

Steckbriefe Klimaanpassungsmaßnahmen



Anhang 2 zum Klimaschutzteilkonzept „Anpassung an den Klimawandel“ für die Stadt Emmerich am Rhein

Förderprojekt

Die Erstellung des Klimaschutzteilkonzeptes „Anpassung an den Klimawandel“ für die Stadt Emmerich am Rhein ist im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), vertreten durch den Projektträger Jülich, gefördert worden.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Dr. Monika Steinrücke

Geographisches Institut der
Ruhr-Universität Bochum

unter Mitarbeit von

Dr. Ulrich Eimer, EPC

Vera Bartolović, EPC

Dr. Götz Loos, RUB

Denis Ahlemann, RUB

Steffen Schrödter, RUB

Jörg Eggenstein, RUB

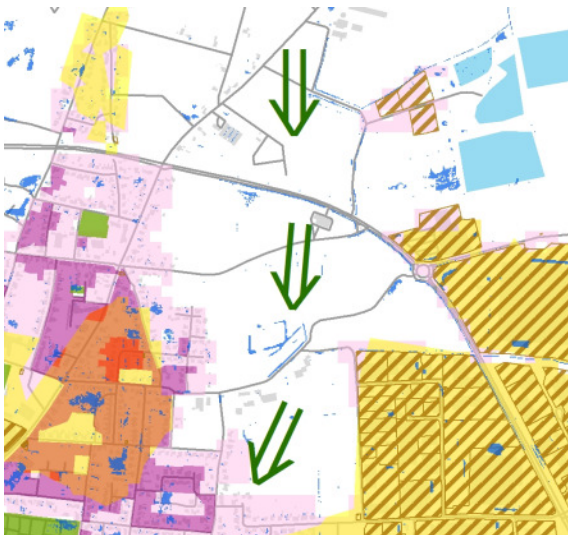
Bochum

2016

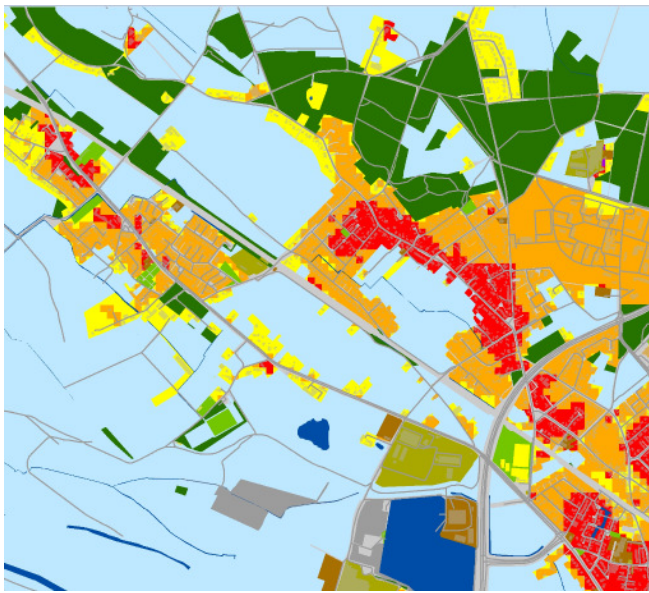
Titel	Erhalt und Schaffung von Luftleitbahnen
Räuml. Bezug	Stadtstruktur
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Frischluftschneisen und Luftleitbahnen verbinden Kaltluftentstehungsgebiete oder Frischluftflächen mit der Innenstadt und sind somit ein wichtiger Bestandteil des städtischen Luftaustausches. Insbesondere bei austauscharmen Wetterlagen sind sie klimarelevant, da über sie geringer belastete Luftmassen in die belasteten Räume der Stadt transportiert werden (VDI 2003). Stadtklimatisch relevante Luftleitbahnen lassen sich in drei Kategorien einteilen (Weber & Kuttler 2003): • Ventilationsbahnen gewährleisten einen Luftmassentransport unabhängig von der thermischen oder lufthygienischen Ausprägung. • Kaltluftbahnen transportieren kühle, aber hinsichtlich der lufthygienischen Situation nicht näher spezifizierte Luftmassen. • Frishluftbahnen leiten lufthygienisch unbelastete, thermisch aber nicht näher differenzierte Luftmassen.
	 Luftleitbahn „Bahntrasse“ (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Nach Mayer et al. (1994) sollten effiziente Ventilationsbahnen folgende Mindesteigenschaften aufweisen: eine aerodynamische Rauigkeit (Unebenheit der Oberfläche) von $z_0 \leq 0,5 \text{ m}$ bei einem Längen-/Breitenverhältnis von 20:1 (Länge $\geq 1000 \text{ m}$, Breite $\geq 50 \text{ m}$). Das Relief innerhalb und außerhalb eines Stadtkörpers kann im Fall von Tälern zusätzlich zu Kanalisierungseffekten führen. Hierdurch kann frische, kühle Umlandluft weit in den Stadtkörper hineingeführt werden. In Strahlungsnächten kann auch bei entgegengesetzter Strömung in der freien Atmosphäre bodennahe Kaltluft in die Bebauung vordringen und zu einer lokalen Abkühlung im Bereich der städtischen Bebauung führen. Inversionswetterlagen mit geringer Luftbewegung können aber in Tallagen bei vorhandenen Emittenten das Immissionsklima nachhaltig verschlechtern. Häufig erschweren bereits bestehende Stadtstrukturen die Belüftung über Luftleitbahnen, so dass zumindest die Sicherung von bestehenden Belüftungszonen erreicht werden sollte. Ein weiterer, den Austausch hemmender Faktor ist in der Wirkung von hoher und dichter Vegetation (Sträucher und Bäume) als Strömungshindernis im Bereich von Luftleitbahnen zu sehen. Hier führt die Vegetation zur Reduzierung der bodennahen Windgeschwindigkeit („Windfänger“), so dass der Austausch erschwert sein kann. Besonders nachteilig wirkt sich dieser Effekt auf strahlungsnächtliche, häufig nur schwach ausgebildete Kaltluftabflüsse aus.

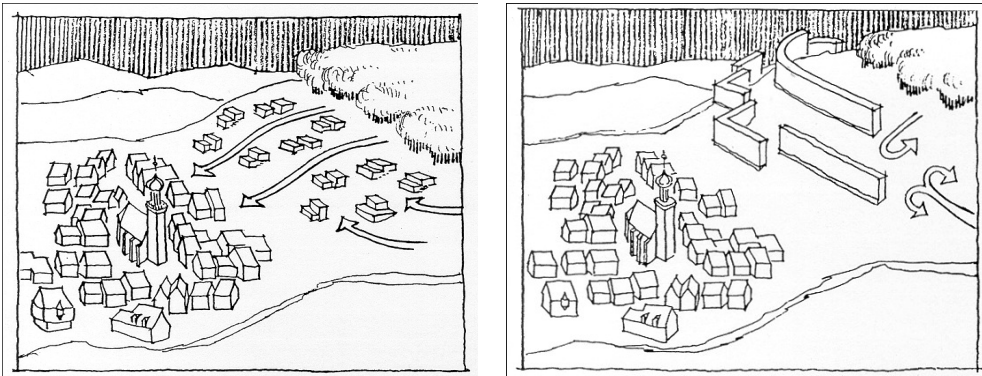
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Reduzierung des Oberflächenabflusses bei Starkniederschlägen durch Versickerung auf unversiegelten Flächen - Flächen zur Naherholung, für den Biotop- und Artenschutz
Zielkonflikte	- Kompakte Stadtstrukturen im Sinne der Verkehrsvermeidung und Landschaftszersiedelung (Klimaschutz) - Erhöhung der Windgeschwindigkeiten bei Sturmereignissen möglich
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Regionalplanung • Flächeneigentümer, z. B. Landwirte ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Darstellungen und Festsetzungen im FNP (nach § 5 Abs. 2 BauGB) und in B-Plänen (nach § 9 Abs. 1 BauGB) - Frischluftschneisen als zeichnerische Darstellung in Flächennutzungspläne übernehmen, Grünentwicklungspläne aufstellen - 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 eingehen - Ökokonto, CEF-Maßnahmen
	Die von Norden Richtung Innenstadt verlaufenden Freiflächen sowie die Ost-West verlaufende Bahnlinie stellen potentielle Luftleitbahnen dar. Diese Flächen sind in Bezug auf das Hitzegefährdungspotential von sehr hoher Relevanz und als zu schützender Raum anzusehen. Sie können zu einer wirkungsvollen Stadtbelüftung beitragen. Die Luftleitbahnen haben ihren Ausgangspunkt in den kaltluftbildenden Freiflächen im Emmericher Außenbereich und kanalisieren die Luftströmungen auf ruhigkeitsarmen Schneisen zwischen bestehenden Siedlungsflächen und Industrie- und Gewerbegebieten. Das Ziel der Luftleitbahnen ist die dicht bebaute, im Sommer überwärmte Emmericher Innenstadt. Die zunehmende Bebauung am Stadtrand behindert den Luftaustausch und schwächt die Belüftungsfunktion für die sich anschließenden Stadtviertel weiter ab. Über eine Grünvernetzung, Straßen und Bahnlinien kann ein Teil der kühlen Luft die Innenstadt von Emmerich erreichen.

Titel	Festlegen von Bebauungsgrenzen
Räuml. Bezug	Stadtstruktur
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Um auch bei schwachen Strömungen eine ausreichende Stadtbelüftung zu gewährleisten, ist eine geringe Flächenausdehnung und Bebauungsdichte der Siedlungskörper erforderlich. So kann durch das Heranführen von Frisch- und Kaltluft aus der Umgebung die Hitzebelastung in den Innenstädten deutlich abgemildert und die lufthygienische Situation dort verbessert werden.  Siedlungsrand (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Im Umland einer Stadt sollten daher ausreichend Freiflächen für den Luftaustausch mit der Innenstadt zur Verfügung stehen. Insbesondere wenn nur wenige Freiflächen als Pufferraum zwischen dicht nebeneinander liegenden Stadtteilen vorhanden sind oder durch weitere Baumaßnahmen mit einer Einschränkung der Frischluftzufuhr zu rechnen ist, sollten im Ortsrandbereich Bebauungsgrenzen festgesetzt werden. Damit kann der Erhalt klimatisch wertvoller Freiräume gesichert und einer Zersiedelung des Stadtgebietes entgegengewirkt werden. Innerstädtische Grünzüge sollten – wo immer möglich – vernetzt werden. Zur Sicherung der Stadtbelüftung über innerstädtische Grünzüge und Frischluftschneisen müssen auch diese Räume durch Festsetzung von Bebauungsgrenzen freigehalten werden. Durch das Festsetzen von Bebauungsgrenzen werden somit folgende Ziele verfolgt: - Schutz des Außenraumes vor weitergehender Bebauung - Schutz innerstädtischer Regenerationsflächen vor zusätzlicher Bebauung Eine sorgfältige Gestaltung der verbleibenden innerstädtischen Freiflächen und Stadtrandflächen kann den negativen Effekten der Verdichtung entgegenwirken.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Kompakte Stadtstrukturen im Sinne der Landschaftszersiedelung - Sicherung von Freiflächen für die Regenwasserversickerung - Grünentwicklung und Biotopverbundplanung
Zielkonflikte	- Ausweisung von Wohnbauflächen bei Bevölkerungszunahme - Wirtschaftliche Interessen bei der Ausweisung von Gewerbegebieten
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Regionalplanung • Flächeneigentümer, z. B. Landwirte ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Darstellen von Bauflächen und Baugebieten sowie dem allgemeinen Maß der baulichen Nutzung im FNP (nach § 5 (2) Nr. 1 BauGB), konkretisiert durch §§ 22 und 23 BauNVO - Festsetzen von Art und Maß der baulichen Nutzung (nach § 9 (1) Nr. 1 BauGB), Festsetzen der Bauweise, der überbaubaren und der nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie der Stellung der baulichen Anlagen (nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB) in B-Plänen - Freiraumplanung, GEP, Biotopverbundplanung - 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 eingehen.
	Um ein Zusammenwachsen der Emmericher Siedlungsgebiete außerhalb des innerstädtischen Bereichs zu verhindern, sollten die Freilandbereiche zwischen den Siedlungsflächen und den Gewerbegebieten vor Bebauung geschützt werden. In Emmerich trifft dies beispielsweise für die Freiflächen zwischen der Weseler Straße und der Netterdensche Straße zu. Diese Freiflächen erfüllen zusätzlich noch die Funktion einer Luftleitbahn. Eine konsequente Trennung der einzelnen Siedlungsflächen durch Freilandbereiche verhindert eine Ausweitung von Hitzeinseln und schwächt die Belastung in den Siedlungskernen ab. Diese Durchlässe sind vor Bebauung zu schützen.

Titel	Erhalt und Schaffung von Frischluftflächen
Räuml. Bezug	Stadtstruktur
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Als frischluftproduzierende Gebiete gelten vegetationsgeprägte Freiflächen wie Wälder und Parkanlagen sowie landwirtschaftlich genutzte Flächen wie Acker und Grünland. Die Entstehung von Kalt- und Frischluft über einer natürlichen Oberfläche wird durch die thermischen Stoffeigenschaften des Oberflächensubstrates bestimmt. So speichern Böden mit hoher Dichte die Wärme besser und sind daher schlechtere Kaltluftproduzenten als solche mit geringer Dichte und damit geringerer Wärmespeicherfähigkeit (VDI 2003). Feld- und Wiesenflächen kühlen stärker aus und produzieren damit mehr Kaltluft als Waldgebiete. Zusätzlich ist die Wirksamkeit von Frischluftflächen stark von deren Größe abhängig. Durch den Erhalt und die Schaffung zusätzlicher frischluftproduzierender Flächen und deren Vernetzung kann eine Verstärkung ihrer Wirksamkeit erzielt werden. Die Anbindung der Innenstadt an Frischluftflächen trägt zur Unterbrechung oder Abschwächung von Wärmeinseln bei und schafft stadtklimatisch relevante Regenerationsräume. Diese Anbindung über Luftleitbahnen (siehe Maßnahme „Luftleitbahnen“) sollte möglichst ohne Anreicherung mit Schadstoffen erfolgen.  Freifläche am Siedlungsrand (Foto: K.PLAN) Flächen, die aufgrund des industriellen und demographischen Wandels frei werden, sollten im Rahmen der Stadtplanung auf ihre Relevanz für ein funktionierendes Stadtbelüftungssystem hin geprüft und gegebenenfalls nicht wieder zur Bebauung freigegeben werden. Das Leitbild der kompakten Stadt mit kurzen Wegen, das als dominierendes Siedlungsstrukturkonzept unter den städtebaulichen Leitbildern gilt, kollidiert jedoch stark mit den Maßnahmen zur Schaffung und zum Erhalt von Freiflächen, so dass hier ein Abwägungsprozess stattfinden muss. Zwischen dem Freihalten von innerstädtischen Flächen und den Zielen einer klimaschonenden Stadtentwicklung ergeben sich häufig Zielkonflikte. Eine Bebauung von Freiflächen führt zu kompakten Siedlungsstrukturen, die flächen-, verkehrs- und energiesparend sind. Andererseits wird durch die Verdichtung der Bebauung der Wärmeinseleffekt verstärkt. Eine sorgfältige Gestaltung innerstädtischen Freiflächen kann den negativen Effekten der Verdichtung entgegenwirken.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Deutliche Trennung der Stadtteile im Außenbereich - Stadtnahe Erholungsgebiete - Innerstädtischer Biotopverbund, Biodiversität
Zielkonflikte	- Ausweisung von Wohnbauflächen bei Bevölkerungszunahme - Ausweisung von Industrie- und Gewerbeflächen im Außenbereich
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Regionalplanung • Flächeneigentümer, z. B. Landwirte ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Verschiedene Darstellungen und Festsetzungen im FNP (nach § 5 Abs. 2 BauGB) und in B-Plänen (nach § 9 Abs. 1 BauGB) - 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 eingehen - Biotopverbundplanung, Grünplanung
 Freiflächen sind im ländlich geprägten Umland von Emmerich in ausreichender Zahl vorhanden, um genügend kühle Frischluft für das Stadtgebiet zu produzieren. Wichtig für die Wirksamkeit dieser Frischluftflächen ist ihre Anbindung an die dicht bebauten Stadtteile von Emmerich (siehe Maßnahme „Luftleitbahn“). Freiflächen in direkter Randlage zu den Siedlungsgebieten oder zwischen zwei Stadtteilen im Außenbereich, wie z. B. zwischen Emmerich und Elten sind deshalb als sehr hoch schutzwürdig eingestuft. Freiflächen mit einer Lage direkt in einer Luftleitbahn oder mit einem direkten Anschluss an diese sind ebenfalls hoch schutzwürdig, da sie wirkungsvolle kühle Frischluft für die verdichteten Stadtteile bereitstellen können.	

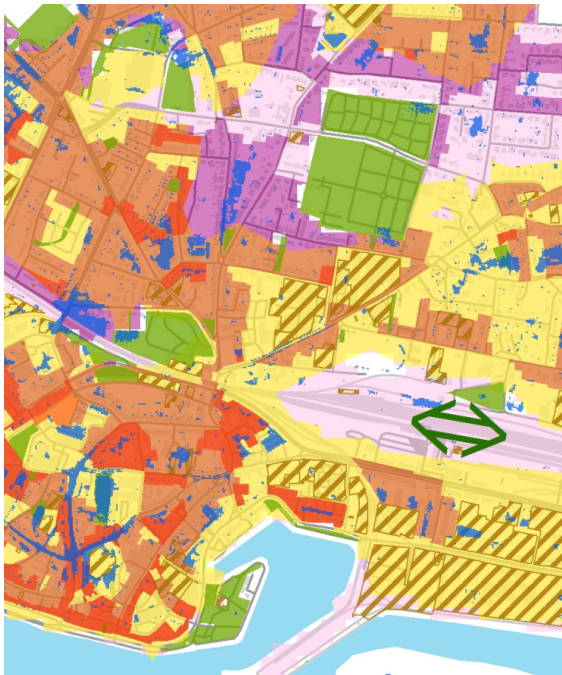
Titel	Hänge und Luftschneisen von Riegelbebauung freihalten
Räuml. Bezug	Stadtstruktur
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Große Freiflächen mit Kaltluftproduktion und Tallagen mit Fließrichtung Innenstadt gelten als besonders sensible Flächen zur Stadtbelüftung, die auch bei Schwachwind zu einer Stadtbelüftung durch Kaltlufttransport beitragen. Damit Frischluft auch bei schwachen Windströmungen von außen in die Stadt gelangen kann, darf die Bebauung am Stadtrand keine abriegelnden Bebauungsgürtel bilden (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2008). Hänge entlang von Kaltluftbahnen sollten von hangparalleler Riegelbebauung freigehalten werden. Negative Auswirkungen des Reliefs sind zu erwarten, wenn die Talsohle und die Talhänge urbane Flächennutzungen aufweisen. Die Bebauung kann die bodennahe Ventilation verringern. Im ungünstigsten Fall bildet eine quer zur Talachse oder längs zur Hangausrichtung orientierte Bebauung einen Strömungsriegel (siehe Abbildung), der bei schwachen Bodenwinden eine Ventilation der leeseitigen Bebauung beeinträchtigen kann. Hangbebauungen sollten, wo nicht auf sie verzichtet werden kann, mit großen Abständen und mit niedrigen Höhen erfolgen. Die positive Wirkung von Lüftungsschneisen entsteht nur bei zusammenhängenden Freiflächen (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2008). Bei Berücksichtigung dieser Aspekte ist es möglich, einen Zielkonflikt zwischen den positiven Auswirkungen von Südhangbebauungen aus energetischen Gesichtspunkten für den Klimaschutz und den Anforderungen der Stadtbelüftung zu vermeiden.  Durchlässige Hangbebauung (links) und hangparallele Zeilenbebauung mit Riegelwirkung (rechts) (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2008) Gleiches gilt auch für großflächige Aufforstungen im Bereich von hangabwärts gerichteten Belüftungsbahnen. Dichter Wald kann diese Belüftung behindern, besonders nachteilig wirkt sich dieser Effekt auf strahlungsnächtliche, häufig nur schwach ausgebildete Kaltluftabflüsse aus. Einzelbäume und lichte Baumgruppen sind dagegen unschädlich für die Luftströmung.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Attraktive Wohnviertel im Außenbereich
Zielkonflikte	- Kompakte Stadtstrukturen im Sinne des Klimaschutzes - Waldvermehrung
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Regionalplanung • Investoren, Architekten ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzen der Stellung der baulichen Anlagen (nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB) in B-Plänen - Festsetzen von Art und Maß der baulichen Nutzung (nach § 9 (1) Nr. 1 BauGB), konkretisiert insbesondere durch §§ 16 (3), 17, 19 BauNVO und von Mindestmaßen der Baugrundstücke und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücke (nach § 9 (1) Nr. 3 BauGB) in B-Plänen - Frischluftschneisen als zeichnerische Darstellung in Flächennutzungspläne übernehmen - Biotopverbundplanung - Wettbewerbsausschreibungen - (Städtebauliche) Verträge - Gestaltungsrichtlinien
Da das Stadtgebiet von Emmerich nur geringe Höhenunterschiede aufweist, spielen hangabwärts gerichtete Kaltluftströmungen nur eine untergeordnete Rolle für die Stadtbelüftung.	

Titel	Erhalt der Biodiversität
Räuml. Bezug	Stadtstruktur
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Bekannt in ihren wesentlichen Zügen sind inzwischen die Auswirkungen des Globalen Klimawandels auf die Vielfalt der Organismenarten oder richtiger Organismensippen – im Folgenden meist kurz als <i>Biodiversität</i> bezeichnet. Eingeschlossen ist bei der hier verwendeten Umgrenzung aber auch die genetische Vielfalt, weshalb besser von Sippen als von Arten zu sprechen wäre. Der Umfang des prognostizierten Artenrückgangs hauptsächlich aufgrund von Biotopveränderungen unter schnellerer Temperaturzunahme als zuvor ist erschreckend. Die Auswirkungen auf sämtliche Arten oder die innerartliche Variation im Einzelnen sind allerdings bei Weitem noch nicht ausreichend untersucht. Dennoch zeichnen sich eindeutige Tendenzen im Arteninventar von Gebieten ab, so beispielsweise die Ausbreitung von wärmeliebenden (thermophilen) Organismen. Im Wesentlichen lassen sich hier folgende Problemfelder erkennen, auf die kommunale Institutionen reagieren sollten: 1. <i>Arten bzw. Sippen, die auf den Klimawandel mit Rückgang oder Aussterben reagieren:</i> Hierbei handelt es sich in vielen Fällen um Organismen mit speziellen Anpassungen oder spezifischen Anforderungen an den Lebensraum. Welche Schutz- oder Anpassungsmaßnahmen für entsprechende Arten und Lebensräume getroffen werden können, ist hier ganz besonders stark vom Einzelfall abhängig und kann kaum generalisierend diskutiert werden. Grundsätzlich können spezielle Arten- und Biotopschutzpläne für die individuell betroffenen Arten und Biotope erarbeitet und umgesetzt werden, die sehr viel spezieller zugeschnitten sein sollten als Biotopmanagementpläne. 2. <i>Arten bzw. Sippen, die auf den Klimawandel mit Ausbreitung reagieren:</i> Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um wärmeliebende Arten, bei Blütenpflanzen fällt die Zunahme von generell subtropisch bis tropisch verbreiteten Arten auf. Bei starker Ausbreitung kann von Bioinvasionen gesprochen werden, wobei das Schadpotenzial solcher Arten auf Ökosysteme, altansässige bzw. heimische Organismenarten (vor allem durch Konkurrenz bzw. Verdrängungseffekte) und die menschliche Gesundheit sowie Bau- und Unterhaltungstechnik im Auge behalten werden muss. Als invasive Arten werden nach § 7 (2) Nr. 9 BNatSchG solche definiert, bei denen diese schädigenden Auswirkungen auftreten. Es breiten sich aber auch heimische tendenziell wärmeliebende Arten aus. Hierbei sind vor allem zahlreiche einjährige Blütenpflanzenarten (Therophyten) zu nennen, die vorwiegend in Pflasterfugen vermehrt auftreten und natürlicherseits in Trockenbiotopen vorkommen. 3. <i>Arten bzw. Sippen, die durch den Klimawandel individuell geschädigt werden:</i> Vielfach handelt es sich hierbei um eine Vorstufe der unter 1. erläuterten Probleme. Allerdings überleben viele Arten die klimatischen Veränderungen, aber in herabgesetzter Vitalität, d.h. mit Wuchseinbußen oder Schädigungen. Es können sich zudem Anpassungen auf evolutionärer Ebene ergeben, so dass nur bestimmte Typen innerhalb der Variabilität der Arten den Klimawandel in vitaler Form überstehen, während andere kränkeln oder ganz verschwinden. Grundsätzlich ist dieses Problemfeld in Siedlungsräumen von erheblicher Bedeutung, weil subvitale, in Teilen absterbende Pflanzen ein Sicherheitsrisiko für Bevölkerung und Infrastruktur darstellen können, z.B. durch herabfallende abgestorbene Äste

Synergien	- Biotopschutz, Biodiversität
Zielkonflikte	- Klimaangepasste Arten sind eventuell gebietsfremde Arten
Akteure	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung
Kooperationspartner	• Gartenbaubetriebe, Friedhofsamt, Naturschutzverbände, Landschaftsarchitekten
Zielgruppe	♦ Bewohner, Stadtf fauna
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen / für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Biotopmanagementpläne
Die Abhängigkeit des menschlichen Wohlbefindens und seiner Gesunderhaltung von Biodiversitätsänderungen durch den Klimawandel beruht auf den Wirkungen, die durch entsprechende Arten bzw. Sippen als Schattenspender und Luftkühler, Schadstoff- und Staubfänger bzw. -filter sowie als belebende Elemente erzielt werden. Dieser Aspekt spielt besonders in Siedlungsräumen eine vorrangige Rolle, wo eine besonders starke weitere Aufwärmung erwartet werden kann. Die betreffenden Biodiversitätselemente (fast stets Gehölze) sind in der Regel nicht natürlich, sondern durch Pflanzung eingebracht worden und haben sich aus klimatischer Hinsicht aufgrund der bisherigen Bedingungen (meist) bewährt, müssen aber vor dem Hintergrund des Klimawandels auf den Prüfstand gestellt werden. Neben der Erwärmung kommen weitere Aspekte hinzu, die mit dem Klimawandel einhergehen, so vor allem ein höheres Potenzial an Stürmen und zeitlich begrenzten, aber sehr ausgeprägten Starkniederschlägen oder Trockenperioden. 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 Überlebensebene gegeben. Grundsätzlich sollten die Begrünungselemente in erster Linie der thermischen und der lufthygienischen Komponente des Stadtklimas dienlich sein. Um dem Biodiversitätsschutz entgegen zu kommen, sollte dann die Schnittmenge mit entsprechenden Arten gesucht werden. Dabei muss die ökologische Anpassung an den Ist-Zustand und gleichzeitig an die anzustrebende Klimaanpassung erfolgen. Ein wichtiges Element zum Erkennen von dem, was machbar erscheint, ist das Lernen von dem, was da ist. Dies bedeutet, dass zunächst zu erfassen ist, was an potenziellen Begrünungselementen bereits durch eigenständige (natürliche) Ansiedlung und Ausbreitung aus Pflanzungen heraus (Verwilderungen) vorhanden ist und für die Klimaanpassung dienlich sein könnte. Dabei ist auch vor Neophyten und als invasiv eingestuften Arten nicht Abstand zu nehmen, da sie Arten sind, die sich autonom ausbreiten und somit anzeigen, dass sie zumindest mit den derzeitigen klimatischen Bedingungen zurechtkommen.	

Titel	Parkanlagen schaffen, erhalten und umgestalten
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Urbane Grünflächen haben eine hohe Bedeutung für das Lokalklima, da von Ihnen eine kühlende Wirkung ausgeht. Tagsüber führt eine Freifläche, die idealerweise aus Wiese mit Sträuchern und lockerem Baumbestand besteht, durch Schattenwurf und Energieverbrauch aufgrund von Evapotranspiration zu einem thermisch ausgleichenden Bereich für die bebaute Umgebung. Nachts können Freiflächen durch Kaltluftbildung und Luftaustausch kühlend auf die Umgebung wirken.  Rheinpark Emmerich (Foto: K.PLAN)) Untersuchungen haben gezeigt, dass Kühlungseffekte ab einer Parkgröße von 2,5 ha zu messen sind und die Reichweite der kühlenden Wirkung eines innerstädtischen Parks etwa dem Durchmesser des Parks entspricht (Upmanis et al. 1998). Eine klimatische Fernwirkung ergibt sich erst bei ausgedehnten Parkanlagen ab 50 ha (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2008). Bei einer engen Vernetzung tragen auch kleinere Grünflächen zur Abmilderung der Wärmeinsel bei.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Attraktivitätssteigerung von Innenstädten - Lebensqualität sichern
Zielkonflikte	- Ausweisung von zentrumsnahen Wohnbauflächen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Regionalplanung • Flächeneigentümer, Nutzer, Naturschutzverbände, Landschaftsarchitekten ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Darstellen von Grünflächen wie Parkanlagen (nach § 5 (2) Nr. 5 BauGB) im FNP - Grünentwicklungsplan - Festsetzen der öffentlichen und privaten Grünflächen wie Parkanlagen (nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB) in B-Plänen
	Der Emmericher Rheinpark und vor allem die parkartige Ablage des Friedhofs haben aufgrund ihrer Größe und/oder Lage in unmittelbarer Nachbarschaft zur Innenstadt und zu den Industrie- und Gewerbegebieten im Hafenviertel eine herausragende Bedeutung als klimaregulierende Fläche für das Emmericher Stadtgebiet. Die Ausstattung mit überwiegend Rasenflächen ist aber nicht optimal, eine Erhöhung der Anzahl von einzelnen Bäumen oder lichten Baumgruppen ist sinnvoll. Weitere kleinere Parkanlagen im innerstädtischen Bereich, die als Grünanlagen auch aus klimatischen Gründen unersetzbar sind, sind nur wenige vorhanden. Sie führen zu einer Abschwächung und Begrenzung der innerstädtischen Wärmeinsel ebenso wie sie Rückzugsorte an heißen Tagen darstellen. Der Erhalt der bestehenden Parkanlagen sowie deren Vernetzung untereinander und mit den Freiflächen im Außenbereich ist anzustreben.

Titel	Freiflächen erhalten und schaffen, Flächen entsiegeln
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Neben der Bedeutung von Grünflächen als Gliederungselement in den städtischen Siedlungsräumen ist ihre Funktion als innerstädtische Ausgleichsfläche besonders hervorzuheben. Die klimatische Reichweite innerstädtischer Freiflächen variiert dabei in Abhängigkeit von der Flächengröße, ihrer Ausgestaltung sowie ihrer Anbindung an die Bebauung. Bei einer ausreichenden Flächengröße ist eine klimaregulierende Funktion der Grünflächen gewährleistet. Eine besondere Funktion kommt den Grüngürteln als Trennungselement zwischen Wohngebieten und emittierenden Industrie- und Gewerbegebieten oder stark befahrenen Straßen zu. Hier erfüllen sie einerseits eine Abstandsfunktion, andererseits bewirken sie eine Verdünnung und Filterung von Luftschadstoffen. Darüber hinaus fördern Grünstreifen durch die Entstehung kleinräumiger Luftaustauschprozesse eine Unterbrechung von Wärmeinseln. Bei einer engen Vernetzung und einer stadträumlich sinnvollen Anordnung tragen daher auch kleinere Grünflächen zur Abmilderung des Wärmeinseleffekts bei. Kleine, isoliert liegende Grünflächen, wie z. B. begrünte Innenhöfe zeigen zwar keine über die Fläche hinausreichende Wirkung, nehmen aber als „Klimaoasen“ gerade in den dicht bebauten Innenstädten wichtige Aufgaben als lokale Freizeit- und Erholungsräume wahr. Das größte Hindernis bei der Schaffung von innerstädtischen Grünflächen ist der Platzmangel. Um mehr Vegetationsflächen zu schaffen, sollten daher auch unkonventionelle Möglichkeiten wie das Begrünen von Straßenbahngleisen genutzt werden. Die ökologischen Effekte von Rasen oder Vegetationsmatten im Gleisbett erreichen bei Weitem nicht die von Bäumen und Sträuchern, führen jedoch zu einem zeitverzögerten Niederschlagsabfluss, erhöhter Verdunstung und Abkühlung.  Grünpuffer zwischen Innenstadt und Industriegebiet in Emmerich (Foto: K.PLAN)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Attraktivitätssteigerung von Innenstädten - Lebensqualität sichern
Zielkonflikte	- Ausweisung von zentrumsnahen Wohnbauflächen
Akteure	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung
Kooperationspartner	• Flächeneigentümer, Nutzer, Naturschutzverbände
Zielgruppe	◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzen von öffentlichen und privaten Grünflächen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Friedhöfe (nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB) in B-Plänen



Einige Beispiele für diese Klimaanpassungsmaßnahme lassen sich in Emmerich finden, z. B. Grünflächen als Pufferzonen innerhalb der Gewerbegebiete oder als Pufferzone zu Siedlungsbereichen.

Insbesondere im Bereich der stadtnahen Industrie- und Gewerbeflächen fehlt aber meist eine Trennung zu den angrenzenden Wohngebieten durch Grüngürtel.

Im gesamten Stadtbereich sind die Trennung zwischen Industrie- / Gewerbeflächen und Wohngebieten durch einen Grünpuffer auszuweiten, vorhandene Freiräume zu bepflanzen und begrünte Straßenbankette und Abstandsgrünflächen unbedingt zu erhalten und zu ergänzen.

Titel	Begrünung von Straßenzügen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Im innerstädtischen Bereich kann eine Aufheizung durch Begrünung von Straßenzügen mit Bäumen und Sträuchern vermindert werden. Der Schattenwurf der Vegetation sowie Verdunstung und Transpiration der Pflanzen reduzieren die Aufheizung der versiegelten Stadtbereiche. Im Bereich von Luftleitbahnen sollten Anpflanzungen aber keine Hindernisse für Kalt- und Frischluftströmungen bilden.
	Bei der Auswahl von geeigneten Straßenbäumen ist zu beachten, dass ein geschlossenes Baumkronendach in einer Straßenschlucht durch verminderten Luftaustausch zu einer Anreicherung von Luftschadstoffen im unteren Straßenraum führen kann. Es gibt auf der anderen Seite aber auch Straßenabschnitte mit einer sehr guten Durchlüftungssituation, bei denen Baumreihen aus lufthygienischer Sicht unbedenklich sind. Im Einzelfall kann dies durch eine Modellsimulation überprüft werden.
	
	Stark befahrene Allee (Foto: Ahlemann, K.PLAN)
	Lufthygienische Bedenken gegen eine Begrünung mit Bäumen gelten natürlich nur dort, wo sich unterhalb der Baumkrone signifikante Emissionsquellen befinden. Wenig befahrene Straßenabschnitte, Plätze und Fußgängerzonen können durch eine Begrünung mit Straßenbäumen lokalklimatisch verbessert werden.
	
	Fußgängerzone (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Filterung von Luftschadstoffen -
Zielkonflikte	- Mögliche Behinderung des Luftaustausches bei geschlossenem Kronendach - (Leitungs-)Kanäle entlang der Straßen - Straßenparallele Parkstreifen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Straßen- und Tiefbauämter • Naturschutzverbände ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen / für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Gestaltungsrichtlinien - Wettbewerbsausschreibungen
	
Da sich die am stärksten ausgeprägte Hitzeinsel auf die Emmericher Innenstadt konzentriert, ist hier auch der Ort für die größte Notwendigkeit von Begrünungsmaßnahmen. Straßenbegrünungen sollten aber unter Berücksichtigung des Verkehrs- und damit Schadstoffaufkommens erfolgen, also die Belüftungssituation nicht einschränken. Auf stark befahrenen Straßen ist in der Regel nur eine einseitige Baumanpflanzung entlang der Straßen zu empfehlen. Im Bereich der Fußgängerzone und der wenig befahrenen Innenstadtstraßen sind Baumpflanzungen nötig und sinnvoll. Sie kühlen im Sommer durch Schattenwurf und Verdunstung und können bei starkem Wind die Düsenwirkung abschwächen. Damit kann die Aufenthaltsqualität im innerstädtischen Bereich deutlich erhöht werden.	

Titel	Bepflanzung urbaner Räume mit geeigneten Pflanzenarten
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Bei der Auswahl von geeigneten Baumsorten für die Begrünung im innerstädtischen Raum, dies gilt für eine Begrünung von Straßenzügen ebenso wie bei Parkbäumen, sind neben Faktoren wie Standortansprüchen und Verkehrssicherheit zwei Dinge zu beachten. Zum einen emittieren verschiedene Baumarten unterschiedlich große Mengen an flüchtigen organischen Stoffen, die zur Bildung von Ozon beitragen. Diese Bäume können so zu einer Erhöhung der Ozonbelastung beitragen und sind nicht zur Straßenbegrünung geeignet. Eine Auswahl an Pflanzenarten, die wenig biogene Kohlenwasserstoffe emittieren, findet sich bei Benjamin und Winer (1998). Zum anderen müssen sich Stadtbäume auf veränderte, durch den Klimawandel verursachte Bedingungen einstellen. Insbesondere die zunehmende Sommerhitze in den Städten und damit verbundene sommerliche Trockenperioden erfordern eine gezielte Auswahl von geeigneten Stadtbäumen für die Zukunft. Wärmeresistente Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf sind zukünftig besser für innerstädtische Grünanlagen geeignet. Um eine ausreichende Vielfalt mit Pflanzenarten, die eine sehr hohe Trockenstresstoleranz haben, zu erreichen, ist es notwendig, neben heimischen Arten auch Arten aus Herkunftsgebieten mit verstärkten Sommertrockenzeiten zur Bepflanzung heranzuziehen. Durch eine erhöhte Artenvielfalt im städtischen Raum kann möglichen Risiken durch neue, wärmeliebende Schädlinge vorgebeugt werden. In einer vom Bund deutscher Baumschulen (BdB) in Auftrag gegebenen Studie wurden am Lehrstuhl für Forstbotanik der TU Dresden (Roloff & Gillner 2007) 250 Gehölzarten auf ihre Eignung als Stadtbäume bei einem prognostizierten Klimawandel bewertet. Dafür wurde eine neue Klima-Arten-Matrix (KLAM) entwickelt, die Trockenstress-Toleranz und Winterhärte in jeweils 4 Abstufungen (sehr geeignet, geeignet, problematisch, sehr eingeschränkt geeignet) als entscheidende Kriterien heranzieht. Neben schon bisher im innerstädtischen Bereich verwendeten Gehölzen wurden auch nichtheimische Baumarten aus Herkunftsgebieten mit ähnlichen Wintertemperaturen und verstärkten Sommertrockenzeiten in die Bewertung aufgenommen. Geeignete Stadtbäume sollten möglichst wenig biogene Kohlenwasserstoffe emittieren und damit ein geringes Ozonbildungspotenzial aufweisen.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Biotopschutz - Biodiversität
Zielkonflikte	- Klimaangepasste Arten sind eventuell gebietsfremde Arten
Akteure	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung
Kooperationspartner	• Gartenbaubetriebe, Friedhofsamt, Naturschutzverbände, Landschaftsarchitekten
Zielgruppe	◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen, Stadtf fauna
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen / für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Gestaltungsrichtlinien
In der nachfolgenden Tabelle sind Bäume, die bezüglich der Trockentoleranz und der Winterhärte sehr geeignet bis geeignet sind, mit Angaben, falls vorhanden, hinsichtlich des Ozonbildungspotenzials aufgelistet. Die Klima-Arten-Matrix für Stadtbaumarten soll eine Entscheidungshilfe bei der Verwendung von Bäumen in der Stadt liefern. Eine weitere Straßenbaumliste mit fachlichen Empfehlungen wird vom Arbeitskreis Stadtbäume der Grünflächenamtsleiterkonferenz (GALK 2015) herausgegeben und aktualisiert. Es werden verschiedene Baumarten auf ihre innerstädtische Eignung für den Extremstandort Strasse in verschiedenen Regionen in Deutschland getestet. Das Ziel des GALK-Arbeitskreises ist es, die Artenvielfalt in den Städten zu erhöhen und damit möglichen Risiken durch neue, wärmeliebende Schädlinge vorzubeugen (Abicht 2009). Bei der Auswahl von Bäumen muss zwischen Standorten entlang von Straßen und Standorten in Parkanlagen, Friedhöfen etc. unterschieden werden.	

Titel Klima-Arten-Matrix (KLAM) Einstufung wichtiger Baumarten (fett : heimische Arten) nach ihrer Eignung für eine Verwendung im Stadtbereich (nach Roloff et al. 2008, Benjamin & Winer 1998 und Stewart & Hewitt 2002) Erläuterung: ++ sehr geeignet, + geeignet, -- ungeeignet, / kein Untersuchungsergebnis			
Räuml. Bezug Quartiersebene			
Relevanz Hoch			
In der Kategorie Trockentoleranz sehr geeignet		Winterhärte	Geringes Ozonbildungspotenzial
Acer campestre	Feld-Ahorn	++	++
<i>Acer negundo</i>	Eschen-Ahorn	++	++
Acer opalus	Schneeballblättriger Ahorn	+	/
<i>Acer rubrum</i>	Rot-Ahorn	+	/
<i>Acer x zoeschense</i>	Zoeschener Ahorn	++	/
Alnus incana	Grau-Erle	++	/
<i>Carya tomentosa</i>	Spottnuss	+	++
<i>Catalpa speciosa</i>	Prächtiger Trompetenbaum	+	/
<i>Cedrus brevifolia</i>	Zypern-Zeder	+	/
<i>Cedrus libani</i>	Libanon-Zeder	+	/
<i>Celtis caucasica</i>	Kaukasischer Zürgelbaum	+	/
<i>Celtis occidentalis</i>	Amerikanischer Zürgelbaum	+	/
<i>Cladrastis sinensis</i>	Chinesisches Gelbholz	++	/
<i>Cupressus arizonica</i>	Arizona-Zypresse	+	++
<i>Diospyros lotus</i>	Lotuspflaume	+	/
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Schmalblättrige Esche	+	/
<i>Fraxinus pallisiae</i>	Behaarte Esche	++	/
<i>Fraxinus quadrangulata</i>	Blau-Esche	+	/
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo, Fächerbaum	+	++
<i>Gleditsia japonica</i>	Japanische Gleditschie	+	/
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Amerikanische Gleditschie	+	/
Juniperus communis	Gewöhnlicher Wacholder	++	++
<i>Juniperus scopulorum</i>	Westliche Rotzeder	++	/
<i>Juniperus virginiana</i>	Rotzeder	++	/
<i>Maackia amurensis</i>	Asiatisches Gelbholz	+	/
<i>Ostrya carpinifolia</i>	Gemeine Hopfenbuche	++	/
<i>Ostrya virginiana</i>	Virginische Hopfenbuche	+	/
<i>Phellodendron sachalinense</i>	Sachalin-Korkbaum	++	/
<i>Pinus bungeana</i>	Bunges Kiefer	+	/
<i>Pinus heldreichii</i>	Panzer-Kiefer	++	/
<i>Pinus nigra</i>	Schwarz-Kiefer	++	+
<i>Pinus ponderosa</i>	Gelb-Kiefer	+	+
<i>Pinus rigida</i>	Pech-Kiefer	+	/
Pinus sylvestris	Wald-Kiefer	++	+
<i>Platanus x hispanica</i>	Ahornblättrige Platane	+	--
Populus alba	Silber-Pappel	+	--
Prunus avium	Vogel-Kirsche	++	++
<i>Quercus bicolor</i>	Zweifarbige Eiche	++	/
Quercus cerris	Zerr-Eiche	+	+
<i>Quercus coccinea</i>	Scharlach-Eiche	+	--
<i>Quercus frainetto</i>	Ungarische Eiche	+	/
<i>Quercus macranthera</i>	Persische Eiche	+	/
<i>Quercus macrocarpa</i>	Klettenfrüchtige Eiche	++	/
<i>Quercus montana</i>	Kastanien-Eiche	+	/
<i>Quercus muehlenbergii</i>	Gelb-Eiche	+	/

<i>Quercus pubescens</i>	Flaum-Eiche	+	/
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Gemeine Robinie	++	++
<i>Robinia viscosa</i>	Klebrige Robinie	++	/
In der Kategorie Trockentoleranz sehr geeignet		Winterhärte	Geringes Ozon- bildungspotenzial
<i>Sophora japonica</i>	Japanischer Schnurbaum	+	+
<i>Sorbus aria</i>	Echte Mehlbeere	++	+
<i>Sorbus badensis</i>	Badische Eberesche	++	+
<i>Sorbus domestica</i>	Speierling	+	+
<i>Sorbus latifolia</i>	Breitblättrige Mehlbeere	+	+
<i>Sorbus torminalis</i>	Elsbeere	+	+
<i>Sorbus x thuringiaca</i>	Thüringer Mehlbeere	++	+
<i>Thuja orientalis</i>	Morgenländischer Lebensbaum	+	/
<i>Tilia mandshurica</i>	Mandschurische Linde	++	+
<i>Tilia tomentosa</i>	Silber-Linde	+	+
<i>Ulmus pumila</i>	Sibirische Ulme	++	++
In der Kategorie Trockentoleranz geeignet		Winterhärte	Geringes Ozon- bildungspotenzial
<i>Acer buergerianum</i>	Dreispitziger Ahorn	++	/
<i>Acer platanoides</i>	Spitz-Ahorn	++	++
<i>Aesculus x carnea</i>	Rotblühende Kastanie	++	/
<i>Alnus cordata</i>	Herzblättrige Erle	+	/
<i>Alnus x spaethii</i>	Spaeths Erle	++	/
<i>Betula pendula</i>	Sand-Birke	++	++
<i>Carpinus betulus</i>	Gewöhnliche Hainbuche	++	++
<i>Carya ovata</i>	Schuppenrinden-Hickory	+	++
<i>Castanea sativa</i>	Essbare Kastanie	+	+
<i>Celtis bungeana</i>	Bungens Zürgelbaum	+	/
<i>Corylus colurna</i>	Baum-Hasel	+	/
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	Leylandzypresse	+	++
<i>Diospyros virginiana</i>	Persimone	+	/
<i>Eucommia ulmoides</i>	Guttaperchabaum	+	/
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gemeine Esche	+	++
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Grün-Esche, Rot-Esche	++	++
<i>Gymnocladus dioica</i>	Amerikanischer Geweihbaum	+	/
<i>Malus tschonoskii</i>	Woll-Apfel	++	++
<i>Nyssa sylvatica</i>	Wald-Tupelobaum	+	/
<i>Phellodendron amurense</i>	Amur-Korkbaum	+	/
<i>Picea omorika</i>	Serbische Fichte	++	+
<i>Pinus peuce</i>	Rumelische Kiefer	+	/
<i>Platanus occidentalis</i>	Amerikanische Platane	+	--
<i>Populus tremula</i>	Zitter-Pappel	++	--
<i>Populus x berolinensis</i>	Berliner Pappel	++	--
<i>Pyrus communis</i>	Kultur-Birne	+	++
<i>Pyrus pyrausta</i>	Wild-Birne	+	++
<i>Quercus imbricaria</i>	Schindel-Eiche	+	/
<i>Quercus palustris</i>	Sumpf-Eiche	+	/
<i>Quercus robur ssp. Sessiliflora</i>	Trauben-Eiche	+	--
<i>Quercus rubra</i>	Rot-Eiche	+	+
<i>Sorbus intermedia</i>	Schwedische Mehlbeere	++	+
<i>Tilia cordata</i>	Winter-Linde	++	++
<i>Tilia x euchlora</i>	Krim-Linde	++	+
<i>Ulmus parvifolia</i>	Japanische Ulme	+	++
<i>Zelkova serrata</i>	Japanische Zelkove	+	++

Titel	Kommentierte Liste der Emmericher Zukunfts-Straßenbäume
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Die Stadt Düsseldorf (Törkel 2015) legte unlängst eine Zukunftsbaumliste für ihren Zuständigkeitsbereich vor, die mit der GALK-Straßenbaumliste abgestimmt ist. Diese Liste berücksichtigt alle wesentlichen Aspekte für die Eignung entsprechender Baumarten und -sorten im Rahmen der Erfordernisse einer Klimaanpassung, stellt insofern einen wichtigen Meilenstein dar, ist jedoch zu umfangreich, um die sinnvollen Sippen herauszufiltern und enthält viele Sorten, bei denen Sinn, Nutzen und Tradition für eine regelmäßige Verwendung angezweifelt werden kann. Viele der dort angeführten Aspekte sind auch für Emmerich von Bedeutung und können dort nachgeschlagen werden, wenn es um konkrete Verwendungen vor Ort geht. Um Aspekte der Kulturtradition und Biodiversität hinreichend zu berücksichtigen, wurde für Emmerich eine eigenständige Liste für die Verwendung als Straßenbäume erarbeitet. Dass es nicht <i>den</i> Baum gibt, der ausschließlich günstige Eigenschaften aufweist, wird bei derzeitigen Versuchen immer deutlicher (vgl. z. B. die Untersuchungen zu Hitzeschäden durch Uehre 2015). Es ist aber wichtig, sinnvolle Kompromisslösungen und maximal geeignete Bäume zu finden. In Städten können weitere Sippen gepflanzt werden, z. B. wird man nicht grundsätzlich auf Platanen verzichten mögen; die Übersicht ist aber ganz auf Straßenbäume zugeschnitten. <i>Acer campestre</i> – Feld-Ahorn Diese möglicherweise einheimische Art spielt generell bei zukünftigen Pflanzungen eine bedeutende Rolle, in der Ursprungsform allerdings mehr als Einzel- und Gruppenpflanzungen in Parks und Anlagen sowie Straßen mit breitem Gehölzsaum. Für Siedlungsstraßen eignen sich die säulenförmigen bzw. aufrechten Sorten 'Fastigiata' und 'Huibers Elegant'. <i>Acer negundo</i> – Eschen-Ahorn Wird als invasive Schadart betrachtet, ist aber in NRW allenfalls örtlich invasiv. Ihr spontanes Auftreten kann in gleicher Weise wie bei der Ursprungsform genutzt werden; punktuell sind auch Pflanzungen möglich. <i>Acer platanoides</i> – Spitz-Ahorn Die Ursprungsform kann in ähnlicher Weise wie die Ursprungsform des Feld-Ahorns und der Eschen-Ahorn genutzt werden; da diese häufig spontan auftritt, kann ihr Vorkommen an entsprechenden Stellen geduldet oder gefördert werden. Von den in der Düsseldorfer Zukunftsbaumliste genannten geeigneten Sorten können alle unter den entsprechenden Bedingungen verwendet werden. Besonders bedeutsam erscheint die Sorte 'Columnare' (Typ 1, 2, 3) für enge Straßen (säulenförmig) sowie die Sorte 'Globosum' mit kugelförmiger Krone (traditioneller Straßenbaum). <i>Aesculus carnea</i> – Rote Rosskastanie Auf nicht zu verdichteten Böden und bei geringerem Versiegelungsgrad erheblich besser geeignet als die Gewöhnliche Rosskastanie, besonders in der attraktiven Sorte 'Briotii'. <i>Ailanthus altissima</i> – Götterbaum Laut GALK (2015) nicht geeignet, weil Bruchgefahr und starke vegetative Ausbreitung. An geeigneten Stellen, wohl eher abseits der Straßenränder, aber durchaus brauchbar, weil klimaangepasst. Pflanzungen sind allerdings eher weniger sinnvoll, spontan auftretende Exemplare hingegen sollten geduldet und gefördert werden, wo es möglich erscheint. Ist als schadhaft invasiv eingestuft, was aber in NRW nur ganz lokal gilt. <i>Alnus cordata</i> – Italienische Erle Spätfrostgefährdung und Schneebruchgefahr dürften in Emmerich nur eine geringe Rolle spielen, so dass dieser sonst bestens geeignete Stadtbaum (weiterhin) empfehlenswert ist. An geeigneten Stellen können Verjüngungen geduldet oder gefördert werden. <i>Betula pendula</i> – Sand-Birke In der Ursprungsform an geeigneten Stellen gut brauchbar; spontane Vorkommen sind besser angepasst und sollten geduldet und gefördert, gegebenenfalls vermehrt werden, da sie entgegen den Angaben in den genannten Listen durchaus stadtklimafest sind, allerdings sind sonstige potenzielle Probleme zu beachten (siehe Törkel 2015).	

***Carpinus betulus* – Hainbuche**

Geeignet sind die säulenförmigen Sorten 'Frans Fontaine' und 'Fastigiata', wobei die erstgenannte für dauernde Pflanzungen zu bevorzugen ist.

***Cornus mas* – Kornelkirsche**

Hochstämmige Kultivare sind als kleine Straßenbäume gut geeignet.

***Corylus colurna* – Baumhasel**

Als Straßenbaum insgesamt bewährt, in der Fruchtzeit allerdings unter Umständen sehr viele große Fruchtkomplexe abwerfend.

***Crataegus monogyna* – Eingriffeliger Weißdorn**

Die Sorte 'Stricta' ist als kleiner Straßenbaum geeignet.

***Fraxinus angustifolia* – Schmalblättrige Esche**

Ist als Ursprungsform und in der Sorte 'Raywood' als Stadtbaum geeignet.

***Fraxinus excelsior* – Gewöhnliche Esche**

Die Ursprungsform ist weniger geeignet als Straßenbaum, breitet sich aber spontan stark im urbanen Raum aus, daher an sinnvollen Stellen (keine engen Straßen) in der Stadt vermutlich verwendbar (dürfen aber nicht zu alt werden, sonst ist Bruchgefahr gegeben). Die Sorte 'Altena' kann an nicht zu trockenen Stellen als Straßenbaum verwendet werden, besser ist noch die Sorte 'Geessink'.

***Fraxinus ornus* – Blumen-Esche**

An nicht zu schmalen Straßen in der Ursprungsform geeignet, an schmalen Straßen besser in der Sorte 'Rotterdam'.

***Ginkgo biloba* – Ginkgobaum**

Geeignet als männliche Pflanzen (weibliche sollten wegen der stinkenden Früchte vermieden werden), vor allem die säulenförmige Sorte 'Fastigiata Blagon'.

***Juglans regia* – Walnuss**

Breitet sich aus, ist an geeigneten Stellen (breitere Säume) vornehmlich aus Spontanvorkommen sinnvoll zu erhalten; Anpflanzungen erscheinen nur lokal sinnvoll.

***Liquidambar styraciflua* – Amberbaum**

Die Ursprungsform und die Sorten sind bewährte, nicht zu stark wachsende Straßenbäume; für zu basische Böden nicht empfehlenswert.

***Malus tschonoskii* – Woll-Apfel**

Unter allen Apfelarten scheint nur diese Art besonders geeignet als Straßenbaum.

***Mespilus germanica* – Echte Mispel**

An geeigneten Stellen (nicht zu schmale Straßen) geeigneter Kleinbaum, jedoch eher einzeln.

***Prunus cerasifera* – Kirschpflaume**

In verschiedenen Sorten an nicht zu schmalen Straßen geeignet; abwechselndes Pflanzen von weiß-, rosa- und tiefrosablütigen Sorten kann eine attraktive Abwechslung ergeben.

***Pyrus calleryana* – Chinesische Birne**

In der Sorte 'Bradford' sehr geeignet, die bewährte Sorte 'Chanticleer' wirft häufiger Früchte, ist aber sonst ähnlich einzustufen.

***Quercus cerris* – Zerr-Eiche**

An nicht zu schmalen Straßen geeignet; verjüngt sich oft in Menge, an sinnvollen Stellen kann Jungwuchs geduldet bzw. gefördert werden.

***Sophora japonica* – Schnurbaum**

In den Sorten 'Columnaris' und 'Princeton Upright' gut als städtischer Straßenbaum geeignet, auch an stärker versiegelten Stellen.

***Sorbus aria* – Mehlbeere**

Vor allem in der Sorte 'Magnifica' als Straßenbaum gut geeignet, auch an schmalen Straßen.

***Sorbus intermedia* – Schwedische Mehlbeere**

Als Straßenbaum bewährt und geeignet, sehr windfest, vor allem die schmal wachsende Sorte 'Brouwers'.

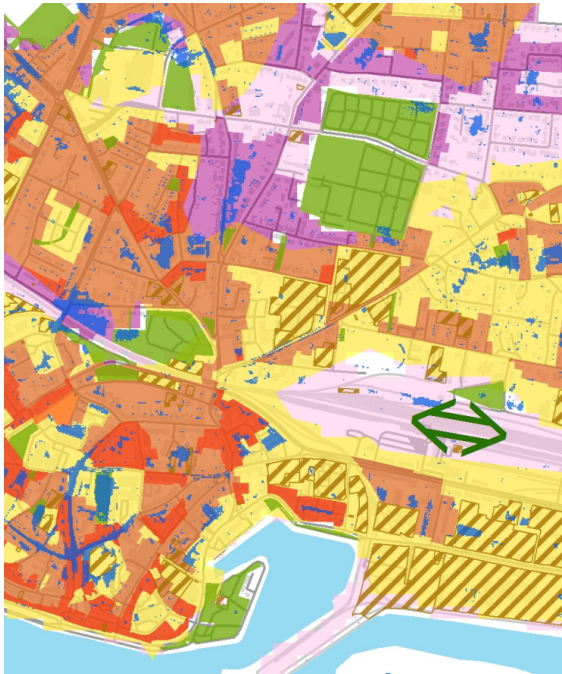
***Tilia cordata* – Winter-Linde**

Diese und die meisten anderen Linden sind wegen Honigtauabsonderung nicht immer beliebt, aber vor allem in der Sorte 'Greenspire' günstig, letztere auch an schmalen Straßen. Die Windbruchfestigkeit an städtischen Straßen bedarf aber – wie bei allen Linden – noch eingehenderer Studien.

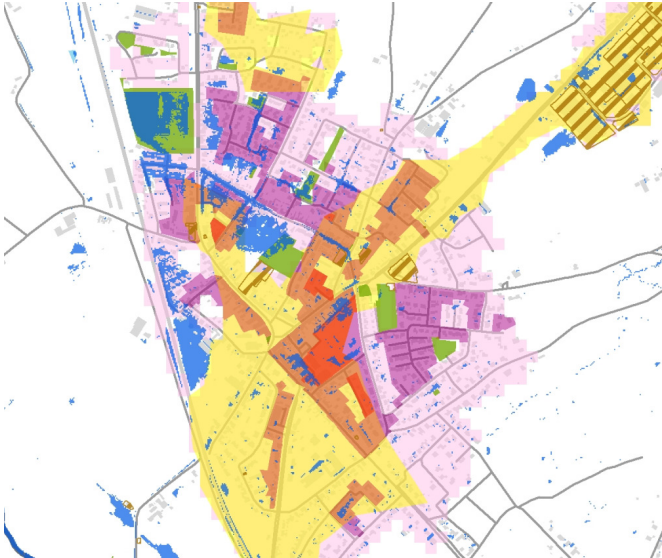
***Tilia x europaea* – Kaiser-Linde**

In der Sorte 'Pallida' gut geeignet, wenn die Straßen nicht zu schmal sind.

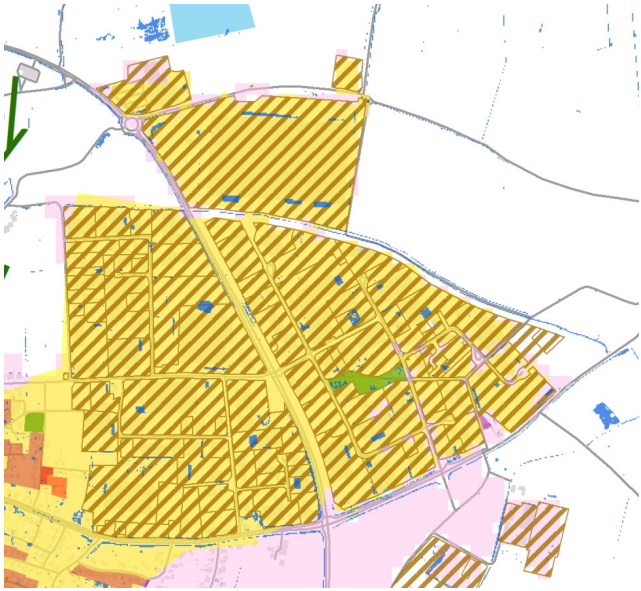
Titel	Vermehrte Bewässerung urbaner Vegetation
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Eine Kühlungsfunktion der Vegetation durch Evapotranspiration setzt eine ausreichende Wasserversorgung der Pflanzen voraus. Durch den Klimawandel verursachte geänderte klimatische Bedingungen mit zunehmender Sommerhitze in den Städten und damit verbundenen sommerlichen Trockenperioden haben erhebliche Auswirkungen auf die urbane Vegetation. Eine Möglichkeit zur Anpassung an diese neuen Bedingungen ist die künstliche Bewässerung derjenigen begrünten Flächen, auf denen während Trockenperioden zu wenig Grundwasser oder Bodenfeuchtigkeit zur Verfügung steht. Diese Lösung verursacht allerdings Konflikte mit der Sicherung der allgemeinen Wasserversorgung während längerer Trockenperioden im Sommer. Eine Alternative zur künstlichen Bewässerung von Flächenbegrünung auf sommertrockenen Standorten im urbanen Raum ist daher ggf. der Ersatz von einheimischen Arten durch Bepflanzung mit trockenresistenten Arten. Regenwasserspeicher können als Lieferanten des notwendigen Wassers dienen und weisen damit Synergien mit der Abmilderung der Folgen von Extremniederschlägen auf.  Künstliche Bewässerung von Parkanlagen (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Nutzung von überschüssigem Regenwasser durch Zwischenspeicherung
Zielkonflikte	- Bewässerung in Trockenperioden notwendig, wenn wenig Wasser zur Verfügung steht - Offene Regenwasserspeicher könnten zu Brutstätten für Mücken werden
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Umweltämter, Grünplanung, Gartenämter • Flächeneigentümer, Anwohner ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Information - Notfallpläne
 Die Kühlung während trockener Hitzeperioden durch Evapotranspiration der Vegetation wird vor allem im Bereich der Emmericher Innenstadt gebraucht. Deshalb sollte sich die Bewässerung von Parkanlagen auf diesen Bereich konzentrieren, um die Funktion zu erhalten.	

Titel	Vermehrter Einsatz von bodenbedeckender Vegetation; Vermeidung oder künstliche Abdeckung unbewachsener Bodenflächen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Zunehmende Sommerhitze in den Städten kann zur Austrocknung nicht-versiegelter Flächen führen. Diese erfüllen aber eine wichtige Funktion für die Niederschlagsversickerung im urbanen Raum. 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. Die Bepflanzung solcher Flächen mit bodenbedeckender Vegetation verringert die Austrocknung des Bodens und verbessert damit das Versickerungsvermögen. Wo eine Bepflanzung nicht möglich oder sinnvoll ist, können unbewachsene Bodenflächen mit (künstlichen) Materialien wie z. B. Mulch abgedeckt werden, um die Verdunstung aus dem Boden zu verringern. 
	Bepflanzung mit bodenbedeckender Vegetation

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Verbesserung des Stadtklimas und der Niederschlagswasserversickerung
Zielkonflikte	- Nutzungskonflikte auf den Flächen - Gefahr von Vermüllung, Ratten
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung • Flächeneigentümer ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen / für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Gestaltungsrichtlinien
 Diese Maßnahme ist im gesamten Stadtgebiet sinnvoll, da sich auch Boden im Außenbereich bei sommerlichen Hitzewetterlagen tagsüber ohne Beschattung extrem stark aufheizen können. Ausgetrocknete Böden können insbesondere im Umfeld von Oberflächenfließwegen bei Extremniederschlagsereignissen die Versickerung verschlechtern und damit zu einer Verstärkung von oberflächlichem Wasserabfluss und Überschwemmungen führen.	

Titel	Beschattung relevanter Flächen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Länger dauernde Hitzephasen können auch Auswirkungen auf die Trinkwasserverteilungsnetze haben. Die Netze erwärmen sich, was eine Vermehrung von hygienisch relevanten Bakterien (beispielsweise Enterobacter, Citrobacter, Klebsiella u. a.) zur Folge haben kann. Besonders anfällig hierfür sind schwach durchflossene Netzabschnitte unter asphaltierten oder gepflasterten Straßen und Plätzen sowie unter Flächen ohne ausreichende Beschattung, die die Wärme gut aufnehmen, über längere Zeit speichern und auf diese Weise den Boden aufheizen. Eine direkte Bestrahlung durch die Sonne forciert diesen Effekt des Aufheizens. Eine Möglichkeit, das Aufheizen von Versorgungsleitungen zu verringern, ist die Beschattung relevanter Flächen durch Vegetation oder durch bauliche Maßnahmen. Wählt man eine Beschattung durch Bäume, hat dies gleichzeitig positive Effekte auf das Stadtklima und die Lufthygiene. Es können hierbei aber auch Konflikte zwischen dem Wurzelwerk der Bäume und existierenden Leitungstrassen, Verteilungsnetzen und Kanälen entstehen, weshalb dann ggf. auf bauliche Verschattungsmaßnahmen zurückgegriffen werden muss. Eine bauliche Verschattung beispielsweise durch Vordächer oder Arkaden ist insbesondere sinnvoll, wenn Synergien zur Hitzeanpassungslösung entstehen, also durch Verschattungselemente die Aufenthaltsqualität im stark besonnten Innenstadtbereich erhöht werden kann.  Beschattung eines Platzes durch Bäume (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

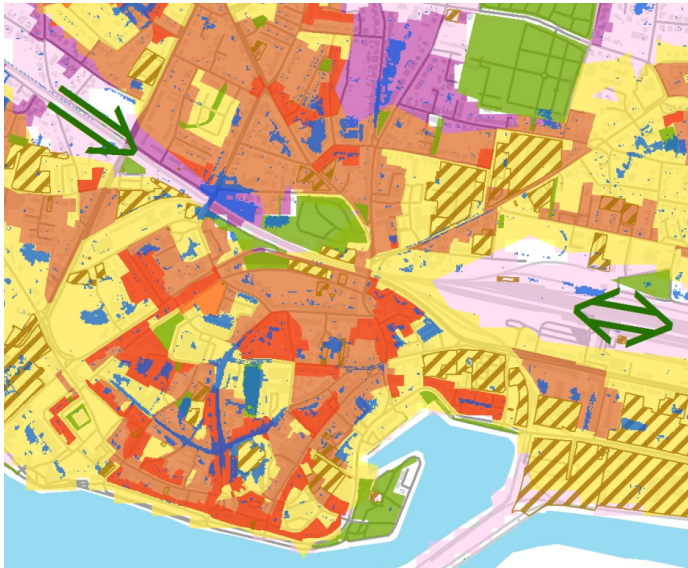
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Geringere Aufheizung von Leitungstrassen, Wasserversorgungsleitungen - Verbesserung von Stadtklima und Luftthygiene - Verbesserung der Aufenthaltsqualität
Zielkonflikte	- Baumwurzeln und Leitungstrassen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Tiefbauämter • Wasserversorger ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen / für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Gestaltungsrichtlinien
 Diese Maßnahme spielt überall dort eine Rolle, wo versiegelte Flächen und Leitungstrassen (Wasser sowie auch Kabel) zusammenfallen. Neben dem innerstädtischen Raum sind vor allem auch Industrie- und Gewerbegebiete betroffen. Hier sollten große, versiegelte Flächen ohne Beschattung vermieden werden.	

Titel	Offene Wasserflächen schaffen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Die Verdunstung von Wasser verbraucht Wärmeenergie aus der Luft und trägt so zur Abkühlung der aufgeheizten Innenstadtluft bei. Über eine Steigerung des Anteils von Wasser- und Grünflächen in Städten kann damit ein Abkühlungseffekt erzielt und gleichzeitig in der meist relativ trockenen Stadtatmosphäre die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Dabei wiegt in der Regel die positive Wirkung des Abkühlungseffektes durch die Verdunstung die Nachteile einer eventuell häufiger auftretenden Schwüle im urbanen Gebiet auf. Bewegtes Wasser wie innerstädtische Springbrunnen oder Wasserzerstäuber tragen insgesamt in größerem Maß zur Verdunstungskühlung bei als stehende Wasserflächen.  Innerstädtische Wasserspiele (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Offene Wasserflächen haben zudem eine ausgleichende Wirkung auf die Lufttemperaturen in der Umgebung. Wasser erwärmt sich im Vergleich zur Luft verhältnismäßig langsam, dadurch sind Wasserflächen im Sommer relativ kühl und im Winter relativ warm. In der Regel sind Brunnen in der Winterzeit abgestellt.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Gestaltungselement, Erhöhung der Aufenthaltsqualität - Kühlung
Zielkonflikte	- Energieverbrauch, deshalb Nutzung von PV sinnvoll
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Tiefbauämter • Geschäftsleute, Wasserversorger ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen, Besucher von Innenstädten
Umsetzungsinstrumente	- Darstellen von Wasserflächen (nach § 5 (2) Nr. 7 BauGB) im FNP - Festsetzen von Wasserflächen (nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB), Festsetzen von Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern (nach § 9 (1) Nr. 25. b) BauGB) in B-Plänen - Gestaltungsrichtlinien - (Städtebauliche) Verträge
 Insgesamt ist durch die Lage am Rhein die Wirkung von großen Wasserflächen im innerstädtischen Bereich vorhanden. Offene Wasserflächen in Form von Springbrunnen, Wasserzerstäubern oder kleinen Wasserläufen sind sinnvolle Maßnahmen im Bereich der aktuell vorhandenen Hitzeinseln. Im Bereich der Einkaufszone ist die Anlage von im Sommer betriebenen Springbrunnen sinnvoll. Der hoch versiegelte Bereich der Emmericher Innenstadt kann durch offene Wasserflächen auch optisch aufgewertet werden.	

Titel	Neubau: Verkehrsflächen mit geringerer Wärmeleit- und -speicherfähigkeit
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Wie viel Wärme in welcher Zeit bei zunehmenden Temperaturen von einem Baukörper aufgenommen wird, hängt von der Art des Stoffes ab. Asphaltierte oder gepflasterte Verkehrsflächen erwärmen sich deutlich stärker als natürliche Oberflächen. Da Straßen und Verkehrswege in dicht bebauten Innenstädten rund 10 % der Fläche ausmachen können, können sie erheblich zum Erwärmungseffekt beitragen. Zur Verringerung von Bodenerwärmungen ist daher der gezielte Einsatz von Materialien mit geringerer Wärmeleit- und -speicherfähigkeit sinnvoll. Helle Beläge auf Verkehrsflächen reflektieren im Gegensatz zu dunklem Asphalt einen größeren Anteil der eingestrahlten Sonnenenergie sofort wieder (Albedo) und können damit das Aufheizen der Stadtluft, aber auch von unter der Straße liegenden (Wasser-)Leitungssystemen erheblich verringern. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich helle Oberfläche um teilweise über 20 K weniger erwärmen als dunkler Asphaltbelag.

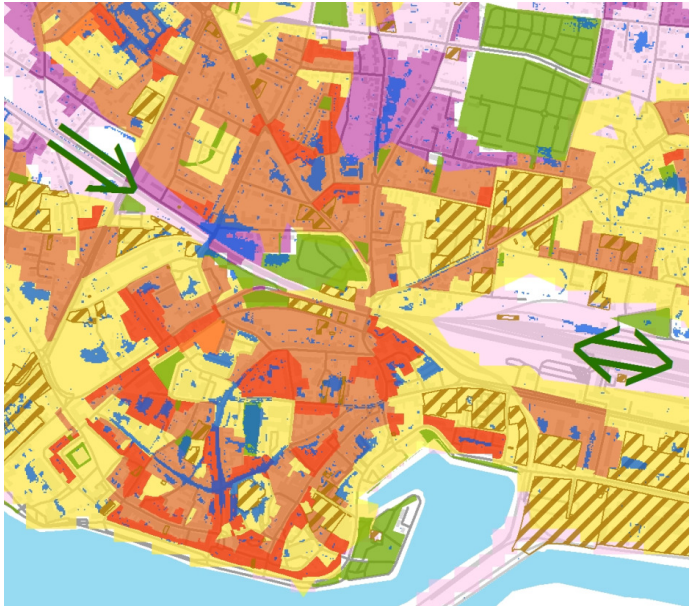
Oberflächentemperaturen verschiedenfarbiger Flächen (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Stadtgestaltung, shared spaces
Zielkonflikte	- Höhere Kosten und Pflegeaufwand möglich
Akteure	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Straßenbau, Tiefbau
Kooperationspartner	• Architekten, Einzelhändler, Industrie und Gewerbe
Zielgruppe	◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Gestaltungsrichtlinien - (Städtebauliche) Verträge
 Dort, wo eine Versiegelung von Flächen aus Gründen der Nutzung als Verkehrsfläche nicht vermieden werden kann, sollte auf eine hohe Albedo der Oberflächen Wert gelegt werden, um die Reflexion der Sonneneinstrahlung zu erhöhen. Damit heizen sich die Verkehrsflächen tagsüber nicht so stark auf. Diese Maßnahme spielt überall dort eine Rolle, wo versiegelte Flächen und Hitzeinseln zusammenfallen. Neben dem innerstädtischen Raum sind vor allem auch Industrie- und Gewerbegebiete betroffen.	

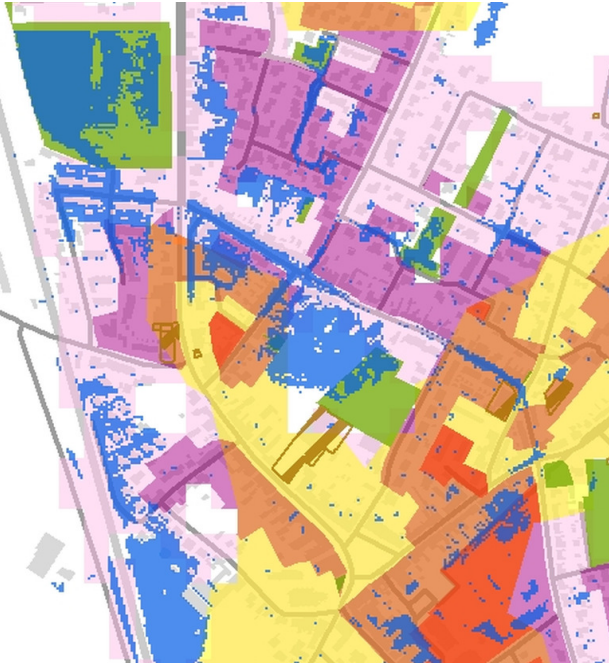
Titel	Maßnahmen auf Seiten der Kanalnetzbetreiber
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Besonders während länger andauernden Hitzeperioden kann es zu einer Erhöhung der Wassertemperaturen in Trinkwasserverteilungsnetzen kommen. Im Temperaturbereich zwischen 15 und 25 °C können schon geringere Temperaturerhöhungen von 1 °C - 3 °C zu einer wesentlichen Vermehrung hygienisch relevanter Bakterien führen. Eine solche Erwärmung betrifft im Wesentlichen Netzendstränge mit wenig Durchfluss bzw. Netzteile mit zu geringen Abnahmen (z. B. aufgrund des wirtschaftlichen oder des demographischen Wandels), in denen ein ausreichender Durchfluss nicht gewährleistet ist. Um eine Wiederverkeimung zu verhindern, sind unter Umständen – besonders in dicht besiedelten Gebieten mit Trinkwasserversorgung aus Oberflächengewässern – betriebliche und bauliche Anpassungsmaßnahmen erforderlich. Um einer Erwärmung des Trinkwassers in Verteilnetzen aufgrund stark erhöhter Luft- und Bodentemperaturen entgegenzuwirken, kann eine übermäßige Erwärmung der leitungsumgebenden Böden auch durch bauliche Maßnahmen verringert werden. Beim Bau bzw. bei der Sanierung von Verkehrsflächen sowie bei der Verfüllung von Leitungsgräben sollten möglichst Materialien mit geringer Wärmeleit- bzw. -speicherfähigkeit eingesetzt werden. Besser ist es jedoch, auf eine Versiegelung der Flächen zu verzichten. Gleichzeitig ist bei Umbaumaßnahmen darauf zu achten, dass die zurzeit gültige Mindesttiefe (Überdeckung) für Leitungssysteme von 0,80 m nicht unterschritten wird. Sonneneinstrahlung und Hitze können so die unterliegenden Bodenschichten und Rohrleitungen weniger stark aufheizen. Um die Leitungsüberdeckung zu vergrößern, könnte bei Neubaulösungen auch die Einbautiefe erhöht werden. Diese Lösung zöge aber höhere Investitions- und Unterhaltungskosten nach sich, da alle Stichanschlüsse wie Schieber, Hydranten und Hausanschlüsse entsprechend verlängert bzw. tiefer ausgeführt werden müssten und Reparaturen am Verteilnetz einen höheren Aufwand erfordern würden. Auch die Isolierung der Verteil- und Hausanschlüsse als Reaktion auf steigende Temperaturen wäre mit höheren Kosten verbunden.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- Verbesserung des Stadtklimas
Zielkonflikte	
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Wasser- und Energieversorger, Planungs- und Umweltämter, Tiefbauämter • Wasser- und Energieversorger, Flächeneigentümer ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Neubau- / Sanierungsvorhaben von Leitungen - Festsetzung in B-Plänen, §9 (1) BauGB

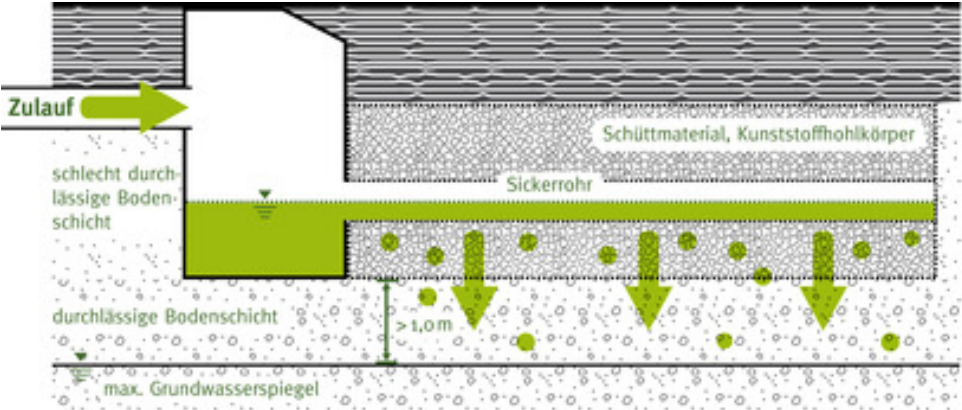
Titel	Nutzung von Überschussmengen aus der örtlichen Grundwasserbewirtschaftung
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Der zu erwartende Anstieg der Niederschläge in den Wintermonaten kann in vielen Teilen Nordwestdeutschlands zu einer erhöhten Grundwasserneubildung und damit zu steigenden oberflächennahen Grundwasserspiegeln führen. Hieraus ergäbe sich im Bedarfsfall, z. B. in längeren Hitzeperioden im Sommer mit erhöhtem Wasserverbrauch (u. a. zur Bewässerung im öffentlichen Raum und auf Privatgrundstücken) ein größeres zu bewirtschaftendes Dargebot, das – je nach Verfügbarkeit und Grundwasserqualität – für folgende Verwendungen eingesetzt werden kann: • zur städtebaulichen Gestaltung (künstliche Wasserläufe, Brunnen, Fontänen), • zur Bewässerung weitläufiger städtischer Grünanlagen, • zur Speisung von neuen Wasserflächen (Kühlungspunkten) z. B. in Parks. Weitere – wenn auch beschränkte – Anwendungsmöglichkeiten in Verbindung mit einer umfassenden urbanen Regenwasserbewirtschaftung könnten die Speisung vertikaler Kühlungsflächen an Gebäuden oder eine Nutzung zur Straßenreinigung, für Kanalspülungen oder in Autowaschanlagen sein.  Regenwasserspeicher- und –verdunstungsbecken im Westpark, Bochum (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

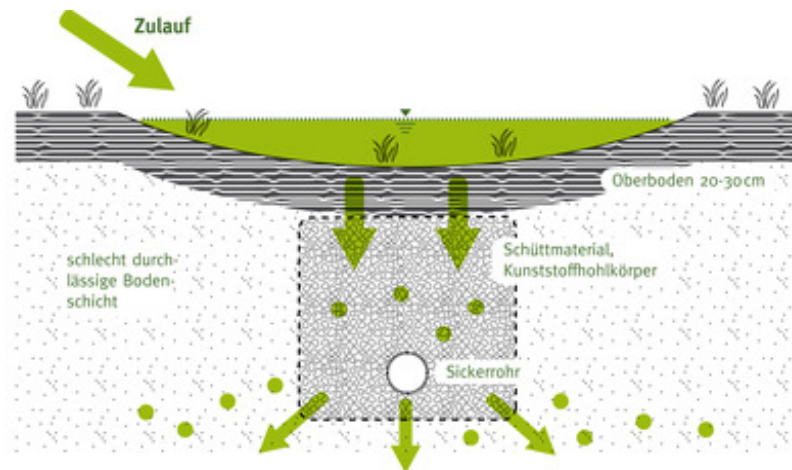
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Bewässerung von Stadtgrün in Trockenzeiten - Verbesserung des Stadtklimas
Zielkonflikte	- Platz zur Zwischenspeicherung notwendig
Akteure	❖ Stadtentwässerung, Tiefbauämter, Umweltämter, Grünplanung
Kooperationspartner	• Flächeneigentümer zur Zwischenspeicherung
Zielgruppe	◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Stadtsanierung, Stadterneuerung - Grünplanung
 Diese Maßnahme spielt überall dort eine Rolle, wo eine sommerliche Hitzereduktion notwendig ist. Neben dem innerstädtischen Raum sind alle Parkanlagen und innerstädtischen Grünflächen sowie Industrie- und Gewerbegebiete Bereiche, die von einer Wasserbewirtschaftung zur Verdunstungserhöhung profitieren können.	

Titel	Geeignete Bepflanzung urbaner Flächen zur Verbesserung der Durchlässigkeit der oberen Bodenschicht (Durchwurzelung)
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Wesentlichen Einfluss auf die Siedlungswasserwirtschaft gewinnt die hitzebedingte Austrocknung der oberen Bodenzone dadurch, dass die ersten Niederschläge nach einer Trockenperiode nicht in den ausgetrockneten Boden eindringen können, sondern oberflächlich abfließen. Die Folgen können eine höhere Bodenerosion, eine verringerte Grundwassererneuerungsrate und insbesondere deutlich erhöhte Niederschlagsabflüsse in die Siedlungsentwässerungssysteme, in die nächsten Oberflächengewässer und – je nach Leistungsfähigkeit der Entwässerungssysteme – auch in tiefer liegende Siedlungsgebiete und Infrastrukturanlagen sein. Eine verbesserte Versickerung wird erreicht, indem urbane Flächen mit Vegetation bepflanzt werden, deren Wurzelwerk den Untergrund auflockert. Durch eine gleichmäßige Durchwurzelung der oberen Bodenschichten wird die Durchlässigkeit von Böden verbessert. Die Pflanzenauswahl orientiert sich an den Anforderungen einer extensiven Pflege und benötigt überwiegend trockenheitsverträgliche, aber überstautolerante Arten. Der Wirkungsgrad von Stauden auf die Bodendurchlässigkeit liegt im Schnitt etwa um ein Drittel höher als der von Rasen. Ursache hierfür ist die bei Stauden intensivere Durchwurzelung des Bodens. Bedingt durch ein vergleichsweise geringes Angebot an wasserspeichernden Poren in der Oberbodenauflage werden die Pflanzen gezwungen, auch tiefer liegende Bodenschichten intensiver zu erschließen. Die Wurzelaktivität begünstigt die Kapillarität und Porosität im Untergrund, was sich positiv auf die Versickerungsleistung auswirkt. Im Fall von Rasen befindet sich mehr als 95 % der Wurzelmasse in Oberbodenschichten bis 20 cm Dicke. Bei Stauden können dagegen artabhängig innerhalb von fünf Jahren bereits bis zu 75 % der Wurzeln 40 cm tief in den Boden einwachsen (Eppel-Hotz 2008). 

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Verbesserung des Stadtklimas - Verbesserung des Wasserhaushaltes
Zielkonflikte	- Nicht möglich bei belasteten Stadtböden
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Stadtentwässerung • Flächeneigentümer ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen / für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Gestaltungsrichtlinien - Beratung, Informationsmaterial
 Neben einer geeigneten Bepflanzung aller Flächen der städtischen Parkanlagen gilt diese Maßnahme auch als sinnvoll für Bereiche in abflusslosen Senken, die Anschluss an Oberflächen-Fließwege haben. Hier kommen im Fall von Stark- und Extremniederschlägen große Wassermengen zusammen, die möglichst schnell versickert werden sollten. Hier können auch Privatgrundstücke betroffen sein, die durch eine geeignete Auswahl an Pflanzen in ihrer Versickerungsleistung verbessert werden können.	

Titel	Verbesserung bzw. Ermöglichung der Versickerung: Flächenversickerung
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	In Flächen mit hohem Versiegelungsgrad können die anfallenden Niederschlagswassermengen nicht ohne weiteres in den Boden eindringen und versickern. Eine verbesserte Versickerung wird durch Entsiegelung von bebauten Flächen erreicht, ebenso durch ausreichende Vegetation, deren Wurzelwerk den Untergrund auflockert. Um das Entwässerungssystem oder Vorfluter zu entlasten, sind Versickerungs- bzw. Verrieselungsanlagen hilfreich. Hierbei kann es sich um unbelastetes aber auch belastetes Niederschlagswasser handeln. Verrieselung ist die Einbringung belasteter, zu behandelnder Wässer in den Untergrund auf eine Art und Weise, dass dabei eine den Schutz des Grundwassers entsprechende Reinigung im Verlauf der Rieselstrecke (Sickerstrecke) erfolgt. <u>Flächen-Versickerung</u> Bei der Flächenversickerung wird das Niederschlagswasser nicht gefasst, sondern ohne technische Einrichtungen großflächig versickert. Das auf der Fläche selbst anfallende und von benachbarten Flächen zugeleitete Niederschlagswasser wird ohne Zwischenspeicherung flächenhaft in den Untergrund abgeleitet. Vorteile: • keine punktuelle Bodenbelastung aufgrund flächiger Versickerung • über bewachsenen Mutterboden gute Reinigungsleistung • in Eigenarbeit zu erstellen • hohe Lebensdauer und geringe Kosten Nachteile: • Großer Flächenbedarf • Keine Zwischenspeicherung möglich <u>Mulden- bzw. Beckenversickerung</u> Bei großen Flächen, wie z. B. bei Wohnsiedlungen oder Gewerbegebieten, empfiehlt sich die Beckenversickerung. Dabei wird der Niederschlag über eine Vielzahl von Regenwasserleitungen einer zentralen Versickerungsanlage zugeführt. Die Becken und Teiche können naturnah gestaltet werden. Bepflanzte Teichbiotope passen sich sehr gut in die Landschaft ein und tragen zur Verbesserung des Mikroklimas bei. Vorteile: • Versickerungszone biologisch aktiv • Gute Retentionswirkung • Biotope als gestalterisches Element • Gute Wartungsmöglichkeiten • Verbesserung des Mikroklimas Nachteile: • Einfriedung erforderlich • Selbstverdichtung der Sickerschicht bei unsachgemäßer Wartung • Gute Untergrundverhältnisse erforderlich

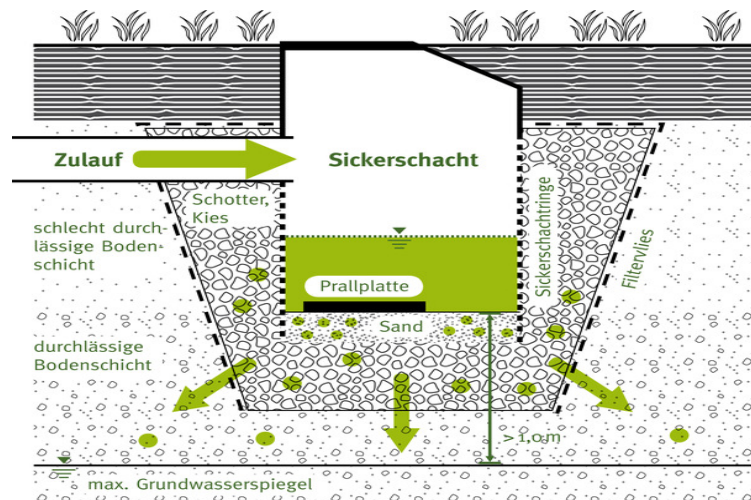
Titel	Verbesserung bzw. Ermöglichung der Versickerung: Technische Bauwerke
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	<u>Rigolenversickerung, Rohrversickerung</u> Rigolen sind mit grobem Kies oder Schotter, mit Lavagranulat oder mit Hohlkörpern aus Kunststoff gefüllte Gräben. Das in diese Rigolen eingeleitete Regenwasser wird dort zwischengespeichert und langsam an den Boden abgegeben. Eventuell kann in diesen Gräben zusätzlich ein gelochtes Rohr (Sickerrohr) verlegt werden, um die Speicherkapazität noch zu erhöhen bzw. um in der Rigole eine gleichmäßige Verteilung des Regenwassers zu gewährleisten. In diesem Falle spricht man von Rigolen-Rohrversickerung. Diese Systeme werden eingesetzt, wenn die Flächen zum Bau einer Mulde nicht ausreichen oder der Boden nicht ausreichend durchlässig ist. Außerdem eignen sich Rigolen beispielsweise als Überlauf von Gründächern oder von Regenwassernutzungsanlagen.  Rigolenversickerung, Rohrversickerung (Kompatscher 2008) Vorteile: • Durchdringung schlechter Sickerschichten • Leichte Verbindung zu tieferen, aufnahmefähigeren Schichten • Geringer Flächenbedarf • Gutes Retentionsvermögen • Kaum Einschränkung der Nutzbarkeit der Oberfläche Nachteile: • Geringe Reinigungsleistung • Keine Wartungsmöglichkeiten • Schwebstofffreies Wasser erforderlich <u>Mulden-Rigolen-Versickerung</u> Bei diesem System wird an der Oberfläche der Rigole eine begrünte Mulde ausgebildet; somit wird durch die Muldenversickerung eine sehr gute Reinigungsleistung erzielt und durch die darunter liegende Rigole der Speichereffekt vergrößert. Diese Systemkombination eignet sich vor allem bei gering durchlässigen Böden.



Mulden-Rigolenversickerung (Kompatscher 2008)

Schachtversickerung

Die Schachtversickerung stellt eine Variante zur Rigolenversickerung dar, wobei in diesem Falle das Regenwasser punktförmig mittels Versickerungsschacht in den Untergrund gelangt. Diese Versickerungsanlage ist besonders für innerstädtische Gebiete mit geringem Flächenangebot geeignet, da ein minimaler Flächenbedarf (weniger als 1% der angeschlossenen Fläche) notwendig ist. Wie bei der Rigolen-/Rohrversickerung dürfen nur gering verunreinigte Regenwässer eingeleitet werden.



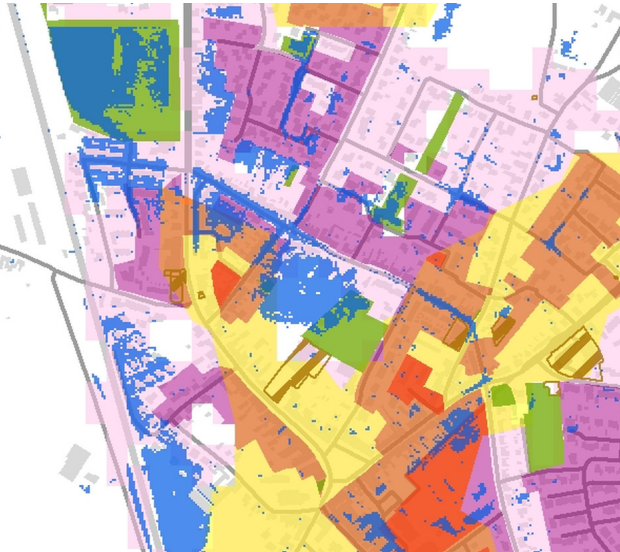
Schachtversickerung (Kompatscher 2008)

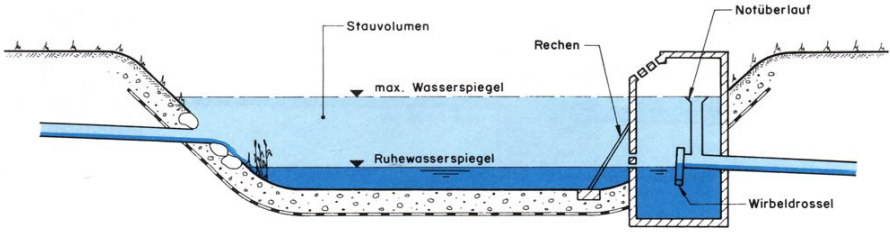
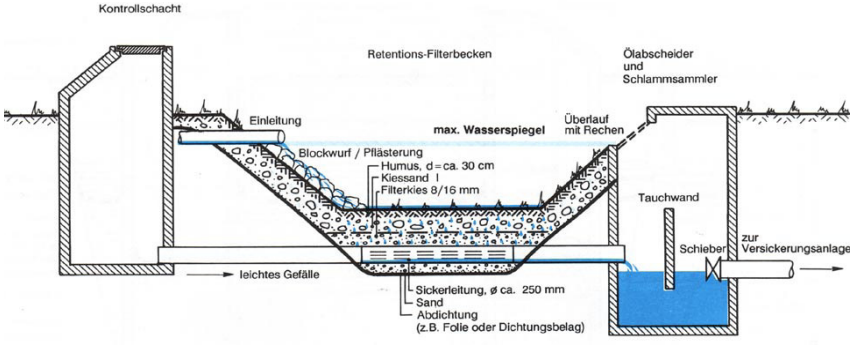
Vorteile:

- Äußerst geringer Flächenbedarf
- Gutes Retentionsvermögen
- Kaum eingeschränkte Nutzbarkeit der Oberfläche

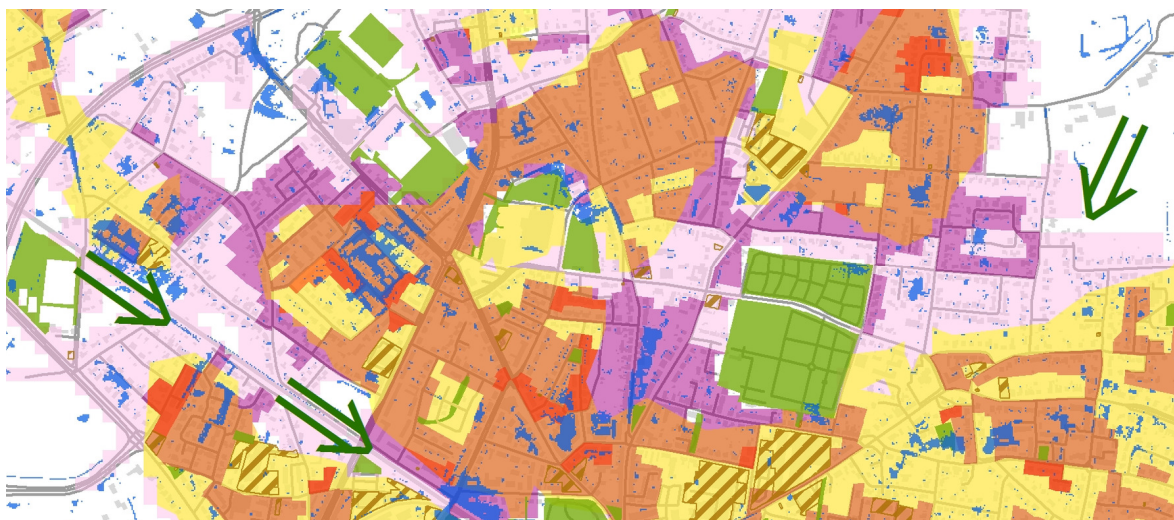
Nachteile:

- Geringe Leistungsfähigkeit
- Kaum eine Reinigungsleistung
- Geringe Wartungsmöglichkeiten
- Schwebstofffreies Wasser erforderlich

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- -
Zielkonflikte	- -
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Privatpersonen, Gesellschaften und kommunale Stadtentwässerung • Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Flächeneigentümer ◆ Bewohner und Gewerbetreibende in hoch versiegelten Bereichen, in abflusslosen Senken und entlang von Fließwegen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzung von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (§9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB) - Festsetzen von Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) - LWG §51a - Städtebauliche Verträge - Beratung von Eigentümern
 Flächige oder technische Ermöglichung der Versickerung ist notwendig, sobald große Wassermengen über Oberflächenfließwege auf Siedlungsbereiche, oder Verkehrswege treffen, wie beispielsweise in Emmerich Elten.	

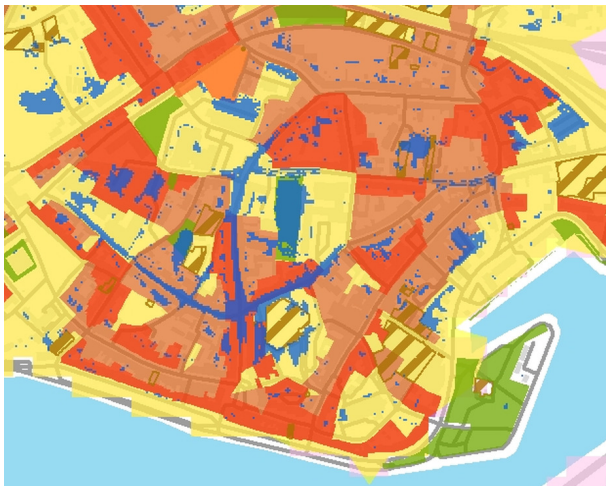
Titel	Schaffung von Niederschlagswasserzweischenspeichern: Retentionsbecken
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Wenn Entwässerungssysteme bei Starkniederschlägen überlaufen, müssen die dann oberirdisch abfließende Wassermengen gezielt in die natürlichen Vorfluter geleitet oder Retentionsanlagen und –flächen zugeführt werden, damit Schäden an Infrastruktur und Gebäuden verhindert werden können. Wassermengen aus Niederschlägen können in Retentionsbecken mit oder ohne Filteranlagen zurückgehalten und verzögert an das Entwässerungssystem abgegeben werden, sobald das dort eingestaute Mischwasser abgelaufen ist.  Retentionsbecken (Kanton Solothurn 1997) Im Speichervolumen des gegenüber dem Untergrund abgedichteten Retentionsbeckens wird kurzfristig Wasser zurückgehalten und verzögert abgeleitet. Durch die belebte Bodenschicht finden eine biologische Reinigung und ein Rückhalt von partikulären sowie gelösten Stoffen statt.  Filterretentionsbecken (Kanton Solothurn 1997) Eine zusätzliche Filterung ist beim Filterretentionsbecken gegeben. Verunreinigungen werden herausgefiltert, so dass die Wasserqualität verbessert werden kann. Kontrollschächte ermöglichen zusätzlich Interventionen bei Störfällen. Zudem sind auch diverse Varianten möglich, beispielsweise: • Nutzung eines Beckens als Teichanlage oder Biotop • Nachschaltung von Versickerungs- oder Brunnenanlagen und Wasserspielen • Nachschaltung von Pflanzbeeten oder anderen Reinigungsanlagen

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- Einsparungspotenzial bei Entwässerungsgebühren
Zielkonflikte	- Platzbedarf der Anlagen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Privatpersonen, Gesellschaften und kommunale Stadtentwässerung • Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Flächeneigentümer ◆ Bewohner und Gewerbetreibende in hoch versiegelten Bereichen, in abflusslosen Senken und entlang von Fließwegen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzung von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (§9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB) - Festsetzen von Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) - (Städtebauliche) Verträge - Beratung von Eigentümern

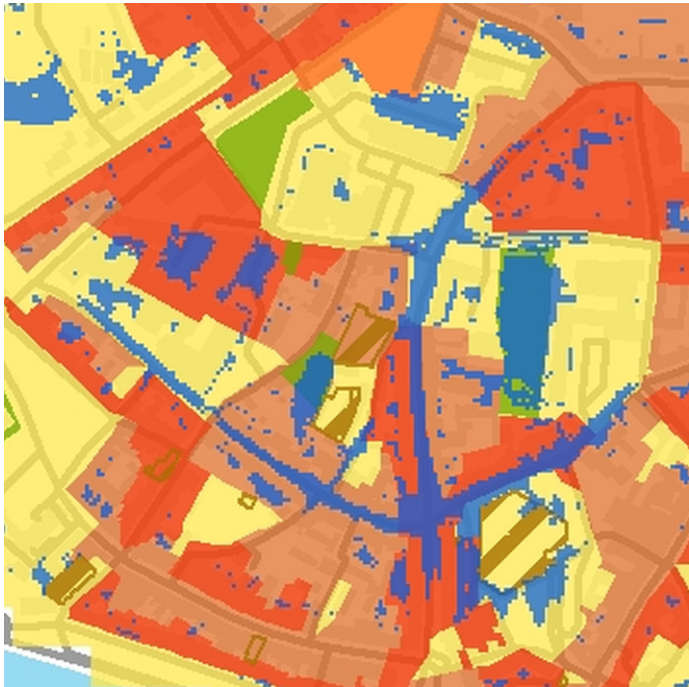


Dort, wo ergiebige Oberflächen-Fließwege nach Starkregenereignissen auf Siedlungsbereiche treffen, ist es sinnvoll, über Niederschlagszwischenspeicher die Wassermengen, die im Siedlungsbereich Schäden anrichten könnten, zu reduzieren. Weite Bereiche der Emmericher Innenstadt sowie des Stadtteils Emmerich-Elten sind bei Extremniederschlägen (Jahrhundertereignissen) von der Gefahr einer Überflutung betroffen.

Titel	Schaffung von Niederschlagswasserzweischenspeichern: Wasserplätze
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Vor allem in den verdichteten Innenstadtbereichen, die gleichzeitig das höchste Schadenspotenzial gegenüber Extremwettern verzeichnen, stehen kaum Flächen für die Abkopplung oder zur Retention von Niederschlagswasser zur Verfügung. Lösungen dafür sind die Schaffung von Flächen oder Orten, wo Niederschlagswasser zeitweise gespeichert werden kann, um es dann zu nutzen oder es verzögert abzugeben. Wasserplätze bilden ein Netzwerk von öffentlichen Plätzen, die das Niederschlagswasser temporär zurückhalten können, bevor es einem Entwässerungssystem oder Oberflächengewässer zugeführt wird. Diese Flächen können Aufenthalts- oder Erholungsflächen (Sportplätze, Parkanlagen, Parkplätze etc.) sein, sind den Großteil des Jahres trocken und übernehmen nur bei Starkniederschlägen kurzzeitig die Funktion einer Retentionsfläche. Eine Kombination zwischen Retentionsfläche und Erholungsraum ist möglich. Der gängigste Typ des Wasserplatzes sieht eine vertiefte Stelle der Platzfläche vor, in der das anfallende Regenwasser aufgefangen und zeitverzögert an das Grundwasser oder Entwässerungssystem abgegeben wird.  Wasserspielplatz (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

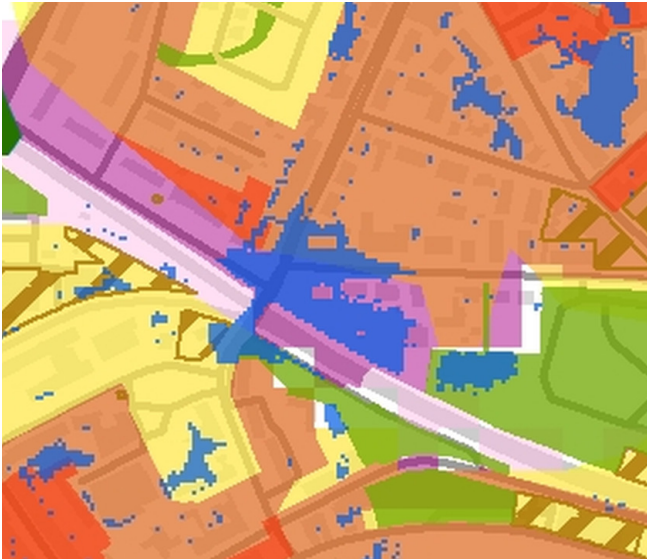
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- Nutzung als gestalterisches Element
Zielkonflikte	- Nutzungseinschränkung des Platzes - Verschmutzungen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Privatpersonen, Gesellschaften und kommunale Stadtentwässerung • Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Flächeneigentümer ◆ Bewohner und Gewerbetreibende in hoch versiegelten Bereichen, in abflusslosen Senken und entlang von Fließwegen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzung von Flächen für die Abfall- und Abwasserbeseitigung, einschließlich der Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (§9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB) - Festsetzen von Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) - (Städtebauliche) Verträge - Beratung von Eigentümern
 Wenn Oberflächen-Fließwege und abflusslose Senken im Bereich von bebauten Flächen liegen, wie beispielsweise in der Emmericher Innenstadt, ist für eine Versickerung von großen Regenwassermengen, die bei Extremniederschlägen anfallen können, oft kein Platz vorhanden. Hier kann die Anlage von Wasserplätzen, die in der übrigen Zeit eine andere Funktion, beispielsweise als Parkplatz oder Spielplatz haben, helfen, Überschwemmungen und Schäden an Gebäuden zu vermeiden (siehe auch „Maßnahmen auf Gebäudeebene: Objektschutz“).	

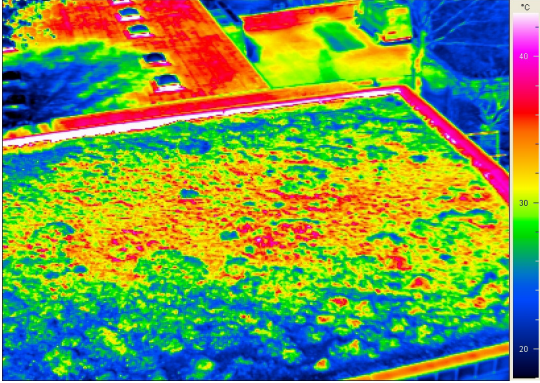
Titel	Schaffung von Notwasserwegen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Wasserrückhalt im Straßenraum Bei Straßen und Wegen, die keine Hauptverbindungsfunktion erfüllen, können die Fahrbahn oder die Parkstreifen als Notwasserwege und temporäre Wasserspeicher dienen. Dies ist beispielsweise durch Anordnung erhöhter Bordsteine möglich, die die Wassermengen führen, kurzzeitiges Speichervolumen schaffen und ein seitliches Abfließen verhindern. Tiefer liegende Parkplätze und Grünanlagen neben oder am Ende solcher Notwasserwege können bei entsprechender Ausstattung mit Entwässerungseinrichtungen und Hinweisen für die Bevölkerung zusätzlichen Retentionsraum bieten. Wasserrinnen für die Abführung von normalen Niederschlägen können mit zusätzlichem Stauraum für den Fall eines Extremniederschlags ausgelegt werden.
	
Notwasserweg für Extremniederschläge in Emmerich, Südliche Furth (Foto: Ahlmann, K.PLAN)	

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- Kostenersparnis für Kanalsanierungen
Zielkonflikte	- Barrierefreiheit
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Privatpersonen, Gesellschaften und kommunale Stadtentwässerung, TMN • Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Flächeneigentümer ♦ Bewohner und Gewerbetreibende in hoch versiegelten Bereichen, in abflusslosen senken und entlang von Fließwegen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzen von Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) - (Städtebauliche) Verträge - Beratung von Eigentümern
 Bei einer dezentralen Niederschlagsbewirtschaftung mit einer Abführung des anfallenden Niederschlags an der Oberfläche sollten die Wasserwege mit ausreichend Puffer für den Extremfall ausgestattet sein. Im Notfall können extrem hohe Regenmengen auch zeitweise gezielt über Straßen abgeführt werden, wenn im dicht besiedelten Raum keine Ausweichflächen zur Verfügung stehen. Notwasserwege helfen, Überschwemmungen und Schäden an Gebäuden zu vermeiden.	

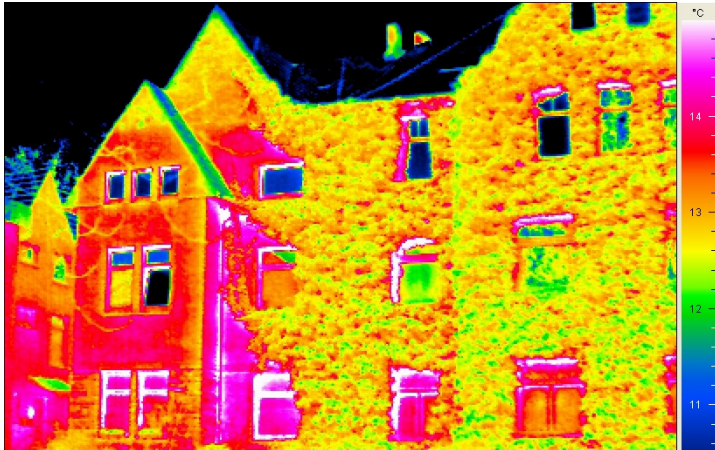
Titel	Verhinderung von Engstellen und Abflusshindernissen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Engstellen und Abflusshindernisse bei Oberflächengewässern und in der Kanalisation können zur Folge haben, dass die Anlagen bei Starkniederschlägen überlastet werden und das anfallende Wasser nicht ableiten können. Bei hohem und schnellem Oberflächenabfluss wird oft Treibgut mitgerissen, das beispielsweise an tiefliegenden Brücken oder Leitungen hängen bleibt und so den Durch- bzw. Abfluss verhindert oder erschwert. Bei der Dimensionierung von Brücken und beim Verlegen von Leitungen ist daher darauf zu achten, dass eine ausreichende Höhe erreicht wird. Bei verrohrten Gewässern kann es durch Verstopfungen durch Treibgut bzw. durch Ablagerungen von Sand und Geröll ebenfalls zu Querschnittsverengungen und damit zu einem verringerten Durchfluss kommen. Besonders betroffen davon sind Gewässer, die keine oder defekte Rechen oder eine senkrecht verlaufende Vergitterung haben. Es ist daher der Bestand und Zustand von Schutzeinrichtungen bei verrohrten Gewässern regelmäßig zu prüfen und bei Bedarf eine schräge Anordnung der Gitter an den Einläufen einzurichten.
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie
Zielkonflikte	- Hoher Kontrollaufwand
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Privatpersonen, Gesellschaften und kommunale Stadtentwässerung, TMN • Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Flächeneigentümer ◆ Bewohner und Gewerbetreibende in hoch versiegelten Bereichen, in abflusslosen Senken und entlang von Fließwegen
Umsetzungsinstrumente	- Beratung von Eigentümern - Kontrollgänge

Titel	Unterführungen mit beidseitigen Entwässerungs-/ Versickerungsgräben
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Wasser sammelt sich nach Stark- und Extremniederschlägen häufig in tiefer liegenden Punkten des Stadtgebiets, wie z. B. Unterführungen oder Tunneln, weil die dortige Entwässerung die eindringenden Wassermassen nicht bewältigen kann. Eine Gefährdung geht von solchen überfluteten Engstellen aus, wenn diese aufgrund der Wassermassen oder liegen gebliebener Fahrzeuge zeitweise nicht mehr für Einsatz- oder Rettungskräfte zu passieren sind.
	 Überflutete Unterführung ohne ausreichenden Abfluss (Aktivnews 2009) Überflutungsgefahr besteht vor allem dort, wo ein tief liegender Bereich ausschließlich über die städtische Kanalisation entwässert wird. Bei Stark- und Extremniederschlägen und örtlich überlaufendem Kanalsystem erfolgt die Ableitung nur verzögert oder gar nicht, so dass eine Unterführung oder ein Tunnel ohne leistungsfähige oberflächige Entwässerung schnell überflutet werden kann. Hilfreich können hier offene Retentions- oder Entwässerungsgräben sein, die ein- oder beidseitig von der Fahrbahnfläche angelegt und nicht an die Kanalisation angeschlossen sind. Eine weitere Möglichkeit sind ausreichend groß dimensionierte unterirdische Zwischenspeicher. Von entscheidender Bedeutung ist es, im Umkreis von Unterführungen oder Tunneln bei einer voll integrierten Stadt- und Entwässerungsplanung durch bauliche Maßnahmen dafür zu sorgen, dass oberflächlich ablaufendes Niederschlagswasser möglichst nicht in Unterführungen oder Tunnel laufen kann.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- Kostenersparnis für Kanalsanierungen
Zielkonflikte	- Platzmangel entlang von Unterführungen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Straßenunterhaltung und kommunale Stadtentwässerung • Flächeneigentümer ◆ Feuerwehr und Notdienste, ÖPNV, Anlieger
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzen von Flächen für die Wasserwirtschaft, für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) - Temporäre Sperrung von Unterführungen
 In Emmerich fällt beispielsweise die Unterführung der Van-Gülpen-Straße unter der Bahnlinie hindurch mit einem in eine abflusslose Senke führenden Oberflächenfließweg für Starkniederschläge zusammen. Hier sind im Fall von starken bis extremen Niederschlägen Probleme durch Überflutung der Unterführung zu erwarten.	

Titel	Dachbegrünung
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Begrünte Dächer stellen die kleinsten Grünflächen im Stadtgebiet dar. Sie haben positive Auswirkungen auf das thermische, lufthygienische und energetische Potential eines Gebäudes. Erst in einem größeren Verbund können sich auch Auswirkungen auf das Mikroklima eines Stadtviertels ergeben. Die thermischen Effekte von Dachbegrünungen liegen hauptsächlich in der Abmilderung von Temperaturextremen im Jahresverlauf. Das Blattwerk, das Luftpolster und die Verdunstung in der Vegetationsschicht vermindern das Aufheizen der Dachfläche im Sommer und den Wärmeverlust des Hauses im Winter. Dies führt zu einer ausgeglicheneren Klimatisierung der darunter liegenden Räume.
	 Oberflächentemperaturen eines begrünten (vorne) und unbegrünten Dachs (Foto: RVR)
	Ein weiterer positiver Effekt von Dachbegrünungen ist die Auswirkung auf den Wasserhaushalt. 70% bis 100% der Niederschläge werden in der Vegetationsschicht aufgefangen und durch Verdunstung wieder an die Stadtluft abgegeben. Dies reduziert den Feuchtemangel und trägt zur Abkühlung der Luft in versiegelten Stadtteilen bei. Starkniederschläge werden zeitverzögert an die Kanalisation abgegeben und entlasten damit das Stadtentwässerungsnetz.
	Begrünung eines Einkaufsmarktes und eines Kindergartens (Foto: RVR, K.PLAN) Nicht nur Flachdächer, sondern auch geneigte Dächer eignen sich zur Begrünung. Extensive Dachbegrünungen sind dank ihres geringen Gewichts im Unterschied zu intensiv bepflanzten Dachgärten auf fast allen Gebäuden auch nachträglich noch aufsetzbar.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Energieeinsparung durch gedämmte Dachflächen (Grünauflage) - Rückhalt von Niederschlagswasser - Einsparung von Entwässerungsgebühren - Erhöhung der Effizienz von gleichzeitig auf dem Dach installierten Photovoltaik-Anlagen (Kühlung der Anlagen)
Zielkonflikte	- Statik der Dachflächen, Dachlasten - Bewässerung in Trockenperioden zum Erhalt der Kühlfunktion - Pflegeaufwand
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Gebäudeeigentümer, Grünplanung, Bauordnung • Städtische / Landes-Förderprogramme ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen, Gewerbetreibende
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen / für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Beratung von Eigentümern - Förderprogramme Zur Förderung von Gründächern stehen den Kommunen unterschiedliche Instrumente zur Verfügung. Förderprogramme für die finanzielle Bezuschussung von Dachbegrünungsmaßnahmen bieten Anreize für die Begrünung von Dächern privater Häuser im Bestand ebenso wie bei Neubauvorhaben. Neben finanziell geförderten Dachbegrünungen können bei Neubauvorhaben im Rahmen der Bauleitplanung Dachbegrünungen in Bebauungsplänen festgeschrieben werden oder im Rahmen der Eingriffs- und Ausgleichsregelung als Maßnahme zur Eingriffsminderung angerechnet werden (Holzmüller 2009). Eine weitere Möglichkeit zur Förderung von begrünten Dächern bietet die Abwassergebührenordnung, indem über verminderte Gebühren Anreize für Dachbegrünungen geschaffen werden.
 Diese Maßnahme spielt überall dort eine Rolle, wo eine sommerliche Hitzereduktion notwendig ist. Neben dem innerstädtischen Raum sind vor allem auch Industrie- und Gewerbegebiete betroffen. Hier sollten große Dachflächen begrünt werden, wenn dies technisch möglich ist.	

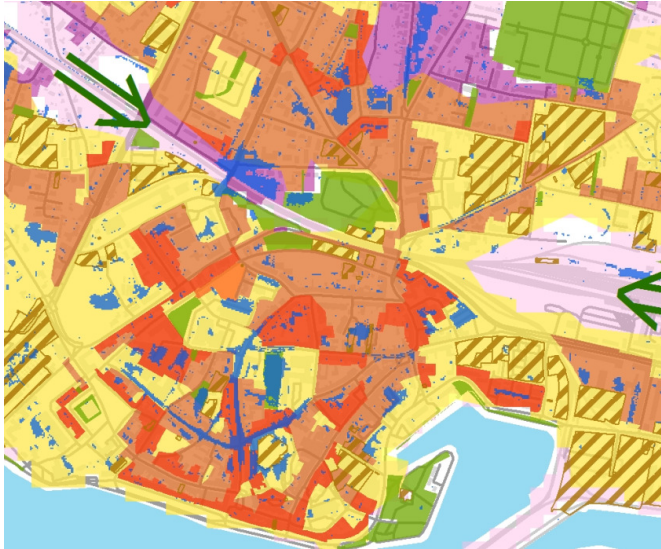
Titel	Fassadenbegrünung
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Die Begrünung von Hausfassaden wirkt ähnlich wie die Dachbegrünung positiv auf das thermische, lufthygienische und energetische Potential eines Gebäudes. Fassadenbegrünungen verbessern in erster Linie die mikroklimatischen Verhältnisse am Gebäude selbst, ohne eine Fernwirkung zu erzielen. Die thermischen Effekte von Fassadenbegrünungen bestehen in der Abmilderung von Temperaturextremen im Jahresverlauf. Das Blattwerk, das Luftpolster und die Verdunstung in der Vegetationsschicht vermindern das Aufheizen der Hauswand bei intensiver Sonneneinstrahlung und den Wärmeverlust des Hauses im Winter. Um die Wärme der winterlichen Sonneneinstrahlung nutzen zu können, kann eine Fassade mit laubabwerfenden Pflanzen (z. B. wilder Wein) begrünt werden.
	 Oberflächentemperaturen einer begrünten (rechts) und unbegrünten Hauswand Durch den Schutz des Blattwerks verringert sich auch die Feuchtebelastung des Mauerwerks. Schäden durch die Begrünung sind bei intaktem Mauerwerk ohne Risse nicht zu erwarten, sollte jedoch im Einzelfall geprüft werden. Alternativ können Rankgitter verwendet werden. Neben klimatischen Effekten können Fassadenbegrünungen auch positiv auf die lufthygienische Situation im Innenstadtbereich wirken, da sie Luftverunreinigungen – vor allem Feinstaub - herausfiltern. Insbesondere in engen Straßenschluchten ohne Platz für andere Begrünungsmaßnahmen stellen Fassadenbegrünungen eine wirkungsvolle Alternative dar.  Großflächige Fassadenbegrünung (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

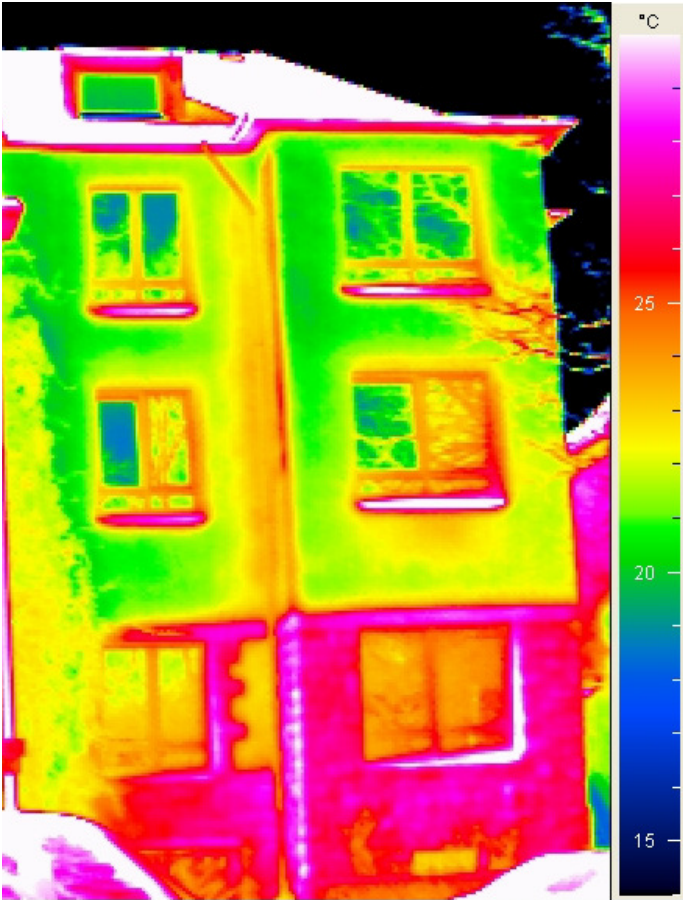
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Energieeinsparung durch Dämmwirkung der begrünten Wandflächen - Verbesserung der Luftqualität durch Schadstofffilterung
Zielkonflikte	- Verringerte Besonnung der Hauswand im Winterhalbjahr, durch Wahl von laubabwerfenden Begrünungsarten (z.B. wilder Wein) kann hier Abhilfe geschaffen werden - Pflege notwendig
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Gebäudeeigentümer, Bauordnung • Städtische / Landes-Förderprogramme ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen, Gewerbetreibende
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen / für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Beratung von Eigentümern - Förderprogramme
 Diese Maßnahme spielt überall dort eine Rolle, wo eine sommerliche Hitzereduktion notwendig ist. Im innerstädtischen Raum ist häufig für großräumige Begrünungen kein Platz, weshalb Fassadenbegrünungen eine mögliche Alternative darstellen.	

Titel	Gebäudeausrichtung optimieren
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	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 hier in unseren Regionen ein Umdenken erforderlich. Um die künftige zusätzliche Hitzebelastung im Sommer zu verringern, sollte die Stadt- und Gebäudearchitektur angepasst werden, ohne dabei die Vorteile der Sonnennutzung - insbesondere im Winter - aus den Augen zu lassen. Primär geht es darum, durch eine intelligente Gebäudeausrichtung den direkten Hitzeeintrag zu reduzieren. Eine sekundäre Strategie ist es, eine guten Durchlüftung mit ihrer kühlenden Wirkung zu erreichen. Bei der Gebäudeplanung kann ein sommerlicher Hitzeschutz durch eine geeignete Gebäudeausrichtung erreicht werden. Die räumliche Anordnung von Gebäuden sollte dazu unter Berücksichtigung der Sonnen- und Windexposition erfolgen. Dabei ist auch auf die Jahreszeiten Rücksicht zu nehmen, so dass es sinnvoll ist, bei der Gebäudeausrichtung beispielsweise Schlafräume so einzuplanen, dass der sommerliche Hitzeeintrag minimiert wird. Sommerräume brauchen Schatten und Wind, Winteräume brauchen Sonne. Diese Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel lässt sich lediglich bei Planungen von Neubaugebieten und nicht im Bestand anwenden.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Energieeinsparung bei der Gebäudekühlung (z.B. Klimaanlage) im Sommer
Zielkonflikte	- Durchlüftung vs. kompakte Bebauungsstrukturen - Im Sommer Beschattung, im Winter Besonnung erwünscht
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Stadtplanung, Bauordnung, Investoren, Architekten • Privatpersonen, Wohnungsbaugesellschaften ◆ Bewohner und Gewerbetreibende in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzung der Bauweise und der überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) in B-Plänen - Möglichkeit der Festsetzung der Gebäudestellung (§ 9 Abs. 1 Nr. 23b BauGB) in B-Plänen - (Städtebauliche) Verträge - Gestaltungsrichtlinien - Beratung von Eigentümern
 Die Ausrichtung von Gebäuden, dies betrifft sowohl Wohngebäude wie auch Bauten in Industrie- und Gewerbegebieten, sollte sich zukünftig auch an der Besonnungs- und Belüftungssituation der Baufläche orientieren. Die Reduzierung des Hitzeeintrags durch direkte Sonneneinstrahlung auf das Gebäude sowie die optimale Nutzung der Kühlung durch die vorhandene Belüftung, z. B. im Umfeld von Luftleitbahnen sollte Ziel einer überlegten Gebäudeausrichtung sein.	

Titel	Hauswandverschattung, Wärmedämmung
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Durch zunehmenden Hitzestress im Sommer kommt der Kühlung von Gebäuden in Zukunft eine steigende Bedeutung zu. Die Nutzung konventioneller Klimaanlagen ließe den Energieverbrauch im Sommer stark ansteigen und hätte damit negative Auswirkungen auf den Klimaschutz. Der Einsatz regenerativer Energien für Klimaanlagen und vor allem die Passivkühlung – beispielsweise über Erdwärmetauscher – können solche Zielkonflikte verhindern. Bei der Gebäudeplanung kann ein sommerlicher Hitzeschutz neben der Gebäudeausrichtung auch durch eine Hauswandverschattung mittels Vegetation, durch angebaute Verschattungselemente, sonnenstandsgesteuerten Außenrollos - beispielsweise an Bürogebäuden - und mittels Wärmedämmung erreicht werden. Dabei haben viele Maßnahmen beim Hausbau, die eigentlich der Energieeinsparung und damit dem Klimaschutz dienen, auch positive Effekte auf die Klimaanpassung. Eine gute Wärmedämmung gegen Energieverluste im Winter wirkt beispielsweise auch als Hitzeschutz gegen eine übermäßige Aufheizung der Wohnungswände im Sommer. Passivhäuser mit einem hohen Potential an Energieeinsparung sind im Sommer aufgrund des serienmäßigen Lüftungssystems angenehm kühl. Verschattungen beispielsweise durch eine im Süden des Gebäudes angebrachte Pergola, führen im Sommer bei hoch stehender Sonne um die Mittagszeit zur Verschattung, in den Morgen- und Abendstunden und im Winter erreicht die tief stehende Sonne das Haus. Diese Maßnahme lässt sich auch nachträglich zur Optimierung von Gebäuden einsetzen und damit auch im Bestand anwenden.
	 Gebäude mit Außenrollos (Foto: Ahlemann, K.PLAN)  Verschattung durch vorgebaute Aufgänge (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Energieeinsparung bei der Gebäudekühlung (z.B. Klimaanlage) im Sommer
Zielkonflikte	- Sturmschäden möglich
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Bauordnung, Firmeninhaber, Architekten • Mieter, Gewerbetreibende ◆ Bewohner, Beschäftigte in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzung der Bauweise (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) in B-Plänen - Beratung von Eigentümern - Beratung von Nutzern
 Diese Maßnahme spielt überall dort eine Rolle, wo eine sommerliche Hitzereduktion notwendig ist. Neben dem innerstädtischen Raum sind auch Gebäude in Industrie- und Gewerbegebieten von einer zu starken Aufheizung tagsüber bei sommerlichem Hitzewetter betroffen. Verschattungen der Gebäude kann die Aufenthaltsqualität und die Produktivität erhöhen.	

Titel	Geeignete Baumaterialien verwenden
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Durch Wärmezufuhr bzw. -abfuhr wird die Temperatur eines Körpers verändert. Wieviel Wärme pro Zeiteinheit unter Temperaturzunahme aufgenommen wird, hängt von der Art des Stoffes ab. Technogene Baumaterialien erwärmen sich deutlich stärker als natürliche Oberflächen. Insbesondere Stahl und Glas haben einen großen Wärmeumsatz, d. h. sie erwärmen sich tagsüber stark und geben nachts viel Energie an die Umgebungsluft ab. Das Gegenteil ist bei natürlichen Baumaterialien wie z. B. Holz der Fall. Um die Wärmebelastungen zu verringern, ist daher der gezielte Einsatz von Baumaterialien nach ihren thermischen Eigenschaften sinnvoll.
	Abhängig von der Oberfläche des Materials wird ein Teil der eingestrahnten Sonnenenergie sofort wieder reflektiert (Albedo) und steht damit nicht zur Erwärmung zu Verfügung. Helle Baumaterialien erhöhen diesen Effekt, reflektieren also mehr kurzwellige Sonneneinstrahlung. Dadurch heizen sich hell gestrichene Häuser oder Straßen mit hellem Asphaltbelag weniger stark auf. Großflächig in der Stadtplanung angewandt, kann somit der Wärmeinseleffekt verringert werden.  Oberflächentemperaturen einer Hauswand, oben mit hellem Anstrich (Foto: RVR)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Energieeinsparung bei der Gebäudekühlung (z.B. Klimaanlage) im Sommer
Zielkonflikte	- Material- und Farbgestaltungsvorgaben
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Bauordnung, Firmeninhaber, Architekten • Mieter, Gewerbetreibende ◆ Bewohner, Beschäftigte in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Darstellungen und Festsetzungen in B-Plänen - Gestaltungs-Richtlinien - Beratung von Eigentümern - Beratung von Nutzern
 Diese Maßnahme spielt überall dort eine Rolle, wo eine sommerliche Hitzereduktion notwendig ist. Neben dem innerstädtischen Raum sind auch Gebäude in Industrie- und Gewerbegebieten von einer zu starken Aufheizung tagsüber bei sommerlichem Hitzewetter betroffen. Eine Verringerung der Aufheizung von Gebäuden kann hier durch die Verwendung von Baumaterialien mit einer geringeren Wärmespeicherung und hellen Farben mit einer hohen Albedo zur Reflexion der Sonneneinstrahlung erreicht werden. Dies kann sowohl die Aufenthaltsqualität und die Produktivität erhöhen, wie auch zu gesünderem Innenraumklima in Wohnhäusern führen.	

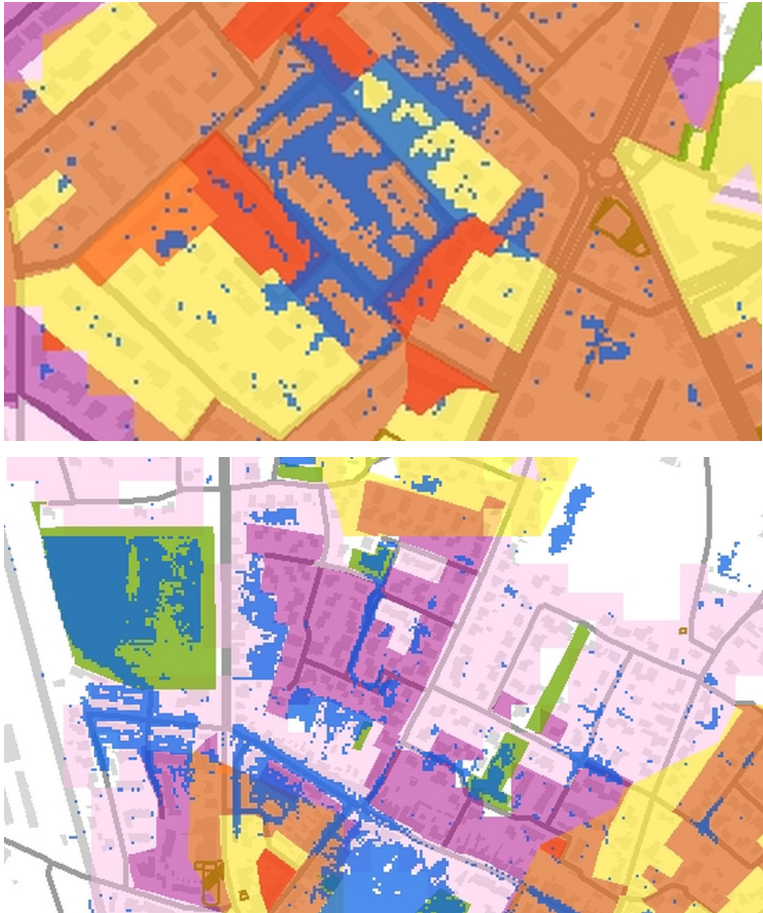
Titel	Verschattung des öffentlichen Raums
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Neben den Anforderungen der Wohnbevölkerung an den Schutz vor Auswirkungen des Klimawandels ist auch der Aspekt der Beeinträchtigung der Aufenthaltsqualität und der Produktivität der arbeitenden Bevölkerung im innerstädtischen Bereich zu berücksichtigen. Eine einfache Möglichkeit, die Hitzebelastungen aufgrund direkter Sonneneinstrahlung am Tage zu verringern, ist der Einbau von Verschattungselementen. Dabei reichen die Methoden der Verschattung von Plätzen durch Bäume über Sonnensegel als Schattenspende bis hin zu Arkaden, die die Aufenthaltsqualität in stark besonnten Einkaufsstraßen (aber auch bei Regen) erhöhen.
	 A photograph of a public square in Emmerich, Germany. The square is paved with light-colored bricks and features several green benches. In the background, there is a large, multi-story building with a dark roof and many windows. To the left, there is a red awning over a seating area. The square is surrounded by trees and shrubs, providing shade. A few people are sitting on the benches, and a dog is visible in the foreground.
Beschatteter Platz (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Eine besonders große Rolle spielt die Verschattung von Orten, an denen sich Menschen gezwungenermaßen aufhalten, wie beispielsweise Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs, da sie hier der Hitzeeinwirkung nicht ausweichen können.	

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Steigerung der Aufenthaltsqualität und damit der Attraktivität von Innenstädten
Zielkonflikte	- Sturmschäden möglich
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunales Planungsamt, Grünplanung, Investoren, Bauordnung • Anlieger, Eigentümer, Gewerbetreibende ◆ Bewohner, Beschäftigte, Nutzer in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzen von Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung (§ 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB) in B-Plänen - Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzbindungen für einzelne Flächen oder für ein B-Plangebiet sowie für Teile baulicher Anlagen (nach § 9 (1) Nr. 25 BauGB) in B-Plänen - Gestaltungsrichtlinien - Beratung von Eigentümern - Beratung von Nutzern
	

Um die Aufenthaltsqualität in der Emmericher Innenstadt zu erhöhen, sollten die innerstädtischen Plätze und Freiflächen im Sommer ausreichend beschattet werden. Dies gilt insbesondere für Plätze wie den Geistmarkt und Alter Markt.

Im Idealfall werden großkronige Bäume zur Verschattung genutzt, es können aber auch bauliche Verschattungen oder Sonnensegel eingesetzt werden.

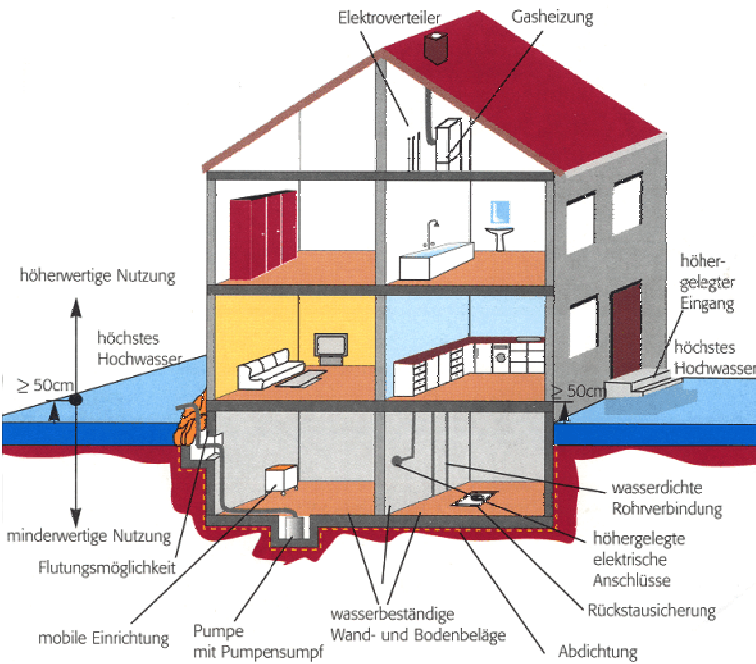
Titel	Wasserrückhalt in Gebäuden
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Das Gebäude wirkt hier als Wasserspeicher bzw. Wassernutzer. Mögliche Maßnahmen sind die Nutzung von Grün- und Wasserdächern. Gründächer können als Flach- und Schrägdach ausgebildet sein. Dank ihres geringen Gewichts sind Extensivdächer im Unterschied zu intensiv bepflanzten Dachgärten auf fast allen Gebäuden auch nachträglich noch aufsetzbar. Für die Berechnung findet DIN 1055 Anwendung. Neben dem Rückhalt von Niederschlägen sind ökologische Effekte wie Staubbindung und eine Reduzierung der sommerlichen Aufheizung zu verzeichnen. Abflusswasser von begrünten Dachflächen ist durch die vorgelagerte Filterung als unbedenklich eingestuft und kann deshalb problemlos versickert oder zur weiteren Nutzung in Zisternen gespeichert werden (ATV-A 138). Eine Nutzung als Brauchwasser ist möglich, kann aber abhängig vom Dachsubstrat eine Färbung aufweisen. Während die Wasseraufnahmekapazität von Gründächern bei Starkniederschlägen begrenzt ist, können größere Mengen durch Wasserdächer aufgenommen werden. Neben gestalterischen Vorteilen trägt es durch einen Kühleffekt zu einer Verbesserung des Lokalklimas bei. Aufgrund statischer Probleme ist eine Umrüstung bei Altbauten problematisch, während bei einer Neuplanung dieser Aspekt einkalkulierbar ist. Neben der Retention auf Dachflächen ist auch ein Rückhalt innerhalb von Gebäuden möglich. Wasserkeller, wie z. B. Tiefgaragen, Keller oder Räume unterhalb von gewerblichen und industriellen Betrieben können bei Extremniederschlägen große Mengen an Wasser aufnehmen, wenn sie als temporäre Zisternen angelegt sind. Das gesammelte Wasser kann als Brauchwasser (Kühlwasser, Bewässerung) genutzt werden, durch wasser-durchlässigen Bodenbelag verzögert versickern oder nachträglich einem Entwässerungssystem oder einem Oberflächengewässer zugeführt werden. Im Kanalsystem werden durch Staukanäle zusätzliche Speichervolumen geschaffen, an dessen Ende ein gedrosselter Abfluss erfolgt. Dadurch wird die maximale Abflussmenge reduziert. Diese Lösung kann angewendet werden, wo oberflächliche Retentionsmöglichkeiten nicht gegeben sind (z. B. in dicht überbauten Gebieten).

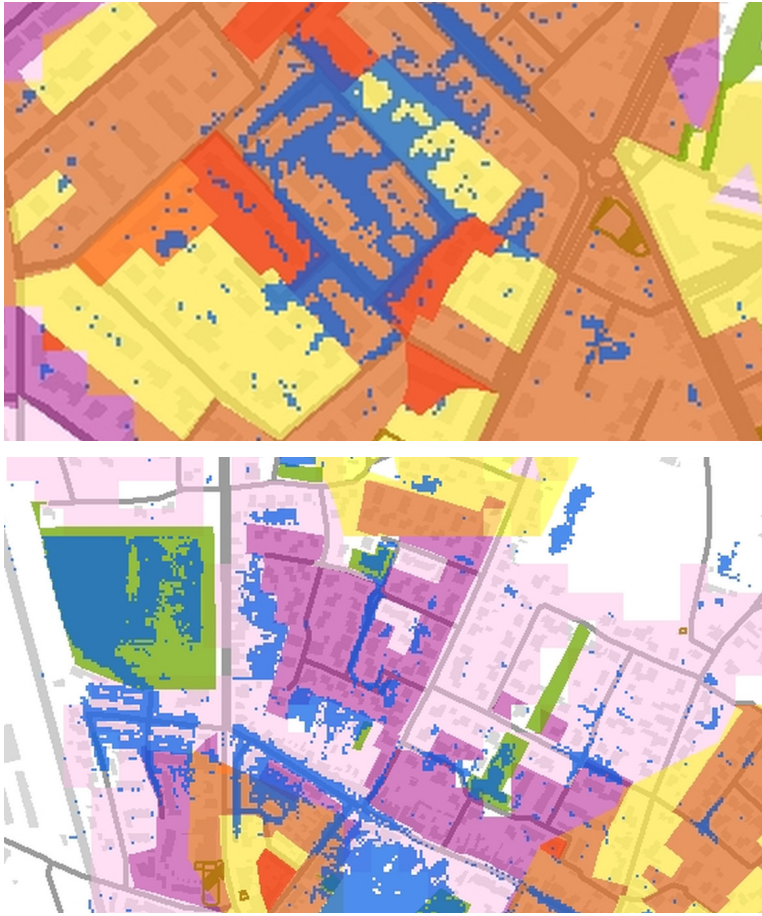
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- Kühleffekt bei Hitzewetterlagen
Zielkonflikte	- Nutzungskonflikte des benötigten Raumes
Akteure	❖ Gebäudeeigentümer, Bauordnung, Architekten
Kooperationspartner	• Bewohner, Nutzer
Zielgruppe	◆ Bewohner und Gewerbetreibende in hoch versiegelten Bereichen, in abflusslosen Senken und entlang von Fließwegen
Umsetzungsinstrumente	- Beratung von Eigentümern
 In Bereichen mit einem hohen Wasseraufkommen bei Stark- oder Extremniederschlägen und/oder bei Flusshochwasser, die keine ausreichenden Flächen zur Versickerung oder Zwischenspeicherung von Wasser zur Verfügung stellen können, ist diese Maßnahme eine sinnvolle Alternative. In Emmerich betrifft dies beispielsweise die in einer Senke gelegenen Gebäude nördlich der Emmericher Innenstadt oder in Emmerich-Elten.	

Titel	Rückbau versiegelter Flächen
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Der Grad der Versiegelung nimmt durch fortschreitende Siedlungstätigkeit bzw. Nachversiegelung in bestehenden Siedlungen zu (z. B. Umbau von Freiflächen in Parkplätze). Die Flächenversiegelung greift in den natürlichen Wasserkreislauf entscheidend ein: Zum einen nimmt die Infiltration des Niederschlagswassers bei zunehmendem Versiegelungsgrad ab, zum anderen erhöht sich der Anteil des oberirdischen Abflusses bzw. verringert sich die Neubildung des Grundwassers. Ziel der Siedlungsplanung soll sein, dass sowohl beim Gebäude- als auch beim Verkehrswegebau eine flächensparende Bauweise gewählt wird. In schon bebauten Gebieten ist eine vollständige Entsiegelung nur vertretbar, wenn die Funktion des Gebäudes bzw. des Verkehrsweges darunter nicht leidet. Bodenversiegelungen können 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. Geeignete durchlässige Materialien zur Befestigung von Oberflächen sind mittlerweile für viele Anwendungsbereiche verfügbar. Zu beachten ist allerdings, dass auch der Unterbau und der Untergrund eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweisen müssen. Für Hofflächen, Terrassen, Gartenwege, Radwege, Gehwege, Zufahrtswege und Parkflächen sind wasserdurchlässige Befestigungen besonders angebracht. Geeignete Beläge sind: • Schotterrasen • Rasengittersteine • Kunststoffrasengitter • Rasenfugenpflaster • Betonpflastersteine • Kies-/Splittabdeckung • Splittfugenpflaster • Porenpflaster u.ä.  Unversiegelter Parkplatz (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Dränasphaltdecken oder Dränbetondecken sind versickerungsfähige, hohlraumreiche Decken, die auch lärmindernd wirken. Diese Befestigungen eignen sich besonders für Straßen und Wege, Markt- und Parkplätze, Rad- und Gehwege, Hof- und Lagerflächen. Ein Teil des Wassers fließt nicht oberirdisch ab und kann entweder direkt versickern oder wird in angeschlossene Versickeranlagen geleitet.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	- Geringere Aufheizung und Möglichkeit der Niederschlagswasserversickerung - Grundwasserneubildung - Ansprechende Gestaltung
Zielkonflikte	- Einschränkung der Nutzungsmöglichkeiten, Entschädigungsansprüche - Barrierefreiheit - Nicht möglich bei vorhandenen Bodenbelastungen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Planungs- und Umweltämter, Grünplanung, Flächeneigentümer, TMN, Straßenunterhaltung • Bewohner, Nutzer ◆ Bewohner und Gewerbetreibende in hoch versiegelten Bereichen, in abflusslosen Senken und entlang von Fließwegen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzung einer nicht baulichen Nutzung (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 und Nr. 10 BauGB) in B-Plänen - Mit Hilfe von § 179 BauGB kann die Entsiegelung dauerhaft nicht mehr genutzter Flächen durch ein Entsiegelungsgebot durchgesetzt werden - Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen werden vor allem bei Stadtbau- und Sanierungsmaßnahmen (§§ 171a – d BauGB) gefördert - Gebührensatzung
	Diese Maßnahme ist im gesamten Stadtgebiet sinnvoll, da sie sowohl der Abschwächung der Hitzebelastung wie auch der Versickerung von Niederschlägen dient. Bevorzugt umgesetzt werden sollte der Rückbau von versiegelter Fläche in der hoch versiegelten Bereichen der Emmericher Innenstadt und der Industrie- und Gewerbegebiete.

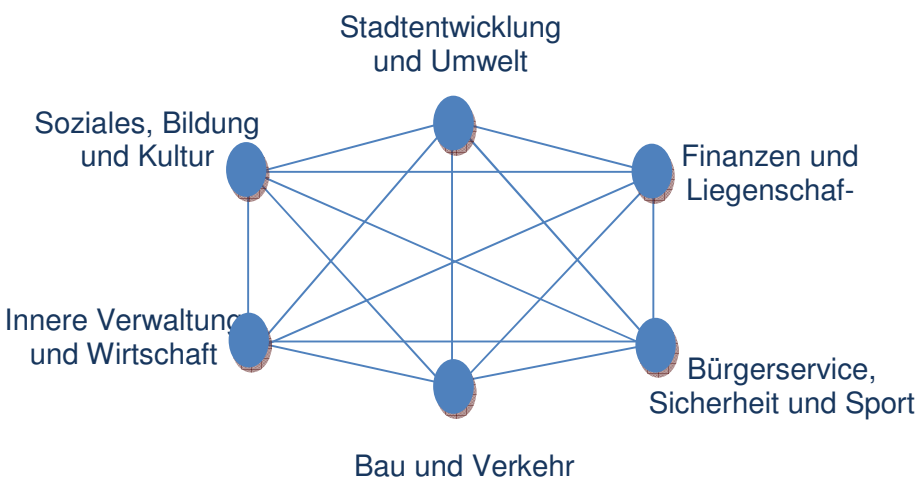
Titel	Sicherstellung des ordnungsgemäßen Betriebs der Sonderbauwerke
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Sonderbauwerke wie Pump- oder Hebewerke müssen ihre Aufgaben auch in kritischen Situationen erfüllen können. Daher sollten hier Maßnahmen getroffen werden, die die Energieversorgung sowie die Funktionsfähigkeit der technischen Anlagen sichern. Gemäß § 113 LWG sind Abwasseranlagen in Überschwemmungsgebieten per Gesetz hochwassersicher zu errichten und zu betreiben. Hebe- und Pumpwerke sind immer an Geländetiefpunkten angelegt und müssen daher durch Maßnahmen der Bauvorsorge (hoch gelegene Eingänge, ausreichende Abdichtungen u. Ä.) geschützt sein, um den Eintritt von oberflächlich anfallendem Wasser zu verhindern oder zu verringern. Um die Sicherheit der technischen Anlagen eines Pumpwerks zu erhöhen, sollten ein Hochwasserwarnsystem sowie Materialien zum mobilen Hochwasserschutz vorhanden sein, z. B. Sandsäcke oder Dammbalken für den Eingangsbereich. Die Funktionsweise eines Pumpwerks hängt direkt von der Verfügbarkeit elektrischer Energie ab. Daher ist es empfehlenswert, dass alle wichtigen Hebe- und Pumpwerke über zweiseitige, unabhängige Stromeinspeisung verfügen, um im Notfall nicht von einer Energiequelle abhängig zu sein. Bei der Auswahl der Standorte von Objekten mit sensibler Nutzung wie z. B. Anlagen der Energieversorgung und Energieverteilung ist außerdem darauf zu achten, dass diese möglichst nicht unter Auswirkungen von Extremereignissen leiden (z. B. Ausfall der Stromversorgung durch Überflutungen aufgrund von Hochwasserereignissen). Standorte in tiefer gelegenen Gebieten bzw. Kessellagen ohne Abfluss sind daher zu vermeiden oder es sind umfassende Maßnahmen der Bauvorsorge zu treffen.
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☒ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	
Zielkonflikte	
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Kommunale Tiefbauämter und Stadtentwässerung • Feuerwehr ◆ Bewohner in Senkenlage und entlang starker Oberflächenfließwege
Umsetzungsinstrumente	- Katastrophenpläne

Titel	Maßnahmen des Objektschutzes
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Befindet sich ein Gebäude in einem durch Sturzfluten oder Überflutungen gefährdeten Bereich, so kann die Bauvorsorge das Schadenspotenzial kurzfristig und nachhaltig verringern. Die Abbildung gibt einen Überblick über die Möglichkeiten der Bauvorsorge für ein einzelnes Haus.  Strategie der Bauvorsorge (BMVBW 2003) Neben dem Schutz gegen Wassereintritt durch oberflächliche Wassermengen (Bauwerkabdichtungen, dichte Kellerfenster und -türen, höher gelegene Eingänge, gesicherte Tiefgarageneinfahrten u. a.) ist ein ausreichender Schutz gegen Wassereintritt durch die Kanalisation notwendig. Bei fehlenden oder nicht ausreichenden Rückstausicherungen oder Hebeanlagen kann sich Wasser aus der Kanalisation durch Sanitäranlagen und Hausanschlüsse zurückstauen und Kellerräume überschwemmen. Deshalb fordern kommunale Entwässerungssatzungen fast überall Rückstauklappen und andere geeignete Schutzmaßnahmen. Ist ein Wassereintritt nicht zu verhindern, so kann eine hochwasserangepasste Gebäudenutzung das Schadenspotenzial reduzieren. Kostenintensive Kellerausbauten, tief gelegene elektrische Anschlüsse und andere sensible Versorgungseinrichtungen im Keller (z. B. Datenleitungen, EDV-Anlagen) sind in überflutungsgefährdeten Gebieten zu vermeiden. Zum Schutz der Bausubstanz und zur Minimierung der Aufräum- und Wiederherstellungskosten sollten Kellerräume mit wasserbeständigen Baumaterialien (Naturstein, Kunststoff, beschichtete Metalle u. Ä.) und mobiler Inneneinrichtung ausgestattet werden. Bauvorsorge funktioniert nur, wenn die Bevölkerung ausreichend über die Möglichkeiten informiert ist. Leitfäden zum privaten Objektschutz (insbesondere zum Einbau und Unterhalt von Rückstauklappen) sind sinnvoll.

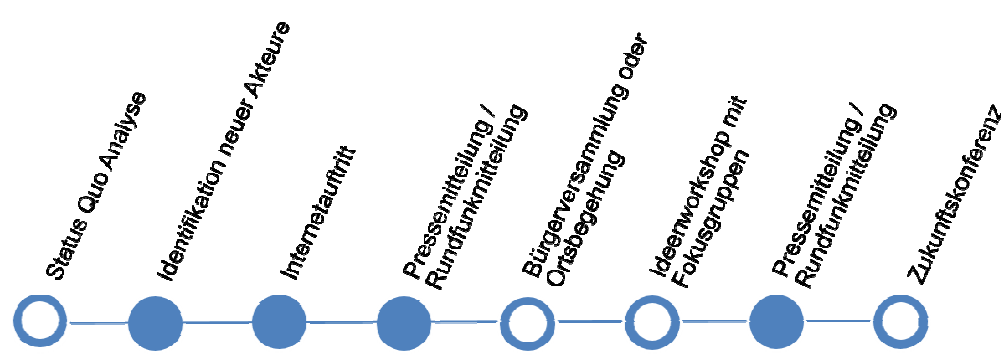
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	-
Zielkonflikte	- Nutzungskonflikte in Haus
Akteure Kooperations-partner Zielgruppe	❖ Hauseigentümer • Bewohner, Nutzer ◆ Bewohner und Gewerbetreibende in hoch versiegelten Bereichen, in abflusslosen senken und entlang von Fließwegen
Umsetzungs-instrumente	- Beratung von Eigentümern
 In Bereichen mit einem hohen Wasseraufkommen bei Stark- oder Extremniederschlägen und/oder bei Flusshochwasser, die keine ausreichenden Flächen zur Versickerung oder Zwischenspeicherung von Wasser zur Verfügung stellen können, ist diese Maßnahme eine sinnvolle Alternative. In Emmerich betrifft dies beispielsweise die in einer Senke gelegenen Gebäude nördlich der Emmericher Innenstadt oder in Emmerich-Elten.	

Titel	Aufruf zu wassersparendem Verhalten in Trocken- und Hitzeperioden
Räuml. Bezug	
Relevanz	Mittel
Beschreibung	In südlichen Ländern, in denen bereits heute längere Trockenperioden auftreten und Wasserknappheit vorherrscht, ist es längst üblich, dass – beispielsweise in Hotels – auf das Problem der Wasserknappheit hingewiesen und ein sparsamer Umgang mit Wasser gefordert wird. In Nordrhein-Westfalen wird auch zukünftig die Versorgungssicherheit bei zunehmenden Hitzeperioden und höherem Spitzenverbrauch nach derzeitiger Bewertung nicht gefährdet sein. Trotzdem kann es auch hier in längeren Trockenphasen zu zeitweiligen regionalen Engpässen kommen. In solchen Phasen sollten nicht nur die Bevölkerung, sondern auch Industrie, Energieerzeugung oder die Landwirtschaft zu einem sparsamen Umgang mit Wasser aufgerufen werden, etwa indem verstärkt Brauchwasser verwendet wird. Verhaltensempfehlungen und Tipps zum sparsamen Umgang mit Wasser können auch über z. B. Informationsblätter verbreitet werden. Der sparsame Umgang mit Wasser kann auf der anderen Seite dazu führen, dass eine ausreichende Durchspülung der Kanalnetze nicht mehr gewährleistet ist und damit Konflikte auslösen. Daher müssen jeweils lokal spezifisch Lösungen gefunden werden.  A photograph showing a dark-colored car being washed with a high-pressure water spray. The spray is directed at the rear of the car, creating a large cloud of water droplets. The background is bright and slightly blurred, suggesting an outdoor setting with trees and a clear sky.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz Wasser ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☐ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☐ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☐ Objektschutz
Synergien	
Zielkonflikte	
Akteure Kooperations-partner Zielgruppe	❖ Bevölkerung • Wasserversorger ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungs-instrumente	- Information der Bevölkerung - Notfallpläne

Titel	Integrierte Zusammenarbeit verschiedener Planungsbereiche
Räuml. Bezug	
Relevanz	Hoch
Beschreibung	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 schwer ist es, unterschiedliche Belange in die jeweils anderen planerischen Verfahren einzubringen. Insbesondere die Belange derjenigen kommunalen Ressorts, die lediglich als Träger öffentlicher Belange in Planungsverfahren eingebunden sind (z. B. Gesundheitsressort), finden im Rahmen der Umsetzung nur selten Berücksichtigung. Durch eine integrierte Zusammenarbeit der verschiedenen Planungsbereiche 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. Eine integrierte Zusammenarbeit kann ergänzend zur schriftlichen Abfrage von Stellungnahmen im Rahmen regelmäßiger Ressortbesprechungen oder projektbezogener ressortübergreifender Arbeitsgruppen erfolgen. Mögliche Zielkonflikte von Maßnahmen können durch eine integrierte Planung mit Beteiligung verschiedener Ressorts entschärft werden, 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. Für die erfolgreiche Umsetzung einer integrierten Zusammenarbeit ist es wichtig, dass die Stadtverwaltung als Kernakteur und Vermittler auch innerhalb ihrer eigenen Strukturen vernetzt ist. Die verschiedenen Bereiche und Ämter müssen untereinander in stärkerem Maße miteinander im Austausch stehen und kommunizieren.  Vernetzung der Ämter und Bereiche innerhalb der Stadtverwaltung

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☒ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- Schnellere Umsetzung möglich - Ideenaustausch
Zielkonflikte	- Zusätzliche Termine
Akteure Kooperations-partner Zielgruppe	❖ Verwaltung • Kommunale Unternehmen ◆ Bevölkerung
Umsetzungs-instrumente	- Informelle Planungsinstrumente - Arbeitsgruppen - Werkstattgespräche

Titel	Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern
Räuml. Bezug	
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Der Klimawandel betrifft uns alle. Neben den öffentlichen Institutionen sind auch die Bürgerinnen und Bürger 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 Klimaanpassung 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 ist die Information und aktive Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern sowie von privaten Einrichtungen an den Planungen und Umsetzungen für eine klimaanagepasste Stadt besonders wichtig. Ziele dieser Maßnahmen sind neben der Informationsvermittlung vor allem der aktive Einbezug der Beteiligten in Planung und Umsetzung. Aufgrund der knappen finanziellen und personellen Kapazitäten ist es sinnvoll, kommunikative Aktionen (Flyer, Broschüren, Rundfunkinterviews, Pressemitteilungen usw.) im Zusammenhang mit konkreten Ereignissen zu planen. Neben der Nutzung von Informationsmaterialien und -medien in der Öffentlichkeitsarbeit spielen zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen eine große Rolle. Hierbei gilt der Grundsatz „Weniger ist mehr“: Die sorgfältige Vorbereitung und Durchführung einzelner Aktionen ist bedeutender als die Häufung von Aktionen. Öffentlichkeitsarbeit steht nicht für sich alleine, sondern sollte immer auch vor dem Hintergrund der Motivation zur Partizipation gestaltet werden. So kann sie genutzt werden, um ausgewählte Partizipationsbestrebungen anzukündigen, zu dokumentieren und zum Mitmachen anzuregen. So ist ein weiterer wesentlicher Bestandteil von Öffentlichkeitsarbeit die Durchführung von Bildungs- und Diskussionsveranstaltungen Die folgende Übersicht liefert einen groben Fahrplan, wie konkret für die Entwicklung der Öffentlichkeits- und Partizipationsarbeit vorgegangen werden kann.  <pre> graph LR A((Status Quo Analyse)) --- B((Identifikation neuer Akteure)) B --- C((Internetauftritt)) C --- D((Pressemittelung / Rundfunkmitteilung)) D --- E((Bürgerversammlung oder Ortsbegehung)) E --- F((Ideenworkshop mit Fokusgruppen)) F --- G((Pressemittelung / Rundfunkmitteilung)) G --- H((Zukunftskonferenz)) </pre> Umsetzung von Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit und Partizipation

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☑ Hitzereduktion tagsüber ☑ Hitzereduktion nachts ☑ Versorgung mit Frischluft ☑ Objektschutz Wasser ☑ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☑ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☑ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☑ Objektschutz
Synergien	- Schnellere Umsetzung möglich - Ideenaustausch - Akzeptanz erhöhen
Zielkonflikte	- Zeitaufwand
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Bevölkerung, Verwaltung, städtische Akteure • Wissenschaft ◆ Bevölkerung
Umsetzungsinstrumente	- Information der Öffentlichkeit - Öffentliche Veranstaltungen, Workshops

Titel	Akteursbeteiligung
Räuml. Bezug	
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Das Thema Klimaanpassung ist bislang in vielen Organisationen wenig präsent. Oft wird Klimaanpassung nur in Zusammenhang mit den Aspekten Energieeffizienz und Klimaschutz genannt und somit präventiv und nicht reaktiv in Hinblick auf den Klimawandel verstanden. Durch eine Akteursbeteiligung kann der Wissensstand ebenso wie das Interesse in allen Fällen erheblich gesteigert und so die Bedeutung des Themas hervorgehoben werden. Um eine umfassende Akteursbeteiligung erfolgreich zu gestalten, ist es in einem ersten Schritt notwendig, die in einer Stadt relevanten Akteursgruppen zu identifizieren. Kommunale Unternehmen sollten angesprochen und eingebunden werden, da sich durch ihre Kenntnisse zur örtlichen Infrastruktur gute Voraussetzungen für die Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen bieten. Die Wohnungswirtschaft, private Haushalte, Initiativen und Vereine oder Unternehmen der gewerblich-industriellen Wirtschaft können ebenfalls wichtige Partner sein. Der Fokus der Partizipationsaktivitäten im Bereich der Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel liegt auf den vier großen Akteursgruppen: • Planungs- und Entwicklungsgesellschaften, • Wohngebäudebereich / Wohnungsunternehmen, • Private Haushalte / Bürgerschaft, • Industrie und Gewerbe.  Akteursworkshop in Emmerich (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Die Vernetzung der Akteure untereinander ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für ihre Partizipation. Durch die Transparenz zwischen allen Mitwirkenden können Innovationen angeregt und gegenseitiges Verständnis bei Umsetzungsproblemen geweckt werden.

Hauptziele der Akteursbeteiligung sind:

- Informierte und engagierte Akteure aus Wohnungswesen, Wirtschaft, Planung und Verwaltung
- Diskussion und Feedback für potentielle Umsetzungsmaßnahmen für besonders klimasensible Gebiete mit den relevanten Akteuren

Methoden:

Information → Informationsmaterialien und -medien

Überzeugen → zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen

Partizipation → Bildungs- und Diskussionsveranstaltungen

Die höchste Einbindungsintensität wird durch das Kooperieren mit den Akteuren verwirklicht. Hierbei ist es wichtig, frühzeitig Erwartungen und Einstellungen der potentiellen Kooperationspartner gegenüber den Klimaanpassungsmaßnahmen zu identifizieren, um die genauen Beiträge und Aktivitäten der einzelnen Beteiligten festlegen zu können. In einigen konfliktreichen Fällen kann ein Mediator oder Moderator den Prozess begleiten. Den Rahmen für ein solches Vorgehen bietet die Methode des *Runden Tisches*. Demgegenüber baut die *Planungswerkstatt* auf die Ergebnisse des Ideenworkshops auf und hat zum Ziel, diese zu konkretisieren und weiterzuentwickeln. Die Durchführung von Einzelgesprächen mit den Akteuren bietet eine gute Grundlage, um Interessen zu sondieren und Zielgruppen zu bilden. Auch das Einberufen einer *Zukunftswerkstatt* eignet sich, um wichtige Impulse für weitere Aktionen hervorzubringen.

**Erwartete
Auswirkungen**

Hitze

- ☒ Hitzereduktion tagsüber
- ☒ Hitzereduktion nachts
- ☒ Versorgung mit Frischluft
- ☒ Objektschutz

Wasser

- ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung
- ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung
- ☒ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser
- ☒ Objektschutz

Synergien

- Schnellere Umsetzung möglich
- Ideenaustausch

Zielkonflikte

- Zusätzliche Termine für Beratungsgespräche, Diskussionsgruppen und Workshops notwendig

Akteure

- ❖ Wohnungswesen, Wirtschaft, Planung, Verwaltung

**Kooperations-
partner**

- Architekten, Bürgerschaft, Wissenschaftler

Zielgruppe

- ♦ Bevölkerung

**Umsetzungs-
instrumente**

- Information der Akteure
- Werkstattgespräche, Veranstaltungen

Titel	Warnsysteme, Maßnahmen der Informations- und Verhaltensvorsorge
Räuml. Bezug	
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Die Hitzewelle des Jahres 2003 hat deutlich gezeigt, welche Folgen der Klimawandels für das Leben in Städten haben kann. Über 35.000 vorwiegend ältere Menschen sind dieser Hitzewelle in Europa zum Opfer gefallen. Ein Hitze-Warnsystem und ein auf Hitzebelastungen zugeschnittenes Informationsmanagement können die gesundheitlichen Risiken von Hitzewellen verringern. Der Deutsche Wetterdienst hat ein deutschlandweites Hitzewarnsystem eingerichtet und verfügt damit über die Möglichkeit, Hitzewarnungen auszugeben und so vor einer Wetterlage mit hohen Temperaturen, geringen Windbewegungen und intensiver Sonneneinstrahlung zu warnen (http://www.dwd.de/DE/leistungen/hitzewarnung/hitzewarnung.html). NRW-spezifische Informationen zum Hitzewarnsystem des Deutschen Wetterdienstes sowie Verhaltensempfehlungen, mit deren Hilfe Gesundheitsrisiken bei extremen Hitzeereignissen vermieden werden können, liefert auch das Hitzeportal Nordrhein-Westfalen (http://www.hitze.nrw.de). Ein System zur Verbreitung von Hitzewarnungen über die örtliche Presse (Lokalzeitung, Lokalradio) kann darauf aufgebaut werden. Die Bevölkerung muss in geeigneter Form über Gefährdungen, mögliche Vorsorgemaßnahmen und empfohlenes Verhalten informiert und vor Extremwetterereignissen gewarnt werden. Zu den Maßnahmen der Informationsvorsorge gehören beispielsweise die Veröffentlichung von Risiko- und Gefahrenkarten, die Verbreitung von Informationsmaterialien zu persönlichen Vorsorgemaßnahmen oder Informationen zur aktiven Teilnahme bei der Wasserbewirtschaftung (wie z. B. der private Bau von Versickerungsanlagen). Ebenso wichtig ist es, vor allem für die ältere Bevölkerung oder für Kranke Verhaltensempfehlungen für lang andauernde Hitzewellen bereitzustellen. Neben dem Aufenthalt im Schatten und der Vermeidung extremer körperlicher Aktivitäten gehört auch die simple Aufforderung zur reichlichen Flüssigkeitsaufnahme zu den Verhaltensregeln, die als Informationsblätter insbesondere in Altenheimen und Krankenhäusern bekannt gemacht werden müssen. Diese Informationen sind bei vielen Kommunen und Behörden als Broschüren, Handzettel und Plakate vorhanden, sind aber vielen Bürgern nicht ausreichend bekannt. Diese Informationsangebote müssen insbesondere Bürger in potenziellen Risikogebieten aktiv zur Kenntnis gebracht und einfach zugänglich gemacht werden. Es ist daher zu empfehlen, dass auf die Bürger aktiv zugegangen wird, in dem man beispielsweise auf Bürgerversammlungen, in Ausstellungen oder durch Postwurfsendungen informiert. Hilfreich sind auch Lehrpfade, die Informationen zur Eigenvorsorge geben, Informationstafeln oder Hochwassermarken an ausgewählten Stellen. Verhaltensvorsorge ist die Basis für schadensmindernde Maßnahmen, bevor das nächste Ereignis beginnt. Gefährdete Menschen müssen frühzeitig informiert und ausgebildet werden, damit im Notfall jeder Betroffene situationsbedingt korrekt handeln kann. Maßnahmen zur Verhaltensvorsorge umfassen alle Vorbereitungen für den Not- und Katastrophenfall, um eine Krise zu bewältigen. Dazu gehören u. a.:

• Veröffentlichungen von Informationsmaterialien zum Verhalten in Not- und Katastrophenfällen • Beratung durch kommunale Stellen • Bereitstellung von Infrastruktur und Material für den Ereignisfall • Organisation einer Nachbarschaftshilfe • Klärung der Zuständigkeiten innerhalb der Familie • Anlegen eines Wasservorrats • Räumen mobiler Gegenstände in obere Etagen • Abdrehen von Haupthähnen und Umlegen von Schaltern für Gas, Wasser, Strom, u. a.	
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz Wasser ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Versickerung ☒ Reduktion des Überflutungsrisikos bei Starkregen durch Zwischenspeicherung ☒ Reduzieren des Überflutungsrisikos bei Flusshochwasser ☒ Objektschutz
Synergien	- Gesundheitsvorsorge - Schadenminimierung
Zielkonflikte	
Akteure	❖ Wetterdienste, Ämter, Lokalpresse, Radio
Kooperationspartner	• Pflegedienste, Ärzte, Notfalldienste, Feuerwehr
Zielgruppe	♦ Bevölkerung
Umsetzungsinstrumente	- Aktuelle Information der Bevölkerung - Informationsmaterial (Flyer,...) - Notfallpläne

Literatur

- Abicht, Kerstin (2009): Fit für den Klimawandel: Artenvielfalt in der Stadt. Garten + Landschaft 7/2009, S. 13-15.
- ATV-A 138 (2005): Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V..
- 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.
- BMVBW (2003): Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Hochwasserschutzfibel – Planen und Bauen von Gebäuden in hochwassergefährdeten Gebieten. 4. aktualisierte Auflage, Bonn, S.41.
- Dreiseitl, H. & Grau, D. (2006): Wasserlandschaften. Planen, Bauen und Gestalten mit Wasser. Basel, Berlin, Boston (Birkhäuser).
- Eppel-Hotz, Angelika (2008): Versickerungsaktive Pflanzflächen – Regenwasserbewirtschaftung mit Boden und Vegetation. In: Garten + Landschaft 9/08.
- GALK (Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz) (2015): GALK Straßenbaumliste. – Beurteilung von Baumarten für die Verwendung im städtischen Straßenraum (http://www.galk.de/arbeitskreise/ak_stadtbaeume/webprojekte/sbliste/, Version vom 03.09.15)
- Holzmüller, Katja (2009): Natürlich Klimaschutz – Grüne Dächer in Düsseldorf: Finanzielle Förderung und quantitative Luftbilddauswertung. In: Dachbegrünung in der modernen Städtearchitektur. Tagungsband: Internationaler Gründach-Kongress, S. 145-148. Berlin.
- Kanton Solothurn (1997): Andres, Haldimann, Knauer, Stegemann, Strähl, Würsten: Neuer Umgang mit Regenwasser: Retention und Versickerung von Regenabwasser im Liegenschaftsbereich, Kanton Solothurn, Amt für Umwelt, Bericht Nr. 38, Solothurn.
- Kompatscher, Peter (2008): Leitfaden zum naturnahen Umgang mit Regenwasser, Landesagentur für Umwelt, Amt für Gewässerschutz, Bozen (Hrsg.), Bozen.
- Mayer, H.; W. Beckröge; A. Matzarakis (1994): Bestimmung von stadtklimarelevanten Luftleitbahnen. UVP-Report, 5, S. 265 -268.
- Mitsch, W. J., Bernal, B., Nahlik, A. M., Mander, Ü., Zhang, L., Anderson, C. J., Jørgensen, S. E. & Brix, H. (2013): Wetlands, carbon, and climate change. Landscape Ecology 28 (4): 583-597.
- Mosimann, Thomas (2007): Wirkung von Erosionsschutzmaßnahmen. – Institut für Physische Geographie und Landschaftsökologie, Leibnitz Universität Hannover, S. 11, Hannover.
- Owen, S.M.; A.R. MacKenzie; H.Stewart;R. Donovan; C.N.Hewitt (2003): Biogenic Volatile Organic Compound (VOC) Emission Estimates from an Urban Tree Canopy. Ecological Applications. Volume 13, Issue 4, August 2003, Pp 927–938
- Roloff, A. & S. Gillner (2007): Gehölzartenwahl im urbanen Raum unter dem Aspekt des Klimawandels. In: BdB (Hrsg.) Forschungsstudien: Klimawandel und Gehölze. Bonn.

- Roloff, A.; S. Bonn; S. Gillner (2008): Klimawandel und Baumartenwahl in der Stadt – als Straßenbäume geeignete Arten. Allg. Forstztzshr. / Der Wald 63: S. 398-399.
- Scherwaß, U. (1999): Nutzungstypenkartierung der Stadt Emmerich. – IVÖR-Gutachten im Auftrag der Stadt Emmerich, Amt für Umweltschutz. Düsseldorf.
- 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 stadtklimarelevanten Luftleitbahn. In: Gefahrenstoffe – Reinhaltung der Luft 63, S. 381-386.
- Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (2008): Städtebauliche Klimafibel Online.