



ÄRZTINNEN FÜR EINE  
GESUNDE UMWELT

[mus]<sup>©</sup>

**Auswirkungen des Bodenverbrauchs auf  
die menschliche Gesundheit aus  
umweltmedizinischer Sicht**

**Endbericht**

25. August 2020

## Inhalt

Inhalt.....	2
1. Hintergrund - Lebensgrundlage Boden.....	3
2. Bodenversiegelung und Hitzeinseln .....	4
3. Bodenversiegelung und Überschwemmungen .....	7
4. Bodenversiegelung und Lärm.....	9
5. Minderung und Prävention von Bodenversiegelung und der Auswirkungen.....	10
6. Konkrete Empfehlungen aus umweltmedizinischer Sicht .....	12
Literatur .....	14

MitarbeiterInnen und wissenschaftliches Team:

OA Assoz. Prof. PD DI Dr. med. Hans-Peter Hutter<sup>1-3</sup>

Univ.-Lektor Kathrin Lemmerer, Msc.<sup>1,3</sup>

Doz. Dr. Hanns Moshhammer<sup>1-3</sup>

Priv.-Doz. Dr. Michael Poteser<sup>3</sup>

Priv.-Doz. Dr. Peter Wallner<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ÄrztInnen für eine gesunde Umwelt, Wien

<sup>2</sup> Medizin und Umweltschutz **[mus]**, Wien

<sup>3</sup> Department für Umwelthygiene und Umweltmedizin, Zentrum für Public Health,  
Medizinische Universität Wien

## 1. Hintergrund - Lebensgrundlage Boden

Ohne Boden ist kein Leben am Festland denkbar. Dies basiert auf den äußerst vielfältigen und essentiellen Funktionen des komplexen Bodensystems – als Wasserspeicher und Schadstofffilter, als Lieferant für Nahrungs- und Futtermittel und als Siedlungsfläche. Auch zum Erhalt des Weltklimas trägt das Bodensystem als immenses Kohlenstoffreservoir bei.

Unter den Umweltmedien - Wasser, Boden, Luft - nimmt der Boden eine zentrale Position ein. Schließlich ist er das Auffangbecken eines großen Anteils der Schadstoffe, die in die Umwelt gelangt sind. Trotzdem wird nach wie vor unterschätzt, dass der Boden mit seiner ungeheuren mikrobiellen Vielfalt ein wertvolles, nicht vermehrbares Gut von existentieller Bedeutung ist.

Die Aufgabe, den Boden vor Belastungen und irreversiblen Eingriffen zu schützen, um die vielfältigen und für den Menschen lebensnotwendigen Funktionen des Bodens zu erhalten, steht gegenwärtig wenig im Fokus der Öffentlichkeit.

Der Bodenverbrauch beträgt in Österreich bis zum Jahr 2019 insgesamt 5.729 km<sup>2</sup>; das entspricht 7% der Landesfläche und 18% des Dauersiedlungsraumes. (Umweltbundesamt 2020). Pro Tag wurden in Österreich 2019 13 Hektar Boden verbaut, der versiegelte Anteil (mit einer wasserundurchlässigen Schicht überzogen) betrug 41 Prozent (Umweltbundesamt 2020).

Im Jahr 2006 lag die Bodenversiegelung in Österreich mit einem Anteil von 1,92 % der Gesamtfläche im Mittelfeld der europäischen Länder (EU-Studie). Seither nahmen bis zum Jahr 2014 die versiegelten Flächen in Österreich deutlich zu, von 245 m<sup>2</sup> auf etwa 266 m<sup>2</sup> pro EinwohnerIn, und das bei steigenden nationalen Bevölkerungszahlen (Umweltbundesamt 2020). Hauptgründe für die Versiegelung von Landflächen sind die Ausdehnung der Stadtgebiete, Zersiedelung und der Ausbau der Verkehrswege für Fahrzeuge.

Unser Land und wir als BewohnerInnen sind von dem fortschreitenden Verlust an freien Bodenflächen in mehrfacher Weise besonders betroffen. Allein schon aufgrund des Gebirgscharakters weiter Teile Österreichs reduziert sich der Anteil nutzbarer Flächen (etwa für Lebensmittelproduktion) und erhöht sich dadurch der Nutzungsdruck auf die restlichen Gebiete. Mit voranschreitendem Klimawandel werden viele Folgen des Bodenverlustes noch verschärft werden. Die Problematik der fortschreitenden Bodenversiegelung geht durch diese Umstände über

ökologische Schäden und einen grundsätzlichen Verlust an Naturräumen hinaus und stellt somit auch eine zunehmende Bedrohung für die Gesundheit und die Lebensqualität vieler Menschen dar.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es die herausragende Bedeutung gesunder, funktionsfähiger Böden für die menschliche Gesundheit anhand einiger ausgewählter Zusammenhänge darzustellen und damit die Notwendigkeit ihrer langfristigen Erhaltung bzw. Wiederherstellung zu unterstreichen.

Im Rahmen der vorliegenden Zusammenfassung wird auf drei ausgewählte, aus umweltmedizinischer Sicht besonders bedeutsame, Problembereiche genauer eingegangen, über die die Bodenversiegelung einen mittelbaren Einfluss auf Gesundheit und das Wohlbefinden nimmt.

1. An erster Stelle (aufgrund der relativ großen Zahl an Betroffenen) zu nennen ist der verstärkende Effekt von versiegelten Bodenflächen auf lokale extreme Hitze. Durch den Klimawandel werden entsprechende Wetterperioden (Hitzewellen) zunehmend wahrscheinlicher.
2. Durch die Veränderung des Klimas treten auch gehäuft extreme Regenfälle auf, die besonders in Gebieten mit starker Bodenversiegelung zu Überschwemmungskatastrophen führen können.
3. Neben diesen offensichtlichen Effekten der Bodenversiegelung auf die Gesundheit gibt es aber auch solche, die vornehmlich unsere Lebensqualität beeinträchtigen, indem, zum Beispiel, Lärm verstärkt wird. Letztlich kann aber auch Lärm ein Risiko z.B. für die kardiovaskuläre Gesundheit darstellen.

Im Folgenden werden die genannten Punkte näher erläutert und mit Beispielen aus internationalen und nationalen Publikationen verdeutlicht. Ausgehend davon werden einige Maßnahmen vorgeschlagen, die das Voranschreiten der Bodenversiegelung und die damit verbundenen negativen Folgen eindämmen könnten bzw. Empfehlungen aus umweltmedizinischer Sicht formuliert.

## **2. Bodenversiegelung und Hitzeinseln**

Bodenversiegelung gilt als einer der Hauptfaktoren bei der Entstehung urbaner „Hitzeinseln“ (urban heat islands). Hitzeinseln sind Bereiche der Stadt, die sich an heißen Sommertagen nach Sonnenuntergang unverhältnismäßig wenig abkühlen und so kumulativ in entsprechenden Wetterperioden extreme Temperaturen

ermöglichen (Scalenghe u. Marsan 2009, Gábor u. Jombach 2009, Fokaides et al. 2016, Heaviside et al. 2017).

Besonders anfällig für die Bildung von Hitzeinseln sind städtische Schluchten (urban canyons), in welchen die versiegelten Bodenareale lediglich von vertikalen Bauten begrenzt werden. Auf physikalischer Ebene sind die verstärkte Reflexion des Sonnenlichtes vom versiegelten Boden, reduzierte Luftströme und Luftfeuchtigkeit für die lokale Erwärmung verantwortlich. Der versiegelte Untergrund bildet somit das Boden-Element einer „Hitze Falle“, die Strahlungswärme von der Sonne auf umliegende Flächen reflektiert, während die vertikalen Flächen die Reflexionen aufnehmen und den Luftaustausch verhindern. Der in Häuserschluchten typischerweise kleine sichtbare Bereich des Himmels verhindert zudem eine effektive Wärmeabstrahlung in der Nacht.

In solchen Bereichen mit hohem Versiegelungsgrad und dichter Verbauung ohne ausreichenden Vegetationsanteil ist die Bevölkerung besonders hitzeexponiert. Nachts kann keine ausreichende Abkühlung mehr erreicht werden; dies führt zu Beeinträchtigungen von Erholungsphasen und Schlaf.

Sommer in der Stadt wird von vielen lediglich als unangenehm empfunden; unter Einbeziehung von besonders gefährdeten Personengruppen, wie älteren Personen und Kranken, ist es aber durchaus eine gefährliche Situation. Dabei erweisen sich verstärkte Urbanisierung und Klimawandel in Zusammenspiel mit demografischen Veränderungen und zunehmend älteren (Stadt)bewohnerInnen als besonders problematisch (Patz et al. 2005, Haas et al. 2015).

Eine Studie aus Großbritannien zeigte (Heaviside et al. 2016), dass etwa 52% von 90 Todesfällen mit Temperaturbezug in einer Hitzeperiode (2003) direkt auf diesen Hitzeinsel-Effekt zurückzuführen waren. Für gängige Zukunftsszenarien bedeutet das, dass bei ungehindert voranschreitendem Klimawandel bis 2080 mit einer Verdreifachung der Hitzetoten durch den Hitzeinsel-Effekt zu rechnen ist.

Daher ist nicht überraschend, dass sich der Hitzeinsel-Effekt quantifizierbar in der Statistik von Krankenhäusern betroffener Zonen abbildet. So etwa in Brisbane, Australien, wo sich zeigte, dass besonders in Gebieten mit geringem Durchschnittseinkommen und hoher Bevölkerungsdichte vermehrt Notfälle während Hitzetagen gemeldet wurden (Hondula and Barnett 2014). Eine US-Studie schätzt,

dass zurzeit etwa ein Sterbefall von einer Million direkt auf den Hitzeinsel-Effekt zurückzuführen sind (Lowe 2016).

**Tab. 1:** Auswirkungen der großflächigen Bodenversiegelung

<b>Betroffener Bereich</b>	<b>Effekt</b>	<b>Konsequenz</b>
<b>Temperatur</b>	reduzierte Absorption der Strahlungswärme	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mehr reflektive Flächen</li> <li>– Hitzeinseln</li> </ul>
<b>Wasser</b>	weniger Versickerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– verminderte chemische Aktivität im Boden</li> <li>– weniger Filterwirkung</li> <li>– Trocknungsschäden</li> <li>– Verlust an Biomasse</li> <li>– lokaler Rückgang des Grundwasserspiegels</li> </ul>
	mehr Oberflächen-Abwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>– größere Wassermengen</li> <li>– längere Abflusszeiten</li> <li>– möglicher Sauerstoffmangel im Boden</li> <li>– möglicher verstärkter Eintrag von Schadstoffen</li> <li>– Überflutungsgefahr</li> </ul>
	kein Austausch mit Bodenwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>– möglicher Sauerstoffmangel</li> <li>– mögliche Freisetzung von Umweltgiften</li> </ul>
<b>Gase</b>	reduzierter Gasaustausch	<ul style="list-style-type: none"> <li>– möglicher Sauerstoffmangel</li> <li>– mögliche Gaseinschlüsse</li> </ul>
<b>Ökosystem</b>	weniger Biomasse	<ul style="list-style-type: none"> <li>– geringere Biodiversität</li> <li>– weniger Aufnahme von CO<sub>2</sub></li> </ul>
	Entstehen von Hitzeinseln	<ul style="list-style-type: none"> <li>– biologische Anpassung an Hitzezonen</li> </ul>
<b>Landschaft</b>	Erhöhte Wind-Erosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mehr Feinstaub</li> </ul>
	Erhöhte Wasser-Erosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>– angrenzende Gebiete werden verstärkt erodiert</li> </ul>
	Einförmigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– reduzierte Ästhetik</li> <li>– reduzierte Attraktivität</li> </ul>

Modifiziert nach Scalenghea u. Marsan (2007): The anthropogenic sealing of soils in urban areas

Der Hitzeinsel-Effekt ist beispielsweise in Wien am deutlichsten in den dicht verbauten inneren Bezirken ausgeprägt, am stärksten in den Abend- und Nachtstunden, und führt in windstillen und wolkenlosen Sommernächten zu einer Temperatur-Differenz zum Umland von bis zu 5°C und mehr (MA 22 2015).

Bereits 2006 konnte für die Jahre 1990 bis 2004 gezeigt werden, dass die Übersterblichkeit an Hitzewellentagen in Wien in den dichter bebauten innerstädtischen Bezirken deutlich stärker ausgeprägt ist als in den Randbezirken (Moshhammer et al. 2006). Auch für die Zukunft wird prognostiziert, dass die hitzebedingte Sterblichkeit in den inneren Bezirken Wiens am höchsten ist (Haas et al. 2017). Rund ein Drittel der für Österreich prognostizierten Sterbefälle entfällt auf Wien. Insgesamt forderte Hitze in Österreich laut AGES im Jahr 2017 586 Tote, 2018 766 und 2019 198 Tote (AGES 2020).

Obwohl Hitzestress die gesamte Bevölkerung betrifft, also auch gesunde Personen, sind bestimmte Personengruppen der Belastung durch Temperaturextreme deutlich stärker ausgesetzt.

Speziell mit zunehmendem Alter kommt es zu einer höheren Vulnerabilität hinsichtlich Hitze. Eine erhöhte Sterblichkeit bei höheren Temperaturen wird ab einem Alter von 65 Jahren beobachtet, besonders betroffen sind alleinlebende Menschen über 75 Jahren. Altersbedingte physiologische und mentale Veränderungen führen zu einer erhöhten Belastung des Organismus bei Hitzestress. Neben abnehmendem Durstgefühl und der verminderten Flüssigkeitsaufnahme sowie einer weniger effizienten Schweißabsonderung leiden ältere Menschen häufiger an chronischen respiratorischen und kardiovaskulären Krankheiten, die die Anpassungsfähigkeit gegenüber Hitzestress zusätzlich reduzieren. Zu bedenken ist darüber hinaus auch, dass Menschen mit eingeschränkter Mobilität überhitzte Wohnungen schwer verlassen können, Pflegebedürftige nicht für sich selbst sorgen können oder Ältere die Hitzebelastung weniger wahrnehmen, wenn sie einer dementiellen Einschränkung unterliegen bzw. sozial isoliert leben. Auch Babys und Kleinkinder zählen aufgrund weniger Flüssigkeitsreserven und geringerer Kompensationsfähigkeit zur Risikogruppe.

### **3. Bodenversiegelung und Überschwemmungen**

Bodenversiegelung führt zu einer größeren Gesamtmenge von Abwasser bei Regen und Unwettern.

Beispielsweise konnte für die Stadt Leipzig gezeigt werden, dass mit zunehmender Bodenversiegelung von 40% auf 80% der Gesamtfläche, auch fast eine Verdoppelung der Oberflächen-Abwassermenge einherging (von 250 mm/a auf 450 mm/a) (European Commission 2012). Wie aus dem Aktionsplan zur

Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (2017 vom Ministerrat beschlossen) hervorgeht (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2017) sind in Österreich rund 14% der Gebäude und ca. 13% der Bevölkerung von Naturgefahren direkt betroffen. Es ist dabei davon ausgehen, dass sich der Siedlungsraum z.B. weiter in die Hochwassergefahrenzonen ausdehnen wird, sofern die Raumordnung nicht sehr deutlich gegensteuert.

Besonders in kleineren urbanen Zonen kommt es oft zu einer fortschreitenden Bodenversiegelung, ohne dass die lokalen Abflusssysteme an die entstehenden Anforderungen angepasst werden. Meist sind die Kanalsysteme für normale, tägliche Abflussmengen dimensioniert, häufig für solche aus Zeiten mit noch geringerer Bodenversiegelung und selten mit der Kapazität für Starkregenereignisse, die durch den Klimawandel häufiger werden. Ein Beispiel für eine solche Katastrophe wurde in der Emilia-Romagna beschrieben (Pistocchi et al. 2015), wo es im Oktober 1996 nach einem Jahrhundertregen zu einer Überflutung von einem Drittel der Gemeindeflächen kam. Eine weitere Studie aus Italien kommt zum Schluss, dass Bodenversiegelung und die damit zusammenhängende Überschwemmungsgefahr eine der größten Einschränkungen für eine nachhaltige städtische Entwicklung darstellen (Recanatesi et al. 2017).

Internationale Aufmerksamkeit erhielt 2012 das Aufeinandertreffen des Hurrikans „Sandy“ mit der hochversiegelten Millionenstadt New York. Mit mehr als 56 Toten und einem Schaden von über 50 Milliarden US-Dollar war dies eine der größten Katastrophen in der Geschichte des Landes.

Überflutungen stellen aber nicht nur eine direkte Gesundheitsgefahr dar, sondern können zum Beispiel auch die Sauberkeit des Trinkwassers beeinträchtigen. Grundsätzlich steigert die Bodenversiegelung auch die Gefahr von Erdbeben, da zu den größeren Regen-Abwassermengen noch ein Fehlen von Vegetation und stabilisierenden Wurzelsystemen kommt. Satellitengestützte Erhebung der Bodenversiegelung erweist sich folglich als zuverlässige Vorhersage-Quelle für städtische Überflutungsszenarien (Tyrna u. Hochschild n.d.).

Mit dem Klimawandel ist auch in Österreich eine Zunahme hinsichtlich Intensität und Häufigkeit von Extremwetterereignissen wie Starkregen zu erwarten (Austrian Panel on Climate Change, APCC 2018). Damit verbunden sind neben direkten



Gesundheitsrisiken auch indirekte Effekte von Überschwemmungen, etwa psychosoziale Folgen, die bisher wenig Beachtung finden.

Überschwemmungen und Murenabgänge bedingen zwar weniger Todesfälle als Hitzewellen, damit verbunden sein können aber Verletzungen mit eventuell lebenslangen Behinderungen, Schäden am Eigentum (bis hin zur Bedrohung der Existenz) und posttraumatische Belastungsstörungen (APCC 2018). Die psychischen Folgen von Überschwemmungen sind aus Studien aus anderen Ländern bekannt, für Österreich können sie aufgrund fehlender eigener Studien aber nicht quantifiziert werden (APCC 2018).

Darüber hinaus führen Überschwemmungen zu weiteren gesundheitsrelevanten Problemen wie Schimmelbefall in durchfeuchteten Häusern und Austritt von Heizöl aus Tanks (APCC 2018, Hutter et al. 2011). Dringt Öl in Fußböden, Putz oder Mauerwerk ein, kann es zu langanhaltenden Belastungen der Innenraumluft mit Kohlenwasserstoffen und entsprechender Geruchsbelästigung kommen (Hutter et al. 2011). Auch die psychosozialen Folgen von Absiedelungen aus hochwassergefährdeten Gebieten (in Österreich z.B. Eferdinger Becken) sollten hinsichtlich gesundheitlicher Auswirkungen von Überschwemmungen mitbedacht werden (Wallner et al. 2020).

#### **4. Bodenversiegelung und Lärm**

Wie schon im Zusammenhang mit Hitzeinseln ausgeführt, ist Bodenversiegelung im städtischen Bereich ein Element der Ausbildung von „Häuserschluchten“. In diesen künstlichen Schluchten wird über die Bodenoberfläche aber nicht nur das Sonnenlicht verstärkt reflektiert, sondern auch der Schall. Die Folge ist ein Nachhalleffekt durch pendelnde Schallwellen, der sich auf die Gesamtlautstärke auswirkt und durch zeitliche Verschiebung der Reflexionen ein chaotisches Lärmbild erzeugen kann (Guillaume et al. 2015). Dieses Lärmbild wird bei entsprechender Lautstärke als sehr unangenehm und störend wahrgenommen. Dies betrifft besonders Zonen, in welchen Straßenverkehr durch Wohngebiete fließt.

Bei anhaltender Belastung durch Schall kann es zu Beeinträchtigung der Gesundheit kommen, vor allem wenn der Lärm den täglichen Schlaf stört. Lärm kann im Extremfall den Gehörsinn direkt schädigen, stört aber auch u.a. die menschliche Kommunikation und damit das menschliche Zusammenleben. Ältere Einwohner oder Kinder sind davon besonders betroffen. Folgen sind u.a. Müdigkeit, Unsicherheit und

fehlendes Selbstvertrauen, Irritation, Missverständnisse und reduzierte Leistungsfähigkeit am Arbeitsplatz (Lazarus 1998).

In Vorbereitung der neuen Umweltlärmmrichtlinie der Weltgesundheitsorganisation (2018) wurde die wissenschaftliche Datenbasis zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Lärm mehreren umfassenden Auswertungen und Metaanalysen unterzogen. Die solideste Datenbasis besteht für die Folgen von Straßenverkehrslärm, wobei hier nicht nur die schädlichen Auswirkungen des Lärms, sondern auch der Erfolg lärmindernder Maßnahmen am nachdrücklichsten gezeigt werden konnte.

Am besten belegt ist das Risiko für ischämische Herzkrankheiten (Herzinfarkt, Angina pectoris), wobei bereits ab einem tageszeitgewichteten Dauerschallpegel von 53 dB(A) ein Risikoanstieg zu beobachten ist. Weitere wichtige Lärmfolgen betreffen u.a. die Schlafqualität, den Lernerfolg von Kindern besonders bezüglich der sprachlichen Entwicklung, Wohlbefinden und Belästigung sowie das Sozialverhalten (WHO 2018).

Pflanzenbewuchs am Boden, aber auch an den vertikalen Flächen der Häuserreihen, vermindert den reflektierten Lärm deutlich (Ow u. Ghosh 2017), wodurch entsprechende Lebensräume an Attraktivität gewinnen. Nicht bepflanzen Oberflächen können über raue oder poröse Strukturen Schalleffekte in Häuserschluchten immerhin mildern (Guillaume et al. 2015).

## **5. Minderung und Prävention von Bodenversiegelung und der Auswirkungen**

Die Vermeidung bzw. Reduzierung von Bodenversiegelung ist ein komplexes Thema und eine auf mehreren Ebenen herausfordernde Aufgabe (Artmann 2015). Als ein zentrales Problem wird dabei gesehen, dass durch die heute weitgehende Unabhängigkeit der urbanen Bevölkerung von natürlichen Ressourcen diese den Wert ökologischer Leistungen der Umwelt unterschätzt. Allzu leicht werden dadurch wirtschaftliche Aspekte in den Vordergrund gerückt, die die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und Lebensqualität nicht abbilden.

Grundsätzlich werden erfolgversprechende Strategien durch eine langfristige Planung erleichtert, wobei vor allem die lokale Raumordnung als zentrales Steuerungselement gesehen werden kann. Eine grobe Auflistung von notwendigen

Planungsschritten wurde bereits in umfangreichen Studien beschrieben (Artmann 2014) und kann folgendermaßen umrissen werden:

- Legislative und strategische Planung (Raumordnung, Stadtentwicklungspläne, Hochwasserschutz etc.)
- Informelle Planung (nicht-legislativ)
- Ökonomische und fiskale Planung
- Planung der Kommunikation
- Planung der Kooperation
- Technische Planung

In Österreich gibt es strategische Ansätze mit verpflichtenden Grünlandzonen und einer strategischen Umweltprüfung für spezifische Bauprojekte. Da diese legislativen Ansätze oft wirtschaftlichen Interessen entgegenstehen, werden sie häufig mit dem Argument ausufernder Bürokratie und gesetzlicher Überregulierung bekämpft. Vorteilhaft erscheinen daher eine möglichst einheitliche nationale Grundstrategie und verbindliche staatliche Vorgaben für Gemeinden in Bezug auf die Einhaltung akkordierter Entwicklungsziele.

Dabei können Ziele auf unterschiedlichen Ebenen verfolgt werden:

- Schutz von bestehenden Grünflächen
- Schaffung neuer Grünflächen
- Vermeidung von weiterer Bodenversiegelung bzw. Kompensation bei Notwendigkeit
- Rückgängigmachen bestehender Versiegelung
- Effiziente Raumnutzung
- Leerstandsnutzung

Wichtig sind organisatorische Grundlagen für das Beobachten der Maßnahmen, der Evaluation, des Managements und der Kommunikation. Wünschenswert wäre es, wenn entsprechende Werkzeuge auch für kleine Gemeinden kostengünstig zur Verfügung stehen bzw. von übergeordneten Organisationseinheiten bereitgestellt werden, indem z.B. kleinere Initiativen zu Länder- oder Bundesstrategien zugeordnet werden können. Grundsätzlich ist empfehlenswert, dass eine überregionale Zusammenarbeit bei der Vermeidung von Bodenversiegelung angestrebt wird, da weder Ursachen noch Folgen der Bodenversiegelung klaren Grenzziehungen folgen.

Die Europäische Union stellt Leitlinien für bewährte Praktiken zur Begrenzung, Milderung und Kompensation der Bodenversiegelung (SWD(2012) 101 final/2) zur Verfügung. Das Dokument richtet sich in erster Linie an die zuständigen nationalen, regionalen und lokalen Behörden in den Mitgliedstaaten sowie an Fachleute aus den Bereichen Landplanung und Bodenbewirtschaftung und an sonstige Interessenvertreter. An bestehenden Monitoring-Programmen sind zu nennen: SEA (Strategic Environmental Assessment) als transnationales Prüfprotokoll, einer Erweiterung der EIA-Direktive (Europäischer Rat 1985) und ESIA (Environmental and Social Impact Assessment). Diese Richtlinien fordern bei (Bau-)Projekten die vorhergehende Abwägung von Alternativen sowie die Umsetzung von Maßnahmen zu Milderung im Vorfeld bestimmten negativen Auswirkungen.

Es kann also nicht behauptet werden, dass Rahmenwerke für die Umsetzung von Bodenschutz-Initiativen von Grund auf neu erarbeitet werden müssten. Den bestehenden Problemen zum Trotz gibt es auch bereits Beispiele für erfolgreiche Strategien (Tobias 2013).

Der Erhalt des biologisch aktiven und gesunden Bodens sollte ganzheitlich gesehen werden. Daher ist es notwendig, Daten über Bodenverschmutzung, Erosion und eventuelle Qualitätsverluste durch Verdichtung in einer Bewertung gegebener Verhältnisse zu berücksichtigen.

## **6. Konkrete Empfehlungen aus umweltmedizinischer Sicht**

Neben den im vorhergehenden Kapitel angesprochenen allgemeinen Regeln und Rahmenbedingungen sind aus Sicht des vorsorgenden Gesundheitsschutzes vor allem die folgenden Maßnahmen vorrangig zu beachten:

- Vermeidung und Bekämpfung von Hitzeinseln sowie verbesserter Lärmschutz durch horizontalen und vertikalen Bewuchs städtischer Flächen und/oder durch durchlässige Oberflächenstrukturen.
- Abbau umweltschädlicher Subventionen.
- Umsetzung einer öko-sozialen Steuerreform, um strukturelle Maßnahmen gegen den zu hohen Bodenverbrauch zu setzen.
- Schutz wertvoller Grünflächen und Naturräume vor Verbauung.

- Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung bezüglich negativer Auswirkungen der Bodenversiegelung und Eindämmung privater Formen der Bodenversiegelung in Gärten und beim Hausbau.
- Initiativen zur Ortskernbelebung als Alternative zu Einkaufszentren mit großflächigem Parkraum in Einzellage.
- Einbeziehung aller Folgen bei neuen Straßenbauprojekten unter Berücksichtigung der langfristigen Bodenversiegelung.
- Bundesweit einheitliche Gesetzgebung zur Bodenversiegelung auf Raumordnungsebene.
- Rückbau der Versiegelung bei geeigneten Flächen.

**Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Eindämmung der fortschreitenden Bodenversiegelung in Österreich eine sicherlich herausfordernde Aufgabe darstellt, deren Erfolg sich maßgeblich auf die Gesundheit eines großen Bevölkerungsanteils auswirken wird. Der „Bodenfraß“ hat vielfältige – zum Teil noch wenig im Fokus stehende – Folgen auf die menschliche Gesundheit.**

**Neben der Zunahme von Hitzeinseln können sich auch die Beeinträchtigung der Wasserqualität, Zunahme von Feinstaubkonzentrationen, Verlust von Biodiversität, weiter verringerte Ästhetik der Landschaft sowie Überschwemmungen negativ auf die Gesundheit auswirken. Zunehmende Bodenversiegelung im städtischen Bereich führt über höhere Lärmbelastung zu verstärkten psychosozialen Folgen wie Stress, Minderung der Leistungsfähigkeit und des Lernerfolgs, etc.**

**Klimawandel/Klimakrise und städtisches Wachstum mahnen zu einem raschen und entschlossenen Vorgehen auf verschiedenen öffentlichen und politischen Ebenen.**

**Grundlegende Voraussetzung, um dem rasanten Bodenverlust wirksam und langfristig entgegenzuwirken, sind u.a. möglichst einheitliche und verbindliche gesetzliche Rahmenbedingungen in Form einer nationalen Gesamtstrategie auf Raumplanungsebene sowie der Abbau umweltschädlicher Subventionen.**

**Der Erhalt von Grünflächen und Naturräumen ist vor dem Hintergrund der dramatischen Biodiversitäts- und Klimakrise zentral für eine zukunftsfähige Entwicklung und trägt maßgeblich zum ganzheitlichen Gesundheitsschutz bei.**

## **Literatur**

AGES, 2020: Hitze-Mortalitätsmonitoring.

<https://www.ages.at/themen/umwelt/informationen-zu-hitze/hitze-mortalitaetsmonitoring>

Austrian Panel on Climate Change (APCC), 2018. Health, Demography and Climate Change. Austrian Special Report (ASR) 18. Vienna, Austrian Academy of Sciences Press

Artmann, M., 2015. Managing urban soil sealing in Munich and Leipzig (Germany)—From a wicked problem to clumsy solutions. *Land Use Policy* 46, 21–37. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.02.004>

Artmann, M., 2014. Assessment of soil sealing management responses, strategies, and targets toward ecologically sustainable urban land use management. *AMBIO* 43, 530–541. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0511-1>

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017. Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Teil 2 – Aktionsplan. Aktualisierte Fassung. Wien

European Commission, Science for Environment Policy, In-depth Reports, Soil Sealing March 2012

European Council, 1985. Council Directive 85/337/EEC of 27 June 1985 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment, Environmental Impact Assessment

Fokaides, P.A., Kylili, A., Nicolaou, L., Ioannou, B., 2016. The effect of soil sealing on the urban heat island phenomenon. *Indoor and Built Environment* 25, 1136–1147. <https://doi.org/10.1177/1420326X16644495>

Gábor, P., Jombach, S., 2009. The relation between the biological activity and the land surface temperature in Budapest. *Applied Ecology and Environmental Research* 7, 241–251

Guillaume, G., Gauvreau, B., L’Hermite, P., 2015. Numerical study of the impact of vegetation coverings on sound levels and time decays in a canyon street model. *Science of The Total Environment* 502, 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.111>

Haas, W., König, M., Pech, M., Prettenhaler, F., Prutsch, A., Steininger, K., Themessl, M., Wolf, A., Wagner, G., 2015. In: ESSENCE ), Klima- und Energiefonds (Austrian Climate Research Programme), 2015. Die Folgeschäden des Klimawandels in Österreich. Dimensionen unserer Zukunft in zehn Bildern für Österreich. Eine Broschüre aus dem Forschungsprojekt Cost of Inaction (COIN): Assessing the Costs of Climate Change for Austria

Haas, W., Jacobi, N., Steininger K.W. (2017): Die Auswirkungen des Klimawandels für Wien: eine ökonomische Bewertung. Im Auftrag der Stadt Wien

Heaviside, C., Macintyre, H., Vardoulakis, S., 2017. The Urban Heat Island: Implications for Health in a Changing Environment. *Curr Environ Health Rep* 4, 296–305. <https://doi.org/10.1007/s40572-017-0150-3>

- Heaviside, C., Vardoulakis, S., Cai, X.-M., 2016. Attribution of mortality to the urban heat island during heatwaves in the West Midlands, UK. *Environ Health* 15 Suppl 1, 27. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0100-9>
- Hondula, D., Barnett, A.G., 2014. Heat-related morbidity in Brisbane, Australia: Spatial variation and area-level predictors. *Environmental Health Perspectives* 122, 831–836. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307496>
- Hutter, H.P., Kundi, M., Moshhammer, H., Haas, W., Weisz, U., Niederkrotenthaler, T., et al., 2011. Anpassungsmaßnahmen zur Reduktion von klimawandelinduzierten Gesundheitsrisiken in Österreich. Schwerpunkt Extremwetterereignisse. *Präv Gesundheitsf* 6, 164-71
- Lazarus, H., 1998. Noise and communication: The present state. In N.L. Carter and R.F.S. Job (eds.) *Noise as a Public Health Problem (Noise Effects '98)*, Vol.1, pp. 157-162. Noise Effects '98 PTY Ltd., Sydney, Australia
- Lowe, S.A., 2016. An energy and mortality impact assessment of the urban heat island in the US. *Environmental Impact Assessment Review* 56, 139-144. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2015.10.004>
- MA 22, 2015, <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/uhi-strategieplan.pdf>
- Moshhammer, H. et al., 2006. Einflüsse der Temperatur auf Mortalität und Morbidität in Wien. [http://www.startclim.at/fileadmin/user\\_upload/reports/StCI05A1a.pdf](http://www.startclim.at/fileadmin/user_upload/reports/StCI05A1a.pdf)
- Nestroy, O., 2006. Soil sealing in Austria and its consequences. "Ecohydrology & Hydrobiology, Ecohydrology for Implementation of the European Water Framework Directive" Vienna, October 23-25, 2005, 6, 171–173. [https://doi.org/10.1016/S1642-3593\(06\)70139-2](https://doi.org/10.1016/S1642-3593(06)70139-2)
- Ow, L.F., Ghosh, S., 2017. Urban cities and road traffic noise: Reduction through vegetation. *Applied Acoustics* 120, 15–20. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2017.01.007>
- Patz, J.A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., Foley, J.A., 2005. Impact of regional climate change on human health. *Nature* 438, 310–317. <https://doi.org/10.1038/nature04188>
- Pistocchi, A., Calzolari, C., Malucelli, F., Ungaro, F., 2015. Soil sealing and flood risks in the plains of Emilia-Romagna, Italy. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 4, 398–409. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.06.021>
- Recanatesi, F., Petroselli, A., Ripa, M.N., Leone, A., 2017. Assessment of stormwater runoff management practices and BMPs under soil sealing: A study case in a peri-urban watershed of the metropolitan area of Rome (Italy). *Journal of Environmental Management* 201, 6–18. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.06.024>
- Scalenghe, R., Marsan, F.A., 2009. The anthropogenic sealing of soils in urban areas. *Landscape and Urban Planning* 90, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.011>
- Tobias, S., 2013. Preserving ecosystem services in urban regions: challenges for planning and best practice examples from Switzerland. *Integr Environ Assess Manag* 9, 243–251. <https://doi.org/10.1002/ieam.1392>
- Tyrna, B.G., Hochschild, V., n.d. Urban flash flood modelling based on soil sealing information derived from high resolution satellite data 4
- Umweltbundesamt, 2020. Flächeninanspruchnahme. Entwicklung des jährlichen Bodenverbrauchs in Österreich. <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/boden/flaecheninanspruchnahme>

Umweltbundesamt, 2020. Österreichs Bodenverbrauch steigt.

<https://www.umweltbundesamt.at/aktuelles/presse/news2020/news-200402>

Wallner, P., Lemmerer, K., Hutter, H.P.. 2020. Anpassungsmaßnahmen zur Reduktion von Klimawandel-induzierten Gesundheitsrisiken in Österreich: Schwerpunkt Überschwemmungen. Public Health Forum 28, 62-64

WHO Europe, 2018: Environmental Noise Guidelines for the European Region. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. ISBN 978 92 890 5356 3