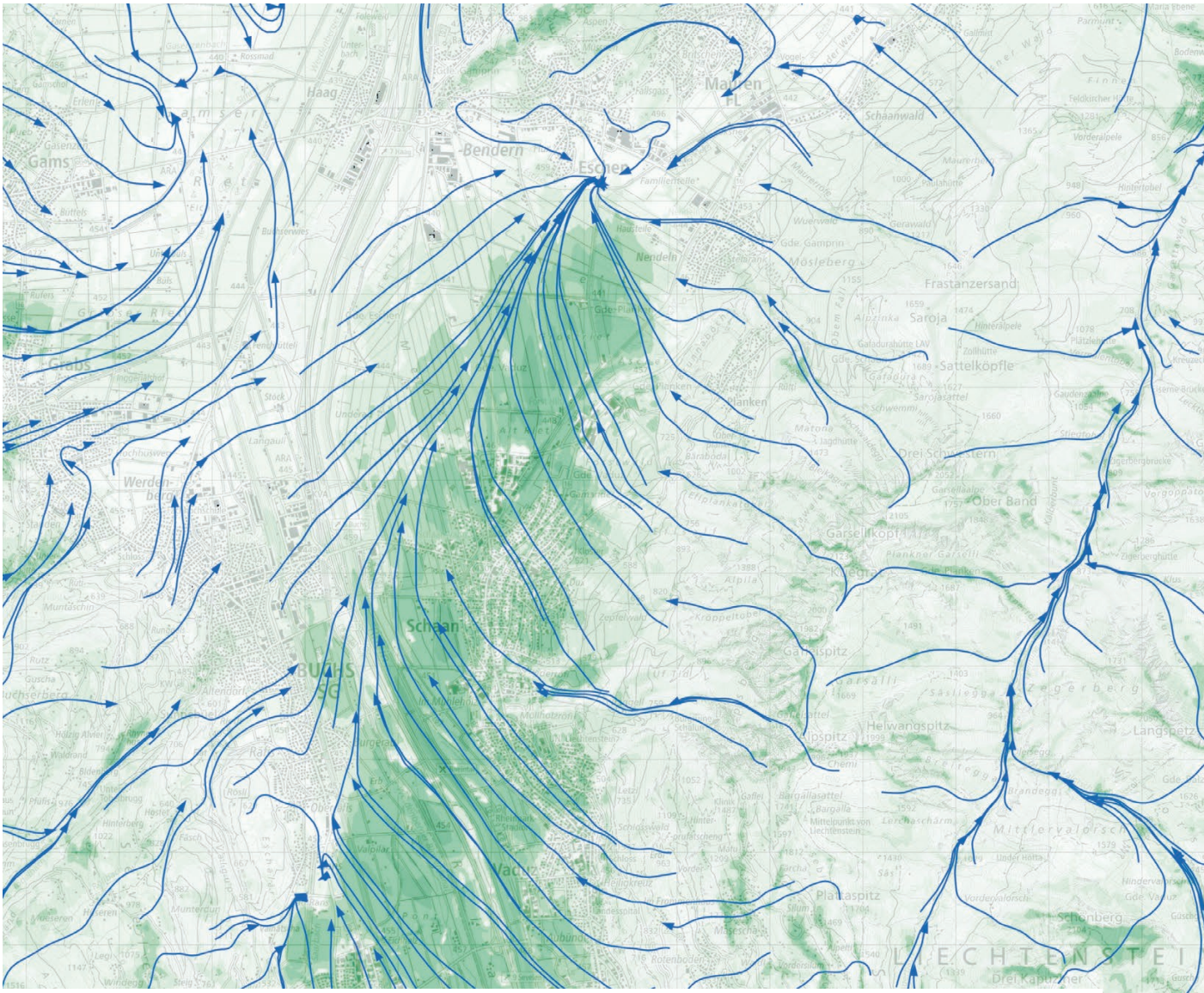
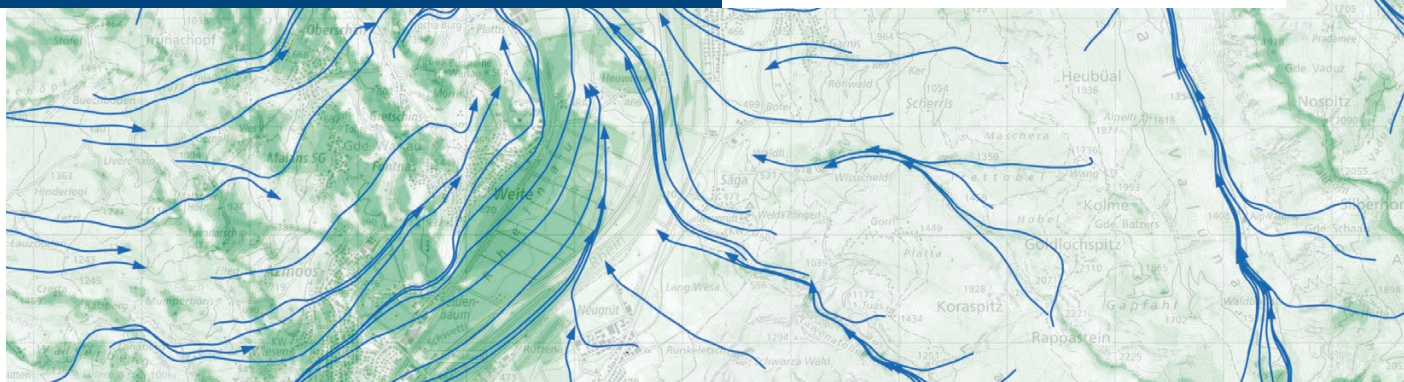
REGIERUNG
DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN



Planungshilfe zur hitzeangepassten Siedlungsentwicklung in Liechtenstein



Planungshilfe zur hitzeangepassten Siedlungsentwicklung
Oktober 2026

Herausgeber
Amt für Hochbau und Raumplanung
Abteilung Raum- und Verkehrsplanung

Amt für Umweltschutz
Abteilung Zentrale Aufgaben, Klima und Internationales

Amt für Wald, Natur und Landwirtschaft
Abteilung Wald und Natur – Biodiversität

Auskünfte zum Thema
Amt für Hochbau und Raumplanung
Amt für Umweltschutz
Amt für Wald, Natur und Landwirtschaft

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung: Warum hitzeangepasste Siedlungsentwicklung in FL? **4**

2 Klimaanalyse: Karten und Erkenntnisse **5**

3 Planerische Leitlinien – Massnahmen und Empfehlungen **9**

Kaltluftentstehungsgebiete sichern
Grün/blaue Infrastruktur fördern
Bebauungsstruktur klimaangepasst gestalten
Begrünung von Dach, Fassade und Boden
Öffentlicher Raum: Wasser, Schatten, Aufenthaltsqualität
Bodenversickerung und Schwammstadtkonzepte
Schutz von Grundwasserströmen

4 Ergänzende Empfehlungen zur Umsetzung und Weiterentwicklung **28**

Verbindlichkeit durch geeignete Planungsinstrumente schaffen
Monitoring und Evaluierung von Klimawirkungen
Umsetzungshilfen für Gemeinden und Planungsteams
Beteiligung der Bevölkerung und Kommunikation
Integration digitaler Werkzeuge in die Planung
Erweiterung auf weitere Klimafolgen und Synergien

1 Einleitung: Warum hitzeangepasste Siedlungsentwicklung in FL?

Die Länder des Alpenbogens haben besonders unter der Erwärmung durch den Klimawandel zu leiden. Mit einer Erwärmung von über 2 °C seit der vorindustriellen Temperaturmessung liegt Liechtenstein weit über dem globalen Durchschnitt. Die engen Alpentäler wirken wie ein Trichter, welcher Temperaturerhöhungen begünstigt. In dicht bebauten Gebieten bilden sich Hitzeinseln, welche besonders in den wenig begrünten dichten Siedlungsgebieten der Talbereiche sehr ausgeprägt sind. Ebenso halten Trockenperioden länger an und anschliessende Niederschlagsperioden fallen stärker und intensiver aus als in der Vergangenheit. Beiden Phänomenen soll in der Siedlungsplanung entgegengewirkt werden. In zahlreichen Bereichen der Klimawandelanpassung, wie der Entlastung von Kanalisationssystemen, Schaffung von Grünzonen wurden bereits viele erfolgreiche Initiativen von Land und Gemeinden umgesetzt. Folgende Seiten fokussieren insbesondere auf den Zugang Liechtensteins zur hitzeangepassten Siedlungsentwicklung.

2 Klimaanalyse: Karten und Erkenntnisse

In Liechtenstein steigen die Durchschnittstemperaturen aufgrund der Lage in den Alpen schneller als in anderen europäischen Ländern. Um diese Hitzebelastung darzustellen, wurden sechs Analysekarten zu Tages- und Nachtsituationen gemeinsam mit der Firma Meteotest erstellt, welche auch im Geodatenportal Liechtensteins einsehbar sind.

Die nachfolgende Klimakarte zeigt die grösste Hitzebelastung tagsüber auf. Sie bildet Kaltluftentstehungsgebiete in den Hanglagen und in den landwirtschaftlichen Tallagen in Siedlungsnähe ab. Besonders sichtbar sind Hitzeinseln in den Siedlungsgebieten im Talraum, dort wo der Siedlungsraum dicht bebaut und wenig durchgrünt ist. Grünflächen werden in der folgenden Karte bioklimatisch bewertet. Die Karten geben somit nicht die Temperatur wieder, sondern bewerten Grünflächen hinsichtlich Nutzbarkeit und Kühlungspotential für die Bevölkerung. Grünflächen mit bioklimatisch hoher oder sehr hoher Bedeutung sind aufgrund der Bedeutung der fussläufigen Erreichbarkeit nur in Siedlungsnähe zu finden. Gute Beispiele hierfür sind die bewaldeten Hänge östlich der Liechtensteiner Gemeinden. Der Ansatz der theoretischen fussläufigen Erreichbarkeit gewichtet die Verfügbarkeit von Ausgleichsflächen, welche auch durch besonders sensible Bevölkerungsgruppen, wie ältere Personen oder Familien mit Kindern, zu Fuss erreicht werden können. Solche günstige Ausgleichsräume (dunkelgrün schraffiert) sind vorwiegend an den Gemeindegrenzen, zum Beispiel zwischen Schaan und Vaduz, anzufinden. Gut zu sehen sind die kühlenden dunkelgrünen Waldbereiche an den Hängen und der beiden bewaldeten Rüfen zwischen Schaan und Vaduz. Innerhalb der Zentren befinden sich jedoch vorwiegend ungünstige Situationen, was mit der dunkelbraunen Schraffierung zum Ausdruck gebracht wird. Ziel ist, mehr Grünflächen in den Zentren zu schaffen, um dadurch der Bevölkerung raschen Zugang zu kühleren Zonen zu verschaffen und gleichzeitig die Resilienz von Hochwasser zu erhöhen.

Auf eine andere Problematik weist die Karte der nächtlichen Kaltluftströme hin. Deren Ziel ist, die nächtliche Abkühlung durch Kaltluftentstehungsgebiete räumlich besser erfassen zu können. Die nächtlichen Kaltluftströme werden mit Richtungspfeilen zum Siedlungsgebiet angezeigt. Der nächtliche Luftaustausch ist zentral für die Hitzeminderung. Er ist für eine gute Lebensqualität besonders während Hitzeperioden zentral. Für künftige bauliche Entwicklungen sind diese Pfeile wesentliche Hinweise, um auch weiterhin den Temperaturausgleich zwischen aufgeheiztem Talboden und kühlen Hängen sicherzustellen. Übergeordnet lässt sich der dominante Bergwind des Rheintals erkennen. Grundsätzlich folgen Kaltluftströmungen dem Gefälle. Bedeutend für die nächtliche Abkühlung sind Hangabwinde, welche vom Osten her Richtung Rheinebene wehen.

Der Ausschnitt der Kaltluftvolumenstromdichte in der Nacht zeigt den nächtlichen Kaltluftfluss vom Hang zum Talboden im gleichen Bereich Schaan, Vaduz und Triesen. Die parallelen Pfeile zeigen die Dichte und Richtung der Kaltluft in der Nacht an.

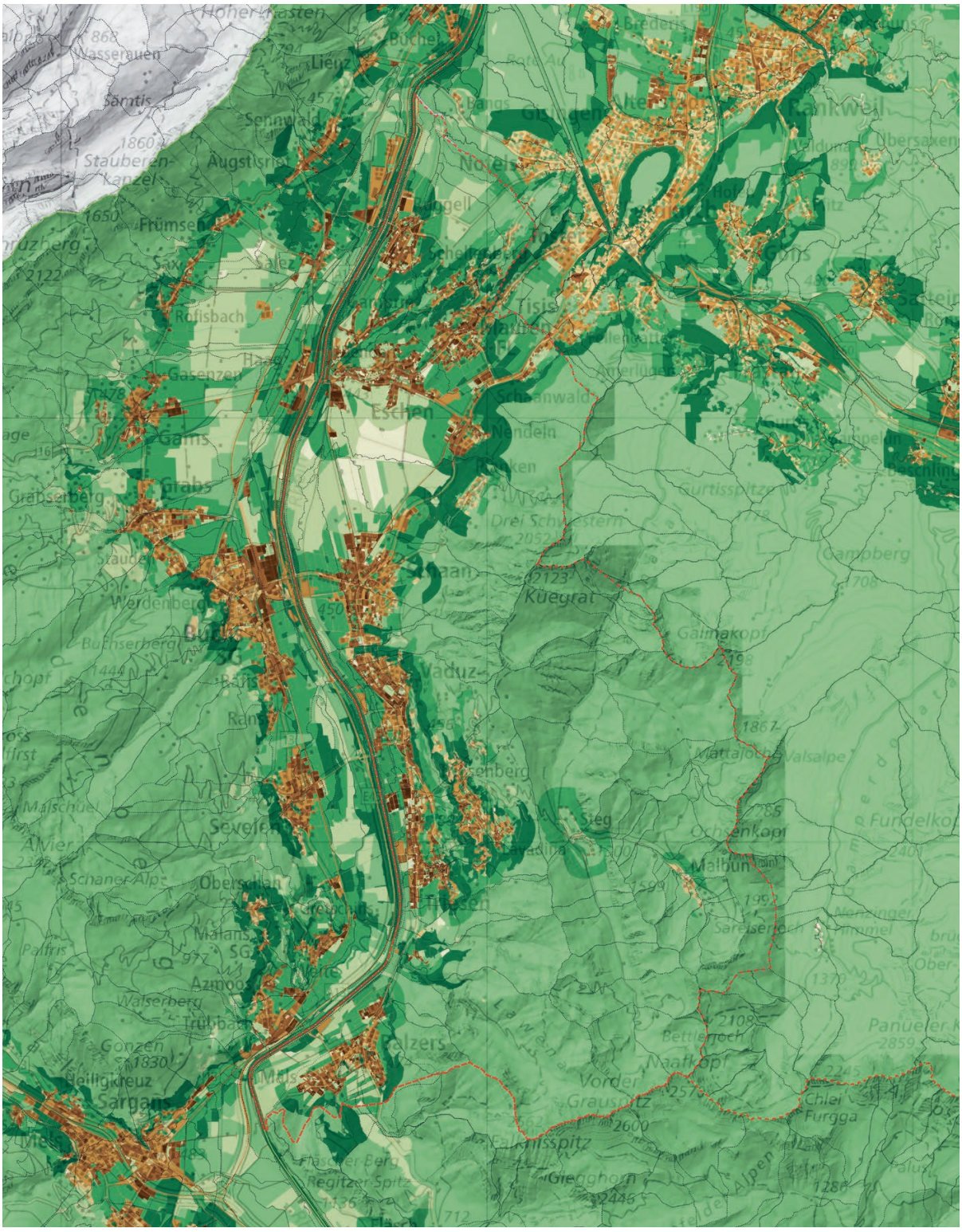


Abb.1: Kartenausschnitt zur Erwärmung des Siedlungsgebietes tagsüber in Liechtenstein

Thematische Legende

Siedlungs- und Verkehrsflächen – Wirkungsräume
Auswertung der bioklimatischen Situation am Tag unter Berücksichtigung der physiologisch äquivalenten Temperatur

- sehr ungünstige bioklimatische Situation
- ungünstige
- mittel günstige
- günstige
- sehr günstige

Grün- und Freiflächen – Ausgleichsräume
Auswertung der Aufenthaltsqualität von Grünflächen am Tag unter Berücksichtigung der Erreichbarkeit aus Siedlungsflächen mit besonders ungünstigen bioklimatischen Situationen

- schwache bioklimatische Bedeutung
- geringe
- mittlere
- hohe
- sehr hohe

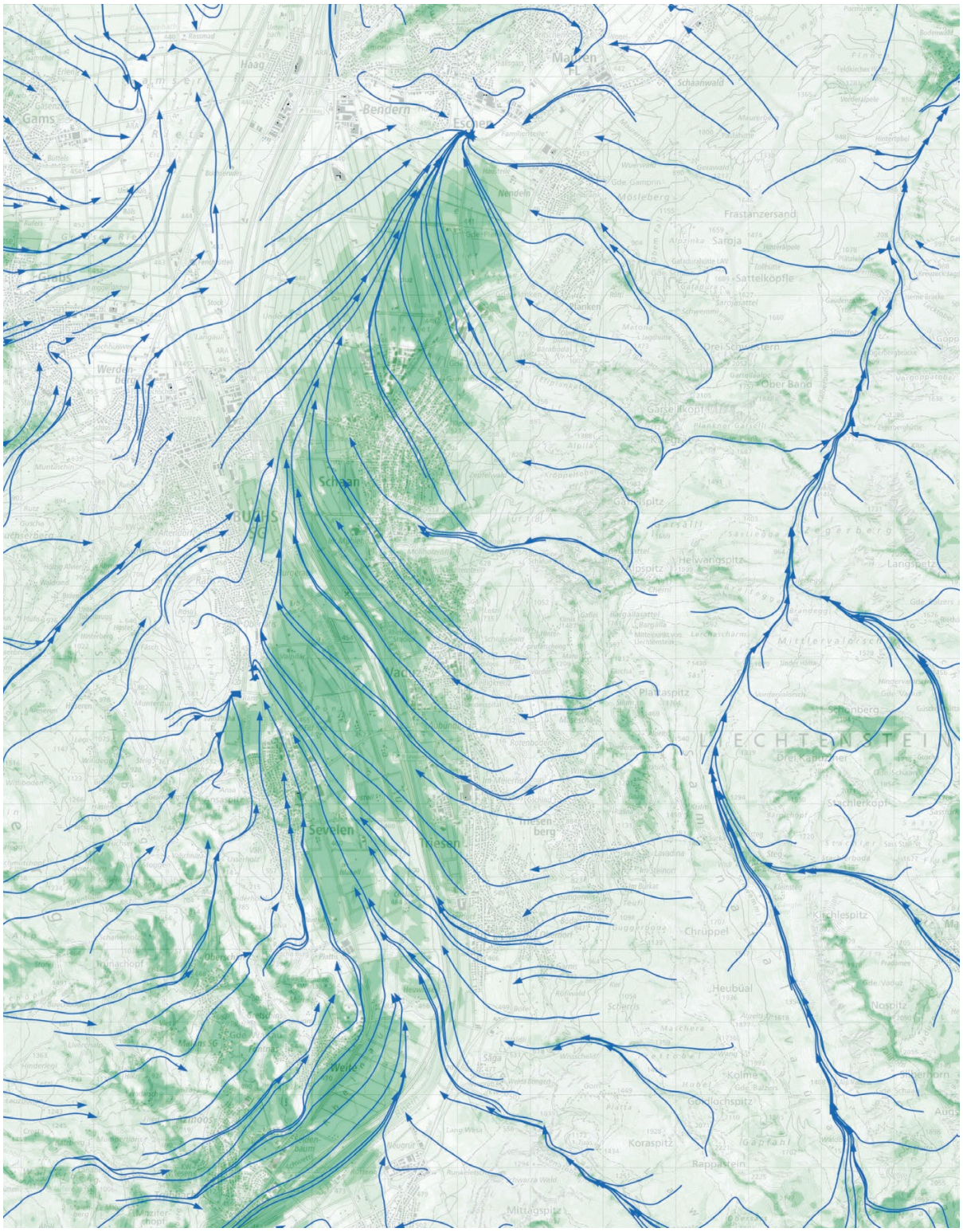


Abb.2: Kartenausschnitt der nächtlichen Kaltluftströme in Liechtenstein

Thematische Legende

Kaltluftvolumenstromdichte in m^3/ms

- 0 – 25
- 25 – 50
- 50 – 75
- 75 – 100
- 100 – 150
- 150 – 250
- 250 – 575

Strömungsfeld in m/s
10 m über Boden (generalisiert)

→ zwischen 0 – 5 m/s



3 Planerische Leitlinien – Massnahmen und Empfehlungen

- **A** Kaltluftentstehungsgebiete sichern
- **B** Grün/blaue Infrastruktur fördern
- **C** Bebauungsstruktur klimaangepasst gestalten
- **D** Begrünung von Dach, Fassade und Boden
- **E** Öffentlicher Raum: Wasser, Schatten, Aufenthaltsqualität
- **F** Bodenversickerung und Schwammstadtkonzepte
- **G** Schutz von Grundwasserströmen

A Kaltluftentstehungsgebiete sichern

Ziel
Kaltluftentstehungsgebiete tragen auf natürliche Weise dazu bei, die Hitze durch die nächtliche Abkühlung spürbar zu senken. Diese Kaltluftentstehungsgebiete gilt es zu erhalten und in ihrer Dimension möglichst nicht zu schmälern. Deswegen sollten sie frühzeitig in planerische Überlegungen zur Gemeindeentwicklung und zur Siedlungsentwicklung einbezogen werden.

Herausforderungen
Kaltluftentstehungsgebiete werden durch siedlungsnahe Waldflächen und Felder sowie Wiesenflächen am Siedlungsrand gebildet. Kleinere Kaltluftentstehungsgebiete können auch Wäldchen innerhalb der Siedlungsflächen sein. Durch baulichen Druck ins Umland könnten die Kaltluftentstehungsgebiete in ihrem Ausmass geschmälert werden. Oder sie könnten im Kaltluftzufluss in Siedlungskerne durch Neubauten gestört werden. Deswegen sind sie frühzeitig in den Planungsprozessen zu berücksichtigen.

Massnahmen und Empfehlungen
In ihrer Qualität können diese Kaltluftgebiete durch gezielte Baumpflanzungen oder Aufforstungen verbessert werden. Damit wird auch für die künftig steigende Erwärmung eine Hitzeminderungsmassnahme gesetzt. Eine Kompensation bilden zusätzliche Baumpflanzungen in Kaltluftentstehungsgebieten, sollten sie durch bauliche Massnahmen dennoch verkleinert werden. Sowohl bei umfassenden Gemeindeentwicklungsüberlegungen, bei Richtplanungen und bei gezielten Verdichtungsprojekten (Gestaltungs- und Überbauungspläne) sind Kaltluftentstehungsgebiete frühzeitig zu berücksichtigen und mit einzubinden. Diese Massnahme ist kostengünstig und sehr effizient in der Reduktion von Hitzeinseln.





Abb.3: Ein Beispiel aus Zürich mit gelungener Kaltluftzirkulation trotz Verdichtung am Rand zum Kaltluftentstehungsgebiet.

B Grün/blaue Infrastruktur fördern

Ziel
Um in Zukunft eine weitere Entstehung von Hitzeinseln im Siedlungsgebiet zu vermeiden, wird eine Siedlungsverdichtung nach innen mit einer Aufwertung durch Baumpflanzungen und Grünflächen in zentralen Gebieten vorgenommen. Die Integration von Bachläufen und Kanälen in die Durchgrünung des Siedlungsgebietes wird ebenso angestrebt. In so gestalteten Siedlungsgebieten gibt es weniger Hitzetage und Tropennächte. Grünflächen erhitzen sich messbar weniger als befestigte und versiegelte Flächen. Solche Quartiere werden mit einem gesteigerten Wohlbefinden durch die Bewohnerinnen und Bewohner bewertet.

Herausforderungen
Der knapp bemessene Raum in bestehenden Siedlungsräumen ist eine Herausforderung für die Anliegen der grünen und blauen Infrastruktur im Siedlungsgebiet. Eine Unterbauung durch Tiefgaragen von potenziellen Aussenräumen ist nachteilig für die Qualität der Bepflanzungsmassnahmen. Bäume sollten möglichst in den gewachsenen Boden gesetzt werden, damit sie ein relevantes Kronenvolumen erhalten.

Massnahmen und Empfehlungen
Auf Gemeindeebene können grüne Strukturen wie Baumreihen, Windschutzgürtel, Grünstreifen entlang von Gewässern und entlang von Alleen vom unbesiedelten Gebiet ins Siedlungsgebiet hineingeführt werden. Sie vermögen die besiedelten Gemeindebereiche zu durchgrünen, diese zu kühlen und die Biodiversität zu fördern. Diese einzelnen grünen Segmente sollten miteinander verbunden werden und so ein Netz aus Grünstrukturen geschaffen werden. Damit wird eine gleichmässige Nähe der Bevölkerung zu schattigen und kühlenden Strukturen sichergestellt.

Hierzu gehören Baumpflanzungen entlang von Gemeinde- und Landesstrassen sowie Baumpflanzungen im Zuge von Gestaltungs- und Überbauungsplänen. Die Unterbauung der Freiflächen ist möglichst zu vermeiden und die Tiefgaragen unter die Gebäude zu platzieren. Damit können grosskronige Bäume als relevante Hitzeminderungsmassnahme in gewachsenen Boden gepflanzt werden. Grosskronige Bäume brauchen einen Grünstreifen bzw. einen Baumscheibendurchmesser von mindestens 2 m Breite. Zudem sollte der durchwurzelbare Raum mindestens 36 m^3 (abhängig von der Baumgrösse) enthalten. Bei Platzmangel, aber auch zur Förderung der unterirdischen Vernetzung sollten Wurzelkorridore miteingeplant werden. Bei Strassenbauprojekten sollten Baumbepflanzungen deshalb früh in die Planung miteinbezogen werden.

Das Bild zeigt die zeitgleich mit der Strassensanierung entstandenen Baumreihen und Grünstreifen in Ruggell. Werden diese Baumreihen gleichzeitig im Zuge der Strassensanierung eingeplant und ausgepflanzt, kommt das die Gemeinde günstiger, als wenn nachträglich Bäume in den Strassenraum implementiert werden müssen. Jüngst ausgetestete Tools an zu sanierenden Strassenabschnitten in Triesen können vor der Umgestaltung eine nachvollziehbare Bewertung der Vorher – Nachher Situation zeigen und auch die Bevölkerung bei der gemeinsamen Bewertung mit einbeziehen. Das Interreg-Projekt KLuGe Strassen zielt auf mehr grüne Infrastruktur und mehr Biodiversität auf Gemeindestrassen ab. Entlang der Landesstrassen ist Grün!Strassen FL des Amtes für Tiefbau und Geoinformation (Konzept nachhaltige Grünflächen entlang von Landesstrassen in Liechtenstein) für mehr Schatten und Biodiversität entwickelt worden. Weitere Informationen finden Sie über die Links und QR-Codes auf der nächsten Seite.



Abb.4: Neue Baumreihen in Ruggell

Bestehende fliessende Gewässer sollen entlang von Wegen zugänglich gemacht werden und ebenso nach Möglichkeit schattige Oasen im Siedlungsgebiet mit Baumpflanzungen bilden. Das kann auch über die Integration bestimmter Gewässerabschnitte in Perimeter von Gestaltungs- und Überbauungsplänen aktiv vorangetrieben werden.

Gleichzeitig bilden begrünte Gewässerabschnitte grüne Netze im Siedlungsgebiet für Wanderbewegungen von Tieren und sind für die Biodiversität im Siedlungsraum ein wesentlicher Bestandteil. Das Bild zeigt die kühlende Verbindung von einem Wasserbrunnen und Grünräumen im dörflichen Umfeld bei ausreichend Platz im Strassenraum.

Interreg-Projekt KLuGe Strassen

Weitere Informationen
QR-Code scannen oder Quicklink verwenden:
www.llv.li/02

Grün!Strassen FL (PDF)

Weitere Informationen
QR-Code scannen oder Quicklink verwenden:
www.llv.li/03



Abb.5: Wasserflächen und Baumreihen im dörflichen Kontext

C Bebauungsstruktur klimaangepasst gestalten

Ziel
Die Fliessrichtung der Kaltluftschneisen ist bei Siedlungsentwicklungen im angrenzenden bebauten Gebiet jedenfalls durchgängig zu halten. In einer raumplanerischen Interessensabwägung können eine Siedlungsentwicklung nach innen, der bauliche Kontext und private Interessen an der Grundstücksnutzung auch mit dem Erhalt des Lokalklimas abgewogen werden. Damit können Kaltluftströme die Hitzeinseln im Siedlungsinneren auch weiterhin erreichen.

Herausforderungen
Neue Bebauungen (zum Beispiel Verdichtungen über Gestaltungspläne in einer Kaltluftschneise) am Siedlungsrand könnten die Frischluftschneisen beeinträchtigen oder unterbinden. Damit wäre der durchgängige Zustrom von kalter Luft in die überhitzten Bereiche unterbunden. Die Stellung der Gebäude ist in diesem Fall sehr entscheidend und sollte nicht quer zu den Kaltluftströmen gewählt werden. Nach Möglichkeit sind die Gebäude parallel zu den Kaltluftströmen zu setzen. Es ist möglichst früh im Planungsprozess die Kaltluftsituation einzubeziehen und zu berücksichtigen. Eine raumplanerische Abwägung mit der Lärmsituation ist frühzeitig durchzuführen und gegebenenfalls eine Kompromisslösung zu suchen.

Massnahmen und Empfehlungen
Die Gebäudeform und Gebäudestellung kann helfen, die Kaltluftströme weiterhin zu sichern. Das kann mit der Gebäudestellung in Fallrichtung erreicht werden. Breite Querriegel zur Strömungsrichtung unterbinden den Weiterfluss in Richtung aufgeheizte Siedlungskerne und sind zu vermeiden. Eine feinkörnige Bebauung mit punktuellen Gebäuden, die von den Kaltluftströmen leicht zu umfliessen sind, können eine alternative Bauform am Siedlungsrand mit Kaltluftschneisen darstellen. Hält man bewusst Abstände als Fliessschneisen der Luft zwischen Gebäudeblöcken frei, können Kaltluftmassen in diesen Bereichen tiefer in die Siedlungskerne eindringen. Der Mindestabstand zwischen Gebäuden für eine Frischluftschneise beträgt 30 m. Werden die Abstandsräume zusätzlich mit Baumpflanzungen begrünt, gibt es einen zusätzlichen Mehrwert bei der Abkühlung.

Praxisbeispiele aus Zürich zeigen die konkrete Anwendung im raumplanerischen Kontext.

Bei einem wesentlichen öffentlichen Interesse an Lokalklima kann gebietsweise die Stellung und Abmessung der Gebäude unter Beibehalten der zulässigen Ausnutzung vorgeschrieben werden (Beispiel aus Zürich, Abb. 3 und Abb. 6).

Ein Beispiel ist das Unterbinden von Näherbaurechten in Kaltlufteinströmbereichen (ZH) bei gleichzeitigem Gewähren der zulässigen Ausnutzung.

Ein weiteres Beispiel aus Zürich ist das Vermeiden von Verdichtungsprojekten über Gestaltungs- und Überbauungspläne in Kaltlufteinströmbereichen.

Die letzten beiden Beispiele können auch in Liechtenstein umgesetzt werden.

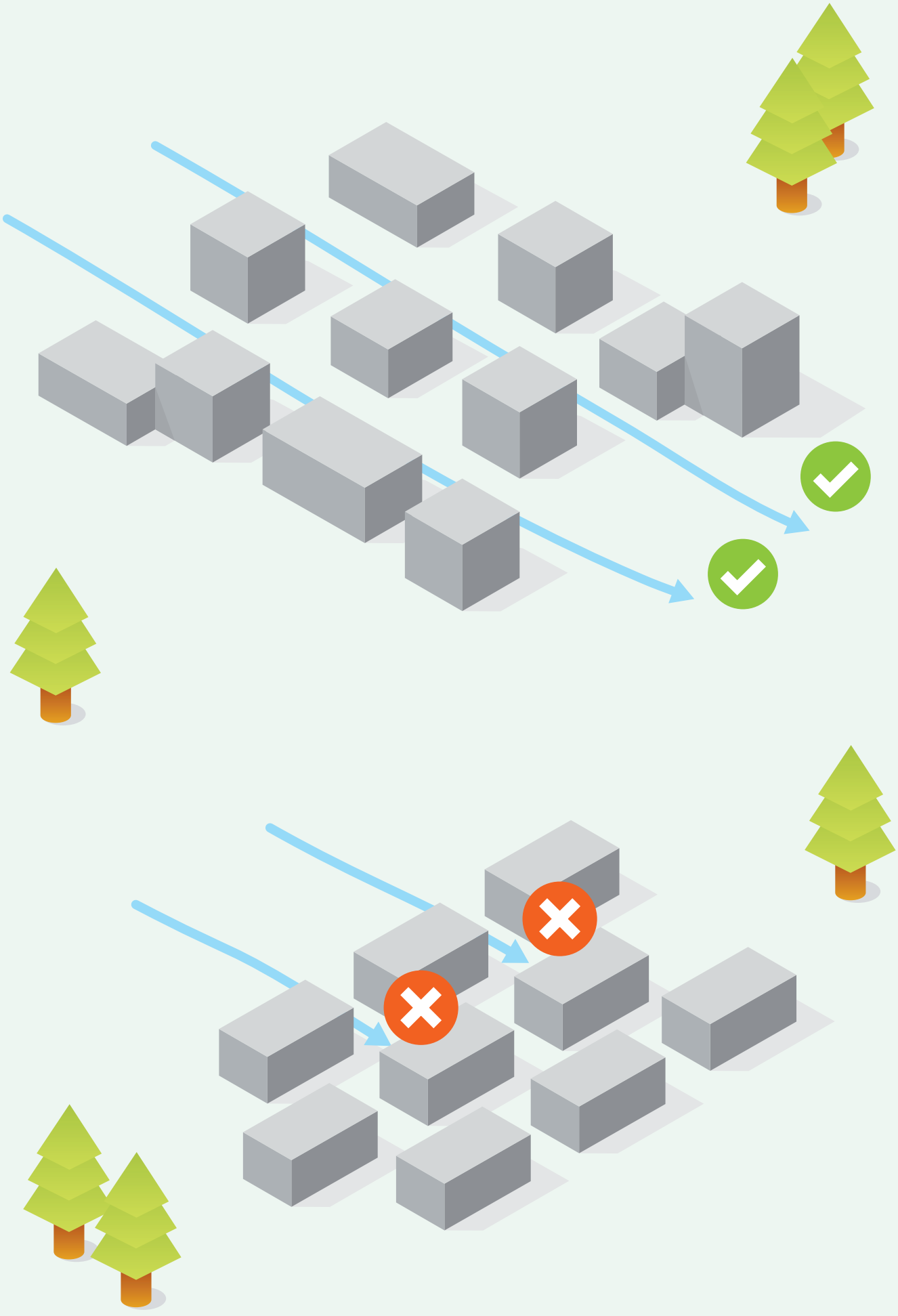


Abb.6: Ermöglichen und Verhindern von Kaltluftschneisen

D Begrünung von Dach, Fassade und Boden

Ziel
Ziel ist es, die Aufheizung der Dach-, Fassaden-, und Bodenflächen tagsüber zu vermindern. Die Beschattung der Fassade vermindert die Sonneneinstrahlung auch ins Gebäudeinnere. Die Umgebungsluft an der Fassade ist kühl, weil das Gebäude weniger abstrahlt. Der Hitzeinseleffekt kann auf diese Weise reduziert werden.

Herausforderungen
Die Hitzeinseln im besiedelten Gebiet werden zu einem Teil auch durch die Abstrahlung von Dachflächen und Fassaden im Bestand erzeugt. Besonders stark betroffen sind Glasfassaden. Diese nachträglich zu begrünen kann herausfordernd an die Architektur und Statik sein. Eine Beschattung der Fassade kann auch durch grosskronige Bäume davor sichergestellt werden.

Massnahmen und Empfehlungen
Um die Abstrahlung von Dachflächen zu mildern und den Hitzeinseleffekt abzuschwächen, sowie den Niederschlagsabfluss zu verringern und zu verzögern, werden Flachdächer begrünt. Als Voraussetzung gilt eine Dachneigung flacher als 30°–35°. Dies kann flächendeckend als Extensivbegrünung erfolgen, die bei geringen Vegetationshöhen (Sedum und Gräser bei 5 cm–20 cm Substrataufbau) bereits einen Effekt auf die Abflussminderung bei Niederschlägen aufweist. Extensiv begrünte Dächer können gut mit Solaranlagen kombiniert und abgestimmt werden. Intensivbegrünungen erfordern einen höheren Substrataufbau (45 cm bis 1.5 m Schichtdicke für mehrjährige Stauden und Gehölzvegetation) und können die Hitzeinseln erfolgreicher abpuffern, da sie mehr Gehölzvegetation aufweisen. Auf intensiv begrünten Flachdächern kann auch mehr Niederschlagswasser gespeichert und wieder verdunstet werden. Das Wasserspeichervolumen beträgt bei Intensivdächern 100 l/m^2. Die Intensivdachbegrünungen sollten der Bevölkerung als Pausenräume / Aufenthaltsräume zur Verfügung gestellt werden.

Die Abbildung 7 zeigt die Schichtaufbaustärke im Zusammenhang mit der möglichen Vegetation und der Gewichtsbelastung pro m^2 Dachfläche im Untergrund. Extensivdachbegrünungen sind in der Regel günstiger als Intensivdächer, die eine höhere statische Belastung und damit mehr Kosten in der Gebäudeerrichtung und im Unterhalt bedeuten. Intensivdachbegrünungen haben auf die oberen Stockwerke eine kühlende Wirkung.

Fassadenbegrünungen können insbesondere auf der Südseite und der Westseite von Gebäuden den Hitzeeffekt der Fassadenaufheizung abmildern und so Hitzeinseln mit verhindern. Die Kletterpflanzen wurzeln entweder im Erdreich vor dem Gebäude oder in Pflanzgefässen vor der Fassade. Gezielte Baumpflanzungen vor diesen sonnenexponierten Fassaden können ebenso Abhilfe schaffen. Dazu ist eine ausreichende Bodentiefe für grosskronige Bäume sicherzustellen. Die Baumpflanzungen sollten mit dem Ortsbild abgestimmt werden.

Ein Vorteil von Baumpflanzungen vor Fassaden und Fassadenbegrünungen ist der sommerliche Schutz durch Blätter, der im Winter entfällt und Licht ins Gebäudeinnere zulässt. Für Dachbegrünungen und Fassadenbegrünungen als Optimierung der Gebäudehülle existieren in Liechtenstein Förderungen der Energiefachstelle.

Das Beispiel zur Fassadenbegrünung aus Freiburg zeigt eine berankte Stahldrahtkonstruktion vor der Fassade.

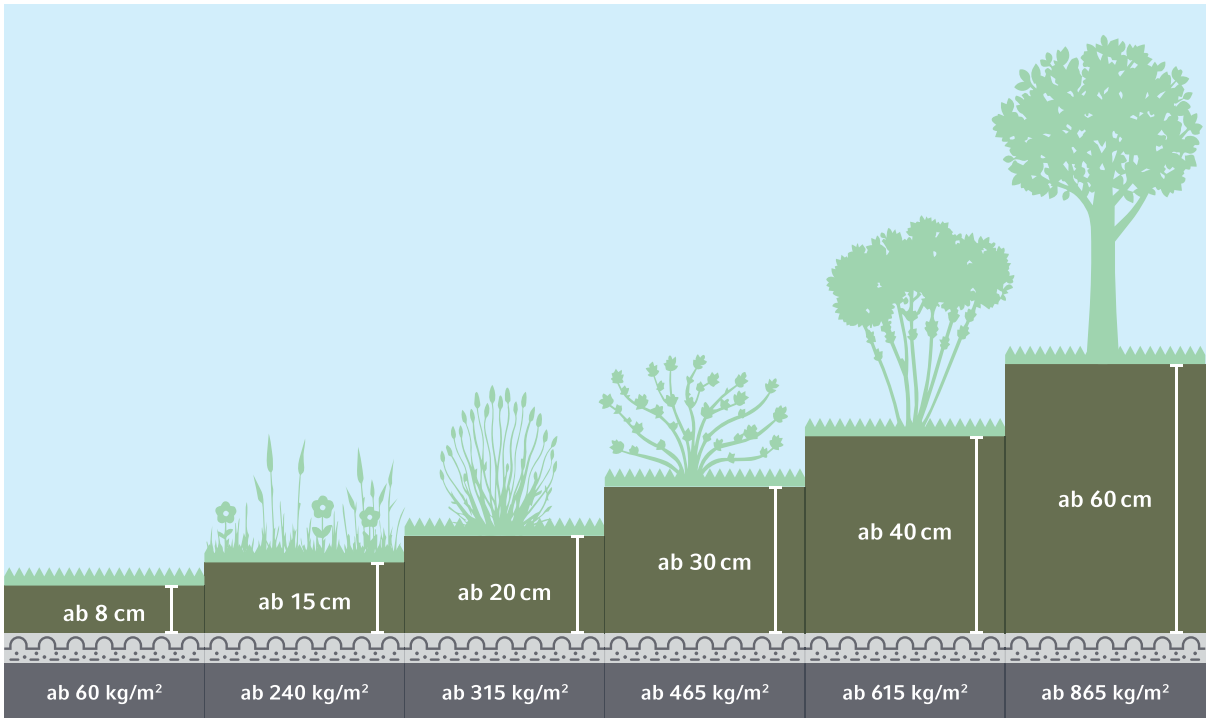


Abb.7: Schichtaufbaustärke und Vegetationstyp am Dach.

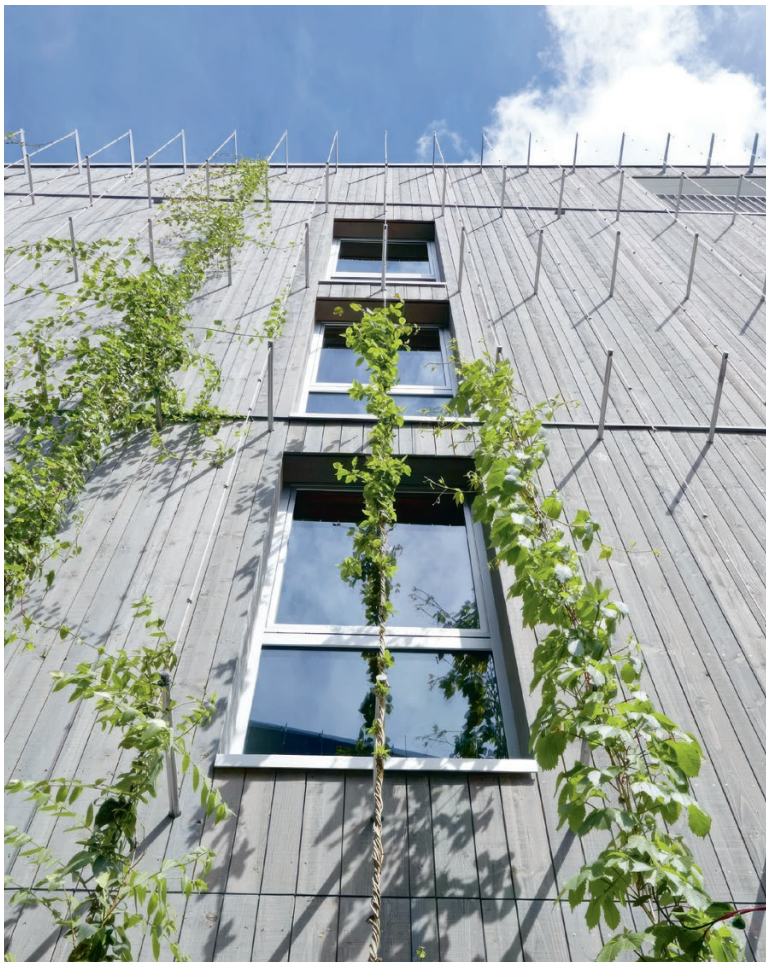




Abb.8: Fassadenbegrünung in Freiburg

E Öffentlicher Raum: Wasser, Schatten, Aufenthaltsqualität

Ziel
Öffentliche Räume gehören mit zu den hitzeexponiertesten Bereichen in Zentrumslagen. Gleichzeitig sind es frequentierte Orte der Nahversorgung oder für Wartebereiche des öffentlichen Verkehrs. Ziel ist es, eine angenehme Aufenthaltsqualität für diese Orte zu schaffen und auf diese Weise mehr Lebensqualität für diese Quartiere zu erhalten.

Herausforderungen
Durch unterirdische Garagen, dichte Bebauung und befestigte Flächen gibt es in zentralen Lagen oft wenig Schatten für Fussgänger. Das wirkt sich nachteilig auf die Aufenthaltsqualität dieser Quartiere während der Sommermonate aus. Darüber hinaus ist es schwierig auf Tiefgaragendächern grosskronige hitzemindernde Bäume zu setzen. Daher sollte der Aussenraum nicht vollständig unterbaut werden, da die Kühlwirkung von grosskronigen Bäumen keinen Ersatz kennt.

Massnahmen und Empfehlungen
Für eine angenehme Aufenthaltsqualität können Springbrunnen im Strassenraum, in Fussgängerzonen und Plätzen sorgen. Ebenso Spender von Sprühnebel können bereichsweise die Plätze kühlen und den Menschen mit einem Feuchtefilm Abkühlung an Hitzetagen bringen. Besonders ältere Personen und Kinder sind als sensible Gruppe mit dieser Sofortmassnahme vor Hitze geschützt. Hitzeaktionspläne können eine soziale Gerechtigkeit in schlecht gedämmten Quartieren herstellen. Auch in diesem Zusammenhang ist das Interreg-Projekt KLuGe Strassen mit seiner Bewertungsmatrix ein Hilfsmittel für Gemeindestrassen mehr Aufenthaltsqualität mit einer Bewertung der «Vorher – Nachher Situation» zu erreichen, wenn ein Strassenzug umgestaltet werden soll. Das Bewertungstool kann auch gemeinsam mit Anrainern ausgewertet werden, um mehr Akzeptanz und Bevölkerungsbeteiligung zu erzielen.

Durch eine optimierte Gebäudestellung mit dem Schattenwurf der einzelnen Gebäude auf die Flächen dazwischen kann bereits ein Teil der Aussenräume beschattet und entsprechend gekühlt werden. Dazu sollte frühzeitig im Planungsprozess Tageslichteinfall und Schattenwurf auf Freiräume geprüft werden. Werden diese Freiräume begrünt, heizen sie sich nicht so stark auf, auch wenn die Sonne zeitweise dort auftrifft.

Die Verdunstungskühle von Baumkronen erzeugt messbar ein angenehmes Aufenthaltsklima im öffentlichen Raum darunter. Liegen die Bäume in Grünstreifen, erhitzen sich die besonnten Baumstreifen nicht so stark wie Asphalt oder andere versiegelte Bodenbeläge. Grosskronige Bäume wurzeln im besten Fall im gewachsenen Boden und nicht auf Tiefgaragendächern. Dafür sollten frühzeitig in Planungsprozessen Baumpflanzungen mit Tiefgaragen abgestimmt werden. Standorte für grosskronige Bäume sollten nicht unterbaut werden. Tiefgaragenparkplätze können durch Mobilitätskonzepte reduziert werden. Auf Tiefgaragendächern können bei entsprechender Substratschicht kleinere Bäume gesetzt werden, um diese Flächen in der Hitzeentwicklung auch zu mindern. Baumkronen haben die effizienteste fühlbare Abkühlung für die Menschen im öffentlichen Raum bei vergleichsweise geringen Kosten.

Ein Beispiel von Wasserdüsen, die den öffentlichen Raum kühlen und zum Wasserspiel animieren, wie es bereits in Vaduz vorhanden ist. Das Implementieren von Wasserdüsen und Sprühnebel im öffentlichen Raum sind zwar kostenintensiv, aber bringen gerade für sensible Gruppen wie Kinder und ältere Personen sofortige Abkühlung im öffentlichen Raum.

Interreg-Projekt KLuGe Strassen

Weitere Informationen
QR-Code scannen oder Quicklink verwenden:
www.llv.li/02



Abb.9: Begehbare und bespielbare Wasserdüsen in einer Platzfläche



Abb.10: Revitalisierter Wienfluss in Wien.



F Bodenversickerung und Schwammstadtkonzepte

Ziel
Da künftig häufiger Starkniederschläge zu erwarten sind, soll der Abfluss in die Kanalisation gezielt verringert werden, um Hochwasser, Mischwasserentlastungen und Schadstoffeinträge zu reduzieren. Niederschlagswasser soll wenn möglich zurückgehalten werden und vor Ort verdunsten oder versickern und so zur Grundwasserneubildung beitragen. Dafür sind im Siedlungsraum vermehrt versickerungsfähige Flächen wie Grünflächen, Kies- oder Pflasterbeläge mit offenen Fugen zu fördern.

Herausforderungen
Die grossflächig versiegelten Flächen in unseren Siedlungsgebieten leiten momentan fast alles Niederschlagswasser in die Bäche, Flüsse und Abwasserkanäle. Das führt zu erhöhten Abflussspitzen in Gewässern und einer Überlastung von Kläranlagen. Im Siedlungsraum fehlt das wertvolle Versickerungswasser als Bewässerung von Bäumen und Grünstreifen.

Massnahmen und Empfehlungen
Für eine verbesserte Versickerung ist eine Entsiegelung von Platzflächen und Parkplatzflächen wichtig, da sie viel Platz im besiedelten Raum einnehmen. Schwammstadtsysteme zielen darauf ab, möglichst viel Niederschlag aufzunehmen und langsam an Bäume und andere Pflanzen wieder abzugeben. Sie können unter Grünflächen und Baumstreifen angelegt werden. Für Schwammstadtsysteme sollte man frühzeitig im Planungsprozess bei Strassenumbauten prüfen, ob diese eine Möglichkeit zur Versickerung bieten könnten. Regenwasserversickerung wird in Liechtenstein durch die Gemeinden gefördert. Die Förderhöhe richtet sich nach der Standortgemeinde und der Grösse des Projektes.

Die Darstellung (Abb. 12) zeigt das Schwammstadtprinzip, wie unbelastetes Regenwasser in einem Speicher unter dem Baumstreifen, dem Gehsteig und der Fahrbahn den Bäumen langfristig zur Verfügung gestellt wird.

Die Abbildung 13 zeigt, wie unter einer Platzfläche in Wien grossflächig das Niederschlagswasser im Untergrund für die Bäume des Platzes gespeichert wird. Entsiegelte Flächen nach dem Schwammstadtprinzip sind zwar kostenintensiv, bringen aber sowohl Abkühlung durch die Baumkronen als auch Speichervolumen von Starkniederschlägen im Untergrund.



Abb. 11: Baumreihe entlang der Landstrasse in Triesen mit dem Schwammstadtunterbau

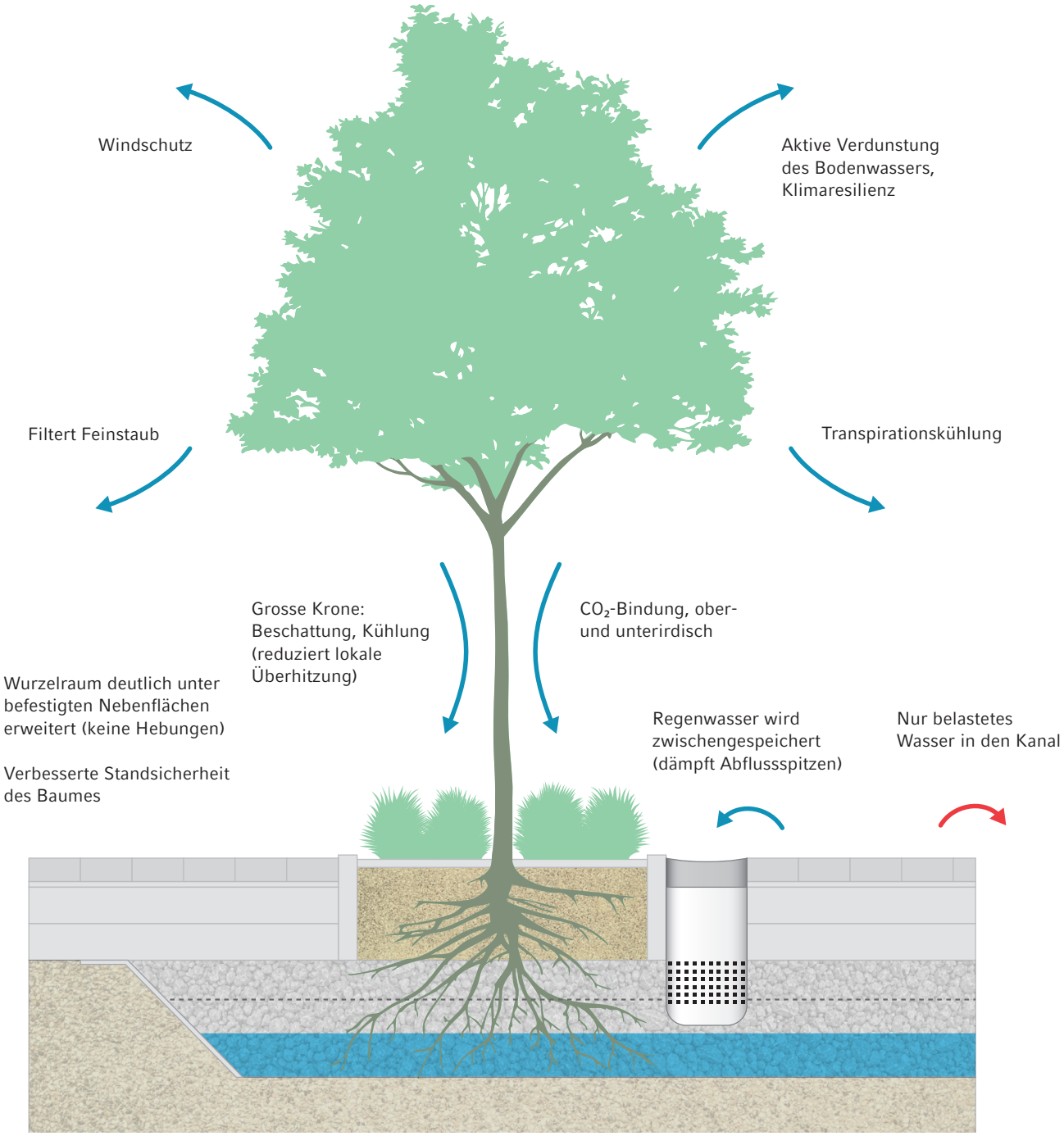


Abb.12: Das Schwammstadtprinzip mit unterirdischer Wasserspeicherung

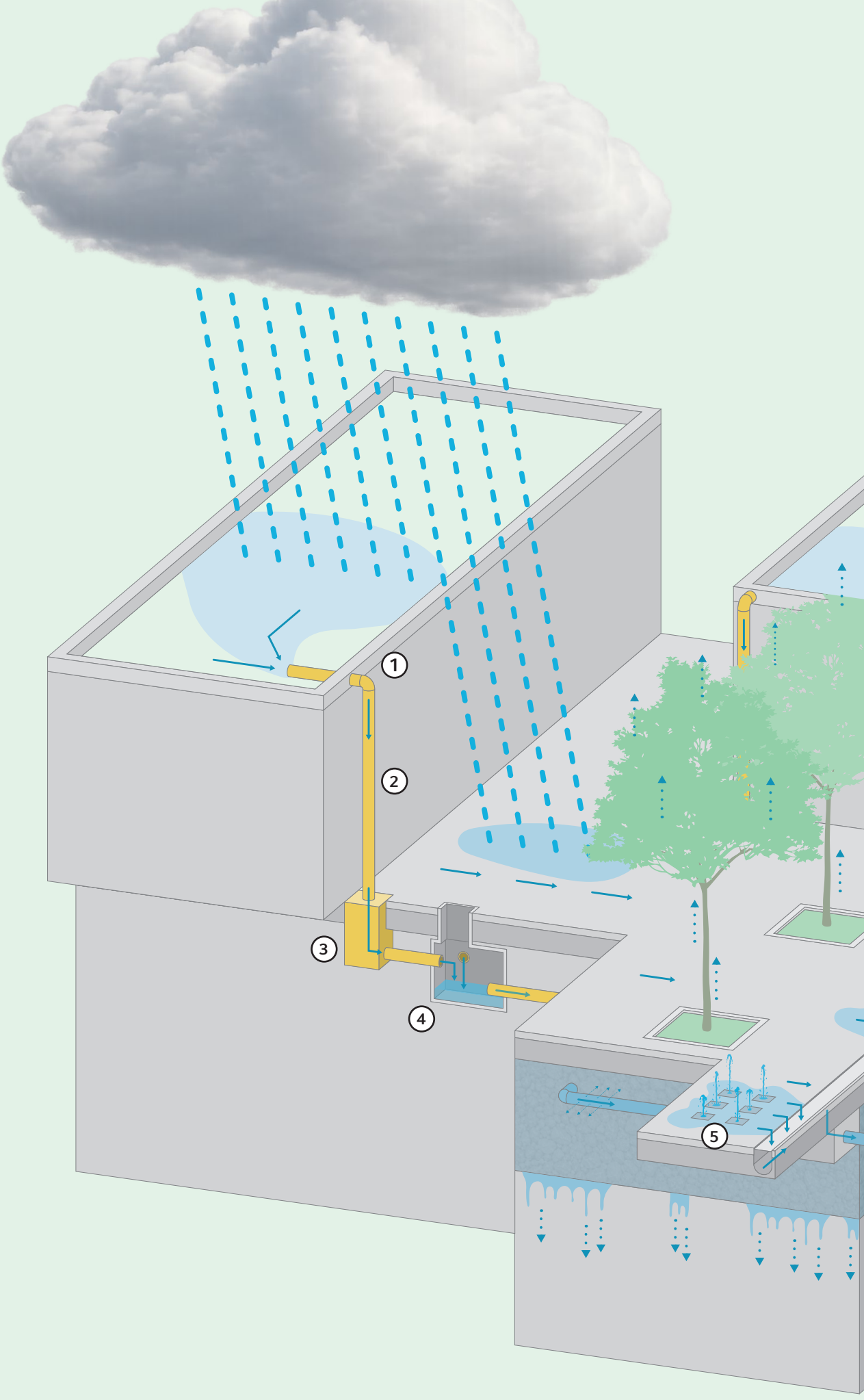
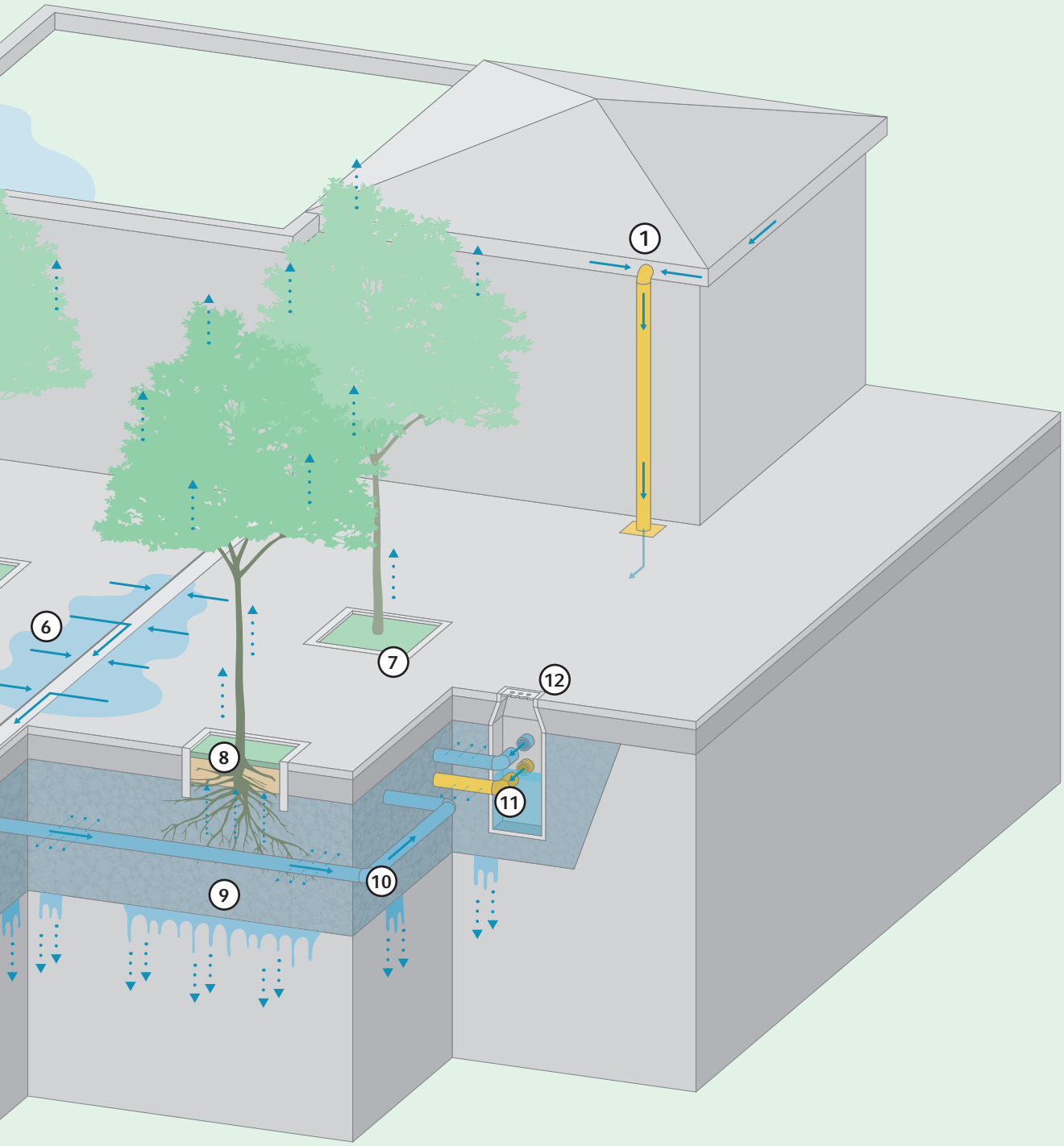


Abb.13: Schwammstadtprinzip am Johann-Nepomuk-Vogl-Platz in Wien:
Grossflächiges Regenwassermanagement mit dem Schwammstadtprinzip

1. Dachrinne
2. Fallrohr
3. Sinkkasten
4. Schlammfang
5. Wasserspiel
6. Kastenrinne
7. Baumscheibe
8. Baumgrube
9. Schwammstadtsubstrat
10. Verteilungsleitung Oberflächenwasser
11. Verteilungsleitung Dachwasser
12. Belüftungsschacht



G Schutz von Grundwasserströmen

Ziel
Das Grundwasser in Liechtenstein ist im Talboden im Rheinschotterkörper in Fliessrichtung des Flusses in sehr guter Qualität vorhanden. Die ungehinderte Durchströmung des Schotterkörpers sichert die hohe Grundwasserqualität und sollte auch weiterhin beibehalten werden.

Herausforderungen
Bei Siedlungsverdichtungen werden auch unterirdische Tiefgaragen 1–2 Stockwerke tief in den Untergrund gebaut. Grenzen viele gleich dicht bebaute Verdichtungsperimeter aneinander, kann es zu Behinderungen des Grundwasserstromes kommen, was eine schlechtere Grundwasserqualität nach sich zieht. Das ist zu vermeiden und möglichst frühzeitig in der Planungsphase analog zu Frischluftschneisen, Grundwasserschneisen im Untergrund sicherzustellen.

Massnahmen und Empfehlungen
Ähnlich zu den Luftströmen sind quer zum Grundwasserstrom entlang des Rheins keine Querriegel als Hindernisse in den Untergrund zu bauen. Es ist durch hinreichend Abstand zu den einzelnen Untergrundbauten ein Umfliessen durch das Grundwasser sicherzustellen. Versetzte punktuelle Einbauten und Grundwasserschneisen sind über das Gemeindegebiet betrachtet zu bevorzugen bzw. sicherzustellen. Das kann mit Planungsinstrumenten wie dem Gestaltungsplan oder dem Überbauungsplan erreicht werden.

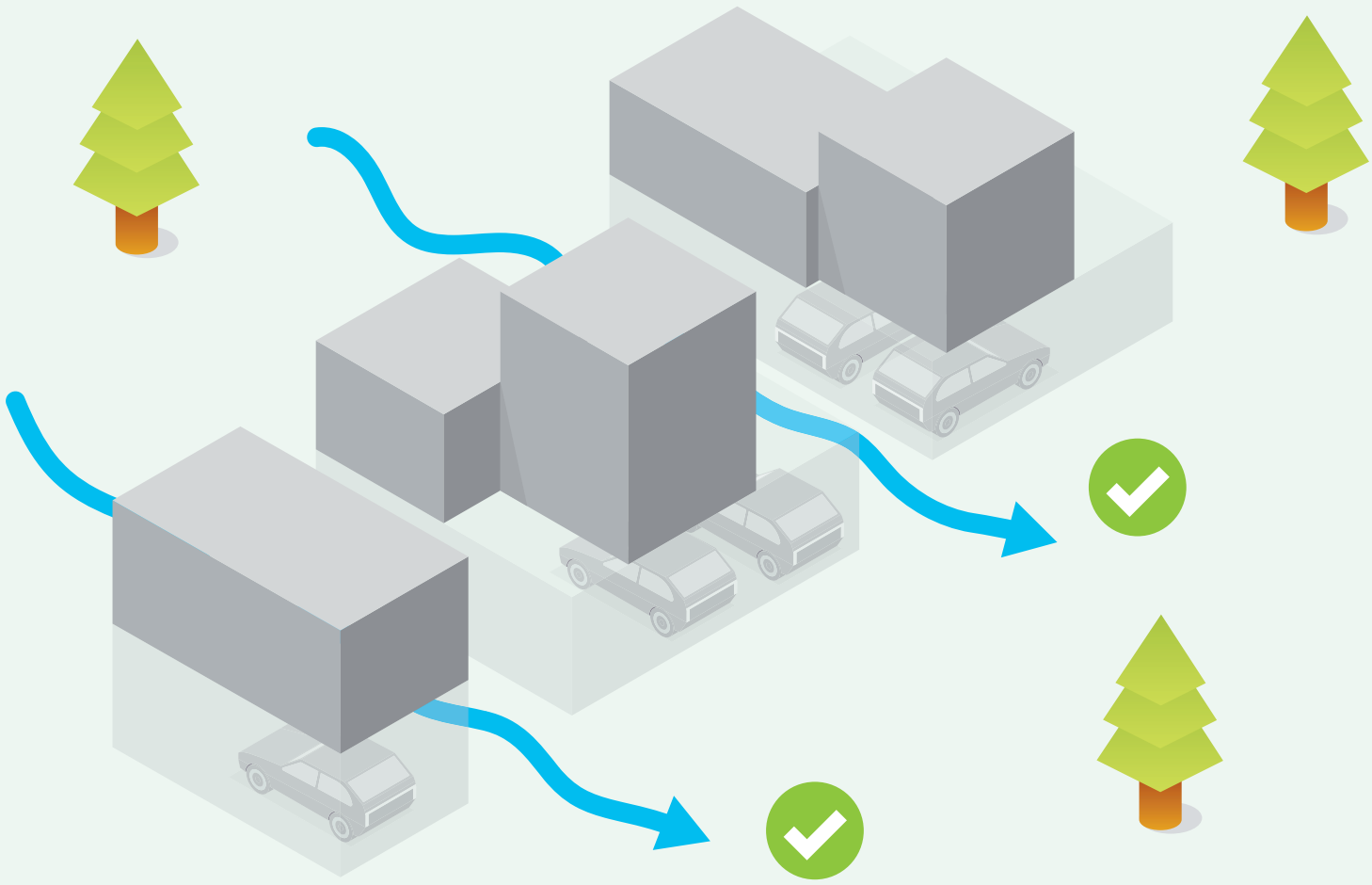


Abb.14: Grundwasserströme zwischen den einzelnen Tiefgaragen ermöglichen

Tabellarische Zusammenstellung – Übersicht über die Massnahmen

Massnahme	Wirkung	Flächenbedarf	Erwartete Akzeptanz der Bevölkerung	Kosten
Sofortmassnahmen				
Baumstreifen	hoch	mittel	hoch	niedrig
Entsiegelung	mittel	hoch	hoch	mittel
Fassadengrün	hoch	niedrig	hoch	niedrig
Gründach extensiv	mittel	mittel	hoch	niedrig
Gründach intensiv	hoch	mittel	hoch	hoch
Sprühnebel	hoch	niedrig	hoch	mittel
Bodenwasserdüsen	hoch	mittel	hoch	hoch
Mittelfristige Massnahmen				
Grünblaue Infrastruktur	hoch	hoch	hoch	mittel
Kaltluftschneisen freihalten	hoch	mittel	mittel	niedrig
Grundwasserschneisen freihalten	hoch	mittel	mittel	niedrig
Schwammstadt	hoch	hoch	hoch	hoch

4 Ergänzende Empfehlungen zur Umsetzung und Weiterentwicklung

Zur erfolgreichen Umsetzung hitzeangepasster Siedlungsentwicklung ist es notwendig, über die rein fachlichen Massnahmen hinaus auch die Prozesse, Instrumente, Monitoring und Beteiligung weiter zu stärken. Dieses Kapitel bietet konkrete Ergänzungen, um Gemeinden und Planungsbehörden bei der langfristigen Integration klimawirksamer Massnahmen in der Siedlungsentwicklung zu unterstützen.

4.1 Verbindlichkeit durch geeignete Planungsinstrumente schaffen

Damit die beschriebenen Massnahmen nicht blosse Empfehlungen bleiben, sind sie frühzeitig und systematisch in die formelle Raumplanung einzubetten. Dabei können verschiedene Instrumente auf Landesebene und gemeindlicher Ebene genutzt werden:

Mögliche Planungsinstrumente:

- ☐ Richtpläne (kommunal und auf Landesebene)
- ☐ Gestaltungspläne / Überbauungspläne mit klimabezogenen Auflagen
- ☐ Bauordnungen mit Begrünungspflicht
- ☐ Baulinien zur Sicherung von Frischluftschneisen
- ☐ Bebauungsverbote oder Nutzungseinschränkungen in Kaltluftentstehungsgebieten (Sicherung von Grünzonen oder Freihaltezonen im Zonenplan)

Empfehlung

Bei neuen Quartierentwicklungen oder städtebaulichen Verdichtungen sollte der Klimaanpassungsaspekt integraler Bestandteil der Planungsgrundlagen sein – idealerweise durch eine Klimaverträglichkeitsprüfung.

4.2 Monitoring und Evaluierung von Klimawirkungen

Für eine kontinuierliche Verbesserung ist es erforderlich, die Wirkung der gesetzten Massnahmen zu beobachten und zu bewerten. Dazu wird ein einfaches Klimawirkungsmonitoring empfohlen:

Mögliche Indikatoren:

- ☐ Anzahl begrünter Dächer / Fassaden
- ☐ Anteil entsiegelter Flächen im Gemeindegebiet
- ☐ Anzahl neu gepflanzter grosskroniger Bäume mit ausreichendem Durchwurzelungsvolumen
- ☐ Anzahl umgesetzter Schwammstadt-Module
- ☐ Oberflächentemperatur im Siedlungsgebiet (z. B. via Satellitendaten)
- ☐ Entwicklung der Tropennächte in dicht bebauten Zonen

Empfehlung

Erstellung eines kommunalen Klimawirkungsberichts im Rhythmus von 3–5 Jahren zur Kontrolle der Zielerreichung und Anpassung der Massnahmen.

4.3 Umsetzungshilfen für Gemeinden und Planungsteams

Zur Unterstützung der kommunalen Planungsarbeit sollten praxisnahe Hilfsmittel bereitgestellt werden, z. B.:

- ☐ Checklisten zur Prüfung klimawirksamer Gestaltung bei Neubau oder Sanierung
- ☐ Vorlagen für Planungsunterlagen, z. B. zur Integration von Begrünungsmassnahmen in Bauordnungen und Überbauungsplänen
- ☐ Beispielhafte Umsetzungsprojekte (Good Practice) aus Liechtenstein und angrenzenden Regionen
- ☐ Interaktive Karten oder GIS-Layer, z. B. zu Kaltluftschneisen, Hitzebelastung, Versickerungspotenzialen
- ☐ Praxishilfen zur Auswahl situationsgerechter, durchlässiger Beläge
- ☐ Praxishilfen zur Auswahl situationsgerechter, standortangepasster Baumarten und Begleitvegetation
- ☐ Hilfsdokumente zur Priorisierung von Projekten nach Wirksamkeit und Synergieeffekten

4.4 Beteiligung der Bevölkerung und Kommunikation

Die Umsetzung klimawirksamer Massnahmen wird dann erfolgreich sein, wenn sie von der Bevölkerung mitgetragen wird. Deshalb ist eine frühe und transparente Kommunikation wesentlich.

Vorgeschlagene Beteiligungsformate:

- ☐ Klimaspaziergänge und Quartierbegehungen
- ☐ Online-Plattformen zur Ideenbeteiligung, Bewertungstool des Projektes KLuGe Strassen (https://www.llv.li/de/landesverwaltung/amt-fuer-hochbau-und-raumplanung/verkehrsplanung/interreg---…)
- ☐ Schulprojekte zu Stadtklima und Wasser
- ☐ Beteiligung an Gestaltung öffentlicher Räume (z. B. «Grünes Patenbeet»)

Empfehlung

Klimakommunikation als Teil von Überbauungsplanverfahren und Richtplanprozessen fest verankern. Weiters wäre der Aufbau einer zentralen Fachstelle für Klimaanpassung in FL auf Landesebene als Weiterbildung und Fachberatung anzudenken.

4.5 Integration digitaler Werkzeuge in die Planung

Digitale Werkzeuge ermöglichen eine effizientere und objektivere Planung. Sie helfen, klimatische Zusammenhänge sichtbar zu machen und fundierte Entscheidungen zu treffen.

Beispiele nützlicher Tools:

- ☐ Stadtklimaanalysen per GIS (Lufttemperatur, Frischluftkorridore, Versiegelung)
- ☐ 3D-Modelle zur Verschattungssimulation
- ☐ Hydrologische Simulationsprogramme zur Planung von Versickerung und Retention
- ☐ Einsatz von Satelliten- oder Drohnendaten zur Hitzeerkennung und Erfolgskontrolle

Empfehlung

Aufbau einer digitalen Klimaplattform auf Landesebene zur Unterstützung der Gemeinden.

4.6 Erweiterung auf weitere Klimafolgen und Synergien

Obwohl der Fokus auf Hitze liegt, ist es sinnvoll, weitere Klimarisiken mitzudenken und Synergien mit anderen Handlungsfeldern zu nutzen:

- ☐ Starkregen und Überflutung: Integration von Retentionsflächen, Schutzmassnahmen und Schwammstadtkonzepten
- ☐ Gesundheit: Schutz sensibler Gruppen, z. B. durch schattige Schulwege oder kühle Aufenthaltsräume
- ☐ Klimaschutz-Synergien konsequenter zusammendenken: Kombination von Gebäudebegrünung mit PV-Anlagen, solare Verschattung (z. B. Parkplätze, Flugdächer, Fassadenbeschattung), Förderung von Holzbauweise und Fassadenbegrünung oder Förderung emissionsarmer Mobilität durch grüne Achsen
- ☐ Biodiversität: Synergien zwischen hitzewirksamen und biodiversitätsfördernden Massnahmen (Lebensräume und Vernetzungsachsen schaffen oder aufwerten, Wahl passender Pflanzenarten)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Kartenausschnitt zur Erwärmung des Siedlungsgebietes tagsüber in Liechtenstein. Quelle: Modellgestützte Klimaanalyse Ostschweiz und Liechtenstein, Meteotest AG 2024	6
Abb. 2	Kartenausschnitt der nächtlichen Kaltluftströme in Liechtenstein. Quelle: Modellgestützte Klimaanalyse Ostschweiz und Liechtenstein, Meteotest AG 2024	7
Abb. 3	Ein Beispiel aus Zürich mit gelungener Kaltluftzirkulation trotz Verdichtung am Rand zum Kaltluftentstehungsgebiet. Quelle: Kanton Zürich – Hitze im Siedlungsraum, Massnahmen gegen Hitze, Sicherstellung der Kaltluftzirkulation. Bildquelle: WKP Bauingenieure AG	10/11
Abb. 4	Neue Baumreihen in Ruggell. Bildquelle: Catarina Proidl	12
Abb. 5	Wasserflächen und Baumreihen im dörflichen Kontext. Bildquelle: Catarina Proidl	13
Abb. 6	Ermöglichen und Verhindern von Kaltluftschneisen. Skizze: Catarina Proidl / Neuland GmbH	15
Abb. 7	Schichtaufbaustärke und Vegetationstyp am Dach. Quelle: Intensive und extensive Dachbegrünung – Aufbau und Planung. Ratgeber Dach, Ofri Redaktion 2022, Grafik Benz24 / Neuland GmbH	17
Abb. 8	Fassadenbegrünung in Freiburg. Bildquelle: BauNetz.de, Drahtseilnetze für senkrechte Gärten. Bildquelle: Jakob Trubschachen	17
Abb. 9	Begehbare und bespielbare Wasserdüsen in einer Platzfläche. Bildquelle: Envato Elements	19
Abb. 10	Revitalisierter Wienfluss in Wien. Bildquelle: Armin Muhamedagic	20/21
Abb. 11	Baumreihe entlang der Landstrasse in Triesen mit dem Schwammstadtunterbau. Bildquelle: Catarina Proidl	22
Abb. 12	Das Schwammstadtprinzip mit unterirdischer Wasserspeicherung. Quelle: Cooling Fibel, kühlende Massnahmen für heisse Zeiten in Wien, Stadt Wien. Bildquelle: 3:0 Landschaftsarchitektur / Neuland GmbH	23
Abb. 13	Grossflächiges Regenwassermanagement mit dem Schwammstadtprinzip. Quelle: Cooling Fibel, kühlende Massnahmen für heisse Zeiten in Wien, Stadt Wien. Bildquelle: DI Karl Grimm / Neuland GmbH	24/25
Abb. 14	Grundwasserströme zwischen den einzelnen Tiefgaragen ermöglichen. Skizze: Catarina Proidl / Neuland GmbH	26

Amt für Hochbau und Raumplanung

Giessenstrasse 3
9490 Vaduz
T +423 236 71 10

www.llv.li/ahr

Amt für Umweltschutz

Landstrasse 190
9495 Triesen
T +423 236 64 00

www.llv.li/aus

Amt für Wald, Natur und Landwirtschaft

Landstrasse 190
9495 Triesen
T +423 236 64 00

www.llv.li/awnl