

Klimagerechtes Flächenmanagement Schwäbisch Gmünd



Amt für Stadtentwicklung

Marktplatz 1

73525 Schwäbisch Gmünd

Erstellt von:

berchtoldkrass space&options, Karlsruhe

GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Hannover

Veröffentlichung:

Oktober 2019



Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
1.1	Hintergrund	4
1.2	Projektziele und –ablauf	4
1.3	Beteiligungsprozess	5
2	Bestandsaufnahme	7
2.1	Bisherige Klimastudien	7
2.1.1	Landschaftsplan	7
2.1.2	Bioklimakarte	7
2.2	Perspektivflächen und Baulücken in Schwäbisch Gmünd	9
2.3	Städtebauliche und landschaftliche Bewertung der Perspektivflächen und Baulücken	11
3	Stadtklimaanalyse	14
3.1	Vorgehensweise	14
3.1.1	Eingangsdaten für die Klimamodellierung	14
3.1.2	Abgrenzung und Bewertung der klimaökologisch wirksamen Nutzungsstrukturen	15
3.2	Methoden	16
3.2.1	Das Mesoskalige Klimamodell FITNAH-3D	16
3.2.2	Modellergebnisse für zentrale Klimaparameter	19
3.3	Synthesekarten	28
3.3.1	Klimaanalysekarte	28
3.3.2	Planungshinweiskarte	30
3.3.3	Karte zur Klimaökologische Bewertung der Perspektivflächen und Baulücken	41
4	Flächenmanagementstrategie	46
4.1	Methodik	46
4.2	Kartenwerk	47
4.3	Steckbriefe	49
5	Maßnahmenkatalog	52
5.1	Grünsystem	53
5.2	Freiflächen	55
5.3	Wasser	57
5.4	Stadtstruktur	58
5.5	Bebauung	60
5.6	Mobilität	62
5.7	Versorgung	63
6	Controlling und Kommunikation	65



6.1	Controlling-Konzept	65
6.2	Strategie zur Kommunikation des Anpassungskonzeptes in die Stadtgesellschaft	66
7	Zusammenfassung und Ausblick	68
	Quellenverzeichnis	70
	Anhang	71

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1:	SCHEMATISCHER PROJEKTABLAUF.....	5
ABBILDUNG 2:	KLIMAKARTE SCHWÄBISCH GMÜND-WALDSTETTEN (LANDSCHAFTSPLAN 2011)	7
ABBILDUNG 3:	BIOKLIMAKARTE DEUTSCHLAND, REGION OSTWÜRTTEMBERG (DWD 2019)	8
ABBILDUNG 4:	GEGENÜBERSTELLUNG DER FNP-PERSPEKTIVFLÄCHEN NACH ANZAHL UND FLÄCHE IN PROZENT JE STADTTEIL	10
ABBILDUNG 5:	STÄDTEBAULICHE UND LANDSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER PERSPEKTIVFLÄCHEN UND BAULÜCKEN – AUSSCHNITT FÜR BEISPIELHAFT PERSPEKTIVFLÄCHEN UND KRITERIEN (VOLLSTÄNDIGE TABELLE IM ANHANG)	12
ABBILDUNG 6:	BEWERTUNG DER PERSPEKTIVFLÄCHEN UND BAULÜCKEN NACH NUTZUNGSART – AUSSCHNITT FÜR BEISPIELHAFT PERSPEKTIVFLÄCHEN UND KRITERIEN (VOLLSTÄNDIGE TABELLE IM ANHANG)	13
ABBILDUNG 7:	VORGEHENSWEISE KLIMAMODELLIERUNG	14
ABBILDUNG 8:	SCHEMA DER WERTZUORDNUNG ZWISCHEN FLÄCHEN- UND PUNKTINFORMATION	16
ABBILDUNG 9:	TEMPERATURVERLAUF UND VERTIKALPROFIL DER WINDGESCHWINDIGKEIT ZUR MITTAGSZEIT VERSCHIEDENER LANDNUTZUNGEN	18
ABBILDUNG 10:	NÄCHTLICHES TEMPERATURFELD DER KERNSTADT MIT BEISPIELHAFTEN WERTEN VERSCHIEDENER NUTZUNGSSTRUKTUREN..	21
ABBILDUNG 11:	NÄCHTLICHES STRÖMUNGSFELD IN EINEM AUSSCHNITT DES STADTGEBIETS SCHWÄBISCH GMÜND.....	23
ABBILDUNG 12:	PRINZIPIKIZZE KALTLUFTVOLUMENSTROM.....	24
ABBILDUNG 13:	NÄCHTLICHER KALTLUFTVOLUMENSTROM IN EINEM AUSSCHNITT DES STADTGEBIETS SCHWÄBISCH GMÜND	25
ABBILDUNG 14:	PHYSIOLOGISCH ÄQUIVALENTE TEMPERATUR IN EINEM AUSSCHNITT DES STADTGEBIETS SCHWÄBISCH GMÜND.....	27
ABBILDUNG 15:	KLIMAAUSWERTUNGSKARTE FÜR EINEN AUSSCHNITT DES SCHWÄBISCH GMÜNDER STADTGEBIETS	29
ABBILDUNG 16:	VERANSCHAULICHUNG DER STANDARDISIERUNG ZUR VERGLEICHENDEN BEWERTUNG VON PARAMETERN (Z- TRANSFORMATION).....	30
ABBILDUNG 17:	BEWERTUNGSSCHEMA ZUR BIOKLIMATISCHEN BEDEUTUNG VON GRÜNFLÄCHEN IN DER NACHT.....	35
ABBILDUNG 18:	BEWERTUNGSSCHEMA ZUR BIOKLIMATISCHEN BEDEUTUNG VON GRÜNFLÄCHEN AM TAGE	36
ABBILDUNG 19:	PLANUNGSHINWEISKARTE FÜR EINEN AUSSCHNITT DES SCHWÄBISCH GMÜNDER STADTGEBIETS	39
ABBILDUNG 20:	BIOKLIMATISCHE BEDEUTUNG ANHAND DER GRÜNFLÄCHENBEWERTUNG DER PERSPEKTIVFLÄCHEN (LINKS) UND BAULÜCKEN (RECHTS).....	43
ABBILDUNG 21:	ÜBERBLICK ÜBER DIE PROZENTUALE VERTEILUNG DER FNP-PERSPEKTIVFLÄCHEN UND BAULÜCKEN IN DEN FLÄCHENMANAGEMENTSTRATEGIEKATEGORIEN.	45
ABBILDUNG 22:	FLÄCHENMANAGEMENTSTRATEGIE - METHODIK UND BESTANDTEILE	46
ABBILDUNG 23:	GESAMTPLAN UND LEGENDE DES KARTENWERKS ZUR KLIMAGERECHTEN FLÄCHENMANAGEMENTSTRATEGIE (IM ANHANG IN ORIGINALGRÖÙE)	47
ABBILDUNG 24:	TEILPLÄNE DES KARTENWERKS ZUR KLIMAGERECHTEN FLÄCHENMANAGEMENTSTRATEGIE (IM ANHANG IN ORIGINALGRÖÙE)	48
ABBILDUNG 25:	SEITE 1 UND 2 DES STECKBRIEFS „STEINWIESEN“ (MINIATUR)	49
ABBILDUNG 26:	STADTSTRUKTURTYPEN (SST) ALS ZUKÜNFTIGE BEBAUUNG	51
ABBILDUNG 27:	MAßNAHMENKATALOG (MIT ART, ZEITHORIZONT UND PRIORITÄT DER ENTSPRECHENDEN MAßNAHME)	52
ABBILDUNG 28:	DIE 3 SÄULEN DES CONTROLLINGKONZEPTES	65

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1:	BESTANDSAUFNAHME DER FNP-PERSPEKTIVFLÄCHEN.....	9
TABELLE 2:	FNP-PERSPEKTIVFLÄCHEN DIFFERENZIERT NACH WOHNBAU- UND GEWERBENUTZUNG JE STADTTEIL	9



TABELLE 3: BESTANDSAUFNAHME DER BAULÜCKEN.....	10
TABELLE 4: BAULÜCKEN DIFFERENZIERT NACH WOHNBAU- UND GEWERBENUTZUNG JE STADTTEIL	11
TABELLE 5: NUTZUNGSKATEGORIEN DER FITNAH-KLIMAMODELLIERUNG	15
TABELLE 6: ZUORDNUNG VON SCHWELLENWERTEN FÜR DEN BEWERTUNGSINDEX PET WÄHREND DER TAGESSTUNDEN (NACH MATZARAKIS UND MAYER 1996).....	26
TABELLE 7: FLÄCHENANTEILE DER NÄCHTLICHEN ÜBERWÄRMUNG IM SIEDLUNGS- UND GEWERBERAUM	28
TABELLE 8: EINORDNUNG DER BIOKLIMATISCHEN BELASTUNG IM SIEDLUNGS- UND GEWERBERAUM IN DER NACHT (LUFTTEMPERATUR TA) SOWIE AM TAGE (PET) UND FLÄCHENMITTELWERT SOWIE STANDARDABWEICHUNG (SD) DER METEOROLOGISCHEN PARAMETER FÜR DIE ENTSPRECHENDEN FLÄCHEN IM STADTGEBIET SCHWÄBISCH GMÜNDS	31
TABELLE 9: VERRECHNUNGSVORSCHRIFTEN ZUR VERKNÜPFUNG DER BEWERTUNG VON TAG- UND NACHTSITUATION FÜR SIEDLUNGSFLÄCHEN (LINKS) SOWIE GEWERBEFLÄCHEN (RECHTS)	32
TABELLE 10: EINORDNUNG DES KALTLUFTVOLUMENSTROMS (Z-TRANSFORMATION)	33
TABELLE 11: VERRECHNUNGSVORSCHRIFT ZUR VERKNÜPFUNG DER BEWERTUNG VON TAG- UND NACHTSITUATION FÜR GRÜNFLÄCHEN	37
TABELLE 12: AUSGEWIESENE KALTLUFTLEITBAHNEN BZW. KALTLUFTLEITBAHNBEREICHE IM SCHWÄBISCH GMÜNDER STADTGEBIET	38
TABELLE 13: BIOKLIMATISCHE SITUATION IM WIRKUNGSRAUM UND ABGELEITETE PLANUNGSHINWEISE	40
TABELLE 14: BIOKLIMATISCHE BEDEUTUNG DER AUSGLEICHSRÄUME UND ABGELEITETE PLANUNGSHINWEISE	41
TABELLE 15: METHODIK ZUR BEWERTUNG DER PERSPEKTIVFLÄCHEN UND BAULÜCKEN ($\geq 0,5$ HA) AUF BASIS DER BIOKLIMATISCHEN BEDEUTUNG DER GRÜNFLÄCHEN UND DER ZUKÜNFTIGEN BEBAUUNGSART	42
TABELLE 16: LOKALE INFORMATIONS MEDIEN	67
TABELLE 17: MÖGLICHE INFORMATIONSVERANSTALTUNGEN	67



1 Einführung

1.1 HINTERGRUND

Die Stadt Schwäbisch Gmünd ist eine wachsende Stadt mit aktuell 61 088 Einwohnern (Stand Dezember 2018; Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2019)). Da auch in naher Zukunft mit einer Bevölkerungszunahme gerechnet wird, thematisiert die Stadt eine Siedlungsgebietserweiterung. Damit besteht der Handlungsdruck, neben Nachverdichtungen und Innenentwicklung auf Brachflächen und Baulücken auch neue Flächen für Wohn- und Gewerbegebiete auszuweisen. Mit der Fortschreibung des FNP soll gleichzeitig dem Klimaschutz und der Klimaanpassung Rechnung getragen werden, da aufgrund des Klimawandels immer häufiger mit lang anhaltenden Hitzeperioden als auch mit zunehmenden Temperaturen tagsüber und nachts zu rechnen ist. Somit wird die Hitzebelastung der Schwäbisch Gmünder Bevölkerung in der Zukunft im Sommer deutlich zunehmen. Das Gmünder Stadtklima ist zwar momentan durch keine übermäßig starke Wärmebelastung geprägt, und bis auf die Innenstadt erfolgt auch eine gute Durchlüftung, jedoch wird es in Zukunft zu einer Temperaturerhöhung allein durch den Klimawandel kommen. Gleichzeitig geht eine mögliche Siedlungsgebietserweiterung mit einer Temperaturzunahme einher. Die Erschließung neuer Wohn- und Gewerbegebiete sollte daher möglichst nachhaltig gestaltet werden.

Ziel ist es also, die städtebauliche Entwicklung klimagerecht umzusetzen, wobei das Klima aber nicht das einzige Kriterium für eine zukunftsfähige nachhaltige Stadtentwicklung ist. Neben den Klimaaspekten finden in diesem Gutachten auch städtebauliche und landschaftliche Aspekte (z.B. Siedlungsentwicklung, Verkehr, Attraktivität) ihre Berücksichtigung.

Der deutsche Anpassungsprozess wird vom Umweltbundesamt bzw. vom dortigen „Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass)“ im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) gesteuert. Die Bundesrepublik gehört mit der 2008 verabschiedeten „Deutschen Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels (DAS)“ (Bundesregierung 2008) sowie dem „Aktionsplan Anpassung I + II“ (Bundesregierung 2011, 2015) zu den Vorreitern des Kontinents. Für die deutschen Kommunen können Fördermittel im Rahmen der „Kommunalrichtlinie“ beantragt werden, die es einer Stadt ermöglichen, Strategien und Konzepte für den Klimaschutz erarbeiten zu lassen. Ein solches Klimaschutzteilkonzept ist das hier vorliegende Konzept „Klimagerechtes Flächenmanagement“.

Die Stadt Schwäbisch Gmünd hat daher die GEO-NET Umweltconsulting GmbH und berchtoldkrass space&options mit der Erstellung einer Stadtklimaanalyse und einer daraus abgeleiteten klimagerechten Flächenmanagementstrategie beauftragt. Ziel ist es, bereits frühzeitig auf Synergieeffekte und Zielkonflikte zwischen Flächennutzung, Klimaschutz und –anpassung aufmerksam zu machen und diese adäquat im Planungsprozess zu berücksichtigen und abzuwägen. Das bereits vorliegende klimatische Gutachten aus dem Landschaftsplan der Verwaltungsgemeinschaft Schwäbisch Gmünd - Waldstetten (Rainer Rübsamen & Gekoplan 2011), hat die Prozessgeschehen solide, aber nur grob erfasst und wird nun im Rahmen dieser Arbeiten aktualisiert und verfeinert.

1.2 PROJEKTZIELE UND –ABLAUF

Da das Projekt durch die bereits genannte „Kommunalrichtlinie“ gefördert ist, basiert die Projektstruktur auf dem „Merkblatt Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten“. Dieses gibt eine Gliederung in sechs Arbeitspakete vor (BMUB 2014). Abbildung 1 gibt den angepassten Projektablauf für Schwäbisch Gmünd wider.

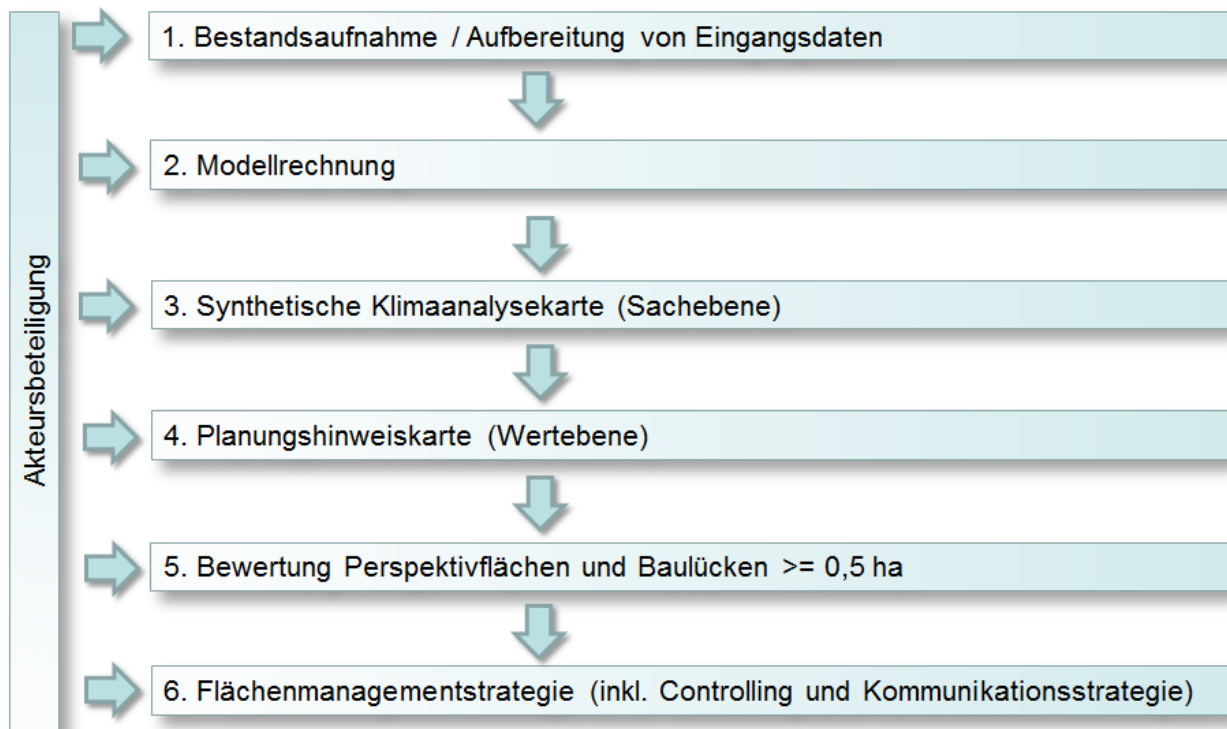


Abbildung 1: Schematischer Projekttablauf

Ziel des Klimaschutzteilkonzeptes „Klimagerechtes Flächenmanagement“ ist es, die Perspektivflächen und größeren Baulücken ($\geq 0,5$ ha) Schwäbisch Gmünds hinsichtlich ihrer Bedeutung für das städtische Klima einzuschätzen und eine Bewertung für jede Fläche bezüglich ihrer Bebaubarkeit vorzunehmen. Dafür ist es nötig, in der Bestandsaufnahme (Kapitel 2) die Daten, die dafür benötigt werden, zusammenzutragen, aufzubereiten und die Grundlage (Modellrechnung) für die Bewertung zu schaffen. In Kapitel 3 erfolgt dann die Beschreibung des derzeitigen Gmünder Stadtklimas und die klimaökologische Bewertung von Perspektivflächen und Baulücken. Als Endergebnis werden die Perspektivflächen nach ihrer „Bebaubarkeit“ innerhalb abgestufter Kategorien eingeteilt und Maßnahmen für die Bebauung empfohlen (siehe Kapitel 4 Flächenmanagementstrategie und Kapitel 5 Maßnahmenkatalog). Parallel zu allen Arbeitspaketen erfolgte eine Akteursbeteiligung (siehe Kapitel 1.3).

Das Controllingkonzept und eine Kommunikationsstrategie (Kapitel 6) runden das Ergebnis ab und gewährleisten die nachhaltige Ergebnisverwertung über das Klimaschutzteilkonzept hinaus.

1.3 BETEILIGUNGSPROZESS

Um eine erfolgreiche Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes zu gewährleisten, wurde die verwaltungsinterne Arbeitsgruppe „Klimagerechtes Flächenmanagement“ gegründet. Nach einem ersten Auftakttreffen am 3.5.2018 fanden 4 Sitzungen bzw. Termine mit den folgenden thematischen Schwerpunkten statt:

- Termin 1 am 16.10.2018:
 - Thema dieses Treffens war es, die ersten Ergebnisse der Stadtklimaanalyse Schwäbisch Gmünd (meteorologische Parameter, Entwurf der Klimaanalysekarte) vorzustellen. In dieser Sitzung wurde entschieden, die Gemeinde Waldstetten in die Klimaanalysekarte sowie die Planungshinweiskarte zu integrieren. Somit wird, wie auch schon im Landschaftsplan 2011, die gesamte Verwaltungsgemeinschaft betrachtet. Die Auswertung



für die Perspektivflächen und Baulücken erfolgt jedoch nur für die Stadt Schwäbisch Gmünd.

- Termin 2 am 12.12.2018:
 - Im Umwelt- und Bauausschuss wurde der Zwischenstand zur Stadtklimaanalyse für Schwäbisch Gmünd vorgestellt. Schwerpunkt des Vortrags waren die bis dahin erarbeitete Klimaanalysekarte und Maßnahmen der Klimaanpassung.
- Termin 3 am 14.2.2019:
 - Auf diesem Treffen wurde die aktualisierte Klimaanalysekarte und der Entwurf der Planungshinweiskarte vorgestellt. Des Weiteren erfolgte eine Präsentation zur Methodik des weiteren Vorgehens (Bewertung von Perspektivflächen und Baulücken) inkl. Abstimmung zur Vorgehensweise der Flächenmanagementstrategie.
- Termin 4 am 5.3.2019
 - Bei diesem Treffen lag der Schwerpunkt auf der Vorstellung der Zwischenergebnisse zum klimagerechten Flächenmanagement Schwäbisch Gmünd im Rahmen einer Dezernentenrunde.

2 Bestandsaufnahme

2.1 BISHERIGE KLIMASTUDIEN

2.1.1 LANDSCHAFTSPLAN

Karte 4: Klima

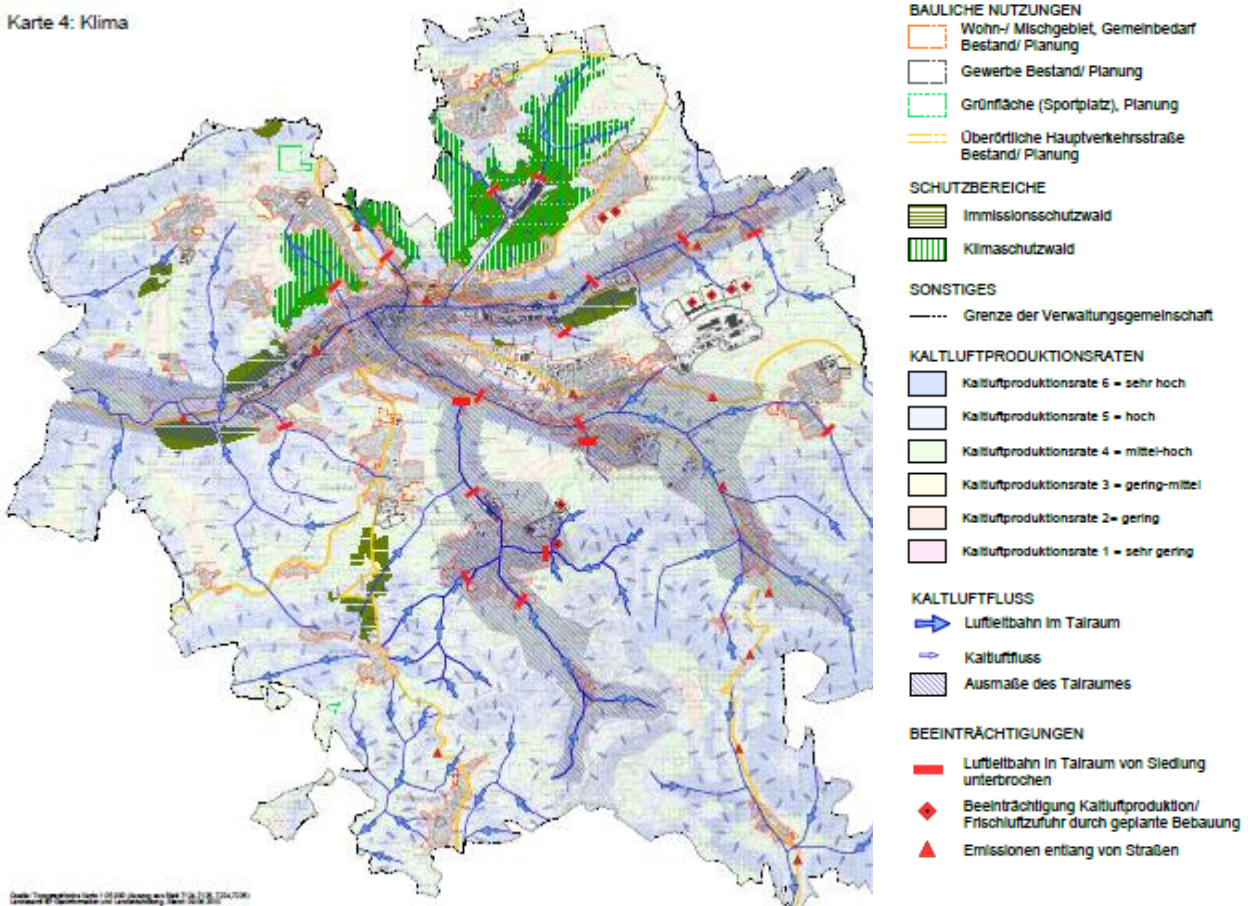


Abbildung 2: Klimakarte Schwäbisch Gmünd-Waldstetten (Landschaftsplan 2011)

Der Landschaftsplan der Verwaltungsgemeinschaft Schwäbisch Gmünd – Waldstetten (Rainer Rübsamen & Gekoplan 2011) enthält unter anderem ein Gutachten zur klimatischen Situation für das Stadtgebiet Schwäbisch Gmünd sowie die Gemeinde Waldstetten. Dem Gutachten liegt zur Analyse der klimaökologischen Situation keine Modellrechnung zugrunde.

Die in Abbildung 2 dargestellten klimaökologischen Strömungssysteme aus dem Landschaftsplan wurden anhand der Kaltluftproduktionsraten in Abhängigkeit der Hangneigung und der vorhandenen Nutzungs- bzw. Vegetationsstruktur ermittelt und in sechs Kategorien eingeordnet. Die Kategorien reichen von „sehr hoch“ in blau bis „sehr gering“ in rosa. Die Methodik wird im Landschaftsplan auf Seite 94-95 genauer dargelegt. Die Richtung der abfließenden Kaltluft an den Hängen ist durch Pfeile dargestellt. Die größeren Pfeile und die blaue Linie zeigen Luftleitbahnen und deren Fließrichtung. Als Räume von besonderer klimatischer Bedeutung sind der Immissionsschutzwald und der Klimaschutzwald ausgewiesen.

2.1.2 BIOKLIMAKARTE

Im Jahr 2003 hat der Deutsche Wetterdienst eine überarbeitete Version der Broschüre „Das Bioklima in Deutschland - Bioklimakarte mit Begleittext und Informationen zur Wohnortwahl“ herausgegeben. In der beiliegenden Karte wird detailliert gezeigt wie stark und wie häufig Wärmebelastungen im Sommer sowie Kältereize im Winter in allen Regionen Deutschlands trotz angepasster Bekleidung auftreten. Eine



Wärmebelastung ist vor allem bei sommerlichen, strahlungsreichen Hochdruckwetterlagen mit hohen Lufttemperaturen, hoher Feuchte und geringer Luftbewegung zu erwarten. Kältereize treten hauptsächlich bei niedrigen Temperaturen, erhöhter Windgeschwindigkeit und starker Bewölkung auf (Jendritzky, et al. 2003).

Abbildung 3 zeigt einen Auszug aus der Bioklimakarte Deutschland. Dargestellt ist die Region Ostwürttemberg (grüne Linie) in Baden-Württemberg, Schwäbisch Gmünd liegt im Westen der Region. Es ist zu erkennen, dass Kältereize besonders häufig im Südosten von Schwäbisch Gmünd auf den Höhenlagen der Schwäbischen Alb auftreten. Wärmebelastungen hingegen treten im Vergleich zur übrigen Region vermehrt in Schwäbisch Gmünd und nordöstlich davon auf.

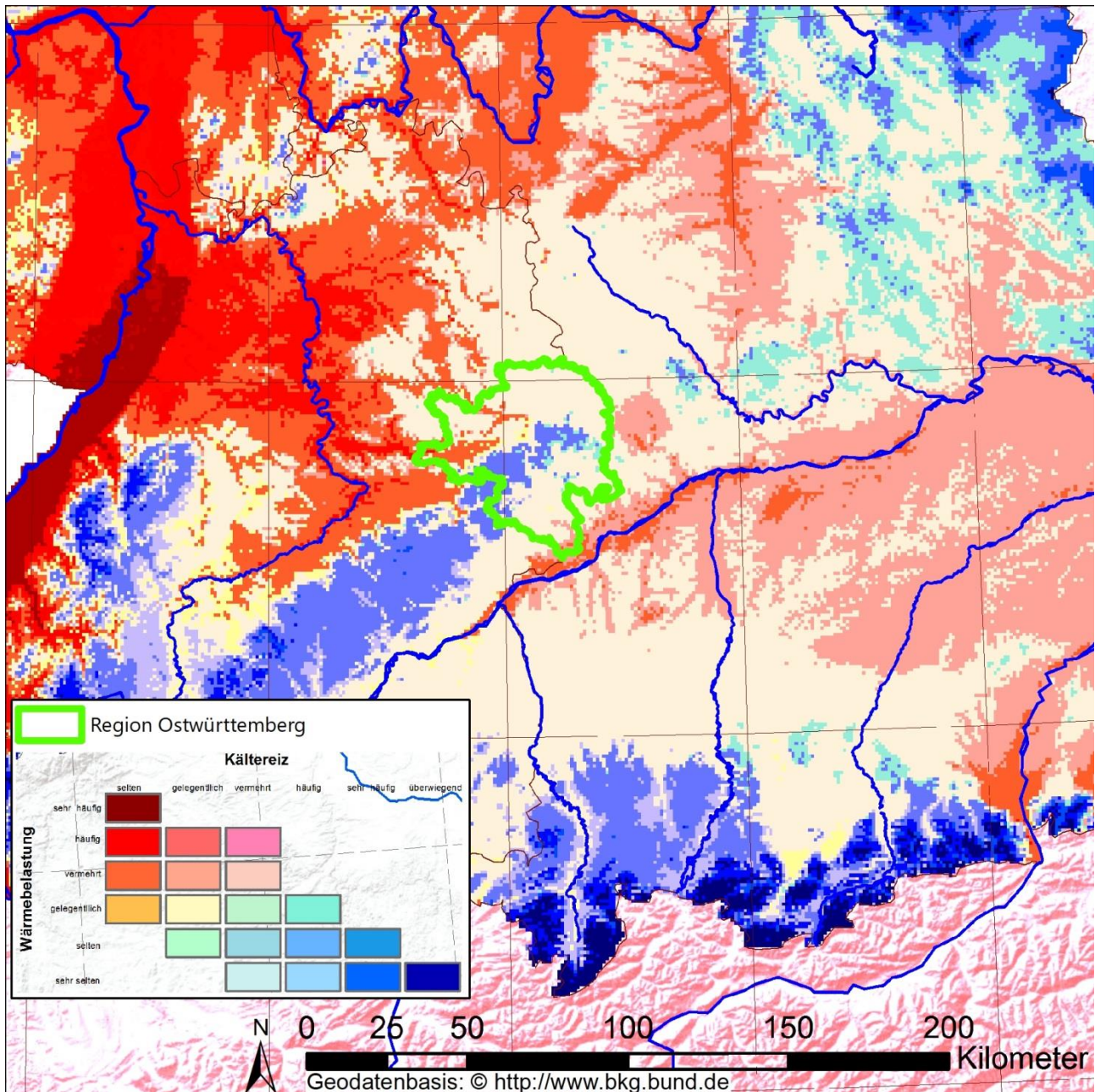


Abbildung 3: Bioklimakarte Deutschland, Region Ostwürttemberg (DWD 2019)



2.2 PERSPEKTIVFLÄCHEN UND BAULÜCKEN IN SCHWÄBISCH GMÜND

PERSPEKTIVFLÄCHEN

Im Rahmen der Fortschreibung des Flächennutzungsplans für Schwäbisch Gmünd sollen 105 Perspektivflächen klimaökologisch bewertet und auf ihre Eignung geprüft werden. Hierbei handelt es sich überwiegend um Wohnbauflächen, welche etwa über 3/4 der Schwäbisch Gmünder Perspektivflächen ausmachen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Anzahl sowie die Flächengröße der Perspektivflächen.

Tabelle 1: Bestandsaufnahme der FNP-Perspektivflächen

Flächenart	Anzahl	ha
Wohnbauflächen	80	197,2
Gewerbeflächen	23	91,5
Sportplätze	2	6,9
Σ	105	295,6

Tabelle 2 gibt Auskunft über die Verteilung der Perspektivflächen unterschieden nach ihrer Nutzung je Stadtteil. Die meisten Wohnbauflächen sind mit 11 an der Zahl in der Schwäbisch Gmünder Kernstadt zu finden. Die Flächen bilden den zweithöchsten Flächenanteil mit rund 21 ha. Hohe Zahlen sind weiterhin mit jeweils 9 bis 10 Flächen in Hussenhofen, Bettringen und Straßdorf zu finden. Die geringste Anzahl an neuen Wohnbauflächen weisen die Stadtteile Degenfeld, Lindach und Rechberg auf.

Bei der Verteilung der Gewerbebauflächen ergibt sich ein anderes Bild. Die meisten Flächen gibt es hier in Herlikofen, Großdeinbach und Hussenhofen mit jeweils vier an der Zahl. Die übrigen aufgelisteten Stadtteile weisen bis zu drei Flächen auf. Obwohl Bettringen mit nur einer Fläche eine geringere Anzahl aufweist, handelt es sich um eine relativ große Fläche mit 18,5 ha. In den nicht aufgelisteten Stadtteilen gibt es keine FNP-Perspektivflächen.

Tabelle 2: FNP-Perspektivflächen differenziert nach Wohnbau- und Gewerbenutzung je Stadtteil

Stadtteil	Anzahl		Fläche	
	Wohnbauflächen	Fläche [ha]	Gewerbeflächen	Fläche [ha]
Bargau	8	16,8	3	8,4
Bettringen	9	35,5	1	18,5
Degenfeld	4	8,1	1	0,5
Großdeinbach	7	9,8	4	16,3
Herlikofen	4	18,9	4	7,4
Hussenhofen	10	15,6	4	22,2
Lindach	4	14,4	2	2,4
Rechberg	3	6,8	0	0
Schwäbisch Gmünd	11	21,3	3	12,5
Straßdorf	10	27,3	1	3,3
Weiler	6	10,7	0	0
Wetzgau-Rehnenhof	4	12	0	0



In Abbildung 4 sind die FNP-Perspektivflächen nach Anzahl und Fläche in den jeweiligen Stadtteilen dargestellt. Es wird deutlich, dass in der Kernstadt Schwäbisch Gmünds die größten Flächenanteile zu finden sind. Die Kernstadt wird also genau wie Straßdorf, Bettringen und Hussenhofen deutlich wachsen, wenn alle Perspektivflächen auch bebaut werden.

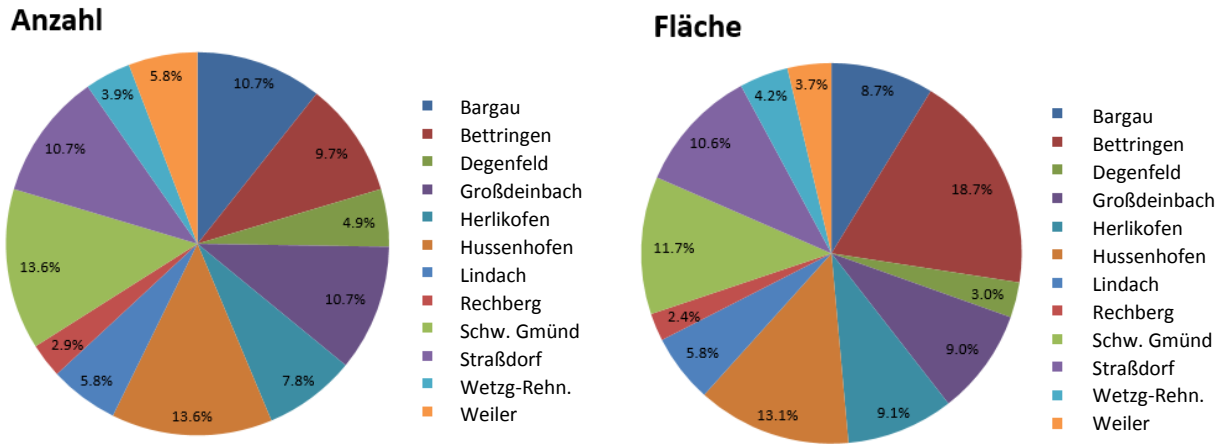


Abbildung 4: Gegenüberstellung der FNP-Perspektivflächen nach Anzahl und Fläche in Prozent je Stadtteil

BAULÜCKEN

Das Baulückenkataster der Stadt Schwäbisch Gmünd umfasst nahezu 500 Baulücken. Hierbei handelt es sich um klassische Baulücken, die noch unbebaut sind, minder genutzte Grundstücke und Flächen, die einer Umstrukturierung bedürfen (z.B. Brachflächen). Da unbebaute Flächen (Grünflächen) erst eine klimaökologische Wirkung entfalten, wenn sie eine gewisse Flächengröße aufweisen (im Siedlungsgebiet ca. 0,5 ha), wurden nebeneinanderliegende Baulücken zu größeren Flächen zusammengefasst. Die zusammengefassten Baulücken und die übrigen Flächen wurden anschließend auf ihre Größe geprüft. Die Anzahl der für die klimaökologische Bewertung herangezogenen Baulücken reduziert sich somit auf 20 Baulücken, die größer als 0,5 ha sind und eine klimaökologische Wirkung entfalten können.

Tabelle 3 enthält eine Übersicht über alle für die Bewertung herangezogenen bestehenden Baulücken. Baulücken, die für eine gewerbliche Nutzung gedacht sind, überwiegen in ihrer Anzahl leicht aber vor allem in ihrer Flächensumme deutlich.

Tabelle 3: Bestandsaufnahme der Baulücken

Flächenart	Anzahl	ha
Wohnbauflächen	9	4,3
Gewerbeflächen	11	17,9
Σ	20	22,2

Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, dass die Gewerbeflächen den größten Teil der evtl. kritischen Baulücken ausmachen. Der größte Flächenanteil von Gewerbebauflächen ist in Bettringen zu finden, gefolgt von Hussenhofen und der Kernstadt Schwäbisch Gmünd. Die Wohnbauflächen sind sehr kleinräumig und nur über drei Stadtteile verteilt. Nach dem Zusammenfassen von nebeneinanderliegenden Flächen bleiben nur insgesamt vier für Schwäbisch Gmünd übrig, die dem Flächenkriterium >0,5 ha entsprechen. Die



Schwäbisch Gmünder Kernstadt weist mit Baulücken für Wohnen den größten Flächenanteil unter den Gemeinden auf. In den nicht aufgelisteten Stadtteilen gibt es keine Baulücken.

Tabelle 4: Baulücken differenziert nach Wohnbau- und Gewerbenutzung je Stadtteil

Stadtteil	Wohnbauflächen		Gewerbeflächen	
	Anzahl	Fläche [ha]	Anzahl	Fläche [ha]
Bettringen	0	-	7	11,5
Großdeinbach	3	0,9	0	-
Herlikofen	0	-	1	0,6
Hussenhofen	0	-	1	3,2
Schwäbisch Gmünd	4	2,1	2	2,6
Straßdorf	2	1,3	0	-

2.3 STÄDTEBAULICHE UND LANDSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER PERSPEKTIVFLÄCHEN UND BAULÜCKEN

Die Bewertung der Flächenkulisse aus städtebaulicher und landschaftlicher Sicht beschreibt, wie empfehlenswert eine zukünftige Entwicklung der Perspektivflächen und Baulücken ist. Eine bewertende Einschätzung erfolgt anhand von fünf Kriterienkategorien, denen wiederum einzelne Kriterien zugeordnet sind:

1. Siedlungsentwicklung:

- ◆ Siedlungsstruktur (Innen- bis Außenentwicklung)
- ◆ Entfernung zur nächstgelegenen Ortsmitte (in Metern)

2. Verkehr:

- ◆ Entfernung zur nächstgelegenen Haltestelle des öffentlichen Verkehrs (in Metern)
- ◆ Taktung des zu erreichenden öffentlichen Verkehrsmittels
- ◆ Anbindung an den Autoverkehr (direkter bis schwieriger Anschluss)

3. Versorgung:

- ◆ Entfernung zum nächstgelegenen Lebensmittelangebot (in Metern)
- ◆ Anzahl und Art der zu erreichenden Schulen
- ◆ Entfernung zur nächstgelegenen Kita (in Metern)

4. Attraktivität:

- ◆ Entfernung zum nächstgelegenen Erholungsraum (in Metern)
- ◆ Entfernung zur nächstgelegenen Sportanlage (in Metern)
- ◆ Aussicht (gut bis nicht gegeben)
- ◆ Art und Stärke der Immissionen

5. Landschaft:

- ◆ Vertretbarkeit einer zukünftigen Bebauung, angrenzende landschaftliche Schutzgüter, technische Rahmenbedingungen

Jede Fläche erhält pro Einzelkriterium einen Wert, der als gut (grün), neutral (gelb) oder ungünstig (rot) definiert wird (Abbildung 5). Die Einzelwerte werden zu einer Zwischenbewertung der übergeordneten



Kategorie addiert. Die Zwischenbewertungen der fünf Kategorien werden wiederum addiert und ergeben die Gesamtbewertung einer Fläche.

Art	Name	Ort	Größe [ha]	Nutzungsart	Siedlungsstruktur	Entfernung Ortsmitte [m]	Bewertung Siedlungsentwicklung
	Alter Sportplatz	Lindach	4,9	WA	Umschlossen (wenn Iltisfeld kommt)	410	2,0
	Am Deutenbach	Schwäbisch Gmünd West	3,5	WA	umschlossen	2510	1,0
	Am Eierberg	Degenfeld	6,2	WA	Außenentwicklung	190	1,0
	Am Gaskessel	Schwäbisch Gmünd	7,7	GE	Außenentwicklung	2501	0,0
	Am Hopfengarten	Hussenhofen	0,7	WA	Abrundung	774	1,5
	Bänglesäcker III	Lindach	1,3	GE	Außenentwicklung	700	1,0

Abbildung 5: Städtebauliche und landschaftliche Bewertung der Perspektivflächen und Baulücken – Ausschnitt für beispielhafte Perspektivflächen und Kriterien (vollständige Tabelle im Anhang)

Jeder Perspektivfläche und Baulücke ist eine zukünftige Nutzungsart zugewiesen. Da die Kriterien für die Nutzungsarten eine unterschiedlich hohe Relevanz haben, werden die einzelnen Kriterien je nach Nutzungsart unterschiedlich gewichtet. Für die sechs Nutzungsarten gelten folgende Gewichtungen:

- ♦ Grün: Flächen dieser Nutzungsart werden nicht bebaut, weshalb die städtebaulichen sowie landschaftlichen Kriterien unerheblich sind. Diese Flächen erhalten daher keine Bewertung.
- ♦ WA: Die fünf Kriterienkategorien sind für Wohngebiete alle gleichbedeutend und werden somit auch gleich gewichtet.
- ♦ MI: Da in Mischgebieten auch Dienstleistungen und nicht störendes Gewerbe angesiedelt sind, fällt die Gewichtung der Attraktivität geringer aus, da die zugehörigen Kriterien weniger relevant sind.
- ♦ SO: Diese Fläche ist für Lebensmittelangebot vorgesehen, weshalb sowohl die Versorgung als auch die Attraktivität nicht berücksichtigt werden. Die Siedlungsentwicklung erhält eine geringere Gewichtung, weil die Lage der Sonderbaufläche weniger bedeutend ist als die verkehrliche Situation oder der landschaftliche Eingriff.
- ♦ Gemein und GE: Da für die Gemeinbedarfs- und Gewerbeflächen eine Randlage häufig gewünscht oder erforderlich ist, fällt die Siedlungsentwicklung weniger ins Gewicht. Eine noch geringere Gewichtung erhalten die Versorgung und Attraktivität, da diese Kategorien für den Gewerbebetrieb eine sehr geringe Relevanz haben.

Die Ergebnisse der Zwischenbewertungen werden jeweils mit +1 addiert, damit alle 0-Werte ebenfalls abgebildet werden. Nachdem auch die Kategorien ihre entsprechende Gewichtung erhalten haben, ergibt ein erneuter Bewertungsdurchlauf die jetzt aktuelle Gesamtbewertung, siehe Abbildung 6. Diese lässt sich in drei Stufen einteilen: Werte zwischen 1,00 – 1,99 werden als ungünstig festgelegt und deren zugehörige Flächen erhalten das Prädikat „C“. Flächen mit Werten zwischen 2,00 – 2,39 gelten als weniger günstig und werden mit dem Prädikat „B“ ausgewiesen. Günstige Flächen mit dem Prädikat „A“ haben Werte zwischen 2,40 – 3,00. Aus städtebaulicher und landschaftlicher Sicht entstehen also drei Arten von Perspektivflächen und Baulücken: die A-, B- und C-Flächen.



Art	Name	Ort	Größe [ha]	Nutzungsart	Gesamt-bewertung	Gesamt-bewertung [+1]	Gesamt-bewertung [+1, nach Nutzungsart]	Kategorie
	Alter Sportplatz	Lindach	4,9	WA	9,0	2,80	2,80	A
	Am Deutenbach	Schwäbisch Gmünd West	3,5	WA	7,1	2,42	2,42	A
	Am Eierberg	Degenfeld	6,2	WA	4,9	1,98	1,98	C
	Am Gaskessel	Schwäbisch Gmünd	7,7	GE	5,6	2,12	2,18	B
	Am Hopfengarten	Hussenhofen	0,7	WA	6,7	2,34	2,34	B
	Bänglesäcker III	Lindach	1,3	GE	6,8	2,36	2,19	B
	Bargau Nord	Bargau	1,0	MI	7,5	2,50	2,48	A
	Bargau Ost/Fein	Bargau	5,4	GE	8,4	3,68	2,75	A

Abbildung 6: Bewertung der Perspektivflächen und Baulücken nach Nutzungsart – Ausschnitt für beispielhafte Perspektivflächen und Kriterien (vollständige Tabelle im Anhang)

Die in der Tabelle vorgenommene quantitative und qualitative Bewertung der Flächen wird ergänzt durch eine Einschätzung durch fachgutachterliche Inaugenscheinnahme anhand von Luftbildern, die die vorgenommenen Bewertung gegebenenfalls modifiziert.

3 Stadtklimaanalyse

3.1 VORGEHENSWEISE

Die vorliegende Stadtklimaanalyse beruht auf der flächendeckenden Modellierung des Schwäbisch Gmünder Stadtklimas mithilfe des mesoskaligen Modells FITNAH-3D. Hierfür wurde eine sommerliche, austauscharme Wetterlage betrachtet.

In den Rechenlauf ist das derzeitige Klima mit der zu erwartenden Landnutzung der kommenden ein bis zwei Jahre eingegangen (Abbildung 7). Die meteorologischen Felder, die sich aus dem Rechenlauf ergeben, wurden anschließend zu Klimaanalyse- und Planungshinweiskarten aufbereitet. Das Kartenmaterial dient als Grundlage für die Entwicklung einer Flächenmanagementstrategie.

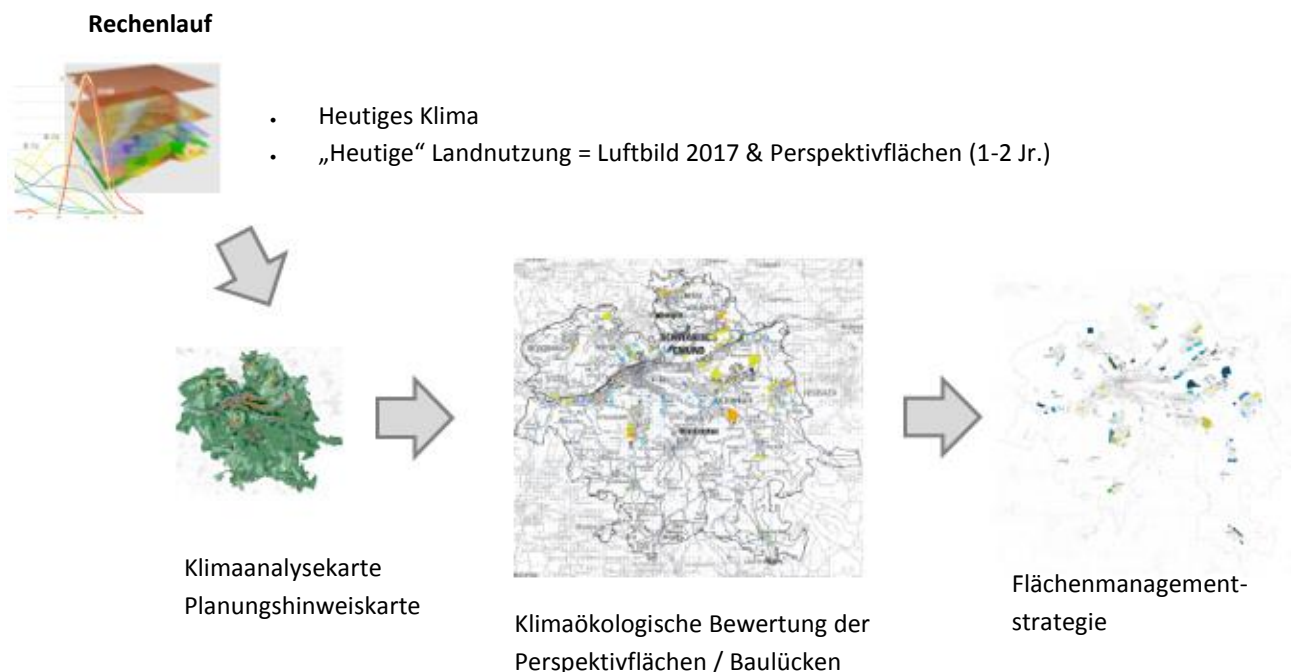


Abbildung 7: Vorgehensweise Klimamodellierung

3.1.1 EINGANGSDATEN FÜR DIE KLIMAMODELLIERUNG

Bei einem numerischen Modell wie FITNAH 3D werden zur Festlegung und Bearbeitung einer Aufgabenstellung eine Reihe von Eingangsdaten benötigt, die charakteristisch für die Landschaft des Untersuchungsgebiets sind und die größerskaligen meteorologischen Rahmenbedingungen wie Wetterlage oder Klimaszenario definieren. Für jede Rasterzelle müssen jeweils als repräsentativer Wert folgende Daten vorliegen:

- ◆ Geländedaten (Digitales Geländemodell, Höhe ü. NHN)
- ◆ Nutzungsstruktur (Übersetzung der Landnutzung in 14 verschiedene FITNAH-Klassen, s. Tabelle 1)
- ◆ Strukturhöhe (Digitales Oberflächenmodell)
- ◆ Versiegelungsgrad (Gesplittete Abwassergebühr)



Tabelle 5: Nutzungskategorien der FITNAH-Klimamodellierung

Klasse	Flächentyp	Beschreibung	Mittlerer Versiegelungsgrad (%)	Mittlere Strukturhöhe (m)
1	Zentrumsbebauung	Kerngebietsnutzung, welche durch einen sehr hohen Bebauungs- und Versiegelungsgrad gekennzeichnet ist.	95	25,0
2	Block- und Blockrandbebauung	Vergleichsweise dicht bebaute und häufig auch stark versiegelte Siedlungsfläche. Baustrukturell ist sie meist durch geschlossene Blockinnenhöfe geprägt. Sie umfasst sowohl Vorkriegs- als auch Nachkriegsbauten.	78	15,0
3	Industrie- und Gewerbefläche	Sie weist einen ähnlich hohen Versiegelungsgrad wie die Zentrumsbebauung auf, gleichzeitig ist der versiegelte Flächenanteil oft größer als der mit Gebäuden bestandene.	87	10,0
4	Zeilen- und Hochhausbebauung	Zu diesem Flächentyp zählen sowohl freistehende Punkthochhäuser als auch halboffene Blockrand-bebauung und Zeilenbebauung. Gemeinsames Merkmal ist ein relativ hoher Grünflächenanteil, welcher sich durch die zwischen den Gebäudekörpern befindlichen Abstandsflächen ergibt.	55	15,0
5	Einzel- und Reihenhausbebauung	Dieser Typ weist unter den Siedlungsräumen den geringsten Überbauungsgrad auf. Der Übergang zwischen dicht ausgeprägter Reihenhausbebauung und einer Zeilenbebauung ist fließend.	41	5,0
6	Straßenraum	Ebenerdig versiegelte Fläche des Straßenraums.	95	0,0
7	Gleisfläche	Schienenverkehrsfläche mit geringer Strukturhöhe.	25	0,5
8	Baulich geprägte Grünfläche	Unter diesem Flächentyp sind vegetationsgeprägte Flächen zusammengefasst, welche zugleich auch einen gewissen Anteil an versiegelter Fläche (Zuwegungen) und/oder Bebauung aufweisen. Dazu zählen z.B. Kleingartenanlagen und Gartenbauflächen, sowie Spiel- und Sportplätze. Es überwiegt aber letztlich die Eigenschaft als Grünfläche.	25	5,0
9	Freiland	Beinhaltet vor allem landwirtschaftlich genutzte Wiesen und Weiden sowie ackerbaulich genutzte Flächen. Innerstädtisch handelt es sich meist um Rasenflächen mit geringem Gehölzanteil.	5	1,0
10	Gehölz	Diese Nutzungskategorie umfasst sowohl innerstädtische Parkareale und Gehölzflächen als auch Obstbauflächen, Baumschulen und Straßenbegleitgrün.	5	2,0
11-13	Wald	Waldflächen (unterschieden nach Laub-, Nadel- und Mischwald) sowie waldartige Bestände im Siedlungsbereich.	5	12,5
14	Wasserfläche	Still- und Fließgewässer.	0	0

In der Stadt Schwäbisch Gmünd war der Flächentyp „Block- und Blockrandbebauung“ nicht vertreten. Für das Schwäbisch Gmünder Stadtzentrum wurde eine neue Nutzungsklasse („Stadtkern“) vergeben, welche mit einem Versiegelungsgrad von 78 % und einer Strukturhöhe von 15 m parametrisiert ist. Sämtliche Eingangsdaten wurden anhand aktueller Luftbilder abgeglichen und auf Plausibilität geprüft.

3.1.2 ABGRENZUNG UND BEWERTUNG DER KLIMAÖKOLOGISCH WIRKSAMEN NUTZUNGSSTRUKTUREN

Ziel der Eingangsdatenaufbereitung ist es, aus den flächenhaft vorliegenden Nutzungsinformationen punkthaft gerasterte Modelleingangsdaten mit einer Maschenweite von 25 m zu erzeugen. Aus diesen punkthaften Repräsentationen der Eingangsvariablen ergeben sich die in gleicher Weise aufgelösten Modellergebnisse in Form feldhaft berechneter Klimaparameter (Abbildung 8). Qualifizierende Aussagen zur bioklimatischen Bedeutung bestimmter Areale können sich allerdings nicht auf einzelne Rasterzellen beziehen. Hierfür muss eine Zonierung des Untersuchungsraumes in klimatisch ähnliche Flächeneinheiten erfolgen. Diese sollten in der Realität nachvollziehbar und administrativ oder nutzungstypisch abgrenzbar



sein. Um die Ausprägung der Klimaparameter auf planungsrelevante und maßstabsgerechte Einheiten zu übertragen, wurden den Referenzflächen der verwendeten digitalen Nutzungsinformationen die relevanten Klimaparameter wie z.B. Lufttemperatur oder Kaltluftvolumenstrom zugeordnet. Dafür wurden alle Rasterzellen, die von einer bestimmten Fläche überdeckt werden, mit Hilfe zonaler Analysen zusammengefasst und statistisch ausgewertet. Auf diese Weise erhält jede Fläche eine umfassende Statistik aller zugehörigen Klimaparameter, die u.a. den Mittelwert der flächenspezifischen Werteausprägungen umfasst.

Aufgrund dieser Vorgehensweise liegen die Ergebnisse der Klimaanalyse in zweifacher Form vor: Zum einen als hochaufgelöste rasterbasierte Verteilung der Klimaparameter im räumlichen Kontinuum (vgl. Kap. 3.2.2, zum anderen als planungsrelevante und maßstabsgerechte, räumlich in der Realität abgrenzbare Flächeneinheiten (vgl. Kap. 3.3). Auf diese Weise bleibt, in Ergänzung zur abstrahierten Darstellung der klimatischen Funktionszusammenhänge (als Flächen- und Beziehungstypen in den Synthesekarten), die flächeninterne Heterogenität der Klimaparameter als Detailinformation jederzeit abrufbar.

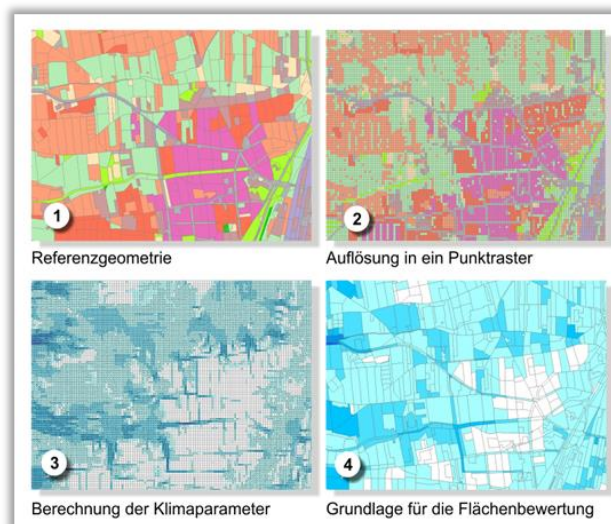


Abbildung 8: Schema der Wertezuordnung zwischen Flächen- und Punktinformation

3.2 METHODEN

3.2.1 DAS MESOSKALIGE KLIMAMODELL FITNAH-3D

Neben globalen Klimamodellen und regionalen Wettervorhersagemodellen wie sie zum Beispiel vom DWD für die tägliche Wettervorhersage routinemäßig eingesetzt werden, nehmen kleinräumige Modellanwendungen für umweltmeteorologische Zusammenhänge im Rahmen von stadt- und landschaftsplanerischen Fragestellungen einen immer breiteren Raum ein. Die hierfür eingesetzten mikro- und mesoskaligen Modelle erweitern das Inventar meteorologischer Werkzeuge zur Berechnung atmosphärischer Zustände und Prozesse.

Der Großteil praxisnaher umweltmeteorologischer Fragestellungen behandelt einen Raum von der Größenordnung einer Stadt bzw. Region. Die bestimmenden Skalen für die hier relevanten meteorologischen Phänomene haben eine räumliche Erstreckung von Metern bis hin zu einigen Kilometern und eine Zeitdauer von Minuten bis Stunden. Unter Verwendung des üblichen Einteilungsschemas meteorologischer Phänomene werden diese in die Meso- und Mikroskala eingeordnet. Beispiele für mesoskalige Phänomene sind Land-See-Winde, Flurwinde oder die Ausbildung einer städtischen Wärmeinsel, wobei der Übergang zur Mikroskala fließend ist (bspw. der Einfluss von Hindernissen auf den



Wind wie Kanalisierung, Umströmung bzw. Düseneffekte, aber auch die klimaökologischen Auswirkungen von Begrünungsmaßnahmen).

Obwohl die allgemeine Struktur und physikalischen Ursachen dieser lokalklimatischen Phänomene im Wesentlichen bekannt ist, gibt es nach wie vor offene Fragen hinsichtlich der räumlichen Übertragbarkeit auf andere Standorte oder der Sensitivität bezüglich der Wechselwirkungen einzelner Strömungssysteme untereinander. Ein Grund hierfür sind die relativ kleinen und kurzen Skalen dieser Phänomene und deren unterschiedliches Erscheinungsbild in komplexem Gelände. Entsprechend ist es schwierig aus einer beschränkten Anzahl von Beobachtungen eine umfassende Charakterisierung zu erhalten, jedoch kann dieser Nachteil mit Hilfe ergänzender Modelluntersuchungen überwunden werden.

Beginnend mit einem Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft wurden in Deutschland eine Reihe mesoskaliger Modelle konzipiert und realisiert (DFG 1988). Der heutige Entwicklungsstand dieser Modelle ist extrem hoch und zusammen mit den über die letzten Dekaden gewonnenen Erfahrungen im Umgang mit diesen Modellen steht neben Messungen vor Ort und Windkanalstudien ein weiteres leistungsfähiges und universell einsetzbares Werkzeug zur Bearbeitung umweltmeteorologischer Fragestellungen in stadt- und landschaftsplanerisch relevanten Landschaftsausschnitten zur Verfügung.

GRUNDLAGEN MESOSKALIGER MODELLE

Die Verteilung lokalklimatisch relevanter Größen wie Wind und Temperatur können mit Hilfe von Messungen ermittelt werden. Aufgrund der großen räumlichen und zeitlichen Variation der meteorologischen Felder im Bereich einer komplexen Umgebung sind Messungen allerdings nur punktuell repräsentativ und eine Übertragung in benachbarte Räume selten möglich. Stadtklimamodelle wie FITNAH 3D können zu entscheidenden Verbesserungen dieser Nachteile herangezogen werden, indem sie physikalisch fundiert die räumlichen und/oder zeitlichen Lücken zwischen den Messungen schließen, weitere meteorologische Größen berechnen und Wind- bzw. Temperaturfelder in ihrer raumfüllenden Struktur ermitteln. Die Modellrechnungen bieten darüber hinaus den Vorteil, dass Planungsvarianten und Ausgleichsmaßnahmen in ihrer Wirkung und Effizienz studiert und auf diese Art und Weise optimierte Lösungen gefunden werden können.

Für jede meteorologische Variable wird eine physikalisch fundierte mathematische Berechnungsvorschrift aufgestellt. Die Modelle basieren daher, genauso wie Wettervorhersage- und Klimamodelle, auf einem Satz sehr ähnlicher Bilanz- und Erhaltungsgleichungen. Das Grundgerüst besteht aus den Gleichungen für die Impulserhaltung (*Navier-Stokes Bewegungsgleichung*), der Massenerhaltung (*Kontinuitätsgleichung*) und der Energieerhaltung (*1. Hauptsatz der Thermodynamik*).

Je nach Problemstellung und gewünschter Anwendung kann dieses Grundgerüst erweitert werden, um z.B. die Effekte von Niederschlag auf die Verteilung stadtklimatologisch wichtiger Größen zu berücksichtigen. In diesem Falle müssen weitere Bilanzgleichungen für Wolkenwasser, Regenwasser und feste Niederschlagspartikel gelöst werden. Die Lösung der Gleichungssysteme erfolgt in einem numerischen Raster. Die Rasterweite muss dabei so fein gewählt werden, dass die lokalklimatischen Besonderheiten des Untersuchungsraumes vom jeweiligen Modell erfasst werden können. Je feiner das Raster gewählt wird, umso mehr Details und Strukturen werden aufgelöst.

Allerdings steigen mit feiner werdender Rasterweite die Anforderungen an Rechenzeit und die benötigten Eingangsdaten. Hier muss ein Kompromiss zwischen Notwendigkeit und Machbarkeit gefunden werden. In der vorliegenden Untersuchung beträgt die für die Modellierung mit FITNAH 3D verwendete horizontale räumliche Maschenweite 25 m. Die vertikale Gitterweite ist dagegen nicht äquidistant und in der

bodennahen Atmosphäre besonders dicht angeordnet, um die starke Variation der meteorologischen Größen realistisch zu erfassen. So liegen die untersten Rechenflächen in Höhen von 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 und 70 m über Grund (ü. Gr.). Nach oben hin wird der Abstand immer größer und die Modellobergrenze liegt in einer Höhe von 3000 m ü. Gr. In dieser Höhe wird angenommen, dass die am Erdboden durch Orographie und Landnutzung verursachten Störungen abgeklungen sind.

Die Auswertungen der FITNAH-Modellierung beziehen sich auf das bodennahe Niveau der Modellrechnung (2 m ü. Gr. = Aufenthaltsbereich der Menschen).

BETRACHTETE WETTERLAGE

Die durchgeführte numerische Simulation mit FITNAH 3D legt eine autochthone Wetterlage zugrunde. Diese wird durch wolkenlosen Himmel und einen nur sehr schwach überlagernden synoptischen Wind gekennzeichnet, sodass sich die lokalklimatischen Besonderheiten einer Stadt besonders gut ausprägen. Entsprechend wurden die großräumigen synoptischen Rahmenbedingungen folgendermaßen festgelegt:

- ◆ Relative Feuchte der Luftmasse 50 %
- ◆ Bedeckungsgrad 0/8
- ◆ Kein überlagernder geostrophischer Wind

Die vergleichsweise geringen Windgeschwindigkeiten während der austauscharmen Wetterlage bedingen einen herabgesetzten Luftaustausch in der bodennahen Luftschicht. Bei gleichzeitig hoher Ein- und Ausstrahlung können sich somit lokal bioklimatische Belastungsräume ausbilden (Darstellung eines *worst case*-Szenariums). Charakteristisch für diese (Hochdruck-)Wetterlage ist die Entstehung eigenbürtiger Kaltluftströmungen (Flurwinde), die durch den Temperaturgradienten zwischen kühlen Freiflächen und wärmeren Siedlungsräumen angetrieben werden.

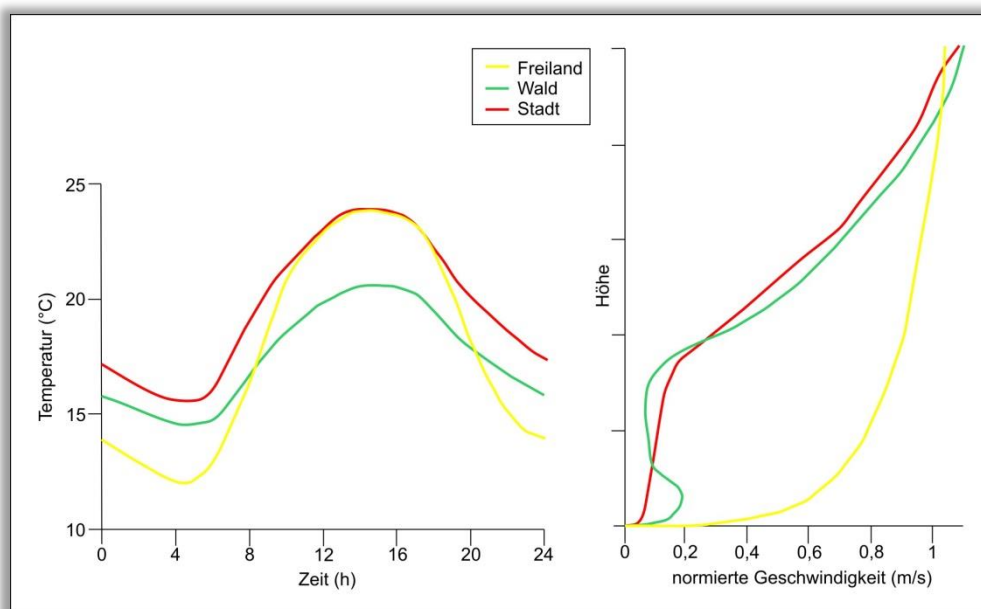


Abbildung 9: Temperaturverlauf und Vertikalprofil der Windgeschwindigkeit zur Mittagszeit verschiedener Landnutzungen

In Abbildung 9 sind schematisch die für eine austauscharme sommerliche Wetterlage simulierten tageszeitlichen Veränderungen der Temperatur und Vertikalprofile der Windgeschwindigkeit zur Mittagszeit für die Landnutzungen Freiland, Stadt und Wald dargestellt. Beim Temperaturverlauf zeigt sich, dass unversiegelte Freiflächen wie z.B. Wiesen und bebauten Flächen ähnlich hohe Temperaturen zur Mittagszeit aufweisen können, während die nächtliche Abkühlung über Siedlungsflächen vor allem durch



die Wärme speichernden Materialien deutlich geringer ist. Waldflächen nehmen eine mittlere Ausprägung ein, da die nächtliche Auskühlung durch das Kronendach gedämpft wird. Hinsichtlich der Windgeschwindigkeit wird die Hinderniswirkung von Bebauung und Vegetationsstrukturen im Vertikalprofil deutlich.

3.2.2 MODELLERGEBNISSE FÜR ZENTRALE KLIMAPARAMETER

Im Folgenden werden die rasterbasierten Modellergebnisse der Parameter Lufttemperatur, Kaltluftströmungsfeld und Kaltluftvolumenstromdichte (Nachtsituation) sowie Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET; Tagsituation) beschrieben. Sie basieren auf einer räumlichen Auflösung von 25 m (pro Rasterzelle ein Wert) und gelten für eine autochthone Sommerwetterlage. Für die Darstellung in den Ergebniskarten wurden die Werte mittels einer bilinearen Interpolation auf die halbe Rasterzellenbreite geglättet. Flächenbezogene Analysen werden im anschließenden Kapitel zu den Klimaanalysekarten vorgenommen (z.B. die Ableitung von Kaltluftleitbahnen).

NÄCHTLICHES TEMPERATURFELD

Der Tagesgang der Lufttemperatur ist direkt an die Strahlungsbilanz eines Standortes gekoppelt und zeigt daher i.d.R. einen ausgeprägten Rückgang während der Abend- und Nachtstunden. Kurz vor Sonnenaufgang des nächsten Tages wird das Temperaturminimum erreicht. Das Ausmaß der Abkühlung kann, je nach meteorologischen Verhältnissen, Lage des Standorts und landnutzungsabhängigen physikalischen Boden- bzw. Oberflächeneigenschaften, große Unterschiede aufweisen. Besonders auffällig ist das thermische Sonderklima der Siedlungsräume mit seinen gegenüber dem Umland modifizierten klimatischen Verhältnissen.

Das Ausmaß der Temperaturabweichung im Siedlungsbereich ist vor allem von der Größe der Stadt und der Dichte der Überbauung abhängig. Doch auch über grünbestimmten Flächen weisen Luftvolumina keinen einheitlichen Wärmezustand auf. Die Abkühlungsrate natürlicher Oberflächen wird insb. von ihren thermischen Bodeneigenschaften (Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität) sowie eventuell vorhandenen Oberflächenbedeckungen bestimmt (Bewuchs, Laubstreu, etc.). Dynamische Luftaustauschprozesse zwischen den Flächen, das Relief in Form von Geländehöhe, Exposition sowie Geländeneigung und die Lage im Mosaik der Landnutzungen üben weiteren Einfluss aus (bspw. macht es einen Unterschied, ob sich eine Freifläche neben einem Gewässer, Waldgebiet oder dicht versiegelten Bereich befindet).

Eine Sonderstellung nehmen Wald- und Gewässerflächen ein. Der gedämpfte, insgesamt vermittelnde Tagesgang der Temperatur im Wald beruht zu einem großen Teil auf dem zweischichtigen Strahlungsumsatz zwischen Atmosphäre und Kronendach sowie zwischen Kronendach und Stammraum. Größere Waldgebiete sind wichtige Frischluftproduktionsgebiete, in denen sauerstoffreiche und wenig belastete Luft entsteht. Während im Stammraum tagsüber durch Verschattung und Verdunstung relativ geringe Temperaturen bei hoher Luftfeuchtigkeit vorherrschen, treten nachts durch die abschirmende Wirkung des Kronendachs vergleichsweise milde Temperaturen auf. Stadtnahe Wälder können demnach auch am Tage Kaltluft zugunsten des Siedlungsraumes erzeugen, nachts fällt deren Kaltluftproduktion dagegen geringer aus als über unversiegelten Freiflächen – außerdem können sie ein Strömungshindernis darstellen. Die hohe spezifische Wärmekapazität von Wassern, seine besondere Art der Strahlungsabsorption und die im Wasserkörper stattfindenden turbulenten Durchmischungsvorgänge sorgen für eine (von hohen Absolutwerten ausgehend) deutlich verringerte diurnale Temperaturamplitude über größeren Gewässern. Da hier die Lufttemperaturen im Sommer tagsüber niedriger und nachts höher als in der Umgebung sind, wirken größere Gewässer auf bebaute Flächen am Tage klimatisch ausgleichend, während sie in der Nacht deren Abkühlung verringern.



Die Ermittlung des bodennahen Temperaturfeldes ermöglicht es, Bereiche mit potenziellen bioklimatischen Belastungen abzugrenzen, Aussagen zum Auftreten thermisch und/oder orographisch induzierter Ausgleichsströmungen zu treffen und die räumliche Ausprägung sowie Wirksamkeit von Kalt- bzw. Frischluftströmungen abzuschätzen. Die aufgeführten Absolutwerte der Lufttemperatur sind exemplarisch für eine autochthone Sommernacht als besondere Wetterlage zu verstehen. Die daraus abgeleiteten relativen Unterschiede innerhalb des Stadtgebiets bzw. zwischen den Nutzungsstrukturen gelten dagegen weitestgehend auch während anderer Wetterlagen, sodass die Flächenbewertung etwa der Planungshinweiskarten auf diesen beruht.

Das sich um 04:00 Uhr in der Nacht einstellende Lufttemperaturfeld im Untersuchungsraum umfasst bei Minimalwerten von 8,3 °C über stadtfernen Freiflächen und Maximalwerten von 20,4 °C im Stadtkern eine Spannweite von 12,1 K. Die mittlere Temperatur im Untersuchungsgebiet liegt unter den angenommenen meteorologischen Rahmenbedingungen bei 12,9 °C. Die Siedlungsflächen im Schwäbisch Gmünder Stadtgebiet treten mit einer durchschnittlichen Temperatur von 16,1 °C deutlich als Wärmeinsel hervor. Das Temperaturfeld ist auch innerhalb der bebauten Gebiete räumlich differenziert, weil Areale mit Einzelhaus- oder Zeilenbebauung und Verkehrsanlagen unterschiedliche Boden- und Oberflächeneigenschaften aufweisen (Abbildung 10).

Die höchsten Temperaturen treten aktuell mit etwa 19,5 bis 20,4 °C im Stadtkern und Zentrumsbebauungsstrukturen auf und resultieren aus dem hohen Bauvolumen und Oberflächenversiegelungsgrad. Der größte Teil der Schwäbisch Gmünder Siedlungsflächen ist jedoch durch eine ausgedehnte Einzel- und Reihenhausbauung geprägt, welche mit durchschnittlich 15,4 °C und maximal 18,9 °C unter den bebauten Flächen das geringste Temperaturniveau aufweisen. Die durch Abstandsflächen geprägte Zeilen- und Hochhausbebauung, welche punktuell in den verschiedenen Stadtbezirken auftritt, liegt mit ca. 17,5 °C zwischen den übrigen Stadtstrukturtypen.

Im Temperaturfeld treten unbebaute, vegetationsgeprägte Freiflächen mit deutlich geringeren Werten hervor. Die niedrigsten Temperaturen im Untersuchungsgebiet sind mit weniger als 12 °C über ausgedehnten landwirtschaftlich genutzten Arealen zu verzeichnen. Ähnlich geringe Werte können in Senkenbereichen auftreten, in denen sich Kaltluft aufgrund ihrer – im Vergleich zu wärmeren Luftmassen – höheren Dichte sammelt. In Wäldern dämpft das Kronendach die nächtliche Ausstrahlung und damit auch ein stärkeres Absinken der bodennahen Lufttemperatur, sodass in 2 m ü. Gr. Temperaturwerte über 13 °C erreicht werden (z.B. Erholungswald Taubental). Verglichen mit den weitläufigen Freiräumen im Außenbereich weisen innerstädtische Grünflächen mit ca. 15 - 16 °C ein höheres Wertespektrum auf (z.B. Stadtgarten, Lindenfirst). Diese größeren vegetationsgeprägten Areale treten im Siedlungsraum mit vergleichsweise niedrigen Temperaturen deutlich hervor und stellen demnach potentielle Entlastungsräume für die umliegenden bebauten Areale dar.

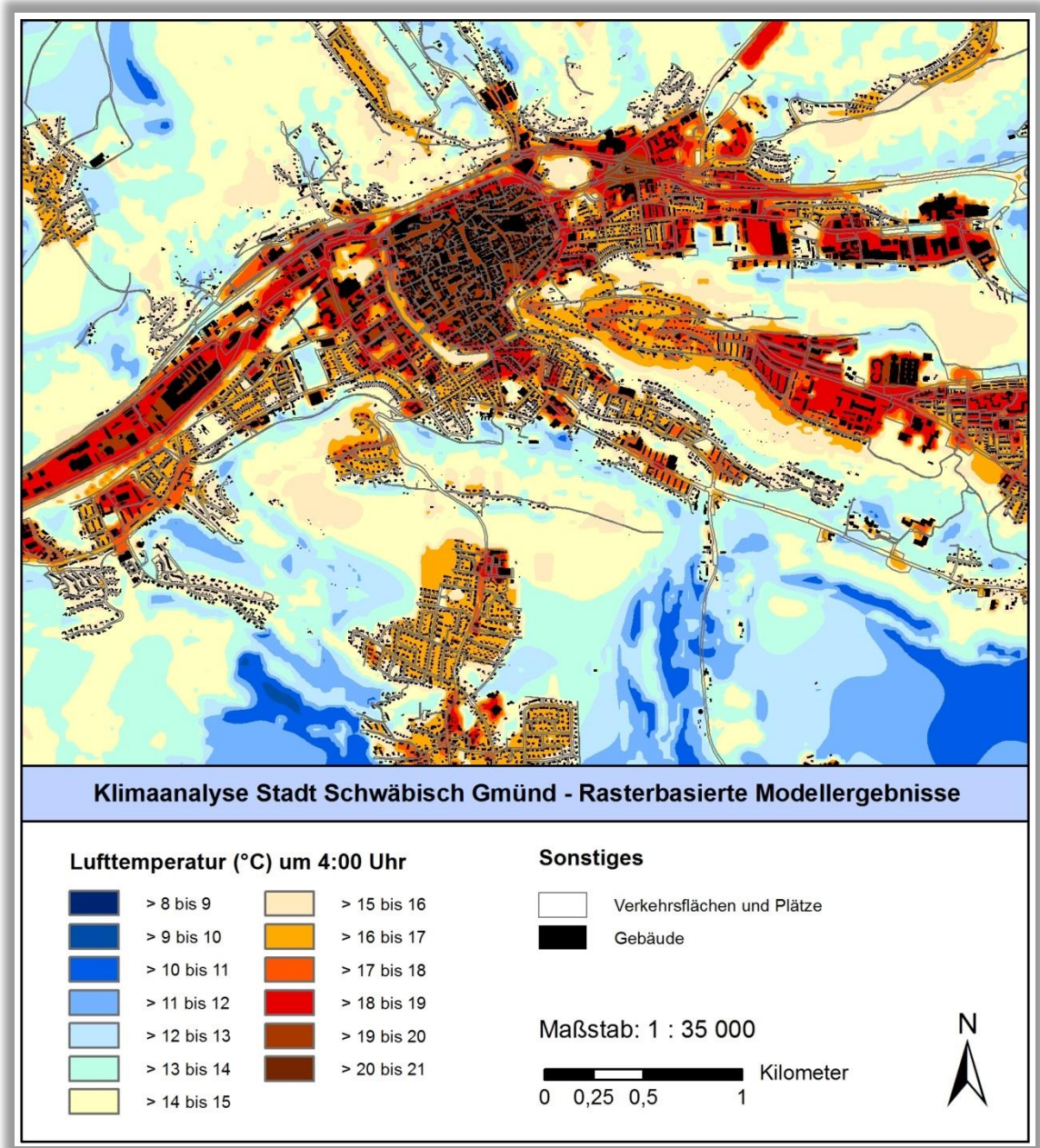


Abbildung 10: Nächtliches Temperaturfeld der Kernstadt mit beispielhaften Werten verschiedener Nutzungsstrukturen

STRÖMUNGSFELD

Die variable bodennahe Lufttemperaturverteilung bedingt horizontale und vertikale Luftdruckunterschiede, welche wiederum Auslöser für lokale thermische Windsysteme sind. Die wichtigsten nächtlichen Luftströmungen dieser Art sind Hangabwinde und Flurwinde – erstgenannte treten im Untersuchungsgebiet aufgrund der vergleichsweise großen Reliefenergie verstärkt auf.

Ab einer Geländeneigung von ein bis zwei Grad setzen nach Sonnenuntergang über natürlichen Oberflächen abwärts gerichtete Strömungen ein, weil die hangnahe Luft durch nächtliche Ausstrahlung stärker abkühlt als die freie Luft in gleicher Höhe. Aufgrund ihrer höheren Dichte fließt die kühlere Bodenluft hangabwärts. Die Ausprägung dieses kleinräumigen Phänomens wird in erster Linie durch das Temperaturdefizit zur umgebenden Luft und durch die Neigung des Geländes bestimmt (Mosimann et al. 1999). Hangabwinde erreichen maximale Abflussgeschwindigkeiten von etwa 3 m s^{-1} , ihre vertikale



Mächtigkeit liegt zumeist unterhalb von 10 m (Hergert 1991). In ebenen Lagen bilden sich unter günstigen Bedingungen sogenannte Flurwinde aus, die radial auf einen überwärmten Raum ausgerichtet sind. Flurwinde entstehen, wenn sich infolge der Überwärmung von überbauten oder versiegelten Gebieten gegenüber dem Umland ein lokales thermisches Tief aufbaut. Der resultierende Druckgradient kann daraufhin durch einströmende kühlere Luftmassen aus dem Umland ausgeglichen werden (Kiese et al. 1988). Flurwinde sind eng begrenzte, oftmals nur gering ausgeprägte Strömungsphänomene (Geschwindigkeit i.d.R. deutlich $< 2 \text{ m s}^{-1}$), die bereits durch einen schwachen überlagernden Wind überdeckt werden können. Kleinräumige Strömungsphänomene, die zwischen einzelnen strukturellen Elementen innerhalb der Stadt auftreten, werden Strukturwinde genannt.

Den hier beschriebenen Phänomenen kommt eine besondere landschaftsplanerische Bedeutung zu. Größere Siedlungen wirken aufgrund ihrer hohen aerodynamischen Rauigkeit als Strömungshindernis. Aus diesem Grund sind die Durchlüftung der Stadtkörper und ihr Luftaustausch mit dem Umland generell herabgesetzt. Die Abfuhr von schadstoffbelasteten und überwärmten Luftmassen in den Straßenschluchten kann in Abhängigkeit von Bebauungsart und -dichte deutlich eingeschränkt sein. Speziell bei austauschschwachen Wetterlagen wirken sich diese Faktoren bioklimatisch zumeist ungünstig aus. Daher können die genannten Strömungssysteme durch die Zufuhr frischer und kühlerer Luft eine bedeutende klima- und immissionsökologische Ausgleichsleistung für die Belastungsräume erbringen.

Die Kaltluftströmung ist in der vorliegenden Untersuchung ein wichtiger Parameter zur Beurteilung des Kaltlufthaushaltes, wobei sich vor allem die Luftaustauschprozesse am Stadtrand erst in der zweiten Nachthälfte vollständig entwickeln. Die Abbildung 11 zeigt das für den Zeitpunkt 04:00 Uhr modellierte Strömungsfeld für einen Ausschnitt des Schwäbisch Gmünder Stadtgebiets, das sich während einer sommerlichen austauscharmen Strahlungswetternacht herausgebildet hat. Die momentane Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit wird über die Pfeilrichtung und Pfeillänge in Form von Vektoren dargestellt. Im Strömungsfeld sind die Hinderniswirkung der Baukörper und die daraus resultierende Umlenkung der Strömung gut zu erkennen. Die unterlegten Farben stellen die Windgeschwindigkeit flächenhaft dar. Abgebildet sind alle Rasterzellen mit einer Windgeschwindigkeit von mindestens $0,1 \text{ m s}^{-1}$, für die unter Berücksichtigung der gebietstypischen Ausprägung eine potenzielle klimaökologische Wirksamkeit angenommen werden kann.

Die für das 2 m-Niveau wiedergegebenen Strömungsgeschwindigkeiten reichen von vollkommener Windstille bis zu Maximalwerten von ca. 4 m s^{-1} .

Insgesamt liegen die Werte mit meist unter $0,8 \text{ m s}^{-1}$ relativ niedrig. In den inneren Waldgebieten wird selten eine wirksame Strömung von über $0,1 \text{ m s}^{-1}$ erreicht, da diese Gebiete aufgrund der Hinderniswirkung der Bäume nur beschränkt durchlüftet werden und durch die erhöhte Reibung keine hohen Windgeschwindigkeiten entstehen können. Auch der Stadtkern weist grundsätzlich keine Windgeschwindigkeiten von über $0,1 \text{ m s}^{-1}$ auf. Größere städtische Grünflächen, wie der St. Leonhard Friedhof und der Stadtgarten, erreichen mit ihren Ausgleichsströmungen die umliegenden Siedlungsgebiete und tragen somit zu einer besseren Durchlüftung des Stadtkörpers bei.

Im Stadtteil Rechberg fallen wegen der verhältnismäßig hohen Reliefunterschiede am gleichnamigen Rechberg die Windgeschwindigkeiten deutlich höher aus und erreichen Werte von über 4 m s^{-1} .

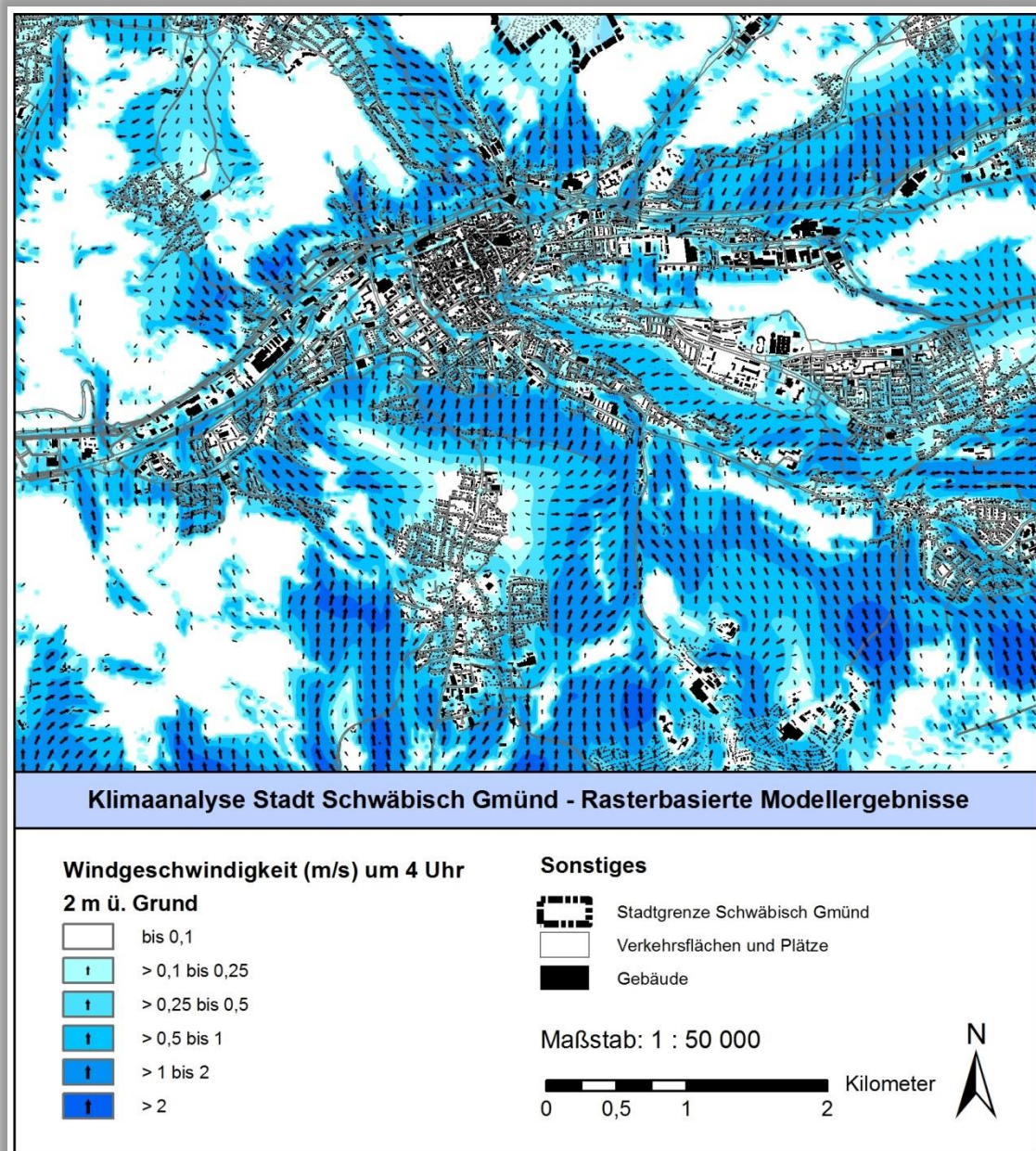


Abbildung 11: Nächtliches Strömungsfeld in einem Ausschnitt des Stadtgebiets Schwäbisch Gmünd

KALTLUFTVOLUMENSTROM

Wie bereits im Vorkapitel zum autochthonen Windfeld erläutert, kommt den lokalen thermischen Windsystemen eine besondere Bedeutung beim Abbau von Wärme- und Schadstoffbelastungen größerer Siedlungsräume zu. Weil die potenzielle Ausgleichsleistung einer grünbestimmten Fläche aber nicht allein aus der Geschwindigkeit der Kaltluftströmung resultiert, sondern zu einem wesentlichen Teil durch ihre Mächtigkeit mitbestimmt wird (d.h. durch die Höhe der Kaltluftschicht), muss zur Bewertung der Grünflächen ein umfassenderer Klimaparameter herangezogen werden: der sogenannte Kaltluftvolumenstrom.

Vereinfacht ausgedrückt stellt der Kaltluftvolumenstrom das Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite) dar. Er beschreibt somit diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit m³, die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Leitbahn fließt (Abbildung

12). Da die Modellergebnisse nicht die Durchströmung eines natürlichen Querschnitts widerspiegeln, sondern den Strömungsdurchgang der gleichbleibenden Rasterzellenbreite (hier 25 m), ist der resultierende Parameter streng genommen nicht als Volumenstrom, sondern als rasterbasierte Volumenstrom-*Dichte* aufzufassen.

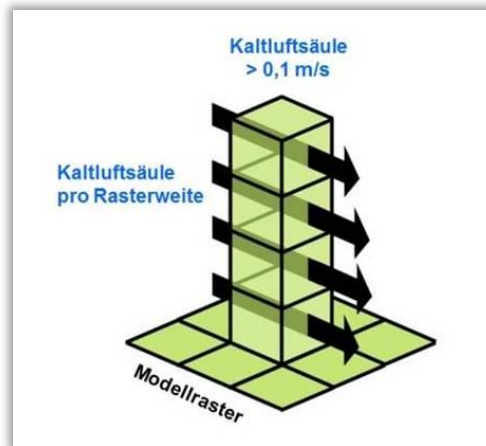


Abbildung 12: Prinzipskizze Kaltluftvolumenstrom

Dieser Wert kann über ein 25 m breites, quer zur Luftströmung hängendes Netz veranschaulicht werden, das ausgehend von der Obergrenze der Kaltluftschicht bis hinab auf die Erdoberfläche reicht. Wird nun die Menge der pro Sekunde durch das Netz strömenden Luft bestimmt, ist diese als rasterbasierte Volumenstromdichte zu verstehen.

Wie auch die anderen Klimaparameter ist der Kaltluftvolumenstrom eine Größe, die während der Nachtstunden in ihrer Stärke und Richtung veränderlich ist. Der jeweilige Beitrag beschleunigender und bremsender Faktoren zur Dynamik der Strömung wird unter anderem stark von der bisherigen zeitlichen Entwicklung des Abflusses beeinflusst. So können sich beispielsweise die Kaltluftströmungen über einer Fläche im Laufe der Nacht dadurch ändern, dass die Fläche zunächst in einem Kaltluftabflussgebiet und später in einem Kaltluftammelgebiet liegt. Letzteres kann als Hindernis auf nachfolgende Luftmassen wirken und von diesen über- oder umströmt werden. Die sich im Verlauf der Nacht einstellenden Strömungsgeschwindigkeiten hängen im Wesentlichen von der Temperaturdifferenz der Kaltluft gegenüber der Umgebungsluft, der Hangneigung und der Oberflächenrauigkeit ab – wobei die Kaltluft selber auf alle diese Parameter modifizierend einwirken kann.

Gebäude, Mauern oder Straßendämme können als Strömungshindernisse wirken und luvseitig markante Kaltluftstaus auslösen. Werden die Hindernisse von größeren Luftvolumina über- oder umströmt, kommt es im Lee zu bodennahen Geschwindigkeitsreduktionen, die in Verbindung mit vertikalen oder horizontalen Verlagerungen der Strömungsmaxima stehen kann. Die Eindringtiefe von Kaltluft in bebauten Gebiet hängt wesentlich von der Siedlungsgröße, Bebauungsdichte, anthropogenen Wärmefreisetzung und der Menge einströmender Kaltluft ab.

Die räumliche Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms im Untersuchungsraum folgt im Wesentlichen dem Muster des Kaltluftströmungsfeldes, weicht an einigen Stellen jedoch von diesem ab. Die geringsten Werte finden sich in reliefarmen Gebieten, die von Waldarealen umgeben sind und somit aufgrund der Hinderniswirkung des Waldes nur beschränkt durchlüftet werden sind (Abbildung 13). Von der Schwäbischen Alb (Kaltes Feld, Stuifen) fließt in der Nacht Kaltluft mit einem sehr hohen Volumenstrom hangabwärts in Richtung des Zentrums ab, wobei Werte von über 330 m³/s erreicht werden. Der südliche und süd-östliche Teil des in der Karte dargestellten Stadtgebiets hat demnach die größten Volumenströme



zu verzeichnen. Dagegen fällt die Kaltluftzufuhr aus westlicher und nördlicher Richtung deutlich geringer aus. Dies kann auf geringere Reliefunterschiede und stadtnahe große Waldareale als Strömungsbarriere zurückgeführt werden. Zwar treten über Waldflächen geringe Kaltluftvolumenströme auf, doch können diese in Siedlungsnähe ebenfalls Ausgleichsleistungen bereitstellen, wenngleich weniger stark ausgeprägt als über Freiflächen. Analog zu den Windgeschwindigkeiten sind die Volumenströme in Ortslagen wie Wetzgau, Wustenriet oder Herlikofen geringer als im zentralen Bereich des Stadtgebiets.

Im Laufe einer (autochthonen) Sommernacht steigt die Kaltluftmächtigkeit i.d.R. an, sodass geringe Hindernisse überwunden werden können. Beispielsweise sind die Einzel- und Reihenhäuser, welche in der Regel eine geringe Gebäudehöhe aufweisen, durchlässig für Kaltluftströmungen. Auch können einzelne Grünflächen, die zwar nicht zusammen hängen, aber räumlich nahe liegen und durch nur wenige Hindernisse getrennt sind, als Trittsteine für Kaltluft dienen.

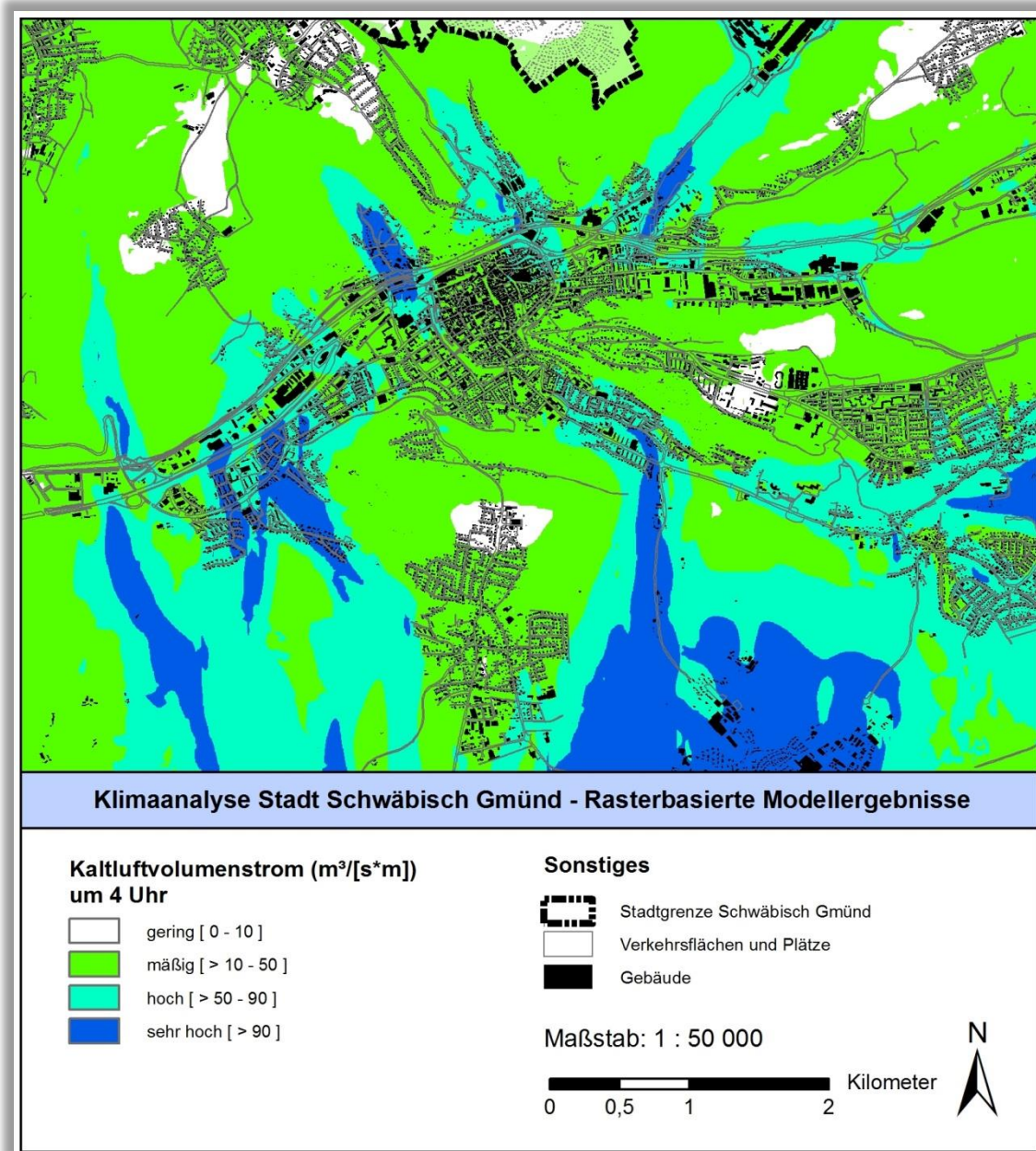


Abbildung 13: Nächtlicher Kaltluftvolumenstrom in einem Ausschnitt des Stadtgebiets Schwäbisch Gmünd



THERMISCHE BELASTUNG AM TAGE (PHYSIOLOGISCH ÄQUIVALENTE TEMPERATUR)

Meteorologische Parameter wirken nicht unabhängig voneinander, sondern in biometeorologischen Wirkungskomplexen auf das Wohlbefinden des Menschen ein. Zur Bewertung werden Indizes verwendet (Kenngrößen), die Aussagen zur Lufttemperatur und Luftfeuchte, zur Windgeschwindigkeit sowie zu kurz- und langwelligen Strahlungsflüssen kombinieren. Wärmehaushaltsmodelle berechnen den Wärmeaustausch einer „Norm-Person“ mit seiner Umgebung und können so die Wärmebelastung eines Menschen abschätzen¹. Beispiele für solche Kenngrößen sind der PMV-Wert (Predicted Mean Vote) und der UTCI (Universal Thermal Climate Index).

Tabelle 6: Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET während der Tagesstunden (nach Matzarakis und Mayer 1996).

PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
4 °C	Sehr kalt	Extreme Kältebelastung
8 °C	Kalt	Starke Kältebelastung
13 °C	Kühl	Mäßige Kältebelastung
18 °C	Leicht kühl	Schwäche Kältebelastung
20 °C	Behaglich	Keine Wärmebelastung
23 °C	Leicht warm	Schwache Wärmebelastung
29 °C	Warm	Mäßige Wärmebelastung
35 °C	Heiß	Starke Wärmebelastung
41 °C	Sehr heiß	Extreme Wärmebelastung

In der vorliegenden Arbeit wird zur Bewertung der Tagsituation der humanbioklimatische Index PET um 14:00 Uhr herangezogen (Physiologisch Äquivalente Temperatur; vgl. Höpfe und Mayer 1987). Gegenüber vergleichbaren Indizes hat dieser den Vorteil, aufgrund der °C-Einheit auch von Nichtfachleuten besser nachvollzogen werden zu können. Darüber hinaus handelt es sich bei der PET um eine Größe, die sich in der Fachwelt zu einer Art „Quasi-Standard“ entwickelt hat, sodass sich die Ergebnisse aus Schwäbisch Gmünd mit denen anderer Städte vergleichen lassen. Wie die übrigen humanbiometeorologischen Indizes bezieht sich die PET auf außenklimatische Bedingungen und zeigt eine starke Abhängigkeit von der Strahlungstemperatur (Kuttler 1999). Mit Blick auf die Wärmebelastung ist sie damit vor allem für die Bewertung des Aufenthalts im Freien am Tage sinnvoll einsetzbar.

Für die PET existiert in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden und die physiologische Belastungsstufen quantifizieren (z.B. Starke Wärmebelastung ab PET 35 °C; Tabelle 6; VDI 2004).

Im Vergleich zur Lufttemperatur weist die PET eine höhere Spannbreite im Untersuchungsgebiet auf. PET-Werte ≤ 23 °C (keine Wärmebelastung) stellen eine Ausnahme dar und sind einzig in Wäldern zu finden, die tagsüber eine kühlende Wirkung auf ihre Umgebung haben (Abbildung 14). Ein großer Teil der Waldgebiete ist jedoch schwach wärmebelastet (PET ≤ 29 °C). Der Aufenthaltsbereich des Menschen in 2 m ü. Gr. liegt unterhalb des Kronendachs und ist somit vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt, sodass Wälder als Rückzugsorte dienen können.

¹ Energiebilanzmodelle für den menschlichen Wärmehaushalt bezogen auf das Temperaturempfinden einer Durchschnittsperson („Klima-Michel“ mit folgenden Annahmen: 1,75 m, 75 kg, 1,9 m² Körperoberfläche, etwa 35 Jahre; vgl. Jendritzky 1990).

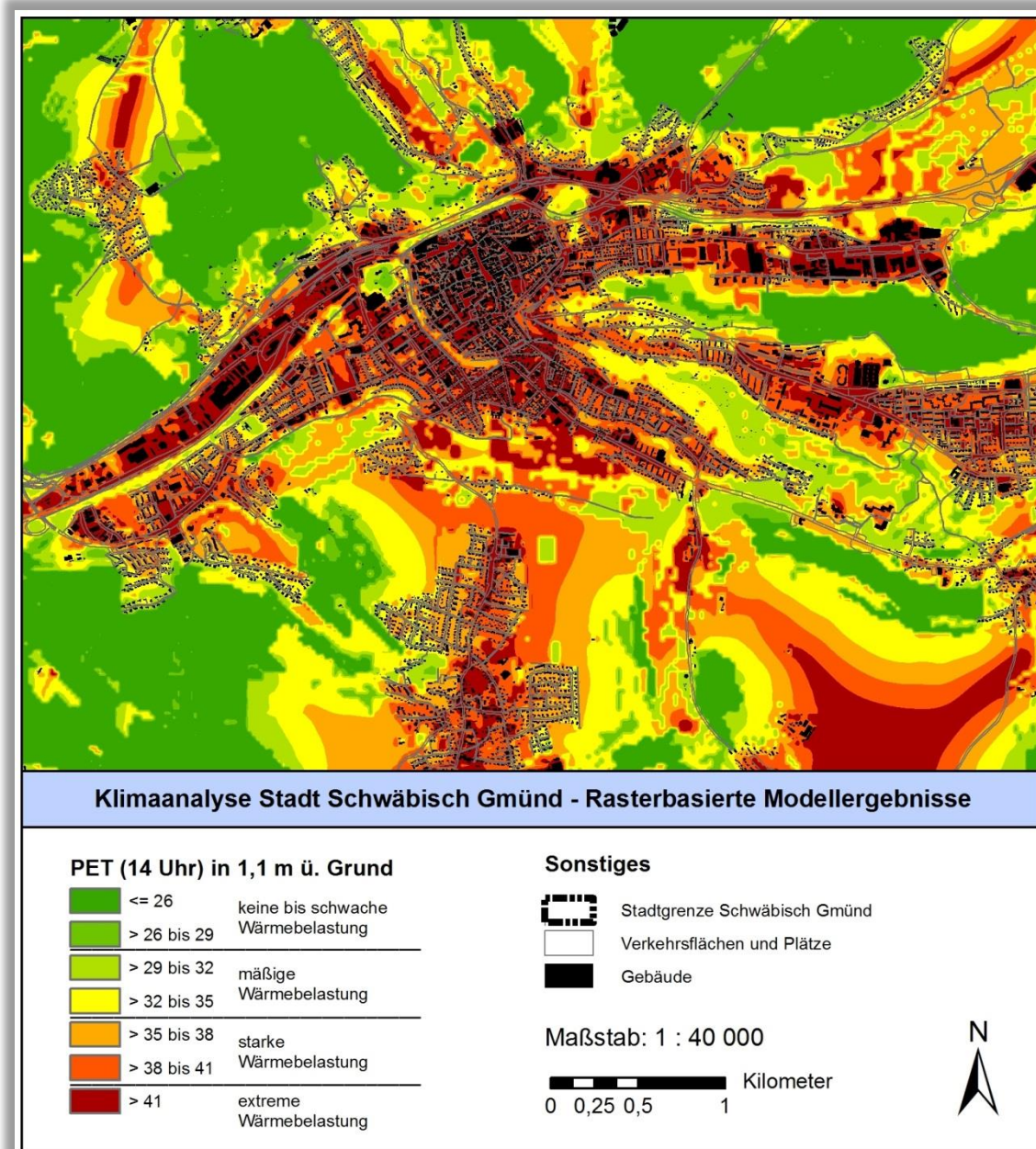


Abbildung 14: Physiologisch Äquivalente Temperatur in einem Ausschnitt des Stadtgebiets Schwäbisch Gmünd

Alle weiteren Flächen weisen unter den gegebenen Annahmen eines autochthonen Sommertags (keine Bewölkung, d.h. ungehinderte Einstrahlung) mindestens eine mäßige Wärmebelastung auf, wobei der Siedlungsraum größtenteils von einer starken Wärmebelastung betroffen ist. Die höchsten Werte werden über ausgedehnten Gleisarealen und im Straßenraum erreicht (bis zu mehr als 50 °C PET; extreme Wärmebelastung). Durch die ungehinderte Sonneneinstrahlung erreicht die thermische Belastung über unversiegelten Freiflächen ähnlich hohe Werte. Innerhalb der Kernstadt zeichnen sich städtische Grünanlagen wie der Stadtgarten oder der St. Leonhard Friedhof mit einer vergleichsweise geringen Wärmebelastung aus.



3.3 SYNTHESKARTEN

3.3.1 KLIMAANALYSEKARTE

Um Aussagen über Funktionszusammenhänge treffen zu können, müssen unterschiedliche Flächeneinheiten von Grünarealen einerseits und bebauten Bereichen andererseits in ihren klimatischen Merkmalen untereinander abgrenzbar sein. Zum Beispiel ist die Kaltluftlieferung von Grünflächen sehr unterschiedlich ausgeprägt, auch in den Siedlungsflächen kann die bioklimatische Situation je nach Bebauungsstruktur und Lage im Raum stark variieren. Um diese Heterogenität in der Klimaanalyse- bzw. Planungshinweiskarte darstellen zu können, wurden Blockflächen anhand ihrer Nutzungsinformationen unterschieden und ihnen jeweils die Ergebnisse der Klimaparameter aus der Modellrechnung zugeordnet (Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Kaltluftvolumenstromdichte, PET).

Die Klimaanalysekarte² bildet die Funktionen und Prozesse des nächtlichen Luftaustausches im gesamten Untersuchungsraum ab. Für Siedlungs- und Gewerbeflächen stellt sie die nächtliche Überwärmung dar, basierend auf der bodennahen Lufttemperatur in einer autochthonen Sommernacht um 04:00 Uhr morgens.

BIOKLIMATISCHE BELASTUNG IN DEN SIEDLUNGS- UND GEWERBEFLÄCHEN

Die nächtliche Überwärmung beruht auf dem Temperaturunterschied zu Grün- und Freiflächen im Stadtgebiet, die unter den angenommenen Bedingungen eine mittlere Lufttemperatur von rund 13,5 °C aufweisen. Der Wärmeinseleffekt ergibt sich als Abweichung von diesem Bezugswert und stellt somit eine geeignetere Kenngröße zur Erfassung des Stadtklimaeffekts dar als absolute Temperaturwerte.

Die mittlere nächtliche Lufttemperatur über allen Siedlungs- und Gewerbeflächen im Stadtgebiet liegt bei 16,1 °C. Bei Betrachtung der Flächenanteile zeigt sich, dass etwa zwei Drittel der bebauten Flächen eine Überwärmung unter 3 K aufweisen. Die übrigen Flächen erreichen bei steigender Überwärmung mit abnehmendem Flächenanteil Werte bis maximal 6,8 K (Tabelle 7). Die Anteile beziehen sich auf Siedlungs- und Gewerbeflächen innerhalb des Stadtgebiets, wobei aufgelockerte Areale mit Einzel- und Reihenhausbebauung tendenziell durch eine geringere und Gewerbeflächen sowie der Stadtkern durch eine stärkere Überwärmung geprägt sind.

Tabelle 7: Flächenanteile der nächtlichen Überwärmung im Siedlungs- und Gewerbebaum

Nächtlicher Wärmeinseleffekt [K]	Flächenanteil im Stadtgebiet [%]
bis 2	36,1
> 2 bis 3	30,2
> 3 bis 4	16,9
> 4 bis 5	10,2
> 5 bis 6	5,4
> 6	1,2

KALTLUFTPROZESSGESCHEHEN ÜBER GRÜN- UND FREIFLÄCHEN

In der Klimaanalysekarte werden Grün- und Freiflächen hinsichtlich ihres Kaltluftliefervermögens charakterisiert. Als Kaltluft produzierende Bereiche gelten insb. unversiegelte Freiflächen (z.B. Ackerflächen) sowie durch aufgelockerten Vegetationsbestand geprägte Grünflächen wie z.B. Parkareale,

² Die Klimaanalysekarte ersetzt nach VDI-Richtlinie 3787, Blatt 1 die ehemalige synthetische Klimafunktionskarte (VDI 2014).



Kleingärten und Friedhofsanlagen (sowohl innerhalb als auch außerhalb der Siedlungsräume), doch auch Wälder können als Kaltluftentstehungsgebiete fungieren. Für die Charakterisierung der Ausgleichsleistung wird in der Klimaanalysekarte der Kaltluftvolumenstrom herangezogen. Er drückt den Zustrom von Kaltluft aus den benachbarten Rasterzellen aus (vgl. Kap. 3.2.2). Auf den Grünflächen im Schwäbisch Gmünder Stadtgebiet beträgt die durchschnittliche Kaltluftvolumenstromdichte 57,8 m³/ms.

In der Klimaanalysekarte wird das Prozessgeschehen des Kaltlufthaushalts dargestellt, d.h. die Kaltluftvolumenstromdichte wird in Form quantitativer Angaben in abgestufter Flächenfarbe abgebildet, ohne eine Bewertung vorzunehmen (Abbildung 15). Zudem werden über Grün- und Freiflächen Flurwinde ab einer (als wirksam angesehenen) Windgeschwindigkeit von 0,1 m s⁻¹ durch Pfeilsignatur in Hauptströmungsrichtung gezeigt. Für eine vereinfachte Darstellung wurde das Windfeld in eine Zielauflösung von 200 m aggregiert.

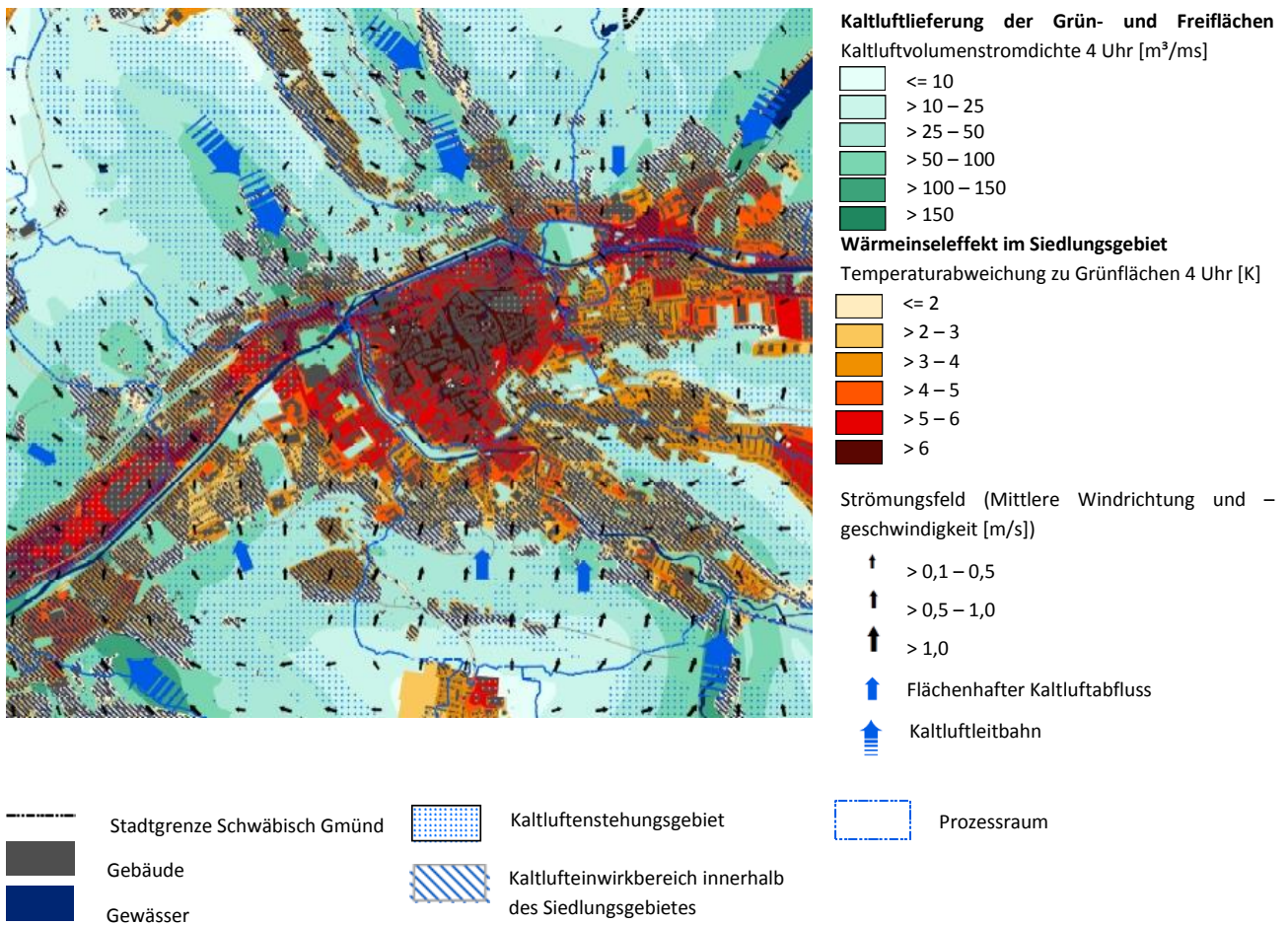


Abbildung 15: Klimaanalysekarte für einen Ausschnitt des Schwäbisch Gmünder Stadtgebietes

PROZESSRÄUME

Die Prozessräume wurden auf der Basis einer Einzugsgebietsanalyse nach King ausgewiesen. Als klimaökologische Prozessräume werden größere zusammenhängende Gebiete mit einem einheitlichen übergeordneten Strömungsmuster definiert. Der Prozessraum im Zentrum der Stadt wird aufgrund der geringen Reliefunterschiede vor allem durch dessen Thermik bestimmt, während die umliegenden Prozessräume überwiegend durch deren Relief geprägt sind. Die Prozessräume wurden in der Klimaanalysekarte flächendeckend für das gesamte Stadtgebiet definiert.

3.3.2 PLANUNGSHINWEISKARTE

Für das Stadtgebiet Schwäbisch Gmünds wurde eine Planungshinweiskarte (PHK) erstellt, welche sich sowohl auf die Tag- als auch Nachtsituation bezieht. In Anlehnung an die VDI-Richtlinien 3785, Blatt 1 bzw. 3787, Blatt 1 erfolgte eine Bewertung der bioklimatischen Belastung in Siedlungsflächen als Wirkungsraum bzw. der Bedeutung von Grünflächen als Ausgleichsraum (VDI 2008a, VDI 2014). Ausgehend von ihren Bewertungen werden den Flächen allgemeine Planungshinweise zugeschrieben.

STANDARDISIERUNG DER PARAMETER (Z-TRANSFORMATION)

Die Modellergebnisse und Klimaanalysekarten bilden das Prozessgeschehen in Form absoluter Werte ab – diese gelten jedoch nur für den Zustand einer autochthonen Sommerwetterlage. Die Bewertung in den Planungshinweiskarten fußt dagegen auf den relativen Unterschieden der meteorologischen Parameter zwischen den Flächen, um losgelöst von einer bestimmten Wetterlage Belastungen beschreiben und Planungshinweise ableiten zu können.

Für die qualitative Bewertung von Klimafaktoren bedarf es eines begründeten, nachvollziehbaren Maßstabes. Nicht immer ist ersichtlich, aufgrund welcher Kriterien eine Klassifizierung in Kategorien wie bspw. *Hoch* und *Niedrig* oder *Günstig* und *Ungünstig* erfolgt. In der VDI-Richtlinie 3785, Blatt 1 wird daher vorgeschlagen, einer Beurteilung das lokale bzw. regionale Wertenniveau der Klimaanalyse zugrunde zu legen und die Abweichung eines Klimaparameters von den mittleren Verhältnissen im Untersuchungsraum als Bewertungsmaßstab heranzuziehen (VDI 2008a).

Erstrebenswert wäre zudem, die Beurteilungskriterien sowohl mit der Ausprägung zusätzlich modellierter Variablen als auch mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen vergleichen zu können. Um eine solche Vergleichbarkeit herzustellen, wurden die Parameter über eine z-Transformation standardisiert. Rechnerisch bedeutet diese, dass von jedem Ausgangswert der Variablen das arithmetische Gebietsmittel abgezogen und durch die Standardabweichung aller Werte geteilt wird. Hieraus ergeben sich Bewertungskategorien, deren Abgrenzung durch den Mittelwert (= 0) und positive sowie negative Standardabweichungen (S_1) von diesem Mittelwert festgelegt sind (standardmäßig vier Bewertungskategorien durch Mittelwert, obere und untere S_1 -Schranke; Abbildung 16).

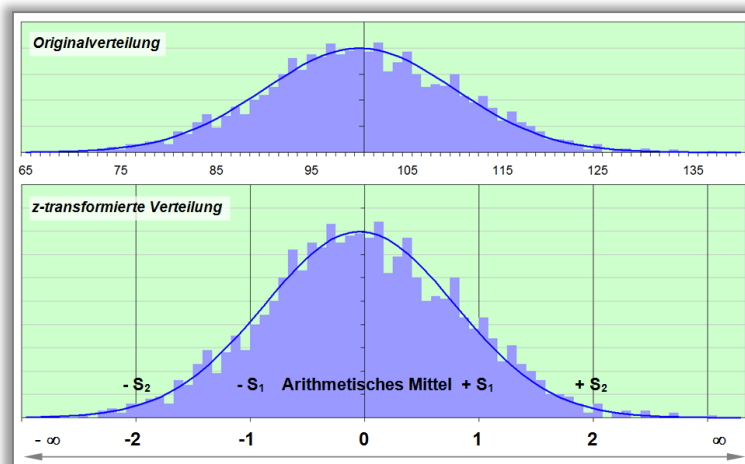


Abbildung 16: Veranschaulichung der Standardisierung zur vergleichenden Bewertung von Parametern (z-Transformation)

BEWERTUNG DER SIEDLUNGS- UND GEWERBEFLÄCHEN (WIRKRAUM)

Der Siedlungsraum stellt den primären Wirkungsraum des stadtklimatischen Prozessgeschehens dar. Im Folgenden wird die Herleitung der bioklimatischen Belastungssituation geschildert.



BEWERTUNG DER NACHTSITUATION

In der Nacht ist weniger der Aufenthalt im Freien Bewertungsgegenstand sondern vielmehr die Möglichkeit eines erholsamen Schlafes im Innenraum. Die VDI-Richtlinie 3787, Blatt 2 weist darauf hin, dass die „Lufttemperatur der Außenluft die entscheidende Größe“ für die Bewertung der Nachtsituation darstellt und näherungsweise ein direkter Zusammenhang zwischen Außen- und Innenraumluft unterstellt werden kann (VDI 2008b, 25). Als optimale Schlaftemperaturen werden gemeinhin 16 - 18 °C angegeben (UBA 2016), während Tropennächte mit einer Minimumtemperatur ≥ 20 °C als besonders belastend gelten. Eine mit der PET vergleichbare Bewertungsskala existiert für die nächtliche Situation im Innenraum (noch) nicht.

Für die Planungshinweiskarte erfolgte die räumlich differenzierte Bewertung der Nachtsituation daher über die nächtliche Überwärmung. Abweichend zur Klimaanalysekarte liegt der Bewertung eine z-Transformation zugrunde, um die relativen Unterschiede im Stadtgebiet zu erfassen. Dabei wurde die bioklimatische Belastung der Siedlungsflächen in vier Klassen von *Günstig* bis *Sehr ungünstig* eingeteilt (Tabelle 8). Auch Gewerbeflächen wurden hinsichtlich ihrer bioklimatischen Situation klassifiziert, doch spielt deren Belastungssituation aufgrund der geringen Betroffenenzahlen in der Nacht eine untergeordnete Rolle im Vergleich zu Wohnbauflächen.

BEWERTUNG DER TAGSITUATION

Zur Bewertung der Tagsituation wurde der humanbioklimatische Index PET um 14:00 Uhr herangezogen. Für die PET existiert in der VDI-Richtlinie 3787, Blatt 9 eine absolute Bewertungsskala, die das thermische Empfinden und die physiologische Belastungsstufen quantifizieren (vgl. Tabelle 6 auf S. 26; VDI 2004). Die Bewertung der thermischen Belastung im Stadtgebiet Schwäbisch Gmünd orientiert sich daran, basiert jedoch letztlich auf einer z-Transformation, um das Verhältnis zwischen den Flächen im Stadtgebiet darstellen zu können (wiederum in vier Klassen von *Günstig* bis *Sehr ungünstig*; Tabelle 8).

Tabelle 8: Einordnung der bioklimatischen Belastung im Siedlungs- und Gewerbebereich in der Nacht (Lufttemperatur T_a) sowie am Tage (PET) und Flächenmittelwert sowie Standardabweichung (sd) der meteorologischen Parameter für die entsprechenden Flächen im Stadtgebiet Schwäbisch Gmünds

Mittlerer z-Wert		T_a [°C] (04:00 Uhr)	PET [°C] (14:00 Uhr)	Qualitative Einordnung
T_a	PET			
bis -0,3	bis -1,0	bis 15,5	bis 34,1	1 = Günstig
> -0,3 bis 0,5	> -1 bis 0	> 15,5 bis 16,9	> 34,1 bis 37,8	2 = Mittel
> 0,5 bis 1,3	> 0 bis 1,0	> 16,9 bis 18,2	> 37,8 bis 41,5	3 = Ungünstig
> 1,3	> 1,0	> 18,2	> 41,5	4 = Sehr ungünstig
Mittelwert (\pm sd)		16,1 (\pm 1,7)	37,8 (\pm 3,7)	

Die bioklimatische Bewertung am Tage ist ein Maß für die Aufenthaltsqualität in den Siedlungsflächen außerhalb von Gebäuden. Dieses übt einen gewissen Einfluss auf die Situation innerhalb der Gebäude aus, doch hängt das Innenraumklima von vielen weiteren Faktoren ab und kann hier nicht bestimmt werden.

GESAMTBEWERTUNG DER SIEDLUNGS- UND GEWERBEFLÄCHEN

Zur Beurteilung der Gesamtsituation in den Siedlungs- und Gewerbeflächen sind die Einzelergebnisse der Tag- und Nachtsituation aggregiert worden. Aufgrund des ordinalen Skalenniveaus der Bewertungsstufen ist eine statistische Mittelwertbildung mathematisch nicht zulässig. Daher erfolgte eine gutachterliche



Zuordnung, welche Klassenkombination zu welchem Ergebnis führt. Die Klassifizierung der Gesamtsituation lässt sich dabei wie folgt beschreiben:

- 1 **Sehr günstige bioklimatische Situation**
- 2 **Günstige bioklimatische Situation**
- 3 **Weniger günstige bioklimatische Situation**
- 4 **Ungünstige bioklimatische Situation**
- 5 **Sehr ungünstige bioklimatische Situation**

Die Berechnung erfolgt separat für Siedlungs- und Gewerbeflächen. In Siedlungsflächen ist ein erholsamer Schlaf für die menschliche Gesundheit relevanter anzusehen als die thermische Belastung am Tage, da die Anpassungskapazität der Bevölkerung an Hitzestress grundsätzlich höher einzustufen ist. Daher geht die nächtliche Überwärmung stärker gewichtet in die Berechnung ein (Tabelle 9 links)³. In der Berechnung der Gesamtsituation für Gewerbeflächen wird die Tagsituation stärker gewichtet. Gewerbeflächen werden vorwiegend tagsüber genutzt, sodass die thermische Belastung am Tage die entscheidende Rolle spielt (Arbeit im Freien, Arbeitswege, Innenraumklima, etc.). Auch nachts werden Gewerbeflächen genutzt, jedoch sollten selbst in Tropennächten die Lufttemperaturen keine gesundheitliche Belastung für die Arbeitskräfte darstellen. Da die nächtliche Überwärmung jedoch einen Einfluss darauf hat, ob bzw. inwieweit ein Gebäude nachts abkühlen kann (sodass die Vorbelastung für den nächsten Arbeitstag geringer ist), geht sie ebenfalls in die Berechnung für Gewerbeflächen ein (Tabelle 9 rechts).

Tabelle 9: Verrechnungsvorschriften zur Verknüpfung der Bewertung von Tag- und Nachtsituation für Siedlungsflächen (links) sowie Gewerbeflächen (rechts)

Siedlungs- flächen		Nächtliche Überwärmung			
		1	2	3	4
PET 14 Uhr	1	1	2	3	3
	2	1	2	3	4
	3	2	3	4	4
	4	3	3	4	5

Gewerbe- flächen		Nächtliche Überwärmung			
		1	2	3	4
PET 14 Uhr	1	1	1	1	2
	2	2	2	2	3
	3	3	3	3	4
	4	4	4	4	5

BEWERTUNG DER GRÜN- UND FREIFLÄCHEN (AUSGLEICHSRAUM)

Im Gegensatz zur Klimaanalysekarte stehen in der Planungshinweiskarte die stadtklimatische Bedeutung von Grünflächen sowie die Ableitung deren Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen im Mittelpunkt. Zur Bewertung der klimaökologischen Charakteristika bedarf es in Hinblick auf planungsrelevante Belange einer Analyse der vorhandenen Wirkungsraum-Ausgleichsraum-Systeme im Untersuchungsgebiet. Kaltluft, die während einer Strahlungsnacht innerhalb der Freiräume entsteht, kann nur dann von planerischer Relevanz sein, wenn den Flächen ein entsprechender Siedlungsraum zugeordnet ist, der von ihren Ausgleichsleistungen profitieren kann. Für die Bewertung der bioklimatischen Bedeutung von grünbestimmten Flächen wurde ein teilautomatisiertes Verfahren angewendet, das sich wie folgt skizzieren lässt.

Die Grünflächen wurden für die Tag- und Nacht-Situation getrennt bewertet und in der Gesamtbewertung in vier Stufen von *Keine* bis *Sehr hohe bioklimatische Bedeutung* eingeteilt. Die Bewertung ist

³ Weist eine Fläche z.B. die Kombination PET = 3 (Ungünstig) und Überwärmung = 1 (Günstig) auf, so wird sie insgesamt mit der Klasse 2 (*Günstig*) bewertet, während der umgekehrte Fall zur Klasse 3 (*Weniger günstig*) führt (PET = 1 und Überwärmung = 3).



anthropozentrisch ausgerichtet, d.h. Flächen, die für den derzeitigen Siedlungsraum keine Funktion erfüllen bzw. keinen Ausgleichsraum darstellen, wurden gering bewertet. Im Falle zusätzlicher Bebauung im Bereich dieser Flächen kann sich deren Funktion ändern und muss ggf. neu bewertet werden.

BEWERTUNG DER GRÜNFLÄCHEN IN DER NACHT

Für die Bewertung von Grünflächen in der Nacht rückt der Kaltlufthaushalt in den Fokus. So erhielten Grünflächen als Teil einer Kaltluftleitbahn die höchste Bedeutung. Auch die Menge der über einer Fläche strömenden Kaltluft spielt eine Rolle. Dazu wurde der Kaltluftvolumenstrom via z-Transformation in vier Klassen von *Gering* bis *Sehr hoch* eingeteilt (Tabelle 10). Zusätzlich wurde die Entfernung zu belasteten Siedlungsräumen berücksichtigt.

Tabelle 10: Einordnung des Kaltluftvolumenstroms (z-Transformation)

Mittlerer z-Wert	Kaltluftvolumenstromdichte (04:00 Uhr) [$\text{m}^3 \text{m}^{-1} \text{s}^{-1}$ pro]	Qualitative Einordnung
bis -0,7	$\leq 25,5$	Gering
> -0,7 bis 0	> 25,5 bis 57,8	Mittel
> 0 bis 0,7	> 57,8 bis 90,2	Hoch
> 0,7	> 90,2	Sehr hoch

Im Einzelnen wurde folgender Bewertungsschlüssel verwendet (siehe vereinfachte Darstellung in Abbildung 17):

Sehr hohe bioklimatische Bedeutung (4)

- Grünflächen, die Teil einer *Kaltluftleitbahn* oder eines *flächenhaften Kaltluftabflusses* sind
Leitbahnen und Kaltluftabflüsse verbinden Kaltluftentstehungsgebiete (Ausgleichsräume) und Belastungsbereiche und sind somit elementare Bestandteile des Luftaustausches. Die Ausweisung der Leitbahn- und Kaltluftabflussbereiche erfolgt manuell und orientiert sich an der Ausprägung des autochthonen Strömungsfeldes der FITNAH-Simulation.
- Freiflächen bzw. ≥ 1 ha große Grünflächen, die im Bereich von Siedlungsflächen mit *sehr ungünstiger* oder *ungünstiger* (bis 250 m Entfernung) bzw. *mittleren bioklimatischen Situation* liegen (bis 100 m).
Grünflächen im Umfeld belasteter Siedlungsräume kommt grundsätzlich eine hohe Bedeutung zu. Zusätzlich zu ihrem Kaltluftliefervermögen wirken sie ausgleichend auf das thermische Sonderklima in ihrem meist dicht bebauten Umfeld. Je stärker der Siedlungsraum belastet ist, desto wichtiger sind Grünflächen als Ausgleichsflächen, sodass die tolerierbare Entfernung zu diesen entsprechend gewichtet wurde. Je größer eine Grünfläche ist, desto weiter reichen ihre ausgleichenden Effekte in das angrenzende Siedlungsgebiet (vgl. Kuttler 2011).

Hohe bioklimatische Bedeutung (3)

- Grünflächen, die direkt an die Flächen aus a) angrenzen bzw. nur durch Wege oder schmale Straßen voneinander abgegrenzt sind.
- Freiflächen bzw. Grünflächen ≥ 1 ha, die im Bereich von Siedlungsflächen mit *sehr ungünstiger* oder *ungünstiger* (> 250 bis 500 m Entfernung) bzw. *mittleren bioklimatischen Situation* liegen (> 100 bis 250 m).
- Grünflächen < 1ha mit mindestens *mittleren Kaltluftvolumenstrom (KVS)* im Nahbereich von Siedlungsflächen mit *sehr ungünstiger* oder *ungünstiger* (bis 250 m Entfernung) bzw. *mittleren bioklimatischen Situation* (bis 100m).



- f) Jeweils ≥ 1 ha große Grünflächen mit *sehr hohem* bzw. Freiflächen mit mindestens *hohem KVS* und Siedlungsbezug (außerhalb des in d)) genannten Entfernungsbereichs, jedoch in maximal 1 km Entfernung zu Siedlungsgebieten).

Auch ohne Leitbahn-Funktion während autochthoner Sommernächte und direkten Siedlungsbezug können Grünflächen, darunter insb. Freiflächen, während anderer Wetterlagen eine wichtige Rolle für die Durchlüftung einer Stadt einnehmen.

Mittlere bioklimatische Bedeutung (2)

- g) Straßenbegleitgrün im Nahbereich belasteter Siedlungsflächen (vgl. b)).

Straßenbegleitgrün ist i.d.R. eine kleine Grünfläche, die bei dichtem Bestand ggf. sogar ein Hindernis in Bezug auf die Durchströmbarkeit darstellen kann. Tagsüber sorgt es für Verschattung, sodass sich Straßen, Plätze und Parkplätze weniger stark aufheizen und entsprechend in der Nacht weniger Wärme abgeben.

- h) Grünflächen < 1 ha mit *geringem KVS* im Bereich von Siedlungsflächen mit *sehr ungünstiger* oder *ungünstiger* (bis 250 m Entfernung) bzw. *mittleren bioklimatischen Situation* (bis 100 m).

Innerhalb vom Belastungsräumen sind auch Grünflächen ohne Funktion für den Kaltlufthaushalt wertvoll, da sie sich am Tage weniger stark aufheizen und entsprechend in der Nacht weniger Wärme abgeben.

- i) Grünflächen < 1 ha mit mindestens *mittleren KVS* im Umfeld von Siedlungsflächen mit *sehr ungünstiger* oder *ungünstiger* (> 250 m bis 500 m Entfernung) bzw. *mittleren bioklimatischen Situation* (> 100 m bis 250 m).

- j) Jeweils ≥ 1 ha große Grünflächen mit *mittleren* oder *hohem KVS* bzw. übrige Freiflächen mit Siedlungsbezug (vgl. f)).

- k) Übrige Grünflächen, die kein anderes Kriterium erfüllen und einen *Hohen Kaltluftvolumenstrom* aufweisen.

Geringe bioklimatische Bedeutung (1)

- l) Übrige Grünflächen, die keine der genannten Kriterien erfüllen.

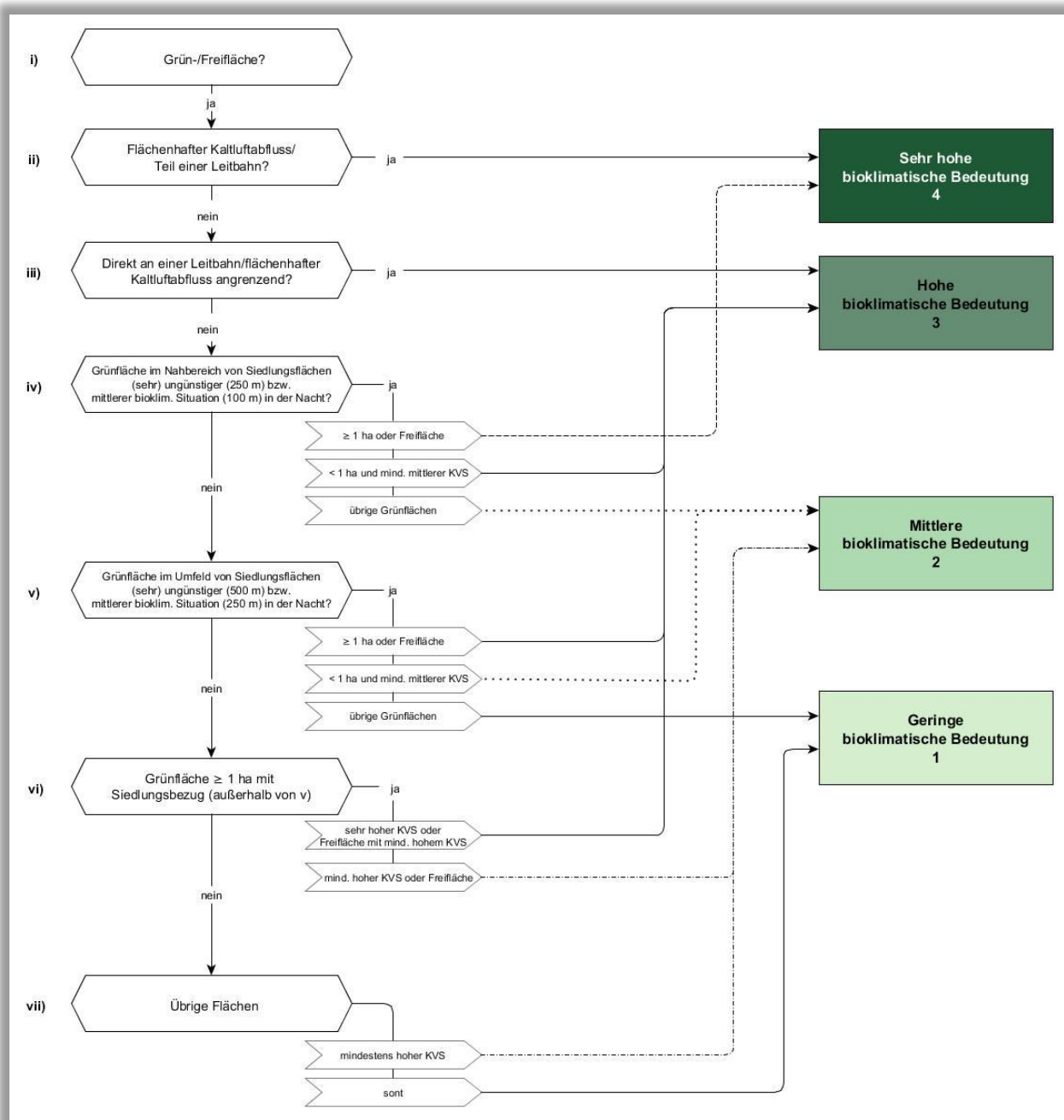


Abbildung 17: Bewertungsschema zur bioklimatischen Bedeutung von Grünflächen in der Nacht

BEWERTUNG DER GRÜNFLÄCHEN AM TAGE

Für den Tag basiert die Bewertung der Grünflächen hauptsächlich auf der Bedeutung für die Stadtbevölkerung aufgrund ihrer Zugänglichkeit und Beschaffenheit und zum Teil auf der Entfernung zu belasteten Siedlungs- und Gewerberäumen. Insbesondere Bäume können durch ihren Schattenwurf für ein angenehmeres Aufenthaltsklima sorgen, da dieser den Strahlungseinfluss deutlich vermindert. Aus diesem Grund wurde z.B. Wäldern eine hohe Bedeutung zugewiesen. Im Unterschied zur Nachtsituation ist eine möglichst hohe Aufenthaltsqualität auch im Umfeld von Gewerbeflächen relevant, um den Beschäftigten Rückzugsorte zu bieten. Im Einzelnen liegt der Einstufung folgender Bewertungsschlüssel zugrunde (siehe vereinfachte Darstellung in Abbildung 18):

Sehr hohe bioklimatische Bedeutung (4)

Hauptausgleichsraum mit *sehr hoher Bedeutung* für die gesamte Stadtbevölkerung (frei zugänglich, Wald/-Parkklimatop, hohe Kapazität).



Hohe bioklimatische Bedeutung (3)

Ausgleichsraums mit Bedeutung für Teile der Stadtbevölkerung (nicht frei zugänglich und/oder weniger gutes Mikroklima, geringere Kapazität, Sportplätze, Friedhöfe). In fußläufiger Entfernung zu thermisch belasteten Siedlungsflächen⁴ (300 m).

Je stärker die bioklimatische Belastung im Siedlungsgebiet, desto wichtiger ist eine für alle Bevölkerungsgruppen fußläufige Erreichbarkeit schattenspendender Grünflächen als Rückzugsorte, sodass die tolerierbare Entfernung zu diesen gewichtet wurde. Maßgeblich für die Aufenthaltsqualität ist die Existenz ausreichend beschatteter Flächen, d.h. ein gewisser Verschattungsanteil sollte vorhanden sein.

Mittlere bioklimatische Bedeutung (2)

Ausgleichsräume, die (3) entsprechen allerdings nicht in fußläufiger Entfernung zu thermisch belasteten Siedlungsflächen (>300 m) liegen.

Geringe bioklimatische Bedeutung (1)

Potentialraum mit geringer Bedeutung wie Straßenbegleitgrün, Abstandsgrün und vegetationslose Flächen wie beispielsweise Ackerland.

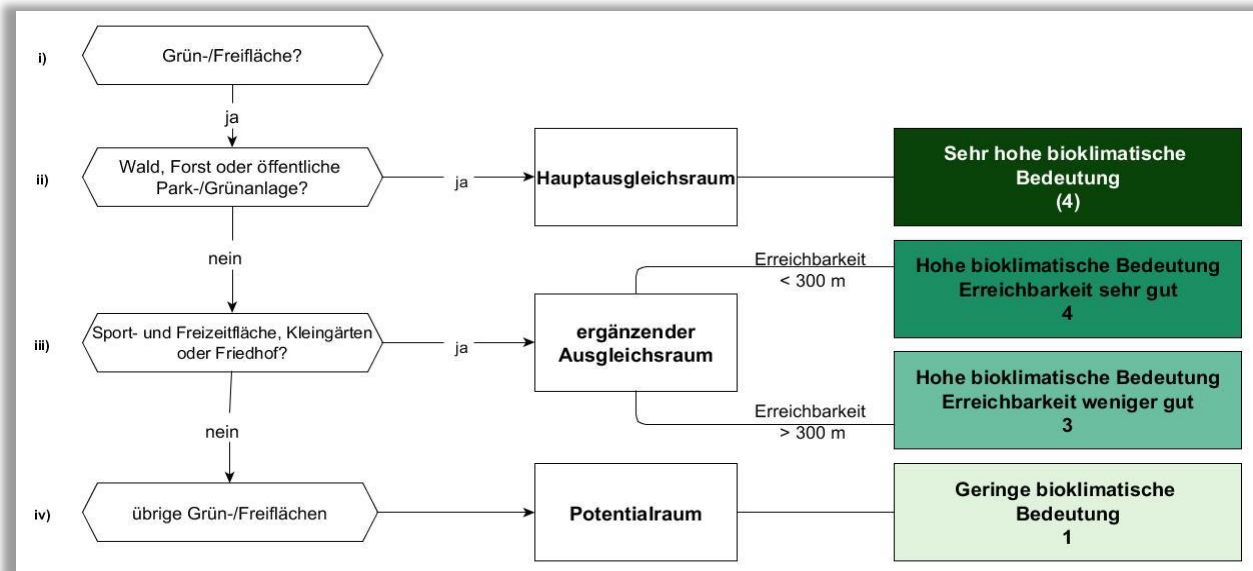


Abbildung 18: Bewertungsschema zur bioklimatischen Bedeutung von Grünflächen am Tage

GESAMTBEWERTUNG DER GRÜN- UND FREIFLÄCHEN

Analog zu den Siedlungsflächen wurde für die Gesamtsituation der Grün- und Freiflächen eine fünfte Stufe zur besseren Differenzierung der Grünflächen eingeführt. Die Bewertung der Grünflächen in der Gesamtsituation erfolgt nach demselben Schlüssel wie bei den Siedlungsflächen, d.h. die Bedeutung von Grünflächen in der Nacht wird stärker gewichtet als am Tag (Tabelle 11). Zusätzlich bekommen Grünflächen, die Teil einer Leitbahn sind, unabhängig von der Tagsituation automatisch die höchste bioklimatische Bedeutung zugewiesen, um dem besonderen Stellenwert des Kaltluftprozessgeschehens für das Stadtklima Rechnung zu tragen. Grünflächen, die Teil von flächenhaften Kaltluftabflüssen sind oder an

⁴ Eine sehr gute bzw. gute fußläufige Erreichbarkeit wird über eine maximale Wegstrecke von 10min definiert. Bei einer angenommenen Gehgeschwindigkeit von 1 m s⁻¹ (3,6 kmh⁻¹) entspricht dies einer Entfernung von ca. 300 m. Vereinfachend bezieht sich diese auf die Luftlinie ohne die tatsächliche Wegeführung zu berücksichtigen (Ampeln, kein Durchgang, etc.).



Kaltluftleitbahnen angrenzen, bekommen automatisch eine *hohe bioklimatische Bedeutung* zugewiesen, sofern Sie nicht bereits die Kriterien für eine höchste bioklimatische Bedeutung erfüllen.

Damit ergeben sich in der Planungshinweiskarte folgende Bewertungsklassen für Grünflächen:

- 1 Keine bioklimatische Bedeutung**
- 2 Geringe bioklimatische Bedeutung**
- 3 Mittlere bioklimatische Bedeutung**
- 4 Hohe bioklimatische Bedeutung**
- 5 Sehr hohe bioklimatische Bedeutung**

Tabelle 11: Verrechnungsvorschrift zur Verknüpfung der Bewertung von Tag- und Nachtsituation für Grünflächen

Grünflächen		Bedeutung in der Nacht			
		1	2	3	4
Bedeutung am Tag	1	1	2	3	3
	2	1	2	3	4
	3	2	3	4	5
	4	3	3	4	5

KALTLUFTHAUSHALT

Neben der Bewertung von Siedlungs- und Grünflächen spielt auch der Kaltlufthaushalt in der Planungshinweiskarte eine entscheidende Rolle. In diesem Abschnitt werden Kaltluftleitbahnen, flächenhafte Kaltluftabflüsse und Einwirkbereiche näher betrachtet.

Kaltluftleitbahnen verbinden Kaltluftentstehungsgebiete (Ausgleichsräume) und Belastungsbereiche (Wirkungsräume) miteinander und sind somit elementarer Bestandteil des Luftaustausches. Die Ausweisung der Leitbahnbereiche orientiert sich am autochthonen Strömungsfeld der FITNAH-Simulation. Als geeignete Oberflächenstrukturen innerhalb von Siedlungsräumen, die ein Eindringen von Kaltluft in die Bebauung erleichtern, dienen sowohl gering bebaute vegetationsgeprägte Freiflächen, Kleingärten und Friedhöfe als auch Gleisareale, Wasserflächen und breite Straßenräume. Da Leitbahnen selbst ebenfalls Kaltluft produzieren können, lassen sich Freiflächen, von denen Kaltluft direkt in die Bebauung strömt, nicht immer trennscharf abgrenzen von Leitbahnen, die als mehr oder weniger reine „Transportwege“ fungieren. Kaltluftleitbahnen sind vorwiegend thermisch induzierte und auf das Siedlungsgebiet ausgerichtete linienhafte Strukturen, die Flurwinde in das Stadtgebiet hineintragen. Zusätzlich werden die thermisch induzierten Winde durch das Relief im Schwäbisch Gmünder Stadtgebiet verstärkt: So befinden sich viele Leitbahnen in Talbereichen und sind durch besonders hohe Kaltluftvolumenströme gekennzeichnet (z.B. Waldstetter Bach).

Insgesamt sind 9 Kaltluftleitbahnen ausgewiesen, die aufgrund ihrer Lage und Charakteristika als besonders wichtig für die großräumige Durchlüftung des Schwäbisch Gmünder Stadtgebiets gesehen werden (Tabelle 12). Die Schwäbisch Gmünder Leitbahnen sind mind. 50 m breit, haben einen überdurchschnittlich hohen Kaltluftvolumenstrom, eine Fließgeschwindigkeit von mind. 0,3 m/s und sind zum wärmebelasteten Siedlungsraum ausgerichtet.



Tabelle 12: Ausgewiesene Kaltluftleitbahnen bzw. Kaltluftleitbahnbereiche im Schwäbisch Gmünder Stadtgebiet

Nummer	Lage / Benennung	Nummer	Lage / Benennung
1	Remstal	6	Wetzgauer Bach
2	Deutenbachtal/Heuselbach	7	Schießtal
3	Taubental	8	Tobelbach
4	Waldstetter Bach	9	Eselsbach
5	Bettringer Bach		

Neben den Kaltluftleitbahnen als linienhafte Strukturen gibt es auch Kaltluftabflüsse, welche flächenhaft über unbebauten Hangbereichen auftreten. Für das Stadtgebiet Schwäbisch Gmünds spielen diese wegen der größeren Reliefunterschiede eine wichtige Rolle. Aufgrund der vergleichsweise höheren Dichte von Kaltluft setzt diese sich, dem Gefälle folgend, hangabwärts in Bewegung. Durch diese „Beschleunigung“ weisen Kaltluftabflüsse meist höhere Strömungsgeschwindigkeiten auf als Flurwinde, die sich aufgrund des Temperaturunterschiedes zwischen kühlen Freiflächen und überwärmter Bebauung einstellen.

Flächenhafte Kaltluftabflüsse treten im Stadtgebiet in den Bereichen südlich der Mutlanger Heide, in Bettringen sowie am Gewerbe und Industriepark Guglingen, nördlich und südlich von Straßdorf und südlich des Gmünder Hallenbads auf. Außerdem sind derartige Kaltluftabflüsse in den Gebieten Schirenhof, nördlich und südlich des Technikpark West, südlich Wustenriet sowie zwischen der B29 und der Herlikofer Straße östlich der Finanzschule zu finden. Auch die Ortslagen Mutlangen, nördlich und südlich von Lindach, Herlikofen, Hussenhofen, Hirschmühle, Zimmern, Bargau, Waldstetten und Degenfeld sowie die Freifläche im Waldareal zwischen Tannbach und Beutenbach profitieren von flächenhaften Kaltluftabflüssen. Hinzu kommen Kaltluftabflüsse in den Gebieten Metlangen, Rechberg, Reitprechts, westlich Kleindeinbach, im Lindenfeld und im Gebiet nord-westlich von Weiler in den Bergen.

Daneben gibt es viele Bereiche, die zwar weder als Kaltluftleitbahn noch als Kaltluftabfluss ausgewiesen wurden, in denen die Flurwinde lokal dennoch eine wichtige Durchlüftungsfunktion erfüllen (siehe Strömungsfeld in Abbildung 11 in Kap. 3.2.2).

Für den Siedlungsraum wurde ein sogenannter Kaltlufteinwirkbereich ausgewiesen, welcher das bodennahe Ausströmen der Kaltluft aus den Grünflächen in die angrenzende Bebauung während einer sommerlichen Strahlungswetternacht kennzeichnet. Die Methodik für die Definition des Kaltlufteinwirkbereichs ist abhängig vom Prozessgeschehen. Der Stadtkern weist einen verhältnismäßig geringen Kaltlufteinwirkbereich auf, während die Randbereiche des Stadtgebietes gut durchlüftet werden. Als Einwirkbereich sind diejenigen Siedlungsräume definiert, welche klimaökologisch wirksame Flurwinde von mindestens 0,2 m/s aufweisen oder von einem überdurchschnittlich hohen Kaltluftvolumenstrom von mindestens 55 m³/ms durchflossen werden. Mit wenigen Ausnahmen (meist Gewerbeflächen und der Kernstadtbereich) wird diese Bedingung flächendeckend erfüllt, was u.a. auch auf eine lockere Bebauung mit Einzel- und Reihenhäuser zurückzuführen ist.

ERGEBNISSE

Die Planungshinweiskarte für die Ist-Situation ist in der Abbildung 19 dargestellt. Die bioklimatische Situation der Schwäbisch Gmünder Siedlungsflächen ist mit einem Flächenanteil von 26 und 31 % aktuell großflächig sehr günstig bzw. günstig ausgeprägt, jeweils knapp ein Viertel der Flächen sind jedoch auch als ungünstig oder sehr ungünstig zu bewerten (Tabelle 13). Bei einer günstigen bioklimatischen Situation handelt es sich größtenteils um locker bebaute Bereiche und/oder gut durchlüftete Areale in der Nähe von



Kaltluftleitbahnen, Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situationen sind in diesen Gebieten nicht notwendig. Allerdings gibt es auch Einzel- und Reihenhäuser mit einer ungünstigen bioklimatischen Situation; dies betrifft vor allem Gebäude, die in unmittelbarer Nähe zu Gewerbegebieten liegen und/oder bspw. durch angrenzende Waldareale einen geringen Luftaustausch erfahren. Ein weiterer Grund kann eine Südhanglage sein, da diese tagsüber einer starken Sonneneinstrahlung (und damit einer hohen PET) ausgesetzt ist. Ungünstige Bedingungen machen derzeit einen Flächenanteil von 18 % aus und treten verstärkt auf Gewerbeflächen und in der Innenstadt in Erscheinung. Letzteres gilt auch für die sehr ungünstigen thermischen Bedingungen, welche einen Flächenanteil von 6 % ausmachen. Bedingt durch den Klimawandel ist zukünftig ein vermehrtes Auftreten der weniger günstigen bis sehr ungünstigen thermischen Bedingungen zu erwarten. Die Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen wird sich demzufolge verstärken und Maßnahmen zur Klimaanpassung gewinnen an Bedeutung.

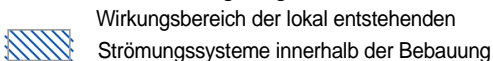
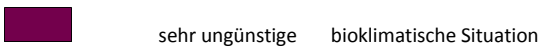
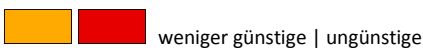
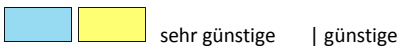


Ausgleichsräume Grün- und Freiflächen

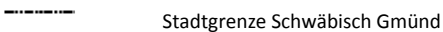


keine | geringe | mittlere | hohe | sehr hohe
bioklimatische Bedeutung

Wirkungsräume Siedlungs- und Gewerbeflächen



Sonstiges



Luftaustausch

Strömungsfeld (Mittlere Windrichtung und -geschwindigkeit [m/s])

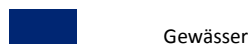
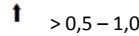
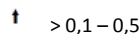


Abbildung 19: Planungshinweiskarte für einen Ausschnitt des Schwäbisch Gmünder Stadtgebiets



Tabelle 13: Bioklimatische Situation im Wirkungsraum und abgeleitete Planungshinweise

Bewertung der Siedlungsflächen	Flächenanteil [%]	Allgemeine Planungshinweise
1 = Sehr günstig	26	Geringe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Keine Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation notwendig. Eingriffe sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen. Der Vegetationsanteil sollte erhalten werden.
2 = Günstig	31	Mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Keine Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation notwendig. Eingriffe sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen und die Baukörperstellung beachtet werden. Der Vegetationsanteil sollte erhalten werden.
3 = Weniger günstig	19	Mittlere bis hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen. Nachverdichtungen sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen und die Baukörperstellung beachtet sowie möglichst eine Erhöhung des Vegetationsanteils angestrebt werden.
4 = Ungünstig	18	Hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig. Sie sollten sich sowohl auf die Tag- als auch Nachtsituation auswirken. Nachverdichtungen sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen („Entkopplung“) und eine Verbesserung der Durchlüftung sowie möglichst eine Erhöhung des Vegetationsanteils angestrebt werden.
5 = Sehr ungünstig	6	Sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig und prioritär. Sie sollten sich sowohl auf die Tag- als auch Nachtsituation auswirken. Es sollte keine weitere Verdichtung (insb. zu Lasten von Grün-/Freiflächen) erfolgen, stattdessen der Erhalt der Freiflächen und eine Verbesserung der Durchlüftung sowie möglichst eine Erhöhung des Vegetationsanteils bzw. Entsiegelungsmaßnahmen angestrebt werden.

Etwa 14 % der Schwäbisch Gmünder Grünflächen kommt aktuell eine hohe bis sehr hohe bioklimatische Bedeutung zu (Tabelle 14). Bei diesen Flächen handelt es sich vor allem um Leitbahnbereiche oder andere Gebiete mit hohen Kaltluftvolumenströmen (meist Freiflächen), Waldareale, sowie innerstädtische Grünflächen in der Nähe von belasteten Siedlungsräumen. Knapp ein Viertel der Schwäbisch Gmünder weisen keine bis geringe bioklimatische Bedeutung auf, d.h. sie erfüllen für den derzeitigen Siedlungsraum keine oder nur geringe Funktion bzw. stellen für diesen keinen/ergänzenden Ausgleichsraum dar – mehrheitlich handelt es sich dabei um siedlungsferne Grünflächen. Die Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung ist nicht oder nur gering gegeben, generell gilt, dass im Falle einer Bebauung der Flächen selbst bzw. in ihrer Umgebung die Bewertung neu vorgenommen werden muss. In Zukunft wird die bioklimatische Bedeutung von Grünflächen tendenziell zunehmen, insbesondere vor dem Hintergrund einer stärkeren Belastungssituation im Siedlungskörper.



Tabelle 14: Bioklimatische Bedeutung der Ausgleichsräume und abgeleitete Planungshinweise

Bedeutung der Grünflächen	Flächenanteil [%]	Allgemeine Planungshinweise
1 = Keine	2	Flächen stellen für die gegenwärtige Siedlungsstruktur keine relevanten Klimafunktionen bereit und weisen keine Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung auf. Bauliche Eingriffe sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Im Falle einer Bebauung auf den Flächen selbst bzw. in ihrer näheren Umgebung sollte die Bewertung neu vorgenommen werden.
2 = Geringe	21	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur ergänzende klimaökologische Ausgleichsräume mit einer geringen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Die angrenzende Bebauung profitiert von den bereit gestellten Klimafunktionen, ist in aller Regel aber nicht auf sie angewiesen. Bauliche Eingriffe sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Im Falle einer Bebauung auf den Flächen selbst bzw. in ihrer näheren Umgebung sollte die Bewertung neu vorgenommen werden.
3 = Mittlere	63	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur wichtige klimaökologische Ausgleichsräume mit einer mittleren Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Bauliche Eingriffe sollten unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen und eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung angestrebt werden.
4 = Hohe	10	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur wichtige klimaökologische Ausgleichsräume mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Bauliche Eingriffe sollten äußerst maßvoll bzw. unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung sollte angestrebt und zur Optimierung der Ökosystemdienstleistung ggf. eine Vernetzung mit benachbarten Grün-/Freiflächen erreicht werden (Grünverbindungen).
5 = Sehr hohe	4	Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur besonders wichtige klimaökologische Ausgleichsräume mit einer sehr hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Bauliche Eingriffe sollten gänzlich vermieden oder, sofern bereits planungsrechtlich vorbereitet, unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung sollte angestrebt und zur Optimierung der Ökosystemdienstleistung ggf. eine Vernetzung mit benachbarten Grün-/Freiflächen erreicht werden (Grünverbindungen).

3.3.3 KARTE ZUR KLIMAÖKOLOGISCHE BEWERTUNG DER PERSPEKTIVFLÄCHEN UND BAULÜCKEN

ALLGEMEINES VORGEHEN

Die klimaökologische Bewertung der Perspektivflächen und Baulücken basiert auf den Ergebnissen der Stadtklimaanalyse und deren anschließende Bewertung in der Planungshinweiskarte. Hierfür wurde die Lage der Perspektivflächen in den Bewertungskategorien der Planungshinweiskarte untersucht und in Abhängigkeit ihrer zukünftigen Nutzungsart ausgewertet (vgl. Tabelle 15). Die Planungshinweiskarte unterteilt die Stadtfläche in Ausgleichsräume (Grünflächen) als auch Wirkungsräume (Siedlungsfläche). Die FNP-Perspektivflächen sind im gegenwärtigen Zustand zum größten Teil noch unbebaut und gehören daher überwiegend zum Ausgleichsraum. Einige wenige Flächen sind bereits bebaut (bspw. „Wohnen an der Rems“) und sollen umstrukturiert werden. Für die Baulücken wurde eine klimaökologische Bewertung nur dann vorgenommen, wenn die Fläche $\geq 0,5$ ha betrug.



Grünflächen mit sehr hoher bioklimatischen Bedeutung wurden unabhängig von der geplanten Bebauung grundsätzlich in die höchste Flächenkategorie eingestuft. In den weiteren Bewertungsstufen wurde die kategorische Einordnung der Perspektivflächen und Baulücken in Abhängigkeit der zukünftigen Nutzungstypen getroffen. Für Grünflächen mit geringer bioklimatischer Bedeutung beispielsweise werden Gewerbeflächen aufgrund ihres erhöhten Versiegelungsgrades und Bauvolumens in eine höhere Flächenkategorie eingestuft als Einzel- und Reihenhausbebauung. Auch für Zeilen- und Hochhausbebauung wird auf diesen Flächen kein erheblicher Verlust der klimaökologischen Funktionen erwartet. Die Flächenkategorien 1 und 2 unterscheiden sich ausschließlich anhand ihrer Entfernung zum belasteten Siedlungsraum (Wirkungsräume mit ungünstiger oder sehr ungünstiger bioklimatischer Situation). Perspektivflächen oder Baulücken im Nahbereich (≤ 100 m) fallen in die zweite, die übrigen in die dritte Kategorie. Entsprechend sind Flächen der zweiten Kategorie gegenüber der dritten Kategorie in ihrer Entwicklung zu bevorzugen.

Tabelle 15: Methodik zur Bewertung der Perspektivflächen und Baulücken ($\geq 0,5$ ha) auf Basis der bioklimatischen Bedeutung der Grünflächen und der zukünftigen Bebauungsart

Grünflächen-bewertung	Nutzungstyp	Flächenkategorie
Sehr hohe bioklimatische Bedeutung	Gewerbe, Zeilen- & Hochhausbebauung, Einzel- & Reihenhausbebauung	4
Hohe bioklimatische Bedeutung	Gewerbe, Zeilen- & Hochhausbebauung	4
	Einzel- & Reihenhausbebauung	2 oder 3
Mittlere bioklimatische Bedeutung	Gewerbe, Zeilen- & Hochhausbebauung, Einzel- & Reihenhausbebauung	2 oder 3
Geringe bioklimatische Bedeutung	Gewerbe	2 oder 3
	Zeilen- & Hochhausbebauung, Einzel- & Reihenhausbebauung	1
Keine bioklimatische Bedeutung	Gewerbe, Zeilen- & Hochhausbebauung, Einzel- & Reihenhausbebauung	1

In Abbildung 20 ist die prozentuale Verteilung der Perspektivflächen und Baulücken in der Grünflächenbewertung dargestellt. Mehr als 80 % der Perspektivflächen weisen eine geringe bis mittlere Bedeutung auf. Knapp 14 % fallen in die höchste und zweithöchste Kategorie der Grünflächenbewertung. Die Auswertung der Baulücken mit der Planungshinweiskarte für den gegenwärtigen Zustand brachte für unbebaute Baulücken als Ergebnis, dass ca. $\frac{3}{4}$ der Flächen eine geringe bioklimatische Bedeutung aufweisen. Lediglich 10 % weisen eine sehr hohe bis hohe bioklimatische Bedeutung auf.

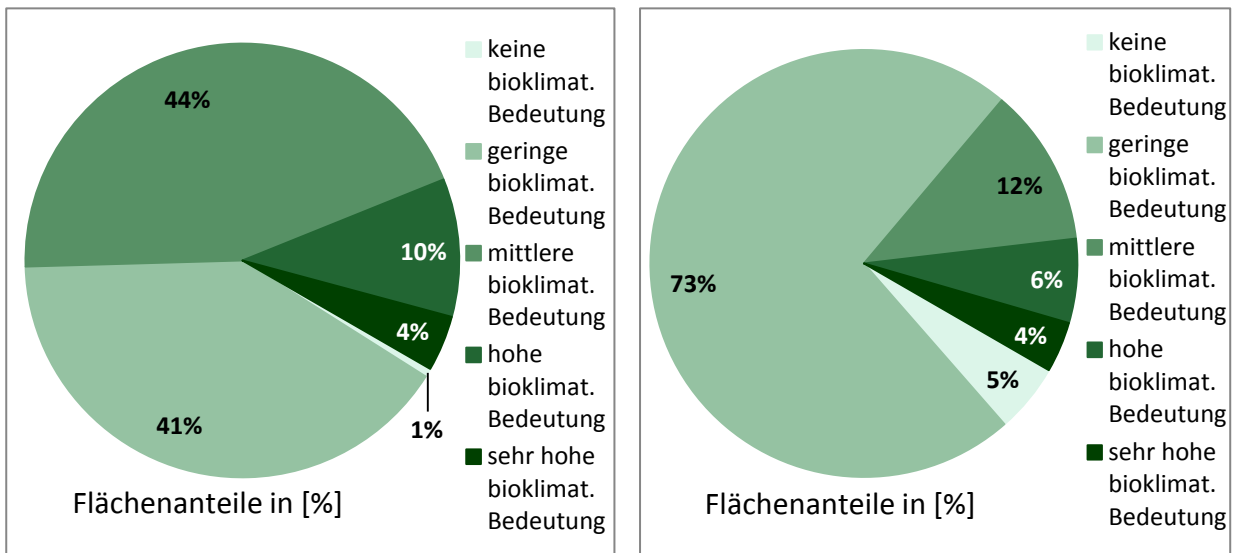


Abbildung 20: Bioklimatische Bedeutung anhand der Grünflächenbewertung der Perspektivflächen (links) und Baulücken (rechts)

Im Anhang ist die Karte zur klimaökologischen Bewertung der Perspektivflächen und Baulücken zu finden. Die Karte greift zentrale Ergebnisse der Stadtklimaanalyse aus der Planungshinweiskarte auf. Hier sind Angaben zum Luftaustausch wie Windgeschwindigkeiten und Kaltluftvolumenströme, die als Kaltluftleitbahnen dargestellt sind, zu nennen.

In der Legende werden die FNP-Perspektivflächen und Baulücken nach ihrer Bewertung dargestellt:

- Flächenkategorie 1 – Bauliche Entwicklung unbedenklich,
- Flächenkategorie 2 bis 3 – Bauliche Entwicklung mit optimierenden Maßnahmen vertretbar und
- Flächenkategorie 4 – Bauliche Entwicklung aus klimaökologischer Sicht nicht empfehlenswert.

Auf der Karte folgt eine kurze Beschreibung der Kategorien mit der Angabe der Flächeneinfärbung. Der kurze erläuternde Text fasst zusammen, worauf bei einer Entwicklung der Flächen geachtet werden sollte.

ERLÄUTERUNGSTEXT

Im Folgenden werden die einzelnen klimaökologischen Bewertungskategorien 1 bis 4 vorgestellt.

Flächenkategorie 1 – Entwicklung unbedenklich

Die **FNP-Perspektivflächen**, die in die Kategorie 1 fallen, sind ca. 17 % aller Flächen, die im gegenwärtigen Zustand wichtige klimaökologische Funktionen erfüllen. Werden diese Flächen bebaut, sind keine oder nur geringe Belastungen hinsichtlich der human-bioklimatischen Situation zu erwarten. Daher kann eine Bebauung als stadtklimatisch unbedenklich eingestuft werden und es sind keine weiteren Detailuntersuchungen im Rahmen der Umweltprüfung bei B-Planverfahren nötig.

Ein Einfluss der **Baulücken** aus Kategorie 1 auf etwaige klimaökologische Funktionen des Ausgleichsraums bzw. auf etwaige thermische Belastungssituationen des Wirkraumes ist erst für größere Flächen zu erwarten. Eine Entwicklung ist daher aus stadtklimatischer Sicht unbedenklich. Eine über das in Schwäbisch Gmünd etablierte Maß hinausgehende Beratung der Bauherren im Rahmen des Bauantrages ist nicht zwingend notwendig. In diesen Bereich fallen knapp 6 % der Baulücken.

Flächenkategorie 2 und 3 - Bauliche Entwicklung mit optimierenden Maßnahmen vertretbar



Rund 80 % aller FNP-Perspektivflächen und knapp 90 % aller Baulücken liegen in diesen beiden Kategorien. Werden die Perspektivflächen bebaut, sollte auf klimawirksame Maßnahmen unterschiedlichen Umfangs zurückgegriffen werden. FNP-Perspektivflächen, die in der **Kategorie 2** eingeordnet wurden, liegen in einiger Entfernung zu belasteten Siedlungsraum und sind so charakterisiert, dass die klimaökologischen Auswirkungen einer Bebauung vergleichsweise gering sind, trotzdem sollten Maßnahmen der Klimaanpassung berücksichtigt werden.

In der **Flächenkategorie 3** sind FNP-Perspektivflächen enthalten, die im Nahbereich zum belasteten Siedlungsraum liegen. Diese Flächen sollten nur entwickelt werden, wenn sich für die angrenzenden Flächen keine erheblichen Nachteile ergeben. Dies kann mit vertiefenden Untersuchungen, wie z.B. verbal-argumentativen Stellungnahmen oder modellgestützten Detailanalysen, geprüft werden.

Eine Bebauung von Flächen in den Kategorien 2 und 3 ist stadtklimatisch grundsätzlich vertretbar, wenn im Rahmen des B-Planverfahrens optimierende Maßnahmen ergriffen werden. Eine Einschätzung durch verbal-argumentative Stellungnahmen sollte für Flächen der Kategorie 3 erfolgen oder durch modellgestützte Detailanalysen überprüft und konkretisiert werden.

Auch bei den **Baulücken** in der **Flächenkategorie 2 und 3** kann eine Entwicklung dieser Flächen als stadtklimatisch vertretbar eingestuft werden, sofern optimierende Maßnahmen bei einer Bebauung verfolgt werden (siehe Maßnahmenkatalog Abschnitt 4.2). Dazu sollte eine entsprechend spezifizierte Bauherrenberatung angeboten werden. Handelt es sich in dieser Kategorie um eine Baulücke, die bereits stark versiegelt ist durch vorhergehende Nutzungen, sollte hier bei einer Reaktivierung auf eine Verbesserung auf der Fläche durch optimierende Maßnahmen wie Entsiegelung und Durchgrünung geachtet werden.

Flächenkategorie 4 – Bauliche Entwicklung nicht empfehlenswert

In diese Flächenkategorie fallen jeweils knapp 4 % der **FNP-Perspektivflächen** und Baulücken. Eine bauliche Entwicklung dieser Flächen ist aus klimaökologischer Sicht nicht empfehlenswert. Sollten diese Flächen trotzdem bebaut werden, sollte im Vorfeld eine modellgestützte Herleitung und Umsetzung von optimierenden Maßnahmen mit dem Ziel einer Nivellierung (Entkoppelung) der vorhabensbezogenen Auswirkungen durchgeführt werden.

Da die Bewertung der klimatischen Funktion der Perspektivflächen nicht alle Detailinformationen berücksichtigen kann - es wurden gesamtstädtisch 105 FNP-Perspektivflächen und 20 Baulücken bewertet - und die klimatische Perspektive ein Bestandteil im Abwägungsprozess der Eignung von Flächen Berücksichtigung findet, sollte im Einzelfall immer eine Prüfung stattfinden. Dies sollte sowohl bei der Eröffnung von Bauleitplanverfahren oder laufenden Verfahren berücksichtigt werden als auch bspw. bei der Entsiegelung von bereits bebauten, also stark versiegelten Baulücken, wo durch Umstrukturierungen und Umbau eine deutliche Verbesserung erreicht werden kann.

Eine Verknüpfung mit der städtischen Bewertung der Perspektivflächen (Lage, Angebundenheit, etc.) erfolgt in dem folgenden Kapitel 4. Die hier erarbeitete klimaökologische Bewertung liefert dazu den Grundbaustein.

Abbildung 21 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die prozentuale Verteilung der FNP-Perspektivflächen und Baulücken in den einzelnen klimaökologischen Kategorien.



Prozentuale Verteilung der FNP-Perspektivflächen in den klimaökologischen Kategorien 1 bis 4

Prozentuale Verteilung der Baulücken in den klimaökologischen Kategorien 1 bis 4

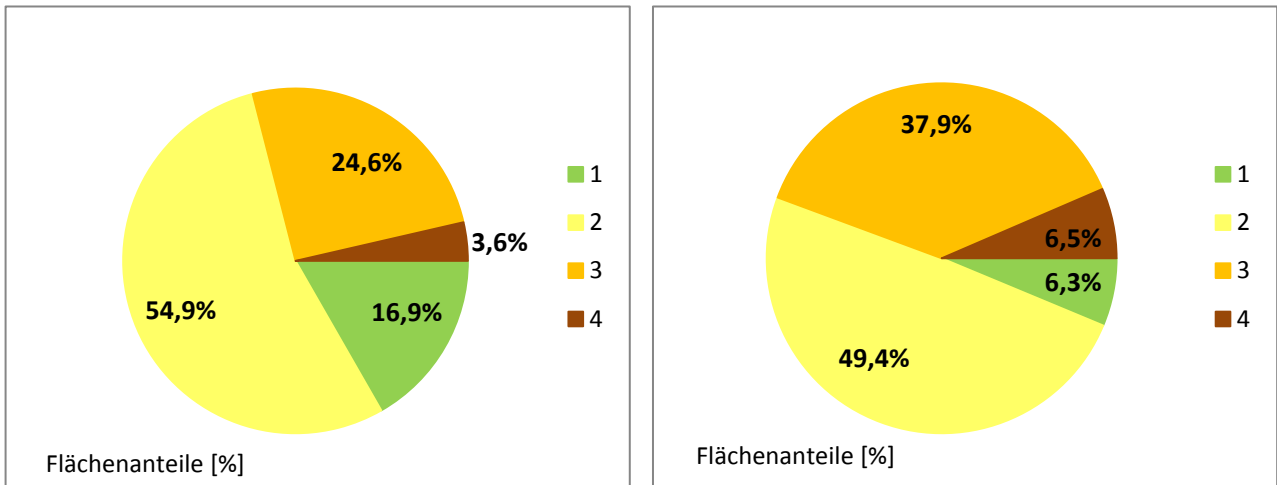


Abbildung 21: Überblick über die prozentuale Verteilung der FNP-Perspektivflächen und Baulücken in den Flächenmanagementstrategiekategorien.

4 Flächenmanagementstrategie

4.1 METHODIK

Mit der Schwäbisch Gmünder Flächenmanagementstrategie (Abbildung 22) wird eine gutachterliche Einschätzung sowie Priorisierung für die Entwicklung der Flächenkulisse vorgenommen. Die Bewertung der Perspektivflächen und Baulücken anhand klimaökologischer Kriterien (Einteilung 1 - 4) sowie die städtebauliche und landschaftliche Bewertung (Einteilung A - C) werden in Kombination zu einer Gesamtkategorie zusammengeführt (Kategorien 1.A – 4.C).

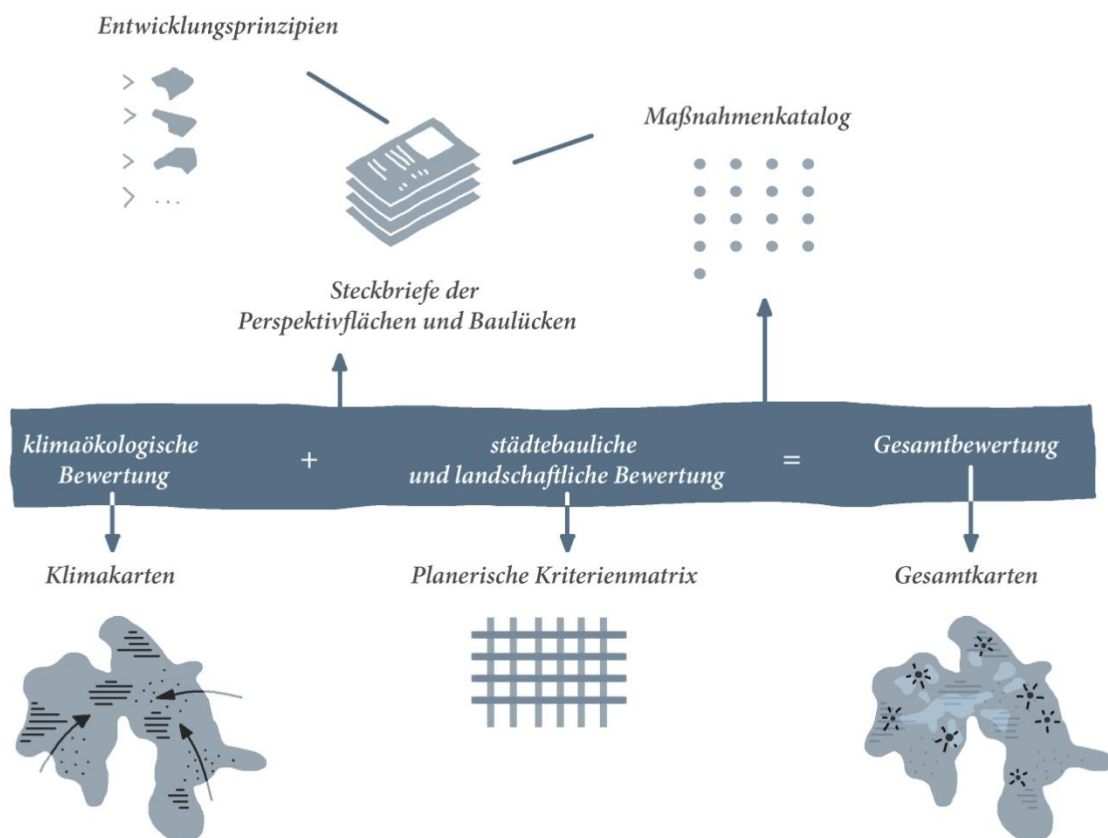


Abbildung 22: Flächenmanagementstrategie - Methodik und Bestandteile

Aufgrund der Bewertung bzw. unterschiedlichen Eignung der Flächen gelten für die Kategorien 1.A – 4.C verschiedene Empfehlungen, was Maßnahmen und Entwicklungshinweise angehen.

- ◆ Kategorie 1.A, 1.B, 1.C sowie 1.G: Flächen dieser Kategorie, von denen 1.G Grünflächen sind, können aus klimatischer Sicht unbedenklich entwickelt werden. Hierbei sind A-Flächen den B- und C-Flächen zu bevorzugen, da erstere als städtebaulich günstiger bewertet sind. Als Empfehlung gilt, allgemein den Maßnahmenkatalog hinzuzuziehen und nach Möglichkeit anzuwenden.
- ◆ Kategorie 2.A und 2.B: Die Flächen sind zwar entwickelbar, bedürfen aber leichter Anstrengungen. Auch hier gilt: A-Flächen vor B- und C-Flächen. Für diese Kategorie sind Entwicklungsprinzipien konzipiert, die räumliche Aussagen zu Freiraum und Bebauung treffen. Zudem gilt pro Fläche



jeweils ein spezifisches Maßnahmenpaket, das sich aus besonderen zu beachtenden Maßnahmen des Gesamtkatalogs zusammensetzt.

- ♦ Kategorien 2.C, 3.A, 3.B und 3.C sowie 4.A, 4.B und 4.C: Die Flächen der Kategorie 2.C können mit leichten Anstrengungen bebaut werden, sind aber aus ihrem stadträumlichen Kontext heraus weniger empfehlenswert. Die Flächen der Kategorie 3.A – C sind ebenfalls entwickelbar, jedoch nur unter großen Anstrengungen. Die Erschließung der Flächenkategorie 4.A - C ist aus klimatischer Sicht nicht empfehlenswert. Auch hierbei haben A-Flächen höchste Priorität, C-Flächen die geringste. Für alle Perspektivflächen und Baulücken dieser Kategorien gelten allgemein die Empfehlungen des Maßnahmenkatalogs. Besteht Realisierungserfordernis wird ein weiterführendes Fachgutachten als notwendig angesehen. Lediglich für ausgewählte Perspektivflächen, die aus anderen Gründen von besonderem Bauinteresse sind, wird eine nähere Betrachtung wie in Kategorie 2.A – B vorgenommen. Das heißt für diese speziellen Flächen gibt es ebenfalls Entwicklungsprinzipien und spezifische Maßnahmenempfehlungen.

Das Ergebnis der gesamtstädtischen Analyse wird durch das Kartenwerk räumlich dargestellt. Weitere Bestandteile der Strategie sind konzeptionelle Empfehlungen sowie konkrete Handlungsansätze für die klimawirksame Art der baulichen, infrastrukturellen und freiräumlichen Gestaltung der Flächen. Diese sind zum einen als Maßnahmenkatalog und zum anderen in Form von Steckbriefen und den darin enthaltenen Entwicklungsprinzipien ausgearbeitet. Zusammen mit der Klimaanalyse und deren Ergebniskarten entsteht das vorliegende Produkt: das „Klimagerechte Flächenmanagement“.

4.2 KARTENWERK

Das Kartenwerk der Flächenmanagementstrategie umfasst fünf Pläne: Einen Gesamtplan (Abbildung 23) und vier Teilpläne (Abbildung 24). Darin werden die klimaökologische Einschätzung sowie die städtebauliche und landschaftliche Eignung der Perspektivflächen und Baulücken räumlich zusammengeführt.

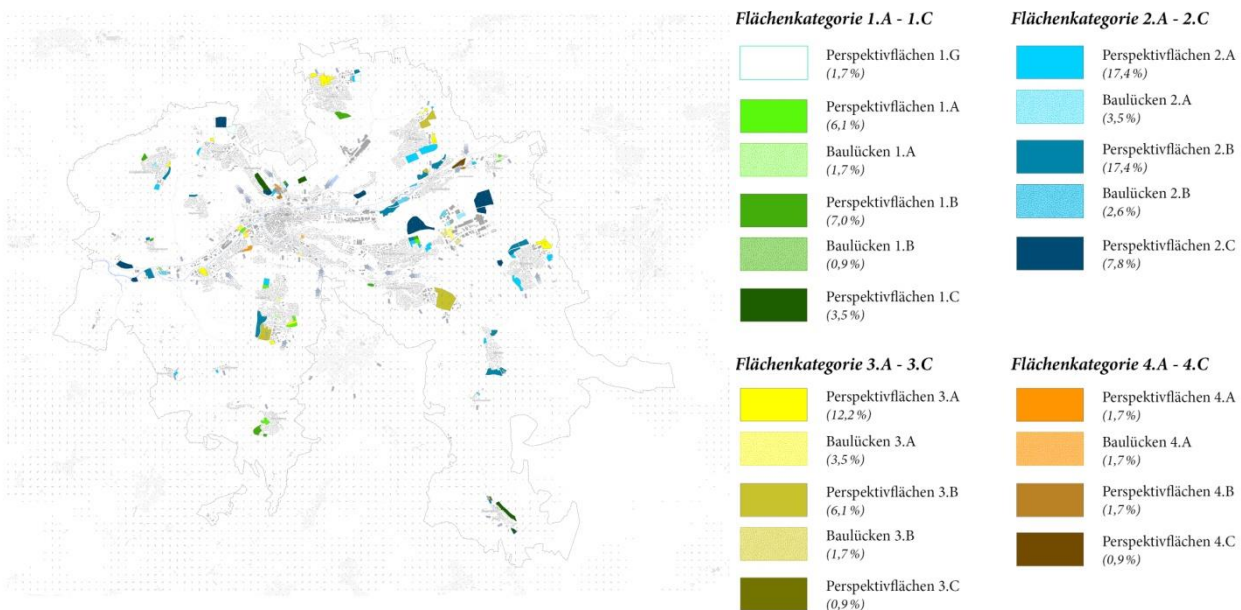


Abbildung 23: Gesamtplan und Legende des Kartenwerks zur klimagerechten Flächenmanagementstrategie (im Anhang in Originalgröße)

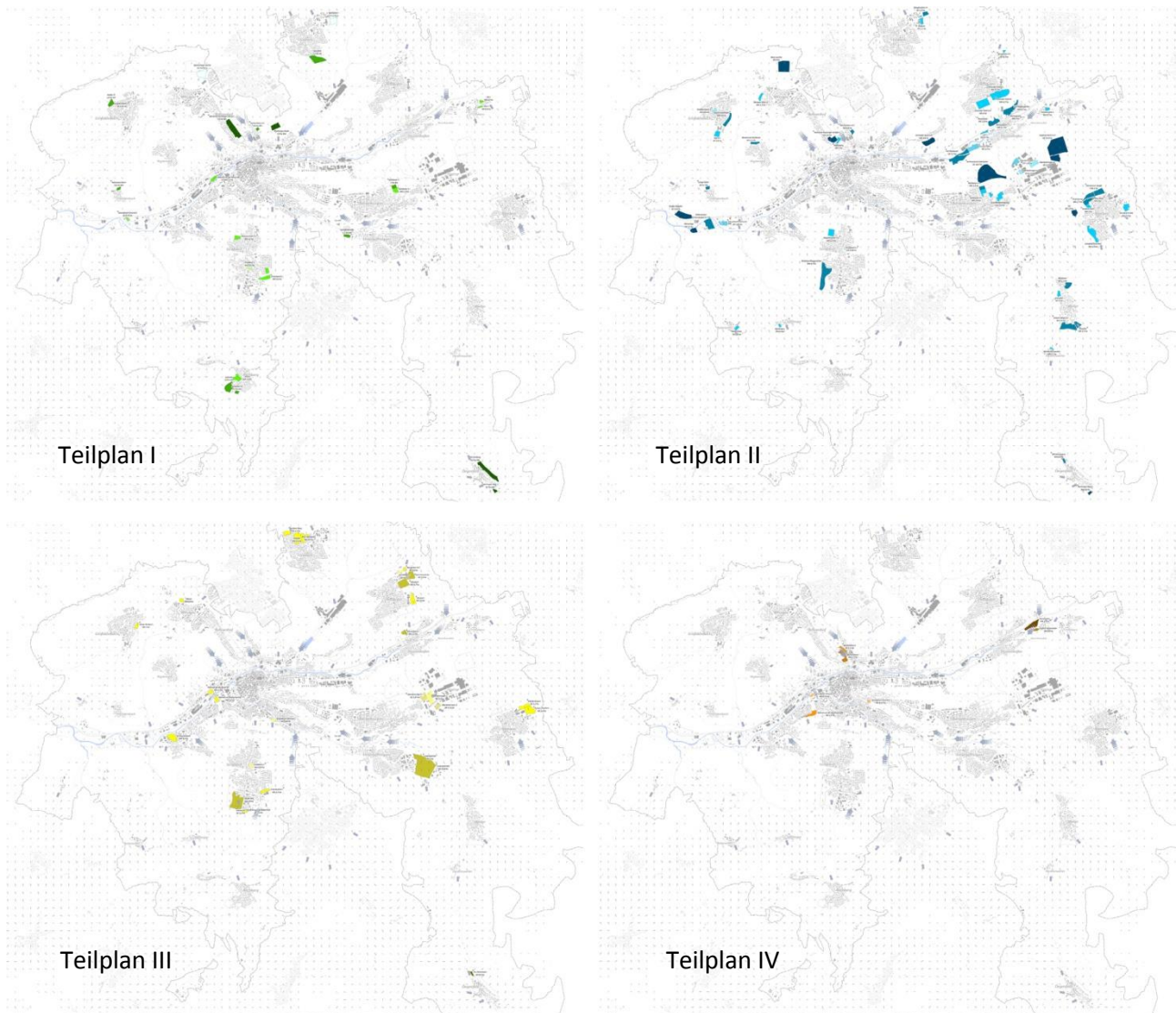


Abbildung 24: Teilpläne des Kartenwerks zur klimagerechten Flächenmanagementstrategie (im Anhang in Originalgröße)

Der Gesamtplan gibt eine Übersicht über die vollständige Flächenkulisse und ermöglicht den unmittelbaren Vergleich von Flächen unterschiedlicher Kategorien. Die vier Teilpläne, I – IV, sind nach der entsprechenden Klimakategorie (1 - 4) aufgeteilt. Dies lässt einen schnellen Überblick zu, welche Flächen aus klimaökologischer Sicht als gleich bewertet gelten. Die Flächen des Plans I können ohne Bedenken entwickelt werden. Plan II umfasst Flächen, die mit leichten Anstrengungen zu entwickeln sind; Plan III solche, die nur unter großen Anstrengungen baulich umgesetzt werden sollten. Plan IV enthält Flächen, deren Entwicklung aus klimatischer Sicht nicht zu empfehlen ist. Falls eine Erschließung von Perspektivflächen und Baulücken aus Plan IV jedoch aus anderen Gründen notwendig ist, sollte dies nur mithilfe eines individuellen und klimamodellgestützten Begleitstudiums sowie unter hohen Auflagen erfolgen. Für alle fünf Pläne gilt, wie in der Methodik beschrieben, dass A-Flächen höchste Priorität haben. Diese sind also zuerst zu entwickeln, bevor B- oder C-Flächen in Betracht gezogen werden.

Die Pläne enthalten folgende Informationen: Bezeichnung, Größe und Nutzungsart der Perspektivflächen und Baulücken; außerdem die klimaökologische Bewertung sowie die städtebauliche und landschaftliche Eignung. Flächen, die mit einem „*“ versehen sind, bedeuten, dass diese im Zusammenhang mit



angrenzenden Flächen zu betrachten und aus städtebaulicher Sicht gegebenenfalls anderen Flächen besserer Gesamtbewertung vorzuziehen sind. Als Basis des Kartenwerks dienen die Ebenen: Stadtgebiet und Stadtteilnamen, Gebäude, Gewässer, Straßen und Zuglinien, Kaltluftleitbahn, flächenhafter Kaltluftabfluss und Strömungsfeld.

4.3 STECKBRIEFE

Die Steckbriefe stellen eine prägnante analytische und konzeptionelle Beschreibung der gesamten Flächenkulisse dar. Bestandteile sind die Einordnung in den stadträumlichen und klimatischen Kontext der Einzelfläche, deren Bewertung und Entwurfshinweise zur Entwicklung.

Perspektivflächen sowie Baulücken der Kategorien 1.A - C und 2.C - 4.C ist ein einseitiger Steckbrief zugeordnet. Flächen der Kategorien 2.A - B sowie Flächen von besonderem Interesse aus den Kategorien 2.C - 4.C und solche, die mit ersteren in einem unmittelbaren räumlichen Zusammenhang stehen, umfassen einen zweiseitigen Steckbrief. Die gesamte Steckbriefsammlung ist im Anhang zu finden. Anhand der Perspektivfläche „Steinwiesen“ wird im Folgenden exemplarisch erklärt, wie die Steckbriefe aufgebaut sind (Abbildung 25).

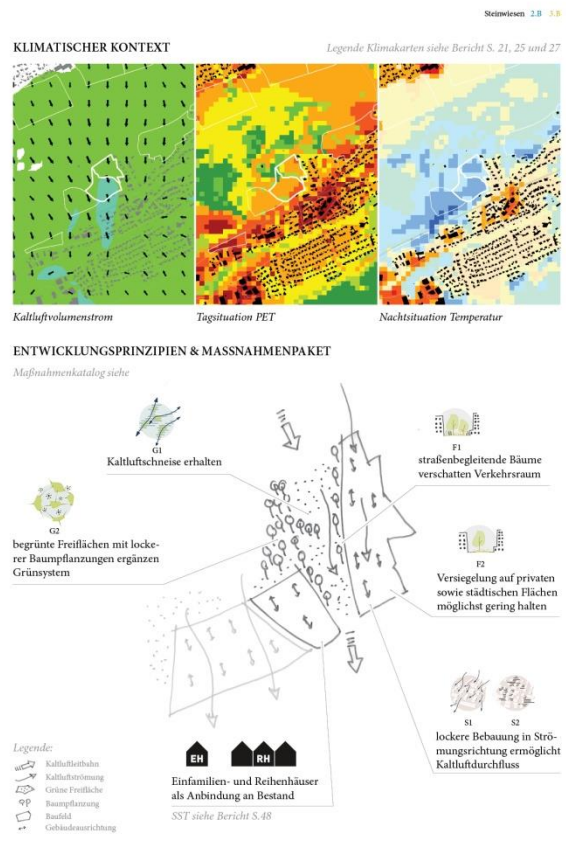


Abbildung 25: Seite 1 und 2 des Steckbriefs „Steinwiesen“ (Miniatur)

Seite 1 beginnt mit dem Namen bzw. der Bezeichnung und der Kategorie der Perspektivfläche oder Baulücke. Informationen wie der Stadtteil, die Größe sowie die Nutzungsart geben Auskunft über grundlegende Angaben.



Die erste Karte ist eine gesamtstädtische Übersicht der Flächenkulisse und hilft dabei, die einzelne Fläche innerhalb des Stadtgebietes zu verorten. Rechts daneben zeigt das Luftbild das städtebauliche Umfeld der maßgeblichen Fläche sowie eventuell angrenzende Perspektivflächen oder Baulücken. Die Luftbilder der Steckbriefserie entsprechen nicht dem tatsächlich aktuellsten Bebauungsstand. Die klimaökologische Bewertung beschreibt, wie empfehlenswert eine Bebauung der Fläche aus klimatischer Sicht ist. Die städtebauliche und landschaftliche Bewertung schätzt die Flächen aufgrund ihrer stadträumlichen Eignung ein. Anhand von Einzelkriterien (z.B. Taktung des öffentlichen Verkehrs, Entfernung zu der nächsten Sportanlage) wird dargestellt, wie die Einzelfläche sich im Vergleich zu der Gesamtheit der Flächenkulisse positioniert. Zudem wird erkenntlich, welche Einzelkriterien für die jeweilige Nutzungsart in die Bewertung einfließen.

Seite 2 enthält zunächst drei Abbildungen: die jeweiligen Ausschnitte der Klimaanalysekarten zum Kaltluftvolumenstrom, der PET-Tagsituation und der Temperatur in der Nachtsituation. Die Karten ordnen die Fläche in den jeweiligen klimatischen Kontext ein und machen die nachfolgende Skizze der Entwicklungsprinzipien nachvollziehbar. Die Entwicklungsprinzipien geben Hinweise zur klimatischen, baulichen sowie freiräumlichen Gestaltung der Fläche. Grenzen mehrere Perspektivflächen und/oder Baulücken aneinander, werden diese nicht getrennt voneinander betrachtet, sondern im Zusammenhang miteinander. Für die entstehende Gesamtheit wird ein übergreifendes Entwicklungskonzept vorgeschlagen. Die klimatischen Informationen umfassen zum einen, ob und wenn ja aus welcher Richtung Kaltluftvolumen strömt, zum anderen wo und wie der Kaltluftvolumenstrom erhalten werden kann. Es werden also primäre Kaltluftleitbahnen und Kaltluftstoßrichtungen ausgewiesen, die die abkühlende Wirkung bis in das Siedlungsgebiet und die Umgebung weitertragen. Zum Thema Freiraum werden folgende Fragen beantwortet: Wo sollen bestehende Grünflächen beibehalten werden? Wo und in welcher Art können neue Freiräume und Grünverbindungen angelegt werden? Seien es beispielsweise Pocket Parks, lineare Grünzüge oder weitläufige Freiraumanlagen. Auch Informationen über die Baumbepflanzung können der Skizze entnommen werden: Wo und in welcher Art Bäume gepflanzt werden können, um die Kaltluftströmung nicht zu behindern und gleichzeitig Bewohnern und Arbeitenden Schatten zu spenden. Die Entwicklungsprinzipien treffen zudem Aussagen über die Bebauung. Baufelder zeigen an, wo bebaut werden kann. Die beidseitigen Pfeile schlagen eine klimaoptimierte Ausrichtung der Gebäude vor. Über die zukünftige Art der Bebauung informieren ein Piktogramm, mit dem ein entsprechender Stadtstrukturtyp (Abbildung 26) empfohlen wird, sowie erläuternde Stichpunkte. Ein Stadtstrukturtyp steht sowohl für eine Bautypologie als auch für Nutzung, bauliche sowie soziale Dichte, Versiegelungsgrad, Umgang mit Freiräumen und die Belastung anthropogener Wärmeemissionen. Zu den hier vorgeschlagenen Stadtstrukturtypen zählen: Einfamilienhäuser (EFH), Reihenhäuser (RH), Mehrfamilienhäuser (MFH) in unterschiedlicher Ausprägung, Supermarkt (SO), Gemeinbedarfsgebäude (GM) und Gewerbebebauung (GE). Die für eine Fläche von der Stadt vorgeschlagene Bautypologie (siehe FITNAH-Klasse) wird gutachterlich überprüft und je nach Einschätzung gegebenenfalls angepasst. Die Wahl für einen Stadtstrukturtyp erfolgt anhand der ausgewiesenen Nutzungsart, der angrenzenden Bestandstypologie, dem verträglichen und gleichzeitig zukunftsfähigen Maß an Dichte sowie der klimatische Eignung.

Die Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog, die eine besondere Relevanz für die Entwicklung der Perspektivfläche bzw. Baulücke haben, ergeben ein flächenspezifisches Maßnahmenpaket und sind mit ergänzenden Erläuterungen versehen.



	 EH	 RH	 MFH	 SO	 GM	 GE
<i>SST</i>	Einfamilien- häuser	Reihen- häuser	Mehr- familien- häuser	Super- markt	Gemein- bedarf	Gewerbe- bebauung
<i>Nutzung</i>	Wohnen	Wohnen	Wohnen	Handel	verschieden	Gewerbe
<i>Wärme- emissionen</i>	gering	gering	mittel	mittel	hoch	sehr hoch
<i>Dichte</i>	sehr gering	gering	hoch	sehr gering	gering	mittel
<i>Baukörper</i>	freistehend	zusammen- stehend	frei- und zusammen- stehend	freistehend	frei- und zusammen- stehend	freistehend
<i>Versiege- lungsgrad</i>	gering	gering	mittel	mittel	hoch	sehr hoch
<i>Freiraum</i>	hoher privater Grünanteil	hoher privater Grünanteil	sehr geringer privater und variabler öffentlicher Grünanteil	kein privater oder öffentlicher Grünanteil	kein privater und variabler öffentlicher Grünanteil	sehr geringer privater und öffentlicher Grünanteil

Abbildung 26: Stadtstrukturtypen (SST) als zukünftige Bebauung



5 Maßnahmenkatalog

Es gibt viele Handlungsansätze, wie zum einen die günstige klimaökologische Situation noch unbelasteter Flächen im Stadtgebiet erhalten und zum anderen der Verstärkung des Wärmeinseleffekts aktiv vorgebeugt werden kann. Im Folgenden werden, spezifisch für Schwäbisch Gmünd, 23 Maßnahmen zusammengestellt. Dieser Maßnahmenkatalog enthält sowohl strategische als auch konkret technische Anpassungsmöglichkeiten. Im Rahmen des „Klimagerechten Flächenmanagements“ liegt der Fokus auf den Perspektivflächen und Baulücken. Hier ist eine zukünftige Bebauung zunächst einmal möglich, erfordert jedoch aus klimatischer Sicht einen besonders sensiblen Umgang. Der Maßnahmenkatalog findet aber genauso auf weiteren Flächen Schwäbisch Gmünds Anwendung. Erste Priorität gilt dabei den Flächen, die von der höchsten Hitzebelastung betroffen sind.

Für die klimaoptimierte Planung und Ausführung der Perspektivflächen und Baulücken lassen sich folgende Ziele festhalten: Prävention der thermischen Belastung, ausgelöst durch die bauliche, infrastrukturelle und funktionale Entwicklung sowie Erhalt vorhandener Kaltluftströmungen. Der Maßnahmenkatalog (Abbildung 27) kann sowohl für private als auch für Gebäude und Flächen der öffentlichen Hand konsultiert werden.

Nr.	Maßnahme	Art	Zeithorizont	Priorität
Grünsystem				
G1	Kaltluftleitbahnen erhalten und schaffen	strategisch	kurzfristig	hoch
G2	Klimawirksames Freiraumerüst anlegen	strategisch	langfristig	mittel
G3	Wohnungs- und arbeitsnahe Erholungsräume schaffen	strategisch	mittelfristig	hoch
G4	Hohe mikroklimatische Vielfalt entwickeln	strategisch	langfristig	mittel
Freiflächen				
F1	Aufenthalts- und Verkehrsräume begrünen und verschatten	strategisch	mittelfristig	hoch
F2	Bodenversiegelung gering halten	technisch	kurzfristig	hoch
F3	Oberflächenmaterialien mit hoher Albedo einsetzen	technisch	kurzfristig	mittel
F4	Grünanteil auf Privatparzelle definieren	strategisch	mittelfristig	mittel
Wasser				
W1	Erlebbarere Wasserelemente anlegen und nutzbar machen	technisch	kurzfristig	mittel
W2	Bewässerungs- und Versickerungskonzepte entwickeln	strategisch	mittelfristig	hoch
Stadtstruktur				
S1	Gebäudestellung in Strömungsrichtung ausrichten	strategisch	kurzfristig	hoch
S2	Öffnungen zwischen Baukörpern vornehmen	strategisch	kurzfristig	hoch
S3	Verhältnis von Grundfläche und Gebäudehöhe optimieren	technisch	kurzfristig	hoch
S4	Nutzungen stapeln	strategisch	mittelfristig	mittel
Bebauung				
B1	Dächer begrünen	technisch	kurzfristig	hoch
B2	Fassaden begrünen	technisch	mittelfristig	niedrig
B3	Sommerlichen Wärmeschutz umsetzen	technisch	kurzfristig	mittel
B4	Neubauten energieeffizient errichten	technisch	mittelfristig	mittel
Mobilität				
M1	Öffentliches Verkehrsnetz ausbauen	technisch	mittelfristig	hoch
M2	Fahrradnetz erweitern	strategisch	langfristig	niedrig
M3	Leih-Angebote einrichten	technisch	kurzfristig	niedrig
Versorgung				
V1	Nutzungsmischung fördern	strategisch	langfristig	mittel
V2	Alltägliche Lebensbedarfe decken	strategisch	kurzfristig	hoch

Abbildung 27: Maßnahmenkatalog (mit Art, Zeithorizont und Priorität der entsprechenden Maßnahme)

Die strategischen Maßnahmen sind in einem räumlich übergeordneten Zusammenhang zu sehen. Diese betreffen also nicht allein die jeweilige Einzelfläche, sondern lassen ein System entstehen, das zu der stadtweiten Sicherung klimaökologischer Funktionen beiträgt. Die konkret technischen Maßnahmen beziehen sich dagegen auf die Beschaffenheit von Freiflächen, den Einsatz von Baustoffen und Materialien sowie auf die städtebauliche, architektonische und technische Ausgestaltung von Gebäuden. Je nach



Aufwand – sei es in Form von Kosten oder der Erarbeitung rechtlicher und konzeptioneller Planungshilfen – wird zwischen kurz-, mittel- und langfristig angelegten Handlungsempfehlungen unterschieden. Eine hohe Priorität erhalten die Maßnahmen, die sich schnell realisieren lassen und somit unmittelbar erste Erfolge sichtbar machen. Aber auch solche, die einen hohen klimawirksamen Effekt erzielen, wie es den „grünen Maßnahmen“ (z.B. G2, G3, F1) gelingt.

Die Zusammenstellung der 23 Handlungsansätze bezieht sich auf sieben thematische Kategorien: Grünsystem, Freiflächen, Wasser, Stadtstruktur, Bebauung, Mobilität und Versorgung. Die Beschreibung der einzelnen Maßnahmen ist wie folgt aufgebaut:

- ◆ Bedeutung: Was ist gemeint?
- ◆ Wirkung: Wie trägt die Maßnahme zur Klimaanpassung bei?
- ◆ Herausforderungen und Handlungsspielraum: Was gilt es zu beachten?
- ◆ Umsetzung: Welche Mittel stehen der Stadt zur Verfügung, um Maßnahmen bei Planungsvorhaben zu integrieren?

Eine flächenspezifische Anwendung des Maßnahmenkatalogs stellen die Entwicklungsprinzipien auf den Steckbriefen in Kapitel 4.3 und im Anhang dar. Sie zeigen exemplarisch, welche Maßnahmen speziell für die jeweilige Fläche zum Tragen kommen.

5.1 GRÜNSYSTEM

Kaltluftleitbahnen erhalten und schaffen



Um das städtische Durchlüftungssystem auch zukünftig aufrechtzuerhalten, gilt es zum einen die bestehenden Strömungsbereiche kalter Luft auf Perspektivflächen und Baulücken zu schützen. Zum anderen können neue linear ausgerichtete Freiräume geschaffen werden.

Diese Leitbahnen transportieren Kaltluft von Entstehungsgebieten, wie beispielsweise Wäldern, in das Siedlungsinne. Dort kommt es zu einem Austausch der warmen und kalten Luftmassen, wodurch die Hitzebelastung abnimmt.

Für eine hohe Wirksamkeit sind eine ausreichende Breite sowie eine möglichst hindernisarme Gestaltung der Leitbahnen ausschlaggebend. Werden Flächen baulich entwickelt, ist besonders auf eine Gebäudestellung in Strömungsrichtung und eine Dichte zu achten, die die Luftzirkulation weiterhin ermöglicht - siehe Maßnahmen S1, S2 und S3. Wird eine vorhandene Leitbahn als Freiraum angelegt, sollte weder die Anzahl noch die Verteilung der neu gepflanzten Bäume eine Barriere für den Kaltluftstrom darstellen.

Je verbindlicher Planungen und Konzepte wie der Landschaftsplan mit dem Unterthema Klima sowie die Klimagerechte Flächenmanagementstrategie gelten, desto stärker kann die Stadt einen positiven Einfluss auf die Neuentwicklung von Flächen nehmen. Über Flächennutzungs- und Bebauungspläne lassen sich darüber hinaus klimaoptimierende Richtlinien, wie die Ausweisung von besonderen Freiräumen, festsetzen.

Klimawirksames Freiraumgerüst anlegen



G2

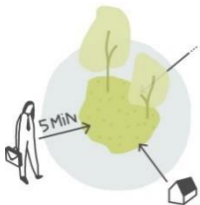
Mithilfe eines Systems aus bestehenden sowie neuen, grünen sowie blauen Freiräumen und Verbindungen entsteht eine Infrastruktur, die sich unter Berücksichtigung des Maßnahmenkatalogs besonders klimawirksam auf die Stadt auswirkt. Darin sind unterschiedliche Anlagen enthalten: u.a. Parks und begrünte Straßenräume - unterschiedlich stark mit Bäumen bepflanzt - sowie Wasserelemente.

Diese Freiräume bilden sogenannte „cool spots“ oder Kühlinselfen: Aufgrund ihrer Begrünung, Verschattung (F1) und Wasserelemente (W1) und der damit zusammenhängenden abkühlenden Wirkung werden sowohl Ausgleichsräume für das Stadtklima als auch Erholungsräume für die Bevölkerung (u.a. G3) geschaffen.

Zu beachten sind Größe, Lage sowie Art des Freiraums und der Vegetation. Je nach Größe der Grünfläche kann diese ein lokales nächtliches Kaltluftentstehungsgebiet darstellen (ab ca. >1 ha). Eine größere Kühlwirkung wird zudem erzielt, je höher die mikroklimatische Vielfalt des Freiraums ist, siehe Maßnahme G4. Um den hitzemindernden Luftaustausch zu gewährleisten, sollte der Übergang zwischen der Freifläche und dem benachbarten Siedlungsbereichen offen gestaltet werden.

Bei der Entwicklung der Perspektivflächen und Baulücken liegt, neben der Bebauung, also ein Hauptaugenmerk auf einem entsprechenden Freiraumkonzept. Um die neu angelegten Grünflächen nachhaltiger unterhalten zu können, sind frühzeitig in den Planungsprozess eingebundene Bewässerungs- und Versickerungskonzepte dienlich (W2). Mithilfe der Maßnahme F4 lassen sich auch Privatflächen in das gesamtstädtische Freiraumgerüst integrieren.

Wohnungs- und arbeitsnahe Erholungsräume schaffen



G3

Freiräume, die im unmittelbaren Umfeld der eigenen Wohnung oder des Arbeitsplatzes liegen und klimawirksam gestaltet sind (siehe u.a. G4, F1 und W1) zählen zur Maßnahme G3 und sind gleichzeitig Teil des Freiraumgerüsts wie es die Maßnahme G2 beschreibt.

Mittels der Verdunstungskühlung der Vegetation und/oder der Wasserflächen sinkt die umgebende Lufttemperatur, wodurch die Freiräume für einen thermischen Ausgleich sorgen. Tagsüber dienen sie somit der Wohn- und Arbeitsbevölkerung als Entlastungsräume, in denen sie sich von der Hitzebelastung erholen können. Nachts produzieren sie bei entsprechender Größe auf lokaler Ebene Kaltluft.

Werden öffentliche Grünräume angelegt, ist auf eine fußläufige Erreichbarkeit sowie auf eine gute Zugänglichkeit zu achten. Bestehen für eine Fläche verschiedene Nutzungsinteressen, gilt es diese gegeneinander abzuwägen - mit dem Wissen dass Grünräume, u.a. wegen ihrer hohen bioklimatischen Bedeutung, essentielle Funktionen in der Stadt erfüllen.

Um wohnungs- und arbeitsnahe Erholungsräume auch auf Privatflächen umsetzen zu können, insbesondere in Gewerbegebieten, kann mithilfe der Maßnahme F4 ein privater Grünanteil festgelegt werden.



Hohe mikroklimatische Vielfalt entwickeln



G4

Unter einer hohen mikroklimatischen Vielfalt versteht man eine differenzierte Art der Freiflächengestaltung. Offene Flächen wechseln sich ab mit Bereichen höherer Baumdichte, versickerungsfähige Oberflächen mit Wasserelementen. Innerhalb eines Freiraums entsteht also ein Nebeneinander von unterschiedlichen Mikroklimaten. Dieses Konzept lässt sich sowohl auf neue als auch auf bestehende Grünflächen anwenden.

Je diverser ein Grünraum, desto höher ist dessen klimaökologische Wirkung – sowohl bei Tag als auch bei Nacht (siehe auch F1 – F3). Erhöht man also die mikroklimatische Vielfalt, wird eine stärkere Kühlleistung und damit ein größerer thermischer Ausgleich erzielt. In unterschiedlich besonnten oder verschatteten, Wind geschützten oder ausgesetzten Bereiche kann sich die Bevölkerung je nach Bedürfnis und klimatischen Bedingungen ausreichend erholen.

Bei der Gestaltung der Freiräume ist auf die Größe, Topografie sowie unterschiedliche Art und Höhe der Vegetation zu achten (siehe auch G2). Berücksichtigt werden kann außerdem, dass die Bepflanzung auch für zukünftig heißere und trockenere Wetterperioden geeignet sein darf. Mikroklimatisch vielfältige Freiflächen bedürfen eines höheren finanziellen und Pflegeaufwands.

Der höhere Unterhaltsbedarf kann mithilfe der Maßnahme W2, also mit bereits in die Planung der Freiräume integrierter Konzeption für Bewässerung und Versickerung, aufgefangen werden. Für einen städtischen Einfluss auf die Gestaltung privater Grünflächen, wäre zu prüfen, in wie weit mit der Maßnahme F4 nicht nur der Anteil, sondern auch die Art der Begrünung festgelegt werden kann. Weiterhin dienlich ist zudem eine gute Kommunikation und fachkundige Betreuung der Privatentwickler.

5.2 FREIFLÄCHEN

Aufenthalts- und Verkehrsräume begrünen und verschatten



F1

Aufenthalts- und Verkehrsräume werden begrünt und verschattet, indem flächig und/oder punktuell Vegetation und andere Sonnenschutzelemente angelegt werden. Dies betrifft sowohl den öffentlichen Raum als auch private Freiflächen in Wohn- und Gewerbegebieten. Anwenden lässt sich die Maßnahme F1 auf Plätzen, Straßen, Fuß- und Radwegen sowie Gleistrassen, Parkplätzen und Abstellflächen.

Bäume und andere Sonnenschutzelemente wie Sonnensegel spenden Schatten und verringern die Sonneneinstrahlung. Die höchste Wirkung erzielen dabei großkronige Bäume. Durch das Bodengrün und die Pflanzenblätter entstehen zum einen Verdunstungskühlung und Evapotranspiration, zum anderen wird weniger Wärme gespeichert. Zusammen mit der Verschattung senkt dies die Oberflächentemperatur: Die betroffenen Räume sind weniger stark thermisch belastet und bietet eine bessere Aufenthaltsqualität. Zudem lassen begrünte Oberflächen Regenwasser versickern und speichern mehr Wasser. Grundwasserneubildung und der Erhalt natürlicher Bodenfunktion sind positive Auswirkungen.

Je nach Nutzungsanforderung ist eine geeignete Begrünung für die vorgesehene Fläche zu wählen. Bei dem Einsatz von Bäumen gilt es, dem Baum ausreichend Platz über und unter der Bodenoberfläche zu geben



und dessen Bewässerung mit einzuplanen. Beachtet werden sollte außerdem, dass Bäume weder die Strömung der Kaltluftleitbahnen noch einen vertikalen Luftaustausch behindern. Letzterer ist erforderlich, um Schadstoffe aus dem Verkehr abtransportieren zu können.

Die Begrünung und Verschattung von Aufenthalts- und Verkehrsräumen trägt zur Grünvernetzung, wie sie die Maßnahme G2 vorschlägt, bei. Das Einfordern von Freiraumkonzepten sowie die Maßnahme F4 begünstigen deren Umsetzung.

Bodenversiegelung gering halten



F2

Um einen geringen Versiegelungsgrad zu erreichen, müssen geschlossene Oberflächen auf das Nötigste reduziert werden. Nach Möglichkeit können alternativ teilversiegelnde oder versickerungsfähige Bodenmaterialien verwendet werden, siehe F2.

Der gewonnene größere Anteil an Oberflächen mit natürlicher Bodenfunktion, lässt mehr Bodenfeuchtigkeit verdunsten und speichert weniger Wärme. Dies verringert die Oberflächentemperatur und kühlt angrenzende Luftmassen: Die thermische Belastung sinkt. Bei großflächiger Bodenversiegelung fließt das anfallende Regenwasser in die Kanalisation. Werden versiegelte Flächen reduziert, kann mehr Wasser versickern und Überflutung bei Starkregen vorgebeugt werden.

Zu beachten sind eventuell auftretende Nutzungskonflikte. Außerdem sollten, insbesondere Bewegungsflächen, für mobilitätseingeschränkte Menschen nutzbar bleiben.

Vor allem Gewerbegebiete weisen üblicherweise eine fast vollständige Bodenversiegelung auf. Hier besteht also großes Potenzial die Neubauf Flächen alternativ zu planen und umzusetzen. Aber auch in Wohngebieten können beispielsweise wenig befahrene Straßen, Parkplatzflächen oder Fußwege teilversiegelt gestaltet werden. Mithilfe der Maßnahme F4 und der Erstellung von klimagerechten Bodenkonzepten lässt sich eine geringere Bodenversiegelung erzielen.

Oberflächenmaterialien mit hoher Albedo einsetzen



F3

Werden natürliche Baumaterialien sowie helle Farben und Anstriche verwendet, spricht man von Oberflächenmaterialien, die eine hohe Albedo besitzen. Albedo beschreibt das Reflexions- oder Rückstrahlvermögen eines Materials. Eine hohe Albedo, eine geringe Speicherkapazität an Wärme und eine niedrige Wärmeleitfähigkeit sorgen für eine klimawirksame Beschaffenheit der Oberflächen. Dies kann Straßen, Plätze, aber auch die Gebäudehülle betreffen.

Je höher die Albedo, desto mehr einfallende Strahlung wird reflektiert. Dadurch erwärmen sich sowohl Oberfläche als auch Luft weniger stark. In Verbindung mit einer reduzierten Wärmespeicherung und Wärmeleitfähigkeit, kühlt die Lufttemperatur weiterhin ab, weil weniger Wärme in das Gebäudeinnere sowie den Außenraum abgegeben und geleitet wird. Eine Überhitzung der Freiräume und des Innenraums kann vermieden werden.



Bei der Wahl des Oberflächenmaterials ist zum einen die eventuell notwendige Reinigung zu beachten. Zum anderen kann ein zu hohes Reflexionsvermögen der Beläge die Benutzer blenden. Durch mögliche Mehrfachreflexionen kann eine gegenteilige Wirkung auftreten: Die angrenzenden Luftmassen würden sich in diesem Falle aufheizen.

Für eine erfolgreiche Umsetzung kann die Stadt bei der Planung der Neubauf Flächen ein Bodenkonzept einfordern.

F4 Grünanteil auf Privatparzelle definieren



F4

Indem definiert wird, wie viel Prozent eines privaten Grundstücks zu begrünen sind, lässt sich der Anteil an grünem Freiraum festlegen. Möglich ist die Begrünung des Gebäudes, Dach und Fassaden, sowie der Freiflächen, u.a. Abstands- und Parkplatzflächen.

Es werden die positiven Auswirkungen, wie sie die Maßnahmen G2, G3, F1 und F2 erreichen, erzielt. Begrünte Freiflächen verringern maßgeblich das Außenraumklima. Ein hoher Grad an Begrünung bzw. ein geringer Grad an Versiegelung, spielen daher eine der größten Rollen in der Vermeidung von übermäßiger Hitzebelastung.

Die Maßnahme F4 kann einen variabel hohen Grünanteil und eine Spanne an unterschiedlich hoher Verbindlichkeit zulassen. Für Gewerbeflächen sollten begrünte Freiflächen jedoch verbindlich sein. Auch können unterschiedliche Arten der Begrünung zulässig sein: von einer vollständigen Bepflanzung bis zu teilversiegelten Oberflächenmaterialien.

Damit die Stadt Schwäbisch Gmünd einen klimawirksam positiven Einfluss auf Privatflächen ausüben kann, kann ein festgesetzter Grünanteil für private Parzellen definiert werden. Auch fördert dies die Umsetzung der Maßnahmen G2, G3, F1 und F2.

5.3 WASSER

W1 Erlebbares Wasserelemente anlegen und nutzbar machen



W1

Unter der Maßnahme W1 versteht man die Gestaltung offener Gewässer, die den Stadtbewohnern zugänglich und damit erlebbar gemacht werden. Ruhige oder bewegte Wasserelemente, in Form von Springbrunnen, Fontänen, Wasserspielen und -verneblern, Teichen oder fließenden Gewässern wie Rinnen und Bächen, schaffen blaue Erholungsräume.

Ziel dabei ist es, die Wasseroberfläche zu vergrößern. Denn je höher die Wasseroberfläche, desto größer die Verdunstung. Verdunstet Wasser, wird der umgebenden Luft Wärmeenergie entzogen. Dadurch kühlen die Luft bzw. die Umgebungstemperatur ab: Ein angenehmes Mikroklima entsteht. Die gleiche Wirkung erzielt auch der direkte Kontakt von Nutzern mit dem Wasser, da der Wasserfilm auf der Haut ebenfalls für Abkühlung sorgt. Ein unmittelbar erfrischender Effekt entsteht.



Die Speisung mit kaltem Wasser sowie bewegte Wasserelemente erzielen dabei die größte Wirkung. Die Menge des Wasserverbrauchs, ebenso wie diese Art der Hitzeminderung unterhalten werden kann, gilt es zu beachten. Weiterhin sind zum einen die Hygienevorschriften zu berücksichtigen, um die erforderliche Wasserqualität zu gewährleisten; zum anderen Sicherheitsaspekte wie Rutschgefahr durch den Wasserfilm.

Damit Wasserelemente auf Neubauflächen integriert werden, ist die Erarbeitung eines Konzepts für blaue Infrastruktur dienlich. Darin können Aussagen zum Thema Wasser sowohl im öffentlichen Raum als auch Impulse für Umsetzungsmöglichkeiten auf privaten Grundstücken getroffen werden. Wasserelemente lassen sich auch auf unterbauten Plätzen realisieren, wo Begrünung oft nicht umgesetzt werden kann.

W2 Bewässerungs- und Versickerungskonzepte entwickeln



W2

Die Entwicklung von Bewässerungs- und Versickerungskonzepten bezeichnet den geplanten Rückhalt und die gezielte Versickerung sowie Speicherung von Regenwasser, welches wiederum für die Bewässerung von Grünflächen genutzt werden kann. Dazu zählen offen angelegte Regenrückhaltebecken, Versickerungsmulden und Mulden-Rigolen-Systemen sowie Zisternen. Diese technische Maßnahme beugt Überschwemmungen und dem Abfluss des Regenwassers die in Kanalisation vor. Gleichzeitig wird der Wasserverbrauch reduziert, der durch anderweitige Bewässerung entstehen würde.

Solch eine Bewässerung und Versickerung schaffen also einen klimawirksamen Umgang mit Extremwetterereignissen, sowohl Trockenperioden als auch Starkregen. Außerdem spielt die Maßnahme W2 eine wichtige Rolle, um die grünen Maßnahmen (G2, G3, F1, B1 und B2) zu unterhalten und das daraus entstehende Abkühlungspotenzial zu ermöglichen. Je nach Art der Regenwassersammlung, beispielsweise eine offene Wasserfläche, tragen Versickerungskonzepte selbst zu kühleren Umgebungstemperaturen bei und schaffen temporären Erholungsraum.

Zu beachten sind der Unterhalt sowie die Instandhaltung der Anlagen und die Aufbereitung des Wassers. Auch eventuelle Nutzungskonkurrenzen auf den vorgesehenen Flächen gilt es abzuwägen.

Für eine erfolgreiche Umsetzung, bedarf es der frühzeitigen Integration von Bewässerungs- und Regenwasserabflusskonzepten in die Planung der Perspektivflächen und Baulücken. Zudem können technische Überlegungen zu dieser Maßnahme in ein Konzept für blaue Infrastruktur einfließen, siehe W1.

5.4 STADTSTRUKTUR

Gebäudestellung in Strömungsrichtung ausrichten



S1

Die Maßnahme S1 beschreibt die geplante Orientierung der Gebäude in Fließrichtung der Kaltluft. Baukörper werden hierbei also parallel zur Strömungsrichtung errichtet, um bestehende Leitbahnen freizuhalten und deren Wirkung effektiv zu nutzen.

Dies sichert die Verbindung zu den Kaltluftproduktionsflächen und damit das Eindringen der Kaltluft in die Siedlungsbereiche (siehe G1). Durch den entstehenden thermischen Ausgleich sinkt die Hitzebelastung.



Es gilt also die Bebauungsstruktur so anzulegen, dass möglichst wenig Strömungshindernisse für die Kaltluft entstehen. Die Gebäudestellung ist jedoch mit anderen städtebaulichen Aspekten, wie der Ausrichtung nach Himmelsrichtungen, der Erschließung oder der Grundstücksausnutzung, abzuwägen.

Mit der Festlegung der Baulinien und -grenzen in Bebauungsplänen hat die Stadt Schwäbisch Gmünd ein wirkungsvolles Instrument zur Umsetzung der stadtstrukturellen Anpassungsmöglichkeiten des Maßnahmenkatalogs (S1 - S3). Zudem sind mit den Entwicklungsprinzipien in einer Vielzahl von Steckbriefen der „Klimagerechten Flächenmanagementstrategie“ Hinweise für eine klimaoptimierte Bebauung enthalten.

Öffnungen zwischen Baukörpern vornehmen



Eine klimagerechte Anordnung der Baukörper zueinander, entsteht u.a. durch eine gezielt offene Baustruktur mit Durchlässen zwischen den Gebäuden.

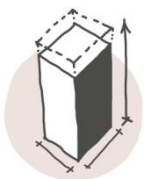
S2

Diese Öffnungen lassen begrünte Freiräume zu, deren Vegetation die Umgebung kühlt (siehe G3 und F1). Die durchlässige Bebauungsstruktur ermöglicht, dass die Luftmassen, die zum einen von übergeordneten Leitbahnen (G1) und zum anderen von lokal kleinräumigen Kaltluftentstehungsflächen (G2 und G3) kommen, zirkulieren kann. Dadurch kann die Kaltluft tiefer in Siedlungsgebiete eindringen und dort ihre kühlende Wirkung entfalten.

Wichtig dafür ist sowohl eine wirksame Anzahl als auch eine ausreichende Breite der Öffnungen. Allerdings müssen die klimatischen Vorteile einer solchen Bebauung mit weiteren Aspekten, besonders dem Lärmschutz, vereinbart werden.

Wie in Maßnahme S1 beschrieben, können die in Bebauungsplänen ausgewiesenen Baulinien und -grenzen auch hier für eine erfolgreiche Umsetzung sorgen. Ebenso unterstützt auch hier die Beachtung der Entwicklungsprinzipien eine klimagerechte Bebauung der Perspektivflächen und Baulücken.

Verhältnis von Grundfläche und Gebäudehöhe optimieren



S3

Unter Maßnahme S3 wird die Abwägung der dreidimensionalen Ausdehnung eines Baukörpers, also Breite und Länge im Verhältnis zur Höhe, anhand ihrer klimaökologischen Wirkung verstanden. Zusammen mit dem Maß einer offenen Baustruktur (siehe S2) lassen sich Typologie und Dichte der Bebauung ableiten.

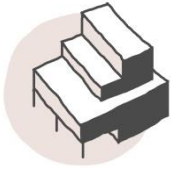
Hohe Gebäude weisen klimatische Vorteile gegenüber flächigen Baukörpern auf. Vor allem weil durch eine stärker punktuelle Bebauung, mehr Freiräume und weniger Bodenversiegelung möglich ist. Damit kann die Flächeninanspruchnahme gering gehalten werden. Positive Auswirkungen, ähnlich der Maßnahme F2, sind die Abkühlung der Oberflächen- und umgebenden Lufttemperatur. Die resultierende Hitzeminderung schafft der Bevölkerung Entlastung.

Die neuen Baukörper sollen mit ihrer Ausdehnung den vorhandenen Kaltluftstrom nicht ausbremsen. Außerdem gilt es, das aus klimatischer Sicht gewünschte Bauvolumen mit dem städtebaulichen Kontext und den Nutzungen im Gebäudeinneren zu vereinbaren.



Welche Art der Bautypologie, ob locker bebaute Einfamilienhäuser, Zeilen oder Punkthäuser, für welche Perspektivfläche oder Baulücke besonders klimaoptimiert ist, geht aus den Entwicklungsprinzipien der Steckbriefe hervor. Zudem können die zugehörigen Bebauungspläne verbindliche Festsetzungen treffen.

Nutzungen stapeln



S4

Nutzungen stapeln, das bedeutet die vertikale Überlagerung von Nutzungen innerhalb eines Bauvolumens – sei es gleicher oder unterschiedlicher Nutzungsart. Dies kommt besonders bei Gewerbegebieten zum Tragen. Zum Beispiel können auf den oftmals weitläufigen Dächern Freiräume für arbeitsnahe Erholungsräume geschaffen werden, siehe G3. Oder Gewerbebetriebe und Dienstleistungen werden übereinander gelegt.

Dank der höheren Flächeneffizienz, schrumpfen der bauliche Fußabdruck und somit auch der Grad an Versiegelung. Gleichzeitig sind mehr teilversiegelnde und versickerungsfähige Oberflächen möglich. So können, auch in Gewerbegebieten, mehr Grünflächen angelegt werden. Es wird eine Wirkung entsprechend der Maßnahme F2 erreicht: Zusammenfassen lässt sich diese als Reduktion der thermischen Belastung.

Zu beachten sind mögliche Konflikte zwischen den verschiedenen Nutzungen, was die Lautstärke, Ruhezeiten und Sicherheit betrifft. Zudem ist die Machbarkeit der Nutzungsstapelung zu prüfen, insbesondere bei Gewerbebetrieben.

Mithilfe von Nutzungskonzepten und Machbarkeitsstudien, kann geprüft und erarbeitet werden, wie die unterschiedlichen Anforderungen und Funktionen übereinander gelegt werden können.

5.5 BEBAUUNG

Dächer begrünen



B1

Die geplante Bepflanzung von Dachflächen mit Vegetation oder auch unter Einsatz von Wasserelementen wird als Dachbegrünung bezeichnet. Die zwei Arten der extensiven und intensiven Begrünung lassen unterschiedlich stark begrünte Dächer zu. Letztere kann zudem als begehbarer Freiraum zugänglich und nutzbar ausgeführt werden.

Werden Dächer begrünt, erhöht dies den Grünanteil und reduziert gleichzeitig den Anteil an versiegelten Flächen. Durch die entstehende Evapotranspiration und Verdunstungskühlung sinkt die unmittelbare Umgebungsluft. Besonders wirksam sind viele Dächer in Summe oder aber weitläufige Dächer mit einer Höhe unter 10 Metern, da letztere sich auch auf die bodennahe Temperatur kühlend auswirken. Aufgrund der Dämmwirkung beeinflusst die Dachbepflanzung das Innenraumklima positiv und reduziert damit den sommerlichen Kühlbedarf.

Je nach gewünschtem Wirkungsgrad ist die Dachhöhe, -neigung und -beschaffenheit zu wählen und auszuführen. Die Beschaffenheit der Begrünung, also die Art der Bepflanzung gibt vor, welche Pflege notwendig ist und wie intensiv diese betrieben werden sollte. Weiterhin ist zu beachten, die Bebauung mit entsprechender Tragfähigkeit auszustatten.



Die Stadt Schwäbisch Gmünd kann Dachbegrünungen nach § 9 Absatz 1 Nummer 25 Baugesetzbuch (BauGB) rechtsverbindlich in Bebauungsplänen festsetzen. Privaten Hauseigentümern können mithilfe von Förderprogrammen finanzielle Anreize geboten werden.

Fassaden begrünen



Die Maßnahme der Fassadenbegrünung beschreibt den geplanten und kontrollierten Bewuchs von Gebäudeaußenwänden mit Pflanzen. Hierbei gibt es erd- und fassadengebundene Systeme.

B2

Das Schatten werfende Blattwerk, die Luftschicht zwischen Vegetation und Hauswand sowie die Evapotranspiration verringern die Wärmeeinstrahlung und führen über die Verdunstungskälte Wärme ab. Dies reduziert sowohl das unmittelbar angrenzende Außenraumklima als auch die Oberflächentemperatur der Gebäudehülle. Zudem verbessert die dämmende Wirkung den thermischen Komfort im Gebäudeinnenraum.

Zu beachten sind zum einen die Pflanzenart und deren spezifische Pflege, zum anderen die entstehende Traglast und ein dementsprechend geeigneter baulicher Untergrund.

Um Fassadenbegrünungen umzusetzen, können diese rechtsverbindlich in den Bebauungsplänen nach § 9 Absatz 1 Nummer 25 Baugesetzbuch (BauGB) festgesetzt werden. Zudem schaffen Förderprogramme finanzielle Anreize für private Hauseigentümer.

Sommerlichen Wärmeschutz umsetzen



B3

Bei sommerlichem Wärmeschutz handelt es sich um den baulichen, technischen sowie im weiteren Sinne auch pflanzlichen Schutz der Bebauung vor übermäßiger Sonneneinstrahlung. Dies kann die Verschattung insbesondere von Fensterflächen sein, aber auch die Art der Verglasung oder die Verwendung von geeigneten Baumaterialien für Dach und Fassade. Im Gebäudeinneren kann die Raumnutzung angepasst, beispielsweise indem der Schlafbereich im Norden liegt, und damit ebenso ein Wärmeschutz erzielt werden.

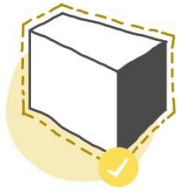
Wird die Bebauung vor extremer Aufheizung geschützt, senkt dies den thermischen Eintrag ins Gebäudeinnere und verbessert die Aufenthaltsqualität, auch als Behaglichkeit bezeichnet, in den Wohn- und Arbeitsräumen. Dadurch müssen die Neubauten weniger oder gar nicht technisch gekühlt werden. Außenliegender Wärmeschutz ist dabei wirksamer als die innenliegende Variante. Setzt man Bäume als Verschattungselemente ein, wird zudem das Außenraumklima positiv beeinflusst. Im Winter lassen Laubbäume die dann erwünschte Sonneneinstrahlung zu.

Lage und Ausrichtung nach den Himmelsrichtungen einer Bebauung bedürfen unterschiedlichen Wärmeschutz. Die Art der technischen oder architektonischen Lösungsmöglichkeiten wirken sich unterschiedlich stark positiv aus. Bei feststehenden Sonnenschutzelementen gelangt, je nach Ausführung, auch im Winter wenig solare Wärme in den Innenraum – dieser gegenteilige Effekt ist zu beachten.



Laut Energieeinsparverordnung (EnEV 2013 in Verbindung mit DIN 4108-2 2005) muss die Umsetzung eines sommerlichen Wärmeschutzes verpflichtend nachgewiesen werden – sei es Gebäude der Wohn- oder Nichtwohnnutzung. Auch die Technischen Regeln (ASTA 2010) geben Auskunft über die Höhe der Raumtemperatur in Arbeitsstätten.

Neubauten energieeffizient errichten



B4

Werden Neubauten sowohl technisch als auch baulich so geplant und ausgeführt, dass der Energiebedarf bzw. der Energieverbrauch möglichst gering ausfällt, spricht man von einer energieeffizienten Bauweise. Der Energiebedarf bezieht sich hierbei auf Warmwasser, Heizung und Kühlung sowie Lüftung.

Vor allem die Dämmung der Außenwände, aber auch die Beschaffenheit von Dach, Fenstern und Gebäudetechnik, wirken sich auf den Grad der Energieeffizienz aus. Verfügt die Isolierung über gute Dämmeigenschaften, gelangt weniger Wärme in die Innenräume. Dadurch wird zum einen die Hitzebelastung reduziert und einer Überhitzung vorgebeugt, zum anderen verbessert sich der thermische Komfort im Inneren der Gebäude.

Aus klimatischer Sicht empfiehlt es sich, die Bebauung energieeffizient und in Kombination mit sommerlichem Wärmeschutz zu errichten. Im Falle einer gewünschten oder erforderlichen technischen Gebäudekühlung, ist auf eine hohe Effizienz und umweltfreundliche Ausführung zu achten. Ansonsten würde der entstehende Wärmeausstoß für einen gegenteiligen Effekt sorgen.

Für eine wirksame Umsetzung, regelt die Energieeinsparverordnung (EnEV 2013) die Qualität der Dämmstoffe.

Die folgenden Maßnahmen der Kategorien Mobilität und Versorgung beschreiben weniger stadt- und gebäudestrukturelle oder freiraumplanerische Anpassungsmöglichkeiten als Aktivitäten, wie sowohl die Perspektivflächen und Baulücken als auch das Verhalten der Stadtbewohner in Bezug auf Verkehr und Nutzungen klimaoptimiert geplant und beeinflusst werden kann. Die Abschnitte über Wirkung, Herausforderungen und Handlungsspielraum sowie Umsetzung sind aufgrund ihrer Ähnlichkeit jeweils zusammengefasst.

5.6 MOBILITÄT

Öffentliches Verkehrsnetz ausbauen



M1
M1

Das öffentliche Verkehrsnetz wird ausgebaut, indem zum einen die Haltestellenfrequenz und die Taktung bestehender Linien erhöht, zum anderen neue Linien angelegt werden.

Fahrradnetz erweitern



M2

Sowohl wichtige Radwege in der lokalen Nachbarschaft – für ein sichereres Fahrradfahren vor Ort - als auch ergänzende übergeordnete Radschnellwege - für eine bessere Anbindung an andere Stadtgebiete und deren Nutzungen - erweitern das vorhandene Schwäbisch Gmünder Fahrradnetz.

Leih-Angebote einrichten



M3

Neben dem öffentlichen Verkehrsnetz können weitere gemeinschaftliche Mobilitätsangebote geschaffen werden: Sowohl für Fahrrad- als auch für Autofahrer können Leihsysteme, mit strategisch positionierten Stationen, im Stadtgebiet eingerichtet und nutzbar gemacht werden.

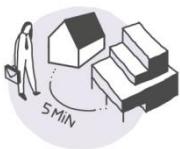
Indem solche alternativen Angebote eine erweiterte und damit verbesserte Mobilität ermöglichen, wird der Umstieg auf klimafreundliche Verkehrsmittel gefördert. Gleichzeitig wird ein autoloserer Verkehr begünstigt, wodurch Flächen für den fließenden und ruhenden Autoverkehr reduziert werden können. Dies hat zur Folge, dass mehr Oberflächen teil- oder unversiegelt bleiben können (F2) sowie weniger Abwärme und Treibhausgase entstehen.

Wichtig dabei ist, Haltestellen und Leih-Stationen fußläufig gut erreichbar zu machen, das heißt innerhalb von 5 – 10 Gehminuten. Zudem bietet es sich für einen nahtlosen Transit an, Haltestellen und Leih-Stationen an wichtigen Umsteigepunkten, beispielsweise zu Nah- und Fernverkehrszügen, einzurichten. Wie viel die alternativen Verkehrsmittel den einzelnen Nutzer kosten und ob ein barrierefreier Zugang besteht, ist ebenfalls zu berücksichtigen.

Um die Umsetzung der Maßnahmen M1 – M3 von städtischer Seite voranzutreiben, können Siedlungserweiterungen und Mobilitätskonzepte aneinander gekoppelt und somit zusammen geplant werden.

5.7 VERSORGUNG

Nutzungsmischung fördern



V1

Die städtebauliche sowie gebäudestrukturelle Mischung unterschiedlicher Nutzungen bringt diese räumlich zusammen. Dazu zählen die zwei Hauptnutzungen Wohnen und Arbeiten, aber auch soziale Einrichtungen und Bildungsstätten, Sport- und Kulturorte.

Alltägliche Lebensbedarfe decken



V2

Alltägliche Lebensbedarfe werden gedeckt, indem der Stadtbevölkerung wohnungs- und arbeitsnahe Einkaufsmöglichkeiten und Dienstleistungsangebote wie Bäcker, Lebensmittelmarkt, Kiosk oder Apotheke zur Verfügung stehen.



Die Integration verschiedener Nutzungen an einem Ort schaffen dezentrale Anlaufstellen und damit eine Stadt der kurzen Wege. Die dadurch reduzierte Mobilität, vor allem der geringere Autoverkehr, wirkt sich positiv auf das Stadtklima aus (siehe M1 - M3).

Nutzungen und Bedarfe können auf verschiedenen städtischen Hierarchien gedeckt werden: So gibt es Angebote wie zum Beispiel eine Universität oder eine Veranstaltungshalle von stadtweiter Bedeutung (L). Bei den Maßnahmen V1 und V2 geht es jedoch um die Nachbarschaft und das Quartier, also um die Ebene XS – S. Darunter fallen u.a. Kitas, soziale Treffpunkte wie Nachbarschaftshäuser für kulturelle oder sportliche Veranstaltungen. Hierbei ist eine gute Erreichbarkeit, insbesondere fußläufig innerhalb von 5 - 10 Minuten, ausschlaggebend.

In Flächennutzungs- und Bebauungsplänen wird die Flächen- sowie Nutzungsart festgelegt. Hierüber können also Mischgebiete gefördert werden.

6 Controlling und Kommunikation

6.1 CONTROLLING-KONZEPT

Der Aufbau eines dauerhaften Controllings ist eine zentrale Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Konzeptes zum klimagerechten Flächenmanagement der Stadt Schwäbisch Gmünd. Es wird empfohlen, das Controlling in die Bausteine „Evaluation“, „Monitoring“ und „Fortschreibung“ zu untergliedern und die Erkenntnisse in regelmäßigen Controlling-/Fortschrittsberichten mit dem Ziel zusammenzufassen, etwaige Nachsteuerungsbedarfe bzw. –potentiale zu identifizieren.

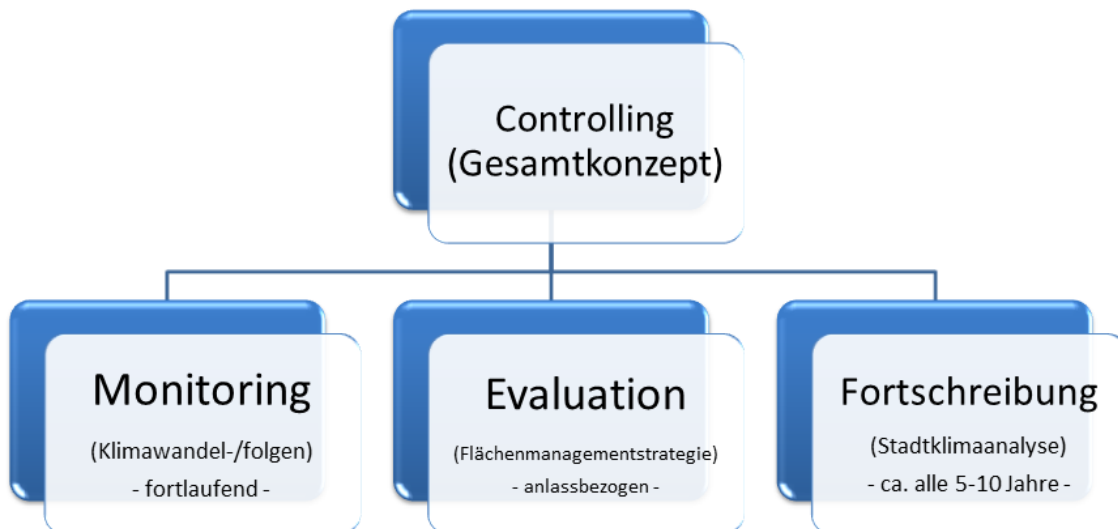


Abbildung 28: Die 3 Säulen des Controllingkonzeptes

Der Evaluationsbaustein bezieht sich dabei auf die Flächenmanagementstrategie im engeren Sinne (vgl. Kapitel 4) und des mit ihr verknüpften Maßnahmenkatalogs. Gegenstand der Evaluation ist eine Durchführungs- sowie eine Wirkungs-/ Zielerreichungskontrolle. Da die Strategie im vorliegenden Fall unselbständiger Bestandteil des FNP-Neuaufstellungsprozesses ist, wird empfohlen, die Evaluation anlassbezogen durchzuführen. Mögliche Planungsstände-/instrumente hierfür sind z.B. das Vorliegen eines FNP-Entwurfs im Zuge der formellen Öffentlichkeitsbeteiligung, der Umweltbericht in der Begründung zum FNP-Beschluss oder auch die Festsetzungen in den aus dem FNP entwickelten Bebauungsplänen. Bei der Evaluierung ist zunächst zu untersuchen und zu bewerten, inwiefern die Flächenmanagementstrategie bei der Aufstellung der Bauleitpläne berücksichtigt wurde. Für die FNP-Ebene ist hier die Frage zu beantworten, inwieweit die Darstellungen den Empfehlungen der Strategie grundsätzlich entsprechen. Auf der B-Planebene ist zu evaluieren, ob – insbesondere für die Flächen der Kategorie 3 und 4 – die jeweils empfohlenen Maßnahmen festgesetzt bzw. im Aufstellungsprozess berücksichtigt worden sind. Nach der Wirksamkeit dieser Maßnahmen ist in der darauf aufbauenden Zielerreichungskontrolle zu fragen. Hier muss untersucht werden, inwiefern die festgesetzten – bzw. tatsächlich durchgeführten – Maßnahmen geeignet waren, um die humanbioklimatische Situation nicht erheblich zu verschlechtern. Sofern sich aus der Evaluierung ein Nachsteuerungsbedarf ergibt, sollte der Evaluationsbericht mit konkreten Vorschlägen hierzu schließen.

Insbesondere die Wirkungskontrolle der Maßnahmen weist eine enge Verknüpfung zum Monitoring als zweite Säule des Controlling-Konzeptes auf. Während die derzeitige Klimasituation in diesem Gutachten bereits betrachtet wird, stellt die modellbasierte Ermittlung des Stadtklimawandels (z.B. Situation 2030, 2050) mittels Klimaprojektionen eine mögliche Option dar. Zum anderen sollte das tatsächliche Eintreten



des Stadtklimawandels überprüft werden. Hierfür wird ein ausreichend dichtes Dauermessnetz empfohlen. Unter der Voraussetzung einer Finanzierbarkeit sollte dieses Netz mit dem Ziel eingerichtet werden, möglichst viele der typischen Gmünder Stadtstrukturen (Stadtkern, Zeilenbebauung der 60er bzw. 70er Jahre, Neubausiedlungen, Hangbereiche, innerstädtische Grünflächen,...) messtechnisch abzubilden. Die Investitionskosten je Dauermessstelle belaufen sich auf einen oberen 4-stelligen Betrag zzgl. Wartungs- und Reparaturkosten.

Die erzeugten Daten sollten in einem regelmäßigen (z.B. jährlichen) „Klima-Bericht“ synthetisiert und mit Bezug zur jeweils gültigen Klimanormalperiode (aktuell: 1961-1990) eingeordnet werden. Die Analyse der folgenden Parameter sollte der entsprechende Bericht im Sinne von Klimawandel-Indikatoren mindestens umfassen:

- Auftrittshäufigkeit und Andauer von austauscharmen Strahlungswetterlagen
- Durchschnittstemperaturen (Jahr, Jahreszeiten, Monate)
- Auftrittshäufigkeit und Andauer von Tropennächten, Heißen Tage und Hitzeperioden
- Verteilung von Windrichtungs/-stärkeklassen

Sofern der Aufwand für die Analyse der Daten nicht durch die Verwaltung geleistet werden kann, wird eine Vergabe an einen privatwirtschaftlichen Klimadienstleister oder die Zusammenarbeit mit einer Hochschule angeregt. Die Kosten für die Berichtserstellung bewegen sich im unteren 4-stelligen Bereich.

Die dritte Säule des Controlling-Konzeptes bildet die Fortschreibung der Stadtklimaanalyse als zentrales Instrument für die fachliche Herleitung der Inhalte der Flächenmanagementstrategie. Da sowohl die städtebauliche Entwicklung Schwäbisch Gmünds dynamisch voranschreitet als auch die Erkenntnisse, Methoden und Möglichkeiten im Bereich der Stadtklimadienleistungen sich in einem kontinuierlichen Evolutionsprozess befinden, sollte eine Aktualisierung der Stadtklimaanalyse alle 5-10 Jahre angestrebt werden.

Wenn Querverbindungen zu einigen anderen strategischen Ziele der Stadt Schwäbisch Gmünd bestehen, sollte seitens der Verwaltung geprüft werden, inwiefern eine Verknüpfung mit anderen Controlling-Prozessen möglich und sinnvoll erscheint.

6.2 STRATEGIE ZUR KOMMUNIKATION DES ANPASSUNGSKONZEPTES IN DIE STADTGESELLSCHAFT

Die Sensibilisierung und Information der Öffentlichkeit sind unverzichtbarer Bestandteil eines jeden gesamtstädtischen Konzeptes. Mithilfe der Kommunikationsstrategie sollen die erarbeiteten Ergebnisse und Empfehlungen der klimagerechten Flächenmanagementstrategie der Stadtgesellschaft zugänglich gemacht werden. In der Bevölkerung, Politik, Wirtschaft und bei weiteren relevanten Akteuren soll dadurch ein Bewusstsein für die Handlungsanforderungen geschaffen werden, die sich durch die klimatischen Veränderungen in Verbindung mit der Schwäbisch Gmünder Stadtentwicklung ergeben.

Die Ziele der Kommunikationsstrategie lauten:

- Wissens- und Ergebnistransfer,
- Konsens- und Akzeptanzförderung,
- Verstetigung der erarbeiteten Ziele und Inhalte des Konzeptes sowie
- aktive Mitarbeit der Bevölkerung und sonstiger relevanter Akteure.



Tabelle 16 zeigt lokale Informationsmedien auf, die für die Verbreitung der Ergebnisse und Ziele des Anpassungskonzeptes sowie zur Information über geplante Maßnahmen genutzt werden können. Es sollten unterschiedliche Medien in Kombination genutzt werden, um eine möglichst große Zielgruppe zu erreichen.

Tabelle 16: Lokale Informationsmedien

Informationsmedien	Art der Information	Erscheinen
Internetseite der Stadt Schwäbisch Gmünd	Zusammenfassung der Inhalte und Ziele der Strategie; Berichterstattung über die Planung/Umsetzung von Maßnahmen sowie Möglichkeiten zur Beteiligung und Einflussnahme; Veranstaltungshinweise; Hinweise Beratungsangebote und Verhaltensvorsorge; Infolyer zu verschiedenen Themen;	regelmäßig
Internes Geoinformationssystem	GIS-Projekt, ggf. layerbasierte PDF	Einmalig nach Projektende
sonstige Flyer und Broschüren der Verwaltung	u. a. zielgruppenspezifisch aufgearbeitete Informationen zur Betroffenheit	regelmäßig
Gmünder Tagespost, Schwäbische Post	Sachstände im Rahmen des Prozesses	regelmäßig

Neben den klassischen Kommunikationsmedien, bei denen die reine Informationsvermittlung im Mittelpunkt steht, kommt vor allem den sozialen Medien eine Schlüsselrolle zu: Sie erreichen ein großes Publikum in allen Altersklassen und Gesellschaftsebenen, sie sind im Vergleich zu den traditionellen Medien sehr kostengünstig und sie bieten die Möglichkeit, in einen Dialog mit den Nutzern zu treten. Das ermöglicht wiederum, unmittelbar Informationen über die Bedürfnisse und Interessen der Bevölkerung zu erhalten. Daher eignen sich die sozialen Medien besonders gut, um die Konsensfindung, Akzeptanz und Mitwirkungsbereitschaft positiv zu beeinflussen.

Der direkte Austausch mit der Öffentlichkeit steht auch bei Informationsveranstaltungen im Fokus. Daher stellen sie auch zukünftig ein zentrales Element der Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaanpassungskonzept dar. Veranstaltungen bieten die Möglichkeit, Aufmerksamkeit herzustellen und den Teilnehmerkreis aktiv in die Informationsvermittlung einzubinden. Dadurch lassen sich Informationen besonders nachhaltig vermitteln. Die aufgeführten Veranstaltungen sind in der Regel so ausgelegt, dass die Stadtverwaltung diese in Zusammenarbeit mit anderen Akteuren initiieren und durchführen würde (Tabelle 17).

Tabelle 17: Mögliche Informationsveranstaltungen

Stadtführungen	Sonderführungen zur Klimaanpassung; Hinweise bei regulären Stadtführungen (Schulung der Gästeführer)
„Tag...“	Aktionstage, mit Führungen, Informationsforen etc. zu speziellen Themen, z.B. : „...der grünen Gebäude“ „...des Stadtbaumes“ „... der Kaltluft“
Marktplätze und Kooperationsbörsen der lokalen Wirtschaft	Vorstellung der Ergebnisse zur Sensibilisierung des lokalen Handwerks sowie von Ingenieuren, Architekten etc.
thematische Stadtgespräche/ Bürgerforen (Kammern, Verbände, VHS etc.)	als Themenreihen mit Fachvorträgen und/oder projektbegleitend zur Maßnahmenunterstützung
Vorstellung der Sachstände in politischen Ausschüssen/Gremien	öffentlicher Teil ist für Bürger zugänglich und wird ggf. auch themenbezogen von der Presse aufgegriffen



7 Zusammenfassung und Ausblick

Die Stadt Schwäbisch Gmünd weist im Vergleich zu anderen deutschen Groß- und Mittelstädten ein großflächig gesundes Stadtklima auf. Um der Stadtgesellschaft unter dem Einfluss des Klimawandels und der fortschreitenden Stadtentwicklung auch weiterhin gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse bieten zu können, hat die Stadtverwaltung eine Strategie zum klimagerechten Flächenmanagement erstellen lassen.

Die zentrale Basis hierfür stellt eine räumlich hochaufgelöste modellbasierte Stadtklimaanalyse dar. Zentrales Produkt ist zunächst die „Planungshinweiskarte Stadtklima (PHK)“, welche den aktuellen klimatischen Ausgangszustand repräsentiert und mögliche Verbesserungsvorschläge in Bezug auf das Stadtklima aufzeigt. Die PHK ordnet sämtliche Flächen im Stadtgebiet einem Ausgleichs- und Wirkungsraumgefüge zu und bewertet auf einer jeweils 5-stufigen Skala ihre Bedeutung für den Kaltlufthaushalt (Frei- und Grünflächen) bzw. das gegenwärtige thermische Belastungsniveau (bebaute Flächen) ein.

Die Verwaltungsgemeinschaft Schwäbisch Gmünd – Waldstetten hat mit 83,1 % einen relativ hohen Grün- und Freiflächenanteil. Insbesondere bei sommerlichen Hitzeperioden spielen diese Flächen eine wichtige Rolle für das städtische Klima, da sie in der Regel eine kühlende Wirkung entfalten. Am Tag dienen vor allem die innerstädtische Grünflächen (z.B. der Remspark) und Wälder (z.B. Erholungswald Taubental) als Ausgleichsräume für die überwärmten Siedlungsbereiche. In der Nacht erfüllen vor allem Frei- und Ackerflächen eine bedeutende Funktion für den nächtlichen Kaltlufthaushalt (z.B. die Kaltluftleitbahnen Waldstetter Bach und westlich des Wetzgauer Bachs). In der Verwaltungsgemeinschaft Schwäbisch Gmünd – Waldstetten gibt es insgesamt acht verschiedene Kaltluftleitbahnen und diverse Hangbereiche, über die in der Nacht flächenhaft Kaltluft abfließen kann. Fast zwei Drittel (61,5 %) der Siedlungsflächen in der Verwaltungsgemeinschaft befinden sich im Kaltluftereinwirkungsbereich. Die günstige Kaltluftsituation in Gmünd ergibt sich aus dem Zusammenspiel von verschiedenen Faktoren, u.a. das Relief, die Gebäudehöhen und die Verteilung der Landnutzung. Insbesondere die Schwäbische Alb und die vielen kleinen Täler, die in Richtung der Stadt führen, haben einen positiven Einfluss auf die nächtliche Kaltluftsituation. Niedrige Gebäude mit einem hohen Grünanteil, wie die Einzel- und Reihenhaussiedlungen, stellen keine allzu großen Strömungshindernisse dar, sodass die Belüftung des Stadtgebiets trotz Bebauung gewährleistet wird. Ein Großteil der Gewerbeflächen, welche sowohl am Tag als auch in der Nacht stark überhitzt sind, befindet sich am Rande der Stadt, sodass die Bevölkerung nicht allzu sehr von diesen Wärmeinseln beeinträchtigt wird. Zu den wenigen nicht großflächig durch Kaltluft profitierenden Gebieten gehört neben einzelnen Gewerbegebieten insbesondere der Gmünder Stadtkern, für den gleichsam eine moderate Handlungsnotwendigkeit besteht.

Mit dem Maßnahmenkatalog aus 23 strategischen sowie technischen Handlungsansätzen liegt sowohl der Stadt als auch privaten Bauherren eine Sammlung an Planungshilfen vor, wie die Gmünder Perspektivflächen und Baulücken klimagerecht entwickelt werden können. Mit Anwendung der Maßnahmen werden Grünräume, Oberflächen, Wasserelemente, Baukörper im stadträumlichen Kontext, einzelne Gebäude sowie die Mobilität und Versorgung der neuen Bewohner klimawirksam gestaltet. Dies erhält vorhandene Kaltluftströmungen, schafft neue Entlastungsräume und beugt einer steigenden Hitzebelastung vor.

Auf spezifisch lokale Kontexte werden die Maßnahmen im Rahmen der Entwicklungsprinzipien als Teil der Steckbriefe angewandt. Der Hauptfokus liegt hierbei auf einer klimatisch optimierten Entwicklung der Flächen. So wird oftmals vorgeschlagen bestehende Grünräume, je nach ihrer Bedeutung im Kaltluftsystem, zu unterschiedlichen Ausmaßen zu erhalten und die Bebauung auf kompakt gehaltenen Baufeldern zu



entwerfen. Grüne Trittsteine können eingesetzt werden, um die Kaltluft tiefer in den Siedlungsbereich dringen zu lassen. Zudem bilden diese lokale Entlastungsräume für die Betroffenen.

Für die Stadt Schwäbisch Gmünd wurde eine Flächenkulisse bestehend aus 97 Perspektivteilflächen und 18 Baulücken klimaökologisch, städtebaulich und landschaftlich bewertet. In dem Kartenwerk der Flächenmanagementstrategie sind 1,7 % der Flächen als Grünräume angedacht und hinsichtlich ihrer Realisierung unbedenklich. 19,2 % der Flächen fallen in die Kategorien 1.A, 1.B und 1.C sowie 40,9 % den Kategorien 2.A und 2.B. Das heißt mit 60,1 % ist für die Mehrheit der Flächen aus klimatischer Sicht in Kombination mit städtebaulicher und landschaftlicher Bewertung eine Entwicklung unbedenklich oder mit geringer Anstrengung möglich. 7,8 % sind Flächen der Kategorien 2.C, die zwar mit geringen klimaoptimierenden Maßnahmen entwickelt werden können, jedoch aus dem Städtebau und der Landschaft heraus ungünstig zu bewerten sind. 24,4 % der Flächen gehören zu der Kategorie 3.A, 3.B und 3.C die sowohl städtebaulich, als auch klimaökologisch als eher ungünstig bewertet werden, jedoch unter erheblich optimierenden Maßnahmen entwickelbar sind. 6 % der Flächen zählen zu den Kategorien 4.A, 4.B und 4.C. Bei diesen Flächenkulissen wird eine Bebauung nicht empfohlen. Der Bedarf an Wohn- und Arbeitsraum kann also auch klimagerecht unter Beachtung der mit diesem Bericht vorliegenden Empfehlungen gedeckt werden.

Zusammenfassend gibt das „Klimagerechte Flächenmanagement“ eine Einschätzung, wie die Stadt Schwäbisch Gmünd aus klimatischer Sicht mit der Flächenkulisse haushalten kann, welche Perspektivflächen und Baulücken zu priorisieren sind und welche für eine Bebauung nicht empfohlen werden. Hinzu kommen konzeptionelle und konkrete Hinweise zur baulichen, freiräumlichen und infrastrukturellen Entwicklung der potenziellen Neubauf Flächen. Dies sorgt damit für den Erhalt der klimaökologischen Situation bzw. die Anpassung auf ein verträgliches Maß. In Zukunft gilt es die Strategie zu überprüfen, die tatsächliche Auswirkung auf das Stadtklima zu analysieren sowie Maßnahmen und Entwicklungsprinzipien, wenn erforderlich, anzupassen



Quellenverzeichnis

- DFG (1988) – Deutsche Forschungsgemeinschaft: Physikalische Grundlagen des Klimas und Klimamodelle. Abschlussbericht. Bonn.
- DWD (2019) – Deutscher Wetterdienst: Bioklimakarte Deutschland. Bezugszeitraum 1981-2010. Online: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/bioklimakarte/bioklimakarte.html> . Letzter Zugriff am 24.4.2019
- Hergert (1991): Klimatische und lufthygienische Situation am Kronsberg und die Beeinträchtigung der klimaökologischen Ausgleichswirkung durch Bebauung. Diplomarbeit an der Universität Hannover.
- Höppe, P. und H. Mayer (1987): Planungsrelevante Bewertung der thermischen Komponente des Stadtklimas. *Landschaft und Stadt* 19 (1): S. 22-29.
- Jendritzky, G., et al. (1990). Methodik zur raumbezogenen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen (Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell). *Beitr. Akad. Raumforsch. Landesplan.* Nr. 114.
- Jendritzky, G., et al.. (2003). Das Bioklima in Deutschland. Bioklimakarte mit Begleittext und Information zur Wohnortwahl. Flöttmann Verlag, Gütersloh.
- Kiese, O. (1988): Die Bedeutung verschiedenartiger Freiflächen für die Kaltluftproduktion und die Frischluftversorgung von Städten. *Landschaft und Stadt* 20, H.2: S. 67-71.
- Kuttler, W. (1999): Human-biometeorologische Bewertung stadtklimatologischer Erkenntnisse für die Planungspraxis. In: *Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Institut für Meteorologie der Universität Leipzig und dem Institut für Troposphärenforschung e. V. Leipzig.* Band 13.
- Malberg, H. (2002): *Meteorologie und Klimatologie- Eine Einführung.* 4. Auflage. Berlin, Heidelberg.
- Matzarakis A. und Mayer H. (1996): Another kind of environmental stress: Thermal stress. *WHO Newsletter* No. 18, 7-10.
- Mosimann et al. (1999): Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung. *Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen.* Heft 4/99: S. 202-275.
- Oke, T. R. (1973): City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment* (1967), Volume 7, Issue 8: S. 769-779.
- Rainer Rüksamen & Gekoplan (2011): Verwaltungsgemeinschaft Schwäbisch Gmünd Waldstetten. *Landschaftsplan. Erläuterungsbericht zum Landschaftsplan.*
- Schönwiese, C.- D. (2008): *Klimatologie.* 3. Auflage. Stuttgart.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2019): Bevölkerung nach Nationalität seit 2011 - vierteljährlich. Stadt Schwäbisch Gmünd. Online: <https://www.statistik-bw.de/> . Letzter Zugriff am 25.4.2019
- VDI (2004): VDI-Richtlinie 3787 Blatt 9. *Umweltmeteorologie. Berücksichtigung von Klima und Lufthygiene.*
- VDI (2008a): VDI-Richtlinie 3785 Blatt 1. *Umweltmeteorologie. Methodik und Ergebnisdarstellung von Untersuchungen zum planungsrelevanten Stadtklima.*
- VDI (2008b): VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2. *Umweltmeteorologie. Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung. Teil I: Klima.*
- VDI (2014): VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1. *Umweltmeteorologie. Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. Entwurf.*



Anhang