

Verluste von hochwertigen Böden durch Siedlungserweiterung am Beispiel von Frankfurt am Main

Rainer Dambeck, Giuseppe Pasquale Sapienza

Zusammenfassung

Böden stellen ein begrenzt verfügbares Naturkapital dar, das in Zeitdimensionen, die vom Menschen überblickt werden können, kaum regenerierbar ist. Dem globalen Trend der Urbanisierung folgend, werden wirtschaftsstarke Regionen und Impulszentren in der Bundesrepublik Deutschland, wie z. B. die Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main, zukünftig von weiterer Zuwanderung profitieren. Die großen Siedlungsagglomerationen in der Bundesrepublik Deutschland (z. B. Rhein-Main-Gebiet) sind häufig auf naturräumliche Gunststandorte in morphologischen Senken und Tälern konzentriert, die durch Entwicklung von qualitativ hochwertigen Böden gekennzeichnet sind. Der Antagonismus von Bodengüte und Flächendruck verdeutlicht die konfliktbehaftete Problematik, der sich Kommunen im Rahmen der Siedlungsplanung ausgesetzt sehen, wenn Erweiterungsflächen als Bauland ausgewiesen und erschlossen werden. Aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes besteht Handlungsbedarf, weil Bodenverluste durch Inanspruchnahme von unversiegelten Flächen dazu führen, dass kostenlose Ökosystemleistungen im Naturhaushalt verloren gehen. Schutz und Erhaltung von funktionsfähigen Böden stellen eine Herausforderung für die Planung dar. Dabei sollten zukünftige Entwicklungen stärker an den Erfordernissen des vorsorgenden Bodenschutzes orientiert sein.

Schlagwörter: Bodenfunktionen, Bodengüte, vorsorgender Bodenschutz, Flächeninanspruchnahme, Siedlungsentwicklung

1 Einführung

„Das 21. Jahrhundert wird das Jahrhundert der Städte sein“ (WBGU 2016:1). Mit der Aussage nimmt der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung für globale Umweltveränderungen pointiert Bezug auf den weltweiten Trend der Urbanisierung. In Deutschland lebten im Jahr 2021 etwas mehr als drei Viertel (77,5 %) der Bevölkerung in urbanen Räumen (World Bank o.J.). Wirtschaftsstarke Regionen und Impulszentren,

wie z. B. die Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main, werden von Zuwanderung profitieren (Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung o.J.). Die Entwicklung wird die Nachfrage nach Flächen für Siedlungs- und Gewerbeneubauten und die begleitende Infrastruktur erhöhen, und damit den Druck auf die vorhandenen Freiräume verstärken.

Die großen Siedlungsagglomerationen in der Bundesrepublik Deutschland (z. B. Rhein-Main-Gebiet) sind häufig auf naturräumliche Gunstandorte in morphologischen Senken und Tälern konzentriert, die geologisch durch das verbreitete Vorkommen von eiszeitlichen Flugstäuben (Löss, Lössderivate) charakterisiert sind (vgl. BGR 2014, 2021). Auf den Standorten entwickelten sich hochwertige Böden (Schwarzerden, Parabraunerden), die durch überdurchschnittliche Ertragsfähigkeit und einen hohen Grad der Bodenfunktionserfüllung gekennzeichnet sind.

Als Umweltressource stellen Böden ein essentielles und begrenzt verfügbares Naturkapital dar, das in Zeitdimensionen, die vom Menschen überblickt werden können, kaum regenerierbar ist (Heinke 2015). Direkte Eingriffe in die Pedosphäre (z. B. Bebauung, Bewirtschaftung) sind oft irreversibel und verursachen Verluste (z. B. Bodenversiegelung, Bodenerosion), die durch Ausgleichsmaßnahmen nicht zu kompensieren sind (Blume 2010).

Der Antagonismus von Bodengüte und Flächendruck verdeutlicht die konfliktbehaftete Problematik, der sich Kommunen im Rahmen der Siedlungsplanung ausgesetzt sehen, wenn Erweiterungsflächen als Bauland ausgewiesen und erschlossen werden. Zielkonflikte, im Spannungsfeld der verschiedenen Belange sind dann vorgezeichnet. Heinke (2015) fordert deshalb eine gesellschaftliche Reflexion über Bodenschutz und Normen, um im Sinne einer Bodenethik klare Prioritäten für verantwortungsvollen Umgang mit dem Schutzgut Boden zu setzen.

Die Stadt Frankfurt am Main erstreckt sich auf einer Gesamtfläche von ca. 248,3 km² im östlichen Main-Taunus-Vorland und der Untermainebene. Der Main untergliedert das Stadtgebiet in zwei signifikant unterschiedliche Landschaftsräume: die fruchtbaren Lössflächen im Norden, die aufgrund der ertragsfähigen Böden (Parabraunerden) vorwiegend ackerbaulich genutzt werden, und die lössfreien Standorte im Süden, deren stark sandige Böden (Braunerden) für die Landwirtschaft von geringem Wert sind und deshalb überwiegend forstwirtschaftlicher Nutzung unterliegen (Stadt Frankfurt a. M. 2021). Der Stadtwald ist Bestandteil des Frankfurter Grüngürtels, der die Stadt als zusammenhängendes Landschaftselement umschließt und aufgrund der vielfältigen

Funktionen (z. B. Naherholung, Klimawirkung) durch Verordnungen und Satzungen vor Bebauung schützt.

Als wirtschaftliches Zentrum der Metropolregion Frankfurt/Rhein-Main registriert Frankfurt seit gut zwei Jahrzehnten einen beständigen Bevölkerungszuwachs. Ab der Jahrtausendwende wuchs die Zahl der Einwohner von 646.083 (31.12.1999) bis Ende 2022 auf 767.609 (31.12.2022) an (Stadt Frankfurt am Main 2019, 2023b). Flächenbedarfe für Neubauten wurden zum Teil durch Konversion von Innenflächen (z. B. Großmarkthalle, Ost- und Westhafen, Schlachthofgelände) gedeckt und bestehende Wohngebiete mit einer geringen Baudichte nachverdichtet (Sapienza 2022). Die Erschließung neuer Flächen am Stadtrand diente der Entwicklung neuer Stadtteile, wie z. B. der Riedberg im Norden von Frankfurt, der rund 16.000 Bewohner und die neuangesiedelte Science City mit dem naturwissenschaftlichen Universitätscampus der Goethe-Universität beherbergt (Kaufmann und Peterek 2018). Bedingt durch die flächenhafte Verbreitung von Lössböden nördlich des Mains, wurden für die Bebauung überwiegend qualitativ sehr hoch eingestufte Ackerstandorte mit überdurchschnittlicher Bonität und Funktionsbewertung in Anspruch genommen.

2 Schutzgut Boden

Als Bestandteil der Anthroposphäre sind Böden vielfältigen Eingriffen und Belastungen ausgesetzt. Die Folgen sind oft irreversibel und haben durch Minderung oder Totalverlust der wertgebenden Bodenfunktionen häufig die reduzierte Leistungsfähigkeit des Bodens als Umweltfaktor zur Folge. Bodenveränderungen können sich im Landschaftshaushalt auswirken, weil Böden als Naturkörper im offenen Austausch mit der Umwelt stehen und vielfältige ökologische Stoffkreisläufe beeinflussen (z. B. Wasserspeicherung, Grundwasserneubildung).

Schädliche Bodenveränderungen laufen oft schleichend und unsichtbar ab. Negative Entwicklungen werden oft erst nach längerer Zeit wahrgenommen. Die erschwerte Wahrnehmung in Kombination mit dem gering entwickelten gesellschaftlichen Bodenbewusstsein resultiert nach Krebs et al. (2017:7) in einem zu sorglosen Umgang mit der Ressource Boden, ungeachtet der verstärkten Bestrebungen für vorsorgenden Bodenschutz, die seit einiger Zeit vorangetrieben wurden (z. B. „Bodenschutz in der Bauleitplanung“; HMUELV 2011).

In der Bundesrepublik Deutschland ist der Bodenschutz nach dem Subsidiaritätsprinzip in zahlreichen Bundes- und Landesrechten gesetzlich verankert. Übergeordnet gilt das Bundes-Bodenschutzgesetz als Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG; BMJ und BfJ 1998), ergänzt durch die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV; BMJ und BfJ 1999). Zweck des Gesetzes ist es, die Funktionen des Bodens nachhaltig zu sichern (vgl. § 2, Abs. 2, BBodSchG):

1. Natürliche Funktionen
 - a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
 - b) Bestandteil des Naturhaushalts [...] mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
 - c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers.
2. Archivfunktion
 - a) Archiv der Naturgeschichte,
 - b) Archiv der Kulturgeschichte.
3. Nutzungsfunktionen
 - a) Rohstofflagerstätte,
 - b) Fläche für Siedlung und Erholung,
 - c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung,
 - d) Standort für sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung.

3 Flächeninanspruchnahme und Bodenqualität

In der Bundesrepublik Deutschland nimmt die Siedlungs- und Verkehrsfläche (SuV) derzeit täglich um ca. 55 ha zu (Statistisches Bundesamt 2023). Zwar ist der sogenannte Flächenverbrauch im langjährigen Mittel (2000: 129 ha/d; 2013: 73 ha/d) insgesamt rückläufig. Die Dynamik der Entwicklung gibt jedoch begründeten Anlass zur Besorgnis (Heinke 2015). Nachdem das im Grundsatzbeschluss zur Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (Bundesregierung 2022) ausgewiesene Flächensparziel für das Jahr 2020

nicht erreicht wurde, wurde der Zielwert (30 ha/d) mit der Maßgabe, diesen Wert zu unterschreiten, auf das Jahr 2030 übertragen. Es bleibt abzuwarten, ob das nach Beschlüssen auf europäischer und bundesdeutscher Ebene bis zum Jahr 2050 angestrebte „Netto-Null“-Ziel, im Sinne einer Flächenkreislaufwirtschaft, gehalten werden kann (Beckmann und Dosch 2017). Die Inanspruchnahme von Flächen für Siedlungen und Verkehr ist als Indikator für die Nachhaltigkeit in der Raumplanung aufzufassen (Heinke 2015). Dem Boden ist somit eine zentrale Bedeutung für die nachhaltige Stadtentwicklung beizumessen (Sapienza 2022).

Die gegenwärtige Situation in Frankfurt ist durch hohen Wohnungsdruck gekennzeichnet. Bis 2040 wird eine Zunahme der Bevölkerung auf 843.179 Personen (+11,9 %) erwartet. Dies entspricht einem jährlichen Zuwachs von durchschnittlich 3700 Einwohnern (Stadt Frankfurt am Main 2000, 2023a, 2023b). Das Regionale Entwicklungskonzept Südhessen (REK) weist für die Mainmetropole bis zum Jahr 2030 einen Fehlbedarf von 89 900 Wohneinheiten aus (Regierungspräsidium Darmstadt 2019:113). Die Umnutzung innerstädtischer Freiräume (z. B. Grünanlagen) bietet keine ausreichende Perspektive zur Deckung der Nachfrage. Lückenschlüsse und Nachverdichtungen sind nur begrenzt möglich und wären vor der Realisierung auf stadtklimatische Verträglichkeit zu analysieren. Aufgrund der geringen Flächenreserven ist deshalb mit der Ausweitung der Bebauung über die bestehenden Baugrenzen zu rechnen. Das REK kalkuliert den Flächenbedarf für die Außenentwicklung auf 240 ha, wovon 200 ha auf Siedlungsneubauten und weitere 40 ha auf Neubauf Flächen für Gewerbeansiedlung entfallen (Regierungspräsidium Darmstadt 2019:113).

Sapienza (2022) untersuchte die Bodenkomplettverluste (Voll-, Teilversiegelung) durch Bebauung in Frankfurt am Main im Zeitraum von 2011 bis 2021. Eindeutige Ergebnisse waren nicht zu ermitteln, weil die verfügbaren Datensätze zur Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung (z. B. IÖR-Monitor, ALKIS, ATKIS, Stadtentwässerung) in der Grundstruktur unterschiedlich angelegt sind und die Auflösung variiert, weshalb die Auswertung keine übereinstimmenden Zahlen lieferte (vgl. Tab. 1).

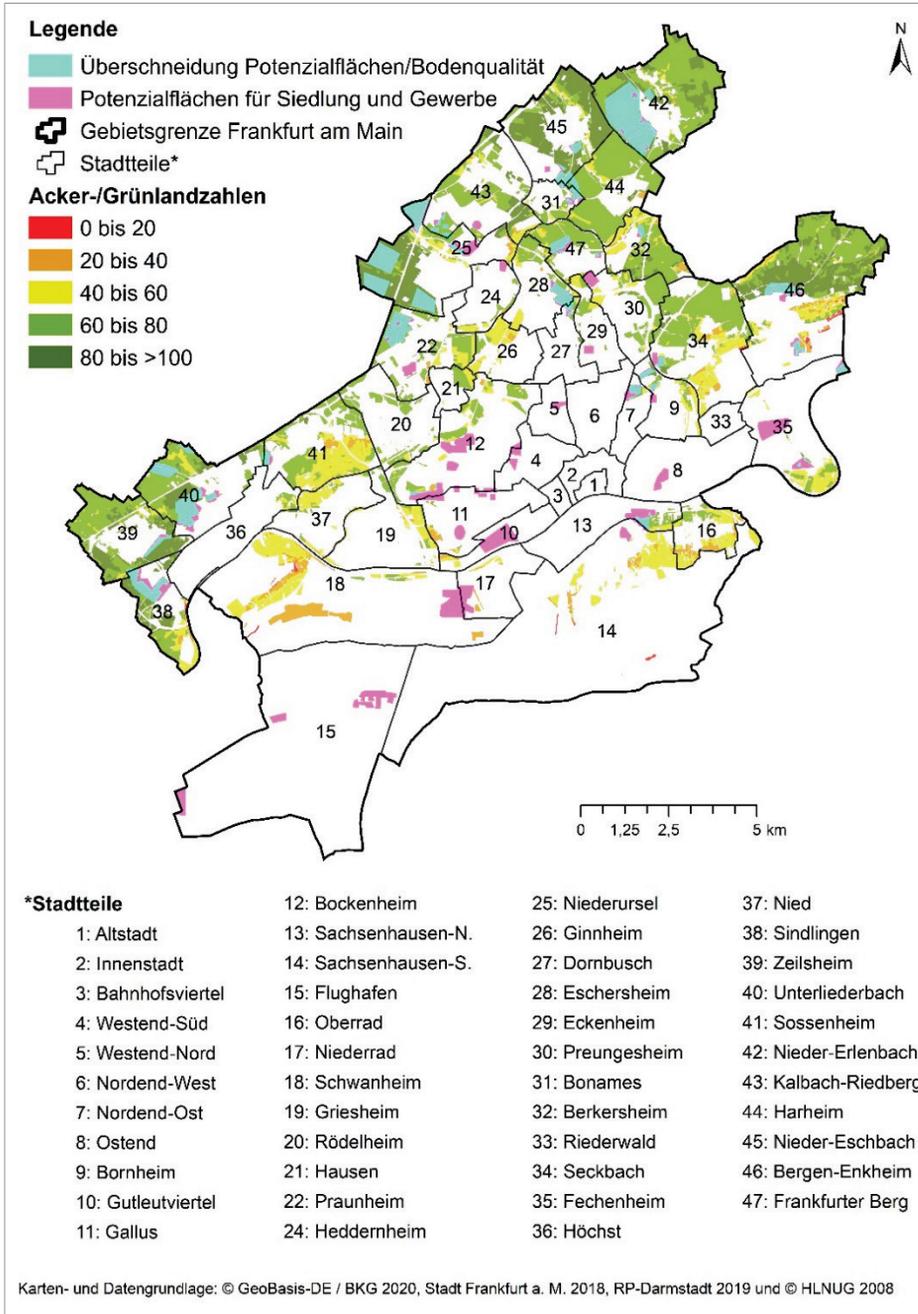


Abb. 1: Potenzialflächen und Bodenqualität im Stadtgebiet von Frankfurt am Main (Sapienza 2022).

Tab. 1: Vergleichende Übersicht zur Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Frankfurt am Main für den Zeitraum 2011-2021 auf Grundlage unterschiedlicher Datensätze (Sapienza 2022).

	IÖR-Monitor Hausumring- und ATKIS-Basis-DLM-Daten (Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung)			Realnutzung ALKIS- und ATKIS-Daten (Regionalverband Frankfurt/Rhein-Main)		
	Veränderung 2011-2012 [ha]	Versiegelungs- grad [%]	Netto-Boden- Verluste [ha]	Veränderung 2011-2012 [ha]	Versiegelungs- grad [%]	Netto-Boden- Verluste [ha]
Baulich geprägte Siedlungsfläche	Gebäude 50,0 Sonstige 248,0	100,0 35,0	-50,0 -86,8	128,2	67,5	-86,6
Siedlungs- freifläche	322,8	15,0	-48,5	95,4	15,0	-14,3
Verkehrsfläche	166,3	93,8	-156,0	753,9	93,8	-707,1
Summe	787,1	-	-341,3	977,5	-	-808,0

(Sapienza 2022)

Zusätzlich zu der retrospektiven Analyse zielte die Untersuchung auf die Bewertung der zukünftigen Flächen-Neuinanspruchnahme ab und fokussierte hierbei die Frage nach der Bodenqualität in den Gebieten, die für eine zukünftige Bebauung herangezogen werden könnten (Sapienza 2022). Dazu wurden die im REK ausgewiesenen Potenzialflächen für Siedlungs- und Gewerbeneubauten mit aggregierten Bodendaten des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) verschnitten, die von Profilaufnahmen der fiskalischen Bodenschätzung im Maßstab 1:5000 (BFD5L = Bodenflächendaten für landwirtschaftliche Nutzflächen) abgeleitet wurden (HLUG und LGB RLP 2008). Die von den Finanzämtern erhobenen amtlichen Schätzungsdaten werden in sogenannte Ertragszahlen für Acker (Ackerzahl) und Grünland (Grünlandzahl) überführt, die zur Kennzeichnung der Ertragsfähigkeit eines Bodens auf einer definierten Werteskala dienen (0 = geringster Wert, 100 = höchster Wert).

In Abbildung 1 sind die im REK ausgewiesenen Neubau-Potenzialflächen im Stadtgebiet von Frankfurt am Main und die Landwirtschaftsflächen nach Ertragszahlen dargestellt. Flächen, die sich räumlich überschneiden, sind als Layer „Überschneidung Potenzialflächen/Bodenqualität“ gekennzeichnet (Abb. 1). Es wird deutlich, dass Böden von überdurchschnittlicher Qualität (Ertragszahl > 60) vor allem in den nördlichen Teilen der Stadt vorkommen (vgl. HLNUG o.J.).

Die hohe Bonitierung der landwirtschaftlichen Nutzstandorte steht stellvertretend für den hohen Funktionserfüllungsgrad, der die Böden im Frankfurter Norden kennzeichnet. Die Bewertung kann auf die natürlichen Leistungsfunktionen übertragen

werden. Bei einer nutzbaren Feldkapazität um 250 mm (nFK100), was etwa 40 % des Jahresniederschlages von gut 630 mm entspricht (DWD o.J.), können Kulturpflanzen über längere Trockenperioden aus dem Boden mit Wasser versorgt werden (HLNUG o. J.). Die Standorte verfügen zudem über gute Filter- und Puffereigenschaften gegenüber Stoffeinträgen (z. B. Nitrat). Auf Grundlage der Bodenfunktionsbewertung nimmt Sapienza (2022) eine Einstufung der Schutzwürdigkeit vor (Abb. 2). Es wird deutlich, dass die funktionale Wertigkeit der Böden in den nördlichen Teilen des Stadtgebietes von Frankfurt am höchsten ist.

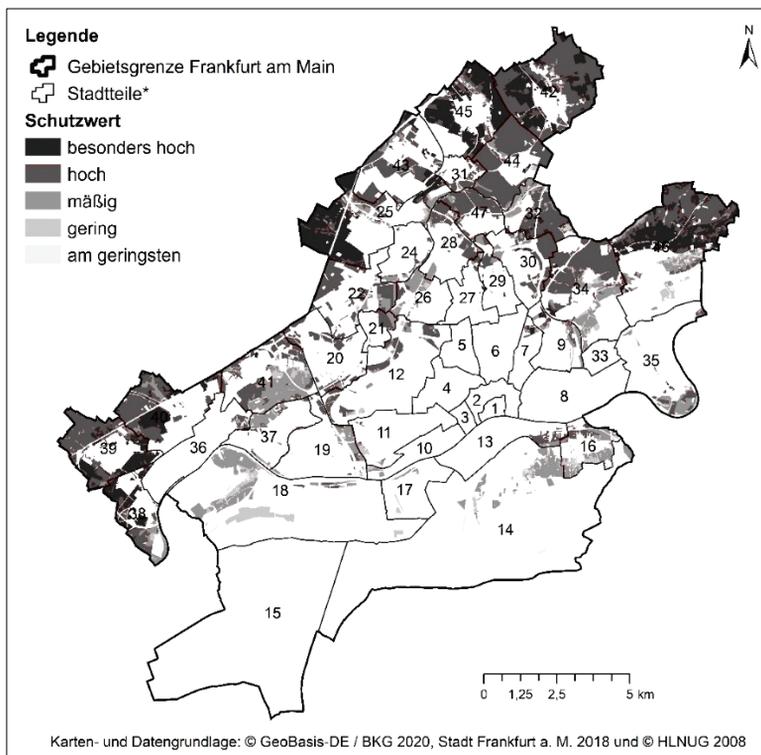


Abb. 2: Schutzwürdigkeit der Böden im Stadtgebiet von Frankfurt am Main (Sapienza 2022; Legende s. Abb. 1).

Ein Kennzeichen des Stadtklimas sind städtische Wärmeinseleffekte (Henninger und Weber 2019). Die dichte Bebauung (Gebäude, Straßen, Plätze) und der hohe Anteil von versiegelten Oberflächen fördern die Erwärmung in der Stadt, weil mit der Versiegelung die natürliche Kühlungsfunktion des Bodens verloren geht. Die Kühlleistung des Bodens mindert die thermische Belastung insbesondere an Sommer- und Hitzetagen ($T_{\max} \geq$

25 °C bzw. $T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$) sowie während länger andauernder heißer Perioden und stellt ein Regulativ zur Klimaanpassung und Hitzevorsorge in der Stadt dar. Kühlere Temperaturen wirken sich in einer Absenkung der gesundheitlichen Risiken für die Stadtbevölkerung aus (HLNUG 2017).

Die Klimafunktionskarte der Stadt Frankfurt am Main veranschaulicht die Bedeutung von unbebauten Flächen für das Stadt- und Lokalklima. In der Karte sind die unbebauten landwirtschaftlich genutzten Flächen im Norden des Stadtgebietes sowie der Stadtwald südlich des Mains als funktionale Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete ausgewiesen (hellblau bis grüne Farbtöne). Den Flächen kommt eine Funktion als Ausgleichs- und Ergänzungsräume für die Belüftung der durch Überwärmungspotenziale charakterisierten innerstädtischen Wirkungsräume (gelbe bis rötliche Farbtöne) zu. Sollten die Böden in diesen Gebieten zukünftig zur Bebauung freigegeben werden, würde die positive klimatische Wirkung zu großen Teilen entfallen.

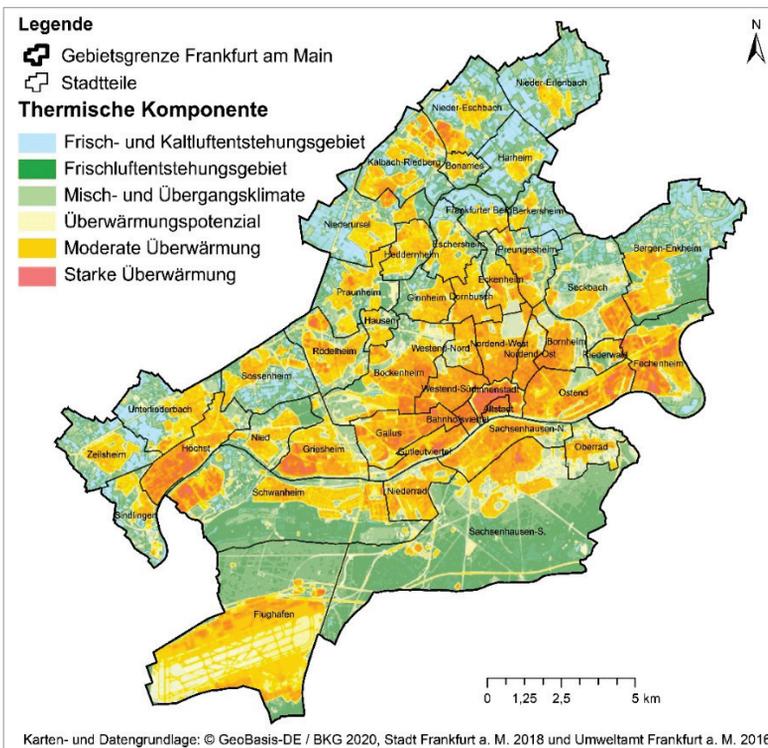


Abb. 3: Klimafunktionskarte der Stadt Frankfurt am Main (Stadt Frankfurt am Main o.J. und INKEK 2016; Sapienza 2022, verändert).

4 Vorsorgender Bodenschutz

Die Inanspruchnahme von baulich unangetasteten Erweiterungsflächen für die Siedlungsentwicklung verursacht irreversible Eingriffe in das Schutzgut Boden (Kap. 2). Eine Bebauung und Versiegelung ist gleichbedeutend mit dem Verlust von Bodenfunktionen. Als offene Systeme, die im Austausch mit weiteren Umweltkompartimenten (Luft, Wasser) stehen, sind Böden in vielfältige ökosystemare Abläufe und Wirkungsmechanismen eingebunden (z. B. Wechselwirkungen von Klima und Boden) und übernehmen wichtige Funktionen im Landschaftshaushalt. Schädliche Veränderungen oder Bodenverluste sind zu vermeiden, damit die Leistungsfähigkeit der Böden als Umweltressource auch für nachfolgende Generationen erhalten bleibt.

Der vorsorgende Bodenschutz gewinnt daher in der jüngeren Vergangenheit zunehmend an Bedeutung. Ritschel (2023) sieht im vorsorgenden Bodenschutz eine zukunftsorientierte Aufgabe der Kommunen. Der Schutz unversiegelter Böden vor Bebauung ist danach als wichtiger Bestandteil der kommunalen Daseinsfürsorge zu verstehen (ib. 33). Unversiegelte Böden können Niederschlagswasser aufnehmen und speichern. Die Retentionswirkung kann Abflussspitzen dämpfen, die durch Starkregenereignisse verursacht werden. Unversiegelte Böden sind bedeutende Kohlenstoffspeicher und wirken klimatisch regulierend. Investitionen in den Schutz, Erhaltung und Förderung der natürlichen Leistungsfähigkeit des Bodens tragen zur Entwicklung von klimaresilienten Kommunen bei (Ritschel 2023: 33).

Dem gestiegenen Bewusstsein für den Boden wird durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit verstärkt Rechnung getragen. Dazu tragen die von der hessischen Landesregierung herausgegebenen Leitfäden bei, die an politische Entscheidungsträger und in der Planung tätige Personen gerichtet sind (HMUKLV 2016a, b). Begründet wird die Notwendigkeit für einen zukünftig sensibleren Umgang mit der endlichen Ressource Boden u.a. mit den täglichen Bodenverlusten durch Inanspruchnahme von unversiegelten Flächen, die dazu führen, dass kostenlose Ökosystemleistungen im Naturhaushalt verloren gehen (HMUKLV 2016a:3, 2016b: 3).

Die mittelhessische Stadt Wetzlar hat als erste Kommune in Hessen in Zusammenarbeit mit dem zuständigen Landesministerium (HMUKLV) ein kommunales Bodenschutzkonzept erarbeitet und mit Beschluss der kommunalen Gremien in die Umsetzung gebracht (HMUKLV 2020). Als Grundlage für Empfehlungen zur Erhaltung von schützenswerten Böden im Rahmen der Regionalplanung dienen unterschiedliche Bodenfunktionsbewertungskarten, die überwiegend aus Bodenflächendaten im

Maßstab 1:50000 (BFD50-Daten) abgeleitet wurden. In die Kategorie „besonders schutzwürdig“ fallen Böden mit Archivfunktion, hohem und sehr hohem Biotopentwicklungspotenzial sowie hoher Wasserspeicherfähigkeit und gleichzeitig sehr hohem Ertragspotenzial (HMUKLV 2020:76).

In Bezug auf das Wasserhaltevermögen und die Ertragsfähigkeit wäre das Prädikat der besonderen Schutzwürdigkeit auf die Standorte im Norden von Frankfurt am Main zu übertragen (vgl. Kap. 3, Abb. 2).

5 Fazit und Ausblick

Die tägliche Flächen-Neuinanspruchnahme verursacht Netto-Bodenverluste, die nicht auszugleichen sind. Am Beispiel von Frankfurt am Main wird deutlich, dass kommunale Siedlungsausweitung häufig zu Lasten von qualitativ hochwertigen Böden erfolgt. Darin offenbart sich eine Problematik, die oft nicht zu umgehen ist, insbesondere, wenn naturräumlich vorgegebene Gunststandorte (Lössflächen) für Bebauung in Anspruch genommen werden müssen, weil Alternativflächen fehlen. Resultierende Zielkonflikte sind aus Sicht des vorsorgenden Bodenschutzes selten zufriedenstellend aufzulösen.

Schutz und Erhaltung von funktionsfähigen Böden stellen daher eine Herausforderung für die Planung dar. Grundsätzlich sollte eine zukünftige (nachhaltige) Siedlungsentwicklung sich an den Erfordernissen des vorsorgenden Bodenschutzes orientieren und dazu folgende Punkte in den Blick nehmen:

- Ausrichtung der Siedlungserweiterungen an übergeordneten Flächensparzielen.
- Bodenqualität (Stichwort: Bodenfunktionen) und Schutzwürdigkeit der Böden als Kriterien zur Flächenauswahl berücksichtigen.
- Flächeninanspruchnahme auf funktional geringerwertige Böden konzentrieren.
- Grad der Flächenversiegelung bei Neuplanungen beschränken.
- Siedlungsplanung zur Erhaltung der leistungsstärksten Böden regionalisieren.

6 Literatur

Beckmann, G. und Dosch, F. (2017): Monitoring der Siedlungsflächenentwicklung. - In: Behnisch, M. Kretschmer, O. und Meinel, G. [Hrsg.]: Flächeninanspruchnahme in Deutschland. Auf dem Weg zu einem besseren Verständnis der Siedlungs- und Verkehrsflächenentwicklung. 3-23; 7 Abb., 3 Tab.; Springer Spektrum. Berlin

- BfB (= Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung) (o.J.): Bund-Länder Demografieportal. Wiesbaden. Online-Ressource (Datum des letzten Zugriffs: 18.07.2023): <https://www.demografie-portal.de/DE/Fakten/bevoelkerungsentwicklung-regional-zukunft.html>
- BGR (= Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (2014): Karte des ackerbaulichen Ertragspotentials als Grundlage für Ressourcenbewertung und -management – Kartenwerk SQR1000; Hannover. Online-Ressource (Datum des letzten Zugriffs: 19.07.2023): https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Bilder/Bod_SoilQualityRating1000_g.html;jsessionid=708F09177F6777ED124160CFD3BD8D7A.internet941?nn=4571954
- BGR (= Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) (2021): Karte der Verbreitung von Löss und Löss-Derivaten in Deutschland; Hannover. Online-Ressource (Datum des letzten Zugriffs: 19.07.2023): https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Boden/Bodenbewusstsein/Boden_des_Jahres/BdJ2021_Loessboden/BdJ2021_Loess_Verbreitung_Inselkarte.pdf;jsessionid=60CE40F9342246CF28345F02FC73E81B.internet942?__blob=publicationFile&v=3
- Blume, H. P. (2010): Handbuch des Bodenschutzes. Bodenökologie und -belastung / Vorbeugende und abwehrende Schutzmaßnahmen. Ecomed. Landsberg.
- BMJ und BfJ (= Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz) (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz; BBodSchG). – 12 S.; Bonn. Online-Ressource (Datum des letzten Zugriffs: 20.07.2023): <https://www.gesetze-im-internet.de/bbodschg/BBodSchG.pdf>
- BMJ und BfJ (= Bundesministerium der Justiz und Bundesamt für Justiz) (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). – 33 S.; Bonn. Online-Ressource (Datum des letzten Zugriffs: 20.07.2023): <https://www.gesetze-im-internet.de/bbodschv/BBodSchV.pdf>
- Bundesregierung (2022) [Hrsg.]: Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Grundsatzbeschluss 2022. – 31 S.; Berlin.
- DWD (= Deutscher Wetterdienst) (o.J.): Wetter und Klima vor Ort, Frankfurt (Flughafen). www.dwd.de (Abrufdatum: 29.07.2023).
- Heinke, M. (2015): Bodenschutz: eine ethische Verpflichtung jeder Generation! – In: HLUG (Hrsg.): Internationales Jahr des Bodens – Umweltforum Hessen „Der Boden, von dem wir leben“. Böden und Bodenschutz in Hessen, 12: 73-77; Wiesbaden.
- Henninger, S. und Weber, S. (2019): Stadtklima. – 260 S.; Schöningh. Paderborn.

- HLUG (= Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie) und LGB RLP (= Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz) (Hrsg.) (2008): Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz. Auswertung von Bodenschätzungsdaten zur Ableitung von Bodenfunktionen und -eigenschaften. 64 S.; Wiesbaden.
- HLNUG (= Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie) (Hrsg.) (2017): Hitze in der Stadt und kommunale Planung. – 23 S.; Wiesbaden.
- HLNUG (= Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie) (Hrsg.) (o. J.): Bodenviewer Hessen. Online-Ressource (Datum des letzten Zugriffs: 28.07.2023): <https://bodenviewer.hessen.de/mapapps/resources/apps/bodenviewer/index.html?lang=de>
- HMUELV (= Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2011): Bodenschutz in der Bauleitplanung. Arbeitshilfe zur Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen in der Abwägung und Umweltprüfung nach BauGB in Hessen. – 140 S.; Wiesbaden.
- HMUKLV (= Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2016a): Politik mit Tiefgang. Vorsorgender Bodenschutz: Wissen für die Praxis. – 23 S.; Wiesbaden.
- HMUKLV (= Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2016b): Planung mit Tiefgang. Vorsorgender Bodenschutz: Wissen für die Praxis. – 39 S.; Wiesbaden.
- HMUKLV (= Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) in Kooperation mit Stadt Wetzlar (Hrsg.) (2020): Bodenschutzkonzept für die Stadt Wetzlar. – 162 S.; Wiesbaden.
- INKEK (Institut für Klima- und Energiekonzepte) (2016): Klimaplanatlas Frankfurt am Main. Gesamtstädtische Klimaanalyse mit Bewertungskatalog, Planungsempfehlungen, Vulnerabilitätsanalyse, Mikroklimastudien und Integration der zukünftigen baulichen sowie klimatischen Veränderungen. Auftraggeber: Stadt Frankfurt am Main - Umweltamt. Lohfelden.
- Kaufmann, Chr. und Peterek, M. für den Deutschen Werkbund Hessen in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaft, Arbeit und Kultur e.V. (Hrsg.) (2018): Der Frankfurter Riedberg. Stadtentwicklung für das 21. Jahrhundert. – 238 S.; Jovis. Berlin.
- Krebs, R., Egli, M., Schulin, R. und Tobias, S. (Hrsg.) (2017): Bodenschutz in der Praxis. – 360 S.; utb. Haupt. Bern.
- Regierungspräsidium Darmstadt (2019): Gutachten REK. Regionales Entwicklungskonzept Südhessen. – 161 S.; Darmstadt.

- Ritschel, A. (2023): Editorial. Vorsorgender Bodenschutz als kommunale Aufgabe. – Bodenschutz, 28(2): 33; E. Schmidt. Berlin. DOI: 10.37307/j.1868-7741.2023.02
- Sapienza, G. P. (2022): Bodenverluste durch Überbauung – eine raumzeitliche Analyse am Beispiel von Frankfurt am Main. – Unveröff. Masterarbeit (M.Sc. Umweltwissenschaften), Fb 11 Geowissenschaften/Geographie, J.W.G.-Universität: 99 S.; Frankfurt am Main.
- Stadt Frankfurt am Main (Hrsg.) (2019): Frankfurt 2030+. Integriertes Stadtentwicklungskonzept. Dezernat Bauen und Wohnen, Frankfurt am Main. 68 S.; Frankfurt am Main.
- Stadt Frankfurt am Main. Bürgeramt Statistik und Wahlen (Hrsg.) (2000): Statistisches Jahrbuch Frankfurt am Main 2000. – 176 S.; Frankfurt am Main.
- Stadt Frankfurt am Main (o.J.): Geoportal. Der Klimaplanatlas von Frankfurt am Main. <https://frankfurt.de/themen/klima-und-energie/stadtklima/klimaplanatlas> (Abrufdatum: 30.07.2023).
- Stadt Frankfurt am Main (Hrsg.) (2021): Arten- und Biotopschutzkonzept der Stadt Frankfurt am Main. – Bearbeitung: PAN Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH, München. – 1338 S., 29 Kt.; Frankfurt am Main. Online-Ressource (Datum des letzten Zugriffs: 28.07.2023): https://frankfurt.de/-/media/frankfurtde/frankfurt-themen/umwelt-und-gruen/umwelt-und-gruen-a-z/pdf/im-gruenen/naturschutz/absk_kapitel_0_bis_3.ashx.
- Stadt Frankfurt am Main. Bürgeramt Statistik und Wahlen (Hrsg.) (2023a): Neue Bevölkerungsvorausberechnung bis 2045: Kennzahlen im Überblick. – Statistik Aktuell, 02/2023: 4 S.; Frankfurt am Main.
- Stadt Frankfurt am Main. Bürgeramt Statistik und Wahlen (Hrsg.) (2023b): Bevölkerungszahl steigt auf neues Allzeithoch: 767 609 am 31.12.2022. – Statistik Aktuell, 03/2023: 4 S.; Frankfurt am Main.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2023): Erläuterungen zum Indikator „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche“. Nachhaltigkeitsindikator über die Inanspruchnahme zusätzlicher Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke; Wiesbaden. Online-Ressource (Datum des letzten Zugriffs: 19.07.2023): https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Flaechennutzung/Methoden/anstieg-suv.pdf?__blob=publicationFile
- WBGU (= Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung. Globale Umweltveränderungen) (2016): Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte. Hauptgutachten. – 544 S.; Berlin.