



LUDWIGSBURG



Strategisches Fachkonzept KLIMAANPASSUNG (KliK)



Impressum

Auftraggeberin:



Stadt Ludwigsburg
Referat Nachhaltige Stadtentwicklung
Wilhelmstraße 1
71638 Ludwigsburg
Leitung: Albert Geiger

Projektleitung: Sandra Bühler-Kölmel

Auftragnehmer



faktorgruen Freie Landschaftsarchitekten BDLA

Merzhauser Straße 110
79100 Freiburg i. Br.
Tel. 0761 / 707 647 0
freiburg@faktorgruen.de

Projektleitung: Tom Wallenborn
Dr. Thomas Hahn
Edith Schütze

Begleitende Lenkungsgruppe

Prof. Dr. Jürgen Baumüller, ehem. Leiter Abt. Stadtklimatologie des Amtes für
Umweltschutz - Stuttgart, Honorarprofessor Uni Stuttgart
Sandra Bühler-Kölmel, Referat Nachhaltige Stadtentwicklung
Albrecht Burkhardt, Fachbereich Stadtplanung und Vermessung
Nicole Preußner, Fachbereich Tiefbau und Grünflächen
Günther Schlecht, Fachbereich Tiefbau und Grünflächen

Die Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzepts „Anpassung an den Klimawandel“ wird gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative. Weiterhin erfolgt die Erstellung des Konzepts im Rahmen des Wettbewerbs Zukunftsstadt, eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und eine Initiative des Wissenschaftsjahrs 2015 - Zukunftsstadt.

Abbildung Titelseite: Grünes Zimmer Ludwigsburg, Quelle: Stadt Ludwigsburg

Zusammenfassung

Anpassung an den Klimawandel ist notwendig

Der Klimawandel ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Umfangreiche Klimaschutzmaßnahmen müssen umgesetzt werden, um die klimatischen Veränderungen gering zu halten. Aber mittlerweile ist klar: Das Klima ändert sich auf jeden Fall. Darum müssen wir uns an den Klimawandel anpassen. Nur so können wir negative Auswirkungen auf den Menschen, die Wirtschaft und die Natur vermindern. Für Städte und Gemeinden in Deutschland ist die Klimaanpassung nicht nur eine gesellschaftliche, sondern auch eine gesetzliche Verpflichtung. Die Stadt Ludwigsburg will dieser Verpflichtung nachkommen und hat 2015 ein Konzept zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels beauftragt.

Mehr Hitze, Trockenheit und Extremereignisse in Ludwigsburg

Im Klimaanpassungskonzept (KliK) wurde zunächst auf Basis vorhandener wissenschaftlicher Datengrundlagen das Ausmaß des fortschreitenden Klimawandels in Ludwigsburg analysiert. Anschließend wurden dessen potenzielle Auswirkungen auf die städtischen Handlungsfelder ermittelt. Es zeigt sich, dass vor allem die Zunahme der Hitze die Stadt vor große Herausforderungen stellt. Ohne Anpassungsmaßnahmen werden Lebensqualität, Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Menschen in Ludwigsburg stark beeinträchtigt. Aber auch Wirtschaft, Infrastruktur, Arten und Biotope, Land- und Forstwirtschaft sowie der Wasserhaushalt werden die Auswirkungen zu spüren bekommen. Die Lage wird voraussichtlich durch trockenere Sommer, nässere Winter und häufigere Extremereignisse wie Starkregen, Stürme und Hagelereignisse weiter verschärft.

Entwicklungsschwerpunkte des Klimaanpassungskonzeptes

Der Rahmen für die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen wurde in einem Dialogprozess mit der Verwaltung, externen Expert-/innen und der Bürgerschaft abgesteckt. Der Schwerpunkt des Konzeptes wurde auf den Siedlungsbereich, und hier vor allem auf das Wohn- und Arbeitsumfeld der Menschen gelegt. Die Lebensqualität in Ludwigsburg soll durch den Klimawandel möglichst wenig beeinträchtigt werden. Themenschwerpunkte des Klimaanpassungskonzeptes sind Grün und Wasser in der Stadt, Wohnen und Arbeiten sowie Bildung und Gesundheit. Es wurden Maßnahmen auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen entwickelt.

Maßnahmenkatalog

Auf der Ebene der Gesamtstadt soll die Kommunikation des Themas gefördert und die Gesundheit und Lebensqualität der Ludwigsburger/-innen im Klimawandel gewährleistet werden. Hierzu notwendig ist die Stärkung und Entwicklung des Stadtgrüns und die nachhaltige Förderung des Wasserkreislaufs in der Stadt. Des Weiteren werden Empfehlungen gemacht, wie die Klimaanpassung in der Bauleitplanung in Ludwigsburg gestärkt werden kann. Für die klimaangepasste Entwicklung der Quartiere wurde ein Baukastensystem entwickelt. Darin werden die effizientesten Maßnahmen wie z.B. Dach- und Fassadenbegrünung oder Kühloasen erläutert. Anschließend werden Maßnahmen auf Gebäudeebene vorgeschlagen. Vorbildfunktion sollen hier vor allem die städtischen Gebäude haben. Abschließend wurden die vom Klimawandel am stärksten betroffenen Stadtstrukturtypen in Ludwigsburg ermittelt. Anhand von beispielhaft ausgewählten Quartieren wurden Maßnahmenpakete für die einzelnen Typen vorgeschlagen. In einem Plan zum Klimaanpassungskonzept wurden die wichtigsten räumlichen Maßnahmen dargestellt.

Wichtige Planungsgrundlage

Das Klimaanpassungskonzept ist eine wichtige Planungsgrundlage für die Bauleitplanung und eine nachhaltige Stadt- und Quartiersentwicklung.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Einführung	6
1.1 Ausgangslage	6
1.2 Vorgehensweise des Klimaanpassungskonzeptes.....	7
2 Analyse	9
2.1 Rechtliche und planerische Grundlagen.....	9
2.2 Bestehende Projekte in Ludwigsburg	11
2.3 Klimawandel in Baden-Württemberg und im Landkreis Ludwigsburg	13
2.4 Stadtklima und thermisches Empfinden.....	20
2.5 Auswirkungen auf die Handlungsfelder in Ludwigsburg	24
2.5.1 <i>Mensch und Gesundheit</i>	24
2.5.2 <i>Land- und Forstwirtschaft</i>	28
2.5.3 <i>Naturschutz</i>	31
2.5.4 <i>Wasserhaushalt</i>	34
2.5.5 <i>Wirtschaft und Infrastruktur</i>	35
2.5.6 <i>Tourismus</i>	40
2.5.7 <i>Relevanz der Klimaanpassung in Ludwigsburg</i>	40
3 Gesamtstrategie	41
3.1 Ziele und Leitbilder	41
3.2 Planerische Einordnung innerhalb des Stadtentwicklungskonzeptes	43
3.3 Festlegung der Handlungsschwerpunkte	45
4 Maßnahmenkatalog	47
4.1 Maßnahmenübersicht	47
4.2 Übergeordnete und gesamtstädtische Maßnahmen.....	48
4.2.1 <i>Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit</i>	48
4.2.2 <i>Klimaanpassung in der Verwaltung</i>	51
4.2.3 <i>Klima-Frühwarnsysteme und Hitzeberatung</i>	52
4.2.4 <i>Pflege- und Gesundheitseinrichtungen</i>	54
4.2.5 <i>Klimaanpassung in Schulen und Kindertageseinrichtungen</i>	55
4.2.6 <i>Leistungsfähige Unternehmen im Klimawandel</i>	57
4.2.7 <i>Klimaangepasstes Stadtgrün</i>	59
4.2.8 <i>Grün- und Freiflächen</i>	61
4.2.9 <i>Grüne Vernetzung</i>	64
4.2.10 <i>Kaltluftentstehungsgebiete und Luftleitbahnen</i>	66
4.2.11 <i>Wasser in der Stadt</i>	68
4.2.12 <i>Planungsstandards Bauleitplanung</i>	72
4.2 Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen.....	74
4.2.1 <i>Dach- und Fassadenbegrünung</i>	77
4.2.2 <i>Verschattung / Baumpflanzungen</i>	83
4.2.3 <i>Grüne Innenhöfe</i>	84
4.2.4 <i>Städtische Kühloasen</i>	85
4.2.5 <i>Entsiegelung</i>	86
4.2.6 <i>Rückbau / Entkernung</i>	87
4.2.7 <i>Helle Oberflächengestaltung / Albedo</i>	87
4.2.8 <i>Gestaltung mit Wasser</i>	88
4.2.9 <i>Trinkwasserbrunnen</i>	89

4.3	Gebäudebezogene Maßnahmen	90
4.3.1	<i>Klimaangepasste Gebäude</i>	90
4.3.2	<i>Öffentliche Gebäude</i>	93
4.3.3	<i>Technische Gebäudekühlung</i>	95
5	Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere	96
5.1.1	<i>Blockrandbebauung</i>	97
5.1.2	<i>Offene Blockrandbebauung</i>	99
5.1.3	<i>Zeilenbebauung</i>	101
5.1.4	<i>Hochhaussiedlungen</i>	103
5.1.5	<i>Sonderformen / Großstrukturen</i>	104
5.1.6	<i>Alte Dorfstrukturen</i>	105
5.1.7	<i>Gewerbegebiete</i>	106
6	Plan zum Klimaanpassungskonzept.....	110
7	Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit	113
8	Ausblick.....	114
9	Quellenverzeichnis	116

Anlagen

- Plan zum Klimaanpassungskonzept
- Dokumentation Expertenworkshop
- Dokumentation Auftaktveranstaltung

1 Einführung

1.1 Ausgangslage

Klimawandel

Der Klimawandel schreitet voran. Internationale Experten sind sich darüber seit Längerem einig. Und im aktuellen IPCC-Bericht (IPCC 2014) wird nochmals deutlich gemacht: Klimaveränderungen und menschliche Aktivitäten hängen unmittelbar zusammen. Bis zum Jahr 2100 wird je nach Szenario ein Anstieg der mittleren Temperatur in Deutschland um 1,5 bis 3,5°C verglichen mit vorindustriellen Werten prognostiziert (BMUB 2008). Des Weiteren gilt es als fast sicher, dass Wetterextreme zunehmen werden, wobei extreme Niederschläge in den mittleren Breiten sehr wahrscheinlich häufiger und intensiver werden.

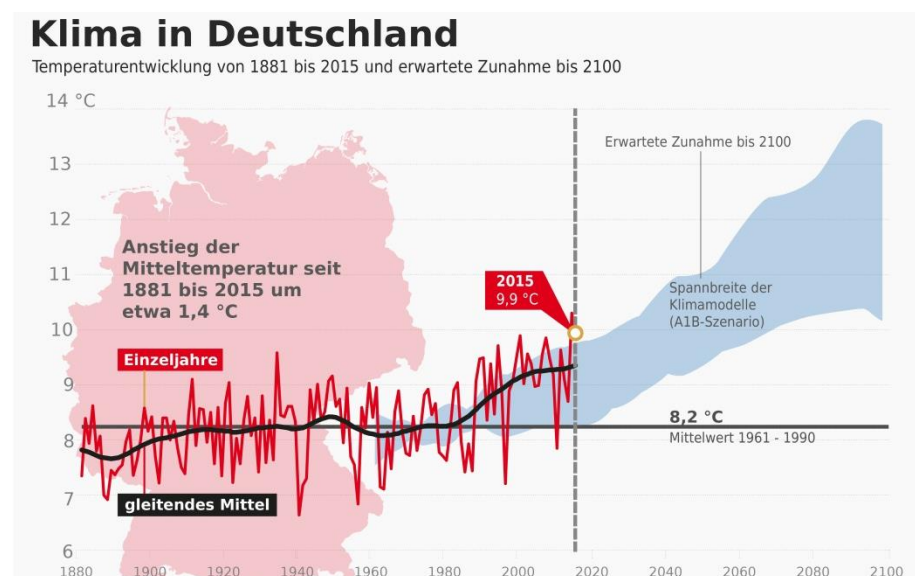


Abbildung 1 - Klimaentwicklung in Deutschland (Quelle: Deutscher Wetterdienst 2015)

Klimaschutz und Klimaanpassung

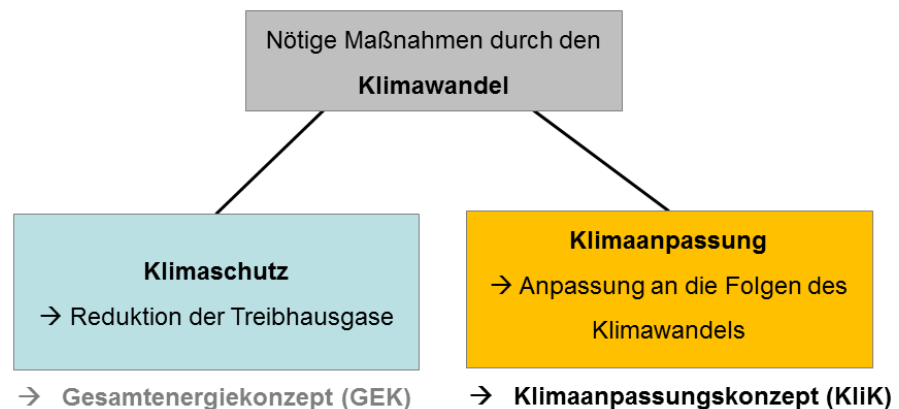
Der anthropogene Klimawandel gilt mittlerweile als eine der größten gesellschaftlichen und ökologischen Herausforderungen. Die Notwendigkeit von umfangreichen Maßnahmen zum Schutz des Klimas war noch nie so deutlich. Mittlerweile ist aber auch offensichtlich, dass reine Klimaschutzmaßnahmen nicht mehr ausreichen. Da wir gewisse klimatische Veränderungen nicht mehr stoppen können, müssen Wege zur Anpassung an die zu erwartenden klimatischen Veränderungen gefunden werden. Die Bundesregierung hat darauf mit einer Gesetzesänderung reagiert. Seit der Klimaschutznovelle 2011 (BauGB) ist die Klimaanpassung wie auch der Klimaschutz eine gesetzliche Verpflichtung. Zudem haben Bund und Länder in den letzten Jahren Strategien zur Anpassung an den Klimawandel ausgearbeitet.

Klimaanpassung in der Stadtentwicklung

Die Folgen des Klimawandels treffen dabei sowohl natürliche Ökosysteme, als auch landwirtschaftliche und urbane Gebiete. Da in Deutschland mehr als 70 % (DWD online 2015)) der Bevölkerung ihren Lebens- und Arbeitsmittelpunkt in Städten haben, hat das Thema deutschlandweit eine hohe Relevanz. Im Bereich der Stadtplanung wurden bereits die ersten Pilotprojekte mit Bezug auf Klimaanpassung durchgeführt. Zukunftsfähige Stadtentwicklungskonzepte müssen den Herausforderungen des Klimawandels standhalten. Anpassungsstrategien an die Folgen des Klimawandels werden unumgänglich.

1.2 Vorgehensweise des Klimaanpassungskonzeptes

Das Gesamtenergiekonzept für Ludwigsburg wurde 2011 abgeschlossen, Das vorliegende Klimaanpassungskonzept für Ludwigsburg wurde von März 2015 bis März 2016 ausgearbeitet.



Analyse

Der erste Schritt des Klimaanpassungskonzeptes ist eine umfangliche Analyse der Bestandssituation und der Herausforderungen, die sich durch den Klimawandel für die Stadt Ludwigsburg ergeben.

Dazu werden zunächst die gesetzlichen Grundlagen und die bestehenden Planwerke ermittelt. Anschließend wird die heutige klimatische Situation in Ludwigsburg den Zukunftsprognosen gegenübergestellt. Im Rahmen der Analyse wird die Art und Schwere der Auswirkungen des Klimawandels ermittelt. Dabei werden die wichtigsten Handlungsfelder identifiziert und beschrieben (Kapitel 2).

Strategie

Nach Abschluss der Analyse wird der Rahmen für das Klimaanpassungskonzept festgelegt. Es werden Handlungsfelder definiert für die dann ein umfangreicher Maßnahmenkatalog erstellt wird. Des Weiteren wird die planerische Einordnung des Konzeptes innerhalb der Ziele und Strategien des Stadtentwicklungskonzeptes (SEK) festgelegt (Kapitel 3).

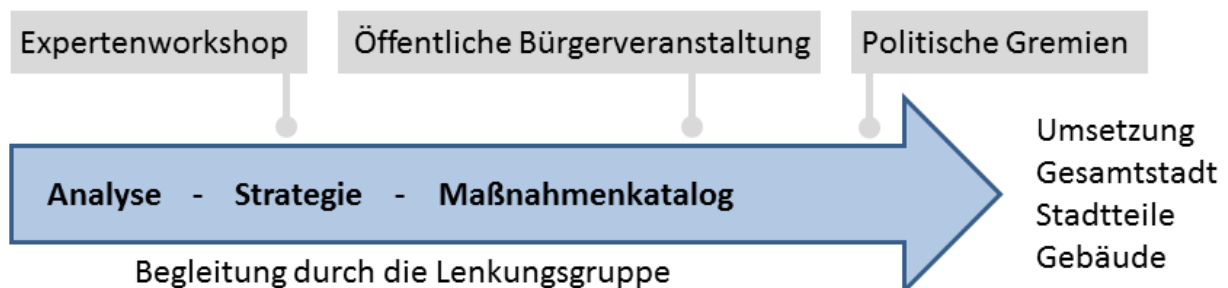
Maßnahmenkatalog

Innerhalb des definierten Handlungsrahmens wird anschließend ein Maßnahmenkatalog entwickelt. Für die darin enthaltenen Maßnahmenpakete werden Ziele und Inhalte definiert sowie mögliche Umsetzungsschritte beschrieben. Großen Wert wird zudem auf mögliche Synergieeffekte gelegt. Des Weiteren werden Querbezüge zu anderen Planwerken und anderen Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs hergestellt. Die relevanten Akteure der einzelnen Maßnahmenpakete werden benannt sowie Zeitschiene und Priorität festgelegt. Wo es sinnvoll ist, werden zudem Bausteine einer über das Konzept hinausgehenden Öffentlichkeitsarbeit für die einzelnen Maßnahmenpakete beschrieben (Kapitel 4).

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen

Anschließend werden die vom Klimawandel besonders betroffenen Stadtstrukturtypen ermittelt. Für diese werden anhand von beispielhaft ausgewählten Quartieren mögliche Anpassungsmaßnahmen beschrieben und Entwicklungsschwerpunkte dargestellt (Kapitel 5).

<i>Plan zum Klimaanpassungskonzept</i>	Einzelne Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog werden, soweit sie räumlich verortet werden können, in einem Plan zum Klimaanpassungskonzept dargestellt. Der Plan ist als Anlage Teil des Klimaanpassungskonzeptes. Inhalt und Ziele des Plans werden in Kapitel 6 erläutert.
<i>Lenkungsgruppe</i>	Die Erarbeitung des Konzeptes wird durch eine permanente Lenkungsgruppe, bestehend aus Verwaltung und einem externen Experten begleitet. Gemeinsam mit dieser Lenkungsgruppe werden die einzelnen Arbeitsschritte sowie Inhalte und Strategie festgelegt.
<i>Expertenworkshop</i>	Nach Fertigstellung der Analyse wurde der Entwurf des Konzeptes im Oktober 2015 in einem Expertenworkshop mit Vertreter/-innen aus der Verwaltung, externen Expert/-innen sowie ausgewählten Vertreter/-innen aus der Bürgerschaft besprochen (Dokumentation der Veranstaltung vgl. Anlage 2).
<i>Bürgerveranstaltung</i>	Im Februar 2016 wurde das Konzept des ausgearbeiteten Maßnahmenkataloges in einer öffentlichen Veranstaltung mit den Bürgerinnen und Bürgern auf den Prüfstand gestellt. Die einzelnen Themen des Maßnahmenkataloges wurden diskutiert, Ideen und Anregungen aus der Bürgerschaft anschließend in den Maßnahmenkatalog eingearbeitet. Die Veranstaltung diente gleichermaßen als Auftaktveranstaltung für die Öffentlichkeitsbeteiligung (Dokumentation der Veranstaltung vgl. Anlage 3).



2 Analyse

2.1 Rechtliche und planerische Grundlagen

Gesetzliche Verpflichtung - BauGB

Mit der Klimaschutznovelle 2011 wurde die Klimaanpassung neben dem Klimaschutz gesetzlich verankert. Im **Planungsleitziel der Bauleitplanung** (§1 Abs. 5 BauGB) heißt es: *„Die Bauleitpläne sollen eine städtebauliche Entwicklung, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt, und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienende sozialgerechte Bodennutzung gewährleisten. Sie sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln sowie den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern, sowie die städtebauliche Gestalt und das Orts- und Landschaftsbild baukulturell zu erhalten und zu entwickeln.“*



Die Klimaanpassung als **Abwägungsbelang** ist in § 1a Abs. 5 BauGB benannt: *„Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden. Der Grundsatz nach Satz 1 ist in der Abwägung nach §1 Abs. 7 BauGB zu berücksichtigen.“*

Des Weiteren regelt das BauGB die Möglichkeiten der Stadtsanierung und des Stadtumbaus. In § 136 Abs. 4 Nr.1 heißt es: *„**Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen** dienen dem Wohl der Allgemeinheit. Sie sollen dazu beitragen, dass 1. die bauliche Struktur in allen Teilen des Bundesgebiets nach den allgemeinen Anforderungen an den Klimaschutz und die Klimaanpassung sowie nach den sozialen, hygienischen, wirtschaftlichen und kulturellen Erfordernissen entwickelt wird (...).“*

§ 171a BauGB betrifft den Stadtumbau: *„**Stadtumbaumaßnahmen** dienen dem Wohl der Allgemeinheit. Sie sollen insbesondere dazu beitragen, dass nach Nr. 6 brachliegende oder freigelegte Flächen einer nachhaltigen, insbesondere dem Klimaschutz und der Klimaanpassung dienenden städtebaulichen Entwicklung oder mit dieser verträglichen Zwischennutzung zugeführt werden.“*

Deutsche Anpassungsstrategie

Parallel zu den Vorgaben im BauGB wurde eine Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels auf den Weg gebracht. Das Bundeskabinett beschloss 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (vgl. BMUB 2008). Durch die Benennung von Zielen und Handlungsoptionen in 13 Handlungsfelder und zwei Querschnittsthemen wurde hierdurch ein Rahmen für einen nationalen Anpassungsprozess geschaffen. Dem folgte 2011 ein Aktionsplan durch den der Anpassungsstrategie spezifische Aktivitäten des Bundes zugeordnet wurden (vgl. BMUB 2011). 2015 wurde schließlich der Monitoringbericht zur deutschen Anpassungsstrategie veröffentlicht (vgl. BMUB 2015a). Anhand eines indikatorengestützten Systems wird darin ein Überblick über die Betroffenheiten durch Auswirkungen des Klimawandels und über die in den jeweiligen Bereichen bereits initiierten Anpassungsprozesse gegeben. Ebenfalls 2015 wurde der Bericht „Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel“ veröffentlicht (vgl. BMUB 2015b). Darin wird ein Gesamtbild der Verwundbarkeit (Vulnerabilität) Deutschlands gegenüber dem Klimawandel wiedergegeben. Es werden sektorale, sektorübergreifende und räumliche Schwerpunkte der Klimawirkungen in Deutschland benannt.



Anpassungsstrategie Baden-Württemberg

Auf Länderebene wurden eigene Anpassungsstrategien erarbeitet. Die Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg wurde 2015 veröffentlicht (vgl. LUBW 2015). Darin werden die Erkenntnisse der Deutschen Anpassungsstrategie vertieft und unter Berücksichtigung landesspezifischer Gegebenheiten weiter entwickelt. Für einzelne Handlungsfelder wurden Vulnerabilität (Verwundbarkeit), Handlungsziele und Anpassungsmaßnahme erarbeitet. Als Grundlage für die Strategie dienten die Ergebnisse von zahlreichen regionalen Klimaprojektionen die von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) ausgewertet und zusammengefasst wurden. Diese Ergebnisse werden auch für das vorliegende Konzept als Grundlage für die zukünftige Klimaentwicklung herangezogen (vgl. Kapitel 2.2).

Forschungs- und Modellvorhaben

In einer Reihe von Forschungs- und Modellvorhaben wurden bundesweit zahlreichen regionale und lokale Anpassungsstrategien ausgearbeitet (u.a. KLIMZUG, EXWOST) Für die Region Stuttgart ist vor allem das Modellvorhaben „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ (KLIMAMORO) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) von Bedeutung. In dessen Rahmen wurde der „Vulnerabilitätsbericht der Region Stuttgart“ erarbeitet (vgl. Verband Region Stuttgart 2011). Dieser untersucht in den drei Arbeitsgruppen Naturschutz / Biodiversität, Land- und Forstwirtschaft, Wasser und Gesundheit die räumliche und sektorale Betroffenheit der Region und zeigt Handlungsansätze auf.



Regionalplanung

Das Thema der Klimaanpassung ist auch Bestandteil der Klimastrategie des Verbands Region Stuttgart. Im Regionalplan sollen klima-relevante Freiflächen sowie Retentionsflächen verbindlich gesichert werden. Neben dieser formalen Planung übernimmt der Verband auch eine Rolle in der Bereitstellung von relevanten Grundlagendaten. Wichtige Grundlagen für die Erarbeitung von Klimaanpassungskonzepten in der Region sind der vom Regionalverband in Auftrag gegebene regionale Klimaatlas (Verband Region Stuttgart 2008) sowie der bereits genannte Vulnerabilitätsbericht. Eine weitere wichtige Rolle spielt der Regionalverband beim Aufbau eines regionalen Experten- und Forschungsnetzwerks sowie der Förderung von regionalen und lokalen Modellvorhaben und Pilotprojekten.



Beispiel Karlsruhe

Als beispielhaftes Klimaanpassungskonzept soll hier noch auf den „Städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung“ der Stadt Karlsruhe hingewiesen werden (Stadt Karlsruhe 2015). Dieser wurde 2015 vom Karlsruher Gemeinderat als „sonstige städtebauliche Planung“ gemäß § 1 Abs. 6, Nr. 11 BauGB beschlossen und wird künftig bei der verbindlichen Bauleitplanung im Rahmen der Abwägung berücksichtigt. Er dient des Weiteren als Grundlage bei der Auswahl von Gebieten für städtebauliche Sanierungsmaßnahmen bzw. für den Stadtumbau. Berücksichtigt wird er außerdem bei städtebaulichen Wettbewerben, der Gestaltung öffentlicher Freiräume, der Beurteilung von Vorhaben nach § 34 BauGB sowie von Anträgen auf Befreiung nach § 31 BauGB, dem Erwerb oder der Veräußerung von Grundstücken sowie der Ausübung des gemeindlichen Vorkaufsrechts gemäß § 24 Abs. 3 BauGB).



2.2 Bestehende Projekte in Ludwigsburg

Projekt „TURAS“

Das „Grüne Zimmer“ am Ludwigsburger Rathausplatz wurde im Rahmen des EU-Projekts TURAS realisiert. Als multifunktionale Anpassungsmaßnahme im städtischen Umfeld ist das Grüne Zimmer als „Stadtklimakomfortzone“ von der Universität Stuttgart (Institut für Landschaftsplanung und Ökologie) in Zusammenarbeit mit der Firma „Helix Pflanzen“ geplant und umgesetzt worden.

Projekt „KARS“

Derzeit in Bearbeitung befindet sich das Verbundprojekt „Klimaanpassung Region Stuttgart“ (KARS). Ziel des Verbundprojekts ist es, Klimaanpassungsstrategien stärker in der Stadt- und Regionalplanung zu verankern und mit Energiekonzepten zu verknüpfen. Dabei sollen auch Zielkonflikte zwischen Klimaanpassung, Klimaschutz und Stadtentwicklung herausgearbeitet werden.

Die Stadt Ludwigsburg erprobt Maßnahmen zur Klimaanpassung im Stadtquartier. Im Rahmen des aktuellen Wettbewerbsverfahrens im Entwicklungsbereich Ost wird eine klimatische Analyse des Rahmenplans durchgeführt, mit dem Ziel, diesen im Hinblick auf das Stadtklima zu optimieren. Weiterhin soll eine Umgestaltungsmaßnahme im öffentlichen Raum unter klimatischen Gesichtspunkten erfolgen.

Als Ergebnis wird ein Planungsleitfaden erarbeitet, der in die Praxis der Bauleitplanung und Regionalplanung einfließt. Die Hochschule für Technik Stuttgart führt die wissenschaftliche Begleitung des Forschungsprojektes durch und übernimmt die Projektkoordination. Für eine begleitende Öffentlichkeitsarbeit wurde das Energetikom - Energiekompetenz und Ökodesign e.V. Ludwigsburg beauftragt.

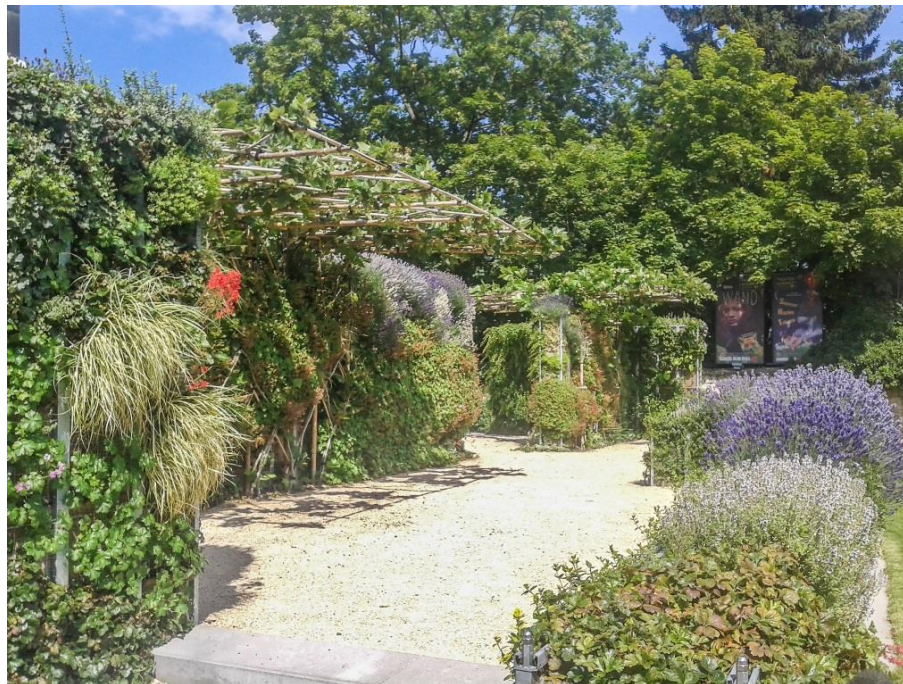


Abbildung 2 - Grünes Zimmer Ludwigsburg (Quelle: Stadt Ludwigsburg)

FAZIT

Die Voraussetzungen für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Deutschland sind geschaffen. Der Gesetzgeber verpflichtet die Kommunen sich der Herausforderung zu stellen und Maßnahmen für die Klimaanpassung zu ergreifen. Die rechtliche Grundlage dafür ist im Baugesetzbuch verankert.

Gleichzeitig haben Bund und Länder Strategien zur Klimaanpassung erarbeitet. Jetzt sind die Kommunen an der Reihe, auf lokaler Ebene Strategien zu entwickeln und Maßnahmen zu ergreifen. Hilfestellung erhalten sie dabei durch die Erkenntnisse einer Vielzahl von Forschungs- und Modellvorhaben.

2.3 Klimawandel in Baden-Württemberg und im Landkreis Ludwigsburg

Datengrundlage

In diesem Kapitel werden die klimatischen Veränderungen dargestellt, die in Ludwigsburg in Zukunft zu erwarten sind. Die wichtigsten Datengrundlagen sind hierfür:

- **Auswertung der Ergebnisse zahlreicher regionaler Klimaprojektionen** (LUBW 2013)
- **Klimaatlas Region Stuttgart** (Verband Region Stuttgart 2008)

Die Daten werden durch aktuelle Erkenntnisse aus der Klimaforschung ergänzt.

Bei den Angaben zur klimatischen Veränderung handelt es sich um Ergebnisse von Modellberechnungen. Wie bei allen Modellierungen bestehen auch für Klimamodellierungen, je nach Klimavariablen, gewisse Unsicherheiten, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. Die tatsächliche Entwicklung des zukünftigen Klimas hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Diese sind beispielsweise Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum, Entwicklung und Nutzung erneuerbarer Energien und damit verbunden die Emission von Treibhausgasen. Bezogen auf diese Faktoren wurden sozioökonomische Szenarien entwickelt (vgl. IPCC 2007 und 2015) und in den meteorologischen Computermodellen berücksichtigt (LUBW 2013).

Die Klimamodellierungen der LUBW (LUBW 2013) beruhen also auf unterschiedlichen Szenarien. Insbesondere wurde Szenario A1B (IPCC 2007) als Berechnungsgrundlage herangezogen. Dieses geht von einer mittleren Entwicklung der Treibhausgasemissionen aus. Insgesamt wurden 24 verschiedene Klimaprojektionen (Ergebnisse von Modellketten) für die nahe Zukunft (2021 – 2050) und 15 für die ferne Zukunft (2071 - 2100) ausgewertet.

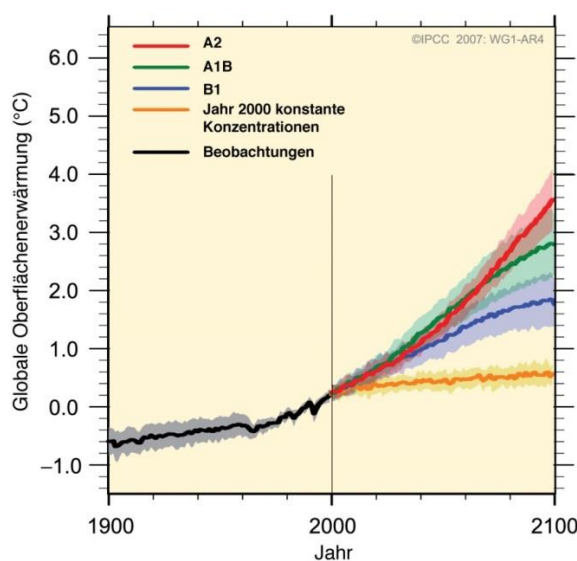
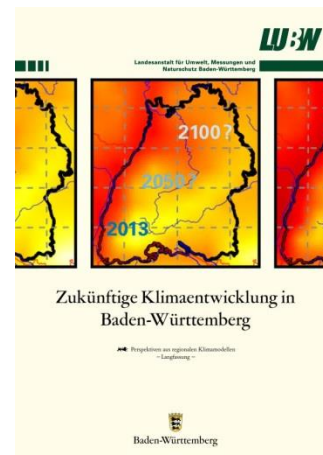


Abbildung 3 – Unterschiedliche Szenarien der globalen Temperaturerhöhung (Quelle IPCC 2007)

Sofern nicht anders angegeben beziehen sich alle Angaben auf die Auswertungen der LUBW.

Temperatur

Das Neckarbecken gehört mit einer mittleren Jahrestemperatur von bis zu 12 Grad Celsius zu den wärmsten Gebieten in Deutschland. Die robusten Klimamodellergebnisse zeigen, **dass in Ludwigsburg bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071 – 2100) eine Erhöhung der durchschnittlichen Temperatur von ca. 2,5°C** (vgl. mit durchschn. 3°C in Baden-Württemberg) zu erwarten ist.

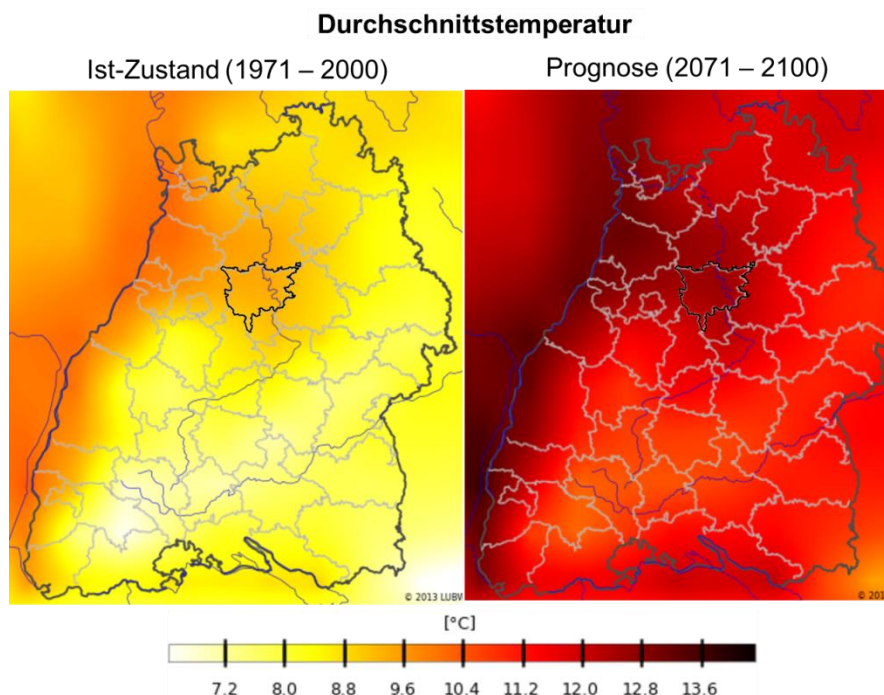


Abbildung 4 - Anstieg der Durchschnittstemperatur in Baden-Württemberg bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013)

Heiße Tage

Auch wenn die Ergebnisse der Klimamodelle eine gewisse Streuung aufweisen, **ist es sehr wahrscheinlich, dass die Anzahl der heißen Tage in Ludwigsburg steigen wird.** Temperaturen von über 30°C kamen in Ludwigsburg Ende des 20. Jahrhunderts an ca. 8 Tagen im Jahr vor. Gemäß den Klimaprognosen könnten gegen Ende des Jahrhunderts etwa 30 heiße Tage im Jahr auftreten.

Bei den genannten Zahlen handelt es sich um Durchschnittswerte. Das bedeutet, dass in einzelnen Jahren Werte möglich sind, die deutlich über diese Zahlen hinausgehen. Zum Vergleich: Im Jahrhundertssommer 2003 wurden in der Stadtmitte von Stuttgart 43 heiße Tage gezählt, 2015 immerhin 37 heiße Tage (www.stadtklima-stuttgart.de). Solche Sommer könnten in Ludwigsburg in Zukunft also eher die Regel als die Ausnahme sein.

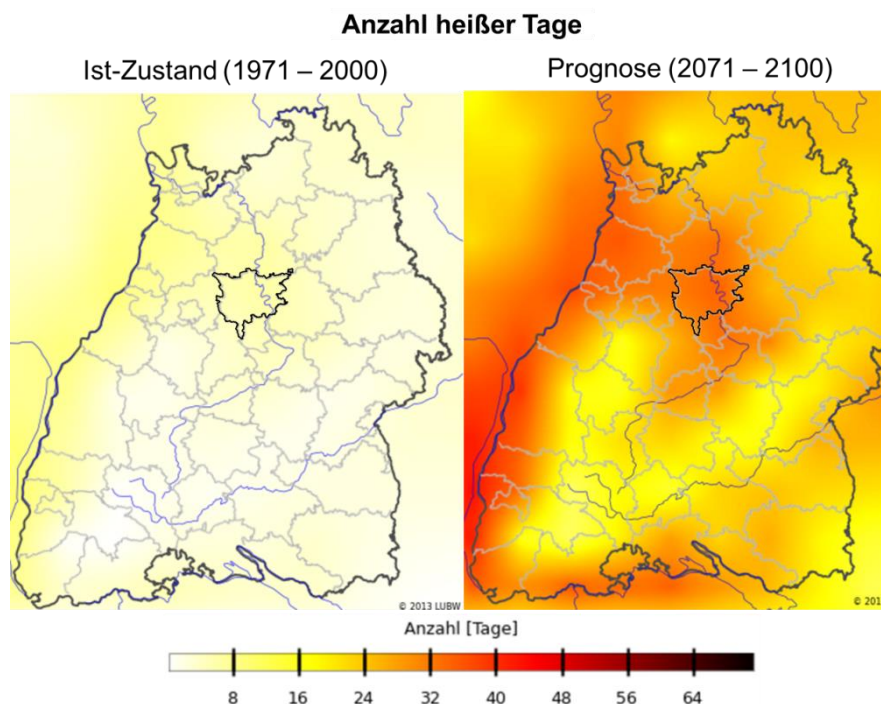


Abbildung 5 - Häufung der heißen Tage in Baden-Württemberg bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013)

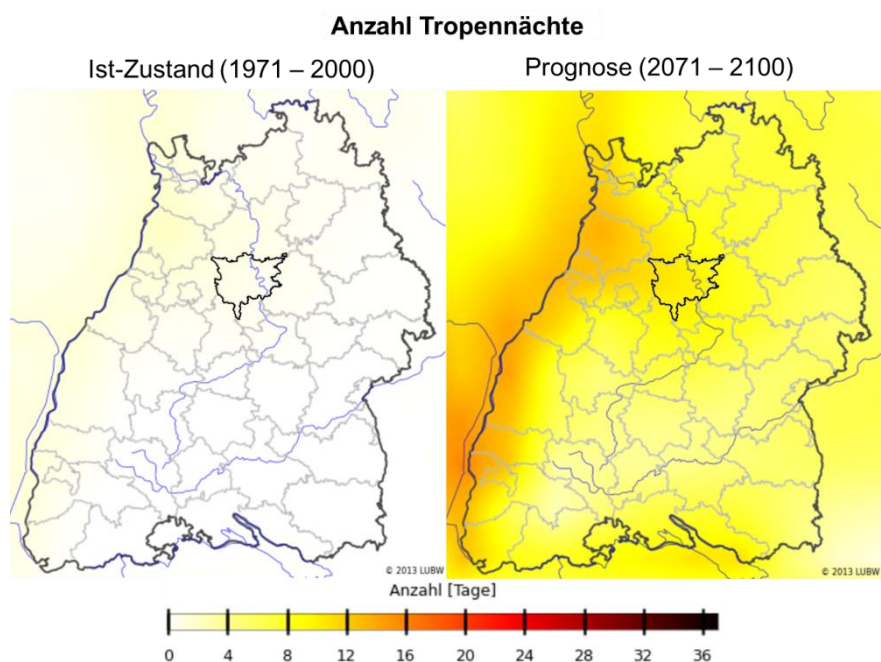


Abbildung 6 - Häufung von Tropennächten in Baden-Württemberg & Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013)

Tropennächte

Nächte in denen die Temperaturen nicht unter 20°C fallen sind in Ludwigsburg derzeit eher selten. Entsprechend der heißen Tage sind vermehrt auch heiße Nächte, sogenannte Tropennächte, in Ludwigsburg zu erwarten. Klare Prognosen diesbezüglich sind jedoch zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht möglich. Die Modelle gehen von wenigen bis zu über 20 zusätzlichen Tropennächten bis zum Ende des 21. Jahrhundert aus.

Frost- und Eistage

Demgegenüber wird sich die Zahl der kalten Tage klar verringern. Das betrifft Frosttage an denen die Temperaturen unter 0°C fallen und Eistage an denen die Temperaturen nicht über den Gefrierpunkt hinausgehen. **Die Zahl der Frosttage wird in Ludwigsburg von derzeit ca. 70 auf etwa 25 sinken.** Im Vergleich dazu ist im Landesmittel in Baden-Württemberg eine Reduktion der Frosttage von momentan 97 auf ca. 50 Frosttage bis 2071-2100 zu erwarten.

Die Zahl der Eistage in Ludwigsburg könnte sich von derzeit ca. 20 auf etwa fünf Tage verringern, wobei die Klimamodelle hier eine relativ hohe Streuung aufweisen. Der letzte Frosttag wird im Mittel etwa 20 Tage früher erwartet. Dadurch ergibt sich eine Verlängerung der Vegetationsperiode. Der Vegetationsbeginn in Ludwigsburg wird im Mittel ca. zwei Wochen früher als bisher erwartet.

Kühl- und Heiztage

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Entwicklung der Heiz- und Kühlperioden. Die Anzahl der Tage, an denen geheizt werden muss wird in Zukunft deutlich sinken. Demgegenüber verlängern sich aber die Zeiträume, in denen gekühlt werden muss beträchtlich (vgl. Abbildung 27).

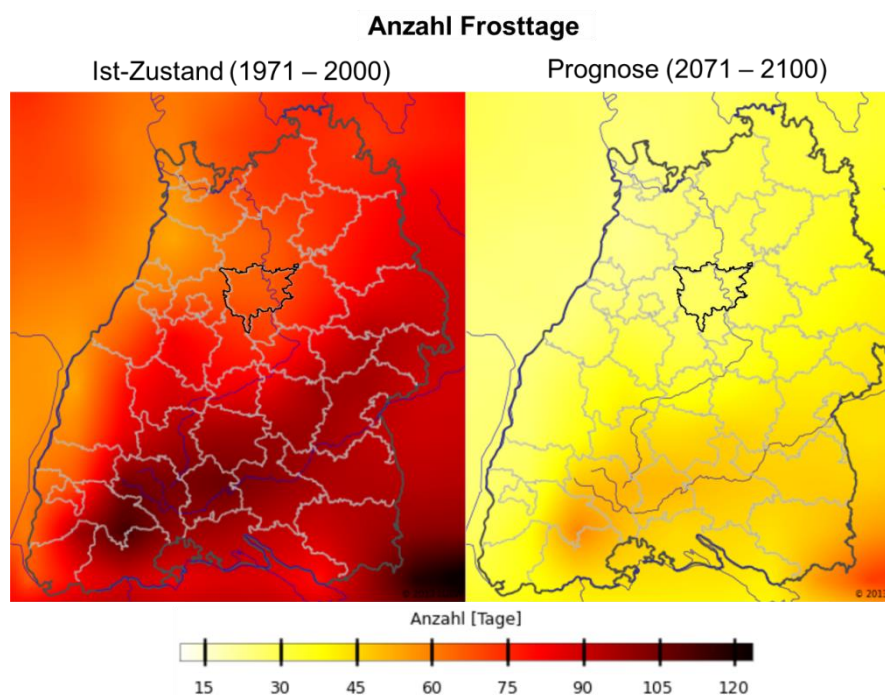


Abbildung 7 - Weniger Frosttage in Baden-Württemberg bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013)

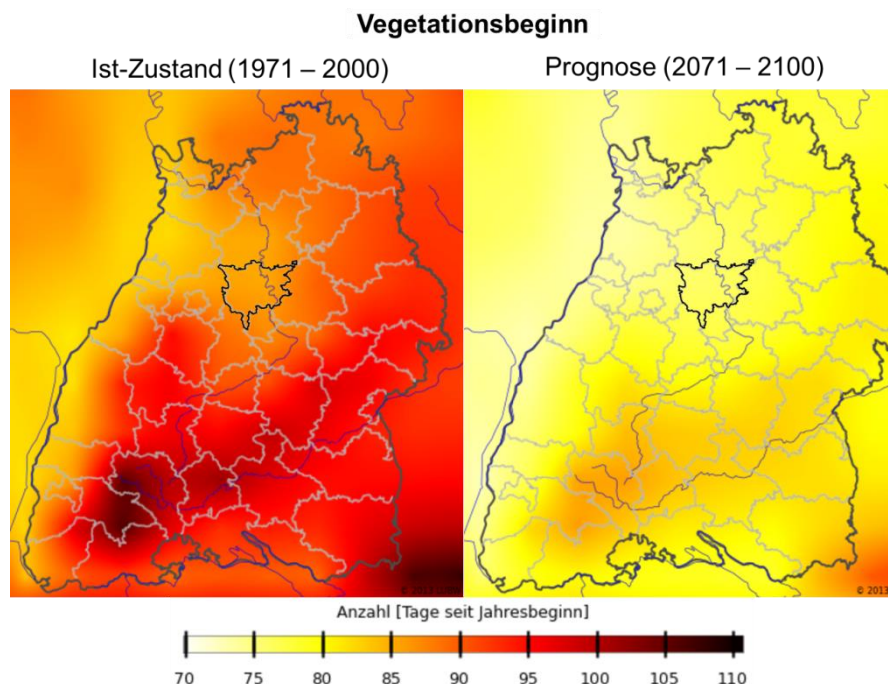


Abbildung 8 - Früher auftretender Vegetationsbeginn in Baden-Württemberg bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013)

Niederschlag

Ludwigsburg liegt in einer der niederschlagsärmsten Gegenden in Baden-Württemberg. Dies ist bedingt durch die Lage an der Leeseite von Schwarzwald und Schwäbischer Alb. Die mittlere jährliche Niederschlagssumme beträgt in Ludwigsburg ca. 700 Liter/m² gegenüber 990 Liter/m² im regionalen Durchschnitt (vgl. Verband Region Stuttgart 2008).

Bei der mittleren Niederschlagsmenge ist nach heutigem Forschungsstand keine Änderung zu erwarten. Zwei grundsätzliche Tendenzen sind aber erkennbar. Zum einen eine saisonale Umverteilung der Niederschlagsmenge und zum anderen häufigere Starkregenereignisse.

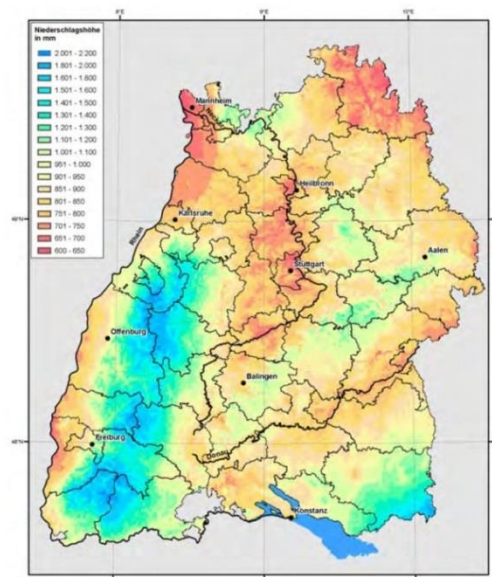


Abbildung 9 - Mittlere jährliche Niederschlagssumme in Baden-Württemberg (Quelle: Klimaatlas Baden-Württemberg, 2006)

Trockenere Sommer, nässere Winter

Die Prognosen für die jährliche Niederschlagsverteilung in Ludwigsburg variieren relativ stark, so dass quantitative Aussagen schwierig sind. Die Tendenz geht jedoch klar in Richtung einer Niederschlagsabnahme im Sommerhalbjahr, d.h. trockenere Sommer.

Im Winterhalbjahr sind dagegen höhere Niederschlagswerte zu erwarten. Da es gleichzeitig auch wärmer wird, nimmt der Regenniederschlag zu während es gleichzeitig weniger schneit. Da dadurch die Zwischenspeicherung des Niederschlags als Schnee entfällt, ergeben sich deutliche Veränderungen der künftigen Abflussverhältnisse.

Starkregen

Neben dieser saisonalen Verteilung gibt es noch eine weitere Tendenz. Starkregenereignisse bei denen in kurzer Zeit große Regenmengen zusammenkommen nehmen zu. Dies ist in den letzten Jahrzehnten zu beobachten und findet sich auch in den Zukunftsprognosen wieder.

Extremereignisse

Neben dem häufigeren Vorkommen von Hitzephasen und Trockenperioden sowie Starkregenereignissen werden auch andere extreme Wetterereignisse mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht. So sind in den letzten 20 Jahren auch in Ludwigsburg schwere Winterstürme und Hagelereignisse immer häufiger aufgetreten, wobei sich dieser Trend im weiteren Verlauf des Klimawandels fortsetzen wird.

Windsituation

Die Windsituation im Neckartal und der Stadt Ludwigsburg ist durch geringe Windgeschwindigkeiten charakterisiert. Die vorherrschende Windrichtung ist West. Zudem sind lokale Windsysteme (Berg-Tal-Wind, Hangwinde) reliefbedingt schwach ausgeprägt. Insgesamt kann das Gebiet der Stadt Ludwigsburg als schlecht belüftet bezeichnet werden. Aufgrund der nur gering ausgeprägten reliefbedingten Windsysteme ist in Ludwigsburg die Kaltluftproduktion über größeren Freiflächen von besonderer Bedeutung.

Durch den Klimawandel sind aus heutiger Sicht keine Änderungen der Windsituation zu erwarten. Eine Ausnahme bilden die häufiger zu erwartenden Sturmereignisse. Den Windverhältnissen und insbesondere der Durchlüftungssituation ist aber aufgrund steigender Temperaturen und steigender Anzahl an Hitzetagen und Tropennächten künftig eine höhere Bedeutung beizumessen.

Luftschadstoffe

Die insgesamt schlechte Durchlüftungssituation in Ludwigsburg ist auch im Hinblick auf die hohe Luftbelastung problematisch. Ludwigsburg weist eine hohe Belastung mit Luftschadstoffen auf (z.B. NO_x, Feinstaub). Große Schadstoffmengen werden durch den Verkehr, Hausheizungen, Industrie und Kraftwerke ausgestoßen. Die lufthygienische Wirkung des Klimawandels ist vielfältig. Direkte Wirkungen sind etwa die vermehrte Entstehung von bodennahem Ozon durch Temperaturerhöhungen.

Twin cities

In Städten in Südeuropa kann heute bereits beobachtet werden, wie das zukünftige Klima sich in Ludwigsburg auswirken könnte. Die klimatischen Verhältnisse in Städten wie Avignon in Südfrankreich oder Salamanca in Spanien entsprechen den Verhältnissen die in Ludwigsburg gegen Ende dieses Jahrhunderts erwartet werden. Die in der Karte rot dargestellten Gegenden weisen heute klimatische Verhältnisse auf, wie sie gegen Ende dieses Jahrhunderts in Ludwigsburg erwartet werden (Rohat, 2015, 2014). Die Städte in diesen Regionen haben sich über Jahrhunderte an die klimatischen Verhältnisse angepasst. Ludwigsburg hat für die Klimaanpassung hingegen nur wenige Jahrzehnte Zeit.

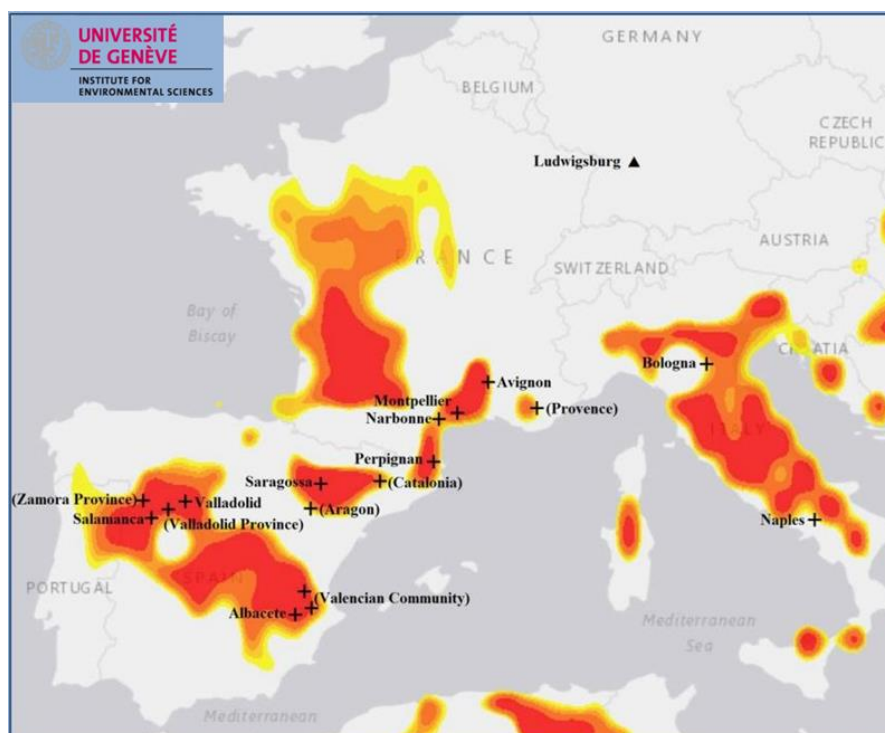


Abbildung 10 - Climate Twins (Quelle: Rohat 2015)

FAZIT

Ludwigsburg wird besonders stark von der zunehmenden Hitze betroffen sein. Sowohl die Durchschnittstemperatur, als auch die Zahl an Hitzetagen, Tropennächten, sowie die Dauer von Hitzeperioden werden zunehmen. Dementsprechend werden Frost- und Eistage weniger und die Vegetationsperiode verlängert sich. Darüber hinaus werden die Sommer voraussichtlich trockener. Gleichzeitig nehmen die Niederschläge im Winterhalbjahr aber deutlich zu. Die Entwicklung von Extremereignissen ist schwerer vorauszusehen. Aufgrund der Entwicklungen der letzten Jahre gehen Experten aber davon aus, dass Starkregen- und Hagelereignisse sowie Stürme und Hochwasser in Zukunft immer häufiger stattfinden.

2.4 Stadtklima und thermisches Empfinden

Stadtklima

Im vorherigen Kapitel wurden die allgemeinen klimatischen Entwicklungen beschrieben. Dabei muss beachtet werden, dass das Klima von Städten sich von dem des Umlands unterscheidet. In Ludwigsburg lebt ein Großteil der Menschen in einem städtischen Umfeld. Daher müssen an dieser Stelle die Besonderheiten des Stadtklimas beschrieben werden.

Urbane Wärmeinsel

Wichtig ist in diesem Zusammenhang vor allem das Phänomen der urbanen Wärmeinsel. Das bedeutet dass die Temperatur in Städten oft um mehrere Grad höher ist als im Umland. Gründe dafür sind vor allem die hohe Oberflächenversiegelung und die städtischen Baumassen, das Fehlen von Vegetation, der hohe Anteil an Luftschadstoffen sowie die künstlich erzeugte Wärme.

In den städtischen **Baumassen** wird die einfallende Strahlung als Wärme gespeichert und langsam wieder an die Umgebung abgegeben. Dadurch wird vor allem die nächtliche Abkühlung verringert. Vor allem dunkle Asphaltdecken absorbieren einen Großteil der Sonnenstrahlung. Helle Oberflächen reflektieren hingegen einen Großteil der Einstrahlung und wärmen sich daher weniger auf.

Durch die hohe **Oberflächenversiegelung** wird die Verdunstung massiv reduziert. Dadurch wird eine Temperaturerhöhung bewirkt. Durch das Fehlen von Vegetation wird dieser Effekt noch verstärkt.

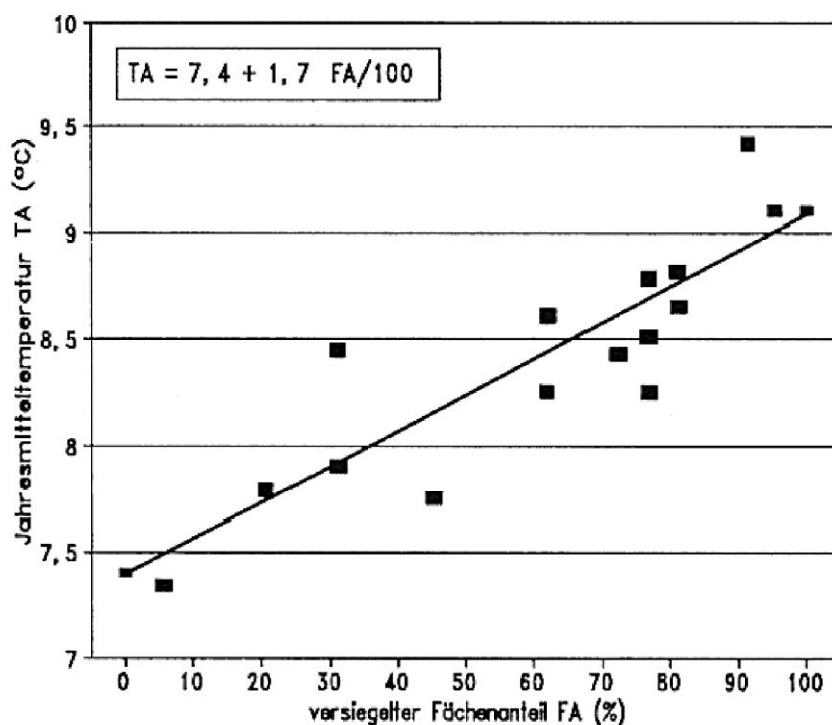


Abbildung 11 - Regressionsbeziehung zw. Versiegelungsgrad und Temperatur (Quelle: Städtebauliche Klimafibel 2012, aus Bründl et al. 1986)

Durch den hohen Anteil an **Luftschadstoffen** wird die Wärmeabstrahlung der Stadt zum Teil in der Atmosphäre absorbiert wodurch sich die Stadtatmosphäre weiter erwärmt. Es ist vom lokalen Treibhauseffekt die Rede. Eine weitere Rolle spielt die anthropogene, also die von Menschen verur-

sachte **Wärmeerzeugung**. Von ihr geht eine weitere Erwärmung aus, im Sommer durch die Abwärme von Verkehr und Industrieanlagen und im Winter zusätzlich durch die Hausheizungen. Dass auch Klimaanlagen Wärme erzeugen ist aufgrund der klimawandelbedingten Temperaturerhöhung und dem damit möglicherweise erhöhten Bedarf an Klimaanlagen nicht zu vernachlässigen.

Die erhöhten Temperaturen in Städten haben einen direkten Bezug zu deren Größe. Nachts kann in einer Stadt von der Größe Ludwigsburgs der Temperaturunterschied gegenüber dem Umland durchaus ca. 5°C betragen. Tagsüber beträgt der Unterschied hingegen nur max.1-2°C (MVI 2012). Vor allem in windstillen Nächten tritt eine maximale Erwärmung der Städte gegenüber dem Umland auf. Daher kommt der Windsituation in Städten eine hohe Bedeutung zu.

*Urbane
Windsituation*

Neben dem Temperaturunterschied ist vor allem die gestörte Windsituation typisch für Städte. Durch die erhöhte Rauigkeit der Oberfläche nimmt die Windgeschwindigkeit deutlich ab und es ist häufiger windstill als im Umland. Das behindert wiederum den Abtransport von Luftschadstoffen. In Städten mit einer ausgeprägten Topografie spielen wiederum lokale Windsysteme eine wichtige Rolle (z.B. Stuttgart). Diese sind in Ludwigsburg allerdings nur lokal und eher schwach ausgeprägt.

*Thermisches
Empfinden*

Ausschlaggebend für das menschliche Wohlbefinden ist nicht nur die reine Lufttemperatur, sondern das thermische Empfinden, also die gefühlte Temperatur. Diese wird zwar zum Teil durch die Lufttemperatur bestimmt. Einen wichtigen Einfluss auf die gefühlte Temperatur haben aber auch Strahlungstemperatur, Luftfeuchtigkeit und Windsituation (vgl. Abbildung 15).

Um die gefühlte Temperatur wissenschaftlich zu beschreiben, wurden verschiedene Indizes entwickelt wie z.B. „Predicted Mean Vote“ (PMV), „Physiologisch Äquivalente Temperatur“ (PET) oder die „Gefühlte Temperatur“ vom Deutschen Wetterdienst.

PMV	PET in °C	Gefühlte Temperatur in °C	thermisches Empfinden	physiologische Belastungsstufe
-3.5	4	-39	Sehr kalt	Extremer Kältestress
-2.5	8	-39 bis -26	Kalt	Starker Kältestress
-1.5	13	-26 bis -13	Kühl	Mäßiger Kältestress
-0.5	18	-13 bis 0	Leicht kühl	Schwacher Kältestress
0.5	23	0 bis 20	Behaglich	Keine Wärmebelastung
1.5	29	20 bis 26	Leicht warm	Schwache Wärmebelastung
2.5	35	26 bis 32	Warm	Mäßige Wärmebelastung
3.5	41	32 bis 38	Heiß	Starke Wärmebelastung
			Sehr heiß	Extreme Wärmebelastung

Abbildung 12 - Wärmebelastungsindizes (Quelle: Baumüller 2015)

Vor allem die Strahlungstemperatur spielt bei der gefühlten Temperatur eine wichtige Rolle. Gemeint sind damit alle kurz- und langwelligen Strahlungen also z.B. die direkte Sonneneinstrahlung oder die Wärmeabstrahlung von Boden und Gebäuden. Untersuchungen haben gezeigt dass bei gleichbleibender Lufttemperatur der Unterschied der gefühlten Temperatur zwischen

schattigem und sonnigem Gehweg auf der gleichen Straße 15°C betragen kann. Während die schattige Straßenseite als „leicht warm“ empfunden wird, wird die sonnige Straßenseite als „sehr heiß“ empfunden. Dies entspricht dann einer extremen **Wärmebelastung** (Mayer und Matzarakis 2010).

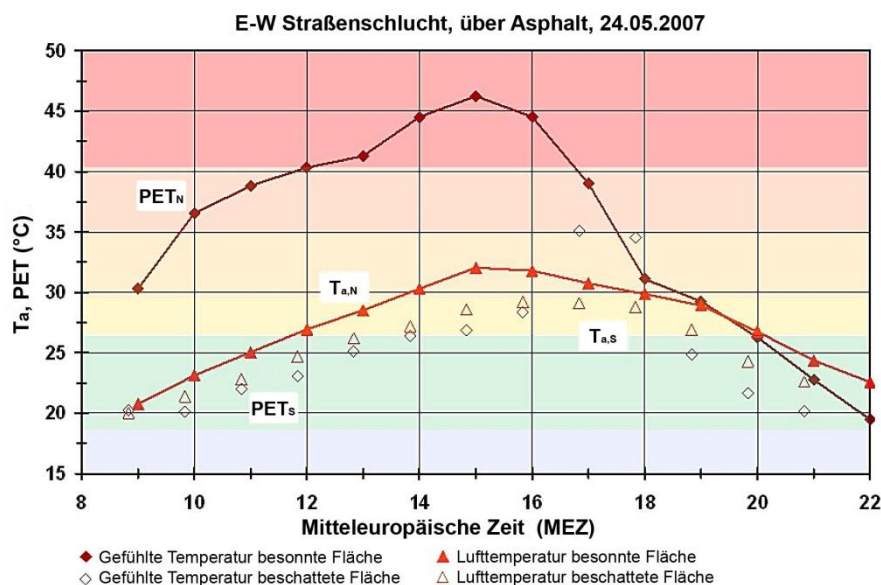


Abbildung 13 - Tagesverlauf von Lufttemperatur (T_a) und physiologisch äquivalente Temperatur PET auf dem sonnigen (N) und schattigen (S) Gehweg in einer Ost-West ausgerichteten Straßenschlucht in Freiburg am 24.05.2007 (Quelle: Mayer & Matzarakis 2010, verändert)

Grundsätzlich handelt es sich beim thermischen Empfinden um eine subjektive Empfindung. Das heißt sie ist von Person zu Person verschieden und hängt z.B. ab von Konstitution, Alter, Gesundheit, etc. Auch Kleidung und das eigene Verhalten spielen in diesem Zusammenhang eine große Rolle.

Das thermische Empfinden, vor allem die Wärmebelastung ist wichtig bei der Beschreibung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Menschen in Ludwigsburg sowie bei der Planung von Anpassungsmaßnahmen.

FAZIT

Bei der Beurteilung der klimatischen Auswirkungen in Ludwigsburg ist die spezifische Situation des Stadtklimas zu berücksichtigen. Die klimatische Belastung auf den Menschen ist in Städten generell höher als im Umland. Die Wirkungen auf den Menschen hängen dabei besonders vom thermischen Empfinden und weniger von der reinen Lufttemperatur ab.

Lufttemperatur: 30°C

Gefühlte Temperatur: 45°C

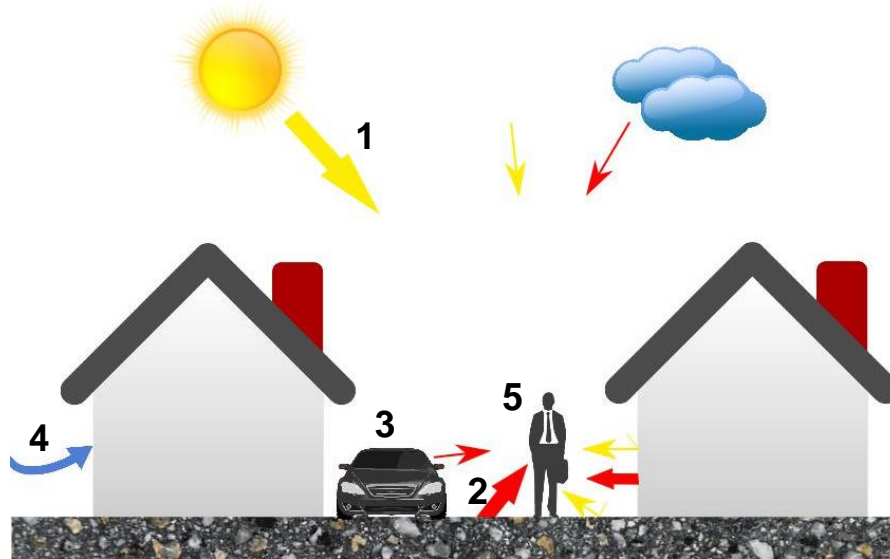


Abbildung 14 - Einflussfaktoren auf das thermische Empfinden im Stadttraum:

Hohe thermische Belastung

(Abbildung: faktorgruen, Idee: faktorgruen und Baumüller)

- 1 Direkte Sonneneinstrahlung beeinflusst die gefühlte Temperatur sehr stark.
- 2 Asphalt heizt sich bei direkter Sonneneinstrahlung stark auf, speichert die Hitze und gibt sie langsam wieder an die Umgebung ab. Auch Gebäude geben gespeicherte Wärme ab.
- 3 Autos produzieren Wärme und geben diese an die Umgebung ab. Das spielt vor allem an viel befahrenen Straßen wie der B27 eine Rolle.
- 4 Dichte Bebauung kann die wichtige Durchlüftung verhindern. Dies ist vor allem am Ortsrand zu beachten.
- 5 Das eigene Verhalten beeinflusst das thermische Empfinden. Mit Anzug und Krawatte ist die gefühlte Temperatur um mehrere Grad höher als im T-Shirt.

Lufttemperatur: 30°C

Gefühlte Temperatur: 25°C

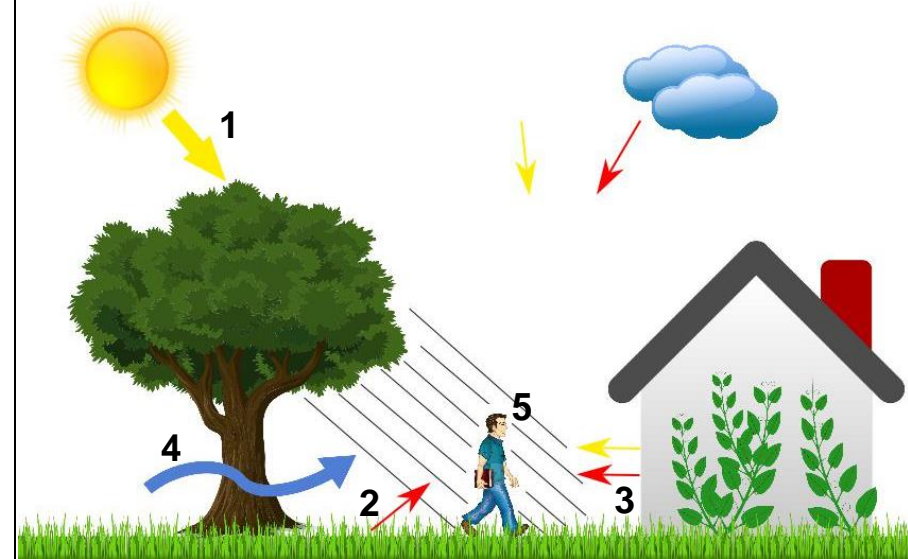


Abbildung 15 - Einflussfaktoren auf das thermische Empfinden im Stadttraum:

Keine thermische Belastung

(Abbildung: faktorgruen, Idee: faktorgruen und Baumüller)

- 1 Gegen direkte Sonneneinstrahlung hilft nur Schatten.
- 2 Unversiegelte begrünte Flächen heizen sich weniger stark auf und erzeugen Kühle durch Verdunstung.
- 3 Begrünte Gebäude heizen sich nicht so stark auf und erzeugen Kühle durch Verdunstung.
- 4 Grünflächen können bei lockerer Bepflanzung als wichtige Frischluftleitbahnen fungieren.
- 5 Angepasstes Verhalten bei Hitze: Sonnenschutz, lockere Kleidung, im Schatten aufhalten und ausreichend trinken.

2.5 Auswirkungen auf die Handlungsfelder in Ludwigsburg

2.5.1 Mensch und Gesundheit

Allgemeine Auswirkungen

Die bedeutendsten Wirkungen des Klimawandels auf die Menschen in der Region sind gemäß der Vulnerabilitätsanalyse für die Region Stuttgart (vgl. Verband Region Stuttgart 2011):

- Zunahme von Hitzeschlag, Hitzekollaps und Hitzeerschöpfung durch Hitze-Einwirkungen
- Zunahme der Todesfälle durch extreme Hitzeereignisse
- Einbußen von Wohlbefinden und Arbeitsleistung in sommerlichen Hitzephasen
- Verringerung kältebedingter Unfälle mit Personenschaden aufgrund milderer Winter
- Zunahme von vektorübertragenen Erkrankungen (v.a. Übertragung durch Insekten)
- Verstärkte Belastung mit Allergenen durch längere Wuchsperioden
- Verstärkung luftbelastungsbedingter Erkrankungen und Beeinträchtigungen der Befindlichkeit durch Ozon in sommerlichen Hitzephasen
- Zunahme von Hautschädigungen und Schwächung des Immunsystems durch intensivere UV-Strahlung
- Zunahme der Lebensgefahr durch häufigere und intensive Sturmereignisse

Gesundheitsgefahr durch Hitze

Als besonders schwerwiegend wurden die hitzebedingten Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit, das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit identifiziert. In Hitzeperioden sind besonders ältere Menschen, Kleinkinder und Menschen mit Vorerkrankungen gesundheitlich betroffen. Deren Organismus kann sich nicht so gut an thermische Belastungen anpassen wie bei gesunden jungen Menschen. Die Thermoregulation funktioniert bei ersteren Bevölkerungsgruppen nur eingeschränkt. Hinzu kommen Belastungen des Herz-Kreislauf-Systems. Vor allem ältere Menschen kommen auf diese Weise schnell an die Grenzen ihrer Belastbarkeit (vgl. UM 2015). Dies wird noch gefährlicher, wenn eine Regeneration in der Nacht durch erhöhte Temperaturen (tropische Nächte) gestört wird.

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Sterblichkeit der Bevölkerung mit der gefühlten Temperatur rapide ansteigt. Im Jahrhundertsommer 2003 starben in Europa mehrere zehntausend vor allem ältere Menschen an den Folgen der Hitze. Der Hitzesommer 2003 war somit die schwerste Naturkatastrophe in der Geschichte Europas in den letzten hundert Jahren. In Baden-Württemberg waren es schätzungsweise 1.100 hitzebedingten Sterbefälle (vgl. UM 2015).

In Kapitel 2.2 wurde bereits darauf hingewiesen, dass solche Sommer in Zukunft weit häufiger auftreten werden. Diese Tatsache ist aufgrund einer weiteren gesellschaftlichen Entwicklung besonders gefährlich: dem demografischen Wandel. Die Zahl und der Anteil älterer Menschen wird steigen und damit auch die Gesamtverwundbarkeit der Bevölkerung.

Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit

Neben dieser offensichtlichen Gesundheitsgefährdung bedeuten sommerliche Hitzephasen massive Einbußen an Wohlbefinden. Dadurch sinkt die allgemeine Lebensqualität. Zudem gehen die Leistungsfähigkeit und die Produktivität am Arbeitsplatz nachweislich zurück.

Wärmebelastung

An wie vielen Tagen im Jahr mit einer erhöhten Wärmebelastung und den damit verbundenen Folgen (Gesundheitsgefährdung, Wohlbefinden) zu rechnen ist, wird im Klimaatlas der Region Stuttgart dargestellt (Verband Region Stuttgart 2008). Die Tage mit Wärmebelastung (vgl. Kapitel 2.4) steigen demnach in Ludwigsburg von derzeit 25 – 30 Tagen auf über 55 Tage im Jahr im Zeitraum 2071 - 2100. Dabei gibt es räumliche Unterschiede. Besonders betroffen sind stark verdichtete Quartiere mit hohem Versiegelungsgrad und einem Mangel an Grünstrukturen. Weitere Faktoren sind zudem etwa die Exposition oder die lokale Windsituation. Genauere Angaben können dem Klimaatlas der Region Stuttgart entnommen werden.

Grünflächenmangel

In Hitzeperioden sind Grünflächen die zur Regeneration aufgesucht werden können besonders wichtig. In Ludwigsburg sind manche Stadtteile in dieser Hinsicht unterversorgt. Das betrifft vor allem die Innenstadt und Weststadt, sowie Teile der Ost- und Südstadt, Egosheim und Oßweil.

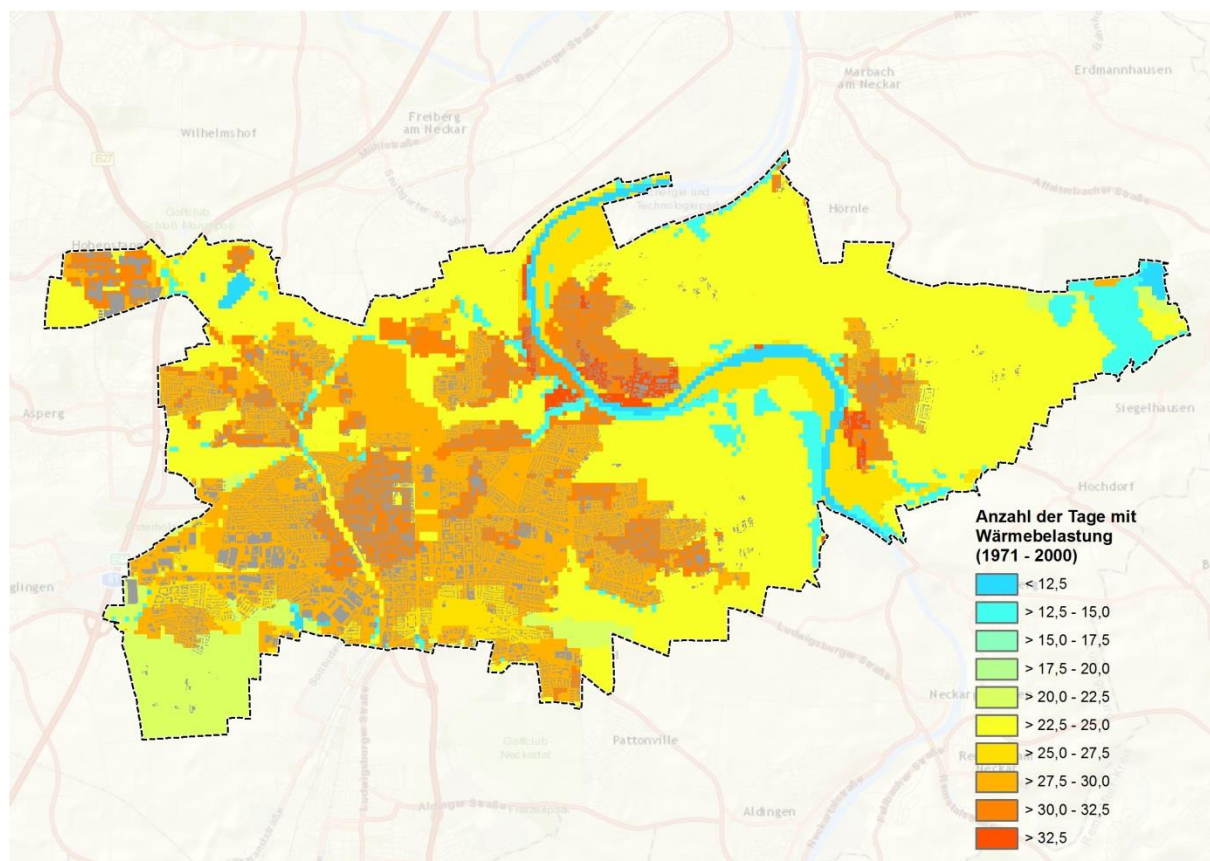


Abbildung 16 - Anzahl der Tage mit Wärmebelastung, Bezugsraum 1971 - 2000 (Quelle: Verband Region Stuttgart 2008, verändert)

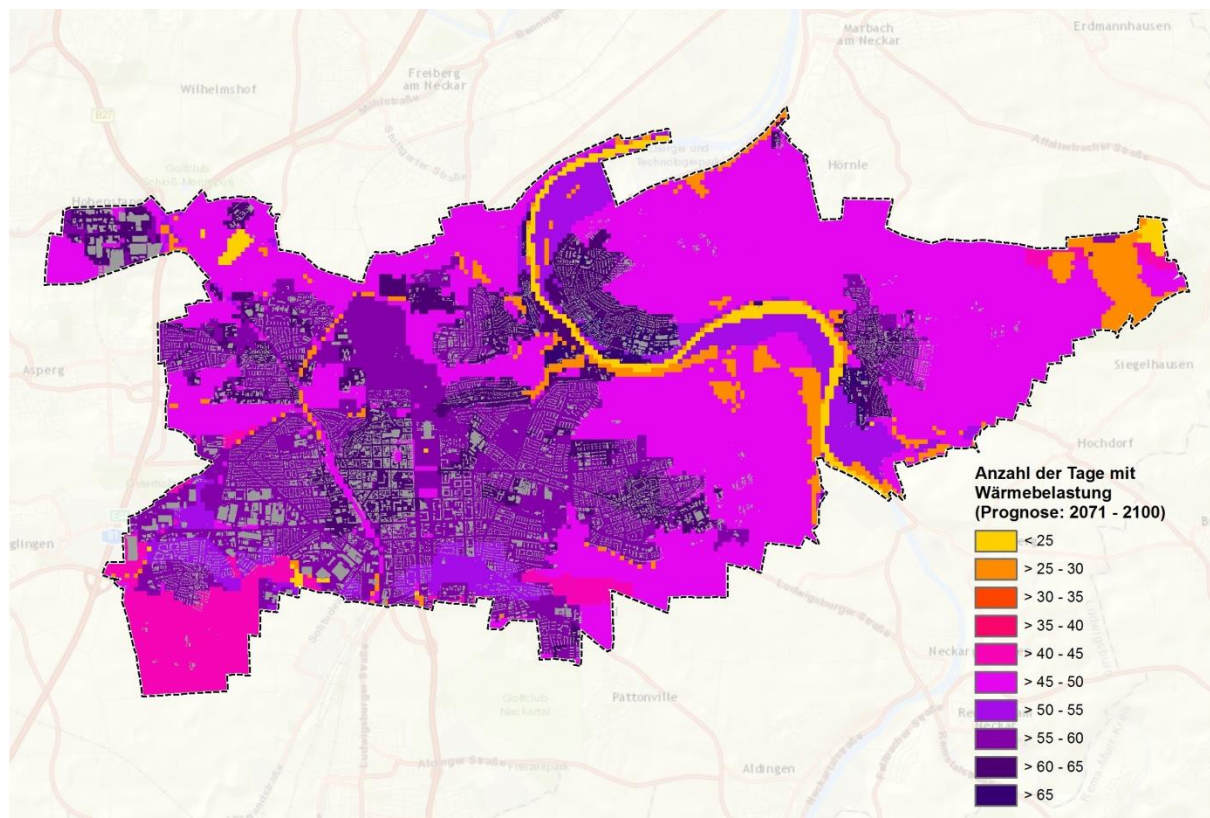


Abbildung 17 - Anzahl der Tage mit Wärmebelastung, Prognose 2071 - 2100 (Quelle: Verband Region Stuttgart 2008, verändert)

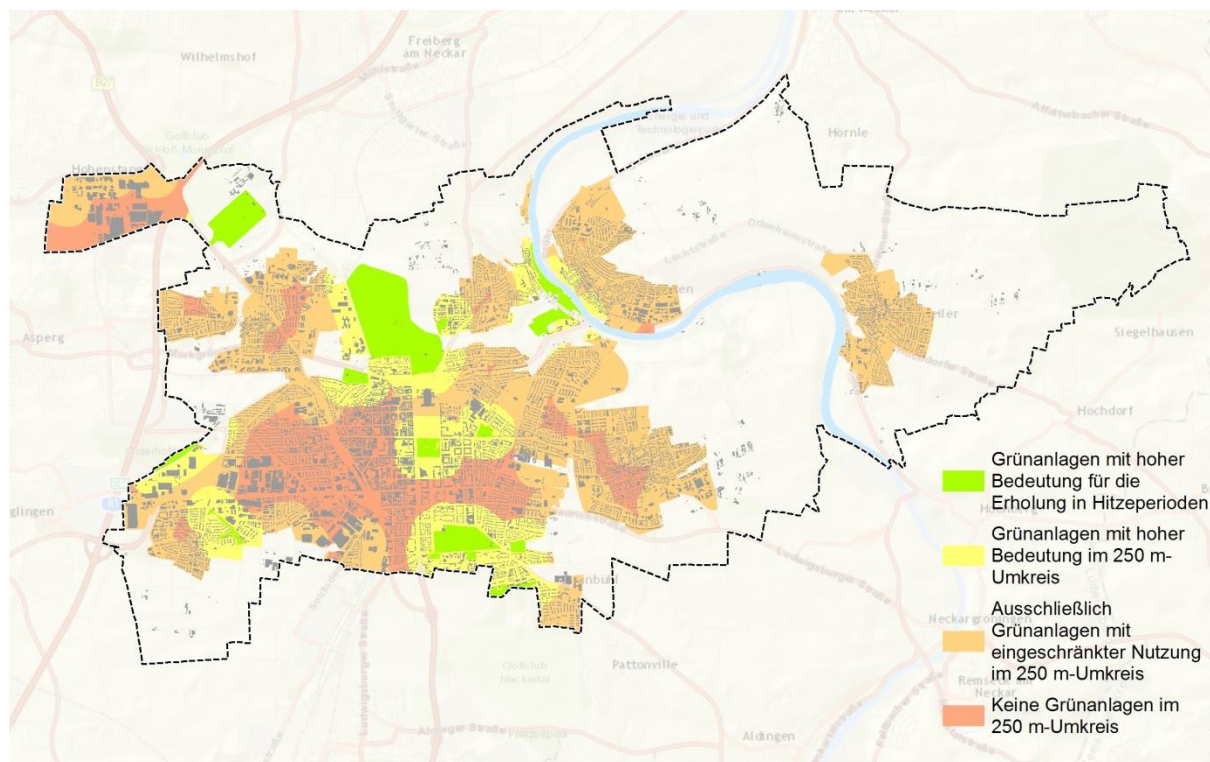


Abbildung 18 - Versorgung mit Grünanlagen für die Regeneration in Hitzeperioden (Quelle: faktorgruen)

Verwundbarkeit Ludwigsburg

Inwieweit die Bevölkerung von der erhöhten Wärmebelastung betroffen ist, wird in der Vulnerabilitätsanalyse der Region Stuttgart erarbeitet (Verband Region Stuttgart 2011). Diese diente dem Zweck, die Verwundbarkeit (Vulnerabilität) der Bevölkerung gegenüber den hitzebedingten Auswirkungen des Klimawandels zu untersuchen. Die Kriterien, die für die Ermittlung der Verwundbarkeit herangezogen wurden sind v.a.:

- Zukünftige Wärmebelastung und Belastung mit Luftschadstoffen
- Anteil der empfindlichen Personen (z.B. alte Menschen, kranke Menschen)
- Anteil der benachteiligten Personen (z.B. Kinder, arme Menschen)
- Bevölkerungsdichte

Das Ergebnis zeigt, dass die Verwundbarkeit der Bevölkerung in Ludwigsburg gegenüber den hitzebedingten Auswirkungen des Klimawandels insgesamt sehr hoch ist (vgl. Minnich 2010). Die Region Stuttgart wiederum weist die höchste Verwundbarkeit im landesweiten Vergleich auf. Die Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen gegenüber den hitzebedingten Auswirkungen des Klimawandels wird dadurch unterstrichen. Eine detaillierte Beschreibung der Analyse findet sich im Vulnerabilitätsbericht der Region (vgl. Verband Region Stuttgart 2011).

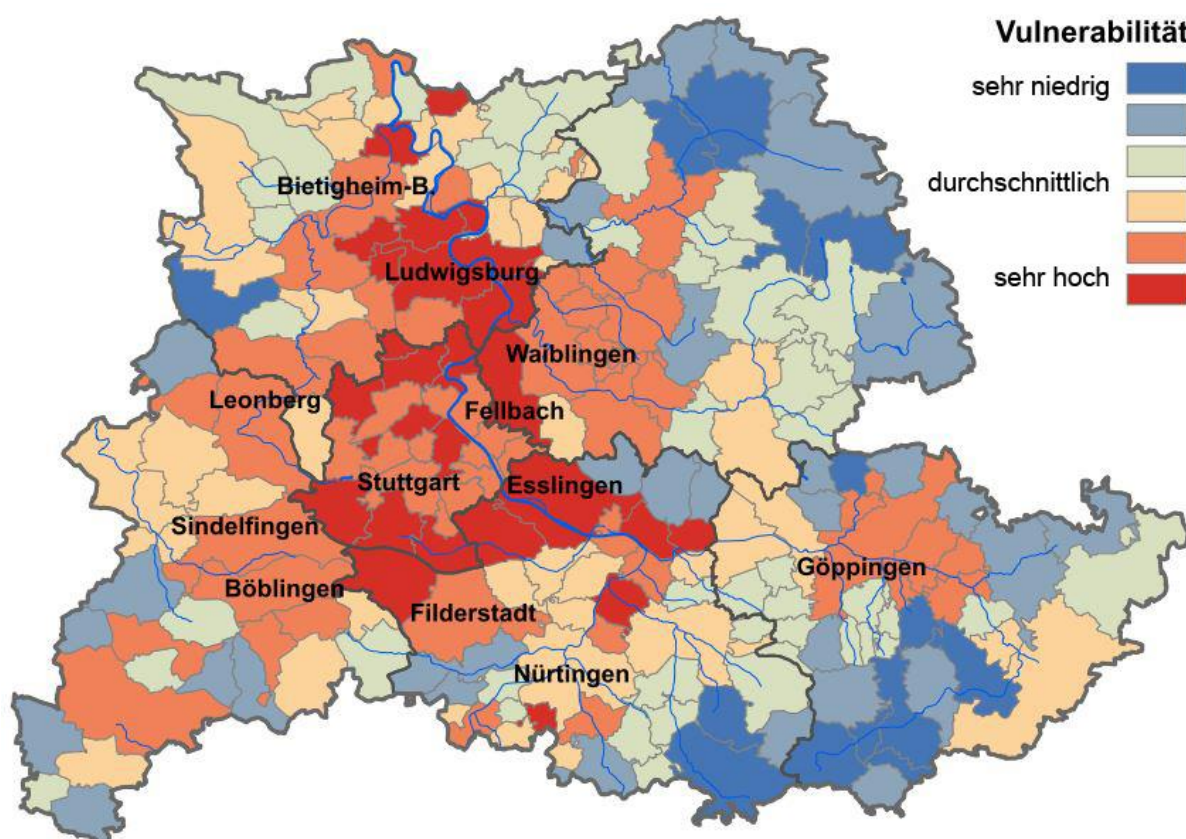


Abbildung 19 - Gesamtbewertung der Bevölkerungsvulnerabilität (Verwundbarkeit) der Gemeinden und Stadtbezirke in der Region Stuttgart (Quelle: Minnich 2010)

Weitere Gesundheitsgefährdungen

Mit der zunehmenden Erwärmung wird mit einer stärkeren Gefährdung durch Krankheiten gerechnet, die durch sogenannte Vektoren wie z.B. Zecken oder Stechmücken übertragen werden. Der Klimawandel begünstigt etwa die Verbreitung von Zecken und damit der durch sie übertragenen Krankheiten Lyme-Borreliose und Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME). Auch tropische Arten wie z.B. die asiatische Tigermücke können sich besser ausbreiten. Dadurch steigt die Gefahr von tropischen Viruserkrankungen.

Durch den Klimawandel wird die Verbreitung von wärmeliebenden Pflanzen und Tieren gefördert die allergische oder toxische Reaktionen beim Menschen auslösen können. Beispiele hierfür sind die Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisifolia*) und der Eichen-Prozessionsspinner. Die Verlängerung der Vegetationsperiode führt zudem insgesamt zu einer verlängerten Allergenexposition.

Die beschriebenen Gesundheitsgefährdungen betreffen vor allem Menschen, die sich öfter im Freien aufhalten, sei es freizeit- oder berufsbedingt. Durch das insgesamt wärmere Klima und die Verlängerung der „Saison“ werden sich die Menschen insgesamt häufiger und länger im Freien aufhalten. Durch die dadurch erhöhte Exposition gegenüber UV-Strahlung erhöht sich daher auch die Gefährdung durch Hautkrankheiten, insbesondere Hautkrebs.

FAZIT

Die zunehmende Hitze wird künftig immer stärkere Auswirkungen auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Menschen in Ludwigsburg haben. Die Gefahr von hitzebedingten Krankheiten wird deutlich zunehmen. Ludwigsburg weist hier eine besonders hohe Empfindlichkeit auf.

2.5.2 Land- und Forstwirtschaft

Bodenerosion

In der Landwirtschaft ist die Bodenerosion durch Wasser heute bereits ein Problem in der Region. Dies wird besonders durch die Kombination von Starkregenereignissen und der standortspezifischen Bodennutzung beeinflusst. Die erwarteten häufiger auftretenden Starkregenereignisse werden dieses Problem voraussichtlich weiter verschärfen.

Im Gegensatz zur Erosion durch Wasser spielt die Erosion durch Wind heute keine große Rolle in der Region, besonders im windarmen Ludwigsburg. Durch häufigere Starkwindereignisse in Kombination mit längeren sommerlichen Trockenperioden steigt allerdings die Gefährdung durch Winderosion, vor allem bei leichten und trockenen Böden.

Trocken- und Hitzestress

Für den Bodenwasserhaushalt sind folgende Auswirkungen zu erwarten: Infolge höherer Niederschlagsmengen im Winter ist die Wasserverfügbarkeit für die Kulturpflanzen im Frühjahr höher. Im Gegensatz zu diesem positiven Effekt steht aber im Sommer aufgrund geringer Niederschlagsmengen weniger Wasser zur Verfügung – Trockenstress ist die Folge. Des Weiteren fließen die bei Starkregenereignissen größere Wassermengen größtenteils unter Begünstigung der Bodenerosion ab und stehen damit nicht den Pflanzen zur Verfügung.

Mit dieser Problematik stark verbunden ist der Hitzestress der Pflanzen, da Hitzeperioden oft auch trockene Perioden sind. Mit dem Anstieg der mittleren Temperatur und der Anzahl von heißen Tagen verstärkt sich damit ein Problem, das bereits heute in weiten Teilen der Region besteht. Die Kombination aus Hitze und Trockenheit führt dazu, dass Pflanzen einerseits mit

dem verfügbaren Wasser haushalten und andererseits die nötige Wärmeabgabe mit Transpiration regeln müssen. Dies kann zu Photosynthesehemmungen und Schädigungen des Photosyntheseapparats führen. Die Pflanze reagiert darauf mit Mechanismen, die zu Einbußen bei Qualität und Ertrag führen.



Abbildung 20 - Bodenerosion auf landwirtschaftlicher Fläche nach Starkregen (Quelle: LUBW, M. Linnenbach)

Gefahr für Sonderkulturen

Sonderkulturen wie z.B. Obst und Wein drohen zum einen eine große Gefahr durch die Zunahme von Starkregen- und Hagelereignissen und zum anderen durch Frühfrost. Grund für die erhöhte Frühfrostgefahr sind die längeren Vegetationsperioden und der damit zusammenhängende zu späte Erwerb der Frostresistenz der Pflanzen. Allerdings wird diese Gefahr durch das frühere Auftreten des letzten Frostes möglicherweise verringert.

Schädlinge und Krankheiten

Insgesamt ist mit dem verstärkten Auftreten von wärmeliebenden Schädlingen und Krankheiten zu rechnen. Auch das Neobiota-Problem betrifft die Landwirtschaft. So ist z.B. die Beifuß-Ambrosia in der Lage, erhebliche landwirtschaftliche Schäden zu verursachen.

Verwundbarkeit der Landwirtschaft

Bei der Bewertung der Verwundbarkeit (Vulnerabilität) der Ackerflächen wurden im Rahmen des Vulnerabilitätsberichtes der Region Stuttgart die Gefährdungsursachen Bodenerosion durch Wasser und Wind, mangelnde Wasserverfügbarkeit und andauernde Hitzeperioden berücksichtigt. Die Gefährdung durch Starkregen- und Hagelereignisse wurde aufgrund fehlender Datengrundlagen nicht mit einbezogen.

Der Landkreis Ludwigsburg gehört zu den am stärksten betroffenen Gegenden in der Region. Auf Ludwigsburger Gemeindegebiet wird die Vulnerabilität bei 25 % der Ackerflächen als hoch bis sehr hoch eingestuft. 60 % weisen immerhin eine mittlere Verwundbarkeit auf. Der Schwerpunkt liegt dabei vor allem auf der Gefährdung durch Erosion durch Wasser sowie sommerliche Hitze und Trockenheit (vgl. Weis, Siedentop, Minnich 2011).

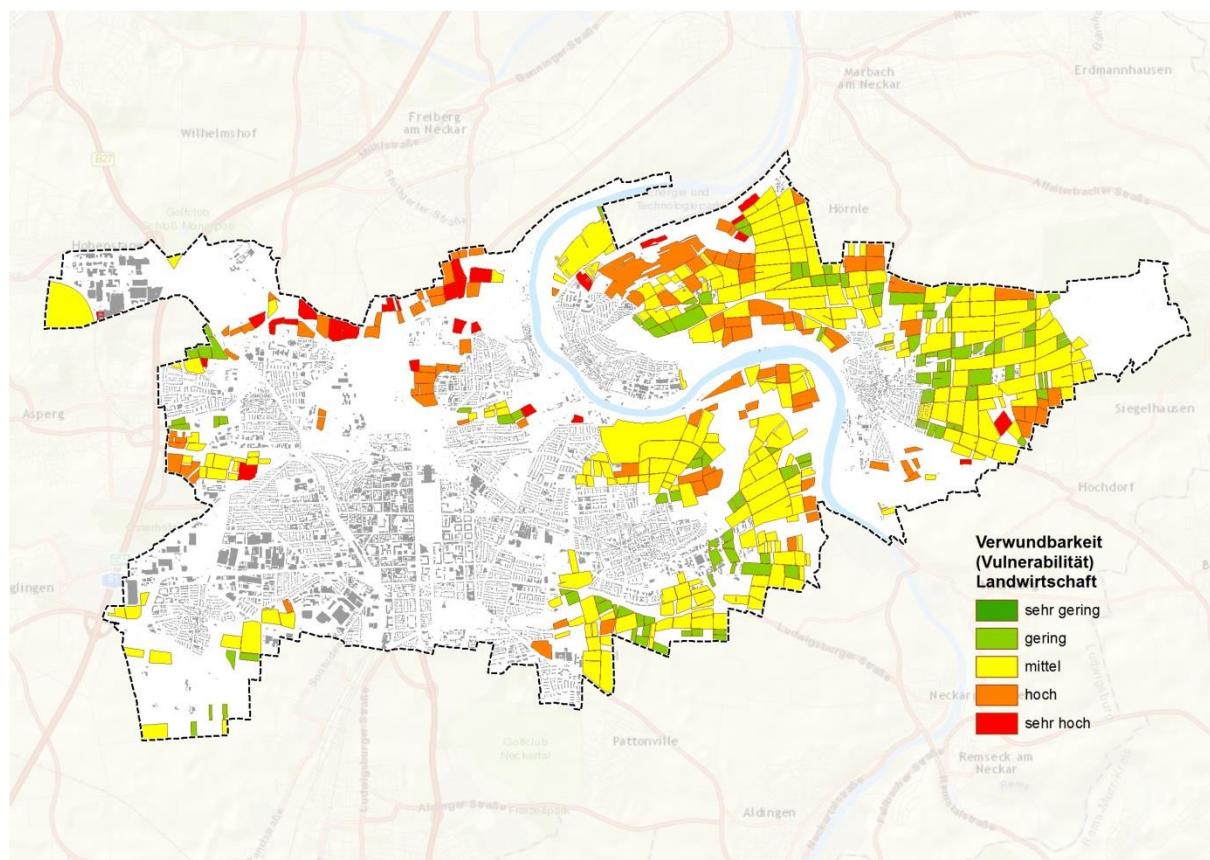


Abbildung 21 - Vulnerabilität Landwirtschaft (Quelle: Verband Region Stuttgart 2011, verändert)

Forstwirtschaft

Mit 72 ha hat der Wald in Ludwigsburg einen Gesamtflächenanteil von unter 2 %. Das Thema Wald ist daher in Ludwigsburg nur von untergeordneter Bedeutung. Allerdings sind diese vergleichsweise kleinen Waldflächen aufgrund ihrer Seltenheit besonders schützenswert. Untersuchungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg über die Entwicklung der Hauptbaumarten Buche und Fichte zeigen dass die Fichte in Ludwigsburg als ungeeignet und die Buche als geeignet eingestuft wird.

Die Hangwälder am Neckar sowie der Favoritepark weisen grundsätzlich eine hohe Verwundbarkeit gegenüber dem Klimawandel auf was vor allem an der geringen Regenerierbarkeit dieser Biotope liegt. Dem Schutz dieser Wälder kommt aufgrund ihrer Seltenheit in Ludwigsburg eine hohe Bedeutung zu (vgl. Verband Region Stuttgart 2011).

FAZIT

In Ludwigsburg wird sich die Gefahr von Bodenerosion durch Wasser in Zukunft weiter verschärfen. Die Landwirtschaft wird sich zudem auf stärkere Trockenphasen und häufigere Extremereignisse einstellen müssen. Mit einem verstärkten Auftreten von wärmeliebenden Krankheiten und Schädlingen ist zu rechnen. Die Verwundbarkeit der Landwirtschaft ist größtenteils mittel bis hoch. Die seltenen Ludwigsburger Wälder zeichnen sich ebenfalls durch eine hohe Verwundbarkeit aus.



Abbildung 22 – Favoritepark (Foto: faktorgruen)

2.5.3 Naturschutz

Gefährdung von Arten und Biotopen

Die Experten des Arbeitskreises „Biodiversität, Land- und Forstwirtschaft“ des Modellvorhabens „KlimaMORO“ waren sich darüber einig, dass der Klimawandel spätestens bis zum Ende des 21. Jahrhunderts unmittelbare Auswirkungen auf Arten und Biotope haben wird (vgl. Verband Region Stuttgart 2011).

Erwartet werden Verschiebungen von Arealen zahlreicher Wildarten. Das wird dazu führen, dass gefährdete Biotoptypen verschwinden und neue Lebensgemeinschaften entstehen werden. Einzelne Arten werden von den Klimaveränderungen profitieren während andere Arten, vor allem solche mit hohem Feuchtigkeitsanspruch, zu den Klimaverlierern zu zählen sind. Die Bedrohung der Arten wird umso größer, je weniger Rückzug- und Ausweichmöglichkeiten vorhanden sind. Diese wird durch eine für Ausbreitung von vielen Arten wenig durchlässige Landschaft verstärkt.

In der Anpassungsstrategie für Baden-Württemberg wird davon ausgegangen, dass die heute bereits hohe Bedrohung für die Artenvielfalt weiter zunehmen wird. Allerdings bedeuten die Veränderungen von Lebensräumen und Artzusammensetzung nicht immer eine Verschlechterung der ökologischen Wertigkeit von Flächen. Während sich besonders für nässeliebende Arten die Umweltbedingungen verschlechtern, können sich diese jedoch für trockenheitsliebende Arten verbessern. Voraussetzung für erfolgreiche Neubesiedelungen von entstehenden trockenen Habitatflächen durch letztere Arten, ist z.B. eine entsprechende, meist extensive, Nutzung sowie eine funktionierendes Vernetzungskonzept (vgl. UM 2015).

In der Region Stuttgart werden die zu erwartenden direkten Auswirkungen auf Arten und Lebensgemeinschaften in den nächsten hundert Jahren als gering eingestuft. Grund ist vor allem das Fehlen von Extremstandorten. Die ökologische Amplitude, d.h. die Fähigkeit unter unterschiedlichen Bedingungen zu überleben, der meisten Wildarten wird höher als die zu erwartenden Klimaänderungen eingeschätzt. Eine größere Gefahr wird hingegen von den indirekten Wirkungen des Klimawandels erwartet, vor allem durch die veränderte Landnutzung als Folge von Anpassungsmaßnahmen

und Klimaschutzmaßnahmen. Dies sind z.B. Verkürzungen der forstlichen Umtriebszeit oder eine landwirtschaftliche Intensivierung aufgrund steigender weltweiter Nachfrage nach Futtermittel und Energie aus Biomasse.

Eine weitere, nicht unerhebliche Folge des Klimawandels ist die Ausbreitung von gebietsfremden Arten (Neobiota). Vor allem invasive Arten treten in Konkurrenz zu einheimischen Arten und sind in der Lage diese zu verdrängen. Gebietsfremde Arten breiten sich bevorzugt entlang von Siedlungskorridoren aus weswegen die Region Stuttgart als eine der am dichtest besiedelten Regionen Europas besonders betroffen ist.

Verwundbarkeit der Biotope in Ludwigsburg

Im Vulnerabilitätsbericht wurde die Verwundbarkeit der nach §32 NatSchG BW geschützten Biotope ermittelt. In Ludwigsburg weisen vor allem die Biotope mit einer hohen Grund- und Oberflächenwasserabhängigkeit eine sehr hohe Verwundbarkeit auf. Das sind vor allem Quellbereiche sowie Fließgewässer und ihre Begleitvegetation. Aber auch das Naturschutzgebiet „Favoritepark“ sowie vereinzelte Waldbereiche weisen eine sehr hohe Verwundbarkeit auf. Das ergibt sich bei diesen Waldbiotopen vor allem aus der geringen Regenerationsfähigkeit (s.o.).

Eine tendenziell hohe Verwundbarkeit weisen viele Feldgehölze und Feldhecken, Stillgewässer, Sümpfe und Röhrichtbestände auf. Sogar Trockenmauern werden bei geringer ökologischer Qualität der Umgebung als hoch verwundbar eingestuft.



Abbildung 23 - Zipfelbachmündung in den Neckar (Quelle: Wikipedia, Foto: Nilnocere 2014)

Bei der Gefährdung von Biotopen durch den Klimawandel bildet Ludwigsburg keinen Schwerpunkt in der Region. Dies ergibt sich auch aus der vergleichbar geringen Anzahl an geschützten Biotopen. Ein Großteil der Biotope lässt sich aber als empfindlich bis sehr empfindlich gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels bewerten. Generell sind in Ludwigsburg vor allem kleinere Gewässer und ihre Begleitvegetation, nicht trockenheitsliebende Wälder sowie Feldgehölze und Feldhecken betroffen. Dabei kristallisieren sich folgende Schwerpunktbereiche heraus:

- Gehölz- und Röhrichtbestände im und um den Schlosspark Monrepos und Seeschlossallee
- Favoritepark
- Trockenmauern und Gehölzbestände im Bereich Hoheneck
- Hangwälder am Neckar
- Zipfelbach südlich von Poppenweiler

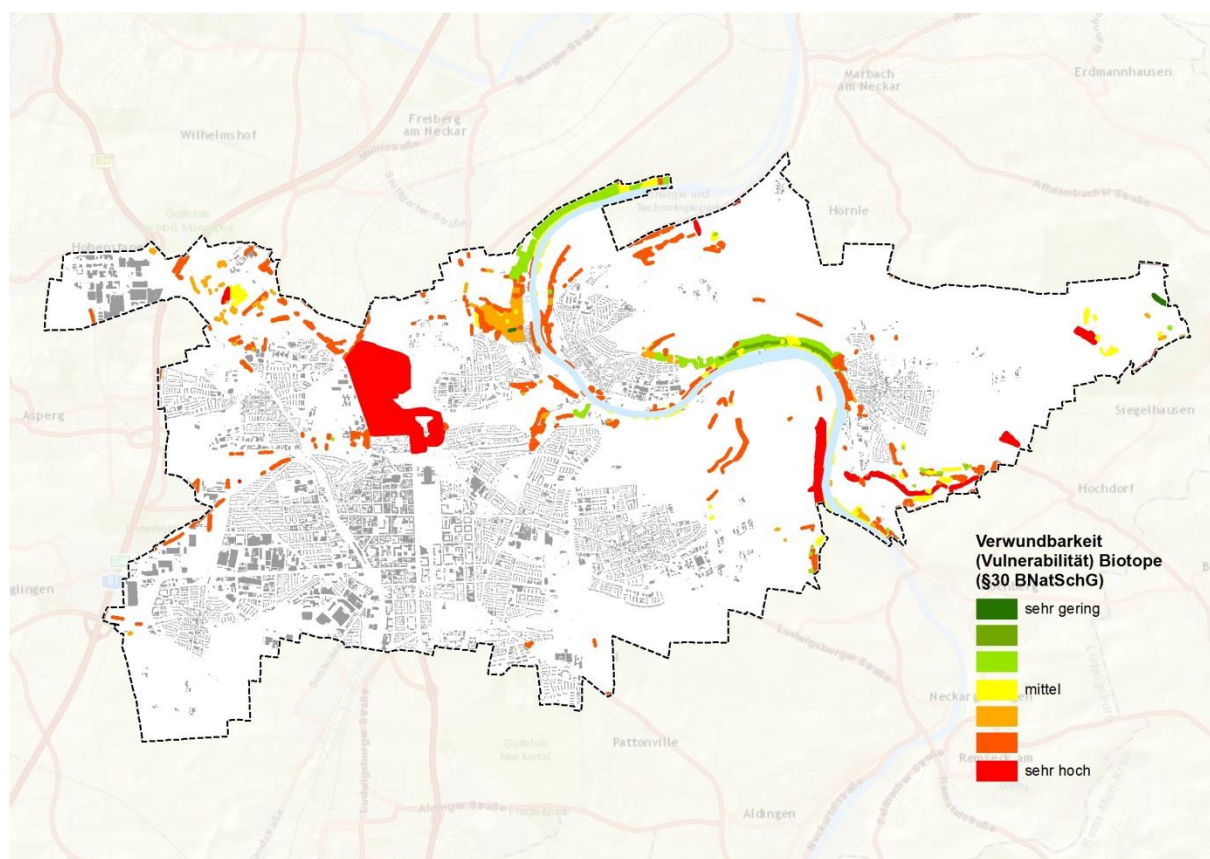


Abbildung 24 - Vulnerabilität Biotope (§30 BNatSchG) (Quelle: Verband Region Stuttgart 2011, verändert)

FAZIT

Der Klimawandel wird unmittelbare Auswirkungen auf Biotope und Arten haben. Besonders empfindlich sind in Ludwigsburg die Biotope mit einer hohen Abhängigkeit von Grund- und Oberflächenwasser sowie Gehölzbestände und Waldflächen.

2.5.4 Wasserhaushalt

Der Klimawandel hat komplexe Auswirkungen auf wesentliche Teilbereiche der Wasserwirtschaft. Wirksame Klimafaktoren sind vor allem die Veränderungen des Niederschlags und der Lufttemperatur.

KLIWA

Um die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt zu untersuchen und wasserwirtschaftliche Maßnahmen nachhaltig planen zu können, haben die Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz, sowie der Deutsche Wetterdienst (DWD) das Kooperationsvorhaben KLIWA (Klimaveränderungen und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft) gegründet. Die gewonnenen Erkenntnisse liefern wichtige Grundlagen für die Folgenabschätzung des Klimawandels sowie für die Planung von Anpassungsmaßnahmen (vgl. www.kliwa.de).

Hochwasser

Infolge des Klimawandels sind im Winterhalbjahr deutliche Zunahmen beim Hochwasserabfluss zu erwarten. Die Gefahr durch Hochwasser am Neckar steigt deutlich. Für die Region Stuttgart wird die prognostizierte Zunahme des Hochwasserabflusses HQ_{100} auf 15 % geschätzt. Die Hochwassersituation wird voraussichtlich in Höhe, Dauer und Häufigkeit stark zunehmen (Anpassungsstrategie Baden-Württemberg). Aufgrund der dichten Bebauung in Neckarnähe besteht daher in der Region Stuttgart ein hohes Schadpotenzial (vgl. Verband Region Stuttgart 2011).



Abbildung 25 - Neckarhochwasser 2013, Freiberg am Neckar
(Quelle: Wikipedia, Foto: Muscklprozz)

Niedrigwasser

Eine Änderung der Wasserstände ist ebenfalls im Sommerhalbjahr zu erwarten. Aufgrund trockenerer Sommer und höheren Verdunstungsraten durch höhere Temperaturen werden die Niedrigwasserabflüsse weiter abnehmen. Dadurch sind vor allem gewässerökologische sowie wirtschaftliche (Energiewirtschaft, Schifffahrt) Auswirkungen zu erwarten.

Gewässerökologie

Was die Gewässerökologie angeht, so werden sich entsprechend der terrestrischen auch die aquatischen Lebensräume verschieben. An Änderungen in Wassertemperatur und Nährstoffgehalt werden sich einige Arten nicht anpassen können während neu eingeschleppte Arten heimisch werden. Die Gewässerökologie wird in Baden-Württemberg insgesamt als hoch vulnerabel eingestuft. Beim Neckar wird diese Situation durch die heute schon hohen Temperaturen noch verschärft (vgl. UM 2015).

Grundwasser und Trinkwasserversorgung

Die Grundwasserstände werden sich entsprechend der Niederschlagsverschiebung vom Sommer- zum Winterhalbjahr verändern, mit niedrigen Grundwasserständen im Sommer und höheren im Winter. Gleichzeitig wird der Trinkwasserbedarf im Sommer tendenziell steigen. Die Trinkwasserversorgung ist in Ludwigsburg aber voraussichtlich nicht gefährdet, da dieses hauptsächlich aus dem Bodensee bezogen wird. Die zu erwartenden niedrigen sommerlichen Wasserstände des Bodensees haben darauf voraussichtlich keinen Einfluss (vgl. UM 2015).

Siedlungs- entwässerung

Die in Zukunft häufiger und stärker auftretenden Starkregenereignisse werden Auswirkungen auf die Siedlungsentwässerung haben. Das Überflutungsrisiko in der Stadt steigt. Rückstau und Überflutungen durch überlaufende Kanäle werden häufiger auftreten. In Bereichen mit hohem Versiegelungsgrad und dichter Bebauung wird dieser Effekt erheblich verstärkt. Mit den Überflutungen sind Schäden an Infrastruktur und Gebäuden und damit hohe Kosten verbunden (vgl. BBSR 2015). Überflutungspläne für Ludwigsburg liegen nicht vor.

Die Prozesse der Abwasserreinigung sind durch die Überflutungsereignisse voraussichtlich nicht gefährdet. Allerdings steigt durch den Klimawandel die Empfindlichkeit der Abwasser aufnehmenden Fließgewässer. Dadurch könnten sich höhere Anforderungen an die Abwasserreinigung ergeben (vgl. Anpassungsstrategie Baden-Württemberg).



Abbildung 26 - Überschwemmung nach Starkregenereignis (Quelle: Badische Zeitung)

FAZIT

Mit dem Klimawandel werden die Hochwasser am Neckar in Höhe, Dauer und Häufigkeit stark zunehmen. Zudem werden durch Starkregen verursachte Überschwemmungen im Siedlungsbereich voraussichtlich häufiger auftreten.

2.5.5 Wirtschaft und Infrastruktur

Die Folgen des Klimawandels für die Wirtschaft sind komplex. Im Folgenden wird daher nur ein Überblick über die wichtigsten Folgen gegeben. Laut dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW 2008) könnten sich die volkswirtschaftlichen Kosten der Klimafolgen in Baden-Württemberg in den nächsten 50 Jahren auf rund 130 Mrd. € belaufen. Vor allem die Änderungen in Temperatur, Niederschlag und Extremereignisse wirken sich stark auf die verschiedenen Wirtschaftssektoren aus. Die branchenspezifische Betroffenheit kann dabei sehr unterschiedlich ausfallen. Allgemein sind vor allem folgende Auswirkungen von Relevanz:

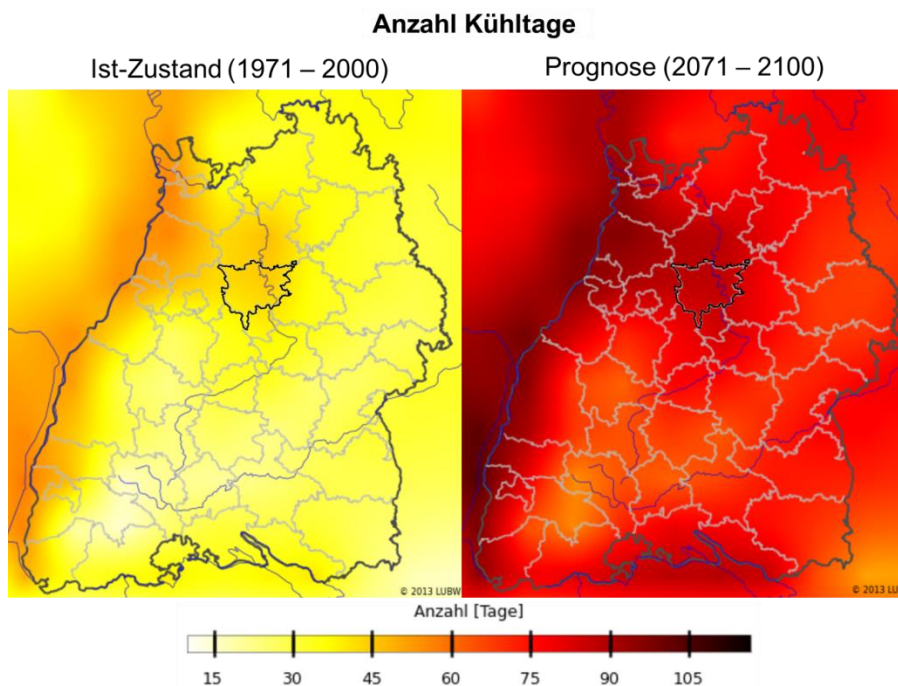


Abbildung 27 – Anstieg der Anzahl der Kühltag in Baden-Württemberg, bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013)

Hitze und Leistungsfähigkeit

Durch die steigende Zahl der Sommer- und Hitzetage sowie längere Hitzeperioden steigt der Kühlbedarf für Gebäude und Maschinen. Dadurch ergeben sich höhere Stromkosten.

Ein wichtiger Aspekt ist die Auswirkung von Hitze auf die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten. Wie Untersuchungen gezeigt haben, sinkt die körperliche Leistungsfähigkeit bei Temperaturen über 25 °C (vgl. Abb. 28). Ab 30 °C vermindert sie sich nochmals deutlich. Dadurch nimmt die Produktivität ab. Zudem ist mit einer Häufung von krankheitsbedingten Ausfällen zu rechnen. Betriebs- und Volkswirtschaftliche Einbußen sind die Folge. **Im Landkreis Ludwigsburg ist dabei ein Anstieg der Anzahl der Kühltag von aktuell ca. 45 auf ca. 90 im Zeitraum 2071 – 2100 zu rechnen.**

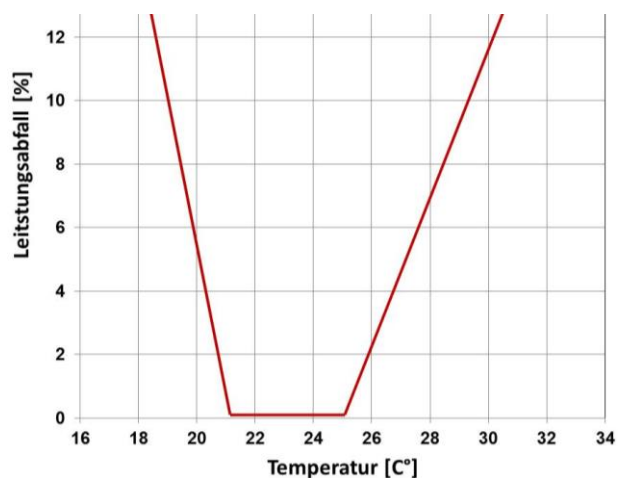


Abbildung 28 – Die Leistungsfähigkeit ist bei Temperaturen von 21 – 25°C am höchsten und sinkt bei kälteren und wärmeren Temperaturen kontinuierlich (Quelle: Minnich 2010, aus: Müller u. Streblow o.J., verändert)

Niedrigwasser und Extremereignisse

Die hohe Wassertemperatur des Neckars ist heute bereits problematisch. Neben den ökologischen Folgen ist vor allem die Kühlwasserknappheit ein großes wirtschaftliches Problem. Zukünftig werden niedrige Wasserpegel und höhere Temperaturen dieses Problem weiter verschärfen. Daraus ergeben sich Probleme für die Schifffahrt und Lieferverzögerungen auf dem Schiffsweg.

Wetterextreme wie Stürme, Hagel sowie Hochwasser und Überschwemmungen verursachen Schäden an Gebäuden, Maschinen, gelagerten Gütern, Fahrzeugen, Transportwegen sowie land- und forstwirtschaftlichen Flächen. Des Weiteren kann die Unfallgefahr für die Beschäftigten steigen. Die tatsächlichen Auswirkungen von Wetterextremen sind aufgrund unsicherer Prognosen allerdings schwer voraussehbar.

Durch beschädigte Transportinfrastruktur können sich vor allem Lieferverzögerungen ergeben. Diese können, ebenso wie wetterbedingte Qualitätsverluste, zu Reputationsverlusten bei den Kunden führen.

Genauere Angaben zu den branchenspezifischen Auswirkungen können u.a. der Anpassungsstrategie Baden-Württemberg (UM 2015) entnommen werden.

Chancen

Die Unternehmen müssen ihre Angebotspalette auf klimabedingte Nachfrageänderungen abstimmen. Tun sie dies nicht, sind evtl. sinkende Absatzchancen die Folge. Durch den Klimawandel ergeben sich jedoch auch neue Marktchancen. Innovative Produkte und Dienstleistungen könnten im Zuge des Klimawandels stärker nachgefragt werden. Beispiele für branchenspezifische Marktchancen zeigt folgende Tabelle aus der Anpassungsstrategie Baden-Württemberg (UM 2015).

Branche	Marktchancen
Automotive	<ul style="list-style-type: none"> hoch-energieeffiziente Automobile; ressourcenschonende und recyclebare Werkstoffe
Bauwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> nachhaltige Klimatisierungskonzepte für Gebäude; sturm- und hagelbeständige Konstruktionen
Chemie, Pharmazie	<ul style="list-style-type: none"> Komponenten für Energie- und Wassereffizienztechnologien; weniger gefährliche Chemikalien
Energiewirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> Innovationen für ein resilienteres Stromnetz; Lösungen für dezentrale Energieversorgung
Handel und Dienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> Angebot innovativer „angepasster“ Produkte; Wettbewerbsvorteil durch effektives Risikomanagement in der Lieferkette
Logistik und Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> höhere Transportleistung im Winter durch geringere Schneemengen; innovative Transporttechnologien und Logistikketten
Maschinen- und Anlagenbau	<ul style="list-style-type: none"> innovative Technologien für Wasseraufbereitung, Wasserrecycling, integrierte Wassernutzung, Regenwassernutzung etc.
Versicherungs- und Finanzwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> neue Versicherungsprodukte für Schäden durch Naturgefahren; Renditechancen bei Anbietern „angepasster“ Produkte

Tabelle 1 - Beispiele branchenspezifischer Marktchancen der Klimaveränderungen (Quelle: UM 2015)

Kosten für die Gemeinden

Schäden am Siedlungsgrün

Nicht nur für die Unternehmen, sondern auch für die Gemeinden können durch den Klimawandel erhebliche Kosten entstehen. Vor allem die Kosten für städtische Infrastruktur werden ohne entsprechende Anpassungsmaßnahmen steigen.

Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die „Grüne Infrastruktur“. Städtische Vegetation ist eine besonders wirksame Anpassungsmaßnahme. Sie leidet aber heute bereits an den extremen städtischen Bedingungen. In Zukunft wird dieses Problem drastisch zunehmen, so dass Schäden an der Stadtvegetation häufiger und stärker auftreten werden. Gründe dafür sind sowohl Hitze, Trockenheit als auch Extremereignisse wie z.B. Stürme. Ludwigsburg wird dieses Problem ohne entsprechende Anpassungsmaßnahmen besonders hart treffen.

Die Empfindlichkeit gegenüber Schäden am Siedlungsgrün wird in der Anpassungsstrategie Baden-Württemberg als sehr hoch eingestuft.



Abbildung 29 – Die Empfindlichkeit der Stadtbäume gegenüber Schäden nimmt durch den Klimawandel weiter zu, z.B. entlang der B 27 (Foto: faktorgruen)

Schäden an Gebäuden und Straßen

Auch die bauliche Infrastruktur wird durch den Klimawandel stärker beansprucht, vor allem aufgrund der zunehmenden Hitze. Beispielsweise leiden die Fahrbahndecken bei großer Hitze verstärkt unter einer hohen Verkehrsbelastung. Ständiges Aufheizen und Abkühlen verstärkt zudem die Materialalterung. In Ludwigsburg sind hierdurch stark befahrene und wenig beschattete Straßen besonders betroffen. Auch an Gebäuden sind etwa Bauteilermüdung und Ausfälle von technischen Gebäudeanlagen die Folgen größerer Hitze.

Kosten für Kühlung

Die Stadtverwaltung Ludwigsburg ist natürlich auch von den Einbußen der Leistungsfähigkeit ihrer Mitarbeiter/-innen betroffen. Die Gebäudekühlung wird daher immer mehr an Bedeutung gewinnen. Hier besteht die Gefahr, dass ohne frühzeitige passive Anpassungsmaßnahmen (z.B. Sonnenschutzmaßnahmen) der Bedarf an Klimaanlagen steigt. Konventionelle Klimaanlagen tragen allerdings über Abwärme zum urbanen Wärmeinseleffekt bei und sind aufgrund des Energiebedarfes auch aus Gründen des Klimaschutzes abzulehnen.

Kosten für Kanalausbau

Starkniederschläge werden ohne entsprechende Anpassungsmaßnahmen immense Schäden an Infrastruktur und Gebäuden verursachen. Die Anzahl der Schäden, die auf starkregenbedingte Überflutungsereignisse zurückzuführen sind ist in Deutschland in durchschnittlichen Jahren bereits doppelt so hoch wie die Schäden die durch die Ausuferung von Flüssen verursacht werden (vgl. BBSR 2015). Die vor allem auf Ableitung ausgerichteten städtischen Regenwassersysteme stoßen an ihre Kapazitätsgrenzen. Der Ausbau dieser Systeme würde erhebliche Kosten für die Stadt Ludwigsburg verursachen.

FAZIT

Der Klimawandel wird voraussichtlich erhebliche volkswirtschaftliche Kosten verursachen. Die Auswirkungen weisen branchenspezifische Unterschiede auf. Für die Unternehmen können sich aber auch neue Marktchancen eröffnen. Die tatsächlich entstehenden Kosten hängen in hohem Maße von den getroffenen Anpassungsmaßnahmen ab. So können z.B. Infrastrukturschäden, Energiekosten und Kosten für den Kanalausbau durch frühzeitige Anpassungsmaßnahmen vermindert werden.

2.5.6 Tourismus

Auswirkungen auf den Tourismus

In Ludwigsburg sind vor allem Geschäftsreisen, Kulturtourismus und Shoppingtourismus von Bedeutung. Bei den Geschäftsreisen sind keine nennenswerten Auswirkungen durch den Klimawandel zu erwarten. Zum einen sind die Reiseanlässe vom Wettergeschehen entkoppelt. Zum anderen kann sich die durch Geschäftsreisende genutzte Infrastruktur wie z.B. Kongresszentren, Verkehrsmittel und Hotellerie schnell an sich ändernde Klimabedingungen anpassen.

Der Kultur- und Shoppingtourismus könnte vom Klimawandel sogar profitieren. Grund dafür ist vor allem die verlängerte Saison. Dies wird vermutlich die Abschreckung durch zunehmende Hitzebelastung kompensieren. Zudem können sich die kultur- und shoppingbezogenen Angebote schnell an sich ändernde Bedingungen anpassen.

An Hitzetagen sinkt allerdings die Zahl der Tagesgäste dramatisch. Dies ist derzeit bereits z.B. bei städtischen Führungen zu spüren.



Abbildung 30 - Das Blühende Barock ist ein beliebter Touristenmagnet. (Quelle: Stadt Ludwigsburg)

FAZIT

Der Tourismus in Ludwigsburg wird voraussichtlich vom Klimawandel profitieren. Grund dafür ist eine verlängerte Saison. Maßnahmen zur Reduktion der Hitzebelastung können die positiven Effekte weiter verstärken.

2.5.7 Relevanz der Klimaanpassung in Ludwigsburg

FAZIT

Nahezu alle Handlungsfelder in Ludwigsburg werden von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein. Ohne geeignete Anpassungsmaßnahmen wird vor allem die zunehmende Hitze erhebliche wirtschaftliche, ökologische und soziale Folgen haben. Hinzu kommen noch weitere Einflussfaktoren wie z.B. Trockenheit und Starkregen.

Der Klimawandel wird in vielen Handlungsfeldern (z.B. Gesundheit, Wirtschaft, Infrastruktur) hohe Kosten verursachen. Besonders die Bevölkerung hat Einschnitte in ihrer Lebensqualität zu befürchten. Die klimatischen Veränderungen haben aber auch Auswirkungen auf Arten und Biotope, Land- und Forstwirtschaft sowie den Wasserhaushalt. Die Auswirkungen auf die einzelnen Wirtschaftssektoren sind komplex und stark branchenabhängig.

Um die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Stadt Ludwigsburg zu begrenzen müssen geeignete Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden.

3 Gesamtstrategie

3.1 Ziele und Leitbilder

Nachhaltige Stadtentwicklung

Klimaanpassung ist Teil einer nachhaltigen Stadtentwicklung. Ein Klimaanpassungskonzept muss sich demnach innerhalb des Rahmens einer nachhaltigen Stadtentwicklung bewegen. Hier ist die Anpassung an den Klimawandel nur eine von vielen Herausforderungen. Bei der Berücksichtigung der einzelnen Aspekte wie Klimaschutz, Klimaanpassung, Naturschutz, nachhaltige Wirtschaftsstrukturen, Bildung, Innenentwicklung, etc. können jedoch auch Zielkonflikte auftreten. So ist beispielsweise die Entwicklung von kompakten Städten eine Maßnahme gegen den Klimawandel. Dicht bebaute Quartiere sind aber empfindlicher gegenüber Hitze und damit weniger klimaangepasst. Auch der hohe Wohnraumbedarf in Ludwigsburg steht in Konkurrenz zum Erhalt von klimatisch wichtigen Grünflächen.

Mehrwert-Lösungen entwickeln

Ein Klimaanpassungskonzept muss bestehende Zielkonflikte berücksichtigen. Es sollen vor allem Maßnahmen entwickelt werden, die für verschiedene Bereiche nachhaltiger Stadtentwicklung einen möglichst großen Mehrwert generieren. Ein Beispiel hierfür ist die Begrünung von Gebäuden und Straßenräumen. Dadurch verbessert sich nicht nur das Kleinklima im öffentlichen Raum, sondern auch die Qualität des privaten Wohn- bzw. Arbeitsumfeldes. Wird dabei das Quartier attraktiver, kann dies darüber hinaus zu einer Verkehrsreduktion in der Stadt führen. Die genannten Begrünungsmaßnahmen benötigen zudem wenig Raum, wodurch eine relativ dichte Bebauung ermöglicht wird.

Widerstandsfähigkeit erhöhen

Die Klimaanpassung hat den Zweck, die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) gegenüber dem Klimawandel zu erhöhen. In Städten spielt dabei die Infrastruktur, z.B. die grüne Infrastruktur (die Stadtvegetation) eine große Rolle. Besonders Straßenbäume sind sehr empfindlich gegenüber äußeren Einflüssen wie Trockenheit oder mechanische Schäden. Gründe dafür sind u.a. zu kleine Baumquartiere, welche die Wurzelbildung der Straßenbäume stark einschränken. Die dadurch beeinträchtigte Entwicklung der Bäume führt zu einer geringen Vitalität. Eine wichtige Maßnahme zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Straßenbäume gegenüber Trockenheitsperioden wäre z.B. die Herstellung von adäquaten Baumquartieren.

Natürlichkeit fördern

Grundsätzlich gibt es zwei mögliche Wege um die Widerstandsfähigkeit der Stadt gegenüber dem Klimawandel zu erhöhen. Der eine Weg ist, die städtische Infrastruktur mit technischen/baulichen Mitteln aufzurüsten. Beispielsweise könnten die Abwasserkanäle so groß dimensioniert werden, dass das bei Starkregenereignissen anfallende Niederschlagswasser problemlos abgeleitet werden könnte. Gebäude könnten mit hocheffizienten Klimaanlage ausgestattet werden, um bei Hitzeperioden angenehme Innenraumtemperaturen zu gewährleisten. Diese Maßnahmen sind jedoch häufig mit einem hohen finanziellen Aufwand verbunden und teilweise nicht mit den Zielen der nachhaltigen Stadtentwicklung zu vereinbaren.

Der zweite Weg wäre, die Natürlichkeit der Stadtstruktur zu erhöhen, und dadurch auch in der klimaangepassten Stadtplanung grundlegende Ökosystemdienstleistungen, wie z.B. Klimaregulation, Wasserrückhaltung und -verdunstung, Verbesserung der Aufenthaltsqualität und Erholungsfunktion einzubeziehen (vgl. TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management, 2011). Statt Kanäle zu vergrößern, könnten Flächen geschaffen werden, auf denen Regenwasser natürlich versickert oder zurückgehalten wird. Auch könnten Straßen so gestaltet werden, dass sie

zeitweilig schadlos überflutet werden können. Ein starkes Aufheizen von Gebäuden kann durch effektive Dach- und Fassadenbegrünungen verhindert werden. Der zweite Weg, also die Erhöhung der Natürlichkeit in der Stadt, ist oft aus wirtschaftlichen Gründen zu bevorzugen und verträgt sich meist gut mit weiteren Zielen einer nachhaltigen Stadtentwicklung. Gleichzeitig wird meist auch der Wert des Wohn- und Arbeitsumfeldes und damit die Lebensqualität gesteigert.

*Nutzwert
gewährleisten*

Die Prognosen für den Klimawandel sind bei manchen Bereichen (z.B. Niederschlag, Extremereignisse, Tropennächte) mit Unsicherheiten behaftet. Ein Anpassungskonzept muss mit diesen Unsicherheiten umgehen können. Das bedeutet dass Anpassungsmaßnahmen so gestaltet werden, dass sie in jedem Fall einen Nutzwert haben („No-Regret-Maßnahmen“. Auch hierfür ist Stadtgrün ein gutes Beispiel. In begrünten Straßenräumen ist die Hitzebelastung an heißen Tagen viel geringer als in unbegrünten. Doch selbst wenn sich das Klima abweichend von den Prognosen entwickeln sollte, haben begrünte Straßenzüge über die Hitzereduktion hinaus immer noch eine Vielzahl weiterer positiver Effekte für die Stadt und ihre Quartiere. Diese Maßnahme wird also in jedem Fall zu einer Qualitätsverbesserung der Stadt führen.

Flexibilität erhalten

Die Unsicherheiten bezüglich des zukünftigen Klimas verlangt von einem Klimaanpassungskonzept auch Flexibilität. Das Konzept muss auf sich ändernde Anforderungen reagieren können. Anpassungsmaßnahmen müssen daher regelmäßig überprüft und gegebenenfalls angepasst werden können.

*Bürgerschaft
mitnehmen*

Nicht zuletzt besteht die Anforderung, das Klimaanpassungskonzept so zu gestalten, dass die Bürgerschaft sich mit diesem identifiziert und es mitträgt. Das Konzept muss daher auf die Lebensumstände der Menschen eingehen und sie bei der Maßnahmenumsetzung beteiligen. Bei der Entwicklung der Maßnahmen sollte also immer berücksichtigt werden, welche Rolle die betroffenen Bevölkerungsgruppen bei der Umsetzung der Maßnahme spielen, und wie diese erreicht werden können.

Fazit

Die Klimaanpassung ist Teil einer nachhaltigen Stadtentwicklung. An das Anpassungskonzept bestehen daher eine Reihe von Anforderungen:

- **Mehrwertlösungen entwickeln**
- **Widerstandsfähigkeit erhöhen**
- **Natürlichkeit fördern**
- **Nutzwert gewährleisten (No-Regret-Maßnahmen)**
- **Flexibilität erhalten**
- **Einwohnerschaft mitnehmen**

3.2 Planerische Einordnung innerhalb des Stadtentwicklungskonzeptes

Stadtentwicklungskonzept

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Herausforderungen hat die Stadt Ludwigsburg 2004 einen integrierten Stadtentwicklungsprozess, mit einer umfassenden Bürgerpartizipation begonnen. Im Rahmen dieses zweijährigen Entwicklungsprozesses mit rund 1 000 interessierten Bürgerinnen und Bürgern entstand das integrierte Stadtentwicklungskonzept "Chancen für Ludwigsburg". Es beinhaltet Leitsätze und Ziele zu elf Themenfeldern, welche das gesamte städtische Handeln abdecken. Beispielsweise die Themen Attraktives Wohnen, Wirtschaft und Arbeit, Grün in der Stadt, Bildung und Betreuung, Sport und Gesundheit sowie Energie.

Im Rahmen des integrierten Nachhaltigkeitsmanagements wird der Stadtentwicklungsprozess kontinuierlich weiter entwickelt. Um eine strukturierte Steuerung dieses Prozesses und der Arbeit innerhalb der Verwaltung sicherzustellen, hat die Stadt Ludwigsburg Masterpläne geschaffen, welche die strategischen Ziele und die operative Umsetzung erfassen.

Die Stadt Ludwigsburg hat auf der Grundlage ihres integrierten Stadtentwicklungskonzepts 2011 ein integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept erarbeitet. Die Umsetzung erfolgt derzeit durch unterschiedliche Maßnahmen in den Bereichen Gebäude, Mobilität und Kommunikation.

Klimaanpassungskonzept (KliK)

Das Thema Klimaanpassung ist für die Stadt Ludwigsburg von hoher Bedeutung, da Ludwigsburg durch Klimawandelfolgen, insbesondere Hitze, aber auch Starkregen sehr stark betroffen ist. Deswegen wurde auf der Grundlage des integrierten Stadtentwicklungskonzepts das Klimaanpassungskonzept (KliK) erarbeitet.

Das Klimaanpassungskonzept ist ein strategisches Fachkonzept. Es soll künftig als Planungsgrundlage, insbesondere bei der Quartiers- und Wohnbaulandentwicklung, der Aufwertung und Ausweisung von Gewerbegebieten sowie bei der Verkehrsplanung, zur Verfügung stehen. Es soll der Stadt Ludwigsburg als Baukastensystem von strategischen Leitelementen und Handlungsfeldern bis hin zu praktisch durchführbaren Maßnahmen und Standards dienen, um für den Klimawandel gerüstet zu sein.

Das Klimaanpassungskonzept soll dabei die Erkenntnisse von bestehenden Konzepten und Planungen in Ludwigsburg aufgreifen. Wichtige Grundlagen sind vor allem das Freiflächenentwicklungskonzept (FEK) und das Energie- und Klimaschutzkonzept (GEK).

Freiflächenentwicklungskonzept (FEK)

Das Freiflächenentwicklungskonzept und das Klimaanpassungskonzept ergänzen sich gegenseitig. Ein Kerngedanke des Freiflächenentwicklungskonzepts ist es, die Hauptverkehrsachsen stärker zu begrünen und Aufenthalts- und klimafreundlicher zu gestalten. Wichtige Leitelemente des Konzepts sind Parkanlagen und Erholungsflächen, grüne Vernetzung zum Beispiel durch den Grünen Ring, Alleen oder Boulevards und die Aufwertung von unterversorgten Stadtquartieren zum Beispiel mit kleinen Parks (Kühloasen).

Energie- und Klimaschutzkonzept (GEK)

Ergänzend zu den Maßnahmen im Bereich Klimaanpassung müssen zur Bewältigung des Klimawandels aber auch klimaschützende Maßnahmen durchgeführt werden. Auf der Grundlage des städtischen Gesamtenergiekonzepts hat die Stadt Ludwigsburg bereits verschiedene Projekte initiiert: Zum Beispiel die Sanierung öffentlicher Gebäude um den Energieverbrauch zu reduzieren oder den Ausbau der Fernwärme um den Anteil der erneuerbaren Energien zu steigern.

Querschnittsthema

Im Sinne der nachhaltigen Stadtentwicklung wird das Thema Klimaanpassung in Ludwigsburg als Querschnittsaufgabe verankert und mit allen relevanten Themenfeldern vernetzt. Insbesondere werden mit den bestehenden Fachkonzepten zur Freiflächenentwicklung sowie dem Energie- und Klimaschutzkonzept Synergien hergestellt.

Die Ziele des Klimaanpassungskonzeptes werden in das Stadtentwicklungskonzept und damit in die thematischen Masterpläne integriert. Über die Masterpläne erfolgt die Steuerung und Koordination der Umsetzungsmaßnahmen. Weiterhin werden die Ergebnisse in die Fortschreibung des Flächennutzungsplans Eingang finden.

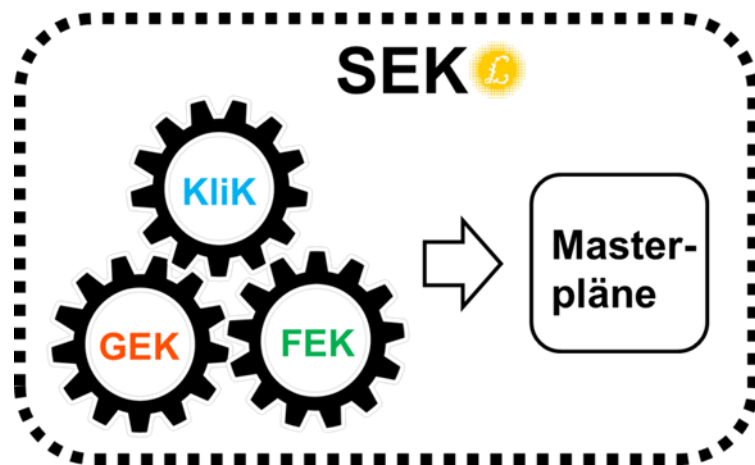


Abbildung 31 - Verzahnung der strategischen Fachkonzepte im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung: Klimaanpassungskonzept (KLiK), Energie- und Klimaschutzkonzept (GEK) und Freiflächenentwicklungskonzept (FEK)

Fazit

Das Klimaanpassungskonzept ist ein strategisches Fachkonzept. Es soll künftig als Planungs- und Arbeitsgrundlage bei städtischen Planungen zur Verfügung stehen.

Im Sinne der nachhaltigen Stadtentwicklung wird das Thema Klimaanpassung in Ludwigsburg als Querschnittsaufgabe verankert und mit allen relevanten Themenfeldern vernetzt. Insbesondere werden mit den bestehenden Fachkonzepten zur Freiflächenentwicklung sowie dem Energie- und Klimaschutzkonzept Synergien hergestellt.

Die Ergebnisse des Klimaanpassungskonzeptes werden zudem in die Fortschreibung des Flächennutzungsplans Eingang finden.

3.3 Festlegung der Handlungsschwerpunkte

<i>Räumliche Schwerpunkte</i>	<p>Räumlich soll sich das Konzept auf den Siedlungsbereich konzentrieren. Es sollen Maßnahmen entwickelt werden, die dazu führen die Siedlungsstruktur in Ludwigsburg an die Folgen des Klimawandels anzupassen.</p>
<i>Klimatische Schwerpunkte</i>	<p>Die größte Herausforderung für die Stadt Ludwigsburg ist die zunehmende Hitze. Daher liegt hier auch der Schwerpunkt bei der Entwicklung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Dennoch sollen im Konzept auch andere Klimaveränderungen aufgegriffen werden. Vor allem für den zukünftigen Umgang mit Starkregen sollen Maßnahmen formuliert werden. Schwer vorhersehbare Extremereignisse, wie z.B. Stürme, können aufgrund der großen Unsicherheit jedoch nicht vertieft berücksichtigt werden.</p>
<i>Schwerpunkte nach Handlungsfeldern</i>	<p>Schwerpunkt des Konzeptes soll auf dem Handlungsfeld „Mensch und Gesundheit“ liegen. Das Konzept soll Maßnahmen entwickeln, die die Lebensqualität der Menschen in Ludwigsburg im Klimawandel erhalten und verbessern.</p> <p>Das Handlungsfeld „Wirtschaft und Infrastruktur“ bildet einen weiteren Schwerpunkt. Der Maßnahmenkatalog bezieht sich hier vor allem auf die städtische Infrastruktur. Es sollen Maßnahmen entwickelt werden, die den Schutz und die Entwicklung der städtischen Infrastruktur bei zunehmender Hitze und bei häufigeren und stärkeren Starkregenereignissen gewährleisten. Zur Infrastruktur zählt auch der Teilbereich „Siedlungswasserwirtschaft“ des Handlungsfelds „Wasserhaushalt“. Branchenbezogene oder tourismusbezogene Anpassungsstrategien werden aufgrund der hohen Komplexität jedoch nicht weiter vertieft. Auch der Themenkomplex „Neckar“ wird nicht vertieft untersucht. Für den Hochwasserschutz und die Ökologie des Neckars sollten regionale Strategien entwickelt werden.</p> <p>Nicht Bestandteil des Klimaanpassungskonzeptes sind die Handlungsfelder „Land- und Forstwirtschaft“ und „Naturschutz“. Für diese Handlungsfelder ist es empfehlenswert Anpassungskonzepte auf Regional-, Landes- und Europaebene zu entwickeln.</p>
<i>Thematische Schwerpunkte</i>	<p>Für das Ludwigsburger Klimaanpassungskonzept werden, abgeleitet von den beschriebenen Handlungsfeldern, folgende Themenschwerpunkte formuliert:</p> <ul style="list-style-type: none">- Grün in der Stadt- Wasser in der Stadt- Wohnen und Arbeiten- Bildung und Gesundheit
<i>Grün in der Stadt</i>	<p>Die Entwicklung und der Schutz von Grünstrukturen und Grünflächen (Grüne Infrastruktur) sind zentrale Aspekte des Klimaanpassungskonzeptes. Die Stärkung der grünen Infrastruktur hat positive Auswirkungen auf das Stadtklima insgesamt und im Speziellen auf das Mikroklima von Straßen, Plätzen und Gebäuden. Die Wärmebelastung des Menschen kann so in Hitzeperioden erheblich reduziert werden.</p> <p>Natürliche Strukturen können die Widerstandsfähigkeit gegenüber klimatischen Veränderungen insgesamt reduzieren. Anpassungsmaßnahmen betreffen aber auch die grüne Infrastruktur selbst, die stark von den negativen Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein wird.</p>

Der Schutz und die Entwicklung von Stadtgrün erzeugen einen beträchtlichen Mehrwert, indem z.B. zusätzlich zur klimaregulatorischen Funktion sowohl die Aufenthaltsqualität (Ästhetik), als auch der ökologische Wert verbessert werden können. Eine hohe Aufenthaltsqualität führt zu einer verbesserten Lebensqualität, die als sanfter Standortfaktor auch von wirtschaftlichem Interesse ist.

Wasser in der Stadt

Um die Widerstandsfähigkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels zu erhöhen, sollten natürlichere Strukturen geschaffen werden. Der Umgang mit Wasser spielt dabei eine wichtige Rolle. Ein nachhaltiges Regenwassermanagement kann die Widerstandsfähigkeit gegenüber Starkregenereignissen und Überschwemmungen vermindern. Gleichzeitig ist die Gestaltung mit erlebbarem Wasser eine effektive Anpassungsmaßnahme bei Hitze. Darüber hinaus ist die Verfügbarkeit von Wasser für die Entwicklung der grünen Infrastruktur essentiell.

Wohnen und Arbeiten

Dieser Themenschwerpunkt bezieht sich auf die Qualität des Wohn- und Arbeitsumfeldes der Menschen. Die Flughöhe variiert dabei von gesamtstädtischen Strukturen bis zu Stadtquartieren und Gebäuden.

Bildung und Gesundheit

Es ist von besonderer Bedeutung, dass die Stadtgesellschaft bei der Klimaanpassung beteiligt wird. Einerseits müssen die Bürgerinnen und Bürger auf die Folgen des Klimawandels vorbereitet werden um ihr eigenes Verhalten anpassen zu können. Andererseits muss die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen von der Stadtgesellschaft mitgetragen werden. Es müssen vor allem Anreize geschaffen werden, damit Privatpersonen und Unternehmen zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen motiviert werden.

Entwicklung des Maßnahmenkatalogs

Aus der Definition der Ziele und Leitbilder, der planerische Einordnung innerhalb des Stadtentwicklungskonzeptes, sowie der festgelegten Handlungsschwerpunkte wird der Maßnahmenkatalog des Klimaanpassungskonzeptes entwickelt.

Die Maßnahmen werden nach unterschiedlichen räumlichen Ebenen unterteilt:

- **Übergeordnete und gesamtstädtische Maßnahmen**
- **Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen**
- **Gebäudebezogene Maßnahmen**

Akteure für die Umsetzung der Maßnahmen

Für die Umsetzung der vielfältigen Maßnahmen bedarf es der Mitwirkung unterschiedlicher Akteure. Die relevanten Akteure sind bei jeder Maßnahme genannt. Nicht immer liegt die Umsetzung der Maßnahme im Verantwortungs- und Zuständigkeitsbereich der Stadt Ludwigsburg. Deswegen gilt es bei Bedarf die relevanten Akteure miteinzubeziehen und Kooperationspartner für die Umsetzung der Maßnahmen zu gewinnen.

Fazit

Die Handlungsschwerpunkte des Klimaanpassungskonzeptes konzentrieren sich auf den Siedlungsbereich. Es werden vor allem Maßnahmen im Hinblick auf die zunehmende Hitze ausgearbeitet. Aber auch andere Aspekte, wie der Umgang mit Starkregen werden aufgegriffen.

Es werden Maßnahmen für vier thematische Schwerpunkte entwickelt: Grün in der Stadt, Wasser in der Stadt, Wohnen und Arbeiten sowie Bildung und Gesundheit. Der erarbeitete Maßnahmenkatalog gliedert sich nach den räumlichen Ebenen: Übergeordnet/gesamtstädtisch, quartiersbezogen/lokal sowie gebäudebezogen.

4 Maßnahmenkatalog

4.1 Maßnahmenübersicht

Übergeordnete und gesamtstädtische Maßnahmen	Zuordnung Masterpläne (SEK)
Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit	Energie
Klimaanpassung in der Verwaltung	
Klima-Frühwarnsysteme und Hitzeberatung	Sport und Gesundheit
Pflege- und Gesundheitseinrichtungen	
Klimaanpassung in Schulen und Kindertageseinrichtungen	Bildung und Betreuung
Leistungsfähige Unternehmen im Klimawandel	Wirtschaft und Arbeit
Klimaangepasstes Stadtgrün	Grün in der Stadt
Grün- und Freiflächen	
Grüne Vernetzung	
Kaltluftentstehungsgebiete und Luftleitbahnen	
Wasser in der Stadt	
Planungsstandards Bauleitplanung	Attraktives Wohnen / Wirtschaft und Arbeit
Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen	
Dach- und Fassadenbegrünung	Attraktives Wohnen / Wirtschaft und Arbeit / Grün in der Stadt
Verschattung/Baumpflanzungen	
Grüne Innenhöfe	
Kühloasen	
Entsiegelung	
Rückbau/Entkernung	
Helle Oberflächengestaltung/Albedo	
Gestaltung mit Wasser	
Trinkwasserbrunnen	
Gebäudebezogene Maßnahmen	
Klimaangepasste Gebäude	Energie
Öffentliche Gebäude	
Technische Gebäudekühlung	

Tabelle 2 - Übersicht über die Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs mit Zuordnung zu den Masterplänen des Stadtentwicklungskonzeptes (SEK)

4.2 Übergeordnete und gesamtstädtische Maßnahmen

4.2.1 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

<i>Bezug SEK</i>	Masterplan Energie
<i>Ziel</i>	Sensibilisierung der Bevölkerung für das Thema Klimaanpassung.
<i>Inhalt</i>	<p>Im Zuge des voranschreitenden Klimawandels werden sich die Lebensumstände der Stadtbevölkerung verändern. Dabei spielen vermehrt auftretende hitzebedingte Erkrankungen eine große Rolle. Auch indirekte Folgen des Klimawandels für die Gesundheit sind relevant, z.B. vektorübertragene Krankheiten und neue Allergene. Neben der erhöhten Zahl von klimawandelbedingten Erkrankungen, sind in Hitzeperioden vor allem Einbußen von Lebensqualität und Leistungsfähigkeit zu erwarten.</p> <p>Da alltägliche Verhaltensweisen dabei eine große Rolle spielen ist die Förderung von angepasstem Verhalten eine Kernaufgabe der Klimaanpassung. Die Sensibilisierung für das Thema führt zudem dazu, dass wichtige Anpassungsmaßnahmen, etwa im Freiraum oder an Gebäuden, eher mitgetragen und akzeptiert werden.</p> <p>Konkret geht es v.a. um das Aufzeigen von Verhaltensweisen in Hitzeperioden sowie das Schaffen von Akzeptanz gegenüber Anpassungsmaßnahmen. Grundsätzlich muss dabei immer das allgemeine Verständnis für den Themenkomplex Klimawandel, Klimaschutz und Klimaanpassung gefördert werden.</p> <p>Eine Schwierigkeit besteht darin, dass das Thema Klimawandel/Klimawandelanpassung für viele Menschen schwer zu greifen und einzuschätzen ist. Die Problematik scheint noch weit entfernt und wird daher meist aus dem Bewusstsein verdrängt. Folglich wird die Anpassung an die Folgen des Klimawandels bei der Lebensplanung und im Alltag bisher nur selten berücksichtigt. Um die Stadtbevölkerung auf die zukünftigen Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel vorzubereiten, ist daher eine effiziente und vielschichtige Öffentlichkeitsarbeit nötig, die informiert, sensibilisiert und einen Dialog mit den Akteuren ermöglicht.</p>
<i>Mögliche Umsetzungsschritte</i>	Analyse und Priorisierung der Zielgruppen: <ul style="list-style-type: none">- Angesprochen werden soll grundsätzlich die gesamte Stadtbevölkerung. Besonders wichtig sind empfindliche und benachteiligte Zielgruppen (z.B. Senioren, sozial benachteiligte Bürger/-innen, Kranke, Kinder, Alleinstehende, etc.).- Erzieher/-innen und Pflegebedienstete: Dieses tragen Verantwortung für einen Teil der besonders empfindlichen Bevölkerung (in Krankenhäusern, Seniorenheimen, Kindertageseinrichtungen, Kindergärten und Schulen; vgl. „Kooperation mit Gesundheitseinrichtungen“ und „Klimaanpassung in Schulen und Kindertageseinrichtungen“).- Sportler/-innen: Temporär empfindlich machen physisch anstrengende Sportarten die im Freien durchgeführt werden (z.B. Fußball, Jogging, etc.).- Multiplikatoren: Verantwortliche von Vereinen (v.a. Sportvereine), Verbänden, Gruppierungen, Krankenkassen, etc. können wertvolle Multiplikatoren darstellen.- Arbeitgeber/-innen und Unternehmen

Analyse der möglichen Kanäle und Instrumente zur Informationsübermittlung:

- Die Kanäle müssen der Bedeutung des Themas gerecht werden, d.h. die Informationen an prominenter Stelle platziert werden. Dazu bedarf es der Nutzung bekannter Informationskanäle wie z.B. die LKZ, die Homepage der Stadt Ludwigsburg oder das Wissenszentrum Energie.
- Es müssen starke Partner/Sponsoren gefunden werden. Eine wichtige Rolle könnten hierbei die Krankenkassen spielen. Durch das neue Präventionsgesetz sind diese stärker zur Gesundheitsprävention verpflichtet.
- Bestehende und laufende Kampagnen, z.B. von Bund und Ländern, sollen genutzt und bekannt gemacht werden.
- Darüber hinaus können neue, innovative Kanäle, wie z.B. Webcasts genutzt werden.



Abbildung 32 - Das Thema Klimaanpassung ergänzt das Wissenszentrum Energie (Quelle: Stadt Ludwigsburg)

Durchführung einer Sensibilisierungskampagne der Öffentlichkeit:

- Erhöhung der Präsenz des Themas Klimaanpassung in Medien, wie Zeitungen (LKZ), Zeitschriften, etc.
- Aufzeigen von Verhaltensweisen, um klimawandelbedingte Krankheiten zu vermeiden. Verbindungen zu zahlreichen anderen Maßnahmen ist sinnvoll: z.B. „Klima-Frühwarnsysteme und Hitzeberatung“.
- Vortrags- und Schulungsreihe (z.B. VHS, ENERGETIKOM, etc.). Wichtig sind besonders Schulungen von Fachleuten wie z.B. Architekt/-innen, Pflegepersonal, Erzieher/-innen.
- Umsetzung von medien-/öffentlichkeitswirksamen Signalprojekten mit Vorbildwirkung (ähnlich „Grünes Zimmer“) zur Bewusstseinsbildung.
- Durchführen einer Kampagne mit Plakataktionen, Verteilung von Informationsmaterial u.ä.

- „Starthilfe“ (Motivationsgeber, Unterstützung) für Bürger- Nachbarschaftshilfegruppen.
 - Koordinierte Öffentlichkeitsarbeit mit den Themen Klimaschutz, Energie (GEK) sowie Grün- und Freiflächen (FEK).
 - Ggfs. Schaffung einer neuen Stelle zur federführenden Umsetzung der Maßnahme.
- Synergien und Querbezüge*
- Sensibilisierung für Klimaanpassung geht Hand in Hand mit der Sensibilisierung für das Thema Klimaschutz (vgl. Gesamtenergiekonzept GEK, Ü-01 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit) und das Thema Freiflächenentwicklung (vgl. Freiflächenentwicklungskonzept FEK)
 - Verringerung von Kosten im Gesundheitswesen durch Verminderung von klimawandelbedingten Erkrankungen und besseren allgemeinen Gesundheitszustand der Bevölkerung (Gesundheitsvorsorge).
 - Die Maßnahme ist wesentlich für den Erfolg der gesamten Anpassungsstrategie. Es bestehen starke Überschneidungen zu allen Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs. Eine Kommunikation des Themas und den dazugehörigen Projekten/Aktivitäten ist unabdingbar um die Öffentlichkeit darauf aufmerksam zu machen.
- Akteure und Zuständigkeit*
- Stadt Ludwigsburg:
 - o Pressestelle
 - o Referat Nachhaltige Stadtentwicklung
 - o FB Bildung und Familie
 - o FB Engagement und Soziales
 - o FB Sport und Gesundheit
 - o FB Tiefbau und Grünflächen
 - LKZ (Ludwigsburger Kreiszeitung) und weitere Medien
 - Krankenkassen
 - Vereine (v.a. Sportvereine), Verbände (z.B. BUND), religiöse Gemeinden, etc.
 - Volkshochschule, Filmakademie, Hochschulen, evtl. externes Büro (Wettbewerb für Öffentlichkeitsarbeit)
 - Unternehmen
- Priorität und Zeithorizont*
- **Maßnahme von hoher Priorität**
 - **Umsetzung kurzfristig / laufend**

4.2.2 Klimaanpassung in der Verwaltung

<i>Bezug SEK</i>	Masterplan Energie
<i>Ziel</i>	Verankerung des Themas Klimaanpassung als Querschnittsthema in der städtischen Verwaltung.
<i>Inhalt</i>	<p>Dazu ist es wichtig ein starkes Bewusstsein für das Thema durch die gesamte Verwaltung hindurch zu schaffen. Nur dadurch kann erreicht werden, dass Klimaanpassung bei der Umsetzung von allen städtischen Projekten konsequent berücksichtigt wird.</p> <p>Darüber hinaus muss die Stadt dafür Sorge tragen ihre Mitarbeiter/-innen vor den negativen Folgen von Hitzeperioden zu schützen. Dies kann einerseits durch Frühwarnsysteme und die Kommunikation von Verhaltensregeln und andererseits durch die angepasste Gestaltung der Gebäude erreicht werden.</p>
<i>Mögliche Umsetzungsschritte</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Informations- und Schulungskampagne in allen städtischen Ämtern. Ähnlich des Themas Gleichberechtigung sollen die Themen Klimaschutz und Klimaanpassung eine Selbstverständlichkeit bei der täglichen Arbeit werden. - Nutzung bestehender Informationskanäle sowie Bildungseinrichtungen für Verwaltungsbedienstete und ggfs. die Entwicklung neuer Kanäle. - Städtisches GIS als Arbeitsgrundlage stärken. Bei allen planungsrelevanten Vorhaben soll das GIS (klimarelevante Grundlagendaten) eine wichtige Arbeitsgrundlage darstellen. - Vorwarnsysteme und Verhaltensleitlinien für städtische Mitarbeiter/-innen in Hitzeperioden. Es wird empfohlen bestehende Kanäle (z.B. städtischer E-Mail-Dienst) zu nutzen. Es können neue Warndienste entwickelt aber auch bestehende genutzt werden, z.B. Hitzewarntsystem des DWD (vgl. „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“ und „Frühwarnsysteme und Hitzeberatung“). - Alle öffentlichen Gebäude sind nach und nach an die Folgen des Klimawandels anzupassen (vgl. Klimaangepasste Gebäude“ und „Öffentliche Gebäude“).
<i>Synergien und Querbezüge</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Nutzung von bestehenden Informationskanälen und Bildungseinrichtungen für Verwaltungsbedienstete. - Zeitersparnis durch automatische Berücksichtigung des Themas bei öffentlichen Vorhaben/Planungen - aufwendige Abstimmungen zwischen den Ämtern werden reduziert. - Arbeits- und Kostenaufwand für Anpassungsmaßnahmen werden reduziert wenn das Thema bei allen Planungen berücksichtigt wird. - Es bestehen Wechselwirkungen zu allen anderen Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs.
<i>Akteure und Zuständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Gesamte Stadtverwaltung - Referat Nachhaltige Stadtentwicklung (Querschnittsthema)
<i>Priorität und Zeithorizont</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Maßnahme von hoher Priorität - Umsetzung kurzfristig / laufend

4.2.3 Klima-Frühwarnsysteme und Hitzeberatung

Bezug SEK

Masterplan Sport und Gesundheit

Ziel

Warnung der Bevölkerung in Hitzeperioden sowie das Vermitteln von an Hitze angepassten Verhaltensweisen

Inhalt

Besonders wichtig für die Gesundheit des Menschen ist das Bioklima (gefühlte Temperatur). Bioklima-Frühwarnsysteme ermöglichen es frühzeitig Vorsorgemaßnahmen durchzuführen. Dadurch können hitzebedingte Erkrankungen wie Hitzeerschöpfung oder Hitzekollaps eingedämmt werden. Die notwendigen Vorsorgemaßnahmen sollen durch Kampagnen, speziell in Hitzephasen verbreitet werden (vgl. Maßnahme „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“). Solche Vorsorgemaßnahmen sind z.B. das Tragen von angepasster Kleidung, die Meidung von direkter Sonnenstrahlung und die ausreichende Wasserzufuhr. Neben Hitze spielen auch Allergien und neuen vektorübertragenen tropischen Erkrankungen eine Rolle.

Die Maßnahme „Klima-Frühwarnsysteme und Hitzeberatung“ richtet sich generell an die gesamte Stadtbevölkerung und speziell an besonders gefährdete Bevölkerungsgruppen. Besonders gefährdet sind empfindliche Bevölkerungsgruppen wie ältere Menschen, Kinder und Kranke, aber auch Alleinstehende. Bei Alleinstehenden ergibt sich die Empfindlichkeit aus dem Mangel an sozialer Kontrolle innerhalb des familiären Umfelds. Eine besondere Rolle spielen zudem Einrichtungen zur Pflege oder Betreuung von sensiblen Bevölkerungsgruppen.

Mögliche
Umsetzungsschritte

- **Zielgruppenanalyse** (ähnlich Maßnahme „Öffentlichkeitsarbeit“)
- **Analyse der möglichen Kanäle** für die Warnsysteme und Strategieentwicklung. Folgende möglichen Kanäle sind zu erschließen:
 - o Zeitungen (LKZ) und Zeitschriften
 - o Parkleitsystem
 - o City Light Poster, (evtl. weitere Marketingkanäle)
 - o Durchsagen und Plakate in öffentlichen Gebäuden, öffentlichen Verkehrsmitteln und auf Plätzen
 - o Ludwigsburg-App
 - o Hitzewarnmailservice (inkl. Verhaltensvorschlägen bei Hitzeperioden) an alle städtischen Mitarbeiter (vgl. „Klimaanpassung in der Verwaltung“)
- Präsentation des Bioklimas (gefühlte Temperatur) bei potentieller Hitzegefährdung an prominenter Stelle von Zeitungen / Zeitschriften (Erste Seite LKZ! Symbol z.B.: rotes Thermometer)
- Nutzung und Bekanntmachung bestehender Hitze-Warnsysteme (z.B. Hitzewarnsystem des DWD). Etablierung in allen städtischen Einrichtungen. Auch private Einrichtungen (z.B. Pflegeeinrichtungen, Sportvereine) und Öffentlichkeit sollten über bestehende Warnsysteme informiert werden.
- Online-Verbreitungskarte allergener Organismen und neuer Krankheitsvektoren (z.B. Asiatische Buschmücke, Überträger des West-Nil-Virus)
- Verknüpfung mit Hinweisen zum GEK (z.B. Klimaschutz, Thema Wassersparen)
- Kooperationspartner gewinnen für Hitzeberatungshotline / Onlineberatungsservice
- Flyer / Broschüren mit Informationen zur Verhaltensanpassung mit u.a. folgenden Inhalten:

- Genügende Wasseraufnahme
- Im Schatten aufhalten
- Ausschließlich nachts / morgens die Wohnung lüften
- Kühlungsmaßnahmen wie Befeuchtung (z.B. mehrfach am Tag kurz und kalt duschen)



Abbildung 33 - - Große Hitze sollte bei sportlichen Aktivitäten nicht unterschätzt werden (Quelle: Ludwigsburger Citylauf)



Abbildung 34 - In Hitzeperioden muss vor allem auf eine ausreichende Wasserzufuhr geachtet werden (Quelle: Sigrid Rossmann, pixelio.de)

Synergien und Querbezüge

- Bezug zum Gesamtenergiekonzept (GEK, Ü-01 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit).
- Verringerung von Kosten im Gesundheitswesen durch Verminderung von klimawandelbedingten Erkrankungen und besseren allgemeinen Gesundheitszustand der Bevölkerung (Gesundheitsvorsorge).
- Durch die Aktivierung von Partner und Sponsoren können Kosten refinanziert werden.
- Es bestehen Querbezüge zu anderen Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs, wie z.B. „Klimaanpassung in der Verwaltung“

Akteure und Zuständigkeit

- FB Bildung und Familie
- FB Engagement und Soziales
- FB Sport und Gesundheit
- Pressestelle
- LKZ (Ludwigsburger Kreiszeitung) und weitere Medien
- Krankenkassen (mhplus, Barmer GEK, etc.)
- Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen, Ärzte, Apotheken
- Sportvereine, Stadtverband für Sport, Sponsoren
- Schulen, Kindertageseinrichtungen (vgl. „Klimaanpassung in Schulen und Kindertageseinrichtungen“)
- Unternehmen (vgl. „Leistungsfähige Unternehmen im Klimawandel“)

Priorität und Zeithorizont

- **Maßnahme von hoher Priorität**
- **Umsetzung kurz- mittelfristig / laufend**

4.2.4 Pflege- und Gesundheitseinrichtungen

Bezug SEK

Masterplan Sport und Gesundheit

Ziel

Pflege- und Gesundheitseinrichtungen auf die Klimaveränderung vorbereiten.

Inhalt

Das Personal in Pflege- und Gesundheitseinrichtungen trägt eine besondere Verantwortung gegenüber Teilen der Stadtbevölkerung mit hoher Empfindlichkeit bezüglich des Klimawandels. Effiziente Früherkennung und Handlungsfähigkeit bei klimawandelbedingten Erkrankungen in Pflege- und Gesundheitseinrichtungen sind daher von hoher Wichtigkeit. Dies kann beispielsweise durch gezielte Fortbildung des Personals und/oder Krankheits-Monitoring erreicht werden.

Mögliche
Umsetzungsschritte

- Bei Bedarf medizinische Kompetenzbildung, z.B. bei Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen: Schulungen für Pflegepersonal und Ärzte für das Erkennen und Behandeln von klimawandelbedingten Erkrankungen.
- Monitoring verschiedener Typen von Gesundheitsbelastungen / Erkrankungen, um den Handlungsbedarf im jeweiligen Feld zu ermitteln.
- Verknüpfung von Pflege- und Gesundheitseinrichtungen mit Informations- & Warndiensten (vgl. „Klima-Frühwarnsysteme und Hitzeberatung“).
- Auch für Bürger-/innen könnten Fortbildungen (z.B. VHS) bzgl. neuen Krankheiten/Gesundheitsbelastungen und deren Früherkennung / Behandlung (z.B. Erste Hilfe bei Hitzekollaps) angeboten werden.
- Installation von speziellen Warnsystemen in Pflege- und Gesundheitseinrichtungen (z.B. Trink –Apps, Trinkarmbänder).

Synergien und
Querbezüge

- Verringerung von Kosten im Gesundheitswesen durch Verminderung von klimawandelbedingten Erkrankungen und besseren allgemeinen Gesundheitszustand der Bevölkerung (Gesundheitsvorsorge).

Akteure und
Zuständigkeit

- FB Bildung und Familie
- FB Sport und Gesundheit
- Krankenkassen (mhplus, Barmer GEK, etc.)
- Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen, Ärzte
- Apotheken

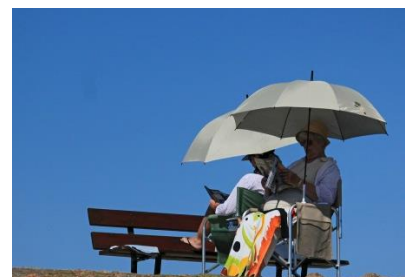


Abbildung 35 - Vor allem bei älteren Menschen ist angepasstes Verhalten in Hitzeperioden sehr wichtig (Quelle: pixabay)

Priorität und
Zeithorizont

- **Maßnahme von mittlerer Priorität**
- **Umsetzung mittelfristig / laufend**

4.2.5 Klimaanpassung in Schulen und Kindertageseinrichtungen

<i>Bezug SEK</i>	Masterplan Bildung und Betreuung
<i>Ziel</i>	Kinder für das Thema Klimaanpassung sensibilisieren und Schulen und Kindertageseinrichtungen auf die Folgen des Klimawandels vorbereiten.
<i>Inhalt</i>	<p>Die Information und Sensibilisierung für das Thema Klimaanpassung im Kindes- und Jugendalter ist bedeutend für den Umgang mit dem Thema im Erwachsenenalter. Außerdem gehören Kinder zu den Gruppen, die gegenüber klimawandelbedingten Gesundheitsschädigungen besonders empfindlich sind. Daher ist die Durchführung von Anpassungsmaßnahmen an Schulen ebenfalls sehr relevant.</p> <p>Die Einflussmöglichkeiten der Stadt sind bei Schulen und Kindertageseinrichtungen unterschiedlich. Während bei Schulen der Schwerpunkt vor allem bei der Gestaltung der Gebäude und Freiräume liegt, können Kindertageseinrichtungen verstärkt durch spezielle Bildungsangebote unterstützt werden. Der Lehrplan für die Schulen ist Ländersache. Bei Kindertageseinrichtungen hat die Stadt mehr Gestaltungsmöglichkeiten.</p>
<i>Mögliche Umsetzungsschritte</i>	<p>Informations- und Bildungsangebote</p> <ul style="list-style-type: none">- Angebote zur Vermittlung des Themas Klimawandel und Klimaanpassung, z.B. über die Bibliothek und das Wissenszentrum Energie.- Frühwarnsysteme in Schulen und Kindertageseinrichtungen etablieren (vgl. „Klima-Frühwarnsysteme und Hitzeberatung“).- Für klimaangepasste Schulen und/oder Kindertageseinrichtungen könnte eine Zertifizierung („Gesunde Schule“, „Sun fit“) entwickelt werden, auch evtl. in Kombination mit Klimaschutz.- Evtl. Teilnahme von Ludwigsburger Schulen am landesweiten Programm „Schülermentoren für Natur- und Umweltschutz“. Das Thema Klimaanpassung sollte hier berücksichtigt werden. <p>Schulgebäude und Freiraum</p> <ul style="list-style-type: none">- Alle Schulgebäude sind nach und nach an die Folgen des Klimawandels anzupassen (vgl. „Klimaangepasste Gebäude“, „Öffentliche Gebäude“).- Die Schulhöfe sind klimaangepasst zu gestalten. Solche Maßnahmen sollten mit den Schüler/-innen gemeinsam geplant werden. Dadurch kann das Thema besonders gut kommuniziert werden. Mögliche Gestaltungsmaßnahmen sind z.B. Beschattung, Begrünung, Gestaltung mit Wasser, Trinkwasserbrunnen, etc.
<i>Synergien und Querbezüge</i>	<ul style="list-style-type: none">- Bezug zum Gesamtenergiekonzept (GEK, Ü-01 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, Ü-02 Energie und Schule).- Frühes Erlernen des Umgangs mit dem Klimawandel erleichtert es im Erwachsenenalter enorm das Verhalten entsprechend anzupassen.- Sensibilisierung für Klimaanpassung geht Hand in Hand mit Sensibilisierung für das Thema Klimaschutz.



Abbildung 36 – Kinder sollten früh für das Thema Klimawandel sensibilisiert werden. Über eine spielerische Herangehensweise kann dieses ernste Thema gut vermittelt werden. (Quelle: Stadt Ludwigsburg)

*Akteure und
Zuständigkeit*

- FB Bildung und Familie
- FB Sport und Gesundheit
- FB Hochbau und Gebäudewirtschaft
- FB Tiefbau und Grünflächen
- Schulen, Gesamtschulleiterkonferenz
- Kindertageseinrichtungen

*Priorität und
Zeithorizont*

- **Maßnahme von mittlerer Priorität**
- **Umsetzung kurz- bis mittelfristig / laufend**

4.2.6 Leistungsfähige Unternehmen im Klimawandel

<i>Bezug SEK</i>	Masterplan Wirtschaft und Arbeit
<i>Ziel</i>	Erhalt der Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter-/innen in Hitzeperioden sowie die klimaangepasste Gestaltung des Arbeitsumfeldes.
<i>Inhalt</i>	<p>Sommerliche Hitzephasen können erhebliche negative Auswirkungen auf die Arbeitsbedingungen und die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter-/innen haben. Dies betrifft besonders Außenberufe, in denen Arbeiter-/innen zusätzlich einer starken Sonnenstrahlung ausgesetzt sind. Jedoch bedeuten Hitzephasen auch für Innenberufe starke Belastungen. Die Betroffenheit ist dabei stark von der Gebäudeart abhängig. In den Arbeitsräumen herrschen zum Teil weitaus höhere Temperaturen als draußen, was nicht nur in Hitzeperioden zu verschlechterten Arbeitsbedingungen führen kann. Mit den negativen Auswirkungen auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der Arbeitnehmenden sind aufgrund der abnehmenden Leistungsfähigkeit und krankheitsbedingten Ausfällen auch wirtschaftliche Aspekte verbunden.</p> <p>Allgemeines Ziel dieser Maßnahme ist daher die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in Unternehmen zum Erhalt von Gesundheit und Leistungsniveau. Die Maßnahme bezieht sich dabei auf Verhaltensweisen der Arbeitnehmenden, auf Anpassungsmaßnahmen an und in den Gebäuden (vgl. „Klimaangepasste Gebäude“) sowie Aufwertungen in den Gewerbegebieten (vgl. „Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen“). Eine große Herausforderung besteht dabei darin, die Unternehmen von der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen zu überzeugen und zu deren Umsetzungen zu motivieren. Die Stadt selbst kann vor allem bei baulichen Veränderungen innerhalb der Gewerbegebiete Einfluss nehmen, etwa über Bebauungspläne und städtebauliche Verträge.</p>
<i>Mögliche Umsetzungsschritte</i>	<p>Um die Leistungsfähigkeit und Zufriedenheit von Arbeitnehmenden in Hitzeperioden zu gewährleisten sind von den Unternehmen entsprechende Vorkehrungen zu treffen. Hierbei sind die gesetzlichen Vorgaben zum Arbeitsschutz einzuhalten.</p> <ul style="list-style-type: none">- Kurzfristige Maßnahmen von großer Wirkung in den Unternehmen:<ul style="list-style-type: none">o Korrektes Raumlüftungsverhalten (in den frühen Morgenstunden)o Bereitstellen von Trinkwassero Arbeitszeiten anpassen, Kernarbeitszeit und Kleiderordnung lockerno Anlagen zur Beschattung von Baustellen (Außenberufe)o Ausreichend Pausenzeiten anordnen (v.a. Außenberufe)o Schulungen für Mitarbeiter-/innen anbieten, um angepasste Verhaltensweisen, mögliche Gefahren (v.a. bei Außenberufen) und Gegenmaßnahmen zu vermitteln.o Warnsysteme können installiert werden, z.B. Hitze-E-Mail (vgl. Klima-Frühwarnsysteme und Hitzeberatung)- Betriebs- und Bürogebäude der Unternehmen an die klimatischen Veränderungen anpassen. Die einzelnen Anpassungsmaßnahmen sind in „Klimaangepasste Gebäude“ und „Technische Gebäudekühlung“ erläutert.- Maßnahmen von Seiten der Stadt:<ul style="list-style-type: none">o Beratung der Unternehmen zur klimagerechten Gebäudegestaltung, z.B. durch die LEA.

- Ausloten der Fördermöglichkeiten zur klimagerechten Gebäudegestaltung.
- Initiieren von Schulungen von Fachplanern (Architekten, Ingenieure) und Baurechtlern z.B. durch den Energetikom e.V. (vgl. „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“).
- Anpassungsmaßnahmen über Bebauungspläne regeln, z.B. Festsetzen von Dach- und Fassadenbegrünung (vgl. „Planungsstandards Bauleitplanung“). Bei neuen Bebauungsplänen sind diese Aspekte konsequent zu berücksichtigen.
- Gewerbeflächenentwicklungsprozess fortführen und den Unternehmen die wirtschaftliche Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen kommunizieren.
- Aufwertungsmaßnahmen im Freiraum (vgl. „**Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen**“), z.B.:
 - Kommunikation-, Erholungs- und Rückzugsräume (grüne Kommunikations- und Arbeitsinseln, Kühlöasen).
 - Erhöhung der allgemeinen Behaglichkeit im Freiraum z.B. durch Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen.

Synergien und Querbezüge

- Bezug zum Gewerbeflächenentwicklungsprozess, zum Gesamtenergiekonzept (GEK, Ü-01 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, S-05 Industrienetzwerk) sowie zum Freiflächenentwicklungskonzept (FEK).
- Höhere Arbeitnehmerzufriedenheit → Standortvorteile
- Besserer Gesundheitszustand der Angestellten → Weniger krankheitsbedingte Ausfälle und Beibehaltung des Leistungsniveaus (vgl. „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“).
- Wirtschaftliche Vorteile durch bessere Leistungsfähigkeit
- Energieeinsparungen, z.B. verringert sich die Notwendigkeit für Klimaanlagen durch angepasste Gebäudeplanung
- Imagegewinn für die Unternehmen durch hochwertiges Arbeitsumfeld und gute Arbeitsbedingungen

Akteure und Zuständigkeit

- Referat Nachhaltige Stadtentwicklung
- FB Sport und Gesundheit
- Arbeitgeber- und Arbeitnehmerverbände
- Unternehmen
- Fachplaner/-innen (z.B. Architektur, Bauwesen)

Priorität und Zeithorizont

- **Maßnahme von hoher Priorität**
- **Umsetzung kurz – langfristig / laufend**



Abbildung 37 – Unternehmen müssen verstärkt für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen gewonnen werden. Gruppenfoto: Workshop zum Gewerbegebiet der Zukunft, Ludwigsburg 2014 (Quelle: Stadt Ludwigsburg)

4.2.7 Klimaangepasstes Stadtgrün

Bezug SEK

Masterplan Grün in der Stadt

Ziel

Schutz und Entwicklung eines gesunden Stadtgrüns im Klimawandel.

Inhalt

Die Gestaltung mit Pflanzen, vor allem Gehölzen, ist eine der wichtigsten Maßnahmen im Rahmen einer Klimaanpassungsstrategie für Städte. Im städtischen Bereich finden die Pflanzen allerdings extreme Bedingungen vor, die ein gesundes Pflanzenwachstum erschweren. Trockenheit, Hitze, Platzmangel, mechanische Beanspruchung, Schadstoffbelastung etc. setzen die Pflanzen unter großen Stress. Im Zuge des Klimawandels werden sich die klimatischen Bedingungen zusätzlich verändern (v.a. Trockenheit und Hitze).

Um nachhaltig ein gesundes Stadtgrün zu erhalten, das den Ansprüchen der Klimaanpassung genügt, müssen Maßnahmen zum Schutz und zur Entwicklung des Stadtgrüns getroffen werden. Diese beziehen sich aufgrund ihrer langen Entwicklungszeit vor allem auf Gehölze.

Mögliche
Umsetzungsschritte

- Konsequentes Arbeiten mit bestehenden **Gehölzlisten** für klimaangepasste Gehölze (z.B. GALK Straßenbaumliste, Klima-Arten-Matrix (KLAM, Dr. Roloff). Bei der Auswahl von Gehölzen sind grundsätzlich ökologische Aspekte ebenso zu beachten wie klimatische. Heimische Gehölze sollen nach wie vor eine wichtige Rolle spielen. Ebenso sollte auf Artenvielfalt geachtet werden.
- Standards für **Baumschutzmaßnahmen** sind bei allen Bauvorhaben konsequent einzuhalten. Des Weiteren sind diese bei Bebauungsplänen festzusetzen (vgl. „Planungsstandards Bauleitplanung“). Zum Schutz von Bestandsbäumen sollte immer eine ökologische Baubegleitung erfolgen.
- Erarbeitung einer **Baumschutzsatzung** für die Gesamtstadt oder Teile davon.
- **Kommunikation und Werbung** der positiven Wirkungen und den Umgang mit Bäumen und Vegetation in der Stadt. Hierzu könnte z.B. im Wissenszentrum Energie ein Baum mit seinen vielfältigen Vorteilen dargestellt werden (vgl. „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“). Auch Ehrenamtliche sollten bei der Verbreitung des Themas einbezogen und die Baumpatenschaften gestärkt werden.

Synergien und
Querbezüge

- Bezug zum Freiflächenentwicklungskonzept (FEK). Hier wird u.a. explizit auf das Thema Baumschutz eingegangen.
- Beim „Grünen Zimmer“ am Rathausplatz werden unterschiedliche Pflanzen für die Begrünung von Wänden in der Praxis getestet.
- Eine gesunde Stadtvegetation hat eine positive Wirkung auf die Aufenthaltsqualität im Wohnumfeld sowie die Lufthygiene und hat zudem positive ökologische Effekte.
- Auf lange Sicht werden mit dieser Maßnahme viele Kosten, etwa für Pflege und Ersatz von kranken Gehölzen gespart. Indirekt steigert ein gesundes Wohnumfeld den Wert von Immobilien im Quartier.
- Die Maßnahme ist die Voraussetzung für folgende Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs:
 - o Großräumige Grünflächen, Grüne Vernetzung
 - o Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen
 - o Planungsstandards Bauleitplanung

Akteure und
Zuständigkeit

- FB Tiefbau und Grünflächen
- FB Stadtplanung und Vermessung
- Evtl. Ehrenamt, Wissenszentrum Energie

Priorität und
Zeithorizont

- **Maßnahme von hoher Priorität**
- **Umsetzung kurzfristig / laufend**



Abbildung 38 - Der Feldahorn (*Acer campestre*) ist als eine der wenigen heimischen Baumarten gut für den Straßenraum geeignet. (Foto: faktorgruen)



Abbildung 39 - Durch seine extreme Trockenheits- und Hitzetoleranz ist der Zürgelbaum (*Celtis australis*) sehr gut auf die klimatischen Veränderungen vorbereitet. (Foto: faktorgruen)

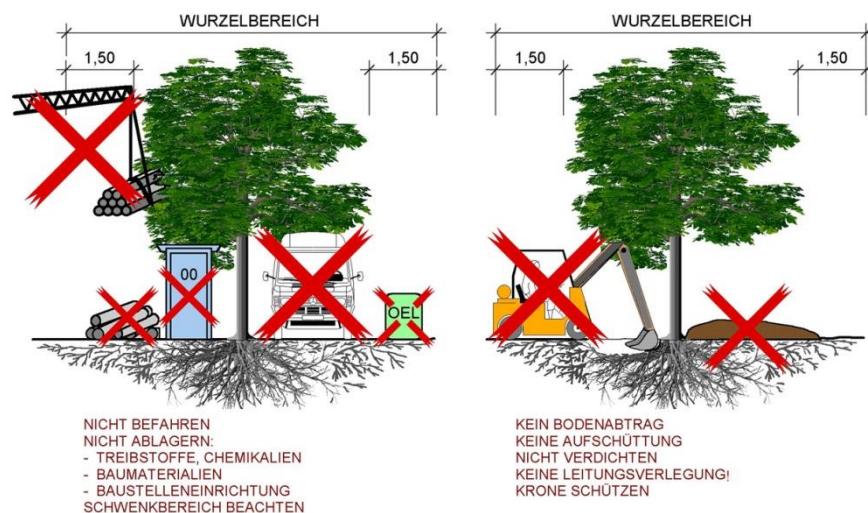


Abbildung 40 - Der Schutz der Bestandsbäume sollte konsequent umgesetzt werden (Ausschnitt aus: "Baumschutz auf Baustellen", Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz 2012)

4.2.8 Grün- und Freiflächen

Bezug SEK

Masterplan Grün in der Stadt

Ziel

Sicherung und Entwicklung von Grün- und Freiflächen mit hoher Bedeutung für das Stadtklima und die Erholung in Hitzeperioden.

Inhalt

Großräumige Grünflächen übernehmen vor allem die Rolle von Erholungsflächen. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel sind sie wichtig für die Regeneration in Hitzeperioden. Die Flächen können dann als Klimakomfortzonen bezeichnet werden. Die klimatische Wirkung auf das (städtische) Umfeld ist hingegen räumlich begrenzt. Sie hängt von den lokalen Gegebenheiten wie der Art der angrenzenden Bebauung oder der Topografie, sowie der Größe der Grünfläche ab. Die kühlende Wirkung auf die Umgebung beträgt maximal wenige hundert Meter.

Gemäß ihrer klimatischen Funktion und Bedeutung können verschiedene Kategorien von Grün- und Freiflächen unterschieden werden. Diese sind im Gesamtplan dargestellt:

Grünanlagen mit hoher Bedeutung für die Erholung in Hitzeperioden:

Gut erreichbare Parkanlagen sind für die Regeneration in Hitzeperioden besonders wichtig. Diese sind meist großflächig und bestehen bestenfalls aus offenen und mit Bäumen beschatteten Bereichen die für unterschiedliche Aktivitäten genutzt werden können. Die im Plan dargestellten Grünanlagen stellen allesamt wichtige Grünflächen dar, die der wohnungsnahen Erholung sowie der klimatischen Regeneration in Hitzeperioden dienen. Beispiele für solche Flächen sind z.B. Salonwald, Osterholzwald, Bärenwiese, Favoritepark und Schlosspark Monrepos.

Grünanlagen mit eingeschränkter Nutzbarkeit:

Hierunter fallen Grünflächen, die nur bestimmte Formen der Nutzung zulassen oder nur bestimmten Gruppen zur Verfügung stehen, wie z.B. Streuobstwiesen, Kleingartenanlagen, Friedhöfe, etc. Gemeint sind auch eingeschränkt zugängliche Flächen wie z.B. das Blühende Barock sowie steile oder weit vom Siedlungsbereich entfernt liegende Waldflächen. Diese Grünflächen sind dennoch wichtig für die Erholung und klimatische Regeneration. Sie besitzen zum Teil ein hohes Aufwertungspotenzial. Besonders in Quartieren wo Parkanlagen schlecht erreichbar sind, sollten solche Grünflächen besser nutzbar gemacht werden. Dies betrifft vor allem die Stadtteile Pflugfelden, Eglosheim, Hoheneck, Neckarweihingen, Poppenweiler, Oßweil, Grünbühl-Sonnenberg und Teile der Ost- und Weststadt.

Bewaldete Flächen:

Wälder weisen besonders günstige klimatische Bedingungen auf. Vor allem in Hitzeperioden sind Wälder wichtige Erholungs- und Regenerationsflächen. Wichtige Waldbereiche in Siedlungsnähe sind Salonwald, Favoritepark und Osterholzwald.

Landwirtschaftliche und sonstige Grünflächen:

Als Regenerationsflächen in Hitzeperioden sind offene Wiesen- und Ackerflächen aufgrund fehlender Beschattung kaum von Bedeutung. Demgegenüber handelt es sich aber um wichtige Flächen für die Kaltluftproduktion (vgl. „Kaltluftentstehungsgebiete- und leitbahnen“). Um die Nutzbarkeit für die Erholung zu erhöhen sollten Aufwertungsmaßnahmen wie die Pflanzung von Hecken und Baumreihen erfolgen. Auf den ungehinderten Kaltluftabfluss ist zu achten. Solche Maßnahmen sind auch im Sinne des Erosionsschutzes und Biotopverbunds von großer Wichtigkeit.

In unterversorgten Siedlungsbereichen, also Bereiche die weiter als 250 Meter (5-10 min Fußweg) von nutzbaren Grünflächen entfernt sind, wären idealerweise neue Grünflächen zu schaffen. Neue Grünanlagen könnten in diesen Bereichen zu einer erheblichen Aufwertung des Wohnumfeldes beitragen (z.B. Arsenalplatz). Für die Schaffung von neuen größeren Grünanlagen im Stadtgebiet besteht in Zeiten der Innenverdichtung allerdings chronischer Platzmangel. Die Schwerpunkte liegen daher in diesen Bereichen (z.B. Weststadt) vor allem in kleinräumigen Begrünungs- und Aufwertungsmaßnahmen (vgl. „quartiersbezogene und lokale Maßnahmen“), der Schaffung von kleinen Grün- und Freiräumen (Kühloasen) sowie Vernetzung mit den bestehenden Grünflächen (vgl. „Grüne Vernetzung“).



Abbildung 41 - Grüne Bettlade - Derzeitiger Zustand (Foto: faktorgruen)



Abbildung 42 - Grüne Bettlade – Hohes Potenzial für eine Aufwertung (Simulation: faktorgruen)

Mögliche Umsetzungsschritte

- Darstellung der wichtigsten Grün- und Freiflächen im FNP (Grünflächen mit sehr hoher Bedeutung für die klimatische Regeneration).
- Qualifizierung der bestehenden Grünanlagen (z.B. Grüne Bettlade, Walckerpark).
- Starke Gewichtung/Berücksichtigung klimatischer Aspekte im Abwägungsprozess (Bauliche Innenentwicklung contra Grünflächenerhalt, z.B. Entwicklungsgebiet Ost).
- Erhöhung der Nutzbarkeit von Grünflächen im Umfeld von unterversorgten Siedlungsbereichen.
- Quartiersbezogene Analyse der Grünanlagen mit eingeschränkter Nutzbarkeit sowie ggfs. Konzeption zu deren Aufwertung bzw. Erhöhung der Nutzbarkeit.
- Schutz und nachhaltige Entwicklung der Waldflächen (z.B. naturnahe Baumartenzusammensetzung).
- Aufwertung der landwirtschaftlichen Flächen, z.B. durch das Anlegen von Feldhecken und Baumreihen. Ausloten der Potenziale und Möglichkeiten von Agroforstsystemen (vgl. z.B. www.agroforst.de).
- Entwicklung von Kühlhasen und/oder weitere Aufwertungsmaßnahmen in unterversorgten Bereichen (vgl. „Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen“).

Synergien und Querbezüge

- Großflächige Grünanlagen erfüllen nicht nur klimatische, sondern auch wichtige ökologische und soziale Funktionen.
- Die wichtigsten Grünflächen sowie Aufwertungsmaßnahmen sind im FEK beschrieben, des Weiteren Vorschläge für neue Parkanlagen.
- Struktureiche landwirtschaftliche Flächen erfüllen wichtige Erholungsfunktionen und sind widerstandsfähiger gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels wie z.B. Erosion durch Wasser. Zudem wird der aus ökologischer Sicht wichtige Biotopverbund gefördert.
- Erholungsflächen und Aufwertungsmaßnahmen im Außenbereich (Landwirtschaft) werden im Grünleitplan benannt.
- Es bestehen Querbezüge zu folgenden Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs:
 - o Klimaangepasstes Stadtgrün (bzgl. Pflanzenverwendung)
 - o Grüne Vernetzung (Anbindung und Erreichbarkeit der Grünflächen)
 - o Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen (v.a. Kühlhasen)

Akteure und Zuständigkeit

- FB Tiefbau und Grünflächen
- FB Stadtplanung und Vermessung

Priorität und Zeithorizont

- **Maßnahme von hoher Priorität**
- **Umsetzung kurz- bis langfristig**



Abbildung 43 - Grünanlage mit hoher Bedeutung für die Regeneration in Hitzeperioden: Schlosspark Monrepos. (Foto: faktorgruen)

4.2.9 Grüne Vernetzung

Bezug SEK

Masterplan Grün in der Stadt

Ziel

Entwicklung einer durchgängigen Vernetzung mit grünen, beschatteten Verbindungswegen für Fußgänger und Radfahrer.

Inhalt

Insbesondere sollen die Stadtteile untereinander, sowie die Stadtteile mit den Erholungsgebieten (vgl. „Grün- und Freiflächen“) verbunden werden. Bei der Vernetzung ist auf dem bestehenden Wegesystem aufzubauen. Wichtigste Elemente hierbei sind die Alleen. Zwei neue ergänzende Elemente, der Grüne Ring und der Radschnellweg werden im FEK vorgeschlagen. Einzelne grüne Verbindungswege im Innen- und Außenbereich sollen das Netz vervollständigen.

Bei allen grünen Verbindungswegen ist auf ausreichend große Baumquartiere und eine klimaangepasste Baumartenwahl zu achten (vgl. „Klimaangepasstes Stadtgrün“). Vor allem im Straßenbereich ist dem Baumschutz eine besondere Beachtung beizumessen.

Für den Außenbereich bietet der Grünleitplan eine wichtige Grundlage. Auch außerhalb der Siedlungsgrenzen sollten verschattete Wege hergestellt werden z.B. zur Erreichbarkeit des Erholungsgebiets Zugewiesen.



Abbildung 44 - B27: hohe klimatische Belastung und keine Aufenthaltsqualität. (Foto: faktorgruen)



Abbildung 45 - B27 nach einer potenziellen Umgestaltung: Verringerte klimatische Belastung, hohe Aufenthaltsqualität und Imagegewinn für die Stadt. (Simulation: faktorgruen)

Mögliche Umsetzungsschritte

- Ermittlung der wichtigsten Verbindungswege gemäß ihrer Bedeutung auf Grundlage des FEKs und des Radwegekonzepts.
- Ermittlung der Mängel (z.B. Mangel an Beschattung) und zu schließenden Lücken. Die Erarbeitung sollte stadtteilbezogen (z.B. im Zuge der Stadtteilentwicklungspläne) erfolgen.
- Darstellung der wichtigsten Grünverbindungen im FNP.
- Planungsrechtliche Sicherung des „Grünen Rings“.
- Sukzessive Schließung von Lücken und Aufwertung der Wege durch Pflanzungen und Wegegestaltung (auch im Außenbereich).
- Konsequenter Baumschutz: Herstellung von adäquaten Baumquartieren, angepasste Baumartenauswahl, etc.

Synergien und Querbezüge

- Ein attraktives grünes Wegenetz ist ein wichtiger Baustein für eine nachhaltige Mobilität.
- Grüne Verbindungswege besitzen eine hohe Aufenthaltsqualität und tragen dadurch zu einem attraktiven Wohnumfeld bei.
- Ein grünes Wegesystem stellt in jedem Quartier attraktive Jogging- und Fahrradmöglichkeiten bereit.
- Grüne Vernetzung ist ein zentrales Thema im FEK. Hier werden die Elemente Grüne Alleen, Boulevards, Grüner Ring und Radschnellweg entlang der Bahnlinie als wichtigste Vernetzungselemente beschrieben.
- Der Rahmenplan Historische Alleen Ludwigsburg (Stadt Ludwigsburg 2008) bildet eine gute Grundlage für die Entwicklung der Alleen.
- Das Radroutenkonzept der Stadt Ludwigsburg (Planungsgruppe Kölz 2013) beschreibt die wichtigsten Radrouten.
- Der Grünleitplan benennt Maßnahmen zur Vernetzung im Außenbereich.
- Die Vernetzungsmaßnahmen sind meistens gleichzeitig quartiersbezogene Anpassungsmaßnahmen, z.B. Baumpflanzungen an Straßen.
- Grünzüge sind oft auch Luftleitbahnen (vgl. „Kaltluftentstehungsgebiete und Luftleitbahnen“)
- Die Bauleitplanung ist ein wichtiges Instrument für die Umsetzung der grünen Vernetzung. Z.B. können Baumpflanzungen als Ausgleichsmaßnahme für Baumaßnahmen festgesetzt werden (vgl. „Planungsstandards Bauleitplanung“).

Akteure und Zuständigkeit

- FB Tiefbau und Grünflächen
- FB Stadtplanung und Vermessung

Priorität und Zeithorizont

- **Maßnahme von hoher Priorität**
- **Umsetzung kurz- bis langfristig**



Abbildung 46 - Hohe Aufenthaltsqualität auf der Königsallee. (Foto: faktorgruen)

4.2.10 Kaltluftentstehungsgebiete und Luftleitbahnen

<i>Bezug SEK</i>	Masterplan Grün in der Stadt
<i>Ziel</i>	Erhalt der bedeutenden Kaltluftentstehungsgebiete sowie Kalt- und Frischluftleitbahnen.
<i>Inhalt</i>	<p>Auf landwirtschaftlichen Flächen wie Acker und Grünland kühlt sich die Luft in der Nacht wesentlich stärker ab als im Siedlungsbereich - Kaltluft entsteht. Auch im Wald entsteht nächtliche Kaltluft. Aufgrund der Baumkronen sind die Temperaturunterschiede zum Siedlungsbereich geringer. Allerdings sind stadtnahe Wälder in der Lage auch tagsüber Kaltluft zugunsten des Siedlungsraums zu erzeugen.</p> <p>Durch die Temperaturunterschiede entstehen dabei Luftströmungen. Deren Intensität ist u.a. von der Hangneigung, der Größe des Entstehungsgebietes und der Strömungsfreiheit abhängig. Auf diese Weise können Siedlungsbereiche mit nächtlicher Kalt- und Frischluft versorgt werden.</p> <p>Für die in Hitzephasen wichtige Kaltluftzufuhr in der Nacht ist bei austauscharmen Wetterlagen vor allem der Kaltluftvolumenstrom zwischen Kaltluftentstehungs- und Sammelgebieten von Relevanz. Kleinräumig treten zudem Hangabwinde auf.</p> <p>In Ludwigsburg sind aufgrund einer schwachen Topografie keine großräumigen intensiven Kaltluftströmungen zu erwarten. Kleinräumiger Kaltluftabfluss besteht aber lokal und trägt zur nächtlichen Abkühlung und zur Frischluftzufuhr von Quartieren bei.</p> <p>Für die Belüftung der Siedlungsflächen bei windiger Wetterlage spielen zudem Luftleitbahnen eine Rolle. Diese finden sich zum Teil entlang der großen Verkehrsachsen. Der gewünschte Effekt der Frischluftversorgung fällt hier aufgrund der Schadstoffbelastung aber oft gegenteilig aus (z.B. Heilbronner Straße).</p> <p>Prinzipiell sind die bedeutenden Kaltluftentstehungsgebiete zu erhalten und die Kaltluftleitbahnen sowie Frischluftschneisen von Bebauung und sonstigen Strömungshindernissen wie quer zur Strömungsrichtung verlaufenden Baumreihen freizuhalten. Dies ist v.a. bei dem nur wenigen Meter mächtigen Hangabwinden relevant. Im Gesamtplan des Klimaanpassungskonzeptes sind die entsprechenden Hangabwinde sowie die Luftleitbahnen dargestellt. Bei Planungen oder Bauvorhaben in diesen Bereichen sind genauere klimatische Untersuchungen notwendig.</p>
<i>Mögliche Umsetzungsschritte</i>	<ul style="list-style-type: none">- Berücksichtigung bei Bauvorhaben:<ul style="list-style-type: none">o Detaillierte Simulation der lokalen Wind- bzw. Kaltluftverhältnisse unter besonderer Berücksichtigung der im Gesamtplan dargestellten Flächen und Kaltluftströmungen.o Erhalt der relevanten Flächen und Leitbahnen (Zusammenhängende Grünzüge).- Sanierung belasteter Luftleitbahnen durch Reduktion des Verkehrs.
<i>Synergien und Querbezüge</i>	<ul style="list-style-type: none">- Kaltluftentstehungsgebiete und Kalt- und Frischluftleitbahnen können als Naherholungsflächen sowie grüne Verbindungswege dienen und erfüllen des weiteren ökologische Funktionen.- Bezug zum Freiflächenentwicklungskonzept (FEK)- Grün- und Freiflächen sowie Grünzüge sind Kaltluftentstehungsgebiete und oft auch Luftleitbahnen (vgl. „Grün- und Freiflächen“ und „Grüne Vernetzung“).

*Akteure und
Zuständigkeit*

- FB Tiefbau und Grünflächen
- FB Stadtplanung und Vermessung
- Bauträger, Architekt/-innen

*Priorität und
Zeithorizont*

- **Maßnahme von hoher Priorität**
- **Umsetzung laufend**



Abbildung 47 - Landwirtschaftliche Flächen sind wichtige Kaltluftentstehungsgebiete, vor allem in Siedlungsnähe (z.B. Oststadt). (Foto: faktorgruen)

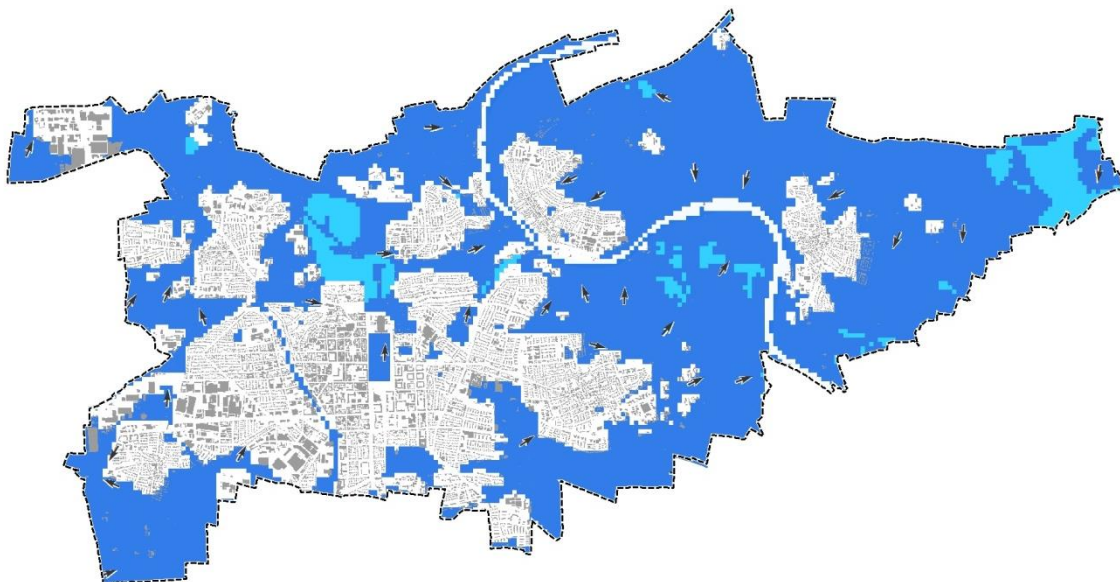


Abbildung 48 – Bei Bauvorhaben zu berücksichtigen: Hangabwinde und Kaltluftentstehungsgebiete (Quelle: Klimaatlas Region Stuttgart, verändert)

4.2.11 Wasser in der Stadt

Bezug SEK

Masterplan Grün in der Stadt

Ziel

Nachhaltiger Umgang mit dem natürlichen Wasserkreislauf. Von besonderer Bedeutung sind der natürliche Umgang mit Regenwasser sowie die Gestaltung mit erlebbarem Wasser im Freiraum.

Inhalt

Der Umgang mit Regenwasser vor allem bei Starkregenereignissen ist eine große Herausforderung im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Stadtentwicklung generell und der Klimawandelanpassung im Speziellen: Zum einen werden Starkregenereignisse in Zukunft voraussichtlich immer häufiger auftreten und zum anderen ist die Gestaltung mit Wasser ein wesentlicher Bestandteil der Klimaanpassung. Dies ist vor allem bedingt durch die kühlende Wirkung der Verdunstung und der Wasserversorgung der grünen Infrastruktur. Darüber hinaus muss es in der nachhaltigen Siedlungsentwicklung darum gehen, Wasserkreisläufe sichtbar und erlebbar zu machen.

Grundsätzlich sollte eine Abkehr von der reinen Regenwasserentsorgung hin zu einer ganzheitlichen Betrachtung des Mediums Wasser erfolgen. Es bedarf eines kreativen Umgangs mit den Wasserkreisläufen, der weit über einen rein technischen Ansatz hinausgeht.

Derzeit ist es so, dass **Starkregenereignisse** zu Überlastungen des Kanalsystems, Infrastrukturschäden sowie einer Verunreinigung von Oberflächengewässern (durch Entlastungseinrichtungen) führen können. Gleichzeitig leidet die Stadtvegetation unter **Trockenheit**, welche in Zukunft immer häufiger auftreten wird. Darüber hinaus sind ökologische Wasserkreisläufe in Städten nahezu unsichtbar, was zu einem falschen Verständnis des Mediums Wasser beiträgt.

Heute läuft in Ludwigsburg das meiste überschüssige Regenwasser in die Kanalisation. Diese ist aus wirtschaftlichen Gründen im Allgemeinen auf das 3-5-jährige Starkregenereignis ausgerichtet (Wohnbebauung). Wenn die Wassermengen diese Grenze überschreiten, kommt es in gewissen Bereichen zum Rückstau und dann zum Überstau (Abwasser tritt aus dem Kanal). Die Abführung über die Kanalisation erfüllt einzig und allein den Zweck, das Wasser schnellstmöglich und schadlos abzuleiten. Die positiven Effekte des Regenwassers auf den Wasserhaushalt, das Mikroklima, die Tier- und Pflanzenwelt, und schlussendlich auf den Menschen und seine Sinne gehen verloren.

Die **Herausforderung** besteht nun darin, das Wasser innerhalb des städtischen Systems zu behalten und zu nutzen, sei es für die Zwischenspeicherung und spätere Bewässerung von Grünflächen, für die Gestaltung im Freiraum oder als Lebensraum für Tiere. Die Planung sollte sich dabei nicht auf Versickerungsmulden, Gräben und Rückhaltebecken beschränken. In Zeiten der Innenentwicklung müssen innerstädtische Räume mehrere Funktionen erfüllen können. So kann z.B. ein begrüntes Dach Raum für Wasserrückhaltung und einen Lebensraum für Tiere und Pflanzen bieten, zu einem günstigen Kleinklima beitragen, als Dachterrasse genutzt werden, die Sinne ansprechen und mit Solaranlagen kombiniert werden. In Grünanlagen und auf Plätzen kann Regenwasser in eine innovative mehrdimensionale Gestaltung integriert werden.

Durch eine Kombination solcher Maßnahmen besteht die Möglichkeit, den Abwasserkanal zu entlasten und unerwünschte Überschwemmungen sowie Gewässerverschmutzungen durch Starkregenereignisse zu verhindern bzw. zu minimieren.

Bei der Planung müssen grundsätzlich Neubau und Bestand unterschieden werden. **In Neubaugebieten** werden die gesetzlichen Anforderungen im Umgang mit Regenwasser (Trennkanalisation) bereits umgesetzt. Regenwasser wird nicht in den Mischwasserkanal geleitet, sondern zum Teil auf dem Grundstück versickert. Überschüssiges Regenwasser, etwa bei Starkregenereignissen, wird ober- oder unterirdisch abgeleitet und, wenn möglich, dem natürlichen Wasserkreislauf wieder zugeführt (z.B. Einleitung in den Neckar).

Die **Anpassung im Bestand** ist weitaus schwieriger. Erstens fehlt meistens der Platz für Versickerungs- und Rückhalteanlagen. Zweitens ist eine nachträgliche Trennung der Abwasserströme meist teuer und die Eigentümer/-innen sind i.d.R. nicht bereit, dies zu tragen. Im Bestand sind daher kleinräumige und punktuelle Mehrwertlösungen anzustreben. Z.B. können bei der Aufwertung des Freiraums Versickerungsflächen integriert oder bei der Gebäudesanierung Dachbegrünungen oder Systeme zur Regenwassernutzung als Brauchwasser eingebaut werden. Teilbereiche können dadurch von der Kanalisation abgekoppelt werden. Für die Umsetzung solcher Maßnahmen müssen Anreize von Seiten der Stadt geschaffen werden.



Abbildung 49 - Dezentrales Regenwassermanagement sollte gestalterisch in den öffentlichen Raum integriert werden - dadurch können mehrfach nutzbare Freiräume entstehen (Quelle: AG Freiraum)



Abbildung 50 - Mit Regenwasser gespeiste Wasserflächen tragen zu einer hohen Wohnqualität bei (Quelle: Wirbel 1980, Wikipedia)

Mögliche Umsetzungsschritte

- Ein regelmäßig überarbeiteter AKP (Allgemeiner Kanalisationsplan; entspricht Generalentwässerungsplan) muss Grundlage für Überflutungsbetrachtungen und Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung sein.
- **Erstellen von Überflutungsplänen:** Es sollen die Bereiche ermittelt werden, die bei Starkregenereignissen überflutet werden.
- **Erarbeitung von Konzepten zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung** auf Grundlage der Allgemeinen Kanalisationspläne und Überflutungspläne. Solche Konzepte sollen u.a. Folgendes beinhalten:
 - o Versickerung und Rückhaltung im Freiraum: Innovative Freiraumgestaltung kombiniert Regenwasserbewirtschaftung mit der Nutzung der Freiräume. So können z.B. Sport- und Spielflächen zeitweise überflutet werden.
 - o Rückhaltung über begrünte Dächer: Gründächer können Rückhaltefunktionen übernehmen. Das Rückhaltevolumen steht dabei in Relation zur Substratmächtigkeit. Technische Anlagen zur Regenwassernutzung (Brauchwasser, adiabate Kühlung) können sehr gut mit Dachbegrünung kombiniert werden.
 - o Bewässerung von Stadtgrün: Regenwasser kann in (unterirdischen) Zisternen gespeichert werden und in Trockenperioden für die Bewässerung genutzt werden.
 - o Brauchwassernutzung: Zwischengespeichertes Regenwasser kann z.B. für die Toilettenspülung oder die Anlagenkühlung genutzt werden.
 - o Die Möglichkeit zur Ableitung von Regenwasser bei Starkregenereignissen in größere Gewässer (Neckar, Monrepossee) sollte geprüft werden (auch im Bestand).
- Für die Erstellung eines gesamtstädtischen Konzeptes sind gegebenenfalls straßengenaue **Langzeitsimulationen** notwendig. Diese sind mit sehr hohem Aufwand und Kosten verbunden. Eine detaillierte Untersuchung ermöglicht jedoch auch eine effizientere Planung und kann dadurch langfristig zu erheblichen Einsparungen führen!
- **Konsequente Berücksichtigung** bei Bebauungsplänen und kreativer Umgang mit dem Thema als Vorgabe bei Bau- und Entwicklungsvorhaben (z.B. Vorgabe bei Wettbewerben).
- **Beratung und Förderung:** Um Maßnahmen auf privaten Grundstücken umsetzen zu können, bedarf es unterstützender Maßnahmen von Seiten der Stadt.
- **Kommunikation:** Ein ganzheitlicher und nachhaltiger Umgang mit Regenwasser sowie dessen Vorteile sollte aktiv beworben werden (z.B. über das Wissenszentrum Energie, Bürgerbüro Bauen, „Tag des Wassers“, etc.).

Synergien und Querbezüge

- Neben klimatischen Aspekten hat der nachhaltige Umgang mit Wasser positive ökologische, soziale und wirtschaftliche Wirkungen.
- Klimaangepasste Gebäude: Bei einer nachhaltigen klimaangepassten Gebäudegestaltung darf kein Regenwasser mehr direkt in den Abwasserkanal geleitet werden. Normale Regenmengen sollten am Grundstück versickert werden und/oder verdunsten. Größere Niederschlagsmengen sollten z.B. als Gestaltungselement im Freiraum, als Brauchwasser im Gebäude oder als Gießwasser genutzt werden.
- Langfristig werden durch die Maßnahmen einer nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung Kosten eingespart, etwa durch die geringeren Kanalbau- und Wasserverbrauchskosten. Zudem können kreative

Maßnahmen erheblich zu einer Verbesserung der Wohnumfeldqualität beitragen.

- Für den Einzelnen, der Flächen auf seinem Grundstück entsiegelt, ergeben sich Einsparungen bei der Niederschlagswassergebühr.
- Vgl. „Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen“ – Entsiegelung, Gestaltung mit Wasser.



Abbildung 51 - Dezentrales Wassermanagement in Gewerbegebieten: Eine hochwertige Gestaltung führt zu einer erheblichen Verbesserung des Arbeitsumfeldes und einem Imagegewinn für die Unternehmen. (Foto: faktorgruen)

*Akteure und
Zuständigkeit*

- FB Bürgerbüro Bauen
- FB Hochbau und Gebäudewirtschaft
- FB Stadtplanung und Vermessung
- FB Tiefbau und Grünflächen
- Eigenbetrieb Stadtentwässerung
- Wasserbehörde
- Fachplaner/-innen (Architektur, Bauwesen, Stadtplanung, Freiraumplanung)
- Unternehmen, Wohnungsbauunternehmen, Wohnbau Ludwigsburg

*Priorität und
Zeithorizont*

- **Maßnahme von hoher Priorität**
- **Umsetzung mittel- bis langfristig**



Abbildung 52 – Wasserfontänen bringen in urbaner Umgebung Abkühlung an heißen Tagen (Foto: faktorgruen)

4.2.12 Planungsstandards Bauleitplanung

<i>Bezug SEK</i>	Masterplan Attraktives Wohnen / Masterplan Wirtschaft und Arbeit
<i>Ziel</i>	Konsequente Umsetzung und Berücksichtigung der Klimaanpassung in der Bauleitplanung
<i>Inhalt</i>	<p>Mit den Instrumenten der Bauleitplanung verfügt die Gemeinde über eine starke Handhabe, ihr Gemeindegebiet im Sinne einer nachhaltigen und speziell einer klimaangepassten Entwicklung zu steuern. Durch die Klimaschutznovelle werden sowohl der Klimaschutz als auch die Anpassung an die Folgen des Klimawandels im BauGB verankert.</p> <p>Die Gesetzesgrundlage ist mit den Vorgaben im Baugesetzbuch ausreichend. Das Ziel ist es, den Rahmen dieser gesetzlichen Möglichkeiten im Hinblick auf das Thema Klimaanpassung auszuschöpfen. Hierbei ist immer ein integrativer Planungsansatz zu wählen und eine überlegte Abstimmung mit konkurrierenden Leitbildern und Planungszielen (v.a. Innenentwicklung) vorzunehmen.</p> <p>Die Bedeutung von Landschafts- und Grünordnungsplänen ist besonders hervorzuheben. Als Grundlage für Flächennutzungs- und Bebauungspläne sollten hier die natur- und umweltbezogenen Anforderungen konsequent in eine qualitative und nachhaltige Gestaltung überführt werden. Die Inhalte dieser beiden Planwerke dienen als Grundlage für die umweltbezogenen Darstellungen und Festsetzungen. Somit können Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel durch rechtsverbindliche Vorgaben umgesetzt werden.</p> <p>Das BauGB bietet weiterhin die Möglichkeit bei städtebaulichen Missständen städtebauliche Sanierungsmaßnahmen durchzuführen.</p>
<i>Mögliche Umsetzungsschritte</i>	<p>Flächennutzungsplan</p> <ul style="list-style-type: none">- Wichtigste Grundlage ist § 5 Absatz 2 Nr. 2c- Neue Darstellungen können/sollten entwickelt werden (vgl. FNP Esslingen), z.B. Sicherung des Durchgrünungsgrades, Erhöhung des Durchgrünungs- und Verschattungsanteils oder Flächen für Schutz vor Bodenerosion.- Weitere Darstellungen die neben eigener Ziele auch denen der Klimaanpassung (Flächen für Kaltluftentstehung- und Leitbahnen, Klimakomfortzonen, etc.) dienen können, z.B. Grünflächen, Flächen für Landwirtschaft, Flächen für Maßnahmen (...) von Boden, Natur und Landschaft.- Überschwemmungsgebiete über die gesetzlichen Vorgaben hinaus, wie z.B. Flächen für Schutz vor Extremhochwasserereignissen oder Flächen für Maßnahmen gegen Überschwemmung bei Starkregenereignissen. <p>Bebauungsplan</p> <ul style="list-style-type: none">- Es wird empfohlen, für alle Bebauungspläne mit Umwelt-/ Klimarelevanz Grünordnungspläne aufzustellen.- Darstellungen und Festsetzung müssen allen Umweltbelangen Rechnung tragen. Das Thema Klima und Klimaanpassung sollte dabei an Stellenwert gewinnen.- Im Bebauungsplan können vor allem quartiersbezogene Maßnahmen in rechtsverbindliche Festsetzungen überführt werden, z.B. Begrünung, Wasserflächen und Vermeidung/Begrenzung von Bodenversiegelung. Des Weiteren die Schaffung bzw. der Erhalt von Flächen mit klimarele-

vanter Funktion durch die Festsetzung von Grünflächen und freizuhal-
tende Flächen. Bei der Festsetzung baulicher Anlagen sollte auf Durch-
lüftung sowie kleinklimatisch günstige Siedlungs- und Bebauungsfor-
men geachtet werden (z.B. GRZ, Gebäudehöhe, überbaubare Fläche).

- Die **Landesbauordnung (LBO)** bietet weitere Möglichkeiten insbeson-
dere für die Gebäudebegrünung oder die Oberflächengestaltung (Albe-
do). Seit 2015 sind alle Gebäude zu begrünen, sofern die Begrünung
und Bepflanzung der Grundstücke nicht möglich (§9(1) LBO).
- Durch **städtebauliche Verträge** können Klimaschutzziele vertraglich
geregelt werden.
- Bei **vorhabenbezogenen Bebauungsplänen** können Bauträger zur
Einhaltung ökologischer, klimatischer und energiesparender Vorgaben
verpflichtet werden.
- In klimatisch besonders gefährdeten und / oder empfindlichen Berei-
chen sollten **städtebauliche Sanierungsmaßnahmen** gemäß
§136 BauGB durchgeführt werden.
- Für den Erhalt wertvoller Grünbereiche, die zur städtebaulichen Eigen-
art von Gebieten gehören (z.B. grüne Innenhöfe der offenen Block-
randbebauung), kann die Stadt eine **Erhaltungssatzung** gemäß
§172 BauGB erlassen.
- Der **Klimaatlas** ist eine gute Bewertungsgrundlage auf der Ebene des
FNPs. Auf Ebene des Bebauungsplans sind besonders in Bereichen
mit einer hohen klimatisch - lufthygienischen Empfindlichkeit gesonde-
te Klimagutachten zu erstellen!
- Für detailliertere Hinweise für die Bauleitplanung siehe: KARS - Pla-
nungsinstrumente der Klimaanpassung (2014), städtebauliche Klimafi-
bel (2012).

Synergien und Querbezüge

- Klimaanpassung ist als integrativer Teil einer nachhaltigen Stadtent-
wicklung zu verstehen.
- Langfristige Folgekosten (z.B. Gesundheit, Infrastruktur), die aufgrund
schlechter Planung entstehen, können vermieden werden.
- Über FNP und Bebauungspläne können die Inhalte von vielen Maß-
nahmen des Klimaanpassungskonzeptes in planungsrechtliche Fest-
setzungen überführt werden wie z.B. Grüne Vernetzung, Wasser in der
Stadt oder Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen.
- Wichtige planerische Grundlagen für Bauleitplanung sind u.a. der
Klimaatlas, der Grünleitplan sowie das Freiflächenentwicklungskon-
zept.

Akteure und Zuständigkeit

- FB Stadtplanung und Vermessung
- FB Tiefbau und Grünflächen
- Grundstücks- und Gebäudeeigentümer/-innen
- Bauherren, Investoren, Wohnungsbauunternehmen, Wohnbau Lud-
wigsburg

Priorität und Zeithorizont

- **Maßnahme von hoher Priorität**
- **Umsetzung kurzfristig / laufend**

4.2 Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen

Bezug SEK

Umsetzungsprojekte in den Stadtteilen

Ziel

Vorbereitung der Quartiere auf die Folgen des Klimawandels, sowie Erhalt und Verbesserung der Lebensqualität in den Stadtteilen.

Inhalt

Die Ausgangssituation kann bei den einzelnen Quartieren ganz unterschiedlich sein, je nach baulicher Struktur, klimatischer Vorbelastung, Nutzungsart, Grünflächenausstattung, etc. Dementsprechend sind auch die erforderlichen Maßnahmen und deren Ausmaß unterschiedlich.

In diesem Steckbrief werden die einzelnen Maßnahmen zur Klimaanpassung im Quartier sowie allgemeine Strategien zu deren Umsetzung benannt. Die Beschreibung der einzelnen Maßnahmen sowie die Strategien für die einzelnen Stadtstrukturtypen werden in folgenden Kapiteln beschrieben und im Gesamtplan dargestellt.

Die einzelnen Maßnahmen sind:

- **Gebäudebegrünung (Dach- und Fassadenbegrünung)**
- **Verschattung / Baumpflanzungen**
- **Grüne Innenhöfe**
- **Kühllosen**
- **Entsiegelung**
- **Rückbau /Entkernung**
- **Helle Oberflächengestaltung / Albedo**
- **Gestaltung mit Wasser**
- **Trinkwasserbrunnen**

Mögliche Umsetzungsschritte

- Kurz- und mittelfristig sollen Maßnahmen in klimatisch **besonders belasteten Siedlungsbereichen** umgesetzt werden (vgl. „Schwerpunkte nach Stadtteilen und Strukturtypen“ und Gesamtplan: Gebiete mit hohem und sehr hohem klimatischen Handlungsbedarf).
- Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind **bei allen quartiersbezogenen Planungen** (Bebauungspläne, Baumaßnahmen, Sanierungsmaßnahmen, städtebauliche Wettbewerbe, etc.) konsequent zu berücksichtigen.
- Ein wichtiges Instrument für die Umsetzung der Maßnahmen ist die **Ausweisung von klimatischen Sanierungsgebieten**. Die im Gesamtplan dargestellten „Gebiete mit hohem und sehr hohem klimatischen Handlungsbedarf“ können als Grundlage für deren Ausweisung dienen (vgl. „Planungsstandards Bauleitplanung“).



Abbildung 53 - Broschüre der Stadt Karlsruhe zum Förderprogramm zur Begrünung von Höfen, Dächern und Fassaden (Quelle: Stadt Karlsruhe)

- Ein wichtiges Instrument bei der Aufstellung und Änderung von Bebauungsplänen sind **Grünordnungspläne** (vgl. „Planungsstandards Bauleitplanung“).
- Um die Umsetzung von Maßnahmen auf Privatflächen voranzutreiben sollten die **Förderprogramme** unbedingt weiterentwickelt und mit entsprechenden Mitteln ausgestattet werden. Gefördert werden sollten vor allem: Dach- und Fassadenbegrünung, Entsiegelung, Innen- und Hinterhofbegrünung.
- Die Begrünungs- und Gestaltungsmöglichkeiten sollten viel stärker beworben werden. Es könnten z.B. **Faltblätter oder Broschüren** zu Themen wie Fassadenbegrünung gestaltet werden. Dies sollte gemeinsam mit den entsprechenden Fördermöglichkeiten beworben werden.
- Es sollen verstärkt **temporäre Maßnahmen** initiiert und umgesetzt werden. Dadurch können Maßnahmen zunächst mit wenig Aufwand und geringen Kosten getestet werden. Bei Erfolg können die Maßnahmen dann in dauerhafte Maßnahmen umgewandelt werden:
 - **Straßen zeitweise für den Autoverkehr sperren:** Dadurch können Fußgängerzonen zuerst getestet werden. Bei Erfolg könnten die Straßen anschließend dauerhaft in Fußgängerzonen umgewandelt werden. Straßen könnten auch tageweise, z.B. Sonntags zur Fußgängerzone erklärt werden.
 - **Urban Gardening auf öffentlichen Flächen:** Öffentliche Flächen könnten zeitweilig für Gemeinschaftsgärten zur Verfügung gestellt werden. Solche Gärten können schon mit sehr geringen Mitteln hergestellt und genutzt werden. Diese könnten als Sozialprojekte angelegt sein z.B. für die Unterstützung von Flüchtlingen.
 - **Bewirtschaftete Kühloasen im Gewerbegebiet:** „Foodtrucks“, also mobile Imbissbuden mit hochwertigem Essen, könnten zeitweilig auf zur Verfügung gestellten Plätzen im Gewerbegebiet aufgestellt werden. Diese Plätze könnten mit mobilem Grün, z.B. mobilen grünen Wänden oder große Gehölze in Containern, und Mobiliar ausgestattet werden. So könnten mit wenig Aufwand kleine Freiräume oder Kühloasen entstehen. Wenn diese gut angenommen werden könnten die Flächen dauerhaft als Kühloasen gestaltet werden.



Abbildung 54 - Gemeinschaftsgärten können mit wenig Mitteln auch auf versiegelten Flächen angelegt werden, auch als temporäre Versuchsgärten. (Quelle: Monika, flickr 2014)

- Zusätzlich könnten **weitere Anreize** geschaffen werden, wie z.B. ein Wettbewerb für den schönsten Innenhof (vgl. z.B. Hinterhofwettbewerb der Stadt Karlsruhe).
 - Grundlagen für die Detailplanung sind u.a. vertiefende klimatische Untersuchungen sowie die im Rahmen des Forschungsprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS) ermittelten **Potenzialflächen** (vgl. Hemberger und Utz, 2014). Die Potenzialflächen sind im städtischen GIS jederzeit abrufbar.
- Synergien und Querbezüge*
- Im FEK werden Maßnahmen für die Aufwertung von Quartieren, insbesondere für Quartiere mit hohem Entwicklungspotenzial vorgeschlagen. Klimatische Aspekte spielten hierbei eine wichtige Rolle.
 - Für die Innenhöfe der barocken Innenstadt wird derzeit eine Konzeption mit umfänglicher Analyse und Entwicklungsstrategie erarbeitet. Hierbei werden explizit auch klimatische Aspekte untersucht.
 - Die quartiersbezogenen Anpassungsmaßnahmen fördern die Aufenthaltsqualität in den Quartieren. Besondere Synergieeffekte sind bei den jeweiligen Maßnahmen beschrieben.
 - Es bestehen Querbezüge zu allen anderen Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs.
 - Wenn die beschriebenen Maßnahmen bei anstehenden Planungen bzw. Baumaßnahmen von Anfang an berücksichtigt und eingeplant werden, sind Mehrkosten nicht unbedingt zu erwarten.
 - Dahingegen sind hohe Wertsteigerungen im Quartier durch Verbesserung der Wohnumfeldqualität zu erwarten.
- Akteure und Zuständigkeit*
- Referat Nachhaltige Stadtentwicklung
 - FB Hochbau und Gebäudewirtschaft
 - FB Stadtplanung und Vermessung
 - FB Tiefbau und Grünflächen
 - Fachplaner/-innen (Architektur, Bauwesen, Stadtplanung, Freiraumplanung)
 - Wohnungsbauunternehmen, Wohnbau Ludwigsburg
- Priorität und Zeithorizont*
- **Maßnahme von hoher Priorität**
 - **Umsetzung laufend**
 - **Kurz- bis mittelfristige Umsetzung von einzelnen, wirksamen Maßnahmen in klimatisch besonders belasteten Bereichen (Klimatische Sanierungsgebiete von sehr hoher und hoher Priorität, vgl. Plan zum Klimaanpassungskonzept).**

4.2.1 Dach- und Fassadenbegrünung

Grüne Quartiere trotz dichter Bebauung

Eine sinnvolle Ergänzung zu innerstädtischen Grünflächen bilden Dach- und Fassadenbegrünungen. Diese Maßnahmen gewinnen vor allem in dicht bebauten Quartieren und Gewerbegebieten an Bedeutung. Hier muss, vor allem in Zeiten der Innenentwicklung, Begrünung verstärkt dreidimensional gedacht werden. Die Begrünung von Gebäuden bietet eine große Bandbreite an Gestaltungsmöglichkeiten.

Arten der Dachbegrünung

Bei der Dachbegrünung kann zwischen extensiver und intensiver Begrünung unterschieden werden. Extensivbegrünung zeichnet sich durch eine geringe Substratmächtigkeit und dementsprechend angepassten Bewuchs wie Moos, Sedum-Arten, Gräser und/oder niedrige Stauden aus. Es handelt sich in der Regel um kostengünstige und wartungsarme Begrünungen. Einen weitaus größeren Gestaltungsspielraum bietet die intensive Dachbegrünung. Mit einer deutlich höheren Substratmächtigkeit lassen sich z.B. Dachterrassen oder Aufbauten von Tiefgaragen und Unterführungen mit einer vielfältigen Pflanzenauswahl (Stauden, Gräser, Sträucher und Bäume) gestalten. Diese Art der Dachbegrünung ist pflegeintensiver, stellt höhere Anforderungen an die Gebäudekonstruktion und ist daher teurer. Neben einer flächigen Gestaltung gibt es auch die Möglichkeit punktueller Pflanzgefäße.



Abbildung 55 - Durch intensive Dachbegrünung können nutzbare Freiräume auf Dächern geschaffen werden (Quelle: Nicole Pfoser)



Abbildung 56 - Gute Synergie: Hochwertige extensive Dachbegrünung und Photovoltaik (Quelle: optigrün)

Arten der Fassadenbegrünung

Bei Fassadenbegrünungen können prinzipiell boden- und wandgebundene Begrünungen unterschieden werden. Bei der bodengebundenen Technik beziehen die Pflanzen Wasser und Nährstoffe direkt aus der Erde oder einem entsprechendem Pflanzgefäß. Die Begrünung erfolgt entweder direkt an der Fassade oder entlang von Kletterhilfen. Die fassadengebundene Begrünung kann entweder über horizontale Vegetationsflächen über Pflanzgefäße erfolgen oder über senkrechte Vegetationsflächen als „vertikale Gärten“ gestaltet werden.

Die verschiedenen Arten für Fassadenbegrünung unterscheiden sich in den Gestaltungsmöglichkeiten, den bautechnischen Anforderungen und wirtschaftlichen Faktoren sowie ökologischen und mikroklimatischen Potenzialen. Während bodengebundene Systeme meist günstiger in Herstellung und Wartung sind, bieten sie doch geringere Gestaltungsspielräume und entfalten ihre positiven Wirkungen erst nach mehreren Jahren.

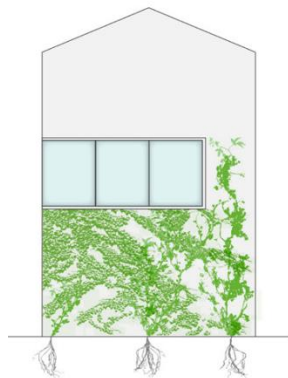


Abbildung 57 - Bodengebunden: Direktbewuchs mit Selbstklimmern (Quelle: Nicole Pfoser 2009)

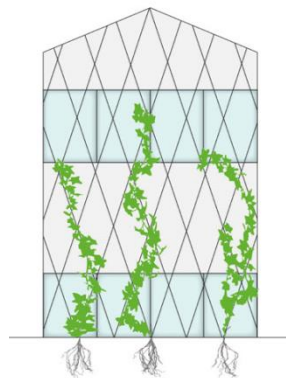


Abbildung 58 - Bodengebunden: Leitbarer Bewuchs mit Gerüstkletterpflanzen (Quelle: Nicole Pfoser 2009)

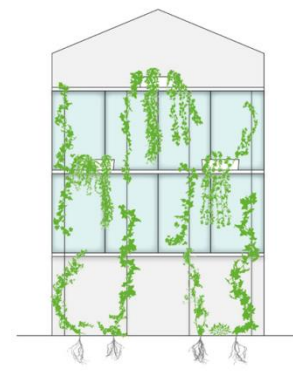


Abbildung 59 - Kombination aus boden- und wandgebundener Begrünung (Quelle: Nicole Pfoser 2009)

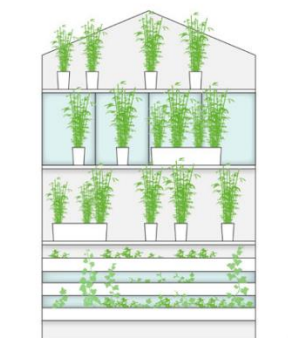


Abbildung 60 - Wandgebunden: Regalsysteme mit Pflanzgefäßen (Quelle: Nicole Pfoser 2009)

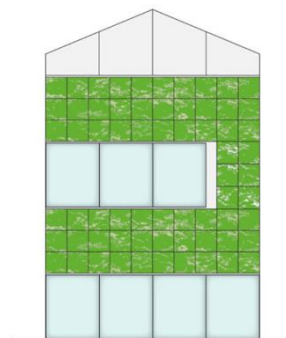


Abbildung 61 - Wandgebunden: Modulare Systeme (Quelle: Nicole Pfoser 2009)

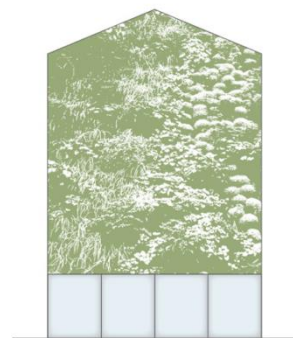


Abbildung 62 - Wandgebunden: Flächige Systeme (Quelle: Nicole Pfoser 2009)



Abbildung 63 - Bodengebundene Fassadenbegrünung harmoniert auch mit denkmalgeschützter Bausubstanz (Quelle: Stadt Ludwigsburg)



Abbildung 64 - Wandgebundene Regalsysteme mit Pflanzgefäßen am „Flower Tower“ in Paris (Quelle: Nicole Pfoser 2011)



Abbildung 65 - Kombination aus boden- und fassadengebundener Begrünung am Institut für Physik, Humboldt-Universität, Berlin-Adlersdorf (Quelle: Nicole Pfoser 2009)



Abbildung 66 - Wandgebundene Fassadenbegrünung von Patrick Blanc am Musée Quai Branly in Paris (Quelle: Nicole Pfoser 2011)

Klimatische Wirkung

Positive klimatische Wirkungen haben Gebäudebegrünungen sowohl auf das Gebäudeinnenklima als auch auf das Gebäudeumfeld. Beim Innenklima ist vor allem die Gebäudekühlung durch Verschattung und Verdunstungskühlung hervorzuheben. Dies spielt vor allem bei der Sanierung im Gebäudebestand eine große Rolle. Bei Neubauten sind die Anforderungen an die Gebäudedämmung so hoch dass die Wirkung der Gebäudebegrünung weniger groß ist. Dem gegenüber stehen die vielfältigen Wirkungen auf das Gebäudeumfeld. Hervorzuheben sind hier vor allem die kühlende Wirkung durch Verdunstung sowie die Feinstaubbindung. Am wirkungsvollsten sind diese Effekte in stark versiegelten Innenstadtbereichen einsetzbar. Intensive Dachbegrünungen besitzen dabei ein weitaus höheres thermisches Potenzial als extensive. Grundsätzlich lassen sich durch die Kombination von Dach- und Fassadenbegrünungen die besten klimatischen und lufthygienischen Effekte erzielen.

Wirkung auf den Wasserhaushalt

Neben dem Stadtklima wirkt sich die Begrünung von Gebäuden durch den Rückhalt von Regenwasser positiv auf den Wasserhaushalt und damit das städtische Wassermanagement aus. Des Weiteren können positive stadt-ökologische sowie ästhetische Wirkungen erzielt werden.



Abbildung 67 - Dachbauweise zur Regenwasserrückhaltung: Ermöglicht die Nutzung des Regenwassers und vermindert Abflussspitzen bei Starkregenereignissen (Quelle: Nicole Pfoser 2012)

Anforderungen und Nutzen

Welches System der Gebäudebegrünung schlussendlich zum Einsatz kommt muss im jeweiligen Einzelfall geprüft werden. Dabei ist es wichtig die Gebäudebegrünung als Gestaltungsmöglichkeit frühzeitig in die Planung einzubeziehen. Neben wirtschaftlichen Kriterien, Investitions- und Wartungskosten oder positive Langzeitwirkungen wie die Energieeinsparung oder die Attraktivierung von Arbeitsplatz und Wohnumfeld, sind bautechnische Anforderungen den klimatischen und ökologischen Wirkungen gegenüberzustellen.

Genaue Angaben zu den verschiedenen Systemen der Dach- und Fassadenbegrünung sowie deren Wirkung auf Gebäude und Gebäudeumfeld finden sich in „**Gebäude Begrünung Energie**“ (FLL, 2014).

Mit einer durchdachten Gestaltung können nachhaltige Mehrwertlösungen erreicht werden. So können z.B. Systeme zur Nutzung von überschüssigem Regenwasser für die Bewässerung der Gebäudebegrünungen zum Einsatz kommen. Dadurch werden zum einen die Kosten für die Bewässerung gering gehalten und zum anderen die Abwasserkanäle entlastet. Sinnvolle Kombinationsmöglichkeiten können des Weiteren Dachbegrünung und Photovoltaikanlagen sein deren Leistung durch die kühlende Wirkung der Begrünung gesteigert werden kann. Durch intensiv begrünte Dächer können außerdem nutzbare Freiräume geschaffen werden, welche vor allem in dicht bebauten Quartieren die Wohnqualität erhöhen.

Räumliche Potenziale in Ludwigsburg finden sich vor allem in der Innenstadt und den Gewerbegebieten, aber auch bei Hochhaussiedlungen, im Zeilenbau, der offenen Blockrandbebauung und bei Großstrukturen.

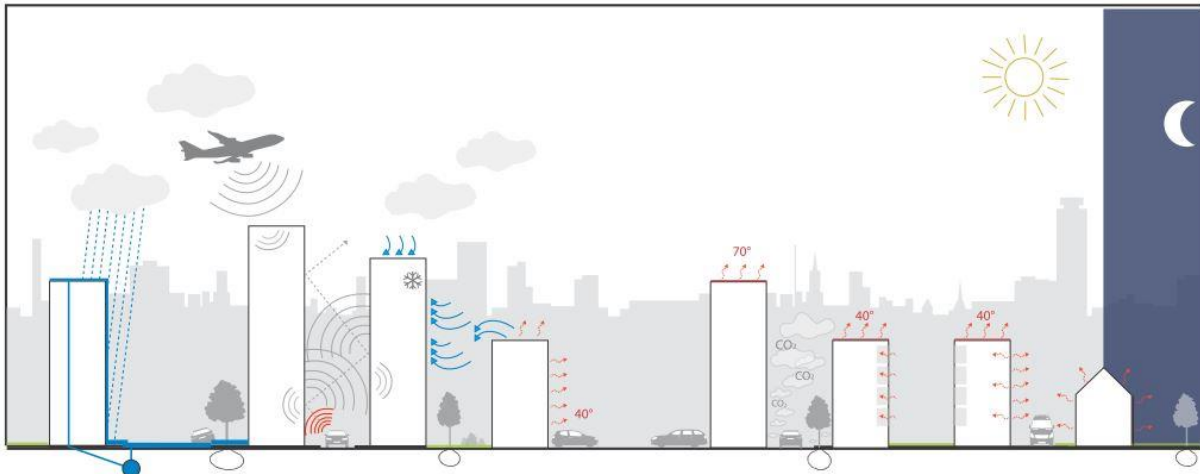


Abbildung 68 - Die "Haut" der Stadt - ungeschützt, überhitzt, laut, und ohne Regenwasser-Rückhalt (Quelle: Nicole Pfoser, 2012)

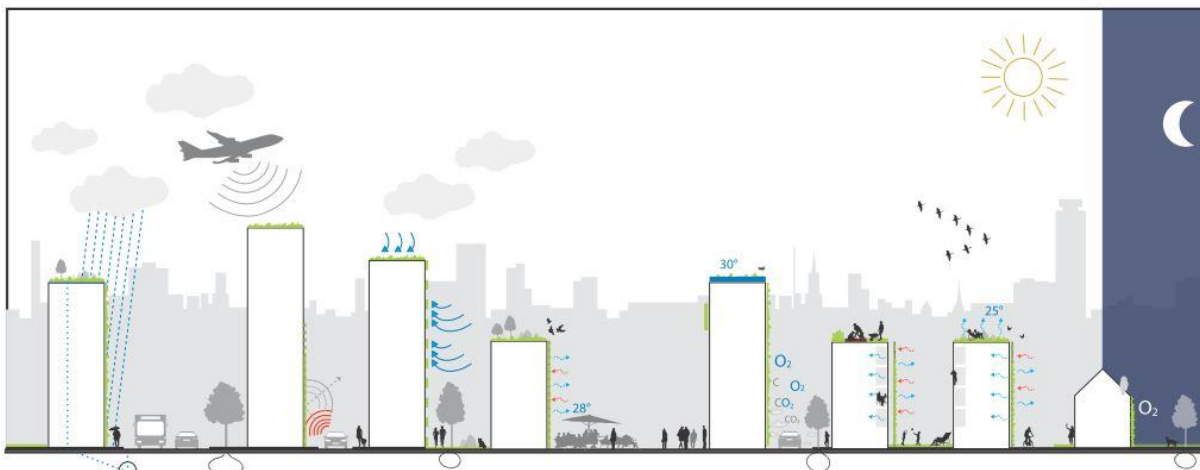


Abbildung 69 - Die grüne "Haut" der Stadt: Schatten, Regenwasser-Bindung, Luftreinigung, Lärmreduktion, Aufenthaltstraum, Ästhetik, Ökologie (Quelle: Nicole Pfoser, 2012)

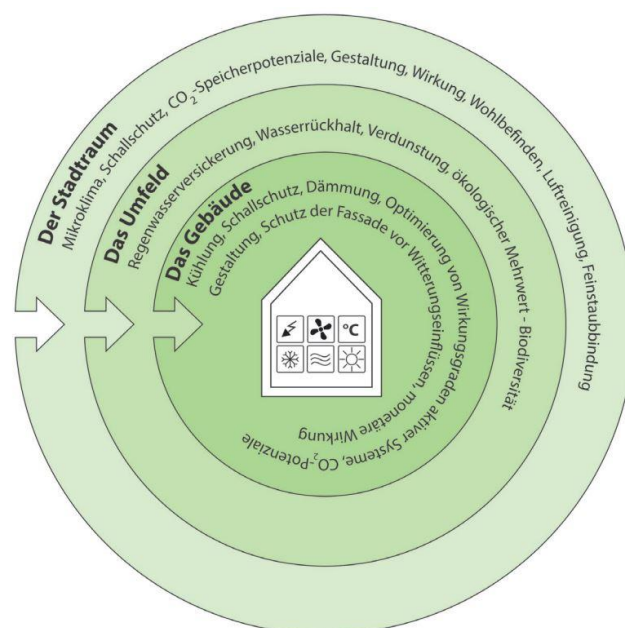


Abbildung 70 - Die vielfältigen positiven Wirkungen der Gebäudebegrünung (Quelle: Nicole Pfoser 2012)

4.2.2 Verschattung / Baumpflanzungen

Verschattung durch Bäume

In sommerlichen Hitzetagen ist der Schutz vor Sonneneinstrahlung eine der wichtigsten Maßnahmen im Freiraum. Die Verschattung mit Bäumen ist für diesen Zweck die beste Lösung. Potenziale bieten Straßenräume, Fuß- und Radwege, Parkplätze sowie öffentliche Plätze und Parks. Zudem können Gebäude durch Bäume beschattet werden. Bäume bieten aufgrund ihrer lufthygienischen, ökologischen und ästhetischen Funktionen einen beträchtlichen Mehrwert. Da Bäume in der Stadt einem erheblichen Stress ausgesetzt sind und zusätzlich auf die klimatischen Veränderungen reagieren müssen ist die Bedeutung von Schutzmaßnahmen und die Verwendung von klimaangepassten Gehölzen (vgl. „Klimaangepasstes Stadtgrün“) zu berücksichtigen. Damit Bäume sich optimal entwickeln können sind adäquate Baumquartiere von großer Bedeutung. Nur dadurch kann die Gesundheit der Bäume und damit die Widerstandsfähigkeit gegenüber den klimatischen Veränderungen gewährleistet werden.



Abbildung 71 - Baumkronen von vitalen Laubbäumen sind besonders effektiv für Reduktion der lokalen Hitzebelastung für Menschen in der Stadt. (Foto: faktorgruen)

Sonstige Verschattungselemente

Neben Bäumen könnten vereinzelt z.B. auch grüne Wände und grüne Dächer (vgl. „Grünes Zimmer“ am Rathausplatz) oder bauliche Verschattungssysteme wie Sonnensegel zur Verschattung eingesetzt werden. Solche Elemente können vor allem dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn Baumpflanzungen nicht möglich sind, z.B. aufgrund unterirdischer Leitungen. Auch wenn schnelle Wirkungen erzielt werden sollen sind solche Lösungen sinnvoll.



Abbildung 72 - Mit Kletterpflanzen begrünte Laubgänge sind eine weitere Möglichkeit zur Verschattung. (Quelle: Nicole Pfoser 2013)

4.2.3 Grüne Innenhöfe

Klimawirksame Grünflächen

In dicht bebauten Stadtgebieten wie z.B. der Ludwigsburger Innenstadt stellen begrünte Innenhöfe häufig die einzigen klimawirksamen Grünflächen dar. Für die Anwohner/-innen sind dies wertvolle Erholungsflächen, grüne Oasen in ansonsten stark versiegelten Quartieren. Die klimatische Wirksamkeit beschränkt sich dabei zumeist auf den Innenhof selbst. Vor allem bei geschlossener Blockrandbebauung wird kaum eine Außenwirkung erzielt. Dennoch bilden die Höfe einen wichtigen Teil der grünen Infrastruktur im Innenstadtbereich: Sie erfüllen nicht nur klimatische sondern auch soziale und ökologische Funktionen. Ein gut gestalteter Innenhof zeichnet sich durch nutzbare Freiflächen sowie unversiegelte und durch Bäume beschattete Bereiche aus.



Abbildung 73 - Schöne Innenhofgestaltung in Berlin. (Foto: faktorgruen)

Bedrohung durch Bebauung und Ver- siegelung

Die Innenhöfe in Ludwigsburg sind von Bebauung und Versiegelung bzw. Parkplatznutzung bedroht. Viele sind bereits bebaut oder versiegelt und stehen den Anwohner/-innen nicht mehr als klimatisch wirksame Erholungsflächen zur Verfügung. In der Innenstadt sind bei etwa der Hälfte der Innenhöfe keine klimatisch wirksamen Grünflächen mehr vorhanden.

Um einer Verschärfung der Situation entgegenzuwirken hat die Stadt eine Konzeption für den Schutz und die Entwicklung der grünen Innenhöfe in der Innenstadt aufgestellt. Diese Konzeption wird als Grundlage für die Bearbeitung von Bauanträgen oder die Aufstellung von Bebauungsplänen dienen. Die Konzeption dient in erster Linie der Sicherung der bestehenden Innenhöfe. Bei genehmigungspflichtigen Umbaumaßnahmen hat die Stadt die Möglichkeit gemäß LBO (§9(1)) eine Begrünung der Gebäude einzufordern, sofern eine Begrünung der Innenhöfe nicht möglich ist.

Förderprogramme und Information für Private

Darüber hinaus sind die Einflussmöglichkeiten der Stadt auf privaten, bereits bebauten Flächen sehr gering. Um die Umsetzung von Begrünungs- und Aufwertungsmaßnahmen zu forcieren wird empfohlen, ein umfangreiches Förderprogramm für Dach-, Fassaden- und Innenhofbegrünung sowie Entsiegelung zu entwickeln und mit ausreichend Mitteln auszustatten. Darüber hinaus sollten Informationskampagnen durchgeführt werden, z.B. sollten ansprechende Broschüren/Faltblätter zu Einzelthemen wie z.B. Fassadenbegrünung erstellt werden (vgl. „Quartiersbezogene und lokale Anpassungsmaßnahmen“). Wertvolle begrünte Innenbereiche sind auch in anderen Stadtteilen vorzufinden, wie z.B. in Eglosheim und Neckarweihtingen.

4.2.4 Städtische Kühloasen

Kühle, öffentliche Freiflächen

Im städtischen Freiraum werden in Hitzeperioden kühle, öffentliche Freiflächen benötigt. Diese sind vor allem in stark verdichteten und besiedelten Quartieren notwendig. Solche Freiflächen können als kleine bis winzige Parks gestaltet werden. Die Gestaltung solcher Kühloasen kann unterschiedlich sein. Von kleinen urbanen Gärten über künstlerisch gestaltete Plätze bis zu anspruchsvoll gestalteten kleinen Parks ist alles möglich. Die Gestaltung hängt von der jeweiligen Örtlichkeit, dem Raumangebot und den angesprochenen Zielgruppen ab. Wichtig ist dabei die Vegetation, v.a. Bäume und unversiegelte begrünte Flächen. Des Weiteren bietet sich die Gestaltung mit Wasser, z.B. mit überschüssigem Regenwasser an. Kühloasen könnten etwa im Zusammenhang mit Konzepten zum dezentralen Regenwassermanagement gestaltet werden. Analog zu Oasen in der Wüste sollten in den Kühloasen Trinkwasserbrunnen bereitgestellt werden.

Aufwertung von Wohn- und Arbeitsumfeld

Die Schaffung von Kühloasen würde in Ludwigsburg vor allem im Innenstadtbereich, Ludwigsburg West, Süd und Ost zu einer erheblichen Aufwertung des Wohnumfeldes beitragen. Hier können sie dem Mangel an größeren Grünflächen entgegenwirken (vgl. Gesamtplan – Suchräume für städtische Kühloasen). In den Gewerbegebieten könnten sie als kleine Kommunikationsinseln gestaltet werden. Kleine grüne Zimmer könnten hier für die Mittagspausen, Besprechungen im Freien oder einfach nur zur Entspannung aufgesucht werden (vgl. z.B. Grünes Zimmer).

Nutzung von Zwischengrün

In Quartieren mit Zeilenbebauung haben die grünen Zwischenräume - das Abstandsgrün - großes Potenzial für die Gestaltung als Kühloase. Diese Flächen sind zumeist unversiegelt und begrünt. Die Aufgabenstellung besteht in diesem Fall primär darin, diese Räume für die Anwohner/-innen zur Erholung und Regeneration in Hitzeperioden nutzbar zu machen.



Abbildung 74 - Das „Grüne Zimmer“ am Rathausplatz ist eine von vielen Möglichkeiten zur Gestaltung von Kühloasen. (Quelle: Stadt Ludwigsburg)

4.2.5 Entsiegelung

Vorteile der Entsiegelung

Die Entsiegelung bislang versiegelter Flächen trägt zu einer Reduktion der thermischen Belastung bei. Zudem verringert sich der Regenwasserabfluss, was zu einer Entlastung des Kanalnetzes bei Starkregenereignissen führt und dem Wasserhaushalt insgesamt zugutekommt. Des Weiteren bieten unversiegelte Böden Potenziale z.B. für die Entwicklung von klimawirksamen Grünflächen oder urbanen Nachbarschaftsgärten.

Straßen und Parkplätze

Entsiegelungspotenzial ist in Ludwigsburg generell in allen Stadtteilen vor allem bei Verkehrsflächen wie Straßenräumen und Parkplätzen zu sehen. Im Straßenraum könnten die Fahrbahnbreiten z.B. zugunsten von Baumscheiben verschmälert werden, ebenso straßenbegleitende Parkplätze. Die Gestaltung der Straßenräume könnte zu erheblichen Steigerungen der Aufenthaltsqualität beitragen. Großflächige Parkplätze können entweder in Grünflächen (z.B. Parkplätze südlich der Bärenwiese, Arsenalplatz) oder in grüne Parkplätze umgewandelt werden. Tiefgaragen sind eine Möglichkeit Raum oberirdische Grünflächen zu schaffen. Voraussetzung ist allerdings die intensive Tiefgaragenbegrünung. Große Potenziale bieten für grüne Parkplätze bieten sich z.B. in den Gewerbegebieten, vor allem bei Firmenparkplätzen. Als Bodenbelag eignen sich z.B. Rasenpflaster, Rasengittersteine oder Schotterrasen.



Abbildung 75 - Der Parkplatz an der Bärenwiese heizt sich in Hitzeperioden stark auf. Hier besteht ein besonders großes Entsiegelungspotenzial. (Foto: faktorgruen)

Förderung und Information

Durch die Neuordnung bzw. Umgestaltung von Straßenräumen könnten insgesamt große Flächen entsiegelt werden. Die Flächenentsiegelung auf Privatflächen sollte durch Förderprogramme und Informationskampagnen vorangetrieben werden. Im Rahmen des Forschungsprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg (KLIMOPASS, vgl. Hemberger und Utz, 2014) wurden Potenzialflächen für die Entsiegelung in ganz Ludwigsburg ermittelt.



Abbildung 76 - Einfache Parkplatzentsiegelung mit Rasenpflaster. (Foto: faktorgruen)

4.2.6 Rückbau / Entkernung

Potenziale für Rückbaumaßnahmen

Der Rückbau bestehender Gebäudesubstanz bezieht sich in Ludwigsburg vor allem auf Garagen und nicht erhaltungswürdige Gebäude im Bereich der Innenhöfe. Diese Maßnahme könnte, verbunden mit der Begrünung der zurückgebauten Bereiche zur Sanierung von klimatisch stark belasteten, stark verdichteten und versiegelten Quartieren beitragen. Die Entfernung von größeren Gebäuden zum Zwecke einer besseren Durchlüftung der Quartiere spielt in Ludwigsburg aufgrund des Fehlens ausgeprägter lokaler Windsysteme eine untergeordnete Rolle.



Abbildung 77 - Bei stark bebauten Innenhöfen sollten Potenziale für den Rückbau von nicht erhaltenswerter Gebäudesubstanz ermittelt werden (Quelle: Stadt Ludwigsburg)

4.2.7 Helle Oberflächengestaltung / Albedo

Dunkle Flächen heizen sich stark auf

Die Albedo, also der Reflexionsgrad, bestimmt wie viel von der Sonneneinstrahlung reflektiert und wie viel in Form von Wärme im Material aufgenommen wird. Dunkler Asphalt beispielsweise absorbiert einen Großteil der Einstrahlung, heizt sich dadurch stark auf und gibt diese Wärme in Form langwelliger Wärmestrahlung wieder an die Umgebung ab. Dem gegenüber können heller Asphalt, Beton oder hell gestrichene Wände einen größeren Teil der Einstrahlung reflektieren, wodurch sie sich weit geringer aufheizen. Die Ausstrahlung wird auch durch das Emissionsvermögen des Materials beeinflusst.

In warmen Ländern spielt dieser Effekt im Städtebau seit jeher eine wichtige Rolle. In solchen Gegenden sind die Gebäude oft in weißen und hellen Farben gehalten. Auch Plätze sind mit hellen Bodenbelägen versehen. In Ludwigsburg sollten vor allem Verkehrsflächen und Plätze, die oft mit dunklem Asphalt oder dunklen Natursteinen gestaltet sind, mit helleren Steinen und Platten oder hellem Asphalt versehen werden. Dies spielt vor allem da eine Rolle, wo keine Verschattung durch Bäume besteht. Auf helle Oberflächen sollte auch bei neuen Gebäuden geachtet werden.

4.2.8 Gestaltung mit Wasser

Erlebbares Wasser im Freiraum

Wasserelemente können im Freiraum einen wirksamen Beitrag im Zuge einer Klimaanpassungsstrategie leisten. Geeignet sind zum einen große Wassermengen die v.a. am Tag eine starke temperaturabmildernde Wirkung auf die Umgebung haben. Einen weit höheren Effekt hat bewegtes Wasser das durch die stärkere Verdunstung zusätzlich Kühlungseffekte mit sich bringt. Auch auf kleinem Raum können Anlagen mit Spritz- und Zerstäubungseffekten (z.B. Fontänenfelder), Schalenbrunnen, frei stehende Wasserfälle, fließendes Wasser sowie flächig und räumlich angeordnete Nebelanlagen große Effekte erzielen. Diese Anlagen vergrößern die Wasseroberfläche und damit die Verdunstungsrate. Noch größere Effekte lassen sich in Kombination mit Begrünung erzielen. Neben den genannten Kühlungseffekten auf die Umgebung bringt selbstverständlich die direkte Berührung mit dem Wasser wertvolle Körperkühlung an heißen Tagen. Darüber hinaus steigt die Aufenthaltsqualität in öffentlichen Räumen durch die visuelle und spielerische Erfahrung des Wassers. Zu beachten ist der Strombedarf der Anlagen. Bei der Planung ist dieser Faktor besonders zu berücksichtigen, da es hier zu Konflikten mit den Zielen des Klimaschutzes kommen kann.

Nutzung von Regenwasser

Bei der Gestaltung mit Wasser im öffentlichen Raum sollte wenn möglich Regenwasser verwendet werden. Dadurch lässt sich Trinkwasser sparen und der natürliche Wasserkreislauf wird gefördert. Die Nutzung von Regenwasser ist allerdings abhängig von den Nutzungs- und Randbedingungen. Es bietet sich vor allem bei visuell angelegten Anlagen wie Wasserläufen oder naturnahen Wasserbecken an. Wenn das Wasser von Starkregenereignissen zwischengespeichert werden soll werden große Zisternen benötigt. Die Regenwassernutzung sollte in Konzepte des dezentralen Regenwassermanagements eingebettet werden. Insgesamt ist der Umgang mit Regenwasser eine Anforderung an eine nachhaltige Freiraumgestaltung. Neben den klimatischen Vorteilen können dadurch auch positive ökologische und soziale Wirkungen erzielt werden.



Abbildung 78 - Die Gestaltung mit Regenwasser bietet vielfältige Möglichkeiten (Quelle: brxO, flickr 2007)

4.2.9 Trinkwasserbrunnen

Öffentliches Trinkwasser

Vor allem in Hitzeperioden ist häufiges Trinken eine der wichtigsten Maßnahmen, um sich vor hitzebedingten Erkrankungen, wie Hitzeerschöpfung oder Hitzekrämpfen zu schützen. Die nicht kommerzielle Bereitstellung von Trinkwasser im öffentlichen Raum ist daher von hoher Wichtigkeit für den gesundheitlichen Schutz der Stadtbevölkerung. Dies gilt besonders für Bevölkerungsgruppen, die körperlich (zumindest temporär) beeinträchtigt sind, wie Senioren, Kleinkinder, Krankenhauspatienten und Sportler/-innen. Auch bei Großveranstaltungen im Sommer sollte Trinkwasser verstärkt angeboten werden.

Wichtige Orte für Trinkwasserbrunnen bzw. Wasserspender sind:

- häufig frequentierte öffentliche Freiflächen (z.B. Markt-, Rathausplatz oder Bärenwiese)
- Orte mit hoher Hitzebelastung im Sommer
- öffentliche Gebäude (z.B. Bibliothek)
- Plätze für Großveranstaltungen
- Sportanlagen (z.B. Trimm-dich-Pfad Salonwald)

Mögliche Ergänzungen zu den kostenfreien Brunnen sind Trinkwasserautomaten von Einzelhändlern. Diese sind neben der Stadtverwaltung und Veranstaltern von Großereignissen relevante Akteure im Rahmen dieser Maßnahme.



Abbildung 79 - Trinkwasserbrunnen: Bei Hitze ein wichtiger Wasserspender im öffentlichen Raum. (Quelle: Albrecht Bonarius, pixelio 2010)

4.3 Gebäudebezogene Maßnahmen

4.3.1 Klimaangepasste Gebäude

Bezug SEK

Masterplan Energie

Ziel

Erhalt und Verbesserung eines behaglichen Klimas in Innenräumen.

Inhalt

Wichtig ist vor allem dass sich die Gebäude nicht zu stark aufheizen. Dafür sind zunächst Aspekte wie die Gebäudeausrichtung, die Wahl der Baumaterialien oder der Fensteranordnung zu berücksichtigen. Maßnahmen zum Schutz vor Sonneneinstrahlung sind besonders wichtig und auch in der Energieeinsparverordnung gesetzlich verankert. Der Begrünung von Fassaden und Dächern kommt eine besondere Bedeutung zu, da diese auch klimatische Funktionen außerhalb der Gebäude übernehmen.

Bei der klimaangepassten Gebäudegestaltung ist auch auf die Anforderungen des Klimaschutzes zu achten. Synergiepotenziale müssen genutzt werden. Lösungen die einen Mehrwert erzeugen sind Einzellösungen immer vorzuziehen. Ein Beispiel hierfür ist z.B. die Kombination von Dachbegrünung und Photovoltaik. Der Ertrag der PV-Anlagen profitiert von der kühlenden Wirkung der Begrünung. Auch die Wärmedämmung ist eine Mehrwertlösung. Dadurch wird nicht nur die Abkühlung im Winter, sondern auch die zu starke Aufheizung im Sommer verringert.

Bei der Klimaanpassung der Gebäude ist auf gestalterische Qualität zu setzen. Die Akzeptanz für Anpassungsmaßnahmen wird dadurch gewährleistet.

Mögliche
Umsetzungsschritte

Standards für klimaangepasste Gebäudegestaltung entwickeln, wobei die Belange von Klimaschutz und Klimaanpassung gleichermaßen zu berücksichtigen und Mehrwertlösungen zu bevorzugen sind. Unter den Gesichtspunkten der Klimaanpassung sind vor allem folgende Maßnahmen umzusetzen:

- **Gebäudebegrünung** (zusätzlich positiver Effekt aufs Außenklima, vgl. quartiersbezogene und lokale Maßnahmen):
 - o **Dachbegrünung**, Kombination mit Solarenergienutzung sowie Erholungsnutzung (z.B. Dachgärten, urban farming)
 - o **Fassadenbegrünung**, (u.a. Schutz vor Sonneneinstrahlung)
- **Schutz vor sommerlicher Sonneneinstrahlung:**
 - o Verschattung durch Fassadenbegrünung
 - o Verschattung von Fensterflächen durch bauliche Maßnahmen
 - o Verschattung durch Bäume (Laubbäume bringen Schatten im Sommer und Sonne im Winter, zusätzlich positiver Effekt aufs Außenklima)
 - o Sonnenschutzelemente wie Jalousien, Markisen, Fensterläden
 - o Sonnenschutzglas
- Angepasste Planung von **Gebäudeausrichtung und Fensterflächenanteile**
- Angepasste **Bauteilkonstruktionen**, z.B. Einsatz massiver Bauteile zum Temperatenausgleich
- **Helle Gebäudegestaltung** (Albedoeffekt)
- **Regenwassermanagement** (Regenwasserrückhaltung und Förderung der Verdunstung, grundstücksbezogene Versickerung, Regenwassernutzung als Brauchwasser)

- **Reduzierung innerer Wärmequellen**
- **Wärmedämmung und energetische Sanierung** (Wird im Zuge von Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt, positive Eigenschaften in Bezug auf Klimaanpassung)
- Natürliche und / oder kontrollierte **Lüftung (nachts)**

Für die **Umsetzung der Gebäudestandards** sind u.a. folgende Maßnahmen zu ergreifen:

- Standards bei **öffentlichen Bauvorhaben** / städtischen Liegenschaften konsequent umsetzen (vgl. „Öffentliche Gebäude“ und GEK M 3.08“)
- **Beratung** und Unterstützung von privaten Bauträgern durch die **LEA**.
- **Kommunikation** / Platzierung des Themas im Wissenszentrum Energie, der Ludwigsburger Energieagentur sowie dem Energetikom. Integration in das bestehende Informations-, Beratungs- und Förderprogramm.
- **Risikoanalyse zur Hitzebelastung** in empfindlichen Bereichen: Bausubstanz, Verteilung Risikogruppen → passgenaue Gebäudeplanung.
- Umsetzung eines **Modellprojektes** (virtueller Energie-Stadtplan, Modellprojekt-Parcours).
- Integration des Themas in der **Broschüre „Nachhaltiges Bauen“** (kleine Sofortmaßnahme!).
- In Zukunft evtl. notwendig: **Risikoanalyse und Schutzmaßnahmen gegenüber Schäden durch Extremereignisse** (z.B. Schutzgitter, Schutzglas zum Schutz vor Hagelschäden oder Integration von Solar- und PV-Anlagen in den Dachaufbau zur Sicherung bei Stürmen).



Abbildung 80 - Dach- und Fassadenbegrünung sollten in Ludwigsburg stärker beworben werden. Neben den positiven Effekten auf das Rauminnenklima wird auch eine positive Außenwirkung erzielt (PTH St. Georgen, Quelle: Nicole Pfoser 2013)

Akteure und
Zuständigkeit

- Referat Nachhaltige Stadtentwicklung (Europa und Energie)
- FB Bürgerbüro Bauen
- FB Hochbau und Gebäudewirtschaft
- Private Bauträger-/innen
- Architekt-/innen und Fachplaner-/innen
- Ludwigsburger Energieagentur (LEA), Energetikom e.V.



Abbildung 81 - Fassadenbegrünung mit Rankhilfen bringt Beschattung und gute Gestaltungsmöglichkeiten. (Foto: faktorgruen)

Synergien und Querbezüge

- Begrünungsmaßnahmen an Gebäuden haben positive Wirkungen auf Ökologie, Ästhetik und Wasserhaushalt sowie wirtschaftliche Vorteile (z.B. verlängerte Haltbarkeit der Bauteile, Imagegewinn für die Unternehmen).
- Begrünte Wände und Dächer können fehlende Grünflächen teilweise ersetzen bzw. ausgleichen.
- Maßnahmen wie z.B. Gebäudedämmung haben positive Effekte für Klimaschutz und Energieverbrauch.
- Co-Finanzierung durch Förderungen möglich.
- Die klimaangepasste Gestaltung der öffentlichen Gebäude hat eine große Vorbildwirkung (vgl. „Öffentliche Gebäude“).
- Die Gestaltung der Gebäude kann gut mit quartiersbezogenen Maßnahmen verknüpft werden (vgl. „Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen“).
- Ein gutes Wassermanagement der Gebäude unterstützt den nachhaltigen Umgang mit dem Wasserkreislauf (vgl. „Wasser in der Stadt“).
- Die Maßnahmen haben einen starke Bezug zum Gesamtenergiekonzept (GEK: Ü-01, Ü-03, W-01, W-03, W-04)

Priorität und Zeithorizont

- **Maßnahme von hoher Priorität**
- **Umsetzung mittelfristig / laufend**

4.3.2 Öffentliche Gebäude

Bezug SEK

Masterplan Energie

Ziel

Öffentliche Gebäude an die Klimaveränderungen anpassen und dadurch eine Vorbildwirkung erzielen.

Inhalt

Die klimaangepasste Gestaltung der öffentlichen Gebäude ist besonders wichtig. Hier hat die Stadt Handlungsfreiheit und gleichzeitig eine große Verantwortung. Innovative Projekte können eine große Vorbildwirkung entfalten. Es können auch innovative Projekte umgesetzt werden, wodurch wichtige Erkenntnisse gewonnen werden können. Zum Beispiel können unterschiedliche Formen der Fassadenbegrünung getestet werden. Die technische Entwicklung von Klimaanpassungsmaßnahmen an Gebäuden kann so insgesamt vorangebracht werden. Gute Beispiele sollten auf jeden Fall auch bekannt gemacht werden. Hierbei kann z.B. das Bürgerbüro Bauen und/oder die Ludwigsburger Energieagentur (LEA) eine wichtige Rolle spielen.

Bei öffentlichen Gebäuden wurde in Ludwigsburg bereits eine Reihe von Anpassungsmaßnahmen durchgeführt. So ist z.B. der sommerliche Wärmeschutz vorgeschrieben. Noch zu wenig Beachtung finden bislang vor allem Fassadenbegrünungen. Diese stellen einen sehr guten sommerlichen Wärmeschutz dar. Die Kosten sind je nach System relativ gering. Neben den energetischen Vorteilen haben Fassadenbegrünungen auch positive Effekte auf das Außenklima. Als platzsparende Begrünungsmaßnahme bieten sich hier enorme Potenziale für die Begrünung von dicht bebauten Stadtteilen. Öffentliche Gebäude könnten hierbei eine Vorreiterstellung annehmen. Dachbegrünungen werden bei städtischen Flachdächern bereits umgesetzt, z.B. am Mörikegymnasium. Allerdings handelt es sich dabei um die klimatisch weniger wirksame extensive Begrünung. Intensiv begrünte Dächer sind nicht nur besser fürs Außenklima sondern bieten auch Freiräume für die Erholungsnutzung. Die Nutzung von Regenwasser birgt ein weiteres hohes Potenzial. Im Gebäude des Fachbereichs Hochbau und Gebäudewirtschaft wird Regenwasser bereits heute für sanitäre Zwecke und zur Kühlung genutzt.

Mögliche
Umsetzungsschritte

- **Maßnahmen zur klimaangepassten Gebäudeplanung der städtischen Gebäude sind (vgl. „Klimaangepasste Gebäude“):**
 - o Dach- und Fassadenbegrünung
 - o Schutz vor sommerlicher Sonneneinstrahlung
 - o Angepasste Gebäudeausrichtung und Fensterflächenanteile
 - o Angepasste Bauteilkonstruktionen
 - o Reduzierung innerer Wärmequellen
 - o Helle Gebäudegestaltung (Albedoeffekt)
 - o Regenwassermanagement
 - o Wärmedämmung und energetische Sanierung
 - o Natürliche und / oder kontrollierte Lüftung
- Diese Maßnahmen sollten als Planungsstandards für öffentliche Gebäude festgelegt und bei der Planung konsequent berücksichtigt werden.
- Erhöhung des Stellenwerts von Dach- und Fassadenbegrünung und Umsetzung eines Modellprojektes
- Erhöhung des Stellenwerts von Regenwassermanagement
- Entwicklung von klimaoptimierten Mehrwertlösungen (Klimaschutz und Klimaanpassung)

- Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit
- Synergien und Querbezüge*
- Die Maßnahmen haben einen starke Bezug zum Gesamtenergiekonzept (vgl. „Klimaangepasste Gebäude“).
 - Die Gestaltung der städtischen Gebäude hat eine große Vorbildwirkung.
 - Es bestehen wichtige Querbezüge zu folgenden Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs:
 - o Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit
 - o Klimaanpassung in der Verwaltung
 - o Klimaanpassung in Schulen und Kindertageseinrichtungen
 - o Klimaangepasste Gebäude
- Akteure und Zuständigkeit*
- Referat Nachhaltige Stadtentwicklung (Europa und Energie)
 - FB Bürgerbüro Bauen
 - FB Hochbau und Gebäudewirtschaft
 - Architekt-/innen, Fachplaner-/innen
 - Ludwigsburger Energieagentur (LEA), Energetikom e.V.
- Priorität und Zeithorizont*
- **Maßnahme von hoher Priorität**
 - **Umsetzung mittelfristig / laufend**



Abbildung 82 - Wenn am Boden kein Platz mehr ist, können Dachgärten wie hier in Stuttgart entstehen. Die Stadt könnte dafür die Dächer von öffentlichen Gebäuden bereitstellen oder in Gewerbegebieten solche Dachflächen z.B. "anmieten". (Quelle: Stadt Stuttgart, Foto: Friederike Schmidt)

4.3.3 Technische Gebäudekühlung

<i>Bezug SEK</i>	Masterplan Energie
<i>Ziel</i>	Potenziale für eine nachhaltige Gebäudekühlung nutzen.
<i>Inhalt</i>	<p>Die in den Steckbriefen „Klimaangepasste Gebäude“ und „Öffentliche Gebäude“ beschriebenen Strategien sind von prioritärer Bedeutung bei der Planung und Sanierung von Gebäuden im Hinblick auf die Anpassung an die Klimaänderungen. Unter Umständen reichen diese Maßnahmen aber nicht aus um in Zukunft auch im Sommer behagliche Temperaturen in allen Wohn-, Büro- und Gewerbegebäuden zu gewährleisten.</p> <p>Aus diesem Grund sollte frühzeitig geprüft werden, wie eine technische Gebäudekühlung in Zukunft realisiert werden könnte ohne den Zielen des Klimaschutzes entgegenzuwirken (klassische Klimaanlage mit relativ hohem Stromverbrauch). Vor allem ist zu prüfen, wie die Versorgung mit Wärme gleichzeitig die Kühlungsfunktion im Sommer übernehmen könnte. Es sollten Systeme genutzt werden, die beide Aufgaben übernehmen können.</p> <p>Bei den öffentlichen Gebäuden der Stadt Ludwigsburg laufen bereits zwei solcher Systeme. Das Gebäude des Fachbereichs Hochbau und Gebäudemanagement ist mit einem System zur adiabaten Kühlung ausgestattet. Bei der Mensa kommt eine geothermische Kühlung zum Einsatz.</p>
<i>Mögliche Umsetzungsschritte</i>	<ul style="list-style-type: none">- Potenzialanalyse für nachhaltige Techniken zur Gebäudekühlung, auch in Kombination mit Wärmenutzung, z.B.:<ul style="list-style-type: none">o Systeme zur adiabaten Kühlung: Bei diesem Verfahren wird die Verdunstungskälte von Flüssigkeiten bei der Gebäudekühlung genutzt. Diese Systeme können gut mit der Nutzung von Regenwasser betrieben werden.o Systeme zur geothermischen Kühlung: Dieses Verfahren nutzt die kühlen Temperaturen aus tieferen Erdschichten.o Ausbau Wärmenetz unter dem Aspekt der Gebäudekühlung.o Die Entwicklung von solaren Nahwärmeinseln kann mit Kältetechnik kombiniert werden.- Potenziale bestehen vor allem bei öffentlichen Gebäuden und in Gewerbegebieten.
<i>Synergien und Querbezüge</i>	<ul style="list-style-type: none">- Angepasste Techniken zur Kühlung in Kombination mit Wärmeversorgung sind Maßnahmen für den Klimaschutz und die Klimaanpassung.- Die Maßnahmen haben einen starke Bezug zum Gesamtenergiekonzept (W-02, E-01, E-03, E-07)- Es bestehen Querbezüge zu den Maßnahmen „Klimaangepasste Gebäude“ und „Öffentliche Gebäude“ des Maßnahmenkatalogs.
<i>Akteure und Zuständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none">- Referat Nachhaltige Stadtentwicklung, Europa und Energie- FB Bürgerbüro Bauen- FB Hochbau und Gebäudewirtschaft- Stadtwerke Ludwigsburg – Kornwestheim- Architekt-/innen, Fachplaner-/innen- Ludwigsburger Energieagentur (LEA), Energetikom e.V.
<i>Priorität und Zeithorizont</i>	<ul style="list-style-type: none">- Maßnahme von mittlerer Priorität- Umsetzung mittel-langfristig/laufend

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

5 Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

In diesem Kapitel werden die durch den Klimawandel am stärksten betroffenen Stadtstrukturtypen in Ludwigsburg analysiert. Jeder Strukturtyp wird dabei anhand eines beispielhaft ausgewählten Quartiers beschrieben. Für die einzelnen Quartiere werden Anpassungsmöglichkeiten und Maßnahmenschwerpunkte beschrieben. Des Weiteren wird die Übertragbarkeit auf andere Quartiere des gleichen Typs ermittelt. Die beispielhaft ausgewählten Quartiere sind im Gesamtplan verortet.

Folgende Quartiere / Stadtstrukturtypen werden untersucht:

- Barocke Innenstadt / Blockrandbebauung /
- Südstadt – Richard Wagner Straße / Offene Blockrandbebauung
- Grünbühl / Zeilenbebauung
- Eglosheim Pleidelsheimer Straße / Hochhaussiedlungen
- Schul- und Verwaltungsquartier Oststadt / Sonderformen/Großstrukturen
- Zentrum Poppenweiler / Alte Dorfstruktur
- Gewerbegebiet West / Gewerbegebiet

Beispielhaft ausgewähltes Quartier	Stadtstrukturtyp	Quartiersbezogene Maßnahmen									
		(● = Maßnahmenschwerpunkte; ○ = Ergänzende Maßnahmen)									
		Dach- und Fassadenbegrünung	Verschattung / Baumpflanzungen	Grüne Innenhöfe	Kühl-oasen	Entsiegelung	Rückbau / Entkernung	Oberflächen / Albedo	Gestaltung mit Wasser	Trinkwasserbrunnen	
1 Barocke Innenstadt	Blockrandbebauung	○	●	●	●	○	○	○	●	●	
2 Südstadt – Richard Wagner Straße	Offene Blockrandbebauung	○	○	●	○	○	○		●	○	
3 Grünbühl	Zeilenbebauung	●	○		●	○	○		●	○	
4 Eglosheim Pleidelsheimer Straße	Hochhaussiedlungen	●	○		●	●			●	○	
5 Schul- und Verwaltungsgebäude Oststadt	Sonderformen / Großstrukturen	●	●		○	●		○	○		
6 Zentrum Poppenweiler	Alte Dorfstrukturen	○	○	●	●	●	○	○	○	●	
7 Gewerbegebiet West	Gewerbegebiete	●	●		●	●		●	●		

Tabelle 3 - Maßnahmen für die Stadtstrukturtypen anhand beispielhaft ausgewählter Quartiere, vgl. Plan auf Seite 114.

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

5.1.1 Blockrandbebauung

Ausgewähltes Quartier

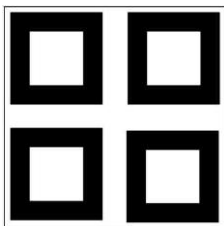
Barocke Innenstadt

Weitere Quartiere vom gleichen Typ

Blockrandbebauung findet sich neben der Innenstadt vor allem in der zentrumsnahen Oststadt.

Ausgangslage

Die barocke Innenstadt ist durch eine historische Blockrandbebauung mit ihren Innenhöfen geprägt. Diese sind zum Teil stark zugebaut. Etwa die Hälfte der Innenhöfe ist aufgrund der dichten Bebauung nicht mehr als Erholungsfläche für die Anwohner nutzbar. Klimatisch wirksame Grünstrukturen sind bei diesen Höfen komplett oder zu einem Großteil nicht mehr vorhanden.



Der öffentliche Raum in der barocken Innenstadt weist einen hohen Versiegelungsgrad auf. Grünstrukturen beschränken sich vorrangig auf Straßenbäume. Die vorhandenen historischen Alleen leiden stark unter der Versiegelung und dem Verkehr. Vor allem die Baumreihen entlang der B 27 sind zum Teil stark beeinträchtigt und können ihre klimatische Funktion kaum erfüllen. Der Verkehr auf diesen Straßen ist des Weiteren für eine hohe Luftbelastung an den Rändern der barocken Innenstadt verantwortlich.

Vereinzelt finden sich grüne Aufenthaltsbereiche wie z.B. die Grünfläche am Arsenalplatz. Die meisten öffentlichen Plätze wie der Marktplatz und der Rathausplatz sind allerdings stark versiegelt. Am Rand der Innenstadt sind größere Regenerationsflächen in Form der Parkanlagen Favoritepark, Bärenwiese und Marienwahl vorhanden. Die Parkanlage „Blühendes Barock“ ist kostenpflichtig und daher nur eingeschränkt nutzbar. Für das Erreichen der Grünanlagen Bärenwiese und Favoritepark müssen viel befahrene, klimatisch stark belastete Straßen überquert werden. Die Bärenwiese weist als zentrale Grünfläche eine starke Nutzung auf.

Maßnahmenpaket

Die Anpassungsmaßnahmen beziehen sich zum einen auf die Innenhöfe, zum anderen auf die Gestaltung des öffentlichen Raums. Die Innenhöfe weisen ein hohes Potenzial für die Herstellung und Aufwertung von grünen Oasen für die Anwohner auf. Die derzeit in Arbeit befindliche Konzeption für die Entwicklung der grünen Innenhöfe der Innenstadt enthält eine umfangreiche Analyse und Maßnahmenpakete für die Entwicklung der Innenhöfe mit Schwerpunkt auf die klimatische Aufwertung. Die Maßnahmen im Einzelnen betreffen den Erhalt und die Pflanzung von Bäumen, Entsiegelung, den Rückbau nicht erhaltenswerter Gebäudesubstanz, Gebäudebegrünung sowie die Qualifizierung und Erhöhung der Nutzbarkeit der Innenhöfe. Bei Dach- und Fassadenbegrünungen sowie Gebäudemassnahmen sind im Falle der Innenstadt die Belange des Denkmalschutzes zu beachten.

Die Konzeption dient in erster Linie der Sicherung der bestehenden Innenhöfe. Bei genehmigungspflichtigen Umbaumaßnahmen hat die Stadt die Möglichkeit gemäß LBO (§9(1)) eine Begrünung der Gebäude einzufordern, sofern eine Begrünung der Innenhöfe nicht möglich ist. Darüber hinaus sind die Einflussmöglichkeiten der Stadt auf privaten, bereits bebauten Flächen sehr gering. Um die Umsetzung von Begrünungs- und Aufwertungsmaßnahmen zu forcieren wird empfohlen, ein umfangreiches Förderprogramm für Dach-, Fassaden- und Innenhofbegrünung sowie Entsiegelung zu entwickeln und mit ausreichend Mitteln auszustatten. Darüber hinaus sollten Informationskampagnen durchgeführt werden, z.B. sollten ansprechende Broschüren/Faltblätter zu Einzelthemen wie z.B. Fassadenbegrünung erstellt werden (vgl. „Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen“).

Die Beschattung durch Bäume kann im Straßenraum erhöht werden. Die Herausforderung besteht vor allem in der Konkurrenz um den Raum. Dieser

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

wird stark durch den fließenden und ruhenden PKW-Verkehr beansprucht. Der Verkehr sollte zugunsten adäquater Baumquartiere reduziert werden. Weitere Beschattungsmöglichkeiten bestehen auf öffentlichen Plätzen wobei hier weitere Belange wie Nutzbarkeit und Gestaltung zu beachten sind. Mit Kühloasen können grüne Ruhebereiche in dem dicht bebauten Quartier geschaffen werden. Zur Schaffung einer größeren Grünfläche bietet sich der Arsenalplatz an. Hier könnte eine zentrale Regenerationsfläche für die gesamte Innenstadt geschaffen werden. Ein weiteres hohes Potenzial bietet die Gestaltung mit Wasser im öffentlichen Raum. Die Bereitstellung von Trinkbrunnen und Wasserspendern ist eine weitere wichtige Anpassungsmaßnahme in der barocken Innenstadt.

Die Erreichbarkeit von größeren Regenerationsflächen ist ein wichtiger Aspekt der städtischen Klimaanpassung. Die Parkanlagen müssen besser durch grüne Verbindungswege (Alleen) erreichbar sein. Hierbei sind vor allem die großen Verkehrsachsen zu überwinden. Auch Erholungsflächen im Außenbereich sollten über beschattete Radwege an den Innenstadtbereich angebunden werden.

Übertragbarkeit

Die Übertragbarkeit der Maßnahmen ist größtenteils gegeben. Bei denkmalgeschützten Gebäuden ist die Begrünung jedoch besonders zu prüfen.



Abbildung 83 - Gelungene Kombination: Fassadenbegrünung und Denkmalschutz am Gebäude des Fachbereichs Tiefbau und Grünflächen. (Foto: faktorgruen)

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere



Abbildung 84 - Großes Potenzial für großflächige Entsiegelung, Baumpflanzungen und die Gestaltung einer Grünfläche bietet der Bereich Arsenalplatz / Schillerplatz / Staatsarchiv. (Foto: faktorgruen)



Abbildung 85 - Die Innenhöfe in der barocken Innenstadt weisen eine hohe Bebauung und Versiegelung auf und stehen den Anwohner/-innen nur noch sehr eingeschränkt als klimatisch wirksame Erholungsflächen zur Verfügung. (Quelle: Stadt Ludwigsburg)

5.1.2 Offene Blockrandbebauung

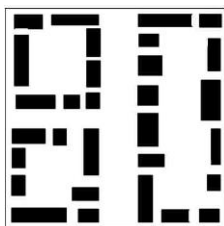
Ausgewähltes Quartier

Südstadt, Richard Wagner Straße

Weitere Quartiere vom gleichen Typ

Diese Struktur findet sich vor allem in der Süd-, Ost-, und Weststadt wieder.

Ausgangslage



Die offene Blockrandbebauung bezieht sich meist auf eine aufgelockerte Wohnbebauung mit 2 bis 4-stöckigen Gebäuden. Die in einem Abstand zueinander stehenden Gebäude sind wie bei der Blockrandbebauung an der Straße angeordnet. Die Innenhöfe sind zum Teil mit Wohnhäusern „in der zweiten Reihe“ bebaut. Die Höfe weisen aber meistens relevante Grünstrukturen auf, die das Mikroklima des Baublocks positiv beeinflussen und Erholungsraum für die Anwohner bieten.

Der Straßenraum ist ähnlich der barocken Innenstadt stark versiegelt und vom PKW-Verkehr dominiert. Die Südstadt ist zwischen Bahnlinie und B 27 durch diese Barrieren begrenzt. Innerhalb dieser finden sich keine öffentlichen

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

Grünflächen. Dies stellt einerseits die Bedeutung der Innenhöfe und andererseits der grünen Vernetzung heraus. Unter diesem Aspekt ist die Verbindung zum Salonwald von prioritärer Bedeutung. Dieser stellt die mit Abstand wichtigste Regenerationsfläche im Ludwigsburger Süden dar.

Maßnahmenpaket

Die möglichen Anpassungsmaßnahmen in diesem Strukturtyp sind vielfältig und richten sich auch nach der Art der Vorbelastung bzw. Empfindlichkeit. Die derzeit in Arbeit befindliche Konzeption für die grünen Innenhöfe der Innenstadt benennt auch für diesen Strukturtyp Maßnahmen. Ein Schwerpunkt ist wie bei der geschlossenen Blockrandbebauung auf den Erhalt der wertvollen grünen Innenbereiche zu legen. Die Innenhöfe tragen zur Eigenart dieser Gebiete bei. Um diese zu erhalten hat die Stadt die Möglichkeit, eine Erhaltungssatzung zu erlassen (§ 172 BauGB).

Prinzipiell ist die klimagerechte Gestaltung der Innenhöfe von Bedeutung. Hier spielen Baumpflanzungen, Entsiegelungsmaßnahmen sowie Gebäudebegrünung eine große Rolle. Vor allem die Gebäudebegrünung kann in dicht bebauten Bereichen der offenen Blockrandbebauung eine wichtige Rolle spielen.

Im Straßenraum sind Baumpflanzungen und die Verbesserung der Baumquartiere vorzunehmen. Kühlhasen können im öffentlichen Raum qualitätsvolle Aufenthaltsbereiche und Regenerationsflächen schaffen. Hierbei ist Wasser in die Gestaltung mit einzubeziehen, ebenso Trinkbrunnen.

Auf die grüne Vernetzung ist großen Wert zu legen. In der Südstadt bezieht sich dies vor allem auf den Salonwald und die Querung der B 27. Aber auch die Verbindungen zu den angrenzenden Quartieren sind auszubauen, vor allem in die West- und die Innenstadt (vgl. FEK).

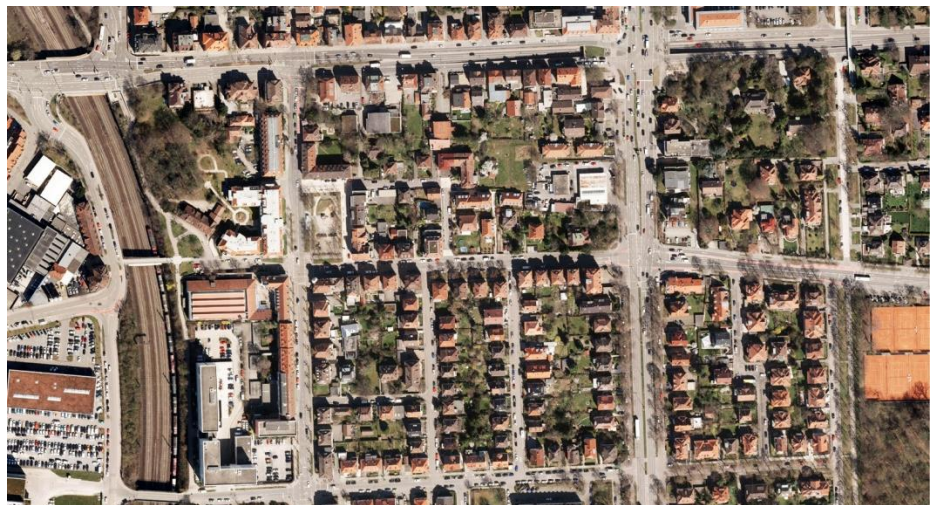


Abbildung 86 - Der Schwerpunkt im Bereich Richard Wagner Straße liegt beim Erhalt und der Aufwertung der grünen Innenhöfe (Quelle: Stadt Ludwigsburg)

Übertragbarkeit

Die Übertragbarkeit der Maßnahmen auf andere Quartiere mit offener Blockrandbebauung ist gegeben. Allerdings unterscheiden sich die Quartiere in Bezug auf ihre Empfindlichkeit stark voneinander. Empfindlich sind vor allem die Quartiere rund um die Innenstadt in den Stadtteilen Ludwigsburg West, Ost und Süd. Diese sind dicht bebaut und durch starken Verkehr vorbelastet. Zudem ist oft keine oder nur eine mangelhafte Versorgung mit öffentlichen Grünflächen gegeben. Die Einrichtung von Kühlhasen sowie die grüne Vernetzung sind daher genauso wichtig, wie die Gebäude- und Straßenbegrünung.

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

Die Quartiere an den Rändern der Stadtteile West, Ost und Süd, sowie in den restlichen Stadtteilen sind in der Regel weniger dicht bebaut und weniger vorbelastet, und daher weniger empfindlich. Auch sind Erholungsflächen, vor allem im Außenbereich schneller erreichbar. Anpassungsmaßnahmen sind in diesen Quartieren nur punktuell notwendig und beziehen sich vor allem auf die Entsiegelung und Begrünung des Straßenraums. Dennoch kann eine maßlose Verdichtung dieser Bereiche zu einer Erhöhung der Empfindlichkeit und Verschlechterung der Situation führen. Für den Erhalt bzw. die maßvolle Verdichtung von Bereichen mit noch durchgrüntem innenliegenden Gärten /Obstwiesen dienen Konzepte wie für die Innenstadt.

5.1.3 Zeilenbebauung

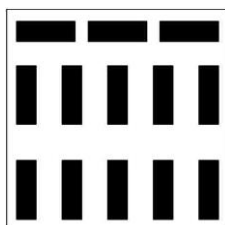
Ausgewähltes Hot-Spot-Quartier

Grünbühl

Weitere Quartiere vom gleichen Typ

Zeilenbebauung findet sich in allen Stadtteilen außer in Ludwigsburg Mitte. Besonders viele Zeilenbebauungen findet sich in Grünbühl, Ludwigsburg Ost (Schlößlesfeld) und Eglosheim.

Ausgangslage



Das Quartier Grünbühl besteht zum größten Teil aus Zeilenbebauungen. Das Quartier weist gemäß Klimaatlas eine hohe klimatische Empfindlichkeit auf. Der hohe Anteil an Grünflächen und größeren Bäumen wirkt sich jedoch positiv auf die klimatische Situation aus. Ohne Anpassungsmaßnahmen ist durch den Klimawandel voraussichtlich dennoch mit einer erheblichen Verschlechterung der Situation zu rechnen – Tage mit Hitzestress werden häufiger.

Das Quartier weist eine hohe Einwohnerdichte auf. Die Gebäude sind zumeist aus den 50er und 60er Jahren. Der energetische Sanierungsbedarf ist entsprechend hoch. Die Straßen sind großzügig angelegt mit einem hohen Anteil an meist versiegelten Parkierungsflächen. Demgegenüber steht ein hoher Anteil an halböffentlichen Grünflächen – dem Abstandsgrün. Die bestehenden Bäume haben aufgrund des Alters der Siedlung eine beträchtliche Größe erreicht und erfüllen eine wichtige klimatische Ausgleichsfunktion.



Abbildung 87 – Die großzügigen Grünflächen zwischen den Gebäuden könnten mit den Bewohner/-innen zusammen gestaltet werden. Zum Beispiel könnten Gemeinschaftsgärten angelegt und Kühloasen gestaltet werden. Auch für die Gestaltung mit Regenwasser bietet sich der notwendige Platz. (Foto: faktorgruen)

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

Maßnahmenpaket

Ein großes Entwicklungspotenzial haben die Abstandsgrünflächen. Hier können kleine **Kühloasen** entstehen die vor allem für ältere Bewohner/-innen von hoher Bedeutung sind. Kühloasen werden in Zukunft aufgrund von Klimawandel und demografischem Wandel massiv an Bedeutung gewinnen. **Wasser** spielt bei der Gestaltung dieser Flächen ebenfalls eine wichtige Rolle. Vor allem Regenwasser kann in die Freiflächengestaltung integriert werden. Es können Rückhalteräume für Starkregenereignisse geschaffen werden. Genug Raum für eine **dezentrale Regenwasserbewirtschaftung** ist hier vorhanden. Großes Potenzial liegt des Weiteren in der Schaffung von **Nachbarschaftsgärten**. Bei allen Gestaltungen und Baumaßnahmen im Quartier ist besonderen Wert auf den Erhalt des **Baumbestands** zu legen.

Der zweite Maßnahmenswerpunkt betrifft die **Gebäude**. Im Zuge von wichtigen energetischen Sanierungen ist besonderer Wert auf Maßnahmen zum sommerlichen Wärmeschutz zu legen. Hierbei sollte die **Fassadenbegrünung** eine zentrale Rolle spielen. **Dachbegrünungen** sind bei Flachdächern standardmäßig auszuführen.

Die **Entsiegelung** stellt den dritten Maßnahmenswerpunkt dar. Vor allem Parkierungsflächen sollten konsequent wasserdurchlässig gestaltet werden. Vereinzelt sollten zudem Garagen durch grüne Parkierungsflächen oder Tiefgaragen ersetzt werden. Alternativ sind die Garagen mit Dachbegrünungen zu versehen.



Abbildung 88 - Gestaltung von Zwischengrün mit Aufenthaltsbereichen und Spielmöglichkeiten im Schatten. (Foto: faktorgruen)

Übertragbarkeit

Das gesamte Maßnahmenpaket ist sehr gut auf andere Quartiere des gleichen Strukturtyps übertragbar. Viele Quartiere mit Zeilenbebauungen weisen heute noch keine hohe klimatische Empfindlichkeit auf. Es ist aber zu erwarten, dass ohne die genannten Maßnahmen die Empfindlichkeit in Zukunft deutlich zunehmen wird.

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

5.1.4 Hochhaussiedlungen

Ausgewähltes Quartier

Eglosheim, Pleidelsheimer Straße

Weitere Quartiere vom gleichen Typ

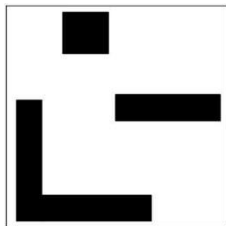
Kleinere Hochhaussiedlungen finden sich auch in Neckarweihingen, Hohe-neck, Oßweil und Grünbühl.

Ausgangslage

Die Hochhaussiedlung an der Pleidelsheimer Straße weist eine hohe klimatische Empfindlichkeit auf. Hier leben viele Menschen auf kleinem Raum, wobei besonders die südexponierten Gebäudeseiten in Hitzeperioden einer starken Strahlenbelastung durch die Sonne ausgesetzt sind. Die großen Flachdächer sind nicht oder nur zu einem geringen Teil begrünt. Der Freiraum ist zum einen durch Parkierungsflächen und –bauwerke geprägt, zum anderen durch halböffentliche Grünflächen mit zum Teil größeren Bäumen.

Maßnahmenpaket

Die Maßnahmen an den Gebäuden betreffen, sofern noch nicht erfolgt, indirekt die energetische Sanierung der Gebäude. Im Zuge der Energiesanierungen muss für einen ausreichenden **Sonnenschutz** gesorgt werden. Eine innovative Gestaltung mit **Fassadenbegrünung** hat an Hochhäusern aufgrund der guten Sichtbarkeit einen starken Modell- und Vorbildcharakter. Das Stadtbild und die Identifikation mit dem Ort könnte dadurch erheblich aufgebessert werden. Die **Flachdächer** sind für Begrünungsmaßnahmen geeignet. Auch könnte geprüft werden, ob Gemeinschaftsgärten auf diesen Dächern möglich sind. Dies könnte eine flächensparende und gemeinschaftsstärkende Maßnahme mit Vorbildwirkung darstellen. Des Weiteren sind die Parkierungsbauwerke zu begrünen.



Im Freiraum geht es vor allem um die **qualitative Aufwertung** des öffentlichen und halböffentlichen Raums. **Kühloasen** oder auch **Gemeinschaftsgärten** könnten wichtige Flächen zu klimatischen Regeneration in Hitzeperioden darstellen. Die Freiflächen sind des Weiteren für eine **dezentrale Wasserbewirtschaftung** geeignet. Regenwasser sollte versickert und rückgehalten und von der Kanalisation abgekoppelt werden. Das **Wasser** sollte zudem bei der Gestaltung der Freiräume eingesetzt werden. Eine weitere Maßnahme betrifft die wasserdurchlässige Gestaltung der **Parkierungsflächen**. Teilweise könnten auch **Baumpflanzungen** ergänzt werden.

Abbildung 89 - Fassadenbegrünung an Hochhäusern wird gut wahrgenommen und kann auch gut im Bestand hergestellt werden (Quelle: Stefan/pixelio.de)

Übertragbarkeit

Die Übertragbarkeit der Maßnahmen ist gegeben. Maßnahmen an den Gebäuden sind im Einzelfall zu prüfen. Dabei spielen vor allem der Stand der energetischen Sanierung und die Machbarkeit von Dachbegrünungen eine Rolle. Teilweise können, vor allem bei Sockelbebauungen, auch intensive Dachbegrünungen und eine Öffnung für Nutzungen durch die Bewohner/innen umgesetzt werden.

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

5.1.5 Sonderformen / Großstrukturen

Ausgewähltes Quartier

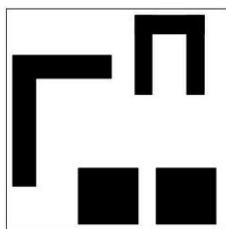
Schul- und Verwaltungsgebäude Ludwigsburg Ost

Weitere Quartiere vom gleichen Typ

Diese Bebauungsformen bestehen vor allem in der Oststadt und südlich der Innenstadt, aber auch die Schul- und Hochschulbereiche in Ludwigsburg West und Eglosheim können zu diesem Bebauungstyp gezählt werden.

Ausgangslage

Das Quartier zwischen Friedrich-Ebert-, Stuttgarter-, Friedrichstraße und Jägerhofallee ist durch eine sehr heterogene Bebauung und Freiraumsituation sowie unterschiedliche Nutzungen geprägt. Die Gebäude stehen zum Teil unter Denkmalschutz und sind von besonderer Bedeutung für das Stadtbild. Diese historischen Gebäude haben aufgrund ihrer massiven Bauweise gute Anpassungseigenschaften bzgl. klimatischer Extreme, da sie sich in Hitzeperioden nicht so schnell aufheizen. Die neueren Gebäude sind meist mit Flachdächern mit oder ohne Dachbegrünung ausgestattet.



Die Gestaltung des Freiraums ist speziell der Funktion der jeweiligen Nutzung angepasst. Klimatisch ungünstig wirken sich vor allem die großzügigen Parkplatzflächen aus. Große Baumbestände sind teilweise vorhanden, öffentlich nutzbare Freiräume dagegen kaum. Eine Besonderheit ist die Lage zwischen zwei der wichtigsten klimatischen Regenerationsflächen der Stadt, der Bärenwiese und dem Salonwald. Die Königsallee verbindet die beiden Anlagen als wichtiger grüner Verbindungsweg.



Abbildung 90 - Tiefgaragen sollten so gebaut werden, dass eine intensive Begrünung möglich ist. (Quelle: Nicole Pfoser 2012, Verwaltungszentrum Konradinerallee, Wiesbaden)

Maßnahmenpaket

Bei den Gebäuden ist die Notwendigkeit von **sommerlichem Wärmeschutz** im Einzelfall zu prüfen, vor allem bei den neueren Gebäuden. Um die Sonneneinstrahlung im Sommer zu reduzieren sollten **Fassadenbegrünungen** geschaffen werden. Diese sind allerdings auf ihre Verträglichkeit mit dem Denkmalschutz zu prüfen. Bei Flachdächern die derzeit noch nicht begrünt sind sollte dies nachgeholt werden.

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

Im Freiraum sind vor allem Maßnahmen der **Entsiegelung** und **Verschattung** zu treffen. Die Parkplatzflächen sind wasserdurchlässig zu gestalten und mit **Bäumen** zu bepflanzen. Dabei ist auf pflanzgerechte Baumquartiere zu achten um die Vitalität der Bäume in Zukunft zu gewährleisten.

Aufenthaltsbereiche können als **Kühloasen** im öffentlichen Raum geschaffen werden. Zwischen den zwei großen Klimakomfortzonen Bärenwiese und Salonwald könnte dadurch eine kleine Klimakomfortinsel als Trittstein geschaffen werden, z.B. entlang der Königsallee. Die **Alleen** im Quartier sollten zudem im Sinne einer grünen Vernetzung gestärkt und aufgewertet werden.

Übertragbarkeit

Die Übertragbarkeit der Maßnahmen ist aufgrund der Heterogenität dieses Strukturtyps nur bedingt möglich und muss im Einzelfall geprüft werden. Entsiegelungsmaßnahmen, Baumpflanzungen und die Begrünung von Flachdächern sind aber bei allen Großstrukturen in Ludwigsburg sinnvolle Maßnahmen mit großem Potenzial.

5.1.6 Alte Dorfstrukturen

Ausgewähltes Quartier

Zentrum Poppenweiler

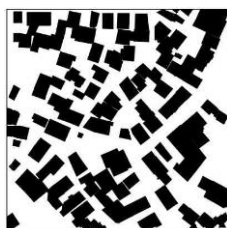
Weitere Quartiere vom gleichen Typ

Alle ehemals eigenständigen Stadtteile sind diesem Strukturtyp zuzuordnen. Neben Poppenweiler sind dies Oßweil, Pflugfelden, Eglosheim, Hoheneck und Neckarweihingen.

Ausgangslage

In den alten Dorfstrukturen fanden über einen längeren Zeitraum vielschichtige bauliche und strukturelle Veränderungen statt. Geblieben sind eine extrem dichte Baustruktur und eine zumeist gemischte Nutzung. Der Gebäudebestand ist sehr heterogen. Neue Gebäude haben sich unter die ursprüngliche Bausubstanz gemischt. Der Grünflächenanteil ist insgesamt sehr gering und beschränkt sich meist auf kleinere Innenhöfe.

Maßnahmenpaket



Insgesamt besteht bei den historischen Ortskernen relativ wenig Raum für klimawirksame Maßnahmen. Das größte Potenzial besteht in der Schaffung von kleinsten Grünräumen. Dafür eignen sich die **Innenhöfe**. Weiterhin kann der **Rückbau** von Gebäuden innerhalb dieser Höfe sinnvoll sein. Zum anderen bietet sich der öffentliche Straßenraum für die Schaffung von **kleinen Kühloasen** an. Diese kleinen begrünten Plätze mit einzelnen Bäumen könnten sich als wichtige zentrale Treffpunkte etablieren. Solche Plätze sind in Ortszentren umso wichtiger, da öffentliche Grünanlagen meist schwer erreichbar sind. **Wasserbrunnen** sind traditionell Gestaltungselemente die mit dem Klimawandel wieder an Bedeutung gewinnen.



Abbildung 91 - Dorfbrunnen sind Identifikationsobjekte, beliebte Treffpunkte und willkommene Erfrischung bei Hitze. (Quelle: hertzBB, pixelio 2014)

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

Zudem sollten **Trinkwasserbrunnen** geschaffen werden. In Poppenweiler bietet sich des Weiteren die klimatische Aufwertung des Sport- und Veranstaltungsgeländes an der Erdmannhäuser Straße an. Diese könnte als öffentliche Grünanlage mit Aufenthaltsqualität gestärkt werden.

Maßnahmen an den Gebäuden betreffen vor allem die energetische Sanierung. **Fassadenbegrünungen** sind in Bezug auf das Ortsbild zu prüfen. Solche Begrünungsmaßnahmen können aber zu einer Aufwertung des Ortsbildes beitragen. Positive klimatische Aspekte sind dadurch mit Sicherheit zu erwarten.

Übertragbarkeit

Die Übertragbarkeit der Maßnahmen ist gegeben. Die Freiraumsituation und das Potenzial für grüne Aufenthaltsbereiche sind im Einzelfall zu analysieren.

5.1.7 Gewerbegebiete

Ausgewähltes Hot-Spot-Quartier

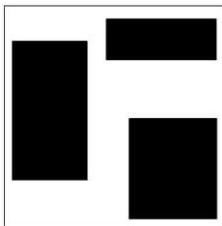
Gewerbegebiet West

Weitere Quartiere vom gleichen Typ

Weitere Gewerbegebiete mit sehr hoher klimatischer Belastung sind das Tammerfeld und die Strombergstraße. Kleinere Gewerbegebiete finden sich zudem in Poppenweiler, Oßweil, Pflugfelden (Waldäcker) und Neckarweihingen.

Ausgangslage

Das Gewerbegebiet in der Ludwigsburger Weststadt weist heute bereits eine sehr hohe klimatische Belastung auf. Im Klimaatlas ist das Quartier als klimatisch sanierungsbedürftig dargestellt. Unter Berücksichtigung der zukünftigen klimatischen Veränderungen besteht daher ein dringender Handlungsbedarf.



Dieses Gewerbegebiet ist geprägt durch eine heterogene Gebäudesubstanz mit Produktions- und Lagerhallen, Verwaltungs- und Verkaufsgebäuden, sowie einen sehr hohen Anteil an versiegelten Flächen, vor allem Verkehrsflächen. Grünstrukturen sind nur in geringem Umfang. Sie beschränken sich vor allem auf vereinzelte Bäume an Straßen und Parkplätzen, kleine ungenutzte Restflächen sowie kleinere Grünflächen an repräsentativen Eingangsbereichen. Öffentliche und für die kurzzeitige Erholung (z.B. der örtlichen Mitarbeiter/-innen) nutzbare Freiräume sind kaum vorhanden. Hinzu kommen eine starke Verkehrs- und Luftbelastung an der Schwieberdinger Straße.

Maßnahmenpaket

Entwicklungsschwerpunkte sind die klimaangepasste Gestaltung der Gebäude, die Begrünung von Gebäuden und Freiräumen, die Entsiegelung und Erhöhung der Oberflächenalbedo, die Schaffung von kleinen nutzbaren Freiräumen sowie das dezentrale Regenwassermanagement.

Die klimaangepasste Gestaltung der Gebäude ist im entsprechenden Maßnahmensteckbrief detailliert beschrieben. Im Gewerbegebiet haben vor allem Dach- und Fassadenbegrünungen ein sehr hohes Potenzial.

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere



Abbildung 92 - Potenzialflächen für Dachbegrünung aus dem Forschungsprogramm „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (Quelle: Hemberger und Utz, 2014, verändert)

Die Begrünungsmöglichkeiten im Freiraum sind vielfältig: Die vorhandenen, zum Teil historischen Alleen sollten durch adäquate Baumschutzmaßnahmen und ergänzende Baumpflanzungen aufgewertet werden. Ergänzend sollten an weiteren Straßen, vor allem an wichtigen Fuß- und Radverbindungen Baumreihen gepflanzt werden. Des Weiteren sollten Parkierungsflächen mit Bäumen versehen werden. Eine wichtige Rolle spielt auch die stärkere Vernetzung von öffentlichen und halböffentlichen/privaten Freiräumen.



Abbildung 93 – Schaffung von kleinen begrüneten Räumen für die Mitarbeiter/-innen, z.B. auch auf intensiv begrüneten Dächern. (Foto: faktorgruen)

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

Fassadenbegrünungen und sonstige vertikale Grünstrukturen bieten vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten: Die Begrünung von Fassaden hat positive Effekte auf das Rauminnenklima und die Energiebilanz der Gebäude als auch positive klimatische, lufthygienische Effekte im Gebäudeumfeld. Des Weiteren handelt es sich um eine ästhetische Aufwertung, welche ein hohes Maß an Akzeptanz hervorruft und einen Imagegewinn für die Firma darstellt. Mit geringem Kostenaufwand kann dadurch ein beträchtlicher Mehrwert geschaffen werden. Detaillierte Informationen zu Dach- und Fassadenbegrünungen finden sich im Kapitel „Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen“ sowie im Leitfaden „Gebäude, Begrünung, Energie“.



Abbildung 94 - Fassadenbegrünung mit Rankhilfen - ein Imagegewinn für das Unternehmen (Swiss Re München). (Foto: faktorgruen)

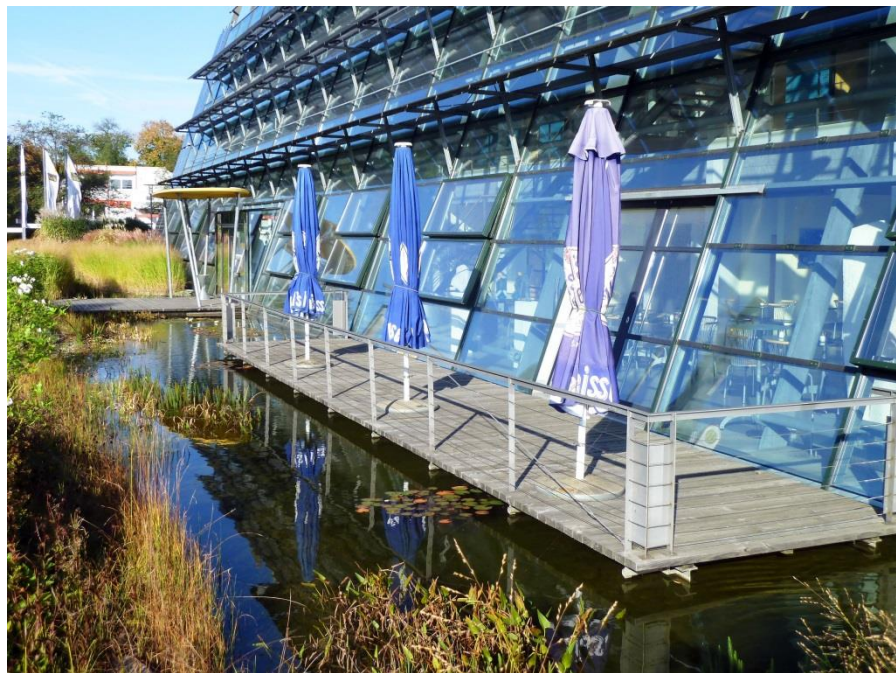


Abbildung 95 - Repräsentative Aufenthaltsräume lassen sich gut mit einem dezentralen Regenwassermanagement kombinieren. (Foto: faktorgruen)

Schwerpunkte für Stadtstrukturtypen anhand ausgewählter Quartiere

Auch für die Gestaltung von kleinen nutzbaren Freiräumen und repräsentativen Bereichen kann vertikales Grün eingesetzt werden (vgl. „Grünes Zimmer“ Ludwigsburg). Für die kurzzeitige Erholung z.B. in der Mittagspause, aber auch als Treffpunkte und Kommunikationsorte im Freien sollten kleine begrünte und schattige Kühloasen geschaffen werden. Diese können vielfältig gestaltet werden. Denkbar ist z.B. auch die Ausstattung mit WLAN oder die Kombination mit einem Kiosk für Kaffee und gesunde Snacks. Diese Räume könnten auch repräsentativen Zwecken dienen.

Sehr hohes Entsiegelungspotenzial besteht vor allem auf Parkierungsflächen. Hier können die Asphaltdecken z.B. durch Rasenpflaster ersetzt werden. Die helle Oberflächengestaltung bietet sich vor allem bei Flächen an die weder begrünt noch entsiegelt werden können. Viele der genannten Maßnahmen sind geeignet, ein dezentrales Regenwassermanagement im Gewerbegebiet zu unterstützen (vgl. „Wasser in der Stadt“).

Für die Umsetzung der Maßnahmen müssen vor allem die Unternehmen gewonnen werden. Die Maßnahme „Leistungsfähige Unternehmen im Klimawandel“ ist dafür von großer Bedeutung.

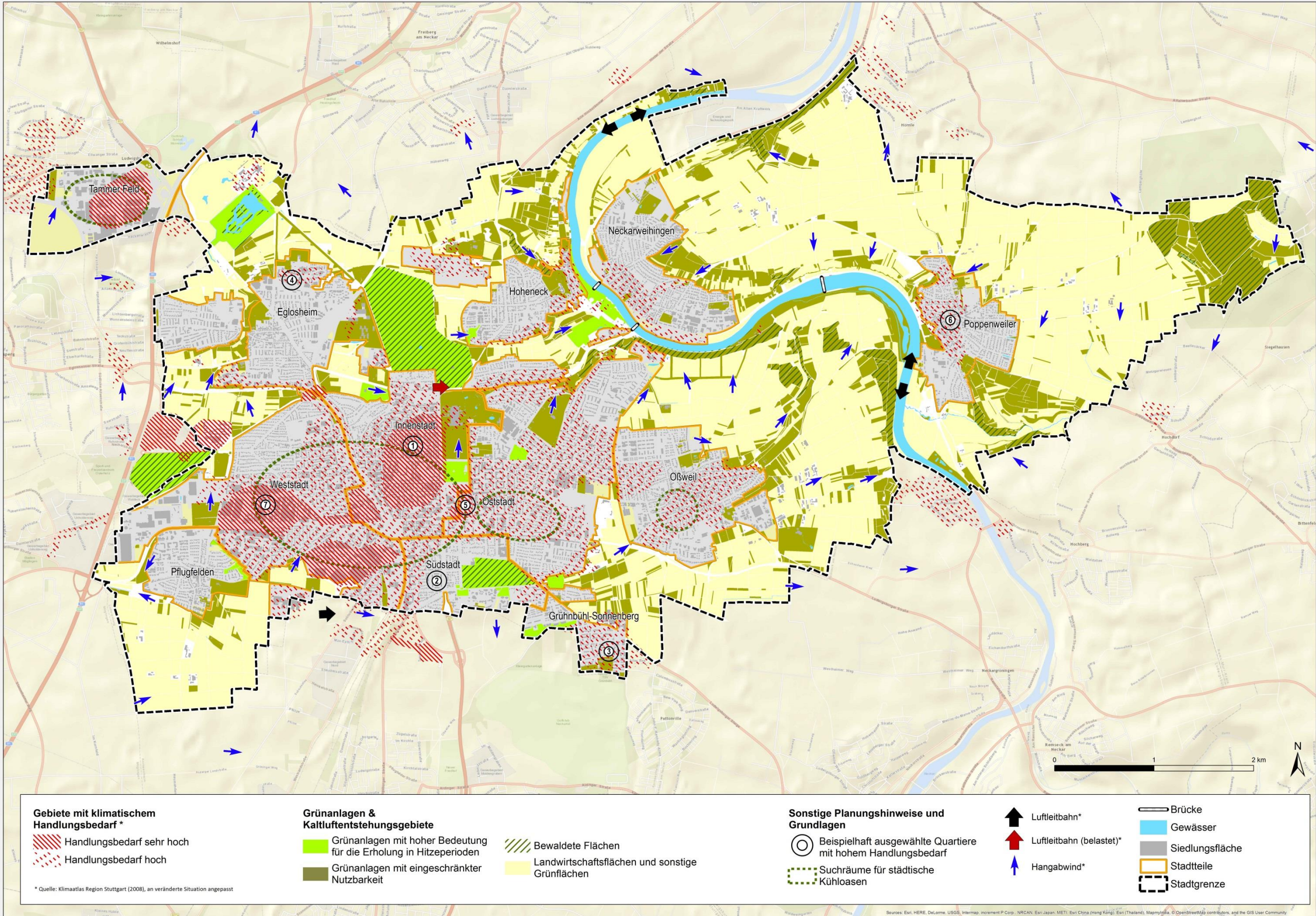
Übertragbarkeit

Hohe Übertragbarkeit ist gegeben. Bei neu geplanten Gewerbegebieten sollten die genannten Maßnahmen von vornherein umgesetzt werden.

6 Plan zum Klimaanpassungskonzept

<i>Ziele und Inhalte</i>	Wichtige Bestandteile des Maßnahmenkatalogs sind im Plan zum Klimaanpassungskonzept räumlich dargestellt. Der Plan soll als Arbeitsgrundlage für Entscheidungen der Stadtentwicklung und die tägliche Arbeit der städtischen Verwaltung dienen. Eine wichtige Grundlage hierfür sind die Inhalte des Klimaatlas der Region Stuttgart (Verband Region Stuttgart 2008). Die Inhalte werden im Folgenden erläutert:
<i>Gebiete mit sehr hohem klimatischen Handlungsbedarf*</i>	Gemäß Klimaatlas sind diese Gebiete unter stadtklimatischen Gesichtspunkten sanierungsbedürftig. Sie weisen hohe klimatisch-lufthygienische Belastungen auf. Diese Aussage bezieht sich auf den heutigen Zustand. Durch den Klimawandel ist eine weitere Verschlechterung der Situation zu erwarten. Der Handlungsbedarf ist in diesen Bereichen daher sehr hoch. Ohne Maßnahmen zur klimatischen Aufwertung wird die Qualität des Wohnumfeldes während der Sommermonate in den nächsten Jahrzehnten stark abnehmen.
<i>Gebiete mit hohem klimatischen Handlungsbedarf</i>	Gemäß Klimaatlas weisen diese Gebiete eine hohe klimatisch-lufthygienische Empfindlichkeit auf. Das bedeutet dass weitere Bau- und Versiegelungsmaßnahmen zu einer Verschlechterung der klimatischen Situation führen. Mit fortschreitendem Klimawandel wird diese Empfindlichkeit weiter zunehmen. Ohne Gegenmaßnahmen ist zudem mit einer Verschlechterung der Situation zu rechnen. Maßnahmen zur Verbesserung der klimatischen Situation sind also notwendig um die Qualität des Wohnumfeldes zu erhalten und die Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel zu verringern.
<i>Grünanlagen und Kaltluftentstehungsgebiet</i>	Grün- und Freiflächen erfüllen in Hitzeperioden unterschiedliche Funktionen. Am Tag dienen sie vor allem der klimatischen Regeneration. Sie werden von Menschen gezielt wegen ihrer klimatisch günstigen Bedingungen aufgesucht. Es kann von „Klimakomfortzonen“ gesprochen werden. In der Nacht dienen sie der Kaltluftproduktion und tragen zur nächtlichen Abkühlung der Quartiere bei. Gemäß ihrer Funktion und Bedeutung werden folgende Kategorien unterschieden:
<i>Grünanlagen mit hoher Bedeutung für die Erholung in Hitzeperioden</i>	Gut erreichbare Parkanlagen sind für die Regeneration in Hitzeperioden besonders wichtig. Bestenfalls bestehen diese Flächen sowohl aus offenen als auch mit Bäumen beschatteten Bereichen die für unterschiedliche Aktivitäten genutzt werden können. Die dargestellten Grünanlagen sind von unterschiedlicher Ausstattung. Sie stellen aber allesamt wichtige Grünflächen dar, die der wohnungsnahen Erholung sowie der klimatischen Regeneration in Hitzeperioden dienen (Klimakomfortzonen).
<i>Grünanlagen mit eingeschränkter Nutzbarkeit</i>	Grünanlagen mit eingeschränkter Nutzbarkeit sind Grünflächen, die nur bestimmte Formen der Nutzung zulassen oder nur bestimmten Personengruppen zur Verfügung stehen. Dies sind z.B. Streuobstwiesen, Kleingartenanlagen, Friedhöfe oder auch eingeschränkt zugängliche Flächen wie z.B. das Blühende Barock sowie steile oder weit vom Siedlungsbereich entfernt liegende Waldflächen. Diese Grünflächen sind dennoch wichtig für die Erholung und klimatische Regeneration. Sie besitzen zum Teil ein hohes Aufwertungspotenzial in Bezug auf die Nutzbarkeit. Es sollten bevorzugt dort solche Grünflächen besser nutzbar gemacht werden, wo derzeit keine Grünanlagen mit hoher Bedeutung vorhanden sind.

<i>Bewaldete Flächen</i>	Wälder weisen besonders günstige klimatische Bedingungen auf. Vor allem in Hitzeperioden sind Wälder wichtige Erholungs- und Regenerationsflächen (Klimakomfortzonen). Die nächtliche Kaltluftproduktion ist hingegen geringer als bei offenen Grünflächen. Allerdings können Wälder auch am Tag als Kaltluftproduktionsflächen fungieren. Waldflächen können sowohl Grünanlagen mit hoher Bedeutung für die Erholung in Hitzeperioden sein als auch Grünanlagen mit eingeschränkter Nutzbarkeit. Wichtige Waldbe- reiche in Siedlungsnähe sind der Salonwald, der Favoritepark und der Osterholz-Wald.
<i>Landwirtschaftliche und sonstige Grünflächen</i>	Offene Wiesen- und Ackerflächen sind aufgrund fehlender Beschattung als Regenerationsflächen in Hitzeperioden ohne Bedeutung. Demgegenüber handelt es sich aber um wichtige Flächen für die Kaltluftproduktion. Diese sind prinzipiell zu erhalten. Um die Nutzbarkeit für die Erholung zu erhöhen sollten aber Aufwertungsmaßnahmen wie z.B. die Pflanzung von Hecken und Baumreihen erfolgen.
<i>Suchräume für städtische Kühloasen</i>	Die Versorgung mit Klimakomfortzonen ist für die klimatische Regeneration der Bewohner/-innen in Hitzeperioden besonders wichtig. Es gibt jedoch Bereiche im Stadtgebiet von denen aus solche Flächen schlecht erreichbar sind. Dies ist vor allem in Gebieten mit einer hohen klimatisch-lufthygienischen Belastung problematisch (Gebiete mit sehr hohem und hohem klimatischen Handlungsbedarf). In diesen Gebieten sollten kleine Grünflächen, sogenannte Kühloasen geschaffen werden, die für die kurzzeitige Erholung genutzt werden können. Solche Plätze können als Klimakomfortinseln oder Kühloasen bezeichnet werden.
<i>Luftleitbahnen</i>	Tallagen sollen nicht verbaut werden, da sie zum einen dem Kalt- und Frischlufttransport bei Schwachwind und zum anderen als Luftleitbahnen für regionale Winde dienen. Aufgrund der schwachen Topografie spielt in Ludwigsburg vor allem das Neckartal eine Rolle. Solche Luftleitbahnen bilden sich auch entlang großer Straßen aus. Dies kann auch problematisch sein, da mit dem Wind auch Schadstoffe in angrenzende Quartiere transportiert werden. Hier ist vor allem die Heilbronner Straße / Marbacher Straße zu nennen. Luftleitbahnen sind grundsätzlich von Bebauung freizuhalten. Schadstoffemissionen sollten reduziert werden.
<i>Hangabwinde</i>	In unbebauten Hanglagen entstehen nachts Hangabwinde die für die Belüftung von hangabwärts liegenden Quartieren wichtig sein können. In Ludwigsburg sind die Hangabwinde aufgrund der schwachen Topografie nicht sehr stark ausgebildet. Sie können lokal aber durchaus von Bedeutung sein. Bei Bauvorhaben in Ortsrandlage sind die Hangwinde näher zu untersuchen und die Bebauung entsprechend anzupassen. Bebauungen quer zur Strömungsrichtung sind zu vermeiden und Frischluftschneisen einzuplanen.
<i>Gewässer</i>	Große Gewässer spielen bei der Klimaanpassung aus mehreren Gründen eine wichtige Rolle. Sie haben eine temperaturnausgleichende Wirkung und werden an heißen Tagen gerne für die Erholung aufgesucht. Das Neckartal ist zudem eine wichtige Frischluftschneise. Bei Starkregenereignissen kann überschüssiges Regenwasser in die Gewässer eingeleitet werden. Andererseits steigt die Gefahr von Hochwasser entlang der Flüsse mit dem Klimawandel an, sodass Hochwasserschutz- und Renaturierungsmaßnahmen an Bedeutung gewinnen.



7 Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

Zentrale Bestandteile für die Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes ist die Beteiligung der relevanten Akteure. Im Zuge der Erarbeitung des Konzeptes wurden zwei Dialogveranstaltungen durchgeführt.

Expertenworkshop

Für den Expertenworkshop am 13. Oktober 2015 wurden Vertreter/-innen aus der Verwaltung, der Wissenschaft, externe Fachplaner/-innen sowie Bürgerinnen und Bürger eingeladen. Mit den Teilnehmenden wurden die wesentlichen Erkenntnisse aus der Analyse vorgestellt und die Anpassungsstrategie besprochen. Darüber hinaus wurde in Kleingruppen über die wichtigsten Anpassungsmaßnahmen diskutiert. Der Workshop brachte wichtige Erkenntnisse, welche in die weitere Bearbeitung des Klimaanpassungskonzeptes eingeflossen sind.

Auftaktveranstaltung

Am 16. Februar 2016 fand die Veranstaltung „Grün in der Stadt in heißen Zeiten“ statt. An der öffentlichen Auftaktveranstaltung nahmen ca. 70 interessierte Bürgerinnen und Bürger sowie 20 Vertreter/-innen aus der Stadtverwaltung und der Politik teil. Die vorläufigen Ergebnisse und Inhalte des Klimaanpassungskonzeptes (KliK) sowie des Freiflächenentwicklungskonzeptes (FEK) wurden der Öffentlichkeit vorgestellt. In Kleingruppen hatten die Teilnehmenden dann die Gelegenheit, mit Expert/-innen über die Schwerpunktthemen der beiden Konzepte zu diskutieren und ihre Anregungen und Ideen vorzubringen.

Die Anregungen der Teilnehmenden sind in die weitere Bearbeitung des Klimaanpassungskonzeptes eingeflossen. Eine ausführliche Ergebnissicherung findet sich in der Anlage „Dokumentation Auftaktveranstaltung“.

Weitere Öffentlichkeitsarbeit

Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit ist eine zentrale Maßnahme des Klimaanpassungskonzeptes. Das Konzept für die weitere Öffentlichkeitsarbeit wird im Maßnahmenkatalog unter „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“ beschrieben. Hier geht es im Wesentlichen um das Aufzeigen von Verhaltensweisen in Hitzeperioden aber auch um die Schaffung von Akzeptanz von Anpassungsmaßnahmen. Darüber hinaus soll ein ganzheitliches Bewusstsein für das Thema Klimaanpassung in der Bevölkerung geschaffen werden.

Hierzu wird vorgeschlagen, eine Sensibilisierungskampagne in der Öffentlichkeit durchzuführen. Das Thema soll dabei gemeinsam mit den Themen Klimaschutz und Freiflächenentwicklung kommuniziert werden. Wichtig ist die Nutzung von prominenten Kanälen, um eine breite Öffentlichkeit zu erreichen.

Einzelne Bevölkerungsgruppen und Akteure sollen besonders angesprochen werden. Die wichtigsten Zielgruppen sind:

Städtische Verwaltung

Das Thema Klimaanpassung soll als Querschnittsthema in der Verwaltung etabliert werden (vgl. „Klimaanpassung in der Verwaltung“).

Kinder und Jugendliche

Kinder und Jugendliche sollten früh für das Thema sensibilisiert werden (vgl. „Klimaanpassung in Schulen und Kindertageseinrichtungen“).

Pflegebedürftige, vor allem in Pflege- und Gesundheitseinrichtungen

Die besonders empfindliche Bevölkerungsgruppe muss am stärksten vor den negativen gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels geschützt werden („vgl. „Klima-Frühwarnsysteme und Hitzeberatung“ und „Kooperation mit Gesundheitseinrichtungen“).

Unternehmen

Es ist sehr wichtig, dass Unternehmen eigene Anpassungsmaßnahmen umsetzen. Beispielsweise in ihrer Betriebs- und Mitarbeiterführung oder der Gestaltung der Gebäude und Firmengelände (vgl. „Leistungsfähige Unternehmen im Klimawandel“).

Private Grundstücks- und Gebäudebesitzer/-innen

Damit Privatpersonen Anpassungsmaßnahmen auf ihren eigenen Grundstücken umsetzen, ist es wichtig Anreize zu schaffen und Informationskampagnen durchzuführen (vgl. „Quartiersbezogene und lokale Maßnahmen“).

Beteiligung im Rahmen der Stadtteilentwicklungsprozesse

Neben den genannten Kommunikationsmaßnahmen soll die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger auf der Ebene der Maßnahmenumsetzung fortgeführt werden. Es wird vorgeschlagen, konkrete Maßnahmen in den Quartieren durch Beteiligungsformate begleiten zu lassen. Nur so kann die Akzeptanz der Bevölkerung für die Maßnahmen gewährleistet werden.

8 Ausblick

Übernahme in das Stadtentwicklungskonzept

Das strategische Fachkonzept Klimaanpassung soll künftig als Planungsgrundlage, insbesondere bei Quartiersentwicklungen, bei der Wohnbaulandentwicklung, bei der Aufwertung und Ausweisung von Gewerbegebieten sowie bei den Verkehrsplanungen dienen. Der Stadt Ludwigsburg steht damit ein Baukastensystem von strategischen Leitelementen der wichtigsten Handlungsfelder bis hin zu praktisch durchführbaren Maßnahmen und Standards zur Verfügung um die städtische Widerstandsfähigkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels zu stärken.

Das Konzept stellt darüber hinaus eine wichtige Grundlage für die Bauleitplanung dar und wird in die Fortschreibung des Flächennutzungsplans Eingang finden.

Umsetzung in den Stadtteilen

Das Klimaanpassungskonzept stellt die Grundlage für die klimaangepasste Entwicklung der Stadtteile dar. Die räumlich konkrete Umsetzung des Konzeptes, vor allem der quartiersbezogenen Maßnahmen, muss in den Stadtteilen stattfinden. Im Rahmen der Stadtteilentwicklungspläne soll das Konzept mit konkreten Maßnahmen Schritt für Schritt umgesetzt werden, schwerpunktmäßig in den Bereichen mit hohem Handlungsbedarf (vgl. Gesamtplan). Der Maßnahmenkatalog und insbesondere die Empfehlungen je nach Stadtstrukturtypen bilden hierfür als umfangreiches Baukastensystem die Grundlage.

Umsetzung Masterpläne

Die Ziele des Klimaanpassungskonzeptes werden in das Stadtentwicklungskonzept und damit in die thematischen Masterpläne integriert. Sie sind damit Bestandteil der nachhaltigen Stadtentwicklung in Ludwigsburg. Es erfolgt im nächsten Schritt je nach Thema eine Konkretisierung der weiteren Umsetzungsschritte.

Über die Masterpläne erfolgt die Steuerung und Koordination der Umsetzungsmaßnahmen.

In regelmäßigen Abständen erfolgt durch das Referat Nachhaltige Stadtentwicklung ein Fortschrittsbericht zur Klimaanpassung.

Städtisches GIS

Bei der Erfolgskontrolle der räumlich konkreten Maßnahmen (z.B. Grün- und Freiflächen, quartiersbezogene und lokale Maßnahmen) sollte das städtische GIS (Geoinformationssystem) verstärkt als Hilfsmittel eingesetzt werden. Bestandsaufnahmen (z.B. Art, Größe und Zustand der Bäume) sind schon für öffentliche Flächen erfasst. Alle räumlich verortbaren umgesetzten Maßnahmen sollten laufend in das GIS-System eingespeist werden. Im Zuge der Erfolgskontrolle können dann alle Maßnahmen auf einen Blick angezeigt und mit neuen Erkenntnissen über die klimatische Situation sowie die Potenzialflächen (vgl. Hemberger und Utz, 2014) verglichen werden.

Freiburg, den 25.04.2016

Dipl.-Ing. Tom Wallenborn
Dr. Thomas Hahn

faktorgruen

9 Quellenverzeichnis

Literatur

BauGB: **Baugesetzbuch** in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.09.2004 (BGBl. I S. 2414) zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.10.2015 (BGBl. I S. 1722) m.W.v. 24.10.2015

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2015): **Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung**, Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Becker, C.; Hübner, S.; Sieker, H.; Gilli, S.; Post, M.

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2008): **Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel**. Bundeskabinett. Die Bundesregierung.

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2011): **Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel**. Bundeskabinett. Die Bundesregierung.

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015a): **Monitoringbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel**. Schönthaler, K.; von Andrian-Werburg, S.; van Rühl, P.; Hempen, S. Umweltbundesamt.

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015b): **Vulnerabilität Deutschland gegenüber dem Klimawandel**. Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass); Deutscher Wetterdienst. Umweltbundesamt.

Bründl, W.; Mayer, H.; Baumgartner, A. (1986) **Untersuchung des Einflusses von Bebauung und Bewuchs auf das Klima und die lufthygienischen Verhältnisse in bayerischen Großstädten**; Abschlußbericht zum Teilprogramm "Klimamessungen München" Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen.

DIW – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (2008). **Kosten des Klimawandels**: Arme Bundesländer trifft es am härtesten. Zunehmende Risiken für die Energieversorgung. Pressemitteilung vom 26.03.2008

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team; Pachauri, R.K; Reisinger, A.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Summary for policymakers. In: **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2013): **Zukünftige Klimaentwicklung in Baden-Württemberg** – Perspektiven aus regionalen Klimamodellen. Wagner, A.; Gerlinger, K.; Chomoev, E.; Mast, M.; Höpker, K.A.; Schulz-Engler, D.

LUBW – Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (2015): **Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg**, Vulnerabilitäten und Anpassungsmaßnahmen in relevanten Handlungsfeldern. ÖKONSULT GbR.

Mayer, H.; Matzarakis, A. (2010): Projekte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Rahmen der BMBF Forschungsinitiative klimazwei. Meteorologisches Institut der Albert-Ludwig-Universität Freiburg.

Minnich, L. (2010): Diplomarbeit: **Gesundheitliche Folgen des Klimawandels bei erhöhter Wärmebelastung in der Region Stuttgart – Eine räumliche Vulnerabilitätsuntersuchung**. Universität Stuttgart.

MVI – Ministerium für Verkehr und Infrastruktur (2012): **Städtebauliche Klimafibel**, Hinweise für die Bauleitplanung. Neuauflage 2012. Reuter, U.; Kapp, R.

Stadt Karlsruhe (2015): **Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung**, Anpassungskomplex "Hitze". Berchtoldkrass space&options; Geo-Net Umweltconsulting GmbH.

Stadt Ludwigsburg (2009): **Rahmenplan Historische Alleen**. Planstatt für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung Johann Senner.

- Stadt Ludwigsburg (2013): **Radroutenkonzept 2025**: Erhöhung der Wegeanteile des Nichtmotorisierten Individualverkehrs. Planungsgruppe Kölz GmbH.
- Stadt Ludwigsburg (2015): **Klimaökologische Begleitung des Projektes Klimaanpassung: Sportpark Ludwigsburg mit dem „Berliner Platz“ in Ludwigsburg** im Rahmen des Verbundprojektes „Klimaanpassung Region Stuttgart – KARS“ Zwischenbericht. Geo-Net Umweltconsulting GmbH.
- Rohat, G. (2014): Master thesis: On the Use of the Climate Twins Approach to Pose the Challenges of Urban Adaptation. Université de Genève.
- Rohat, G. (2015): On the Use of the Climate Twins Approach to Pose the Challenges of Urban Adaptation. Case Study: Ludwigsburg. Université de Genève.
- TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011): **TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management**. Bignaut, J.; de Wit, M.; van Zyl, H.
- UM - Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2014): **Das Konzept der Anpassungskapazität als Teil der Vulnerabilitätsbestimmung in der Stadt- und Raumplanung** – Evaluation und Weiterentwicklung in der Praxis. Hemberger, C.; Utz, J.
- UM - Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2015): **Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Baden-Württemberg**. ÖKONSULT GbR.
- Universität Stuttgart (2010): **Gesundheitliche Folgen des Klimawandels bei erhöhter Wärmebelastung in der Region Stuttgart** – Eine räumliche Vulnerabilitätsuntersuchung. Diplomarbeit: Minnich, L.
- Verband Region Stuttgart (2008): **Klimaatlas Region Stuttgart**. Baumüller, J.; Reuter, U.; Hoffmann, U.; Esswein, H.
- Verband Region Stuttgart (2011): **Vulnerabilitätsbericht der Region Stuttgart**. Weis, M.; Siedentop, S., Minnich, L.

Internetquellen

- www.agroforst.de (03.2016)
- www.dwd.de/DE/leistungen/inkas/inkasstart.html
- www.klimaexwest.de
- www.klimamoro.de
- www.klimzug.de
- www.kliwa.de
- www.stadtklima-stuttgart.de

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Beispiele branchenspezifischer Marktchancen der Klimaveränderungen (Quelle: UM 2015)	38
Tabelle 2 - Übersicht über die Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs mit Zuordnung zu den Masterplänen des Stadtentwicklungskonzeptes (SEK)	47
Tabelle 3 - Maßnahmen für die Stadtstrukturtypen anhand beispielhaft ausgewählter Quartiere, vgl. Plan auf Seite 114	96

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Klimaentwicklung in Deutschland (Quelle: Deutscher Wetterdienst 2015).....	6
Abbildung 2 - Grünes Zimmer Ludwigsburg (Quelle: Stadt Ludwigsburg).....	12
Abbildung 3 – Unterschiedliche Szenarien der globalen Temperaturerhöhung.....	13
Abbildung 4 - Anstieg der Durchschnittstemperatur in Baden-Württemberg bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013).....	14
Abbildung 5 - Häufung der heißen Tage in Baden-Württemberg bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013).....	15
Abbildung 6 - Häufung von Tropennächten in Baden-Württemberg & Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013).....	15
Abbildung 7 - Weniger Frosttage in Baden-Württemberg bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013).....	16
Abbildung 8 - Früher auftretender Vegetationsbeginn in Baden-Württemberg bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013).....	17
Abbildung 9 - Mittlere jährliche Niederschlagssumme in Baden-Württemberg (Quelle: Klimaatlas Baden-Württemberg, 2006).....	17
Abbildung 10 - Climate Twins (Quelle: Rohat 2015).....	19
Abbildung 11 - Regressionsbeziehung zw. Versiegelungsgrad und Temperatur (Quelle: Städtebauliche Klimafibel 2012, aus Bründl et al. 1986).....	20
Abbildung 12 - Wärmebelastungsindizes (Quelle: Baumüller 2015).....	21
Abbildung 13 - Tagesverlauf von Lufttemperatur (T_a) und physiologisch äquivalente Temperatur PET auf dem sonnigen (N) und schattigen (S) Gehweg in einer Ost-West ausgerichteten Straßenschlucht in Freiburg am 24.05.2007 (Quelle: Mayer & Matzarakis 2010, verändert).....	22
Abbildung 14 - Einflussfaktoren auf das thermische Empfinden im Stadtraum:.....	23
Abbildung 15 - Einflussfaktoren auf das thermische Empfinden im Stadtraum:.....	23
Abbildung 16 - Anzahl der Tage mit Wärmebelastung, Bezugsraum 1971 - 2000 (Quelle: Verband Region Stuttgart 2008, verändert).....	25
Abbildung 17 - Anzahl der Tage mit Wärmebelastung, Prognose 2071 - 2100 (Quelle: Verband Region Stuttgart 2008, verändert).....	26
Abbildung 18 - Versorgung mit Grünanlagen für die Regeneration in Hitzeperioden (Quelle: faktorgruen).....	26
Abbildung 19 - Gesamtbewertung der Bevölkerungsvulnerabilität (Verwundbarkeit) der Gemeinden und Stadtbezirke in der Region Stuttgart (Quelle: Minnich 2010).....	27
Abbildung 20 - Bodenerosion auf landwirtschaftlicher Fläche nach Starkregen (Quelle: LUBW, M. Linnenbach).....	29
Abbildung 21 - Vulnerabilität Landwirtschaft (Quelle: Verband Region Stuttgart 2011, verändert).....	30
Abbildung 22 – Favoritepark (Foto: faktorgruen).....	31
Abbildung 23 - Zipfelbachmündung in den Neckar (Quelle: Wikipedia, Foto: Nilnocere 2014).....	32
Abbildung 24 - Vulnerabilität Biotope (§30 BNatSchG) (Quelle: Verband Region Stuttgart 2011, verändert).....	33
Abbildung 25 - Neckarhochwasser 2013, Freiberg am Neckar.....	34
Abbildung 26 - Überschwemmung nach Starkregenereignis (Quelle: Badische Zeitung).....	35
Abbildung 27 – Anstieg der Anzahl der Kühltage in Baden-Württemberg, bzw. im Landkreis Ludwigsburg (Median-Werte der Klimamodellierungen, Quelle: LUBW 2013).....	36
Abbildung 28 – Die Leistungsfähigkeit ist bei Temperaturen von 21 – 25°C am höchsten und sinkt bei kälteren und wärmeren Temperaturen kontinuierlich (Quelle: Minnich 2010, aus: Müller u. Streblov o.J., verändert).....	36

Abbildung 29 – Die Empfindlichkeit der Stadtbäume gegenüber Schäden nimmt durch den Klimawandel weiter zu, z.B. entlang der B 27 (Foto: faktorgruen)	38
Abbildung 30 - Das Blühende Barock ist ein beliebter Touristenmagnet.(Quelle: Stadt Ludwigsburg) ...	40
Abbildung 31 - Verzahnung der strategischen Fachkonzepte im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung: Klimaanpassungskonzept (KliK), Energie- und Klimaschutzkonzept (GEK) und Freiflächenentwicklungskonzept (FEK)	44
Abbildung 32 - Das Thema Klimaanpassung ergänzt das Wissenszentrum Energie (Quelle: Stadt Ludwigsburg)	49
Abbildung 33 - - Große Hitze sollte bei sportlichen Aktivitäten nicht unterschätzt werden (Quelle: Ludwigsburger Citylauf).....	53
Abbildung 34 - In Hitzeperioden muss vor allem auf eine ausreichende Wasserzufuhr geachtet werden (Quelle: Sigrid Rossmann, pixelio.de)	53
Abbildung 35 - Vor allem bei älteren Menschen ist angepasstes Verhalten in Hitzeperioden sehr wichtig (Quelle: pixabay)	54
Abbildung 36 – Kinder sollten früh für das Thema Klimawandel sensibilisiert werden. Über eine spielerische Herangehensweise kann dieses ernste Thema gut vermittelt werden. (Quelle: Stadt Ludwigsburg)	56
Abbildung 37 – Unternehmen müssen verstärkt für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen gewonnen werden. Gruppenfoto: Workshop zum Gewerbegebiet der Zukunft, Ludwigsburg 2014 (Quelle: Stadt Ludwigsburg)	58
Abbildung 38 - Der Feldahorn (<i>Acer campestre</i>) ist als eine der wenigen heimischen Baumarten gut für den Straßenraum geeignet. (Foto: faktorgruen).....	60
Abbildung 39 - Durch seine extreme Trockenheits- und Hitzetoleranz ist der Zürgelbaum (<i>Celtis australis</i>) sehr gut auf die klimatischen Veränderungen vorbereitet. (Foto: faktorgruen)	60
Abbildung 40 - Der Schutz der Bestandsbäume sollte konsequent umgesetzt werden (Ausschnitt aus: "Baumschutz auf Baustellen", Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz 2012)	60
Abbildung 41 - Grüne Bettlade - Derzeitiger Zustand (Foto: faktorgruen)	62
Abbildung 42 - Grüne Bettlade – Hohes Potenzial für eine Aufwertung (Simulation: faktorgruen).....	62
Abbildung 43 - Grünanlage mit hoher Bedeutung für die Regeneration in Hitzeperioden: Schlosspark Monrepos. (Foto: faktorgruen).....	63
Abbildung 44 - B27: hohe klimatische Belastung und keine Aufenthaltsqualität. (Foto: faktorgruen)	64
Abbildung 45 - B27 nach einer potenziellen Umgestaltung: Verringerte klimatische Belastung, hohe Aufenthaltsqualität und Imagegewinn für die Stadt. (Simulation: faktorgruen)	64
Abbildung 46 - Hohe Aufenthaltsqualität auf der Königsallee. (Foto: faktorgruen)	65
Abbildung 47 - Landwirtschaftliche Flächen sind wichtige Kaltluftentstehungsgebiete, vor allem in Siedlungsnähe (z.B. Oststadt). (Foto: faktorgruen).....	67
Abbildung 48 – Bei Bauvorhaben zu berücksichtigen: Hangabwinde und Kaltluftentstehungsgebiete (Quelle: Klimaatlas Region Stuttgart, verändert).....	67
Abbildung 49 - Dezentrales Regenwassermanagement sollte gestalterisch in den öffentlichen Raum integriert werden - dadurch können mehrfach nutzbare Freiräume entstehen (Quelle: AG Freiraum) ...	69
Abbildung 50 - Mit Regenwasser gespeiste Wasserflächen tragen zu einer hohen Wohnqualität bei (Quelle: Wirbel 1980, Wikipedia).....	69
Abbildung 51 - Dezentrales Wassermanagement in Gewerbegebieten: Eine hochwertige Gestaltung führt zu einer erheblichen Verbesserung des Arbeitsumfeldes und einem Imagegewinn für die Unternehmen. (Foto: faktorgruen).....	71
Abbildung 52 – Wasserfontänen bringen in urbaner Umgebung Abkühlung an heißen Tagen (Foto: faktorgruen)	71
Abbildung 53 - Broschüre der Stadt Karlsruhe zum Förderprogramm zur Begrünung von Höfen, Dächern und Fassaden (Quelle: Stadt Karlsruhe)	74

Abbildung 54 - Gemeinschaftsgärten können mit wenig Mitteln auch auf versiegelten Flächen angelegt werden, auch als temporäre Versuchsgärten. (Quelle: Monika, flickr 2014)	75
Abbildung 55 - Durch intensive Dachbegrünung können nutzbare Freiräume auf Dächern geschaffen werden (Quelle: Nicole Pfoser).....	77
Abbildung 56 - Gute Synergie: Hochwertige extensive Dachbegrünung und Photovoltaik (Quelle: optigrün).....	77
Abbildung 57 - Bodengebunden: Direktbewuchs mit Selbstklimmern (Quelle: Nicole Pfoser 2009)	78
Abbildung 58 - Bodengebunden: Leitbarer Bewuchs mit Gerüstkletterpflanzen (Quelle: Nicole Pfoser 2009).....	78
Abbildung 59 - Kombination aus boden- und wandgebundener Begrünung (Quelle: Nicole Pfoser 2009)	78
Abbildung 60 - Wandgebunden: Regalsysteme mit Pflanzgefäßen (Quelle: Nicole Pfoser 2009)	78
Abbildung 61 - Wandgebunden: Modulare Systeme (Quelle: Nicole Pfoser 2009)	78
Abbildung 62 - Wandgebunden: Flächige Systeme (Quelle: Nicole Pfoser 2009).....	78
Abbildung 63 - Bodengebundene Fassadenbegrünung harmoniert auch mit denkmalgeschützter Bausubstanz (Quelle: Stadt Ludwigsburg)	79
Abbildung 64 - Wandgebundene Regalsysteme mit Pflanzgefäßen am „Flower Tower“ in Paris (Quelle: Nicole Pfoser 2011)	79
Abbildung 65 - Kombination aus boden- und fassadengebundener Begrünung am Institut für Physik, Humboldt-Universität, Berlin-Adlersdorf (Quelle: Nicole Pfoser 2009).....	80
Abbildung 66 - Wandgebundene Fassadenbegrünung von Patrick Blanc am Musée Quai Branly in Paris (Quelle: Nicole Pfoser 2011)	80
Abbildung 67 - Dachbauweise zur Regenwasserrückhaltung: Ermöglicht die Nutzung des Regenwassers und vermindert Abflussspitzen bei Starkregenereignissen (Quelle: Nicole Pfoser 2012)	81
Abbildung 68 - Die "Haut" der Stadt - ungeschützt, überhitzt, laut, und ohne Regenwasser-Rückhalt (Quelle: Nicole Pfoser, 2012)	82
Abbildung 69 - Die grüne "Haut" der Stadt: Schatten, Regenwasser-Bindung, Luftreinhaltung, Lärmreduktion, Aufenthaltsraum, Ästhetik, Ökologie (Quelle: Nicole Pfoser, 2012).....	82
Abbildung 70 - Die vielfältigen positiven Wirkungen der Gebäudebegrünung (Quelle: Nicole Pfoser 2012).....	82
Abbildung 71 - Baumkronen von vitalen Laubbäumen sind besonders effektiv für Reduktion der lokalen Hitzebelastung für Menschen in der Stadt. (Foto: faktorgruen)	83
Abbildung 72 - Mit Kletterpflanzen begrünte Laubengänge sind eine weitere Möglichkeit zur Verschattung. (Quelle: Nicole Pfoser 2013)	83
Abbildung 73 - Schöne Innenhofgestaltung in Berlin. (Foto: faktorgruen)	84
Abbildung 74 - Das „Grüne Zimmer“ am Rathausplatz ist eine von vielen Möglichkeiten zur Gestaltung von Kühlhasen. (Quelle: Stadt Ludwigsburg)	85
Abbildung 75 - Der Parkplatz an der Bärenwiese heizt sich in Hitzeperioden stark auf. Hier besteht ein besonders großes Entsiegelungspotenzial. (Foto: faktorgruen)	86
Abbildung 76 - Einfache Parkplatzentsiegelung mit Rasenpflaster. (Foto: faktorgruen).....	86
Abbildung 77 - Bei stark bebauten Innenhöfen sollten Potenziale für den Rückbau von nicht erhaltenswerter Gebäudesubstanz ermittelt werden (Quelle: Stadt Ludwigsburg).....	87
Abbildung 78 - Die Gestaltung mit Regenwasser bietet vielfältige Möglichkeiten (Quelle: brxO, flickr 2007).....	88
Abbildung 79 - Trinkwasserbrunnen: Bei Hitze ein wichtiger Wasserspender im öffentlichen Raum. (Quelle: Albrecht Bonarius, pixelio 2010)	89
Abbildung 80 - Dach- und Fassadenbegrünung sollten in Ludwigsburg stärker beworben werden. Neben den positiven Effekten auf das Rauminnenklima wird auch eine positive Außenwirkung erzielt (PTH St. Georgen, Quelle: Nicole Pfoser 2013)	91

Abbildung 81 - Fassadenbegrünung mit Rankhilfen bringt Beschattung und gute Gestaltungsmöglichkeiten. (Foto: faktorgruen)	92
Abbildung 82 - Wenn am Boden kein Platz mehr ist, können Dachgärten wie hier in Stuttgart entstehen. Die Stadt könnte dafür die Dächer von öffentlichen Gebäuden bereitstellen oder in Gewerbegebieten solche Dachflächen z.B. "anmieten". (Quelle: Stadt Stuttgart, Foto: Friederike Schmidt)	94
Abbildung 83 - Gelungene Kombination: Fassadenbegrünung und Denkmalschutz am Gebäude des Fachbereichs Tiefbau und Grünflächen. (Foto: faktorgruen)	98
Abbildung 84 - Großes Potenzial für großflächige Entsiegelung, Baumpflanzungen und die Gestaltung einer Grünfläche bietet der Bereich Arsenalplatz / Schillerplatz / Staatsarchiv. (Foto: faktorgruen)	99
Abbildung 85 - Die Innenhöfe in der barocken Innenstadt weisen eine hohe Bebauung und Versiegelung auf und stehen den Anwohner-/innen nur noch sehr eingeschränkt als klimatisch wirksame Erholungsflächen zur Verfügung. (Quelle: Stadt Ludwigsburg)	99
Abbildung 86 - Der Schwerpunkt im Bereich Richard Wagner Straße liegt beim Erhalt und der Aufwertung der grünen Innenhöfe (Quelle: Stadt Ludwigsburg)	100
<i>Abbildung 87 – Die großzügigen Grünflächen zwischen den Gebäuden könnten mit den Bewohner/-innen zusammen gestaltet werden. Zum Beispiel könnten Gemeinschaftsgärten angelegt und Kühloasen gestaltet werden. Auch für die Gestaltung mit Regenwasser bietet sich der notwendige Platz. (Foto: faktorgruen).....</i>	<i>101</i>
Abbildung 88 - Gestaltung von Zwischengrün mit Aufenthaltsbereichen und Spielmöglichkeiten im Schatten. (Foto: faktorgruen).....	102
Abbildung 89 - Fassadenbegrünung an Hochhäusern wird gut wahrgenommen und kann auch gut im Bestand hergestellt werden (Quelle: Stefan/pixelio.de)	103
Abbildung 90 - Tiefgaragen sollten so gebaut werden, dass eine intensive Begrünung möglich ist. (Quelle: Nicole Pfoser 2012, Verwaltungszentrum Konradinallee, Wiesbaden)	104
Abbildung 91 - Dorfbrunnen sind Identifikationsobjekte, beliebte Treffpunkte und willkommene Erfrischung bei Hitze. (Quelle: hertzBB, pixelio 2014)	105
Abbildung 92 - Potenzialflächen für Dachbegrünung aus dem Forschungsprogramm „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (Quelle: Hemberger und Utz, 2014, verändert)	107
Abbildung 93 – Schaffung von kleinen begrünten Räumen für die Mitarbeiter/-innen, z.B. auch auf intensiv begrünten Dächern. (Foto: faktorgruen).....	107
Abbildung 94 - Fassadenbegrünung mit Rankhilfen - ein Imagegewinn für das Unternehmen (Swiss Re München). (Foto: faktorgruen).....	108
Abbildung 95 - Repräsentative Aufenthaltsräume lassen sich gut mit einem dezentralen Regenwassermanagement kombinieren. (Foto: faktorgruen).....	108