

# Mehr Raum für Tiere und Pflanzen in der Stadt

**Sebastian T. Meyer**

## Zusammenfassung

Städtische Entwicklung gefährdet Biodiversität durch den Verlust von Lebensraum und dessen Fragmentierung. Gleichzeitig sind Städte Lebensraum für viele Pflanzen und Tiere. Dies sind Arten, die in Resten natürlicher Habitats in der Stadt vorkommen, die aus den ländlichen Kulturlandschaften stammen und sich in der Stadt erhalten konnten, die sich an die Bedingungen der Stadt angepasst haben oder die dort ihre normalen Lebensbedingungen finden, die vom Menschen gezielt angesiedelt werden oder die aus der Umgebung der Stadt zeitweise einwandern. Welche Eigenschaften des öffentlichen Raums es Arten ermöglichen, in der Stadt vorzukommen, haben wir in einem Forschungsprojekt, dem 100-Plätze-Projekt, untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass einerseits jede Form von Vegetation in der Stadt weitere Diversität, insbesondere die von Tieren, begünstigt und andererseits verschiedene Artengruppen unterschiedlich stark auf verschiedene Vegetationsstrukturen wie Grasflächen, Sträucher und Bäume reagieren. Öffentliche Räume mit hoher Strukturvielfalt zu schaffen und zu erhalten, ist daher wichtig für urbane Biodiversität. Damit Tiere und Pflanzen in unseren Städten einen Lebensraum finden, bedarf es weiterer Forschung, um die dafür notwendigen Faktoren mechanistisch zu verstehen. Ein solches Verständnis bildet die Grundlage, um Natur besser in städtische Planungsprozesse zu integrieren und zukünftige Städte lebenswert für Menschen sowie tierische und pflanzliche Mitbewohner zu gestalten.

## Summary

### Space for animals and plants in the city

Urbanization endangers biodiversity through the loss of habitat and its fragmentation. At the same time, cities are habitats for many plants and animals. These are species that occur in remnants of natural habitats in the city, come from rural cultural landscapes and have survived in the city, have adapted to the city conditions or find their normal living conditions there, are deliberately introduced by humans, or temporarily migrate from the city's surroundings. In a research project, the 100-squares project, we investigated which characteristics of the public space enable species to occur in the city. The results show that, on the one hand, every form of vegetation in the city favors further diversity, especially that of animals, and on the other hand, different species groups react differently to different vegetation structures such as grassy areas, shrubs, and trees. Creating and maintaining public spaces with high structural diversity is therefore important for urban biodiversity. Future research is needed to mechanistically understand the factors that are necessary for animals and plants to find a habitat in our cities. Such an understanding forms the basis for better integrating nature into urban planning processes and making future cities liveable for not only human but also animal and plant inhabitants.

Der Beitrag basiert auf einem vom Autor überarbeiteten Transkript seines Vortrags vom 9. April 2024 in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

✉ PD Dr. Sebastian T. Meyer, TU München, Lehrstuhl für Terrestrische Ökologie, Hans-Carl-von Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising; sebastian.t.meyer@tum.de

## Einführung

Aus dem Jena-Experiment, das seit 2022 die Auswirkung von Pflanzenvielfalt auf Prozesse und andere Artengruppen untersucht und das damit eines der längsten Biodiversitätsexperimente weltweit ist,<sup>1</sup> wissen wir, dass im gesamten Nahrungsnetz Diversität gut für Diversität ist. Mehr pflanzliche Diversität führt zu mehr Insektenarten, zu mehr Interaktionen, zu engeren Nahrungsnetzen und zu einer besseren Kontrolle von Schädlingen (Weisser et al. 2017). Wenn wir an die Stadt denken, denken wir zunächst jedoch an die Menschen in ihr und nicht an Biodiversität. Der Zuwachs der Städte ist ungebremst. Dadurch nehmen städtische Verdichtung, die einen Verlust an innerstädtischem Grünraum zur Folge hat, und Zersiedelung weiter zu, d. h., die Vorstädte wachsen immer weiter in das Umland hinein und die Fragmentierung der Lebensräume nimmt zu. Beide Prozesse, Verstädterung und Zersiedelung, führen dazu, dass immer weniger Raum für Natur und insbesondere für Tiere bleibt und die Biodiversität in Städten weltweit abnimmt (Aronson et al. 2014). In einer globalen Analyse wurde die städtische Entwicklung 2016 hinter Übernutzung und Landwirtschaft auf Platz 3 unter den Hauptursachen für die Bedrohung von Arten genannt (Maxwell et al. 2016). Dennoch leben auch in den Städten viele Tierarten, wie im Folgenden dargestellt werden wird.

## Tierarten und biologische Vielfalt in der Stadt

Die Tiere, die in der Stadt leben, lassen sich grob folgenden Kategorien zuordnen:

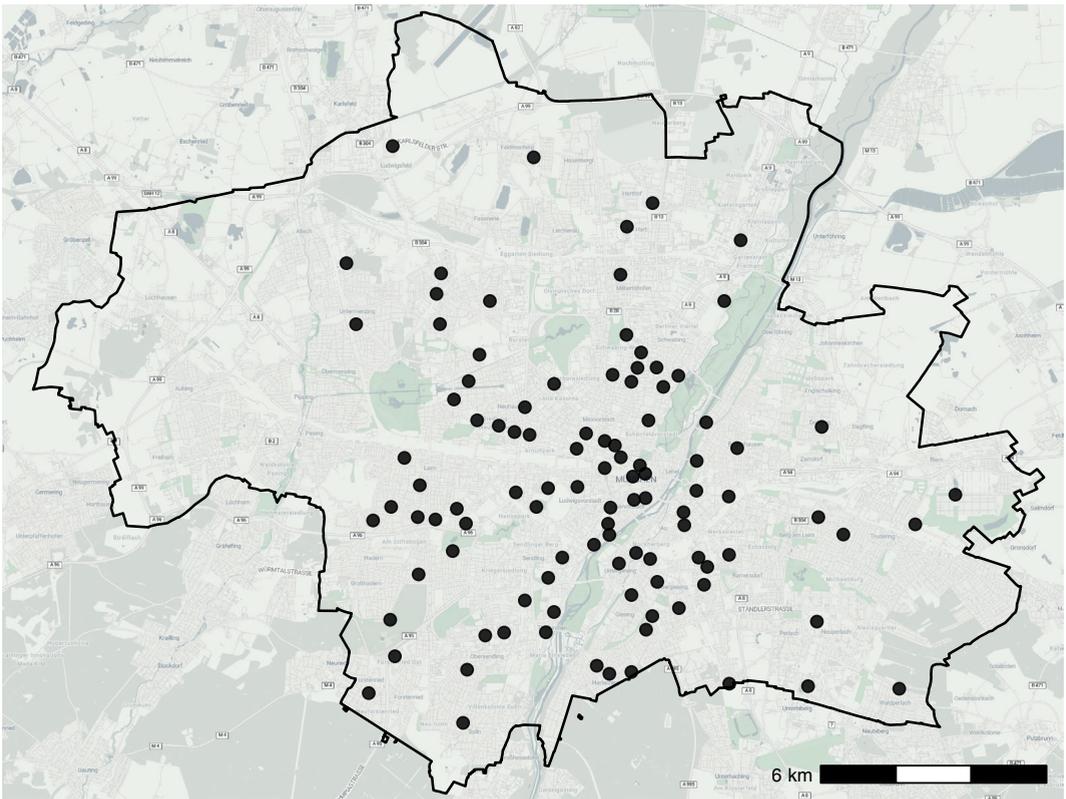
- Arten in übrig gebliebenen natürlichen Habitaten, wie z. B. der Eisvogel, der in Auwäldern entlang der Isar vorkommt.
- Arten der ländlichen Kulturlandschaft, die sich in der sich ausbreitenden Stadt erhalten konnten, wie z. B. der Haussperling.
- Arten, die in den Gegebenheiten der Stadt ihre normalen Lebensbedingungen finden. Die Urbanisierung vergrößert auf diese Weise

den Lebensraum von Fels- und Höhlenbewohnern (Urban-Cliff-Hypothese, Larson et al. 2000, 2004). Felshabitate machen in der gemäßigten Klimazone nur 0,5% der Erdoberfläche aus und sind durch die Nutzung als Steinbrüche oder als Naherholungs- und Sportrefugien bedroht. So weichen z. B. Dohlen auf hohe Gebäude, Gemäuer oder technische Bauten aus, die höhlenartige Strukturen bieten, die Stadtaube findet auf Häusern, Mauern, Brücken und Balkonen einen felsähnlichen Lebensraum und Wanderfalken brüten auf Kirchtürmen oder Hochhäusern.

- Arten, die sich an die Stadt angepasst haben, wie z. B. Füchse, Wildschweine und zunehmend Waschbären. Anpassungen im Verhalten, z. B. bei der Nahrungssuche und Ablegen der Scheu vor Menschen, erleichtern ihnen das Leben in der Stadt.
- Arten, die der Mensch gezielt ansiedelt. Dies betrifft insbesondere die Vegetation, die als Gestaltungselement in Gärten und Parks in die Stadt gebracht wurde. Zunehmend rücken auch Ökosystemleistungen wie zum Beispiel Hitzeminderung oder CO<sub>2</sub>-Speicherung bei der Ansiedlung in den Fokus. Diese geplanten Arten haben potenziell auch Auswirkungen auf die nicht geplante Vegetation und auf die Tiere.
- Arten aus der Umgebung der Stadt. Bis zu 50% der Tierarten, die im Umland vorkommen, kommen auch in der Stadt vor (Sweet et al. 2022). Sie wandern in die Stadt ein und nutzen sie als Lebensraum.

Der urbane Raum stellt also nicht nur eine Bedrohung für die Natur, sondern potenziell auch Lebensraum für Pflanzen und Tiere dar. Städte weisen eine höhere Artenvielfalt auf als der umgebende ländliche Raum, wie für Pflanzen (Gesamtzahl, einheimische Arten, Archäo-, Neophyten) am Beispiel Halle (Wania et al. 2006), aber auch für ganz Deutschland (Kühn et al. 2004) gezeigt wurde. Daher kommt Städten aus Naturschutzsicht eine Verantwortung für den Erhalt von Lebensräumen zu. Große historische Grünflächen wie der Central Park in New York oder der Englische Garten in München sind Hotspots urbaner Biodiversität. Da i. d. R. im städtischen Bereich keine neuen großen Grünflächen mehr geschaffen werden, spielt die Etablierung von kleinräumigem Grün im öffentlichen Raum eine

1 Das Jena Experiment (Beginn 2002 an der Universität Jena); Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, [www.the-jena-experiment.de](http://www.the-jena-experiment.de) [abgerufen 24.05.2024].



**Abb. 1.** Lage der im Rahmen des »100-Plätze-Projekts« untersuchten 103 ausgewählten öffentlichen städtischen Plätze in München. – Karte: Andrew Fairbairn; Hintergrundkarte © Stadia Maps stadiamaps.com, and © OpenStreetMap openstreetmap.org/copyright.

zentrale Rolle für Strategien zur Erhaltung oder Erhöhung der Biodiversität in Städten. Jedoch ist die Bedeutung kleinräumigen städtischen Grüns für urbane Biodiversität weit weniger gut untersucht, was die Motivation für ein Forschungsprojekt des Lehrstuhls für Terrestrische Ökologie der TU München war, das modellhaft Stadtplätze in München untersuchte: das 100-Plätze-Projekt.

### Artenreichtum auf Plätzen im Stadtgebiet Münchens

Aus den über 800 öffentlichen städtischen Plätzen in München haben wir 103 repräsentative Plätze auf der Grundlage von Größe, Lage in der Stadt und Grünanteil (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) ausgewählt (Abb. 1; Mühlbauer et al. 2021) und an ihnen eine Vielzahl von Merkmalen erfasst (Tab. 1). Diese Merkmale zusammen repräsentiert eine

Art »Grünheitsgradient« zwischen dem Marienplatz in der Münchner Innenstadt, der außer einigen Blumentrögen kein Grün beinhaltet, und dem parkartigen Athener Platz im Stadtteil Harlaching (Abb. 2). Wir haben die biologische Vielfalt (Artenreichtum, Abundanz oder Aktivität) verschiedener taxonomischer Gruppen auf jedem Platz mit gruppenspezifischen Methoden gemessen: Arthropoden (Saugproben), Bestäuber (Phytometerbeobachtungen), Vögel (Transekte), Fledermäuse (akustische Überwachung), kleine Säugetiere (Trittsuren-Tunnel), Moose (Übersicht) und Spontanvegetation (Erhebung der nicht geplanten und angepflanzten Pflanzen). Zusätzlich haben wir einen Multidiversitätsindex als kombiniertes Maß für den Artenreichtum über alle Taxa berechnet. Dazu wurden die Werte für den Artenreichtum der einzelnen taxonomischen Gruppen skaliert, indem sie durch den höchsten beobachteten Wert der jeweiligen Gruppe über

## Bäume, Sträucher, Gras



**Abb. 2.** Beispiele für im Projekt untersuchte Plätze in München, die einen Gradienten von vollständig versiegelten Plätzen wie dem Marienplatz bis hin zu sehr grünen parkartigen Plätzen wie dem Athener Platz abdecken. – Fotos: Michaela Unterbichler.

alle Plätze geteilt wurden, und anschließend über alle Gruppen aufsummiert (Fairbairn et al. 2024).

Werden die Plätze nach ansteigendem Gesamtartenreichtum angeordnet, zeigt sich bereits ein Zusammenhang mit dem Grünanteil. Der Artenreichtum reicht dabei von 20 bis 156 Arten (oder Artengruppen) auf den Plätzen (Fairbairn et al. 2024) und steigt mit höherem Grünanteil im Mittel an. Die Variabilität ist dabei hoch, zum Beispiel gibt es Plätze, die wesentlich weniger Spontanvegetation haben, als wir dort erwarten würden, und andere, an denen es überdurchschnittlich viele Moose gibt oder Vögel fast ganz fehlen. Dies sind erste Hinweise, dass die Taxa unterschiedlich auf Merkmale der Plätze reagieren.

Lineare Modelle zeigen die Auswirkungen des Grünanteils auf die individuellen taxonomischen Gruppen. Ein positiver, signifikanter Effekt der Begrünung konnte sowohl auf den Multidiversitätsindex der Plätze festgestellt werden als auch auf die Vielfalt und Abundanz/Aktivität von Arthropoden, Bestäubern, Vögeln und Kleinsäugetern und auf die Vielfalt von Moosen und von Pflanzen der Spontanvegetation. Keine signifikanten Auswirkungen hatte die Begrünung dagegen auf die Aktivität und Artenzahl von Fledermäusen und auf die Aktivität von Schädlingen unter den Kleinsäugetern (Fairbairn et al. 2024).

## Effekte unterschiedlicher Eigenschaften der Plätze

Um näher zu untersuchen, wie verschiedene Gestaltungsmerkmale die biologische Vielfalt der einzelnen taxonomischen Gruppen beeinflussen,

wurde die Bedeutung der einzelnen Platzmerkmale (Tab. 1) für den Grünanteil, den Multidiversitätsindex sowie für die einzelnen taxonomischen Gruppen über Random Forest Modelle (Fox et al. 2017) berechnet und analysiert (Fairbairn et al. 2024); innerhalb der Vögel wurden die Tauben dabei separat betrachtet. Es zeigte sich, dass einige wenige Platzeigenschaften für viele Gruppen eine große Bedeutung haben, wie das Vorkommen von Gras, Sträuchern und Bäumen und insbesondere der Anteil von Grasflächen auf einem Platz. Im Grunde stellt dies den Kehrwert von Versiegelung dar: Je mehr Boden versiegelt ist, umso weniger Raum ist vorhanden, auf dem biologische Aktivität stattfinden kann, bzw. je weniger Plätze versiegelt werden, umso besser ist dies für viele verschiedene Artengruppen. Die einzelnen Vegetationskomponenten können unterschiedliche Funktionen haben. Eine Rasenfläche kann je nach Bewirtschaftung eine große Vielfalt an Arthropoden aufweisen und damit für Vögel als Nahrungsquelle wichtig sein. Sträucher und Bäume können ebenfalls Nahrung, aber auch Schutz und Nistmöglichkeiten bieten.

Die Bedeutung der einzelnen Merkmale variiert jedoch stark zwischen den Gruppen. Vögel haben z.B. komplexe Anforderungen. Für alle Vögel außer Tauben haben Gras, das Strauchvolumen und die Dichte, die Vielfalt und das Alter von Bäumen einen positiven Einfluss, während sich die Anwesenheit von Menschen auf einem Platz negativ auf ihre Artenvielfalt und Häufigkeit auswirkt. Diese Störung kann zwar durch eine hohe Bedeutung verschiedener anderer Merkmale möglicherweise gemildert werden, bleibt aber

ein problematisches Thema, wenn wir sagen, wir tun etwas »für Mensch und Umwelt«. Die Nutzung eines begrünten Platzes hat positive Effekte auf die Menschen, aber nicht notwendigerweise auf die Natur, die diesen Raum ebenfalls nutzt. Wir müssen daher versuchen, die Nutzung durch den Menschen in einem verträglichen Rahmen zu halten, und integrierte Methoden finden, um z. B. stark und weniger stark genutzte Bereiche voneinander abzugrenzen. Für Tauben als klassische Nutzer der grauen Stadt sowie für die Schädlinge unter den Kleinsäugetern wirkt sich eine größere Zahl von Menschen dagegen positiv aus. Je grüner die Umgebung, desto weniger Tauben gibt es, und je mehr Menschen desto mehr Tauben, da diese direkt von den Ressourcen profitieren, die die Menschen hinterlassen. Für Bestäuber schließlich ist die lokale Blütenvielfalt und -häufigkeit angepflanzter Zierblumen am wichtigsten (Fairbairn et al. 2024). Abbildung 3 aus einer vorangegangenen Studie zeigt exemplarisch für die Vogelgemeinschaften (inkl. Tauben) die Auswirkung von Merkmalen der Plätze und stellt dabei auch Effekte der unterschiedlichen Jahreszeiten dar (Mühlbauer et al. 2021).

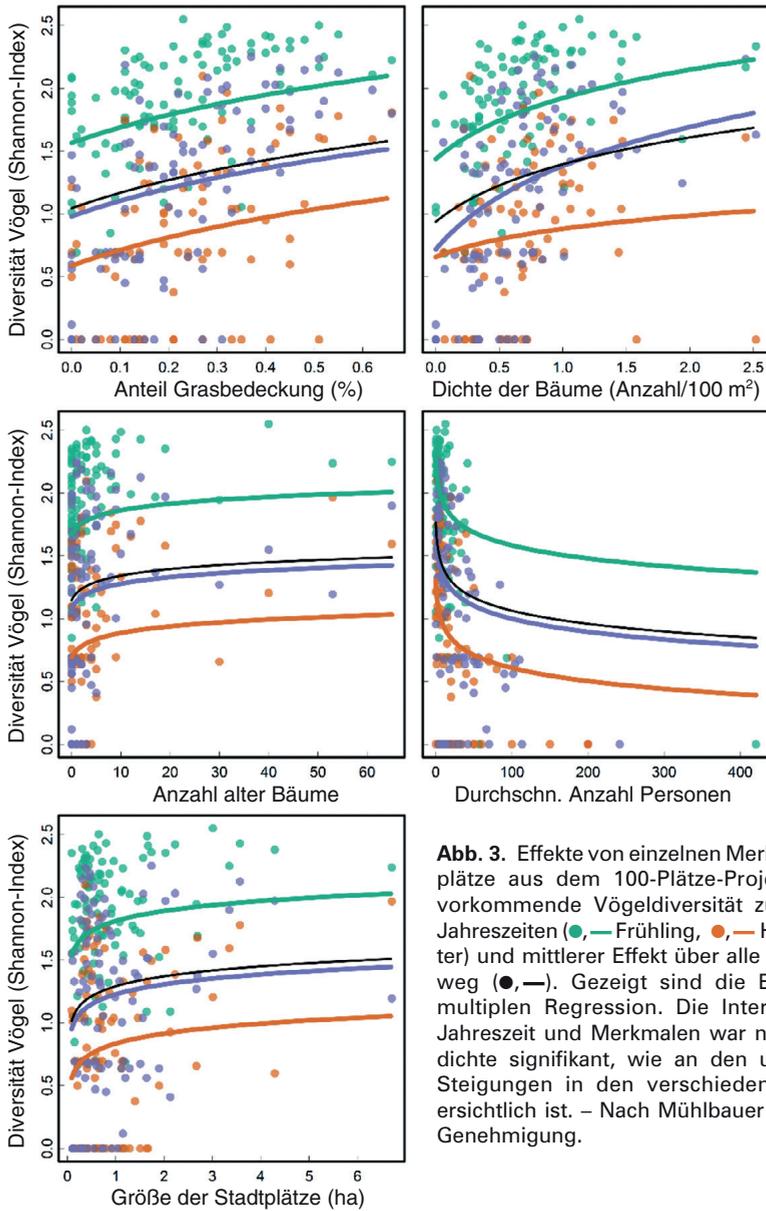
## Übertragbarkeit der Ergebnisse

Aktuell arbeiten wir daran, diese Ergebnisse zu generalisieren, d. h. sie von den Plätzen auf den Rest der Stadt zu übertragen. Dabei untersuchen wir, welche Effekte andere Landschaftselemente wie Flüsse und große Parks oder die Typologie von Bebauung auf verschiedene Gruppen von Tierarten haben und ob es außerdem Unterschiede zwischen Tagen, Jahreszeiten oder sogar Jahren gibt. Wir setzen dabei stark auf akustisches Monitoring und fokussieren uns auf die Vögel als Modellorganismen. Dazu haben wir 2023 an ca. 250 Standorten in ganz München kleine Rekorder angebracht und aus den aufgenommenen Sonogrammen mithilfe des Algorithmus BirdNET (Kahl et al. 2021) die Vogelrufe identifiziert und bestimmt.<sup>2</sup> Damit haben wir die Möglichkeit, die Fülle der verschiedenen Einflussgrößen, vom

- 2 BirdNET; developed by the K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics at the Cornell Lab of Ornithology in collaboration with Chemnitz University of Technology; <https://github.com/kahst/BirdNET-Analyser> [abgerufen 24.05.2024].

**Tab. 1.** Aufstellung von Merkmalen, die an den in Abb. 1 eingezeichneten Plätzen in München erhoben wurden. BHD: Brusthöhendurchmesser. – Angepasst nach Mühlbauer et al. 2021, mit Genehmigung.

Merkmal	Einheit	min. Wert	max. Wert
Größe	ha	0,09	6,71
Entfernung vom Stadtzentrum	km	0	10,88
Anteil grasbedeckter Oberfläche	0–1	0	0,66
Anteil Grün in 1 km Radius	0–1	0,174	0,757
Durchschn. Strauchvolumen	m <sup>2</sup>	0	1,46
Blühflächen	m <sup>2</sup>	0	460
Zahl der Baumarten	n	0	25
Anzahl alter Bäume	n	0	65
Anteil alter Bäume	0–1	0	1
Dichte der Bäume	1/100 m <sup>2</sup>	0	2,52
Median BHD Bäume	cm	0	76
Variabilität BHD Bäume	(keine)	0	1,07
Anzahl Personen auf dem Platz	n	0	262
Anzahl angrenzender Straßen	n	0	11
Künstliches Licht bei Nacht	(keine)	5912	178530
Wasserelemente	ja/nein	0	1
Anzahl Blüten angepflanzter Blumen	n	0	2831
Anzahl angepflanzter Blumenarten	n	0	10,3
Durchschn. Anzahl von Haustieren	n	0	4286



**Abb. 3.** Effekte von einzelnen Merkmalen der Stadtplätze aus dem 100-Plätze-Projekt auf die dort vorkommende Vögeldiversität zu verschiedenen Jahreszeiten (●, — Fröhlung, ●, — Herbst, ●, — Winter) und mittlerer Effekt über alle Jahreszeiten hinweg (●, —). Gezeigt sind die Ergebnisse einer multiplen Regression. Die Interaktion zwischen Jahreszeit und Merkmalen war nur für die Baumdichte signifikant, wie an den unterschiedlichen Steigungen in den verschiedenen Jahreszeiten ersichtlich ist. – Nach Mühlbauer et al. (2021), mit Genehmigung.

NDVI bis zu Vegetationsstruktur und Brachflächen, auf das Vorkommen und die Vielfalt von Vögeln zu prüfen. Durch Verbesserungen und Kostensenkungen bei den Aufzeichnungsgeräten und Auswertungsalgorithmen ist künftig auch ein groß angelegtes, langfristiges Monitoring möglich.

In der Stadtplanung gibt es das Leitbild »Innenentwicklung vor Außenentwicklung«. Es basiert auf zwei Annahmen: (1) Verdichtete

Städte sparen Ressourcen und Energie und (2) wuchernde Städte zerstören die Natur (mehr als die Nachverdichtung). Die erste Annahme geht insbesondere von Autos als Verkehrsmittel aus, die Straßen und Energie benötigen. Eine Nachverdichtung soll die Notwendigkeit des Pendelns zum Arbeitsplatz reduzieren. Mehr Anreize zum Radfahren und eine Verbesserung des öffentlichen Nahverkehrsangebots als Alternati-



**Abb. 4.** Lageplan des Entwurfs für die Nachverdichtung (weiße Flächen) in der Brandtstraße, München. – Zeichnung: bogevischs buero architektur & stadtplanung GmbH, michellerundschalk GmbH; reproduziert aus Weisser & Hauck (2023).

ven werden bei dieser Annahme kaum berücksichtigt. Die zweite Annahme impliziert, dass das Wachstum an der Stadtgrenze besonders platzverschwenderisch ist (Einfamilienhäuser) und dass die Natur außerhalb der Stadt wertvoller ist als die Natur in der Stadt. Das kann durchaus der Fall sein, wenn es sich um eine blühende Wiese am Stadtrand handelt im Vergleich mit einem weitgehend versiegelten Neubaugebiet. Aber es kann auch sein, dass eine Grünanlage in der Stadt mehr an Biodiversität aufweist als Flächen am Stadtrand, die durch intensive landwirtschaftliche Nutzung geprägt sind. In solchen Fällen wäre die Nachverdichtung aus Biodiversitätssicht kritisch zu bewerten. Dass eine Nachverdichtung urbane Biodiversität reduziert, zeigt zum Beispiel die starke Abnahme der Dichten von Haussperlingen in britischen Städten mit dem Einsetzen der Nachverdichtung ab 1990 gegenüber Dörfern, wo dieser Effekt nicht zu beobachten ist (Summers-Smith 2003). Mögliche Erklärungen für den Rückgang dieses klassischen Kulturfolgers in den nachverdichteten Quartieren sind das Fehlen von Nistplätzen, Insekten und Pflanzen als Nahrung, Schutzgehölzen, Wasserstellen und Sandbädern (Bernat-Ponce et al. 2018).

## Animal-Aided Design

Als ein möglicher Lösungsansatz für die Auswirkung von Nachverdichtung auf urbane Biodiversität wurde die Methode Animal-Aided Design am Lehrstuhl für Terrestrische Ökologie der TU München entwickelt (Hauck & Weisser 2015). Im Animal-Aided Design werden die Ansprüche von Tierarten charakterisiert und in einem Artenportrait so zusammengestellt, dass Gestalter daraus Vorschläge entwickeln können, wie der gesamte Lebenszyklus einer Zielart berücksichtigt werden kann, und Planer diese Gestaltungspläne in ihren Entwurfsplan übernehmen können. Erstmals wurde das Animal-Aided Design im Rahmen einer Nachverdichtung in der Brantstraße in München umgesetzt (Weisser & Hauck 2023; Abb. 4).<sup>3</sup> Das Ziel war, bestimmte Arten, die vor

3 Pilotprojekt im Stadtteil Laim, initiiert durch die TU München (Zentrum für Stadtnatur und Klimaanpassung, ZSK) und die Universität Kassel, in Kooperation mit der TU Wien und dem Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV); Bauherr: Wohnungsbaugesellschaft GEWOFAG Holding GmbH.



**Abb. 5.** Maßnahmen zur Förderung von Zielarten gemäß dem Animal-Aided Design bei einer Nachverdichtung im Projekt Brantstraße in München; **a:** Niststeine für Sperlinge (links), Mauersegler (mitte) und Quartiere für Fledermäuse (rechts), integriert in die Fassade; **b:** Schublade zum Überwintern von Igel, integriert in einen Geräteschuppen (zur Wartung geöffnet); **c:** Staubbad für Sperlinge, integriert in die Dachbegrünung der Geräteschuppen; **d:** »Spechtlaterne« als Nisthilfe für Grünspechte. – Fotos aus Weisser & Hauck (2023).

dem Bau von drei Wohnhausriegeln auf einer ehemaligen Wiese vorkamen, auch nach Abschluss der Nachverdichtung dort zu erhalten. Als Zielarten wurden der Braunbrustigel (*Erinaceus europaeus*), der Grünspecht (*Picus viridis*), die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und der Haussperling (*Passer domesticus*) identi-

ziert. Für die Sperlinge, Mauersegler und Fledermäuse wurden Nistkästen in die Hausfassade unter dem Dach eingebaut (Abb. 5a) und für Igel eine Überwinterungsmöglichkeit in Form einer ausziehbaren Kiste im Geräteschuppen geschaffen (Abb. 5b). Für den Sperling wurden auf der Dachbegrünung Sandflächen für Staubbäder

angelegt (Abb. 5c) und Niststeine in die Fassaden integriert. Für den Grünspecht steht ein begrüntes Dach als Nahrungsquelle zur Verfügung, auf dem wir experimentell den Einfluss der Substratdicke und -heterogenität sowie von Strukturelementen wie Steinhäufen, Totholz oder unterirdische Refugien auf die Fauna und auf Bodenorganismen ermittelt haben. Als Nisthilfe wurde eine spezielle »Spechtlaterne« angefertigt, ein Prototyp aus verschiedenen Holzarten mit Bohrungen und Höhlungen in verschiedenen Tiefen (Abb. 5d). Ob sie langfristig von Grünspechten genutzt werden wird, muss sich noch zeigen, da diese bisher kaum künstliche Bruthilfen anstelle von Bruthöhlen in Bäumen annehmen.

In Zukunft können moderne Technologien die Entwicklungen von weiteren integrierten und multifunktionalen Designelementen ermöglichen. So können zum Beispiel individuelle Nistkastenformen in Fassadenelemente integriert und über 3D-Druck aus Ton hergestellt werden (additive Fertigung mit Ton), die den jeweiligen Gestaltungs- und Designansprüchen genügen (Larikova 2021).

## Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Städte artenreich sein können. Jedoch bestimmen wir Menschen, wie artenreich eine Stadt ist. Eine diverse Stadt ist gut für die Natur, aber auch für Menschen, denn urbane Natur erbringt eine Reihe wichtiger Ökosystemleistungen. Zum Beispiel kann das Wahrnehmen von Natur in der Stadt, wie z. B. das Hören von Vogelgesang, zu positiven Gesundheitseffekten führen.

Für die aktuellen Herausforderungen ist eine Nachverdichtung von Städten, wie sie heute meist durchgeführt wird, aufgrund ihrer negativen Auswirkungen auf urbane Diversität keine gute Lösung. Integrierte Lösungen für eine Nachverdichtung sind jedoch möglich.

Es bedarf zukünftiger Forschung, um die Faktoren, die notwendig sind, damit Tiere und Pflanzen in unseren Städten einen Lebensraum finden, mechanistisch zu verstehen. Ein solches Verständnis bildet die Grundlage, um Natur besser in städtische Planungsprozesse zu integrieren und zukünftige Städte lebenswert für Menschen sowie für tierische und pflanzliche Mitbewohner zu gestalten.

## Danksagung

Ich danke, Andrew Fairbairn, Maximilian Mühlbauer, Wolfgang Weisser sowie allen Studierenden, die im Rahmen des 100-Plätze-Projekts ihre Projekt- und Abschlussarbeiten durchgeführt haben. Ohne Ihren Beitrag wäre diese umfangreiche Datenaufnahme nicht möglich gewesen. Ich danke der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Förderung durch das Graduiertenkolleg »Urbane Grüne Infrastruktur – Ausbildung von Nachwuchskräften für die integrierte Stadtentwicklungsforschung« (GRK 2679/1) und dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, das im Rahmen des Zentrums Stadtnatur und Klimaanpassung der TU München das Teilprojekt 12 »Anwendung der Methode Animal-Aided Design« gefördert hat.

## Literatur

- Aronson, M. F. J., F. A. La Sorte, C. H. Nilon, M. Katti, M. A. Goddard, C. A. Lepczyk, P. S. Warren, N. S. G. Williams, S. Cilliers, B. Clarkson, C. Dobbs, R. Dolan, M. Hedblom, S. Klotz, J. Louwe Koopmans, I. Kühn, I. MacGregor-Fors, M. McDonnell, U. Mörtberg, P. Pyšek, S. Siebert, J. Sushinsky, P. Werner & M. Winter. 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. – *Proceedings of the Royal Society B*, 281: 20133330. DOI: [10.1098/rspb.2013.3330](https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330)
- Bernat-Ponce, E., J. A. Gil-Delgado & D. Guijarro. 2018. Factors affecting the abundance of House Sparrows *Passer domesticus* in urban areas of southeast of Spain. – *Bird Study*, 65: 404–416. DOI: [10.1080/00063657.2018.1518403](https://doi.org/10.1080/00063657.2018.1518403)
- Fairbairn, A. J., S. T. Meyer, M. Mühlbauer, K. Jung, B. Apfelbeck, K. Berthon, A. Frank, L. Guthmann, J. Jokisch, K. Kerler, N. Müller, C. Obster, M. Unterbichler, J. Webersberger, J. Matejka, P. Depner & W. W. Weisser. 2024. – *Nature Cities*, 1: 706–715. DOI: [10.1038/s44284-024-00126-5](https://doi.org/10.1038/s44284-024-00126-5)
- Fox, E. W., R. A. Hill, S. G. Leibowitz, A. R. Olsen, D. J. Thornbrugh & M. H. Weber. 2017. Assessing the accuracy and stability of variable selection methods for random forest modeling in ecology. – *Environmental monitoring and assessment*, 189: 316. DOI: [10.1007/s10661-017-6025-0](https://doi.org/10.1007/s10661-017-6025-0)
- Hauck, T. E. & W. W. Weisser. 2015. AAD Animal-Aided Design. ISBN 978-3-00-047519-1
- Kahl, S., C. M. Wood, M. Eibl & H. Klink. 2021. BirdNET: A deep learning solution for avian diversity monitoring. – *Ecological Informatics*, 61: 101236. DOI: [10.1016/j.ecoinf.2021.101236](https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101236)
- Kühn, I., R. Brandl & S. Klotz. 2004. The flora of German cities is naturally species rich. – *Evolutionary Ecology Research*, 6: 749–764, <https://www.evolutionary-ecology.com/abstracts/v06/1629.html> [abgerufen 15.07.2024]

- Larikova, J. 2021. Animal-inclusive design for digitally fabricated facades in Munich's buildings renovation. – Masterarbeit, TU München, TUM School of Engineering and Design, 45 S. <https://mediatum.ub.tum.de/1659627> [abgerufen 15.07.2024]
- Larson, D. W., U. Matthes & P. Kelly. 2000. *Cliff Ecology: Pattern and Process in Cliff Ecosystems*. – Cambridge University Press, New York, 342 S.
- Larson, D., U. Matthes, P. E. Kelly, J. Lundholm & J. Gerrath. 2004. *The Urban Cliff Revolution: New Findings on the Origins and Evolution of Human Habitats*. – Fitzhenry & Whiteside, 272 S.
- Maxwell, S. L., R. A. Fuller, T. M. Brooks & J. E. Watson. 2016. Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. – *Nature*, 536(7615): 143–145. DOI: [10.1038/536143a](https://doi.org/10.1038/536143a)
- Mühlbauer, M., W. W. Weisser, N. Müller & S. T. Meyer. 2021. A green design of city squares increases abundance and diversity of birds. – *Basic and Applied Ecology*, 56: 446–459. DOI: [10.1016/j.baae.2021.05.003](https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.05.003)
- Summers-Smith, J. D. 2003. The decline of the House Sparrow: a review. – *British Birds*, 96: 439–446.
- Sweet, F. S. T., B. Apfelbeck, M. Hanusch, C. Garland Monteagudo, W. W. Weisser. 2022. Data from public and governmental databases show that a large proportion of the regional animal species pool occur in cities in Germany. – *Journal of Urban Ecology*, 8: juac002. DOI: [10.1093/jue/juac002](https://doi.org/10.1093/jue/juac002)
- Towsey, M., J. Wimmer, I. Williamson & P. Roe. 2014. The use of acoustic indices to determine avian species richness in audio-recordings of the environment. – *Ecological Informatics*, 21: 110–119. DOI: [10.1016/j.ecoinf.2013.11.007](https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2013.11.007)
- Wania, A., I. Kühn & S. Klotz. 2006. Plant richness patterns in agricultural and urban landscapes in Central Germany – spatial gradients of species richness. – *Landscape and Urban Planning*, 75: 97–110. DOI: [10.1016/j.landurbplan.2004.12.006](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.12.006)
- Weisser, W. W., C. Roscher, S. T. Meyer, A. Ebeling, G. Luo, ... & N. Eisenhauer. 2017. Biodiversity effects on ecosystem functioning in a 15-year grassland experiment: Patterns, mechanisms, and open questions. – *Basic and Applied Ecology*, 23: 1–73. DOI: [10.1016/j.baae.2017.06.002](https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.06.002)
- Weisser, W. W. & Hauck, T. 2023. Anwendung von Animal-Aided Design im Wohnungsbau – Ein Beispiel aus München. – Konferenzversion, Jan. 2023, 72 S. und Anhänge. TUM School of Life Sciences, Lehrstuhl für Terrestrische Ökologie. <https://mediatum.ub.tum.de/1695477> [abgerufen 15.07.2024]

## Diskussion

**T. Falkenberg:** Wir hatten von Frau Berg gehört, dass das Mikrobiom im städtischen Bereich eher schlechter ist als im ländlichen. Die Hypothese war, dass mehr Biodiversität auf verschiedenen Ebenen auch zu mehr Biodiversität auf anderen Ebenen führt.<sup>4</sup> Das steht etwas in Konflikt zu Ihrer Aussage, dass wir in den Städten mehr Biodiversität haben als im ländlichen Umfeld. Und als zweite Frage: Ist jegliche Biodiversität positiv in der Stadt, gerade mit Blick auf Vektoren wie verschiedene Mücken und Zecken, die schon jetzt auch in den Städten vorkommen und mit dem Klimawandel vermutlich noch verstärkt vorkommen werden? Haben Sie in Ihren Studien auch auf diese Vektoren geachtet?

**S. T. Meyer:** Diversität erzeugt Diversität – das kann in beide Richtungen gehen. Ob ein diverseres Mikrobiom eine diversere Tierfauna erzeugt oder eher umgekehrt eine diversere Tierfauna ein diverseres Mikrobiom, geht etwas in Richtung »Henne-Ei-Problem«. Ich würde aber denken, wenn wir mehr Tierarten haben, haben wir – wie bei den Pflanzen – auch mehr mit den Tieren assoziierte Mikroben, die zu einer höheren Diversität im Mikrobiom führen. Das erreicht vielleicht nicht den Level, den es ohne Klima-, Stadt- und sonstige negative Einflüsse erreichen würde. Was wir beobachten, ist letztlich die Summe aus all diesen Einflüssen.

Grundsätzlich gilt »Diversität erzeugt Diversität« auch für Schädlinge. In dem Jena-Experiment finden wir in den diverseren Pflanzengemeinschaften mehr Insektenarten. Wir finden aber vor allem auch mehr räuberische Insektenarten, die verhindern, dass sich ein einzelner Pflanzenfresser stark dominierend verbreitet, das heißt, die Diversität trägt zu einem Schutz bei. In dem Projekt, das ich eben vorgestellt habe, haben wir nur bei den Kleinsäugetern zwischen Mäuse und Ratten als »Schädlinge« und Spitzmäusen, Igel, Mardern und ähnlichen unterschieden. Ins-

besondere die Zahl der Igel steigt signifikant mit dem Grünanteil, während dies bei Mäusen und Ratten nicht der Fall ist. Sie nehmen tendenziell sogar eher ab, da sie als Kulturfolger enger mit stark menschlich genutzten Flächen assoziiert sind.

**M. Schloter:** Ich darf ergänzen, dass in dem Vortrag die Biodiversität auf primär landwirtschaftlich genutzten Flächen mit der in Städten verglichen wurde. Das ist sicherlich nicht das Typische, das man im ländlichen Umfeld findet. Die hohe Diversität in natürlichen Grünlandflächen ist zweifelsohne da. In landwirtschaftlich genutzten Flächen ist sie aber durch die Managementfunktion deutlich gesenkt. Was ich mit den positiven Feedback-Loops bereits angesprochen habe,<sup>5</sup> wird hier durch »Diversität erzeugt Diversität« bestätigt. Die unter- und oberirdische Diversität beeinflussen sich auch gegenseitig. Die Frage, wo wir den Bezugspunkt für den Vergleich Stadt – Land setzen, ist daher sehr viel wichtiger als die Frage, ob Diversität im ländlichen Umfeld größer oder kleiner ist als in der Stadt.

**U. Uehlein:** Der Prozess der Nachverdichtung, den Sie sehr kritisch betrachtet haben, ist auch durch die Stadtplanung nicht steuerbar. Er entsteht durch Sterben und Vererben, durch Teilen von Grundstücken und durch hohe Grundstückspreise, und entzieht sich sogar der Bauleitplanung. Die Bebauungspläne in München, die in den Villenvierteln begonnen wurden, um beispielsweise die Erhöhung der Baudichte abzumindern, sind alle durch fehlende Mitwirkungsbereitschaft der Eigentümer und Eigentümerinnen nicht zu Ende geführt worden. Sehen Sie im Hinblick auf das Animal-Aided Design Instrumente oder Möglichkeiten, im Rahmen der Nachverdichtung gute Dinge umsetzungsreif in die Fläche zu bringen?

4 Berg, G. 2024. Zur Bedeutung des Mikrobioms im Exposomkonzept. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): One Health: StadtGesundheit und Biodiversität. Pfeil, Günding: 31–39.

5 Schloter, M. 2024. Das urbane Umfeld – ein Hotspot für antibiotikaresistente Mikroorganismen? – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): One Health: StadtGesundheit und Biodiversität. Pfeil, Günding: 23–30.

**S. T. Meyer:** Ich wollte nicht den Eindruck erwecken, wir könnten künftig in den Städten ohne Nachverdichtung leben. Daher ist die Aufgabe, diese so verträglich wie möglich zu gestalten. Das konkreteste Beispiel dafür sind die Nistelemente in den Fassaden. Auch bei einer energetischen Sanierung, bei der die Fassaden hermetisch abgeriegelt und die Dächer komplett dicht gemacht werden, verlieren wir diese klassisch in Gebäudestrukturen nistenden Arten. Das können wir ausgleichen, indem wir diese Fassadenelemente mit Nistangeboten anbieten, und zwar an Stellen, in denen sie nicht als störend empfunden werden. Das klassische Beispiel hierfür sind Störche, die über einem Kircheneingang nisteten und die Kirchgänger beschmutzten; hier konnte man sich auf einfache Weise mit dem Anbringen von Brettern behelfen. Wenn man das Nistangebot für Vögel und Fledermäuse gleich an Stellen anbringt, wo es nicht stört, kann man diesen Konflikt von Anfang an umgehen.

**K. Valvoda:** In der Bayerischen Architektenkammer ist das Animal-Aided Design seit seiner Entwicklung bekannt und wir haben das von Ihnen vorgestellte Projekt mit großem Interesse verfolgt. Wie hoch ist die Erfolgsquote? Ich kann mir vorstellen, dass durch die Bautätigkeiten die Arten abgezogen sind und dass sich durch

höhere Versiegelung und weniger Baumbestand das Mikroklima vor Ort geändert hat. Kamen die Arten nach Abschluss der Bautätigkeiten wieder zurück und nehmen sie die Nisthilfen tatsächlich an?

**S. T. Meyer:** Das begleitende Monitoring ist Teil des Projekts und läuft noch. Aktuell, nach drei Jahren, sind die Fledermäuse da und es gibt einen Igel auf der Fläche, der allerdings nicht in der Schublade überwintert hat, sondern unter einem Gasgrill in einem der Innenhöfe. Bei den Sperlingen ist es so, dass nicht die Zielart, sondern die Schwesterart da ist und die Nistkästen in den Fassaden nutzt.<sup>6</sup>

**C. Jung-Sievers:** Welche kleinen Schritte können wir von der Stadtbevölkerung erwarten, im Sinne einer Graswurzelbewegung? Wollen wir Insektenhotels an den Balkonen oder ein »Guerilla Gardening« oder nehmen wir damit den Bäumen am Straßenrand das Wasser weg? Wie kann die Bevölkerung transformativ den Prozess auf nicht-regulatorischer Ebene beeinflussen?

**J. Kollmann:** Als Moderator darf ich vorschlagen, dass wir dazu den nächsten Beitrag von Frau Egerer über das urbane Gärtnern abwarten,<sup>7</sup> in dem diese Frage eine wichtige Rolle spielen wird.

6 Weisser, W. W. & Hauck, T. 2023. Anwendung von Animal-Aided Design im Wohnungsbau – Ein Beispiel aus München. – Bericht zur Abschlusskonferenz, Jan. 2023, S. 47–55. Studio Animal-Aided Design, Berlin. <https://animal-aided-design.de/portfolio-items/anwendung-von-animal-aided-design-im-wohnungsbau/> [abgerufen 08.07.2024]

7 Egerer, M. 2024. Urbanes Gärtnern für die Biodiversität und unsere Gesundheit. – In: Bayer. Akademie der Wissenschaften (Hrsg.): One Health: StadtGesundheit und Biodiversität. Pfeil, Günding: 79–91.