

5.2.2 Baukasten für die Stadt –und Freiraumgestaltung

Der vorliegende Baukasten zeigt die Möglichkeiten einer klimaangepassten Stadt- und Freiraumgestaltung auf. Dabei werden drei Handlungsebenen unterschieden, auf denen Klimaanpassungsmaßnahmen im Rahmen der Planung umgesetzt werden können. Jeder Handlungsebene werden unterschiedliche Bausteine zugeordnet, die zukünftig bei der klimaangepassten Gestaltung von Quartieren, Freiräumen und Gebäuden in Landshut umgesetzt werden können.



Abb. 57 klimawandelgerechte Stadt

HANDLUNGSEBENE 1: SIEDLUNGSPLANUNG UND STÄDTEBAU

Bei der Neuplanung von Siedlungen und Gewerbegebieten können die Auswirkungen des Klimawandels frühzeitig mitgedacht und durch eine klimagerechte Gebäudegruppierung und Freiflächenplanung berücksichtigt werden:

- Kaltluftzufuhr sichern und verbessern
- Schaffung, Optimierung und Vernetzung von Grünflächen
- Angepasste Gruppierung von Gebäuden
- Schaffung von Abfluss- und Retentionsflächen



HANDLUNGSEBENE 2: STRASSEN- UND FREIRAUMGESTALTUNG

Öffentliche Straßen- und Freiräume bilden wichtige Aufenthalts- und Transiträume für die Landshuter Bevölkerung. Hier bieten sich viele Möglichkeiten, durch eine klimagerechte Umgestaltung die Belastung durch klimatische Einflüsse zu mindern und die Aufenthaltsqualität zu verbessern:

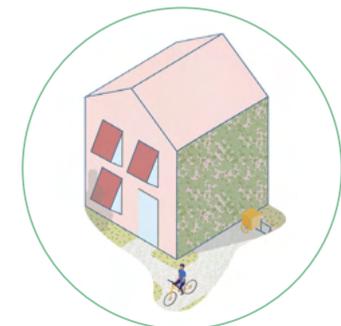
- Entsiegelung von Flächen
- Baumpflanzungen
- Mobiles Grün
- Pflanzbeete
- Offene Wasserflächen
- Bewegtes Wasser
- Erhöhung des Rückstrahlvermögens
- Konstruktive Verschattungselemente
- Versickerungsmulden und -gräben
- Rigolen
- Entschärfung von Abflusshindernissen
- Notabflusswege



HANDLUNGSEBENE 3: GEBÄUDEPLANUNG

Auch bei der Errichtung bzw. Sanierung von öffentlichen und privaten Gebäuden bieten sich mehrere Potenziale, durch gezielte Maßnahmen den Schutz vor klimatischen Einflüssen bei Hitze oder Starkregen zu erhöhen:

- Fassadenbegrünung
- Dachbegrünung
- Farb- und Materialwahl
- Retentions(grün)dächer
- Verschattungselemente am Gebäude
- Gebäudekühlung
- Objektschutz vor Überflutungen
- Regenwassernutzung





HANDLUNGSEBENE 1: SIEDLUNGSPLANUNG UND STÄDTEBAU

Die Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung auf übergeordneter städtebaulicher Ebene bildet die Basis für eine klimagerechte Entwicklung von Stadt- und Freiräumen. Insbesondere städtebauliche Neubauprojekte in Landshut bieten die Chance, im Rahmen der Planung die zukünftige Hitzebelastung eines Quartiers bereits vorab zu reduzieren und starkregen- oder hochwasserbedingte Überflutungsgefahren und daraus resultierende Sachschäden zu vermeiden. Für die Hitzevorsorge spielen auf stadträumlicher bzw. Quartiersebene drei Aspekte eine zentrale Rolle:

- **Belüftung des Stadtraums:** in der Gestaltung der Quartiersstruktur sind Kaltluftzufuhr und -produktionsflächen unbedingt zu berücksichtigen und in ihrer Funktion zu sichern.
- **Grünvernetzung:** Grünflächen und begrünte Wegeverbindungen wirken kühlend auf den umliegenden Stadtraum und dienen gleichzeitig als Rückzugsräume und kühle Routen für die Bevölkerung an heißen Tagen. Bei der Quartiersplanung sollte eine durchgehende Vernetzung der Grünstrukturen angestrebt werden.
- **Einstrahlung:** die tageszeitliche Verteilung der direkten Sonneneinstrahlung hat einen großen Effekt auf das Mikroklima. Werden die Strahlungsverhältnisse in der Planung bereits frühzeitig berücksichtigt, kann durch die

Ausrichtung von Straßen und Gebäuden die Verschattung gezielt optimiert und so die Aufheizung des Stadtraums reduziert werden.

Zur planerischen Vermeidung von Überflutungen muss ein besonderer Fokus auf die folgenden Aspekte gelegt werden:

- **Regenwasserbewirtschaftung:** Vor dem Hintergrund der zu erwartenden Veränderungen im Niederschlagsgeschehen, gilt es auf Quartiersebene integrierte Lösungen zur Regenwasserbewirtschaftung zu entwickeln, die in der Lage sind unterschiedliche Niederschlagsverhältnisse (Bemessungsregen, Trockenperioden, Starkregen) zu bewältigen. Im Vordergrund stehen dabei Maßnahmen zur dezentralen Versickerung und Verdunstung sowie zur Speicherung und Wiederverwendung von Regenwasser (z.B. zu Bewässerungszwecken).
- **Starkregenmanagement:** Um Überflutungen in Senken oder im Unterlauf von Hauptfließwegen (auch „schlafende Gewässer“) zu vermeiden, bedarf es bei der Quartiersplanung einer frühzeitigen vernetzten Betrachtung von Ursprungs- und Wirkräumen starkregenbedingter Überflutungen sowie der Planung eines Systemes zur schadlosen Ableitung (Notabflusswege) bzw. des Rückhaltes von Abflussspitzen im Plangebiet.

Grundsätzlich sind Maßnahmen im Bestand schwieriger zu planen und umzusetzen. Daher gilt es umso mehr, eine klimagerechte Planung bei Neuvorhaben zu berücksichtigen. Neben den vielfältigen Maßnahmen, die die Stadt Landshut bereits ergriffen hat, gilt es Synergien zwischen den Lösungsansätzen der Hitze- und Starkregenvorsorge zu nutzen. Das größte Synergiepotenzial für die Kombination von Hitze- und Starkregenvorsorge auf dieser Maßstabsebene bieten sich bei der Geländemodellierung sowie bei der Planung von Freiflächen: So können beispielsweise Frischluftschneisen oder Grünflächen temporär als Rückhalte-räume für Abflussspitzen bei Starkregen vorgesehen werden. Gleichzeitig kann durch die Versickerung bzw. den Rückhalt von Niederschlagswasser und die dadurch erhöhte Verfügbarkeit von Bodenwasser die kühlende Wirkung von Grünflächen erhöht werden, da der Vegetation mehr Wasser zur Verdunstung zur Verfügung steht.

Um eine klimagerechte Planung neuer Stadtquartiere in Landshut sicherzustellen, bedarf es vor allem der intensiven Zusammenarbeit zwischen Stadtplanung, Grünflächenplanung und Stadtentwässerung. Die Aussagen der Planungshinweiskarte Stadtklima und der Starkregengefahrenkarte für die im Fokus stehenden Flächen sowie die Handlungsempfehlungen des vorliegenden Konzeptes sollten frühzeitig im Planungsprozess (Flächenauswahl, Vorentwurf) berücksichtigt werden. Je nach Größe des zu entwickelnden Gebietes sollte entschieden werden, ob Detailgutachten (mikroklimatische Bewertung von Planungsvarianten; Überflutungsnachweis etc.) erforderlich sind.

Um die Umsetzung der im Planungsprozess festgelegten Maßnahmen zur Hitze- und Starkregenvorsorge sicherzustellen, können wie bereits in der Vergangenheit im Bebauungsplan entsprechende (textliche) Festsetzungen z.B. zur Begrünung (Gründächer, Zisternen, geringe Versiegelung) oder zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung auf den Grundstücken getroffen werden.



Abb. 59 Maßnahmenempfehlungen zur Klimaanpassung bei der Siedlungsplanung und beim Städtebau



Kaltluftzufuhr sichern und verbessern

Eine zentrale Maßnahme zur Verringerung des Stadtklimaeffekts und zur Verbesserung des thermischen Komforts, insbesondere in urbanen Räumen, ist die Belüftung des Stadtraumes. Diese kann durch die Bewahrung von Kaltluftproduktionsflächen und -leitbahnen gesichert und unter Umständen durch gezielte Eingriffe sogar verbessert werden. Um eine Zufuhr von Kaltluft aus dem Umland bis in die inneren Stadtbereiche Landshuts zu bewirken, ist der Erhalt bzw. die Schaffung zusammenhängender Leitbahnen besonders wichtig (Seite 49). Grundsätzlich ist eine geringe Oberflächenrauigkeit günstig für die Leitung von Luftmassen. Der negative Effekt von Strömungshindernissen, beispielsweise von Bäumen, kann sehr hoch sein.

Es können Synergien mit der Regenwasserbewirtschaftung und mit der Starkregenvorsorge erzeugt werden: Kaltluftleitbahnen werden häufig von vernetzten Grünräumen oder Gewässern gebildet. Sie können (multifunktional) zum Rückhalt von Regenwasser im Starkregenfall genutzt werden oder durch Versickerung und Verdunstung von Niederschlagswasser den natürlichen Wasserkreislauf fördern und das Kanalnetz entlasten.

Kaltluftleitbahnen erfüllen zudem wertvolle Beiträge zur Frischluftzufuhr bzw. zur Reduktion des Feinstaub- und Schadstoffgehaltes im Stadtraum. Nicht zuletzt dienen die Räume der Naherholung für die Landshuter Bevölkerung und bieten wichtige Rückzugsräume für heimische Arten.



Schaffung von Abfluss- und Rückhalteräumen

Um die Gefahr starkregenbedingter Überflutungen im Siedlungsraum zu vermeiden bzw. zu reduzieren, gilt es das bestehende Netzwerk aus Räumen in der Zukunft weiter auszubauen bzw. zu optimieren, das im Falle einer Überlastung des Kanalsystems eine möglichst schadlosen Abfluss bzw. den Rückhalt von Abflussspitzen sicherstellen kann. Ziel sollte es sein, Raum zu schaffen, an dem das überschüssige Regenwasser temporär aufgefangen wird, um es nach Ablauf des Regenereignisses gedrosselt in das Landshuter Kanalnetz bzw. in ein Oberflächengewässer einzuleiten. Das System zur Starkregenvorsorge sollte zudem immer integriert mit den Elementen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung betrachtet werden (Versickerungsmulden, Dachflächen etc.)

Bei der Suche nach möglichen Rückhalteflächen und Notabflusswegen sollten auch die Potenziale im Außenraum der Siedlungsflächen in Erwägung gezogen werden. Gerade im Oberlauf der Fließwege ist der frühzeitige Rückhalt von Abflüssen von besonderer Bedeutung, um unkontrollierte Sturzfluten im

Siedlungsraum zu verhindern. Die Drosselung der Abflüsse kann hier z.B. durch eine Renaturierung von Gewässern und/oder durch die Erweiterung von Gewässerräumen als Überschwemmungsflächen erhöht werden.

In den Bestandsquartieren ohne größere Freiflächenpotenziale kann die Ableitungs- und Rückhaltefunktion mit weiteren Nutzungen (multifunktional) kombiniert werden – z.B. indem sie in Verkehrs- oder Sportflächen integriert werden. Die meiste Zeit erfüllen diese Orte weiterhin ihren Hauptzweck. Nur im seltenen Fall eines Starkregens übernehmen sie kurzzeitig die Funktion der Überflutungsvorsorge. Überschüssiges Wasser wird dann in abgesenkten Bereiche geleitet, temporär zurückgehalten und anschließend versickert oder gedrosselt abgeleitet. In Abhängigkeit von den potenziellen Nutzungskonflikten vor Ort sollten möglichst kurze Entleerungszeiten (<24 h) angestrebt werden. Je nach Nutzungsintensität sind darüber hinaus bei der Gestaltung Anforderungen an die Verkehrssicherheit und an die Barrierefreiheit zu berücksichtigen.



Angepasste Gruppierung von Gebäuden

Die städtebauliche Gruppierung von Gebäuden hat einen großen Einfluss auf das lokale Mikroklima, da die Anordnung und Kubatur der Gebäude das lokale Windfeld und somit die Belüftung des Quartiers beeinflussen können. Durch die Simulation des Einflusses von städtebaulichen Entwürfen auf lokale Strömungsmuster kann erkannt werden, wie die Kaltluftströme trotz einer Bebauung bestmöglich erhalten werden können.

Auch auf Blockebene ist die Gewährleistung einer guten Durchlüftung essenziell für die Hitzevorsorge. Gerade bei geschlossener Bebauung mit einer höheren Geschossigkeit ist der Luftaustausch meist begrenzt. In sommerlichen

Hitzeperioden kommt es dadurch zu einer stärkeren Überwärmung. Um dem entgegenzuwirken, sollte darauf geachtet werden, durch entsprechende Öffnung der Bebauungsstrukturen und unter Berücksichtigung lokaler Strömungsmuster eine Ventilation herzustellen.

Das Mikroklima in einem Quartier wird auch stark von den Einstrahlungsverhältnissen bzw. dem tageszeitlichen Schattenwurf der Gebäude selbst beeinflusst. Durch eine günstige Anordnung der Gebäude und Grünelemente können daher auch die Einstrahlungsverhältnisse optimiert werden.



Schaffung von Abfluss- und Rückhalteräumen

Um die Gefahr starkregenbedingter Überflutungen im Siedlungsraum zu vermeiden bzw. zu reduzieren, gilt es das bestehende Netzwerk aus Räumen in der Zukunft weiter auszubauen bzw. zu optimieren, das im Falle einer Überlastung des Kanalsystems eine möglichst schadlosen Abfluss bzw. den Rückhalt von Abflussspitzen sicherstellen kann. Ziel sollte es sein, Raum zu schaffen, an dem das überschüssige Regenwasser temporär aufgefangen wird, um es nach Ablauf des Regenereignisses gedrosselt in das Landshuter Kanalnetz bzw. in ein Oberflächengewässer einzuleiten. Das System zur Starkregenvorsorge sollte zudem immer integriert mit den Elementen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung betrachtet werden (Versickerungsmulden, Dachflächen etc.)

Bei der Suche nach möglichen Rückhalteflächen und Notabflusswegen sollten auch die Potenziale im Außenraum der Siedlungsflächen in Erwägung gezogen werden. Gerade im Oberlauf der Fließwege ist der frühzeitige Rückhalt von Abflüssen von besonderer Bedeutung, um unkontrollierte Sturzfluten im

Siedlungsraum zu verhindern. Die Drosselung der Abflüsse kann hier z.B. durch eine Renaturierung von Gewässern und/oder durch die Erweiterung von Gewässerräumen als Überschwemmungsflächen erhöht werden.

In den Bestandsquartieren ohne größere Freiflächenpotenziale kann die Ableitungs- und Rückhaltefunktion mit weiteren Nutzungen (multifunktional) kombiniert werden – z.B. indem sie in Verkehrs- oder Sportflächen integriert werden. Die meiste Zeit erfüllen diese Orte weiterhin ihren Hauptzweck. Nur im seltenen Fall eines Starkregens übernehmen sie kurzzeitig die Funktion der Überflutungsvorsorge. Überschüssiges Wasser wird dann in abgesenkten Bereiche geleitet, temporär zurückgehalten und anschließend versickert oder gedrosselt abgeleitet. In Abhängigkeit von den potenziellen Nutzungskonflikten vor Ort sollten möglichst kurze Entleerungszeiten (<24 h) angestrebt werden. Je nach Nutzungsintensität sind darüber hinaus bei der Gestaltung Anforderungen an die Verkehrssicherheit und an die Barrierefreiheit zu berücksichtigen.



HANDLUNGSEBENE 2: STRASSEN- UND FREIRAUMGESTALTUNG

Der Gestaltung von Straßen- und Freiräumen kommt bei der Klimaanpassung in Landshut eine besondere Bedeutung zu. Die Minderung der thermischen Belastung öffentlicher Räume in sommerlichen Hitzeperioden ist nicht nur für die Aufrechterhaltung ihrer Funktion als Aufenthalts- und Transitraum wichtig. Sie ist auch maßgeblich für die Erhaltung eines gesunden Wohnumfeldes. Insbesondere sensible Bevölkerungsgruppen sind auf die Schaffung gesunder klimatischer Verhältnisse im öffentlichen Raum angewiesen, da sie gegenüber Hitze besonders anfällig sind. Und auch zur Starkregenvorsorge kann die Anpassung des öffentlichen Raum einen wichtigen Beitrag leisten – viele kleine Eingriffe können in der Summe eine bedeutende Wirkung für den Überflutungsschutz haben.

Die nachfolgend vorgestellten Anpassungsmaßnahmen der Hitze- und Starkregenvorsorge in Straßen- und Freiräumen bieten vielfältige Synergiepotenziale. Grundsätzlich unterstützen viele der dargestellten Maßnahmen das Konzept der „Schwammstadt“ (Abb. 53), das die Ziele einer naturnahen Regenwasserbewirtschaftung mit der Hitze- und Trockenheitsvorsorge verknüpft und darauf abzielt, Niederschlagswasser dort zwischenzuspeichern und zu verdunsten oder versickern, wo es anfällt. Folgende Aspekte sind bei der Anpassung von Straßen- und Freiräumen zur Hitzevorsorge von besonderer Bedeutung:

- **Erhöhung der Verdunstung:** Die Verdunstung von Wasser über Vegetation, Böden, offene Wasserflächen oder Brunnen kühlt den Stadtraum und verbessert somit das Mikroklima.
- **Optimierung der Strahlungsbilanz:** Ziel der Klimaanpassung ist es einerseits die Einstrahlung durch Verschattung zu reduzieren. Zusätzlich wird auch die Erhöhung der Rückstrahlung und Reduktion der Wärmespeicherung von Oberflächen angestrebt. Eine kombinierte Anpassung dieser drei Faktoren (Einstrahlung, Rückstrahlung, Wärmespeicherung) bewirkt eine deutliche Verbesserung des thermischen Komforts.

Hinsichtlich der Starkregenvorsorge gilt es bei der Gestaltung von Straßen- und Freiräumen vorwiegend die folgenden Zielrichtungen zu verfolgen:

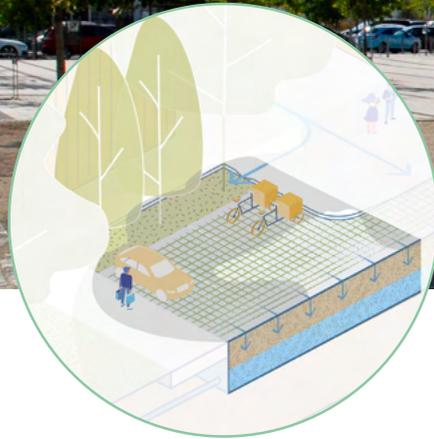
- **Dezentraler Rückhalt:** Die Schaffung vieler dezentraler Retentionsmöglichkeiten (z.B. Mulden, Rigolen etc.) kann das oberflächige Abfließen von Regenwasser verhindern oder zumindest reduzieren. Das gesammelte Regenwasser sollte dabei möglichst vor Ort versickert oder verdunstet werden, um es dem natürlichen Wasserkreislauf zuzuführen und einen Beitrag zur Hitze- und Trockenheitsvorsorge zu leisten.

- **Schadfreie Ableitung:** Kann ein Niederschlagsabfluss an der Oberfläche nicht vollständig verhindert werden, sollte sie zumindest so gestaltet werden, dass das Wasser möglichst kontrolliert und schadfrei in weniger empfindliche Bereiche abgeführt wird.

Für eine klimagerechte Straßen und Freiflächengestaltung bedarf es der intensiven Zusammenarbeit insb. von Stadt-, Straßen-, Umwelt-, Grünflächen- und Entwässerungsplanung. Dabei sind neben gestalterischen und technischen Aspekten zur Herstellung auch immer Fragen der Instandhaltung und Unterhaltung der Maßnahmenbausteine zu klären. Neben den städteigenen Mitteln können auch private oder öffentlich-privat organisierten Gruppen („Crowdfunding“) oder Unternehmen (Sponsoring, Patenschaften) die Finanzierung und die Unterhaltung von öffentlichen Begrünungsmaßnahmen übernehmen.



Abb. 65 Maßnahmenempfehlungen zur Klimaanpassung bei der Straßen- und Freiraumgestaltung



Entsiegelung von Flächen

Durch einen gezielten Rückbau versiegelter Oberflächen kann das lokale Stadtklima – abhängig von der Flächengröße und anschließenden Ausgestaltung der Oberfläche – spürbar verbessert werden. Bei Anlegung als Rasen- und Pflanzflächen infolge der Entsiegelung ist der positive Effekt auf das Mikroklima höher, als bei einer anschließenden Befestigung, z.B. mit wasserdurchlässigen Belägen. Sofern aus funktionalen Gründen eine vollflächige Entsiegelung nicht möglich ist, können Flächen alternativ mit einem wasserdurchlässigen Befestigungsmaterial gestaltet werden. Durch eine Teilentsiegelung kann – je nach Art des Befestigungsmaterials – zumindest ein Teil des Niederschlags in den Untergrund eindringen und gespeichert, versickert oder verdunstet werden. Durch die Verdunstung und die gegenüber versiegelten Flächen meist günstigeren thermischen Eigenschaften erwärmen sich wasserdurchlässige Beläge in der Regel weniger als dichte Befestigungen. Dabei bieten sich viele Materialien mit unterschiedlicher

Durchlässigkeit an, z. B. Schotterrasen, Rasengittersteine, Rasenfugenpflaster, Betonpflastersteine mit Drainfugen oder poriger Beton. Auf stärker befahrenen Straßen kann Drinaspalt eingesetzt werden, der sowohl versickerungsfähig ist als auch lärmindernd wirkt.

Eine Entsiegelung von Flächen bietet zahlreiche Synergien mit den Zielen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und des Bodenschutzes. Durch eine Begrünung können zudem neue Lebensräume für die städtische Flora und Fauna geschaffen werden. Konfliktpotenziale können hinsichtlich der Barrierefreiheit und der Erreichbarkeit entsprechender Flächen mit Kraftfahrzeugen entstehen. Die Befestigungen sollten daher immer in Bezug auf die vorgesehene Funktion der Flächen ausgewählt werden.



Baumpflanzungen

Stadtbäume verschatten einerseits den öffentlichen Raum oder Gebäude und reduzieren somit tagsüber die Aufheizung dieser Oberflächen. Andererseits wirkt die Verdunstung von Regenwasser durch ihr Blattwerk kühlend. Bäume können somit die Hitzebelastung eines Stadtraumes deutlich reduzieren. Die Höhe des kühlenden Verdunstungseffekts ist stark abhängig von der Wasserverfügbarkeit: wird ein Baum in Trockenperioden bewässert, kann er mehr Wasser verdunsten. Bei der Reduktion städtischer Hitze durch Stadtbäume kommt es auch auf die Pflege und eine sorgfältige Vorbereitung der Pflanzgruben an, die durch den Einsatz von Baumrigolen der Wasserhaushalt eines Baumes optimiert werden kann. In der Rigole kann Niederschlagswasser zurückgehalten und gespeichert werden und zu einem späteren Zeitpunkt zur Bewässerung eingesetzt werden. Auch zur Starkregenvorsorge können Baumrigolen einen Beitrag leisten, die stark vom jeweiligen Retentionsvolumen der Rigole abhängig ist.

Bäume werten das Stadtbild positiv auf und unterstützen die Biodiversität, indem sie der urbanen Fauna Rückzugsräume und Nahrung bieten. Weiterhin dienen sie dem Klimaschutz, indem sie CO₂ sowie Feinstaub und Luftschadstoffe aus dem Straßenverkehr binden.

In vielen Fällen ist die Auswahl der Baumarten ausschlaggebend: die Größe und Art der Bäume sollte dem Standort entsprechen, die Toleranz gegenüber erwartbaren Umweltbedingungen (Hitze, Trockenheit, Starkregen und Sturm, Luftverschmutzung) gegeben sein und das Allergiepotezial möglichst gering. In Landshut wird die Neuanpflanzung klimawandelintoleranter Baumarten bereits teilweise erprobt.

Es ist zu berücksichtigen, dass dichte Straßenbäume in engen Straßenschluchten während sommerlichen Tropennächten die Abkühlung des Stadtraumes und die Luftqualität auch negativ beeinflussen können, da die Baumkronen die effektive Wärmeausstrahlung der Oberfläche reduzieren und den Luftmassenaustausch verhindern.



Mobiles Grün

Einige Orte in der Stadt lassen aufgrund der Standortbedingungen keine dauerhafte, bodengebundene Begrünung zu. Gründe hierfür können beispielsweise die Nutzung der Flächen, unterirdische Leitungen oder Belange des Denkmalschutzes sein. In diesen Fällen kann zur Hitzeminderung eine mobile Begrünung durch in Pflanzkästen angelegte Bäume und Sträucher in Erwägung gezogen werden, die bewegt werden können und somit kurzfristig platziert oder auch umgesetzt werden können. Solche Pflanzkästen können, ähnlich wie Hochbeete, bedenkenlos auf versiegelten oder kontaminierten Flächen aufgestellt werden. Somit entfallen auch die Kosten für eine aufwendige Entsiegelung und Vorbereitung des Untergrundes. Da mobile Pflanzkästen nicht mit dem Boden bzw.

Grundwasser in Verbindung stehen, müssen sie in längeren Trockenperioden bewässert werden. Zusätzlich sollte Staunässe vorgebeugt werden.

Auch mobiles Grün filtert Feinstaub und Schadstoffe aus der Luft. Bei entsprechender Bepflanzung, kann es auch zu einer Verschattung von Flächen beitragen. Angesichts des geringeren Boden- und Grünvolumens gegenüber bodengebundenen Grünflächen oder Straßenbäumen ist der Effekt jedoch weniger ausgeprägt. Grundsätzlich kann eine mobile Begrünung positiv auf das Stadtbild und auf die Aufenthaltsqualität wirken: Es kann versiegelte Plätze und Straßenzüge optisch aufwerten.



Pflanzbeete

Die Begrünung von Straßenzügen, Innenhöfen und öffentlichen Plätzen, zum Beispiel durch Pflanzbeete reduziert über die Verdunstung der Vegetation den städtischen Wärmeinseleffekt. Grundsätzlich ist die kühlende Wirkung abhängig vom Volumen und der Verdunstungsleistung der Begrünung (Rasen verdunstet weniger Wasser als große Stauden und Büsche) sowie von der Verfügbarkeit von Bodenwasser (ist der Oberboden in sommerlichen Trockenperioden ausgetrocknet, kann über die Vegetation kein Wasser verdunsten). Es sollte daher bei der Anlage solcher Flächen darauf geachtet werden, eine möglichst gute Wasserversorgung sicherzustellen. Dies kann entweder durch aktive Bewässerung in Trockenperioden geschehen oder durch die Kombination mit Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen. So kann das wenig belastete Niederschlagswasser von

anliegenden Dach- und Hofflächen in die dafür ausgelegten Grünflächen geleitet werden, in denen es kurzfristig gespeichert und anschließend verdunstet oder (bei günstigen Bodenbedingungen) über die belebte Bodenzone in den Untergrund versickert wird.

Zudem bietet die Anlage von Pflanzbeeten potenziell Synergien mit der Starkregenvorsorge. Bei entsprechender Dimensionierung oder einer Kombination mit zusätzlichen Rückhaltemulden oder Speicherrigolen kann ein zusätzliches Volumen zur Überflutungsvorsorge bei extremen Niederschlägen geschaffen werden, indem die wenig belasteten Abflüsse temporär in den Tiefbeeten eingestaut und gedrosselt abgeleitet oder versickert werden.



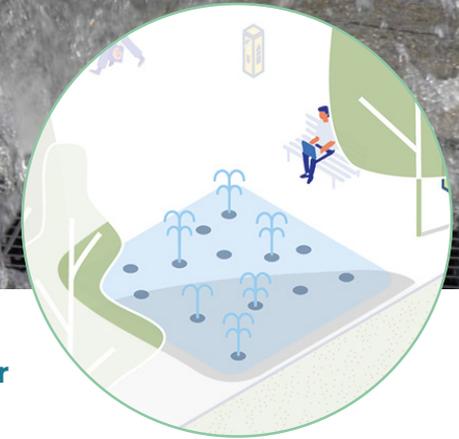
Offene Wasserflächen

Die Schaffung offener Wasserflächen wie Seen, Teiche, Weiher und Kanäle bewirkt insbesondere tagsüber eine Verbesserung der thermischen Situation durch Verdunstungskühlung und erhöht gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit. Die kühlende Wirkung ist umso stärker, je größer die Wasseroberfläche ist. In längeren Hitzeperioden kann sich die kühlende Wirkung in der Nacht unter Umständen umkehren: heizen sich die Wasserflächen über mehrere Tage oder sogar Wochen stark auf, sind sie nachts wärmer als die umgebenden Luftmassen und verringern die nächtliche Abkühlung des Stadtraums.

Offene Gewässer können gleichzeitig einen bedeutenden Beitrag zur Überflutungsvorsorge bei Starkregen leisten: Bei ihrer Anlage sollten zusätzliche Retentionsvolumen vorgesehen werden, sodass sie im Falle eines extremen

Niederschlages einen Teil des anfallenden Regenwassers aus dem umliegenden Stadtraum aufnehmen und temporär zurückhalten können.

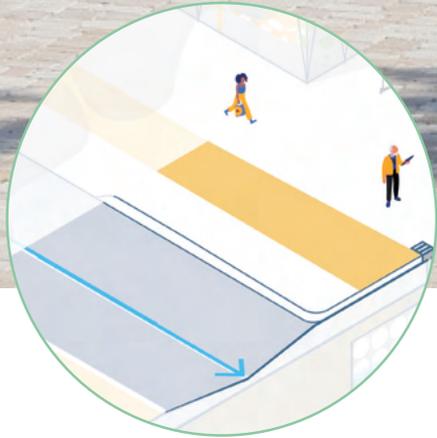
Eine Abwandlung dieser Maßnahme stellen bepflanzte Wasserflächen bzw. feuchte Vegetationsflächen (sogenannte „Urban Wetlands“) dar. Die Bepflanzung kann, gerade bei kleinen Wasserflächen, die Verdunstung der Wasserfläche erhöhen. Zusätzlich kühlt die Vegetation nachts stärker aus und die Wasserflächen erwärmen sich durch die Verschattung der Vegetation tagsüber weniger. Urban Wetlands können auch so angelegt sein, dass die Bepflanzung nicht jederzeit im Wasser steht – eine Wasserverfügbarkeit sollte jedoch durchgängig gewährleistet sein, da die standorttypischen Arten meist eine geringe Trockenresistenz aufweisen.



Bewegtes Wasser

Durch die Integration von bewegtem Wasser in den Stadtraum, zum Beispiel durch Springbrunnen, Wassertretbecken, Wasserspielplätze, Zerstäuber oder Fontänenfelder, kann der städtischen Überwärmung in sommerlichen Hitzeperioden entgegengewirkt werden. Der Effekt der Kühlung ist bei bewegtem Wasser deutlich höher, als bei stehenden Wasserflächen, da die verdunstungsfähige Oberfläche durch die Bewegung vergrößert wird. Lokal lässt sich das Mikroklima durch bewegtes Wasser deutlich verbessern. Am höchsten ist der Effekt in Räumen mit geringem Luftmassenaustausch – wie etwa auf kleinen Stadtplätzen oder in engen Innenhöfen.

Bewegte Wasserelemente im öffentlichen Raum können auch die städtebauliche Gestaltung und dadurch die Aufenthaltsqualität verbessern. Gerade im Hochsommer werden bewegte Wasserelemente von der Bevölkerung, nicht nur Kindern, zur Abkühlung genutzt. Neben der Reduktion der städtischen Überhitzung, können bewegte Wasserelemente den Stadtraum attraktiver und interessanter machen.



Erhöhung des Rückstrahlvermögens

Zur Vermeidung einer starken Aufheizung von Oberflächen wie Straßen, Fassaden und Dächern empfiehlt es sich eine möglichst hohe Rückstrahlung bzw. „Albedo“ anzustreben. Verschiedene Studien bestätigen die hohe Wirksamkeit zur Reduktion des Wärmeinseleffekts.

Der Wert für die Albedo einer Fläche liegt zwischen null (gering) und eins (hoch) und beschreibt das Rückstrahlvermögen – das bedeutet helle und glatte Oberflächen mit hoher Albedo reflektieren einen großen Anteil der einfallenden Sonnenstrahlung und absorbieren dementsprechend weniger Energie. Dadurch heizen sie sich weniger auf, was einen messbaren positiven thermischen Effekt auf den umliegenden Stadtraum hat. Je höher der Albedowert, desto weniger Strahlung wird absorbiert.

Anders als Grünflächen wirken Oberflächen mit hoher Albedo nicht direkt „kühlend“, jedoch deutlich weniger „heizend“, als Oberflächen mit geringer Albedo. Eine Erhöhung der Rückstrahlung kann durch die Verwendung möglichst heller Materialien in der Straßenraumgestaltung und durch den hellen Anstrich exponierter (insbesondere südausgerichteter) Fassaden und Dachflächen erreicht werden. Auch durch eine Begrünung kann die Albedo einer Oberfläche erhöht werden, da Pflanzen in der Regel eine höhere Albedo aufweisen als versiegelte Oberflächen (z.B. Asphalt).

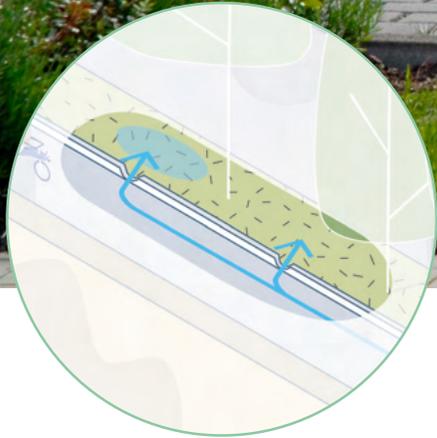
Der Albedowert kann in der Bauleitplanung oder bei städtebaulichen Verträgen helfen, Vorgaben über die Aufheizung von Oberflächen zu treffen. In Einzelfällen können jedoch Konfliktpotenziale mit denkmalpflegerischen Belangen bestehen.



Konstruktive Verschattung

Eine Alternative zur Verschattung öffentlicher Räume durch Bäume stellen konstruktive Elemente dar (z.B. Sonnensegel, Pavillons, Außendächer, Pergolen etc.). Sie reduzieren die einfallende Sonnenstrahlung und die Aufheizung der verschatteten Oberflächen. Beides bewirkt eine Verbesserung des thermischen Komforts und kann somit einen Beitrag zur Hitzevorsorge leisten. Die Kühlungswirkung in den verschatteten Bereichen ist je nach Materialität und Durchlässigkeit der Elemente ungefähr vergleichbar mit der Verschattung durch Bäume. Allerdings fällt der Effekt der Verdunstungskühlung bei dieser Maßnahme weg.

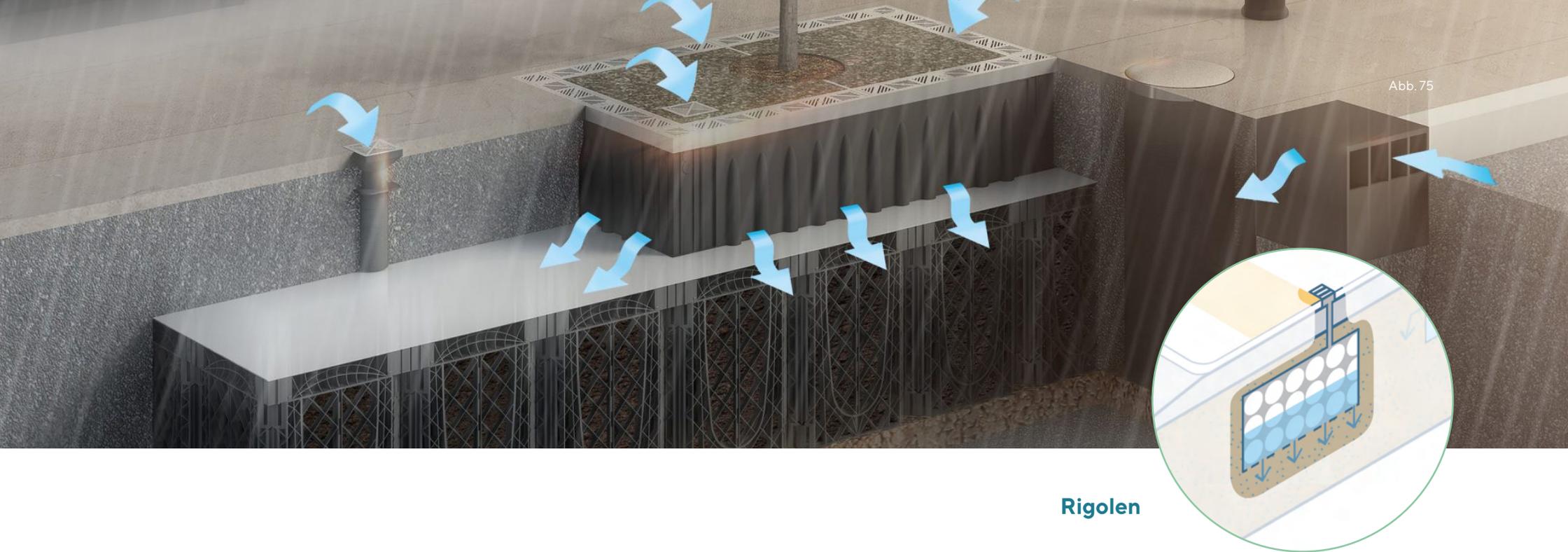
Durch die Einrichtung von Verschattungselementen im öffentlichen Raum kann die städtebauliche Gestaltung und dadurch die Aufenthaltsqualität an heißen Tagen verbessert werden. In Einzelfällen können jedoch Konfliktpotenziale mit denkmalpflegerischen Belangen bestehen.



Versickerungsmulden und -gräben

Die Anlage von (begrünten) Versickerungsmulden oder Versickerungsgräben leistet durch die Stärkung des natürlichen Wasserkreislaufs und die Verbesserung des Bodenwasserhaushalts einen wichtigen Beitrag zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung. Zudem unterstützen begrünte Mulden im Stadtraum die Hitze- und Trockenheitsvorsorge: Durch Rückhalt und Speicherung des Niederschlagswassers ist die Vegetation in Trockenperioden besser mit Wasser versorgt. Dadurch erhöht sich ihre Verdunstungsleistung und der daraus resultierende Kühleffekt.

Versickerungsmulden können grundsätzlich mit Rigolensystemen kombiniert werden, die als Puffer bei länger andauernden Regenfällen dienen. Auch die Versickerung von Straßenabwasser über Mulden ist möglich, sofern der Grundwasserschutz gewährleistet ist. Dazu müssen je nach Art und Umfang der Belastung des Wassers Maßnahmen zur Schadstoffentfernung (z.B. über bewachsenen Oberboden, Filter- oder Sedimentationsanlagen) vorgesehen werden. Vorteile einer Muldenversickerung sind die geringen Herstellungskosten, die Wartungsfreundlichkeit und die hohe biologische Reinigungsleistung.



Rigolen

Bei beengten Verhältnissen oder Nutzungskonflikten im öffentlichen Raum kann zur Erhöhung des Speichervolumens von Niederschlagswasser punktuell auf die Rückhaltung in unterirdischen Speichersystemen zurückgegriffen werden. Diese Füllkörper besitzen in der Regel einen unterirdischen Zulauf und ihr Aufbau ermöglicht eine nahezu freie Nutzung der darüber liegenden Oberfläche. Ihre Entleerung kann vorzugsweise über Versickerung oder alternativ durch eine gedrosselte Ableitung in den Kanal erfolgen. Füllkörperrigolen haben einen sehr geringen Flächenbedarf und weisen ein hohes Rückhaltevolumen bei geringerem Gewicht auf.

Unterirdische Füllkörper können ebenfalls genutzt werden, um Regenwasser zurückzuhalten, das in Trockenperioden für die Grünbewässerung (auch in Kombination mit Bäumen als Baumrigolen) genutzt werden kann. Aus Sicht der Starkregenvorsorge ist bei der Bemessung des Füllstandes jedoch neben dem Netzvolumen auch ein Retentionsvolumen vorzusehen, um die Rückhaltung von Abflussspitzen zu gewährleisten.



Entschärfung von Abflusshindernissen

Die Analyse der Ursachen starkregenbedingter Überflutungen zeigt, dass insbesondere Bereiche rund um hydraulische Engpässe immer wieder zu den Schadensschwerpunkten gehören. Diesen Punkten muss daher eine erhöhte Aufmerksamkeit hinsichtlich baulicher Anpassungen und betrieblicher Überwachung zukommen.

Aufgrund der besonderen topografischen Lage Landshuts gibt es viele kleinere Bäche im Stadtgebiet. Zu Abflusshindernissen zählen die meisten Einlaufbauwerke an der Schnittstelle zwischen offenen und verrohrten Gewässerbereichen, Durchlässe, Düker sowie Einlaufpunkte des Kanalnetzes (Straßeneinläufe, Gullis). Einlaufbauwerke sollten so gestaltet und unterhalten werden, dass die Funktionsfähigkeit auch bei Starkregen erhalten bleibt und ein Versagen dieser Bauwerke die Situation für Ober- und Unterlieger nicht zusätzlich verschärft. Bei der Ausgestaltung von Einlaufbauwerken von offenen in verrohrte Gewässerabschnitte sind

dreidimensionale Rechenanlagen vorzusehen und die Querschnitte der Durchlässe kritisch zu prüfen. Kritische Anlagen können zusätzlich mit Alarm- und Meldeeinrichtungen versehen werden. Zudem ist die Anordnung von ausreichenden Straßeneinläufen beim Straßenbau frühzeitig zu berücksichtigen. Neben punktuellen Einlaufbauwerken (Gullis) bieten sich auch Rinnensysteme zu Ableitung an.

Der Reinigungszyklus der Anlagen sollte an die Gefahrensituation angepasst werden. Planungshinweise sind in einschlägigen Regelwerken und Forschungsprojekten umfassend beschrieben. Im Rahmen der Planung sollten nicht nur offensichtliche Einlaufbauwerke sorgsam geprüft werden, sondern auch die Lage von Bauwerken und Abflusshindernissen an „schlafenden Gewässern“, die erst bei außergewöhnlichen Starkregenereignissen Wasser führen.



Notabflusswege

Durch den technischen Ausbau des Straßenraums bzw. von Teilen der Fahrbahn als temporärer Abflussweg bei außergewöhnlichen Starkregen können durch die kontrollierte Abführung des Niederschlags Überflutungen im Stadtraum verhindert bzw. reduziert werden. Dies kann beispielsweise durch den gezielten Einsatz von Hochborden und/oder durch die Einrichtung eines umgekehrten Dachprofils mit einer Mittelrinne erreicht werden. Bei einem Normalereignis wird das Regenwasser über die üblichen Ableitungselemente gezielt dem Kanalnetz zugeführt oder dezentral versickert. Das abfließende Wasser zu Beginn eines Niederschlags ist meist stärker verschmutzt und wird weiterhin durch die Kanalisation abgeleitet. Im seltenen Fall eines Starkregens werden Abflüsse oberflächlich über die Straße oder dafür vorgesehene Rinnen direkt Richtung Oberflächengewässer oder in dafür geeignete Retentionsflächen geleitet. Notabflusswege können (unter

Beachtung der Auswirkungen auf Dritte) in erheblichem Maße Überflutungen in Senken und Tiefpunkten reduzieren.

Neben den Fahrbahnflächen können auch Rinnen oder Flutmulden als zusätzliche oder separate Notabflusswege im Bereich von Retentionsflächen zur Ableitung von Starkniederschlägen dienen.

Im Zuge der Umsetzung der Maßnahme ist darauf zu achten, dass die Ableitung von Niederschlägen über Notwasserwege keine Gefahr für Verkehrsteilnehmende darstellt. Zusätzlich ist sicherzustellen, dass die Maßnahme keine Einschränkungen in der Barrierefreiheit öffentlicher Verkehrsflächen darstellt.



HANDLUNGSEBENE 3: GEBÄUDEPLANUNG

Die klimaangepasste Gestaltung von Gebäuden verfolgt vier Ziele: Zum einen umfasst sie Maßnahmen, welche zu einer Verbesserung des thermischen Komforts in Innenräumen beitragen. Andererseits können Anpassungsmaßnahmen an der Gebäudehülle zusätzlich eine kleinräumige Verbesserung des Mikroklimas im angrenzenden Stadtraum bewirken. Die dritte Maßnahmenkategorie umfasst Objektschutzmaßnahmen, die Gebäude vor Schäden durch starkregenbedingte Überflutungen schützen. Darüber hinaus beinhaltet die letzte Kategorie Maßnahmen, mit Hilfe derer Gebäude durch den gezielt Rückhalt von Niederschlagswasser selbst einen Beitrag zur Überflutungsvorsorge leisten können.

Die Anpassung des Gebäudebestandes ist im Zuge der erwarteten Zunahme von Hitzewellen im Zuge des Klimawandels besonders wichtig. Der thermische Komfort in Wohnräumen, aber auch am Arbeitsplatz ist für die Gesundheit von zentraler Bedeutung. Eine über mehrere Tage andauernde hohe thermische Belastung in Innenräumen begünstigt Hitzestress, mindert das allgemeine Wohlbefinden und reduziert die Leistungsfähigkeit. Folgende Aspekte spielen bei der klimagerechten Anpassung von Gebäuden eine besondere Rolle:

- **Dämmung und Gebäudekühlung:** Eine Verbesserung der Gebäudedämmung, die auch durch Dach- oder Fassadenbegrünung erzielt werden kann, mindert die Aufheizung von Innenräumen in sommerlichen

Hitzeperioden. Dies ist jedoch für die Herstellung eines komfortablen Innenraumklimas im Zuge des Klimawandels vielerorts nicht mehr ausreichend. Auch die (möglichst klimaschonende) technische Gebäudekühlung gewinnt daher zunehmend an Bedeutung.

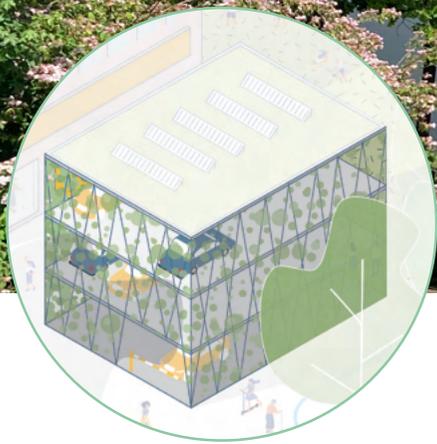
- **Strahlungsbilanz:** Durch die Optimierung der Strahlungsbilanz kann die Aufheizung der Gebäudehülle reduziert werden. Dies mindert die Aufheizung des umliegenden Stadtraumes, ist bei unzureichend gedämmten Gebäuden und in längeren Hitzeperioden jedoch auch positiv für das Innenraumklima. Maßnahmen umfassen beispielsweise die Beschattung von Fassaden zur Verringerung der direkten Einstrahlung (durch Verschattungselemente oder Fassadenbegrünung) und die Verringerung der Wärmespeicherung durch Erhöhung des Rückstrahlvermögens der Oberflächen (durch Verwendung heller Materialien und Farben).
- **Objektschutz vor Überflutung:** Zum Schutz von Gebäuden durch starkregenbedingte Überflutungen ist es notwendig, an Gebäuden Maßnahmen zu ergreifen und Sicherungssysteme einzubauen, die den Schutz vor Überflutungsschäden bei seltenem und außergewöhnlichem Starkregen erhöhen. Befinden sich die Gebäude in der Nähe der Fließgewässer, sind sie zudem auch vor der Gefahr durch Hochwasser sowie Grundhochwasser zu schützen.

- **Retention:** Durch den Rückhalt von Niederschlägen auf oder in Gebäuden (z.B. durch Retentionsgründächer oder Zisternen) kann der Abfluss von Regenwasser in den Kanal reduziert oder gedrosselt werden. Dadurch kann ein wichtiger Beitrag zur Überflutungsvorsorge geleistet werden.

Bislang sind die Gebäude und Liegenschaften in Landshut nicht flächendeckend klimaresilient gestaltet. Ihre Anpassungsfähigkeit an Klimafolgen muss erhöht werden, um für die zukünftigen Herausforderungen des Klimawandels gewappnet zu sein. Es gilt, das klimaangepasste Bauen von Gebäuden ganzheitlich als ein System zu entwickeln und innovative Klimaanpassungsmaßnahmen umzusetzen. Die Stadt Landshut kann dabei durch den klimagerechten Bau oder die Sanierung öffentlicher Gebäude (Schulen, Verwaltung etc.) Vorbild für private Eigenheimbesitzer und -besitzerinnen und Unternehmen sein.



Abb. 79 Maßnahmenempfehlungen im Handlungsebene Gebäudeplanung



Fassadenbegrünung

Durch eine Begrünung von Fassaden kann ein Beitrag zur Reduktion der städtischen Überhitzung und zur Verbesserung des Innenraumklimas geleistet werden. Grüne Fassaden heizen sich weniger auf als herkömmliche Fassaden, wodurch sie weniger Wärme an den umliegenden Stadtraum abgeben. Gleichzeitig bewirkt der Verdunstungseffekt der Vegetation eine weitere Abkühlung. Zusätzlich reduziert sich durch den Schattenwurf der Vegetation auf die Hauswand und die Luftschicht im Zwischenraum die Wärmeaufnahme des Gebäudes. Somit kann durch Fassadenbegrünung sowohl der thermische Komfort in den angrenzenden Freiräumen, als auch im Gebäudeinneren verbessert werden. Auf Straßenniveau ist Fassadenbegrünung in thermischer Hinsicht wirksamer als eine Dachbegrünung.

Bei Fassadenbegrünung kann zwischen einer bodengebundenen und einer fassadengebundenen Begrünung unterschieden werden. Bodengebundene Begrünung kann auf Straßenniveau in dafür vorgesehenen Elementen angepflanzt werden und an Rankhilfen entlang der Fassade geleitet werden. Fassadengebundene Systeme hingegen wachsen in dafür vorgesehenen integrierten Elementen (Pflanzkästen). Sie benötigen eine permanente und bedarfsgerechte Wasser- und Nährstoffversorgung.

Begrünte Fassaden filtern Feinstaub und Schadstoffe aus der Luft und verbessern dadurch die Luftqualität. Die Vegetation bildet Lebensräume und schafft unter Umständen auch Nahrungsangebote. Auch der Einfluss einer Fassadenbegrünung auf das Stadtbild wird meist positiv gesehen. Unter Umständen können jedoch Konflikte mit Belangen des Denkmalschutzes entstehen.



Dachbegrünung

Durch die Begrünung der Dächer von Bestandsgebäuden, Neubauten und (Tief-)Garagen kann sowohl das Lokalklima als auch das Innenraumklima verbessert werden. Die extensive Begrünung zeichnet eine geringmächtige Substratauflage und Bepflanzung (Moose, Sedum-Arten, Gräser und Kräuter) aus. Hier ist der Wartungsaufwand gering und eine Bewässerung nicht notwendig. Demgegenüber ist eine intensive Begrünung sowohl in der Anlage, als auch in der Pflege aufwendiger: sie verfügt über eine mächtigere Substratauflage, auf welcher auch Rasen, Stauden, Sträucher und sogar Bäume angepflanzt werden können. Der stadtklimatische Effekt einer intensiven Dachbegrünung ist durch das höhere Gesamtvolumen der Vegetation und des Bodens und damit verbunden erhöhtem Effekt der Verdunstungskühlung höher. Grundsätzlich ist der stadtklimatische Effekt von Gründächern am höchsten auf Dachniveau. Nur durch die Begrünung vieler Dächer kann ein signifikanter Kühlungseffekt auf Block- und Stadtteilebene erzielt werden. Bei einer Austrocknung der Vegetation bleibt der Kühleffekt aus.

Es bestehen Wechselwirkungen mit einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung: Da die Vegetation und das Bodensubstrat Wasser speichern und über die Verdunstung wieder abgeben, fällt bei Häusern mit begrünten Dächern weniger Abwasser an. Auch für die Starkregenvorsorge halten begrünte Dächer einen Anteil des Niederschlags zurück und beugen somit Überflutungen vor.

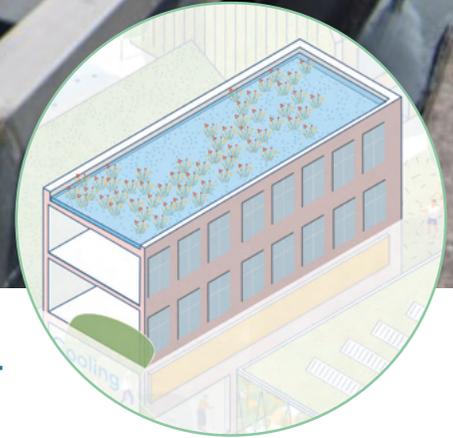
Da die Vegetation Feinstaub und Schadstoffe binden kann, trägt ein Gründach auch zur Verbesserung der Luftqualität bei. Zudem können Dachgärten als Erholungs- und Rückzugsräume oder Nahrungslieferanten nicht nur für Menschen, aber auch Insekten und Vögel dienen. Eine Dachbegrünung schließt die energieökonomische Nutzung des Daches (Photovoltaik) nicht aus.



Farb- und Materialwahl

Durch die Verwendung heller und glatter Oberflächenmaterialien können Fassaden klimawandelgerecht gestaltet werden. Helle und glatte Oberflächen reflektieren einen höheren Anteil der einfallenden Sonnenstrahlung, als dunkle und raue Oberflächen. So heizen sich beispielsweise weiß verputzte Hauswände weniger stark auf als Natursteinwände.

Neben der Albedo, die das oben beschriebene Rückstrahlvermögen einer Oberfläche beschreibt, sind auch die thermischen Eigenschaften (Wärmeleitfähigkeit und Wärmespeicherkapazität) ausschlaggebend für den Einfluss eines Gebäudes auf das umliegende Mikroklima. Speichert eine Fassade nur in geringem Maße Wärme und wird der Wärmedurchgang (z.B. durch Dämmmaterialien) reduziert, beeinflusst dies sowohl das Innenraumklima, als auch das lokale Mikroklima positiv.



Retentions(grün)dächer

Herkömmliche Gründächer können durch die häufig sehr geringmächtige Substratauflage im Fall eines außergewöhnlichen Starkregens nur in geringem Maße zum Rückhalt des anfallenden Niederschlagswassers beitragen. Sollen Dächer dazu genutzt werden auch bei stärkeren Niederschlägen einen substantziellen Anteil des Regenwassers zurückzuhalten, bietet sich die Ausgestaltung als Retentionsdach oder als Retentionsgründach an.

Das Hauptmerkmal von Retentionsgründächern ist, dass sie nicht nur eine Drainageschicht umfassen, die anfallendes Wasser aufnimmt, sondern unterhalb des eigentlichen Begrünungsaufbaus zudem über künstliche Stauräume verfügen. Dort kann Niederschlagswasser zurückgehalten und über ein Drosselement, das im Ablauf verankert ist, langsam in einem definierten Zeitraum (zwischen 24 h

und mehreren Tagen) in die Kanalisation abgeleitet werden. Erst bei Überschreitung der maximalen Rückhaltekapazität der Füllkörper wird das überschüssige Wasser über Notüberläufe in die angrenzenden Freiräume oder Verkehrsflächen geleitet. Das zurückgehaltene Wasser kann ferner zur Bewässerung der Dachbegrünung oder als Grauwasser genutzt werden.

Bei einem Retentionsdach wird ein großflächiges Regenrückhaltebecken auf der Dachfläche vorgesehen, das in der Lage ist, Niederschläge aufzufangen und temporär zu speichern. Im Gegensatz zu Retentionsgründächern dient diese Maßnahme ausschließlich dem Rückhalt und der gedrosselten Ableitung von Starkniederschlägen.



Verschattungselemente am Gebäude

Um den Wärmeeintrag in Wohn- und Arbeitsräume möglichst gering zu halten, sind Sonnenschutzprodukte, die von außen an Gebäuden angebracht werden, am effektivsten. Die in der Sonnenstrahlung enthaltene langwellige Wärmestrahlung wird davon abgehalten durch die Glasscheiben ins Rauminnere zu dringen. Das bedeutet, dass eine Überhitzung der dahinter liegenden Räume so gut wie möglich verhindert wird.

Die Verschattung von Fassaden mithilfe technischer Elemente wie Lamellen, Jalousien oder Markisen reduziert die Einstrahlung an Fassaden bzw. Fenstern und dadurch die Aufheizung der Gebäudeinnenräume. Die Kühlungswirkung ist abhängig vom Material der Elemente (z.B. Lichtdurchlässigkeit und Albedo) sowie von der Art ihrer Anbringung (z.B. Abstand zur Fassade). Die Ausstattung des Daches mit Photovoltaik kann auch zur Kühlung des Gebäudes beitragen.

Außenliegende Verschattungselemente sind selber starken Einflüsse durch die Witterung ausgesetzt. Daraus ergeben sich Anforderungen hinsichtlich ihrer Resistenz gegenüber Windlasten, Feuchtigkeit und UV-Strahlung.



Gebäudekühlung

Dämmung und Verschattung können ein starkes Aufheizen der Innenräume in längeren Hitzeperioden nicht immer verhindern. Daher ist auch die Gebäudetechnik und Bauteilkühlung für die Hitzevorsorge von zunehmender Bedeutung. Die Installation klassischer Klimaanlage soll aufgrund des hohen Energieverbrauchs nicht die bevorzugte Lösung sein. Nachfolgend werden daher Alternativen vorgestellt.

Nachtlüftung und Querlüftung: Für eine gute Ventilation wird Querlüften empfohlen (z.B. durch Fenster an gegenüberliegenden Außenwänden). In Räumen, in denen Lüften nicht möglich ist, können automatisierte Systeme (z.B. Nachtlüftungsklappen mit Außentempersensoren) Abhilfe schaffen.

Adiabate Abluftkühlung: Moderne Bauten sind i.d.R. mit Lüftungsanlagen mit Wärmetauscher ausgestattet, die auch zur Gebäudekühlung eingesetzt werden können. Zurückgehaltenes Wasser wird im Abluftstrom versprüht, wodurch dieser abkühlt. Am Wärmetauscher wird die wärmere Zuluft durch die kühle Abluft vorgekühlt.

Absorptionskälteanlagen: Der Kühleffekt von Absorptionskälteanlagen beruht auf der Ausnutzung der thermischen Eigenschaften eines Kältemittels. Da das System als Kreislauf organisiert ist und einen geringeren Energieverbrauch aufweist, kann diese Art der Kühlung als klimagerechte Alternative betrachtet werden.

Kühlung mit Eisspeicher-Heizung: Beim Wechsel des Aggregatzustandes von Wasser zu Eis wird eine große Menge Energie freigesetzt bzw. absorbiert. Über einen Wärmetauscher kann dies im Winter zur Heizung des Gebäudes genutzt werden, während im Sommer damit die Innenräume gekühlt werden können.

Kühlung über Erdreich- oder Grundwasserwärmepumpen: Beide Anlagen ermöglichen eine effiziente, passive Kühlung: überschüssige Raumwärme wird über das Rohrsystem einer Flächenheizung (z.B. Fußbodenheizung) aufgenommen und über den Wärmetauscher abgeführt.

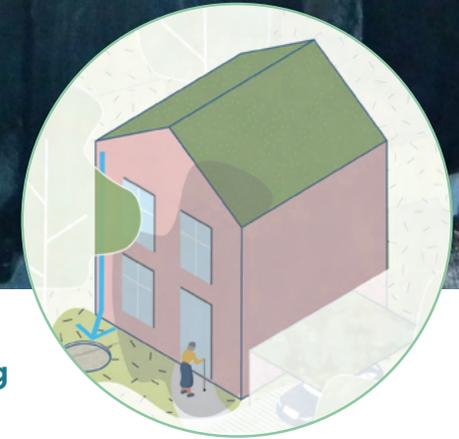


Objektschutz vor Überflutungen

Maßnahmen des Objektschutzes an privaten bzw. öffentlichen Gebäuden bzw. Infrastrukturen verfolgen das Ziel, dass auch bei hohen Wasserständen keine oder nur geringe Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen entstehen. Objektschutzmaßnahmen umfassen einerseits die Abschirmung des Gebäudes vor Überflutungen z.B. durch Mauern oder Schwellen. Ist eine Abschirmung nicht möglich oder nicht ausreichend, kann auch die Abdichtung der Gebäudehülle zur Verhinderung des Eintretens von Wasser angestrebt werden (z.B. durch Tore vor Tiefgaragenzufahrten, flutdichte Kellerfenster an Lichtschächten etc.). Auch die sogenannte „nasse Vorsorge“ kann einen Beitrag zur Schadensprävention leisten: dabei wird ein Gebäude so gestaltet, dass auch ein hoher Wasserstand keine

oder nur sehr geringe Schäden hervorruft. Bei der Planung des Gebäudes wird der Entwurf bewusst an die Möglichkeit einer Überflutung angepasst (z.B. durch Aufständigung des Gebäudes oder die Schaffung der Möglichkeit der gezielten Flutung bestimmter Gebäudeteile, die an diese Belastung angepasst sind).

Bei der Auswahl von Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge ist es von essenzieller Bedeutung, dass die einzelnen Lösungen ineinandergreifen und sich gegenseitig ergänzen. Es ist zudem grundsätzlich zu vermeiden, dass Maßnahmen der Starkregenvorsorge an einem Ort, zu einer Verschärfung der Überflutungsgefahr an einem anderen Ort führen.



Regenwassernutzung

Regenwassernutzungsanlagen (z.B. Zisternen oder Regenwassertonnen) können das auf versiegelten Flächen anfallende Wasser auffangen und für eine Nutzung zu einem späteren Zeitpunkt speichern. Das Regenwasser kann vielseitig wiederverwendet werden und somit den Trinkwasserspeicher entlasten. Durch die Abkoppelung des Regenwasser werden teilweise die Niederschlagsabflüsse reduziert und zurückgehalten, wodurch die Überflutungsvorsorge unterstützt werden kann.

Im privaten Haushalt kann das Regenwasser zum Zwecke der Toilettenspülung aber auch zur Bewässerung privater Gärten (in trockenen Zeiten) gesammelt oder im privaten Haushalten als Brauchwasser genutzt werden. In gewerblichen Bereichen kann Energie eingespart werden, indem anstelle von Klimaanlage Regenwasser zur Verdunstung für die Gebäudeabkühlung genutzt wird. Zudem bieten sich Vorteile in der Niederschlagswassergebühr, die reduziert werden kann, wenn Regenwasser gesammelt und wiederverwendet wird.