichen Entkopplung der KWK-Wärmeerzeugung vom Wärmebedarf sind Investitionen in großvolumige Wärmespeicher und die Einbindung in Wärmenetze vorteilhaft.

Die Potenziale der KWK hängen stark von der langfristigen Entwicklung von Wärmebedarf und Wärmenetz-Infrastruktur, sowie von der weiteren Entwicklung im Strommarkt ab.

Die Potentiale der Wärmeversorgung durch den Einsatz von KWK-Anlagen können nur grob abgeschätzt werden. Sie können überall dort eingesetzt werden, wo eine relativ hohe thermische Grundlast vorhanden ist. Die insgesamt benötigte Wärmemenge spielt für die Wirtschaftlichkeit eine entscheidende Rolle, da bei den Investitions- und Betriebskosten Skaleneffekte auftreten.

Folgende Annahmen werden zu Grunde gelegt:

- Ein- und Zweifamiliengebäude: Der Einsatz von Mikro- und Nano-BHKWs (z. B. Stirlingmotor- oder Brennstoffzellengeräte) für wird nur in Einzelfällen wirtschaftlich sein.
- Mehrfamiliengebäude: In Mehrparteienggebäuden mit mehr als zehn Einheiten können Blockheizkraftwerke oftmals wirtschaftlich betreiben werden.
 Nicht sinnvoll ist der Einsatz in kleineren Mehrfamiliengebäuden.
- Kommunale Gebäude: Ab einem Wärmebedarf von 150 MWh ist der Einsatz der KWK sinnvoll.
- Gewerbe und Industrie: Durch im gewerblichen Bereich erforderlichen geringeren Amortisationszeiten ist KWK erst ab einem Wärmebedarf von 300 MWh sinnvoll.

Nutzung von Abwärme

Ein Großteil des Energieverbrauchs der Industrie dient der Bereitstellung von Prozesswärme. Die Nutzung der dabei anfallenden Abwärme ist ein Instrument, um die Effizienz in der Produktion zu erhöhen und damit Kosteneinsparungen zu erreichen.

Abwärme fällt bei fast allen thermischen Prozessen an. Für ihre Gewinnung stehen ausreichend erprobte Technologien zur Verfügung. Die Nutzung von Abwärme ist komplex, da hierbei immer auch die Produktionsprozesse berücksichtigt werden müssen. Vor Überlegungen zur Nutzung von Abwärme sollten jedoch immer erst Anstrengungen zur Vermeidung unternommen werden.

Um das Potenzial einer vorhandenen Abwärmequelle abzuschätzen, müssen die Temperatur, der Volumenstrom, das Medium und dessen Verschmutzung, die zeitliche Verfügbarkeit und der Lastgang bekannt sein. ¹⁴⁸ In der Regel gilt: Je höher die Temperatur und die Leistung und je kontinuierlicher der Abwärmestrom, desto wirtschaftlicher lässt sich Abwärme nutzen.

Neben der Wärmequelle ist auch die Wärmesenke, also der Verbraucher, zu berücksichtigen. Abwärmesenken lassen sich in drei Kategorien einteilen: Prozessinterne Nutzer, betriebsinterne Nutzer und betriebsübergreifende Nutzer.

Über eine Fernwärmeleitung kann Abwärme beispielsweise aus Produktionsprozessen von Unternehmen zur Beheizung von Wohn- und Geschäftsräumen, Sportund Freizeitanlagen wie Schwimmbädern zur Verfügung gestellt werden.

¹⁴⁸ SAENA (Hrsg.): Technologien der Abwärmenutzung, Dresden, 2016

Auch in Waiblingen kann das Potenzial zur Nutzung von Abwärme gesteigert werden. Bisher wird Abwärme aus der zentralen Kläranlage für die Kernstadt in der Fernwärmeversorgung genutzt.

Speicherung von Überschusswärme

Neben der Erzeugung von Wärme wird bei einer größeren Anzahl von zum Teil nicht kontinuierliche betriebenen und nicht planbaren Wärmeerzeugen auch die Speicherung der Überschusswärme zur späteren Verwendung wichtig. Dazu sind Wärmespeicher in geeigneter Größe in das jeweilige Wärmesystem einzubinden.

<u>Sektorenkopplung Wärme und Strom (Power-to-heat)</u>

Power-to-Heat bezeichnet die Verwertung von Überschüssen an Strom aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen für die Wärmeerzeugung. Überschussstrom entsteht, wenn die volatile Erneuerbare Energieerzeugung aus Windkraft- oder Fotovoltaikanlagen auf eine geringe Stromlast im Netz trifft und die Übertragungskapazität des Stromnetzes nicht ausreicht. Um eine Überlastung des Stromnetzes bzw. der Netzknotenpunkte zu verhindern, sind die Netzbetreiber gezwungen, die Anlagen mittels Einspeisemanagement abzuregeln.

Aus Effizienzgründen sollte dies nur in solchen Bereichen angewendet werden, für die es keine andere, effizientere Nutzungsmöglichkeit gibt.

Schon heute wird fast ein Viertel des Stromverbrauchs in Deutschland für Wärmezwecke genutzt. Vor allem für Raumwärme und Warmwasser, also Anwendungen mit einem relativ geringen Temperaturniveau, sollten künftig effizientere Techniken eingesetzt werden, insbesondere Wärmepumpen, Solarthermie und Fernwärme.

Für die Bereitstellung von Prozesswärme mit einem hohen Temperaturniveau wird Strom jedoch auch in Zukunft relevant sein. Für den Ersatz fossiler Energieträger kommt im Bereich der Prozesswärme oft nur Strom in Frage. Bis auf Biomasse, deren Potenzial begrenzt ist, sind andere Wärmeerzeugungstechniken aufgrund benötigter hoher Temperaturen nur eingeschränkt nutzbar.

Aufgrund der Zunahme von Stromanwendungen werden Effizienzsteigerungen überkompensiert, so dass mit einem insgesamt wachsenden Strombedarf für die Bereitstellung von Prozesswärme zu rechnen ist.

Die relativ geringe Erzeugungskapazität Erneuerbarer Energien in Waiblingen und das gut ausgebaute regionale Stromnetz mit vielen Verbrauchern lässt in absehba-

rer Zeit eine Abregelung in Waiblingen sehr unwahrscheinlich erscheinen. Kurzfristige Erzeugungsüberschüsse von Wind- und Solarenergie sind in Waiblingen daher mittelfristig nicht zu erwarten.

Erneuerbare Gase (Power-to-Gas, Wasserstoff, EE-Methan)

In Elektrolyseanlagen kann mithilfe von Strom Wasserstoff erzeugt werden, der anschließend gegebenenfalls in synthetisches Methan umgewandelt und wie Erdgas verteilt und genutzt werden kann. Das Verfahren ist eine wichtige Speicheroption zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit im Stromsektor, denn nach heutigem Kenntnisstand sind synthetische Brennstoffe die einzige Möglichkeit, große Energiemengen über lange Zeit zu speichern. Wird das Gas anschließend in Gaskraftwerken rückverstromt, können auch mehrwöchige Phasen mit gleichzeitig wenig Wind und Sonneneinstrahlung, überbrückt werden. Weil die Umwandlung von Strom zu Gas und die anschließende Rückverstromung mit erheblichen Umwandlungsverlusten verbunden ist, wird die Erzeugung von synthetischem Gas zur Verwendung innerhalb des Stromsektors in großem Stil erst zum Einsatz kommen, wenn große Stromüberschüsse aus Wind- und Solarenergie entstehen.

Um die gespeicherte Energie möglichst effizient zu nutzen, sollte sowohl die bei der Elektrolyse bzw. Methanisierung als auch die bei der Rückverstromung und sonstigen Prozessen entstehende Abwärme zur weiteren Wärmeversorgung genutzt werden. Hierfür sind Wärmenetze sinnvoll. Für die klimafreundliche Bereitstellung von Prozesswärme in der Industrie wird synthetisches Gas neben Biomasse und der direkten Stromnutzung auch von Bedeutung sein, da hiermit sehr hohe Temperaturen erreicht werden können.

4.2.7.6. Flexibilisierung

Aufgrund der steigenden fluktuierenden Stromeinspeisung durch erneuerbare Energien werden Stromkapazitäten aus KWK-Anlagen zunehmend flexibel benötigt. Bei der Einspeisung von solarthermisch erzeugter Wärme werden die übrigen, im Fernwärmenetz eingebundenen Erzeugungsanlagen, beeinflusst. Dies stellt eine weitere Anforderungen an die Flexibilität dieser Anlagen dar.

Dies hat Auswirkungen auf die Gleichzeitigkeit von Erzeugung und Abnahme, was die Integration von Wärmespeichern in Fernwärmenetzen erfordert.

In Zukunft können Wärmenetze nicht auf einen bestimmten Planungsstand ausgelegt werden. Nutzungsänderungen und neue technologische Entwicklungen von Komponenten verändern die Energiebilanz stetig. In der Konzeption müssen die Netzt robust aufgebaut und mit Komponenten ausgerüstet werden, die die gewünschte Flexibilität

vorweisen, um auf Änderungen zu reagieren. Erreichen Wärmenetze eine ähnliche Flexibilität wie Stromnetze, können zusätzlich Synergien zwischen diesen Infrastrukturen genutzt werden.

Beispiel Dänemark

In Dänemark ist die Transformation von Wärmenetzen und die Wende hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung schon recht weit fortgeschritten. Dort wurden im Laufe mehrere Jahrzehnte gebäudeindividuelle Ölheizungen fast vollständig von der Fernwärme verdrängt. In Dänemark basiert die Nah- und Fernwärmeversorgung bereits zu nahezu 50% auf regenerativen Energiequellen.

Die Rahmenbedingungen innerhalb derer sich das dänische Wärmesystem entwickelt hat sind jedoch nicht direkt mit der Situation in Deutschland vergleichbar. Trotzdem lassen sich aus dem dänischen Beispiel einige Schlüsse ziehen, die für die Transformation zu einer Green Economy in Deutschlande von Relevanz sind. Das betrifft drei Aspekte besonders:

- dezentralen Strukturen mit Bürgerbeteiligung und Gemeinnützigkeitsprinzip
- die hohe Besteuerung fossiler Brennstoffe und
- die langfristige Rahmensetzung.

4.2.7.7. Ausbau der Fernwärme in Waiblingen

Ein wichtiger Baustein für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung in Waiblingen ist der Bau und Ausbau lokaler Wärmenetze. Für die Fernwärmeversorgung wurden neben der Entwicklung des Fernwärmebestands, auch die Potenziale für Verdichtung, Erweiterung und Neuerschließung der Fernwärmenetze untersucht.

Potenziale der Wohngebäude

Basierend auf der Ermittlung der Ist-Situation des Gebäudewärmebedarfs wurde die Wärmebedarfsdichte der Wohngebäude ermittelt, um die Entwicklung des Fernwärmebestands und der Fernwärmepotenziale zu untersuchen. Zur Ermittlung der Einsparpotenziale von Wohngebäuden in Waiblingen wurde auf den Wärmebedarfsatlas der LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg zurückgegriffen, der im Auftrag des Umweltministeriums Ba-den-Württemberg erstellt wurde.

¹⁴⁹ Tappeser, V. et al.: Wärmenetze in Dänemark. Fallstudie im Rahmen des Projekts Evolution2Green – Transformationspfade zu einer Green Economy. 2017

In den Karten wird die Wärmebedarfsdichte der Wohngebäude in Waiblingen dargestellt. Zur Berechnung der Wärmebedarfsdichte wird der aufsummierte absolute Wärmebedarf der Gebäude innerhalb eines Baublocks auf die Fläche des Baublocks bezogen. In den Wärmebedarfswerten ist der Energiebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung berücksichtigt.

Die Berechnung des Wärmebedarfs erfolgte zunächst für jedes einzelne Wohngebäude. Aus Gründen des Datenschutzes wurden die Ergebnisse anschließend auf größere Einheiten (Baublöcke) zusammengefasst. Durch Zoomen in der Karte kann die Wärmebedarfsdichte auf den Gebietseinheitsebenen Baublock und Ortslage betrachtet werden.

Grundlage für die Berechnung des Wärmebedarfs im Wärmebedarfsatlas sind Daten des Statistischen Landesamts Baden-Württemberg aus dem Zensus 2011 zu Gebäudetyp, Baualter und Wohnfläche,

- aus den vom IWU Institut Wohnen und Umwelt durchgeführten Arbeiten zu Gebäudetypologie und Energiekennwerten, wobei der wohnflächenspezifische Wärmebedarf in Abhängigkeit von Gebäudetyp, baualtersspezifischem Sanierungszustand und gebäudetypischem Verbrauchsniveau ermittelt wurde, sowie
- Geodaten aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS) und dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS).

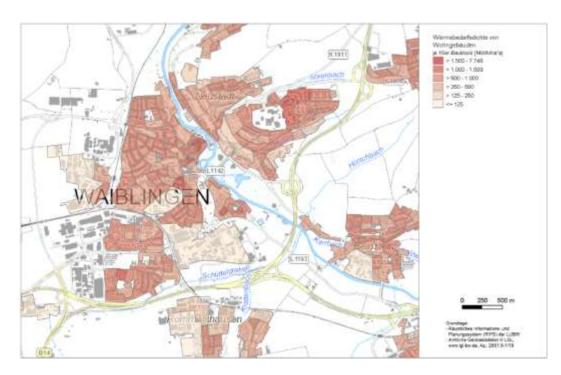


Abbildung 41: Wärmebedarfsdichte von Wohngebäuden in der Kernstadt von Waiblingen

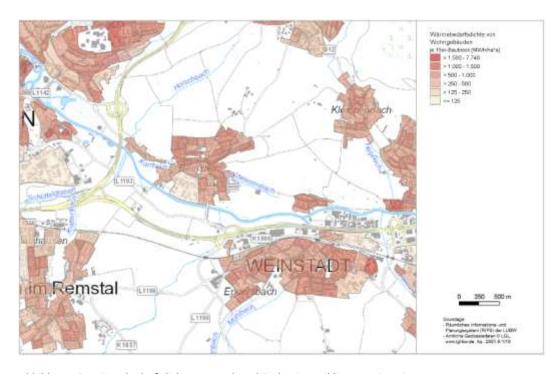


Abbildung 42: Wärmebedarfsdichte von Wohngebäuden in Waiblingen-Beinstein

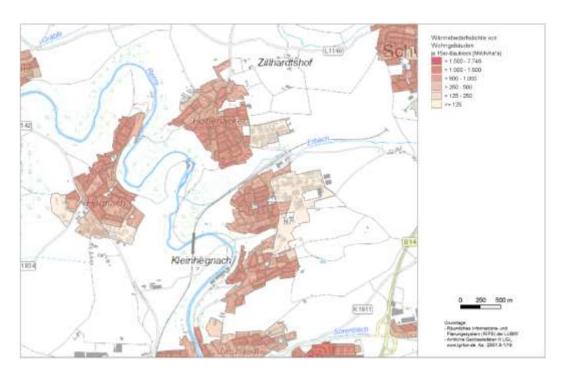


Abbildung 43: Wärmebedarfsdichte von Wohngebäuden in WN-Hegnach, WN-Hohenacker und WN-Neustadt

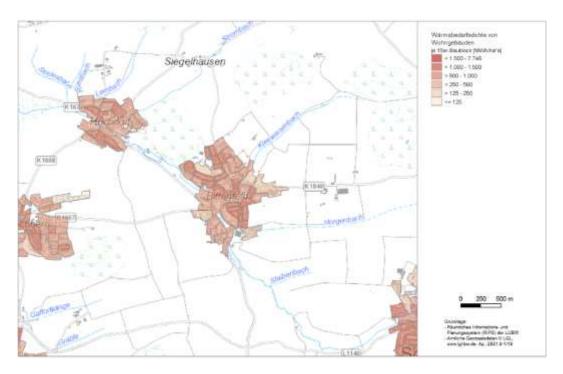


Abbildung 44: Wärmebedarfsdichte von Wohngebäuden in Waiblingen-Bittenfeld

Die Auswertung des Wärmebedarfs auf Blockebene kann ergänzt werden durch die Ermittlung der gebäudespezifischen Werte aus den Verbrauchsabrechnungen von Fernwärme-, Erdgas- und Wärmestromkunden der Stadtwerke Waiblingen. Diese Ergebnisse können aus Datenschutzgründen nicht veröffentlicht werden.

Es zeigt sich, dass im gesamten Stadtgebiet Bereiche mit einem hohen Potenzial für die Fernwärme bestehen. Dieses Potenzial ist allerdings in erheblichem Maß vom Anschlussgrad abhängig und damit heute schwer abschätzbar.

Ziel der Potenzialanalyse der Fernwärme ist daher eher, langfristige Überlegungen dazu anzustoßen, welche Versorgungsinfrastruktur in welchen Bereichen von Waiblingen aufgebaut werden sollen. Außerdem werden Informationen darüber aufgestellt, welche Potenziale zur Abwärmenutzung oder zur Nutzung erneuerbarer Energien vorhanden sind.

Schlüsselgebiete

Generell kann festgehalten werden, dass es keine einfache Faustregel gibt, anhand der sich entscheiden lässt, ob ein Wärmenetz wirtschaftlich umzusetzen und zu betreiben ist. Als einfache Regel gilt, dass für einen wirtschaftlichen Betrieb die spezifische längenbezogene Wärmeleistung pro Meter verlegter Trassenlänge bei mindestens 1,5 kW und die längenbezogene spezifische jährliche Wärmeabnahme pro verlegtem Trassenmeter bei mindestens 1.800 bis 3.000 kWh liegen sollte.

Grundsätzlich spielen hier aber viele weitere Faktoren eine Rolle, die nur im Rahmen einer genaueren Betrachtung verlässlich abgewogen werden können. So wirken sich in Netzen beispielsweise einzelne Großabnehmer als Ausgangspunkt und Standort der Heizzentrale sehr positiv aus, da sie einen großen Teil der Anlageninvestition refinanzieren können oder der Bau einer Heizzentrale eingespart werden kann. Größere kommunale Gebäude wie Schulen, Schwimmbäder oder Rathäuser eignen sich dafür besonders gut. Hier lassen sich bereits vorhandene Wärmenetze nutzen, es muss oft nur die Wärmequelle ausgetauscht oder ergänzt werden.

Unter Einbezug weiterer Informationen über den erwartbaren Bedarf der Nichtwohngebäude und Wärmeverbrauchern des produzierenden Gewerbes können Schlüsselgebiete identifiziert werden, die eine anschließenden Untersuchung rechtfertigen. Diese werden im Folgenden vorgestellt.

• Wohngebiet Korber Höhe I

In der Korber Höhe I liegt vorwiegend Geschosswohnungsbau der 1970er und 1980er Jahre vor, der teils mit Erdgas, teils mit Strom beheizt wird. Für das Gebiet liegt ein energetisches Quartierskonzept vor, das die Potenziale

beim Anschluss an die bestehende Fernwärme Korber Höhe II/Salier-Schulzentrum aufzeigt.

Wohngebiet Fuchsgrube

Das Wohngebiet Fuchsgrube schließt westlich an die Korber Höhe I an und weist Geschosswohnungsbau der 1970er und Kettenhäuser vor. Die Wärmeversorgung erfolgt zum großen Teil über Heizöl. Das Gebiet eignet sich räumlich für einen Anschluss an die bestehende Fernwärme Korber Höhe II/Salier-Schulzentrum.

• Gewerbegebiet Ameisenbühl

Das Berufschulzentrum im Ameisenbühl wird bisher schon mit einer Holzhackschnitzelanlage versorgt und weist mit einer beheizbaren Bruttogrundfläche von 38.291 m² einen Endenergieverbrauch für Wärme von 3.809 MWh/a auf. In der näheren Umgebung sind Gewerbebetriebe mit hohem Energieverbrauch angesiedelt, die separat versorgt werden. Zum Großteil erfolgt die Versorgung über fossile Energieträger, teilweise ist dies Heizöl.

Wohngebiet Wasserstube

Das Wohngebiet Wasserstube weist eine lockere Bebauung mit Einzel- und Mehrfamiliengebäuden auf, die um die zentral im Gebiet platzierte Zacherschule errichtet sind. Von der Schule als öffentlichen Gebäude aus kann eine Inselversorgung der umliegenden Wohngebäude erfolgen.

Wohngebiet Galgenberg II

Das Wohngebiet Galgenberg I wird überwiegend mit Erdgas versorgt. Die hohe Wärmebedarfsdichte macht es aber auch für die Fernwärme interessant.

Wohngebiet Im Hohen Rain

Das Wohngebiet Im Hohen Rain wurde in den 1960er und 1970er erschlossen und wird mit Erdgas und Heizöl versorgt. Die Wärmebedarfsdichte des Gebietes lässt auf hohe Abnahmewerte bei einer Fernwärmeversorgung schließen. Das Gebiet eignet sich räumlich für einen Anschluss an die bestehende Fernwärme über die Erzeugungsstation der Stadtwerke.

Wohngebiete Wasserturm und Innerer Weidach

Die Wohngebiete Wasserturm und Innerer Weidach wurden in den 1980er und 1990er erschlossen und sind hauptsächlich mit Erdgas, teilweise auch mit Heizöl versorgt. Die Wärmebedarfsdichte der Gebiete lässt auf hohe Abnahmewerte bei einer Fernwärmeversorgung schließen. Inmitten des Wohngebietes Wasserturm liegt die Friedrich-Schofer-Siedlung, in der schon ein bestehendes Fernwärmenetz verlegt ist, das nicht von den Stadtwerken betrieben wird.

Ortsteil Beinstein/Wohngebiet Hausweinberg

Das Wohngebiet Hausweinberg in Beinstein wurde in den 1980er und 1990er erschlossen und wird mit Erdgas und Heizöl versorgt. Die Wärmebedarfsdichte des Gebietes lässt auf hohe Abnahmewerte bei einer Fernwärmeversorgung schließen.

Ortsteil Bittenfeld/Wohngebiete südlich und östlich der Schule

Die Wohngebiete südlich und östlich der Schule weisen hohe Wärmebedarfsdichten vor. Dies lässt auf hohe Abnahmewerte bei einer Fernwärmeversorgung schließen. Eine vorhandene Heizzentrale in der Schule sorgt für eine weitere hohe Wärmeabnahme auch im Sommer und kann unter Umständen Ausgangspunkt für ein Inselnetz darstellen.

Ortsteil Hegnach/Ortsmitte und südliche Wohngebiete

Die Ortsmitte und die südlichen Wohngebiete von Hegnach weisen hohe Wärmebedarfsdichten vor. Dies lässt auf hohe Abnahmewerte bei einer Fernwärmeversorgung schließen. Eine vorhandene Heizzentrale im Hallenbad sorgt für eine weitere hohe Wärmeabnahme und kann unter Umständen Ausgangspunkt für ein Inselnetz darstellen.

Ortsteil Hohenacker/südliche Wohngebiete

Die Wohngebiete im südlichen Bereich von Hohenacker wurden in den 1950er und 1980er erschlossen. Die Wärmebedarfsdichte des Gebietes lässt auf hohe Abnahmewerte bei einer Fernwärmeversorgung schließen. Eine vorhandene Fernwärmestruktur gibt es hier jedoch nicht.

Ortsteil Neustadt

In der Friedenschule in Neustadt besteht eine Holzhackschnitzelheizanlage. Von hier aus könnten nahegelegene Gebäude mitversorgt werden. Die Wärmebedarfsdichte im Umfeld der Schule weist dem Gebiet jedoch keine

besondere Priorität zu. Hier müssten zuvor weitere Untersuchungen erfolgen.

4.2.8. Wärmeversorgungsplanung

Im Wärmeversorgungsplan wird die ganze Stadt in Wärmeversorgungszonen unterteilt. In allen Zonen wird jeweils ein begünstigt. Es sollte folgende Zonen berücksichtigt werden:

- Individuelle Wärmeversorgung (Wärmepumpen, Pellets)
- Erdgas
- Zentrale Fernwärme
- Dezentrale Fernwärme

Die zentrale Versorgung über Fernwärme ist dort zu bevorzugen, wo bisher schon Strukturen vorhanden sind. Die Durchführbarkeit hängt von mehreren Faktoren wie dem Wärmebedarf und der Wärmedichte des jeweiligen Gebiets ab.

Neben den bisher schon im Fokus stehenden Gebieten in der Korber Höhe 1 (1), dem ehemaligen Gelände des Kreiskrankenhauses (2) und dem Neubau in Waiblingen Süd (4) konnten weitere Gebiete identifiziert und deren Wärmebedarf überschlägig ermittelt werden.

NR.	GEBIET	WÄRMEBEDARF	LEISTUNG
Α	Fuchsgrube	4.470 MWh	1,7 MW
В	Neustädter Straße, Winnender Straße, Unterer Roßberg	3.540 MWh	1,4 MW
С	Korber Straße, Am Kätzenbach, Beinsteiner Straße, An der Talaue	7.350 MWh	2,9 MW
D	Waldmühleweg, Talstraße, Schippertsäcker	2.280 MWh	0,9 MW
Е	Weingärtner Vorstadt, Schmidener Straße, Hausgärten	2.650 MWh	1,0 MW
F	Altstadt (südlicher Teil)	3.010 MWh	1,2 MW
G	Mayenner Straße, Blumenstraße, Heinrich-Küderli-Straße	2.740 MWh	1,1 MW
Н	Schorndorfer Straße, Gieselastraße, Im Hohen Rain	5.200 MWh	2,0 MW
I	Mayenner Straße, Johann-Auwärter-Straße, Rötestraße	1.360 MWh	0,5 MW
J	Mayenner Straße, Stuttgarter Straße, Gänsäckerstraße, Alte B 14	11.590 MWh	4,5 MW
K	Mayenner Straße, Kappelbergstraße, Neue Rommelshauser Straße, Schurwaldstraße, Alte B 14	5.460 MWh	2,1 MW

Tabelle 57: Primäre Gebiete für den Ausbau der Fernwärme

Die Erweiterungen der bestehenden Gebiete würden es auch erlauben, einige Gebiete zusammenzuschließen. Dadurch sind Vorteile wie eine erhöhte Versorgungssicherheit und auch die Möglichkeit zur breiteren Standortsuche für neue und größere Wärmeerzeugerstandorte, die auch die Einbindung von Erneuerbaren Energien erlauben, verbunden.

Die folgende Karte zeigt bestehende und anschlussfähige Gebiete. Darin sind gelb die bestehenden Gebiete markiert. Rot dargestellt sind Gebiete, die in einem ersten Schritt an bestehende Wärmeversorgungsgebiete angeschlossen werden können (A bis K). Weitere, längerfristig anschließbare Gebiete, sind grau hinterlegt (a bis o).

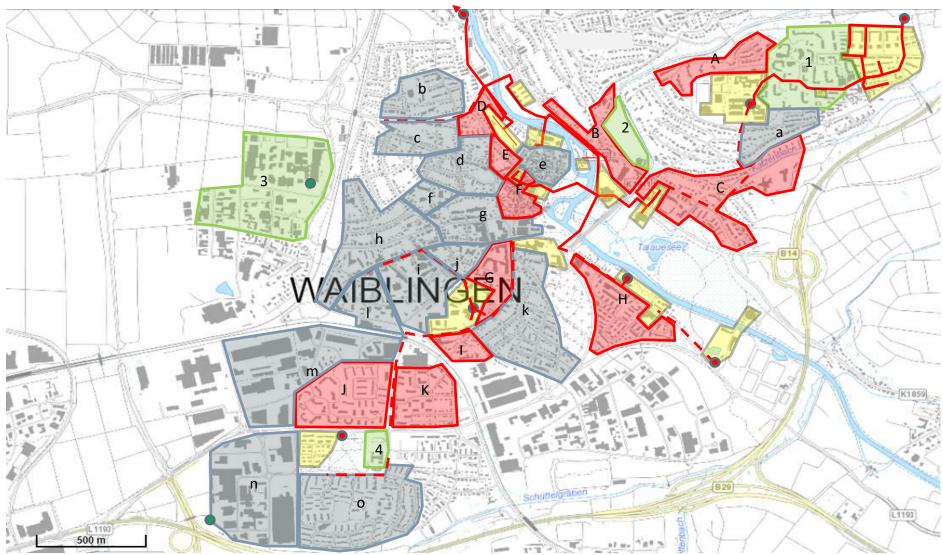


Abbildung 45: Wärmeversorgungsplan Fernwärme (Entwurf)

Darin sind gelb die bestehenden Gebiete markiert. Rot dargestellt sind Gebiete, die in einem ersten Schritt an bestehende Wärmeversorgungsgebiete angeschlossen werden können. Weitere, längerfristig anschließbare Gebiete, sind grau hinterlegt.

Ein besondere Stellung nehmen dir grün markierten Gebiete ein. Diese sind schon bisher für den Anschluss an die Fernwärme in der Planung (1, 2 und 4) oder stellen, wie die Fläche des Kreisberufschulzentrums und des Berufsbildungswerks mit dem südlich davon gelegenen Gewerbegebiet Ameisenbühl ein Gebiet mit qualitativ hohem Potenzial dar, für das jedoch keine zuverlässigen Bedarfszahlen vorliegen.

4.2.9. Potenzial zur Vermeidung von Treibhausgasen

Um das Potenzial zur Vermeidung von Treibhausgasen aufzuzeigen, werden – getrennt für Wärmenutzung, Wärmeerzeugung sowie bei Nutzung Erneuerbarer Energien in Wärmesektor und der Fernwärme –die entsprechenden Mengen an vermiedenen Treibhausgasemissionen berechnet. Die Ergebnisse der singulären Betrachtungen sind allerdings nicht addierbar, weshalb auf eine gemeinsame Darstellung verzichtet wird.

Zur Berechnung der Einsparpotenziale werden die Emissionsfaktoren, die bereits in der CO₂-Bilanz verwendet wurden, herangezogen. Der auf die Endenergie bezogene mittlere CO₂-Emissionsfaktor bei der Wärmeerzeugung beträgt dabei 0,254 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Megawattstunde.

4.2.9.1. CO₂-Vermeidung bei der Wärmenutzung

Durch Wärmeschutzmaßnahmen an Wänden, Decken, Dächern und Fenstern können je nach Sanierungsstandard zwischen 34.906 und 60.682 Tonnen CO₂-Äquivalente vermieden werden. Das Verhältnis zu den in Waiblingen laut CO₂-Bilanz im Jahr 2015 verursachten Emissionsmenge für Wärme von 127.973 Tonnen beträgt damit zwischen 30 und 53%.

CO ₂ -EMISSIONEN	EINSPARUNG ENEV-SANIERUNG		EINSPARUNG AMBIT NIERUN	
	[t/a]	[%]	[t/a]	[%]
Wohngebäude	22.512	32	38.736	55
NWG GHD	8.107	30	14.863	55
NWG Kommunal	1.122	30	2.056	55
NWG prod. Gewerbe	1.187	30	2.177	55
Prozesswärme	1.978	10	2.850	18
Gesamt	34.906	30	60.682	53

Tabelle 58: CO₂-Vermeidungspotenzial bei der Wärmenutzung

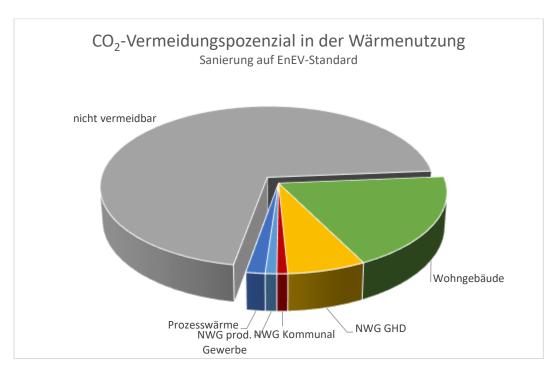


Abbildung 46: CO₂-Vermeidungspotenzial bei der Wärmenutzung auf EnEV-Standard

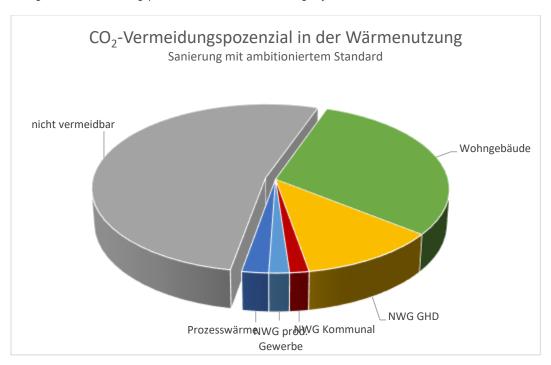


Abbildung 47: CO₂-Vermeidungspotenzial bei der Wärmenutzung auf ambitionierten energetischen Standard

4.2.9.2. CO₂-Vermeidung bei der Wärmeerzeugung

Der Einsatz effizienterer Technik zur Wärmeerzeugung in Gebäuden kann insgesamt 144.765 Tonnen CO₂-Äquivalente vermeiden.

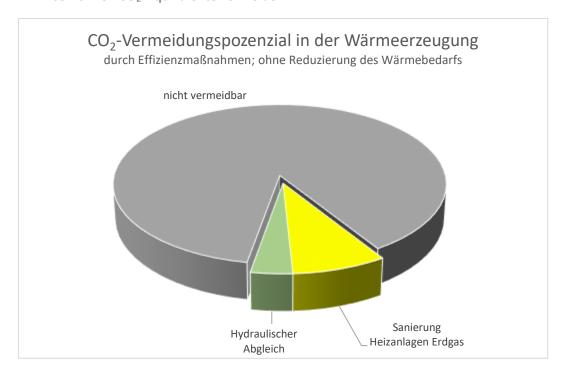


Abbildung 48: CO₂-Vermeidungspotenzial bei der Wärmeerzeugung durch Effizienzmaßnahmen

4.2.9.3. CO₂-Vermeidung bei der Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmesektor

Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien zur Wärmebereitung können insgesamt 52.362 Tonnen CO_2 -Äquivalente vermieden werden. Das Verhältnis zu den in Waiblingen laut CO_2 -Bilanz im Jahr 2015 verursachten Emissionsmenge für Wärme von 127.973 Tonnen beträgt damit rund 47%.

CO ₂ -EMISSIONEN	CO ₂ -EMISSIONEN	CO ₂ -VERME	EIDUNG
	[t/a]	[t/a]	[%]
Ist-Zustand	127.973	-	
Heizanlagen mit Energie- mix Prognose	68.248	59.725	47

Tabelle 59: CO₂-Vermeidungspotenzial bei der Wärmeerzeugung

4.2.9.4. CO₂-Vermeidung bei der Nutzung von Fernwärme

Fernwärme trägt dann zur Minderung der CO₂-Emissionen bei, wenn dabei entweder

· eine deutlich effizientere Wärmeerzeugung erfolgt,

- durch Koppelprodukte, wie beispielsweise die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme in einem BHKW, Emissionen gegenüber einer getrennten Erzeugung vermieden werden oder
- wenn für die Wärmeerzeugung Erneuerbare Energien eingesetzt werden.

Da die Entwicklung der Fernwärme ein entscheidender Aspekt bei der Umgestaltung der Wärmeversorgung sein wird, soll anhand zweier Modelle das Vermeidungspotenzial aufgezeigt werden. In beiden Modellen wird davon ausgegangen, dass die Wärmeversorgung je zur Hälfte dezentral (unter Einbezug der Energieträgerverteilung wie im vorigen Abschnitt) und zur anderen Hälfte durch Fernwärme erfolgt. Die Fernwärme wird in einem Modell mit Erdgas über BHKWs und einen Spitzenlastkessel und im zweiten Modell durch Erneuerbare Energien (60% Biomasse, 5% Solarthermie und 35% Wärmepumpen) erzeugt.

CO ₂ -EMISSIONEN	DEZENTRALE HEIZUNGEN	FERNWÄRME	GESAMT
	[t/a]	[t/a]	[t/a]
Ist-Zustand	124.503	3.470	127.973
BHKW-FW 50/50	42.032	46.876	88.909
EE-FW 50/50	42.032	24.009	66.042
Heizanlagen mit Energie- mix Prognose	58.759	9.489	68.248

Tabelle 60: : CO₂-Vermeidungspotenzial durch Maßnahmen der Fernwärme

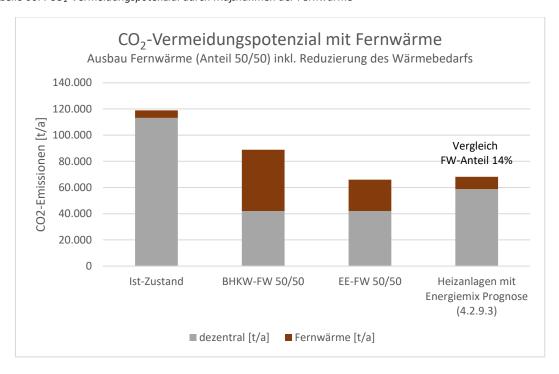


Abbildung 49: CO₂-Vermeidungspotenzial bei der Fernwärme

Mit dem Einsatz von Erneuerbaren Energien bei der Erzeugung von Fernwärme können die CO2-Emissionen in ähnlicher Weise gesenkt werden, wie es für

4.3. CO₂-Minderungspotenzial

Nachfolgend werden zentrale Schlüsselfaktoren für die zukünftige Entwicklung bei der Nutzung Erneuerbarer Energien und der Wärmeversorgung in Waiblingen und ihre entsprechenden Ausprägungen detaillierter und vergleichend für drei Szenarien dargestellt. Zunächst erfolgt eine gebündelte Beschreibung der drei Szenarien - ein Referenz- und zwei Zielszenarien, die im Rahmen der Studie generiert wurden. Darin werden die unterschiedlichen Ausprägungen der zentralen Schlüsselfaktoren und Parameter erläutert, die für die drei Szenarien maßgebend sind.

4.3.1. Szenarien zur Nutzung Erneuerbarer Energien

Die Nutzung Erneuerbarer Energien in Waiblingen ist in wesentlichen Teilen auf die Nutzung der Gebäudeflächen zur Umwandlung solarer Strahlungsenergie in Wärme oder Strom begrenzt. Ein weiterer Teil betrifft die Nutzung von Freiflächen zur solaren Energiegewinnung sowie die Nutzung von bisher ungenutzter Biomasse aus der Landschaftspflege und dem Baum- und Strauchschnitt von Straßenbegleitgrün.

Die Nutzung der Windenergie ist eine Reaktionsgröße der Entscheidungen und Prozesse, die in den anderen Bereichen getroffen werden. In diesem Handlungsfeld ist die Stadtverwaltung und Akteure wie beispielsweise die Stadtwerke auf die Setzung der Rahmenbedingungen von Bund, Land, Region und Landkreis sowie anderer Akteure angewiesen, bevor die Stadt selbst aktiv werden kann.

Die Szenarien variieren das Ausmaß, in dem Waiblingen durch die Nutzung von Solar- und Windenergie sowie Energie aus Biomasse seinen Strom- und Wärmebedarf decken und gleichzeitig den Überschussstrom in das System integrieren kann.

Bei der nachfolgenden Festlegung der Ausprägungen der Schlüsselfaktoren und Parameter werden im Regelfall konservative Abschätzungen durchgeführt.

SCHLÜSSEL- FAKTOR	REFERENZ	ZIEL A	ZIEL B
PV an Gebäuden	Ausbau, wie im Durchschnitt der letz- ten Jahre Wachstum: 5%/a 2050: 52 MW _p /43 GWh/a	Stärkerer Ausbau als Referenz Wachstum: 6%/a 2050: 76 MW _p /64 GWh/a	Um 50% stärkerer Ausbau als Referenz Wachstum: 7,5%/a 2050: 94 MW _p /80 GWh/a Deckelung bei Ausnutzung von 80% des Potenzials.
PV auf Freiflächen	Keine Nutzung von Freiflächen-PV	20%ige Nutzung des Potenzials 2050: 4 MW _p /4 GWh/a	40%ige Nutzung des Potenzials 2050: 8 MW _p /9 GWh/a
Windkraft	Keine Nutzung	Vereinzelte Nutzung von Kleinwindkraft	Vollständige Nutzung der Potenziale auf der Buocher Höhe 2050: 90 GWh/a
Biomasse (aus Landschafts- pflege und Stra- ßenbegleitgrün)	Geringe Nutzung für dezentrale Biomasse- Heizungen (wie bis- her)	50%ige Nutzung holz- artiger Biomasse in der Fernwärme zur Wärmeerzeugung mit 80% Wirkungsgrad 2050: Wärme: 2 GWh/a	Vollständige Nutzung holz- und halmgutar- tiger Biomasse in der Fernwärme zur Wärme- und Stromer- zeugung mit 90% Ge- samtwirkungsgrad 2050: Strom: 3 GWh/a Wärme: 4 GWh/a
Solarthermie an Gebäuden	Ausbau wie im Durch- schnitt der letzten fünf Jahre 2050: 11 GWh/a	Um 25% stärkerer Ausbau als Referenz 2050: 20 GWh/a	Um 50% stärkerer Ausbau als Referenz 2050: 36 GWh/a Deckelung bei Aus- nutzung von 80% des Potenzials.

Tabelle 61: Schlüsselfaktoren der Szenarien beim Ausbau Erneuerbarer Energien

4.3.2. Szenarien zur Integrierten Wärmenutzung

Für die Entwicklungen bei der Wärmenutzung sind einerseits Faktoren relevant, die auf die Gebäudeentwicklung fokussieren

Der Erfolg der Energie- und CO₂-Emissionseinsparung im Gebäudebestandes hängt stark von der Sanierungsrate der Gebäudehülle ab. Für eine vergleichbare Bewertung von Sanierungsraten wird in der Literatur in der Regel von einer "Vollsanierung" ausgegangen, die

sich aus den vier Einzelmaßnahmen "Dämmung Außenwand", "Dämmung Dach/ Obergeschossdecke", "Dämmung Fußboden/ Kellerdecke" und "Fenstererneuerung" zusammensetzt¹⁵⁰. Da in der Regel nur Teilsanierungen erfolgen, fließen diese flächengewichtet entsprechend anteilig in die Gesamtbewertung von Sanierungsraten ein. Die vorliegenden Szenarien stützen sich auf bundesweite Erhebungen zu den aktuellen Sanierungsraten im Gebäudebestand. Die umfassende und differenzierte Erhebung der "Datenbasis Gebäudebestand" geht für den Zeitraum 2005-2008 von einer Sanierungsquote von 0,83 % aus. Für die Bestimmung der gebäudebezogenen Parameter wurde das im Energieatlas Baden-Württemberg hinterlegte Gebäudemodell genutzt. Bei der Sanierungstiefe wird gleichermaßen von Sanierungen entsprechend den gesetzlichen energetischen Anforderungen und ambitionierten Sanierungen mit besseren Energiewerten ausgegangen.

Durch Erweiterung und Ausbau der Fernwärmeversorgung steigt der Anteil der Fernwärmeversorgten Gebäude. Gleichzeitig verändert sich die Brennstoffversorgung der Fernwärme durch Steigerung des Anteils an Erneuerbaren Energien in der Fernwärme.

Für die restlichen Anteile des Wärmebedarfs wird zunächst untersucht, in welchem Umfang die Solarthermie zur Deckung des Wärmebedarfs beitragen kann. Unter Ausnutzung der Ergebnisse des Energieatlas Baden-Württemberg zur Einbeziehung der geeigneten Dachflächen und unter Berücksichtigung des wirtschaftlich bereitstellbaren Anteils für Warmwasser und Heizung mit getrennten solaren Deckungsgraden für Heizung und Warmwasser wird ein solarthermisch nutzbarer Ertrag ermittelt. Je Szenario wurden unterschiedliche Ausnutzungsgrade dieser solarthermischen Potenziale angenommen.

Vom verbleibenden Wärmebedarf nach Abzug der Deckung durch Fernwärme und Solarthermie wurde der szenarienspezifische Anlagen- und Energiemix im Gebäudebereich festgelegt.

In allen drei Szenarien wird für die bundesweite Stromerzeugung ein regenerativer Anteil von 80 % gemäß des Energiekonzeptes der Bundesregierung aus dem Jahr 2010 angenommen. Damit sinkt der Treibhausgasfaktor von 583 g CO_2 / kWh in 2015 auf 150 g CO_2 / kWh in 2050.

SCHLÜSSEL-	REFERENZ	ZIEL A	ZIEL B
FAKTOR			

¹⁵⁰ vgl. etwa IWU: Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Darmstadt

Sanierungsrate der Gebäude- hülle	0,83%/a		1,50%/a		2,15%/a	
FW-Anschluss- quote	Kernstadt Ortschaften	10% 5%	Kernstadt Ortschaften	35% 15%	Kernstadt Ortschaften	50% 30%
Brennstoffmix Fernwärme	BHKW Wärmepumpe Biomasse	70% 10% 20%	BHKW Wärmepumpe Biomasse	55% 20% 25%	BHKW Wärmepumpe Biomasse	30% 40% 30%
Anteile Solarther-	5%		100/		15%	
mie in der Wär- menutzung	3/0		10%		15%	

Tabelle 62: Schlüsselfaktoren der Szenarien bei der Wärmeversorgung

4.3.2.1. Referenzszenarium

Das Referenzszenarium gibt die aktuelle Entwicklung wieder und projiziert diese auf das Zieljahr 2050.

Dabei werden Gebäude mit einer Rate von 0,83% pro Jahr saniert. Dies bedeutet, dass bis zum Jahr 2050 rund ein Viertel (25,7%) aller Gebäude energetisch saniert sind. Damit wird der Wärmebedarf aller Gebäude bis 2050 um rund zehn Prozent sinken.

Die Wärme für die Gebäude werden zumeist noch mit separaten Heizungen erzeugt. In der Kernstadt werden 10% der Gebäude mit Fernwärme beheizt, in den Ortschaften sind es nur 5%. Der Brennstoffmix der Fernwärme besteht zum Großteil (70%) mit Erdgas-BHKWs, zu 10% aus Wärme von Wärmepumpen und zu 20% aus Biomasse. Die Gebäude mit separater Heizung nutzen Solarthermie um 5% ihres Wärmebedarfs zu decken. Der restliche Wärmebedarf wird durch Strom in Direktheizungen (5%), Wärmepumpen (10%), Erdgas (30%), Heizöl (15%) und Biomasse (40%) gedeckt.

4.3.2.2. Zielszenarium A

Das Zielszenarium A geht von moderat stärkeren Entwicklungen der einzelnen Aspekte bis zum Zieljahr 2050 aus.

Die Sanierungsrate der Gebäude beträgt dabei 1,50% pro Jahr. Dies bedeutet, dass bis zum Zieljahr 46,5% aller Gebäude energetisch saniert sind. Damit wird der Wärmebedarf aller Gebäude bis 2050 um rund 18% zurückgehen.

Die Wärme für die Gebäude wird in der Kernstadt zu 35% mit Fernwärme gedeckt, in den Ortschaften sind es 15%. Der Wärmeerzeugung der Fernwärme besteht zu 55% aus Abwärme von Erdgas BHKWs, zu 20% aus Wärme von Wärmepumpen und zu 25% aus Biomasse.

Der Anteil der Solarthermie am Wärmebedarf steigt bei den Gebäuden mit separater Heizung auf 10%. Strom-Direktheizungen bleiben kontinuierlich bei einem Anteil von 5%, Wärmepumpen vergrößern ihren Anteil auf 20%, die Wärmeerzeugung mit fossilen Energien geht zurück – bei Erdgas auf 20% und bei Heizöl auf 5% – wogegen die Biomasse auf 45% zulegt.

4.3.2.3. Zielszenarium B

Im Zielszenarium B sind die Entwicklungen der einzelnen Aspekte bis zum Zieljahr 2050 deutlich stärker.

Die Sanierungsrate der Gebäude beträgt dabei 2,15% pro Jahr. Damit sind bis zum Zieljahr bereits zwei Drittel (66,7%) aller Gebäude energetisch saniert. Der Wärmebedarf aller Gebäude sinkt bis dahin um rund 26%.

Die Wärme für die Gebäude wird in der Kernstadt zu 50% mit Fernwärme gedeckt, in den Ortschaften sind es 30%. Der Wärmeerzeugung der Fernwärme besteht zu 30% aus Abwärme von Erdgas BHKWs, zu 40% aus Wärme von Wärmepumpen und zu 30% aus Biomasse.

Der Anteil der Solarthermie am Wärmebedarf steigt bei den Gebäuden mit separater Heizung auf 15%. Strom-Direktheizungen bleiben kontinuierlich bei einem Anteil von 5%, Wärmepumpen werden einen Anteil von 35% erreichen, die Wärmeerzeugung mit fossilen Energien wird nur noch einen Anteil von 10% Erdgas haben (Heizöl wird nicht mehr verwendet) und die Biomasse wird mit 55% der am häufigsten verwendete Wärmeträger darstellen.

4.3.3.CO₂-Einsparungen der Szenarien

Mit den hier entwickelten unterschiedlichen Szenarien werden im Rahmen in zwei Teilbereichen, der Nutzung des Potenzials an Erneuerbaren Energien und der Integrierten Wärmenutzung Wege vorgestellt, die zur Verringerung der CO2-Emissionen führen. Für die entsprechenden Parameter wurden dazu Annahmen für das Jahr 2050 gestellt, die entsprechend der Potenziale und der Wirkungsmöglichkeit von inneren und äußeren Verhaltensund Entscheidungsmotivationen machbar erscheinen.

In diesem Abschnitt erfolgt nun die Darstellung der Bewertung der Szenarien auf die CO₂-Emissionen der einzelnen Sektorfelder.

Eine Betrachtung der Gesamtheit der klimawirksamen Emission von Treibhausgasen nach der Logik der CO₂-Bilanzierung würde sich nur übergreifend mit entsprechenden Annahmen für das Gesamtsystem und alle relevanten Emissionsfaktoren durchführen. Da hierfür jedoch andere rahmenbildende Akteure wie die EU-Kommission, die Bundesregierung und bei Einführung einer CO₂-Bepreisung im Rahmen von Emissionszertifikaten eine Vielzahl von Marktakteuren Einfluss nehmen, muss im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes darauf verzichtet werden.

4.3.3.1. CO₂-Einsparung bei der Nutzung Erneuerbarer Energien

Vergleich auf Grundlage zukünftiger Entwicklungen

Im Folgenden wird basierend auf den nachstehenden theoretischen Überlegungen ein Verdrängungsmix berechnet. In der aktuellen Perspektive kann davon ausgegangen werden, dass zu keiner Zeit Erneuerbare Energien verdrängt werden. Eine Abregelung von Erneuerbaren Energien erfolgt nur aus Gründen der Netzrestriktion, nicht dadurch, dass das Angebot die Nachfrage übersteigt.

Zukünftig wird Erneuerbarer Strom auch zur Erzeugung von Wasserstoff und synthetischen Methan verwendet werden. Dies findet jedoch keinen Niederschlag im Verdrängungsstrommix.

Da der Anteil Erneuerbarer Energien kontinuierlich auf 80% steigt, werden CO₂-intensivere Erzeugungsoptionen ersetzt und aus dem Strommarkt gedrängt. Im Jahr 2050 werden die restlichen 20% des Strommixes aus fossilem Erdgas mit 50%iger Wärmeauskopplung hergestellt. Kohle stellt durch den beschlossenen Kohleausstieg bis zu diesem Zeitpunkt keine Option im Strommarkt dar.

Der Verdrängungsstrom ist 2050 mit einem Emissionsfaktor von 243 kg/MWh (derzeit 682 kg/MWh¹⁵¹) behaftet.

Fotovoltaikstrom: Für die Stromerzeugung aus Fotovoltaik wird ein CO2-Faktor von 30 kg/MWh (derzeit 67 kg/MWh) angenommen. Dabei wird davon ausgegangen, dass Effizienzverbesserungen sowie niedrigere CO₂-Emissionen in der Herstellungen wirken. Der resultierende spezifische Vermeidungsfaktor wird sich bis 2050 auf 213 kg/MWh reduzieren (derzeit 614 kg/MWh).

¹⁵¹ UBA: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung vermiedener Emissionen im Jahr 2017.2018

Windstrom: Die Emissionsfaktoren für Windenergie werden auf einem ähnlichen Niveau wie derzeit betragen und werden mit 10 kg/MWh (derzeit 10,6 kg/MWh) festgesetzt. Der spezifische Vermeidungsfaktor beträgt 2050 rund 233 kg/MWh.

Strom aus Biomasse: Für die Stromerzeugung aus Holz bleibt der Emissionsfaktor auf dem Stand von heute bei 38 kg/MWh. Der spezifische Vermeidungsfaktor beträgt 2050 ca. 205 kg/MWh.

Wärme aus Biomasse: Hinsichtlich der Substitutionsbeziehungen der Wärmebereitstellung aus fester Biomasse in der allgemeinen Versorgung wird angenommen, dass zu 100% mit Erdgas erzeugte Fernwärme ersetzt wird. Dabei wird je zur Hälfte KWK-Wärme und Wärme ohne gleichzeitige Stromerzeugung ersetzt. Der spezifische Treibhausgas-Vermeidungsfaktor beträgt aufgrund der Substitution von Erdgas ca. 180 kg/MWh.

Solarthermische Wärme: Die solarthermische Wärmebereitstellung vermeidet die Wärmebereitung entsprechend der im Gebäudesektor angenommenen Verteilung der Energieerzeuger bzw. der Energieträger. Der spezifische Treibhausgas-Vermeidungsfaktor liegt bei ca. 100 g

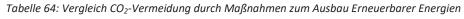
CO ₂ -VERMEIDUNGSFAKTOREN	2017 ¹⁵²	2050
Fotovoltaik	614 kg/MWh	213 kg/MWh
Wind	667 kg/MWh	233 kg/MWh
Strom aus Biomasse	689 kg/MWh	205 kg/MWh
Wärme aus Biomasse	213 kg/MWh	180 kg/MWh
Solarthermische Wärme	248 kg/MWh	100 kg/MWh

Tabelle 63: Treibhausgas-Vermeidungsfaktoren 2017 und 2050

¹⁵² UBA: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung vermiedener Emissionen im Jahr 2017.2018

Gesamt	10.416	17.828	44.801
Summe (Wärme)	1.073	2.178	4.379
Solarthermie	1.073	1.984	3.624
Biomasse (Wärme)	-	194	755
Summe (Strom)	9.343	15.650	39.799
Biomasse (Strom)	-	-	623
Wind	-	1.049	20.970
PV Freiflächen	-	899	1.884
PV an Gebäuden	9.343	13.702	16.945
CO ₂ -VERMEIDUNG IN TONNEN PRO JAHR	REFERENZ- SZENARIO	ZIELSZENARIO A	ZIELSZENARIO B

CO₂-Vermeidung ggü. Referenz - +71% +330%



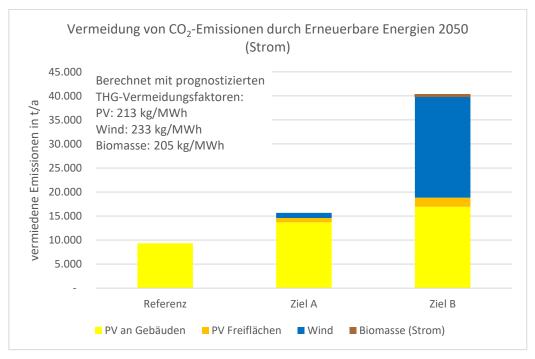


Abbildung 50: Durch Erneuerbare Energien vermiedene CO₂-Emissionen im Strombereich in den Szenarien

Die Entwicklungen beim Referenzszenario führen zu rund 9,3 Mt weniger CO₂-Emissionen im Strombereich. Mit dem Zielszenario A betragen die Emissionsminderungen 15,6 Mt. Im Zielszenario B steigen die vermiedenen Emissionen auf 39,8 Mt.

Im Wesentlichen sind die vermiedenen Emissionen auf die Nutzung von Fotovoltaik zur Stromgewinnung begründet. Im Zielszenario B steigert der Betrieb von Windkraftanlage die vermiedenen Emissionen deutlich. Die Windkraft trägt mit über der Hälfte zu den Emissionsminderungen bei, weshalb auch trotz der Rückschläge bei der Entwicklung des Gebiets Buocher Höhe weiterhin diese Möglichkeiten in Betracht gezogen werden sollten.

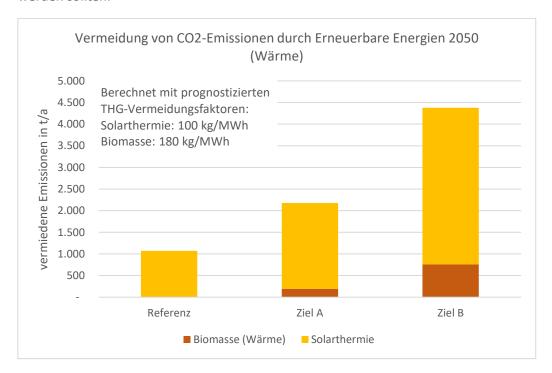


Abbildung 51: Durch Erneuerbare Energien vermiedene CO₂-Emissionen im Wärmebereich in den Szenarien

Im Wärmebereich sind Entwicklungen hauptsächlich auf die Nutzung von Solarenergie zur Wärmeerzeugung in Gebäuden fundiert. Beim Referenzszenario führt dies zu rund 1,1 Mt weniger CO₂-Emissionen. Im Zielszenario A betragen die Emissionsminderungen 2,2 Mt. Zielszenario B sieht eine vermehrte Nutzung von Biomasse vor, was zu vermiedenen Emissionen in der Größe von 4.4 Mt führt.

Die vermiedenen Treibhausgasemissionen sind im Zielszenario A um 71% höher als im Referenzszenario. Beim Zielszenario B beträgt die Steigerung gegenüber dem Referenzszenario 330% und ist damit über vier Mal so hoch.

Mit den derzeitigen Eimissionen können diese Zahlen allerdings nicht verglichen werden, da sich die Emissionsfaktoren bei den Energieverbräuchen durch die oben beschriebenen Einflüsse bis 2050 verändern. Ein Vergleich mit den 2015 in Waiblingen ausgestoßenen rund 400 Mt an Treibhausgasen aller Energieverbraucher (oder 180 Mt aus dem Stromverbrauch) ist also nicht zulässig.

Vergleich mit dem Ist-Zustand

Möchte man die CO₂-Einsparungen gegenüber dem Ist-Zustand erheben, muss die Reduktion an Treibhausgasen anhand der heutigen CO₂-Emissionsvermeidungsfaktoren abgeleitet werden.

Wie weiter oben schon berechnet, beläuft sich das theoretische Einsparpotenzial bei der Nutzung Erneuerbarer Energien auf 144.765 t/a im Strombereich und 11.992 t/a im Wärmeberich. Für die Szenarien wurde jedoch angenommen, dass das Ausbaupotenzial Erneuerbarer Energien nicht zur Gänze ausgeschöpft wird.

Für den Strombereich ergibt sich bei den einzelnen Szenarien folgendes Bild:

CO ₂ -VERMEIDUNG IN TONNEN PRO JAHR	REFERENZ- SZENARIO	ZIELSZENARIO A	ZIELSZENARIO B
Biomasse (Verstromung)	-	-	2.022
Fotovoltaik	58.750	61.408	64.067
Windkraft		-	62.370
Wasserkraft	1.370	1.370	1.370
Gesamt	60.120	62.778	129.828
Verhältnis der ver- miedenen CO ₂ -Emis- sionen an den Ge- samtemissionen des Stromverbrauchs	34%	35%	73%

Tabelle 65: Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch den Ausbau Erneuerbarer Energien im Strombereich bei den Szenarien (s. Kap. 4.3.2.2)

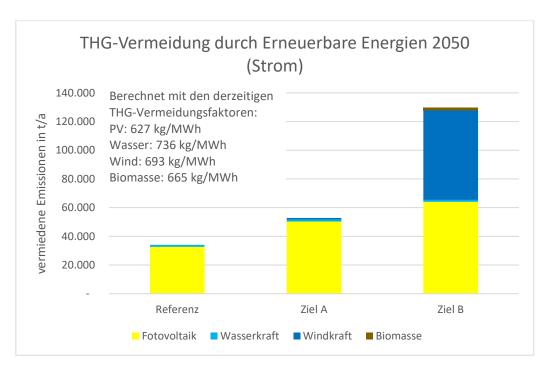


Abbildung 52: Durch Erneuerbare Energien vermiedene CO2-Emissionen im Strombereich in den Szenarien mit den derzeitigen THG-Vermeidungsfaktoren (2017)

Im Wärmebereich stellen sich die vermiedenen CO₂-Emissionen wie folgt dar:

CO ₂ -VERMEIDUNG IN TONNEN PRO JAHR	REFERENZ- SZENARIO	ZIELSZENARIO A	ZIELSZENARIO B
Biomasse (Wärmeerzeugung)	-	333	1.292
Solarthermie	2.662	4.920	8.987
Gesamt	2.662	5.253	10.279
Verhältnis der ver- miedenen CO ₂ -Emis- sionen an den Ge- samtemissionen des Wärmeverbrauchs	2%	4%	9%

Tabelle 66: Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch den Ausbau Erneuerbarer Energien im Wärmebereich bei den Szenarien (s. Kap. 4.3.2.2)

4.3.3.2. CO₂-Einsparung bei der Integrierten Wärmenutzung

Die Einsparungen in den einzelnen Szenarien für den Bereich Integrierte Wärmenutzung erfolgt auf Grundlage der in den Szenarien angenommenen Faktoren. Daraus können die Einsparungen im Vergleich zu den Emissionswerten bei der Wärmeversorgung entsprechend den Werten aus der CO₂-Bilanz ermittelt werden.

CO ₂ IN TONNEN	CO ₂ -BILANZ	REFERENZ-	ZIELSZENARIO	ZIELSZENARIO
PRO JAHR	2015	SZENARIO	Α	В
Stromdirekt	7.461	2.764	2.170	1.781
Wärmepumpe	322	1.501	2.282	3.205
Erdgas	66.925	21.010	11.979	3.633
Heizöl	48.487	16.860	4.412	0
Biomasse	1.307	2.949	2.604	2.256
Fernwärme	3.470	4.393	8.080	8.848
Gesamt	127.973	49.477	31.527	19.723

CO ₂ -Reduktion				
ggü. Ist-Zustand	-	61%	75%	85%
-		:		. 14/5,

Tabelle 67: Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch Maßnahmen zur integrierten Wärmenutzung bei den Szenarien (s. Kap. 4.3.2.3)

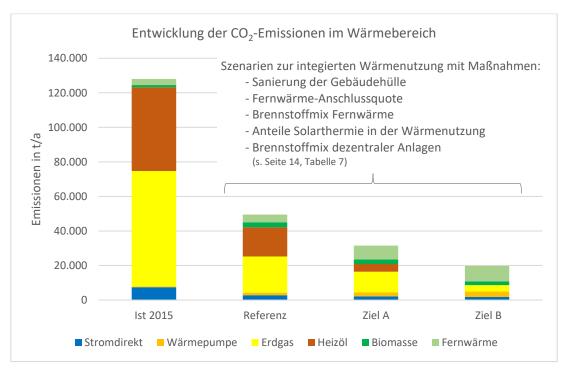


Abbildung 53: Entwicklung der CO2-Emissionen im Wärmebereich

Im Referenzszenario nehmen die CO_2 -Emissionen im Wärmebereich um 61% gegenüber den Ist-Werten ab. Im Zielszenario A beträgt die Abnahme 75% und im Zielszenario B 85%.

4.3.3.1. CO₂-Einsparung gegenüber dem Ist-Zustand

Die Einsparungen durch die Maßnahmen zum Ausbau Erneuerbarer Energien und in der integrierten Wärmenutzung stellen sich in der Gesamtschau wie folgt dar.

Dabei gilt es zu beachten, dass die Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich Bestandteil der Maßnahmen zur integrierten Wärmenutzung darstellen und nicht separat aufgeführt werden.

CO ₂ -VERMEIDUNG IN	REFERENZ-	ZIELSZENARIO	ZIELSZENARIO
TONNEN PRO JAHR	SZENARIO	A	В
Ausbau erneuerba- rer Energien (Strom)	60.120	62.778	129.828
Maßnahmen zur In- tegrierten Wärme- nutzung	78.496	94.966	108.250
Summe	138.616	157.744	238.078

Tabelle 68: Kombinierte CO2-Vermeidung bei den Szenarien mit Maßnahmen zum Ausbau Erneuerbarer Energien (Strom) und zur integrierten Wärmenutzung

Die Einsparungen im Zielszenario B von 238.078 Tonnen $_{\rm CO2}$ stellt im Verhältnis zu den aus der ${\rm CO}_2$ -Bilanz errechneten Gesamtemissionen von 393.962 Tonnen $_{\rm CO2}$ einen Anteil von 60% dar. Dabei bleiben jedoch die Verkehrsemissionen durch den Verbrauch von Kraftstoffen in Verbrennungsmotoren unberücksichtigt. Rechnet man die Emissionen der Kraftstoffe aus der ${\rm CO}_2$ -Bilanz heraus beträgt die Reduktion 79,8%.

4.3.4.Schlussfolgerungen

Einzig das Zielszenario B führt zu den Emissionsminderungen, die in den Klimaschutzzielen hinterlegt sind. Durch den Ausbau Erneuerbarer Energien im Strombereich können rund 73% der strombedingten CO₂-Emissionen kompensiert werden. Für den Wärmebereich spielen die heimischen Erneuerbaren Energiequellen eine untergeordnete Rolle. Hier kommt es auf das Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen an. Dies beinhaltet die energetische Sanierung der Gebäude, den Wechsel zu effizienten Systemen der Wärmeerzeugung und einer vermehrten Zentralisierung der Wärmeversorgung durch Fernwärme unter Verwendung von Erneuerbaren Energien. Diese Maßnahmen bewirken, dass die CO₂-Emissionen im Wärmebereich gegenüber dem Ist-Zustand um 85% verringert werden.

Damit sind die im Zielszenario B aufgeführten Schlüsselfaktoren Grundlage für die auszuarbeitenden Maßnahmenvorschläge und Handlungspläne.

4.4. Investitionskosten

Die Kosten für die unterschiedlichen Szenarien können aus Kennwerten für einzelne Maßnahmen abgeleitet werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich die Kosten über mehrere Jahre bis ins Jahr 2050 teils unterschiedlich verteilen.

INVESTITIONSKOSTEN in Mio. €	REFERENZ- SZENARIO	ZIELSZENARIO A	ZIELSZENARIO B
Ausbau Erneuerbare Energien	63,8	97,8	189,7
Maßnahmen zur Integrierten Wärmenut-	420.0	CE4.4	052.0
zung	438,9	654,4	863,0
Summe	502.7	752.2	1.052.7

Tabelle 69: Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zum Ausbau Erneuerbarer Energien (Strom) und zur integrierten Wärmenutzung

4.4.1.Investitionskosten Erneuerbare Energien

Im Folgenden wird basierend auf Kennwerte die Investitionskosten für die Nutzung der Erneuerbaren Energiepotenziale in Waiblingen aufgestellt. Dabei wird von folgenden Investitionskennwerten ausgegangen:

MAßNAHME	INVESTITIONSKENNWERT ¹⁵³
PV an Gebäuden	1200 €/kW _p
PV Freiflächen	800 €/kW _p
Wind	1500 €/kW
Biomasse (Verstromung)	80 €/MWh
Biomasse (Verbrennung)	40 €/MWh
Solarthermie	120 €/MWh

Tabelle 70: Kennwerte der Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zum Ausbau Erneuerbarer Energien

Anhand der Kennwerte und dem in den einzelnen Szenarien zugrundeliegenden Ausbaupotenzialen werden die Investitionskosten für die einzelnen Technologien abgeschätzt:

¹⁵³ Fraunhofer-ISE – Stromgestehungskosten Erneuerbarer Energien – März 2018

INVESTITIONS- KOSTEN in Mio. €	REFERENZ- SZENARIO	ZIELSZENARIO A	ZIELSZENARIO B
PV an Gebäuden	62,5	91,3	112,4
PV Freiflächen	0,0	3,4	6,8
Wind	0,0	0,0	60,0
Biomasse	0,0	0,6	6,2
Solarthermie	1,3	2,4	4,3
Gesamt	63,8	97,8	189,7

Tabelle 71: Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zum Ausbau Erneuerbarer Energien

4.4.2. Investitionskosten Integrierte Wärmenutzung

Bei den Investitionskosten für die Umsetzung werden alle für die Einzelaspekte Maßgeblichen Kosten geschätzt. Dies sind die Kosten für die energiesparenden Maßnahmen an der Gebäudehülle (Wärmedämmung/Fenster mit allen damit verbundenen Nebenkosten), für die Sanierung der Heizungsanlagen (entsprechend dem zu Grunde gelegten Mix an Heizungstechniken, einschließlich Installation von Solarwärmeanlagen) und für den Ausbau der Fernwärme (Kosten für den Aufbau des Wärmenetz bis einschließlich der Übergabestation und der Wärmeerzeuger).

MAßNAHME	INVESTITIONSKENNWERT ¹⁵⁴
Wärmeschutz Gebäude	405 €/m² _{WF}
Anlagentechnik	65 €/m² _{WF}
Fernwärme	
Hausanschlüsse	2.500 €/Geb.
Leitungen	150 €/MWh
Erzeuger	25.000 €/MW

Tabelle 72: Kennwerte der Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zur integrierten Wärmenutzung

¹⁵⁴ entsprechend BMWi – Energieeffizienzstrategie Gebäude.

Dies führt zu folgenden Investitionskosten:

INVESTITIONS- KOSTEN in Mio. €	REFERENZ	ZIELSZENARIO A	ZIELSZENARIO B
Wärmeschutz	275,0	496,9	712,3
Anlagentechnik	154,6	126,5	101,4
Fernwärme	9,3	31,0	49,3
Gesamt	438.9	654.4	863.0

Tabelle 73: Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zur integrierten Wärmenutzung

Die Investitionskosten setzen sich zusammen aus Kosten für ohnehin anfällige Maßnahmen und energiebedingten Mehrkosten. Dies sind anteilige Kosten zum Erreichen einer Energieeinsparung. Die Kosten einer reinen Instandsetzungsmaßnahme werden auch als Sowiesokosten bezeichnet. Diese fallen bei der Gebäudeinstandhaltung und bei der Anlagentechnik durch Alterung und Abnutzung der Bauteile an.

SOWIESOKOSTEN in Mio. €	REFERENZ	ZIELSZENARIO A	ZIELSZENARIO B
Gebäudeinstand- haltung	183,3	331,3	474,8
Anlagentechnik	93,4	93,4	93,4
Summe	276.7	424.7	568.3

Tabelle 74: Ohnehin anfallende Investitionskosten (Sowiesokosten) bei den Szenarien mit Maßnahmen zur integrierten Wärmenutzung

Daraus können die Mehrkosten für die einzelnen Szenarien ermittelt werden.

	REFERENZ	ZIELSZENARIO	ZIELSZENARIO
		Α	В
Mehrkosten in Mio. €	162,2	229,7	294,8

Tabelle 75: Mehrkosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zur integrierten Wärmenutzung

5. Handlungsfelder und Akteure

5.1. Erneuerbare Energien

5.1.1. Nutzung des Solarpotenzials auf Gebäudeflächen

Das Potenzial zur Nutzung der solaren Strahlungsenergie, die auf Gebäudeflächen trifft, wird in Waiblingen erst zu weniger als zehn Prozent genutzt. Bei einer Vielzahl von Gebäuden können noch Anlagen errichtet werden.

Bei den Gebäuden muss zwischen den einzelnen Nutzern und Eigentümern unterschieden werden, da diese wesentlichen Einfluss auf die Erschließung des Potenzials haben. Je nach Art des Gebäudes, der Nutzung und der Eigentumssituation, sind unterschiedliche Entscheider am Prozess beteiligt. Dies bedingt unterschiedliche Akteure und erfordert auch eine differenzierte Herangehensweise zur Potenzialaktivierung von Seiten der Stadtverwaltung.

Im selbstgenutzten Einfamilienhaus sind die Zuständigkeiten noch einfach. Eigentümer und Bewohner sind dieselben Person(en). Schwieriger wird es da, wo Komplexe Verbindungen zwischen Beteiligten bestehen.

Beispiel: Fotovoltaik auf einem Mehrfamilienhaus in Wohneigentum (WEG)

Soll eine Fotovoltaik auf dem Gebäude einer Wohneigentümergemeinschaft errichtet werden, so ist ein Beschluss der Gemeinschaft notwendig. Möglicherweise kommen noch Dritte als Betreiber der Anlage ins Spiel. Zu unterscheiden ist zudem, ob der in der Anlage erzeugte Strom von den Bewohnern selbst genutzt werden soll oder komplett ins öffentliche Stromnetzt eingespeist wird. Bei der Eigennutzung, die meist die wirtschaftlich interessantere Version darstellt, sind entsprechende Vorschriften zu beachten (Stichwort: Mieterstrom). Die Thematik ist für WEG-Verwalter ein Randthema ihrer gewöhnlichen Tätigkeit.

Jedes Gebäude ist unterschiedlich zu betrachten, was Rahmenbedingungen wie Solareignung der Flächen, Wärme- und Strombedarf, Betriebsweise der Anlagen, Diversität der Akteure u. s. w. betrifft. Um beim Beispiel von ober zu bleiben kann das die Anzahl der WEG-Verwalter betreffen. In Waiblingen sind schätzungsweise 50 WEG-Verwalter tätig, die mehrere hundert WEGs betreuen.

Eine Unterscheidung in verschiedene Gruppierungen von Nutzern und Gebäuden mit den jeweiligen Besonderheiten wird im Folgenden aufgelistet:

UNTERSCHEIDUNGSMERKMAL	BETEILIGTE
Ein-/Zweifamilienhaus	Eigentümer
Eigennutzung	Evtl. Mieter
	Netzbetreiber
Ein-/Zweifamilienhaus	Eigentümer
Vermietung	Mieter
	Netzbetreiber
Mehrfamilienhaus	Eigentümer (Einzelperson, GbR, Unternehmen, Kom-
Vermietungsobjekt	mune)
	Mieter einzelner Wohnungen
	Hausverwalter
	Errichter und Betreiber der Anlage [PV/SW]
	Netzbetreiber
Mehrfamilienhaus	Eigentümergemeinschaft
Wohneigentum (WEG)	Evtl. Mieter einzelner Wohnungen
	WEG-Verwalter
	Errichter und Betreiber der Anlage [PV/SW]
	Netzbetreiber [PV]
Gewerbeobjekt Handel	Gebäudeeigentümer/Eigentümergemeinschaft
	Handelsunternehmen
	Evtl. Mieter/Pächter einzelner Ladengeschäfte
	Evtl. Mieter einzelner Wohnungen
	Evtl. Verwalter
	Errichter und Betreiber der Anlage [PV]
	Netzbetreiber [PV]
Gewerbeobjekt Handwerk und	Gebäudeeigentümer
Industrie	Unternehmen
	Errichter und Betreiber der Anlage [PV/SW]
	Netzbetreiber [PV]
Verwaltungsgebäude	Gebäudeeigentümer
	Verwaltungseinheit (privat/öffentlich)
	Evtl. Mieter/Pächter einzelner Einheiten
	Errichter und Betreiber der Anlage [PV]
	Netzbetreiber [PV]
Gebäude der Stadt Waiblingen	Gebäudeeigentümer
	Stadtverwaltung
	Evtl. Mieter/Pächter einzelner Einheiten
	Errichter und Betreiber der Anlage [PV]
	Netzbetreiber [PV]
Tabelle 76: Akteure zur Erschließung des	Solarpotenzials auf Gebäuden

5.1.2. Nutzung des Solarpotenzials auf Freiflächen

Eine Kommune, die erstmals über PV-Freiflächenanlagen zu entscheiden hat, begibt sich auf fachliches Neuland. Daher sollte die Stadtverwaltung zunächst Wissen aufbauen und Erfahrungen sammeln, bevor weitere Entscheidungen getroffen werden. Nach dem Wissensaufbau sollte die Stadtverwaltung und die Gremien eine Grundsatzentscheidung zur Errichtung von PV-Freiflächenanlagen treffen. In diesem sollte die Gebietskulisse und entsprechende Rahmen festgelegt werden.

Die Stadt sollte, ähnlich wie bei neu geplanten Baugebieten oder größeren städtebaulichen Entwicklungen, die Projektentwicklung nach ihren Vorstellungen selbst in die Hand nehmen und danach Investoren anbieten oder eigenständig bauen sowie betreiben und so die gesamte Wertschöpfungskette nutzen.

Ein Vorteil bei Freiflächenanlagen ist darin zu sehen, dass die Zahl der darin verwickelten Akteure deutlich geringer ist als bei Fotovoltaik auf Gebäuden. Die geeigneten Flächen sind derzeit meist landwirtschaftlich genutzt oder ehemalige Deponiegelände, die jedoch heute einer anderen Nutzung zugeführt werden.

Damit stellen Landwirte und Eigentümer des Bodens die Hauptakteure bei einer Nutzungsänderung dar. Für die vorbereitenden Maßnahmen ist die Stadtplanung im Wesentlichen verantwortlich. Die Bürgerschaft sollte auf jeden Fall durch Möglichkeiten zur finanziellen Beteiligung in die Projektumsetzung eingeschlossen werden.

UNTERSCHEIDUNGSMERKMAL	BETEILIGTE
Landwirtschaftsflächen	Eigentümer/Pächter
	Landwirtschaftsamt
	Stadtplanung
	Planungsverband
	Stadtwerke
	Bürgerschaft
Ehemalige Deponie	Eigentümer
	Stadtplanung
	Planungsverband
	Genehmigungsbehörde
	Stadtwerke
	Bürgerschaft

Tabelle 77: Akteure zur Erschließung des Solarpotenzials auf Freiflächen

5.1.3. Nutzung des Potenzials kommunaler Biomasse

Als Beitrag zur Aktivierung und Erhöhung der Verfügbarkeit vorhandener Biomassepotenziale kommt vor allem die Nutzung von Holz und Halmgut aus der kommunalen und privaten Landschaftspflege in Betracht.

Besonders das Holz aus der Landschaftspflege hat Vorteile gegenüber anderen Biomassen. Die Bereitstellungskosten können relativ geringgehalten werden, da die Pflege auch unabhängig von der energetischen Nutzung stattfinden muss. Das Schnittgut entsteht als Abfall, der per Gesetz, da er nicht vermieden werden kann, verwertet werden muss. Die Umwandlung in nutzbare Energie in Form von Strom oder Wärme ist eine Möglichkeiten die Äste und Zweige sinnvoll zu verwerten.

Holz aus der Landschaftspflege ist ein Brennstoff, der nicht angepflanzt werden muss und daher sofort verfügbar ist. Es müssen außerdem keine gesonderten landwirtschaftlichen Flächen zur Verfügung gestellt werden.

Hinsichtlich der Logistik bilden das jahreszeitlich unterschiedliche Aufkommen, die schwankende Zusammensetzung sowie die Feuchtigkeit des Materials das zentrale Problem. Ein kontinuierlich laufendes Kraftwerk bzw. eine entsprechende Heizungsanlage bedarf einer regelmäßigen und möglichst homogenen Zufuhr von trockenem Brennstoff. Benötigt werden Flächen und Anlagen, um Grünschnitthölzer zu einem Brennstoff in Form von Holzhackschnitzeln aufzubereiten sowie die Abnahme des Brennstoffes zur Nutzung bei der Fernwärmebereitung.

Besonders gut geeignet für die Verbrennung von Hackschnitzeln aus den Sträuchern aus der Landschaftspflege, die relativ feucht sind, wäre die Technik der Vorschubrostfeuerung, die im größeren Leistungsbereich (über 1 MW) eingesetzt wird. Bisher gibt es in Waiblingen nur vereinzelt Anlagen, die mit Holzhackschnitzeln beheizt werden. Die energetische Nutzung der Stoffe stellt somit für alle Beteiligte zunächst Neuland dar.

5.1.4. Nutzung des Windpotenzials

Mit derzeit verfügbarer Technik lasst sich etwa 30% am Gesamtstrombedarf Waiblingens durch Windenergie decken. Die Nutzung des Windpotenzial auf Waiblinger Gebiet ist jedoch zunächst nicht durchführbar, da die raumplanerischen Rahmenbedingungen dies nicht ermöglichen. Dies kann sich allerdings im Betrachtungszeitraum bis 2050 ändern.

Derzeit trifft das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung auf Grundlage einer gutachterlichen Stellungnahme der Deutschen Flugsicherung eine Einzelfallentscheidung. Eine Norm zur Beurteilung der Störwirkung von Drehfunkfeuer gibt es nicht. Fachverbände der Errich-

ter und Betreiber von Windkraftanlagen haben dazu in letzter Zeit Anstrengungen zur Klärung des Einflusses zusätzlicher Windkraftanlagen auf Störungen der Funkfeuer unternommen. 155

Entwicklungen dazu müssen daher weiter beobachtet werden. Es empfiehlt sich im Abstand von 5 Jahren Aspekte, wie die Abstandsregelungen zu Navigationsanlagen für den Luftverkehr auf Veränderungen in der Genehmigungspraxis hin zu untersuchen.

5.1.5. Nutzung des Geothermiepotenzials

Die oberflächennahe Geothermie ist nahezu überall einsetzbar. Sie eignet sich vor allem zur Beheizung (oder Kühlung) von Gebäuden, die mit einem Niedertemperatur-Heizsystem ausgerüstet sind. Für die Nutzung stehen das Grundwasser, der Boden oder das Festgestein zur Verfügung. Welche Wärmequelle und welche technische Variante zur Erschließung dieser Wärmequelle bevorzugt zum Einsatz kommen sollten, richtet sich nach den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten.

Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie ist durch Faktoren begrenzt, die sowohl auf der Wärmequellenseite als auch auf Seiten der Wärmensenken liegen. Die Begrenzungen für das Potenzial sind dabei situationsbedingt. Bei der Wärmequelle sind die Begrenzungen durch die Baudichte gegeben, da kleinen Grundstückszuschnitten Mindestabstände eventuell nicht eingehalten werden können und sich Erdsonden gegen-seitig beeinflussen können.

Wie bei der Solarnutzung ist auch bei der Nutzung von Geothermie ein unterschiedliches Akteursfeld tätig. Man kann sich allerdings auf zwei wesentliche Handlungsfelder begrenzen.

Zum einen sind dies Bauherren von Einzelgebäuden, deren Lage sich für die direkte Nutzung von Erdwärme eignet. Einen anderen Fall weisen neue Baugebiete auf, die über eine gemeinsame Versorgungsleitung mit einer Wärmequelle verbunden werden.

¹⁵⁵ Behrend, F.: Wissenschaftliches Hintergrunddokument zum Einfluss von Windenergieanlagen auf den Flugbetrieb mit UKW-Drehfunkfeuer, 2019 und Geise, R.: Analyse und Bewertung der DFS-Methodik zur Prognose möglicher Störungen von Drehfunkfeuern durch Windenergieanlagen, 2019

UNTERSCHEIDUNGSMERKMAL	BETEILIGTE
Einzelneubau	Bauherr
	Planer/Energieberater
	Handwerker
	Genehmigungsbehörde
Baugebiet	Bauherren
	Stadtplanung
	Planer/Energieberater
	Handwerker
	Betreiber "kalte" Wärmenetze

Tabelle 78: Akteure zur Erschließung des Geothermiepotenzials

5.1.6. Nutzung des Potenzials an Umweltwärme

Wärmepumpen, die die Wärme aus der Umwelt nutzen sind langfristig wichtig für die klimafreundliche Beheizung von Neubauten und gut sanierten Bestandsbauten. Herausforderungen liegen in größeren Wohngebäuden aufgrund der Anforderungen an die Trinkwasserhygiene.

Die Erschließung der Außenluft zur Nutzung über Wärmepumpen wird hauptsächlich von sekundären Faktoren begrenzt. Vor allem die Geräuschentwicklung in Wohngebieten schränkt die Nutzung ein. Bei der Nutzung von Abwärme stehen nicht für alle Quellen geeignete Wärmetauschersysteme zur Verfügung. Zudem besteht ein wirtschaftliches Risiko in der teilweise mangelnden Planbarkeit der Verfügbarkeit dieser Quellen aufgrund veränderter Nutzungs- oder Produktionsprozesse.

Wie aus diversen Feldtests hervorgeht, ist die Sicherung der Installationsqualität für die Effizienz der Systeme ein bedeutender Faktor, der bei allen Wärmepumpensystemen beachtet werden sollte.

Ansatzpunkte sind bei der Sanierung von einzelnen Gebäuden oder der gemeinschaftliche Sanierung ganzer Quartiere gegeben.

UNTERSCHEIDUNGSMERKMAL	BETEILIGTE
Sanierung Einzelgebäude	Gebäudeeigentümer Planer/Energieberater Handwerker
Sanierungsgebiete	Gebäudeeigentümer
	Stadtplanung Planer/Energieberater
	Handwerker
	Evtl. Betreiber "kalte" Wärmenetze
	Evtl. Abwärmeproduzent

Tabelle 79: Akteure zur Erschließung des Potenzials Umweltwärme

5.2. Integrierte Wärmenutzung

5.2.1. Nutzung des Wärmeminderungpotenzials

In Waiblingen gibt es eine hohe Zahl sanierungsbedürftiger Gebäude. Insbesondere Gebäude der 1960er bis 1980er Jahre bieten ein hohes Sanierungspotenzial auf. Mittlerweile steht eine breite Palette technisch ausgereifter Lösungen für den Wärmeschutz zur Verfügung. Bei durchgeführten Bestandssanierungen werden jedoch im Durchschnitt nur rund ein Drittel der mittelfristig rentablen Energieeinsparpotenziale gehoben. Das derzeitige Sanierungstempo mit einer Sanierungsrate unter 1% reicht nicht aus, um die notwendigen Energieeinsparungen im Wärmesektor hervorzubringen.

Wie bei der Solarnutzung ist auch bei der Sanierung der Gebäude ein unterschiedliches Akteursfeld tätig. Allerdings fehlt hierbei ein bei allen Unterscheidungsmerkmalen verbindender Akteur.

UNTERSCHEIDUNGSMERKMAL	BETEILIGTE
Ein-/Zweifamilienhaus	Eigentümer
Eigennutzung	Evtl. Mieter
Ein-/Zweifamilienhaus	Eigentümer
Vermietung	Mieter
Mehrfamilienhaus	Eigentümer (Einzelperson, GbR, Unternehmen, Kom-
Vermietungsobjekt	mune)
	Mieter einzelner Wohnungen
	Hausverwalter
Mehrfamilienhaus	Eigentümergemeinschaft
Wohneigentum (WEG)	Evtl. Mieter einzelner Wohnungen
(===,	WFG-Verwalter
Gewerbeobjekt Handel	Gebäudeeigentümer/Eigentümergemeinschaft
	Handelsunternehmen
	Evtl. Mieter/Pächter einzelner Einheiten
	Evtl. Verwalter
Gewerbeobjekt Handwerk und	Gebäudeeigentümer
Industrie	Unternehmen
Industrie Verwaltungsgebäude	Unternehmen Gebäudeeigentümer
	Gebäudeeigentümer
	Gebäudeeigentümer Verwaltungseinheit (privat/öffentlich)
Verwaltungsgebäude	Gebäudeeigentümer Verwaltungseinheit (privat/öffentlich) Evtl. Mieter/Pächter einzelner Einheiten
Verwaltungsgebäude	Gebäudeeigentümer Verwaltungseinheit (privat/öffentlich) Evtl. Mieter/Pächter einzelner Einheiten Gebäudeeigentümer

5.2.2. Nutzung des Wärmeerzeugungspotenzials

Das durchschnittliche Alter von Heizungsanlagen wird auf über 17 Jahre angegeben. Somit sind viele Heizungen sanierungsbedürftig. Gebäudebesitzer haben dabei eine zukunftsweisende Entscheidung zu fällen, für die sie in der Regel nur unzureichend vorbereitet sind.

Bei einer Sanierung sollte der Systemeffizienz mehr Gewicht eingeräumt werden. Dabei hängt diese nicht allein vom Wärmeerzeuger ab. Auch Wärmeverteilung, Wärmeübergabe und Regelung der Anlage sowie die Trinkwarmwasserbereitung haben einen sehr großen Einfluss auf die Effizienz der Heizungsanlage als Ganzes.

Für die Erneuerung einer Heizungsanlage in bestehenden Gebäuden gibt es kein Patentrezept. Es müssen immer auch die technischen und baulichen Möglichkeiten und Grenzen mitberücksichtigt werden. Zudem verstehen viele Gebäudebesitzer und -nutzer nicht den ökonomischen Unterschied zwischen den Gesamtkosten, die eine Heizungsanlage verursacht und den reinen Betriebskosten.

Das Akteursfeld im Bereich der Wärmeerzeugung ist deckungsgleich mit dem Handlungsfeld zur Wärmeminderung.

5.2.3. Ausbau der Fernwärme

Der Ausbau der Fernwärme sollte in einer neuen Wärmewelt Vorzug haben vor individuellen Lösungen. Dazu sind Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass eine möglichst hohe Anschlussdichte erzeugt wird.

Das Akteursfeld kann entsprechend der Projektstuften eingegrenzt werden.

UNTERSCHEIDUNGSMERKMAL	BETEILIGTE
Grundlagen	Stadtverwaltung
	Stadtplanung
	Stadtwerke
Planung	Stadtwerke
	Tiefbau
Umsetzung	Gebäudeeigentümer (Anschlussnehmer)
	Stadtwerke
	Tiefbau

Tabelle 81: Akteure zum Ausbau Fernwärme

In Ergänzung zu technischen oder wirtschaftlichen Betrachtungen müssen zum Gelingen des Ausbaus der Fernwärme auch die sozioökomischen Aspekte berücksichtigt werden. Dabei geht es darum, die Erfolgsfaktoren und Hemmnisse mit einer umfassenden Sichtweise zu erkennen. Die Motivationen und Handlungsspielräume der zentralen Akteure sollten

gründlich durchleuchtet und die gängigen Entscheidungsmuster identifiziert werden. Dies ist eine wichtige Basis für ein erfolgreiches Agieren bei der Planung, Realisierung und dem Betrieb thermischer Netze.

5.2.4. Nutzung des Abwärmepotenzials

Die Nutzung von Abwasserabwärme wird in Waiblingen schon seit langem beim Klärwerk praktiziert, wo mit Hilfe einer Wärmepumpe dem Einleitungswasser Wärme entzogen und für die Fernwärme nutzbar gemacht wird. Auch hinsichtlich industrieller Abwärme wurden seitens der Stadtwerke bereits Ansätze verfolgt, die jedoch auf Grund von mangelndem Interesse der abgebenden Stellen nicht zum Erfolg führten.

Diese Möglichkeiten zur Nutzung von Abwärme aus der Industrie lässt sich nur vor Ort erfassen und bewerten. Durchgeführten Fallstudien haben gezeigt, dass das über die aufbereiteten Daten auf Standortebene ermittelte, theoretische Abwärmepotenzial hohe Unsicherheiten gegenüber dem real technisch nutzbaren Abwärmepotenzial aufweist¹⁵⁶.

In der Industrie herrscht eine eher skeptische Grundeinstellung gegenüber der Rentabilität von Projekten zur Lieferung von Abwärme. Das in den Unternehmen verankerte Wissen im Gebiet der Nutzung von Abwärme in Fernwärmenetzen ist vergleichsweise gering. Extern eingebrachtes Expertenwissen wäre hier in der Lage, kurzfristig zu einer verbesserten Informationstransparenz bei den Unternehmen zu führen.

Das Management in den Unternehmen ist zuerst darauf fokussiert, das Kerngeschäft profitabel zu gestalten. In Bezug auf das Energiemanagement gilt die Aufmerksamkeit im Besonderen der Reduktion des Energieverbrauchs, zu der die interne Nutzung von Abwärme beiträgt.

UNTERSCHEIDUNGSMERKMAL	BETEILIGTE
Planung und Umsetzung	Stadtwerke
	Stadtplanung
	Industrieunternehmen
	Abwasserbetrieb

Tabelle 82: Akteure zur Abwärmenutzung

5.2.5. Einsatz von Erneuerbarer Energien in der Fernwärme

Der Einsatz von Erneuerbaren Energien in Wärmenetzen ist für die Erfüllung der Klimaschutzziele essenziell. In dicht besiedelten Raumschaften kann ein hoher Anteil an Erneuerbaren Energien nur durch Wärmenetze erzeugt werden.

¹⁵⁶ Blömer, S. et al: EnEff:Wärme - netzgebundene Nutzung industrieller Abwärme. Heidelberg 2019

Erneuerbare Energieträger wie beispielsweise Landschaftspflegeholz oder Stroh können erst bei größeren Feuerungsleistungen emissionsarm und wirtschaftlich betrieben werden. Zukünftig werden auch Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen bei der Nutzung von Biomasse als Brennstoff für größere Leistungsklassen zur Verfügung stehen. Auch werden vermehrt große thermische Solaranlagen in Wärmenetze eingebunden. Diese können durch Skaleneffekte die Wärme deutlich günstiger erzeugen als Solarwärmeanlagen auf Einzelgebäuden.

Bezüglich der Akteursvielfalt weist die Fernwärme weitere Vorteile auf, da hier weniger Entscheidungsträger eingebunden werden müssen als bei der individuellen Wärmeversorgung.

UNTERSCHEIDUNGSMERKMAL	BETEILIGTE
Grundlagen	Stadtverwaltung
	Stadtwerke
Planung und Umsetzung	Stadtwerke
	Stadtplanung
	Genehmigungsbehörde

Tabelle 83: Akteure zum Einsatz Erneuerbarer Energien in der Fernwärme

6. Handlungsoptionen und strategische Ausrichtung

6.1. Wahrgenommene Handlungsoptionen der Stadt Waiblingen

Klimaschutz ist eine freiwillige Aufgabe der Kommunen. Eine Kommune kann freiwillig im Rahmen ihrer durch Art. 28 Abs. 2 GG zugesicherten Hoheitsrechte entscheiden, ob sie tätig werden möchte oder nicht. Die Kommune ist bei der Erfüllung dieser Aufgaben lediglich den allgemeinen Gesetzen unterworfen.

Doch Klimaschutz ohne die Handlungen der Kommunen ist nicht vorstellbar. So müssen die auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene beschlossenen Reduktionsziele letztlich auf der lokalen Ebene umgesetzt werden.

Will eine Kommune im Klimaschutz tätig sein, kann sie in ihrem klimapolitischen Handeln verschiedene Rollen einnehmen. Dabei werden vier Rollen voneinander abgegrenzt. 157

Die Kommune

- als Verbraucher und Vorbild,
- als Planer und Regulierer,
- als Versorger und Anbieter und
- als Berater und Promotor

Mit ihren Gebäuden und Anlagen ist die Kommune Energieverbraucher und CO₂-Emmitent. In diesem Sektor sind die Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten am Größten.

¹⁵⁷ Kern, K. et al: Kommunaler Klimaschutz in Deutschland Handlungsoptionen, Entwicklung und Perspektiven, Berlin 2005

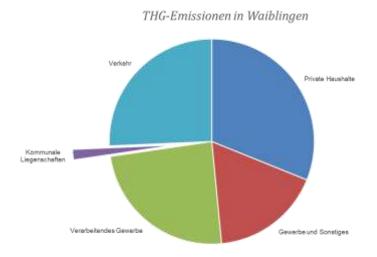


Abbildung 54: Treibhausgasemissionen (THG) in Waiblingen nach Sektoren

Der kommunale Sektor macht in der Treibhausgasbilanz von Waiblingen jedoch nur einen Anteil von weniger als 2% aus. Jedoch erfüllen Klimaschutzmaßnahmen im eigenen Beritt eine wichtige Vorbildfunktion.

Um Klimaschutz in anderen Sektoren zu bewirken, kann die Kommune Gebote und Verbote im Sinne des Klimaschutzes, etwa in der Bauleitplanung, aufstellen. Hier verfügen die Städte über ein relativ hohes Maß an Eingriffsmöglichkeiten und können durch Planung und Regulierung das Ziel Klimaschutz fördern.

Ähnlich stellt sich die Situation in Bereichen dar, in denen die Kommune als Versorger und Anbieter auftritt, etwa bei der Versorgung mit Energie oder im kommunalen Wohnungsbau.

In vielen Bereichen hängt Klimaschutz jedoch vom Verhalten der Wirtschaft oder der Verbraucher ab. Dort sind die direkten Eingriffsmöglichkeiten der Städte und Gemeinden auf indirekte, motivierende Maßnahmen, mit denen das gewünschte Verhalten gefördert wird, beschränkt. Dies bezieht die Schaffung von (finanziellen) Anreizen als auch die Bereitstellung von Informationen ein.

Die Stadt Waiblingen nutzt bisher schon viele Instrumente aus. Ohne den Anspruch auf Vollständigkeit, sollen im Folgenden einige Aktionen benannt werden, bei denen die Stadt bisher schon tätig ist.

6.1.1. Waiblingen als Verbraucher und Vorbild

6.1.1.1. Kommunales Energiemanagement

Die Stadt Waiblingen betreibt seit vielen Jahren ein Energiemanagement für die kommunalen Gebäude. Alle unter der Abteilung Gebäudemanagement verwalteten Liegenschaften sind dabei erfasst. Es erfolgt zwei Mal monatlich eine Ablesung der Energie-

und Wasserwerte durch die Hausmeister. In regelmäßigen Abständen wird ein Energiebericht erstellt und im Gemeinderat präsentiert.

6.1.1.2. Energieerlass

Um Energiedienstleistungen wie Wärme, Licht, Warmwasser u. s. w. mit dem geringstmöglichen Energieeinsatz bereitzustellen wurde in der Stadtverwaltung ein Energieerlass eingeführt. Dieser legt für die Verwendung von Energie in allen städtischen oder angemieteten Gebäuden, in denen Dienststellen oder andere Einrichtungen der Stadt untergebracht sind, Grundsätze und Handlungsrichtlinien fest und enthält Qualitätsvorgaben für Neubau und Sanierungen.

6.1.1.3. Energieeffiziente Neubauten und Sanierungen

Vor allem Schul- und Kindergartenneubauten wurden in hoher energetischer Qualität errichtet. Die Karolinger-Grundschule ist im Passivhausstandard gebaut. Die Doppelturnhalle des Staufer-Schulzentrums weist einen hohen Anteil an Solarthermie auf. Bei Komplettsanierungen wie dem Salier-Gymnasium und der Rundsporthalle wurden hohe energetische Ansprüche umgesetzt. Auch in städtischen Wohngebäude wurde bereits Heizanlagen mit erneuerbaren Energien umgesetzt.

6.1.1.4. Einsatz von Fotovoltaik auf städtischen Gebäuden

In Waiblingen sind seit 1998 kontinuierlich neue Solarstromanlagen installiert worden. Mehrere Solaranlagen sind auf städtischen Gebäuden entstanden, wobei Interessierten Dachflächen von Hallen und Schulen zur Verfügung gestellt wurden. Auf tauglichen Dachflächen bauen die Stadtwerke Waiblingen Anlagen auf. Dabei wurden auch Modelle zur Bürgerbeteiligung erprobt.

6.1.2. Waiblingen als Planer und Regulierer

Die Planungshoheit ist ein zentrales Element kommunaler Selbstverwaltung. Im Rahmen der Bauleitplanung können Rahmenbedingungen geschaffen werden, die Klimaschutz fördern. Ergänzend können konzeptionelle Vorgaben für städtebauliche Vorhaben und größere Gebäudekomplexe im Rahmen von Wettbewerben und Mehrbeauftragungen Klimaschutz- und Energiethemen berücksichtigen. Der Stadt ist es auch möglich Gesamtkonzepts bei Grundstücksveräußerungen im Rahmen privatrechtlicher Verträge durchzusetzen.

Die Stadt wendet schon seit langem diese Instrumente an. Die bisher eingenommene Rolle von Waiblingen als Planer und Regulierer werden im Folgenden skizziert.

6.1.2.1. Festsetzungen im Bebauungsplan

Noch ohne die Intention für den Klimaschutz wurde dieses Instrument durch Verbrennungsverbote in abgegrenzten Arealen angewendet. Mit klimarelevanten Vorgaben wie Anschluss und Benutzungszwang der Fernwärme sind im Gebiet Korber Höhe, Korber Höhe II, Rötepark und anderen Gebieten Festsetzungen getroffen worden.

Ein Sonderfall ist das klimaneutrale Baugebiet Berg-Bürg, für das im Rahmen der Bauleitplanung ein Gutachten erstellt wurde, auf das im Textteil des Bebauungsplanes hingewiesen wird.

6.1.2.2. Regelungen bei vorhabensbezogener Bauleitplanung

Die Umsetzung der klimapolitischer Verpflichtung zwischen der Stadt und beteiligten Bauträgern wird durch Vereinbarungen und Verträgen erreicht, die eine Einhaltung der Klimaschutzinteressen der Stadt vorsehen.

Im Rahmen der Konversion eines ehemaligen Gewerbegebietes als Gebiet der Wohnraumnutzung wurden im Baugebiet Remstalquelle und Hoher Rain mit dem Investor Regelungen zur Errichtung klimaneutraler Gebäude getroffen und vertraglich festgehalten.

6.1.2.3. Klimaschutzvorgaben bei städtebaulichen Verträgen

In verschiedenen städtebaulichen Realisierungswettbewerben, wie im Stadtquartier Wasen, Krankenhausareal oder dem schlussendlich nicht realisierten Grünen Hochhauses wurden Auflagen z. B. zur Grundversorgung mittels Fernwärme der Stadtwerke und dem Einsatz von regenerativen Energien gefordert.

6.1.2.4. Vorgabe bei Grundstücksverkäufen durch zivilrechtliche Verträge

Die privatrechtliche Sicherung ökologischer Bauweisen wurde durch das Waiblinger Baulandmodell auch bei kleinteiliger Bauweise für Einzelgrundstücke ermöglicht. Da die Stadt bei der Erschließung eines neuen Baugebietes alle Grundstücke in ihr Eigentum überführt, kann sie bei Grundstücksverkäufen entsprechende Anforderungen privatrechtlich Vereinbaren.

Im Baugebiet Galgenberg II und Südlich Korber Straße wurden städtische Bauplätze mit der Vorgabe zur Passivhausbauweise veräußert. Seit mehreren Jahren werden beim Verkauf von Grundstücken die anteilige Nutzung der Dächer zur Umwandlung von Solarenergie in den Grundstücksverträgen festgehalten. In den Kaufverträgen zu dem Baugebiet Berg-Bürg werden Vorgaben dazu gemacht, dass die Gebäude klimaneutral errichtet werden müssen.

6.1.3. Waiblingen als Versorger und Anbieter

Die Stadtwerke Waiblingen GmbH ist der kommunale Versorger für leitungsgebundene Energie in Waiblingen. Mit der Übernahme alle Strom- und Gasnetze auf dem Stadtgebiet und der Ortschaften ist damit ein einziger Ansprechpartner in Waiblingen vorhanden. Neben dem Netzbetrieb sind die Stadtwerke auch als Versorger und Strom- und Wärmeerzeuger tätig. Die eigene Stromerzeugung erfolgt energieeffizient durch KWK-Anlage und mittels Erneuerbaren-Energieanlagen wir Wasserkraft und Fotovoltaik. Die Stadtwerke betreiben mehrere Fernwärmenetze und bieten Dritten gegenüber Energieliefercontracting an.

6.1.4. Waiblingen als Berater und Promoter

6.1.4.1. Förderprogramm Klimaschutz

Seit vielen Jahren schon hat Waiblingen ein eigenes Förderprogramm für die Sanierung von Wohngebäuden und die Errichtung von Solarthermieanlagen.

6.1.4.2. Angebot von Energieberatungen

Mit der Gründung der Energieagentur Rems-Murr gGmbH hat Waiblingen zusammen mit dem Landkreis eine Institution geschaffen, die Bürgerinnen und Bürger bei der Sanierung ihrer Gebäude beratend unterstützt. Die Energieagentur bietet neben der stationären Erstberatung auch die Energie-Checks der Verbraucherzentrale an.

6.1.4.3. Durchführung von Kampagnen

Die seit langem etablierte Messe Bau-Umwelt-Energie geht auf eine Initiative der Stadtverwaltung zurück und findet jährlich mit Beteiligung des Umweltamtes und der Energieagentur statt.

Themen- und Situationsgebunden werden auch Kampagnen wie z. B. beim Sanierungsmanagement Korber Höhe durchgeführt.

6.2. Strategische Grundlagen

Eine Strategie dient grundsätzlich zur Sicherung des langfristigen Erfolgs, hier im Besonderen zum Erreichen der Klimaschutzziele der Stadt Waiblingen. Das Ziel der strategischen Ausrichtung liegt darin, übergeordnete Ansätze in der Klimaschutzarbeit zu skizzieren.

Besonders relevanten Stellschrauben werden als Strategieelemente bezeichnet. Diese müssen im Konkreten mit kleinteiligen Maßnahmen unterfüttert werden. Vor der Formulierung und Auswahl von Maßnahmen muss jedoch eine zugrunde liegende Haltung und das grundsätzliches Vorgehen erdacht und beschrieben werden.

6.2.1. Vision und Leitbild

Die Vision soll den anzustrebenden Status aufzeigen, sie ist also das langfristige Zukunftsbild. Der Zustand liegt weit in der Zukunft, ist aber dennoch realisierbar. Die Vision soll richtungsweisend, motivierend sowie handlungsleitend sein. 158

Das Leitbild ist die verschriftlichte Version der Vision. In ihm werden grundsätzliche Werte festgehalten, an denen das Unternehmen sein Handeln ausrichtet. Nach innen ist es eine identitätsstiftende Orientierung für alle Beteiligten, nach außen verleiht das Leitbild ein Gesicht.

Im Stadtentwicklungsplan und in diversen Resolutionen, die die Stadt Waiblingen durch Beitritt unterstützt, sind Ansätze für ein Leitbild bereits definiert.

6.2.1.1. Stadtentwicklungsplan STEP 2030

Der Stadtentwicklungsplan beschreibt ein umfassendes Bild für 2030 für die vier Handlungsfelder

- Städtebau und Verkehr,
- Landschaft Freizeit Umwelt Regenerative Energien,
- Kultur Bildung Soziales Sport und
- Arbeiten Wirtschaft Einzelhandel Tourismus.

Konkret wird dort formuliert:

Regenerative Energien sind ein Potenzial für eine verantwortungsvolle Energienutzung.

Die Leitlinien beinhalten die Ziele und weisen schon grobe Handlungsoptionen auf: 159

Energie-Maßstäbe setzen - nachhaltig, regenerativ, ressourcenschonend

Waiblingen ist seit 1995 Mitglied im Klima-Bündnis europäischer Städte mit indigenen Völkern. Waiblingen setzt sich das Ziel, ausgehend von den Werten des Jahres 2005, bis zum Jahr 2030 die CO_2 Emissionen um 50 % und den Energieverbrauch um 40 % zu reduzieren. Die Stadt will durch vielfältige Maßnahmen und engagiertes Handeln den Energieverbrauch senken. Dazu kann jede Bürgerin, jeder Bürger, aber auch die Stadtverwaltung selbst beitragen.

Um den Anteil regenerativer Energien deutlich auszubauen, werden mit Förderprogrammen und Pilotprojekten, mit Aufklärungskampagnen und Beratung entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen.

In Baugebieten sollen Passiv- oder Nullenergiehäuser gefördert werden. Die Stadt selbst legt bei ihrem Handeln, speziell auch bei Bauvorhaben und Sanierungsmaßnahmen, Umweltstandards fest und wird so ihrer Vorbildfunktion gerecht.

¹⁵⁸ Probst und Wiedemann: Strategie-Leitfaden für die Praxis, Wiesbaden, 2013

¹⁵⁹ Stadt Waiblingen, Stadtentwicklungsplan Fortschreibung STEP 2030. Band II: Grundlagen, Leitsätze. 2014

6.2.1.2. Klima-Bündnis europäischer Städte mit indigenen Völkern

Mit dem Beitritt zum Klimabündnis europäischer Städte mit indigenen Völkern unterstützt die Stadt das 1990 auf einem Treffen von VertreterInnen europäischer Kommunen und Indianerorganisationen Amazoniens in Frankfurt am Main verabschiedete Manifest des Klima-Bündnis und die im Jahr 2000 formulierte Erklärung von Bozen. Darin wird u.a. folgendes Ziel formuliert:

[...] Mittelfristig streben wir für CO_2 und die weiteren Klimagase weitergehende Reduktionen an, als sie von den Industriestaaten vereinbart wurden. Längerfristiges Ziel unserer Städte und Gemeinden ist ein klimaverträglicher Pro-Kopf-Wert für die Treibhausgas-Emissionen. ¹⁶⁰

In den Vereinszwecken sind Ziele noch weiter formuliert:

- kontinuierliche Verminderung der Treibhausgasemissionen. Ziel ist, den CO₂-Ausstoß alle fünf Jahre um zehn Prozent zu reduzieren. Dabei soll der wichtige Meilenstein einer Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen (Basisjahr 1990) bis spätestens 2030 erreicht werden.
- weitgehende Reduzierung aller treibhausrelevanten Gase im kommunalen Bereich.
- [...]
- Information der Öffentlichkeit über die genannten Zielsetzungen und Förderung von Energiesparmaßnahmen im privaten Bereich. 161

6.2.1.3. 2030 – Agenda für nachhaltige Entwicklung

Mit Unterzeichnung der 2030-Agenda für Nachhaltige Entwicklung, die am 25. September 2015 beim UNO Nachhaltigkeitsgipfel der Staats- und Regierungschefs verabschiedet worden ist, unterstützt Waiblingen die 17 Nachhaltigkeitszielen. Im Besonderen relevanten Ziele sind hierbei folgende: 162

- [...] Investitionen in die Energieinfrastruktur und saubere Energietechnologien fördern (7a).
- Die Aufklärung und Sensibilisierung sowie die personellen und institutionellen Kapazitäten im Bereich der Abschwächung des Klimawandels, der Klimaanpassung, der Reduzierung der Klimaauswirkungen sowie der Frühwarnung verbessern (13.3).

¹⁶⁰ Klima-Bündnis: Manifest und Erklärung von Bozen

¹⁶¹ Satzung Klima-Bündnis europäischer Städte mit indigenen Völkern

¹⁶² Agenda 2030 - die globalen Ziele für eine nachhaltige Entwicklung

6.2.1.4. Klimaschutzpakt Baden-Württemberg

Die Landesregierung und die kommunalen Landesverbände haben Ende 2015 den "Klimaschutzpakt Baden-Württemberg" geschlossen, den die Kommunen mit einer sogenannte unterstützende Erklärung bestätigen. ¹⁶³

- Die Stadt setzt sich [...] zum Ziel, bis zum Jahr 2040 eine weitgehend klimaneutrale Verwaltung im Sinne der Vereinbarung der Landesregierung mit den kommunalen Landesverbänden [...] zu erreichen.
- Die Stadt will auch k\u00fcnftig an der Erf\u00fcllung der Vorbildfunktion weiterarbeiten

6.2.2. Aktive Vorbildrolle

Glaubhaftes eigenes Handeln ist die Voraussetzung dafür, dass die Botschaft der Stadtverwaltung beim Empfänger positiv aufgenommen wird. Die Stadt kann ihren Bürgern keine Vorgaben für klimaschonende Investitionen oder klimaschonendes Verhalten machen. Sie kann lediglich auf das Entscheidungsumfeld aktiv einwirken, um den Kreis der Menschen zu erweitern, die sich für Klimaschutz engagieren.

Dazu muss die Stadtverwaltung eine aktive Rolle als Akteur und Vorbild einnehmen. In ihrem direkten Wirkungskreis sollten alle relevanten Möglichkeiten zur Energieeinsparung, zur regenerativen Energieproduktion und CO₂-Reduzierung ausgeschöpft werden.

Für alle Bereiche, die unter kommunalem Einfluss liegen, sollten ökologische Standards verabschiedet werden. Dies schließt ein, dass bei Neubau- und Sanierungsmaßnahmen das Mindestmaß an Klimaschutz übererfüllt wird.

Die Stadtverwaltung kann auch als Real-Labor für den Klimaschutz wirken. Mit der Erprobung und Verbreitung noch nicht gängigen Verfahren oder Handlungsansätzen, kann die Stadtverwaltung eine Pionierrolle einnehmen und aufzeigen, welche Maßnahmen und Methoden in naher Zukunft erfolgversprechend sind.

6.2.3.Rahmenbedingungen schaffen

Ein Großteil der Rahmenbedingungen für den Klimaschutz werden von übergeordneten Organen gesetzt. Die Stadtverwaltung jedoch innerhalb ihrer Zuständigkeiten günstige Bedungenen herstellen, damit klimafreundliches Verhalten erleichtert wird. Dies betrifft in erster Linie die Bauleitplanung. Es finden sich jedoch auch Anknüpfungspunkte in anderen Bereichen.

¹⁶³ Agenda 2030 - die globalen Ziele für eine nachhaltige Entwicklung

Klimaschutz muss als kommunale Managementaufgabe betrachtet werden, die sowohl verwaltungsintern sowie auch mit den kommunalen Unternehmen eine übergreifende Zusammenarbeit erfordert.

6.2.4.Entscheidungsumfeld gestalten

Die Verhaltensökonomie geht davon aus, dass Entscheidungen überwiegend aus dem jeweiligen Kontext heraus getroffen werden – also häufig intuitiv durch die Art der Ansprache und die Kommunikationskanäle bestimmt werden. Wissen hat dabei nur einen indirekten Einfluss. Dies erklärt, dass trotz des hohen Umweltbewusstseins sich dieses oftmals nur beschränkt im alltäglichen umweltrelevanten Handeln niederschlägt.

Entscheidungen bezüglich klimaschonenden Verhaltens entstehen im Spannungsfeld von:

- Handlungsspielräumen und Handlungsmöglichkeiten,
- Handlungsanreizen wie individuellen Interessen,
- · Handlungsbeschränkungen und
- den Grenzen der individuellen Erkenntnis- und Urteilfähigkeit.

Dies sind Ansatzpunkte dafür, das Entscheidungsumfeld in Waiblingen zu gestalten. Dabei hat die Stadtverwaltung ein breites Spektrum von Handlungsoptionen, die sich aus Elementen der Schaffung von Handlungsanreizen und Entscheidungsimpulsen zusammensetzen.

Aspekte darin sind:

- Restriktionen und Auflagen (z. B.: Verbrennungsverbot, Anschlusszwang, Solarsatzung)
- Handlungserleichterungen (z. B. energiebewusste Stadtplanung mit solaroptimierter Gebäudeausrichtung)
- Finanzielle Förderung und Finanzierungselemente (z. B. Zuschüsse, Contracting)
- Beratungs-, Informations- und Bewusstseinsbildung (z. B. Energieberatung, Vorträge)
- Kommunikation (s. Konzept Öffentlichkeitsarbeit).

6.3. Klimaschutz-Strategie

Die Vision und die Leitgedanken der Klimaschutzarbeit Waiblingens können folgendermaßen zusammengestellt werden:

Waiblingen möchte seinen Teil dazu beitragen, den Ausstoß klimaschädigender Emissionen deutlich zu verringern.

Die Stadt möchte den Energieverbrauch drastisch verringern und regenerative Energien deutlich ausbauen.

Die Stadtverwaltung möchte dazu unterstützend tätig werden und

selbst ein Vorbild sein.

Dazu will sie bis 2040 klimaneutral werden und

ihre personellen und institutionellen Kapazitäten verbessern.

Dazu ist es nötig, dass Klimaschutz in allen relevanten Verwaltungsbereichen der Kommune berücksichtigt wird und bei allen Entscheidungen auf lokaler Ebene Priorität eingeräumt wird. Folgende Elemente werden für die zukünftige strategische Ausrichtung vorgeschlagen:



Dazu ist es nötig, dass Klimaschutz in allen relevanten Verwaltungsbereichen der Kommune berücksichtigt wird und bei allen Entscheidungen auf lokaler Ebene Priorität eingeräumt wird. Das Klima-Bündnis fordert seine Mitglieder unter anderem dazu auf,

- dass die Kommune die Integration von Klimafragen in allen kommunalen Aufgabengebieten und die Zusammenarbeit zwischen Abteilungen f\u00f6rdert, um mit hoher Priorit\u00e4t Strategien f\u00fcr eine drastische Verringerung der Emissionen zu erarbeiten.
- dass die Kommune die Klimaauswirkungen aller zukünftigen Entscheidungen berücksichtigt und Lösungen und Aktionen bevorzugt, die positive Auswirkungen für Klima, Umwelt und biologische Vielfalt haben.

Der Deutsche Städtetag und das Deutsche Institut für Urbanistik geben dazu praktische Anleitungen zur Umsetzung.

6.3.1.Klimaschutzziele

Im Stadtentwicklungsplan der Stadt Waiblingen sind Klimaschutzziele für die Jahre 2020 und 2030 benannt. 164 Wichtig ist es, weitergehende Ziele bis 2050 auszuweisen und damit langfristig einen $\rm CO_2$ -Absenkungspfad anzulegen.

¹⁶⁴ Waiblingen setzt sich das Ziel, ausgehend von den Werten des Jahres 2005, bis zum Jahr 2030 die CO2 Emissionen um 50 % und den Energieverbrauch um 40 % zu reduzieren. (B 3) Erhöhung bzw. Verdoppelung des Anteils an regenerativer Energien in der Stadt Waiblingen. (B 3.2) Senkung des Verbrauchs nicht regenerativer Energien. (B 3.4)

Zudem sollten die Ziele in allen Bereichen, auf die die Stadtverwaltung Einfluss nehmen kann, ausgeweitet werden. Dies betrifft intern die einzelnen Fachbereiche und städtische Beteiligungen und extern vorhandene Netzwerke und informelle Kreise. Für den internen Bereich sollten geeignete Controllinginstrumente für die Zielverfolgung eingesetzt werden.

6.3.2.Klimaschutzgremien

Bei der Planung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen müssen alle relevanten Fachbereiche über ressortübergreifende Arbeitssitzungen eingebunden werden. Um Doppelstrukturen zu vermeiden ist es ratsam, hierzu das Energieteam des eea-Prozesses zu integrieren und gegebenenfalls durch hinzuziehen weiterer Personen zu erweitern. Das Energieteam fungiert dann als verwaltungsinterne Arbeitsgruppe, die die Abstimmung der einzelnen Fachbereiche und den Umsetzungsprozess des Klimaschutzkonzeptes aktiv koordiniert.

Ergänzt werden sollte das Energieteam um einen Lenkungskreis, der die Wirkung der Klimaschutzarbeit prüft und entsprechende Steuerungsmaßnahmen entscheiden oder zumindest anstoßen kann. Daher sollten neben Verwaltungsmitarbeitern auch Vertreter aus der Kommunalpolitik teilhaben. Für die kontinuierliche Begleitung der Klimaschutzmaßnahmen sollte der Beirat mindestens jährlich zusammenkommen. In den Treffen wird über den Fortschritt diskutiert, Schwierigkeiten aufgezeigt und über Korrekturmaßnahmen gemeinsam entschieden. Der Klimaschutzbeirat berichtet dem Gemeinderat regelmäßig über den aktuellen Stand und gibt Empfehlungen an den Gemeinderat weiter, welche Klimaschutzaktivitäten in Zukunft angegangen werden sollten.

6.3.3.Klimaschutzmanagement

Kommunales Klimaschutzmanagement umfasst fast alle Aspekte des kommunalen Handelns. Die vielseitigen und umfangreichen Aufgaben im Klimaschutzmanagement können durch die bestehenden personellen Kapazitäten nicht abgedeckt werden. Bereits bei wenigen Maßnahmen pro Handlungsfeld wird der Aufwand sehr groß, so dass die Mitarbeiter die zusätzlichen Aufgaben nicht übernehmen können. Daher empfiehlt sich die Schaffung einer neuen Stelle für das Klimaschutzmanagement.

Das Klimaschutzmanagement hat auch die Aufgabe, die internen und externen Kommunikationsaufgaben zu koordinieren. Dies dient zur Schaffung geeigneter Organisationsstrukturen für den Klimaschutz innerhalb der Verwaltung und ist bei der Umsetzung und Begleitung konkreter Klimaschutzmaßnahmen wichtig.

6.3.4.Öffentliche Gebäude

Die Klimaschutzziele der Stadt Waiblingen sind auch auf deren eigene Gebäude anzuwenden. Dies betrifft sowohl den Gebäudebestand als auch die Neubauvorhaben. Mit dem Ziel, die Verwaltung bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu organisieren, muss auf die Treibhausgasemissionen im Gebäudebetrieb ein besonderer Augenmerk gelegt werden.

Da Gebäude in der Regel lange Sanierungszyklen aufweisen und sich der Energieverbrauch im Bestand nur langsam reduziert, ist es wichtig, geeignete schnelle Schritte und Einmaleffekte zu nutzen. Mit der Umstellung aller kommunalen Gebäude auf zertifizierten Ökostrom, wurden auch in der Vergangenheit schon deutliche Erfolge generiert.

Auch im Wärmebereich müssen entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden. So können erdgasversorgte Gebäude auf Biogas umgestellt werden, um die CO_2 -Bilanz kurzfristig zu verbessern. Gleiches gilt auch für die Wärmeerzeugung der Fernwärme, die hauptsächlich auf dem fossilen Brennstoff Erdgas fußt. Bei der Heizungserneuerung städtischer Wohn- und Nichtwohngebäuden sollten die Gesetzlichen Anforderungen des EWärmeG grundsätzlich übererfüllt werden.

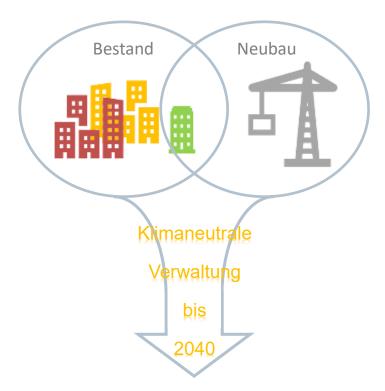


Abbildung 55: Zielpfadtrichter der kommunalen Gebäude

Die Institutionalisierung von Klimaschutz umfasst auch die Einführung neuer Verfahren und die Etablierung von Routinen. Mit dem Energieerlass wurden bereits Grundsätze und Handlungsrichtlinien für die Verwendung von Energie festgelegt. Dort sind jedoch viele

Soll-Bestimmungen niedergeschrieben, die einen breiten Auslegungsspielraum zulassen. Der Energieerlass muss auf entsprechende weiche Formulierungen hin überprüft und entsprechend abgeändert werden. Zudem müssen dort auch Vorgaben zum Ausstieg aus der Wärmeversorgung mit fossilen Energien festgehalten werden.

Die im Energieerlass dargelegten Umsetzungsstandards sind grundsätzlich gültig. Wenn von diesen Standards abgewichen werden soll, ist dies zu begründen. Bei einer Begründung aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen darf bei langfristigen Investitionsentscheidungen nicht die Investitionskosten allein ausschlaggebend für die Entscheidung sein. Die über die Lebensdauer eines Gebäudes anfallenden Betriebskosten müssen ebenso berücksichtigt werden (Lebenszykluskostenberechnungen).

Die Berücksichtigung der zu erwartenden volkswirtschaftlichen Kosten für den Klimaschutz bei Planungen und Entscheidungen der öffentlichen Hand werden im neuen Bundes-Klimaschutzgesetz festgeschrieben¹⁶⁵. Dies erweitert die Lebenszykluskostenberechnungen noch um einen weiteren Faktor, der CO₂-Emissionen als Opportunitätskosten mit einem intern gesetzten Preis behaftet. Als Kostenansatz empfiehlt es sich, die entsprechenden Wert des Umweltbundesamtes hinzuzuziehen.¹⁶⁶

6.3.5.Bewusstsein bilden – Handlungen bewirken

Die Klimabewegung hat im letzten Jahr deutlich zugelegt und ist momentan so stark, wie nie. Immer mehr Menschen erkennen die aktuelle Klimakrise. Weltweit gehen Millionen Schülerinnen und Schüle auf die Straße und fordern eine engagiertere Klimapolitik.

Die Stadtverwaltung kann das Momentum der Fridays-for-future-Bewegung in eine Unterstützung ihrer Anstrengungen zum Klimaschutz nutzen und die Akteure aktiv, z. B. als Multiplikatoren in ihrem eigenen Umfeld, einbinden. Als Veranstaltungsformat eignen sich Dialogforen an Waiblinger Schulen unter Teilnahme der Verwaltungsspitze oder Konferenzen mit den Ziel, Unterstützer für die Zielverfolgung zu gewinnen.

Die Unterstützung aus der Öffentlichkeit ist für Klimaschutzmaßnahmen auch unerlässlich. Die breite Öffentlichkeit dazu zu bewegen, den schnellen Wandel beim Klimaschutz und bei der Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen, bedarf jedoch eines strategischen und fundierten Vorgehens.

In der Debatte um den Klimaschutz wird oft mit Fakten argumentiert und daran appelliert, dass es rational sei, die Folgen eines starken Temperaturanstiegs zu mindern. Persönliche Entscheidungen von Menschen, wie etwa die Anschaffung einer Solaranlage oder die Sa-

¹⁶⁵ BMU: Entwurf eines Gesetzes zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften. Abschnitt 5: Vorbildfunktion der öffentlichen Hand, 2019

¹⁶⁶ UBA: Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten, 2019

nierung eines Gebäudes, werden nicht nur von Fakten und rationellen Überlegungen bestimmt. Noch stärker sind die persönlichen Werte und Weltanschauungen jedes Einzelnen in die Entscheidungsfindung einbezogen. Die psychologische Forschung zeigt, dass soziale Normen einen nennenswerten Einfluss auf unser Verhalten haben und daher auch für umweltrelevantes Verhalten wichtig sind.

Grundwerte anzusprechen ist daher essenziell, wenn man mit Kommunikation zum Klimawandel gehört werden will. Klimaschutz darf dabei jedoch nicht als rein grünes Anliegen definiert werden. Es muss explizit gezeigt werden, dass die Anschaffung einer klimafreundlichen Heizung oder einer Fotovoltaikanlage etwas ist, was heute angebracht ist und zu unserem Leben dazugehört. Aus diesem Grund ist auch das vorbildhafte Handeln der Stadt, z. B. bei der Sanierung ihrer eigenen Gebäude und die Kommunikation darüber, bedeutend.

6.3.6.Hilfestellung geben

Durch niedrige Zinsen auf dem Kapitalmarkt ist die Bereitschaft zur Investition in Immobilien und in Erneuerbare Energien derzeit hoch. Aus unterschiedlichen Gründen werden jedoch Investments in Maßnahmen zur Energieeffizienz nicht getätigt. Hier liegt ein großes Handlungspotenzial brach, das von der Stadtverwaltung durch unterschiedliche Instrumente gefördert werden sollte.

Mit der aktuellen Fördersituation lassen sich Hemmnisse bei Investitionsentscheidungen nur bedingt umgehen. Hier lassen seitens der Stadt Waiblingen Ansatzpunkte finden, um gezielt Förderinstrumente einzusetzen. Es muss allerdings geprüft werden, welche Effekte durch monetäre Förderungen erzielt werden können.

Ein anderer Aspekt betrifft diejenigen Bürgerinnen und Bürger, die beispielsweise aufgrund fehlendem Immobilienbesitz selbst wenig Handlungsoptionen für Investitionen haben. Ihnen kann Hilfestellung gegeben werden, indem sie sich an Klimaschutzinvestitionen beteiligen können.

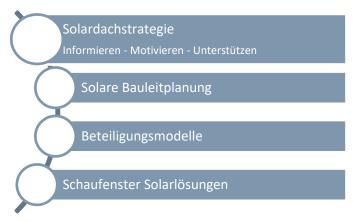
6.4. Strategien zur Schöpfung des Erneuerbare-Energien-Potenzials

Der Anteil der Nutzung Erneuerbarer Energien liegt in Waiblingen bei 3% des Strom- und knapp 8% des Wärmeverbrauchs. Bei der Solarnutzung sind erst weniger als 7% des vorhandenen Potenzials genutzt. Angestrebt wird bis 2030 ein Anteil an der Stromproduktion von 40% und bei der Wärme von 20%.

Die Stadtverwaltung allein kann das Ziel zur Nutzung des Erneuerbaren Energiepotenziales nicht erreichen, da ihre Handlungsmöglichkeiten dafür beschränkt sind. Die Umsetzung von Maßnahmen liegt vor allem bei den Grundstücks- und Gebäudeeigentümern sowie bei den Stadtwerken.

Um diese zum Handeln zu bewegen sollte die Stadtverwaltung die ihr zur Verfügung stehenden Mittel zielgerichtet einsetzen.

Die Hemmnisse beim Ausbau Erneuerbarer Energien sind vielschichtig. Umso wichtiger ist es, diese Hemmnisse zu kennen und Wege zur Umgehung der Hemmnisse aufzufinden. Diese Aspekte sollten die Leitgedanken bei der Entwicklung von Strategien zum Ausbau Erneuerbarer Energien in Waiblingen sein.



6.4.1.Solardachstrategie

Das größte Potenzial für Erneuerbare Energien in Waiblingen besteht bei der Nutzung der Solarenergie auf Dächern des privaten und gewerblichen Bereichs. Auf dieses Potenzial ist die kommunale Strategie als Wegweiser zum Ausbau erneuerbarer Energien auszurichten. Dabei gilt es, die vorhandenen Vorbehalte gegenüber der Solartechnik auszuräumen, ein positives Klima zu erzeugen und die Technik als einen – zwar neuen, aber jetzt und vermehrt in Zukunft – "normalen" Teil unseres Lebensumfelds darzustellen.

6.4.1.1. Informieren

Das Angebot von Informationen, die Ängste und Bedenken zur Nutzung von Sonnenenergie verbreiten ist heute präsenter als verlässliche Informationsquellen zu deren Nutzen. Hier kann mit fundierten Aussagen ein Gegenangebot geschaffen werden, wie ein Beispiel aus der Schweiz zeigt.¹⁶⁷

Parallel sollten die Möglichkeiten einer erneuerbaren Solarenergieversorgung vom Dach positiv kommuniziert und gute Beispiele aus Waiblingen dargestellt werden.

6.4.1.2. Motivieren

Soziale Normen beschreiben, was in Gesellschaften für gut und schlecht gehalten wird, was sich "gehört" und was sich "nicht gehört". Viele Menschen orientieren sich daran.

¹⁶⁷EnergieSchweiz: https://www.energieschweiz.ch/page/de-ch/die-groessten-vorurteile-zur-solarenergie

Prägend für die schwäbische Gesellschaft war schon seit jeher die schwäbische Sparsamkeit. An diese Verhaltensnorm kann angeknüpft werden. Ein Dach nicht zur Stromoder Wärmeerzeugung zu nutzen sollte als eine Art Verschwendung angesehen werden. Fotovoltaik und Solarthermie muss damit zur Regel werden.

Um dies glaubhaft vertreten zu können, muss die Stadt darin voran gehen und ihre Gebäude konsequent mit Solaranlagen ausstatten und darüber auch berichten (s. 6.4.4).

6.4.1.3. Unterstützen

Dort, wo Solartechnik wegen zu großen Lasten für den Einzelnen nicht angewendet wird, kann die Kommune unterstützend tätig sein. Die Unterstützung kann aus finanziellen Hilfen oder andersartigen Hilfestellungen bestehen.

Schon bisher ist im Klimaschutz-Förderprogramm die Errichtung einer Solarthermieanlage ein Fördertatbestand und wird mit 70 €/m² max. 1.500 € gefördert. Der Satz ist dort, wo es strukturelle Gründe gibt, wie beispielsweise in Mietgebäuden, anzuheben. Fotovoltaikanlagen werden von Eigenheimbesitzern oft nicht verwirklicht, weil ein hoher bürokratischer Aufwand damit einhergeht. Hier kann eine (geförderte) Projektbegleitung unterhalb der Schwelle der Fachplanung Abhilfe leisten¹68. Auch Pachtmodell für Fotovoltaikanlagen, die von vertrauenswürdigen Partnern wie den Stadtwerken angeboten werden, können eine Hilfestellung sein.

6.4.2. Solare Bauleitplanung

Mit der letzten Novellierung der Energieeinsparverordnung ist bei Neubauten bereits ein hoher baulicher Wärmeschutz vorgeschrieben. Förderbedingungen für KfW-Effizienzgebäude gehen hier noch weiter und sind unter Berücksichtigung von Lebenszykluskosten auch die wirtschaftliche Alternative. Somit spielen Wärmeverluste über die Gebäudehülle bei Neubauten eine immer geringere Rolle. Gleichbleibende Faktoren sind allerdings die Aufwendungen zur Trinkwarmwasserbereitung sowie der Bedarf an elektrischer Energie. Damit steigt die Bedeutung der Sonnenenergienutzung. Für energieeffiziente Gebäude wird künftig die Nutzung der Sonnenenergie einen wichtigen Bestandteil bei der Planung ausmachen.

Mit sinkendem Gesamtenergiebedarf von Gebäuden wirkt sich die Gebäudeorientierung zur Sonne stärker auf die Deckung des Restwärmebedarfs über passive Sonnenenergienutzung aus. Entscheidend für ein in der Praxis gutes Ergebnis ist, dass die Gebäude optimal

¹⁶⁸ Die EnergieSchweiz bietet beispielsweise eine Offertenprüfung an, bei der der Intressent drei Angebote einschicken kann und als Ergebnis eine Einschätzung der Angebote erhält.

ausgerichtet sind und sich nicht gegenseitig verschatten. Diese Aspekte müssen in der Bauleitplanung verstärkt berücksichtigt werden. Daher empfiehlt sich ein frühzeitige solare Optimierung städtebaulicher Entwürfe.

6.4.3.Beteiligungsmodelle

Stromerzeugung war in der Vergangenheit einer der besten Bereiche, die Bürgerinnen und Bürger in den Klimaschutz mit einzubeziehen, indem sie in neue Projekte investieren und teilhaben können. Dazu stehen unterschiedliche Beteiligungsformen zur Verfügung. Neben den klassischen stillen Beteiligungsformen haben sich Genossenschaften in den letzten Jahren zu einer verbreiteten Beteiligungsform entwickelt.

Bürgerenergiegenossenschaften gestalten und bestimmen in vielen Kommunen die lokale Energiewende. Besonders die regionale Verankerung und das aktive Mitgestalten der Mitglieder machen ihre Attraktivität aus. Nachdem anfangs Energiegenossenschaften hauptsächlich EEG-Anlagen zur Wind- und Sonnenenergienutzung gebaut und betrieben haben, weiten sie ihre Geschäftsmodelle heute in Bereich wie PV-Direktlieferung (Direktverbrauch, Pachtmodelle oder Mieterstrom), Ökostromvertrieb, Elektromobilität und lokale Fernwärme aus. Eine Kooperation zwischen einer Energiegenossenschaft und Stadtwerken ist naheliegend. Beide sind lokal verbunden und engagiert und wollen die Energiewende vor Ort aktiv gestalten. Hierbei gibt es zahlreiche Kooperationsmöglichkeiten zum gegenseitigen Nutzen.

Die Gründung einer eignen Waiblinger Bürgerenergiegenossenschaft könnte es den Bürgern ermöglichen sich bei der Energiewende direkt vor Ort zu beteiligen.

6.4.4. Schaufenster Solarlösungen

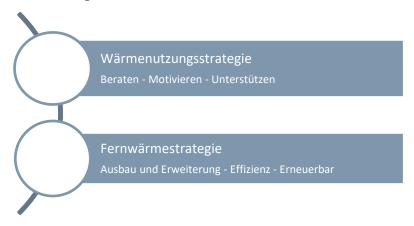
Die Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude soll der Sichtbarmachung der Erneuerbaren Energien dienen. Umgesetzte Projekte sollen wie ein für die Öffentlichkeit sichtbares "Schaufenster" wirken, um Lösungen aufzuzeigen und Vertrauen in diese Form der Nutzung Erneuerbarer Energien zu verbreiten.

Ein oder mehrere Schaufenster zu Solarlösungen sollen darauf ausgerichtet sein, Musterlösungen für die Anwendung von Sonnenenergie im speziellen Kontext zu entwickeln und zu demonstrieren. So kann beispielsweise ein städtisches Mehrfamiliengebäude Lösungen zur thermischen Nutzung von Solarenergie im Mietswohnbau oder eine Fotovoltaikanlage auf einem kommunalen Nichtwohngebäude eine Darstellung von Lösungen im Gewerbe bieten

Als Startprojekt können die Neubauten in Waiblingen-Süd und des Parkhauses Innerer Weidach fungieren. Letztere kann mit Solartechniken und möglicherweise Kleinwindkraftanlagen bestückt auch eine Verbindung zur Elektromobilität darstellen kann.

6.5. Strategien zur Integrierten Wärmenutzung

Die Wärmeversorgung in Waiblingen fußt immer noch zum überwiegenden Teil in der Nutzung fossiler Energien. Der Wärmebedarf ist trotz energieeffizienter Neubauten und durchgeführter Sanierungen auch immer noch hoch. Um die Wärmeversorgung klimaneutral zu gestalten, ist der bekannte Dreisprung aus Einspar- und Effizienzmaßnahmen sowie der Umstieg auf Erneuerbare Energien nach wie vor erforderlich.



6.5.1. Wärmestrategie

6.5.1.1. Beratungsangebote fördern

Durch die Energieagentur, die eine Kooperation mit der Energieberatung der Verbraucherzentrale unterhält, wird in Waiblingen eine kostengünstige und fundierte Energieberatung angeboten, die allen Bürgern offensteht. Auch für das Gewerbe hält die Energieagentur entsprechende Angebote vor.

Die Stadtverwaltung kann diese Angebote durch ein eigenes Marketing fördern oder auch finanziell noch mehr unterstützen.

6.5.1.2. Motivieren

Die Motivation von Vermietern und Eigentümern von Immobilien ist durch auseinanderlaufende Interessen generell schwierig.

Mit Pilotprojekten in der Nachbarschaft lassen sich beispielsweise durch die Mustersanierung eines Wohngebäudes in städtischer Hand neue Wohnstandards festlegen, die auch diese Zielgruppe erreicht.

Andere nicht-monetäre Verhaltensbelohnungen wie z. B. soziale Anerkennung einer besonders engagierten Sanierung durch einen jährlich zu vergebenden Preis in Verbindung mit Berichten in der Lokalzeitung, können auch andere motivieren, da sie auf Augenhöhe persönliche Werte ansprechen.

6.5.1.3. Unterstützen

Das Förderprogramm Klimaschutz der Stadt Waiblingen bietet schon heute finanzielle Unterstützung für Sanierungsvorhaben. Grundlegende energetische Sanierungen werden aber in der Regel erst dann erfolgen, wenn andere Aspekte dafür vorhanden sind. Schneller sind Eigentümer bei Heizungssanierungen zu erreichen, die kürzere Produktlebenszeiten haben und daher häufiger erneuert werden müssen. Damit hierbei nicht die Investitionskosten im Vordergrund stehen, können Contractingangebote, die die Lebenszykluskosten abbilden, eine Hilfestellunggeben.

6.5.2.Fernwärmestrategie

Durch die Reduktion der Wärmeverbräuche von Gebäuden kann der Eindruck entstehen, dass der Ausbau von Wärmenetzen nicht relevant ist. Tatsächlich muss für einen kleiner werdenden Energiebedarf ein kapitalintensives Wärmeverteilnetz errichtet und betrieben werden. Zur Erreichung langfristiger Klimaschutzziele sind gebündelte Versorgungsstrukturen für Wärme allerdings auch in Zukunft notwendig. Um von fossilen Energieträgern unabhängig zu werden, müssen perspektivisch alle zur Verfügung stehenden Energiequellen genutzt werden. Manche Energieträger können aus technischen Gründen nur in zentralen Anlagen effektiv und wirtschaftlich genutzt werden.

6.5.2.1. Ausbau und Erweiterung

Für den Ausbau und die Erweiterung der Fernwärme müssen konkrete langfristige Planungen erfolgen, die auch Synergien mit anderen Infrastrukturvorhaben bieten.

Um hohe Anschlussquoten und damit niedrige Wärmekosten zu erzielen, muss auch in Bestandsgebieten eine Regelung zum Anschluss an die Fernwärme eingeführt werden.

6.5.2.2. Fernwärme effizienter machen

Die Erzeugung der Fernwärme der Stadtwerke Waiblingen erfolgt heute bereits zu einem sehr großen Anteil in Kraft-Wärme-Kopplung. Bei wärmegeführter Fahrweise ist eine um 10% bis 20% bessere energetische Ausnutzung des Erdgases gegenüber der getrennten Erzeugung von Strom in Kraftwerken und Wärme in Heizwerken gegeben. Ein Schritt zur Optimierung von bestehenden Wärmenetzen ist die Absenkung des Temperaturniveaus. Aufgrund Temperaturanforderungen bei der der Trinkwassererwärmung muss die Netztemperatur auch im Sommer hoch sein. Meist sind es einzelne Abnehmer, die für die hohen Rücklauftemperaturen verantwortlich sind. Daher muss die Optimierung auf der Abnehmerseite beginnen. Die bisherigen Anstrengungen müssen ausgedehnt werden. Die von der Verbraucherzentrale angebotenen Fernwärme-

Checks können die Abnehmer dazu sensibilisieren. Die Stadtverwaltung kann durch einen Fördertatbestand für Maßnahmen zur Rücklauftemperaturabsenkung bei Fernwärmeanschlüssen unterstützend wirken.

Eine Rücklauftemperatur von 60°C kann noch zur Raumwärmeversorgung genutzt werden. Damit erfolgt eine weitere Absenkung der Rücklauftemperatur im Heizkraftwerk, die einen höheren Nutzungsgrad der KWK Anlage ermöglicht. ¹⁶⁹ Die gezielte Suche nach entsprechenden Projekten um einzelne Gebäude oder ganze Versorgungsgebiete, die mit Niedertemperatur-Heizsystemen ausgestattet sind, an den Rücklauf des Fernwärmenetzes anzuschließen, sollte im Planungsverlauf verfolgt werden.

6.5.2.3. Fernwärme Erneuerbar machen

Derzeit erzeugen die Stadtwerke Waiblingen Fernwärme zum größten Teil in sehr energieeffizienten KWK-Anlagen mit Erdgas. Durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien im Stromsektor wird Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung ökonomisch verdrängt. Dies führt zu einer Reduzierung der Betriebsstunden der Anlagen. BHKW-Anlagen werden künftig vermehrt zur Deckung der verbleibenden Strom-Residuallast benötigt und damit strommarktorientiert betrieben. Dies erfordert die Einbindung größerer Wärmespeicher in das Fernwärmenetz. In Verbindung mit niedrigeren Vorlauftemperaturen wird dadurch auch die Einbindung Erneuerbarer Energien flexibler.

Um die Klimaziele zu erreich kann kurzfristig als Ersatzbrennstoff für Erdgas Biomethan verwendet werden, der aus Biomasse hergestellt und ins Erdgasnetz eingespeist wird. Langfristig sollte der Anteil fossiler Brennstoffe zugunsten Erneuerbarer Energien mit anderen Mitteln reduziert werden. In einer Studie aus dem Jahr 2009¹⁷⁰ wurden für die Fernwärmeversorgung aus dem Heizwerk Kläranlage und für das Versorgungsgebiet Korber Höhe bereits Vorschläge zur Einbindung von Biomasseanlagen in die Wärmeerzeugung gemacht.

Der Einsatz vom Biomasse ist jedoch begrenzt, da eine weitere Erschließung von Biomassepotenzialen derzeit nur durch Nutzung von Reststoffen oder in Kaskadennutzung von Altholz nachhaltig ist.

Eine Einbindung von Solarwärme oder durch Wärmepumpen erschlossene Umweltwärme ist nur bei sogenannten LowEx-Netzen mit niedrigen Systemtemperaturen

¹⁶⁹ Eine Trinkwasserversorgung über 60°C ist damit allerdings ausgeschlossen. Dieses müsste bei Bedarf dezentral nachgeheizt werden.

¹⁷⁰ AWIPLAN: Machbarkeitsstudie zur Erweiterung der Nahwärmeversorgung der Stadtwerke Waiblingen mit Einsatz erneuerbaren Energieträgern, 2009

möglich. Bundes- und Landesregierung fördern diese Ansätze in der Planung und Ausführung.¹⁷¹

¹⁷¹ Das KfW-Programm 432 für die Erstellung eines integrierten Quartierskonzeptes kann zur Aufstellung von konkreten Wärmeplänen genutzt werden..

Im Entwurf des Maßnahmenplans der Landesregierung zum integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes (IEKK) sind auch Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Fernwärme enthalten. Gefördert werden soll der Neubau sowie die Erweiterung bestehender Netze, die überwiegend erneuerbar erzeugte Wärme verteilen. Mitgefördert werden sollen auch Erzeugungsanlagen auf erneuerbarer Basis. Schwerpunkte dabei sind Groß-Wärmepumpen, große Solarthermieanlagen und die Einbindung von Abwärme.

7. Akteurseinbindung

In wie weit Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt werden können, wird in einem Prozess zwischen verschiedenen Einflussnehmer entschieden. Einflussnehmer bezeichnet die Personen oder Organisationen, die ein Projekt in eine bestimmte Richtung zu steuern können. Daneben gibt es noch die Gruppe der Betroffenen. Dies sind Personen oder Organisationen, die in einem bestimmten Ausmaß von einer Maßnahme tangiert sind. Die Grade von Einfluss und Betroffenheit variieren dabei deutlich.

Akteure mit einem hohen Einflusspotential, die gleichzeitig auch stark von einer Maßnahme betroffen sind, sind essenziell, damit ein Projekt überhaupt zustande kommt. Zu diesen Akteuren muss ein enger Kontakt gepflegt werden. Solche, die stark von einem Projekt betroffen sind, aber gleichzeitig nicht viele Einflussmöglichkeiten haben, müssen aktiv informiert werden. Gerade bei Akzeptanzthemen können diese Akteure eine kritische Rolle spielen. Akteure mit hohem Einflusspotential und geringer Betroffenheit müssen rechtzeitig in das Projekt eingebunden werden.

Es empfiehlt sich, für entsprechende Projekte eine Einfluss-Betroffenheits-Matrix aufzustellen¹⁷².

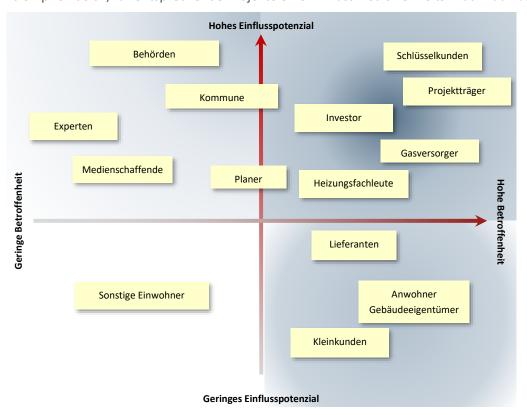


Abbildung 56: Einfluss-Betroffenheits-Matrix am Beispiel der Fernwärmeentwicklung

¹⁷² gemäß Hostmann et al.: Wasserbauprojekte Gemeinsam Planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten. 2005

In einem ersten Schritt wurden bereits in Kap. 5 die relevanten Akteure für einzelne Handlungsfelder identifiziert. Diese müssen je nach Projektphase weiter aufgeteilt werden. Je nach Projekt, können einzelne Akteure auch unterschiedliche Rollen einnehmen.

In der Akteurseinbindung ist auch auf die Hintergründe einer Maßnahme zu achten. Dabei spielen vier Faktoren eine Rolle:

- Historischer Kontext: Was hat sich in der Vergangenheit bewährt? Zwischen welchen Akteuren gab es Konflikte? Inwiefern kann dies eine geplante Maßnahme betreffen?
- Gesetzlicher Kontext: Welche Akteure sind gesetzlich gefordert? Welche Maßnahmen sind genehmigungspflichtig?
- Sozio-ökonomischer Kontext: Wie erfolgen Meinungsbildung und Entscheidungsfindung? Mit welchen anderen gesellschaftlichen Tendenzen bestehen Konflikte?
- Räumlicher Kontext: Welches Gebiet ist von einer Maßnahme betroffen? Welche Restriktionen bestehen in dem Gebiet?

Für die verschiedenen Akteursgruppen eignen sich unterschiedliche Formen, wie diese einbezogen werden können. Mit den direkt Betroffenen sollten frühzeitig persönliche Gespräche geführt werden. Bei diesen Gesprächen können mögliche Zielkonflikte bereits frühzeitig erkannt werden. Zudem sollten diese Akteursgruppen im Rahmen einer Arbeitsgruppe zusammengeführt werden. Das Ziel einer solchen Arbeitsgruppe ist es, sich auf gemeinsame Ziele des Projektes zu einigen und verschiedene Varianten zu vergleichen.

Die wichtigsten Formen der Akteurseinbindung werden nach den folgenden Kriterien beurteilt:

- Information der Akteure über das Projekt und die Planung
- Transparenz
- Einbezug der Ziele (wie werden die Ziele der Akteure berücksichtigt?)
- Unterstützung des Lernprozesses der Akteure und der Projektleitung
- Bildung von Vertrauen zwischen den Akteuren und der Projektleitung
- Ausarbeitung von Konsenslösungen
- Verbindlichkeit des Einbezugs (inwiefern fließen die Beiträge der Akteure mit in die Planung ein)
- Einbezug in den Projektphasen

Die breite Bevölkerung ist ebenfalls früh und regelmäßig zu informieren. Exkursionen zu bereits realisierten Projekten können hilfreich sein, das Potential und den Nutzen der geplanten Maßnahmen vorzustellen. Umfragen eignen sich am besten, um die Ziele und Wertvorstellungen der lokalen Bevölkerung zu erheben. Die Bevölkerung kann zudem auch durch ausgewählte Personen in der Arbeitsgruppe vertreten sein.

Im Folgenden sollen die oben angeführten Punkte für die Bereiche Erneuerbarer Energien und Integrierter Wärmenutzung kurz beleuchtet werden.

7.1. Erneuerbare Energien

7.1.1.Kontextanalyse

7.1.1.1. Historischer Kontext

Bei Projekten im Bereich der Erneuerbaren Energien sticht vor allem der Bereich Windkraftnutzung auf der Buocher Höhe in den Fokus. Hier gab es massive Konflikte zwischen der Stadtverwaltung Waiblingen und dem Gemeinderat einerseits und einem Teil der Bevölkerung von angrenzenden Gemeinden. Da das Projekt jedoch derzeit aus rechtlichen Gründen nicht weiterverfolgt werden kann, tritt dieser Punkt in den Hintergrund.

Weitere historische Konfliktpunkte sind in einer ehemals geplanten Biogasanlage in Bittenfeld und dem Ansinnen eine großflächige Solaranlage auf einer stillgelegten Deponie zwischen Neustadt und Hohenacker zu errichten.

Auch realisierte Projekte haben in der Vergangenheit im Betrieb zu Konflikten geführt. Bei der Holzhackschnitzelheizung in der Friedenschule in Neustadt gab es Beschwerden von Anwohnern wegen Geruchsbelästigung.

Bei Projekten, die ähnlich gelagert sind, sollte eine frühe Einbindung, am besten schon in der Vorplanungsphase, stattfinden.

7.1.1.2. Gesetzlicher Kontext

Beim Neubau von Gebäuden und bei der Sanierung von Heizungsanlagen in bestehenden Gebäuden gilt, dass ein Teil des Wärmebedarfs durch Erneuerbare Energien gedeckt werden müssen. Dabei ist die direkte Nutzung von Solarenergie eine Option unter mehreren.

In Waiblingen macht die Stadtverwaltung beim Weiterverkauf von Grundstücken Vorgaben, die ebenfalls die Nutzung von Solarstrahlung zum Inhalt haben.

Der ordnungspolitische Zwang zur Solarnutzung dient dem Ziel der Ausschöpfung des Potenzials. Dadurch, dass die Stadt selbst Verursacher des Zwanges ist, wird von Ihr jedoch auch Unterstützung abverlangt.

Die Stadt in der Rolle als Gebäudeeigentümer und Bauherr steht unter besonderer Beobachtung. Ihr Verhalten muss daher tadellos oder besser noch vorbildhaft sein.

7.1.1.3. Sozio-ökonomischer Kontext

Erneuerbare Energien erfahren bei großen Teilen der Bevölkerung einen großen Zuspruch. Eine Akzeptanzumfrage hat ergeben, dass 79% der befragten den Ausbau Erneuerbarer Energien wichtig oder sehr bzw. außerordentlich wichtige erachten. ¹⁷³
Konflikte entstehen dort, wo Erneuerbare Energien sichtbar werden und sich gegen Privilegien Einzelner stellen. Bei Windkraft- und Biogasanlagen ist diese Gefahr am größten. Die Solartechnik, vor allem dann, wenn sie auf Dachflächen angewendet wird, ist davon ist in gleichem Ausmaß betroffen. Allerdings spielen ästhetische Aspekte in exponierten Lagen eine Rolle. Daher sollte mit guten Beispielen vorangegangen werden.

7.1.1.4. Räumlicher Kontext

Die Solartechnik wird wohnungs- oder arbeitszentral eingesetzt und ist damit intensiver in Kontakt mit betroffenen. Gesundheitliche Aspekte spielen dabei eine große Rolle. Befürchtungen wegen Elektrosmog oder Feuergefahr müssen glaubhaft beantwortet werden.

7.1.2. Weiterführende Phasen

Nach der Beleuchtung der strategischen Projektphase muss die Planung weiter konkretisiert werden. Im folgenden Kapitel werden Maßnahmen skizziert und Empfehlungen gegeben.

Dem muss sich eine Vorstudie anschließen, die unter Einbezug der zur Verfügung gestellten Ressourcen die Durchführbarkeit bestimmt. Dazu muss der Kreis der Akteure vergrößert werden. Zur Initiierung der Maßnahmen sollten die Medien einbezogenen werden. Dies gilt vor allem für die Maßnahmen, die sich an eine breite Zielgruppe wendet. Bereits vorhandene Formate zu nutzen und entsprechend umzugestalten bietet eine gute Ausgangsbasis.

¹⁷³ https://www.unendlich-viel-energie.de/themen/akzeptanz-erneuerbarer/akzeptanz-umfrage/akzeptanz-umfrage-2019 Umfrage von YouGov im Auftrag der Agentur Erneuerbare Energien von September 2019

7.2. Integrierte Wärmenutzung

7.2.1.Kontextanalyse

7.2.1.1. Historischer Kontext

In Waiblingen existieren vier von den Stadtwerke Waiblingen betriebene Fernwärmenetze, die zusammen rund 25.000 MWh Wärme abgeben.

Seit 1986 versorgen die Stadtwerke Waiblingen von der Heizzentrale am Klärwerk ein Fernwärmenetz, an das 24 kommunale und private Bauten angeschlossen sind. Die Wärmebereitstellung erfolgt mit einer Elektromotorwärmepumpe, die aus gereinigtem Abwasser Energie gewinnt, sowie einem Blockheizkraftwerk, das aus Faulgas Wärme und zusätzlich Strom für den Antrieb der Wärmepumpe erzeugt.

Das Wärmenetz auf der Korber Höhe II wurde mit dem Arealnetz des Salier-Schulzentrums verbunden, wobei ein großer Gebäudebestand der Korber Höhe I sich daran anschließen könnte. Trotz intensiver Bemühungen mit personeller Unterstützung eines Sanierungsmanagers kam es bisher nicht dazu.

7.2.1.2. Gesetzlicher Kontext

In seiner Grundstruktur ist der Fernwärmesektor durch vielfältige Einschränkungen des Wettbewerbs gekennzeichnet. Im dominierenden Marktsegment der Versorgung bestehender, an die Fernwärme angeschlossener Wohnungen, weisen die Fernwärmeversorger eine marktbeherrschende, monopolartige Stellung auf. Hieraus ergibt sich eine besondere Konfliktlage für den Verbraucherschutz. Dies kommt durch eine erhöhte Skepsis von Wohnungseigentümern und Mietern gegenüber Fernwärme zum Ausdruck.

Das Thema Anschluss- und Benutzungszwang beschäftigt die Verbraucher regelmäßig, geht ein solcher Zwang doch mit der Einschränkung der Wahlfreiheit einher. Rechtliche Grundlage für einen kommunalen Anschluss- und Benutzungszwang ist vielfach eine entsprechende Ermächtigung in den Gemeindeordnungen.

Produkttransparenz, also Angaben über die (ökologische) Eigenschaft der Fernwärme, ist ein Bereich, der auf steigendes Interesse der Verbraucher trifft. Dieser Bereich ist bisher wenig reguliert – insbesondere besteht kein System zur Kennzeichnung des Anteils erneuerbarer Energien oder des zur Wärmeerzeugung verwendeten Brennstoffs.

7.2.1.3. Sozio-ökonomischer Kontext

In Ergänzung zu technischen oder wirtschaftlichen Betrachtungen müssen zum Gelingen des Ausbaus der Fernwärme auch die sozioökomischen Aspekte berücksichtigt

werden. Dabei geht es darum, die Erfolgsfaktoren und Hemmnisse mit einer umfassenden Sichtweise zu erkennen. Die Motivationen und Handlungsspielräume der zentralen Akteure sollten gründlich durchleuchtet und die gängigen Entscheidungsmuster identifiziert werden. Dies ist eine wichtige Basis für ein erfolgreiches Agieren bei der Planung, Realisierung und dem Betrieb thermischer Netze.

7.2.1.4. Räumlicher Kontext

Die Fernwärme ist lokal begrenzt, was zu einer klar umrissenen Anzahl betroffener Anwohner führt, die in den Prozess einzubinden sind.

7.2.2.Strategische Planung

Der Fernwärmeausbau erfordert eine grundlegende strategische Planung, da hierbei hohe Investitionssummen anfallen, die sich erst über Jahrzehnte amortisieren. Auch für die betroffenen Haushalte sind lange Planungshorizonte hilfreich, wenn diese beispielsweise ihre Heizungsanlagen modernisieren.

Ziel muss sein, kleinteilige Lösungen der Wärmeversorgung durch effiziente Wärmenetze dort zu ersetzen, wo es technisch machbar ist und es sich wirtschaftlich lohnt. Die Vorteile einer strategischen Wärmeplanung für die Kommune sind vielfältig, müssen jedoch auch offen kommuniziert werden. Investitionen und Aufträge für lokal ansässige Unternehmen stärken die Wirtschaft, Arbeitsplätze entstehen vor Ort, die Wärmepreise bleiben stabil und gleichzeitig sinken die Schadstoffemissionen.

Die kommunale Wärmeplanung soll dabei helfen, Vorbehalte zu entkräften und unterschiedliche Interessen auszubalancieren.

Bei thermischen Netzen muss so früh wie möglich versucht werden, durch gezielte Kommunikation die Wahrnehmung des Projektvorhabens positiv zu gestalten. Dazu kann eine Imagekampagne lanciert werden, die die positiven Merkmale hervorhebt. Durch die Kampagne wird zusätzlich der Bekanntheitsgrad des Projektes erhöht, und die Akzeptanz der Bevölkerung für den Ausbau der Fernwärme positiv beeinflusst.

MAßNAHMENKATALOG

8. Maßnahmenkatalog

Die Stadt Waiblingen nimmt Klimaschutz als Querschnittsaufgabe wahr, die vielfältige Handlungsfelder betrifft. Daher wurde die Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes nicht auf einzelne Sektoren beschränkt, sondern sektorenübergreifend angegangen.

Nachfolgend wird der Maßnahmenkatalog zum Klimaschutzteilkonzept Erneuerbare Energien und integrierte Wärmenutzung der Stadt Waiblingen dargestellt und einzelnen Themenfeldern zugeordnet.

8.1. Übersicht

Im gemeinsamen Maßnahmenkatalog zu den Klimaschutzteilkonzepten Erneuerbare Energien und Integrierte Wärmenutzung werden die Maßnahmen einzelnen Themenfeldern zugeordnet. Dies dient der formalen Zuordnung zu den Themenbereichen der Teilkonzepte und stellt demzufolge keine Rang-folge dar.

Bei der Ausarbeitung der Maßnahmen flossen die Erkenntnisse aus Einzelgesprächen und Workshops während der einzelnen Konzeptphasen ein. Darüber hinaus wurden auch mehrere Klimaschutzkonzepte anderer Kommunen hinsichtlich übertragbarer Maßnahmenansätze recherchiert und ausgewertet. Bei der Übertragung solcher Ansätze wurden Waiblinger Gegebenheiten berücksichtigt und die Maßnahme so erstellt, dass diese der lokalen Situation angemessen begegnen.

Zusammenfassend beinhaltet jedes Maßnahmenblatt eine tabellarische Matrix zur abschließenden Bewertung der Maßnahme. Die Maßnahmenblätter sind im separaten Anhang dargestellt.

MAßNAHMENKATALOG

8.2. Umsetzungsfahrplan

Maßnahme	0 – 0,5 Jahre	0,5 – 2 Jahre	2 – 5 Jahre	5 – 15 Jahre	Bis 2050	
Übergeordnete Maßnahmen						
Ü 01: Einführung Klimaschutz- management	Antrag	Erst- und Anschluss	svorhaben			
Ü 02: Arbeitsgruppe Energie		Kontinuierlic	her Prozess zur Zielverfolgung un	d -kontrolle		
Ü 03: Überarbeitung Energie- erlass		Überarbeitung		Umsetzung		
Ü 04: Zielvereinbarungen stadtintern						
Ü 05: Zielvereinbarungen städtische Betriebe						
Ü 06: Zielvereinbarungen Ein- richtungen in Träger- schaft						
Ü 07: Gründung einer Ener- giegenossenschaft		Ideenfindung Grü	ndung	Betrieb		
Maßnahmen Erneuerbare Energien						
EE 01: Formalitäten erleichtern	Vorbereitung		Servicestelle	in Betrieb		

MAßNAHMENKAT	ALOG					
EE 02: Mieterstrom fördern	Vorbereitung	Städtische Projekte/Kooperationen				
EE 03: Fotovoltaik auf städt. Gebäuden		Prüfung	Projekte/Öffentlichkei	tsarbeit		
EE 04: Solarkampagne Gewerbe						
EE 05: PV auf Parkplätzen						
EE 06: Freiflächenanlagen						
EE 07: Direktvermarktung						
EE 08: Sonneenergieforum						
EE 09: Förderung Solarthermie auf MFH						
EE 10: Städtische Solarther- mie-Demoanlage						
EE 11: Beratung im Bauverfah- ren						
EE 12: Biomasse aus Straßenbegleitgrün						
EE 13: Demoanlage Kleinwind- kraft						

MAßNAHMENKAT	ALOG						
EE 14: Umweltwärme/Ge- othermie							
EE 15: EE-Wärme in kommuna- len Gebäuden							
Maßnahmen Integrierte Wärmenutzung							
IW 01: Satzung Fernwärme							
IW 02: Wärmeversorgungsplan							
IW 03: Ausbau Fernwärme							
IW 04: Solare Fernwärme		Prüfung		Bau und Betrieb			
IW 05: Sanierungsprogramm							
IW 06: Mustersanierung öf- fentliche Gebäude							
IW 07: Sanierung städt. Wohn- gebäude							
IW 08: AG Wohnungswirt- schaft							
IW 09: HeizChecks für Privat und Gewerbe							

MAßNAHMENKAT	ALOG		
IW 10: Austauschprogramm Ölheizungen			
IW 11: Beratung KWK			
IW 12: Optimierung Fern- wärme			
IW 13: Ausbau Fernwärme			
IW 14: Inselnetze in Ortschaften			
IW 15: Kalte Nahwärme			
IW 16: Biomethan in der Fern- wärme			
IW 17: Holzenergie in der Fern- wärme			
Maßnahmen Öffentlichkeitsarbe	it		
Ö 01: Dachmarke			
Ö 02: Klimaschutzplattform			
Ö 03: Interne Kommunikation			

MAßNAHMENKATALOG							
Ö 04: Infokampagne öffentli- che Gebäude							
Ö 05: Förderung Energie- Checks							
Ö 06: Klimaschutz-Workshops							
Ö 07: Schülerkonferenz							
Ö 08: Klimaschutz-Ideenpreis							

9. Konzept Öffentlichkeitsarbeit

Damit die THG-Emissionen in Waiblingen die Zielwerte erreichen, reicht es nicht aus, dass die Stadt die eigenen Gebäude klimaneutral errichtet oder bei Sanierungen hohe Einsparraten erzielt. Nur rund 2% der Emissionen werden von der öffentlichen Hand verursacht. Der überwiegende Teil der Einsparpotenziale schlummert in privaten Haushalten, im Gewerbe und im Verkehr.

Eine Stadt kann ihren Bürgern keine Vorgaben für klimaschonende Lebensentwürfe und Lebensziele machen. Um die Potenziale zu schöpfen, müssen die Entscheider motiviert werden, Maßnahmen in Angriff zu nehmen. Entscheidungen sind nicht nur Ergebnis eines rational getroffenen Prozesses. Die Verhaltensökonomie geht davon aus, dass Entscheidungen überwiegend aus dem jeweiligen Kontext (Entscheidungsumfeld) heraus getroffen werden – also häufig intuitiv durch die Art der Ansprache und die Kommunikationskanäle bestimmt werden.

9.1. Kommunikationsstrategie

9.1.1.Interne Kommunikation

Um Maßnahmen erfolgreich vorbereiten und umsetzen zu können, muss auch innerhalb der Verwaltung ein kontinuierlicher Informationsfluss etabliert werden. In der Vergangenheit wurden schon Ansätze dazu durch Gesprächsrunden gemacht, an denen Vertreter des Fachbereichs Hochbau und Gebäudemanagement, Umwelt und der Stadtwerke teilgenommen haben. Auch die Treffen des Energieteams im European Energy Award

Diese Ansätze sollten ausgebaut und verstetigt werden. Zumindest einmal jährlich sollten auch Vertreter der Verwaltungsspitze und aus den Gemeinderatsfraktionen an Lenkungstreffen teilnehmen, in denen Jahresziele und Schlüsselprojekte besprochen werden.

9.1.2.Kommunikation nach außen

Die Kommunikation nach außen hat den Zweck, durch Einwirken auf die öffentliche Meinung eine Änderung der Verhaltensweisen der Adressaten herbeizuführen. Werbung und Öffentlichkeitsarbeit haben teilweise identische Absichten und benutzen ähnliche Methoden. Trotzdem bestehen Unterschiede zwischen der Öffentlichkeitsarbeit und der Werbung. Werbung soll kurzfristige Aufmerksamkeiten wecken und Kaufentscheidungen bewirken. In der Öffentlichkeitsarbeit stehen längerfristige Beziehungen im Vordergrund.

Öffentlichkeitsarbeit richtet sich in den seltensten Fällen an die gesamte Öffentlichkeit. Bei der Öffentlichkeitsarbeit wird wie bei der Werbung die Öffentlichkeit in sogenannte Teilöffentlichkeiten oder Zielgruppen segmentiert.

Die erfolgversprechendste Möglichkeit, sich am öffentlichen Meinungsbildungsprozess zu beteiligen, ist die Bezugnahme auf das öffentliche Interesse. Ohne eine sorgfältig erarbeitete Planung mit der Definition von Kommunikationszielen, Zielgruppen, Inhalten und Maßnahmen kann Öffentlichkeitsarbeit nicht langfristig wirken.

Das Konzept für die Kommunikation nach außen besteht aus drei Ebenen:

- Zielen,
- Strategien und
- Instrumenten.

9.2. Kommunikationsziele

Das Anliegen der Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz besteht darin:

- Ziele, Vorgehen und eigene Maßnahmen in der Öffentlichkeit zu verdeutlichen,
- Aufmerksamkeit zu erzeugen,
- Akzeptanz für bisher ungewohnte Technologien zu schaffen,
- Motivation zu schüren und eigene Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen,
- Verhaltensänderungen in Gang zu bringen und
- einen strategisch geplanten Bewusstseinswandel zu betreiben und auf Dauer zu sichern.

Primär geht es darum, dass das Potenzial zur Energieeinsparung, zur Energieeffizienz und zur Nutzung Erneuerbarer Energien ausgenutzt wird. Entscheidend ist die aktive Umsetzung von Klimaschutz- und Energiemaßnahmen und gegebenenfalls die Veränderung im Verbrauchsverhalten.

9.3. Strategien der Öffentlichkeitsarbeit

Um dies Ziele verwirklichen zu können stehen nun verschiedene Strategien und Instrumente bereit. Die Strategie soll die langfristige grundsätzliche Ausrichtung der Klimaschutzkommunikation bestimmen. Erst im Anschluss werden darin die konkreten Maßnahmen aufgebaut. Damit muss sich die Kommunikationsstrategie an das Strategiekonzept für den Klimaschutz insgesamt anlehnen. Dies orientiert sich im besonderen an den Zielen, die sich die Stadt für den Klimaschutz selbst gegeben oder durch den Beitritt zu bestimmten Bewegungen für sich angenommen hat. Die Bestimmung der wichtigen Zielgruppen stellt die zweite Säule dar, an der sich die Öffentlichkeitsarbeit orientiert.

9.3.1.Orientierung an den Klimaschutzziele

Auch wenn es schon vielfach von anderer Stelle verlautbart wurde, so muss doch auch die Ebene der Stadtverwaltung klarmachen, welche Ziele im Klimaschutz anzustreben sind. Durch das Stadtentwicklungskonzept wurden bereits Klimaschutzziele benannt. Einige Ziele müssen noch konkretisieren und auch der Zielhorizont ausgeweitet werden. Zudem sind

Indikatoren festzulegen, damit die Ziele entsprechend messbar werden. Für einzelne Handlungsfelder müssen auch konkrete Unterziele benannt werden.

Die Zielvorstellung ist die wichtigste Triebfeder des gesamten Klimaschutzgedankens und bestimmt die erforderlichen Handlungen. Um die Dominanz der Ziele zu verdeutlichen sollten diese auch nach außen hervortreten und ständig präsent sein. Dazu eignet sich am besten, eine starke Marke mit großer Wiedererkennbarkeit aufzubauen, die dies durch einen prägnanten, kurzen und gleichzeitig identitätsstiftenden Namen repräsentiert.

9.3.2. Orientierung an den Zielgruppen

Durch gezielte Informationen soll ein Bewusstsein für den Klimaschutz geschaffen und Zielgruppen zum Handeln bewegt werden. Zielgruppen sind dabei Teilmengen der Bevölkerung, die zum Erreichen der Ziele tatsächlich beitragen können

Die einzelnen Handlungsfelder, in denen sich Maßnahmen zur Zielerreichung kulminieren, sind geprägt durch darin sich bewegende Akteure, die jedoch unterschiedliche Rollen besetzen. Wichtig ist es, die Entscheider und Beeinflusser zu identifizieren. Dazu müssen einzelne Akteure entsprechend ihrer Handlungsoptionen aufgesplittert werden. In Kapitel 5.1 wurden für einzelne Handlungsfelder bereits die Akteure mit Handlungsoptionen aufgeführt.

Um die Kommunikation zielgruppenorientiert zu planen und durchzuführen, ist es nicht nur notwendig zu wissen, wie die eigene Zielvorstellung ist. Man muss auch die konkreten Interessen der Zielgruppen kennen, um entsprechend dazu agieren zu können. Je besser die Zielgruppe bekannt ist, desto besser lassen sich Kommunikationsmaßnahmen an diesen ausrichten. Dazu gehört auch das Wissen darüber, welche Kanäle eine jeweilige Zielgruppe bevorzugt nutzt. Dabei kann man sich vorliegenden Studien zum Verhalten bestimmter Bevölkerungssegmente bedienen.¹⁷⁴

Die Hinwendung zu einer bestimmten Zielgruppe muss dieser neben der Informationsweitergabe auch individuelle Handlungsanreize geben.

9.3.3.Öffentlichkeitsarbeit für einzelne Maßnahmen

Alle den Klimaschutz betreffenden Maßnahmen der Stadtverwaltung sollten in Zukunft durch Informationskampagnen begleitet werden. Dies ist insbesondere bei solchen Maßnahmen sinnvoll, die ein Vorbildpotenzial für entsprechende Zielgruppen bergen.

difu: Klimaschutz wird öffentlich. 2013;

Ernst, A. et al.: Individuelles Umwelthandeln und Klimaschutz, 2016;

Jahn, T. et al.: Vom Wissen zum Handeln - Beiträge der sozial-ökologischen Forschung zu Klimaschutz und Klimaforschung. 2008

¹⁷⁴ Siehe dazu:

Durch begleitende Aktionen und Angebote sollen der Bekanntheitsgrad der einzelnen Maßnahmen und die Identifikation der Zielgruppe mit entsprechenden Maßnahmen gesteigert werden.

Eine Begleitung durch Kommunikationsmaßnahmen ist zum Beispiel bei der Sanierung von Mietsgebäuden der Stadt Waiblingen sinnvoll. Damit werden Mieter und Vermieter gleichermaßen auf das Thema sensibilisiert und es kann eine positive öffentliche Meinung zu Klimaschutzmaßnahmen dieser Zielgruppen gebildet werden.

Weitere Maßnahmen, die sich für begleitende Informationskampagnen besonders eignen, sind die Eigenstromnutzung bei Fotovoltaikanlagen bei städtischen Gebäuden oder Mieterstromprojekte.

9.3.4. Sichtbarmachung von Klimaschutz

Klimaschutz ist für die meisten Personen nicht sichtbar und bleibt damit ein abstraktes Thema, mit dem sich vielfach auch negative Assoziationen, wie ungewollter Verzicht oder hohe Kosten verknüpfen lassen.

Positive Verknüpfungen zum Klimaschutz benötigen eine Präsenz im öffentlichen Raum als Berührungsfläche. Dies kann durch Leuchtturmprojekte entstehen, die

Modellprojekte an städtischen Gebäuden.

9.4. Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit

Für die Gestaltung der Beziehungen zu den Zielgruppen steht im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit eine Vielzahl von Maßnahmen zur Verfügung.

Die klassische Kommunikation der Stadtverwaltung läuft über die Kanäle "öffentliche Sitzungen der Gremien" und "Mitteilungen im amtlichen Mitteilungsblatt Staufer-Kurier" und den Mitteilungsblättern der Ortschaften, Pressemitteilungen an die regionalen Medien, im Internet über die Homepage sowie auf der offiziellen Facebook-Seite der Stadt. Zudem bietet die Stadtverwaltung auch einige Apps für die mobile Anwendung an. Die Waiblingen-App ist dabei das mobile Pendant zur Homepage. Mit "YourWN" wendet sich die Stadtverwaltung besonders an Jugendliche Nutzer.

Der Internetauftritt der Stadt hat auf der vierten Ebene einen eigene Rubrik mit der Themenüberschrift "Energie & Klimaschutz".¹⁷⁵ Dort sind verschiedentliche Informationen des Themenbereichs aufgeführt, teilweise mit, teilweise ohne Bezug zur Stadt.

9.4.1.Pressearbeit

¹⁷⁵ https://www.waiblingen.de/de/Die-Stadt/Unsere-Stadt/Nachhaltigkeit-Umwelt/Energie-Klimaschutz

In der Pressearbeit kann die Stadt überwiegend mit Unvoreingenommenheit und prinzipieller Bereitschaft seitens der Presse rechnen, sich mit ihrem Thema auseinanderzusetzen.

Mit den Pressemitteilungen sollen u.a. folgende Informationen verbreitet werden:

- Bekanntgabe neuer Projekte und Maßnahmen,
- Präsentieren von Erkenntnissen aus dem Controlling bereits abgeschlossener Maßnahmen,
- Informationen über gelungene Sanierungen,
- Bekanntgabe von geplanten Veranstaltungen, Ausstellungen und Besichtigungsmöglichkeiten.

In der Pressearbeit sollte möglichst klar und verständlich formuliert werden. Gerade bei technischen Maßnahmen muss hierbei die Komplexität zugunsten der Verständlichkeit weichen.

9.4.2.Zeitungsinterview

Themen zum Klimawandel und zu Maßnahmen dagegen werden derzeit auf vielfachen Ebenen diskutiert. Die lokale Presse und deren Leserinnen und Leser interessiert hauptsächlich der Bezug zur eigenen Wirklichkeit. Wenn die Stadtverwaltung einen Beitrag zur Verdeutlichung eines virulenten Themas leisten kann, sollte eine entsprechende Person sich gegenüber der Presse bereit erklären, einen Sachverhalt ausführlich vorzustellen und aus dem Blickwinkel der Stadt und ihrer Ziele zu betrachten.

9.4.3.Website

Eine Website ermöglicht es Internetnutzern, schnell und unkompliziert Informationen über die Klimaschutzarbeit der Stadt oder einzelne Maßnahmen abzurufen. Sie dient als Medium für die interne und externe Kommunikation. Hier können sowohl über vergangene als auch über zukünftige Maßnahmen und Vorhaben berichtet und Terminhinweise gegeben werden. Auf der Homepage können zudem Sachverhalte über Ausklapptexte differenzierter dargestellt werden. Zudem biete es sich auch an, mit Audio- und Videobeiträgen ein eindrücklicheres Bild zu erzeugen.

Die bisherigen Ansätze sollten ausgebaut und zu einer Informationsplattform zum kommunalen Klimaschutz in Waiblingen aufgebaut werden. Dazu sollte der Themenbereich jedoch in der Hierarchie aufsteigen und zumindest eine hervorragende Stellung zum Bereich Nachhaltigkeit und Umwelt einnehmen. Die Seite kann die Möglichkeit bieten, nähere Informationen über die Klimaschutzbemühungen innerhalb der Stadtverwaltung zu geben. Daneben sollte strukturiertes Informationsmaterial und konkrete Handlungsanleitungen für un-

terschiedliche Zielgruppen entwickelt und präsentiert werden. Außerdem sollten Klimaschutzaktivitäten von Privaten, Unternehmen oder anderen Organisationen auf der Homepage präsentiert werden können.

9.4.4.Soziale Netzwerk

Soziale Netzwerke dienen nicht nur als weiterer Informations- und Kommunikationskanal bei der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, sondern ermöglichen im direkten Kontakt mit der Zielgruppe deren Meinungen und Feedback abzuholen und einzubinden. Der Nutzer fühlt sich dabei direkter angesprochen und kann auch interagieren. Dies erfordert jedoch einen zusätzlichen Aufwand von Seiten der Stadtverwaltung, da auf Kommentare und Feedback der Besucherinnen und Besucher zeitnah reagiert werden muss und die sich entspannenden Diskussionen moderiert werden müssen.

Facebook bietet vielfältige Möglichkeiten zur Darstellung der Klimaschutzmaßnahmen, wobei einfach Fotos und Videos hochgeladen werden können.

9.4.5. Publikationen

Publikationen wie Broschüren, Plakaten oder Flyern dienen der Erzeugung von Aufmerksamkeit für einen bestimmten Anlass. Bei der Gestaltung der Materialien sollte zunächst grundsätzlich darauf geachtet werden, dass die Inhalte verständlich vermittelt werden und auf die jeweilige Zielgruppe ausgerichtet sind.

9.4.6. Veranstaltungen

Die Stadtverwaltung ist regelmäßig auf Messen und Veranstaltungen präsent. Im Umweltbereich wird die Messe Bau-Energie-Umwelt jährlich abgehalten. Zudem werden zu unterschiedlichen Themenbereichen Aktionen durchgeführt.

Diese Veranstaltungen und Aktion bieten die Möglichkeit durch eine emotionale Ansprache Menschen direkt zu erreichen. Noch mehr als bisher, sollten auch Themenfremde Aktionen für die Promotion des Klimaschutzes genutzt werden. Angefangen vom Neujahrsempfang, der die Möglichkeit der direkten Ansprache einer Vielzahl von Multiplikatoren bietet bis zum Tag des Denkmals, bei dem neben den erhaltenswerten Zeugnissen aus der Vergangenheit auch die Zukunftsperspektive aufgezeigt werden kann, lassen sich für fast alle ohnehin stattfindenden Veranstaltungen Bezugspunkte und Verbindungen zum Klimaschutz knüpfen.

9.5. Handlungsempfehlungen zur Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit kann als eine Teilmaßnahme zur Zielerreichung betrachtet werden und muss dementsprechend wie Investitionsmaßnahmen oder organisatorischen Maßnahmen

vorbereitet werden. Im Folgenden soll die Herangehensweise für Aktionen der Öffentlichkeitsarbeit aufgezeigt und konkrete Handlungsempfehlungen beispielhaft beschrieben werden.

9.5.1. Vorbereitung der Öffentlichkeitsarbeit

Um wirksame Klimaschutzaktionen durchzuführen, müssen diese gut vorbereitet werden. Dabei hängt es nicht nur von der Wahl der geeigneten Instrumente ab, ob die Öffentlichkeitsarbeit erfolgreich ist.

Am Anfang steht die Vermittlung der Zielwerte. Diese sind richtungsweisend für Kommunikation. Mit der Botschaft sollte aufgezeigt werden, welches Zielverhalten das Gegenüber einnehmen sollte. Weiter ist es wichtig, sich in die jeweilige Zielgruppe hineinzuversetzen und deren Bedürfnisse und Erwartungen so genau wie möglich zu kennen. Was spricht aus Sicht der Adressaten für oder gegen das Zielverhalten? In welchen Routinen bewegen sie sich? Ebenso wichtig ist es, sich der Beziehung zur Zielgruppe und den Möglichkeiten der Interaktion bewusst zu werden. Letztendlich soll der Zielgruppe ein emotionaler Mehrwert vermittelt werden.

Im Folgenden werden die Grundstrukturen exemplarisch für drei Handlungsfelder und deren spezielle Zielgruppen aufgezeigt:

- Nutzung des Solarpotenzials auf Gebäudeflächen von Ein- und Zweifamiliengebäuden,
- Nutzung des Solarpotenzials auf Gebäudeflächen von Mehrfamiliengebäuden,
- Nutzung des Wärmeerzeugungspotenzials in Mietshäusern.

9.5.1.1. Nutzung des Solarpotenzials auf Gebäudeflächen von Ein- und Zweifamiliengebäuden

Vermittlung der Klimaschutzziele

Eine mögliche Formulierungen für das langfristige strategische Kommunikationsziel für die Nutzung des Solarpotenzials auf Gebäudeflächen von Ein- und Zweifamiliengebäuden ist:

Bei den Gebäudeeigentümern soll die Akzeptanz für die Solartechnik auf dem eigenen Hausdach hergestellt werden, mit dem Ziel, dass innerhalb der nächsten zehn Jahre auf bestehenden Gebäuden die Anzahl an Solarwärmeanlagen verdoppelt und die installierte Leistung der Fotovoltaikanlagen verdreifacht wird.

Botschaft und Zielverhalten

Das Zielverhalten für dieses Segment besteht darin, dass Eigenheimbesitzer sich eine Solaranlage installieren lassen. Dies soll u.a. erreicht werden durch eine positive Wahrnehmung der Technik sowie eine zielgerichtete Information darüber, welche Vorteile eine Anlage für den Einzelnen hat.

Erwartung der Zielgruppe

Für die Gruppe der Gebäudeeigentümer von Ein- und Zweifamiliengebäude, die überwiegend selbst im eigenen Haus wohnen, besteht ein ureigenes Interesse, mit einer Solaranlage Energiekosten zu sparen. Neben der Frage nach den positiven Interessen sind auch die Hürden und Hemmnisse Teil der Zielgruppenerwartung.

Im Allgemeinen werden Erneuerbare Energien positiv bewertet. Allerdings sind in der öffentlichen Meinung auch Bedenken gegenüber der Technik oder den begleitenden Umständen vorhanden. Diese bestehen aus einer Furcht vor Gefährdung der eigenen Person oder des Gebäudes durch eine Solaranlage, dem Zweifel an der Wirtschaftlichkeit, dem Auftreten rechtlicher Risiken oder dem bürokratischen Aufwand. Sicherheit, Wert- und Substanzerhalt stehen auf der Bedürfnisskala sehr hoch.

In den Gesprächen mit Gebäudebesitzern kann man feststellen, dass der Informationsstand über die Nutzung von Solarenergie überwiegend relativ gering ist. Teilweise wird nicht zwischen Solaranlagen zur Wärmeerzeugung und zur Stromerzeugung unterschieden.

Beziehung zur Zielgruppe

Die Gruppe der Eigenheimbesitzer ist höchst individuell und nicht organisiert. Die Beziehungen zu der Zielgruppe ist sind von unterschiedlicher Qualität. Kontakte bestehen, wenn überhaupt, auf persönlicher Ebene, weniger auf dienstlicher Ebene. Der Informationsfluss zwischen der Stadtverwaltung und der Zielgruppe ist wenig ausgebaut.

Möglichkeiten der Interaktion

Um mit Eigenheimbesitzern in Kontakt zu treten bieten sich im Prinzip alle Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit an. Dabei ist auf die Abstimmung der Einzelinstrumente untereinander zu achten. Einer erfolgreich platzierten Pressemitteilung über die Nutzung von Solartechnik auf einem Gebäude der Stadt müssen auch entsprechende Zielgruppenspezifische Inhalte auf der Homepage oder Interaktionsmöglichkeiten in den sozialen Medien folgen.

Auf Messen und Veranstaltungen kann auf individueller Ebene erfolgreich interagiert werden. Die persönliche Kommunikation ist geeignet, um insbesondere Missverständnisse zu vermeiden und damit die Kommunikation erfolgreicher werden zu lassen, als die medial vermittelte. Die Reichweite ist dagegen geringer.

Ansteuerung eines emotionalen Mehrwertes

Emotionale Anknüpfungspunkte für das Zielverhalten liegen vor allem im Bereich der Selbstwirksamkeit. Eigenheimbesitzer können mit Solaranlagen ihr Warmwasser oder

¹⁷⁶ Mehr zu Hemmnissen unter https://pvspeicher.htw-berlin.de/wp-content/uploads/2019_08_HTW_Berlin_PV2City_Hemmnisse_und_Huerden_fuer_die_Photovoltaik-3.pdf

ihren Strom selbst herstellen, ohne auf andere angewiesen zu sein. Die Möglichkeiten zum Handeln sind bei dieser Zielgruppe am besten gegeben.

9.5.1.2. Nutzung des Solarpotenzials auf Gebäudeflächen von Mehrfamiliengebäuden

Vermittlung der Klimaschutzziele

Die Klimaschutzziele bei Mehrfamiliengebäude weichen nicht wesentlich von denen bei Ein- und Zweifamiliengebäuden ab. Eine Zielformulierung speziell auf diese Art der Gebäude müsste auch entsprechende Überprüfungsmöglichkeiten zur Zielerreichung voraussetzen, die nur mit hohem personellen Aufwand realisierbar sind.

Botschaft und Zielverhalten

Zwecke der Öffentlichkeitsarbeit ist, klarzumachen, dass auch im Mehrfamiliengebäude Handlungsoptionen bestehen und die Wahrnehmung dieser Optionen gesellschaftlich anerkannt werden.

Erwartung der Zielgruppe

Bei Mehrfamiliengebäuden muss zwischen unterschiedlichen Zielgruppen differenziert werden:

- Gebäudeeigentümer
- Bewohner (Mieter oder Selbstnutzer einer WEG-Wohnung)
- Verwalter und Vermieter

Die Erwartungen der Zielgruppen divergieren teilweise deutlich. Während die Bewohner an einer Kosteneinsparung interessiert sind, ist dies bei Gebäudeeigentümern oder der Verwaltung keine Motivation. Hier stehen oftmals Überlegungen zum Imagegewinn oder zur Vermeidung von sonstigen Auflagen, wie beispielsweise den Erfüllungsoptionen des EWärmeG im Vordergrund.

Neben den schon zuvor beschriebenen Hemmnissen, kommen bei Mehrfamiliengebäuden weitere hinzu.

Mieterstromprojekte in Wohnungseigentümergemeinschaften stehen vor der besonderen Herausforderung, dass für die erfolgreiche Realisierung eine doppelt qualifizierte Mehrheit gefordert ist, da es sich um eine Modernisierung handelt. ¹⁷⁷

¹⁷⁷ B. Flieger et al.: Zukunftsfeld Mieterstrommodelle. Potentiale von Mieterstrom in Deutschland mit einem Fokus auf Bürgerenergie. 2018.

KONZEPT ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Einnahmen aus dem Betrieb der Solaranlage stellen ein Risiko für Vermieter dar, welches die Einnahmen aus dem Betrieb der Immobilie durch die sogenannte Steuerinfizierung negativ beeinflusst.

Durch geringen Erlöse von Fotovoltaikprojekten kann auch von einem Betreiber einer Anlage für die Zurverfügungstellung der Dachflächen nur eine geringe Pacht bezahlt werden. Die Vorstellungen von Gebäudeeigentümern darüber, was als Dachpacht zu erlösen ist, liegen oft weit über dem, was wirtschaftlich darstellbar ist.

Beziehung zur Zielgruppe

Eigentümer von Mehrfamiliengebäude sind oftmals organisiert. So sind die kleinen Vermieter im Haus- und Grundbesitzerverein Mitglieder, zu dem bereits Kontakte bestehen. Auch zu einzelnen Verwaltungsgesellschaften sind Beziehungen beispielsweise über das Quartierskonzept Korber Höhe oder durch Aktivitäten der Energieagentur vorhanden.

Möglichkeiten der Interaktion

Neben den klassischen Möglichkeiten der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, die grundsätzlich jeden erreichen kann, bietet sich die Kontaktaufnahme über vernetzte Akteure, wie den Haus- und Grundbesitzerverein oder einzelne Verwalter und Vermietungsgesellschaften an. Im besten Fall können im Vorfeld mit einzelnen Akteuren Allianzen eingegangen und damit das Umfeld positiv beeinflusst werden.

Um ein Projektanstoß im Bereich der Mehrfamiliengebäude zu erreichen, ist oft ein hohes Maß an Informations- und Überzeugungsarbeit notwendig. Diese kann wiederum mit einem hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden sein. Beispiele einer erfolgreichen Umsetzung von Mieterstromprojekten in WEGs sind meist dann, wenn einer der Beteiligten eine hohe Bereitschaft und Motivation zur Umsetzung aufweist.

Ansteuerung eines emotionalen Mehrwertes

Den Akteuren sollte das Gefühl der Anerkennung und Unterstützung gegeben werden, wenn sie entsprechende Maßnahmen durchführen wollen. Sie sollten auf die ihnen zur Verfügung stehenden Optionen hingewiesen und bekräftigt werden, dass sie damit bei einer zukunftsfähigen Entwicklung beteiligt sind.

9.5.1.3. Nutzung des Wärmeerzeugungspotenzials in Mietshäusern

Vermittlung der Klimaschutzziele

Für die Erhöhung der Energieeffizienz von Wärmeerzeugungsanlagen sollte ein eigenes Ziel formuliert werden, das mit den Mitteln und den zugänglichen Informationen der Stadtverwaltung auch überprüfbar ist. Durch die Nachweisregelung beim EWärmeG ist dies auch leicht möglich. Allerdings ist auch dabei eine Unterscheidungsmöglichkeit nach Gebäudetyp und -gruppe kaum praktikabel.

KONZEPT ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Botschaft und Zielverhalten

Im Zielverhalten sollten bei der Erneuerung der Heizungsanlage die gesetzlichen Anforderungen übertroffen werden.

Erwartung der Zielgruppe

Die Zielgruppen unterscheiden sich hierbei nicht wesentlich von dem vorigen Beispiel.

Die Erwartungen der Zielgruppen sind noch divergenter als in oben genannten Fall, da eine Heizungsanlage als technischer Bestandteil des Gebäudes gilt und die Erneuerung in den meisten Fällen keine Modernisierungsmaßnahme mit Wohnwertsteigerung darstellt.

Eine gut dokumentierte Erwartungslage ist für private Kleinvermieter bereits anderenorts beschrieben. ¹⁷⁸ Energetische Sanierungen demzufolge allein aus ökologischen Motiven heraus sind bei privaten Kleinvermieter die Ausnahme. Viele private Kleinvermieter haben eine langjährige Bindung zu ihren Mietern. Dabei ist ihnen ein reibungsloses Mietverhältnis wichtiger als höhere Mieteinnahmen. Die Finanzierung wird hauptsächlich aus Rücklagen getätigt, eine Kreditfinanzierung zumeist abgelehnt.

Die Beziehung zur Zielgruppe und die Möglichkeiten der Interaktion sind ähnlich, wie im oben beschriebenen Fall.

Ansteuerung eines emotionalen Mehrwertes

Ein wichtiger Aspekt bei dieser Zielgruppe ist, dass in den meisten Fällen, das Zusammenwirken mehrerer Faktoren für eine Entscheidung für eine Sanierung notwendig erscheint. Daher sollte in der Kommunikation auf verschiedene Motivallianzen abgezielt und der – nicht nur rein monetäre – Kosten-Nutzen-Effekt in den Vordergrund gestellt werden.

9.5.2. Handlungsempfehlungen

Öffentlichkeitsarbeit sollte als planendes und vorausschauendes Instrument im Klimaschutz betrachtet werden. Dabei sind passenden Maßnahmen für die richtigen Zielgruppen auszuwählen. Diese müssen professionell ausarbeitet und durchgeführt werden. Dass eine derartige Aufgabe nicht neben den Fachaufgaben zu bewerkstelligen ist, versteht sich von selbst.

Öffentlichkeitsarbeit ist nicht gleich Pressearbeit. Letztere stellt nur einen Teil der Öffentlichkeitsarbeit dar. Wichtig ist, sich alle Bereiche vorzustellen, mit denen die Stadtverwaltung mit den Adressaten für den Klimaschutz – meist die Bürger, Unternehmer oder Multiplikatoren – in Kontakt kommt.

¹⁷⁸ Weiß, J. et al.: Entscheidungskontexte bei der energetischen Sanierung, 2018

¹⁷⁹ Renz, I. et al.: Einflussfaktoren auf die Sanierung im deutschen Wohngebäudebestand, 2018

KONZEPT ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Bei der Planung von Klimaschutzschutzaktionen verschwimmen häufig Bauchgefühl und Wissen. Daher ist es vor der Durchführung von Aktionen und Kampagnen wichtig, sich die richtigen Fragen zu stellen:

- Welches Ziel wird mit der Maßnahme verbunden?
- Wie kann das Ziel am besten erreicht werden?
- Welche Zielgruppe(n) haben wir?
- Wie können diese Zielgruppen erreicht werden? Welche Maßnahmen, welche Formate passen am besten zu der Zielgruppe?

Dabei ist es wichtig, sich die Zielgruppen und ihr Verhalten, aber auch deren Emotionen und Bewältigungsstrategien deutlich zu machen. Es ist hilfreich, sich dabei auf speziell zur Umweltkommunikation entwickelte Instrumente zu stützen. 180

Um die Wirksamkeit der Maßnahmen und deren Erfolg sicherzustellen, ist eine Erfolgskontrolle notwendig. Man versteht darunter die systematische Untersuchung und Analyse der Kommunikation mit Hilfe von Kontrollwerkzeugen vor, während und nach der Durchführung von Kommunikationsmaßnahmen.

¹⁸⁰ Z. B. der Ratgeber "Psychologie im Umweltschutz. Handbuch zur Förderung nachhaltigen Handelns." 2016 oekom, München

10. Konzept Controlling

Inwiefern die Klimaschutzziele erreicht und in welchem Umfang die Maßnahmen des Konzepts umgesetzt werden, muss mit Hilfe eines praxistauglichen Controllings überprüft werden. Dies sollte mit einem verhältnismäßig geringem Aufwand verbunden sein, so dass die regelmäßige Durchführung keine zusätzliche Belastung darstellt.

Das Controlling sollte in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozesses mit Elementen des Management-Regelkreises erfolgen. Das stellt das Controlling-System einen Zyklus aus Planung, Umsetzung, Überwachung und Nachsteuerung dar (PDCA-Cycle).

Die Überwachung richtet sich dabei an drei Ebenen aus:

- Maßnahmen: Dabei wird festgestellt, wie Einzelmaßnahmen umgesetzt und welche Ergebnisse erzielt wurden.
- Indikatoren: Anhand von Indikatoren wird überprüft, ob entsprechende Faktoren, die Anhaltspunkte für die Zielerreichung geben, eingehalten werden. Dies gibt Aufschluss darüber, ob die Maßnahmen greifen und zum erwünschten Erfolg führen.
- Zielerreichung: Um das oberste Klimaschutzziel zu erreichen, müssen die CO₂-Emissionen den vorgegebenen Zielpfad einhalten. Damit sind Anzeichen ersichtlich, ob der Maßnahmenprozess ausreicht oder ob weiter forciert werden muss.

10.1. Organisation

10.1.1. Klimaschutzmanagement

Um die Klimaschutzziele bis 2050 zu erreichen, muss das Tempo der Maßnahmenumsetzung deutlich erhöht werden. Die vorgeschlagenen Maßnahmen erfordern daher zusätzliche Personalkapazität für die Ausarbeitung und Umsetzung. Damit Kommunen diese Aufgaben auch bewerkstelligen können, wurde von der Bundesregierung eine Förderung für das Klimaschutzmanagement der Kommunalrichtlinie geschaffen.

Antragsteller mit Klimaschutzteilkonzepten, die noch nicht älter als 36 Monate sind, haben die Möglichkeit, für die Umsetzung des Konzepts die Förderung eines Klimaschutzmanagements zu beantragen. Der Bewilligungszeitraum beträgt in der Regel 24 Monate. Anschließend ist die Beantragung eines Anschlussvorhabens für 12 Monate möglich.

Die Aufgabe des Klimaschutzmanagements ist es, durch Information, Moderation und Management die Umsetzung des Klimaschutzkonzepts zu betreuen und das Konzept fortzuentwickeln. Wesentliches Ziel ist es, Klimaschutzaspekte in die Verwaltungsabläufe verstärkt zu integrieren. Das Klimaschutzmanagement ist gleichzeitig zentraler Akteur bei der

Vorbereitung und Steuerung der Maßnahmen, wie sie im Klimaschutzkonzept entwickelt und durch die Gremien beschlossen worden sind.

In Zusammenhang mit einem geförderten Klimaschutzmanagement kann auch eine ausgewählte Klimaschutzmaßnahme aus dem Klimaschutzteilkonzept, die Vorbildcharakter besitzt und einen substanziellen Beitrag zum Klimaschutz leistet, gefördert werden.

10.1.1. Klimaschutzbeirat

Der Aufbau von handlungsfähigen Strukturen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Umsetzung des Klimaschutzteilkonzepts. Die Gründung eines Klimaschutzbeirats mit Kontrollund Lenkungsfunktion kann zur langfristigen Verankerung der Klimaschutzarbeit beitragen.

Aufgaben des Beirates ist es, Klimaschutzziele und Strategien vorzubereiten, Maßnahmen anzuregen und zu begleiten sowie die laufende Fortschreibung des Maßnahmenprogramms.

In den Arbeitsgruppe sollten neben Verwaltungsmitarbeiter auch Vertreter aus der Kommunalpolitik und der Stadtwerke einschließen. Wenn aus jeder Gemeinderatsfraktion ein Vertreter für Klimaschutz bzw. Nachhaltigkeit dem Beirat angehört, wird eine größere Wirkung der in der Gruppe erarbeiteten Vorschläge sichergestellt.

Für die kontinuierliche Begleitung der Klimaschutzmaßnahmen sollte der Beirat mindestens jährlich zusammenkommen. In den Treffen wird über den Fortschritt diskutiert, Schwierigkeiten aufgezeigt und über Korrekturmaßnahmen gemeinsam entschieden. Der Klimaschutzbeirat berichtet dem Gemeinderat regelmäßig über den aktuellen Stand und gibt Empfehlungen an den Gemeinderat weiter, welche Klimaschutzaktivitäten in Zukunft angegangen werden sollten.

10.1.2. Einbindung in den eea-Prozess

Der European Energy Award (eea) ist ein Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren für umsetzungsorientierte Energie- und Klimaschutzpolitik in Städten, Gemeinden, kommunalen Zusammenschlüssen und Landkreisen. Er orientiert sich am Managementzyklus "Analysieren - Planen - Durchführen - Prüfen - Anpassen" und wird durch die Schritte der Zertifizierung und Auszeichnung ergänzt.

Die Stadt Waiblingen nimmt seit 2007 am eea teil und trägt seit 2018 den Gold-Status. Im eea werden systematisch alle energie- und klimarelevanten Maßnahmen hinsichtlich ihrer Umsetzung und Wirkung bewertet. In einem zyklischen Prozess erfolgt im Zweijahresrhythmus die interne und vierjährig eine externe Kontrolle in einem Audit. Ziel ist die Optimierung der kommunalen Energie- und Klimaschutzarbeit. Für die Prozessbegleitung bei der Umsetzung der Maßnahmen fungiert ein Energieteam. Es setzt sich aus Vertretern des

Fachbereichs Bauen und Umwelt, Hochbau und Gebäudemanagement, Stadtplanung, Infrastruktur, Personal und Organisation, dem Eigenbetrieb Stadtentwässerung sowie den Stadtwerken zusammen. Das Energieteam übernimmt auch die Erarbeitung eines Maßnahmenprogramms und arbeitet konkreten Projektvorschläge aus. Es sollte als Arbeits- und Abstimmungsgremium des eea-Prozesses auch den Umsetzungsprozess des Klimaschutzkonzeptes aktiv koordinieren.

Der eea wurde von der Europäischen Kommission als gutes Umsetzungsinstrument für die Erstellung der Aktionspläne für nachhaltige Energie (Sustainable Energy Action Plan - SEAP) im Rahmen des Konvent der Bürgermeister (Covenant of Mayors) gewürdigt.

10.1.3. Maßnahmenprogramm

Alle Projekte, die mittelfristig in einem Zeitraum bis zu fünf Jahren im Bereich Energie und Klimaschutz geplant sind, sollten in einem Maßnahmenprogramm festgehalten werden. Für die Projekte sollten Prioritäten, Zuständigkeiten, Umsetzungszeiträume und Budgets definiert sein.

Aus diesem Maßnahmenprogramm werden jährliche Maßnahmenpläne zusammengestellt, deren Finanzierung im Haushalt sichergestellt ist.

10.2. Instrumente

10.2.1. Dokumentation

Die Dokumentation der Maßnahmen dient dazu, den Umsetzungsstand festzuhalten und die Maßnahmenwirkung abzuschätzen. In einer Zusammenstellung wird erfasst, welche Maßnahmen bereits umgesetzt wurden oder sich in der Umsetzung befinden.

Um im kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu wirken, sollten neben dem reinen Soll-/Ist-Abgleich auch die Schwierigkeiten bei der Umsetzung oder etwaige Änderungen aufgezeichnet werden. Falls möglich soll auch festgehalten werden, wie erfolgreich die Maßnahmen sind.

Als Instrument kann das im eea-Management-tool eingebettete Arbeitsprogramm fungieren. Für die einzelnen Aktivitäten können systematisch der Zeitplan, die Kosten, Meilensteine, Verantwortlichkeiten und weitere Größen erfasst werden. Außerdem können die Aktivitäten nach Umsetzungszeitraum, Priorität oder Fortschritt sortiert bzw. gefiltert werden.

Die Bewertung aller Aktivitäten der Stadt Waiblingen im eea-Management-tool dient nicht in erster Linie Controllingaufgaben. Dazu ist das Instrument zu unscharf. Zudem führen Änderungen an den Bewertungskriterien in unregelmäßigen Abständen auch zu einer Verzer-

rung. Die Aufgaben diese Instrumentes hat mehr die Funktion, Lücken in der Klimaschutzarbeit aufzudecken und Impulse im Rahmen des ständigen Verbesserungsprozesses zu geben.

10.2.2. Datensammlung

Für das Controlling sind Daten zum Energieverbrauch auf unterschiedlichen Ebenen und für die verschiedenen Sektoren erforderlich. Die Datenerhebung muss jedoch über die reinen Verbrauchswerte hinausgehen und auch die Potenzialausschöpfung im Bereich der Erneuerbaren Energien erfassen. Zudem benötigt man für spezifische Indikatoren weitere Daten.

Die Datensammlung sollte jährlich erfolgen und von einer zentralen Stelle (Klimaschutzmanagement) organisiert werden. Damit die Datenlieferung für die beteiligten Stellen handhabbar ist, dürfen nicht zu viele Daten angefordert werden. Ein Mindestmaß stellen die für die CO₂-Bilanzierung notwendigen Eingangswerte dar.

Für die Datensammlung sollte ein eigens entwickeltes Instrument (beispielsweise in Form einer Excel-Tabelle) verwendet werden, welches neben den Verarbeitungsdaten auch Aussagen zur Datenherkunft und -güte beinhaltet.

10.2.3. Indikatoren

Um die Maßnahmeneffekte zu erkennen und Maßnahmenziele zu überprüfen, bedarf es Indikatoren, die eine Wirkung anzeigen. Die gewählten Indikatoren sollen die Fortschritte im Rahmen des Klimaschutzes beschreiben und dabei auch verständlich sein.

Im Vordergrund steht die Nachverfolgung von Entwicklungstrends im Bereich des Ausbaus Erneuerbarer Energien, der Energieeinsparung und der Effizient im Wärmebereich. Zusätzlich sollten auch für die nicht im Klimaschutzteilkonzept bearbeiteten Bereiche Indikatoren ausgewählt werden. Dazu liefert der eea bereits Vorlagen.

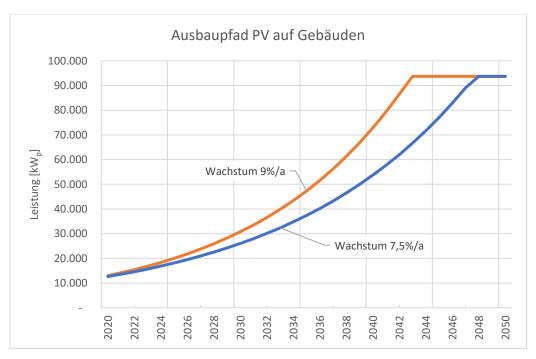
10.2.3.1. Vorgaben der Szenarien

Die in den Szenarien aufgeführten Schlüsselfaktoren und deren Entwicklung bestimmen, ob die Klimaschutzziele erreicht werden können. Für den Bereich Erneuerbare Energien sind im Zielszenario B folgende Faktoren und Entwicklungspfade für die Zielerreichung notwendig:

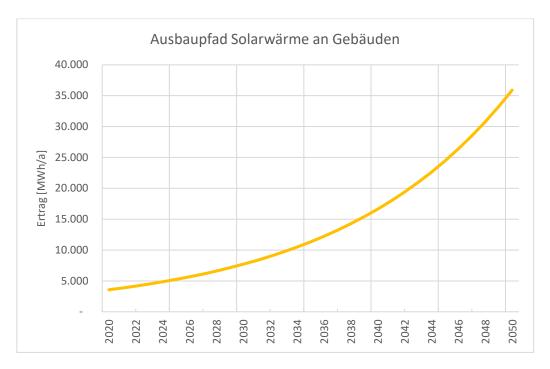
SCHLÜSSELFAKTOR	ERNEUERBARE ENERGIEN
PV an Gebäuden	Um 50% stärkerer Ausbau als Referenz Wachstum 7,5%/a
PV auf Freiflächen	40%ige Nutzung des Potenzials bis 2050
Windkraft	Vollständige Nutzung der Potenziale auf der Buocher Höhe bis 2050
Biomasse (aus Landschaftspflege und Straßenbegleitgrün)	Vollständige Nutzung holz- und halmgutartiger Biomasse in der Fernwärme zur Wärme- und Stromerzeugung mit 90% Gesamtwirkungsgrad bis 2050
Solarthermie an Gebäuden	Um 50% stärkerer Ausbau als Referenz. Jährliches Wachstum

Tabelle 84: Schlüsselfaktoren des Zielszenarios B für den Bereich Erneuerbarer Energien

Bei der Fotovoltaikleistung wird davon ausgegangen, dass bei Erreichung von 80% des Potenzials für die Errichtung von Fotovoltaikanlagen auf Gebäuden, kein weiterer Ausbau mehr erfolgt. Höhere Wachstumsraten führen zu einem schnelleren Erreichen dieser Grenze, nicht aber zu einer höheren Wirkung bei der CO2-Reduktion im Zieljahr.



Auch beim Ausbau der Solarthermie wird von einem exponentiellen Wachstum ausgegangen.



Bei der integrierten Wärmenutzung betreffen die Schlüsselfaktoren Aspekte der Sanierung und der Verteilung von Energieträgern zur Raumheizung und Warmwasserbereitung.

SCHLÜSSELFAKTOR	INTEGRIERTE V	/ÄRMENUTZUNG
Sanierungsrate der Gebäude- hülle	2,15%/a	
FW-Anschlussquote	Kernstadt Ortschaften	50% 30%
Brennstoffmix Fernwärme	BHKW Wärmepumpe Biomasse	30% 40% 30%
Anteile Solarthermie in der Wärmenutzung	15%	
Brennstoffmix dezentraler Anlagen	Stromdirekt Wärmepumpe Erdgas Heizöl Biomasse	5% 35% 10% 0% 50%

Tabelle 85: Schlüsselfaktoren des Zielszenarios B für den Bereich Integrierte Wärmenutzung

10.2.3.2. Indikatoren, Zielwerte und Zwischenziele

Zur Entwicklung eines Indikatorensystems mit quantifizierbaren Vergleichswerten können die in 1.3 aufgeführten Vorschläge als Basis herangezogen werden.

Absolute Zielwerte für 2050 und Zwischenziele für 2030 und 2040 werden im Folgenden für die jeweiligen Schlüsselfaktoren und deren Indikatoren dargestellt:

SCHLÜSSELFAKTOR	INDIKATOR	ZIELWERTE		
		2030	2040	2050
PV an Gebäuden	Installierte Leistung [kW _p]	26.000	53.700	93.700
PV auf Freiflächen	Installierte Leistung [kW _p]	2.100	4.200	8.500
Windkraft	Stromerzeugung [MWh/a]	-	-	90.000
Biomasse (aus Landschaftspflege	Stromerzeugung [MWh/a]	500	1.500	3.000
und Straßenbegleit- grün)	Wärmeerzeugung [MWh/a]	2.000	3.000	4.200
Solarthermie an Gebäuden	Wärmeerzeugung [MWh/a]	7.700	16.600	35.900

Tabelle 86: Zielwerte für das Controlling im Bereich Erneuerbare Energien

Zur Entwicklung eines Indikatorensystems mit quantifizierbaren Vergleichswerten können die in 1.3 aufgeführten Vorschläge als Basis herangezogen werden. Im Bereich der Energieeffizienz und der Energieeinsparung ist die Erfassung von Primärdaten teilweise schwierig. Hier sollte die Indikatorbildung durch Sekundärdaten erfolgen. Zur Bildung der Indikatoren wird hier auf andere Stellen verwiesen. 181

SCHLÜSSELFAKTOR	INDIKATOR
Sanierungsrate der Gebäudehülle	Bisher gibt es keine allgemein anerkannte Methodik für einen Sanierungsindikator im Gebäudebereich.
	Hilfsindikatoren auf der Basis jährlich verfügbarer Förderdaten ermittelt werden, z.B. Auswertung von KfW- und BAFA-Förderstatistiken zu Neubauten und zum Gebäudebestand
FW-Anschlussquote	Angeschlossene Leistung [kW]
Brennstoffmix Fernwärme	Erzeugerwerte Fernwärme
Anteile Solarthermie in der Wärmenutzung	s. Indikatorwerte Erneuerbare Energien
Brennstoffmix dezent- raler Anlagen	Erdgasverbrauch [MWh/a] Stromverbrauch Wärmepumpen und Stromdirektheizungen [MWh/a]

Tabelle 87: Zielwerte für das Controlling im Bereich Integrierte Wärmenutzung

¹⁸¹ UBA: Methoden- und Indikatorenentwicklung für Kenndaten zum Klimaschutz im Energiebereich. 2016

10.2.4. CO₂-Bilanz

Anhand der tatsächlichen CO₂-Emissionen kann nachgeprüft werden, ob sich der Klimaschutzprozess auf dem Zielpfad befindet.

eine Evaluierung der CO2-Emissionen im Rahmen einer endenergiebasierten Energie- und CO2-Bilanz durchführen. Die Klimaschutzaktivitäten sind ab dem Bilanzjahr 2015 im 5-Jahres-Rhythmus zu bilanzieren und mit der Bilanz des Regionalen Klimaschutzkonzepts (Bezugsjahr 2009) zu vergleichen.

Definition einer Datenbasis, die gegenwärtig für eine Auswertung verfügbar ist und auch in den Folgejahren in möglichst vergleichbarer Qualität und Auflösung verfügbar sein wird.

10.2.4.1. Gesamtstädtische CO₂-Bilanz

Mit einer regelmäßigen Erstellung der CO₂-Bilanz können die langfristigen Erfolge der Klimaschutzbemühungen sichtbar gemacht werden. Für die bisherige Bilanzierung wurde das Tool BICO2 des Landes Baden-Württemberg genutzt. Dieses Tool sollte auch für die Fortschreibung weitergenutzt werden.

Nachteilig an der CO2-Bilanz ist die späte Datenverfügbarkeit einzelner Daten. Dies schränkt die Controllingfunktion diese Instrumentes ein. Für kurzfristige Steuerungsaufgaben kann die Bilanz nicht eingesetzt werden.

Die langfristige Entwicklung der CO₂-Emissionen zeigt eine Treibhausgasemissionsbilanz jedoch gut auf. Damit kann die Erreichung der gesetzten Ziele überprüft werden.

Da die Datenerhebung einer CO₂-Bilanzierung über alle Sektoren ein erheblicher Aufwand darstellt wird empfohlen, die CO₂-Bilanz nur etwa alle drei bis fünf Jahre zu aktualisieren. Die Ergebnisse der CO₂-Bilanz sollten öffentlichkeitswirksam dargestellt werden.

10.2.4.2. CO₂-Bilanz der Stadtverwaltung

Waiblingen möchte bis 2040 eine klimaneutrale Stadtverwaltung erreichen. Dazu wurde bereits 2017 eine verwaltungsinterne CO₂-Bilanz erstellt. Dies sollte im Abstand von drei bis fünf Jahren in gleicher Systematik wiederholt werden.

Neben der CO₂-Bilanz, die alle Verbrauchergruppen einschließt, erfolgt auch eine Bilanzierung einzelner Teilbereiche. Das Gebäudemanagement betreibt das Energiecontrolling der städtischen Liegenschaften und hat somit zeitnah einen Überblich über Verbrauchs- und Emissionswerte für den Gebäudebestand. Diese sollten mit einem, für die Zielerreichung für die klimaneutrale Verwaltung korrespondierenden CO₂-Budget abgeglichen werden.

Gleiches muss auch für die nicht im Klimaschutzteilkonzept behandelten Bereiche Fuhrpark, Dienstreisen und Beschaffung gelten.

10.2.5. Berichtswesen

10.2.5.1. Statusbericht

Das Klimaschutzmanagement sollte jährlich einen Statusbericht vorlegen. Dieser dient zur Dokumentation des Umsetzungsprozesses der Maßnahmen aus dem Klimaschutzrahmenprogramm. Er umfasst die quantitativen Indikatoren und den Umsetzungsstand der Maßnahmen. Zudem wird bei einer Gesamtschau der umgesetzten Maßnahmen ersichtlich, in welchen Bereichen die Kommune besonders stark ist und wo möglicherweise verstärkter Handlungsbedarf besteht. Als Instrument der Berichtserstellung kann sich der Beirat auf die im eea-Management-tool hinterlegten Daten stützen.

Adressat des Statusbericht ist in erster Linie der Klimaschutzbeirat. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse können Maßnahmen verbessert und ergänzt werden

10.2.5.2. Energiebericht

Der Energiebericht der städtischen Liegenschaften sollte jährlich die Verbrauchsentwicklung und die Treibhausgasemissionen der Gebäude aufzeichnen und mit dem Zielpfad für den CO₂-Ausstoß vergleichen.

Neben den von der Stadt selbst genutzten und bewirtschafteten Gebäuden sollten auch die an die städtischen Gesellschaften ausgelagerte Gebäude sowie die Straßenbeleuchtung und die Abwasserbeseitigung erfasst und deren Verbräche ausgewertet und dargestellt werden.

Gleiches gilt auch für den Bereich des städtischen Fuhrparks und den Emissionen aus Dienstreisen.

10.2.5.3. Klimaschutzbericht

Mit der Erstellung der CO₂-Bilanz sollte ein Klimaschutzbericht für die Öffentlichkeit erstellt werden, der neben den Emissionsentwicklungen auch die durchgeführten und in Zukunft geplanten Maßnahmen beinhaltet. Um dies ohne zusätzlichen Aufwand bewerkstelligen zu können, ist es angebracht, sich an den Turnus im eea-Zyklus zu orientieren. Dieser sieht die Dokumentation der Maßnahmen und die Erstellung und Verabschiedung eines Energiepolitischen Arbeitsprogrammes bereits vor.

Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tabellen

Tabelle 1: Sektoryiele im Klimaschutyplan 2050 der Bundesregierung	4
Tabelle 2: Zielvorgaben des Landes Baden-Württemberg	5
Tabelle 3: Sektorziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen für Baden-Württemberg und	
Stand der Zielerrichung im Jahr 2014 (ggü. 1990)	6
Tabelle 4: Zielvorgaben im Stadtentwicklungsplan der Stadt Waiblingen	7
Tabelle 5: Zielkorridor Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2050	8
Tabelle 6: Indikator zur Reduktion der Treibhausgasemissionen	8
Tabelle 7: Indikator zum Stromverbrauch	9
Tabelle 8: Ziele bei der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien	9
Tabelle 9: Indikatoren zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien	10
Tabelle 10: Ziele bei der Senkung des Wärmebedarfs von Gebäuden	10
Tabelle 11: Ziele bei den Energieträgeranteilen in der dezentralen Objektversorgung	10
Tabelle 12: Ziele beim Versorgungsanteil durch Fernwärme	11
Tabelle 13: Indikatoren für den Wärmesektor	11
Tabelle 14: Energieverbrauch nach Sektoren 2015	15
Tabelle 15: THG-Emissionen nach Sektoren 2015	16
Tabelle 16: Anteil Stromerzeugung und Stromverbrauch	17
Tabelle 17: Anteil Wärmeerzeugung und Wärmeverbrauch	18
Tabelle 18: Bodennutzung in Waiblingen	34
Tabelle 19: Holzeinschlag in Waiblingen	39
Tabelle 20: Holzsortimente Mengen	39
Tabelle 21: Anfall holz- und halmgutartiger Biomasse aus der Pflege von Straßenbegleitgrün	46
Tabelle 22: Installierte Fotovoltaikleistung in Waiblingen	51
Tabelle 23: Stromerzeugung aus Fotovoltaik in Waiblingen	51
Tabelle 24: Fotovoltaikpotenzial auf Gebäudedachflächen	58
Tabelle 25: Ausnutzung des Fotovoltaikpotenzials auf Dachflächen	58
Tabelle 26: Freiflächenpotenzial für Fotovoltaik EEG-Anlagen	60
Tabelle 27: Installierbare Fotovoltaikleistung auf Freiflächen (EEG-Anlagen)	61
Tabelle 28: Fotovoltaikpotenzial Gebäude- und Freiflächen	61
Tabelle 29: Wohngebäude in Waiblingen	62
Tabelle 30: Altersstruktur der Gebäude	63
Tabelle 31: Beheizungsart der Gebäude	63

Tabelle 32: Warmwasserbedarf von Wohngebäuden nach Gebäudeart	64
Tabelle 33: Wärmebedarf von Wohngebäuden nach Baujahr	64
Tabelle 34: Gesamtwärmebedarf der Wohngebäude	64
Tabelle 35: Spezifischer Wärmebedarf nach Gebäudeart und Baujahr	65
Tabelle 36: Solardachpotenzial für Solarthermie in Wohngebäuden in Waiblingen	65
Tabelle 37: Solardachpotenzial für Solarthermie in Waiblingen	68
Tabelle 38: Wasserkraftanlagen in Waiblingen	70
Tabelle 39: Ertragsdaten Wasserkraft 2012-2015	70
Tabelle 40: Bauwerke in Fließgewässer in Waiblingen	71
Tabelle 41: Wasserkraftpotenzial	72
Tabelle 42: Möglicher Zuwachs der Erträge bei der Wasserkraft	72
Tabelle 43: Erwartbare Erträge bei der Wasserkraft	73
Tabelle 44: Übersicht der Potenziale Erneuerbarer Energien in Waiblingen	86
Tabelle 45: CO ₂ -Minderungspotenzial im Strombereich	88
Tabelle 46: CO ₂ -Minderungspotenzial im Wärmebereich	89
Tabelle 47: Altersklassen der Wohngebäude	92
Tabelle 48: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte	94
Tabelle 49: Wärmeeinsparung bei Wohngebäuden	97
Tabelle 50: Wärmeeinsparung bei Nichtwohngebäuden des Gewerbes	99
Tabelle 51: Wärmeeinsparung bei Kommunalgebäuden	99
Tabelle 52: Wärmeeinsparung bei Nichtwohngebäuden des produzierenden Gewerbes (Indu	ıstrie)
	100
Tabelle 53: Wärmeeinsparpotenzial Gebäude und Prozesse	101
Tabelle 54: Fernwärmegebiete in Waiblingen	102
Tabelle 55: Energieeinsparung durch Maßnahmen der Wärmeerzeugung	107
Tabelle 56: Energieeinsparung bei der Umstellung von Heizöl auf Erdgas	107
Tabelle 57: Primäre Gebiete für den Ausbau der Fernwärme	130
Tabelle 58: CO ₂ -Vermeidungspotenzial bei der Wärmenutzung	133
Tabelle 59: CO ₂ -Vermeidungspotenzial bei der Wärmeerzeugung	135
Tabelle 60: : CO ₂ -Vermeidungspotenzial durch Maßnahmen der Fernwärme	136
Tabelle 61: Schlüsselfaktoren der Szenarien beim Ausbau Erneuerbarer Energien	138
Tabelle 62: Schlüsselfaktoren der Szenarien bei der Wärmeversorgung	140
Tabelle 63: Treibhausgas-Vermeidungsfaktoren 2017 und 2050	143
Tabelle 64: Vergleich CO ₂ -Vermeidung durch Maßnahmen zum Ausbau Erneuerbarer Energie	en144
Tabelle 65: Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch den Ausbau Erneuerbarer Energ	ien im
Strombereich bei den Szenarien (s. Kap. 4.3.2.2)	146

Tabelle 66: Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch den Ausbau Erneuerbarer Energien	
Wärmebereich bei den Szenarien (s. Kap. 4.3.2.2)	.147
Tabelle 67: Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch Maßnahmen zur integrierten	
Wärmenutzung bei den Szenarien (s. Kap. 4.3.2.3)	.148
Tabelle 68: Kombinierte CO2-Vermeidung bei den Szenarien mit Maßnahmen zum Ausbau	
Erneuerbarer Energien (Strom) und zur integrierten Wärmenutzung	.149
Tabelle 69: Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zum Ausbau Erneuerbarer	
Energien (Strom) und zur integrierten Wärmenutzung	.150
Tabelle 70: Kennwerte der Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zum Ausbau	
Erneuerbarer Energien	.150
Tabelle 71: Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zum Ausbau Erneuerbarer	
Energien	.151
Tabelle 72: Kennwerte der Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zur integrierte	en
Wärmenutzung	.151
Tabelle 73: Investitionskosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zur integrierten Wärmenutzu	_
	.152
Tabelle 74: Ohnehin anfallende Investitionskosten (Sowiesokosten) bei den Szenarien mit	
Maßnahmen zur integrierten Wärmenutzung	.152
Tabelle 75: Mehrkosten bei den Szenarien mit Maßnahmen zur integrierten Wärmenutzung	.152
Tabelle 76: Akteure zur Erschließung des Solarpotenzials auf Gebäuden	.154
Tabelle 77: Akteure zur Erschließung des Solarpotenzials auf Freiflächen	.155
Tabelle 78: Akteure zur Erschließung des Geothermiepotenzials	.158
Tabelle 79: Akteure zur Erschließung des Potenzials Umweltwärme	.159
Tabelle 80: Akteure zur Erschließung des Wärmeminderungspotenzials	.160
Tabelle 81: Akteure zum Ausbau Fernwärme	.161
Tabelle 82: Akteure zur Abwärmenutzung	.162
Tabelle 83: Akteure zum Einsatz Erneuerbarer Energien in der Fernwärme	.163
Tabelle 84: Schlüsselfaktoren des Zielszenarios B für den Bereich Erneuerbarer Energien	.213
Tabelle 85: Schlüsselfaktoren des Zielszenarios B für den Bereich Integrierte Wärmenutzung	
Tabelle 86: Zielwerte für das Controlling im Bereich Erneuerbare Energien	
Tabelle 87: Zielwerte für das Controlling im Bereich Integrierte Wärmenutzung	

Abbildungen

Abbildung 1: Absenkpfad der THG-Emissionen für Deutschland	3
Abbildung 2: Sektorziele im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung	4
Abbildung 3: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Sektoren	19
Abbildung 4: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen pro Einwohner	20
Abbildung 5: Stromerzeugung Erneuerbarer Energien (EEG-Strom)	21
Abbildung 6: Bevölkerungsentwicklung in Baden-Württemberg und Waiblingen (1990 - 2015)	21
Abbildung 7: Stromverbrauch nach Sektoren	22
Abbildung 8: Wärmeverbrauch nach Sektoren	23
Abbildung 9: Entwicklung des Stromverbrauchs	25
Abbildung 10: Entwicklung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Baden-Württemb	_
Abbildung 11: Entwicklung des Anteils erneuerbar erzeugten Stromes in Waiblingen	
Abbildung 12: Entwicklung des Wärmeverbrauchs	28
Abbildung 13: Veränderung der Energieträger bei der Wärmeerzeugung	29
Abbildung 14:Veränderung der Energieträgeranteile bei der Wärmeerzeugung	29
Abbildung 15: Entwicklung des Anteils erneuerbar erzeugter Wärme in Waiblingen	30
Abbildung 16: Nutzungsanteile der Flächen in Waiblingen	35
Abbildung 17: Nutzungsanteile der Vegetationsflächen in Waiblingen	35
Abbildung 18: Nutzungsanteil landwirtschaftlich genutzter Flächen in Waiblingen	41
Abbildung 19: Halmartiges Biomasseaufkommen in der Landschaftspflege	47
Abbildung 20: Holzartiges Biomasseaufkommen in der Landschaftspflege	47
Abbildung 21: Entwicklung der installierten PV-Leistung	50
Abbildung 22: Anteil PV-Strom am Gesamtstromverbrauch	52
Abbildung 23: Solarpotenzialfläche nach Gebäudenutzung	55
Abbildung 24: Eignung der Dachflächen zur Solarenergienutzung	56
Abbildung 25: Anzahl geeigneter Gebäudedachflächen	57
Abbildung 26: Güte der Gebäudedachflächen zur Solarenergienutzung	57
Abbildung 27: Potenzialflächen Windkraft für Waiblingen	75
Abbildung 28: Standorte von Geothermiebohrungen ©Landesamt für Geologie, Rohstoffe und	
Bergbau	78
Abbildung 29: Bohrtiefenbegrenzungen © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau	79
Abbildung 30: Artesische Grundwasserverhältnisse © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und	
Bergbau	80

Abbildung 31: Wasserschutzgebiet südlich der Rems © Landesamt für Geologie, Rohstoffe	und
Bergbau	81
Abbildung 32: Wasserschutzgebiet Zipfelbach © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Be	rgbau81
Abbildung 33: Geothermisches Potenzial © Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergba	u82
Abbildung 34: Potenzial an Erneuerbaren Energien im Strombereich	87
Abbildung 35: Potenzial an Erneuerbaren Energien im Wärmebereich	87
Abbildung 36: Wärmeverbrauch nach Sektoren	90
Abbildung 37: Anteil der Energieträger an der Wärmeversorgung	91
Abbildung 38: Anteile der Energieträger an der Wärmeversorgung in Waiblingen	102
Abbildung 39: Anteil der einzelnen Fernwärmegebiete	103
Abbildung 40: Versorgungsgebiet Erdgas	104
Abbildung 41: Wärmebedarfsdichte von Wohngebäuden in der Kernstadt von Waiblingen	125
Abbildung 42: Wärmebedarfsdichte von Wohngebäuden in Waiblingen-Beinstein	125
Abbildung 43: Wärmebedarfsdichte von Wohngebäuden in WN-Hegnach, WN-Hohenacker	und
WN-Neustadt	126
Abbildung 44: Wärmebedarfsdichte von Wohngebäuden in Waiblingen-Bittenfeld	126
Abbildung 45: Wärmeversorgungsplan Fernwärme (Entwurf)	132
Abbildung 46: CO ₂ -Vermeidungspotenzial bei der Wärmenutzung auf EnEV-Standard	134
Abbildung 47: CO₂-Vermeidungspotenzial bei der Wärmenutzung auf ambitionierten energ Standard	
Abbildung 48: CO ₂ -Vermeidungspotenzial bei der Wärmeerzeugung durch Effizienzmaßnah	men 135
Abbildung 49: CO ₂ -Vermeidungspotenzial bei der Fernwärme	136
Abbildung 50: Durch Erneuerbare Energien vermiedene CO ₂ -Emissionen im Strombereich ir	n den
Szenarien	144
Abbildung 51: Durch Erneuerbare Energien vermiedene CO ₂ -Emissionen im Wärmebereich	in den
Szenarien	145
Abbildung 52: Durch Erneuerbare Energien vermiedene CO2-Emissionen im Strombereich i	
Szenarien mit den derzeitigen THG-Vermeidungsfaktoren (2017)	147
Abbildung 53: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen im Wärmebereich	148
Abbildung 54: Treibhausgasemissionen (THG) in Waiblingen nach Sektoren	165
Abbildung 55: Zielpfadtrichter der kommunalen Gebäude	175
Abbildung 56: Einfluss-Betroffenheits-Matrix am Beispiel der Fernwärmeentwicklung	185

KONZEPTERSTELLUNG

Konzepterstellung

Büro für Klimaschutz und Energie – Dipl.-Ing. Uwe Schelling Hanweiler Straße 7/3 71404 Korb **Tel.** 07151/270174 **Fax** 07151/270175 schelling-energie@arcor.de