

Brownfield: Die aktuellen Entwicklungen auf EU-Ebene

Dr. Patrick Jacobs
Mohamed Gharbi

Die weltweite Stadtbevölkerung wird Schätzungen der Vereinten Nationen (UN) zufolge bis zum Jahr 2030 um fast eine Milliarde auf 5,2 Milliarden Menschen zunehmen. 4,5 der insgesamt 7,9 Milliarden Menschen weltweit lebten zur Jahresmitte 2021 in Städten – das entspricht 57 % der Weltbevölkerung. Im Jahr 2030 wird dieser Anteil bei etwa 60 % liegen [1]. Zum Vergleich: In den 28 EU-Ländern leben heute bereits 72 % der Einwohner in Städten und städtischen Regionen. Aber auch hinter diesem Durchschnittswert verbergen sich noch große Unterschiede. Der Urbanisierungsgrad variiert zwischen etwa 50 % (Luxemburg, Rumänien, Kroatien) und über 80 % (Italien, Niederlande, Großbritannien) [2]. Prognosen zufolge werden bis 2050 sogar 80 % der europäischen Bevölkerung in Städten leben [3]. Überdies hat sich in den vergangenen 50 Jahren die Städtestruktur grundlegend geändert. In dieser Zeit entwickelte sich Europa von einem industriell und vor allem ländlich geprägten Kontinent zu einem der Städte und Metropolen. Die Einwohnerzahl der EU-Mitgliedstaaten hat sich von rund 650 Millionen im Jahr 1970 auf etwa 750 Millionen im Jahr 2018 erhöht. Von diesem Zuwachs um 100 Millionen Menschen profitierten vor allem größere und mittlere Städte. Inzwischen verzeichnen jedoch die größten Städte und die Hauptstädte das stärkste Bevölkerungswachstum, auf Kosten von mittelgroßen und kleineren Städten.

Insbesondere in den schnell wachsenden Metropolen und ihrem Umland nimmt die Nachfrage nach Grund und Boden daher rapide zu. In Europa werden jährlich mehr als 400 km² Land netto in Siedlungs- und Verkehrsflächen umgewandelt, dabei handelt es sich vorwiegend um Agrarflächen [4]. Vor dem Hintergrund der immensen Bedeutung gesunder Böden für die Umwelt, den Klimaschutz und für die Wirtschaft in Europa, rückt die EU-Bodenstrategie die Begrenzung des Flächenverbrauchs und der Bodenversiegelung in den Vordergrund der städtebaulichen Planung:

„Wenn wir Böden jedoch versiegeln, um darauf zu bauen, verlieren wir unwiederbringlich alle ihre wichtigen Ökosystemdienstleistungen, wodurch die Städte höheren Hochwasserspitzen und intensiveren Wärmeinseleffekten ausgesetzt sind. Land- und Bodendegradation sind miteinander verflochten, weil „Land“ die Oberfläche bezeichnet, während „Boden“ die natürliche Ressource darunter ist. Land und Böden sind fragile, begrenzte Ressourcen, die einem ständig wachsenden Hunger nach Raum unterliegen: Zersiedelung und Bodenversiegelung zehren von der Natur und verwandeln wertvolle Ökosysteme in Betonwüsten.“ [5]

Die Revitalisierung und/oder Sanierung von Industriestandorten und kontaminierten Flächen bietet eine Chance für eine nachhaltige Stadtentwicklung. So bleiben die natürliche Flächen verschont, die für die Erhaltung der biologischen Vielfalt und die Wasser- und Niederschlagsregulierung entscheidend sind. Wälder, Grünflächen sowie Flächen für die Lebensmittel- und Biomasseerzeugung können erhalten werden. Eine Wiederverwendung von Flächen, so der Umsetzungsplan der EU-Mission „A Soil Deal for Europe“, wird in der Regel zur Begrünung der europäischen Städte und zu einer besseren städtischen Umwelt beitragen, indem die Bodenversiegelung verringert und schrittweise gestoppt sowie die Bodengesundheit der städtischen Böden verbessert wird. Zunehmend setzt sich auch die Erkenntnis durch, dass kompakt strukturierte Städte eine deutlich ressourceneffizientere Lebensgrundlage für die Einwohner und deutlich ressourceneffizientere Rahmenbedingungen für die dort ansässigen Unternehmen bieten, da kurze Wege potenzielle Effizienzgewinne bieten. Neue Technologien können eingesetzt werden, um die Umweltleistung städtischer Gebiete zu verbessern, beispielsweise durch öffentliche Verkehrssysteme oder den nachhaltigen Bau und Betrieb von Gebäuden. So kann der Ressourcen- und Energieverbrauch weiter reduziert werden. Darüber hinaus kann die Infrastruktur – wie Straßen, Telekommunikations-, Wasser- und Abwassersysteme – zu deutlich geringeren Kosten bereitgestellt werden, wenn die Menschen in kompakten Gebieten nahe beieinander leben. Des Weiteren haben Städte eher kürzere Wege zur Arbeit oder Schule und ein höherer Anteil legt solche Wege zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurück. Sie leben auch eher in Wohnungen und Stadthäusern, die im Allgemeinen weniger Energie zum Heizen und Kühlen benötigen, als in größeren, freistehenden Häusern, die häufiger in Vorstädten und ländlichen Gebieten anzutreffen sind [6].

Entsprechend fordert die EU in ihrer Bodenstrategie von den Mitgliedsstaaten, eine Flächenverbrauchshierarchie in ihre Pläne für die Begrünung der Städte aufzunehmen und der Wiederverwendung und dem Recycling hochwertiger städtischer Böden auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene Vorrang einzuräumen, und zwar durch geeignete Regulierungsinitiativen und durch die schrittweise Abschaffung finanzieller Anreize, die dieser Hierarchie zuwiderlaufen.

Die Flächenverbrauchshierarchie umfasst vier Ebenen: die erste Ebene ist (1) das Vermeiden zusätzlichen Landverbrauchs. Ist dies nicht möglich ist (2) dem Wiederverwenden bereits genutzter Areale Vorrang zu geben. Kann ein Landverbrauch gemäß den ersten beiden Ebenen nicht vermieden werden, ist dieser (3) zu minimieren oder (4) über geeignete Ausgleichsmaßnahmen zu kompensieren.



Abbildung: Flächenverbrauchshierarchie, EU-Bodenstrategie

Da gerade in den schnell wachsenden Metropolregionen ein Vermeiden von zusätzlichem Landverbrauch nur eingeschränkt möglich ist, und gleichzeitig der industrielle Niedergang und veränderte Flächennutzung dazu geführt haben, dass große Flächen ungenutzt sind, die sich oft in der Nähe von den Orten befinden, an denen Menschen wohnen und arbeiten, kommt dem Wiederverwenden hier unter der Maßgabe der EU-Bodenstrategie eine zentrale Rolle zu. Gemäß Umsetzungsplan der EU-Mission „A Soil Deal for Europe“, liegt der Anteil wiederverwendeter Flächen bei urbanen Flächenentwicklungsprojekten in der EU mit aktuell nur 13% jedoch noch deutlich zu niedrig. Hier besteht also auch für die Zukunft noch erheblicher Handlungsbedarf.

Gleichzeitig sind die Planer bei einer Wiederverwendung von Flächen auch mit spezifischen Herausforderungen konfrontiert. Werden Gebäude abgerissen und die Böden entsiegelt, um vormals industriell oder anderweitig genutzter Standorte neu zu entwickeln, treten oft historische Schadstoffbelastungen zu Tage. In den meisten Städten gibt es einen erheblichen Bestand an kontaminierten Standorten. 2018 schätzte die Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission, dass es in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union 2,8 Millionen potenziell kontaminierte Standorte gibt, von denen nur etwa 690.000, also ein knappes Viertel, auch offiziell registriert wurden [7].

Natürliche Umweltprozesse können dazu führen, dass Schadstoffe aus dem Boden in das Grund- und Oberflächenwasser gelangen oder von Pflanzen aufgenommen werden. Durch diesen Stofftransfer können Trinkwasserressourcen und Nahrungsmittel verunreinigt werden und urbane Ökosysteme, aber auch ökologische und landwirtschaftliche Systeme (Kulturpflanzen und Nutztiere) geschädigt werden, die sich



im Umland einer Großstadt befinden. In Einzelfällen können Schadstoffe etwa durch Korrosion oder Explosion sogar Schäden an Gebäuden und Grundstücken verursachen.

Im schlimmsten Fall werden Personen, die in der Nähe kontaminierter Standorte wohnen oder sich häufig dort aufhalten, ernsthafte negative Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden erfahren [8]. Insbesondere bei Einatmen von Stäuben, Gasen und Dämpfen sowie bei direktem Kontakt mit der Haut können bestimmte Stoffe akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen [9]. Um derartige Effekte identifizieren bzw. ausschließen zu können, ist jedoch nicht nur eine umfassende Kenntnis über vorliegende Schadstoffbelastungen selbst entscheidend, sondern auch über alle relevanten potenziellen Expositionspfade, also die Wege, die Schadstoffe von ihrer aktuellen Quelle bis zur Aufnahme in den menschlichen Körper nehmen können. Im Einzelfall kann dann eine belastbare Expositionsbewertung einschließlich der Bestimmung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens gesundheitlicher Auswirkungen im Zusammenhang mit der Exposition erforderlich sein, die auf Basis von deskriptiven oder analytischen epidemiologischen Studien oder unter Verwendung eines epidemiologischen oder toxikologischen Bewertungsansatzes für die menschliche Gesundheit erfolgt.

Es ist also offensichtlich, dass kontaminierte Standorte vor einer Neuentwicklung mit gebotener Sorgfalt untersucht, bewertet und ggf. dekontaminiert werden müssen. Für die Sanierung selbst stehen zahlreiche gut etablierte physikalische, chemische oder biologische Sanierungstechnologien zur Verfügung, bei denen die Schadstoffe entweder direkt am Standort (in-situ) in unschädliche Stoffe umgewandelt werden oder belastete Böden oder Grundwasser entnommen und (ex-situ) behandelt bzw. entsorgt werden. Die am besten geeignete Sanierungsvariante für einen kontaminierten Standort hängt dabei jedoch von einer Reihe lokaler Faktoren ab. Dazu zählen die vorhandenen Schadstoffe, die Migration von Schadstoffen durch Boden, Luft, Wasser und Nahrungsmittel sowie die derzeitige und künftige Flächennutzung, die alle das Risiko für die Gesundheit von Mensch und Umwelt beeinflussen. In der Praxis bedeutet das gleichzeitige Vorliegen verschiedener Schadstoffe oder komplexe Standortbedingungen oft, dass mehrere Sanierungs-Methoden erforderlich sein können, um einen Standort für die künftige Nutzung sicher zu machen.

Vor der eigentlichen Sanierung steht jedoch die Untersuchung und Bewertung des Standorts, der Kontaminationssituation und aktuelle und perspektivischer Expositionsszenarien. Die Bedeutung einer ordnungsgemäßen Standortuntersuchung/-bewertung zu Beginn des Prozesses stellt exemplarisch das WHO Review-Papier zur urbanen Entwicklung kontaminierter Standorte als eine der Haupteigenschaften ihres Fallstudienberichts in den Vordergrund [8]:

„Diese Anforderung gilt für alle Standorte. Insbesondere für Standorte mit unzureichenden Aufzeichnungen und historischen Informationen über die ehemaligen Funktionen und mögliche Kontaminationen ist ein sorgfältiger und detaillierter Probenahmeplan aller relevanten Umweltmedien (Wasser, Boden, Bodenluft und Raumluft) von größter Bedeutung. Verschiedene Fallstudien zeigten, dass der Mangel an Informationen über die Standortbedingungen Sanierungsprozesse beeinträchtigte und verzögerte und so für erhebliche Budgeterhöhungen verantwortlich war.“

Diese Aussagen verdeutlichen, welche Relevanz mit gebotener Sorgfalt durchgeführte Standortuntersuchungen für die Zeit- und Budgetplanung sowohl öffentlicher als auch privater Investoren haben, die auf

einem potenziell kontaminierten Areal die Wiederverwendung von Flächen für die urbane Nutzung planen, sei es in Form von Wohnraum oder auch Arbeitsplätzen. Nach Beginn der Sanierung hängt die Dauer der Arbeiten stark von der Gründlichkeit und Verlässlichkeit der als Planungsgrundlage dienenden Standorterkundung, der Wahl der Sanierungsverfahren und der für das Projekt zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel ab. Wenn die Sanierungsarbeiten aufgrund der Entdeckung einer unerwarteten Kontamination ausgeweitet werden müssen, wirkt sich dies auf den Starttermin für die Sanierung aus und kann erhebliche finanzielle Folgen haben. Ebenso kann die Entdeckung einer unerwarteten Kontamination Auswirkungen auf die geplante zukünftige Funktion des Standorts haben und Änderungen und weitere Planungszeit erfordern. Nachträglich festgestellte Kontaminationen und Expositionsrisiken können somit zu erheblichen Bauverzögerungen, Budget-Erhöhungen und im schlimmsten Fall dazu führen, dass errichtete Gebäude nicht oder nicht ohne Weiteres der geplanten Nutzung übergeben werden können. Und auch Haftungsrisiken können gegeben sein, denn abhängig von Art, Ausbreitung und Ausmaß der Kontamination, der Größe des Standorts und verschiedenen anderen Faktoren können gesundheitliche Auswirkungen unter Umständen erst Jahre nach der Kontamination und Exposition auftreten – und möglicherweise sogar nach einer Sanierung, wenn diese auf Grundlage unvollständiger oder fehlerhafter Untersuchungsergebnisse oder Risikobewertungen geplant wurde. Grundsätzlich ist es aber schwierig festzustellen, ob einzelne Fälle tatsächlich mit einer Standortkontamination in Zusammenhang stehen. Gegebenenfalls ist es daher sinnvoll, auch noch nach dem Abschluss der Flächenentwicklung ein Umwelt- und Gesundheitsmonitoring für sanierte Standorte einzurichten, um sicherzustellen, dass gesundheitliche Auswirkungen im Zusammenhang mit den Umweltbedingungen des Standorts identifiziert und angegangen werden.

Abschließend wollen wir den Blick noch genauer auf zwei Themenbereiche richten, denen in der Praxis der Flächenrevitalisierung im urbanen Raum eine besondere Bedeutung zukommt: dem Risiko der Migration gasförmiger Schadstoffe aus dem Untergrund in die Innenraumluft von Gebäuden und dem Management von Kampfmitteln im Untergrund.

Bodengasintrusionen

Wie oben ausgeführt, sehen sich Sanierer von Brachflächen oftmals mit verschiedenen Umweltrisiken konfrontiert, von denen wir hier die potenzielle Migration gasförmiger Stoffe aus kontaminiertem Boden oder Grundwasser in Gebäude, die sogenannte „Intrusion“, hervorheben möchten. Einleitend haben wir gezeigt, dass Flächenrecycling-Projekte gerade im urbanen Raum im Regelfall extrem komplex sind, was die Gefahr erhöht, dass potenzielle Risiken übersehen oder falsch bewertet werden, so z. B. auch die hier diskutierte Thematik. Flüchtige organische oder chlororganische Verbindungen (wie z. B. Benzen, Trichlorethen [TCE] oder Tetrachlorethen [PCE]) können aus entsprechenden Verunreinigungen des Bodens oder des Grundwassers in die Bodenluft übergehen und über Schwachstellen wie Risse in den Bodenplatten oder unzureichend abgedichtete Leitungsdurchführungen in die Innenraumluft von Gebäuden gelangen. Dies gilt auch für unter Umweltbedingungen gasförmig vorliegende anorganische Stoffe, wie Quecksilber oder das natürlich auftretende, radioaktive Edelgas Radon. Für die in Flächenrecycling-Projekten oft vorrangig relevanten organischen Substanzen ist charakteristisch, dass sie mit

verschiedenen für urbane Räume typischen Nutzungshistorien verknüpft sein können: Tankstellen, chemische Reinigungen oder verschiedene industrielle und handwerkliche Prozesse [10], [11].

Daher ist eine frühzeitige Berücksichtigung der Intrusion bereits während der Phase I Standortbewertung (Phase I ESA) geboten, um die Notwendigkeit von potentiellen Sicherungsmaßnahmen zu ermitteln und die Gesundheit der derzeitigen und zukünftigen Gebäudenutzer zu schützen. Bei einer frühzeitigen Identifizierung einer Gefährdung können relativ kostengünstige Techniken in Planung und Bau neuer Gebäude integriert werden, die das Risiko einer Gasintrusion sicher eliminieren. Muss man derartige Maßnahmen später nachrüsten, führt das in aller Regel zu sehr erheblichen Mehrkosten, zu Nutzungseinschränkungen oder im schlimmsten Fall auch zu Haftungsschäden. Es ist aber festzuhalten, dass es viele verfügbare, kosteneffektive Ansätze zur Eindämmung gibt, und dass potenzielle Gasintrusionsrisiken einer Revitalisierung von Industriebrachen nicht im Wege stehen [11].

Für die Erkennung und Bewertung von Risiken in Verbindung mit Gasintrusionen stehen im US-amerikanischen Raum zahlreiche Regelwerke zur Verfügung. Die amerikanischen Bundesstaaten und die Bundesregierung haben ein umfangreiches Schrifttum mit Regeln, politischen Vorgaben und Leitfäden veröffentlicht. Als Beispiele sind Leitfäden aus 14 Bundesstaaten, der U.S. EPA und des Department of Energy (DoE) [11].

Die Behörden in Deutschland sind sich einig, dass das Vorhandensein von flüchtigen Schadstoffen im Untergrund zu einer Verlagerung dieser Schadstoffe in Gebäude und damit zu einer potenziellen Gefährdung der Bewohner der Gebäude führen kann. Es besteht jedoch eine erhebliche Debatte darüber, inwieweit die Intrusion aus kontaminiertem Untergrund in diesem Zusammenhang relevant ist [10].

Eine Besonderheit von Flächenrecycling-Projekten ist es jedoch, dass sie auch dann bereits Schaden nehmen können, wenn gar keine Gesundheitsrisiken bestehen. Beispiele zeigen, dass eine aus unbestimmten Ängsten resultierende Stigmatisierung bereits zur Zurückhaltung bei Finanzierungszusagen oder zu Hindernissen in der Vermarktung führen kann. Aus diesem Grund ist es für das Flächenrecycling besonders wichtig, verlässliche und handhabbare Vorgehensweisen zu entwickeln, die eine Erkennung und Bewertung von Problemen mit flüchtigen Schadstoffen ermöglichen. Ferner müssen die Wege und Verfahren zur Vermeidung oder Beseitigung von Innenraumluft-Belastungen publiziert und angewendet werden, um zu zeigen, dass das Eindringen flüchtiger Schadstoffe bei richtiger Planung und Handhabung kein Hindernis für die Wiedernutzung von Altstandorten sein muss. Um dies zu erreichen sind die Zusammenhänge zwischen der Toxizität, dem Migrationspotenzial und verschiedenen Arten von Baukörpern zu berücksichtigen. Im Wesentlichen hängt die Innenraumluftbelastung von der Belüftungssituation der Gebäude ab. Die daraus resultierenden Risiken werden im Zusammenhang mit den gesetzlichen Regeln für die Innenraumluft-Qualität dargestellt und die Grundlagen der Gefährdungsabschätzung in Bezug auf die Exposition mit flüchtigen Schadstoffen geschaffen. Auf Basis dessen werden Verfahren, mit denen Innenraumluft-Belastungen reduziert oder vermieden werden können, identifiziert. Dazu gehören sowohl passive als auch aktive Verfahren für bereits bestehende und neu zu errichtende Gebäude [10].

Zusammenfassend stellt die Intrusion ein aufkommendes Problem dar, das sich auf viele Industriebranchen auswirken könnte. Es ist zwar notwendig, ein Verständnis für dieses Problem zu entwickeln, aber es ist wichtig zu wissen, dass die Intrusion nicht zwingend an jeder Industriebranche auftritt. Und selbst wenn festgestellt wird, dass dies ein potenzielles Risiko für die menschliche Gesundheit darstellen könnte, gibt es Methoden, die diese Risiken minimieren können. Planung und effektive Kommunikation mit der Gemeinde sind sehr wichtig, wenn Bedenken hinsichtlich des Eindringens von Dämpfen bestehen. Die Richtlinien zum Eindringen von Dämpfen entwickeln sich weiter und mehrere staatliche und Bundesbehörden verfügen derzeit über Leitlinien oder entwickeln Ansätze für den Umgang mit diesem Problem

Kampfmittel bei Standortentwicklungen

Kampfmittel stellen, wie Boden- und Grundwasserbelastungen, nicht nur eine Gefahr für die öffentliche Sicherheit, sondern auch ein erhebliches Investitionsrisiko oder -hemmnis dar. Der Wandel unserer urbanen und ländlichen Räume, die Energiewende sowie die Mobilität unserer Gesellschaft erfordern in den nächsten Jahren immense finanzielle und bauliche Anstrengungen. Dabei leisten das Flächenrecycling und die Konversion militärischer Liegenschaften, die häufig mit Kampfmitteln belastet sind, einen wesentlichen Beitrag zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme [12].

Die Kampfmittelproblematik wird beim Flächenrecycling oftmals vernachlässigt oder sogar übersehen. Ähnlich wie Boden- und Grundwasserbelastungen bedeuten Kampfmittel für den Investor oder Bauherrn jedoch ein kaum kalkulierbares finanzielles Risiko. Die möglicherweise entstehenden Kosten zur Herstellung einer „Kampfmittelfreiheit“ werden im Vorfeld einer Investition häufig falsch eingeschätzt. So kommt es nicht selten zu Fehlentscheidungen im Hinblick auf die Realisierung der Gesamtmaßnahme [12].

Aufgrund von fehlendem Know-how, unklaren Zuständigkeiten, mangelnder Ausstattung der Räumdienste sowie unterschiedlicher Qualitätsanforderungen können Probleme bei der zielorientierten Planung und Ausführung von vorlaufenden Gefahrenbeurteilungen und Baumaßnahmen entstehen. Um eine Gefährdung des Flächenrecyclings und der Altlastenbearbeitung zu vermeiden, ist die Flächennutzungspolitik zu priorisieren und der politische Handlungsrahmen muss das Zusammenwirken unterschiedlicher Akteure erleichtern. Um das Thema Kampfmittel besser in den Griff zu bekommen, wurden zum Beispiel seitens des ITVA Empfehlungen ausgesprochen und Forderungen gestellt. Unter anderem wurde verlangt, das Thema Kampfmittelerkundung und -räumung genauso wie Baugrund, Bodenschutz und Altlasten etc. schon frühzeitig in der Flächennutzungsplanung und im Bauplanungsprozess zu berücksichtigen und länderübergreifend eine vereinheitlichte Vorgehensweise zu implementieren. Des Weiteren sind Leistungen zur Planung von Kampfmittel Sondierungen und -räumungen als Leistungsbild „Kampfmittelräumung“ im Bereich der HOAI zu verankern. Außerdem müssen die technische Eignung und Qualität nach einheitlichen Standards gewährleistet werden und die Maßnahmen sind in einer nachvollziehbaren Form zu dokumentieren. Hier kann ein bundesweites landesspezifisches Kampfmittelkataster (analog Verdachtsflächen- und Altlastenkataster) oder der Aufbau eines Kampfmittelinformationssystem als verlässliche Dokumentationsform dienen [12].

Referenzen:

- [1] Statistisches Bundesamt: TOP 10: Die größten Städte der Welt 2021.
(<https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Thema/bevoelkerung-arbeit-soziales/bevoelkerung/Stadtbevoelkerung.html>, eingesehen am 15.07.2022)
- [2] Europäische Investitionsbank: Stadtentwicklung in Europa von 1970 bis 2020.
(<https://www.eib.org/de/essays/the-story-of-your-city>, eingesehen am 15.07.2022)
- [3] Eurostat (2016). Urban Europe – Statistics on cities, towns and suburbs. Luxemburg: Europäische Union (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-statistical-books/-/ks-01-16-691>, eingesehen am 15.07.2022).
- [4] Europäische Kommission (2021): Fragen und Antworten zur Bodenstrategie der EU
(file:///C:/Users/avl/Downloads/Fragen_und_Antworten_zur_Bodenstrategie_der_EU.pdf, eingesehen am 15.07.2022)
- [5] Europäische Kommission (2021): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen - EU-Bodenstrategie für 2030 Die Vorteile gesunder Böden für Menschen, Lebensmittel, Natur und Klima nutzen. COM(2021) 699 final. (https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2021/0801-0900/829-21.pdf?__blob=publicationFile&v=1, eingesehen am 15.07.2022)
- [6] Europäische Kommission (2016): Eurostat, Urban Europe : statistics on cities, towns and suburbs: 2016 edition, (<https://data.europa.eu/doi/10.2785/91120>, eingesehen am 15.07.2022)
- [7] Payá Pérez A, Rodríguez Eugenio N (2018). Status of local soil contamination in Europe: revision of the indicator „Progress in the management contaminated sites in Europe“. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union (<https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/status-local-soil-contamination-europe-revision-indicator-progress-management-contaminated-sites> , eingesehen am 15.07.2022)
- [8] WHO-Regionalbüro für Europa (2021). Urban redevelopment of contaminated sites: a review of scientific evidence and practical knowledge on environmental and health issues.
(<https://apps.who.int/iris/handle/10665/340944>, eingesehen am 15.07.2022).
- [9] WHO-Regionalbüro (2022): Schutz der Gesundheit durch städtebauliche Neuentwicklung kontaminierter Standorte: eine Planungshilfe.
(<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/351435/9789289057592-ger.pdf> , eingesehen am 15.07.2022)

- [10] Interstate Technology & Regulatory Council (2003): Vapor Intrusion Issues at Brownfield Sites. (<https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-05/documents/brnfld-1.pdf>, eingesehen am 15.07.2022)
- [11] U.S. Environmental Protection Agency (2008): Brownfields Technology Primer: Vapor Intrusion Considerations for Redevelopment. (https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/bf_tech_primer_vi_542-r-08-001.pdf, eingesehen am 15.07.2022)
- [12] Ingenieurtechnischer Verband für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e.V. (2019): Kampfmittel – das unterschätzte Risiko. Positionspapier (https://www.itv-altlasten.de/wp-content/uploads/2019/10/Postionspapier_KMR_web.pdf, eingesehen am 15.07.2022)