



## Geofakten 50

■ Boden und Klima

### Die Kühlleistung von Böden als Beitrag zur Klimaanpassung in Niedersachsen

Bug, J., Kirchner, A. & Stadtmann, R.

Juli 2025

*Im Zuge des Klimawandels ist auch in Niedersachsen mit einer erhöhten Anzahl an heißen Tagen zu rechnen. Insbesondere der Stadtklimaeffekt kann im Sommer zu stark erhöhten Temperaturen und nur geringer Abkühlung in den Nächten führen und sich damit nachteilig auf die menschliche Gesundheit auswirken. Böden wirken durch ihre Kühlleistung der städtischen Überhitzung entgegen. Damit kommt ihnen in urbanen Räumen eine wichtige Rolle bei der Klimaanpassung zu, und sie sollten in Planungsmaßnahmen unbedingt mit einbezogen werden. Die hier vorgestellte Methode zur Ermittlung der mittleren aktuellen Kühlleistung soll die Bedeutung der Böden als Klimaregulator aufzeigen und bewerten. Dabei werden sowohl bodenkundliche, klimatische Daten sowie Daten zur Versiegelung genutzt, um die Kühlfunktion der Böden zu bilanzieren. Die neue Methode soll in die bodenschutzfachlichen Leitfäden und Stellungnahmen integriert werden. Der Geofakt wurde vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) mit der Unterstützung des Niedersächsischen Kompetenzzentrums Klimawandel (NIKO) des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MU) erstellt.*

Boden, Klimafunktion, Kühlleistung, Stadtklima, Klimaanpassung, Bodenfunktionsbewertung.

#### 1. Kühlleistung von Böden

Böden spielen eine wichtige Rolle für die Regulierung des Mikro- und Mesoklimas. Durch die Speicherung von Niederschlagswasser und die darauf basierende Verdunstung direkt aus dem Boden oder – in deutlich höherem Maße – über die Vegetation trägt der Boden zur Temperaturregulierung der Umgebung bei (KASTLER et al. 2015). Diese Leistung basiert auf dem Prinzip der Verdunstungskühlung. Wechselt Wasser vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand, ist hierfür Energie erforderlich. Diese Energie wird aus der Umgebung bzw. aus der einstrahlenden Sonnenenergie bezogen und dann als latente Wärme gespeichert (ZMARSLY et al. 2002). Da die Energie der Umgebung entzogen wird, kühlt sich diese ab oder die weitere Erwärmung wird gemindert.

Dieser wichtige Beitrag der Böden bleibt bei der Betrachtung der Temperaturregulation und in Planungsprozessen allerdings bislang noch zu oft unberücksichtigt (WOLFF et al. 2017). Insbesondere um urbane Räume an den Klimawandel anzupassen, sind leistungsfähige Grünflächen von zentraler Bedeutung für das Stadtklima. Grundlage hierfür sind Böden, welche das Wasser für die Verdunstung speichern und bereitstellen können (KIRCHNER & STADTMANN 2025). Von kühlenden Grünflächen können Luftmassen auch in angrenzende Wohngebiete fließen. In Kombination mit der Beschattung

durch die Vegetation ergibt sich damit ein relevanter Faktor für das Stadtklima (ESCHENBACH & GRÖNGRÖFT 2020). Versiegelte Böden stehen als Vegetationsstandort, Wasserspeicher und Ausgleichskörper nicht mehr zur Verfügung. Der Verdunstungsprozess und die damit einhergehende Kühlleistung sind unterbunden, da der Austausch mit der Atmosphäre eingeschränkt oder gestoppt ist.

Gerade im Kontext des Klimawandels gewinnt diese Kühlleistung zunehmend an Bedeutung. Neben einer insgesamt deutlichen Temperaturzunahme im Vergleich der Perioden 1991–2020 zu 1961–1990 hat sich die Anzahl an Hitzetagen – Tage > 30 °C Höchsttemperatur – in Niedersachsen mehr als verdoppelt (NIKO 2025, Abb. 1). Auch die Zahl der Tropennächte – Nächte, in denen die Lufttemperatur zwischen 18 und 6 Uhr oder die Tagestiefsttemperatur nicht unter 20 °C fällt – ist gestiegen (NIKO 2023). Klimaprojektionen verdeutlichen zudem, dass künftig mit einer häufigeren Auftretenswahrscheinlichkeit langanhaltender Hitze- und Trockenperioden zu rechnen ist (ENGEL et al. 2024). Diese Entwicklungen verstärken Belastungen des Herzkreislauf-Systems von Menschen und beeinträchtigen auch Erholungsphasen. So ist beispielsweise ein systematischer Zusammenhang zwischen Hitze und einem erhöhten Mortalitätsgeschehen durch zahlreiche Studien belegt (WINKELMAYR et al. 2023). Insbesondere in Städten, die sich, im Vergleich zu ländlichen Gebieten, u. a. aufgrund der

hohen Versiegelungsanteile deutlich stärker aufheizen, ist die Überhitzung ein großes Problem (KIRCHNER & STADTMANN 2025).

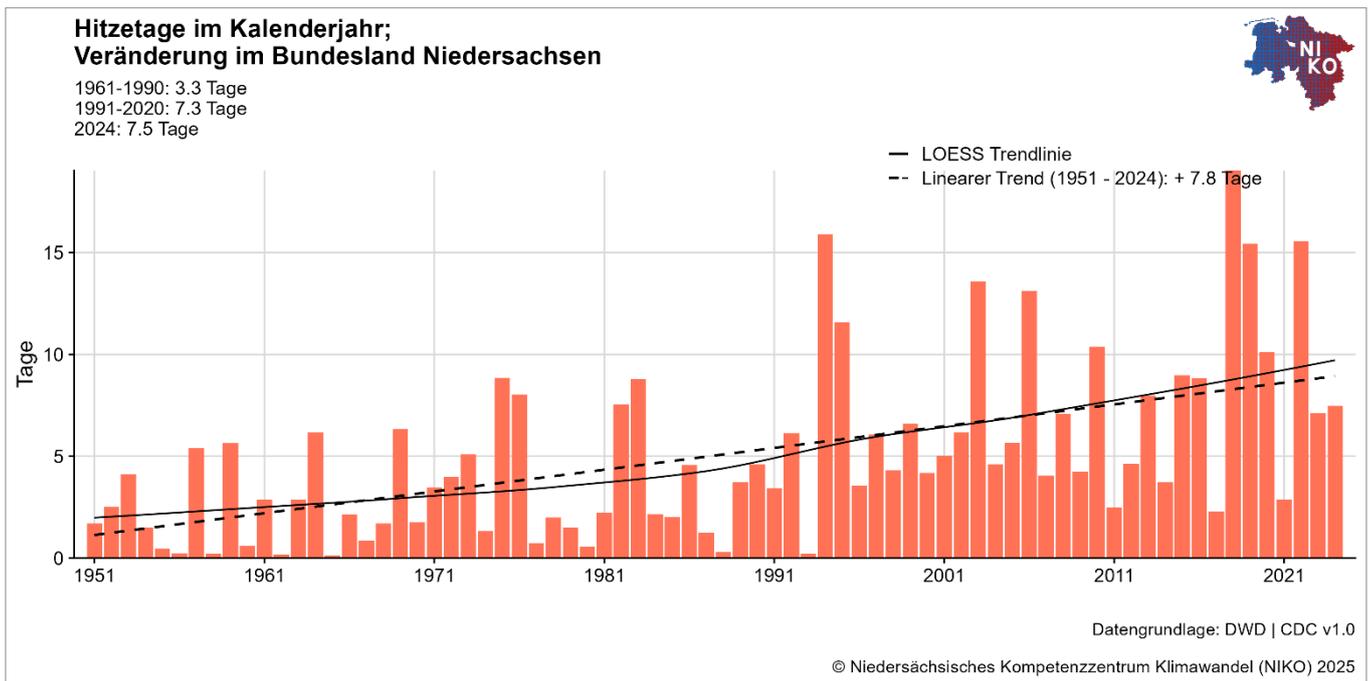


Abbildung 1: Hitzetage in Niedersachsen 1951–2024 (NIKO 2025).

Für eine Anpassung an diese Veränderungen und die Minderung der Beeinträchtigungen von Mensch und Umwelt ist es wichtig, die Einflussfaktoren auf das städtische Klima zu erfassen. So können kühlende Wirkungen aufrechterhalten oder verstärkt werden (KASTLER & NEITE 2017). Einer dieser Faktoren ist der Boden mit der beschriebenen Kühlleistung. Ausgehend von Arbeiten in Nordrhein-Westfalen (DAMM et al. 2012, DAMM 2014, DENNEBORG et al. 2013, KASTLER et al. 2015), Hamburg (DOMROESE 2011, WIESNER 2013, ESCHENBACH et al. 2016, DOMROESE 2017) und auch Niedersachsen (RIEDEL 2013, ENGEL & STADTMANN 2020) findet das Thema deshalb zunehmend Berücksichtigung in Kartenangeboten für die Planung (z. B. SPERLING et al. 2019, DOMROESE 2021, SSW & SMVKU Berlin 2023, weitere Fallbeispiele in DEIWICK et al. 2023).

## 2. Methodische Umsetzung in Niedersachsen

Eine erste Bereitstellung von Bewertungsgrundlagen der Kühlfunktion der Böden erfolgte in Niedersachsen über die Methode Kühlpotenzial (RIEDEL 2013, ENGEL & STADTMANN 2020). Hierbei werden die Bodenkennwerte nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe), kapillare Aufstiegs-

rate (kr) und der Versiegelungsgrad berücksichtigt, jedoch nicht die treibenden klimatischen Faktoren, wie die potenzielle Verdunstung. Eine Weiterentwicklung der Methode ist daher sinnvoll, um mit unterschiedlichen Klimabeobachtungs- und -projektionsdaten die Kühlfunktion des Bodens darstellen zu können.

In Anlehnung an die bestehenden Methoden nach KASTLER et al. (2015) wurde für die Anwendung im Niedersächsischen Bodeninformationssystem NIBIS® eine Methode entwickelt, die das potenziell vorhandene Wasser in den relevanten Monaten dem potenziell verdunsteten Wasser gegenüberstellt. Als Betrachtungszeitraum wird die Vegetationsperiode (April – September) genutzt. Das Ergebnis ist die mittlere aktuelle Verdunstung in der Vegetationsperiode (ETA<sub>v</sub>).

Als Wasserquellen für die Kühlfunktion stehen der Niederschlag (N), das Grundwasser, repräsentiert durch die Menge an kapillarem Aufstieg (KA), und der Bodenwasserspeicher, abgebildet durch die nFKWe, zur Verfügung. Die Berechnung der nFKWe und der KA ist in BUG et al. (2020) dokumentiert. Aus der Summe dieser drei Faktoren ergibt sich die maximal für die Verdunstung zur Verfügung stehende Wassermenge (V<sub>VW</sub>). Bei der

Berechnung wird die nFKWe allerdings nur zu 60 % berücksichtigt, da der Bodenwasservorrat in vielen Jahren nicht komplett ausgeschöpft wird. Zudem ist bei einem Bodenwasservorrat von etwa 40 % der nFK mit einer reduzierten Verdunstung zu rechnen (DISSE 1995, ENGEL et al. 2012).

$$VVW \left[ \frac{mm}{v} \right] = 0,6 * nFKWe + KA + N_v$$

mit

VVW: maximal für die Verdunstung zur Verfügung stehende Wassermenge [mm] in der Vegetationsperiode,

nFKWe: nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum [mm],

KA: Menge an kapillarem Aufstieg aus dem Grundwasser [mm],

N<sub>v</sub>: korrigierter Niederschlag innerhalb der Vegetationsperiode (April – September) [mm].

In Niedersachsen gibt es viele Standorte, an denen das Angebot an Wasser größer ist als die Verdunstung (u. a. Gleye, Moorböden). Daher muss das Wasserangebot dem Bedarf durch die Vegetation gegenübergestellt werden. Der Bedarf der Vegetation wird durch die potenzielle Grasreferenzverdunstung nach FAO (ETFAO) berücksichtigt. An einigen Standorten wird dabei die Verdunstung unter- (Nadelwälder) oder überschätzt (Ruderalflächen). Im Mittel liefert die ETFAO aber realistische Werte (WENDLING et al. 1998). Als Ergebnis des Vergleichs aus Angebot und potenzieller Verdunstung ergibt sich die aktuelle mittlere Evapotranspiration in der Vegetationsperiode (ETA<sub>v</sub>). Zwei Varianten sind zu unterscheiden:

$$ETFAO_v \leq VVW: ETA_v = ETFAO_v$$

$$ETFAO_v > VVW: ETA_v = VVW$$

Aus der ETA<sub>v</sub> kann im zweiten Schritt durch die Multiplikation mit dem Faktor 0,694 kWh/l die potenzielle Kühlleistung (KUEHL<sub>p</sub>) eines Standortes ermittelt werden. Der Faktor ergibt sich aus der Tatsache, dass für die Verdunstung von einem Liter Wasser (20 °C) eine Energie von 0,694 kWh aufgewendet werden muss (ESCHENBACH et al. 2016). Diese Energie wird der Umgebung entzogen und steht nicht mehr der Lufterwärmung zur Verfügung.

$$KUEHL_p \left[ \frac{kWh}{m^2} / v \right] = ETA_v \left[ \frac{mm}{v} \right] * 0,694 \left[ \frac{kWh}{l} \right]$$

Im dritten Schritt der Methode wird KUEHL<sub>p</sub> dann noch mit dem Versiegelungsgrad in Prozent (VERS) der Fläche korrigiert, um die mittlere aktuelle Kühlleistung (AKUEHL) der Böden zu berechnen.

$$AKUEHL \left[ \frac{kWh}{m^2} / v \right] = KUEHL_p * \left( \frac{(100 - VERS)}{100} \right)$$

Im vorliegenden Geofakt wird die Methode zur Bestimmung der AKUEHL beispielhaft für ganz Niedersachsen flächenhaft umgesetzt (Kap. 3.1). Dazu werden die Bodendaten aus der Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50.000 (BK50, GEHRT et al. 2021) genutzt. Die verwendeten Klimadaten wurden vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bereitgestellt und sind gültig für den Zeitraum 1991–2020. Die korrigierten Niederschlagsdaten stammen aus dem REGNIE-Produkt des DWD (RAUTHE et al. 2013, DWD 2020). Die Verdunstungswerte wurden vom Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung des DWD in einer unveröffentlichten Vorab-Version bereitgestellt und basieren auf der FAO-Grasreferenzverdunstung. Die Versiegelungsdaten basieren auf den Copernicus Imperviousness-Datensätzen (EEA 2020). Für die Flächen der BK50 wurden Mittelwerte aus den Rasterdaten gebildet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Umsetzung auf Landesebene

Die mittlere aktuelle Kühlleistung der Böden in Niedersachsen ist in Abbildung 2 dargestellt, die Flächenanteile der fünf definierten Klassen in Abbildung 3.

Demnach weisen mehr als 90 % der Landesfläche eine sehr hohe aktuelle Kühlleistung ( $\geq 300$  kWh/m<sup>2</sup>/v) auf. Die naturräumlichen Unterschiede Niedersachsens werden mit dieser Klasseneinteilung nur bedingt abgebildet und sind nur in wenigen Regionen erkennbar. So wird die mittlere Kühlleistung im Harz (Bodenregion Mittelgebirge) teilweise nur als hoch (250 – < 300 kWh/m<sup>2</sup>/v) eingestuft. Obwohl hier ein hohes Wasserangebot (VVW) vorliegt, ist die tatsächliche Verdunstung (ETFAO<sub>v</sub>) geringer – ein Umstand, der auf die geringere Durchschnittstemperatur im Mittelgebirge zurückzuführen ist. Östlich von Braunschweig (Raum Helmstedt) ist die mittlere aktuelle Kühlleistung im landesweiten Vergleich ebenfalls geringer bewertet (Klasse: hoch, 250 – < 300 kWh/m<sup>2</sup>/v), da die Böden zum Teil geringmächtig und die Niederschläge unterdurchschnittlich sind. In der Folge ist das Wasserangebot in der Vegetationsperiode limitiert und die aktuelle Kühlleistung reduziert.

Lediglich 5 % der Landesfläche fallen in die Klassen sehr gering bis mittel (0 – < 250 kWh/m<sup>2</sup>/v). Dabei handelt es sich nahezu ausnahmslos um Siedlungsflächen, deren Böden in der Regel stärker versiegelt sind und folglich eine geringere mittlere

aktuelle Kühlleistung erbringen können. Insbesondere in Ballungsräumen ergeben sich Abstufungen bis in die niedrigste Klasse, was vor allem durch unterschiedliche Versiegelungsgrade zu begründen ist (Kap. 3.2). So finden sich z. B. im Stadtgebiet und im Umland von Hannover oder Braunschweig sehr heterogene Klassenverteilungen. Es wird deutlich, dass durch die genutzte Klasseneinteilung, die in Anlehnung an SPERLING et al. (2019) gewählt worden ist, vor allem urbane Räume differenziert dargestellt werden. Die Karte kann auch im NIBIS®-Kartenserver unter dem Link <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permalink=2ZqA0crj> eingesehen werden.

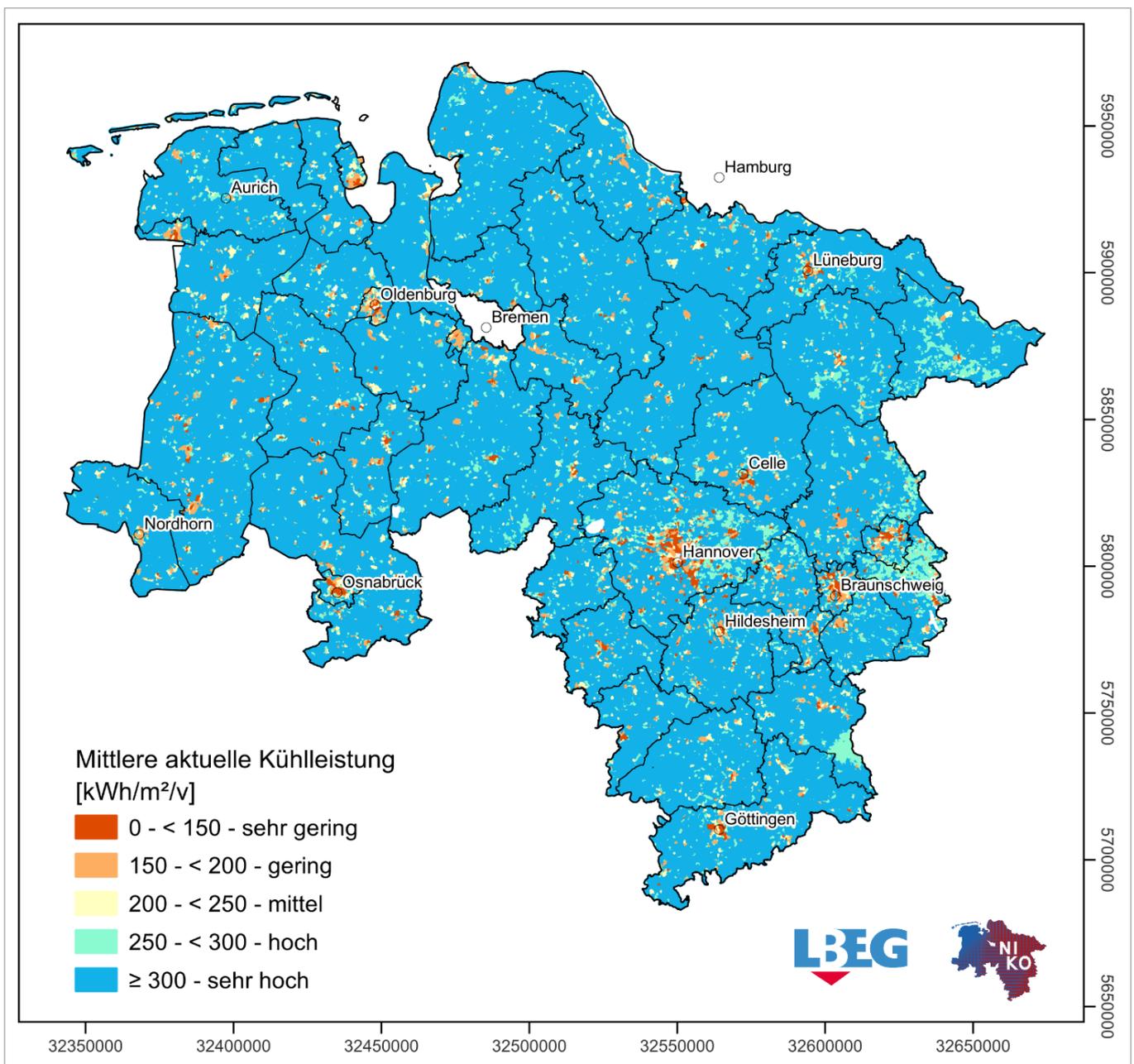


Abbildung 2: Karte der mittleren aktuellen Kühlleistung (AKUEHL) von Niedersachsen für die Klimaperiode 1991–2020.

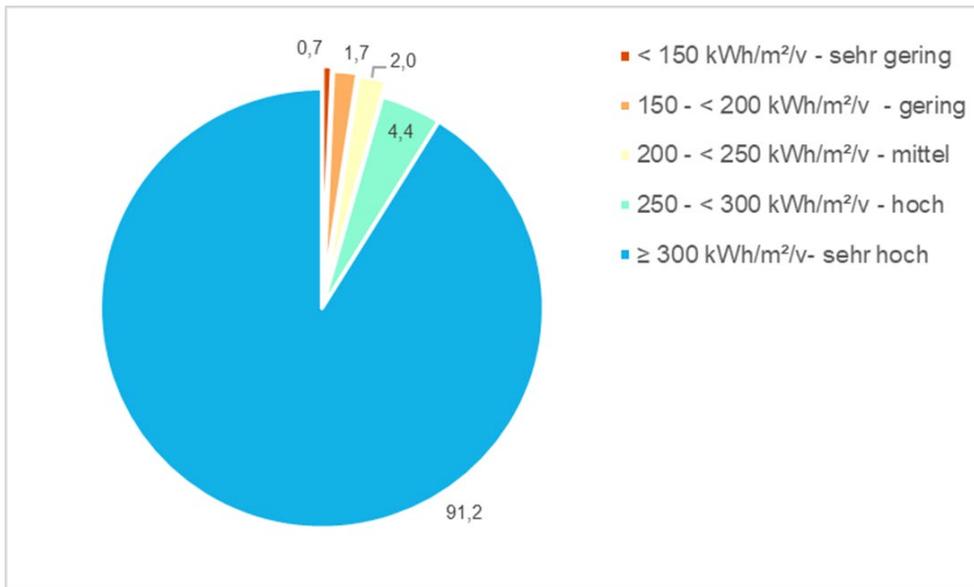


Abbildung 3: Flächenanteile der mittleren aktuellen Kühlleistung (AKUEHL) in Niedersachsen (1991–2020).

Wenn die Versiegelung nicht berücksichtigt wird, kann analysiert werden, ob die aktuelle Verdunstung in der Vegetationsperiode (ETAv) durch die verfügbare Wassermenge (VW) oder die potenzielle Verdunstung (ETFAOv) begrenzt wird. Dies zeigt, ob das derzeit verfügbare Wasserangebot ausreicht, um den Wasserbedarf für eine maximale Verdunstung zu decken. Die Auswertung ergibt, dass auf 70 % der niedersächsischen Landesflächen die VW in der Vegetationsperiode genügt, um die aktuelle Verdunstung (ETAv) zu gewährleisten. Auf 30 % der Flächen hingegen übersteigt die potenzielle Verdunstung die verfügbare Wassermenge, sodass dort ein Wasserdefizit besteht. Da infolge des Klimawandels mit einer weiteren Zunahme der Verdunstung zu rechnen ist (ENGEL et al. 2024), wird die VW künftig auf deutlich mehr Flächen ausgeschöpft sein. Bei einem angenommenen Anstieg der potenziellen Verdunstung (ETFAOv) um 20 mm pro Vegetationsperiode und gleichbleibenden Niederschlägen steigt der Flächenanteil, bei denen der Bedarf an verdunstbarem Wasser das Angebot übersteigt, auf 40 % der Landesfläche an.

Aus der landesweiten Anwendung der Methodik lassen sich weitere Rückschlüsse ziehen. So kann beispielsweise ermittelt werden, in welchen Gemeinden die Reduktion der Kühlleistung der Böden besonders stark ausgeprägt ist. Wenig überraschend schneiden hier die großen Ballungsräume zumeist schlechter ab als ländliche Kommunen mit vielen Freiflächen. Tabelle 1 zeigt die zehn niedersächsischen Gemeinden mit der stärksten Reduktion der Kühlleistung. Einschränkend sei jedoch erwähnt, dass in die Bewertung nur die in der BK50 beschriebenen Flächen eingegangen sind, was zu einer Verzerrung der Ergebnisse führt. So ist beispielsweise der Stadtkern von Braunschweig nicht durch die BK50 beschrieben (Auftragsflächen), so dass hier keine Bewertung der Kühlleistung möglich ist. Daher kann die hier erfolgte Reduktion nicht berücksichtigt werden, die jedoch aufgrund des hohen Versiegelungsgrades als sehr hoch anzunehmen ist. Hier bietet es sich an, die Methodik mit hochauflösenden Daten, zum Beispiel stadtbodenkundlichen Erhebungen, anzuwenden, um die Bedeutung der Böden für die Kühlleistung aufzuzeigen.

Tabelle 1: Gemeindespezifische Kühlleistungskennwerte: Potenzielle Kühlleistung (KUEHLp), Reduktion der potenziellen Kühlleistung (KUEHLp) durch Versiegelung, realisierte AKUEHL.

Gemeinde		KUEHLp [kWh/m <sup>2</sup> /v]	KUEHLp-Reduktion durch Versiegelung [kWh/m <sup>2</sup> /v] (in %)	Realisierte AKUEHL [kWh/m <sup>2</sup> /v] (in %)
Stadt	Hannover	274	<b>80</b> (29,2)	<b>194</b> (70,8)
Stadt	Osnabrück	334	<b>79</b> (23,5)	<b>255</b> (76,5)
Stadt	Delmenhorst	336	<b>70</b> (20,9)	<b>266</b> (79,1)
Stadt	Hildesheim	337	<b>63</b> (18,7)	<b>274</b> (81,3)
Stadt	Lüneburg	311	<b>62</b> (20,2)	<b>249</b> (80,0)
Stadt	Laatzen	310	<b>60</b> (19,2)	<b>250</b> (80,8)
Stadt	Langenhagen	319	<b>59</b> (18,3)	<b>260</b> (81,7)
Stadt	Schüttorf	344	<b>58</b> (16,9)	<b>286</b> (83,1)
Stadt	Oldenburg	292	<b>58</b> (19,9)	<b>234</b> (80,1)
Stadt	Hoya	314	<b>56</b> (17,8)	<b>258</b> (82,2)

### 3.2 Differenzierte Betrachtung stark versiegelter Gebiete – das Fallbeispiel Celle

Wie beschrieben, nimmt die Kühlleistung insbesondere für Fragestellungen im urbanen Raum eine wichtige Rolle ein, da er im Vergleich zum Umland durch höhere Temperaturen (Urban Heat Island-Effekt) stärkeren thermischen Belastungen ausgesetzt ist (KOVATS & HAJAT 2008). Hier hat die Versiegelung und damit die Herabsetzung der mittleren aktuellen Kühlleistung der Böden eine zentrale Bedeutung. Abbildung 4 stellt diesen Zusammenhang

am Beispiel der Stadt Celle und ihres Umlands dar. Die maximal zur Verdunstung zur Verfügung stehende Wassermenge (VVW) ist in Abbildung 4A zu sehen. Hier zeigt sich insbesondere in den Niederungen eine ausreichende Wasserversorgung. Aufgrund des kapillaren Aufstieges stehen dort zum Teil mehr als 600 mm/v zur Verfügung. Die umliegenden, verbreitet sandigen Geestböden weisen geringere Werte auf (< 500 mm/v). Die potenzielle Kühlleistung der Böden in der Region ist flächendeckend größer als 250 kWh/m<sup>2</sup>/v, meist sogar ≥ 300 kWh/m<sup>2</sup>/v (Abb. 4B).

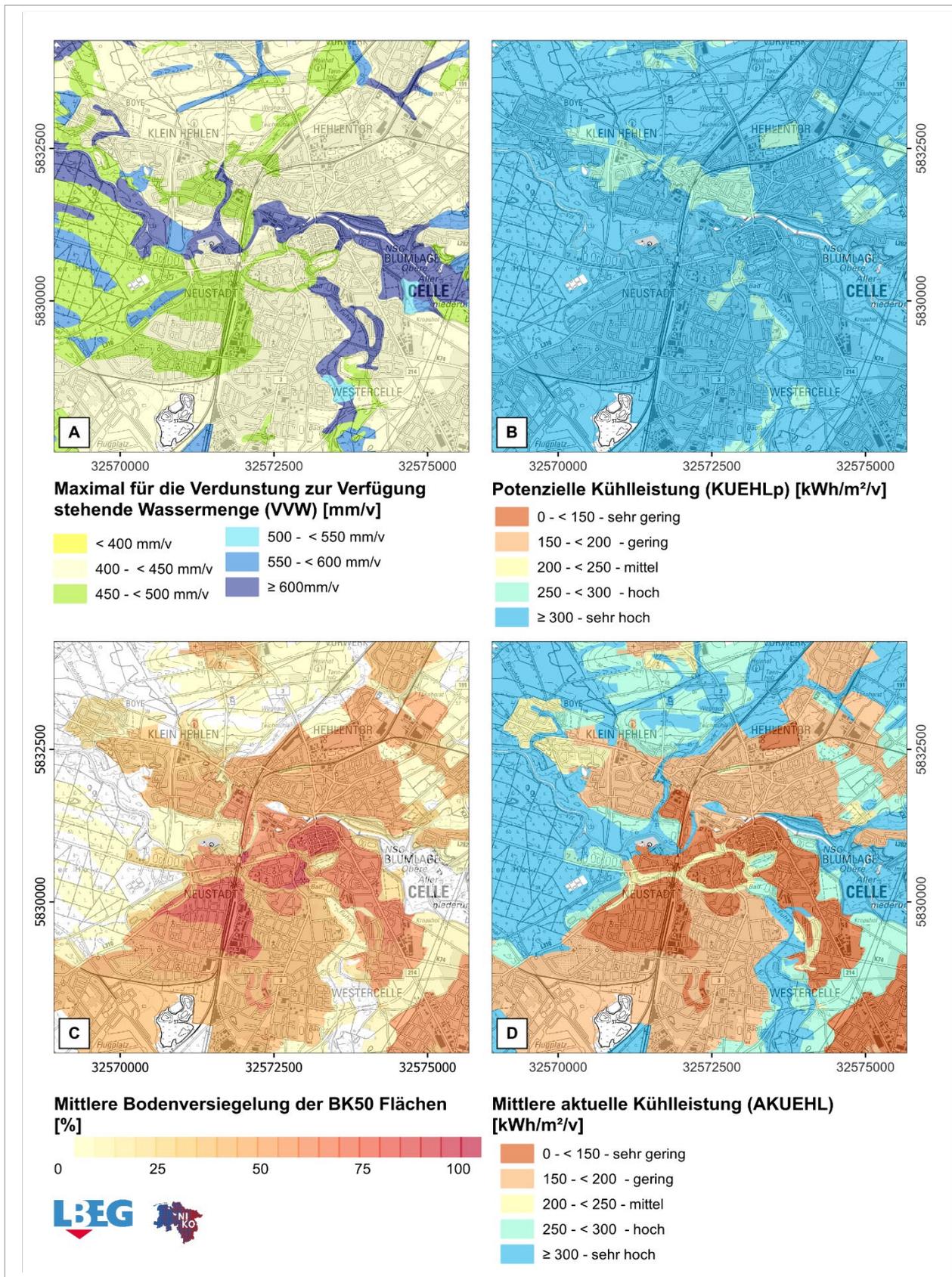


Abbildung 4: Differenzierte Betrachtung der Region Celle (Topographie DTK50, LGLN (2025)).  
 A: Maximal zur Verdunstung zur Verfügung stehende Wassermenge (VWV),  
 B: Potenzielle Kühlleistung der Böden in der Region,  
 C: Mittlere Bodenversiegelung der BK50-Flächen,  
 D: Mittlere aktuelle Kühlleistung der Böden in und um Celle (1991–2020).

Wie Abbildung 4C zeigt, weisen die Flächen der BK50 in der Stadt Celle unterschiedliche, im Zentrum jedoch zum Teil hohe gemittelte Versiegelungsgrade von über 80 % auf. Dies führt dazu, dass die mittlere aktuelle Kühlleistung der Böden hier stark verringert ist und nur Werte  $< 150 \text{ kWh/m}^2/\text{v}$ , im Extremfall  $< 40 \text{ kWh/m}^2/\text{v}$  erreicht (Abb. 4D). Konkret ist die mittlere aktuelle Kühlleistung der Böden im Raum Celle in 14,4 % der Fläche als sehr gering und in 28,4 % als gering

zu bewerten (Abb. 5). An diesen Standorten ist die Bodenfunktionalität somit stark verringert. Die Kategorien „hoch“ (12,7 %) bzw. „sehr hoch“ (41,2 %), die bei der Betrachtung der potenziellen Kühlleistung der Böden in der Region flächendeckend ermittelt wurden (Abb. 4B), sind reduziert auf 53,9 %. 3,3 % der Böden weisen eine mittlere aktuelle Kühlleistung von  $200 - < 250 \text{ kWh/m}^2/\text{v}$  auf, was der Kategorie „mittel“ entspricht (Abb. 5).

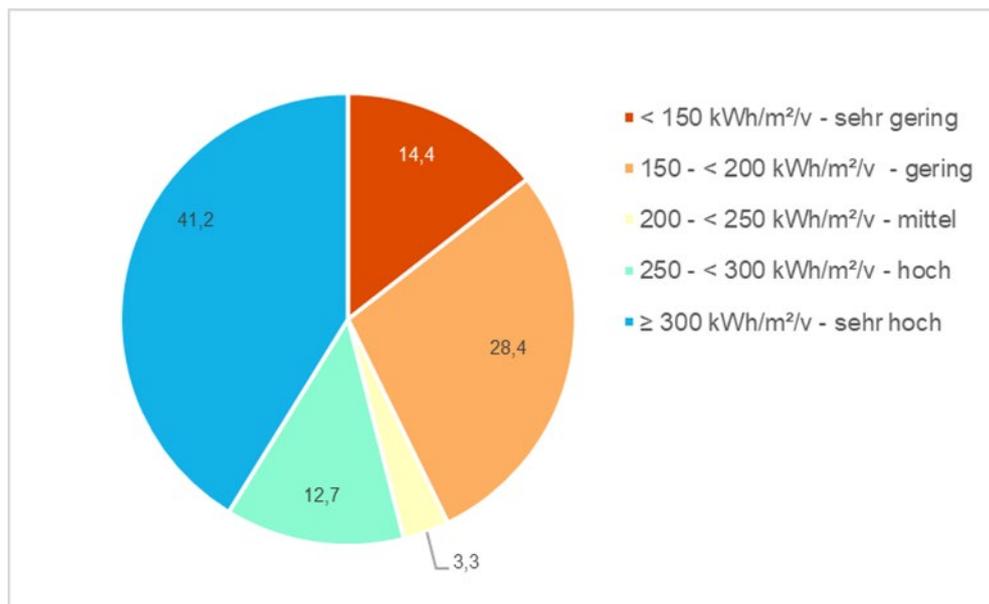


Abbildung 5: Klassenverteilung der mittleren aktuellen Kühlleistung der Böden im Umkreis von Celle (Kartenausschnitt Abbildung 4D).

#### 4. Kommunale Anwendungsmöglichkeiten und Hinweise

Großmaßstäbige Informationen über die räumliche Verteilung der potenziellen und mittleren aktuellen Kühlleistung der Böden liegen für kommunale Gebietskörperschaften bislang in der Regel nicht vor. Sie bieten große Vorteile und sollten daher sowohl in der Planung als auch in der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit gezielt berücksichtigt werden.

Die Kühlfunktion von Böden ist Teil der Klimafunktion und sollte daher im Rahmen von Bodenfunktionsbewertungen mit untersucht und bewertet werden. Die Klimafunktion beinhaltet die Funktionen des Bodens für Klimaschutz und Klimaanpassung. Eine Aufnahme der Klimafunktion in das Bundesbodenschutzgesetz wird derzeit diskutiert (WILLAND et al. 2014, BODLE et al. 2023). Doch auch aus den bislang im BBodSchG beschriebenen Funktionen lässt sich die wichtige Rolle der Böden für das Klima ableiten. Der Erhalt oder die Wiederherstel-

lung von Böden mit besonderer Erfüllung dieser Funktion ist somit wichtig und erforderlich.

Deshalb ist die Bewertung der Kühlfunktion auch in die Werkzeuge des niedersächsischen Bodenschutzes integriert. Kommunen können auf Basis des GeoBerichts 26 eine differenzierte Planungsgrundlage für ihr Gebiet erarbeiten, um Böden und ihre Funktionen in Planungsprozessen stärker zu berücksichtigen (ENGEL & STADTMANN 2020). Während hier bislang die Methode Kühlpotenzial (vgl. Kap. 1) verwendet wurde, wird zukünftig die Anwendung der Methode mittlere aktuelle Kühlleistung empfohlen.

Eine Bodenfunktionsbewertung ist auch die Grundlage für die Erstellung kommunaler Bodenschutzkonzepte, welche somit ebenfalls die Kühlfunktion von Böden berücksichtigen. Auch die bodenkundlichen Netzdiagramme (STADTMANN et al. 2022), die eine grafische Darstellung der Bodenfunktionsbewertung bieten und als Werkzeug zur stärkeren

Berücksichtigung von Böden in Planungsprozessen dienen, beinhalten bereits eine Bewertung der Kühlfunktion. Künftig werden sie auf die in diesem Geofakt präsentierte Methode umgestellt, um den Einfluss von Versiegelung und Klimaparametern besser abbilden zu können.

Die Aussagekraft der Bewertung der Klimafunktion lässt sich weiter verbessern, wenn hochauflösende Daten zu den oftmals deutlich anthropogen veränderten Stadtböden vorliegen. Stadtbodenkarten und an diese Böden angepasste Bewertungsmethoden können somit zukünftig eine Weiterentwicklung ermöglichen (ENGEL & STADTMANN 2020).

Bodenfunktionsbewertungen liefern damit eine wichtige Grundlage für den Schutz und die gezielte Entwicklung kühlwirksamer Böden. Über die rein fachliche Bewertung hinaus ergeben sich daraus auch direkte Anknüpfungspunkte für die kommunale Klimaanpassung. Denn gerade in dicht bebauten Siedlungsräumen können Flächen mit hoher oder sehr hoher Kühlleistung einen wichtigen Beitrag zur Minderung städtischer Wärmebelastungen leisten.

Böden mit hoher oder sehr hoher Kühlleistung sind stadtklimatisch von besonderer Bedeutung und sollten daher bei der Aufstellung klimaangepasster Flächennutzungs- und Bebauungspläne gezielt berücksichtigt werden. Insbesondere kühlwirksame Flächen in Frischluftschneisen sind möglichst von baulicher Nutzung freizuhalten, um ihre Kühlleistung zu erhalten. Dies kann beispielsweise durch eine Nutzungszuweisung erfolgen, die keine oder nur geringe Versiegelung zur Folge hat – etwa als Grünfläche, Sport- oder Spielanlage (KASTLER et al. 2015).

Kennwerte zur Kühlleistung von Böden sollten in digitale Planungstools und Geoinformationssysteme integriert werden. Dadurch lassen sich klimawirksame Maßnahmen nicht nur punktuell, sondern auch strategisch im Sinne einer klimaresilienten Stadtentwicklung planen und umsetzen. Informationen zur potenziellen Kühlleistung eines Standorts können beispielsweise die Auswahl geeigneter Flächen für Klimaanpassungsmaßnahmen (z. B. Entsiegelung) unterstützen, indem sie einen Vergleich verschiedener Standorte hinsichtlich ihres Kühlpotenzials ermöglichen.

Auch zur Bewertung bereits umgesetzter Maßnahmen kann die Kühlleistung herangezogen werden. Die erzielte Wirkung lässt sich dabei sowohl energetisch ( $\text{kWh/m}^2/\text{a}$ ) als auch monetär (z. B. anhand des Strompreises je kWh) bewerten. Besonders durch die Umrechnung in monetäre Werte wird der

Nutzen klimawirksamer Maßnahmen greifbarer und besser kommunizierbar (SPERLING et al. 2019). Dies kann die Akzeptanz geplanter oder bereits umgesetzter Maßnahmen bei Entscheidungsträger\*innen, Fördermittelgeber\*innen sowie in der breiten Öffentlichkeit deutlich erhöhen und eine evidenzbasierte Argumentation unterstützen. Zusätzlich kann die Akzeptanz dadurch gesteigert werden, dass Böden mit hoher oder sehr hoher Kühlleistung in der Regel weitere relevante Ökosystemleistungen erbringen, auf die ebenfalls verwiesen werden kann. Dazu zählen beispielsweise ein verbesserter Wasserrückhalt, der Beitrag zum Hochwasserschutz oder die Förderung der Grundwasserneubildung (KIRCHNER & STADTMANN 2025).

Bei der Gestaltung klimarobuster Städte darf die Kühlleistung der Böden nicht isoliert betrachtet werden. Sie ist Teil eines umfassenden Maßnahmenpakets, zu dem insbesondere der Ausbau blau-grüner Infrastrukturen gehört. Die Kühlleistung der Böden kann ergänzend beispielsweise zur Bilanzierung der Kühlwirkung von Grünflächen herangezogen werden. Auch die Wirkung auf umliegende Gebiete, in die die kalte Luft einströmt, lässt sich dadurch gegebenenfalls besser abschätzen (ESCHENBACH & GRÖNGRÖFT 2020). Besonders gilt dies, wenn die Datengrundlage mit räumlich und zeitlich hochauflösenden Versiegelungsdaten kombiniert wird, die zunehmend verfügbar sind. Weiterführende Hinweise und Referenzen zu möglichen Umsetzungsmaßnahmen finden sich u. a. im Geobericht 52 (KIRCHNER & STADTMANN 2025).

## 5. Hinweise und Ausblick

Die in diesem Geofakt vorgestellte Methode zur Ermittlung der mittleren aktuellen Kühlleistung wird künftig die bislang in Niedersachsen angewandte Kühlpotenzial-Methode (RIEDEL 2013, ENGEL & STADTMANN 2020) ersetzen. Sie soll in die bodenschutzfachlichen Leitfäden und Stellungnahmen integriert werden. Durch die Nutzung aktueller Klima- und Versiegelungsdaten wird die Aussagekraft der Analysen deutlich erhöht. So können realistischere Aussagen zur Klimafunktion der Böden getroffen werden.

Eine konkrete Anwendung könnte die Methode beispielsweise bei der Planung von Entsiegelungsmaßnahmen finden (KIRCHNER & STADTMANN 2025). Mithilfe der Auswertungen ist es möglich, sich gezielter auf jene Flächen zu konzentrieren, bei denen die aktuelle im Vergleich zur potenziellen Kühlleistung deutlich geringer ist und damit ein hohes Potenzial zur Klimaanpassung besteht. Gleichzeitig können Flächen identifiziert werden, die

natürlicherweise ein erhöhtes Potenzial zur Erbringung von Kühlleistungen aufweisen. Damit steht eine Planungskarte im mittleren Maßstab zur Verfügung, die eine fundierte Grundlage für bodenschutzfachliche und klimapolitische Entscheidungen bietet.

Die Verwendung von mittleren, langjährigen Klimadaten für einen sechsmonatigen Zeitraum (Vegetationsperiode April – September) bringt auch gewisse Einschränkungen in der Aussagekraft der Ergebnisse mit sich. So werden in die Analyse auch Tage mit niedrigeren Temperaturen einbezogen, an denen die Kühlleistung weniger bedeutsam ist. Zudem ist nicht gesichert, dass an allen betrachteten Tagen tatsächlich Verdunstung in dem angenommenen Umfang stattfindet. Bei entsprechender Witterung können die Böden bereits so stark ausgetrocknet sein, dass die aktuelle Verdunstung deutlich reduziert ist. Da die Methode insbesondere im urbanen Raum bedeutsam ist, ist außerdem zu berücksichtigen, dass die Böden in diesen Räumen häufig anthropogen verändert sind. Die Eigenschaften und damit auch die Funktion der Böden vor Ort können von den in der Bodenkarte BK50 dargestellten natürlichen Böden abweichen. Um Detailbetrachtungen der Kühlleistung vorzunehmen, sind also ggf. weitere Untersuchungen erforderlich (ENGEL & STADTMANN 2020). Gleichzeitig bietet die Methode dadurch aber eine Zielgröße für die Wiederherstellung und Förderung von Bodenfunktionen.

Künftig lassen sich diese Unschärfen durch die Verwendung von täglichen Wetter- und Bodenfeuchtedaten und lokal erhobenen Bodeninformationen beheben. Ziel muss die Verwendung eines Bodenwasserhaushaltsmodells sein, welches die aktuelle Verdunstung berechnet und die tatsächliche Kühlleistung bilanziert, um ein realistisches Bild zur temperatenausgleichenden Leistung der Böden im Lokalklima zu erzeugen.

In Niedersachsen bietet sich das Bodenwasserhaushaltsmodell BOWAB (ENGEL et al. 2012) an, das im Rahmen des *Niedersächsischen Bodenfeuchte-Informationsdienstes (NIBOFID)* flächendeckend Daten zur aktuellen täglichen Verdunstung bereitstellt. Durch eine Kombination mit Versiegelungsdaten lässt sich die tatsächliche tägliche Kühlleistung der Böden somit bewerten. Für eine zielgerichtete Anwendung von BOWAB und NIBOFID für die Ermittlung der Kühlleistung müssen aber noch weitere Parameter erhoben und validiert werden, insbesondere, um die Kühlleistung städtischer Böden mit ihren oft gestörten Bodenprofilen, begrenzten Flächen und vielfältigen Pflanzenarten adäquat modellieren zu können (s. Abb. 6). Gerade

in urbanen Räumen ist die Kühlleistung von Böden besonders wertvoll, um die menschliche Gesundheit zu schützen sowie Maßnahmen zur Klimaanpassung zu planen und umzusetzen.

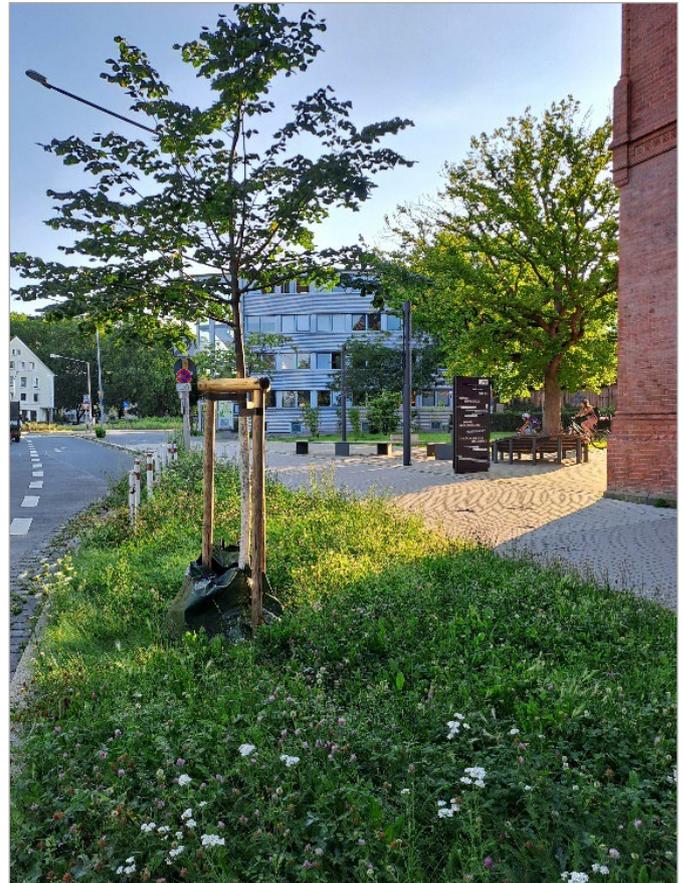


Abbildung 6: Urbane Böden mit vielfältiger Vegetation als wichtiger Bestandteil der Klimaanpassung durch Kühlung der Städte.

## Literatur

- BODLE, R., DÜCK, L.-M., HERMANN, A., MILLER, R., STOCKHAUS, H. & VON VITTORELLI, L. (2023): Überarbeitung des Bodenschutzrechts - Diskussionspapier. Ergebnisse zu ausgewählten Rechtsfragen. – Umweltbundesamt; Dessau-Roßlau; <https://www.ecologic.eu/de/19345>.
- BUG, J., HEUMANN, S., MÜLLER, U. & WALDECK, A. (2020): Auswertungsmethoden im Bodenschutz - Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). – GeoBerichte **19**: 9. Aufl., 383 S., 36 Abb., 384 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober\_19\_2020.
- BUG, J., SCHARUN, C., HARDERS, D. & STADTMANN, R. (2022): Der Wasserhaushalt der Böden in Niedersachsen - Neue methodische Ansätze zur bodenfunktionalen Bewertung. – Geofakten **36**: 17 S., 7 Abb., 5 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geofakt\_36\_1\_2022.
- DAMM, E., HÖKE, S. & DOETSCH, P. (2012): Erfassung und Optimierungspotential der Kühlleistung von Böden. Dargestellt an ausgewählten Flächen der Stadt Bottrop. – Bodenschutz **03**/2012: 94–98 / dynaklim-Publikation **35**; [https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/boden/bodenschutz\\_nrw/klima/pdf/Erfassungs-und\\_Optimierungsmoeglichkeiten\\_des\\_Kuehlungspotentials\\_von\\_Boeden.pdf](https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/boden/bodenschutz_nrw/klima/pdf/Erfassungs-und_Optimierungsmoeglichkeiten_des_Kuehlungspotentials_von_Boeden.pdf).
- DAMM, E. (2014): Verfügbare Wasserressourcen in der Emscherregion für eine aktive Kühlung durch Böden während Trockenperioden. – dynaklim-Publikation **47**; [https://edoc.sub.uni-hamburg.de/klimawandel/frontdoor/index/index/searchtype/collection/id/16298/start/0/rows/10/sortfield/title/sortorder/asc/facetNumber\\_author\\_facet/all/yearfq/2014/author\\_facetfq/Eva+Damm/docId/897](https://edoc.sub.uni-hamburg.de/klimawandel/frontdoor/index/index/searchtype/collection/id/16298/start/0/rows/10/sortfield/title/sortorder/asc/facetNumber_author_facet/all/yearfq/2014/author_facetfq/Eva+Damm/docId/897).
- DEIWICK, B., ZEISLER, H., GERSTENBERG, J. H. & SIEWERT, W. (2023): Entwicklung eines Konzeptes zur Abschätzung / Quantifizierung der Bodenkühlleistung in Berlin. – Projektbericht, Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, Berlin; [https://www.berlin.de/umweltatlas/\\_assets/literatur/deiwick\\_et\\_al2023.pdf](https://www.berlin.de/umweltatlas/_assets/literatur/deiwick_et_al2023.pdf).
- DENNEBORG, M., DAMM, S., HÖKE, S. & KASTLER, M. (2013): Anpassung durch Nutzung der Kühlungsfunktion von Böden. – dynaklim kompakt **14**; <https://edoc.sub.uni-hamburg.de/klimawandel/frontdoor/index/index/docId/747>.
- DISSE, M. (1995): Modellierung der Verdunstung und der Grundwasserneubildung in ebenen Einzugsgebieten. – Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Mitt. **53**: 180 S., Universität Fridericiana zu Karlsruhe; [https://www.researchgate.net/publication/36177458\\_Modellierung\\_der\\_Verdunstung\\_und\\_der\\_Grundwasserneubildung\\_in\\_ebenen\\_Einzugsgebieten](https://www.researchgate.net/publication/36177458_Modellierung_der_Verdunstung_und_der_Grundwasserneubildung_in_ebenen_Einzugsgebieten).
- DOMROESE, J. (2011): Entwicklung der Verdunstungspotenzialkarte Hamburg. – Erläuterungsbericht, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt für Umweltschutz.
- DOMROESE, J. (2017): Quantifizierung der Verdunstungsleistung (Kühlleistung) von Böden in Hamburg. – Projektbericht, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie, Amt für Umweltschutz; <https://www.hamburg.de/resource/blob/167214/e627609fe8de6fba3716e0b120c4573b/d-verdunstungspotenzialkarte-kuehllleistung-projektbericht-data.pdf>.
- DOMROESE, J. (2021): Die neue Bodenkühlleistungskarte Hamburg. – Erläuterungsbericht, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft; <https://www.hamburg.de/resource/blob/167192/554e8e917bc9b1423e922e33de1c3f1f/d-die-neue-bodenkuehllleistungskarte-hamburg-erlaeuterungsbericht-data.pdf>.
- DWD – DEUTSCHER WETTERDIENST (2020): REGNIE (REGionalisierte NIEederschläge): Verfahrensbeschreibung & Nutzeranleitung. – interner Bericht im DWD; Offenbach.
- EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2020): Imperviousness Density 2018 (raster 10 m), Europe, 3-yearly. – <https://doi.org/10.2909/3bf542bd-eebd-4d73-b53c-a0243f2ed862>; Generated using European Union's Copernicus Land Monitoring Service information. – <https://doi.org/10.2909/3bf542bd-eebd-4d73-b53c-a0243f2ed862>.
- ENGEL, N., BUG, J., STADTMANN, R. & HARDERS, D. (2024): Auswirkungen des Klimawandels auf Böden in Niedersachsen. – Geofakten **46**: 27 S., 12 Abb., 4 Tab., mit Begleittexten; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geofakt\_46\_1\_2024.
- ENGEL, N., MÜLLER, U. & SCHÄFER, W. (2012): BO-WAB - Ein Mehrschicht-Bodenwasserhaushaltsmodell. – In: MÜLLER, U., ENGEL, N., HEIDT, L., SCHÄFER, W., KUNKEL, R., WENDLAND, F., RÖHM, H. & ELBRACHT, J. (2012): Klimawandel und Bodenwasserhaushalt. – GeoBerichte **20**: 85–98, 4 Abb., 4 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober\_20\_2012.
- ENGEL, N. & STADTMANN, R. (2020): Bodenfunktionsbewertung auf regionaler und kommunaler Ebene - Ein niedersächsischer Leitfaden für die Berücksichtigung der Belange des vorsorgenden

- Bodenschutzes in der räumlichen Planung. – GeoBerichte **26**: 2. Aufl., 67 S., 15 Abb., 21 Tab., Anh.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober\_26\_2020.
- ESCHENBACH, A., WIESNER, S. & GRÖNGRÖFT, A. (2016): Bedeutung der Bodenfeuchte für die Klimafunktionen von Böden in einem urbanen Raum. – Bodenschutz **4**/2016: 118–126; <https://doi.org/10.37307/j.1868-7741.2016.04.05>.
- ESCHENBACH, A. & GRÖNGRÖFT, A. (2020): Bodenschutz und Klimawandel. – Bodenschutz **3**: 103–109; <https://doi.org/10.37307/j.1868-7741.2020.03.07>.
- GEHRT, E., BENNE, I., EVERTSBUSCH, S., KRÜGER, K. & LANGNER, S. (2021): Erläuterung zur BK 50 von Niedersachsen. – GeoBerichte **40**: 282 S., 125 Abb., 100 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober\_40\_2021.
- KASTLER, M., MOLT, C., KAUFMANN-BOLL, C. & STEINRÜCKE, M. (2015): Kühlleistung von Böden. Leitfaden zur Einbindung in stadtklimatische Konzepte in NRW. – In: LANUV (Hrsg.): LANUV Arbeitsblatt **29**, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen; Recklinghausen; [https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/publ/4\\_arbeitsblaetter/LANUV-Arbeitsblatt\\_29\\_web.pdf](https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuv/publ/4_arbeitsblaetter/LANUV-Arbeitsblatt_29_web.pdf).
- KASTLER, M. & NEITE, H. (2017): Die Bodenkühlleistung als Baustein städtischer Klimaanpassungskonzepte. – Bodenschutz **2**/2017:40–47; <https://doi.org/10.37307/j.1868-7741.2017.02.03>.
- KIRCHNER, A. & STADTMANN, R. (2025): Entsiegelung in der Klimaanpassung – Leitfaden Teil A: Hintergründe, Vorgehensweisen, bodenschutzfachliche Hinweise. – GeoBerichte **52**: 99 S., 32 Abb., 14 Tab., Anh.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober\_52\_2025.
- KOVATS, R. S. & HAJAT, S. (2008): Heat Stress and Public Health: A Critical Review. – Annual Review of Public Health **29**: 41–55; <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843>.
- LGLN – LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDESVERMESSUNG NIEDERSACHSEN - LANDESBETRIEB LANDESVERMESSUNG UND GEOBASISINFORMATION (2025): Digitale Topographische Karte 1 : 50.000 (DTK50). – Creative Commons 4.0; [https://open.data.lgln.niedersachsen.de/doorman/nowauth/dtk50\\_wms](https://open.data.lgln.niedersachsen.de/doorman/nowauth/dtk50_wms).
- NIKO – NIEDERSÄCHSISCHES KOMPETENZZENTRUM KLIMAWANDEL (2023): Klimafolgenmonitoringbericht für Niedersachsen 2023. – 266 S., Niedersächsisches Kompetenzzentrum Klimawandel, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz; Hannover; <https://niko-klima.de/wp-content/uploads/2023/12/Klimafolgenmonitoringbericht-Nds.-2023.pdf>.
- NIKO – NIEDERSÄCHSISCHES KOMPETENZZENTRUM KLIMAWANDEL (2025): Hitzetage in Niedersachsen 1951–2025. – <https://niko-klima.de/klimawissen/> (Abruf 15.07.2025).
- RAUTHE, M., STEINER, H., RIEDIGER, U., MAZURKIEWICZ, A. & GRATZKI, A. (2013): A Central European precipitation climatology – Part I: Generation and validation of a high-resolution gridded daily data set (HYRAS). – Meteorologische Zeitschrift **22** (3): 235–256; <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0436>.
- RIEDEL, N. (2013): GIS-gestützte Ermittlung des Kühlpotenzials der Böden der Stadt Hannover. – Bachelorarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science (B. Sc.), 59 S., Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover.
- SPERLING, C., VALENTIN, I. & KASTLER, M. (2019): Die Karte der Bodenkühlleistung in der Stadt Düsseldorf. – Bodenschutz **2**/2019: 57–65; <https://doi.org/10.37307/j.1868-7741.2019.02.04>.
- STADTMANN, R., BUG, J. & WALDECK, A. (2022): Bodenkundliche Netzdiagramme als Beitrag zur Berücksichtigung von Bodenfunktionen und -empfindlichkeiten in der Planungspraxis. – Geofakten **40**: 14 S., 3 Abb., 4 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geofakt\_40\_1\_2022.
- SSW & SMVKU BERLIN – SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND WOHNEN & SENATSVERWALTUNG FÜR MOBILITÄT, VERKEHR, KLIMASCHUTZ UND UMWELT (Hrsg.) (2023): 01.12.7.3, Kühlleistung der Böden mit Berücksichtigung der Versiegelung. – <https://www.berlin.de/umweltatlas/boden/bodenfunktionen/2020/karten/artikel.1442377.php> (letzter Zugriff: 19.03.2025).
- WENDLING, U., FUCHS, P. & MÜLLER-WESTERMEIER, G. (1998): 2.12 - Mittlere jährliche potenzielle Verdunstungshöhe als Gras-Referenzverdunstung. – [https://www.hydrology.uni-freiburg.de/forsch/had/pdf/had\\_kap2s.pdf](https://www.hydrology.uni-freiburg.de/forsch/had/pdf/had_kap2s.pdf) – In: BMUNR – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (Hrsg.) (2003): HAD - Hydrologischer Atlas Deutschland. – [https://www.hydrology.uni-freiburg.de/forsch/had/had\\_aufbau.htm#stand\\_them\\_taf](https://www.hydrology.uni-freiburg.de/forsch/had/had_aufbau.htm#stand_them_taf) (letzter Zugriff: 03.06.2025).
- WIESNER, S. (2013): Observing the impact of soils on local urban climate. – Dissertation, Universität Hamburg, Verein zur Förderung der Bodenkunde in Hamburg; Hamburger Bodenkundliche Arbeiten **69**;

<https://ediss.sub.uni-hamburg.de/handle/ediss/4942>.

WILLAND, A., BUCHSTEINER, D., HÖKE, S. & KAUFMANN-BOLL, C. (2014): Erarbeitung fachlicher, rechtlicher und organisatorischer Grundlagen zur Anpassung an den Klimawandel aus Sicht des Bodenschutzes. Teilvorhaben 1: Erarbeitung der fachlichen und rechtlichen Grundlagen zur Integration von Klimaschutzaspekten ins Bodenschutzrecht. – UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): Texte **57/2014**; <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erarbeitung-fachlicher-rechtlicher>.

WINKLMAYR, C., MATTHIES-WIESLER, F., MUTHERS, S., BUCHIEN, S., KUCH, B., AN DER HEIDEN, M. & MÜCKE, H.-G. (2023): Hitze in Deutschland: Gesundheitliche Risiken und Maßnahmen zur Prävention. – J. Health. Monit. **8** (S4): 3–34; DOI 10.25646/11645.

WOLFF, G., BLÜMLEIN, P. & VON SCHNAKENBURG, P. (2017): Die Stuttgarter Böden - Mitwirkung in urbanen Umweltkreisläufen. – Bodenschutz **3/2017**: 84–91; <https://doi.org/10.37307/j.1868-7741.2017.03.06>.

ZMARSLY, E., KUTTLER, W. & PETHE, H. (2002): Meteorologisch-klimatologisches Grundwissen. Eine Einführung mit Übungen, Aufgaben und Lösungen. – 2. Aufl.; Stuttgart (UTB), [ISBN 3-8252-2281-0].

---

## Impressum

Die Geofakten werden vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) herausgegeben und erscheinen unregelmäßig bei Bedarf.

Die bisher erschienenen Geofakten können unter <https://www.lbeg.niedersachsen.de> abgerufen werden.

© LBEG Hannover 2025

Version: 16.07.2025

DOI: 10.48476/geofakt\_50\_1\_2025

## Autorenschaft

- Dr. Jan Bug, Tel.: 0511/ 643-3876  
mail: [Jan.Bug@lbeg.niedersachsen.de](mailto:Jan.Bug@lbeg.niedersachsen.de)
- Dr. André Kirchner, Tel.: 0511/ 643-2767  
mail: [Andre.Kirchner@lbeg.niedersachsen.de](mailto:Andre.Kirchner@lbeg.niedersachsen.de)
- Dr. Robin Stadtmann, Tel.: 0511/ 643-3901  
mail: [Robin.Stadtmann@lbeg.niedersachsen.de](mailto:Robin.Stadtmann@lbeg.niedersachsen.de)  
Landesamt für Bergbau,  
Energie und Geologie  
Stilleweg 2, 30655 Hannover  
Internet: <https://www.lbeg.niedersachsen.de>