

Projektinfos: Integration potentieller Bodenkühlleistungen in stadtklimatische Konzepte

Die natürliche Kühlleistung der Böden ist durch Versiegelung, Grundwasserabsenkungen und Bodenveränderungen in vielen Städten bereits heute in großem Umfang reduziert. Der Schutz oder die Wiederherstellung und die gezielte Nutzung der sogenannten Kühlfunktion des Bodens, um der durch den Klimawandel zunehmenden städtischen Überwärmung entgegenzuwirken, wird als kommunale Aufgabe wahrgenommen.

Von großer Bedeutung für die Klimaanpassung im städtischen Raum ist die Einbindung von Kaltluftproduktionsflächen und Frischluftschneisen in die Maßnahmen zur Reduktion der sommerlichen Hitzeinsel. Dabei wird von einer grundsätzlichen Kühlleistung von unversiegelten Flächen ausgegangen. Die Sicherung innerstädtischer Grünanlagen und Frischluftschneisen ist aktuell ein Thema in der Stadtplanung.

Im Projekt StaKliBo (Stadt-Klima-Boden) werden die Werkzeuge für die Umsetzung der Aktivierung der Bodenkühlleistung in städtische Planungsprozesse in Kooperation mit der Stabsstelle für Klimaschutz und Klimaanpassung der Stadt Neuss entwickelt.

Die empirische Erfassung (Messungen, Modellierungen, GIS-Analysen) der Zusammenhänge zwischen Bodenfeuchte, Wasserverfügbarkeit und Vegetationsbestand auf der einen Seite und Kaltluftbildungspotential (Kühlleistung) auf der anderen Seite sollen die Grundlage bilden für ein stadtklimatisches Bodenkonzept und ein Bodenmanagementsystem. Die Ergebnisse sowie die Methoden sind übertragbar auf andere Städte und können als Vorbild für die Integration der großen Potentiale von vorhandener oder zu verbessernder Bodenkühlleistung in Klimaanpassungskonzepte der Stadtplanung dienen.

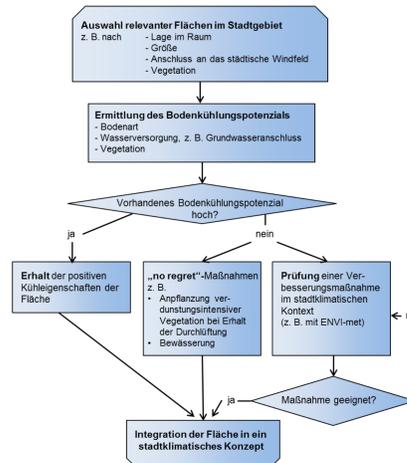


ABBILDUNG 1: ABLAUFSCHEMA ZUR INTEGRATION POTENTIELLER BODENKÜHLEISTUNGEN IN STADTKLIMATISCHEN KONZEPTEN

1. Für das städtische Bodenkonzept werden stadtklimatisch relevante Flächen entsprechend ihrer Bodenparameter kategorisiert. Daraus abgeleitet werden Schutz-zonen, in denen die gute Kühlleistung der vorhandenen Böden und Grüngestaltung erhalten, und Sanierungszonen, in denen eine Verbesserung der Kühlleistung durch Veränderung der Bodeneigenschaften erreicht werden muss, ausgewiesen. ==> Das Bodenkonzept soll als Grundlage für planerische und politische Entscheidungen dienen. Beispielsweise kann das Bodenkonzept als verbindliche Eingangsgröße in die Freiraumplanung eingehen.

2. Die Ausgestaltungen der stadtklimatisch relevanten Flächen mit einem Kühlungs-potential werden durch ein zu entwickelndes Bodenmanagementsystem vorgegeben. Hier fließen die Erkenntnisse aus den Testfeldern mit Umsetzung verschiedener (Bo-den-) Verbesserungsmaßnahmen ein. ==> Die Integration von Bodenverbesserungsmaßnahmen im Hinblick auf die Relevanz zur Klimaanpassung in planerische Prozesse (z. B. Bodenaufwertung als anerkannte Ausgleichsmaßnahme bei Bauprojekten) ist das Ziel des Bodenmanagementsystems. Es wird angestrebt, die Erweiterung des Kataloges möglicher Ausgleichsmaßnahmen durch Maßnahmen zur Verbesserung der Kühlleistung von Böden (Bodenstrukturver-besserung durch Aufbringen von natürlichem Boden, Verbesserung der Durchwurzelung, Bewässerungsmaßnahmen,...) umzusetzen.

Messstandorte

Im Rahmen dieses Vorhabens werden Messungen der Luft-, Oberflächen- und Bodentemperaturen sowie der Bodenfeuchte auf Kaltluftproduktionsflächen der Frischluftschneisen und in innerstädtischen Grünflächen auf unterschiedlichen Bodentypen und mit verschiedenen Landnutzungen beispielhaft im Gebiet der Stadt Neuss durchgeführt.

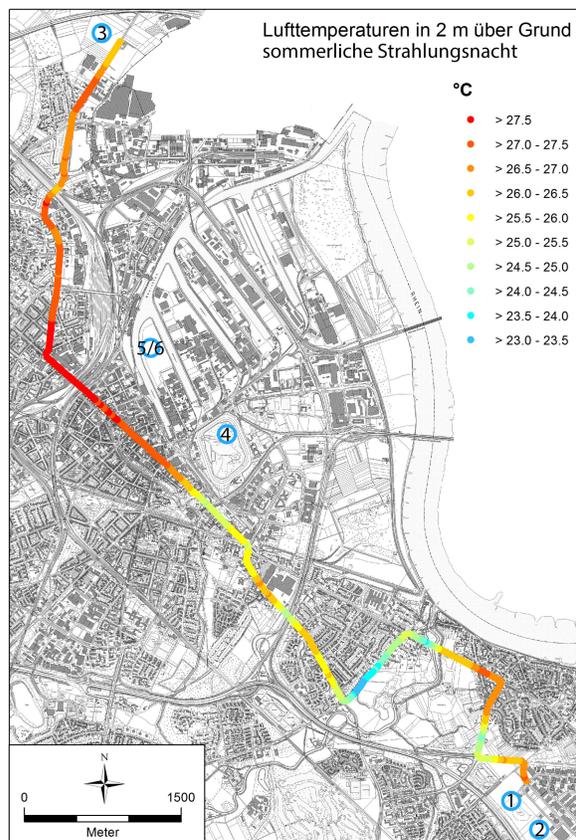


ABBILDUNG 2: LUFTTEMPERATUR-VERTEILUNG UND STATIONSSTÄNDE



ABBILDUNG 3: BODENSSENSOREN UND BODEN-ATMOSPÄRE MESSSTATION

Hierzu wurden sechs verschiedene Testfelder angelegt, um die Variationen der Einflussfaktoren wie Bodenart, Bodenfeuchte und Bewuchs zu erfassen und Erkenntnisse aus der im Projekt geplanten Umsetzung verschiedener (Boden-) Verbesserungsmaßnahmen zu gewinnen.

Die Boden-Atmosphäre-Messstationen auf den unterschiedlichen Bodenprofilen im Neusser Stadtgebiet erfassen kontinuierlich Niederschlag, Wind, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit, Bodentemperaturen und -feuchte in drei verschiedenen Bodenhorizonten.

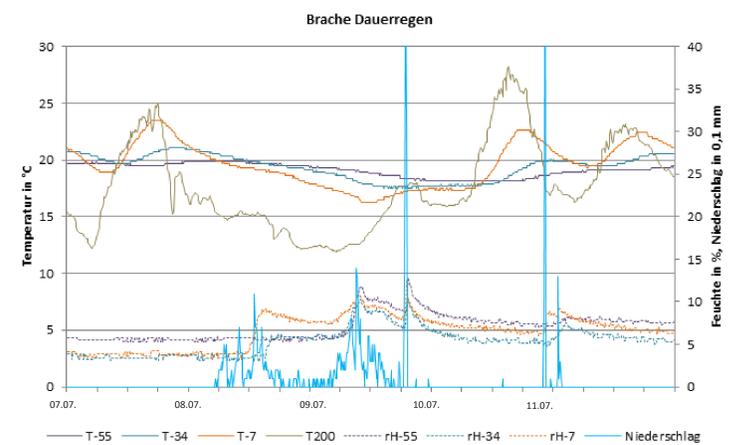


ABBILDUNG 4: MESSWERTE DAUERNIEDERSCHLAG STANDORT „BRACHE“

Der Standort auf der Brache zeigt ein für den anthropogen mit Bauschutt überformten Boden typisches Verhalten. Das Niederschlagswasser dringt sofort in den Boden ein und läuft fast ungehindert durch. Eine Zeitverzögerung zwischen den oberen und dem tiefen Horizont ist nicht erkennbar. Außerdem sinkt die Bodenfeuchte sofort nach dem Regenereignis wieder ab, das Wasser kann nur zu einem sehr geringen Teil im Boden gehalten werden. Insgesamt sind deshalb die Bodenfeuchtwerte der Brache mit Werten um 5 % deutlich niedriger als an den anderen Testfeldern. Auf Standorten mit einem entsprechenden Bodenprofil wären Bewässerungsmaßnahmen zur Verbesserung der Bodenkühlleistung wirkungslos.

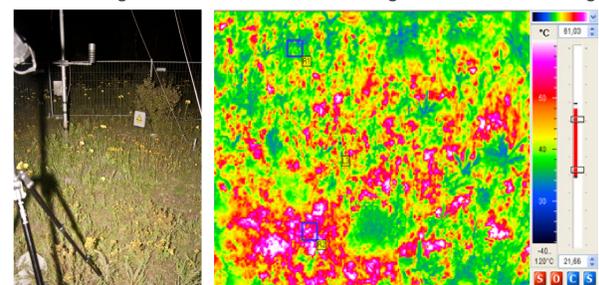


ABBILDUNG 5: GEMESSENE OBERFLÄCHENTEMPERATUREN AM STANDORT „BRACHE“ MITTAGS

Ergänzend zu den Stationsmessungen werden die Oberflächentemperaturen der Messfelder während sommerlicher Strahlungswetterlagen durch Thermografische Aufnahmen erfasst.

Einsatzmöglichkeit eines mikroskaligen Modells zur Beurteilung des Bodenkühlpotenzials

Modellierung unterschiedlicher Böden mit veränderter Bodenfeuchte

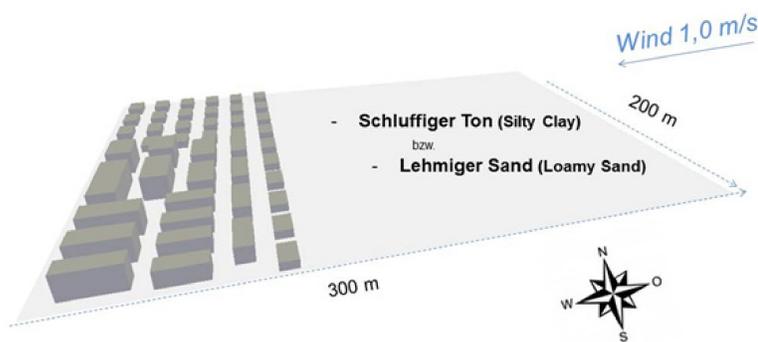


ABBILDUNG 6: ENVI-MET MODELLIERUNG ZUR UNTERSUCHUNG DER ABHÄNGIGKEIT VON LUFTTEMPERATUR & BODENART

Für die Parametrisierung der bodenphysikalischen Eigenschaften werden Bodenprofile erfasst und Proben für die weiteren Laboruntersuchungen entnommen. Aus den Ergebnissen der Laboruntersuchung wie Feldkapazität, Wasserleitfähigkeit, Matrixpotential und Korngrößenanalyse werden die standortspezifischen thermischen und hydrologischen Eigenschaften der Böden generiert. Diese stehen für die Erweiterung der Modelldatenbank von ENVI-met zur Verfügung. Die Bodenprofile der Testfelder lassen sich somit im Modell abbilden und stellen die Basis für die Vergleichbarkeit mit den Messergebnissen der Boden-Atmosphäre-Messstationen bereit.

Durch die Variation einzelner Bodenparameter werden die Effekte verschiedener, die Bodenkühlleistung verbessernder Maßnahmen aufgezeigt. In der Tabelle sind die bei einer Veränderung einzelner Bodenparameter aufgetretenen Veränderungen der Oberflächentemperaturen und der Lufttemperaturen in 2 m Höhe zusammengefasst. Bezugspunkt ist der „Loamy Sand“-Boden mit entsprechender Bodenfeuchte. Einzeln wurden die Parameter zur Feldkapazität, zur Wasserleitfähigkeit und zur volumetrischen Wärmekapazität im Bodenprofil des „Loamy Sand“ verändert und die Auswirkungen auf die Oberflächentemperaturen und die Lufttemperaturen mit ENVI-met simuliert. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die Wasserleitfähigkeit eines Bodens eine entscheidende Rolle für die Verdunstungsfähigkeit und damit für das Kühlleistungspotenzial spielt.

	Veränderung der Parameter	
	zur Feldkapazität	zum kapillaren Aufstieg
Oberflächentemperaturen		
bei 30 % Feuchte	- 1 Kelvin	± 0
bei 40 % Feuchte	- 2 Kelvin	+ 5 Kelvin
bei 50 % Feuchte	+ 2 Kelvin	+ 9 Kelvin
Lufttemperaturen		
bei 30 % Feuchte	± 0	± 0
bei 40 % Feuchte	+ 0,1 Kelvin	+ 0,3 Kelvin
bei 50 % Feuchte	+ 0,1 Kelvin	+ 1 Kelvin

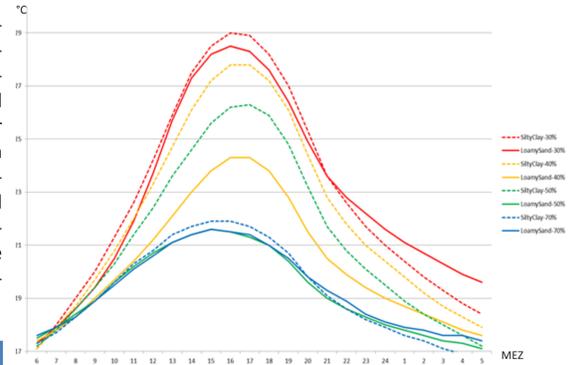


ABBILDUNG 7. SIMULIERTE TAGESGÄNGE DER LUFTTEMPERATUREN IN 2 M HÖHE ÜBER EINEM FREILAND MIT VARIATIONEN DER BODENPARAMETER

Die Ergebnisse der Simulation (Abb. 7) zeigen, dass die Lufttemperaturen für den „Silty Clay“-Boden tagsüber über denen des „Loamy Sand“-Bodens liegen. Bei einem Feuchtegehalt von 50% der Feldkapazität erreicht der Unterschied am Nachmittag sein Maximum mit über 5 Kelvin höheren Temperaturen. Die Verdunstungsleistung und damit der Kühlungseffekt des insgesamt feuchteren „Silty Clay“-Bodens ist im Vergleich deutlich geringer. Erst bei tiefstehender Sonne kühlt dieser feuchte Boden schneller aus und erreicht in der Nacht Werte, die knapp unter denen des „Loamy Sand“-Bodens liegen.