



M. Denneborg, E. Damm, S. Höke, M. Kastler

Anpassung durch Nutzung der Kühlungsfunktion von Böden

Gefördert durch:



Nutzung der Kühlungsfunktion von Böden

Grundlagen, Randbedingungen, Beispiele

(Kurzfassung der *dynaklim*-Publikationen Nr. 35 und in Teilen der Publikationen Nr. 31 und Publikationen Nr. 11)

Dr. M. Denneborg, B. Sc. E. Damm, Dr. S. Höke, Dr. M. Kastler

Kühlungsfunktion, Stadtböden, Ökosystemleistung ¹⁾

Um was geht es?

Ein Hektar (100 x 100 m) Fläche kann eine Ökosystemleistung „Luftkühlung“ von min. 500.000 € pro Jahr erbringen. Die Kühlung erfolgt über die Verdunstung von Wasser (Verdunstungskälte) durch die Pflanzen. Dies geschieht jedoch nur, wenn der Bodenaufbau, die Wasserversorgung und die Vegetation optimiert werden. Eine Grünfläche in einem Stadtpark ohne ausreichende Wasserversorgung heizt sich fast genauso auf wie eine Asphaltfläche. Die Abkühlung der Lufttemperatur beträgt bis zu 5 °C.

Der Einfluss des Bodens

Zur Standortoptimierung gehören der Boden, die Wasserversorgung und die Vegetation.

Die jahrhundertelange Industrie- und Siedlungsgeschichte hat die ursprünglichen Böden in der Emscher-Lippe-Region sowie in vielen anderen urbanen Siedlungsräumen erheblich verändert (Abb. 1). Die Bodenkarten im Maßstab 1 : 50.000 (BK50) geben diese Entwicklung und den heutigen Zustand der Böden in der Regel nicht wieder. In der *dynaklim* Publikation Nr. 31 haben wir vielfach im Projektgebiet festgestellt, dass gegenüber der BK50 mit einem Flächenanteil der Stadtböden von ca. 10 % („nicht kartiert“ in Abb. 2, links) der heutige Flächenanteil um ein Vielfaches größer ist („rote Flächen und graue Flächen“, Abb. 2, rechts). Vor allem Bachauen und Grünflächen wurden erheblich durch Abgrabung und Aufbringung von (Kriegs-)Bauschutt, Bergematerial, Aschen, Schlacken und Stäuben verändert. Vielfach dienten die Auffüllungen auch der Kompensation von Bergsenkungen.

So wurden in 50 kartierten Stadtparks in der Emscher-Lippe-Region im Rahmen von *dynaklim* in keinem Fall mehr der natürliche Bodenaufbau, sondern weitestgehend die unterschiedlichsten Stadtböden angetroffen. In *dynaklim* wurde eine Methode „Stadtbodenkarte“ entwickelt (Abb. 3) und bereits für ausgewählte Gebiete angewandt (*dynaklim* Publikation Nr. 31).

¹ <http://www.dynaklim.de/dynaklim/index/wissensmanagement/wiki.html>



Abb. 1: Beispiele für Stadtböden

Diese Stadtböden haben in der Regel einen höheren Skelettanteil (> 2 mm Durchmesser, z.B. Kies, Steine, Beton-, Schlacke-, Ziegelbruchstücke etc.) und einen geringeren Feinkornanteil. Dies bedeutet eine um bis zu 20 % höhere Grundwasserneubildung, aber auch eine verringerte Wasserrückhaltekapazität (Feldkapazität) und damit auch weniger Wasser, das den Pflanzen zur Verdunstung zur Verfügung steht (nutzbare Feldkapazität).

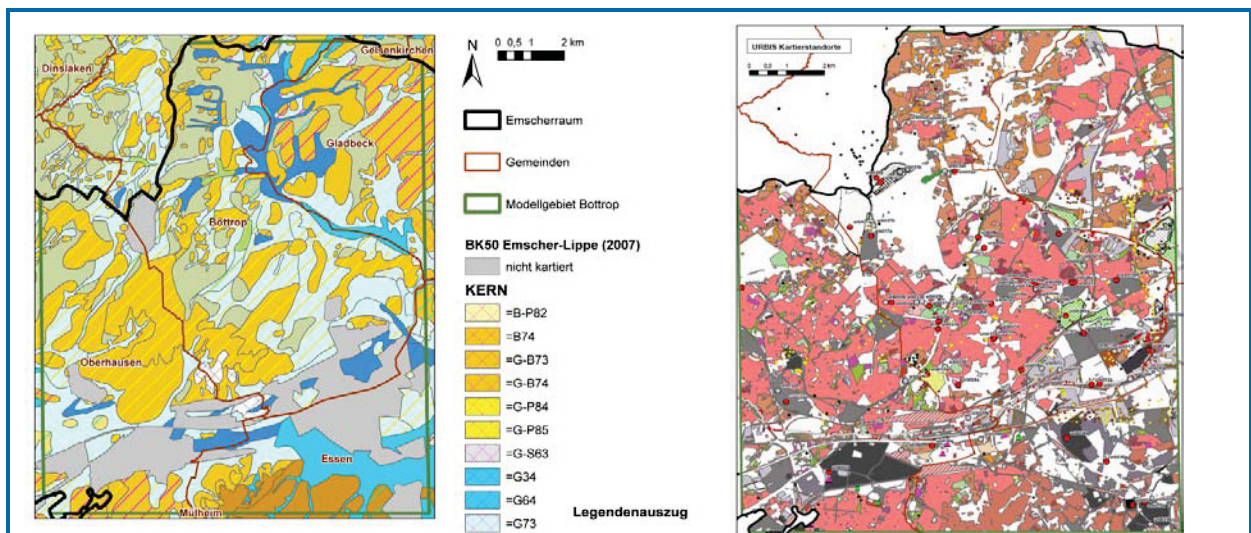


Abb. 2: Vergleich der BK50 (links) und der Stadtbodenkartierung (rechts)

Die Abbildung 3 zeigt für den Hitzesommer 1976 in Abhängigkeit von den Speichereigenschaften der Böden, wie lange Pflanzen noch Wasser verdunsten können. Für sandige Standorte war bereits im April keine Verdunstung (und damit Kühlung) mehr möglich. Stadtböden haben oft noch schlechtere Wasserspeicherungseigenschaften als Sandböden. Für leh-

mige bis tonige Standorte stand bis zu 2 Monate länger Wasser für die Verdunstung zur Verfügung.

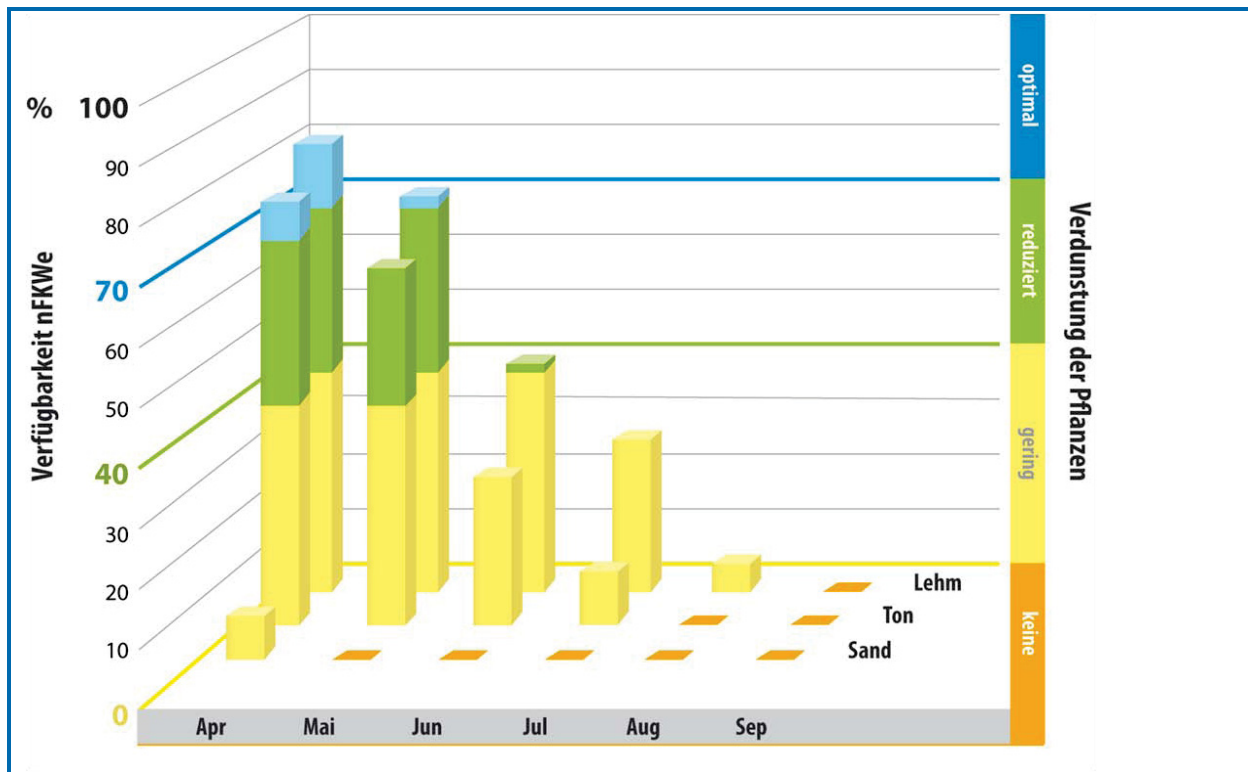


Abb. 3: Kühlleistung von natürlichen Standorten in Bottrop im Hitzesommer 1976 in Abhängigkeit von der Bodenart (effektiver Wurzelraum 80 cm)

Verbesserungsmöglichkeiten eines Standortes

Eine Verbesserung des Bodens ermöglicht es somit einem Standort, „länger mit dem Wasser auszukommen“. Dies ist eine einmalige Maßnahme und verursacht keine laufenden Kosten.

Eine Bodenverbesserung kann auf vielfache Weise erfolgen und ist von der Ausgangssituation abhängig. Hierzu gehören: Einbringen von humosem und schluffigem Material, Bodenauflockerung, Erhöhung der Durchwurzelungstiefe, Verringerung der Lagerungsdichte. Für ein untersuchtes Beispiel in Bottrop (Ehrenfeldpark) ergibt sich eine Erhöhung der Verdunstungsleistung über bodenverbessernde Maßnahmen um ca. 30 %.

In extremen Hitzesommern ist jedoch auch bei einem verbesserten Boden die Zufuhr von Wasser notwendig, um die Kühlungsleistung aufrecht zu erhalten. An zwei Regenrückhaltebecken mit einer Fläche von 1,7 ha im Pilotgebiet Rossbach wurde das in *dynaklim* durchgerechnet. Für den Hitzesommer 1976 wären ca. 5.000 m³ Wasser erforderlich gewesen, um eine durchgehende Verdunstung (= Kühlung) zu gewährleisten. Dieses Wasser kann aus der Grundwasserbewirtschaftung, der Regenwasserbewirtschaftung oder aus dem Leitungsnetz kommen (weitere Ergebnisse in *dynaklim*).

Der Hauptteil der Verdunstungsleistung wird durch die Vegetation erbracht. Global betrachtet werden 60 % des Niederschlags auf dem Umweg über die Pflanzen direkt wieder in die Atmosphäre verdunstet. Dabei wandelt sich fast die Hälfte der von der Landoberfläche absorbierten Sonnenenergie in Verdunstungsleistung (= Kühlung) um (JASECHKO et al. 2013).

Welche Pflanzen sich etablieren oder – z.B. in einem Stadtpark – erfolgreich angesiedelt werden können, hängt von den Standortbedingungen, d.h. Bodeneigenschaften und Wasserversorgung ab, die die Pflanzen vorfinden. Die Verdunstungsleistung von Pflanzen – bei ausreichender Wasserversorgung – zeigt die Tabelle 1. Dieser Zusammenhang lässt sich bereits bei der Planung von bodenverbessernden Maßnahmen und der Wasserversorgung für diese Flächen zielgerichtet berücksichtigen.

Pflanzenart	mittlere Evapotranspirationsleistung [mm/a]
Schwimmpflanzen	1.000 – 1.500
Hochstauden in Flussauen	800 – 1.500
Sumpfpflanzen	ca. 1.100
Nadelwälder	500 – 700
Laubwälder	500 – 600
Grasflächen	400 – 500
Ackerflächen	300 – 400
Heideflächen	ca. 200

Tab. 1: Mittlere Evapotranspirationsleistungen verschiedener Pflanzen (Harlaß 2008; aus Wohlrab et al. 1992, Larcher 2001, DWA 2002)

Beispiel B-Plan „Jörgensmannwiese“ in Bottrop

Für das B-Plangebiet „Jörgensmannwiese“ war ursprünglich eine Bebauung geplant, die eine Erschließung in den optimalen Verdunstungsbereichen und eine Geländeaufschüttung vorsah (Abb. 4). Dies hätte gegenüber dem Ausgangszustand eine Halbierung der Ökosystemleistung „Kühlung“ bedeutet. Durch die Planungsänderungen konnte die Verminderung auf ca. 30 % begrenzt werden.

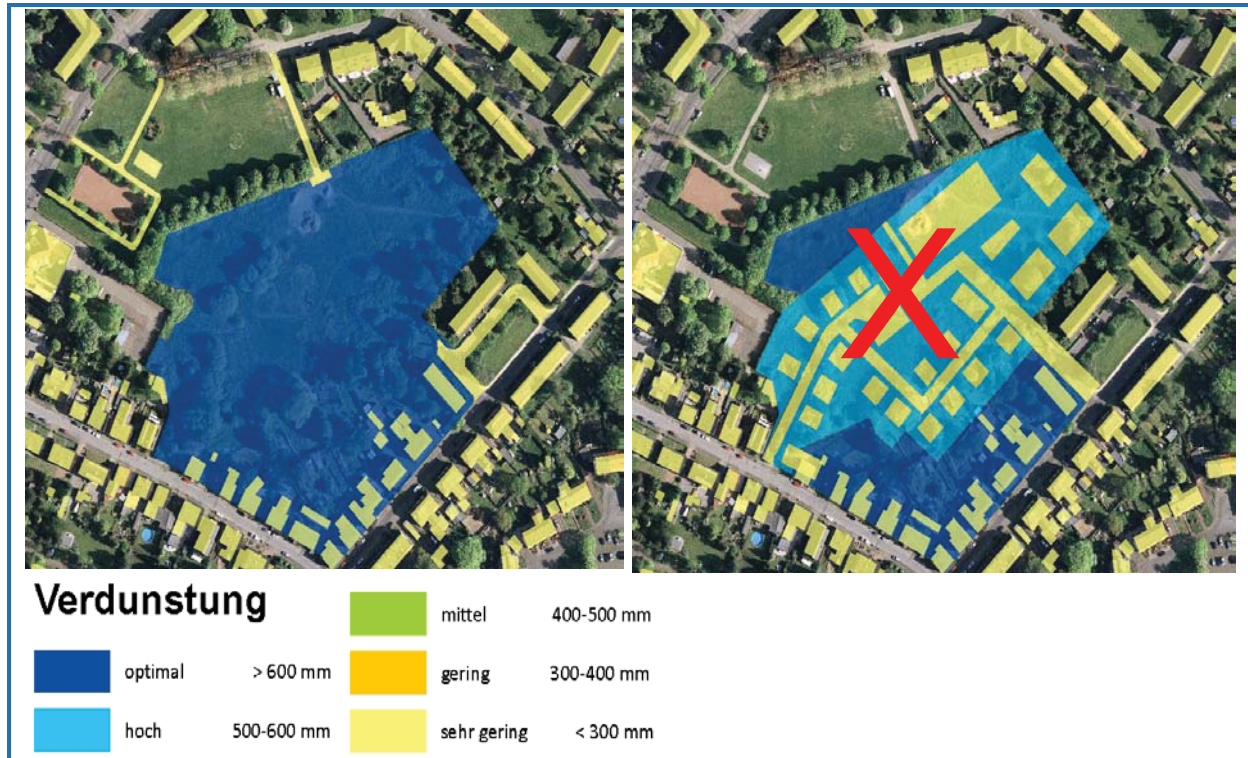


Abb. 4: Optimierung der Bebauung in einem B-Plan Gebiet zum Erhalt der Kühlleistung der Böden

Ausblick

Über *dynaklim* hinaus ergeben sich eine Reihe von Forschungsfragen und weiteren Arbeitsschritten:

- Abschätzung der Kühlungspotenziale für zusammenhängende Grünzüge im Ist-Zustand und bei Ausschöpfung der Verbesserungspotenziale.
- Verbesserung der bestehenden Klimamodelle und Abschätzung der räumlichen und zeitlichen Auswirkungen (wie Abkühlung der Lufttemperatur, Reichweite in die Wohnquartiere, Beeinflussung von Kaltluftseen und Frischluftschneisen) in einem Hitzesommer.
- Machbarkeitsstudien (Kosten-Nutzen-Analysen, gesetzliche Regelungen des BBodSchG, Herkunft des Wassers).
- Sozialökonomische Umfeldanalysen zur Prioritätensetzung von Maßnahmen.
- Umsetzung von Pilotvorhaben.

LITERATURVERZEICHNIS

DAMM, EVA: Erfassungs- und Optimierungsmöglichkeiten des Kühlungspotenzials von Böden dargestellt an ausgewählten Wohn- und Parkflächen der Stadt Bottrop, Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science (B.Sc.) an der RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Abfallwirtschaft, Aachen, 2012

HÖKE, SILKE; DENNEBORG, MICHAEL; KAUFMANN-BOLL, CAROLIN: Urbanes Bodeninformationssystem Emscher – Planungshilfe für die Wasserwirtschaft im Klimawandel (URBIS-ER), *dynaklim* Publikation Nr. 31, Aachen, 2012

HÖKE, SILKE; DENNEBORG, MICHAEL; KAUFMANN-BOLL, CAROLIN: Klimabedingte Veränderung des Bodenwasser- und Stoffhaushaltes und der Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet der Emscher (URBIS-ER), *dynaklim* Publikation Nr. 11, Aachen, 2011

JASECHKO, SCOTT; SHARP, ZACHARY D.; GIBSON, JOHN J.; BIRKS, S. JEAN; YI, YI; FAWCETT, PETER J.: Terrestrial water fluxes dominated by transpiration, *Nature* 2013/04/03/online, advance online publication, 2013

Autor/in

M. Denneborg, E. Damm,
S. Höke, M. Kastler
ahu AG
Wasser– Boden – Geomatik
Aachen
<http://www.ahu.de>

Projektbüro *dynaklim*

Birgit Wienert
Mozartstraße 4
45128 Essen

Tel.: +49 (0)201 104-33 38
wienert@fiw.rwth-aachen.de

www.dynaklim.de