

Der unsichtbare toxische Fußabdruck: Eine umfassende Analyse der Schadstoffbelastung städtischer Igelpopulationen in Europa

Die Urbanisierung unseres Planeten schreitet in einem beispiellosen Tempo voran, und mit ihr transformieren sich die natürlichen Lebensräume in hochkomplexe, von Menschen dominierte Ökosysteme. Inmitten von Asphalt, Beton, gepflegten Parkanlagen und privaten Gärten hat sich eine erstaunliche Vielzahl von Wildtieren an das Leben in der Stadt angepasst. Der europäische Igel (*Erinaceus europaeus*) gilt dabei als eine der bekanntesten und charismatischsten Arten, die den städtischen Raum als Rückzugsort nutzen. Doch diese vermeintlich sicheren urbanen Grünflächen bergen unsichtbare Gefahren, die weit über den offensichtlichen Straßenverkehr hinausgehen. Eine bahnbrechende und detailreiche Forschungsarbeit der Universität Lund aus dem Jahr 2025, publiziert in der renommierten Fachzeitschrift *Environmental Pollution* unter dem Titel „The dead can talk: Investigating trace element and organic pollutant exposure in mammalian roadkill under contrasting habitats“, hat eine toxikologische Realität aufgedeckt, die sowohl für den Artenschutz als auch für die menschliche Gesundheit von fundamentaler Bedeutung ist.¹

Die von der Ökotoxikologin Maria C. Hansson initiierte und von der Erstautorin Noëlie Molbert geleitete Studie liefert den bislang detailliertesten Nachweis darüber, dass städtische Igel über 50 verschiedene Umweltgifte in ihren Körpern akkumulieren.³ Die Bandbreite dieser Substanzen liest sich wie ein historisches und modernes Inventar industrieller und landwirtschaftlicher Chemieproduktion: Toxische Schwermetalle, weitreichende endokrine Disruptoren in Form von Weichmachern (Phthalate), extrem langlebige Industriegifte wie polychlorierte Biphenyle (PCB), bromierte Flammschutzmittel, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie diverse Agrargifte.⁶

Dieser Bericht schlüsselt die komplexe Studie der Universität Lund und korrespondierende internationale Forschungsergebnisse detailliert auf. Er übersetzt die hochspezialisierten ökotoxikologischen Daten in ein verständliches Format, beleuchtet die physiologischen Wirkmechanismen der gefundenen Schadstoffe, analysiert die ökologischen Pfade der Bioakkumulation und präsentiert die Daten in strukturierten grafischen Tabellenmodellen. Darüber hinaus werden die weitreichenden Implikationen dieser Ergebnisse für die menschliche Gesundheit und die zukünftige Gestaltung unserer Städte in einen fundierten wissenschaftlichen Kontext gesetzt.

Das Konzept des Bioindikators: Warum der Igel?

Um das Ausmaß der Umweltverschmutzung in einem bestimmten Gebiet zu messen, greifen Wissenschaftler häufig auf sogenannte Bioindikatoren zurück. Dies sind Lebewesen, deren physischer Zustand, Populationsentwicklung oder Gewebezusammensetzung direkte Rückschlüsse auf die Qualität ihres Lebensraums zulassen. Der europäische Igel eignet sich aus mehreren biologischen und verhaltensökologischen Gründen in geradezu idealer Weise als ein solcher Indikator für städtische und peri-urbane Räume.⁹

Erstens ist der Igel ein Säugetier. Seine grundlegenden metabolischen, physiologischen und hormonellen Prozesse weisen immense Parallelen zur menschlichen Biologie auf.³ Wenn Umweltgifte das endokrine System eines Igels stören, seine Fortpflanzungsfähigkeit mindern oder krebserregende Mutationen in seinen Zellen auslösen, ist die Wahrscheinlichkeit extrem hoch, dass diese Substanzen über dieselben toxikologischen Pfade auch den menschlichen Organismus schädigen. Der Igel fungiert somit als eine Art Frühwarnsystem für die menschliche Gesundheit im geteilten urbanen Lebensraum.

Zweitens zeichnet sich der Igel durch ein spezifisches Mobilitäts- und Ernährungsverhalten aus, das ihn in maximalen Kontakt mit den Schadstoffen des Bodens bringt. Igel sind nachtaktive Bodenbewohner mit einem erstaunlich großen Aktionsradius. Bei ihren nächtlichen Streifzügen auf der Suche nach Nahrung und Fortpflanzungspartnern legen sie oftmals Distanzen von mehreren Kilometern zurück.⁷ Dabei durchqueren sie ein Mosaik unterschiedlichster urbaner Mikrobiotope: Sie wandern durch öffentliche Parks, durchstreifen stark gepflegte private Vorgärten, überqueren viel befahrene Straßen, wühlen in Komposthaufen und durchsuchen Industriebrachen. Durch diese weitreichenden Wanderungen aggregieren sie die Schadstoffexpositionen verschiedenster Quellen in einem einzigen Organismus.⁷

Drittens sind Igel insektenfressende Makrophagen (Insektivoren), die sich primär von wirbellosen Bodentieren ernähren. Ihr Speiseplan besteht zu einem großen Teil aus Regenwürmern, Laufkäfern, Nacktschnecken und Spinnentieren.⁸ Diese Beutetiere leben in direktem, permanentem Kontakt mit dem Erdreich und nehmen bei ihrer eigenen Nahrungsaufnahme mikroskopisch kleine Mengen an Schadstoffen auf, die sich an Bodenpartikel gebunden haben.¹¹ Indem der Igel jede Nacht Hunderte dieser Bodenorganismen konsumiert, nimmt er die kollektive toxische Last eines weiten Areals in sich auf. Maria Hansson bezeichnete die Gewebeanalysen der Igel daher treffend als einen „ökologischen Fingerabdruck“ der städtischen Umwelt.³

Methodik und ethische Datengewinnung: "The dead can talk"

Die moderne Ökotoxikologie steht häufig vor einem erheblichen ethischen Dilemma. Um präzise Daten über die Schadstoffbelastung innerer Organe von Wildtieren zu erhalten, müssten Tiere in der Regel gefangen und getötet werden. Angesichts der Tatsache, dass die Populationen des europäischen Igels in weiten Teilen Europas – so auch in Deutschland, wo die

Art 2020 auf die Vorwarnliste der Roten Liste gesetzt und für das Jahr 2024 zum Wildtier des Jahres gewählt wurde – stark rückläufig sind, verbietet sich ein solches invasives Vorgehen.¹²

Das Team der Universität Lund wählte daher einen hochinnovativen, nicht-destruktiven Ansatz, der auf der Einbindung der Bevölkerung (Citizen Science) basierte.⁸ Zwischen den Jahren 2021 und 2022 riefen die Forscher die Bewohner der Stadt Lund und der umliegenden Region Skåne in Südschweden dazu auf, tot aufgefundene Igel zu melden.⁵ Die primäre Quelle für diese Proben waren Tiere, die im Straßenverkehr ums Leben gekommen waren (sogenannter „Roadkill“), sowie Individuen, die trotz tiermedizinischer Behandlung in Wildtierrettungsstationen verstorben waren.⁸

Dieser methodische Kniff gab der Publikation ihren prägnanten Titel: „The dead can talk“ (Die Toten können sprechen). Die Kadaver, die andernfalls nutzlos verwast wären oder entsorgt werden müssten, lieferten den Forschern eine unschätzbare wertvolle Datenbank.¹ Durch standardisierte Nekropsien (Tierobduktionen) entnahmen die Forscher systematisch verschiedene Gewebeproben, um ein differenziertes chronologisches Profil der Schadstoffbelastung zu erstellen.⁷

Die Wahl der Gewebearten war dabei von entscheidender Bedeutung, da unterschiedliche Körperteile als biologische Archive für unterschiedliche Zeiträume und Stoffgruppen dienen:

1. **Lebergewebe für die Kurzzeitanalyse organischer Toxine:** Die Leber ist das zentrale Entgiftungs- und Stoffwechselorgan aller Säugetiere. Organische Schadstoffe, die über die Nahrung oder Atmung in den Körper gelangen, zirkulieren im Blut und werden in der Leber metabolisiert oder bei stark lipophilen (fettlöslichen) Substanzen dort eingelagert. Die Analyse der Leber liefert den Forschern somit eine hochpräzise Momentaufnahme der kurz- bis mittelfristigen Schadstoffexposition in den Wochen und Monaten vor dem Tod des Tieres.⁷
2. **Stacheln und Zähne für das Langzeitarchiv der Schwermetalle:** Im Gegensatz zu organischen Verbindungen werden Schwermetalle wie Blei, Cadmium oder Zink im Körper nicht metabolisch abgebaut. Sie verhalten sich chemisch oft ähnlich wie Calcium und werden dauerhaft in mineralisierte Gewebe wie Knochen und Zähne oder in keratinbasierte Strukturen wie Haare und Stacheln eingebaut.⁸ Da Igelstacheln kontinuierlich wachsen, lagern sie die im Blut zirkulierenden Schwermetalle Schicht für Schicht ein. Die chemische Analyse der Stacheln und Zähne ermöglichte es den Forschern daher, ein lebenslanges, historisches Archiv der Exposition gegenüber anorganischen Spurenelementen zu entschlüsseln.⁷

Dieser duale Ansatz erlaubte es dem Team, 11 verschiedene Spurenelemente (inklusive toxischer Schwermetalle) und 48 organische Umweltschadstoffe in denselben Individuen zu quantifizieren.⁵ Das resultierende Datenset offenbarte eine Kontaminationsdichte, die selbst die erfahrenen Ekotoxikologen in Erstaunen versetzte.

Quantitative und visuelle Repräsentation des toxikologischen Profils

Ein zentrales Anliegen der wissenschaftlichen Kommunikation ist es, abstrakte Datenmengen greifbar zu machen. Die Forscher der Universität Lund nutzten in ihrer Publikation detaillierte tabellarische Übersichten und sogenannte Graphical Abstracts, um die Pfade der Umweltverschmutzung visuell darzustellen.¹³ Ein Graphical Abstract ist eine diagrammatische Zusammenfassung, die typischerweise die Emissionsquellen (Industrie, Verkehr, Haushalte), den Transport durch die Umweltmedien (Luft, Boden, Wasser), die Bioakkumulation in der Nahrungskette und schließlich die Schadstoffkonzentration im untersuchten Tier illustriert.

Zur Erfüllung der Anforderung, die Daten und Grafiken dieser Studie anschaulich zu präsentieren, dient die folgende detaillierte Matrix. Sie rekonstruiert die quantitativen Befunde der Lund-Studie und gliedert die mehr als 50 gefundenen Substanzen in ihre chemischen Hauptkategorien, benennt die primären zivilisatorischen Quellen und listet die von den Forschern gemessenen toxikologischen Spitzenwerte auf.

Schadstoff-Kategorie	Spezifische Vertreter & Gemessene Konzentrationen (Mittelwerte/Spitzenwerte)	Anthropogene Ursprungsquellen im urbanen Raum	Indikator-Gewebe in der Studie
Phthalate (Weichmacher)	Phthalat-Diester <i>Gemessener Mittelwert: 1090 ± 681 ng/g Trockengewicht (Leber)</i>	PVC-Kunststoffe, Gartenschläuche, Schuhsohlen, Bau- und Dichtungsmassen, Verpackungsmaterialien	Lebergewebe (Kurzfristige Akkumulation)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	Diverse PCB-Kongenere <i>Gemessener Mittelwert: 284 ± 231 ng/g Trockengewicht</i>	Altlasten aus Transformatoren, historischen Lacken und Fugenmassen (seit den 1970er Jahren verboten,	Lebergewebe (Kurzfristige Akkumulation aus dem Boden)

	(Leber)	aber persistent)	
Toxische Schwermetalle	Blei (Pb) Spitzenwerte: > 15 µg/g Trockengewicht (toxische Schwelle überschritten)	Verwitterte historische Bleifarben, Rückstände von verbleitem Kraftstoff, Reifenabrieb, Altbatterien, Industrieabgase	Stacheln, Zähne, Leber (Chronische Langzeitakkumulation)
Spurenelemente	Aluminium (Al), Arsen (As), Cadmium (Cd), Kupfer (Cu), Zink (Zn)	Metallverarbeitung, Bremsabrieb, verunreinigte Düngemittel, kommunales Abwasser	Stacheln, Zähne
Pestizide & Biozide	Rodentizide (z.B. Bromadiolon), Insektizide, Herbizide	Private Gartenpflege, städtische Unkrautbekämpfung, landwirtschaftliche Randgebiete	Lebergewebe
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Diverse PAK-Verbindungen	Unvollständige Verbrennungsprozesse, Autoabgase, Reifenabrieb auf Straßen, Asphaltausdünstungen	Lebergewebe
Flammschutzmittel	Bromierte Flammschutzmittel	Ausdünstungen aus Elektrogeräten,	Lebergewebe

	(PBDE)	Textilien, Möbelpolstern, Gebäudeisolierungen	
--	--------	---	--

*Tabelle 1: Toxikologische Matrix städtischer Igel in Südschweden (basierend auf Daten von Molbert et al., 2025; Environmental Pollution). Die Daten verdeutlichen die massive Akkumulation synthetischer Substanzen in der Leber und die langfristige Speicherung von Metallen im Keratin der Stacheln.*¹

Neben den rein quantitativen Diagrammen arbeiteten die Pressemitteilungen der beteiligten Institute (wie dem BECC – Biodiversity and Ecosystem Services in a Changing Climate) gezielt mit emotionalisierenden fotografischen Darstellungen. Die Studienankündigungen zeigten scharfe Nahaufnahmen von Igel, die im dichten, grünen Gras städtischer Parks nach Nahrung suchten.⁴ Dieser drastische visuelle Kontrast zwischen der vordergründigen, beruhigenden Naturidylle des Bildmotivs und der unsichtbaren toxischen Realität, die in den Tabellen der Forscher dokumentiert wurde, bildete den visuellen Kern der Wissenschaftskommunikation.⁴ Es machte deutlich: Grün bedeutet im städtischen Raum nicht automatisch gesund.

Die allgegenwärtige Bedrohung durch Weichmacher: Phthalate

Eines der hervorstechendsten und mengenmäßig dominantesten Ergebnisse der Lund-Studie war die extreme Belastung der Igel mit Phthalaten.⁵ Wie Tabelle 1 verdeutlicht, bildeten Phthalat-Diester mit einem Mittelwert von 1090 Nanogramm pro Gramm (ng/g) Trockengewicht in den Leberproben die am stärksten konzentrierte organische Schadstoffgruppe.⁵ Doch was genau sind Phthalate und warum sind sie derart omnipräsent?

Phthalate sind eine Klasse von Industriechemikalien, die primär als Weichmacher eingesetzt werden. Thermoplastische Kunststoffe, insbesondere Polyvinylchlorid (PVC), sind von Natur aus hart und spröde. Um sie flexibel, formbar und geschmeidig zu machen, werden ihnen in enormen Mengen Phthalate beigemischt. Sie finden sich in nahezu jedem Bereich des modernen Lebens: in Kabelummantelungen, Gartenschläuchen, synthetischer Kleidung, Kunstleder, Schuhsohlen, Kosmetika und Lebensmittelverpackungen.⁵

Das fundamentale toxikologische Problem der Phthalate besteht in ihrer chemischen Bindung. Sie sind nicht kovalent, also nicht fest auf molekularer Ebene, mit dem Kunststoffpolymer verbunden. Dies bedeutet, dass sie über die gesamte Lebensdauer eines Plastikprodukts kontinuierlich ausdünsten, auswaschen oder abreiben.¹⁶ Im städtischen Raum regnet das Wasser über Gebäude und Straßen, wäscht die Phthalate aus Dichtungen und Reifenabrieb und spült sie direkt in das Erdreich der angrenzenden Grünstreifen und Parks. Zudem zerfallen

größere Plastikteile, die achtlos weggeworfen wurden, durch UV-Strahlung und mechanische Belastung in Mikroplastik, das sich in der obersten Bodenschicht anreichert und dort permanent Weichmacher abgibt.¹⁴

Für den Igel, der mit seiner Nase stetig den Boden durchwühlt und kontaminierte Bodenlebewesen frisst, ist dieser stete Strom an synthetischen Zusätzen unausweichlich. Die Auswirkungen von Phthalaten auf den Säugetierorganismus sind in der medizinischen Forschung umfassend dokumentiert und äußert besorgniserregend. Phthalate fungieren als endokrine Disruptoren. Ihre molekulare Struktur ist der von körpereigenen Hormonen so ähnlich, dass sie an die Rezeptoren des endokrinen Systems andocken können. Dort können sie entweder die Wirkung natürlicher Hormone imitieren (oftmals Östrogene) oder Rezeptoren blockieren und so die korrekte hormonelle Steuerung des Körpers verhindern.⁷

Wie Maria Hansson in ihrer Interpretation der Daten nachdrücklich betonte, ist es hochgradig alarmierend, derartige Substanzen in Wildtieren nachzuweisen. Endokrine Disruptoren können bei Säugetieren zu einer Feminisierung männlicher Individuen, einer drastischen Reduktion der Spermienqualität, Fehlbildungen der Fortpflanzungsorgane und einer erhöhten Anfälligkeit für hormonell bedingte Krebsarten führen.³ Eine Population, deren hormonelles Gleichgewicht durch die allgegenwärtige Präsenz von Weichmachern chronisch gestört ist, verliert unweigerlich an Reproduktionskraft – ein weiterer Baustein im Puzzle des europaweiten Bestandsrückgangs der Igel.

Das toxische Echo der Vergangenheit: Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Während Phthalate ein Produkt unseres anhaltenden und ungebremsten Plastikkonsums sind, repräsentieren die Polychlorierten Biphenyle (PCB) ein düsteres Erbe der industriellen Vergangenheit. Die Lund-Studie quantifizierte PCB in den Leberproben der Igel mit einem Mittelwert von 284 ± 231 ng/g Trockengewicht.⁵ Diese Werte, die extreme individuelle Ausreißer nach oben beinhalteten, waren für das Forschungsteam eine der größten Überraschungen der gesamten Untersuchung.⁴

PCB sind synthetische, organische Chlorverbindungen, die im frühen und mittleren 20. Jahrhundert als wahre Wunderstoffe der Industrie gefeiert wurden. Sie sind thermisch extrem stabil, elektrisch isolierend, chemisch träge und schwer entflammbar. Aufgrund dieser Eigenschaften wurden sie millionenfach in Transformatoren, als Hydraulikflüssigkeiten, in Weichmachern für Lacke, in Fugendichtungsmassen von Hochhäusern und sogar in Kohlepapier verwendet.⁵ In den 1970er Jahren wurde jedoch zunehmend offenkundig, dass PCB hochtoxisch, krebserregend und immunsuppressiv wirken. In der Folge wurde ihre Herstellung und Verwendung in den meisten Industrienationen verboten.

Die Frage drängt sich auf: Wie können Substanzen, die seit einem halben Jahrhundert verboten

sind, heute noch in derart hohen Konzentrationen in kurzlebigen Wildtieren nachgewiesen werden? Die Antwort liegt in der fatalen chemischen Stabilität dieser Verbindungen. PCB sind sogenannte persistente organische Schadstoffe (POPs).⁹ Sie widerstehen dem natürlichen mikrobiellen Abbau im Boden nahezu vollständig. Hinzu kommt ihre hohe Lipophilie (Fettlöslichkeit) bei gleichzeitiger Hydrophobie (Wasserabweisung). Wenn PCB aus alten Gebäudeversiegelungen in den städtischen Boden ausgewaschen werden, binden sie sich extrem fest an organische Bodenpartikel. Sie verbleiben dort über Jahrzehnte.

Die Forscher in Lund, unterstützt von verwandten Studien (z.B. der Analyse von D'Have et al. aus dem Jahr 2006, die ebenfalls organochlorine persistente Schadstoffe in Igel untersucht¹⁰), belegen damit, dass historische Industrialtlasten im urbanen Raum nicht einfach verschwinden. Sie zirkulieren weiterhin im Verborgenen. Der städtische Boden fungiert als toxisches Gedächtnis, das durch die Aktivitäten von Bodenlebewesen immer wieder aufgewühlt und in die aktuelle Nahrungskette eingespeist wird.⁵ Der Igel ist somit nicht nur ein Indikator für die Verschmutzung der Gegenwart, sondern auch ein Archiv für die chemischen Sünden vergangener Generationen.

Die schleichende Vergiftung durch Schwermetalle: Der Fall Blei

Neben den komplexen organischen Molekülen bildeten die anorganischen Spurenelemente und Schwermetalle den zweiten großen analytischen Fokus der Studie.⁸ Frühere Untersuchungen in anderen europäischen Ballungsräumen hatten bereits gezeigt, dass urbane Igelpopulationen generell erhöhte Schwermetallwerte aufweisen, doch die Präzision der Langzeitdaten, die das Team um Molbert aus den Keratinstrukturen der Stacheln extrahierte, offenbarte das drastische Ausmaß der Belastung.⁴

Die Forscher quantifizierten eine breite Palette von Elementen, darunter Aluminium, Arsen, Cadmium, Kupfer und Zink. Besondere und tiefe Besorgnis lösten jedoch die Konzentrationen von Blei (Pb) aus.¹ Bei einem signifikanten Teil der untersuchten Kadaver wurden Bleiwerte gemessen, die den kritischen Schwellenwert von 15 Mikrogramm pro Gramm Trockengewicht ($\mu\text{g/g dw}$) überschritten.¹ Diese Werte sind nicht einfach nur "erhöht", sie bewegen sich im Bereich toxischer Grenzwerte für Säugetiergewebe, ab denen klinische und subklinische Vergiftungssymptome zu erwarten sind.¹

Blei ist ein nicht-essenzielles Element; es erfüllt keinerlei physiologische Funktion im Körper eines Tieres oder Menschen.¹⁸ Im Gegenteil, es ist ein hochpotentes Nervengift (Neurotoxin) und Zellgift. Die Quellen für Blei im urbanen Raum sind, ähnlich wie bei den PCB, zu einem großen Teil historisch, ergänzt durch moderne Emissionen. Jahrzehntlang wurden Fahrzeuge mit verbleitem Benzin betrieben, dessen Abgasrückstände sich als feiner Staub auf den Böden entlang aller Verkehrswege ablagerten. Historische Gebäudeanstriche enthielten Bleiweiß, das im Laufe der Jahre verwitterte und in den Boden gespült wurde.¹⁹ Moderne Quellen umfassen

Reifenabrieb, illegale Müllentsorgung (z.B. von Autobatterien) und Industrieemissionen.¹⁹

Wenn der Igel Blei über seine Nahrung aufnimmt, verteilt sich dieses über den Blutkreislauf im gesamten Körper. Veterinärmedizinische toxikologische Referenzen belegen die verheerende Wirkung von Blei auf den Säugetierorganismus. Blei kann die Blut-Hirn-Schranke überwinden und verursacht dort schwere Schäden am zentralen Nervensystem (ZNS). Die Folgen reichen von kortikaler Nekrose (dem Absterben von Hirngewebe) und zerebralen Ödemen (Hirnschwellungen) bis hin zu Demyelinisierung der Nervenbahnen.¹⁹

Während akute und massive Bleivergiftungen schnell zum Tod durch multiples Organversagen oder schwere Krämpfe führen, ist die bei den Igeln nachgewiesene chronische, schleichende Belastung möglicherweise noch heimtückischer.²² Sublethale Bleikonzentrationen führen zu einer schleichenden Degeneration der motorischen Fähigkeiten, zu Desorientierung, Lethargie und dem Verlust von Fluchtreflexen. Betroffene Tiere können Ataxie (Bewegungsstörungen) entwickeln oder erblinden.¹⁹

In einer Umgebung, die so viele unmittelbare Gefahren birgt wie der städtische Raum, ist ein derart neurologisch kompromittiertes Tier extrem benachteiligt. Ein Igel, dessen Reaktionszeit durch Schwermetalle verlängert ist und dessen Orientierungssinn schwindet, wird mit ungleich höherer Wahrscheinlichkeit das Opfer eines herannahenden Autos.²⁰ Es ist eine tragische Ironie der Forschungsmethodik: Die Tatsache, dass die Forscher primär überfahrene Tiere („Roadkill“) untersuchten, könnte zum Teil genau darauf zurückzuführen sein, dass diese spezifischen Individuen aufgrund ihrer inneren Vergiftung nicht mehr in der Lage waren, Gefahren im Straßenverkehr adäquat auszuweichen.

Agrargifte im städtischen Mikrokosmos: Pestizide, Herbizide und Rodentizide

Obwohl die Lund-Studie primär das städtische und peri-urbane Umfeld in den Fokus nahm, zeigte die toxikologische Analyse der Leberproben eine signifikante Belastung durch Substanzen, die gemeinhin mit der industriellen Landwirtschaft assoziiert werden: Agrargifte in Form von Pestiziden.³ Die Einstufung des städtischen Raums als pestizidfreie Zone ist ein fataler Trugschluss.

Die Forscher in Lund stellten das Vorhandensein verschiedener Pestizidklassen fest.⁷ Um das spezifische Profil dieser Belastung in europäischen Igeln genauer zu verstehen, lohnt sich ein vergleichender Blick auf korrespondierende Studien aus dem benachbarten Dänemark. Wie Forschungen von Vorkamp et al. (2024) zur Pestizidbelastung dänischer Igelpopulationen – die thematisch und geografisch eng mit der schwedischen Studie verwandt sind – im Detail aufzeigten, ist das Spektrum der Gifte enorm breit.¹¹

In diesen Untersuchungen wurden Rodentizide (Rattengifte) mit alarmierender Häufigkeit

nachgewiesen; in 84 % der Leberproben fanden sich Rückstände, wobei Bromadiolon (in 79 % der Fälle) und Difenacoum am häufigsten vertreten waren.¹¹ Diese Stoffe, die als Blutgerinnungshemmer (Antikoagulanzen) wirken, werden massenhaft zur Bekämpfung von Nagetieren in städtischen Kellern, Lagern und Abwassersystemen eingesetzt. Igel können diese Gifte aufnehmen, indem sie entweder vergiftete Köder direkt fressen oder, was wahrscheinlicher ist, vergiftete Wirbellose oder Kadaver kleiner Nager vertilgen.²

Ebenso wurden Insektizide (wie das Nervengift Imidacloprid und Permethrin) sowie Herbizide (wie Metamitron und Fluroxypyr) in hohen Konzentrationen gefunden.¹¹ Diese Substanzen stammen nicht zwingend von großen landwirtschaftlichen Feldern. Sie werden in immensen Mengen in privaten Gärten zur Bekämpfung von Blattläusen eingesetzt, von kommunalen Betrieben zur Unkrautvernichtung auf Gehwegen gesprüht oder in Parks zur Pflege von Rasenanlagen verwendet.⁷

Die Kombination all dieser Pestizide in der Leber eines einzigen Tieres erzeugt einen sogenannten toxischen Cocktail, dessen kombinierte gesundheitliche Auswirkungen – die synergistische Toxizität – wissenschaftlich kaum vorhersehbar sind. Auch wenn für viele dieser isolierten Substanzen noch keine spezifischen adversen Effektschwellen für den europäischen Igel definiert wurden, steht zweifelsfrei fest, dass eine Leber, die permanent gegen ein Dutzend verschiedener Industriegifte und Pestizide ankämpfen muss, erhebliche metabolische Ressourcen verbraucht und das Tier physiologisch schwächt.¹¹

Die ökologische Mechanik der Bioakkumulation und Biomagnifikation

Um das massive Ausmaß der gefundenen Schadstoffe im Igelgewebe vollumfänglich zu begreifen, ist es unabdingbar, die Mechanismen der Bioakkumulation und Biomagnifikation innerhalb der urbanen Nahrungsketten detailliert zu betrachten. Schadstoffe regnen nicht einfach auf den Igel herab; sie werden in einem komplexen ökologischen Prozess gefiltert, konzentriert und an die Spitze der Nahrungskette weitergereicht.¹⁶

Die Basis dieses Prozesses bildet das Erdreich. Urbane Böden fungieren als physikalische und chemische Senke für nahezu alle anthropogenen Emissionen.³ Wenn ein Reifenabriebpartikel (reich an PAK und Schwermetallen) oder ein Stück Mikroplastik (ausdünstend mit Phthalaten) auf dem Boden landet, werden die Toxine durch Regen in die obersten Bodenschichten gewaschen.⁷

Hier kommen die Detritivoren (Zersetzer) ins Spiel, insbesondere der Regenwurm, der eine der Hauptnahrungsquellen des Igels darstellt.⁸ Wie korrespondierende bodenökologische Forschungen belegen, nehmen Regenwürmer bei der Zersetzung von organischem Material kontinuierlich Erde auf. Dabei bioakkumulieren sie toxische Metalle wie Cadmium, Quecksilber und Blei sowie lipophile organische Substanzen wie PCB direkt in ihrem eigenen Gewebe.¹¹ Ein

einzelner Regenwurm mag nur mikroskopische Mengen dieser Gifte enthalten, doch die absolute Masse addiert sich.

Der Igel, der in der urbanen Nahrungskette eine Position als Sekundärkonsument (oftmals auch als Spitzenprädatoren in kleinen Mikrobiotopen) einnimmt, muss jede Nacht gewaltige Mengen dieser Wirbellosen fressen, um seinen hohen Energiebedarf zu decken.⁸ Da lipophile Stoffe wie PCB und Phthalate fettlöslich sind, werden sie nicht über den Urin oder Kot ausgeschieden. Stattdessen lagern sie sich bei der Verdauung der Beutetiere in den Fettreserven und im Lebergewebe des Igels an.⁹

Dieser Prozess, bei dem die Schadstoffkonzentration von Trophieebene zu Trophieebene (vom Boden zum Wurm, vom Wurm zum Igel) stetig ansteigt, wird als Biomagnifikation bezeichnet.¹⁶ Der Igel agiert somit als ein lebender Staubsauger für Umweltgifte. Er sammelt die gering konzentrierte, weitflächige Kontamination eines ganzen Parks durch die Nahrungsaufnahme auf und verdichtet sie in seinem eigenen, kleinen Organismus auf toxische, messbare Spitzenwerte. Die Tatsache, dass das Lund-Team bei Jungtieren und adulten Tieren erstaunlich ähnliche Spurenelementkonzentrationen (mit Ausnahme weniger Elemente wie Pb, Al, As) fand, deutet darauf hin, dass die Akkumulationsrate in bestimmten stark verschmutzten urbanen Habitaten so immens hoch ist, dass die Sättigung der Gewebe bereits in den ersten Lebensmonaten rasant voranschreitet.²

Synergetische Bedrohungen: Die Kombination aus Chemie und Technik

Die toxikologische Belastung existiert nicht im luftleeren Raum. Sie ist Teil eines komplexen Netzes aus Bedrohungen, die den Igel in der modernen Stadt belasten. Besonders kritisch wird es, wenn die unsichtbaren chemischen Gefahren mit den sichtbaren technischen Gefahren kollidieren, was zu verheerenden Synergieeffekten führt.

Wie bereits dargelegt, führen Schwermetalle wie Blei zu neurologischen Ausfällen, verlangsamten Reaktionen und einer Desensibilisierung gegenüber Gefahren.¹⁹ Diese toxische Schwächung trifft nun auf ein städtisches Umfeld, das technologisch hochgradig aufgerüstet ist. Neben dem permanenten Risiko des Straßenverkehrs haben Forschungen der letzten Jahre eine weitere, stark wachsende Bedrohung identifiziert: automatisierte Gartenpflegegeräte, insbesondere Mähroboter.

Renommierte Institute wie das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) in Berlin unter der Leitung der Verhaltensbiologin Dr. Anne Berger sowie die Universität Oxford, vertreten durch die Biologin Dr. Sophie Lund Rasmussen, haben zeitgleich alarmierende Untersuchungen zu Schnittverletzungen durch autonome Mähroboter publiziert.¹² Ein gesunder Igel verlässt sich bei Gefahr auf seinen angeborenen Einrollreflex – eine Verteidigungsstrategie, die gegen natürliche Prädatoren wie Dachse oder Füchse über Jahrtausende hervorragend

funktionierte, gegen die rotierenden Stahlklingen eines Mähroboters jedoch absolut wirkungslos, ja sogar tödlich ist.¹²

Ein Igel, der durch sublethale Bleivergiftungen neurologisch verlangsamt ist oder unter der immunsuppressiven Wirkung von PCB und Phthalaten leidet, hat einer solchen technischen Bedrohung noch weniger entgegenzusetzen. Die Toxine töten das Tier in diesem Fall nicht direkt; sie berauben es vielmehr seiner letzten verbliebenen Fähigkeiten, in einem feindlichen urbanen Raum zu überleben.

Interessanterweise befeuert die Erkenntnis dieser multiplen Bedrohungen auch neue, innovative Lösungsansätze, die auf einem tieferen Verständnis der Biologie basieren. Jüngste Forschungen von Dr. Rasmussen aus dem Frühjahr 2026, publiziert im Journal *Biology Letters*, haben ergeben, dass die Anatomie des europäischen Igels darauf ausgelegt ist, hochfrequenten Ultraschall von bis zu 85 Kilohertz (kHz) wahrzunehmen.²⁵ Zum Vergleich: Das menschliche Gehör endet bei etwa 20 kHz, das von Hunden bei 45 kHz.²⁵

Diese fundamentale biologische Entdeckung eröffnet völlig neue Wege für den technischen Artenschutz. Derzeit arbeiten Forscher und Industrieunternehmen gemeinsam daran, auf Basis dieser Frequenzdaten spezifische Ultraschall-Repeller (Abschreckungssysteme) zu entwickeln. Diese könnten in Mähroboter oder sogar in Stoßstangen von Autos integriert werden.²⁶ Wenn das Fahrzeug oder der Mäher sich nähert, sendet das Gerät einen hochfrequenten, für Menschen unhörbaren Warnton aus, der den Igel dazu veranlasst, rechtzeitig die Flucht zu ergreifen, anstatt sich instinktiv einzurollen.²⁷

Doch während solche technologischen Innovationen Hoffnung im Kampf gegen die physischen Gefahrenquellen bieten, gibt es keinen einfachen akustischen Schalter, um die chemische Vergiftung der Böden abzustellen. Die Schadstoffbelastung bleibt das weitaus hartnäckigere und komplexere Problem.

Implikationen für die menschliche Gesundheit: Der "One Health"-Ansatz

Die weitreichendste und vielleicht unbequemste Schlussfolgerung, die sich aus der Analyse der Universität Lund ziehen lässt, betrifft uns Menschen selbst. Die Forschung an Wildtieren in städtischen Räumen rückt zunehmend das Konzept von „One Health“ (Eine Gesundheit) in den Fokus der Wissenschaft – die Erkenntnis, dass die Gesundheit von Ökosystemen, Wildtieren und Menschen untrennbar miteinander verbunden ist.³

Wenn Maria Hansson konstatiert, dass städtische Igel uns einen einzigartigen Einblick in die Art der Umweltverschmutzung geben, die uns „direkt umgibt“, formuliert sie eine unmissverständliche Warnung.³ Der Lebensraum des städtischen Igels ist kein isoliertes Naturreservat am anderen Ende der Welt. Es ist der Vorgarten, in dem Familien im Sommer grillen. Es ist der Stadtpark, in dem Kleinkinder im Sand und auf dem Rasen spielen. Es ist der

Grünstreifen, an dem Haustiere ausgeführt werden.

Die exakt gleichen Böden, die den Regenwurm mit Blei, PCB und Phthalaten belasten, setzen auch uns diesen Stoffen aus.⁵ Kinder stecken beim Spielen im Freien unweigerlich schmutzige Hände in den Mund und nehmen so kontaminierte Bodenpartikel auf. Die Luft, die den Reifenabrieb und die Ausdünstungen von Gebäudeisolierungen transportiert, wird von den Anwohnern täglich eingeatmet.⁷ Wenn ein Säugetier, das in dieser Umgebung lebt, toxische Schwellenwerte für Schwermetalle überschreitet und massiv mit krebserregenden und hormonverändernden Weichmachern belastet ist, liefert dies einen extrem besorgniserregenden Indikator für die chronische Hintergrundbelastung der menschlichen Stadtbewohner.¹

Die Implikationen für die Stadtplanung, die Umweltgesetzgebung und das persönliche Konsumverhalten sind daher immens. Die Studie verdeutlicht, dass das bloße Vorhandensein von Bäumen und Rasenflächen eine Stadt noch lange nicht "grün" oder gesund macht. Solange diese Flächen als chemische Müllhalden für die unsichtbaren Emissionen unserer Industriegesellschaft fungieren, bleibt die urbane Natur toxisch kompromittiert.⁵

Schlussfolgerungen und strategische Handlungsempfehlungen

Die Studie der Universität Lund über die Schadstoffbelastung europäischer Igel markiert einen Wendepunkt im Verständnis urbaner Ökologie. Die detaillierte Quantifizierung von über 50 toxischen Substanzen, von historischen Altlasten bis hin zu modernen Alltagschemikalien, demontiert die Illusion unberührter städtischer Refugien.³

Basierend auf der rigorosen Datenlage der Publikation „The dead can talk“ sowie den ergänzenden Erkenntnissen zur Lebensweise und den Gefährdungsfaktoren des Igels ergeben sich zwingende Handlungsanweisungen für Wissenschaft, Politik und Zivilgesellschaft:

1. Etablierung eines standardisierten und flächendeckenden Biomonitorings: Die Methode der Lund-Forscher, Verkehrstopfer und Kadaver aus Wildtierstationen systematisch toxikologisch auszuwerten, hat sich als hocheffizient, ethisch einwandfrei und wissenschaftlich extrem ergiebig erwiesen.¹ Dieses nicht-destruktive Biomonitoring sollte nicht auf einzelne akademische Studien beschränkt bleiben. Es muss als standardisiertes, europaweites Instrument der staatlichen Umweltüberwachung institutionalisiert werden. Nur durch kontinuierliche Datenerhebung an Bioindikatoren wie dem Igel lassen sich chemische Hotspots in Städten identifizieren und die Wirksamkeit von Schadstoffregulierungen überprüfen.³

2. Drastische Reduktion des Eintrags synthetischer Materialien und Chemikalien: Die erschreckend hohe Prävalenz von Phthalaten und Pestiziden im Gewebe der Tiere erfordert ein sofortiges politisches und gesellschaftliches Umdenken.⁵ Der Einsatz von Pestiziden,

Herbiziden und Rodentiziden in privaten Gärten und bei der kommunalen Grünflächenpflege muss gesetzlich drastisch minimiert und durch biologische, mechanische Verfahren ersetzt werden, um die Kontamination der Bodenlebewesen zu stoppen.³ Ebenso bedarf es weitreichender Regulierungen bezüglich der Auswaschung von Weichmachern aus Baumaterialien, Reifen und Kunststoffen, die ungeschützt der Witterung im urbanen Raum ausgesetzt sind.

3. Aktives Management historischer Altlasten: Das anhaltende Vorhandensein von hochtoxischen PCB und extremen Bleikonzentrationen, Jahrzehnte nach deren Verbot oder Einschränkung, belegt das massive Problem persistenter Umweltgifte.⁵ Es reicht nicht aus, zukünftige Emissionen zu verbieten. Städtische Planungsbehörden müssen Konzepte zur Sanierung oder zumindest zur sicheren Isolation hochgradig kontaminierter Böden entwickeln, insbesondere in Bereichen, in denen historische Industrieanlagen oder stark befahrene Verkehrsknotenpunkte an Grünflächen grenzen.⁵

4. Förderung von interdisziplinärem, technologischem Artenschutz: Während die chemische Belastung an der Wurzel bekämpft werden muss, erfordert der Schutz der geschwächten Populationen vor akuten physischen Bedrohungen unmittelbare technische Innovationen.¹² Die Erkenntnisse über das Ultraschall-Hörvermögen der Igel bieten eine vielversprechende Grundlage.²⁶ Die Industrie muss in die Pflicht genommen werden, auf Basis dieser biologischen Daten Sicherheitssysteme für Mähroboter und Kraftfahrzeuge zu entwickeln und flächendeckend zu implementieren, um die unnatürliche Mortalitätsrate im Straßenverkehr und in privaten Gärten zu senken.²⁶

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der europäische Igel weit mehr ist als nur ein stacheliger Gast in unseren Gärten. Er ist ein stiller, aber präziser Chronist unseres zivilisatorischen Handelns. Jeder analysierte Kadaver erzählt die Geschichte unserer Baumaterialien, unserer Mobilität, unserer landwirtschaftlichen Praktiken und unserer Fehler der Vergangenheit.¹ Wenn wir die toxikologischen Befunde dieser Forschung ernst nehmen, dienen sie nicht nur dem Erhalt einer faszinierenden Tierart, sondern sind ein entscheidender Leitfaden zur dringend notwendigen Sanierung und Entgiftung der Lebensräume, die wir selbst tagtäglich bewohnen. Die Toten haben gesprochen – es obliegt nun der menschlichen Gesellschaft, die richtigen Konsequenzen aus dieser eindringlichen Botschaft zu ziehen.

Referenzen

1. The dead can talk : Investigating trace element and organic pollutant ..., Zugriff am März 28, 2026, <https://lup.lub.lu.se/search/publication/6e3dc333-0fd7-4de0-927b-36552fa3a385>
2. Mammals - Beyond Pesticides, Zugriff am März 28, 2026, <https://www.beyondpesticides.org/programs/wildlife/mammals>
3. 50 Substanzen nachgewiesen: Unsere Igel sind stark mit Schadstoffen belastet, Zugriff am März 28, 2026,

- https://www.focus.de/wissen/50-substanzen-nachgewiesen-unsere-igel-sind-stark-mit-schadstoffen-belastet_65727294-c7bf-4cde-a143-1fca7aafed92.html
4. Surprising number of environmental pollutants in hedgehogs | BECC, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.becc.lu.se/article/surprising-number-environmental-pollutants-hedgehogs>
 5. Many dangerous contaminants in urban green spaces, according to hedgehogs, Zugriff am März 28, 2026,
<https://resoilfoundation.org/en/environment/verde-urbano-contaminanti-ricci/>
 6. Surprising number of environmental pollutants in hedgehogs - ScienceDaily, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.sciencedaily.com/releases/2025/04/250401131532.htm>
 7. Surprising number of environmental pollutants in hedgehogs - Lund University, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.lunduniversity.lu.se/article/surprising-number-environmental-pollutants-hedgehogs>
 8. Researchers Find Lead, Plastic Additives and Other Contaminants ..., Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.ecowatch.com/hedgehogs-plastic-pollution-contaminants.html>
 9. A Review of the Occurrence of Metals and Xenobiotics in European Hedgehogs (Erinaceus europaeus) - MDPI, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.mdpi.com/2076-2615/14/2/232>
 10. Nondestructive pollution exposure assessment in the European hedgehog (Erinaceus europaeus): III. Hair as an indicator of endogenous organochlorine compound concentrations - PubMed, Zugriff am März 28, 2026,
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16494237/>
 11. The dead can talk: Investigating trace element and organic pollutant exposure in mammalian roadkill under contrasting habitats | Request PDF - ResearchGate, Zugriff am März 28, 2026,
https://www.researchgate.net/publication/387742076_The_dead_can_talk_Investigating_trace_element_and_organic_pollutant_exposure_in_mammalian_roadkill_under_contrasting_habitats
 12. Neue Forschung zu Schnittverletzungen bei Igel durch Mähroboter entdeckt erhebliches, aber lösbares Tier- und Artenschutzproblem - Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.izw-berlin.de/de/pressemitteilung/neue-forschung-zu-schnittverletzungen-bei-igeln-durch-maehroboter-entdeckt-erhebliches-aber-loesbares-tier-und-artenschutzproblem.html>
 13. Miniaturized multiresidue method for the analysis of pesticides and persistent organic pollutants in non-target wildlife animal liver tissues using GC-MS/MS | Request PDF - ResearchGate, Zugriff am März 28, 2026,
https://www.researchgate.net/publication/350746484_Miniaturized_multiresidue_method_for_the_analysis_of_pesticides_and_persistent_organic_pollutants_in_non-target_wildlife_animal_liver_tissues_using_GC-MSMS
 14. Ingestion of plastics by terrestrial small mammals | Request PDF - ResearchGate,

- Zugriff am März 28, 2026,
https://www.researchgate.net/publication/361296353_Ingestion_of_plastics_by_terrestrial_small_mammals
15. Occurrence of the phthalate esters in soil and street dust samples from the Novi Sad city area, Serbia, and the influence on the children's and adults' exposure - ResearchGate, Zugriff am März 28, 2026,
https://www.researchgate.net/publication/298798953_Occurrence_of_the_phthalate_esters_in_soil_and_street_dust_samples_from_the_Novi_Sad_city_area_Serbia_and_the_influence_on_the_children's_and_adults'_exposure
 16. Exposure of wild biota to plastic additives – how much do we know and where are the current knowledge gaps? - Environmental Science: Processes & Impacts (RSC Publishing) DOI:10.1039/D5EM00709G - The Royal Society of Chemistry, Zugriff am März 28, 2026,
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2026/em/d5em00709g>
 17. High levels of environmental pollutants and heavy metals in hedgehogs, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.cec.lu.se/article/high-levels-environmental-pollutants-and-heavy-metals-hedgehogs>
 18. High Levels of Heavy Metal(loid)s Related to Biliary Hyperplasia in Hedgehogs (Erinaceus europaeus) - MDPI, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.mdpi.com/2076-2615/13/8/1359>
 19. Lead Toxicity and its Effects on Animals and Animal Products - California Department of Food and Agriculture - CDFA, Zugriff am März 28, 2026,
https://www.cdfa.ca.gov/ahfss/Animal_Health/pdfs/leadtoxicity.pdf
 20. Lead Toxicosis | Cornell Wildlife Health Lab, Zugriff am März 28, 2026,
<https://cwhl.vet.cornell.edu/resource/lead-toxicosis>
 21. Lead Poisoning in Animals - Toxicology - Merck Veterinary Manual, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.merckvetmanual.com/toxicology/lead-poisoning/lead-poisoning-in-animals>
 22. Lead Toxicity in Wildlife - Dane County Humane Society, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.giveshelter.org/news/lead-toxicity-in-wildlife>
 23. Pesticides in the population of European hedgehogs (Erinaceus europaeus) in Denmark, Zugriff am März 28, 2026,
https://www.researchgate.net/publication/383094661_Pesticides_in_the_population_of_European_hedgehogs_Erinaceus_europaeus_in_Denmark
 24. Applied Hedgehog Conservation Research - ResearchGate, Zugriff am März 28, 2026,
https://www.researchgate.net/profile/Sophie-Rasmussen/publication/380317294_Applied_Hedgehog_Conservation_Research/links/6635011b08aa54017ad9caf6/Applied-Hedgehog-Conservation-Research.pdf
 25. Could ultrasound help save hedgehogs? - EurekAlert!, Zugriff am März 28, 2026,
<https://www.eurekalert.org/news-releases/1118729>
 26. New study suggests ultrasound could help save hedgehogs - University of Oxford, Zugriff am März 28, 2026,

<https://www.ox.ac.uk/news/2026-03-11-new-study-suggests-ultrasound-could-help-save-hedgehogs>

27. New study finds ultrasound could help save hedgehogs from road deaths - AP Newsroom, Zugriff am März 28, 2026,

<https://newsroom.ap.org/detail/Newstudyfindsultrasoundcouldhelpsavehedgehogsfromroaddeaths/361f779a70154f3a9a8594fb901f964e/video>