



Kanton Zürich
Baudirektion

ZUP

Zürcher Umweltpraxis

Schwerpunkt

Leben mit Auswirkungen des
Klimawandels



INHALTSVERZEICHNIS

Klima/ Raumplanung	
Lokalklimatisch optimierte Siedlungsentwicklung	3
Klima/ Bauen	
Klimagerecht bauen vermindert Kühlbedarf	5
Klima/ Beschaffung	
Klimaschutz: Kanton setzt auf CO₂-freie Fahrzeuge	7
Klima	
Klimaschutz und Klimaanpassung: ein junges Feld der Umweltpolitik	9
Klima	
Wie bekommen wir das CO₂ wieder aus der Atmosphäre?	11
Klima/ Abfall	
CO₂-Abscheidung aus der KVA Linth ist machbar	15
Verkehr/ Klima	
Hitzebelastung im Strassenraum vermindern	17
Klima/ Energie	
Komfort im Sommer durch richtiges Bauen	19
Klima/ Luft	
Neue Klimakarten zeigen, wo es heiss ist	23
Klima/ Naturschutz	
Ohne Torf gärtner schützt Klima und Moor	27
Klima/ Wald	
Die Fichte auf dem Rückzug vor dem Klimastress	29
Klima/ Wald	
Stürmische Zeiten im Zürcher Wald	31

Zürcher Umweltpraxis und Raumentwicklung (ZUP)
Informations-Bulletin der Umweltschutz-Fachverwaltung des Kantons Zürich

Inhalt

Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den am Anfang jedes Beitrags genannten Personen bzw. bei der Verwaltungsstelle.

Redaktion, Koordination und Produktion

Koordination Bau und Umwelt (KOBU)
Kanton Zürich, Baudirektion
8090 Zürich
Telefon 043 259 24 17, kofu@bd.zh.ch
Redaktorin:
Isabel Flynn, isabel.flynn@bd.zh.ch

Redaktionsteam

Daniel Aebli (Tiefbauamt / Lärm)
Daniela Brunner (AWEL / Betriebe)
Isabel Flynn (Redaktorin, KOBU)
Franziska Heinrich (ALN)
Thomas Hofer (Statistisches Amt)
Sarina Laustela (Stadt Uster)
Regula Müller Brunner (ARE)
Alex Nietlisbach (AWEL / Energie)
Isabelle Rüegg (BD / Kommunikation)
Nicole Schwendener-Perret (KOBU)
Fabio Wintsch (Gossweiler Ingenieure AG)

Erscheinungsweise

Dreimal jährlich. Gedruckt bei der Zürcher Druckerei ROPRESS auf 100 % Recyclingpapier Refutura mit dem blauen Engel, klimaneutral und mit erneuerbarer Energie. Jeder Artikel kann dank spezieller Leimung einfach aus dem Heft gelöst und abgelegt oder weitergegeben werden.

Abonnements

Die ZUP ist kostenfrei erhältlich (gedruckt oder / und elektronisch) unter:
www.zh.ch/umweltpraxis, kofu@bd.zh.ch.

Nachdruck

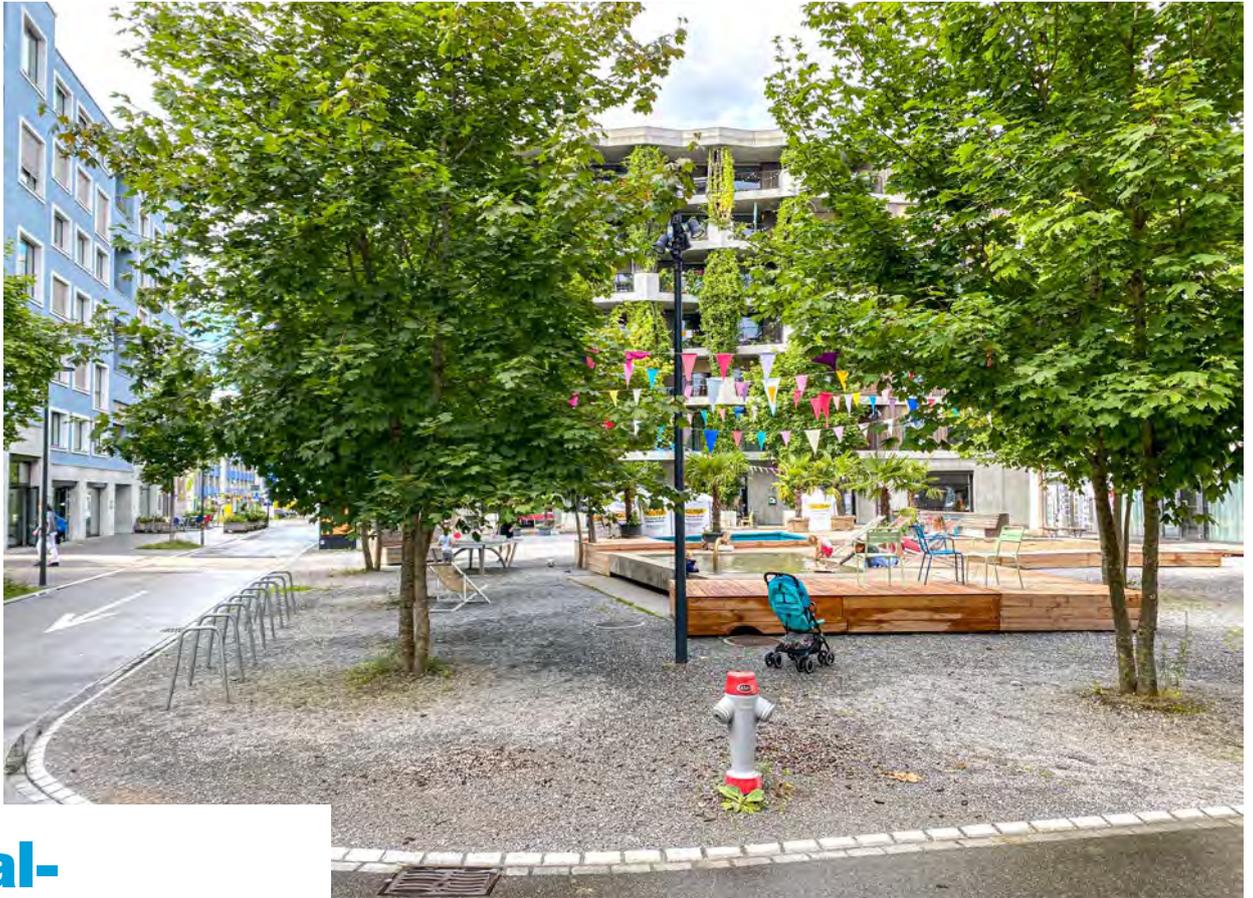
Die in der ZUP erscheinenden Beiträge sind unter Quellenangabe zur weiteren Veröffentlichung frei. Auf Anfrage (Tel. 043 259 24 18) stehen auch die verwendeten Grafiken zur Verfügung.

Titelbild

Trockenheit als mögliche Folge des Klimawandels
Quelle: klimkin, Pixabay, Pixabay Licence

Sämtliche erschienenen ZUP-Beiträge finden Sie über die Artikelsuche auf www.zh.ch/umweltpraxis Hier können Sie auch direkt auf Themenhefte zugreifen.

Stand 11/2021



Das Hunzikerareal in Zürich-Oerlikon ist ein idealer Aufenthaltsort im Sommer: begrünt, entsiegelt und mit einem Wasserspiel.
Quelle: Christian Werlen

Lokal- klimatisch optimierte Siedlungs- entwicklung

Berücksichtigen Planungsverfahren möglichst frühzeitig lokalklimatische Aspekte, können durch gezielte Bebauungsstrukturen und gestalterische Massnahmen qualitätsvollere und zukunftstauglichere Orte und Quartiere geschaffen werden.

Christian Werlen
Raumplanung
Amt für Raumentwicklung
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 41 90
christian.werlen@bd.zh.ch
www.zh.ch/raumplanung

- www.maps.zh.ch → Klimamodell → kantonale Klimakarten
- www.zh.ch/hitze
- Artikel «Klimagerecht bauen statt Klimaanlage anwerfen», ZUP101/2021, Seite 13
- Artikel «Hitzeminderung in der Stadt Zürich», ZUP97/2020

In Städten und dicht besiedelten Gebieten liegt die Temperatur während des Tages und der Nacht tendenziell deutlich höher als im weniger dicht besiedelten Umland (Hitzeinseleffekt). Die Bauten und Anlagen heizen sich während des Tages durch Sonnenlicht stark auf und geben die gespeicherte Wärme nachts wieder ab. Versiegelte Flächen heizen sich ebenfalls auf und verhindern, dass verdunstendes Wasser eine kühlende Wirkung bringt.

Grosse Hitzebelastung in dicht besiedelten Gebieten

Diese Hitzebelastung führt in den Sommertagen neben einem ungünstigen Innenraumklima zu negativen Auswirkungen auf die Nutzung der Aussenbereiche von Gebäuden wie Balkone, Terrassen und Sitzplätze. Ebenso betroffen von der Hitze ist die Nutzung des öffentlichen Raums, also Plätze und Strassen. Die Hitzebelastung kann verstärkt werden, wenn die Kaltluftzufuhr in die Quartiere durch ungünstig angeordnete Bauten blockiert wird und der nächtliche Zustrom von kühler Luft abbricht. Während sehr heissen Sommern führt die Hitzebelastung bei älteren Menschen und Kleinkindern nachweislich zu einer höheren Sterberate.

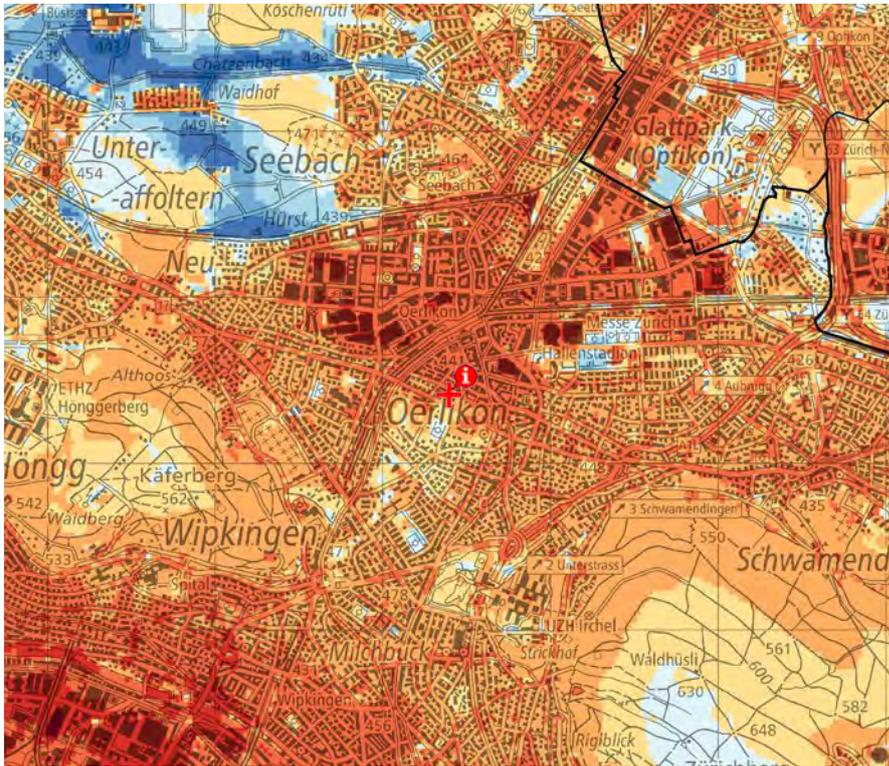
Hitzeinseln bei der Siedlungsentwicklung nach innen vermeiden

Aus diesen Gründen benötigt die angestrebte Siedlungsentwicklung nach innen zwingend begleitende lokalklimatische Massnahmen, damit eine Verschärfung der Hitzebelastung vermieden werden kann.

Praktikabel sind beispielsweise eine grosszügige Durchgrünung der Aussenräume, die Beschattung von Bauten und Anlagen mit Bäumen, Dachbegrünungen, eine Verminderung des Versiegelungsgrads, eine Förderung offener Wasserflächen sowie eine Bebauungsstruktur, mit welcher die Durchlüftung des Siedlungsgebiets gewährleistet wird. Die kantonale Webplattform www.zh.ch/hitze informiert über verschiedene Aspekte von Hitze im Siedlungsraum.

Mit Bäumen ein angenehmes Lokalklima schaffen

Einen massgebenden Beitrag zur Schaffung eines angenehmen Lokalklimas leisten grosskronige Bäume. Sie beschatten die Umgebung und die Gebäude und sorgen damit für den an Hitzetagen dringend erforderlichen Schatten, verhindern die Erwärmung der Oberflächen und kühlen die Umgebung durch Verdunstung ab.



Klimamodell: Klimaanalysekarte

- Klimaanalysekarte
 ● Nachtsituation (4 Uhr)
 ○ Tagsituation (14 Uhr)

Nachtsituation

- Temperatur:
 ○ Lufttemperatur
 ● Wärmeinseleffekt

- Wind:
 ○ Kaltluftvolumenstrom
 ○ Windgeschwindigkeit
 □ Windrichtung und -geschwindigkeit (ab 1:10'000)

Wärmeinseleffekt [°C], 4 Uhr



Mit Blau- und Rottönen sind in den kantonalen Klimakarten mögliche Hitzeinseln auf einen Blick ersichtlich.
Quelle: www.maps.zh.ch

Sie bieten damit auch in einem ansonsten klimatisch eher ungünstigen Umfeld attraktive Aufenthaltsorte.

Weil die Bäume ihre volle Wirkung erst nach Jahren bis Jahrzehnten entfalten, kommt dem langfristigen Erhalt des Baumbestands eine grosse Bedeutung zu. Bei Gebietsentwicklungen sind somit im Rahmen von Sondernutzungsplanungen die notwendigen Festlegungen zu treffen, damit ein solcher Baumbestand langfristig bestehen kann. Dies erfolgt vordergründig mit der Festlegung nicht unterbaubarer Bereiche, weil das Baumalter sowie die Wuchskraft und die Vitalität von Bäumen auf Tiefgaragen grundsätzlich begrenzt ist. Auch bestehende Bäume können gezielt geschützt und erhalten werden.

Entsiegelung und Regenwassermanagement

Versiegelte Flächen in den Stadtzentren sind eine der Hauptursachen sowohl für die Hitzebelastung als auch für die Überflutung bei Starkregen. Mit wasserdurchlässigen Böden und in Kombination mit einem Regenwassermanagement kann der Hitzebelastung wirkungsvoll begegnet werden.

Entsiegelte Flächen heizen sich an sonnigen Tagen weniger auf und sorgen für lokale Abkühlung durch Verdunstung des Bodenwassers. Für Teilentsiegelungen bieten sich Rasengittersteine, Fugenpflaster oder Chaussierungen an. Die Be-

schränkung versiegelter Flächen auf das absolute Minimum sollte demzufolge bei allen Arealentwicklungen von Anfang an angestrebt werden.

Klimakarten helfen früh im Planungsverfahren ...

Seit 2018 sind im kantonalen GIS-Browser unter www.maps.zh.ch → Klimamodell die kantonalen Klimakarten abrufbar, mit welchen die heutigen und zukünftigen lokalklimatischen Gegebenheiten und die überhitzten Gebiete ersichtlich sind. Dank dieser neuen Grundlagen können sich die Gemeinden, die Planenden sowie die Eigentümerinnen und Eigentümer mit den lokalklimatischen Verhältnissen der jeweiligen Planungsvorhaben auseinandersetzen.

Der Einbezug der lokalklimatischen Aspekte in den Planungsverfahren soll möglichst frühzeitig erfolgen und ist im erläuternden Bericht nach Art. 47 der Raumplanungsverordnung darzulegen. Dieser Bericht ist Bestandteil jedes Planungsvorhabens und zeigt unter anderem auf, inwiefern mit der Planung ein Beitrag zugunsten kompakter Siedlungen von hoher (Wohn-) Qualität sichergestellt werden kann.

... lokalklimatische Bedingungen verbindlich zu berücksichtigen

Neben den raumplanerischen Aspekten, also den Zielen und Grundsätzen der Raumplanung, ist im Planungsverfahren auch der Umgang mit umweltrechtlichen

Anforderungen aufzuzeigen. Somit ist seit der Publikation dieser Klimakarten auch der Umgang mit dem Lokalklima darzulegen, konkret sind dies die lokalklimatische Ausgangslage, die Auswirkungen der Planung auf die lokalklimatischen Verhältnisse sowie die vorgesehenen Massnahmen zur Minderung der Hitzebelastung.

Die qualifizierte Auseinandersetzung mit dem Lokalklima in den Planungsverfahren und die grundeigentümergebundene Festlegung geeigneter Massnahmen leistet einen wichtigen Beitrag, um zusätzliche Hitzebelastung im Siedlungsgebiet zu vermeiden. Mit der zurzeit laufenden Änderung des Planungs- und Baugesetzes sollen die Gemeinden zusätzliche Regelungskompetenzen erhalten, um in der Nutzungsplanung eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung grundeigentümergebündlich umsetzen zu können.



Klimagerecht bauen vermindert Kühlbedarf

Gebäude brauchen während der heissen Monate in Zukunft mehr Kühlung. Wird ein Gebäude von Anfang an richtig geplant, können Klimaanlage kleiner dimensioniert oder gar vermieden werden. Eine Studie der Hochschule Luzern zeigt, worauf man achten muss.

Gianrico Settembrini
Leiter Forschungsgruppe Nachhaltiges Bauen und Erneuern
Institut für Gebäudetechnik und Energie
Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Telefon 041 349 38 16
gianrico.settembrini@hslu.ch
www.hslu.ch

Ansprechperson Kanton Zürich:
Christoph Gmür, Leiter Energietechnik,
Stv. AL
Abteilung Energie, AWEL
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 42 70
christoph.gmuere@bd.zh.ch
www.zh.ch/energie

- Artikel «Lokalklimatisch optimierte Siedlungsentwicklung», ZUP101/2021, Seite 11
- Artikel «Komfort im Sommer durch richtiges Bauen», ZUP 91/2018
- www.zh.ch/hitze

Grosse Fenster bieten Aussicht und Licht – oft müssen sie aber im Sommer beschattet werden, damit das Licht nicht blendet oder es im Innenraum nicht zu heiss wird.

Quelle: Roland Fischer, WikimediaCommons, CC BY-SA 3.0

Bisher spielte ein Kühlkonzept beim Bau von Gebäuden nur eine geringe Rolle; wichtig war das Heizkonzept. Dies wird sich ändern, wenn die Klimaveränderung auch hierzulande vermehrt zu heissen Sommern führt.

Die Studie «Bereit für den Klimawandel?» der Hochschule Luzern hat untersucht, was das für die Planung neuer Gebäude bedeutet. Da müssen energetische Ansprüche berücksichtigt werden: die Fähigkeit des Gebäudes, Wärme zu speichern, die Fähigkeit der Räume, über Nacht auszukühlen und der Schutz der Räume vor Hitze durch Sonneneinstrahlung. Gleichzeitig wünschen sich die Bewohnenden helle Räume.

Geschoss- und fassadenweise planen ist sinnvoll

Sowohl die Temperatur in Wohnräumen als auch das Tageslicht werden unter anderem davon beeinflusst, in welcher Umgebung das Haus liegt – steht es frei, oder wird es von anderen Häusern beschattet? –, nach welchen Himmelsrichtungen es ausgerichtet ist und in welcher Etage die Wohnung liegt. «Planende und Bauherren müssen deshalb ihre Pläne an die Umgebung und den Standort eines Hauses ausrichten und fassaden- und geschossweise planen», sagt Gianrico Settembrini vom Institut für Gebäudetechnik und Energie der Hochschule Luzern. Für die Studie «Bereit für den Klimawandel?» hat Settembrini mit seinem Team konkrete Handlungsempfehlungen erarbeitet, um Bauherren und Planer für die Thematik zu sensibilisieren. Zudem kann nur ein energetisch optimal funktionierendes und lichtmässig behagliches Gebäude über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg seinen Wert erhalten. Dieser Aspekt macht die Empfehlungen auch für Kaufwillige oder an einer Miete Interessierte interessant, die ein Objekt beurteilen möchten.

nierendes und lichtmässig behagliches Gebäude über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg seinen Wert erhalten. Dieser Aspekt macht die Empfehlungen auch für Kaufwillige oder an einer Miete Interessierte interessant, die ein Objekt beurteilen möchten.

Studienresultate zeigen Handlungsbedarf

Die Studie der Hochschule Luzern wurde von EnergieSchweiz, einem Programm des Bundesamts für Energie (BFE), finanziell unterstützt und mit weiteren Partnern, unter anderem der Stadt Zürich, durchgeführt. Darin hat das Forschungsteam elf Parameter ausfindig gemacht, die einen Einfluss auf den Ener-

Zürich: Sommerlicher Wärmeschutz der Zukunft

Der Kanton Zürich will den Planenden und Bauherren gute und verlässliche Werkzeuge für die Zukunft zur Verfügung stellen. So liess er zusammen mit dem BAFU und dem SIA bei MeteoSchweiz Klimadaten für die Zukunft entwickeln, die den Klimawandel nach den neusten Erkenntnissen aufgrund der Klimaszenarien CH2018 in konkrete Zahlen fassen. Mit den bereits für Zürich vorliegenden Daten überarbeitet momentan der Verein Minergie seinen Kurs für den sommerlichen Wärmeschutz der Zukunft, der ab 2022 in Zürich angeboten wird.

www.minergie.ch



Grosse Fenster oder kleine? Die beste Lösung hängt von der Situation, beispielsweise der Ausrichtung der Fassade sowie einer möglichen Beschattung durch Nachbargebäude ab.

Quelle: gaheilon, Flickr, CC BY-NC-SA 2.0 (links), HSLU (rechts)

gieverbrauch sowie die thermische und visuelle Behaglichkeit in einer Wohnung haben, die Bauherren und Planerinnen bei ihrer Arbeit berücksichtigen sollten. Die Parameter wie Eigenschaften der Fenster, Sonnenschutz- oder Beschattungselemente wurden in einem für das Mittelland typischen Referenzgebäude in Basel-Binningen simuliert. Dann wurden die Parameter nach den Kriterien thermische Behaglichkeit, nötiger Energieaufwand übers Jahr und Einfall des Tageslichts gewichtet und bewertet.

«Noch immer richtet sich die Architektur der Schweiz zu sehr darauf, Wohnungen im Winter angenehm und energieeffizient zu machen», sagt Settembrini. Es sei jedoch entscheidend, dass Gebäude mit Klimadaten der Zukunft geplant werden und nicht wie heute mit solchen, die auf vergangenen Werten beruhen. Obwohl die Studie noch nicht mit den neuen Klimadaten erarbeitet wurde, sind die Ergebnisse für die Empfehlungen verwendbar.

Zum Beispiel: Grösse, Lage und Ausrichtung der Fenster

Ein wichtiger Faktor für die Zukunftsfähigkeit der Wohnungen sind die Fenster. Hier gilt es, zwei widersprüchliche Erwartungen in Einklang zu bringen: Für den Wohnkomfort ist viel Tageslicht wichtig. Dafür hilft es, tiefe Räume zu vermeiden, und einen guten Sonnenschutz zu installieren, Stürze über den Fenstern zu minimieren und helle Oberflächen zu verwenden. Geht es jedoch darum, ein Gebäude im Sommer kühl zu halten, sind grosse sonnenseitige Fensterflächen heikel. Deshalb wurde für die Studie das Team des Tageslichtexperten Björn Schrader miteinbezogen.

Nordfenster statt Südfenster

Das Fazit: Von Fenstern, die bis zum Boden reichen, wird im untersuchten Zusam-

menhang abgeraten: «Sie bringen nicht wesentlich mehr Tageslicht in die Wohnung, heizen aber den Boden auf.» Doch auch grosse Südfenster halten nicht, was sie versprechen: Im Sommer müssen sie im Gegensatz zu vielen Nordfenstern beschattet werden. Das verdunkelt das Zimmer und verdeckt die Aussicht.

Deshalb sind Nordräume in heissen Sommern nicht nur kühler, sondern oft auch heller als Räume, die nach Süden zeigen. In Wohnungen mit Grundrissen, die eine flexible Nutzung ermöglichen, kann man die Räume je nach Jahreszeit anders nutzen.

Nächtliches Kühlen mit guter Ausrichtung der Fenster optimieren

Die Ausrichtung der Fenster ist auch für eine effiziente Lüftung in der Nacht wichtig. Dabei sollten die Windrichtungen im Sommer Massstab sein. «Unsere Studie hat gezeigt, dass es auch im Jahr 2060 noch gelingen kann, eine Wohnung kühl zu halten, wenn über Nacht richtig und konsequent gelüftet wird», sagt Gianrico Settembrini. Dies kann auch mit Hilfe des Treppenhauses geschehen. Natürlich müssen dabei auch Umstände wie Lärmbelastung oder Einbruchschutz berücksichtigt werden; aber vor allem hat das Verhalten der Bewohnerinnen und Bewohner einen entscheidenden Einfluss auf die Energieeffizienz und angenehme Temperaturen im Gebäude. Manche der Aufgaben könnten in Zukunft automatisiert betrieben werden. «Nutzerinnen und Nutzer akzeptieren die Automation aber nur, wenn sie sie bei Bedarf übersteuern und Fenster öffnen können», sagt Settembrini.

Passive Lösungen gut nutzen

Grundsätzlich sollte ein Gebäude von Anfang an so entworfen werden, dass es möglichst wenig geheizt und gekühlt wer-

den muss. Zu beachten ist dabei, dass der ganze Gebäudekörper als Wärmespeicher wirkt. «Der Einsatz von Kühl- oder Klimageräten soll vermieden werden, technische Lösungen sollen erst zum Zug kommen, wenn die passiven Möglichkeiten ausgeschöpft sind», sagt Adrian Grossenbacher vom Bundesamt für Energie. Der Gebäudepark verbraucht rund 40 Prozent des Endenergiebedarfs der Schweiz. Dieser müsse weiter gesenkt werden. Würde jedoch ein vermehrter Einsatz von Klimageräten nötig werden, droht dieser Wert stattdessen noch zu steigen. Werden dagegen Wärmepumpe-betriebene Erdsonden im Sommer regeneriert, so kühlt das ein Gebäude, ohne wesentlich mehr Energie dafür zu benötigen. Gleichzeitig verlagert dies Sommerstrom in den Winter. Das ist sehr interessant.

Klimagerechtes Bauen an der Hochschule Luzern

Das Departement Technik & Architektur der Hochschule Luzern beschäftigt sich nicht nur intensiv mit Lösungen für den Klimawandel, sondern auch mit seinen Folgen für Bauen und Architektur. Deshalb wird an der Hochschule Luzern das Thema bereits in den Ausbildungen im Bereich Bau berücksichtigt.

- Ein dreitägiger Weiterbildungskurs «Bauen im Klimawandel – Wirksame Massnahmen für Bauherrschaften und Planende» bringt Fachleute auf den neuesten Stand.
- Leitfäden für Bauherrschaften und Planende zeigen Zusammenhänge und geben kurzgefasste Empfehlungen.

www.hslu.ch/klimawandel



Ein rein elektrisch betriebenes Einsatzfahrzeug der Kantonspolizei.
Quelle: Medienstelle Kantonspolizei

Klimaschutz: Kanton setzt auf CO₂-freie Fahrzeuge

Mit dem Fortschritt CO₂-freier Antriebe soll die kantonale Fahrzeugflotte einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Der Kanton setzt sich darum neue, ambitionierte Ziele. Ab sofort beschafft er möglichst nur noch CO₂-freie Fahrzeuge. Spätestens 2040 soll die Flotte klimaneutral sein.

Thomas Stoiber
Luft, Klima und Strahlung
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Telefon 043 259 43 55
thomas.stoiber@bd.zh.ch
www.zh.ch/klima
www.zh.ch/rrb — RR-Nr. 949/2021

- «Strategie für zukunftsgerichtete und digitale Mobilität», Vermischtes, Seite 29
- Artikel «Diesel-, Gas-, Elektro- oder Hybridautos für die Kapo?», ZUP 89/2017

Die weltweite Klimakrise erfordert ein entschlossenes Vorgehen zur vollständigen Vermeidung von CO₂-Emissionen. Hauptverursacher dieser CO₂-Emissionen ist im Kanton Zürich der Verkehr. Die Motorfahrzeuge der kantonalen Verwaltung sollen in Bezug auf Umweltwirkungen möglichst vorbildlich und daher energieeffizient und emissionsarm unterwegs sein – sei es bei Strassenreinigung und -unterhalt, den Dienstfahrzeugen oder bei der Polizei.

Stand heute

Die Personenwagen-Flotte der Kantonspolizei verfügt bereits heute zu 20 Prozent über alternative Antriebe (Grafik Seite 16 unten). Die bisherige Vorgabe für die umweltfreundliche Beschaffung von Motorfahrzeugen des Kantons, die «Weisung Emissionsminderung von Fahrzeugen bei der Beschaffung und dem Betrieb durch die kantonale Verwaltung und beauftragte Unternehmen» stammt aus dem Jahr 2013. In der Zwischenzeit hat die Entwicklung emissionsfreier Antriebe grosse Fortschritte erzielt. Der Regierungsrat hat sich mit einer Neuauflage der Weisung nun wesentlich ambitioniertere Ziele gesetzt.

Ambitionierte Ziele in mehreren Schritten

Künftig wird der Kanton nur noch Fahrzeuge beschaffen, die im Betrieb CO₂-frei sind. In einem ersten Schritt ab 2022 wird dieses Ziel für Personenwagen angestrebt.

Für Einsatzfahrzeuge – besonders diejenigen der Blaulichtorganisationen – sowie für das Segment der Nutzfahrzeuge und Spezialfahrzeuge besteht derzeit nur ein begrenzter Markt an Fahrzeugen mit alternativen Antrieben. Daher wird erst in einem zweiten Schritt ab 2025 angestrebt, auch Einsatzfahrzeuge der Kantonspolizei sowie leichte Nutzfahrzeuge mit Antrieben ausschliesslich ohne CO₂-Ausstoss im Fahrbetrieb zu beschaffen. In einem dritten Schritt spätestens ab 2030 folgen schliesslich die schweren Nutzfahrzeuge und Spezialfahrzeuge. So sollte, berücksichtigt man die Lebensdauer der Fahrzeuge, ab 2030 die Personenwagenflotte und ab 2040 die gesamte Flotte des Kantons vollständig CO₂-frei unterwegs sein.

Beschaffungsvorgaben: Stete Einsatzbereitschaft vorausgesetzt

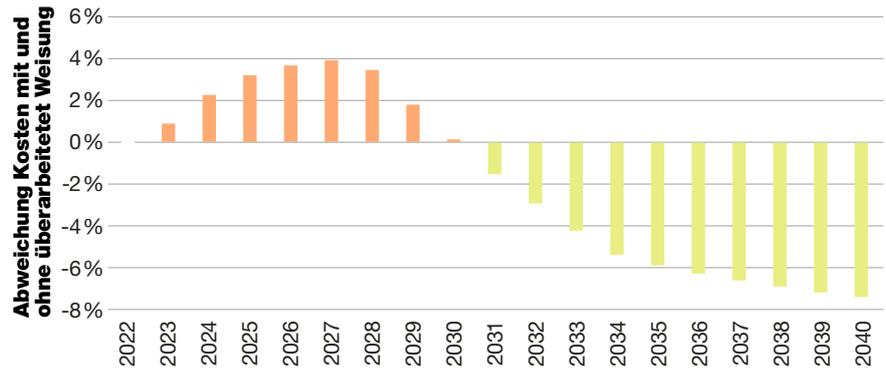
Die neue Weisung sieht vor, dass ab Inkrafttreten im Betrieb CO₂-freie Personewagen und leichte Nutzfahrzeuge beschafft werden. Dies ist geknüpft an den Vorbehalt, dass die Fahrzeuge jederzeit uneingeschränkt einsatzfähig sind – vor allem für die Blaulichtorganisationen ist dies von grösster Wichtigkeit. Ist eine Beschaffung von CO₂-freien Personewagen und Lieferwagen nicht möglich, werden Vorgaben zur Energieeffizienz, zum CO₂-Ausstoss und zur Euro-Abgasklasse berücksichtigt.

Die notwendige Infrastruktur aufbauen

Bei der schrittweisen Umstellung der kantonalen Fahrzeugflotte werden gemäss der derzeitigen Marktentwicklung batterieelektrische Fahrzeuge besonders im Personewagen- und Lieferwagenbereich eine grosse Rolle spielen. Damit kann die Beschaffung von Fahrzeugen nicht mehr losgelöst von der Infrastruktur in Gebäuden und an Parkplätzen betrachtet werden.

Auch im Sinne der Einsatzfähigkeit der Fahrzeuge sieht die neue Weisung deswegen vor, die nötige Infrastruktur zum Laden von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen und zum Betanken von Fahrzeugen mit Wasserstoffantrieb aufzubauen. Somit führt die neue Weisung die Beschaffung und den Betrieb der Fahrzeuge der kantonalen Verwaltung stärker zusammen.

Vergleich der Kosten bei einer Flottenentwicklung mit und ohne überarbeitete Weisung



Die künftigen Kosten für Investitionen sowie Unterhalt der Personen- und Lieferwagen (ohne Ladeinfrastruktur) werden mit der überarbeiteten Weisung anfangs ansteigen, nach 2027 aber deutlich sinken und schliesslich markant tiefer sein als bei einer angenommenen Flottenentwicklung ohne die überarbeitete Weisung.

Quelle: Eigene Schätzung

Schwere Nutzfahrzeuge: Entwicklungen anstossen

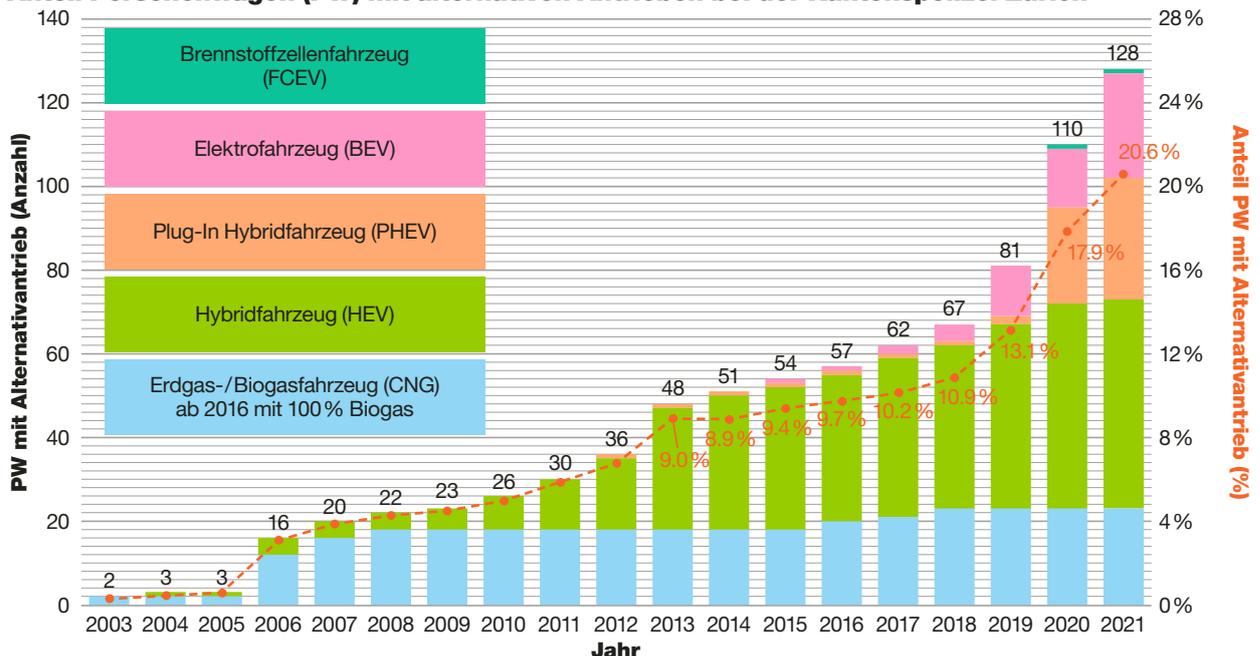
Für schwere Nutzfahrzeuge erlässt der Kanton vorderhand noch keine verbindlichen Vorgaben, denn hier ist das Angebot an Fahrzeugen am Markt noch sehr gering. Der Kanton wird auf Fahrzeuge mit alternativen Antrieben setzen, sobald diese verfügbar sind. Zunächst beschränkt er sich auf die gezielte Förderung von Innovationen. Für Beschaffungen von Transportdienstleistungen, zum Beispiel bei Bauaufträgen, wird er künftig Zuschlagskriterien für den CO₂-Ausstoss formulieren. Auf diese Weise setzt er im Transportmarkt einen Anreiz für eine Entwicklung hin zu CO₂-freien Antrieben.

Im Betrieb günstiger

Zwar rechnet der Kanton mit Mehrinvestitionen für die Beschaffung von CO₂-freien Personen- und Lieferwagen. Diese zusätzlichen Investitionen nehmen jedoch mit der Zeit ab, da besonders bei der Batterieproduktion Skaleneffekte erwartet werden. Zudem werden die Mehrinvestitionen durch die im Betrieb geringeren Energie- und Unterhaltskosten mehr als kompensiert werden.

Die Grafik oben zeigt eine prozentuale Gegenüberstellung der Investitions- und Betriebskosten bis 2040, wie sie durch die Weisung verändert werden. Hinzu kommen die Investitionen in Ladestationen bei kantonalen Liegenschaften.

Anteil Personenwagen (PW) mit alternativen Antrieben bei der Kantonspolizei Zürich



Die Kantonspolizei Zürich setzt immer stärker auf alternativ betriebene Personenwagen, das zeigen deren wachsende Anzahl sowie der Anteil an der gesamten Flotte. Zuletzt stieg besonders die Zahl der reinen Elektrofahrzeuge.

Quelle: Medienstelle der Kantonspolizei



Die junge Generation hat die Dringlichkeit des Themas verdeutlicht.
Quelle: Al-qamar, WikimediaCommons, CC BY-SA 4.0

Klimaschutz und Klimaanpassung: ein junges Feld der Umweltpolitik

Der globale Klimawandel ist gut bekannt, doch wurde lange kaum etwas dagegen unternommen. Was international auf UN-Konferenzen begann, mündet nun aber auf nationaler, kantonaler und lokaler Ebene in konkreten Klimaschutz.

Niels Holthausen
Verantwortlicher
Klimaschutz und -anpassung
niels.holthausen@bd.zh.ch

Nathalie Hutter
Projektleiterin
nathalie.hutter@bd.zh.ch

Valentin Delb
Abteilungsleiter
valentin.delb@bd.zh.ch

Abteilung Luft, Klima und Strahlung
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 30 53
www.zh.ch/klima

Obwohl der Klimawandel schon seit mehreren Jahrzehnten wissenschaftlich erforscht wird, sind Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel vergleichsweise junge Themen der Umweltpolitik.

Internationale Vereinbarungen

1992 wurde basierend auf dem ersten Sachstandsbericht des Weltklimarats (IPCC) die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen verabschiedet und auf der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro von 154 Staaten unterzeichnet. Damit sollten eine gefährliche menschengemachte Störung des Klimasystems verhindert, die Erwärmung verlangsamt und die Klimafolgen gemindert werden. Heute, fast 30 Jahre später, muss festgestellt werden, dass diese Ziele nicht erreicht sind, sondern dass der Klimawandel ungebremst weiter fortschreitet. Allerdings ist seit Beschluss des Klimaübereinkommens von Paris an der UN-Klimakonferenz von 2015 und dessen Ratifizierung durch aktuell 191 Staaten eine Beschleunigung der internationalen Klimaschutzbemühungen zu erkennen. Damit soll das Ziel erreicht werden, die globale Temperaturerhöhung auf höchstens 2°C zu begrenzen.

Kantonale Aktivitäten

Schon früh setzte sich der Kanton Zürich für die Reduktion der CO₂-Emissionen ein und war beispielsweise massgeblich an der Entwicklung des Minergie-Labels beteiligt. Seit 2010 hat er im Energiegesetz ein quantitatives Klimaschutzziel

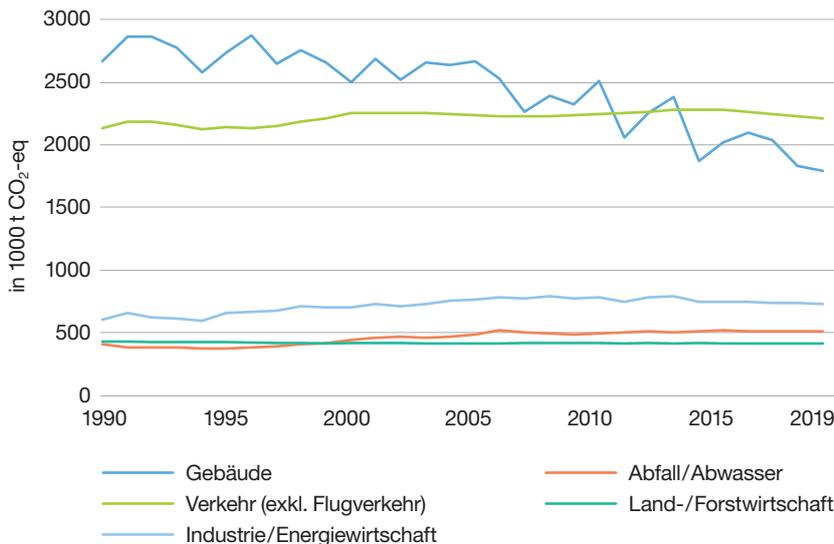
verankert, das bis ins Jahr 2050 die Senkung des CO₂-Ausstosses auf jährlich 2,2 Tonnen pro Einwohnerin und Einwohner vorsieht. Dazu hat er insbesondere Massnahmen getroffen, die den Verbrauch fossiler Brennstoffe für die Gebäudewärme vermindern. 2018 wurden die Massnahmenpläne zur Verminderung der Treibhausgase und zur Anpassung an den Klimawandel festgesetzt, die derzeit umgesetzt werden.

«Ufä mit dä Klimaziel,
abä mit äm CO₂.»
Slogan auf einem Transparent

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse über die Dynamik und dramatischen Auswirkungen des Klimawandels haben in den letzten Jahren öffentliche Debatten und Klimademonstrationen ausgelöst, auch mit Folgen auf politischer Ebene im Kantonsrat.

Auch hat der Regierungsrat in seine Regierungspolitik das neue Langfristziel Klimaschutz aufgenommen und sich als Ziel der Legislaturperiode 2019 – 2023 die Festlegung einer langfristigen Klimastrategie gesetzt. Zudem wurde das kantonale Energieförderprogramm stark ausgebaut und eine Änderung des Energiegesetzes mit Regelungen zum Ersatz von Öl- und Gasheizungen ist vorgesehen. Auch eine Vorlage zur Anpassung des Planungs- und Baugesetzes wurde ausgearbeitet, das Gemeinden Instrumente zur Verminderung der sommerlichen Hitzebelastung an die Hand geben soll.

Entwicklung Treibhausgasemissionen Kanton Zürich nach Sektoren



Nur die CO₂-Emissionen aus Gebäuden sind in den letzten Jahren klar gesunken.
Quelle: AWEL

Wo stehen wir heute?

Das Bekenntnis zu ambitionierten Klimazielen und die Bereitschaft zur Abkehr von fossilen Brenn- und Treibstoffen hin zu erneuerbaren Energien war global wohl nie so gross wie heute.

Mitten in diese vielversprechende Entwicklung traf jedoch die Corona-Pandemie, die neue Prioritäten erforderte. Zudem zeigte die Abstimmung zum CO₂-Gesetz in der Schweiz, dass die Diskussion um breit abgestützte Massnahmen noch nicht abgeschlossen ist.

«Fakt ist, dass die Schweiz ihre CO₂-Emissionen im Inland von 1990 bis 2018 um 7,3 Millionen Tonnen CO₂ gesenkt hat (minus 16 Prozent). Das ist gut, aber 16 Prozent innerhalb von 28 Jahren ist völlig ungenügend.»

Thomas Stocker, Klima- und Umweltphytiker an der Universität Bern in der NZZ

Doch auch in dieser Phase zeigen sich aussichtsreiche politische Entwicklungen: Die Vertragsstaaten des Klimaübereinkommens von Paris legen nach und nach fest, bis wann sie treibhausgasneutral werden wollen (Netto-Null-Ziele). So auch der Bundesrat, der das Ziel bis 2050 anstrebt. Interessant ist auch die Entwicklung, dass verschiedene Gerichte Klagen nach stärkerem Klimaschutz stattgegeben haben. So mussten beispielsweise die Regierungen der Niederlande (2015) und Deutschlands (2021) ihre Klimapolitik wesentlich nachbessern.

Neue Technologien anwenden

Ein anderes Beispiel ist die Eigendynamik, die sich in der Wirtschaft entwickelt. Auf-

grund des globalen Konsenses zu mehr Klimaschutz und den zunehmend verfügbaren Dekarbonisierungstechnologien stellen Anleger die Zukunftsfähigkeit fossiler Rohstoffe und fossil betriebener Technologien immer mehr in Frage. Sie fordern zudem vermehrt von Unternehmen und Pensionskassen die Offenlegung von Klimarisiken oder gleich die Desinvestition aus fossilen Anlagen. Damit verlieren diese tendenziell an Wert, während Unternehmen, die vielversprechende Dekarbonisierungstechnologien nutzen, bei Anlegern an Attraktivität gewinnen.

Die bereits breit verfügbaren und konkurrenzfähigen Technologien, wie zum Beispiel Wärmepumpen für die Gebäudewärme und Elektrofahrzeuge im motorisierten Individualverkehr, zeigen die Richtung für einen erfolgreichen Klimaschutz auf.

Blick in die Zukunft

Mit der langfristigen Klimastrategie wird der Regierungsrat noch in dieser Legislatur zeigen, wie schnell und mit welchen Massnahmen der Kanton das Ziel Netto Null erreichen will. Gemäss aktuellen globalen Zielsetzungen und Entwicklungen werden wir bis Mitte des Jahrhunderts einen grossen Schritt weiter sein: Für Gebäude, Mobilität und Energieversorgung werden weitgehend erneuerbare Energien genutzt (→ Artikel «Gebäude energetisch immer fitter», Seite 39).

CO₂ wird in Kehrrichtverwertungsanlagen aus den Abgasen abgeschieden und in sicheren geologischen Orten gespeichert (→ Artikel «Wie bekommen wir das CO₂ wieder aus der Atmosphäre?», ZUP 99). So werden die nicht zu vermeidenden Emissionen (z. B. aus der Landwirtschaft) bis zur angestrebten Treibhausgasneutralität ausgeglichen. Trotz dieser positiven Entwicklung nimmt die Erwärmung zunächst noch zu und eine Anpassung ist notwendig.

Was Gemeinden bewirken können

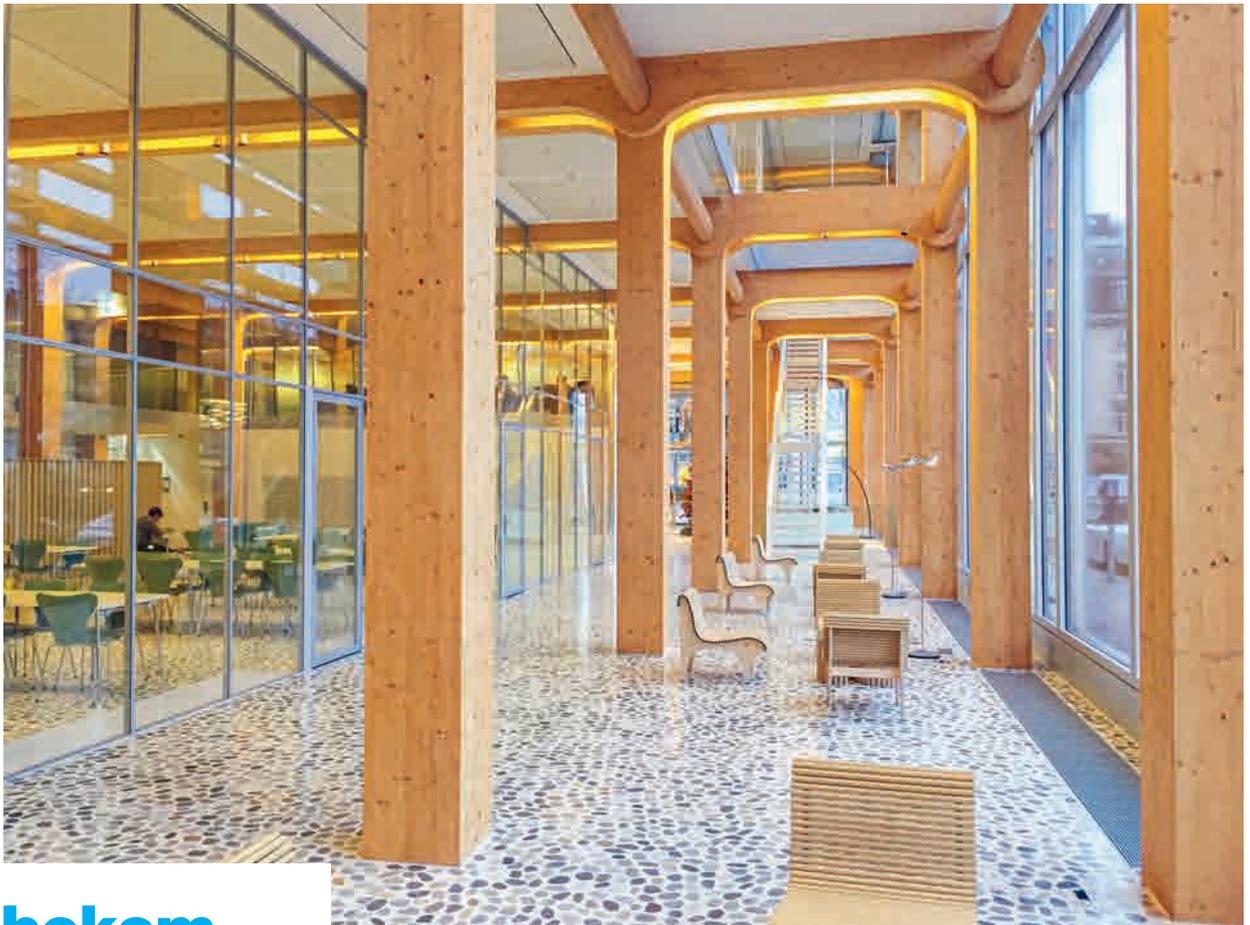
Klimaschutz und -anpassung geschieht ganz lokal. Dazu braucht es neben Bund, Kantonen, Wirtschaft und Bevölkerung natürlich auch die Städte und Gemeinden. Viele davon sind bei Klimaschutz und -anpassung sehr aktiv, beispielsweise im Programm Energiestadt und beim Auf- und Ausbau einer zukunftsfähigen Energienutzung (z. B. Ausbau klimaverträgliche Fernwärmenetze).

Um die aktuellen Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen, ist es wichtig, voneinander zu lernen und die Massnahmen aufeinander abzustimmen. Dazu trägt unter anderem der Klimadialog Kanton – Gemeinden bei, der 2020 erstmals stattfand und im Herbst 2021 fortgesetzt werden wird (www.zh.ch/klimadialog).



Die 1992 an der UN-Klimakonferenz gesetzten Ziele zum Schutz des Klimas konnten nicht erreicht werden. Immer mehr Nationen legen seit der Klimakonferenz in Paris (2015) aber fest, bis wann sie treibhausgasneutral werden wollen (Netto-Null-Ziele).

Quelle: United Nations Photo, Flickr, CC BY-NC-ND 2.0



Holz als Baustoff ist zurzeit eine der effizientesten und günstigsten CO₂-Senken.
Im Bild: Tamedia-Verlagshaus.
Quelle: Melissanews, CC-BY-SA-4.0

Wie bekommen wir das CO₂ wieder aus der Atmosphäre?

Ohne Kohlendioxid (CO₂) dauerhaft aus der Atmosphäre zu entnehmen, kann die globale Erwärmung nicht auf 1,5 Grad Celsius begrenzt werden, wie es das Pariser Übereinkommen vorsieht. **Negativ-Emissions-Technologien (NET) sind dafür ein denkbarer Weg.**

Floris Emanuel Heim
Abteilung Luft, Klima und Strahlung
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Telefon 043 259 43 67
floris.heim@bd.zh.ch
www.zh.ch/klima

- Artikel «CO₂-Abscheidung aus der KVA Linth machbar», Seite 9
- Bericht «Negative Emissionen und Treibhausgas-Zertifikatehandel – Potenziale, Kosten und mögliche Handlungsoptionen», INFRAS und Perspectives Climate Group vom 2. Juni 2020

Der Ausstoss von Treibhausgasemissionen kann voraussichtlich nicht in allen Bereichen vollständig vermieden werden. Besonders in der Landwirtschaft, der Abfallbehandlung und bei gewissen industriellen Prozessen wie zum Beispiel der Zementherstellung sind bestimmte Treibhausgasemissionen aus heutiger Sicht unvermeidbar. Die Erreichung von Netto-Null-Emissionen erfordert daher neben der möglichst weitgehenden Emissionsreduktion die Entfernung von Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre durch sogenannte Negativ-Emissions-Technologien (NET).

Grundsätzlich kann dabei CO₂ entweder über die Photosynthese als Biomasse oder chemisch durch Luftfilter oder die Bindung in Mineralien eingefangen werden. Damit die Rückgewinnung von CO₂ aus der Atmosphäre auf längere Sicht einen klimawirksamen Effekt haben kann, muss das entzogene CO₂ dauerhaft und sicher gespeichert werden.

Ansätze für negative CO₂-Emissionen im Kanton Zürich

Im Auftrag des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) haben INFRAS und Perspectives Climate Group die für

den Kanton Zürich relevanten Negativ-Emissions-Technologien beschrieben und den auf der nächsten Seite aufgeführten sechs Handlungsfeldern zugeordnet.

- Forstwirtschaft
- Moorschutz und Wiedervernässung
- Landwirtschaft
- Beschleunigte Verwitterung

Kaskadennutzung von Holz

Wird Holz mehrfach genutzt, spricht man von einer sogenannten Kaskadennutzung. So kann unbelastetes Altholz (aus Gebäuden oder von Paletten etc.) zum Beispiel für die Herstellung von Span- und Faserplatten verwendet werden. Durch mehrfache Nutzung können die Wertschöpfung gesteigert, der Ressourcenverbrauch reduziert und das CO₂ länger im Holz gebunden werden. Am Ende der Kaskadennutzung steht die energetische Verwertung des Holzes. Wird diese mit CCS-Technologie zur CO₂-Abscheidung ausgestattet, verschafft die heutige Nutzung von Holz Zeit für eine zukünftige CO₂-Entnahme.

- Biomasseverwertung mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung (BECCS)
- Maschinelle CO₂-Luftfiltrierung und Speicherung (DACCS)

Die geschätzten Potenziale zur CO₂-Rückgewinnung aller oben aufgeführten Handlungsfelder im Kanton summieren sich in einem optimistischen Szenario auf rund eine Million Tonnen CO₂ pro Jahr und unter der Annahme eines pessimistischen Szenarios lediglich auf 50 000 Tonnen CO₂ pro Jahr im Jahr 2050.

Die sehr grosse Bandbreite der Schätzung der möglichen CO₂-Rückgewinnung zeigt eindrücklich den Bedarf an Forschung und Pilotprojekten im Bereich der NET auf. Nachfolgend werden die Handlungsfelder mit dem geschätzt grössten Potenzial im Bereich der Negativ-Emissions-Technologien im Kanton Zürich aufgeführt.

Forstwirtschaft

Wälder und Böden sind biologische CO₂-Speicher. Werden diese mit geeigneten Massnahmen vergrössert, können sie über eine begrenzte Zeitspanne als Senken wirken, also langfristig mehr CO₂ aufnehmen als sie abgeben. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn die Holzbestände oder die Waldfläche zunehmen. Das grösste CO₂-Senkenpotenzial kann jedoch durch die Verwendung des Holzes als langlebige Bau- und Werkstoffe erreicht werden, da so das in der Biomasse

gebundene CO₂ über Jahrzehnte aus dem natürlichen Kohlenstoffkreislauf entfernt werden kann. Hervorzuheben ist auch, dass der Einsatz von Holz als Bau- und Werkstoff zurzeit die effizienteste, günstigste und sicherste CO₂-Senke im Kanton Zürich darstellt. Mittelfristig wird daher eine breitere Anwendung des Holzbaus angestrebt.

Landwirtschaft

Auch in der Landwirtschaft kann mit geeigneten Massnahmen, über eine begrenzte Zeit und in Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheit, der Humusaufbau gefördert und damit der Anteil des gespeicherten Kohlenstoffs in den Böden vergrössert werden. Zu beachten ist jedoch, dass das CO₂ in biologischen Senken relativ unsicher gespeichert ist. Durch Waldbrände, Stürme oder durch eine Anpassung der Nutzung oder im Fall humusaufbauender Massnahmen, durch die Bodenbearbeitung, gelangt das zuvor gespeicherte CO₂ wieder in die Atmosphäre.

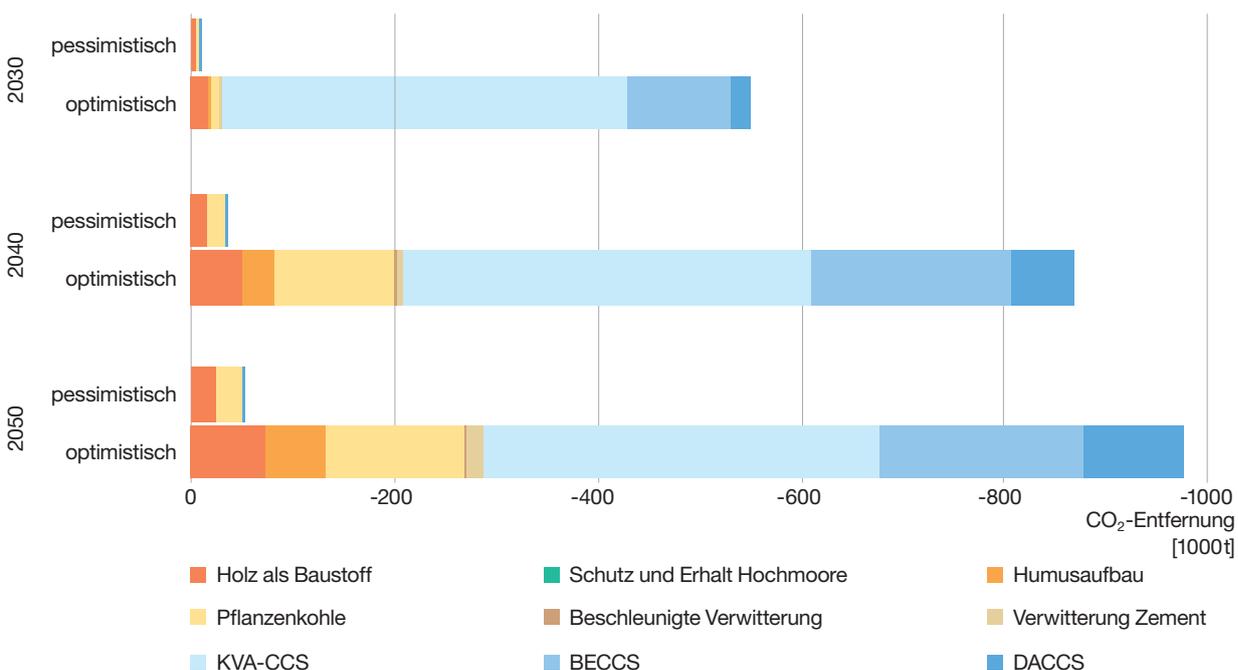
Neben der Vergrösserung der biologischen Speicher besteht eine weitere Möglichkeit, den Kohlenstoffanteil im Boden langfristig zu erhöhen, in der Einbringung von Pflanzenkohle. Diese wird in einem Pyrolyseverfahren hergestellt und kann direkt oder als Zusatz in Kompost oder über die Nahrungsaufnahme von Nutztieren und dem Ausbringen von Hof-

Carbon Capture and Utilisation (CCU)

Wird CO₂ technisch aus der Atmosphäre oder an Punktquellen entnommen und weiterverwendet, spricht man von «Carbon Capture and Utilisation» (CCU). Das so gewonnene CO₂ kann beispielsweise zur Herstellung von synthetischen Treibstoffen, zur Wachstumssteigerung in Gewächshäusern oder auch in der Getränkeindustrie genutzt werden. Ist das eingefangene CO₂ nicht fossilen Ursprungs, kann CCU einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, da so Erkenntnisse zum Aufbau einer klimaschonenden Kreislaufwirtschaft gewonnen werden können. Weiter kann CCU auch die Entwicklung der für CCS nötigen Technologien vorantreiben und so den Weg zu einer klimawirksamen CO₂-Rückgewinnung ebnen.

dünger in den Boden eingebracht werden. Der Vorteil von Pflanzenkohle besteht darin, dass sie im Boden aufgrund ihrer stabilen chemischen Struktur deutlich länger als andere organische Verbindungen verweilt und damit der Atmosphäre längerfristig CO₂ entzogen wird. Ausserdem konnten in landwirtschaftlichen Böden durch das Ausbringen von Pflanzenkohle die Lachgasemissionen oft messbar reduziert werden.

CO₂-Entfernung in 1000 Tonnen CO₂ pro Jahr



Für den Kanton Zürich geschätzte Potenziale zur CO₂-Entnahme (in 1000 Tonnen CO₂ pro Jahr) in einem pessimistischen bzw. optimistischen Szenario.

Quelle: AWEL basierend auf INFRAS und Perspectives Climate Group «Negative Emissions und Treibhausgas-Zertifikatehandel – Potenziale, Kosten und mögliche Handlungsoptionen» vom 2. Juni 202

Es besteht jedoch auch die Gefahr, dass mit der Pflanzenkohle Schadstoffe (z. B. Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Polychlorierte Biphenyle (PCB) oder Schwermetalle) in die Böden eingebracht werden. Um allfällige negative Einflüsse auf die Produktivität und Fruchtbarkeit der Böden ausschliessen zu können, besteht daher noch Forschungsbedarf.

Biomasseverwertung mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung (BECCS)

Eine energetische Verwertung von Biomasse bei gleichzeitiger Abscheidung des beim Verbrennen entstehenden CO₂ wird als Biomasseverwertung mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung (BECCS) bezeichnet. Das insgesamt grösste Potenzial zur CO₂-Entfernung aus der Atmosphäre bietet dabei im Kanton Zürich die technische Abscheidung und anschließende geologische Speicherung des CO₂ im Rahmen der Abfallverwertung und der Biomasse-Energieproduktion, zum Beispiel im Bereich der Fernwärme oder Stromproduktion.

Klima-Infrastruktur schaffen

«Mit der Abwasserreinigung und der Abfallbehandlung wurden im letzten Jahrhundert die zwei ersten Pfeiler unserer Umweltnfrastruktur eingeschlagen. Diese müssen unverzüglich mit einem Klimaschutz-Pfeiler ergänzt werden. Die notwendige Senkung der Treibhausgasemissionen ist anders nicht zu schaffen.

Vieles steht noch offen: Wie diese künftige Klimaschutz-Infrastruktur technisch ausgestaltet werden soll, wieviel sie kosten darf, welche Güterabwägungen bei ihrem Aufbau getroffen werden müssen?

Der Kanton Zürich, zusammen mit der Stadt Zürich und der ETH, hat eine engagierte Führungsrolle bei der Klärung dieser vielen offenen Fragen übernommen. Dieser Einsatz ist höchst willkommen, denn die Zeit drängt, und wir dürfen uns nicht von der Grösse und Komplexität der Aufgabe einschüchtern lassen. Man darf aber vorsichtig zuversichtlich sein: Die Zürcher Haltung, proaktiv und pragmatisch, hat eine erhebliche Dynamik auf nationale Ebene ausgelöst.»

Dr. Robin Quartier, Geschäftsführer des Verbands der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA)

Vision «Carbon Hub» als kontinentales CO₂-Netz



Die Vision «Carbon Hub» verbindet CO₂-Emissionsquellen über ein kontinentales CO₂-Netz direkter mit geologischen CO₂-Speichern.
Quelle: VBSA, Karte: Hayden120 and NuclearVacuum, WikimediaCommons, CC BY-SA 3.0

Die Vision «Carbon Hub» des Verbands der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) beruht auf vier Punkten:

- 1) Die vielen noch bestehenden fossilen Heizungen in der Schweiz werden mit wenigen grossen Feuerungen ersetzt, welche ein Fernwärmenetz speisen.
- 2) Die neuen, zentralen Feuerungen werden mit Carbon Capture Technologie (CC) ausgestattet und emittieren dadurch kein CO₂ mehr. Sie werden zu «Carbon Hubs».
- 3) Alle «Carbon Hubs» in der Schweiz werden an ein nationales CO₂-Transportnetz angeschlossen.
- 4) Das Schweizer CO₂-Transportnetz wird mit einem kontinentalen CO₂-Transportnetz vernetzt, welches wiederum die geologischen Speicher speist.

Rund die Hälfte des verbrennbaren Abfalls in den Zürcher Kehrrichtverwertungsanlagen (KVA) ist biogenen Ursprungs. Wird nun eine KVA mit einer CO₂-Abscheideanlage (CC von engl. Carbon Capture) ausgerüstet, erreicht man mit der oben genannten Abfallzusammensetzung je zur Hälfte eine CO₂-Entnahme für den Abfall mit biogenem sowie eine CO₂-Emissionsverminderung für den Teil des Abfalls mit fossilem Ursprung.

Die Kosten werden auf rund 175 Franken je Tonne CO₂ geschätzt. Voraussetzung ist jedoch, dass kostengünstige geologische Speicherstätten zur Verfügung stehen.

Maschinelle CO₂-Luftfiltrierung und Speicherung (DACCS)

CO₂ kann auch mit technischen Mitteln direkt der Luft entzogen werden. Dieser Prozess wird als Direct Air Carbon Capture and Storage – DACCS bezeichnet. DACCS teilt mit dem Prozess im Bereich BECCS zwar die CO₂-abscheidungsrelevanten Produktionsschritte, ist jedoch nicht an eine energetische Nutzung gekoppelt. Vielmehr weist DACCS selbst einen grossen Energiebedarf auf. Dies liegt an der viel niedrigeren atmosphärischen CO₂-Konzentration (0.04 % Volumenanteil) im Vergleich zur Abscheidung bei Punktquellen (je nach Prozess 10–95 Vol-%). Andererseits benötigt DACCS keine Biomasse. Der Prozess des direkten «Einfangens» von CO₂ kann daher dezentral dort installiert werden, wo die benötigte Wärmeenergie und Strom vorhan-

den sind und ebenfalls CO₂ für die geologische Speicherung bereitstellen. DACCS ist aus heutiger Sicht jedoch teurer und mit einem deutlich höheren Energieaufwand pro Tonne CO₂ im Vergleich zu BECCS verbunden.

CO₂-Transport und Speicherung

Mit technischen Mitteln aus der Luft abgedichtetes CO₂, muss sicher und langfristig gespeichert werden, um negative Emissionen zu erzielen. In der Schweiz besteht vor allem im Mittelland ein theoretisches Potenzial zur Speicherung im Untergrund, das realisierbare Potenzial ist aber noch weitgehend unbekannt.

Zumindest kurz- bis mittelfristig muss daher das CO₂ im Ausland gespeichert werden. Derzeit werden in Norwegen, Grossbritannien und den Niederlanden Offshore-Speicherprojekte entwickelt. Gemäss einer Studie des Sustainability in Business Lab (sus.lab) der ETH Zürich ist dabei das Projekt «Northern Lights» vor der Küste von Norwegen am weitesten fortgeschritten und wird voraussichtlich ab Anfang 2024 auch für ausländische CO₂-Emittenten zur Verfügung stehen.

Das sus.lab der ETH Zürich schätzt die Kosten für die geologische Speicherung im Rahmen dieses Projekts einschliesslich Transport ab Rotterdam im Bereich von 33 bis 61 Franken pro Tonne CO₂ im Jahr 2030. Für den Transport bis Rotterdam ist bei einem Pilotprojekt die Nutzung von Bahn und Schiff denkbar.

Innovatives, klimapositives Holzheizkraftwerk für Frauenfeld

In Frauenfeld realisiert Energie 360° zusammen mit Schweizer Zucker ein innovatives Holzheizkraftwerk. Das Kraftwerk produziert aus Biomasse Strom für rund 8000 Haushalte sowie Wärme für die Zuckerfabrik und einen Wärmeverbund im angrenzenden Wohnquartier. Das Herzstück der modernen Anlage – übrigens eine der grössten ihrer Art in Europa – sind ihre Schwebebettreaktoren zur Gewinnung des Holzgases.

Das Projekt ist ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, wie sich auch in der Schweiz erneuerbare Energie dezentral herstellen und nutzen lässt.

Restholz clever verwertet

Rohstoff für die klimafreundliche Energie ist Holz aus der Region, das sonst mehrheitlich ungenutzt geblieben wäre: Schnittholz aus der Wald- und Landschaftspflege, Sturmholz oder von Schädlingen befallenes Holz. Für die Anlage sind keine hochwertigen Hackschnitzel nötig. Das gehackte Holz durchläuft im Kraftwerk zunächst verschiedene

Trocknungsstufen. Anschliessend entsteht in einem thermochemischen Prozess bei 850° Celsius ein gasförmiger Brennstoff, das Holzgas.

Dazu wird das Holz in einem ersten Schritt im Pyrolysebehälter aufgeheizt, so dass sich die organischen Verbindungen der Holzstrukturen aufspalten und Kohle entsteht. Bei der zweiten Stufe im Schwebebettreaktor wird die Kohle erneut erhitzt und so das Holzgas gewonnen. Die Gasmotoren produzieren daraus den erneuerbaren Strom und die Wärme. Diese Wärme nutzt das System einerseits zum Trocknen der Hackschnitzel, andererseits dient sie der Zuckerfabrik und den am Fernwärmenetz der Stadt Frauenfeld angeschlossenen Gebäuden als erneuerbare Heizwärme.

Energiegewinnung ohne Abfall

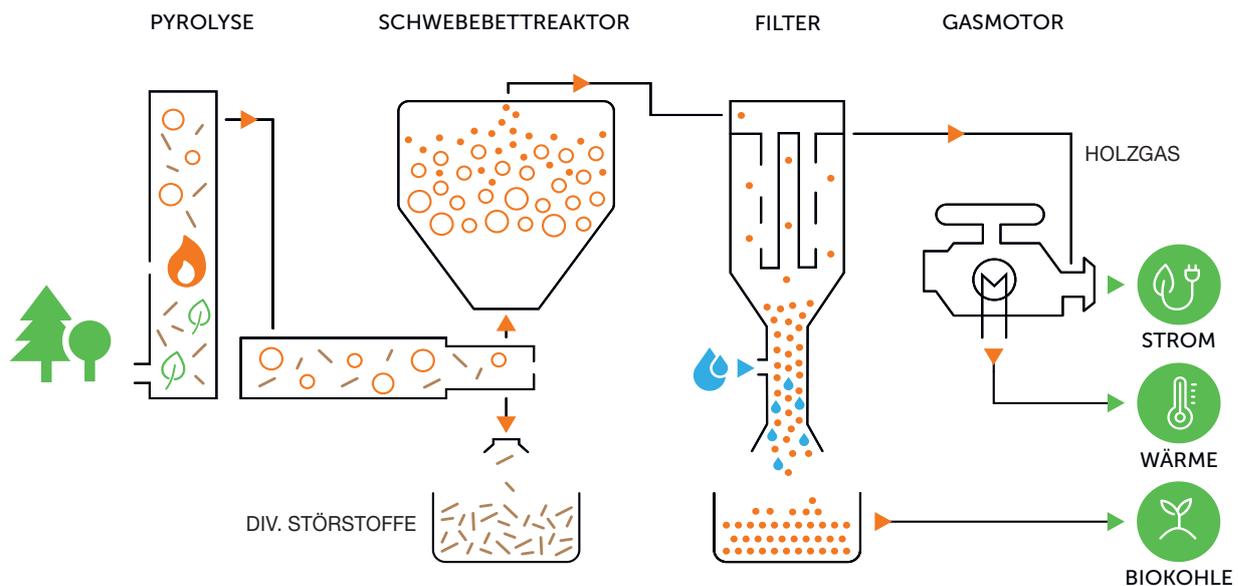
Weil das Holz weitgehend unter Sauerstoffausschluss verarbeitet wird, findet keine Oxidation statt, und der Grossteil des im Holz gespeicherten Kohlenstoffs wird gebunden. Anstatt Asche und klima-

wirksame Verbrennungsgase entsteht Biokohle, in der rund 90 Prozent des im Holz gespeicherten Kohlenstoffs gebunden ist.

Wird diese chemisch stabile Kohlenstoffverbindung beispielsweise als Bodenverbesserer eingesetzt, gelangt der Kohlenstoff nicht in Form von CO₂ in die Atmosphäre und wird somit dem Kreislauf entzogen. Jährlich können so rund 9000 Tonnen CO₂ langfristig gebunden werden. Die Biokohle aus dem Holzheizkraftwerk in Frauenfeld findet Verwendung in der Landwirtschaft zur Verbesserung des Bodens, als Futterzusatz oder als Aktivkohle in der Wasseraufbereitung.

Energie 360° ist überzeugt, dass lokal verfügbare, erneuerbare Energie Priorität haben muss. Gemeinsam mit Schweizer Zucker setzen sie deshalb dieses innovative Projekt für eine sinnvolle und nachhaltige Energiezukunft um.

Dr. Romeo Deplazes, Stv. CEO und Bereichsleiter Lösungen
Energie 360° AG, Telefon 043 317 25 25,
romeo.deplazes@energie360.ch,
www.energie360.ch



Im Holzheizwerk wird das Holz in der ersten Stufe getrocknet und anschliessend zu Pflanzenkohle verarbeitet. Im Schwebebettreaktor wird die Kohle erneut erhitzt, und so wird Holzgas gewonnen, welches an Motoren weitergeleitet wird. Die entstehende Abwärme wird dem Fernwärmeleitungsnetz zugeführt, die Biokohle kommt als wertvoller Reststoff in der Landwirtschaft zum Einsatz.

Quelle: Energie 360° AG

Transport per Pipeline

Der Einsatz von CO₂-Abscheidung und Speicherung (CCS) in industriellen Massstab bedingt jedoch den Aufbau eines CO₂-Pipelinetransportsystems. Gemäss einer ersten groben Schätzung des sus.lab der ETH Zürich wären für den Aufbau einer Abscheidungs- und Transportinfrastruktur für zehn Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr in der Schweiz Gesamtinvestiti-

onen von rund 1,1 Milliarden Franken erforderlich.

Eine erste Zukunftsvision, welche die Abscheidung von CO₂ an grossen Punktquellen mit einem CO₂-Pipelinetransportsystem kombiniert, ist das vom Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) und der ETH (sus.lab) erarbeitete Konzept «Carbon Hub» (Zusatzinfo oben).

Fakten zum Holzheizkraftwerk Frauenfeld

- Stromproduktion: 30 GWh für 8000 Haushalte
- Wärmeproduktion: 43 GWh für die Zuckerfabrik und Fernwärme Frauenfeld
- Hackschnitzelbedarf: ca. 21 000 Tonnen/Jahr
- Biokohleproduktion: ca. 3000 Tonnen/Jahr bindet 9000 Tonnen CO₂/Jahr

CO₂-Abscheidung aus der KVA Linth ist machbar

Verfahren zur CO₂-Abscheidung sowie die geologische Speicherung von CO₂ sind schon seit mehreren Jahren bekannt. Erste Anwendungen für thermische Kehrriktverwertungsanlagen finden international bereits statt. Erstes Projekt in der Schweiz ist die Machbarkeitsstudie an der KVA Linth.

Dr. Leo Morf, StV Leiter
Sektion Abfallwirtschaft
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 39 70
leo.morf@bd.zh.ch
www.zh.ch/abfall

- KVA Linth: www.kva-linth.ch
- sus.lab: <https://de.suslab.ch/special-ccs>
- VBSA: <https://vbsa.ch/>
- Gassnova/ Longship-Projekt: <https://gassnova.no/en/>
- Artikel « Wie bekommen wir das CO₂ wieder aus der Atmosphäre? », Seite 5



Übersicht KVA Linth mit Blick Richtung Ziegelbrücke.
Quelle: KVA Linth

Das erste Pilotprojekt für CO₂-Abscheidung (CCS) in Kehrriktverwertungsanlagen (KVA) wurde in der Schweiz Mitte 2019 in der KVA Linth im Kanton Glarus gestartet (Foto oben). Im Fokus des Projekts stehen die Abscheidung von CO₂ aus dem Abgas und dessen Lagerung in geologischen Speichern (CCS).

Viele Akteure spannen für Machbarkeitsstudie zusammen

Federführend im Projekt sind die KVA Linth, der Verband der Betreiber der Schweizerischen Abfallverwertungsanlagen (VBSA) und die Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) im Labor «Nachhaltigkeit in Unternehmen» (sus.lab). Gefördert wird das Projekt unter anderem von Innosuisse, der schweizerischen Agentur für Innovationsförderung, und den Kantonen Glarus, Schwyz und St. Gallen. Auch der Kanton Zürich und die KEZO Hinwil sind an der Machbarkeitsstudie beteiligt, um erste Erkenntnisse für zukünftige CCS-Projekte in KVA im Kanton Zürich zu erhalten.

Ist CO₂-Abscheidung in der Schweiz machbar und tragbar?

Im Pilotprojekt wird untersucht, ob und wie die CO₂-Abscheidung in der Schweiz und die anschliessende Nutzung bzw. Lagerung umgesetzt werden könnten. Die KVA Linth klärt die konkrete technische Machbarkeit, Kosten und Betriebsrisiken einer CO₂-Abscheideanlage an ihrem Standort – inklusive der CO₂-Aufbereitung für verschiedene Transportvarianten. Die Arbeiten erfolgen zusammen mit dem ausgewählten Technologiepartner Aker Carbon Capture (ACC) aus Norwegen. ACC ist einer der weltweit führenden Anbieter von CO₂-Abscheidetechni-

ken. ETH-Wissenschaftler befassen sich gleichzeitig mit Fragen zur Logistik und Lagerung in geologischen Speichern, aber auch mit allfälligen Nutzungsvarianten für das CO₂, während der Verband der Betreiber der Schweizerischen Abfallverwertungsanlagen (VBSA) die politischen Voraussetzungen abklärt.

Integration in bestehenden Prozess

Die Machbarkeitsstudie der KVA Linth wird Mitte 2021 abgeschlossen werden. Ein spezieller Fokus wurde auf die Integration der CO₂-Abscheidung in den bestehenden KVA-Prozess und die damit schon verknüpfte Energienutzung gelegt. So sollen die Entsorgungssicherheit gewährleistet und gesetzliche Anforderungen an die Energienutzung berücksichtigt werden können.

Gibt es andere Länder mit ersten grosstechnischen Erfahrungen in KVA?

In Europa gibt es heute neben Norwegen auch in den Niederlanden erste Projekte. In Holland betreibt die KVA in Duiven seit 2019 eine CO₂-Abscheidung im Grossmassstab. Dabei wird ein handelsübliches Monoethanolamin (MEA) verwendet. Für ein zweites Projekt mit der analogen Technik wie im Projekt der KVA Linth ist in der KVA Twence die Inbetriebnahme 2021 geplant. Weltweit gibt es in Saga-City, Japan ein weiteres KVA-Grossprojekt, das seit 2016 Betriebserfahrungen sammelt. Auch wird die entsprechende Technologie in Nordamerika schon seit einigen Jahren in Abgasen von Grosskraftwerken eingesetzt.



3D-Ansicht der CO₂-Abscheidung (blau), Zwischenlagerung und CO₂-Aufbereitung (grün) integriert in die bestehende KVA Linth.
Quelle: KVA Linth

Machbar, energieeffizient und nützlich für die Umwelt

Auch vor Abschluss der Studie sind einige Erkenntnisse bereits klar: Die technische Machbarkeit ist gegeben. Mit der gewählten Technik der aminbasierten CO₂-Abscheidung ist eine Integration in die bestehende KVA Linth möglich, ohne dass ein relevantes technisches Risiko in Kauf genommen werden muss. Der vorhandene Platz am Standort ist ausreichend. Die Technologie benötigt pro Tonne abgetrenntem CO₂ bei einem CO₂-Abscheidungsgrad von 90 Prozent rund eine Megawattstunde (MWh) thermische Energie plus 0,1 Megawattstunden elektrische Energie. Dies ist etwa ein Drittel des im Abfall gespeicherten Energiepotenzials. Die Methode ist damit zwei- bis dreimal energieeffizienter, als wenn das CO₂ direkt aus der Luft abgeschieden würde. Untersuchungen der ETH zeigen ausserdem, dass der Aufwand für die CO₂-Abscheidung (CCS) aus der KVA selbst bei einem Transport über lange Distanzen in geeignete geologische Speicher in Norwegen in einem vernünftigen Rahmen

liegt. Die beim Transport anfallenden CO₂-Emissionen entsprechen rund sechs Prozent der transportierten CO₂-Menge. Des Weiteren zeigt eine ökologische Gesamtbetrachtung die grosse Relevanz des Umweltnutzens einer CO₂-Abscheidung für die Gesamtbilanz einer KVA. Die Kosten schliesslich liegen für die ganze Prozesskette inklusive Transport und Speicherung im erwarteten Bereich von 170 bis 220 Franken pro Tonne CO₂. Knapp die Hälfte davon wird für die CO₂-Abscheidung inklusive Konditionierung für den Transport benötigt. Dies sind deutlich tiefere Kosten, als für die direkte Abscheidung aus der Luft anfallen würden.

Wie geht es jetzt weiter?

In einem nächsten Schritt sollen in einem noch zu etablierenden Vorprojekt die konkreten Grundlagen für die Erteilung einer Baubewilligung und den Investitionsentscheidungen erarbeitet werden. Entscheidend hierfür ist aber, dass bis dann offene Fragen zur Bewilligungsfähigkeit sowie zur Finanzierung geklärt sind.

Praxiserfahrungen aus Norwegen zu CCS

Norwegen ist weltweit führend in der Anwendung von CCS über die ganze Prozesskette. Zur Lagerung gibt es schon für rund ein Vierteljahrhundert grosstechnische Erfahrungen in geologischen Speichern vor der eigenen Küste (Slipner und Snøhvit-Lager mit bisher total mehr als 21 Mio. Tonnen Lagerung).

Andererseits ist Norwegen auch führend bei der CO₂-Abscheidung. Dies vor allem dank der Arbeiten am Technologie-Zentrum in Mongstad TCM bei Bergen, wo seit mehr als zehn Jahren Grosstestanlagen für zwei Schlüsseltechnologien (Amin-basiert, Ammoniak-basiert) in Betrieb sind.

Auch bezüglich der Anwendung und Einbindung von CCS in KVA gehören Akteure aus Norwegen zu den weltweiten Pionieren. Fortum Oslo Varme (FOV), zuständig für den Betrieb der Fernwärmeversorgung und der KVA Klemetsrud in Oslo, initiierte vor mehr als fünf Jahren die Idee von CCS in KVA. Nach Vorabklärungen konnte zusammen mit verschiedenen Know-how-Trägern, Forschungsinstituten und Behörden für ein Amin-basiertes Verfahren in der eigenen KVA die Pilotierung im Jahr 2019 und das Behörden-Engineering im Frühling 2020 erfolgreich abgeschlossen werden.

Das Projekt ist Teil des Longship-Projekts zur erstmaligen grosstechnischen Umsetzung der ganzen CCS-Prozesskette für die beiden Grosse mittlen KVA Klemetsrud von FOV und ein Zementwerk von NORCEM in Brevik, das durch den norwegischen Staat initiiert und gefördert wird. Der Teil Transport und Lagerung wird durch eine Arbeitsgemeinschaft der Firmen Equinor, Shell und Total im sogenannten «Northern Lights Projekt» (Artikel Seite 7) abgedeckt.

Um aus Erfahrungen der Akteure in Norwegen für die geplante zukünftige Umsetzung von CCS in KVA im Kanton Zürich zu profitieren, reiste Dr. Leo Morf im Zuge seiner Weiterbildung an der Baudirektionsakademie für drei Wochen nach Norwegen. Der Erfahrungsaustausch erfolgte zusammen mit den Projektverantwortlichen des KVA-Projekts bei FOV in Oslo und den relevanten Akteuren in Norwegen.

Hitzebelastung im Strassenraum vermindern

Die im Strassenraum verbauten Materialien tragen zur Hitzebelastung im öffentlichen Raum bei. Ansätze zur Verminderung sind bekannt. Die Herausforderung besteht darin, diese in den Planungsprozess zu integrieren.

David Ammann, Leiter Entwicklungsprojekte
Strasseninspektorat
Tiefbauamt
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 30 94
david.ammann@bd.zh.ch
www.zh.ch/tba
www.zh.ch/klima → Massnahmenpläne

→ Artikel «Klimawandel im Kanton Zürich – Massnahmenplan Anpassung an den Klimawandel», ZUP97, Juli 2020



Ausschnitt aus der GIS-Karte «Hitzebelastung im Strassenraum». Je dunkler der Farbton, um so heisser. Hitzebelastung (PET) [°C], 14 Uhr
Quelle: <http://maps.zh.ch/?topic=AwelHitzebelastungZH>

Der Massnahmenplan «Anpassung an den Klimawandel» (www.zh.ch/klima → massnahmenplaene) bündelt die klimarelevanten Aktivitäten des Kantons Zürich und dient als Instrument, um die Herausforderungen des Klimawandels gezielt und koordiniert anzugehen. Um der bereits heute deutlich höheren Hitzebelastung im städtischen Strassenraum entgegenzuwirken, können raumplanerische Massnahmen gegen grössere Hitzebelastung ergriffen werden. Dazu gehört auch die Massnahme «K7 Gestaltungselemente zur Verminderung der Hitzebelastung im Strassenraum».

Auf welche Grundlagen kann aufgebaut werden?

Die wichtigsten Handlungsansätze und deren Wirkungsanalyse, wie beispielsweise die Beschattung des Strassenraums mit Bäumen, sind aus Arbeiten von anderen Behörden (Stadt Zürich, Stadt Karlsruhe, BAFU und weiteren) bekannt. Beim Tiefbauamt des Kanton Zürich fliesen diese jedoch noch nicht systematisch in den Planungsprozess mit ein.

Aus diesem Grund wurden in einem ersten Schritt die vorhandenen Grundlagen analysiert. Dazu gehören:

- «Fachplanung Hitzemilderung» (FPH) der Stadt Zürich (www.gs.zh.ch → planung-und-bau → fachplanung-hitzemilderung; Artikel «Hitzemilderung in der Stadt Zürich, ZUP 97)
- GIS Klimamodell Planhinweiskarte des Kantons Zürich (maps.zh.ch → Klimamodell: Planhinweiskarte)
- Entwurf der Richtlinie «Gestaltung und Materialisierung» (Elementkatalog in Abhängigkeit von 4 Raumtypen)

Ausserdem wurden Fachexperten der ZHAW, spezialisierter Raumplanungsbüros und der Stadt Zürich konsultiert.

Mögliche Massnahmen einordnen

Basierend auf der Grundlagenanalyse konnte folgendes Zwischenfazit zu den Massnahmen zur Hitzereduktion im Strassenraum für das Tiefbauamt des Kantons Zürich gezogen werden:

Beste Wirksamkeit:

- Beschattung (Grün, Sonnensegel)
- Verdunstung (Wasser, Grün, Entsiegelung, Retention)

Weniger effizient:

- Helligkeit von Oberflächen

Zunehmende Bedeutung:

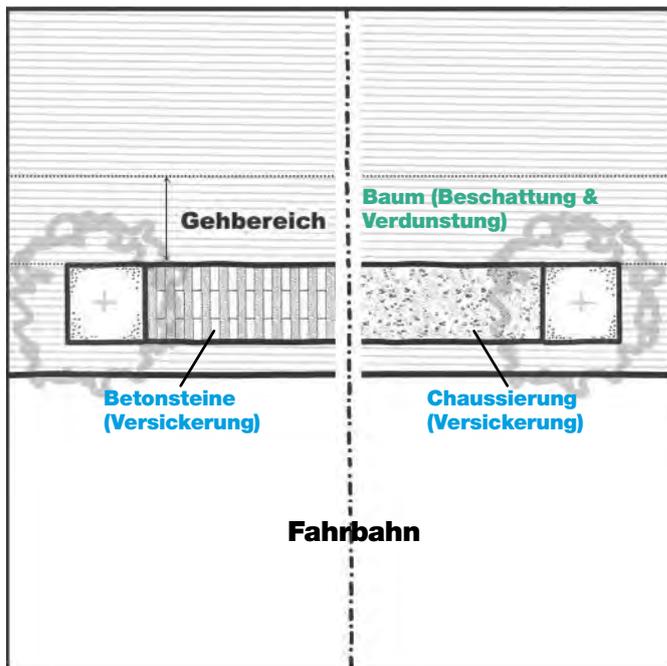
- Bewältigung von häufiger und intensiver auftretenden Starkniederschlagsereignissen (Grün, Entsiegelung, Retention)

Wie gelangen die Erkenntnisse in den realen Strassenraum?

Die Integration dieser Erkenntnisse in den Planungsprozess des Tiefbauamts bedingt verschiedene Schritte:

- Erstellen einer neuen GIS-Karte mit der Bezeichnung «Hitzebelastung im Strassenraum», basierend auf einer verfeinerten Klimamodell-Planhinweiskarte, kombiniert mit weiteren, für den Strassenraum relevanten Attributen (maps.zh.ch)
- Austausch zwischen der Abteilung Gewässerschutz des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft und dem Tiefbauamt, zum Thema «Neue Lösungsmöglichkeiten zur klimagerechten Regenwassernutzung»

N-11 Sickerflächen



Gewichtung:

Standard	Alternative	Spezialfall
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anwendung in:

1	2	3	4
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Hinweis Anwendung/Materialisierung:

- Sickerfläche zwischen Bäumen mit Entwässerungsfunktion
- mit Längsparkfeldern kombinierbar
- in Betonsteine / Schotterrasen / Rasen / Chaussierung / Ruderalfläche möglich
- hitzemilderndes Element (Begrünung / Versickerung)
- Verbesserung der lokalen Grundwassersituation (Verringerung des Bewässerungsbedarfs von Begrünung)
- Einsparungspotenzial bei Meteorwassergebühren
- Senkung der Kosten im Kanalbau und der Kanalsanierung
- Verringerung der Ausgaben für den Hochwasserschutz / Hochwasservermeidung

Beispiel aus der Richtlinie «Gestaltung und Materialisierung»: Sickerflächen in verschiedenen Materialisierungen bilden eine gute hitzemindernde Alternative zu versiegelten Flächen, die auch gleichzeitig entwässert.
Quelle: Tiefbauamt Kanton Zürich

- Ergänzen des Entwurfs der Richtlinie «Gestaltung und Materialisierung»
- Erstellen einer Wegleitung, welche die Verbindung zwischen der neuen GIS-Karte und der Richtlinie «Gestaltung und Materialisierung» herstellt

GIS-Karte Hitzebelastung im Strassenraum

Der Strassenraum muss unterschiedlichsten Bedürfnissen gerecht werden: seiner Verbindungsfunktion, der Sicherheit, genügendem Raum für Verkehrsteilnehmende verschiedener Art, gute Aufenthaltsqualität für den Langsamverkehr, etc. Aus diesem Grund wurde aufbauend auf die GIS-Klimamodell-Planhinweiskarte eine spezifische Karte für den Strassenraum entwickelt.

Die neue GIS-Karte «Hitzebelastung im Strassenraum» (maps.zh.ch -> Hitzebelastung im Strassenraum) beinhaltet folgende Themen:

- Wärmebelastung im Siedlungsraum (feiner aufgelöst)
- Aufenthaltsqualität von Grünflächen
- Einwohnerinnen und Einwohner
- Arbeitsplätze
- Öffentliche Anlagen
- Fussverkehrspotenzial
- Velohaupt- und -schnellverbindungen

Was trägt Regenwasser zur Hitzeminderung bei?

Je lokaler Regenwasser zurückgehalten (Retention) und versickert werden kann, umso grösser ist der hitzemildernde Effekt aufs Mikroklima vor Ort. Die natürliche Verdunstung des Regenwassers entzieht der Umgebung Wärme. Dem gegenüber steht der Gewässerschutz sowie der Schutz der Strasse vor Überflutung bei Starkniederschlägen.

Vielerorts ist eine direkte Versickerung von unbehandeltem Strassenabwasser nicht möglich. Aus diesem Grund wurde das Thema im Austausch zwischen der Abteilung Gewässerschutz und dem Tiefbauamt aufgenommen. Folgende Ansätze zur Förderung der klimagerechten Regenwassernutzung wurden identifiziert:

- Möglichkeit der Retention und Teilversickerung mit kontrolliertem Überlauf fördern
- Vermehrter Einsatz sickerfähiger Materialien (z.B. Rasengittersteine auf Parkplätzen) zur Umsetzung des sogenannten «Schwammstadt-Prinzips»
- Erstellung einer Studie zur Filterleistung von noch nicht zugelassenen Materialien, in Zusammenarbeit mit Hochschulen, welche eine gewässerschutzkonforme, lokale Versickerung zulassen

Komfort im Sommer durch richtiges Bauen

Die Klimaänderung stellt neue Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz. Wie muss heute gebaut werden, damit Gebäude auch in Zukunft den Ansprüchen an Komfort und Effizienz genügen?

Ivo Peter
Energieberatung
Abteilung Energie
AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 43 36
ivo.peter@bd.zh.ch
www.energie.zh.ch

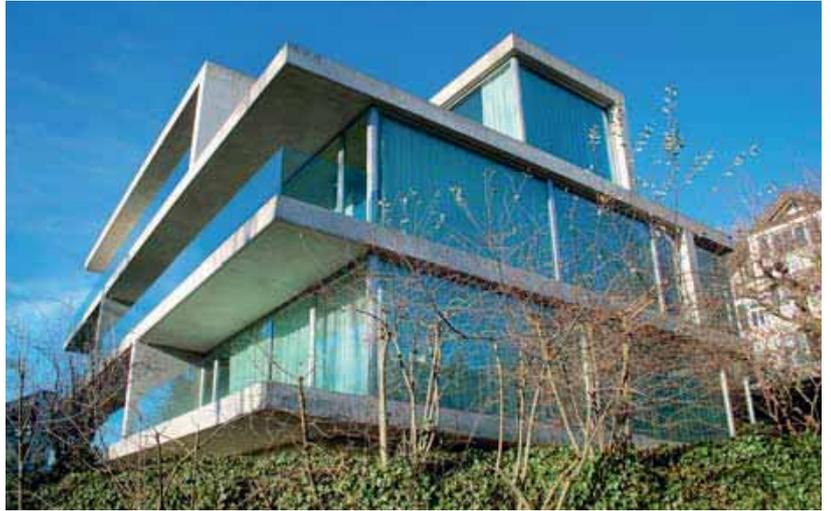
Silas Gerber, Energiefachmann, AWEL, Energietechnik, Zürich (Tageslicht versus Kunstlicht)

Christian Herrmann, dipl. Architekt FH SIA
MAS Bau-EN, bau energie umwelttechnik, Andelfingen (Architekt)

Martin Glükler, Dipl. Umwelting. ETH, MAS ENBau, Lemon Consult AG, Zürich (Bau-physikalische Sicht)

Erich Häuselmann, Masch.-Ing. HTL / Energie-Ing. NDS, Gruenberg + Partner AG, Zürich (Kühlungen)

Siehe auch Veranstaltungen und Publikationen ab Seite 35.



Wohnbauten mit so grossen Glasfronten saugen Sonnenlicht regelrecht ein – ein Problem im Sommer?
Quelle: trevor.patt, flickr (CC BY-NC-SA 2.0)

Heutzutage verbringen die meisten Menschen einen Grossteil ihrer Zeit in Gebäuden. Es lohnt sich also, sich darüber Gedanken zu machen, wie heute gebaut werden muss, um auch in Zukunft die Ansprüche an den Komfort und die Energieeffizienz erfüllen zu können. Im Zeichen der absehbaren Klima-veränderungen wird eine Adaption an die veränderten Bedingungen, insbesondere an die wärmeren Temperaturen während der Sommermonate und häufigeren Hitzeperioden, unumgänglich sein. Und das geht hinaus über die Frage: «Rolläden und Storen rauf oder runter?»

Im Folgenden erklären Fachleute der Energiebranche (siehe Kontaktangaben links) aus ihrer Erfahrung, welche Möglichkeiten es dazu gibt.

Architekt beeinflusst Energieeffizienz und Komfort

Standardlösungen für den sommerlichen Wärmeschutz in Hinblick auf die Klimaänderung gibt es kaum. Aus Sicht des Architekten lässt sich aber bereits in einem frühen Projektstadium Einfluss auf den Komfort nehmen, auch wenn noch keine Berechnungen bezüglich Energieverbrauch und -bedarf vorliegen. Möglichkeiten dazu sind die Orientierung, das heisst die Ausrichtung des Gebäudes, der Glasanteil an den Fassaden oder deren Beschattung.

Bauliche Massnahmen

Heutige Neubauten sind so gut wärmege-dämmt, dass während der kühlen Nachtstunden im Sommer nur ein vernachlässigbarer Anteil von Raumwärme über die Gebäudehülle nach aussen abgegeben wird. Neben dem

bereits erwähnten moderaten Glasanteil an der Fassade und der Wahl eines geeigneten aussenliegenden Sonnenschutzsystems sind daher weitere Faktoren zur Umsetzung eines guten sommerlichen Komforts in Gebäuden relevant und können vielfach bereits durch den Architekten und ohne grössere Rücksichtnahme auf andere Fachbereiche durchgeführt werden:

- grosse Raumtiefen,
- Fenster mit tiefen U-Werten (der Wärmedurchgangskoeffizient ist ein Mass für den Wärmeverlust), aber auch geringen g-Werten (der Gesamtenergiedurchlassgrad gibt an, wie viel der aussen auftreffenden Sonnenenergie ins Rauminnere gelangt) bei möglichst hohem Tageslichtdurchlass,
- interne thermisch aktive Gebäudemasse an den Wänden, Böden und offenen Decken ohne absorbierende Raumakustikverkleidungen,
- individuell bedienbare Lüftungsfenster respektive -klappen, so dass eine gute Nachtauskühlung – ein zentrales Element zur Kühlung durch geeignetes Nutzerverhalten – gewährleistet werden kann.

Wenn die kühlen Nachtstunden weniger werden und die Tropennächte zunehmen, reduziert sich die Wirksamkeit der Nachtlüftung entscheidend, die mit Wärme aufgeladene Speichermasse kann kaum mehr regeneriert werden, die Raumlufttemperaturen bleiben hoch (vgl. Beitrag Seite 9, Klimakarten und Tropennächte).

Storen in Büros – Tageslicht versus Überhitzung

Im Zusammenhang mit der Überarbeitung der SIA 380/4 (neu SIA 387/4) wurden Verschattungssysteme und folgende Frage untersucht: «Wie kann möglichst viel Tageslicht den Raum erhellen, ohne eine Überhitzung zu verursachen?»

An der Hochschule Luzern wurden mit einem um 360° drehbaren Lichtmesscontainer unterschiedliche Lamellen- und Stoffstoren am gleichen Objekt unter vergleichbaren Bedingungen getestet.

Sonne heizt schon vor Arbeitsbeginn

Eine wichtige Erkenntnis war: Im Sommer trifft bei einer Ostausrichtung bereits am Morgen ein sehr grosser Energieeintrag auf die Fassade, da die Sonne noch sehr tief steht. Dies geschieht noch vor der Büroöffnungszeiten. So ist das Büro bereits überhitzt, bevor die Nutzer bei Arbeitsbeginn eventuell die Storen herunterlassen. Hier würde die Gebäudeautomation einen Beitrag leisten, um den Energieverbrauch zu senken und den Komfort zu erhöhen. Am Nachmittag wiederholt sich dieses Szenario im Westen bei Sonnenuntergang.

Die Versuche, die Lamellenstoren anzusteuern, brachte eine zweite unerwartete Erkenntnis: Bei handelsüblichen Storen lässt sich die Stellung der Lamellen nicht genau genug ansteuern, um sie der Sonne exakt nachzuführen, so dass das Tageslicht optimal genutzt und das Überhitzungsrisiko minimiert wird.

Farbwahl bestimmt Lichtverteilung im Raum

Die Farbwahl ist dafür entscheidend, ob das Sonnenlicht bei heruntergelassenen Storen, aber voll geöffneten Lamellen den Raum noch genügend ausleuchtet. Weisse, saubere Lamellen sind optimal, schwarze sind nicht geeignet, und silberne stellen einen guten Kompromiss dar.

Im Rahmen der Studie überraschten die hellen Stoffstoren am meisten bezüglich der Lichtverteilung im Raum. Bei direkter Besonnung werden sie zu einer grossen diffusen Lichtquelle. So brauchte es kein künstliches Licht und je nach Fassade auch keine aktive Kühlung. Bei geschlossenen Storen fehlt jedoch der Bezug nach aussen, was Unbehagen auslösen kann.

Fenster – gleichzeitig Ein- und Ausgang für die Wärme

Die Fenster sind von besonderer Bedeutung für den Wärmehaushalt eines Hauses. In den letzten Jahren konnten die energetischen Eigenschaften von Fenstern massiv verbessert werden. Der Wärmeverlust ist geringer, der solare Wärmegewinn höher geworden – Eigenschaften, die vor allem im Winter geschätzt werden. Im Sommer sind diese Eigenschaften jedoch den Interessen des Komforts diametral entgegengesetzt, und dann wäre ein kleinerer Fensteranteil von Vorteil.

Für viele Nutzer sind grosse Fenster heute aber unabdingbar – sowohl wegen des Tageslichts für ihr Wohlbefinden im Raum sowie wegen der filigranen, durchsichtigen Strukturen für die Ästhetik eines Gebäudes. Die einfachste und naheliegendste Lösung für die-

ses Problem stellt wohl eine Verschattung durch einen aussenliegenden Sonnenschutz dar.

Fixe Verschattungen immer wichtiger

Oberstes Ziel von Verschattungen ist, die Solarstrahlung gar nicht erst ins Gebäude eindringen zu lassen. Dabei wird man sich in Zukunft vermehrt Gedanken über die Ausbildung geeigneter fixer Verschattungen machen müssen, die im Sommer bei hohem Sonnenstand die Fenster gut schützen. Auch deren architektonische Gestaltung wird wichtig sein (siehe auch Artikel «Neue Klimakarten zeigen, wo es heiss ist», Seite 9).

Heute ist der bewegliche aussenliegende Sonnenschutz weiter verbreitet. Dieser führt bei Büro- und Gewerbebauten nicht immer zum gewünschten Ziel,



Verschattungen wie diese Lamellenstoren sollen die Sonnenstrahlung gar nicht erst ins Gebäude eindringen lassen.

Quelle: Isabel Flynn



Die vorgehängte Fassade aus Aluminiumblech dient auch als fixer Sonnenschutz:
Neubau Eawag-Forschungsgebäude Aquatikum in Dübendorf.
Quelle: Andreas Müller Architekten AG, Patrik Fuchs

denn er hat nur eine Wirkung, wenn er richtig bedient wird und bereits bei geringer Solareinstrahlung in abgesenkter Stellung steht.

Nutzer bei Bedienung der Storen unterstützen

Es wird also immer wichtiger, die Benutzer einzubinden und auf wirkungsvolles Verhalten zu sensibilisieren. Sie müssen aber vermehrt auch mit intelligenten Sonnenschutzsteuerungen unterstützt werden – künftig vielleicht sogar mit fensterweiser Steuerung (Zusatztexte links).

Ein geschlossener Sonnenschutz wird von den Bewohnern nur akzeptiert, solange damit die Sicht nach aussen nicht allzu stark eingeschränkt wird. Damit sind die Hersteller von Sonnenschutzsystemen gefordert, innovative und insbesondere langlebige sowie kostengünstige Produkte zu entwickeln, die eine gute Sicht nach aussen ermöglichen.

Passive Gebäudekühlung durch Begrünung

Auch Begrünung kann dazu beitragen, die Überwärmung von Gebäuden zu verhindern. Dach- und Fassadenbegrünungen halten Strahlung von der Gebäudeoberfläche fern. Dies verhindert eine Erwärmung der Gebäudehülle, die Verdunstung der Blattmasse wirkt sogar kühlend. Beides wirkt sich positiv auf das Innenklima aus.

Das Gebäudeklima wird zudem durch die Umgebung geprägt. Bäume in der unmittelbaren Umgebung von Gebäuden können diese beschatten und so die Einstrahlung verringern. Besonders wichtig für die nächtliche Abkühlung der Gebäude sind unversiegelte, möglichst begrünte Flächen. Diese haben auch am Tag eine höhere Aufenthaltsqualität. Schliesslich tragen solche Grünflächen zum Wohlbefinden bei und stellen auch wertvolle Lebensräume dar, besonders in Städten mit ihrem geringeren Anteil an Grünflächen.



Auch Bäume in unmittelbarer Gebäudenähe kühlen durch ihre Beschattung sowie Wasserverdunstung. Im Bild: Schule Kopfholz in Adliswil.
Quelle: Andrea Zischka

Haustechnische Massnahmen: Kühlen

Genügen zur ausreichenden Absenkung der sommerlichen Innenraumtemperatur die bisher angeführten Massnahmen nicht, sind nur noch haustechnische Massnahmen durch geeignete Kühlsysteme möglich (Zusatztext rechts). Dabei stellt sich bei Wohn- und Bürogebäuden die Frage, wie die Kühlung mit möglichst wenig Energieaufwand sichergestellt werden kann.

Ansprüche, Technik und Materialien aufeinander abstimmen

So oder so wird es künftig für die Planer schwieriger, den Anforderungen von Bauherrschaften durch die Wechselwirkung von Winter und Sommer gerecht zu werden. Aus diesem Grund wird es entscheidend sein, die unterschiedlichen Nutzeransprüche mit den architektonischen und technischen Möglichkeiten abzustimmen, um bezüglich der Energieeffizienz und dem Komfort die beste Lösung zu finden.



Mit Heiz- und Kühldecken können auch Büros und Eingangsbereiche behaglich temperiert werden.

Quelle: Zehnder Group

Verschiedene Ansätze zur Kühlung

- Kühlung mit **Umluft-Kühlgeräten** mit «freier Kühlung» über Erdwärmesonden oder über das Grundwasser (Zwischenkreis) sind dort geeignet, wo lokal eingeschränkt eine Kühlung notwendig oder erwünscht ist sowie die damit verbundenen Luftbewegungen und oft auch Geräusche akzeptabel sind (Leistung: ca. 30W/m², bei einer Raumtemperatur über 26°C).
- Wird die Aussenluft einer Lüftungsanlage über ein **Erdluftregister** vorgekühlt, leistet sie so einen Beitrag zur Raumkühlung. Bei den geringen Luftwechselraten der Wohnnutzung ist die Wirkung mit etwa 3W/m² jedoch relativ bescheiden. Bei der typischen Klassenzimmernutzung erhöht sich die Leistungsfähigkeit aufgrund der höheren Luftwechselrate auf ca. 15W/m², wobei aber auch die internen Lasten deutlich grösser sind.
- Bei einer Kühlung über die Fussbodenheizung mit Nutzung der «Kälte» aus dem Erdreich über **Erdwärmesonden** findet gleichzeitig eine durchaus erwünschte Regeneration des Erdreiches statt (Leistung: ca. 10W/m², bei einer Raumtemperatur über 26°C).
- Im gehobenen Komfortbereich werden **Tabs-Systeme** (thermoaktives Bauteilsystem, bei dem die Beton-Gebäudemasse aktiv zum Heizen und Kühlen genutzt wird) vermehrt ein Thema werden. Bei den thermoaktiven Bauteilen muss darauf geachtet werden, dass es zu keiner Kondensatbildung an den Oberflächen der Bauteile kommt.
- Adiabatische Kühlungen (Verdunstungskühlung) und Konzepte mit **reversiblen Betrieb einer Wärmepumpe** werden in Zukunft vermehrt zur Diskussion stehen – jedoch selten realisiert werden, da sie zu komplex und zu aufwändig im Betrieb sind.

Neue Klimakarten zeigen, wo es heiss ist

Mit dem Klimawandel wird die Hitzebelastung in urbanen Räumen zunehmend eine Herausforderung, nicht zuletzt durch die Zunahme der Tropennächte. Wo befinden sich Hitzeinseln und wo wichtige Frischluftströmungen? Neue Klimakarten geben Antworten und dienen als Grundlage für eine gute Stadtplanung.

Gian-Marco Alt,
wissenschaftlicher Mitarbeiter
Abteilung Luft
AWEL, Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 43 50
gian-marco.alt@bd.zh.ch

Thomas Stoiber,
wissenschaftlicher Mitarbeiter
Abteilung Luft
AWEL, Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 43 55
thomas.stoiber@bd.zh.ch

www.luft.zh.ch

Siehe auch Artikel «Komfort im Sommer durch richtiges Bauen und Nutzen», Seite 5.



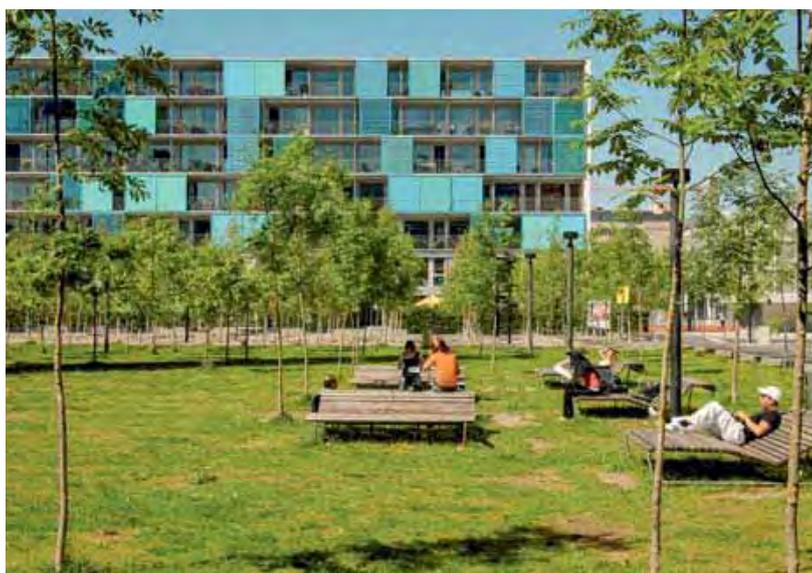
Auf stark versiegelten Plätzen wird es tagsüber im Sommer schnell unangenehm heiss in Siedlungen ...
Quelle: malavoda, Flickr CC (CC BY-NC-ND 2.0)

Gebäude, Strassen und Plätze erwärmen sich stärker als Grün- und Freiflächen. Es entstehen städtische Wärmeinseln mit schlechter Aufenthaltsqualität. Nächtliche Kalt- und Frischluftströmungen aus dem Umland oder innerstädtische Grünräume können die überhitzten Gebiete kühlen. Da ausgeprägte Hitzewellen künftig vermehrt auftreten werden, müssen klimatische Aspekte stärker in der Stadtplanung berücksichtigt werden. Als wichtige Grundlage stellt das AWEL Karten zur Verfügung, die erstmals die Klimabedingungen flächendeckend und in hoher räumlicher Auflösung für das ganze Kantonsgebiet aufzeigen.

Klimaanalyse-Karten: Die Wärmebelastung verstehen

Die Karten der Klimaanalyse zeigen, welche Stadtstrukturen eher abschwächend oder welche verstärkend auf die Wärmebelastung wirken:

- Überbaute Flächen weisen einen Mangel an Durchlüftung auf und werden nicht nennenswert von nächtlicher Kaltluft durchströmt. Das liegt daran, dass die hohe Bebauungsdichte die Kaltluftströmung abschwächt.
- Tagsüber ist eine starke Wärmebelastung über den stark versiegelten Strassen und Plätzen, Gleisanlagen sowie Gewerbeflächen anzutreffen.



... Grünflächen und Frischluftströmungen können die überhitzten Gebiete kühlen.
Quelle: Pius Amrein / BAFU

Anwendungsmöglichkeiten für die Gemeinden

Die vorliegenden Karten zeigen heutige und künftige Bereiche hoher Wärmebelastung auf. Sie stellen auch Kaltluftentstehungsgebiete und wichtige Durchlüftungsbahnen dar, welche die Wärmebelastung mindern. Aufgrund der hohen räumlichen Auflösung sind die vorliegenden Karten auch für die Gemeinden geeignete Grundlagen, um das Lokalklima als zunehmend wichtiges Kriterium für Wohn- und Aufenthaltsqualität in der Raumplanung und Siedlungsentwicklung zu berücksichtigen. Die Karten können den Gemeinden wertvolle Hinweise für städtebäuliche Massnahmen liefern:

Luftaustausch

Eine klimaoptimierte Gestaltung zukünftiger Baufelder sollte vorhandene Kalt- und Frischluftströmungen berücksichtigen, um deren klimatischen Nutzen sowohl in einem neuen Quartier als auch im Bestand zu sichern. Dazu sollten Gebäude parallel zur Fließrichtung der Kaltluft angeordnet werden sowie ausreichend (grüne) Freiflächen zwischen ihnen erhalten bleiben. Ziel ist es, den Bebauungsrand für die thermische Zirkulation durchlässig zu gestalten, um von den angrenzenden Grünflächen auch weiterhin nächtliche Kaltluft in die Bebauung eindringen zu lassen.

Beschattung

Während am Tag die direkte, kurzwellige Strahlung der Sonne wirksam ist, geben nachts Bauwerke und versiegelte Oberflächen die tagsüber gespeicherte Energie als langwellige Wärmestrahlung wieder ab.

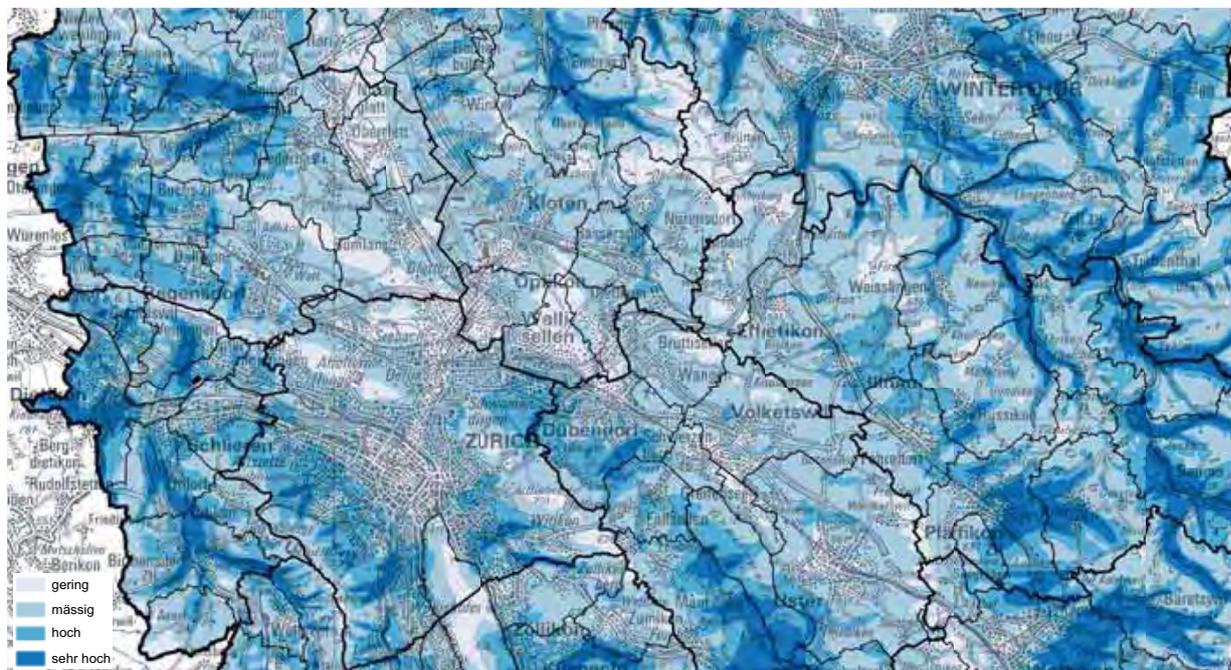
Durch die Verringerung des Wärmeeintrags am Tag, zum Beispiel mit Hilfe von Fassadenbeschattung, wird gleichzeitig weniger Strahlungsenergie in der Baumasse gespeichert und damit in der Nacht auch weniger Wärme abgegeben. Neben der Beschattung lässt sich durch die Verwendung von hellen Baumaterialien die Reflexion des Sonnenlichtes (Albedo) erhöhen, so dass sich versiegelte Flächen oder Fassaden tagsüber weniger aufheizen. Diese Massnahmen sind insbesondere im Bereich von Hitzeinseln wichtig.

Begrünung

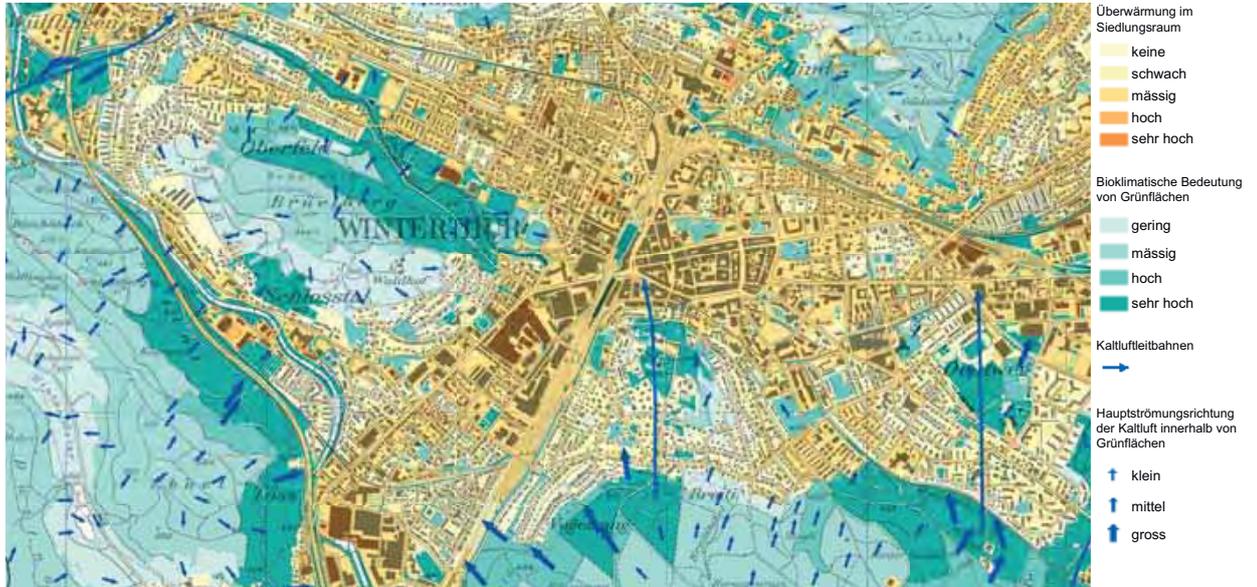
Zu den weiteren effektiven Massnahmen, die Erwärmung der Gebäude am Tag abzuschwächen, zählen Dach- und Fassadenbegrünung. Letztere wirkt zweifach positiv auf einen Gebäudebestand ein. Einerseits wird durch Beschattung die Wärmeeinstrahlung am Tag reduziert, andererseits entsteht über die Abgabe von Wasserdampf aus den Blättern Verdunstungskälte.

Eine Fassadenbegrünung ist insbesondere an West- und Südfassaden wirksam, da hier die stärkste Einstrahlung stattfindet. Darüber hinaus mindert eine Begrünung die Schallreflexion und damit die Lärmbelastung und bindet Stäube.

Eine intensive Begrünung des Strassenraums und die Aufwertung des Gebäudebestands mit Bäumen steigern durch die Beschattung die Aufenthaltsqualität im Freien beträchtlich. Dieser Aspekt ist vor allem relevant, um den Nutzen siedlungsnaher Grünflächen mit starker Sonneneinstrahlung zu erhöhen.



Kaltluftvolumenstrom in Kubikmetern pro Sekunde (m³/s). Eine hohe Bebauungsdichte schwächt die Kaltluftströmung ab.
Quelle: AWEL



Planhinweiskarte: Nachtsituation im Raum der Stadt Winterthur. Planhinweiskarten analysieren die jetzige Situation und ermöglichen gezielte Verbesserungen. Quelle: AWEL

- Kaltluftströmungen tragen direkt zur Kaltluftversorgung und damit zur Kühlung der angrenzenden Siedlungsgebiete bei (siehe Karte «Kaltluftströmungen» links). Es zeigt sich, dass eine gering überbaute Einzel- und Reihenhausbebauung besser durchströmt wird als eine Block- und Blockrandbebauung oder eine verdichtete Innenstadt.
- Überdurchschnittlich hohe Kaltluftmengen entstehen vor allem über Hangbereichen.
- Eine hohe Bedeutung kommt auch den kleineren Park-, Ruderal- und Brachflächen oder gering versiegelten Sportplätzen zu. Zudem können diese an Tagen mit starker Wärmebelastung durch Verschattung und Verdunstungskühle auch klimatisch günstige Aufenthaltsbereiche darstellen.

Die Klimaanalysekarten zeigen, dass zwischen den Zielen zur Verdichtung und zur Verminderung der Hitzebelastung Synergien und Konflikte bestehen. Einerseits ermöglicht die Innenentwicklung den Erhalt klimatisch wertvoller Freiflächen, andererseits verstärken dicht bebaute Siedlungen die städtische Erwärmung. Die Abstimmung der beiden Ziele ist eine Herausforderung für die zukünftige Stadtentwicklung.

Planhinweiskarten: Möglichkeiten zur Verbesserung aufzeigen

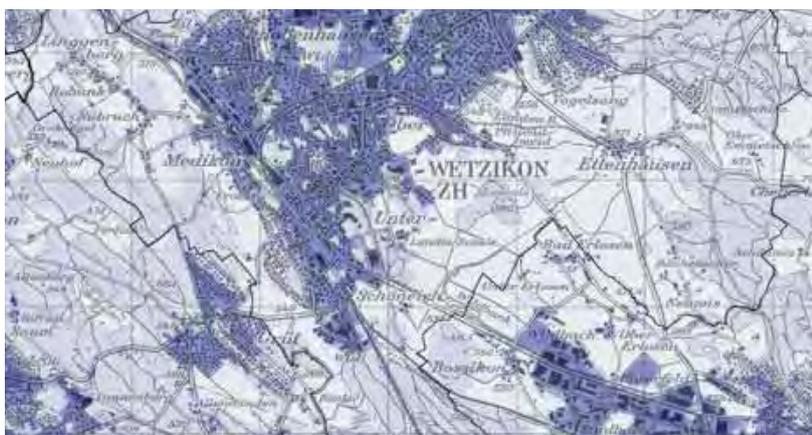
Mit dem Klimawandel wird die Wärmebelastung künftig zunehmen. Die aus den Klimaanalysekarten abgeleiteten Planhinweiskarten sollen dazu beitragen, dass die weitere Nutzungsintensivierung die Funktionen der klimatisch wichtigen Strukturen im Kanton Zürich nicht zusätzlich beeinträchtigt (siehe «Planhinweiskarte Nacht», oben).

Aus den Planhinweiskarten lassen sich Schutz- und Entwicklungsmassnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas

ableiten. Sie geben Hinweise für die gezielte Sicherung, Entwicklung und Wiederherstellung von Durchlüftungsbahnen oder Oberflächenstrukturen wie zum Beispiel Grünflächen. Es wurde jeweils eine separate Planhinweiskarte für die Nacht- und Tagsituation erstellt.



Gebäuderiegel verhindern den freien Durchstrom kühlender Nachtluft, mehr Grünraum dagegen hilft, städtisches Gebiet zu durchlüften und abzukühlen. Blick auf die Stadt Winterthur. Quelle: Loux World, flickr (CC BY-NC-SA 2.0)



Zunahme der Anzahl Tropennächte im Raum Wetzikon gemäss Prognosen.
Von oben nach unten: Referenzperiode 1961–1990, Zukunftsperiode I 2021–2040,
Zukunftsperiode II 2041–2070, Zukunftsperiode III 2071–2100.
Quelle: AWEL

Klimaszenarien prognostizieren mehr Tropennächte

Die Klimakarten wurden durch zukünftige Klimaszenarien ergänzt. Dazu wurden aktuelle europäische Klimamodelle auf den Kanton Zürich übertragen. Für die Perioden 2021–2040, 2041–2070 und 2071–2100 wurden unter anderem die Anzahl der prognostizierten Hitzetage und Tropennächte dargestellt (siehe Karten «Entwicklung Anzahl Tropennächte», links). Die Nächte werden im Siedlungsgebiet insbesondere heisser, weil Gebäude und versiegelte Flächen tagsüber Wärme aufnehmen und speichern. Diese wird nachts wieder abgestrahlt.

Herstellung der Karten

Mit dem modellgestützten Ansatz liegen flächendeckende Daten zu Wärmeinseln und Kaltlufthaushalt für das gesamte Kantonsgebiet vor. Ausgangslage ist eine austauscharme sommerliche Hochdruckwetterlage mit hoher Lufttemperatur und einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen. Neben Wetterdaten fliessen auch Angaben über die Nutzungsstrukturen in das Modell ein.

Als räumliche Grundlagen wurden Daten zur Bodenbedeckung (Amtliche Vermessung, Datenstand Juni 2016) und zur Siedlungserneuerung verwendet (Kantonales Statistisches Amt, Quartieranalyse, Datenstand 2015). Höhenangaben von Gebäuden dienen zur Berechnung von Windfeldern. Die Eigenschaften unterschiedlicher Oberflächen, wie der Versiegelungsgrad, die Dichte der Bebauung oder die Art der Freiflächen beeinflussen wesentlich die Erwärmung. Ergänzt wurden diese Eingangsdaten mit den Vegetationshöhen aus Laserscan-Befliegungen (Stand 2014), um Baumbestände innerhalb von Grünflächen zu berücksichtigen. Aus der Gesamtschau dieser Informationen werden das Klimamodell errechnet und die verschiedenen Klimakarten aufbereitet.

Karten abrufen

Alle erarbeiteten Daten sind im kantonalen GIS-Browser aufgeschaltet und stehen zudem als Open Data zur Verfügung: <http://maps.zh.ch/> (Filter: «Klimamodell»).

Zudem ist eine umfassende Modell-dokumentation unter www.luft.zh.ch abrufbar.

Ohne Torf gärtnern schützt Klima und Moore

Torfabbau, beispielsweise für Blumenerde, zerstört in Jahrtausenden entstandene Moore, schadet der Biodiversität, aber auch dem Klima. Moore binden auf geringen Flächen nämlich grosse Mengen CO₂. Mit den richtigen Torf-Ersatzprodukten gedeihen Pflanzen auch umweltschonend ohne Torf.

Véronique Ruppert Schmitt
Wirtschaft und Konsum
Abteilung Ökonomie und Innovation
Bundesamt für Umwelt BAFU
Telefon 058 463 03 66
konsum produkte@bafu.admin.ch
www.bafu.admin.ch

Jens Leifeld
Agroscope
Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich
Telefon 058 468 75 10
jens.leifeld@agroscope.admin.ch
www.agroscope.admin.ch



Wenn Schweizerinnen und Schweizer Blumen und Gemüse ziehen, wissen viele nicht, dass sie mit Torf gärtnern.
Quelle: Roland ZH, WikimediaCommons (CC BY-SA 3.0)

Reguläre Sackerde besteht häufig zu grossen Teilen aus importiertem Torf. Importiert ist er deshalb, weil Torf in der Schweiz nicht mehr abgebaut wird. Das gärtnerische Substrat ist nichts anderes als trockengelegte Moorerde, und in der Schweiz stehen Moore seit der Rothenthurm-Initiative von 1987 unter Schutz. Moore haben eine grosse Bedeutung für Klima und Biodiversität. Verschwinden sie unter anderem durch den Torfabbau, hat dies weitreichende Folgen.

Moore anderer Länder gehen auch die Schweiz an

Torf ist aber immer noch sehr beliebt in der Schweiz. Zu grossen Teilen stammt der Torf aus nordeuropäischen Ländern wie etwa den baltischen Staaten. Jährlich werden geschätzt bis zu 524 000 Kubikmeter Torf importiert. Dabei landet ein Drittel der in die Schweiz importierten Torfmengen im Detailhandel. Konkret sind dies 171 000 Kubikmeter Torf. Da ein grosser Anteil des Konsums privat ist, ist es wichtig, in seinem Garten auf torffreie Erde zu setzen, dies gilt aber auch für Gärtnereien sowie Unterhaltsdienste.

Wie Torfproduktion Umwelt und Klima schadet

Moorböden wirken wie ein Schwamm für schädliche Klimagase und spielen somit eine wichtige Rolle für das globale Klimagleichgewicht. Moore machen weltweit zwar nur drei Prozent der Landoberfläche aus, speichern aber fast doppelt so viel Kohlenstoff wie alle Baumbiomasse zusammen.

Insgesamt finden sich hier ein Drittel der Kohlenstoffvorräte, die in Böden gebunden sind. Dies ist das Ergebnis langwieriger Prozesse. Moore entstehen, wenn Pflanzen an sehr nassen Standorten verrotten. Dabei wird aus ihnen praktisch ohne Sauerstoff ein Moor-Substrat. Und das passiert sehr langsam: Um einen Meter zu wachsen, braucht ein Moor tausend Jahre.

Damit Torf gestochen werden kann, muss man das Moor mithilfe von Entwässerungskanälen trockenlegen. In trockenem Zustand gelangt Sauerstoff an das Material, und ein Zersetzungsprozess kommt in Gang. Dabei werden unter anderem CO₂ und Lachgas freigesetzt. Diese tragen zum Klimawandel

Torfausstieg

2012 hat der Bundesrat das Torfausstiegskonzept verabschiedet, um auch im Ausland Umweltschäden zu vermindern. Darin ist vorgesehen, dass in einer ersten Phase die Branchen mit freiwilligen Massnahmen aktiv werden. 2017 haben Vertreter des Detailhandels, des Gartenbaus, der Erden-Produzenten, der Verband des gärtnerischen Einzelhandels und der Bund eine Absichtserklärung unterschrieben, die Torfverwendung in der Schweiz zu reduzieren.

Das BAFU fördert die Verfügbarkeit praxistauglicher Torfsubstitute (Kasten Seite 14), indem es Forschungsprojekte in diesem Bereich finanziell unterstützt. Zudem wurden mithilfe einer Datenerhebung die involvierten Volumen des Torfverbrauchs in den verschiedenen Anwendungsbereichen ermittelt.

bei – die klimaschädliche Wirkung des Lachgases ist sogar 300 Mal höher als diejenige von CO₂.

Torfabbau gefährdet aber auch das empfindliche Ökosystem intakter Moorlandschaften und damit auch die Pflanzen- und Tierarten, die sich an die Lebensbedingungen mit nährstoffarmem und saurem Boden perfekt angepasst haben. Verschwinden Moore, so sterben auch sie aus.

Torffrei gärtnern ...

Der Garten grünt und blüht auch ohne Torf – und das praktisch ohne Mehraufwand. Im Detailhandel ist ein immer grösseres Angebot an torffreien Sackerden zu finden. Auf der Packung ist dies meist klar durch die Bezeichnung «torffrei» gekennzeichnet.

Es ist besser, hier keine Kompromisse zu machen: Die Deklaration als «torf reduziert» kann bedeuten, dass immer noch ein hoher Torfanteil enthalten ist. Und auch bei sogenannter Bio-Erde gilt es, genau hinzuschauen, ob auch tatsächlich kein Torf eingemischt ist.

Gibt es im Geschäft keine Erde ohne Torf, fragt man am besten nach! Dadurch wird klar, dass ein Bedarf existiert.

... für alle Gartenprojekte möglich

Torffreie Erde eignet sich für alle möglichen Gartenprojekte. Sei es die Topfpflanze im Zimmer, die Kübelpflanze auf der Terrasse oder die Balkonbepflanzung im Blumenkasten. Genauso bei Beeten oder generell neuen Anpflanzungen. Gut beraten ist, wer für eine Aussaat Erde mit feiner Struktur, sonst Erde mit gröberer Struktur verwendet. All dies ist ohne Torf möglich.

Wer einen Garten oder eine Grünanlage neu anlegt oder gestaltet, sollte heimische Pflanzen verwenden. Diese sind meist gut an die hiesigen eher kalkhaltigen, alkalischen Bodenverhältnisse angepasst. Torf macht den Boden stattdessen sauer. Übliche Gartenpflanzen lieben sauren Boden nicht. Ausnahmen sind Heidelbeersträucher und Rhododendrenbüsche.

Ihnen kann mit einfachen Mitteln auch ohne Torf ein saurer Boden bereitet werden, beispielsweise durch Verwendung vom Rindenkompost oder gehäckseltem Nadelholz beziehungsweise der Erde, die unter Nadelbäumen zu finden ist. Selbst konsequentes Giessen mit Regenwasser macht einen Unterschied. Letztlich finden sich auch im Detailhandel torffreie, eher saure Erden – auf den Säcken ist der pH-Wert teilweise explizit vermerkt.



Moore schützen ist direkter Klimaschutz, denn auf kleiner Fläche werden hier enorme Mengen CO₂ gespeichert.

Quelle: Roland ZH, WikimediaCommons (CC BY-SA 3.0)

Moorschutz schützt das Klima

Neue Erkenntnisse von Agroscope zeigen, dass Moorschutz eine sehr effiziente Klimaschutz-Massnahme ist. Und das, obwohl Moorböden weltweit weniger als drei Prozent der Landfläche ausmachen. Selbst in der Schweiz speichert die kleine, noch vorhandene Fläche an Moorböden (28 000 ha) im Torf so viel Kohlenstoff wie die Böden der offenen Ackerfläche (ca. 270 000 ha) zusammen.

Entwässerung setzt CO₂ frei

Die Fähigkeit von Moorböden, als Kohlenstoffspeicher zu dienen, geht bei landwirtschaftlicher Nutzung allerdings rasch verloren. Agroscope-Forscher schätzen, dass durch die Nutzung von Moorböden weltweit Treibhausgase ausgestossen werden, die rund fünf Prozent der von Menschen verursachten Emissionen ausmachen.

Mit dem Schutz aller Moorböden könnten mehr zukünftige Emissionen an Treibhausgasen vermieden werden, als dies möglich wäre durch zusätzliche Speicherung von Kohlenstoff auf der gesamten übrigen Landwirtschaftsfläche der Erde durch verbesserte Bewirtschaftung.

Moore renaturieren

Der Schutz der Moorböden und ihre Renaturierung sind daher sinnvoll, weil die Massnahme mit wenig Aufwand eine grosse Wirkung auf kleiner Fläche erzielt. Die Agroscope-Fachleute schliessen daraus, dass mit dem Moorschutz der ökologische Fussabdruck im Bereich der Landnutzung sehr effizient und nachhaltig gesenkt werden kann.

Wie gut sind Torfersatzprodukte?

Torffreie Erden wird im Allgemeinen ein Torfersatzprodukt zugesetzt. Wissenschaftler der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW haben die Substrate analysiert, die statt Torf angeboten werden. Sind sie umweltfreundlich? Haben sie die Eigenschaften, die beim Gärtnern gebraucht werden? Können sie etwa gut Wasser speichern, sind sie luftig, welchen pH-Wert haben sie? Werden sie nachhaltig hergestellt, und sind sie auch künftig verfügbar?

Die Ergebnisse: Ausgangsmaterial für Rindenkompost, Holzfasern, Holzhäcksel ist Nadelholz. Richtig eingesetzt, können Rindenkompost sowie aufgearbeitete Holzfasern im Garten Torf direkt ersetzen. Holzhäcksel eignen sich als Zusatz für torffreie Substratmischungen.

Landerde: Sie entsteht aus Erdresten, die mit Zuckerrüben in die Verarbeitung gelangen, abgewaschen und getrocknet werden. Der hohe Grad an Trockensubstanz macht Landerde zu einem guten Zusatz für torffreie Substratmischungen.

Kokosfasern: Aus Kokosnüssen hergestellt, kommen sie dem Torf in seinen Eigenschaften recht nahe und werden mitunter als Basis-Substrat verwendet. Doch ihre Umweltauswirkungen sind relevant, auch weil die Produktion zu meist in Ländern wie Indien oder Sri Lanka stattfindet und lange Transportwege nötig sind.

www.bafu.admin.ch → wirtschaft-konsum → fachinfodaten → torf_und_torfersatzprodukteimvergleich.pdf

Die Fichte auf dem Rückzug vor dem Klimastress

Der Klimawandel macht sich bemerkbar, indem sich das Waldbild, also die Mischung der verschiedenen Baumarten, verändert. Daniel Dahmen, Förster des Staatswaldes Katzensee, kennt seinen Wald und reagiert auf diesen Wandel: Er bereitet den Wald für Zukünftiges vor.

Sven Walker
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Abteilung Wald
Amt für Landschaft und Natur
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 43 10
swen.walker@bd.zh.ch
www.wald.kanton.zh.ch

Autorin: Brigitt Hunziker Kempf
Telefon 052 337 38 32
brigitt.hunziker@bluewin.ch

Siehe auch Artikel «Stürmische Zeiten im Zürcher Wald», Seite 17.

Daniel Dahmen
Revierförster Staatswald Katzensee +
Buchs-Dielsdorf + Limmattal-Nord
Telefon 044 840 19 22
daniel.dahmen@bd.zh.ch



Die Fichte ist auf dem Rückzug – auch im Revier von Daniel Dahmen. Der Förster beobachtet «seinen Wald» genau und bereitet ihn für die veränderten Klimaverhältnisse vor.
Quelle: Brigitt Hunziker

Man kennt sie. Sie ist der sogenannte Brotbaum der Forstwirtschaft. Die Fichte – oder auch Rottanne genannt – ist mit 38 Prozent aller Bäume die mit Abstand häufigste Baumart im Kanton Zürich. So auch im Forstrevier von Daniel Dahmen.

Die Fichte ist ein dankbarer Baum. Die Immergrüne kann unter optimalen Verhältnissen ein Alter von über 600 Jahren und eine Wuchshöhe von bis zu 60 Meter erreichen. Sie hat ein gerades, rasches Wachstum. Die meisten Forstwartlernenden haben mit ihr die ersten Holzhauereierfahrungen gemacht, sie ist die wichtigste Baumart für die heimische Sägeindustrie, und in der Baubranche liefert sie das beliebteste Holz. In vielen Gedichten und Geschichten von berühmten Literaten hat sie in den letzten Jahrhunderten Einzug gehalten.

Warum die Fichten verschwinden (werden)

Die Fichte ist aber im Rückzug. Sie wird in den nächsten Jahrzehnten in den Zürcher Wäldern seltener werden und zum Teil sogar verschwinden. «Die Baumart, welche ursprünglich in den Bergwäldern angesiedelt ist, besitzt flache Wurzeln, und dadurch gelangt sie in trockenen Phasen nicht an das notwendige Wasser», erklärt Daniel Dahmen. Dies ist vor allem in den zunehmend trockeneren Sommermonaten ein Problem. Durch den Wassermangel wird der Baum geschwächt und dadurch anfälliger für den Käferbefall und Sturmsituationen.



Reine Fichtenwälder sind durch Sturmschäden und Borkenkäfer viel stärker gefährdet als Misch- oder Laubwälder.
Quelle: Isabel Hümpfner, flickr (CCBY-SA 4.0)

Was den Wald so wichtig macht

Der Wald liegt grossen Teilen der Bevölkerung nicht nur räumlich nahe, sondern auch emotional am Herzen. Warum aber ist Wald nicht nur als Lebensraum für die darin lebenden Tiere und Pflanzen von grösster Bedeutung, sondern auch für die Menschen? Der Kanton Zürich wird immer städtischer – der Wald zunehmend wichtig als Erholungsraum. Grünräume wie die siedlungsnahen Wälder sind für die Lebensqualität entscheidend. Als Wasserspeicher dämpfen die Wälder ausserdem die Hochwassergefahr und unterstützen die Trinkwasserversorgung. Wald liefert Holz als Werkstoff und Energielieferant und dient als längerfristige Senke für das Klimagas CO₂.

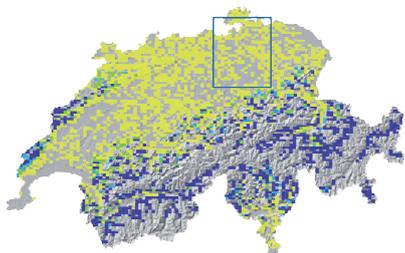


Orkanereignisse können mit zunehmendem Klimawandel häufiger die geschwächten oder gestressten Bäume entwurzeln.
Quelle: Brigitt Hunziker

Wichtige Bewirtschaftung

Gerade im Zeichen des Klimawandels, angesichts steigender Ansprüche der Waldbesuchenden sowie schwieriger wirtschaftlicher Verhältnisse der Waldbewirtschaftler bringt die Zukunft grosse Herausforderungen für die Bewirtschaftung mit sich. Dennoch ist eine sorgfältige Waldpflege, verbunden mit einer möglichst grossen, naturnahen Vielfalt der Baumarten, zwingend, damit der Wald seine vielfältigen Funktionen auch für künftige Generationen erfüllen kann. Aktionen wie der regelmässige internationale Tag des Waldes (jeweils im März initiiert von der UNO), Waldreservate, Führungen für Schulklassen oder beispielsweise die kostenfreie WaldApp «Zürwald – einfach erlabe» mit 18 spannenden Exkursionen, sensibilisieren für die Leistungen, die der Wald täglich erbringt.

Fichtenvorkommen



■ vorhanden ■ eher fehlend
■ eher vorhanden ■ fehlend

Im Jahr 2080 werden gemäss Prognosen Fichten in vielen Regionen nicht mehr vorkommen (gelb), blau= Fichten kommen noch vor.

Quelle: www.wsl.ch/lud/portree/

Der Klimawandel setzt den Bäumen zu

Verschiedene Studien zeigen auf, dass solche Trockenperioden im Sommer durch den Klimawandel zunehmen werden. Die Wintermonate hingegen werden nasser, die Temperatur steigt durchschnittlich an: Seit Beginn der Aufzeichnung im Jahr 1864 ist die Jahresmitteltemperatur in der Schweiz um etwa zwei Grad angestiegen. Und bis Ende dieses Jahrhunderts soll, gemäss Studien, die Temperatur noch weiter ansteigen. Auch die Extremereignisse wie Starkregen und Dürreperioden nehmen zu.

Der Fichte wird es dadurch im Mittelland zunehmend unwohler. Sie ist aber nicht die einzige Baumart, der es so ergeht. Auch der uns wohlbekannten Rotbuche gefallen das wärmere Klima und die trockeneren Böden nicht unbedingt. Sie und die Fichte werden ihre Verbreitungsgrenzen längerfristig um über 500 Höhenmeter nach oben verschieben.

Holzhauei verändert sich

Für den 34-jährigen Förster ist dies kein beängstigendes Forstszenario: «In unserer Region fördern wir seit Förstergenerationen die natürliche Verjüngung und gestalten dadurch einen stabilen, vitalen Mischwald. Den Wald für die Zukunft.» Das heisst, der Wald zeigt den umsichtigen Forstleuten stets an, welche Flora auf welcher Bodenstruktur am besten gedeiht.

Im Revier von Daniel Dahmen fühlen sich vor allem die Esche, der Bergahorn, aber auch die Eiche und die Weissstanne heimisch. Neben den Waldbildern

verändert sich durch den Klimawandel auch die Bewirtschaftung. «In den milden Wintern sind die Böden für die Holzhauei nicht mehr genügend gefroren und häufig sehr nass. Die Saison wird kürzer, und wir starten aus diesem Grund die Saison zum Teil bereits im eher trockeneren Herbst oder verschieben geplante Holzschläge auf das kommende Jahr», erklärt der Förster. Trockene, gefrorene Böden sind für die Holzhauei ideal, denn der Bodenschutz ist für die Forstleute zentral. Der Wald wird nur auf festgelegten Rückengassen befahren, oder das Holz wird immer mehr auch mit Seilkränen oder Seilwinden von den Waldstrassen her aus den Flächen gezogen.

Für die Zukunft vorsorgen

Ist die heutige Forstgeneration infolge der Klimaveränderungen stärker gefordert als ihre Vorgängerinnen und Vorgänger? Förster Dahmen verneint. Die Forstbranche bewirtschaftet seit der Verankerung des Forstgesetzes den Wald immer mit dem Ziel, für zukünftige Generationen einen gesunden, vitalen Wald zu pflegen und heranwachsen zu lassen. Es gibt den Blick in die zukunftsverhersagende Glaskugel auch in der Forstbranche nicht. So hätte kaum ein Forstmann vor 50 Jahren daran geglaubt, dass sich die pflegeleichte Fichte in den regionalen Wäldern nicht mehr wohlfühlen könnte. «Aber», so ist sich Daniel Dahmen sicher, «ein Wald mit verschiedenen Baumarten und Baumgenerationen wird sich gut den verändernden Begebenheiten anpassen!»

Stürmische Zeiten im Zürcher Wald

Burglind, Evi und Friederike hiessen sie, die Stürme, die im Januar 2018 übers Land fegten. Auch in den Zürcher Wäldern hinterliessen sie Schäden. Der Abteilung Wald bot sich dadurch die Gelegenheit, Ablauforganisationen für Schadereignisse zu testen.

Swen Walker
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Abteilung Wald
Amt für Landschaft und Natur
Baudirektion Kanton Zürich
Telefon 043 259 43 10
swen.walker@bd.zh.ch
www.wald.kanton.zh.ch

Siehe auch Artikel «Die Fichte auf dem Rückzug vor dem Klimastress», Seite 15 sowie Publikation «Der Wintersturm Burglind/Eleanor in der Schweiz», Seite 35.



Sturmereignisse wie «Burglind» können grosse Zerstörungen anrichten – darauf gilt es vorbereitet zu sein.
Quelle: Serge Duperré

Am 3. Januar sorgte das Sturmtief Burglind mit Windböen von bis zu 150 Kilometern pro Stunde im Kanton Zürich für reihenweise umgeknickte oder entwurzelte Bäume. In Gebirgslagen waren die Böen teilweise gar 200 km/h schnell.

Geschwächte Bäume

Getroffen hat es vor allem Fichten. Immergrüne Nadelbäume wie die Fichte bieten dem Wind eine grössere Angriffsfläche als die kahlen Laubbäume. Zudem gehören Fichten zu den sogenannten Flachwurzlern, deren Wurzeln nur in die oberen Bodenschichten ragen. Dadurch werden sie vom Wind eher mitsamt dem Wurzelstock umgeworfen. Sind Bäume durch Trockenheit und ansteigende Temperaturen gestresst, werden sie auch anfälliger für Windwurf. Gemäss Studien werden Extremereignisse infolge des Klimawandels noch zunehmen (siehe auch Artikel «Die Fichte auf dem Rückzug vor dem Klimastress», Seite 15).

Über 120 000 Kubikmeter Fichten

Eine Erhebung der Förster vier Wochen nach dem Sturm ergab rund 120 000 Kubikmeter Schadholz im Kanton Zürich. Im Laufe der Aufräumarbeiten schätzen aktuell jedoch viele Förster die effektive Schadholzmenge höher. Damit war Burglind der schlimmste Wintersturm seit Lothar, wobei damals 1999 die Schäden von 1,1 Millionen Kubikmeter noch um ein Vielfaches grösser waren. Wie aber kann man mit solchen Stürmen umgehen, gerade wenn sie noch häufiger werden sollten?

Sturmvorsorge ist in Arbeit

Bei der Abteilung Wald war man auf Burglind vorbereitet. Denn seit einiger Zeit arbeitet sie zusammen mit Wald Zürich – dem Verband der Waldeigentümer, dem Verband Zürcher Forstpersonal und dem Holzvermarktungsunternehmen Zürich Holz AG – an einem Konzept, wie solche und andere Schadereignisse besser bewältigt werden können.

Daraus bereits entstanden ist unter anderem die kantonale Führungsgruppe Wald – ein Gremium, das im Ernstfall den Umgang und das Vorgehen diskutiert und die nötigen Schritte einleitet. Weitere Elemente des Konzepts sollen bis im nächsten Jahr folgen.

Zuerst einmal die Lage einschätzen

Mit Burglind trat nun ein solcher Ernstfall ein. Abläufe und Informationsflüsse waren bereits vorgespurt. Die zur Abteilung Wald gehörenden Kreisforstmeister schätzten bereits kurz nach dem Sturm das Ausmass der Schäden in ihrem Forstkreis ein. Dieses wurde nach einem einfachen Ampelsystem erhoben, wobei rot für eine Schadholzmenge von deutlich über einer Jahresnutzung steht.

«Unser Ziel ist es, in solchen Fällen innert 48 Stunden einen ersten Überblick über die Schäden zu erhalten», sagt Kantonsforstingenieur Konrad Noetzli. Dieser Überblick diente am Freitag, dem 5. Januar, in der dafür anberaumten Sitzung der Führungsgruppe als Diskussionsgrundlage. Am darauffol-



Wegen eines möglichen Borkenkäferbefalls muss das Fichten-Schadholz aufgeräumt werden. Die meisten Waldbewirtschaftler können es aber in ihre reguläre Nutzung integrieren.
Quelle: Abt. Wald

Zwangsnutzung gegenüber Holzpotenzial

Eine Sturmholzmenge von über 120 000 Kubikmeter entspricht rund 30 Prozent der jährlichen Nutzung – also jener Menge, die im Verlaufe des Jahres als Nutzholz aus den Wäldern geschlagen wird. Da die Schäden nicht gleichmässig über den Kanton verteilt sind, können einzelne Waldbesitzer mehr oder weniger stark betroffen sein. Mancherorts hat der Sturm deutlich mehr Holz umgeworfen, als normalerweise jährlich genutzt wird.



Nach den Aufräumarbeiten wartet das Fichtenschadholz auf seine Nutzung.
Quelle: stux, pixabay (CC0)

genden Montag wurden alle Förster im Kanton von Noetzli per Mail über den Stand der Dinge informiert. Darin gab er eine erste Einschätzung der Lage ab, zeigte das weitere Vorgehen auf und bot im Bedarfsfall Unterstützung bei der Bewältigung der Schäden an.

Schäden unterschiedlich, aber zu bewältigen

«Nach unserer Einschätzung können die Waldbewirtschaftler das Schadholz in ihre reguläre Nutzung integrieren, zumal der Sturm in die Zeit fiel, in der ohnehin geholt wird. Allerdings sind die Schäden regional recht unterschiedlich und zum Teil doch sehr beträchtlich», so Noetzli. Denn obwohl Burglind hauptsächlich Streuschäden verursacht hat, sind vereinzelt auch Flächenschäden aufgetreten. Besonders betroffen waren die Regionen Rafzer Feld, Weinland und das Knonauer Amt.

Etwa zwei Wochen nach Burglind fegten noch zwei weitere Stürme über Europa: Evi und Friederike. «Diese beiden richteten in den Zürcher Wäldern aber nicht viele neue Schäden an», erzählt Noetzli. Dies bestätigte auch die zweite Umfrage Ende Januar. Dieses Mal sollten die einzelnen Forstreviere die Schadholzmenge schätzen, wiederum mithilfe des Ampelsystems. Die Angaben stimmten mit der ersten Grobschätzung recht gut überein. Auch dieses Ergebnis teilte Kantonsforstingenieur Noetzli in einem weiteren Infomail allen Förstern mit, womit für die Abteilung Wald der stürmische Januar vorerst abgeschlossen war.

Dem Borkenkäfer das Leben schwer machen

Das Forstpersonal ist im ganzen Kanton bis heute (Stand Ende Mai) damit beschäftigt, die Wälder vom Schadholz zu befreien. Die Räumung vor Frühlingsbeginn ist gerade beim Fichtenholz sehr wichtig, denn darin nistet sich mit Vorliebe ein Borkenkäfer, «Buchdrucker» genannt, ein. Werden die Bäume liegengelassen, besteht die Gefahr, dass auch stehende, gesunde Bäume befallen werden und absterben.

Sturm bietet auch Chancen

Laubbäume hingegen werden teilweise bewusst liegengelassen, denn Totholz ist ein wertvoller Lebensraum für Kleinlebewesen. Wo der Sturm grössere Schneisen hinterlassen hat, bietet sich die Chance, Mischwald anzupflanzen. Dieser ist in der Regel robuster bei Stürmen. «Wir beraten dahingehend. Letztlich ist es aber die Entscheidung des Waldeigentümers, welche Baumarten er anpflanzen will», sagt Noetzli.

Fit für den Sturm

Und wie lautet das Fazit zur ersten Bewährungsprobe des Konzepts, mit dem man künftig fit für Schadensereignisse sein will? «Die Führungsgruppe hat sich bewährt. Auch das Ampelsystem hat gut funktioniert. Von der Praxis haben wir zudem positives Feedback zu den Informationsflüssen erhalten. Im Detail sowie für Stürme in der Grössenordnung von Lothar braucht es jedoch noch einen grösseren Effort zur Vorbereitung. Diesen werden wir im Rahmen unseres Projekts zur Sturmvorsorge im laufenden und im nächsten Jahr erbringen.»