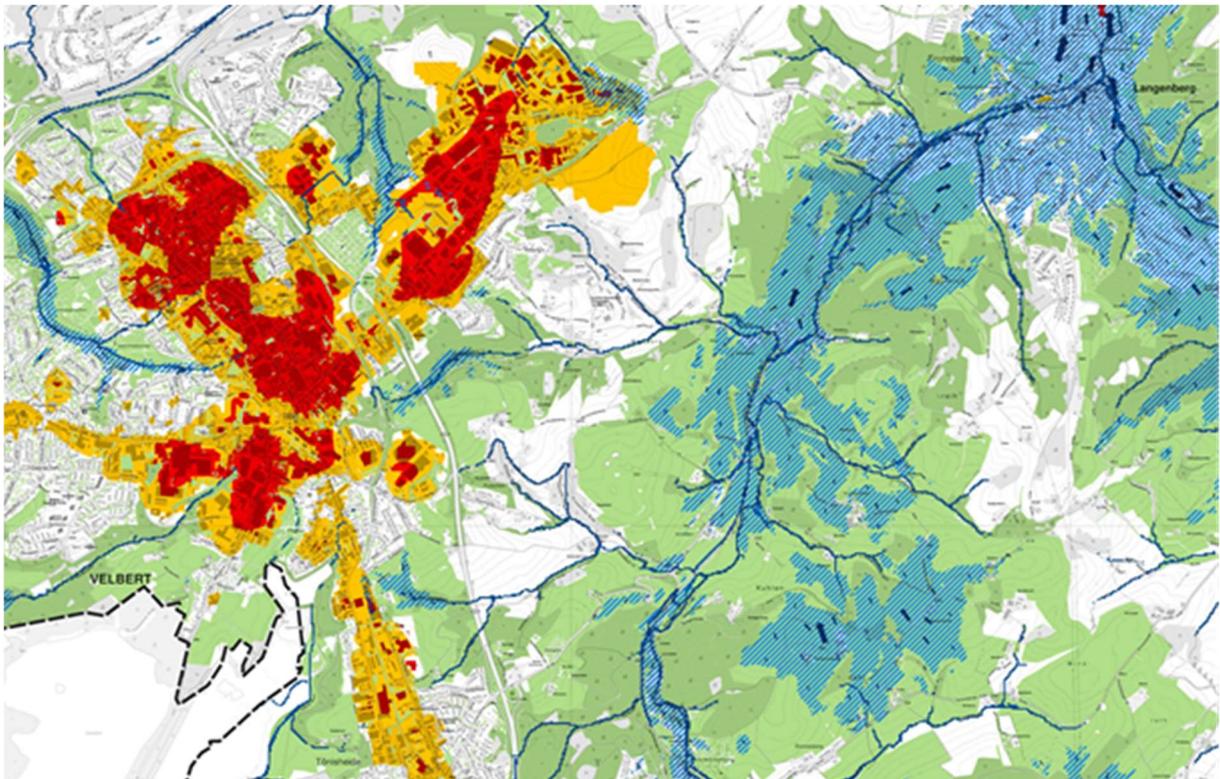


Klimafolgenanpassungskonzept für die Stadt Velbert

Kurzfassung



Förderinformation:

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



K.PLAN Klima.Umwelt&Planung GmbH
Firmensitz: Bochum
Steinring 55 | 44789 Bochum
Tel: 0234 | 966 48 166
E-Mail: info@stadtklima.ruhr
www.K.Plan.ruhr



EPC – PROJEKTGESELLSCHAFT FÜR KLIMA.
NACHHALTIGKEIT. KOMMUNIKATION. mbH
(gemeinnützig)
Büro Berlin: Potsdamer Platz 1, 10785 Berlin
Tel.: +49 (0)30 38107876
Büro Ruhr: Ruhrallee 185, 45136 Essen
Tel.: +49 (0)201 8945211
E-Mail: info@e-p-c.de
www.e-p-c.de

MÄRZ 2023

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG, ZIELE, VORGEHENSWEISE	1
2.	RISIKO-/ BETROFFENHEITSANALYSE KLIMAFOLGEN FÜR DIE STADT VELBERT	3
2.1	UNTERSUCHUNGEN ZUR HITZEBETROFFENHEIT	4
2.2	UNTERSUCHUNGEN ZUM KÜHLPOTENZIAL	5
2.3	UNTERSUCHUNGEN ZUR TROCKENHEITSGEFÄHRDUNG	6
2.4	UNTERSUCHUNGEN ZUM STURMRISIKO	6
2.5	UNTERSUCHUNGEN ZUM ÜBERFLUTUNGSRISIKO	7
3.	KOMMUNALE GESAMTSTRATEGIE ZUR KLIMAFOLGENANPASSUNG FÜR DIE STADT VELBERT	8
3.1	DIE HANDLUNGSKARTE KLIMAAANPASSUNG FÜR DIE STADT VELBERT	9
3.2	ZIELE UND LEITFADEN FÜR DIE RÄUMLICHE PLANUNG	20
4.	AKTEURSBETEILIGUNGEN	24
4.1	FACHAKTEURSBETEILIGUNG	24
4.2	BETEILIGUNG DER ÖFFENTLICHKEIT	25
5.	MAßNAHMENKATALOGE	27
5.1	VERWALTUNGSSPEZIFISCHER MAßNAHMENKATALOG	28
5.2	ZUSAMMENSTELLUNG RÄUMLICHER MAßNAHMEN ZUR KLIMAFOLGENANPASSUNG	31
6.	VERSTETIGUNG DER KLIMAFOLGENANPASSUNGSSTRATEGIE	35
6.1	INTERNE KOMMUNIKATIONSSTRATEGIE	35
6.2	CONTROLLINGKONZEPT ZUR MAßNAHMENUMSETZUNG	36
7.	QUELLEN UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR	39

1. EINLEITUNG, ZIELE, VORGEHENSWEISE

Steigende Konzentrationen sogenannter Treibhausgase in der Atmosphäre sind die Hauptursache für den Klimawandel. Insbesondere der hohe Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) durch Industrie, Gewerbe, Verkehr, Landwirtschaft, Versorgung und Wohnen führt langfristig zu einer Veränderung des globalen und damit auch des lokalen Klimas. Mit verstärkten Klimaschutzaktivitäten muss die Stadt Velbert einen wichtigen Beitrag dazu leisten, die CO₂-Emissionen zu reduzieren und dem negativen Effekt des Klimawandels entgegenzuwirken. Dennoch zeigen alle bisherigen Erkenntnisse, dass die globale Erwärmung mit ihren gravierenden klimatischen Folgen nicht mehr abzuwenden ist. Aus diesem Grund bedarf es neben den Maßnahmen des Klimaschutzes eines Konzeptes zur Anpassung an den Klimawandel.

Gerade die jüngsten Bewegungen wie Fridays for Future verdeutlichen, dass für immer mehr Menschen der Klimawandel und die damit einhergehenden Folgen das drängendste Problem darstellen. Die Diskussionen um den Klimawandel haben eine bislang nicht dagewesene Präsenz in der Bevölkerung erreicht. Obwohl es einerseits zu bedauern ist, dass „erst jetzt“ ein solch großes Bewusstsein für den Klimawandel besteht, ist dies eine wahrzunehmende Chance, diese „Welle“ als Antriebskraft zur Umsetzung des Anpassungskonzeptes zu nutzen. Die Notwendigkeit der Klimawandelanpassung kann bereits heute aus dem kommunalen Alltag nicht mehr ausgeblendet werden. Durch die Extremwetterereignisse der vergangenen Jahre sind die Folgen des Klimawandels stärker als bisher in das Bewusstsein der städtischen Bevölkerung und in den Fokus der kommunalen Verantwortlichen gerückt. Immer mehr Städte beschäftigen sich mit Fragen der Adaption an den Klimawandel. Durch einen kontinuierlichen Wissensaustausch zwischen der Forschung und der Praxis sowie Politik und Bevölkerung muss das Risikobewusstsein gefördert und die Akzeptanz für Maßnahmen gesichert werden. Die notwendigen Anpassungen ersetzen jedoch in keinem Fall Maßnahmen zum Klimaschutz, die weiterhin stringent und mit großem Einsatz umgesetzt werden müssen. Entsprechend sind Klimaschutz und Klimafolgenanpassung als zwei Seiten einer Medaille zu sehen.

Die prognostizierten Veränderungen des Klimas haben erhebliche Auswirkungen auf Umwelt, Mensch und Infrastruktur. Dies gilt insbesondere für Gebiete mit hoher Bevölkerungs- und Bebauungsdichte, in denen die durchschnittlichen Temperaturen während sommerlicher Hitzeperioden deutlich höher liegen als im unbebauten Umland. So wird man auch in Velbert in Zukunft damit rechnen müssen, von Hitzebelastungen mit entsprechenden gesundheitlichen Risiken vor allem für ältere Menschen, Kinder und geschwächte Personen betroffen zu sein. Auch das Ausmaß und die Auswirkungen von Überschwemmungen infolge lokaler Starkregenereignisse sind in dicht bebauten, hoch versiegelten Gebieten oft gravierender und mit höheren Risiken für die Menschen und mit mehr materiellen Schäden für die Infrastruktur verbunden als in unbebauten Bereichen außerhalb der Städte. Hinzu kommt, dass auch Sturmereignisse in der Zukunft voraussichtlich häufiger und heftiger ausfallen werden. Aus diesen Gründen müssen sich Kommunen verstärkt und frühzeitig um Anpassungsmaßnahmen an die Folgen des Klimawandels kümmern. Auch der Städtebau der Zukunft kann nicht auf Baukörper, befestigte Straßen und Plätze verzichten. Hier ist das frühzeitige Einbringen von Wissen über mögliche Anpassungsmaßnahmen zur Abmilderung der Klimawandel-Auswirkungen notwendig. Da bei einem nachhaltigen Stadtbau mit langwierigen Prozessen gerechnet werden muss, müssen rechtzeitig - das heißt jetzt - Maßnahmen getroffen werden, um die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu verringern. Dabei ist

eine integrierte Herangehensweise an das Thema Anpassung unter Beteiligung verschiedener Akteure innerhalb der kommunalen Planung, aber auch von Kommunalpolitikern, Architekten, Planungsbüros, Hauseigentümern, der Immobilienwirtschaft und der interessierten Öffentlichkeit notwendig. Städte sind das Rückgrat einer praktischen Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Sie setzen um, was auf nationaler und europäischer Ebene entschieden wird. Dies können sie jedoch nicht allein realisieren, sondern sie sind auf die Unterstützung aus Politik und Öffentlichkeit angewiesen.

Da die Folgen der Klimaveränderungen alle Lebensbereiche in einer Stadt betreffen, werden mit dem Klimafolgenanpassungskonzept vor allem folgende Teilziele verfolgt:

- **Erhaltung und Erhöhung der Lebensqualität** in der Stadt Velbert im Spannungsfeld zwischen Flächenbedarf und Klimawandel
- **Prävention und Abwehr** der aus dem Klimawandel resultierenden **gesundheitlichen Risiken** insbesondere für vulnerable Personengruppen
- **Aktivierung der Velberter Stadtverwaltung** durch Erarbeitung und Umsetzung Klimafolgenanpassungsgerechter Standards und Prozesse für das alltägliche Verwaltungshandeln
- **Erhaltung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der Stadt** in allen vom Klimawandel betroffenen Branchen und für die wirtschaftlich tätigen Personengruppen
- **Schaffung** praxisnaher und umsetzungsorientierter **Rahmenbedingungen für eine langfristig klimaangepasste Stadtentwicklung**
- **Information und Beratung der Öffentlichkeit** und damit der heterogenen Zielgruppen in Hinblick auf den Klimawandel

Die Erstellung des Klimafolgenanpassungskonzeptes ist eine Querschnittsaufgabe. Dementsprechend setzte sich das Projektteam aus einem Querschnittsspektrum von Experten aus der Stadtverwaltung und den beauftragten Büros K.PLAN GmbH und EPC gGmbH zusammen. Ausgehend von einer Bestandserfassung und Potenzialanalyse liefert die Gesamtstrategie den Handlungsrahmen für die spätere Umsetzung. Ein Maßnahmenkatalog gibt Überblick über die Handlungsempfehlungen für den Untersuchungsraum.

Für die Erarbeitung des Klimafolgenanpassungskonzeptes wurden vorhandene Daten gesichtet, aktualisiert und neu aufbereitet, weitere klimarelevante Daten erhoben und parallel ein umfassender verwaltungsinterner Beteiligungsprozess mit zahlreichen Fachämtern durchgeführt. Diese Arbeiten und Prozesse mündeten neben der Analyse der Betroffenheiten in die Erarbeitung eines praxisnahen Handlungskonzeptes mit jeweils einem verwaltungsspezifischen und einem raumbezogenen Maßnahmenkatalog. Für die Erarbeitung des Konzeptes wurden in 2022 insbesondere folgende Arbeiten ausgeführt:

- Analyse von Informationen und raumbezogenen Daten zur Klimasituation in Velbert
- Ermittlung des Risikopotenzials sowie der Betroffenheiten in Hinblick auf aktuelle und zukünftige Klimaveränderungen
- Entwicklung umsetzbarer und praxisnaher Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels – raumbezogen, stadtweit und auf Verwaltungsebene
- Erarbeitung eines Konzeptes zur Verstetigung und zum zukünftigen Controlling aller Maßnahmen und Aktivitäten in Velbert
- Schaffung einer langfristig angelegten Kommunikationsstrategie zur Information und Beratung der verschiedenen Zielgruppen

2. RISIKO-/ BETROFFENHEITSANALYSE KLIMAFOLGEN FÜR DIE STADT VELBERT

Während der Klimaschutz seit vielen Jahren fester Bestandteil der Kommunalpolitik in Nordrhein-Westfalen ist und zahlreiche Städte und Gemeinden eigene Klimaschutzziele und Klimaschutzstrategien haben, beginnt man auf der kommunalen Ebene in den letzten Jahren damit, sich auf die nicht mehr abwendbaren Folgen des Klimawandels einzustellen. Anpassung an den Klimawandel wird zu einem Schwerpunktthema. Das Klimafolgenanpassungskonzept für die Stadt Velbert bildet eine Arbeitsgrundlage dafür.

Die den Lebensalltag beeinflussenden Veränderungen des Klimas gehen mit erheblichen Belastungen und Risiken einher. Dort, wo Menschen eng zusammenleben und eine funktionierende Infrastruktur sehr wichtig ist, steigt die Anfälligkeit für Störungen durch Wetterereignisse. Die Risiken und Gefährdungen sind dort besonders ausgeprägt. Daher kommen insbesondere in den Städten der vorsorgenden Planung und der Durchführung von präventiven Maßnahmen eine große Bedeutung zu. Deshalb ist es notwendig, zukünftig die zu erwartenden negativen Folgen des Klimawandels in ihren Wirkungen durch geeignete Maßnahmen abzumildern. Auch wenn die exakten Vorhersagen des Klimawandels und dessen Folgen für die Region und damit für die Stadt Velbert im Detail unsicher sind, gilt, dass es zu viel Anpassung nicht gibt. Anpassung an das Klima und dessen Wandel ist immer auch mit einer Steigerung der Umwelt- und Lebensqualität verbunden und deshalb niemals überflüssig.

Die kommunalen Handlungsfelder zur Klimafolgenanpassung umfassen neben organisatorischen vor allem planerische und bauliche Maßnahmen insbesondere für folgende Problemkreise:

- **Überhitzung in verdichteten Stadtteilen**
- **Überflutungsgefahr durch Starkregenereignisse**
- **Dürregefahr bei sommerlichen Trockenperioden**
- **Gefahren durch Sturmereignisse**

Jeder Mensch, die arbeitende Bevölkerung, aber insbesondere ältere Menschen, die aufgrund des demographischen Wandels bald einen großen Teil der Gesamtbevölkerung ausmachen werden, sowie Säuglinge, Kleinkinder und Kranke leiden verstärkt unter langen Hitzeperioden oder größeren Temperaturschwankungen. In städtischen Gebieten mit hoher Bevölkerungs- und Bebauungsdichte liegen die durchschnittlichen Temperaturen bereits heute höher als im unbebauten Umland. Hier wird man in Zukunft damit rechnen müssen, stärker als in anderen Gebieten von Hitzebelastungen betroffen zu sein. In einer sommerlichen Nacht bei Strahlungswetterlagen (wolkenloser Himmel und nur geringe Windgeschwindigkeiten) kann es in den Stadtzentren um 6 bis 8 Kelvin (Temperaturänderungen werden in Kelvin angegeben, 1 Kelvin entspricht 1 °C) wärmer sein als im unbebauten Umland. Die daraus resultierenden Handlungserfordernisse werden in ihrer Dringlichkeit erheblich verschärft durch die in den nächsten Jahrzehnten absehbaren Klimaveränderungen. Nicht der mittlere globale Temperaturanstieg von rund 2 bis 4 Kelvin in den nächsten 50 bis 100 Jahren ist von Bedeutung für Klimafolgenanpassungsmaßnahmen, sondern die aus der Verschiebung der Temperaturverteilung resultierende zunehmende Hitzebelastung in den Innenstädten.

Zur Beurteilung der stadtklimatischen Situation wurden alle vorhandenen Klimauntersuchungen und städtische Daten der Stadt Velbert herangezogen. Aus der Auswertung lassen sich Belastungsgebiete, in denen aktuell oder zukünftig bedingt durch den Klimawandel verschärft Probleme auftreten werden, berechnen. Die folgenden Kapitel stellen die Ergebnisse der Risiko-/ Betroffenheitsanalyse für die Stadt Velbert vor.

2.1 UNTERSUCHUNGEN ZUR HITZEBETROFFENHEIT

Aufgrund der durchgehenden Bebauung und hohen Versiegelung von Oberflächen gibt es im Velberter Stadtgebiet Bereiche, die sich im Sommer besonders stark aufheizen. Dies ergibt sich dadurch, dass der bebaute Raum Wärme weitaus stärker speichert als dies für Flächen im unbebauten Umland gilt. Weitere Gründe für die städtische Wärmeinsel sind eine verringerte Abkühlung aufgrund geringer Wasserverdunstungsraten in hoch versiegelten Gebieten und eine mangelnde Durchlüftung, wodurch ein Abtransport der warmen Luft aus der Stadt bzw. die Zuführung kühlerer Luft aus dem Umland erschwert wird. Große Temperaturunterschiede von bis zu 10 Kelvin in warmen Sommernächten zwischen Innenstadtbereichen und dem unbebauten Umland sind die Folge. Dies führt in Wohngebieten vor allem dann zu einer belastenden Situation, wenn die Temperaturen nachts nicht mehr deutlich genug absinken.

Aus allen vorhandenen Daten und Untersuchungen zum Klima in Velbert zusammen mit den Oberflächendaten zur Realnutzung und Oberflächentemperaturen wurde im Rahmen des Velberter Klimafolgenanpassungskonzeptes eine Karte zu den Hitze-Hotspots im Stadtgebiet erstellt. In diesen Bereichen bilden sich aufgrund der hohen Versiegelung die städtischen Wärmeinseln so stark aus, dass es zu einer Belastung des menschlichen Organismus kommt. Zusätzlich wird die Durchlüftung durch die Bebauungsstrukturen behindert. Insbesondere spielt die fehlende nächtliche Abkühlung eine entscheidende Rolle für das Belastungspotenzial. Während langanhaltender Hitzeperioden bleiben die Nachttemperaturen häufig über 20 °C und eine Lüftung zur Kühlung von aufgeheizten Innenräumen ist nicht mehr möglich. Dies trifft in Velbert-Mitte auf Großteile des Stadtgebiets zu, da diese aufgrund der Kuppenlage von Kaltluftabflüssen abgeschnitten sind.

Unter den Annahmen eines weiter andauernden Klimawandels sind die in den nächsten Jahrzehnten zusätzlich von einer starken Hitzebelastung betroffenen Gebiete dargestellt. Zukünftig können auch die umgebenden Stadtteile, die eine leicht erhöhte Bebauungsdichte aufweisen, von der Hitzebelastung aufgrund der Ausweitung der städtischen Hitzeinsel betroffen sein. Zusätzlich sind in der Karte der Hitzebetroffenheit (Abb. 1) die Standorte von sensiblen Einrichtungen wie Kindertagesstätten, Krankenhäuser, Senioren- und Behindertenheime sowie Schulen eingetragen.

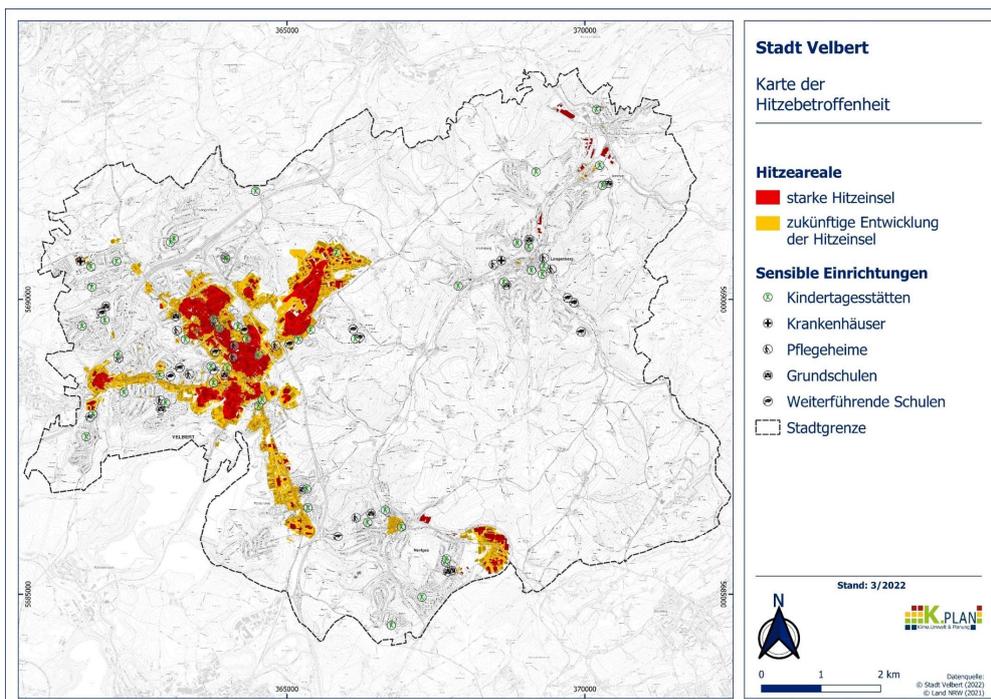


Abb. 1 Karte der Hitzebetroffenheit von sensiblen Einrichtungen im Velberter Stadtgebiet

2.2 UNTERSUCHUNGEN ZUM KÜHLPOTENZIAL

Ein wichtiges Ziel der Klimafolgenanpassung ist es, Wärmeinseleffekte in Städten zu verringern und so den Hitzestress für die Bevölkerung zu minimieren. Hierfür sind unter anderem genügend Frischluftschneisen erforderlich. Die in windschwachen Strahlungs Nächten auftretenden Kaltluftströmungen könnten bei entsprechender Anbindung an überhitzte Stadtteile zur Abschwächung von Hitzebelastungen führen. Unter bestimmten meteorologischen Bedingungen können sich nachts über rauigkeitsarmem Gelände sogenannte Kaltluftabflüsse bilden. Dabei fließt in Bodennähe gebildete kalte Luft hang- und talabwärts.

Velbert-Mitte weist aufgrund der Kuppenlage keine nennenswerten Kaltluftmächtigkeiten auf. Wie zu erwarten, ist die Kaltluft in den tiefergelegenen Tallagen am mächtigsten. Die Täler füllen sich im Laufe der Nacht mit Kaltluft auf. Kennzeichnend für das Stadtgebiet von Velbert ist das Zusammenfließen der Kaltluft in den tieferliegenden Tälern des Deilbachs und des Hardenberger Bachs, insbesondere im Bereich von Langenberg. Hier werden in wolkenlosen Sommernächten Kaltluftmächtigkeiten bis zu 100 m erreicht. In den Hangbereichen sind teilweise intensive Kaltluftströmungen anzutreffen. Dort entstehen keine großen Kaltluftmächtigkeiten, da die Kaltluft kontinuierlich hangabwärts fließt und die Täler füllt, die Kaltluftsammelgebiete darstellen. Sofern die oberen Hangbereiche Freiland oder nur lockere Bebauung aufweisen, bilden sich Kaltluftabflüsse aus, die die thermischen Verhältnisse der in den Tälern gelegenen Stadtgebiete günstig beeinflussen können. Anhand der Karte zum Kaltluftvolumenstrom (Abb. 2) lassen sich Luftleitbahnen deutlich ausweisen. Aufgrund der differenzierten Orographie der Stadt Velbert ergeben sich für die einzelnen Stadtteile lokale Phänomene bei der Bildung und dem Abfluss von Kaltluft. Diese sollten lokalspezifisch bei zukünftigen Bauvorhaben unbedingt berücksichtigt werden, um eine Kühlung der Hitzeareale weiterhin gewährleisten zu können. Langenberg zeigt sich durch den sehr hohen Zufluss von Kaltluft sehr gut belüftet und gekühlt. Dies führt dazu, dass es kaum zu nächtlichen Hitzebelastungen in diesem Bereich kommt. Für Velbert-Mitte dagegen gibt es aufgrund der Kuppenlage keinen Zufluss von kalter Luft aus der Umgebung. Allerdings können einige tieferliegende Quartiere wie beispielsweise Birth oder Langenhorst von der von der Kuppe nach allen Seiten abfließenden Kaltluft profitieren.

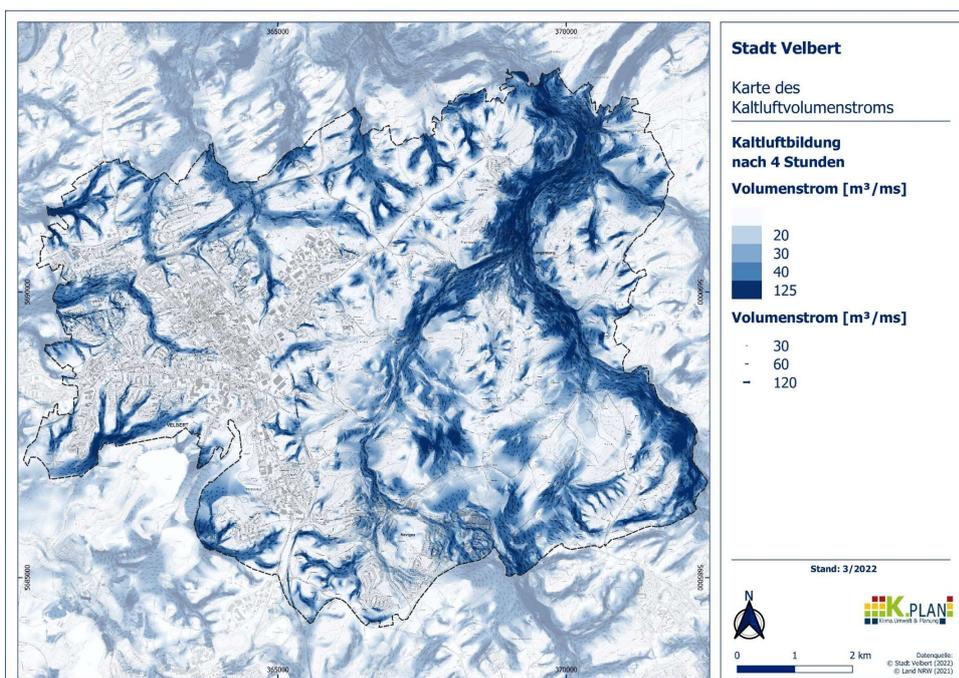


Abb. 2 Kaltluftvolumenstrom in der Stadt Velbert 4 Stunden nach Sonnenuntergang

2.3 UNTERSUCHUNGEN ZUR TROCKENHEITSGEFÄHRDUNG

Durch den Klimawandel verursachte, geänderte klimatische Bedingungen mit zunehmender Sommerhitze in den Städten und damit verbundenen sommerlichen Trockenperioden, haben erhebliche Auswirkungen auf die urbane Vegetation und die Land- und Forstwirtschaft. Eine Kühlungsfunktion der Vegetation durch Evapotranspiration setzt eine ausreichende Wasserversorgung der Pflanzen voraus. Eine Möglichkeit zur Anpassung an diese neuen Bedingungen ist die künstliche Bewässerung derjenigen begrünten innerstädtischen Flächen, auf denen während Trockenperioden zu wenig Grundwasser oder Bodenfeuchtigkeit zur Verfügung steht. Zunehmende Sommerhitze kann zudem zur Austrocknung nichtversiegelter Flächen führen. Diese erfüllen aber eine wichtige Funktion für die Niederschlagsversickerung. Stark ausgetrocknete Böden führen beim nächsten Niederschlagsereignis dazu, dass ein größerer Teil des Wassers nicht versickern kann und deshalb oberflächlich abfließt. Dies hat negative Auswirkungen auf die Bodenerosion und die Grundwasserneubildung und erhöht das Überschwemmungsrisiko beim nächsten Starkregen.

Als ein erster Schritt zur Ermittlung der Trockenheitsgefährdungen in der Stadt Velbert wurde eine einfache Trockenheitsanalyse durchgeführt. Dabei spielen insbesondere Boden- und Geländeparameter eine entscheidende Rolle für das Auftreten von Schäden bei Trockenheit:

- Die Größe der Bodenwasserspeicherkapazität ist sehr wichtig für die Klimawirksamkeit der Böden. Wie viel Wasser den Pflanzen zur Verdunstung zur Verfügung steht, ist vom Aufbau und den Eigenschaften eines Bodens abhängig.
- Abhängig von der Sonneneinstrahlung können die oberen Bodenschichten mehr oder weniger stark austrocknen. Dieser Aspekt wurde durch die Einbeziehung der Hangexposition in die Berechnung der Trockenheitsgefährdung berücksichtigt. Südhänge weisen dementsprechend ein deutlich höheres Gefährdungspotenzial für eine Austrocknung des Bodens auf.
- Als dritter Parameter geht auch die Hangneigung in die Berechnung zur Trockenheitsgefährdung ein. Entsprechend der Stärke der Hangneigung führt der Abfluss von Wasser zu einer zunehmenden Trockenheit im Bodenwasserhaushalt.

Die potenzielle Trockenheitsgefährdung ist in Velbert aufgrund der vielen Hanglagen fast flächendeckend mittel bis hoch. In den Siedlungsbereichen können die natürlichen Böden zerstört sein. Der typische „Stadtboden“ mit Einbringung von anthropogenem Material in den Boden (Bauschutt) hat in der Regel eine sehr geringe nutzbare Feldkapazität und ist damit kleinräumig betrachtet extrem trockenheitsanfällig. Grünanlagen in der Stadt, die ein natürliches Bodenprofil im Untergrund aufweisen, trocknen dagegen während sommerlicher Trockenperioden weniger stark aus.

2.4 UNTERSUCHUNGEN ZUM STURMRISIKO

Das Stadtgebiet von Velbert wurde hinsichtlich der Gefährdungen und der Anfälligkeiten gegenüber Starkwind und Sturm untersucht. Die Windverhältnisse werden durch das Relief und die Landnutzung intensiv beeinflusst. Das wirkt sich sowohl auf die Windgeschwindigkeit als auch die Windrichtungsverteilung aus. Die mittlere Windgeschwindigkeit steigt mit zunehmenden Geländehöhen an und ist in Kuppenlagen am höchsten. Zusätzlich beeinflusst der Neigungsgrad einer Erhebung die Windgeschwindigkeit. Je steiler die Neigung der Erhebung ist, desto höher sind die Windgeschwindigkeiten und der Wind neigt an Hängen häufiger zur Bildung von Böen. Durch Richtungsbündelungen und Kanalisierungseffekte können auch in tieferen Lagen hohe Windgeschwindigkeiten erreicht werden. Liegen Täler quer zur Windrichtung, wird die Windgeschwindigkeit reduziert. Liegen Täler hingegen parallel zur Windrichtung

und verengen sie sich zusätzlich noch, so wird die Windströmung kanalisiert und die Geschwindigkeit nimmt zu. Bei sommerlichen Schwachwindlagen mit Hitze liegen die Windgeschwindigkeiten allerdings deutlich unter dem Jahresmittel und die Belüftung innerhalb der Tallagen ist mangelhaft. Auf der anderen Seite kann die durch die unterschiedlichen Flächennutzungen und die Bebauungsstruktur hervorgerufene Rauigkeit des Stadtgebietes bei Starkwinden durch Böeneffekte extrem hohe Windgeschwindigkeiten erzeugen. Diese können lokal eine starke Gefährdung durch Sturmschäden verursachen.

Nur gering gefährdet für Starkwind sind die unteren Hanglagen, die bewaldet oder bebaut sind. Freiflächen in Tal- oder unteren Hanglagen und Siedlungs- und Waldflächen in oberen Hang- oder Kuppenlagen weisen eine mittlere Gefährdung für das Auftreten von Starkwinden auf. Die am stärksten gefährdeten Bereiche sind Freiflächen und Einzelhausbesiedlungen in Kuppenlagen und Bereiche entlang der Kanalisierungsachsen. Die Anfälligkeit gegenüber Starkwind und Sturm ergibt sich aus den verschiedenen Nutzungen der Flächen im Stadtgebiet. Baustrukturen sowohl im Wohn- wie auch im Gewerbebereich können erhebliche Schäden erleiden. Wald- und Straßenbäume sind ebenso sturmgefährdet.

Aus der Verschneidung der Starkwindgefährdung, also dem höheren Risiko, dass Starkwinde und Stürme in einem Bereich auftreten, und der Anfälligkeit gegenüber den Auswirkungen der Stürme ergibt sich als Gesamtergebnis eine Betroffenheitskarte für das Themenfeld Starkwind. Mittlere Betroffenheiten im Stadtgebiet von Velbert zeigen sich in den Waldgebieten und den Wohnvierteln der unteren Hanglagen. Erhöhte Betroffenheiten treten in Wohnquartieren, Gewerbe- und Industriegebieten und in Waldgebieten in Kuppenlagen auf. Die insgesamt recht hohe Betroffenheit der Stadt Velbert gegenüber Starkwind- und Sturmereignissen lässt sich durch die starke Reliefierung des Stadtgebietes mit vielen Kuppenlagen und die dichte Bebauungsstruktur und Verflechtung mit Verkehrswegen insbesondere in Velbert-Mitte erklären.

2.5 UNTERSUCHUNGEN ZUM ÜBERFLUTUNGSRISIKO

Im Zuge des Klimawandels gilt eine Zunahme außergewöhnlicher und extremer Starkregen als sehr wahrscheinlich. Extreme Niederschlagsereignisse sind meist räumlich begrenzt und lassen sich äußerst schwer vorhersagen. Um jedoch gezielt Vorsorge zu treffen, muss man zunächst besonders risikobehaftete Bereiche identifizieren. Dauerregen und Regen mit hoher Intensität können die Leistungsfähigkeit einer Stadtentwässerung oder eines Teilsystems übersteigen durch die Menge, die nach einiger Zeit nicht mehr durch das Entwässerungssystem aufgenommen werden kann, weil mehr Wasser zufließt, als über Regenüberläufe, Entwässerungspumpwerke oder die Kläranlage aus dem System abgeführt werden kann. Das Resultat ist, dass das Kanalsystem einschließlich vorhandener Regenwasserspeicher vollläuft. Diese Situation wird bei starkem Dauerregen noch verstärkt, wenn die obere Bodenzone nicht versiegelter Flächen wassergesättigt ist und kein Niederschlagswasser mehr aufnimmt. Dann fließt Regenwasser auch von unbefestigten Flächen in die Kanalisation oder in tiefer liegende Räume und Flächen ab. Die Folgen extremer Regenfälle können also überlaufende Straßeneinläufe und Kanalisationschächte, Sturzfluten auf Straßen und anderen Verkehrsflächen und Überflutungen von Kellern und tief liegenden baulichen Anlagen wie Tiefgaragen, Unterführungen und Tunnel sein. Je nach anfallenden Wassermengen, Gefälle und Stauhöhen ergeben sich hierdurch vielfältige Risiken für die Bevölkerung, für die städtische Infrastruktur und für private Grundstücke und Anlagen, die es durch geeignete Maßnahmen zu beschränken gilt.

Flutereignisse wurden in der Vergangenheit für Städte über den gewässerseitigen Hochwasserschutz bewertet. Aus der Formulierung ist bereits zu entnehmen, dass die Gefahr von Überflutungen bisher meist von Fließgewässern ausging. Vom Gewässernetz unabhängige, lediglich durch Niederschlag

herbeigeführte Flutereignisse werden erst seit einigen Jahren untersucht. Die dominanten Abflussprozesse bei Stark- und Extremniederschlagsereignissen finden an der Oberfläche statt. Die hohe Flächenversiegelung in Städten verstärkt das Problem durch die vermehrte Bildung von Oberflächenabfluss. Maßgebend für die Identifikation von Gefahrenzonen ist primär die Topographie. Die Entwässerungsrichtung wird durch das natürliche Relief (Rücken, Täler, Hänge, Senken) bestimmt, während kleine natürliche und anthropogene Geländeelemente (Dämme, Mauern) die Fließwege zusätzlich ablenken. Abflusslose Senken stellen besondere Gefahrenbereiche dar, da das Wasser hier nur von der Kanalisation, falls vorhanden, abgeführt werden könnte.

Zur Bewertung der Stadt Velbert im Hinblick auf Hauptfließwege und eine Überflutungsgefährdung bei Stark- oder Extremniederschlägen wurde auf die Ergebnisse der vom Büro „HPC AG“ aus Aachen für die Technischen Betriebe Velbert erstellten Fließwege- und Senkenanalyse zurückgegriffen. Die vorliegenden Ergebnisse sind eine Analyse der Oberflächen- und Abflussverhältnisse und damit Grundlage für weitere detaillierte Betrachtungen. Es wurde keine Simulation von Extrem-Regenereignissen durchgeführt. Als Ergebnis der Berechnungen und Analysen wurden die Fließwege und Senkenlagen dargestellt und relevante Größen (Tiefen und Wassermengen) angegeben, soweit dies in einer Analyse dieser Art möglich ist. Die Daten dienen als Grundlage zur Identifikation von gefährdeten Gebieten und möglichen Sicherungsmaßnahmen. Auf Basis dieser Daten können die entsprechenden Gebiete unter Berücksichtigung weiterer Daten (Kanal, detaillierte Abflussverhältnisse vor Ort) im Einzelnen betrachtet und weitergehend bewertet werden. Aktuell findet eine detailliertere Betrachtung durch das in Aufstellung befindliche Hochwasserschutzkonzept Hardenberger Bach/Deilbach statt.

3. KOMMUNALE GESAMTSTRATEGIE ZUR KLIMAFOLGENANPASSUNG FÜR DIE STADT VELBERT

Die große Herausforderung für die kommenden Jahre wird es sein, das Klimafolgenanpassungskonzept der Stadt Velbert in die kommunalen Planungsabläufe der Stadt zu integrieren. Auf diesem Wege bleiben es nicht bloß gut gemeinte Handlungsempfehlungen und hilfestellende Ratgeber, sondern feste, und vor allem für die beteiligten Akteur:innen verbindliche Bestandteile der Stadtplanung und Stadterneuerung. Eine verwaltungsintern vorgeschriebene Berücksichtigung des Ablaufschemas zur Integration von Klimafolgenanpassung in die Planungsprozesse der Stadt Velbert (Kapitel 3.2) ist notwendig. Basis für das Ablaufschema ist die Handlungskarte Klimaanpassung, die im Kapitel 3.1 vorgestellt wird, sowie das Maßnahmenkonzept zur Klimafolgenanpassung (Kapitel 5). Die Handlungskarte Klimaanpassung und das Maßnahmenkonzept wurden auf der Grundlage der Risiko-/ Betroffenheitsanalyse aus dem Kapitel 2 erarbeitet. Da bei einem nachhaltigen Stadtumbau mit langwierigen Prozessen gerechnet werden muss, müssen rechtzeitig - das heißt jetzt - Maßnahmen getroffen werden, um die Anfälligkeit von Menschen und Umwelt gegenüber den Folgen des Klimawandels zu verringern. Dabei wirken sich die Effekte von Anpassungsmaßnahmen unmittelbar „vor Ort“ positiv aus. Jede Strategie zur kommunalen Anpassung an die Folgen des Klimawandels sollte unter dem übergeordneten Leitbild einer „nachhaltigen Stadtentwicklung“ stehen. Dabei geht es um die Sicherung und Verbesserung der Lebensqualität in einer Stadt unter der Voraussetzung, notwendige räumliche und wirtschaftliche Entwicklungen zuzulassen. Um eine Gesamtstrategie zur Klimafolgenanpassung entwickeln zu können, müssen drei Kernfragen zur Klimafolgenanpassung behandelt werden:

Warum?	<ul style="list-style-type: none"> lokale Ausprägungen des Klimas in der Stadt Velbert (städtische Hitzeinseln, Luftleitbahnen, sturmgefährdete Bereiche, Fließwege und Überflutungsbereiche) Auswirkungen des Klimawandels in den nächsten 50 Jahren (extreme Zunahme der sommerlichen Hitze, Zunahme von Starkniederschlägen)
Wo?	<ul style="list-style-type: none"> Lage der Hitzeareale im Stadtgebiet von Velbert Lage der sturmgefährdeten Bereiche im Stadtgebiet von Velbert Lage der trockenheitsgefährdeten Bereiche im Stadtgebiet von Velbert Lage der Überflutungsbereiche im Stadtgebiet von Velbert
Womit?	<ul style="list-style-type: none"> Handlungskarte mit Empfehlungen zur Klimafolgenanpassung Katalog möglicher Anpassungsmaßnahmen Controllingkonzept zur Verstetigung der Klimafolgenanpassung

3.1 DIE HANDLUNGSKARTE KLIMAAANPASSUNG FÜR DIE STADT VELBERT

Die „Handlungskarte Klimaanpassung“ für die Stadt Velbert (Abb. 3) ist das Ergebnis aller bestehenden Untersuchungen zum Klima in der Stadt, insbesondere der Ergebnisse aus der Risiko-/ Betroffenheitsanalyse zu den verschiedenen Klimafolgen. In dieser Karte werden bei einem bestehenden oder zukünftigen Konfliktpotential zwischen einer Flächennutzung und der jeweiligen Klimafunktion Flächen ausgewiesen, für die bestimmte Maßnahmen sinnvoll werden, um den Folgen des Klimawandels zu begegnen.

Hier sollten jetzt und zukünftig konkrete Maßnahmenbündel zur Hitzereduktion und zum Erhalt der Kühlleistungen oder zum Regenrückhalt erarbeitet und zeitnah umgesetzt werden. Die Handlungskarte stellt in einem Überblick schon geeignete Klimafolgenanpassungsmaßnahmen vor, die auf die jeweils typischen Konfliktpotentiale der in der Karte dargestellten verschiedenen Zonen (Hitze, Belüftung, Überschwemmung) abgestimmt sind. Damit werden den an einem Prozess beteiligten Planern und Akteuren konkrete Vorschläge zur Klimafolgenanpassung an die Hand gegeben, um die Stadt nachhaltig vor den Folgen des Klimawandels zu schützen. Das Thema „Klimafolgenanpassung“ wird durch das BauGB gestärkt, ist aber letztendlich ein Belang von vielen, die in einen Abwägungsprozess einfließen müssen.

Zusätzlich zum ausgewiesenen Handlungsbedarf bezüglich Hitze und potenzieller Überflutungsgefahr enthält die Handlungskarte Klimaanpassung auch zwei unterschiedliche Typen von Funktionsflächen. Im gesamten Untersuchungsgebiet der Stadt Velbert wurden Grünflächen und Freiräume bezüglich ihrer Relevanz für das Klima bewertet. Neben innerstädtischen Parks haben vor allem Grünflächen im städtischen Randbereich, die die Hitzeinseln begrenzen können, und Freiflächen mit stadtklimarelevantem Kaltluftbildungspotential eine hohe Bedeutung. Diese Flächen wurden als Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiräume (Zone 3) in die Handlungskarte übernommen.

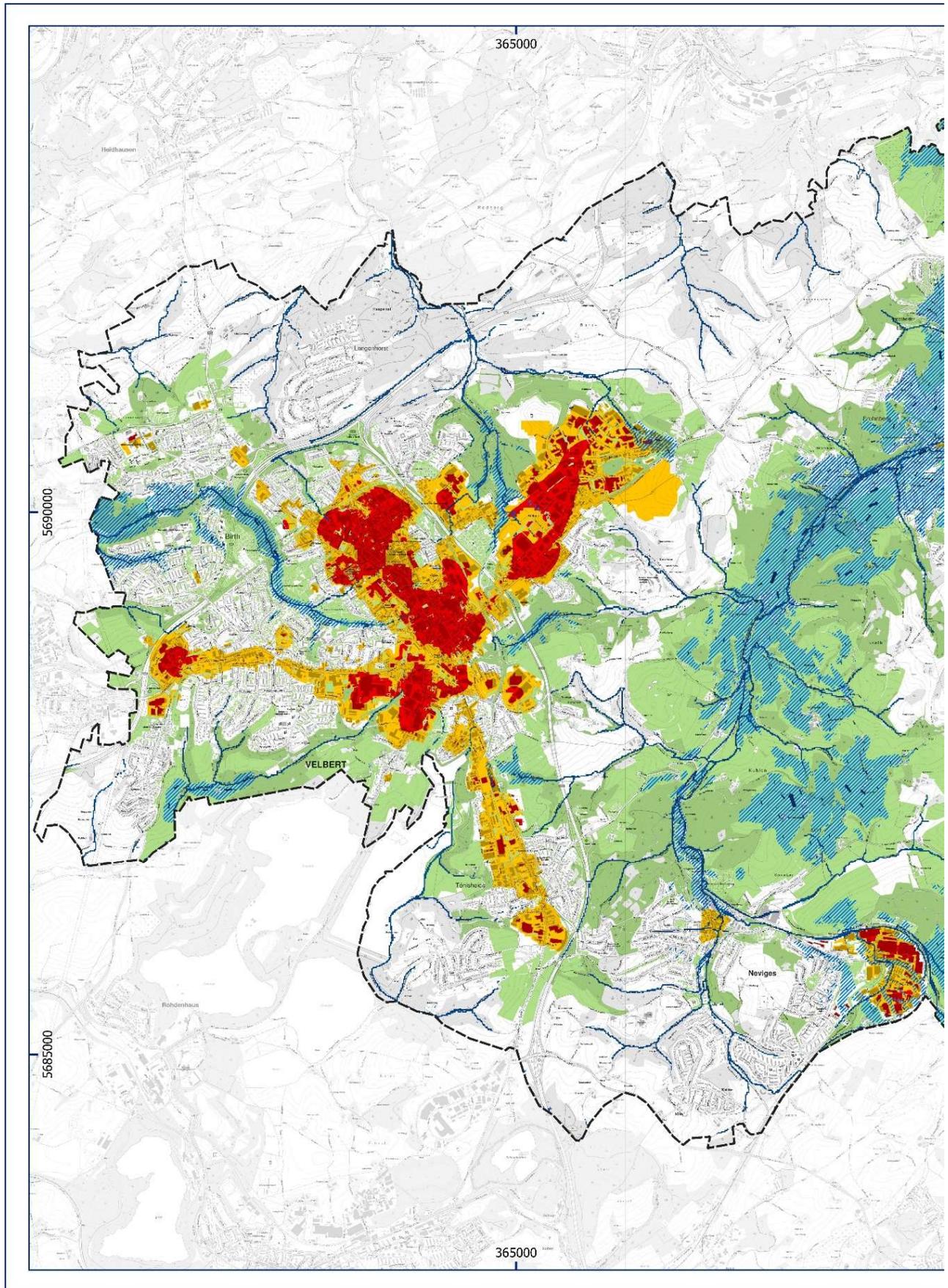
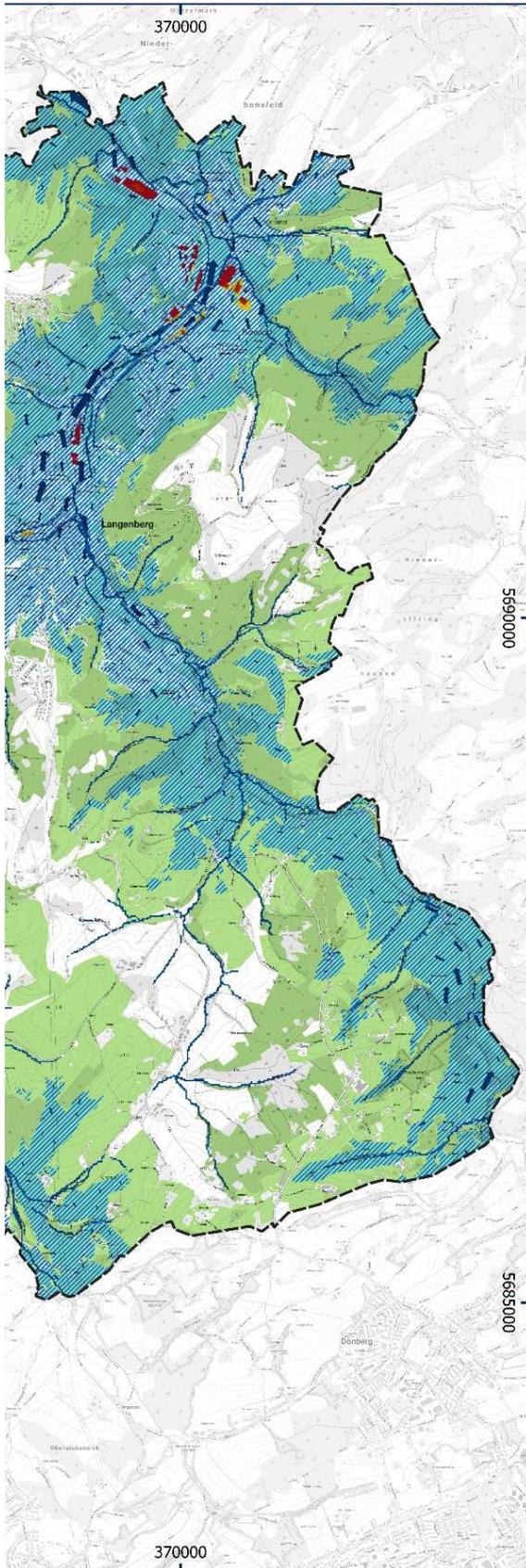


Abb. 3 Handlungskarte Klimaanpassung für die Stadt Velbert



Stadt Velbert

Handlungskarte Klimaanpassung

Zone 1: Gebiete mit einer stark erhöhten Hitzebelastung

Handlungsempfehlungen

Aufenthaltsqualität steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag und der nächtlichen Überwärmung durch:

- Beschattung durch Vegetation und Bauelemente
- Kühleffekte der Verdunstung nutzen (Wasserflächen, Begrünung)
- Ausgleichsräume schaffen/erhalten (Parks im Nahbereich, Begrünung von Innenhöfen)
- Straßenbegleitgrün erhalten und möglichst ausbauen
- Geeignete Baumaterialien verwenden
- Prüfung möglicher Entsiegelung von Flächen oder Ersatz mit geeigneteren Materialien (Versickerungsfähigkeit sowie Wärmeleit- und Speichereigenschaften der Bodenflächen berücksichtigen)
- Zufuhr kühlerer Luft aus der Umgebung verbessern

Zone 2: Gebiete mit einer erhöhten Hitzebelastung im Zukunftsszenario

Handlungsempfehlungen

- Durchgrünung, falls möglich erhöhen (Grünflächen, Gebäudebegrünung, grüne Luftleitbahnen)
- Freiflächen, falls notwendig, nur angepasst zur Innenverdichtung heranziehen
- Bei Neuplanungen durch Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen (z.B. Dachbegrünungen) eine zusätzliche Hitzebelastung vermindern

Zone 3: Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiräume

Handlungsempfehlungen

- Innerstädtische Grünflächen möglichst erhalten, untereinander vernetzen und bei Bedarf ertüchtigen
- Parkartige Strukturen von innerstädtischen Grünflächen erhalten und bei Bedarf verbessern
- Keine großflächigen Aufforstungen auf Kaltluftbildungs- und Kaltluftabflussflächen außerhalb von Parks und Wäldern

Zone 4: Gebiete der Luftleitbahnen

Handlungsempfehlungen

- Beachtung der Funktion der Luftleitbahnen bei künftigen Planungen/Bautätigkeiten
- Zusätzliche Emissionen in diesen Bereichen minimieren
- Bebauung sollte keine Riegelwirkung erzeugen
- Dichte Vegetation sollte keine Riegelwirkung erzeugen
- Im Bereich von Luftleitbahnen Aufforstung vermeiden
- Übergangsbereiche zwischen Luftleitbahn und Bebauung luftdurchlässig gestalten

Zone 5: Fließwege

Handlungsempfehlungen

- Informationsvorsorge und Krisenmanagement mit Infomaterial zum Verhalten bei Extremwetterlagen
- Objektschutzmaßnahmen
- Risikovorsorge durch dezentralen und zentralen Regenrückhalt
- Berücksichtigung der Gefahren durch Überflutung in der Bauleitplanung (Senkenlage, Lage an einem Fließweg)

Stand: 12/2022



Eine gute Belüftungssituation trägt wesentlich zur Qualität des Mikroklimas bei. Durch einen guten Luftaustausch können überwärmte Luftmassen aus dem Stadtgebiet abgeführt und durch kühlere aus dem Umland ersetzt werden. Weiterhin können mit Schadstoffen angereicherte Luftmassen durch Frischluft ersetzt und die vertikale Durchmischung der Luft erhöht werden. Aufgrund ihrer Lage, der geringen Oberflächenrauigkeit bzw. des geringen Strömungswiderstandes und der Ausrichtung können einzelne Flächen im Stadtgebiet zu einer wirkungsvollen Stadtbelüftung beitragen. Dabei sind die vorherrschenden Strömungsrichtungen des Windes bei austauscharmen Warm- und Hitzewetterlagen zu berücksichtigen und die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen einzubeziehen. Die relevanten Luftleitbahnen mit Anschluss an überhitzte Stadtgebiete wurden identifiziert und als Zone 4 in die Handlungskarte übernommen.

Als Zone 5 sind die Hauptfließwege bei Oberflächenabfluss von Starkregen und damit potenziell durch Überflutungen gefährdete Bereiche in der Karte dargestellt. Zusätzlich zur Gefährdung durch Oberflächenabfluss bei Stark- oder Extremniederschlägen muss insbesondere auch die Überflutungsfahr entlang von Gewässern betrachtet werden.

Als unmarkierte „weiße Flächen“ verbleiben in der Handlungskarte Klimaanpassung solche Bereiche, die keine oder nur eine sehr geringe Betroffenheit durch insbesondere nächtliche Hitzebelastung oder Überflutungen aufweisen und großflächige Freiräume ohne besondere stadtklimatische Beziehungen. Aber auch bei diesen Flächen ist es für den weiteren Planungsprozess mit Blick auf die Zukunft wünschenswert, dass mögliche Änderungen des Klimas und potenziell damit verbundene, notwendige Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Grundsätzlich bewirken Klimafolgenanpassungsmaßnahmen eine Erhöhung der Umweltqualität und damit eine Aufwertung des Gebietes, in dem sie umgesetzt werden.

Nachfolgend werden die einzelnen Zonen der Handlungskarte ausführlich beschrieben. Für die Entwicklung von Maßnahmenbündeln im nächsten Schritt der konkreten Umsetzungsphase werden für die jeweilige Zone schon erste geeignete Anpassungsmaßnahmen vorgeschlagen.



Zone 1: Gebiete mit einer stark erhöhten Hitzebelastung

Die Zone 1 ist ein Lastraum mit hoher Hitzeeinwirkung schon im IST-Zustand und zugleich hoher Betroffenheit. Die Hitzeeinwirkung wird im Zuge des Klimawandels sowohl in ihrer Intensität wie auch in der Andauer von Hitzewellen verstärkt. Zone 1 umfasst Gebiete mit einer hohen Flächenkonkurrenz. Platzmangel setzt hier enge Grenzen für Maßnahmen zur klimatischen Optimierung, bioklimatische Extreme können nur abgemildert werden. Eine Ausdehnung von Flächen dieses Lastraums im Stadtgebiet ist möglichst zu vermeiden, eventuell durch Umsetzung von Klimafolgenanpassungsmaßnahmen bei zukünftigen Bauvorhaben.

Die generelle Anfälligkeit gegenüber einer Hitzebelastung ergibt sich in der Zone 1 der Handlungskarte aus der typischen, hoch versiegelten Bebauungsstruktur der Stadtzentren, insbesondere die Bereiche, die überwiegend als Dienstleistungszentrum genutzt werden. Dies sind Problemgebiete mit anderer Anfälligkeit als reine Wohngebiete. Bei einem Aufenthalt in den Innenstädten tagsüber kann einer Hitzebelastung durch Standortwechsel und Vermeidung von besonnten Standorten entgegengewirkt werden. Da dies von Seiten der Stadt und der Geschäftsleute nicht gewünscht sein kann, ist eine Verbesserung der Innenstadtattraktivität auch im Sinne der Klimafolgenanpassung anzustreben.

Darüber hinaus fallen in diese Zone auch fast alle Kernbereiche der Gewerbe- und Industrieflächen. Die insgesamt hohe Flächenversiegelung teilweise bis zu 90 % bewirkt in diesen Bereichen eine starke

Aufheizung tagsüber und eine deutliche Überwärmung nachts. Die Hitze tagsüber kann zu einer Verminderung der Produktivität der in diesen Bereichen beschäftigten Menschen führen. Der nächtliche Überwärmungseffekt kann hier eine der Innenstadt analoge Ausprägung erreichen. Aufgrund der Gebäudeanordnungen und der hohen Rauigkeit in den Gewerbe- und Industriegebieten wird das Windfeld stark verändert. Dies kann sich äußern durch Düseneffekte im Bereich der Werkhallen, die jedoch keine immissionsverbessernden Effekte haben müssen. Besonders problematisch sind unmittelbar an das Zentrum angrenzende Gewerbe- oder Industriekomplexe, die aufgrund der hohen Versiegelungsrate eine stark eingeschränkte nächtliche Abkühlung aufweisen. Im Zusammenspiel mit dichter Stadtbebauung könnten sich große Wärmeinseln ausbilden. Die dicht bebauten Industrie- und Gewerbegebiete sind aus klimatischer wie auch aus lufthygienischer Sicht als ausgeprägte Lasträume zu bezeichnen. Einige Gewerbegebiete weisen zum Teil eine stärker durchgrünte Struktur auf und sind dann etwas weniger stark von Hitzebelastung betroffen.

Ein häufiges Problem der hoch verdichteten Innenstadt- sowie Industrie- und Gewerbeflächen ist auch, dass hier über den erhitzten Oberflächen die Kaltluft aufgezehrt wird und den angrenzenden Gebieten nicht mehr im vollen Umfang zur Verfügung steht.

Maßnahmenvorschläge:

Sinnvolle Maßnahmen in den innerstädtischen Bereichen haben zum Ziel, die Aufenthaltsqualität zu steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag. Akteure sind hier neben der Stadt insbesondere die privaten Immobilieneigentümer. Es können Maßnahmen auf Gebäudeebene und Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur herangezogen werden wie:

- Beschattung durch Vegetation und Bauelemente (z. B. Pergola, Arkaden, Sonnensegel)
- Kühleffekte der Verdunstung nutzen (offene und bewegte Wasserflächen, Begrünung)
- Helle Farben für Oberflächen und Hausfassaden verwenden, um die Hitzeaufnahme der Materialien zu reduzieren
- Entsiegelung von Flächen (z. B. Straßenbankette, Mittelstreifen, Innenhöfe)

Viele Verkehrsflächen leisten aufgrund ihrer dunklen Farbe und Materialien einen großen Beitrag zur Aufheizung dieser Stadtgebiete. Verschattungen oder hellere Farben können hier einen Beitrag sowohl zur Hitzevermeidung am Tag wie auch zur Verringerung der nächtlichen Überwärmung leisten. Ein weiterer Aspekt in Synergie mit Überlegungen zur Mobilität ist die Verschattung und/ oder Begrünung und damit Verringerung der Aufheizung von ÖPNV-Haltestellen, die als Folge besser genutzt werden könnten. Über eine Mehrfachnutzung versiegelter Flächen, zum Beispiel von Parkplätzen, die tagsüber von Angestellten und abends von Kneipenbesuchern genutzt werden, kann eine Reduzierung der Versiegelung erreicht werden. Da bewegtes Wasser einen besonders großen Beitrag zur Kühlung der Luft leisten kann, ist es sinnvoll zu erkunden, an welchen Stellen zusätzlich verrohrte Wasserläufe reaktiviert werden können. Hier gilt es, Synergien mit dem Überflutungsschutz zu finden und gemeinsame Lösungen zu erarbeiten.

Hitzebelastungen in Industrie- und Gewerbegebieten betreffen in erster Linie die tagsüber dort tätigen Menschen. Hier sind Klimafolgenanpassungsmaßnahmen notwendig, um die Produktivität zu erhalten und gesunde Arbeitsbedingungen zu schaffen. In erster Linie sind hier die Unternehmer und Immobilienbesitzer selbst gefragt, um Klimafolgenanpassungsmaßnahmen umzusetzen. Im Sinne des Klimaschutzes gilt es zu vermeiden, den Stromverbrauch, beispielsweise durch Klimaanlage, zu erhöhen. Maßnahmen, die zu einer Verbesserung der Situation in den Lasträumen der Gewerbe- und Industrie- flächen führen, bestehen in erster Linie in der Entsiegelung und dem Erhalt sowie der Erweiterung von Grün- und Brachflächen. Die Erfordernisse gewerblich-industrieller Nutzungen bestimmen maßgeblich

die Gestaltung der Gebiete und schränken somit den Rahmen für klimaverbessernde Maßnahmen ein. Es entstehen Zielkonflikte zwischen einer anzustrebenden Verbesserung der Grünstruktur und Verringerung des Versiegelungsgrades einerseits und einer notwendigen Vollversiegelung betrieblicher Funktionsbereiche auch zum Schutz des Grundwassers andererseits. Lösungsmöglichkeiten sind in diesem Fall in einer ausreichenden Gliederung von hochversiegelten Bauflächen und betrieblichen Funktionsbereichen wie Lager- und Freiflächen durch breite Pflanzstreifen und Grünzüge zu suchen. Darüber hinaus bieten sich oft Stellplatzanlagen, Randsituationen und das Umfeld von Verwaltungsgebäuden für Begrünungen an. Weitere sinnvolle Maßnahmen sind die Begrünung von Fassaden und Dächern sowie die Nutzung von gespeichertem Regenwasser zur Kühlung. Der Rückhalt von Regenwasser kann zudem wirtschaftliche Vorteile (Abwassergebühren sinken) und ein positives Image für den jeweiligen Betrieb bringen.

Bei Neuplanungen von Gewerbe- und Industriegebieten ist darauf zu achten, in den jeweiligen Planungsstufen die Belange von Klimafolgenanpassung zu berücksichtigen. Zu nennen sind die Rahmenplanung, die Flächennutzungsplanung und die Bebauungsplanung sowie das Baugenehmigungsverfahren. Klimawirksame Maßnahmen lassen sich insbesondere in der Bauleitplanung für neue und zu erweiternde Standorte umsetzen. So ist im Rahmen der Eingriffsregelung darauf zu achten, soweit möglich die Kompensationsmaßnahmen auf dem Gelände selbst durchzuführen, um für eine Verbesserung der klimatischen und lufthygienischen Bedingungen vor Ort zu sorgen. Mit Hilfe geeigneter Festsetzungen ist im Bebauungsplan eine Begrenzung der Flächeninanspruchnahme sowie eine ausreichende Grünausstattung zu sichern. Weiterhin ist durch eine geeignete Baukörperanordnung und die Beschränkung bestimmter Bauhöhen eine optimale Durchlüftung zu gewährleisten. Durch die Wahl eines geeigneten Areals zur Sicherung einer hinreichenden Be- und Entlüftung kann die Ausbildung großflächiger Wärmeinseln vermieden werden. Dazu kann auch ein bepflanzter Freiraum als Puffer zu angrenzenden Flächen dienen.

In Bereichen der Hitzeinsel mit einer hohen Wohnbevölkerung müssen Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung einerseits die Aufenthaltsqualität steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag, andererseits aber auch Maßnahmen ergriffen werden, die die nächtliche Überwärmung verringern. Hierzu können Maßnahmen herangezogen werden wie:

- Nächtliche Überwärmung verringern durch eine Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag (Beschattung, Verdunstung, helle Farben, Entsiegelung)
- Zufuhr kühlerer Luft aus der Umgebung, dies schließt sich für Velbert-Mitte aus
- Ausgleichsräume schaffen/erhalten (Parks im Nahbereich, Begrünung von Innenhöfen)
- Reduzieren der Versiegelung, Freiflächen möglichst nicht zur Innenverdichtung heranziehen (neben planerischen auch informelle Instrumente, z.B. Information nutzen)
- Gebäude und Gebäudeumfeld begrünen, insbesondere Dachbegrünungen anstreben

Bei einer angestrebten Innenverdichtung in dieser Zone sind klimarelevante Grünräume möglichst zu erhalten und Verdichtungen nur klimaangepasst und unter Einbeziehung von mikroklimatischen Untersuchungen zu planen.

Eine Erhöhung des Grünanteils durch Baumpflanzungen im verdichteten Bereich der Zone 1 ist nur unter der Berücksichtigung der Belüftung, die durch die Maßnahme nicht eingeschränkt werden darf, anzustreben. In schlecht durchlüfteten Bereichen ist eine dichte Vegetation zu vermeiden. Hier sind Detailuntersuchungen vor der Durchführung von Begrünungsmaßnahmen notwendig. Für Baumpflanzungen bieten sich besonders größere Plätze und Stellplatzanlagen an. Hierbei steigern insbesondere großkronige Laubbäume durch ihren Schattenwurf die Aufenthaltsqualität. An Hauptverkehrsstraßen bestehen

meist weitreichende Restriktionen durch Leitungen und Kanäle im Boden. Die Neuanpflanzung von innerstädtischen (Straßen-)Bäumen ist eine sinnvolle Maßnahme zur Reduzierung der Hitzebelastungen. Bei der Entwicklung von konkreten Pflanzprojekten sind die Aspekte weiterer Klimawandelfolgen mit zu berücksichtigen. So können die prognostizierten sommerlichen Trockenperioden oder die Zunahme von Sturmereignissen, dies hat für Velbert-Mitte eine erhöhte Bedeutung, zu Stress bei Stadtbäumen führen. Eine Optimierung der Baumscheibenstandorte, der Bewässerungspläne sowie der Auswahl geeigneter Baumarten ist zukünftig notwendig.

Tagsüber müssen Ausgleichsräume für die Bevölkerung geschaffen werden, z.B. Parks im Nahbereich (siehe Zone 3). Parkanlagen, aber auch Friedhöfe, Kleingartenanlagen und Spielplätze können lokale Klimaoasen sein, die der Erholung vor Ort dienen und bei entsprechender Größe auch zur Abkühlung der direkten Umgebung beitragen können. Ein gutes Beispiel hierzu ist der Herminghauspark, der, auch aufgrund großkroniger Bäume, ein eigenes, ausgeprägtes Mikroklima in unmittelbarer Nähe zur Innenstadt (5-10 Gehminuten) aufweist. Bewegte Wasserflächen oder Springbrunnen im Park erhöhen zusätzlich das Kühlpotential von Grünanlagen. Durch Beschattung von Straßenräumen mit Bäumen kann der Hitzebeitrag am Tag reduziert werden, was wiederum die Überwärmung in der Nacht vermindert. Bei einem geringen bis fehlenden Platzangebot für die Neuanlage von Grünflächen im dicht bebauten innerstädtischen Bereich sollten zumindest Fassaden- und Dachbegrünungen zur Verbesserung des Mikroklimas in Betracht gezogen werden. Zur Begrenzung von Neuversiegelung und zum Erhalt von Freiflächen sind beispielsweise Festsetzungen im Bebauungsplan zur Gestaltung von Stellplätzen heranzuziehen. In schon bebauten Gebieten sollten Entsiegelungen überall dort erfolgen, wo sie aufgrund der jeweiligen Nutzung möglich sind. Abseits der öffentlichen Straßen können Bodenversiegelungen durch den Einsatz von durchlässigen Oberflächenbefestigungen vermieden bzw. reduziert werden und zwar vor allem dann, wenn die Nutzungsform der Flächen nicht unbedingt hochresistente Beläge wie Beton oder Asphalt voraussetzt. Zur notwendigen Reduzierung der nächtlichen Überwärmung sind Maßnahmen zur Anpassung der gesamten Stadtstruktur notwendig, damit die Zufuhr kühlerer Luft aus der Umgebung verbessert wird. Frischluftschneisen und Luftleitbahnen (siehe Zone 4) spielen für diese Hitzegefährdungsgebiete eine wichtige Rolle. Da diese für Velbert-Mitte keine Relevanz haben, sind dort Vor-Ort-Maßnahmen von noch größerer Bedeutung.

Zone 2: Gebiete mit einer erhöhten Hitzebelastung im Zukunftsszenario

Die Hitzeareale der Zone 2 fallen im IST-Zustand noch in das Siedlungsklimatop mit nur geringen Hitzebelastungen. Im Zuge des Klimawandels mit vermehrten und länger andauernden Hitzewellen sind diese Gebiete aber zukünftig dem Stadtklimatop mit einer erhöhten Hitzebelastung zuzuordnen. Durch eine Ausweitung der Hitzeinseln im Zuge des Klimawandels kommen im Zukunftsszenario 2050 insbesondere im Randbereich der Gewerbegebiete und entlang der Straßenzüge mit verdichteter Bebauung Gebiete dazu, die von einer hohen Hitzebelastung betroffen sein werden.

Wohngebiete um die Siedlungskerne und Randbereiche der Industrie- und Gewerbegebiete machen den Hauptanteil dieser Belastungszone aus. Die meist dichte, mehrstöckige Bebauung in den Wohngebieten erschwert den Abtransport von tagsüber aufgenommener Hitze deutlich. Für Begrünungen ist in der Regel wenig Platz. In diesen Bereichen spielt insbesondere die fehlende nächtliche Abkühlung, die zu einer Belastung des menschlichen Organismus führen kann, eine entscheidende Rolle für das Belastungspotenzial. Während langanhaltender Hitzeperioden bleiben die Nachttemperaturen zukünftig deutlich über 20 °C und eine Lüftung zur Kühlung von aufgeheizten Innenräumen ist nicht mehr möglich.

Maßnahmenvorschläge:

- Die Anpassungsmaßnahmen der Zone 1 sollten auch im Bereich der Zone 2 zur Anwendung kommen, auch wenn die Hitzebelastung momentan noch nicht so ausgeprägt ist.
- Freiflächen sollten, falls notwendig, nur angepasst und klimasensibel zur Innenverdichtung herangezogen werden.
- Bei Neuplanungen sollte durch die Umsetzung von begleitenden Klimaanpassungsmaßnahmen eine zusätzliche Hitzeentwicklung vermieden werden.

Anpassungsmaßnahmen für Veränderungen, die sich erst in der Zukunft ergeben, müssen bereits heute beginnen. Durch geeignete Maßnahmen kann einer Ausweitung der Hitzeinseln in der Zukunft entgegengewirkt werden. Momentan noch vorhandene Freiflächen in dieser Zone, die für eine Innenverdichtung herangezogen werden sollen, dürfen nur klimasensibel umgenutzt werden. Hier sollten neue Belastungen durch sinnvolle Maßnahmen abgemildert werden. Die Neuplanung von stark durchgrünten Wohngebieten mit einer aufgelockerten Bebauungsstruktur, die kühle Freilandluft tief eindringen lässt, sind je nach topographischer Lage möglich. Im Bereich der privaten Hausbesitzer muss mit Aufklärungskampagnen dem Trend der versiegelten Vorgärten oder den Steingärten entgegengewirkt werden. Im Neubau sind hierzu Vorgaben festzuschreiben, um den Versiegelungsgrad zu verringern.

Zone 3: Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiräume

Im gesamten Untersuchungsgebiet der Stadt Velbert wurden alle Grünflächen und Freiräume bezüglich ihrer Relevanz für das Stadtklima bewertet. Vegetationsflächen haben eine bedeutende Wirkung auf das Lokalklima, da sie einerseits die nächtliche Frisch- und Kaltluftproduktion ermöglichen und andererseits tagsüber thermisch ausgleichend sind. Innerstädtische und siedlungsnahen Grünflächen beeinflussen die direkte Umgebung in mikroklimatischer Sicht positiv. Sie spielen eine Rolle als lokale, innenstadtnahe Aufenthaltsräume, die es als klimatische Gunsträume und zur Naherholung zu erhalten gilt.

Freiflächen mit einer hohen Klimaaktivität sind vor allem Gebiete mit direktem Bezug zu den Hitzebelastungsgebieten wie z.B. innerstädtische und siedlungsnahen Grünflächen oder solche, die im Einzugsgebiet eines Kaltluftsystems liegen. Innerhalb der bebauten Bereiche sind vorhandene Grünflächen überwiegend mit den höchsten Empfindlichkeiten versehen und entsprechend mit Restriktionen gegenüber Nutzungsänderungen zu versehen. Vegetationsflächen am Siedlungsrand fördern den Luftaustausch. Größere zusammenhängende Vegetationsflächen stellen das klimatisch-lufthygienische Regenerationspotential dar. Aufgrund der Ergebnisse der Kaltluftberechnungen sind viele Flächen im Außenbereich über Luftleitbahnen (siehe Zone 4) an überhitzte Stadtteile angebunden. Entsprechend sind diese Freiflächen oder auch Waldgebiete als Kaltluftlieferanten schützenswert und deshalb als Zone 3 ausgewiesen.

Maßnahmenvorschläge:

Die Flächen der Zone 3 sind mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen bewertet; d.h. bauliche und zur Versiegelung beitragende Nutzungen können zu klimatischen Beeinträchtigungen führen. Sinnvolle Maßnahmen in dieser Zone der Handlungskarte sind:

- Innerstädtische Grünflächen möglichst erhalten, untereinander vernetzen und bei Bedarf ertüchtigen
- Parkartige Strukturen von innerstädtischen Grünflächen erhalten und bei Bedarf verbessern
- Straßenbegleitgrün erhalten und bei Bedarf erhöhen

- Übergänge zu den bebauten Bereichen durchlässig gestalten
- Keine großflächigen Aufforstungen auf Kaltluftbildungs- und Kaltluftabflussflächen außerhalb von Parks und Wäldern

Im Bereich der stadtklimarelevanten Kaltluftentstehungsgebiete, die über den Anschluss mit einer Luftleitbahn kühle Umgebungsluft für die überwärmten Stadtbereiche bereitstellen können, sollten außerhalb von Waldgebieten keine großflächigen Aufforstungen stattfinden, um die Bildung und den Transport der Kaltluft nicht zu behindern. Stadtnahe und innerstädtische Grünflächen sollten zur Abmilderung der Hitzebelastungen erhalten und gegebenenfalls weiterentwickelt werden. Zur Sicherung einer guten Belüftung sollten auch hier großflächige Aufforstungen vermieden werden. Innerstädtische Grünflächen sollten eine parkartige Struktur mit Einzelbäumen, Baumgruppen und Büschen aufweisen und möglichst nicht als reine Rasenflächen angelegt oder erhalten werden. Großkronige Einzelbäume oder Baumgruppen als Schattenspendler sind auf diesen Flächen sinnvoll. Die Funktionen der Grün- und Freiflächen sind auch im Zusammenhang mit weiteren Klimawandelfolgen zu betrachten. Trockenperioden und Stürme sollten eine Rolle spielen bei der Auswahl geeigneter Pflanzenarten zur Begrünung. Grünflächen können als multifunktionale Flächen gerade innerstädtisch einen wertvollen Beitrag zur Retention und damit zur Abschwächung der Folgen von Starkregenereignissen spielen. Diese Schutzzone ist bei der Bauleitplanung in die Abwägung einzustellen, die Auswirkungen von Eingriffen in die betroffenen Flächen sind im Verfahren durch einen entsprechenden Fachbeitrag qualitativ und quantitativ näher zu untersuchen. Sollten Flächen aus dieser Zone dennoch bebaut werden, sollen entsprechende Maßnahmen, wie unter den Zonen 1 und 2 beschrieben, ergriffen werden, um die Auswirkungen abzumildern.



Zone 4: Gebiete der Luftleitbahnen

Eine gute Belüftungssituation in der Region trägt wesentlich zur Qualität ihres Mikroklimas bei. Durch einen guten Luftaustausch können überwärmte Luftmassen aus den Stadtgebieten abgeführt und durch kühlere aus dem Umland ersetzt werden. Weiterhin können mit Schadstoffen angereicherte Luftmassen durch Frischluft ersetzt und die vertikale Durchmischung der Luft erhöht werden. Neben der Schutzzone der stadtklimarelevanten Grün- und Freiflächen werden auch die für den Luftaustausch wichtigen Leitbahnen als Schutzzone in der Handlungskarte ausgewiesen.

Die stadtklimarelevanten Luftbewegungen des autochthonen Windfeldes aus der Kaltluftsimulation sind in die Handlungskarte übernommen. Entlang dieser mit Pfeilen gekennzeichneten Bereiche findet bei Schwachwindlagen eine Belüftung des überwärmten Bereichs durch Kaltluftzufluss oder Flurwinde statt. Kaltluftströme sind empfindlich gegenüber Störungen wie Hindernisse. Die in der Handlungskarte ausgewiesenen Bereiche der Zone 4 sind aus klimatischer Sicht für die lokalen Windströmungen während austauscharmer Wetterlagen von besonderer Bedeutung. Bauliche Eingriffe in diese Bereiche werden zu Einschränkungen der lokalen thermisch induzierten Windsysteme führen. Die Folgen können eine geringere Abkühlung in heißen Sommernächten und ein verringerter Luftaustausch sein.

Maßnahmenvorschläge:

Die in der Handlungskarte ausgewiesenen Luftleitbahnen sind aufgrund ihrer Bedeutung für die klimatische Situation im Bereich der Hitzebelastungsgebiete wichtig und ihre Funktion ist schützenswert. Zur Unterstützung der Funktion von Luftleitbahnen sollten hier die folgenden Maßnahmen eingehalten werden:

- Beachtung der Funktion der Luftleitbahnen bei künftigen Planungen/Bautätigkeiten

- Zusätzliche Emittenten vermeiden, Minimierung und Optimierung bestehender Emittenten durch neue Technologien
- Bebauung sollte keine Riegelwirkung erzeugen
- Hohe und dichte Vegetation (Sträucher und Bäume) als Strömungshindernis im Bereich von Luftleitbahnen vermeiden, Großflächige Aufforstungen in diesen Bereichen vermeiden
- Übergangsbereiche zwischen den Luftleitbahnen und der Bebauung sollten offen gestaltet werden, um einen guten Luftaustausch zu fördern.

Zur Unterstützung der Belüftungsfunktion wird die Anlage zusätzlicher rauigkeitsarmer Grünzonen im Umfeld einer Luftleitbahn empfohlen. Hierzu sollte entlang der Belüftungsbahn unbedingt auf weitere Strömungshindernisse verzichtet und im bebauten Bereich die Entsiegelung von Flächen angestrebt werden, dies kann schwerpunktmäßig im Rahmen einer Umnutzung von Flächen oder auch in Verbindung mit Begrünungsmaßnahmen und einer Grünvernetzung geschehen.

Diese Schutzzone ist bei der Bauleitplanung mit einer sehr hohen Priorität in die Abwägung einzustellen, die Auswirkungen von Eingriffen in die betroffenen Flächen sind im Verfahren durch einen entsprechenden Fachbeitrag qualitativ und quantitativ näher zu untersuchen. Es wird empfohlen, die Auswirkungen geplanter Veränderungen durch eine mikroskalige Modellierung zu überprüfen.

Zone 5: Fließwege

Der freie Oberflächenabfluss wird maßgeblich über die Regenmenge bestimmt. Während der Niederschlag eines normalen Regenereignisses über die Kanalisation abgeführt wird, entstehen bei Extremniederschlagsereignissen stark wasserführende Fließwege. Potenzielle Belastungsbereiche finden sich dort, wo ein großes Oberflächenabflussvolumen auf Siedlungen, Gebäudekomplexe oder städtische Infrastruktur trifft. Im Fall von unversiegelten Gebieten mit hohem Oberflächenabfluss und im Bereich von abflusslosen Senken besteht momentan noch keine Gefährdung von Infrastruktur. Bei einer geplanten Nutzungsänderung / Bebauung ist aber mit einem Gefährdungspotential durch Überflutungen zu rechnen. Kleinräumig müssen darüber hinaus Senken als Belastungsgebiete Beachtung finden. In solchen Senken kann das Wasser nur über die Kanalisation abgeführt werden. Insbesondere während intensiver Starkregenereignisse kann die überlastete Kanalisation dies nicht leisten.

Maßnahmenvorschläge:

Allgemein zusammengefasst sind in den ausgewiesenen Belastungsbereichen, in denen Oberflächenfließwege mit hohen Wassermengen bei Stark- und Extremniederschlagsereignissen zur Gefährdung von Infrastruktur führen können, neben technischen Maßnahmen des Objektschutzes Maßnahmen erforderlich, die die Abflussmenge reduzieren und Abflussspitzen durch verzögerten Abfluss verringern. Dazu gehören in erster Linie:

- Entsiegelung und Begrünung der hoch versiegelten Bereiche zur Reduzierung des Oberflächenabflusses und Verbesserung des Stadtklimas
- Retentionsmaßnahmen in Form von Überlaufbecken (techn. Bauwerke) oder Überflutungsflächen mit Entlastungspotential für extreme Regenereignisse

Durch Entsiegelungs- und Begrünungsprogramme kann jeweils auch eine Verbesserung des Stadtklimas erreicht werden. Multifunktionale Überflutungsflächen sollten einhergehen mit stärker begrüntem und entsiegeltem Stadtbereich. Ein bewusstes Wasserwegenetz steigert die Wohnqualität und bietet gleichzeitig Möglichkeiten für eine gezielte Ableitung des Direktabflusses. Untersuchungen zeigen

deutlich, dass Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen auf die Direktabflussmenge von seltenen Starkregenereignissen nur eine verhältnismäßig geringe Auswirkung haben. Als reine Anpassungsmaßnahme an Starkregen ist die Wirkung von Entsiegelungsprogrammen eher gering, während sich Retentionsmaßnahmen in Form von Überlaufbecken oder Überflutungsflächen als sehr effektiv erwiesen haben. Neben der hohen Effektivität von Retentionsbecken und dem geringen Flächenverbrauch, besteht ein weiterer Vorteil in der schnellen und einmaligen Umsetzung. Entsiegelungs- und Begrünungsmaßnahmen müssten sukzessive umgesetzt werden, so dass eine maximal mögliche Wirkung erst nach langer Zeit erreicht werden könnte. Entsiegelte und begrünte Flächen entfalten ihre Wirksamkeit vor allem in ihrer alltäglichen Wirkung. Neben einer deutlichen Aufwertung des innerstädtischen Klimas wird die Lebensqualität deutlich verbessert. Aus hydrologischer Sicht zeigen sich die Vorteile des reduzierten Oberflächenabflusses insbesondere bei mittleren Niederschlagsereignissen. Hier verringert sich das Verhältnis aus Gesamtniederschlag und Oberflächenabflussvolumen. Während beispielsweise die Speicherkapazität eines Gründaches bei einem 50-jährlichen Niederschlagsereignis schnell erschöpft ist, kann die gleiche Fläche einen gewöhnlichen sommerlichen Starkregen nahezu vollkommen aufnehmen. Wird die Aufnahmekapazität überschritten, werden trotzdem die Abflussspitzen deutlich verringert.

Die Karten der Überflutungsflächen aus Flusshochwasser (siehe Abb. 2.13) und Starkregenabfluss (Fließwege- und Senkenanalyse vom Büro HPC AG für die Technischen Betriebe Velbert erstellt) liefern deutliche Hinweise auf Stellen im Untersuchungsgebiet, an denen Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden sollten. Diese Maßnahmen können sich beziehen auf:

- Informationsvorsorge
- Objektschutzmaßnahmen
- Flächenvorsorge
- Risikovorsorge

In der zukünftigen Bauleitplanung sind die Erkenntnisse der Starkregenanalyse zu berücksichtigen (kommunale Flächenvorsorge). Unter Betrachtung dieser Analyse eignen sich manche Flächen nicht zur Bebauung, sondern eher zur Rückhaltung von Hochwasser oder Starkregenabflüssen. Bei der Bebauung gefährdeter Flächen ist in jedem Fall auf eine angepasste Bauweise zu achten. Wenn beispielsweise deutlich wird, dass sich eine sanierungsbedürftige Straße mit einem größeren Fließweg überlagert, wäre eine Planung mit einer abflussoptimierten Profilierung der Straße denkbar. Außerdem können bestehende und geplante Gründächer hinsichtlich einer Eignung zum Starkregentrückhalt bewertet werden. Für geplante Neubaugebiete kann beurteilt werden, welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um Schäden durch Starkregen in der Zukunft zu vermeiden.

3.2 ZIELE UND LEITFADEN FÜR DIE RÄUMLICHE PLANUNG

Das vorliegende Klimafolgenanpassungskonzept für die Stadt Velbert ist ein Instrument zur Integration von Klimafolgenanpassung in alle raumbezogenen Vorhaben in der Stadt sowie in das langfristige Verwaltungshandeln. Es dient zudem der gezielten Sensibilisierung der Öffentlichkeit für das Thema.

Bevor es zu einer Entscheidung über ein Planvorhaben oder über eine Entwicklung einer konkreten Fläche kommt, muss vorab verwaltungsintern mit Hilfe der „Handlungskarte Klimaanpassung“ abgeglichen werden, ob auf der angestrebten Fläche ein dort ausgewiesenes Handlungserfordernis bezüglich der Folgen des Klimawandels gegeben ist. Ist dies zutreffend, so muss geklärt werden, um welche Art von Konfliktpotenzial, z. B. Hitzebelastung, die Belüftungs- oder Kühlfunktion einer Fläche oder

Überflutungsgefährdung es sich handelt. Ab diesem Zeitpunkt müssen Maßnahmen aufgezeigt und in den weiteren Schritten des Planungsverfahrens mitberücksichtigt werden. Die kommunalen Planungen müssen als Weichenstellung für die zukünftige Stadtentwicklung verstanden werden.

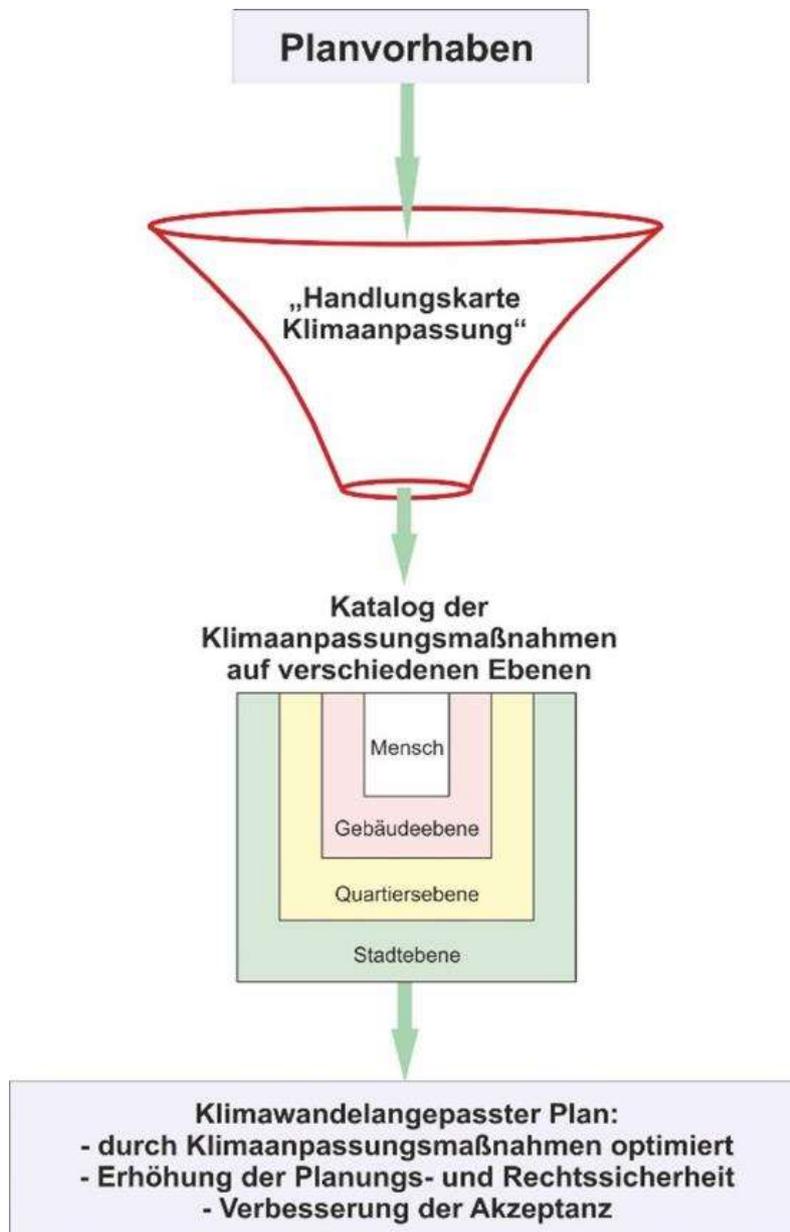


Abb. 4 Ablaufschema für Planvorhaben in der Stadt Velbert

Eine weitreichende Kommunikation der „Handlungskarte Klimaanpassung“ in die Öffentlichkeit hinein erleichtert außerdem die Anwendung des Maßnahmenkatalogs auch im Bereich privater Grundstücksflächen. Abbildung 4 zeigt die Abfolge für alle zukünftigen Planungen mit räumlichem Bezug in der Stadt Velbert auf. Als Grundlage für das Ablaufschema dienen neben der Handlungskarte Klimaanpassung die in einem Katalog zusammengestellten Klimafolgenanpassungsmaßnahmen (siehe Kap. 5). Die Inhalte des Ablaufschemas sind in der Tabelle 1 beschrieben.

Tab. 1 Inhalte des Ablaufschemas für Planvorhaben in der Stadt Velbert

Planvorhaben	<p>Der größte Spielraum für Anpassungsmöglichkeiten liegt weniger bei Planungen im Bestand, sondern bei Neubauprojekten oder städtebaulichen Entwicklungen. Der größte Handlungsbedarf liegt aber im Bestand. Wichtige Maßnahmen neben dem klassischen Bebauungsplanverfahren sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klimagerechte Planung von Straßenräumen (Artenauswahl, Anzahl und Anordnung von Bäumen und sonstigem Grün, etc.), • Planung von öffentlichen Grün- und Freiflächen, • Schutz von bereits vorhandenem Baumbestand: die Bauleitplanung sollte so weit wie möglich Rücksicht auf vorhandene, insbesondere großkronige alte Bäume, die für die Klimafolgenanpassung wertvoll sein können, nehmen, • Klimawandelgerechte Entwässerungsplanung, Rückhalteflächen, Abkopplung etc., • Anpassungsmaßnahmen an privaten bestehenden Gebäuden (Fassadenbegrünung und -farbe, Innenhofentsiegelung, ggf. Dachbegrünung, Abkopplungsmaßnahmen für Regenwasser), • und Freihalten von Frischluftbahnen. <p>Dies bedeutet für den Instrumentenkasten, stärker auch folgende Aspekte zu beachten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Information von Eigentümern, Sensibilisierung und Verhaltensempfehlungen für die Bevölkerung, • die Berücksichtigung von Anpassungsmaßnahmen in Stadtteilsanierungen, Stadterneuerungsstrategien, etc., • bei Wettbewerben Vorgaben für Klimafolgenanpassungsmaßnahmen formulieren, • und vertragliche Vereinbarungen mit Bauherren und Investoren (z. B. Städtebauliche Verträge).
Handlungskarte Klimaanpassung und Kataloge der Maßnahmensteckbriefe	<p>Wichtig ist, dass im Rahmen der informellen Ämterbeteiligung den jeweiligen Bearbeitern während des Erstellungsprozesses immer klar ist, um welche Art von klimatischem Belastungsraum nach dem Klimafolgenanpassungskonzept es sich handelt und welche Möglichkeiten für Abhilfe versprechende Klimafolgenanpassungsmaßnahmen sich bieten. Diese lassen sich direkt aus der Handlungskarte und dem Maßnahmenkatalog entnehmen.</p> <p>An dieser Stelle soll außerdem darauf hingewiesen werden, dass es für Flächen, die in keinem klimatischen Belastungsraum nach dem Klimafolgenanpassungskonzept liegen, ebenso wünschenswert ist, dass Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Klimafolgenanpassungsmaßnahmen führen immer auch zu einer Steigerung der Aufenthalts- und Wohnqualität und haben damit positive Auswirkungen auf die Lebensqualität in der Stadt Velbert.</p>

Beispiele für planungsrechtliche Umsetzungsinstrumente und Maßnahmen

Vorhandene Instrumente sollten ausgenutzt werden, um Klimafolgenanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse zu integrieren. Flächennutzungs- und Bebauungspläne bieten im Rahmen von Änderungen beziehungsweise der Ausweisung neuer Baugebiete die Möglichkeit, bestimmte Darstellungen (FNP) oder Festsetzungen (B-Pläne) zu enthalten. Im Folgenden sind einige Beispiele aufgelistet, wie konkrete Maßnahmen in Flächennutzungspläne und B-Pläne übernommen werden können.

- 1 Um **Frei- und Frischluftflächen** zu erhalten beziehungsweise neue Frei- und Frischluftflächen zu schaffen, können in den Flächennutzungsplan (FNP) großräumige Darstellungen von nicht baulichen Nutzungen mit unterschiedlichen Zweckbestimmungen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe integriert werden (nach § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB). Darüber hinaus können Wasserflächen (als Flächen, die nach § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB aufgrund des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind) sowie landwirtschaftliche Flächen und Waldflächen (nach § 5 Abs. 2 Nr. 9 BauGB) dargestellt werden. Im B-Plan kann die Erhaltung beziehungsweise Schaffung von Frei- und Frischluftflächen über die Festsetzung der Grundfläche oder Grundflächenzahl (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB), der überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksfläche (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) sowie Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind (§ 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB) gesteuert werden. Ferner ist es möglich im B-Plan öffentliche und private Grünflächen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe festzusetzen (§ 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB). Auch lassen sich Flächen für die Landwirtschaft und Waldflächen festsetzen (§ 9 Abs. 1 Nr. 18 BauGB).

Besonders vorteilhaft für das Lokalklima sind **Luftleitbahnen**. Deren Erhalt beziehungsweise Schaffung können durch die oben bereits erwähnten Darstellungen und Festsetzungen zu Frei- und Frischluftflächen im FNP und in den B-Plänen ermöglicht werden. Förderlich kann in diesem Zusammenhang auch sein, in der Begründung zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) beziehungsweise B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes einzugehen.

	<p>2 Maßnahmen wie die Begrünung von Straßenzügen, Dächern und Fassaden können durch das Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen oder für ein B-Plangebiet beziehungsweise Teile davon in den B-Plan integriert werden (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB). Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, Stellplätze und bauliche Anlagen zu begrünen und zu bepflanzen. Durch die vorgenannten Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB lassen sich auch die Bepflanzung urbaner Räume mit wärmeresistenten Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf sowie der Einsatz bodenbedeckender Vegetation und die Vermeidung von unbewachsenen Bodenflächen in Bebauungspläne integrieren. Auch lässt sich auf diese Weise Hauswandverschattung durch Bäume im B-Plan festsetzen.</p> <p>3 Die Verwendung baulicher Verschattungselemente im öffentlichen Raum (z.B. Arkaden, Sonnensegel) lässt sich nicht direkt, sondern nur über Umwege durch das Festsetzen von Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung erreichen.</p> <p>Ganz konkrete Maßnahmen zur Optimierung der Gebäudeausrichtung können zum Beispiel die Ausrichtung von Gebäuden zur besseren Durchlüftung eines Baugebietes oder die Planung von Gebäudekomplexen mit Innenhöfen sein. Im Bebauungsplan können zu diesen Zwecken die Bauweise, die überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen festgesetzt werden (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB).</p> <p>Eine Möglichkeit zur Klimafolgenanpassung in Randbereichen der bebauten, urbanen Gebiete stellt der Rückbau versiegelter Flächen dar. Dies kann durch die Festsetzung einer nicht baulichen Nutzung beispielsweise von Brachflächen erfolgen (vgl. 1. Frei- und Frischluftflächen). Hier gilt es zu beachten, dass die Umnutzung von Brachflächen und Baulücken in nicht baulich genutzte Grundstücke in der Regel mit Entschädigungsansprüchen nach dem Planungsschadensrecht verbunden ist. Hier ist jeweils eine Einzelfallbetrachtung notwendig. Bei klimarelevanten Flächen insbesondere zur Stadtbelüftung kann ein Aufkauf solcher Flächen sinnvoll sein, auch in Synergie mit der Regenrückhaltung. Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen (§§ 171a – d BauGB) werden vor allem bei Stadtumbaumaßnahmen gefördert. Beispielsweise kann bei einer Neugestaltung und beabsichtigten Aufwertung von Verkehrsflächen die versiegelte Fläche reduziert werden. Auch das BNatSchG (Eingriffsregelung) im unbebauten Bereich kann herangezogen werden, um die Entsiegelung von Flächen zu erreichen.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. AKTEURSBETEILIGUNGEN

Wie grundsätzlich alle Konzepte mit langfristigen und weitreichenden Themenfeldern ist auch bei der Erstellung des vorliegenden Klimafolgenanpassungskonzepts für die Stadt Velbert die Beteiligung von betroffenen Akteuren elementar. Eine Umsetzung von notwendigen Maßnahmen kann nur gelingen, wenn die Hintergründe und Ziele des Konzepts, aber auch die finanziellen, technischen und organisatorischen Möglichkeiten aller Akteure bekannt sind. Hinzu kommt die Berücksichtigung von Planungen und individuellen Handlungskorridoren und Interessen, die ebenfalls zu Einschränkungen bei möglichen Maßnahmen führen können. Die Klimawandelfolgen betreffen alle, beruflich wie privat. Die Erstellung eines Anpassungskonzeptes für stadträumlich wirksame Adaptionsmaßnahmen bedingt daher die Integration möglichst vieler lokaler und regionaler Akteure und Multiplikatoren (Stadtverwaltung, Politik, Bürgerinnen und Bürger, Bildungseinrichtungen, Wohnungsbaugenossenschaften, Vereine, Verbände, örtliche Betriebe, Wirtschaftsförderung, Rettungsdienste, Landwirtschaft, Gesundheitswesen, etc.), deren Know-how, Interessen und Ziele berücksichtigt werden und in das Konzept einfließen. Der lokale Beteiligungsaspekt nimmt eine zentrale Stellung ein, um sowohl Hemmnisse bei der Umsetzung der Maßnahmen im Vorfeld auszuschließen als auch deren Akzeptanz in Bürgerschaft, Verwaltung und Politik frühzeitig zu steigern. Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit wurden über die gesamte Dauer der Erarbeitung des Anpassungskonzeptes durchgeführt und gehen dabei mit allen Arbeitsschritten Hand in Hand.

4.1 FACHAKTEURSBETEILIGUNG

Der Beteiligungsprozess bezog neben der städtischen Fachverwaltung, den Technischen Betrieben Velbert (TBV) und lokalen Institutionen aus der Zivilgesellschaft insbesondere vulnerable Zielgruppen bzw. Multiplikator:innen in die Entwicklung des Klimaanpassungskonzeptes ein. Um alle relevanten Zielgruppen und Akteur:innen zu erfassen, wurde zu Beginn des Projektes in Zusammenarbeit mit der Stadt Velbert ein Akteurskataster erstellt, auf dem die weitere Beteiligungsarbeit basierte.

Im Mai 2022 wurden vier Workshops mit Fachakteur:innen aus den Bereichen „Umwelt“, „Gesundheit und Soziales“, „Planen und Bauen“ und „Wirtschaft“ durchgeführt. Diese fanden sowohl in Präsenz als auch virtuell statt. In diesen Workshops wurde der aktuelle Stand der Klimamodellierungen vorgestellt. Darauf aufbauend wurden die Bedarfe sowie die Handlungsoptionen definiert. Abschließend wurden erste Eingaben zu den zu entwickelnden Maßnahmen inklusive der Identifikation von Hürden und Verantwortlichkeiten diskutiert. Die nachfolgende Abbildung 5 stellt einen kurzen Überblick über die identifizierten Bedarfe und Handlungsoptionen bzw. konkreten Maßnahmenvorschläge aus den Fachworkshops dar.

Im Oktober 2022 wurden in drei Workshops die themenrelevanten Fachämter der Stadt Velbert beteiligt und konnten die Maßnahmensteckbriefe in einer Kurzfassung diskutieren. Aufbauend auf den Fachakteursworkshops und den Ergebnissen der Online-Umfragen sowie der Klima.Map wurden Maßnahmenvorschläge eingebracht. Diese wurden nach einem ersten Feedback in drei verwaltungsinternen Workshops tiefgreifender diskutiert und weiterentwickelt. Die Workshops wurden in den Bereichen Technische Betriebe Velbert (TBV), Planen und Bauen, Gesundheit und Soziales durchgeführt. Basierend auf den Ergebnissen dieser Workshops wurde in diesem Schritt die inhaltliche Konkretisierung der Maßnahmensteckbriefe vorgenommen.



Abb. 5 Fachaktorsworkshops

4.2 BETEILIGUNG DER ÖFFENTLICHKEIT

Die Erstellung eines Anpassungskonzeptes für räumlich wirksame und effiziente Anpassungsmaßnahmen bedingt die Integration möglichst vieler Akteur:innen auch aus der Öffentlichkeit, deren Know-how, Interessen und Ziele berücksichtigt werden und in das Konzept eingeflossen sind.

Im Rahmen der Entwicklung des Konzeptes wurde eine Befragung der Bürger:innen aus der Stadt Velbert mit thematischem Fokus auf die Aufenthalts- und Lebensqualität in Velbert unter dem Aspekt des Klimawandels durchgeführt. Ziel der Umfrage war es, Betroffenheiten, bereits vorhandene Lösungsstrategien und Wünsche der Bürger:innen in unterschiedlichen thematischen Schwerpunktbereichen zu erfassen. Um die Belange der vulnerablen Gruppen explizit mit einzubeziehen, wurde neben der allgemeinen Bürger:innenumfrage eine weitere Befragung bei Multiplikator:innen aus verschiedenen Sozialbereichen durchgeführt. Die Ergebnisse der Umfrage fanden Eingang in die Entwicklung der konkreten Maßnahmenvorschläge für Velbert (siehe Kap. 5).

Die allgemeine Bürger:innenbefragung wurde über einen Zeitraum von rund vier Wochen (15.03.-15.04.2022) online gestellt. Die Stadt Velbert machte auf verschiedenen Plattformen (u.a. auf der Webseite der Stadt Velbert) und parallel über Social-Media Posts durch mehrere Pressemitteilungen die Bürger:innen auf die Umfrage aufmerksam. In diesem Zeitraum nahmen 337 Personen an der Umfrage teil.

Die Befragung der Multiplikator:innen wurde an verschiedene Sozialeinrichtungen versandt. Hierzu wurde auf die Akteursdatenbank zurückgegriffen und durch die Stadt Velbert eine Einladung zur Umfrage an die Einrichtungen und ggf. an die konkreten Ansprechpartner:innen versandt. Es nahmen insgesamt 33 Repräsentanten der verschiedenen Einrichtungen an der Umfrage teil.

Die Befragungen wurden im Sinne eines Mixed-Method-Ansatzes mit quantitativen und qualitativen Elementen konzipiert. Durch die methodische Kombination ist es möglich, neben der deskriptiven statistischen Auswertung tiefergehende explorative Ergebnisse und Einblicke in die Lebensrealität der Velberter Bürger:innen sowie der sozialen Einrichtungen im Hinblick auf den Klimawandel und die dadurch beeinflusste Lebensrealität und -qualität zu erfassen.

Die Struktur der Umfragen bestand aus den folgenden Bereichen:

- Allgemeine Informationen
- Schwerpunktthema Hitze
- Schwerpunktthema Starkregen und Überschwemmungen
- Schwerpunktthema Sturm
- Zukünftiges Handeln

Zur weiteren Beteiligung wurde eine interaktive Onlinekarte erstellt, betreut und ausgewertet (**Klimamap Velbert**). Die Klimamap ist eine interaktive Karte der Stadt, in der Bürger:innen Anregungen, Ideen, Hinweise und Bedenken zum Stadtklima und zu Auswirkungen des Klimawandels hinterlassen konnten, um somit aktiv an der Fortführung des Klimafolgenanpassungskonzepts mitzuwirken. Wo gibt es Orte, die besonders hitzeanfällig sind? Wo gab es schon Probleme mit Überflutungsereignissen oder Sturmschäden? Welchen Einfluss haben diese Ereignisse auf die Lebensqualität? Wie schütze ich beispielsweise mein Haus? Welche Ideen habe ich, um die Klimawandelfolgen abzumildern oder zu vermeiden? Die Klimamap stellt dabei ein geeignetes Hilfsmittel dar, um gemeinsam mit den Bürger:innen darüber nachzudenken und festzuhalten, wie man sich an den Klimawandel anpassen und seine Auswirkungen mindern kann. Ziel war es, vielfältiges lokales Wissen über Stadtklima und Klimawandel zu bündeln, öffentlich zugänglich zu machen und zu archivieren. Die gesammelten Informationen dienen zur Unterstützung bei der Umsetzung des Klimafolgenanpassungskonzeptes. Die Akzeptanz von Maßnahmen und Projekten kann in der Bevölkerung dadurch erhöht werden.

Im Februar 2022 startete die Online-Beteiligung der Klimamap. Die Laufzeit betrug knapp über 5 Monate und wurde zwischenzeitlich bis zum 01.09.2022 verlängert. Die Klimamap Velbert wurde mit insgesamt 387 Einträgen versehen. Die meisten Maßnahmenvorschläge (276) wurden für die Pflanzung von Bäumen eingetragen. Weiterhin wurden sowohl zahlreiche Probleme (29) als auch Maßnahmenvorschläge (22) im Bereich Hitze eingetragen. Es gab 13 Einträge zu Problemen mit Wasser und 11 Vorschläge wurden für die Kategorien Starkniederschläge gegeben. Hier war es auch möglich, Schäden durch das zurückliegende Hochwasserereignis vom 14.07.2021 zu melden. Davon machten 11 Nutzer:innen Gebrauch. Im Vergleich zu anderen Städten wurden überdurchschnittlich viele Einträge zum Thema Starkwind gemacht (18 Problemmeldungen und 7 Vorschläge).

5. MAßNAHMENKATALOGE

Während es in den heißen Klimazonen der Erde schon immer einen klimaangepassten Städtebau (z.B. enge Gassen mit Verschattung der Hauswände, helle Oberflächen) gegeben hat, ist in unseren Regionen ein Umdenken erforderlich, um eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu erreichen. Es muss eine Umgestaltung auf Stadt-, Quartiers- und Gebäudeebene stattfinden, um eine Verminderung der zukünftigen Belastungen durch die Folgen des Klimawandels zu erreichen. Zusätzlich muss sich das Verhalten des Menschen verändern, damit die Anfälligkeit gegenüber Klimafolgen abnimmt.

Anpassungsmaßnahmen auf gesamtstädtischer Ebene

Langfristig umzusetzende Maßnahmen fallen in den Bereich der Freiraumplanung und Stadtentwicklung. Aufgrund der sehr langsamen Geschwindigkeit eines nachhaltigen Stadtumbaus besteht hier ein hoher Handlungsdruck für die Stadtentwicklung und die Stadtplanung. Anpassungsmaßnahmen für Veränderungen, die sich erst in der Zukunft ergeben, müssen bereits heute beginnen. Freiwerdende Flächen sind im Sinne der Stadtbelüftung einer sorgfältigen Abwägung über die zukünftige Nutzung zu unterziehen.

Anpassungsmaßnahmen auf Quartiersebene

Kurz- und mittelfristig umzusetzende Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur an den Klimawandel sind Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen im Straßenraum. Ebenfalls kurz- bis mittelfristig umsetzbar ist die Schaffung von kleineren, offenen Wasserflächen im Stadtbereich. Maßnahmen einer baulichen Quartiersumgestaltung sind nur mittel- oder langfristig umsetzbar.

Anpassungsmaßnahmen auf Gebäudeebene

Kurz- bis mittelfristig umzusetzende Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung im städtischen Raum auf Gebäudeebene sind Dach- und Fassadenbegrünungen. Veränderungen im Gebäudedesign, wie die Gebäudeausrichtung, Hauswandverschattung, Wärmedämmung und der Einsatz von geeigneten Baumaterialien können als mittelfristige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zusammengefasst werden. Neben dem Gebäude an sich wird auch das direkte Gebäudeumfeld betrachtet, z.B. die Gartengestaltung.

Anpassungsmaßnahmen auf Verhaltens-/ Handlungsebene

Klimafolgenanpassung ist nur gesamtgesellschaftlich zu lösen. Die öffentliche Hand kann Rahmenbedingungen formulieren und als Vorbild wirken. Ein erfolgreiches Vorgehen benötigt aber ein Zusammenwirken aller Kräfte und eine integrierte Herangehensweise. Jede und jeder kann dazu beitragen. Dies erfordert Information, Sensibilisierung, Aktivierung und stärkere Vernetzung, um die Akzeptanz und die Handlungsbereitschaft in Gesellschaft, Politik und Verwaltung zu stärken. Der Umgang mit den Folgen von Überflutung, extremer Trockenheit und Hitze ist standardisiert mitzudenken, beginnend von der Aufwertung von Stadtquartieren und integrierten Stadterneuerung über Anpassung unseres persönlichen Verhaltens bis hin zur Verhaltensvorsorge für besonders betroffene Personengruppen wie z.B. alte und kranke Menschen. Nachhaltige Klimaanpassung erhöht die Lebensqualität.

Der vorliegende Katalog der Anpassungsmaßnahmensteckbriefe soll den erforderlichen Werkzeugkasten für eine nachhaltige Klimafolgenanpassung in der Stadt Velbert bereitstellen. Aus dem Zusammenspiel von „Handlungskarte zur Klimafolgenanpassung“ und „Maßnahmensteckbriefen“ können zukünftig konkrete Anpassungsprojekte entwickelt und deren Nutzen abgeschätzt werden.

5.1 VERWALTUNGSSPEZIFISCHER MAßNAHMENKATALOG

Unabhängig von den nachfolgenden Klimafolgenanpassungsmaßnahmen, die in Form von Steckbriefen beschrieben werden, gibt es verschiedene übergeordnete Aspekte, die für viele oder alle Anpassungslösungen eine Rolle spielen:

- Bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ist die Zusammenarbeit verschiedener Bereiche innerhalb der Kommune ein entscheidender und das Ergebnis beeinflussender Faktor. In vielen Kommunen finden einzelne planerische Verfahren (z. B. Bauleitplanung, wasserwirtschaftliche Planung) überwiegend getrennt oder zeitlich nachgeschaltet statt. Dementsprechend schwierig ist es, unterschiedliche Belange in die jeweils anderen planerischen Verfahren einzubringen. Insbesondere die Belange derjenigen kommunalen Fachbereiche, die lediglich als Träger öffentlicher Belange in Planungsverfahren eingebunden sind (z. B. Gesundheit), finden im Rahmen der Umsetzung nur selten Berücksichtigung. Durch eine integrierte Zusammenarbeit der planenden und umsetzenden Fachbereiche zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Maßnahmenplanung besteht die Möglichkeit, die verschiedenen Belange frühzeitig zu bündeln, besser untereinander abzuwägen und möglichst in Einklang zu bringen. Mögliche Zielkonflikte von Maßnahmen können durch eine integrierte Planung mit Beteiligung verschiedener Fachbereiche entschärft, sowie Synergien aufgedeckt und genutzt werden. Durch die integrierte Zusammenarbeit verschiedener Planungsbereiche kann der Besprechungsaufwand in den Kommunen zwar anwachsen, letztlich wird die Planungsarbeit durch frühzeitige Absprachen aber erleichtert und qualitativ verbessert. Teilaspekte dieses Hinweises können bei der Stadt Velbert durchaus schon umgesetzt sein.
- Ein effizienter Einsatz von Anpassungslösungen ist nur dann möglich, wenn man in der Lage ist, Bereiche zu identifizieren, in denen ein Handlungsbedarf besteht (z. B. über die Handlungskarte Klimaanpassung), und abzuschätzen, mit welcher Strategie und mit welchem Einsatz ein möglichst hoher Kosten-Nutzen-Quotient erreicht wird. Sollen Auswirkungen einer beabsichtigten Veränderung der Stadtstruktur durch große, komplexe Vorhaben vorausgesagt werden, ist der Einsatz eines numerischen Simulationsmodells eine sinnvolle Lösung.
- Übergeordneter Aspekt für fast alle Anpassungslösungen ist auch die Schaffung eines Bewusstseins für die Umsetzungsbereitschaft von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Neben der Politik sind hier auch die beteiligten Akteur:innen und die Bürgerschaft angesprochen. Diese Überlegungen stellen grundsätzliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen dar und sollten deshalb am Anfang stehen. Neben den öffentlichen Institutionen sind auch die Bürger:innen aufgerufen, sich in Zukunft verstärkt mit den Fragen des Klimawandels und den Möglichkeiten zur Anpassung im eigenen Umfeld zu engagieren. Bürgerinnen und Bürger treffen Entscheidungen in ihrem privaten Umfeld und können somit einen wichtigen Beitrag zur Klimafolgenanpassung leisten. Das eigene Haus, der eigene Garten und angrenzende Bereiche bieten dazu ein großes Betätigungsfeld. Nicht zuletzt auch gewerbliche und industrielle Investoren können durch ihre raumbestimmenden Entscheidungen einen wichtigen Beitrag zum Gelingen des Anpassungsprozesses beisteuern. Daher sind die Information und aktive Beteiligung von Akteur:innen, Bürger:innen sowie von privaten Einrichtungen an den Planungen und Umsetzungen für eine klimaanangepasste Stadt besonders wichtig. Ziele dieser Maßnahmen sind neben der Informationsvermittlung vor allem der aktive Einbezug der Beteiligten in Planung und Umsetzung.
- Nicht an jedem Ort innerhalb eines Siedlungsgebietes ist es aus stadtklimatischer Sicht sinnvoll, Begrünungen vorzunehmen. Zusätzlich spielt die Art der Begrünung eine große Rolle. Beispielsweise ist bei Bäumen ihre Gestalt von entscheidender Bedeutung: Bäume mit breiten, tief ansetzenden

Kronen können Frischluftschneisen beeinträchtigen und somit zumindest örtlich einen negativen Effekt bewirken. Gleiches gilt für breite Strauchbeete mit relativ hochwachsenden Bodendeckern und Hecken, die ebenfalls eine Barriere für schwache Luftströmungen darstellen könnten, wenn sie andererseits auch eine günstige Staubfilterwirkung aufweisen. Das Spektrum an Arten und innerartlichen Sippen bei Begrünungsmaßnahmen in Siedlungen umfasst ein breit gefächertes Inventar, das von heimischen Waldbäumen und Heckensträuchern bis hin zu gärtnerisch generierten Sorten gebietsfremder bis exotischer Gehölzarten reicht. Aufgrund der sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen kann nun der Biotop- und Artenschutz bei Begrünungen eine eminentere Position einnehmen, nicht zuletzt, weil die Bedeutung von Siedlungsgebieten für diesen erkannt wurde und die Artenvielfalt von der Vielfalt an urbanen Biotopen profitiert. Hingegen ist außerhalb durch die hochgradig intensivierte Landwirtschaft für viele Arten keine Überlebenschance gegeben. Grundsätzlich sollten die Begrünungselemente in erster Linie der thermischen und der lufthygienischen Komponente des Stadtklimas dienlich sein. Um dem Biodiversitätsschutz entgegenzukommen, sollte dann die Schnittmenge mit entsprechenden Arten gesucht werden. Dabei muss die ökologische Anpassung an den Ist-Zustand und gleichzeitig an die anzustrebende Klimafolgenanpassung erfolgen. Ein grundsätzliches Patentrezept existiert allerdings nicht, welches eine Allgemeingültigkeit für alle Standortssituationen selbst bei sonst maximaler Vergleichbarkeit versprechen kann. Hinzu kommt, dass bestimmte Eigenschaften von Pflanzen, die als geeignet erscheinen, andererseits hinsichtlich eines anderen Klimafaktors wiederum ungünstig sein können. So sind Bäume mit großflächigen Blättern als Feinstaubfilter zunächst günstig, eine große Blattoberfläche kann aber ein Problem für zunehmende Trockenheit sein, weil eine höhere Verdunstungsrate erzielt wird; andererseits sind Bäume mit schmalen Blättern besser widerstandsfähig gegenüber Verdunstung, fangen aber erheblich weniger Feinstaub ab und spenden weniger Schatten. Die Artenwahl muss daher immer von der Erfordernis von Beschattung und der Verfügbarkeit von Wasser abhängig gemacht werden. In Wohnvierteln ist der Fokus auf eine gute Verdunstungsleistung und damit Kühlung der Umgebungsluft zu lenken. Schließlich existieren art- und sortenspezifische Wirkungen, die trotz laufender Forschungsprojekte und bereits existenter Arten- und Sortenlisten (für Stadt- bzw. Straßebäume) nur teilweise bekannt sind. Es ist damit für den jeweilig zu betrachtenden Einzelfall – der jeweilige Straßenzug, die jeweilige Siedlung – nach einer Lösung zu suchen. Baumlisten für andere Städte, wie beispielsweise Düsseldorf, sind bedingt nutzbar. Die Listen geeigneter Stadtbäume werden ständig aufgrund neuer Erkenntnisse fortgeschrieben, die Nutzung der jeweils aktuellen Listen ist deshalb notwendig.

Der verwaltungsspezifische Maßnahmenkatalog stellt ein praxisnahes Instrument zur Umsetzung der Ziele des Klimafolgenanpassungskonzeptes mit Fokus auf das Verwaltungshandeln in der Stadt Velbert dar. Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über alle 19 Maßnahmen des verwaltungsspezifischen Maßnahmenkataloges. Mit dem verwaltungsspezifischen Maßnahmenkatalog soll auch die Velberter Stadtgesellschaft erreicht werden, indem unter anderem planerische und regulatorische Vorgaben ebenso wie Maßnahmen zur Information, Kommunikation und Beratung direkte Auswirkung auf das Leben und Handeln vieler Akteur:innen haben. Im Fokus stehen dabei Maßnahmen, die Synergien mit anderen Handlungsbereichen und vor allem eine hohe Multiplikationswirkung für die Gesamtstadt aufweisen. Viele Maßnahmen insbesondere aus dem Themenbereich Planung & Bauen weisen direkte Bezüge zum raumrelevanten Maßnahmenkatalog auf (siehe Kapitel 5.2). Diese Synergien sollten bei der Maßnahmenumsetzung genutzt werden.

Die Aufgabenstellungen, die sich aus dem Klimafolgenanpassungskonzept ergeben, sind im Wesentlichen neu und fallen zusätzlich an. Für die Umsetzung sind sowohl zusätzliche personelle als auch

finanzielle Aufwände in unterschiedlichen Umfängen zu erwarten, für die, wenn möglich, Fördermittel akquiriert werden sollen. Die Konkretisierung erfolgt mit der Qualifizierung der jeweiligen Maßnahme. Die Umsetzung unterliegt dem Haushaltsvorbehalt. Die maßnahmenspezifische Umsetzung kann zusätzliche personelle Ressourcen in den jeweils verantwortlichen Fachbereichen erfordern.

Tab. 2 Maßnahmen zum Verwaltungshandeln

Nr.	Maßnahmentitel
1.1 Klimafolgenanpassung in städtischen Konzepten und Strategien	
1.1.1	Einführung eines Klimafolgenanpassungs-Checks für alle städtischen Konzepte und Strategien mit Raumbezug
1.1.2	Integration von Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung in vorhandene und neue städtische Konzepte und Strategien mit Raumbezug
1.1.3	Kontinuierliche Aktualisierung der Klimamodellierungen und Anpassungskonzepte sowie weiterer Fachstrategien und -daten
1.1.4	Entwicklung und Umsetzung eines gesamtstädtischen Hitzeaktionsplans
1.2 Klimafolgenanpassung in Stadtplanung und Stadtentwicklung	
1.2.1	Verpflichtende Erstellung von planungsbegleitenden Klimagutachten
1.2.2	Einführung eines standardisierten Prozesses zur Überprüfung des Umsetzungserfolges von Maßnahmen zur Erhöhung der Klimaresilienz in Planungsverfahren (Controlling)
1.2.3	Ausweisung von Multifunktionsflächen unter besonderer Berücksichtigung der Klimaanpassung (Shared-Space Ansatz)
1.2.4	Ausweisung von Klima-Handlungsräumen im FNP
1.2.5	Berücksichtigung der Klimafolgenanpassung in allen raumbezogenen Ortssatzungen
1.2.6	Berücksichtigung der Klimafolgenanpassung in allen städtebaulichen Konzepten / Integrierten Handlungskonzepten (IHK)
1.3 Klimafolgenanpassung im baulichen Bestand	
1.3.1	Erstellung eines Gutachtens zur Schaffung von Anreizen zu klimaangepasster Veränderung im baulichen Bestand
1.3.2	Klimawandelgerechte Gewerbeflächenentwicklung
1.4 Klimafolgenanpassung in Förderung und Finanzierung	

1.4.1	Einführung eines spezifischen Förderprogramms zur Klimaanpassung
1.4.2	Etablierung einer Finanzierungs- und Förderberatung zu Maßnahmen der Klimafolgenanpassung für Unternehmen und Privatpersonen
1.5 Klimafolgenanpassung kommunizieren	
1.5.1	Einführung von klimawirksamen Anpassungsstandards bei Ausschreibungen für Planungs- und Bauleistungen
1.5.2	Sensibilisierung des Gesundheits- und Sozialwesens durch Beratung und Fortbildungsprogramme für Multiplikator:innen (Fachakteure)
1.5.3	Zielgruppenspezifische Öffentlichkeitsarbeit (online/offline) zu Klimafolgenanpassung und Verhalten in Stadt und Region
1.5.4	Information und Beratung von vulnerablen Gruppen und Einrichtungen persönlich und/oder vor Ort (Fokus: Sturm, Hitze, Starkregen)
1.5.5	Etablierung von Klimascouts

5.2 ZUSAMMENSTELLUNG RÄUMLICHER MAßNAHMEN ZUR KLIMAFOLGENANPASSUNG

Für die Ausbildung einer **Hitzebelastung** spielen in erster Linie die Bebauung und Versiegelung eines Gebietes eine Rolle. Variationen ergeben sich durch den Einsatz verschiedener Materialien (je dunkler, desto stärker erwärmen sich Oberflächen) und durch den Durchgrünungsgrad. Vegetation kann durch Schattenwurf und Verdunstung erheblich zur Temperaturabsenkung beitragen. Auf Gebäudeebene können Dach- und Fassadenbegrünungen, Veränderungen im Gebäudedesign wie die Gebäudeausrichtung, Hauswandverschattung, Wärmedämmung und der Einsatz von geeigneten Baumaterialien als Maßnahmen eingesetzt werden.

Wenn auch der statistische Nachweis zur Zunahme von **Stürmen** noch nicht erbracht werden kann, ist durch die vergangenen Jahre deutlich geworden, dass Stürme zukünftig sehr wahrscheinlich häufiger und mit höheren Windgeschwindigkeiten auftreten können. Die lokalen Verhältnisse vor Ort, insbesondere die Höhenlage und die Flächennutzung eines Standortes, können die Windgeschwindigkeiten nochmal erhöhen. Dies wurde im Kapitel 2.4 ausführlich für das Velberter Stadtgebiet untersucht. Eine hohe Anfälligkeit für Sturmschäden gibt es insbesondere im dicht besiedelten Raum. Hier wären besonders viel Infrastruktur und viele Menschen von den Folgen eines Sturms betroffen.

Durch hohe Windgeschwindigkeiten können Brände sehr stark angefacht werden und sich schneller ausbreiten. Bei Waldbränden, die infolge des Klimawandels mit heißeren und trockeneren Sommern häufiger werden können, ist die Verstärkung der Brände durch starke Winde bereits bekannt.

Im städtischen Raum können empfindliche Nutzungen durch bauliche Ausrichtungen und das Einhalten von Abstandsflächen vor Beschädigungen geschützt werden. Ein Sicherheitsabstand zu Leichtbauteilen

oder Bäumen reduziert das Aufprallrisiko. Andererseits sollten Bäume so dicht an Gebäuden stehen, dass der Schattenwurf zur Kühlung der Gebäudehülle beitragen kann.

Bei Bäumen lässt sich das Windwurfrisiko durch regelmäßige Pflege und Entfernung von schadhafte Ästen reduzieren. Ein guter Wuchsort mit ausreichendem Platz für die Baumwurzel, eine gute Wasserversorgung und eine dem Klima angepasste Auswahl der Baumarten sorgt für eine verbesserte Standfestigkeit. Dies erfolgt schon regelmäßig bei öffentlichen Flächen. Durch Beratungsangebote sollte die Maßnahme auch auf Privatflächen ausgeweitet werden.

Empfohlene Handlungsschritte sind:

1. Erfassung von Gefahrenstandorten
2. Kontaktaufnahme zu den Besitzern
3. Beseitigung von Gefahrenstellen

Eine Umsetzung von **Maßnahmen in der Land- und Forstwirtschaft** ist nicht durch die Stadt Velbert zu erwarten. Die Land- und Forstwirtschaft ist vielfältig von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Hohe sommerliche Temperaturen mit geringen Niederschlägen haben Auswirkungen auf die Landwirtschaft. Vor dem Hintergrund der extremen Temperaturen in den letzten Jahren wird die Einrichtung von Bewässerungssystemen und der Anbau von angepassten Pflanzensorten und Kulturen deutschlandweit empfohlen. Ziel dieser Maßnahmen ist es jeweils, Ernteaufträge durch Dürre zu minimieren und so die Importe von landwirtschaftlichen Produkten in Zeiten eines extremen Hitzeereignisses zu reduzieren.

Der Klimawandel hat verschiedene Auswirkungen auf die Baumartenzusammensetzung und somit auf die Forstwirtschaft. Einige Baumarten profitieren dabei vom Klimawandel, andere leiden darunter. Graduelle Klimaveränderungen können einerseits das Wachstum der Bäume fördern, weil beispielsweise die Vegetationsperiode länger andauert, andererseits können sie eine schneller fortschreitende Vermehrung von Schaderregern fördern und damit zu geringerem Wachstum beitragen.

Außerhalb des Siedlungsraums sind auch die Wälder und die landwirtschaftlichen Flächen durch eine Zunahme der Trockenheit betroffen. Ein weiterer Faktor, der zur Austrocknung von Böden bei langanhaltenden Trockenperioden führen kann, ist der Wind. Zunehmende Windgeschwindigkeiten führen zu einer ansteigenden Verdunstung der Bodenfeuchte der oberen Bodenschichten und damit zu einer größeren potenziellen Trockenheitsgefährdung.

Starkregen führt bereits in seiner frühen Phase zu überfluteten Straßen, gefluteten Unterführungen und Kellern. Durch die Wassermassen können Dämme brechen und landwirtschaftliche Flächen werden überflutet. Dies kann vereinzelt auch Bodenerosion zur Folge haben.

Gewerbe- und Industriegebiete mit den dazugehörigen Produktions-, Lager- und Umschlagstätten prägen das Mikroklima. Bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad kommt es verstärkt zu bioklimatischen Konfliktsituationen. Die insgesamt hohe Flächenversiegelung bewirkt in diesen Bereichen eine starke Aufheizung tagsüber und eine deutliche Überwärmung nachts. Die Hitze tagsüber kann zu einer Verminderung der Produktivität der in diesen Bereichen beschäftigten Menschen führen. Der nächtliche Überwärmungseffekt kann hier eine der Innenstadt analoge Ausprägung erreichen. Aufgrund der Gebäudeanordnungen und der hohen Rauigkeit in den Industriegebieten wird das Windfeld stark verändert. Dies kann sich äußern durch Düseneffekte im Bereich der Werkhallen, die jedoch keine immissionsverbessernden Effekte haben müssen. Besonders problematisch sind unmittelbar an das Zentrum angrenzende Industriekomplexe, die aufgrund der hohen Versiegelungsrate eine stark eingeschränkte nächtliche Abkühlung aufweisen.

Auf der anderen Seite erhöht sich mit dem Klimawandel für viele Unternehmen die Gefahr von Schäden und ökonomischen Wertverlusten. Es bestehen potenziell Personenrisiken, z.B. durch Hitze, Sachrisiken, z.B. durch Überflutungen oder Verfügbarkeitsrisiken, z. B. durch Ausfall von Lieferstrecken. Um das Risiko irreversibler Schäden und Ausfälle zu vermindern, sollten frühzeitig Anpassungsmaßnahmen umgesetzt werden. Vor dem Hintergrund einer langfristigen und strategischen Unternehmensführung ist es angebracht, bei Investitions- und Planungsentscheidungen die zukünftigen Klimabedingungen mit einzubeziehen.

Auch außerhalb von Industrie- und Gewerbeflächen gilt: Da das Lokalklima in einem direkten Zusammenhang zur Gestaltung der Umwelt steht, kann durch Veränderungen der Flächen und Gebäude das lokale Klima sowohl zum Positiven als auch zum Negativen verändert werden. Relevant sind dabei der Versiegelungsgrad sowie die Grünflächengestaltung, weniger die Gebäudehöhen. Durch eine optimierte Gestaltung der Gebäudearchitektur kann eine Verminderung der zukünftigen Belastungen durch die Folgen des Klimawandels erreicht werden. Ziele einer Umsetzung von Klimafolgenanpassungsmaßnahmen in Industrie- und Gewerbegebieten und bei privaten Immobilien sind:

1. Minimierung der sommerlichen Hitzeentwicklung vor Ort
2. Abgrenzung der Hitzeareale zu den vorhandenen bebauten Gebieten, insbesondere zur Wohnbebauung
3. Erhalt der lokalen Belüftungsfunktion
4. Vermeidung von Schäden durch Überflutungen
5. Vermeidung von Sturmschäden

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die räumlich umzusetzenden Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung aufgelistet. Die einzelnen Maßnahmen werden im Folgenden durch Steckbriefe näher beschrieben.

Tab. 3 Räumliche Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung

Nr.	Maßnahmentitel
2.1	Klimaanpassung durch grüne Infrastruktur
2.1.1	Freihaltung und Vernetzung von Kaltluftflächen
2.1.2	Klimaangepasster Umbau von Waldflächen (Trockenheit, Sturm)
2.1.3	Anpassungsmaßnahmen an Hitze und Trockenheit in der Landwirtschaft
2.1.4	Entwicklung eines Entsiegelungsprogramms (für städtische Flächen und über Förderung bei privaten Flächen) in klimatisch hoch belasteten Stadtteilen, zum Beispiel Innenhofentsiegelungen sowie Entsiegelung von Verkehrsflächen
2.1.5	Entsiegelung und Schaffung von Grünflächen auf städtischem und privatem Betriebsgelände (auch einzelne Baumpflanzungen, ggf. trockenresistent)
2.1.6	Ausbau von Straßenbegleitgrün (Allee, Einzelbäume)
2.1.7	Förderung von Begrünungen auf Bauparzellen
2.2	Klimaanpassung in Wassermanagement und blauer Infrastruktur
2.2.1	Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaresilienz im Sinne der „Schwammstadt“

2.2.2	Generierung und Umsetzung von Förderprojekten zur Schwammstadt am Beispiel kleinerer Flächen
2.2.3	Maßnahmen zur Abwendung von Überflutungsschäden in der Landwirtschaft
2.2.4	Schaffung von Notwasserwegen
2.2.5	Zwischenspeicherung von Wasser auf Freiflächen
2.2.6	Verbesserung der Wasserspeicherkapazität und Versickerungsfähigkeit durch Baumbestecke und Grünflächen
2.2.7	Klimagerechte Gestaltung von Parks (Bewässerung, Wasserspeicherung etc.)
2.2.8	Naturnahe und klimaangepasste Entwicklung und Schaffung offener Wasserflächen und -spiele (insbesondere) in thermisch belasteten Stadtbereichen
2.2.9	Einrichtung von Trinkbrunnen und Trinkwasserspendern an öffentlichen Plätzen und Einrichtungen
2.3	Klimaanpassung im bebauten Bereich
2.3.1	Verbindliche und unverbindliche Umsetzungen von Dach- und Fassadenbegrünungen bei Neu- und Umbauten
2.3.2	Verpflichtung zur Realisierung von grünen Vorgärten
2.3.3	Initiierung von Projekten zum Hitzeschutz in / an Gebäuden für vulnerable Einrichtungen und ihre Bewohner:innen
2.3.4	Verschattungselemente: Umsetzung an öffentlichen, Beratung und Initiierung an privaten Gebäuden
2.3.5	Cooler Stadtplan Velbert
2.4	Klimaanpassung in der grauen Infrastruktur
2.4.1	Bei Neubau und Ausbesserung von Verkehrsflächen eine geringere Wärmeleit- und Wärmespeicherfähigkeit durch Verwendung hellerer Asphaltmischungen erreichen
2.4.2	Verkehrsflächen auf (Teil-)Entsiegelungsmöglichkeiten überprüfen
2.4.3	Förderung einer Begrünung sowie Verschattung von Parkplatzflächen
2.4.4	Entwicklung einer durchgängigen Vernetzung mit grünen, beschatteten Verbindungswegen für Fußgänger:innen und Radfahrer:innen
2.4.5	Begrünung und Verschattung von ÖPNV-Haltestellen
2.4.6	Schaffung von Schattenplätzen und verschatteten Aufenthaltsbereichen durch Bäume und sonstige Verschattungselemente
2.5	Klimaanpassung bei Stürmen
2.5.1	Reduzierung der Windwurfgefahr im städtischen Raum
2.5.2	Anlegen von Ackerrandstreifen mit Heckenpflanzungen als Sturmprävention

6. VERSTETIGUNG DER KLIMAFOLGENANPASSUNGSSTRATEGIE

Zur Verstetigung der Klimafolgenanpassung im kommunalen Planungsalltag der Stadt Velbert bedarf es einer Kommunikationsstrategie und eines mehrstufigen Controllingkonzeptes.

Die Verankerung des vorliegenden Klimafolgenanpassungskonzeptes für die Stadt Velbert ist im Wesentlichen, insbesondere innerhalb des organisatorischen Rahmens, die Aufgabe der Stadtverwaltung. Jedoch ist für die Umsetzung die Mitwirkungsbereitschaft aller Bürger:innen der Stadt notwendig. Während das Thema Klimaschutz durch den politischen und gesellschaftlichen Diskurs bereits in der Öffentlichkeit angekommen ist, sind Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung weniger bekannt oder in der Begrifflichkeit diffus. Daher muss die Konzeptumsetzung durch eine intensive, teils niederschwellige Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden. Dabei ist die richtige Verknüpfung von Klimaschutz und der Folgenanpassung besonders wichtig: Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel dürfen nicht als Alternative zum Klimaschutz, sondern als unabdingbare Ergänzung dazu verstanden werden. Das Unwetterereignis im Juli 2021 ist dabei ein sehr deutliches Beispiel dafür, welche Konsequenzen der Klimawandel in den kommenden Jahren haben kann.

6.1 INTERNE KOMMUNIKATIONSSTRATEGIE

Das Thema Klima und die damit verbundenen Herausforderungen werden in der Stadt Velbert bereits seit der Einführung des integrierten Klimaschutzkonzeptes im Jahr 2015 adressiert. Darauf aufbauend soll mit dem vorliegenden Klimaanpassungskonzept der Fokus insbesondere auf die Anpassung an den Klimawandel, bzw. an dessen Folgen gelegt werden. Zentral für eine erfolgreiche Klimafolgenanpassung auf kommunaler Ebene ist zum einen die Bewusstseinsbildung in diesem Themenkomplex innerhalb der Verwaltung und der Bürgerschaft sowie die langfristige Einbettung des Themas an geeigneter Stelle innerhalb der Verwaltungsinstitutionen. Essenziell hierfür ist eine Kommunikationsstrategie, die zielgruppengenau vorgeht.

Übergreifendes Ziel einer zielgruppenspezifischen Kommunikationsstrategie ist es, die Handlungsbereitschaft der maßgeblichen Akteur:innen zu stärken und so Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel plan- und vor allem umsetzbar zu machen. Die Sensibilisierung für das Thema Klimafolgenanpassung steht dabei im Vordergrund - die Akteur:innen sollen motiviert werden, ihre eigene Situation und ihr aktuelles Handeln in Hinblick auf die Stärkung der Klimaresilienz zu reflektieren und zu einem klimaanangepassten Verhalten sowohl im privaten wie auch im beruflichen Umfeld zu kommen.

Die Kommunikationsstrategie adressiert sowohl interne als auch externe Akteur:innen. Obwohl der Fokus des Konzeptes zur Klimafolgenanpassung in der Stadt Velbert sich vor allem an stadtinterne Schlüsselakteur:innen richtet, ist auch die Kommunikation nach außen von Bedeutung. Bei Umsetzung von Maßnahmen, die außerhalb des kommunalen Handlungsrahmens liegen, ist die Stadt Velbert maßgeblich auf die Akzeptanz und Kooperation der Bevölkerung und weiterer Akteur:innen aus der Zivilgesellschaft angewiesen.

Die interne Kommunikation richtet sich primär an die städtische Verwaltung, wobei hier vor allem die inhaltlich betroffenen Fachbereiche mit ihren Fachbereichsleitungen sowie die städtischen Mitarbeitenden adressiert werden. Parallel soll auch die Kommunalpolitik angesprochen werden, da ein fundierter Wissensstand der Entscheidungsträger:innen die Entstehung nachhaltiger Beschlüsse zur Erhöhung der Klimaresilienz fördert.

Die Kommunikation nach außen nimmt im Wesentlichen die Zivilgesellschaft in Velbert in den Fokus. Hierbei ist es auch wichtig, zentrale Akteur:innen bzw. Akteursgruppen wie die Stadtwerke Velbert

GmbH, Verkehrsgesellschaft der Stadt Velbert mbH, die Schlüsselregion e.V., IHK Düsseldorf (Zweigstelle Velbert), enedi GmbH und Wirtschaftsförderung im Besonderen zu berücksichtigen, da sich hieraus auch Multiplikatoreffekte ergeben können. So können Leuchtturmprojekte die Motivation zur Klimafolgenanpassung in der Stadtgesellschaft als Ganzes erhöhen.

Das grundsätzliche Ziel der Kommunikationsstrategie ist es, eine Sensibilisierung der angesprochenen Zielgruppen durch die Bereitstellung von Informationen zu erreichen und diese im Weiteren an den Prozessen zur Klimafolgenanpassung aktiv zu beteiligen. Dies umfasst grundsätzlich die Prozesse der Aufklärung und des Abbaus (individueller) Hemmnisse, die Akzeptanzsteigerung sowie eine nachhaltige Verankerung von Klimaanpassungsthemen in Stadtverwaltung und Öffentlichkeit.

Für eine langfristig erfolgreiche Bewusstseinsbildung ist es essenziell, die Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Klimafolgenanpassung nicht als eine einmalige und abschließende Maßnahme zu verstehen. Sie ist ein stetiger Prozess, dessen Fortbestand die Grundlage dafür ist, klimabezogene Verhaltensänderungen und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels in den Alltag der Zielgruppen zu integrieren. Ein wichtiger Bestandteil dieses Prozesses ist nicht nur, regelmäßig die bereits vorhandenen Kommunikationskanäle und Kommunikationsmittel zu evaluieren und gegebenenfalls zu ergänzen. Es sollte stets auch der Einsatz neuer Instrumente daraufhin geprüft werden, ob diese im Wahrnehmungsfeld der Bevölkerung von Velbert liegen und nutzbar für zielgruppenspezifische Kommunikation sind. Eine Ansprache des Kreis Mettmann würde die Möglichkeit eröffnen, Synergieeffekte zu nutzen und weitreichende Informationsplattformen zu bilden. So könnte es z.B. eine an alle Kommunen des Kreises adressierte Webseite ermöglichen, Aufwand und Kosten zu verringern. So könnten auch Kampagnen sowie Informations- und Beratungsangebote über das Lokalradio und Social-Media auf Kreisebene gebündelt werden. Wenn bei der Erstellung der Inhalte direkt an mehrere Anwendungen gedacht wird, können diese mit geringem Aufwand wiederholt und eine hohe Quantität erreicht werden.

6.2 CONTROLLINGKONZEPT ZUR MAßNAHMENUMSETZUNG

Das Controlling dient dazu, den Umsetzungsstand der Vorgaben und Maßnahmen des Klimafolgenanpassungskonzeptes für die Stadt Velbert kontinuierlich zu überprüfen. Somit stellt das Controlling ein zentrales Element der Erfolgs- und Zielerreichungskontrolle dar. Um die Vorgaben des Klimafolgenanpassungskonzeptes zielgerichtet und erfolgreich umsetzen zu können, bedarf es eines langfristig angelegten, kontinuierlichen und mehrstufigen Controllings, welches auf zwei Ebenen erfolgen sollte:

- Maßnahmenbezogenes Controlling: Überprüfung der erfolgreichen Umsetzung von Einzelmaßnahmen aus dem Handlungskonzept des Klimafolgenanpassungskonzeptes.
- Stadtweites Controlling: Überprüfung der erfolgreichen Integration von Maßnahmen und Aktivitäten zur Klimaanpassung in das städtische Handeln und damit in die Stadtgesellschaft als Ganzes.

Als fachliche Schnittstelle für alle Controlling-Aktivitäten fungiert die Koordinierungsstelle Klimaschutz. Ihr obliegt die generelle Überwachung des Standes der Maßnahmenumsetzung sowie eine kontinuierliche Zielerreichungskontrolle. Der Umsetzungsstand sollte seitens der Koordinierungsstelle in Form eines regelmäßigen (dreijährigen) Controlling-Berichtes dokumentiert werden. Die Koordinierungsstelle Klimaschutz erstellt einen mindestens alle drei Jahre erscheinenden Bericht zur Dokumentation des Umsetzungsstandes in Hinblick auf die Ziele und Maßnahmen des Klimafolgenanpassungskonzeptes. Dieser Controlling- oder Fortschrittsbericht dient zum einen als Grundlage zur Information der Verwaltung

sowie der Politik in Ausschüssen und im Rat und stellt somit ein wesentliches Instrument der Zielerreichungskontrolle dar. Darüber hinaus lassen sich aus dem Bericht personelle und finanzielle Erfordernisse ableiten, die für den Erfolg zukünftiger Umsetzungsschritte unabdingbar sind. Somit fungiert der Controlling-Bericht auch als Vorlage für zukünftige Entscheidungen des Rates. Der Bericht sollte eine konkrete Übersicht über den Stand der Umsetzung des maßnahmenbezogenen Controllings und des gesamtstädtischen Controllings enthalten.

Zum **maßnahmenbezogenen Controlling** wurden im Rahmen der Erstellung der Maßnahmensteckbriefe für jede vorgeschlagene Maßnahme Indikatoren für die Durchführung einer Umsetzungskontrolle entwickelt. Diese Indikatoren zeigen auf, welche Ziele mit der jeweiligen Maßnahme erreicht werden sollen und wie die Zielerfüllung kontinuierlich überprüft werden kann. Ziele sind beispielsweise die Integration von Klimavorrang- und Klimalastflächen in den Flächennutzungsplan. Die Zielerreichung wird dann mit geeigneten Mitteln überprüft, zum Beispiel durch eine kontinuierliche Begleitung und Umsetzungskontrolle in allen Phasen der Neuaufstellung des Flächennutzungsplanes. Maßnahmenspezifische Zielformulierungen sind deshalb notwendig, da die einzelnen Maßnahmen große Unterschiede aufweisen und daher die Anwendung eines einheitlichen Maßstabes nicht möglich ist.

Das maßnahmenbezogene Controlling sollte zentral durch die Koordinierungsstelle Klimaschutz erfolgen. Da jedoch viele Fachämter mit der Maßnahmenumsetzung betraut sind, kommt weiteren Bereichen der Fachverwaltung in Velbert eine wichtige Rolle im maßnahmenbezogenen Controlling zu. Hier sind vor allem die Stadtplanung und die TBV zu nennen. Darüber hinaus spielen aber auch das Gesundheits- und Sozialwesen sowie die Wirtschaftsförderung und der Immobilienservice eine wichtige Rolle.

Das Controlling soll maßnahmenspezifisch in jeweils festgelegten zeitlichen Abständen erfolgen. Die Zeitabstände zum Controlling der Maßnahmen ist je nach Maßnahme individuell festzulegen und soll unter Leitung der Koordination Klimaschutz koordiniert werden. Zum Abschluss einer Gesamtmaßnahme soll es einen Überblick über die Entwicklung in den jeweiligen Projektjahren geben. Diese kann in Form einer Checkliste abgearbeitet werden.

Ziel des **stadtweiten Controllings** ist die Überwachung der Umsetzungsstände und -fortschritte in Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel in Velbert durch Politik, Verbände und Initiativen sowie Teile der Verwaltung. Um die Umsetzung der Maßnahmen zur Klimaanpassung gesamtstädtisch überprüfen zu können, bedarf es insbesondere des Einbezugs des Rates sowie der politischen Gremien.

Die für die Integration von Klimafolgenanpassungsmaßnahmen Verantwortlichen aus den entsprechenden Ressorts haben die Aufgabe, die Grundlageninformationen aktuell zu halten, eine Checkliste für Planungsvorhaben abzarbeiten und die städtischen Ziele sowie erfolgte Anpassungsmaßnahmen zu evaluieren. Dabei sind einige Aufgaben permanent zu berücksichtigen und die Aktualisierungen im Zeitraum von rund 5 Jahren bzw. 10 Jahren durchzuführen (siehe Abb. 6). Die Kommunalpolitik sollte dabei als Steuerungsinstrument zur Einhaltung der notwendigen Schritte fungieren. Die Aufgaben können reichen von der Erstellung von Berichten zu den Fortschritten der kommunalen Klimafolgenanpassung, der Formulierung oder Aktualisierung von Zielen bis zur Bereitstellung von notwendigen Ressourcen.

<div style="text-align: right;">Intervall</div> <div style="text-align: left;">Aufgabe</div>	fortlaufend	rund 5 Jahre	rund 10 Jahre
Aktualisierung der Grundlageninformationen	Überwachung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel (periodische Klimamessungen)	Aktualisierung der klimatischen Zukunftsp rojektionen nach Stand der Forschung	Aktualisierung der Klimatopkarte (Berücksichtigung der Änderungen der Realnutzungen und der Klimaprojektionen)
Checkliste für Planungsvorhaben	<p>Überprüfung der Lage im Stadtgebiet</p> <p>Zusammenstellung notwendiger/sinnvoller Anpassungsmaßnahmen entsprechend der Lage (Belastungsgebiet „Hitze“, „Wasser“)</p> <p>Ressortübergreifende Überprüfung der Bebauungspläne (sind entsprechende Maßnahmen vorgesehen?)</p> <p>Diskussion der notwendigen Maßnahmen mit Akteuren/ Öffentlichkeit/ Politik</p>	Überarbeitung und Aktualisierung des Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an den Klimawandel (neue Erkenntnisse einarbeiten)	Aktualisierung der „ Handlungskarte Klimaanpassung “, Einbeziehung der klimatischen und demographischen Veränderungen sowie von Nutzungsänderungen
Evaluierung der Ziele/ Anpassungsmaßnahmen	Mikroskalige Modellierung der klimatischen Auswirkungen von komplexen Planentwürfen	<p>Überprüfung / Aktualisierung von städtischen Zielen (Einbindung der Kommunalpolitik)</p> <p>Konkrete Klimafolgenanpassungsprojekte entwickelt und zur Umsetzung bringen</p> <p>Überprüfung der klimatischen Auswirkungen von umgesetzten Bauvorhaben und Anpassungsmaßnahmen durch Messungen vorher/ nachher</p>	

Abb. 6 Controllingkonzept für die Integration von Klimafolgenanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse der Stadt Velbert

7. QUELLEN UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- Abicht, Kerstin (2009): Fit für den Klimawandel: Artenvielfalt in der Stadt. Garten + Landschaft 7/2009, S. 13-15.
- Bartels et al. (2005): KOSTRA-DWD-2000. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951-2000). Fortschreibungsbericht. Herausgegeben vom Deutschen Wetterdienst. Hydrometeorologie. Offenbach am Main.
- Beinde, J. & al. (2015): Biodiversity in cities need space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. Ecology Letters 18: 581-592.
- Benjamin, M.T. & A.M. Winer (1998): Estimating the ozone-forming potential of urban trees and shrubs. Atmospheric Environment, Volume 32, Issue 1, S. 53-68.
- Blanc, P. (2009): Vertikale Gärten. Die Natur in der Stadt. – Stuttgart (Ulmer).
- Bruse, M. (2003): Stadtgrün und Stadtklima. In: Mitteilungen der Landschaftsanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten 2003.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten - Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. (=DWA-Themen T1/2013). Hennef.
- DWD Deutscher Wetterdienst (2005): KOSTRA-DWD-2000. Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 - 2000). Grundlagenbericht. Abteilung Hydrometeorologie. Offenbach am Main.
- Dyck, S. (Hg.) (1980): Angewandte Hydrologie. 2. Aufl. 2 Bände. Berlin: Ernst (2).
- ENVI-met GmbH (2019): ENVI-met. (www.envi-met.com).
- GALK (Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz) (2015, Version vom 03.09.): GALK Straßenbaumliste. – http://www.galk.de/arbeitskreise/ak_stadtbaeume/webprojekte/sbliste/
- Holzmüller, Katja (2009): Natürlich Klimaschutz – Grüne Dächer in Düsseldorf: Finanzielle Förderung und quantitative Luftbildauswertung. In: Dachbegrünung in der modernen Städtearchitektur. Tagungsband: Internationaler Gründach-Kongress, S. 145-148. Berlin.
- Hupfer, P. & W. Kuttler (Hrsg.) (2006): Witterung und Klima. Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie. 12., überarbeitete Auflage, Teubner, Stuttgart, Leipzig.
- ICLEI, Countdown 2010, ECNC & LAB (o. J.): Biodiversity and Climate Change. – Countdown 2010. Save biodiversity. Local & Regional Authorities for Biodiversity. O. O.
- Klimawandel und Baumsortiment der Zukunft – Stadtgrün 2025, Schleswig-Holstein: www.eip-agrar-sh.de/fileadmin/innovationsprojekte/Klimawandelbaeume/BB_Klimawandelbaeume.pdf.
- Kunz, M.; Mohr, S.; Werner, P. (2017): Niederschlag. In: Brasseur, G.; Jacob, D.; Schuck-Zöllner, S. (Hg.): Klimawandel in Deutschland. Berlin, Heidelberg.
- Mall GmbH (Hrsg., 2022): Ratgeber Regenwasser. Ein Ratgeber für Kommunen und Planungsbüros.

- Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg (2012): Städtebauliche Klimafibel Online. <https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=9&p2=2.6> .
- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2009): Anpassung an den Klimawandel – Eine Strategie für Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.
- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010): Handbuch Stadtklima - Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel (Langfassung), Essen.
- Nolde, E. (2013): Grauwasser, ein unverzichtbarer Baustein der Energiewende, in: fbr-Fachtagung 16, Darmstadt.
- Post, N. & H. Welters (2006): Innen wohnen – außen schonen. Handbuch zur Binnenentwicklung Emsdetten.
- Roloff, A. & S. Gillner (2007): Gehölzartenwahl im urbanen Raum unter dem Aspekt des Klimawandels. In: BdB (Hrsg.) Forschungsstudien: Klimawandel und Gehölze. Bonn.
- Sievers, U. (2005): Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21. Theoretische Grundlagen, Anwendung und Handhabung des PC-Modells. In: Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 227. Offenbach am Main.
- Stadtgrün 2021 (Klimawandel-Projekt zum Thema Stadtbäumen), Bayern: www.lwg.bayern.de/landespflege/urbanes_gruen/085113/index.php
- Strobl, Hilde & P. C. Schmal (2021): Einfach Grün. Greening the City. Handbuch für Gebäudegrün. Frankfurt am Main.
- Törkel, D. (2015): Zukunftsbaumliste Düsseldorf. – Landeshauptstadt Düsseldorf, Garten-, Friedhofs- und Forstamt. Düsseldorf.
- Uehre, P. (2015): Spezifische Hitze- und Trockenheitstoleranz von Bäumen. – http://www.nua.nrw.de/fileadmin/user_upload/NUA/Veranstaltungen/Veranstaltungsberichte/049-15/06-Hitze-_und_Trockenheitstolereanz_Uehre.pdf
- Upmanis, H.; I. Eliasson; S. Lindqvist (1998): The Influence of Green Areas on Nocturnal Temperatures in a High Latitude City (Goteborg, Sweden). Int. J. of Clim., 18, S.681-700.
- VDI RL 3787, Blatt 5 (2003): Umweltmeteorologie - Lokale Kaltluft. Düsseldorf.
- Weber, S. & W. Kuttler (2003): Analyse der nächtlichen Kaltluftdynamik und -qualität einer stadtklima-relevanten Luftleitbahn. In: Gefahrenstoffe – Reinhaltung der Luft 63, S. 381-386.