



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Regina Bauer Stiftung



GREEN CITY



Projekt TKP01KPB-73852:

Bunte Bänder für unsere Städte in Zeiten des
Klimawandels: Naturnahe städtische
Blühflächen entlang von Verkehrsachsen zur
Förderung der ökologischen Funktionalität
(2019–2022)

Simon Dietzel¹, Sandra Rojas-Botero¹, Christina Fischer² & Johannes Kollmann¹

¹ Lehrstuhl für Renaturierungsökologie | TUM

² Faunistik und Artenschutz | HS Anhalt

leben.natur.vielfalt



die UN-Dekade

Herausforderung urbane grüne Infrastruktur

- Weitere Verdichtung und Wachstum
- Konkurrenz um Flächen
- Verlust von Grünflächen und Randökosystemen
- Großer Bedarf an Ökosystemdienstleistungen
- **Grüne Infrastruktur** bietet mehrere Lösungen für die Anpassung an Klimawandel und die Förderung der Biodiversität
- Vielfältiges Netzwerk urbaner Ökosysteme
... historisch bis neuartig ...
mit variierende Funktionen und Leistungen

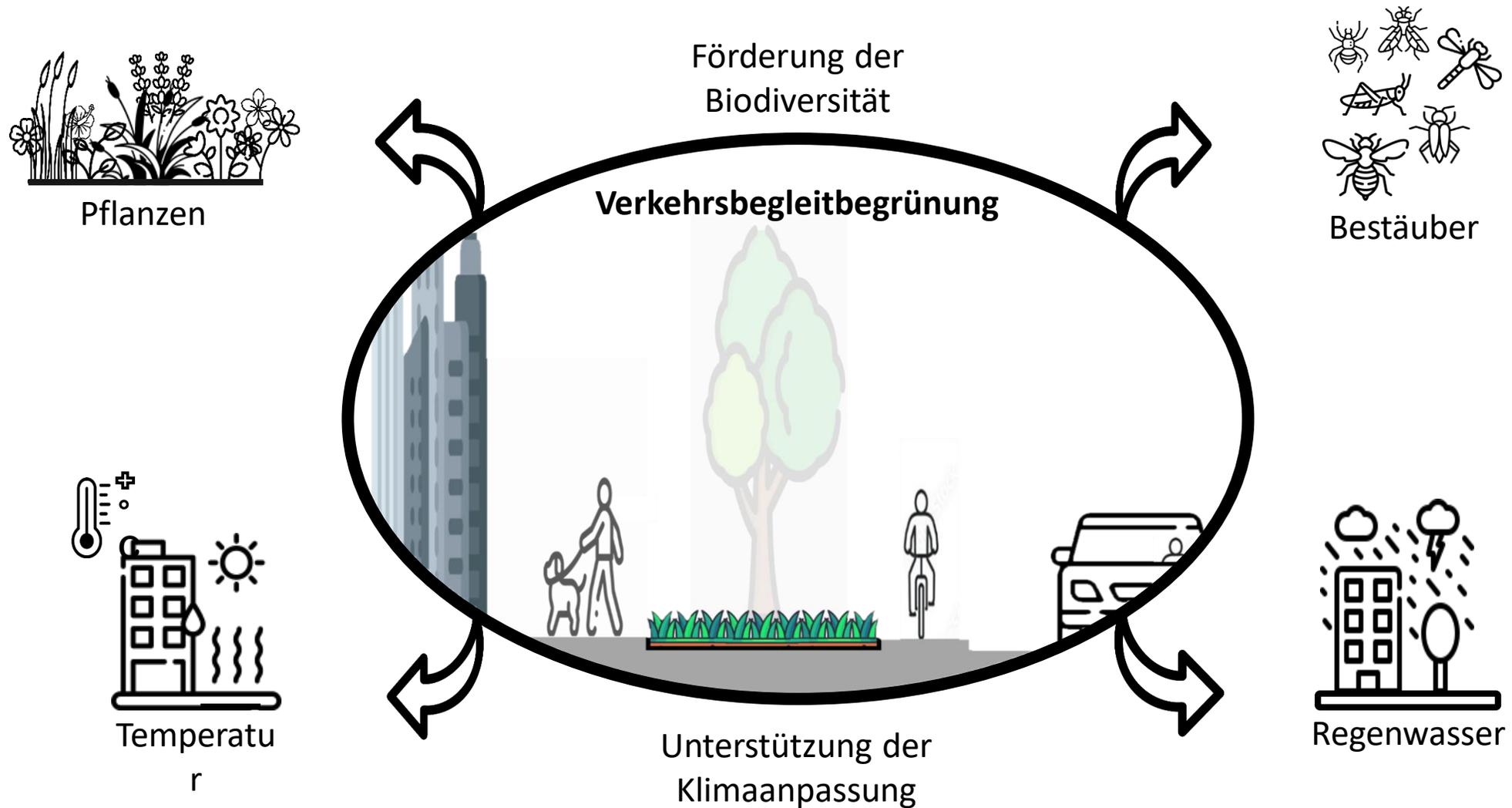


Foto - Maximilian Dörrbecker CC BY-SA 2.5, https://de.wikipedia.org/wiki/München#/media/Luftbild_München_Innenstadt



<https://www.greenroofs.com/2018/11/20/cities-pollution-and-climate-change-to-what-extent-can-green-infrastructure-help/>

Herausforderung urbane grüne Infrastruktur



Ökologisches Potential von Straßenrändern

RESEARCH ARTICLE

Journal of Applied Ecology

Plant diversity in hedgerows and road verges across Europe

Thomas Vanneste¹ ^{id} | Sanne Govaert¹ ^{id} | Willem De Kesel¹ | Sanne Van Den Berge¹ ^{id} | Pieter Vangansbeke¹ ^{id} | Camille Meeussen¹ ^{id} | Jörg Brunet² ^{id} | Sara A. O. Cousins³ | Guillaume Decocq⁴ ^{id} | Martin Diekmann⁵ | Bente J. Graae⁶ | Per-Ola Hedwall² ^{id} | Thilo Heinken⁷ | Kenny Helsen⁸ ^{id} | Rozália E. Kapás^{3,6} | Jonathan Lenoir⁴ ^{id} | Jaan Liira⁹ ^{id} | Sigrid Lindmo⁶ | Kathrin Litza⁵ ^{id} | Tobias Naaf¹⁰ | Anna Orczewska¹¹ | Jan Plue³ ^{id} | Monika Wulf⁹ | Kris Verheyen¹ ^{id} | Pieter De Frenne¹ ^{id}



Journal of Environmental Management

Volume 311, 1 June 2022, 114846



The contribution of roadsides to connect grassland habitat patches for butterflies in landscapes of contrasting permeability

Christina Fischer^{a, b, c} ^{id} [✉], Hans Martin Hanslin^c ^{id} [✉], Knut Anders Hovstad^{d, e} ^{id} [✉], Marcello D'Amico^{f, g, h} ^{id} [✉], Johannes Kollmann^{c, h} ^{id} [✉], Svenja B. Kroegerⁱ ^{id} [✉], Giulia Bastianelli^c ^{id} [✉], Jan C. Habel^b ^{id} [✉], Helena Rygne^j ^{id} [✉], Tommy Lennartsson^k ^{id} [✉]

REVIEW

Journal of Applied Ecology

Ecosystem service provision by road verges

Benjamin B. Phillips¹ ^{id} | James M. Bullock² ^{id} | Juliet L. Osborne¹ | Kevin J. Gaston¹ ^{id}

Mammal Review



Road verges as habitat for small mammals in Britain

P. E. Bellamy, R. F. Shore, D. Ardeshir, J. R. Treweek, T. H. Sparks



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Biological Conservation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/biocon



Review

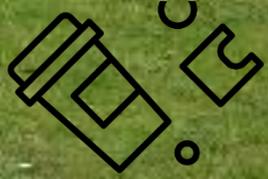
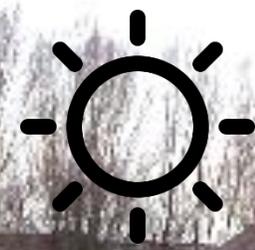
Enhancing road verges to aid pollinator conservation: A review

Benjamin B. Phillips^{a, *}, Claire Wallace^b, Bethany R. Roberts^a, Andrew T. Whitehouse^c, Kevin J. Gaston^a, James M. Bullock^d, Lynn V. Dicks^{b, e}, Juliet L. Osborne^a

Original article

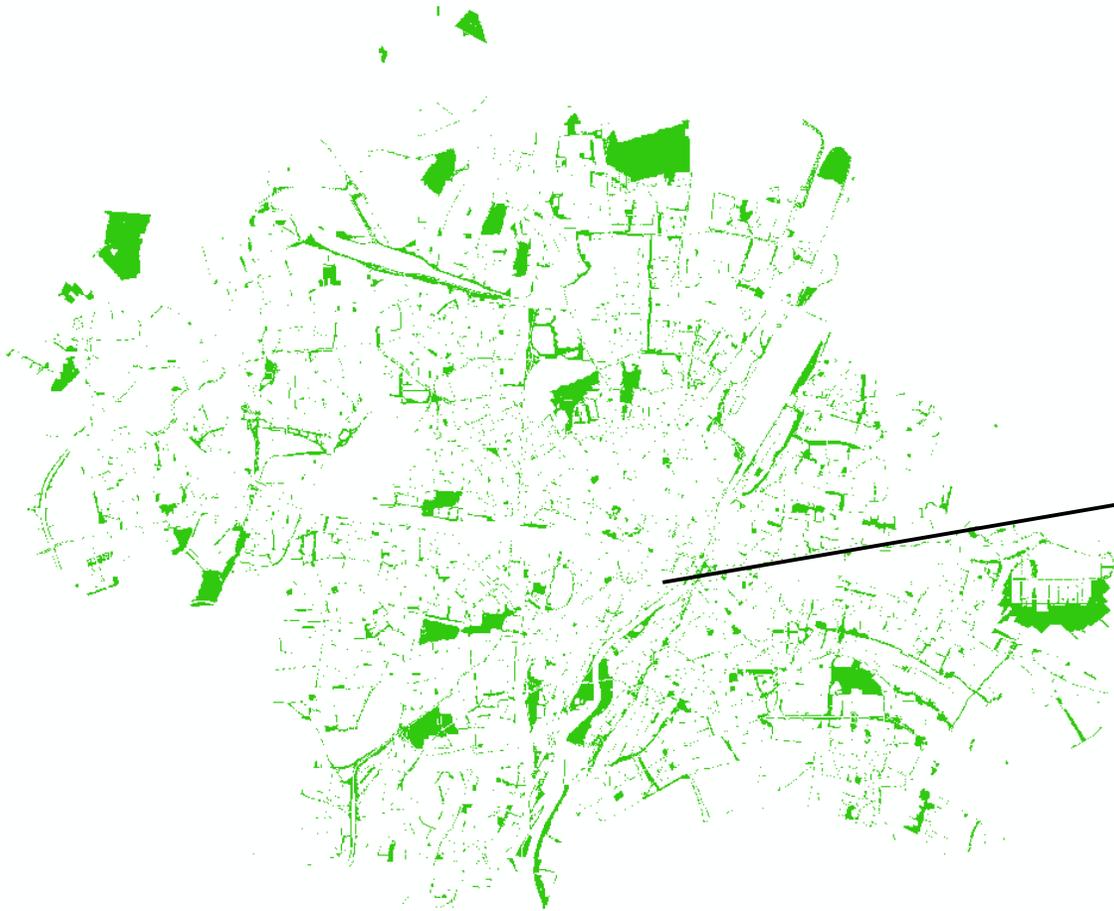
From little things: More than a third of public green space is road verge

Adrian J. Marshall^{a, b} ^{id} [✉], Margaret J. Grose^a ^{id} [✉], Nicholas S.G. Williams^b ^{id} [✉]



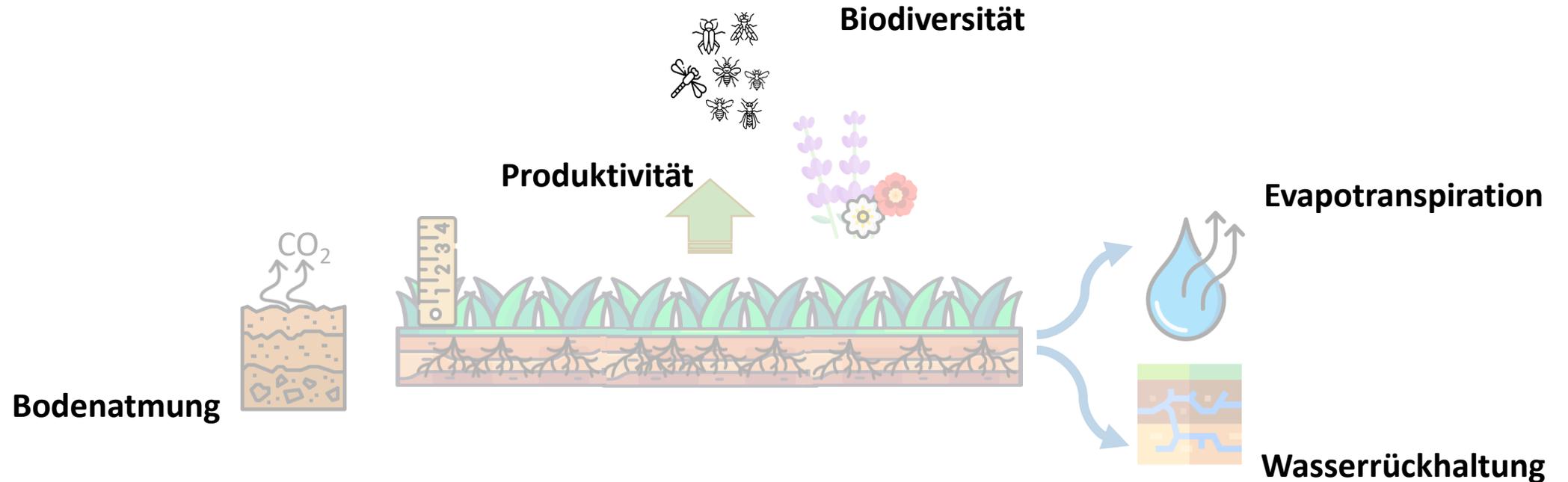
Lokale Bedingungen

Isolation und Fragmentierung in der Landschaft



Ziele des Projekts ‚Bunte Bänder‘

- ✓ Netzwerk speziell entwickelter Blühflächen planen
- ✓ Aufwertungsmaßnahmen durchführen
- ✓ Auswirkung auf Multifunktionalität erfassen



Fragestellungen: Pflanzendiversität, Klimaleistungen und Effekte auf Insekten und Bestäubungsleistung urbaner Blühflächen'

- Was sind die Auswirkungen aufgewerteter Blühflächen auf die Vielfalt der Pflanzen?
- Welche Faktoren beeinflussen die Artenvielfalt und die Pflanzengemeinschaften?
- Tragen aufgewertete Blühflächen in Verkehrsbegleitgrün zur Verbesserung der Klimaregulation bei?
- Wie werden diese Pflanzengemeinschaften auf Klimawandel reagieren?
- Welche Effekte gibt es auf die Reproduktion oberirdisch nistender solitärer Wildbienen, Wespen und deren Antagonisten?
- ... und auf die Bestäubungsleistung an unterschiedlichen Phytometerpflanzen?

Methodik



Anlage der Blühflächen



- Abtrag Grassoden
- Bodenlockerung
- Ansaatsubstrat

➔ Versuchsflächen (25/a)



- Gebietsheimisches Saatgut
- 26 Wildpflanzenarten
- Handsaat und Walzen



- Pflanzenaufnahme (3/a)
- Blütenzählung

Zeitliche Entwicklung Blühflächen (2019–2021)



Putzbrunner x Heidestraße – 2019



Putzbrunner x Heidestraße – 2019



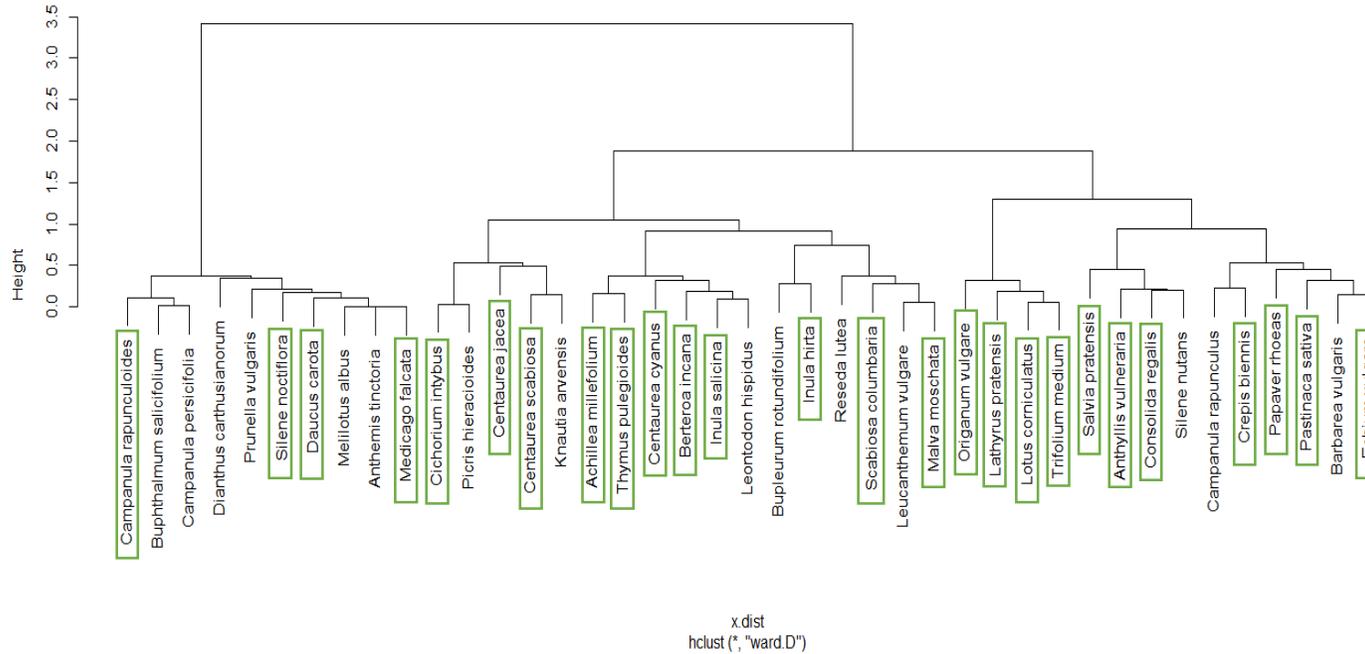
Putzbrunner x Heidestraße – Juni 2020



Putzbrunner x Heidestraße – Juni 2021

Entwicklung einer angepassten Blühtmischung

Cluster dendrogram of species based on functional traits



Eine hohe funktionelle Vielfalt (FDis) wird vorgewählt



Einheimisch und regional



Anzahl abhängiger Bestäubern Arten

Funktionelle Eigenschaften, z.B.



- Wuchshöhe
- Blühphänologie
- Lebensdauer
- Blattfläche

Lokale Faktoren

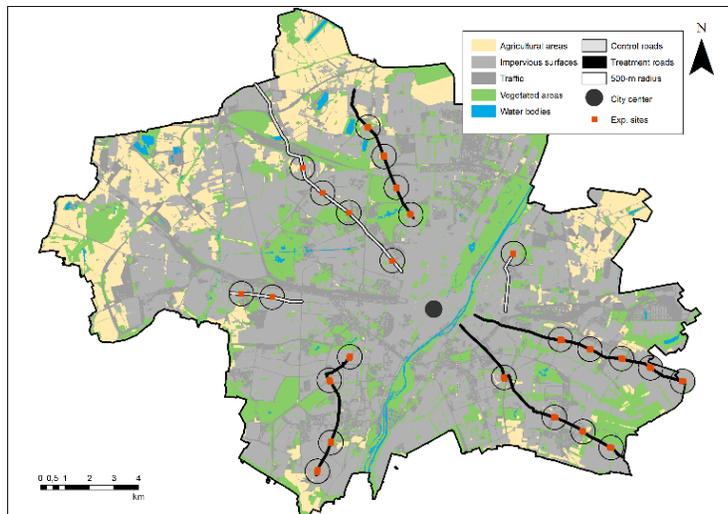
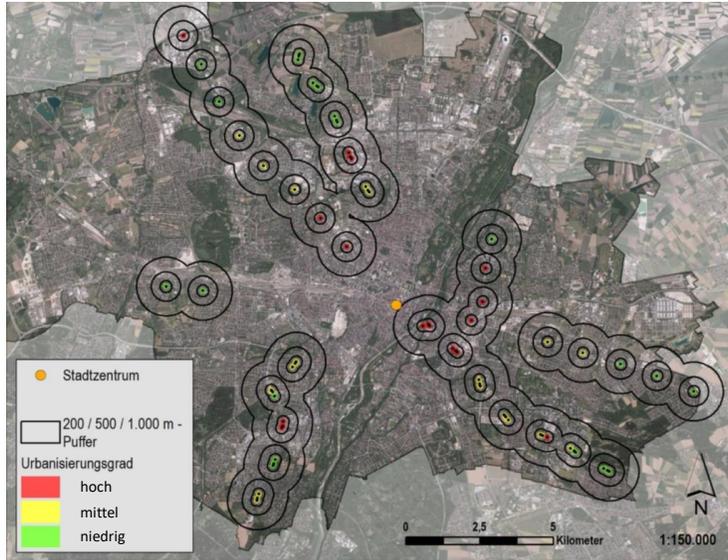


Aufnahmen mit einer Fisheye-Linse zur Bestimmung des Beschattungsgrades durch Bäume am Straßenrand

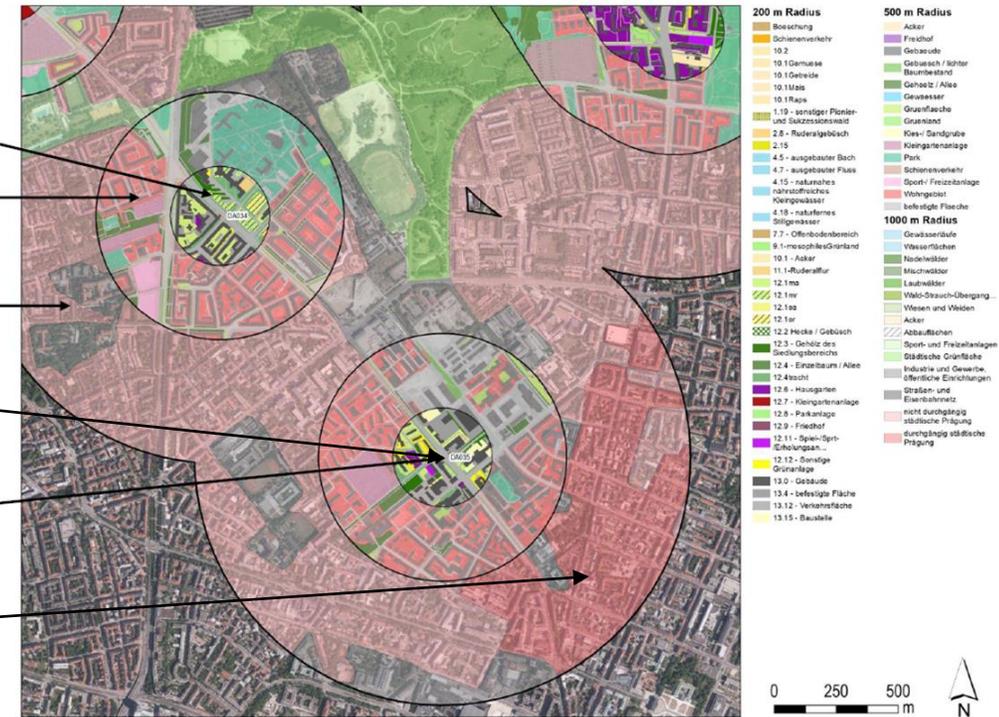
Lokale Standortfaktoren

- Beschattung
- Bodeneigenschaften
- Lufttemperatur (modellierte)

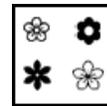
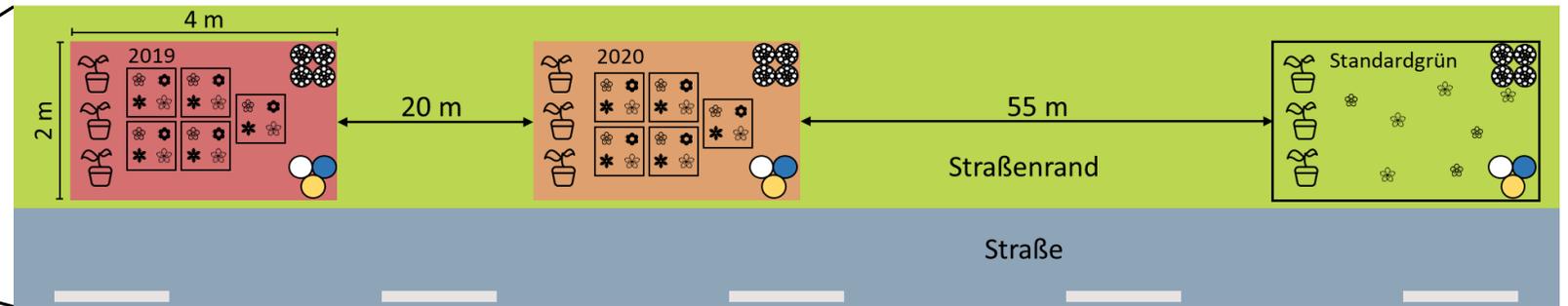
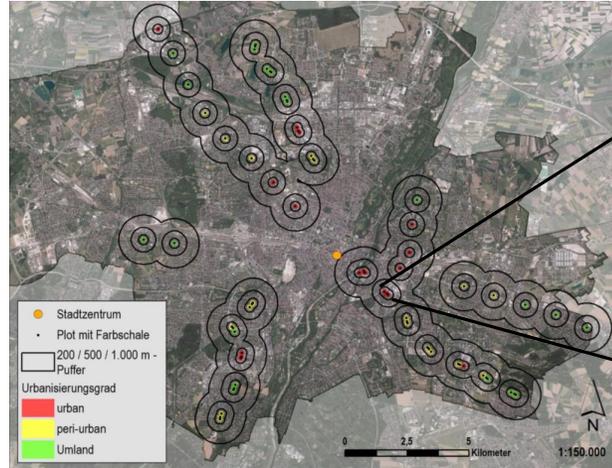
Flächenlage und Landschaftserfassung



Landwirtschaft
 Versiegelungsgrad
 Grünflächenanteil
 Abstand zum
 Stadtzentrum
 Randdichte
 Urbanisierungs-
 intensität



Versuchsdesign



Vegetationsmonitoring von blühenden Pflanzen



Farbschalen: Abundanz sozialer/solitärer Bienen und Schwebfliegen



Nisthilfen: Reproduktionserfolg solitärer Wildbienen und Wespen



Bestäubungsleistung an drei unterschiedlichen Phytometerpflanzen



Vegetationsmonitoring



Phytometer

= Indikatorpflanzen, die Informationen über die Umweltbedingungen an einem Ort liefern
(z.B. Überleben, Wachstum, Reproduktion)



Phytometer



Gartenerdbeere (*Fragaria x ananassa*)

- Fruchtgewicht
- Anzahl an Deformationen
- Maße (Länge/Breite)



Scharfer Hahnenfuß (*Ranunculus acris*)

- Nüsschen pro Sammelfrucht
- Samengewicht pro Sammelfrucht

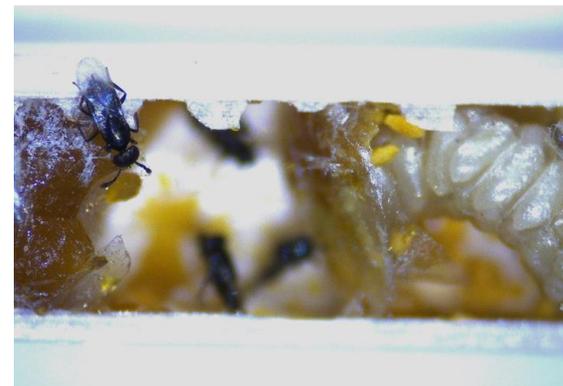
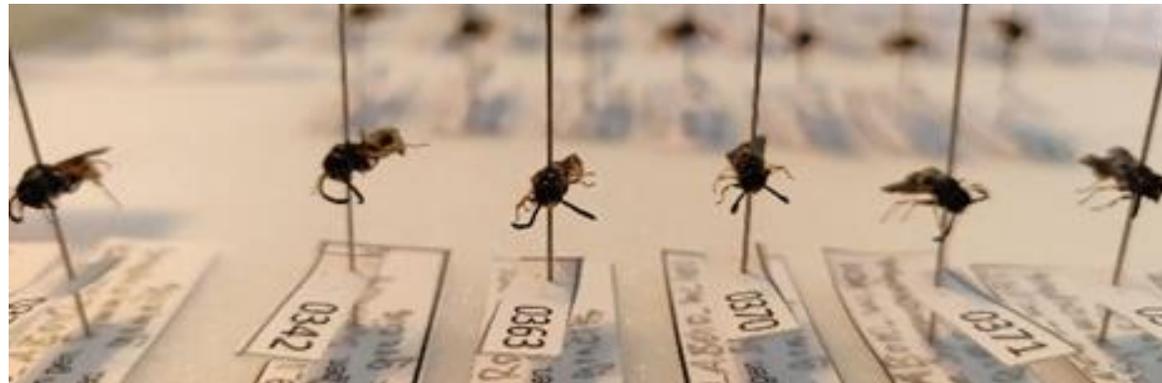


Wiesenklee (*Trifolium pratense*)

- Samenanzahl pro Blütenkopf
- Samengewicht pro Blütenkopf



Methodik: Farbschalen und Nisthilfen



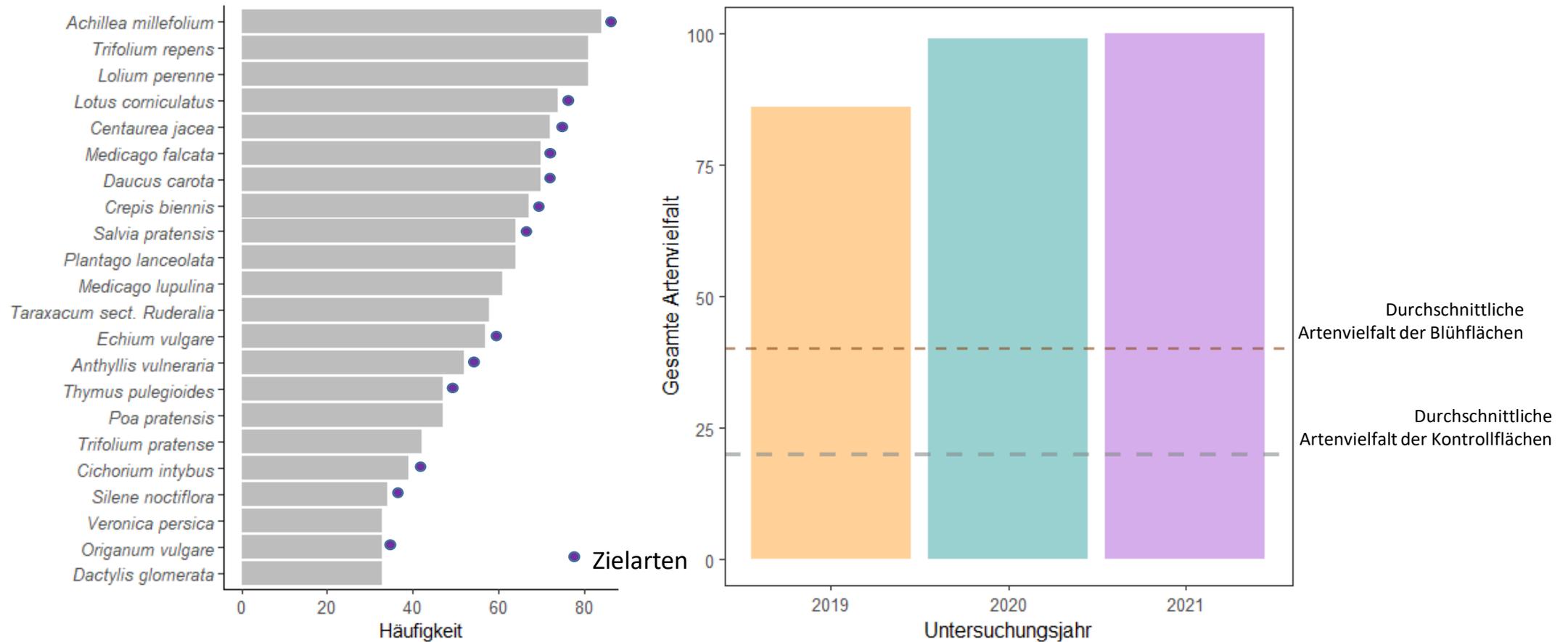
Ergebnisse: Vegetationsentwicklung und Klimaanpassung



Heterogene Entwicklung der Blühflächen

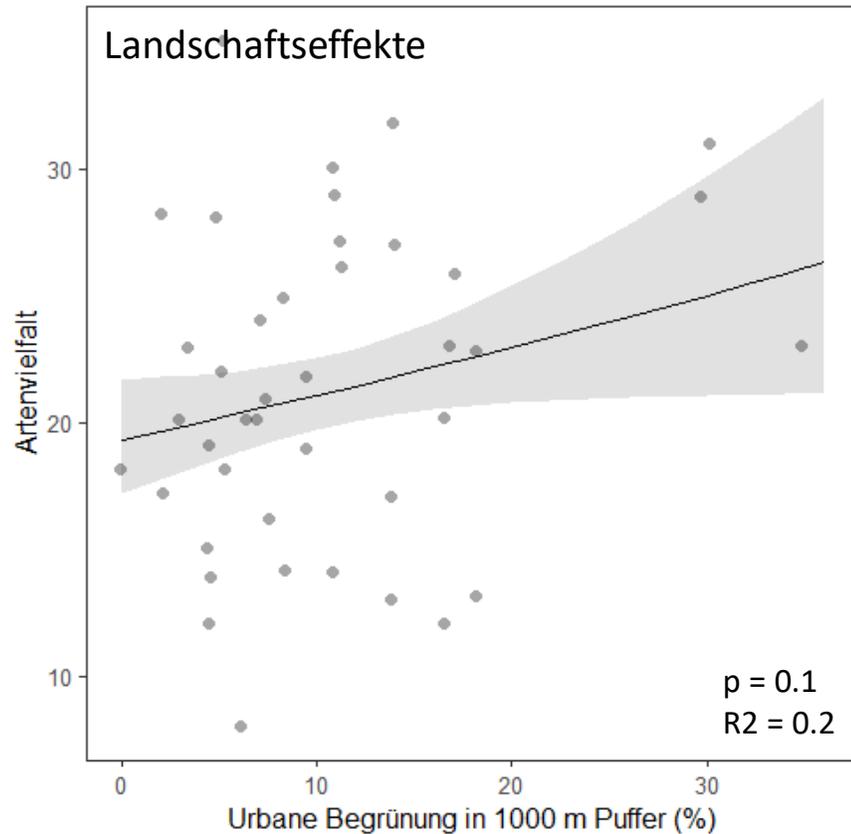


Artenvielfalt der Blühflächen

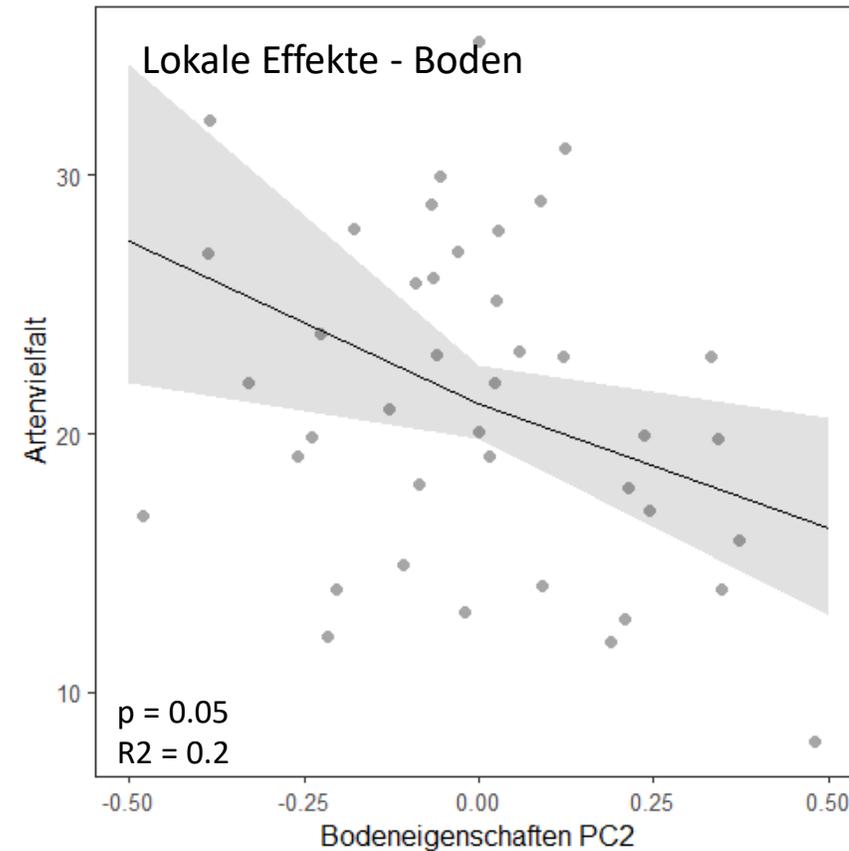


➤ Steigende Artenvielfalt und Häufigkeit der Zielarten in der Pflanzengemeinschaften

Einflussfaktoren der Artenvielfalt

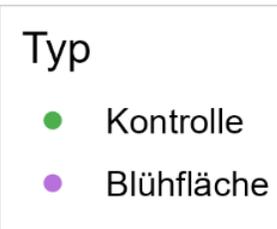
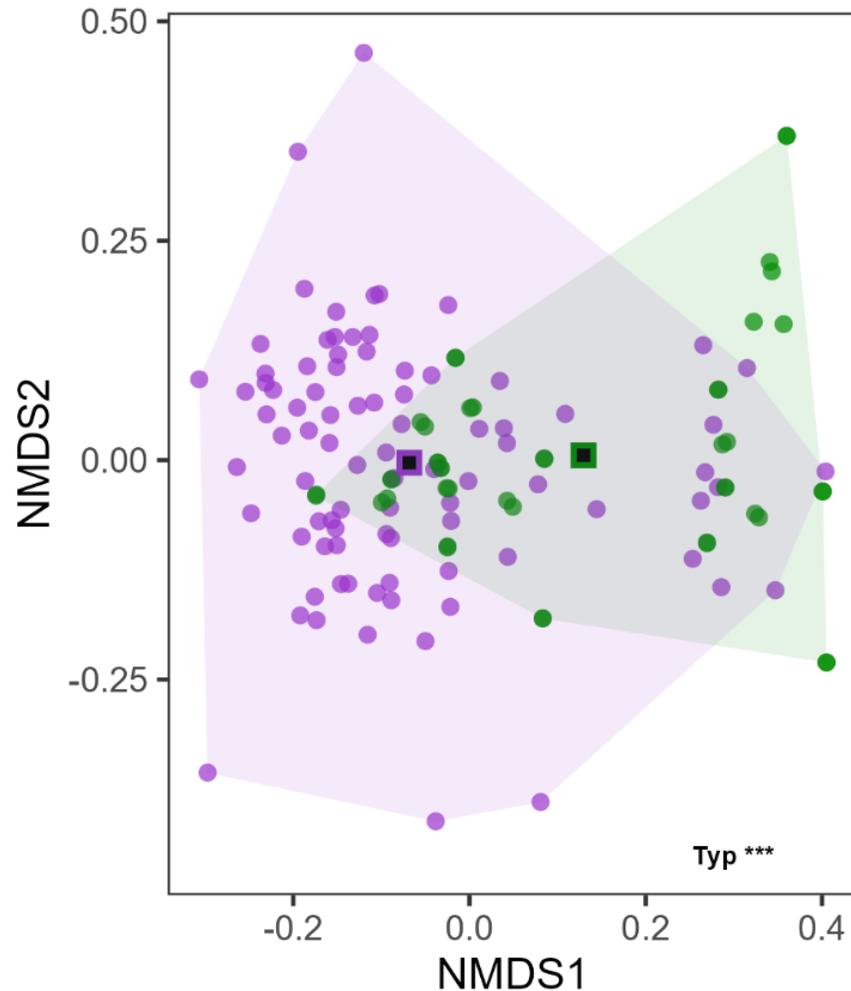


- Urbane Grünflächen in der Umgebung (1000 m) wirken sich positiv auf die Pflanzenvielfalt aus



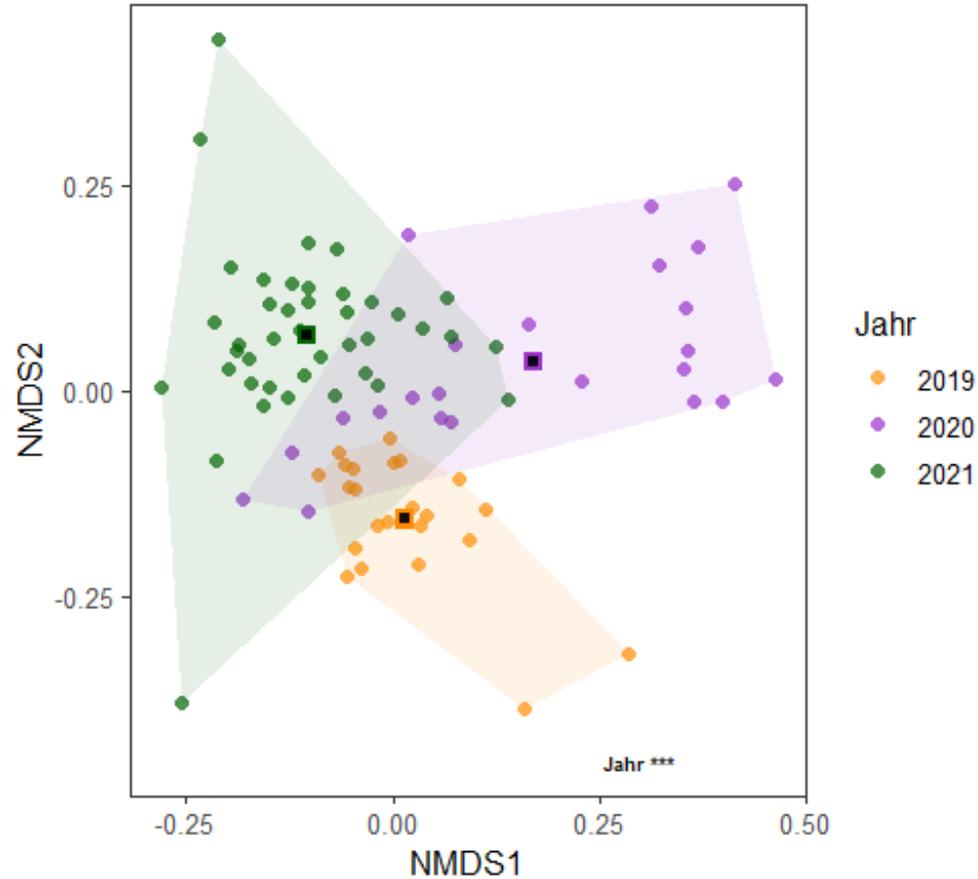
- Hoher Nährstoff- (Mg, K, P) und Salzgehalt im Boden wirkt sich negativ auf die Vielfalt aus

Unterschiede der Flächen: Anders als bisher?



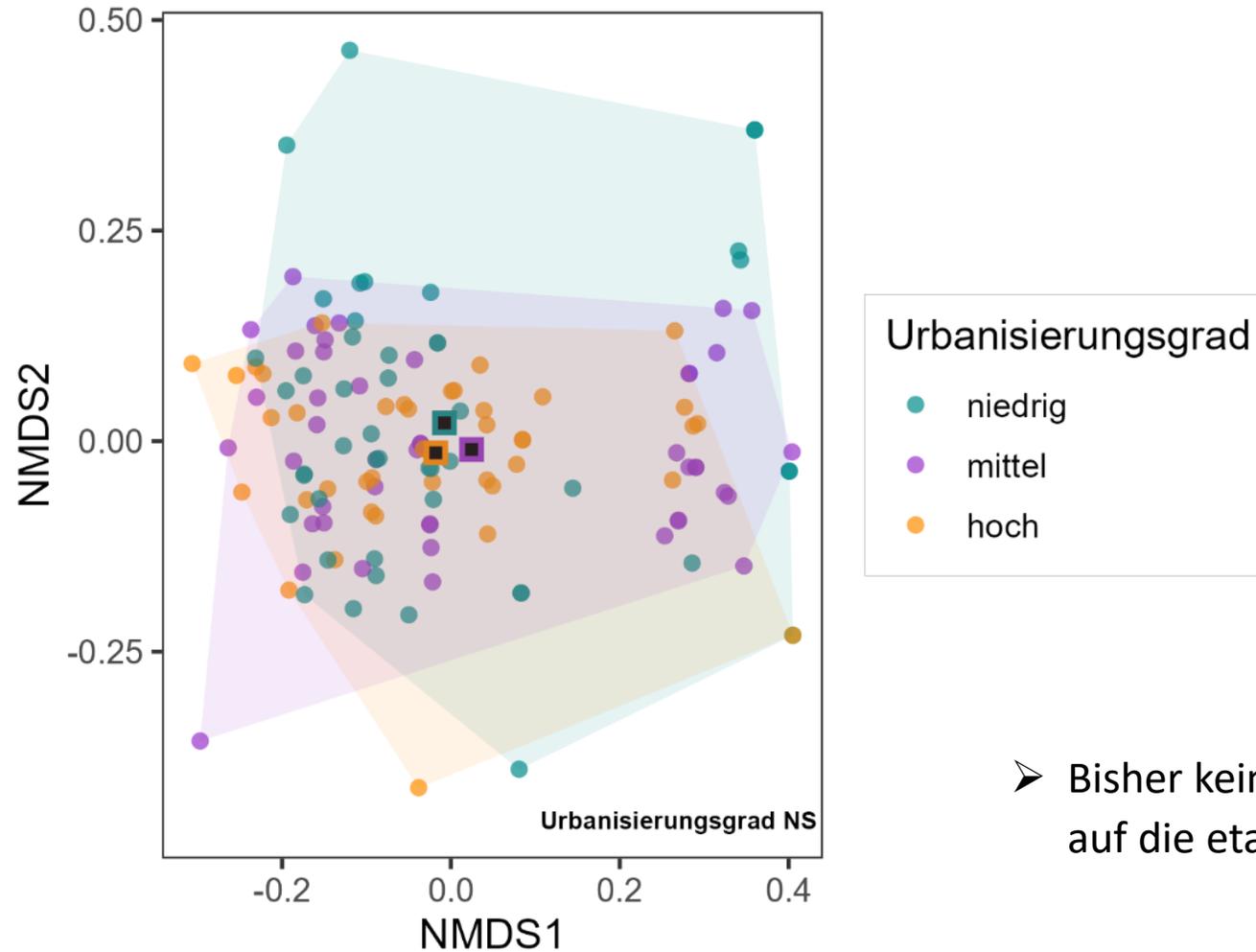
- Pflanzengemeinschaften der Blühflächen unterscheiden sich von Standardbegleitbegrünung

Zeitliche Entwicklung



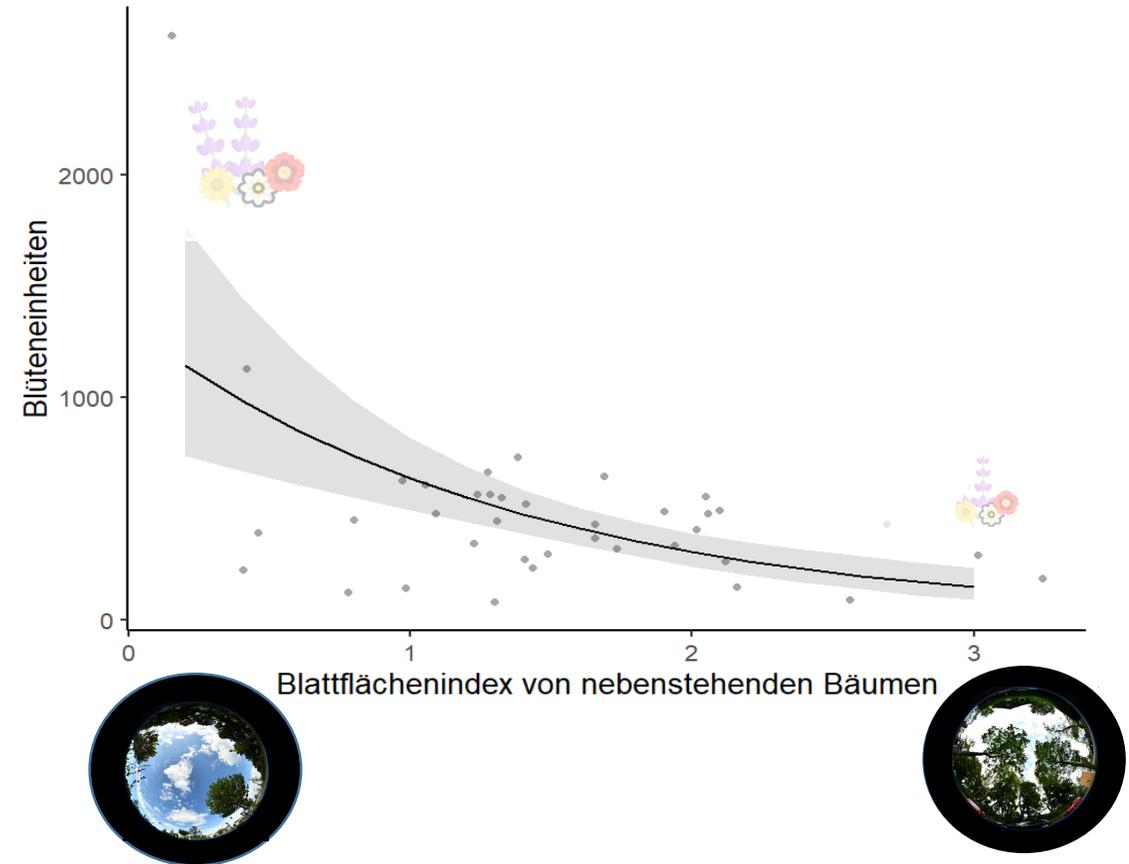
- Das Untersuchungsjahr zeigt Unterschiede zwischen Blühflächen
- Die Pflanzengemeinschaften differenzieren sich im Laufe der Jahre aus

Urbanisierungseffekte



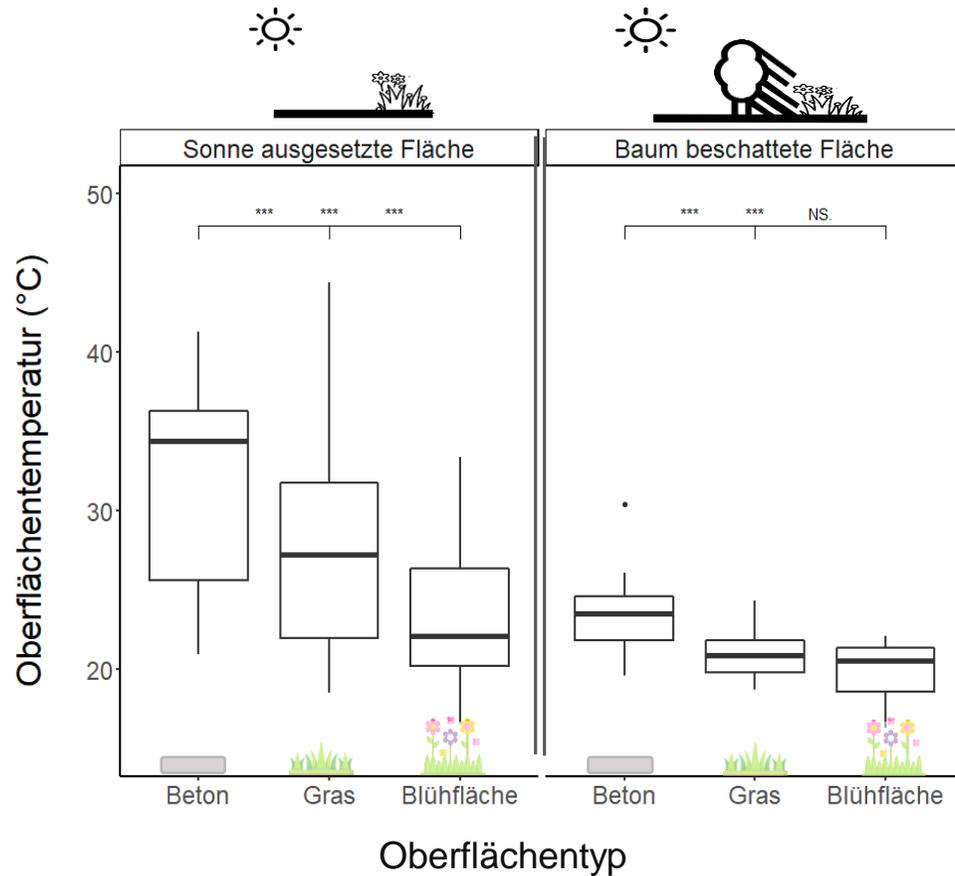
- Bisher keine Auswirkung von Urbanisierungsgrad auf die etablierten Pflanzengemeinschaften

Ökosystemleistungen von Blühflächen: Blütenangebot

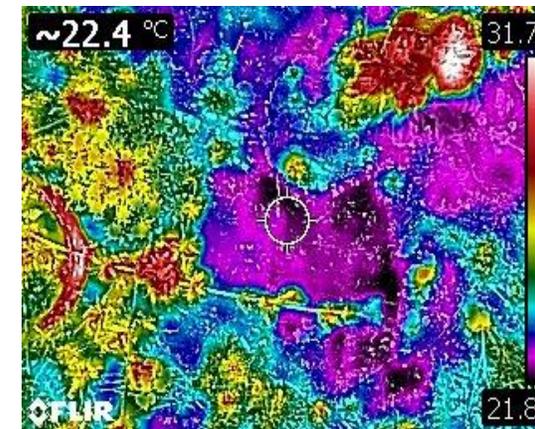
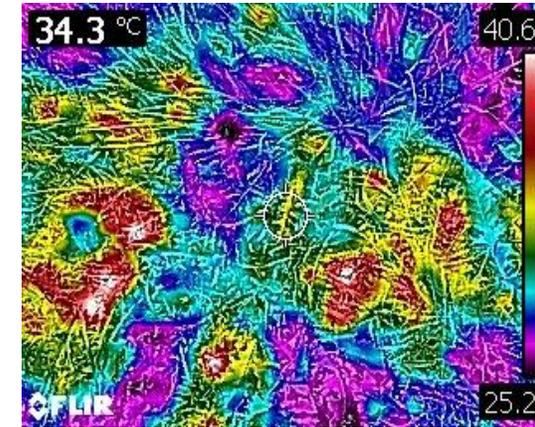
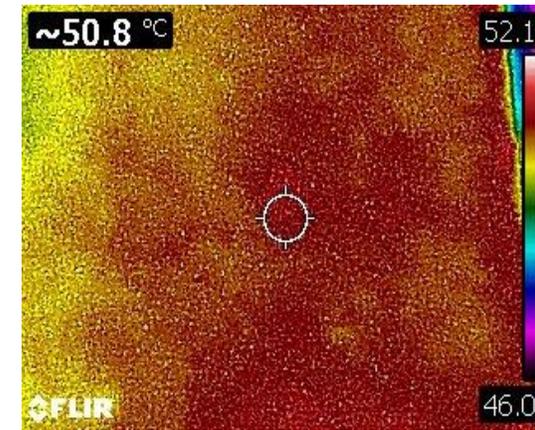
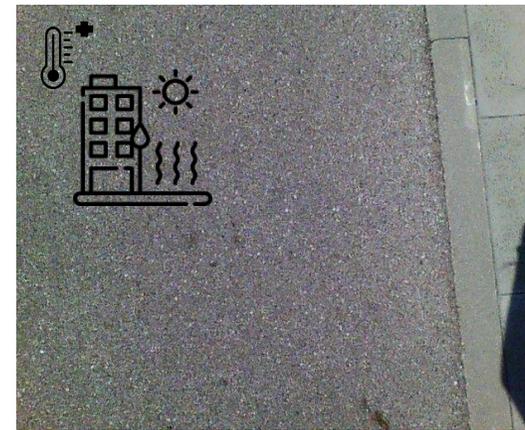


- Blütenproduktion wird von höherer Beschattung durch angrenzende Bäume beeinträchtigt

Ökosystemleistungen: Temperaturregulation

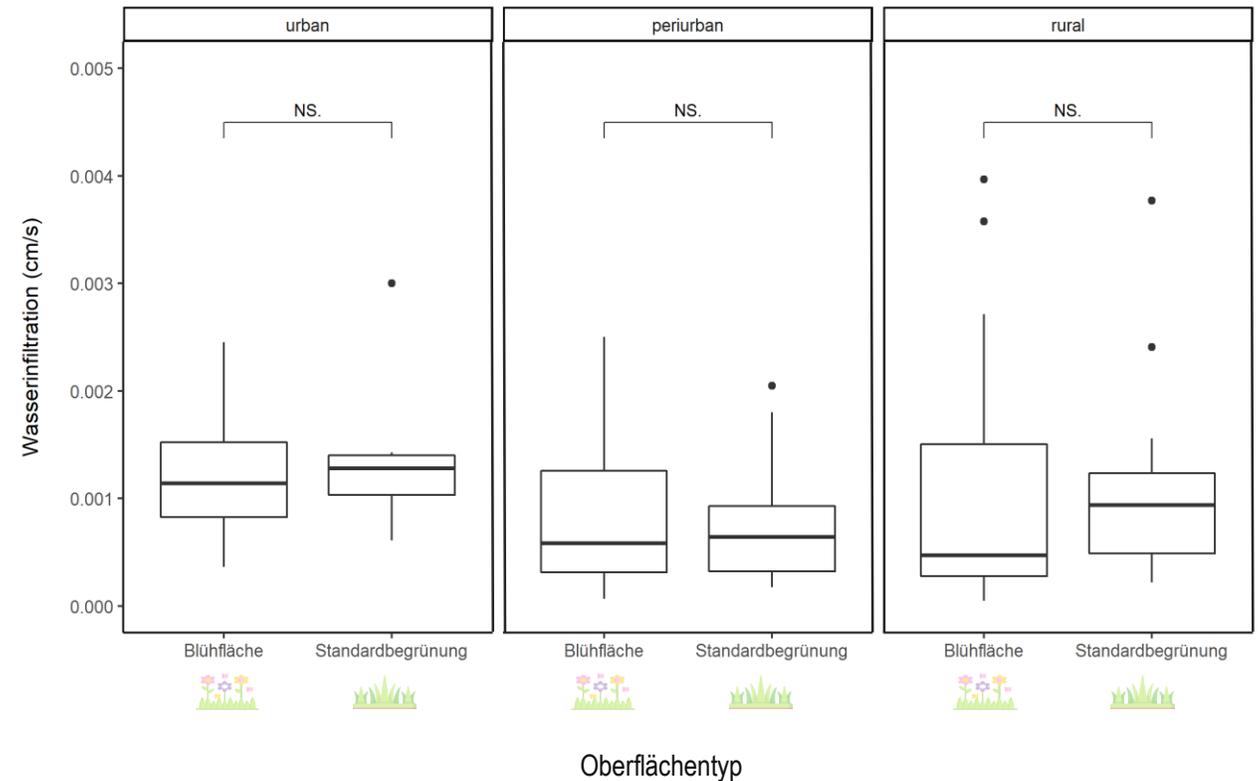


- Blühflächen senken die Oberflächentemperatur an sehr warmen Sommertagen





Ökosystemleistungen: Wasserregulation



- Blühflächen unterscheiden sich wenig von Standardbegrünung in ihrer Wasserinfiltrationsfähigkeit

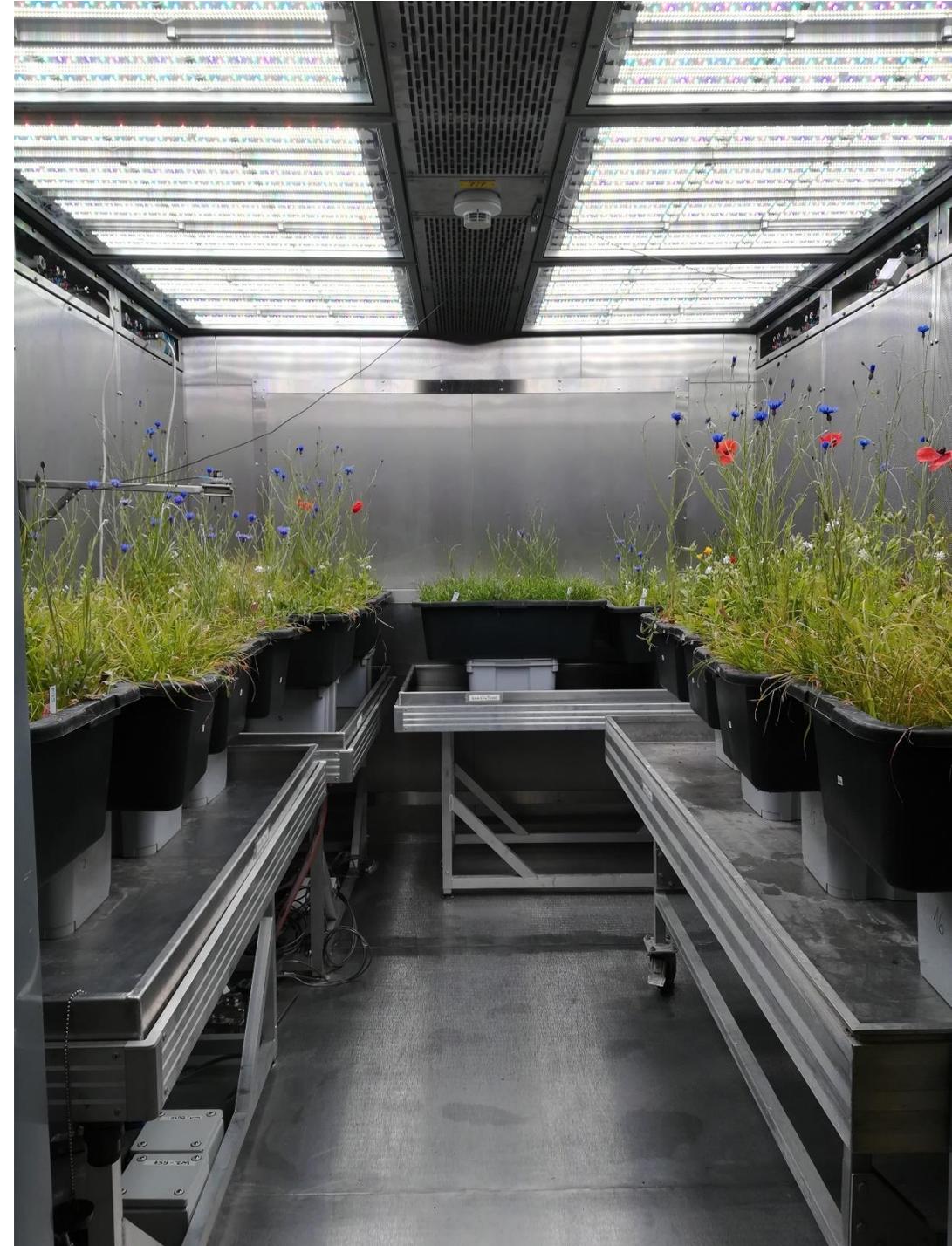
Blühende urbane Flächen im Klimawandel

Ecotron-Einrichtung *TUMmesa*

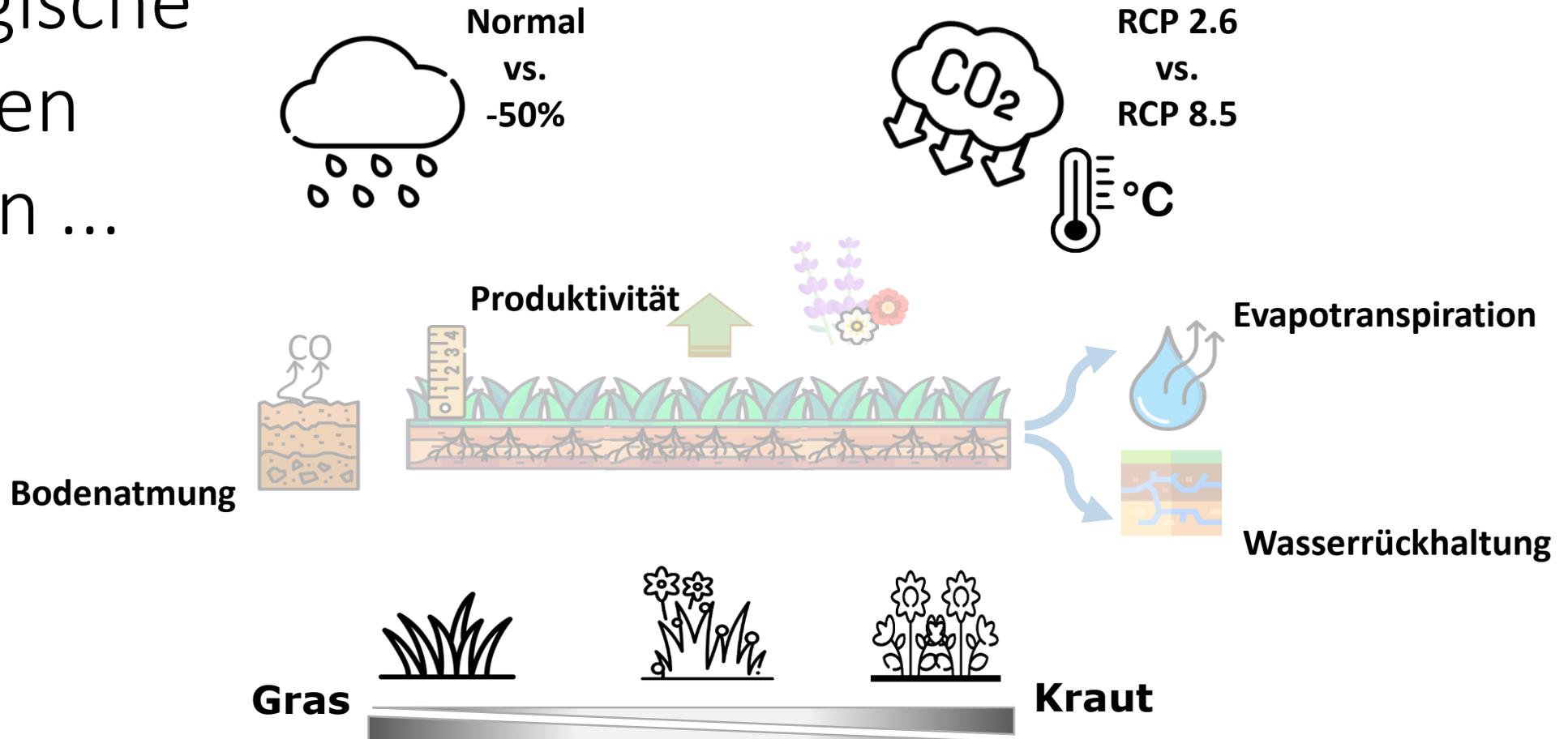
- Experiment in Klimakammern
- Präzise Simulation von Umweltbedingungen

Etablierung von Blümmischungen

- Mit variierendem Anteil Gras:Kraut



Ökologische Faktoren steuern ...



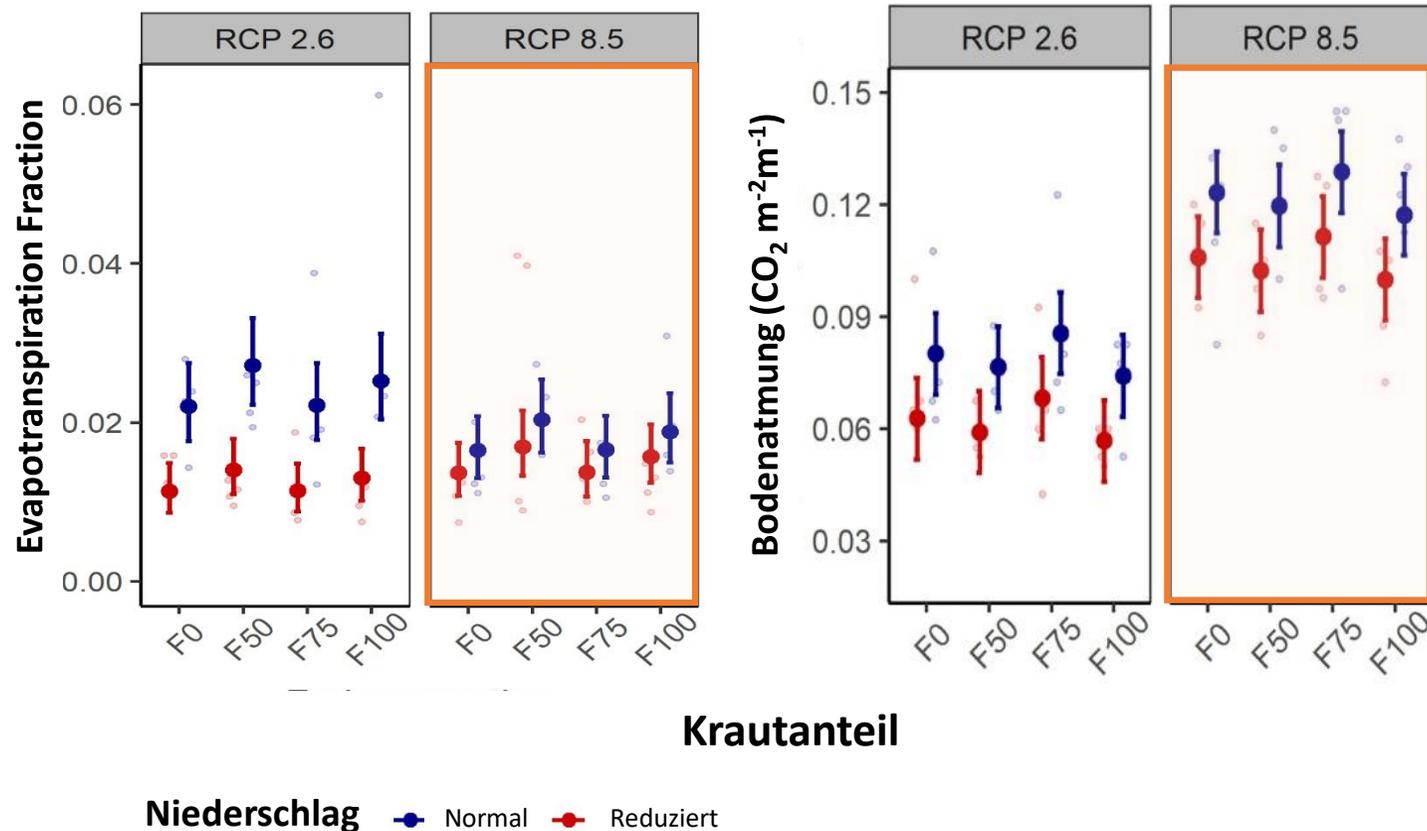
... die Multifunktionalität der Blühflächen

Experimentelle Grünländer unter simuliertem Klimawandel



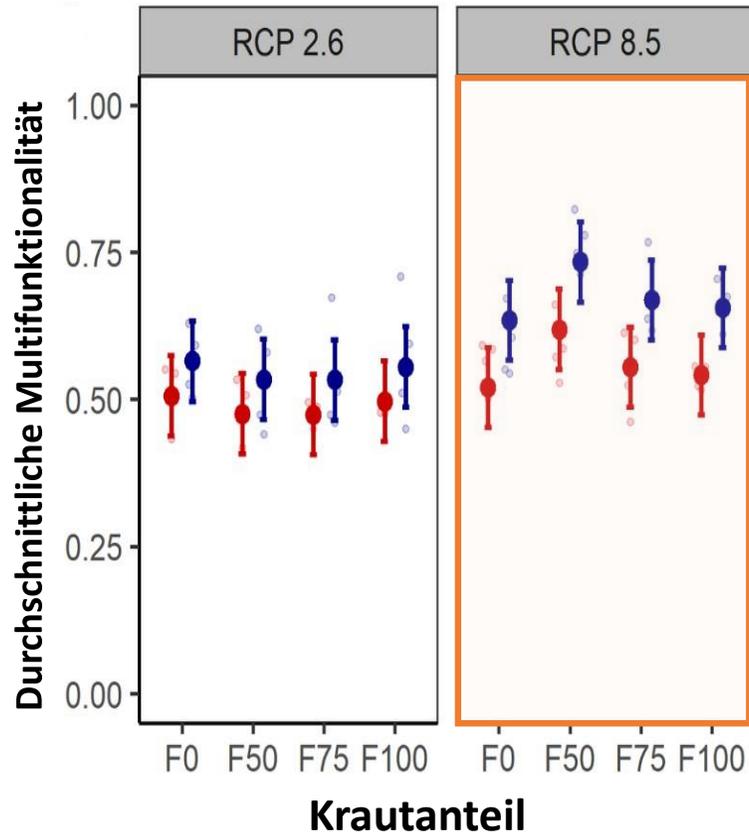
- Steigender Krautanteil führt zu höherer oberirdischer und niedrigerer unterirdischer Biomasseproduktion
- Mit reduziertem Niederschlag ist die gesamte Biomasseproduktion niedriger
- Unter erhöhter CO₂-Luftkonzentration und Temperatur ist die Biomasseproduktion höher

Auswirkung von Klimawandel und funktioneller Zusammensetzung der Vegetation auf ökologische Funktionen



- Bei reduziertem Niederschlag sind Evapotranspiration und Bodenatmung reduziert
- Höhere Bodenatmung bei extremem Klimawandel

Auswirkung von Klimawandel und funktioneller Zusammensetzung der Vegetation auf Multifunktionalität



- Multifunktionalität urbaner Blühflächen wird stark vom Niederschlag gesteuert
- Unter Klimawandelbedingungen ist die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften wichtig für die ökologische Multifunktionalität

Niederschlag ● Normal ● Reduziert

Zusammenfassung 1: Vegetation und Anpassung an den Klimawandel

- Urbane Blühflächen steigern die Artenvielfalt bei geringer Differenzierung der Pflanzengemeinschaften im Stadt-Land-Gradienten.
- Der Grünanteil der urbanen Landschaft, Bodenfaktoren und Beschattung bestimmen die Biodiversität der Blühflächen.
- Blühflächen leisten einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung der Temperatur und sie infiltrieren Wasser ähnlich wie Standardbegrünung in der Stadt.
- Niederschlag und funktionelle Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften sind wichtige beeinflussende Faktoren der Multifunktionalität unter Klimawandel.

Ergebnisse: Blütenbesuchende Insekten in Farbschalen



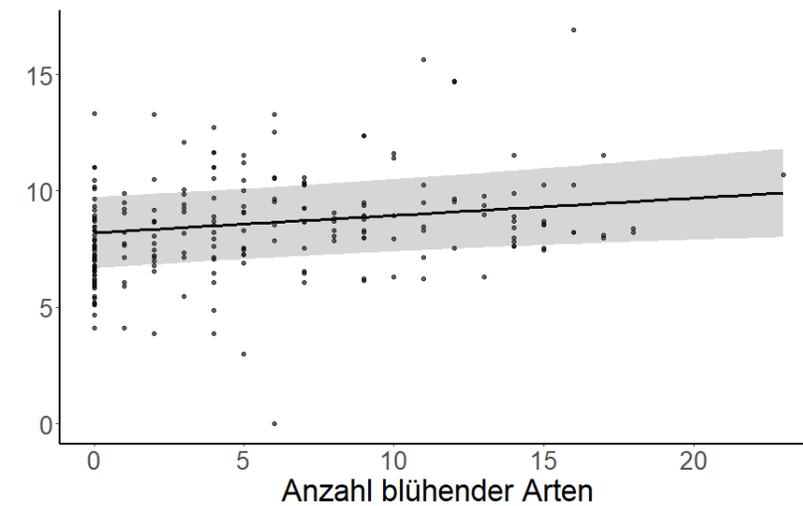
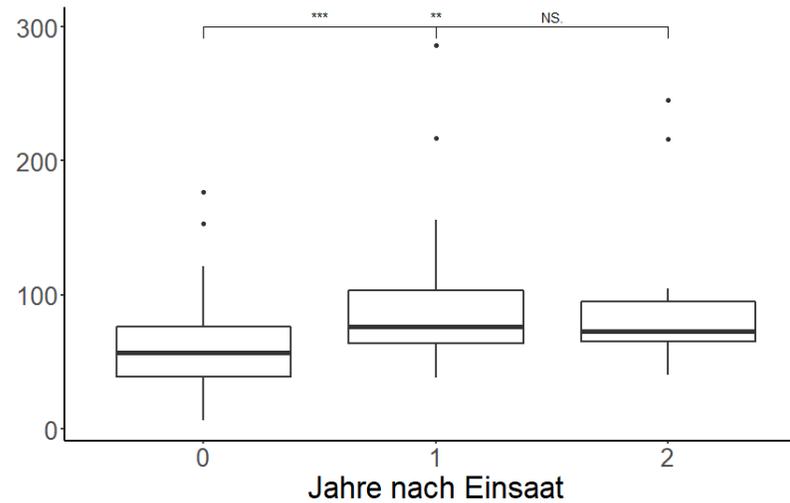
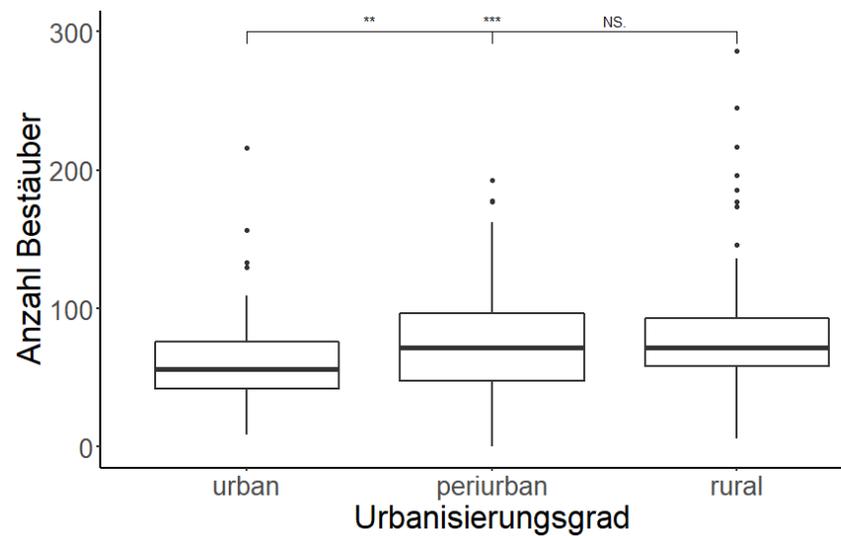
Lasioglossum leucozonium - Weißbinden-Schmalbiene
Auf *Centaurea jacea* in einer Versuchsfläche an der
Kreiller Straße im Juni 2021

Bild: Simon Dietzel



Blütenbesuchende Insekten

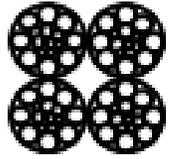
- Erfassung von Bestäubern
 - Bienen (Wild- und Honigbienen inklusive Hummeln)
 - Tailen- und Blattwespen
 - Zweiflügler
- Steigerung der blühenden Pflanzenarten und Bestäuberanzahl bereits im ersten Jahr nach Einsaat
- Negative Landschaftseffekte vor allem durch sehr starke Urbanisierung



Ergebnisse: Insekten in Nisthilfen



Hoplitis adunca – Natterkopf-Mauerbiene
Larven in Brutzellen mit Lehmverputz



Häufige Arten



1: Gewöhnliche Maskenbiene (*Hylaeus communis*)



2: Rostrote Mauerbiene (*Osmia bicornis*)

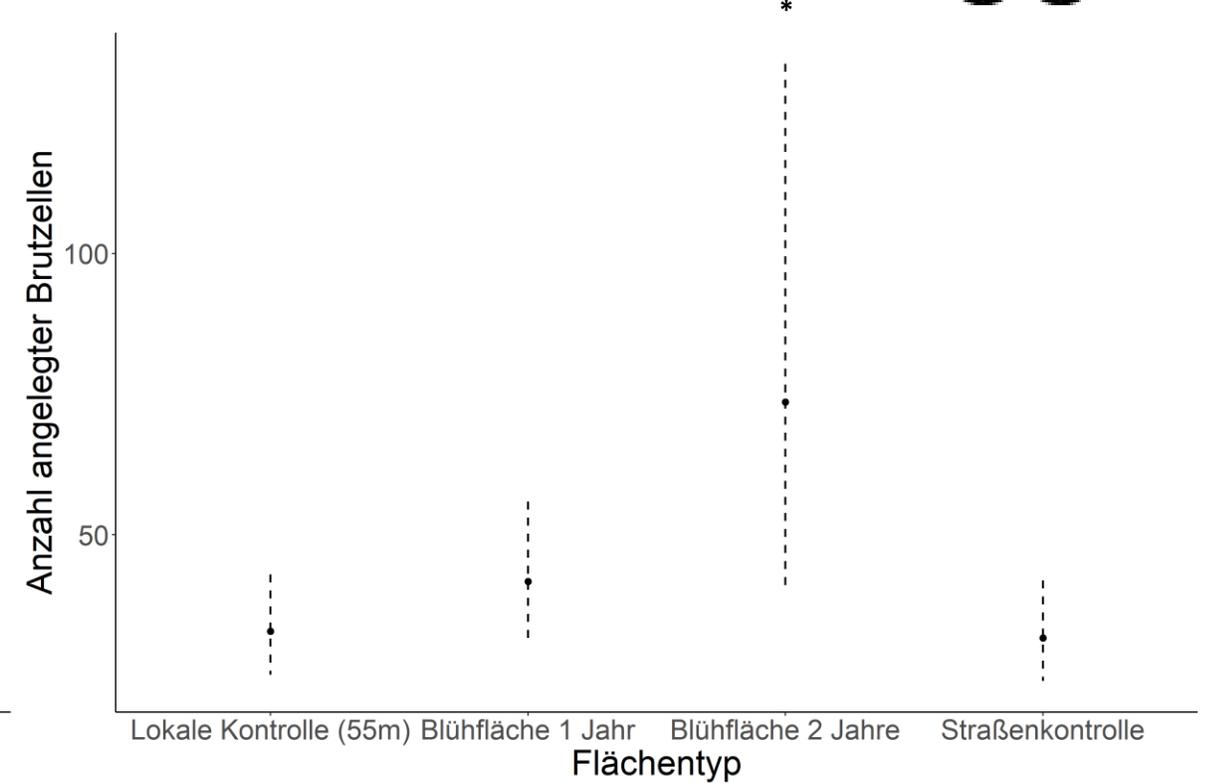
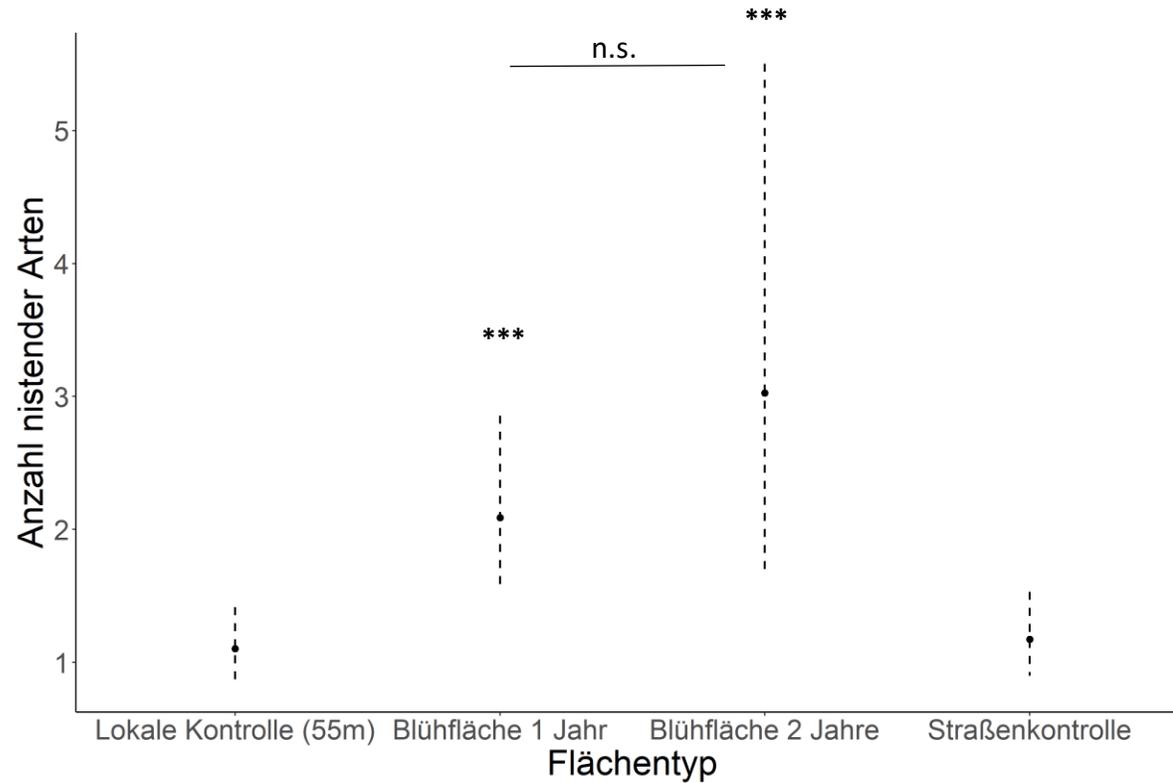
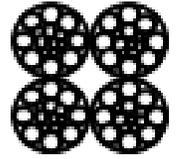


3: Dickfühler-Lehmwespe (*Symmorphus crassicornis*)



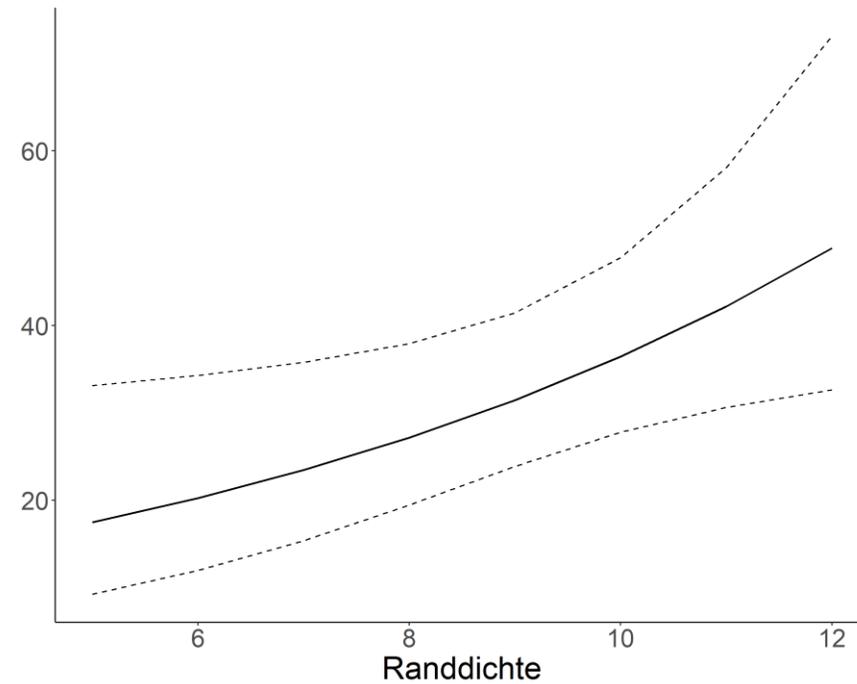
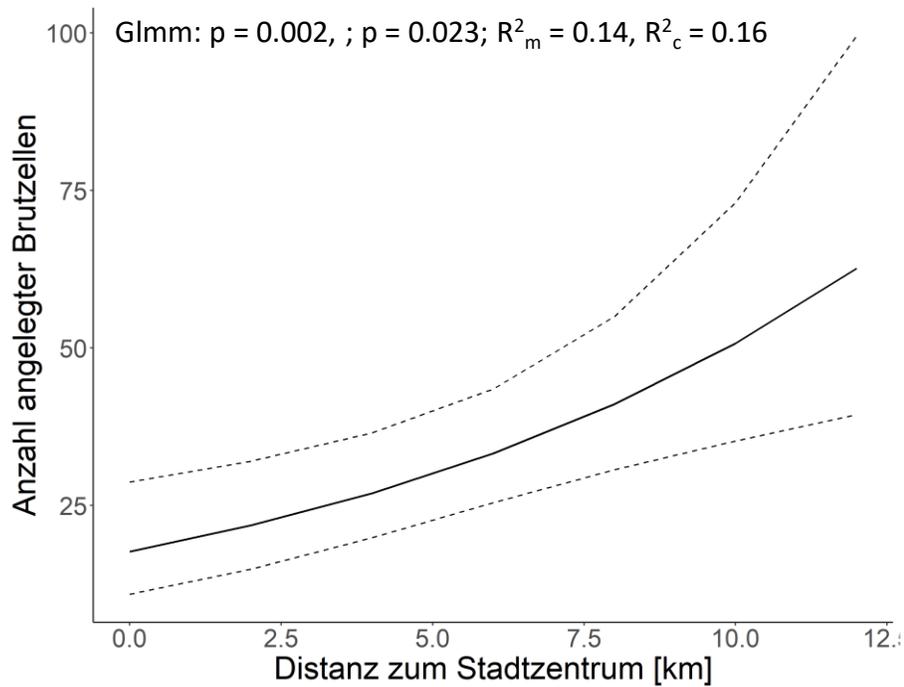
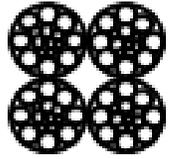
4: *Passaloecus gracilis*

Nisthilfen an Blühflächen



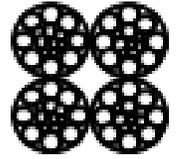
- Spätestens im zweiten Jahr waren sowohl Artenzahlen also auch Brutzellenproduktion signifikant höher als auf den Kontrollflächen

Brutzellen

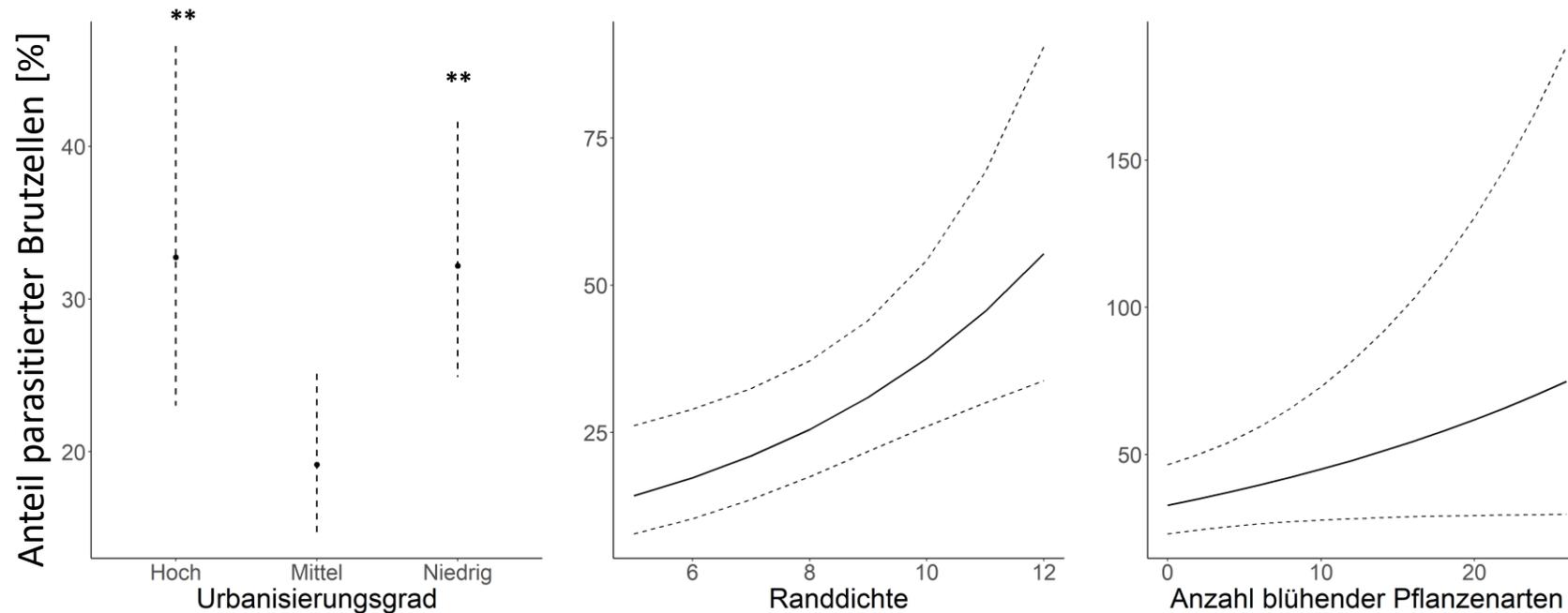


- Städtische Landschaftsparameter beeinflussten die Brutaktivität städtischer Hymenopterengemeinschaften

Parasitierung



Glmm: $p = 0.002$, ; $p = 0.058$; $R^2_m = 0.129$, $R^2_c = 0.16$



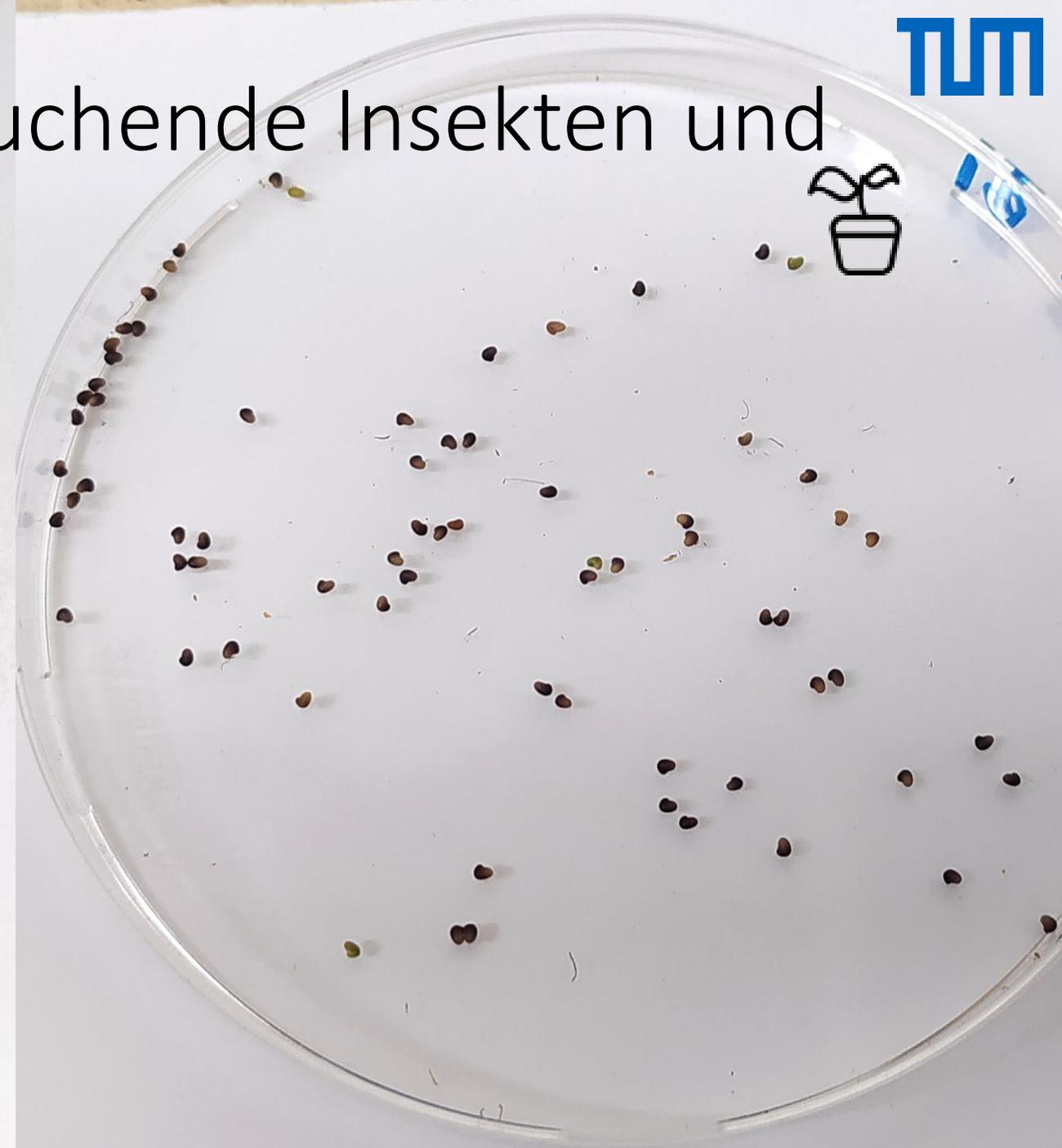
- Lokale und landschaftliche Faktoren beeinflussten die Abtötung der Brutzellen durch antagonistische Arten (Prädatoren, Parasiten, Parasitoide)

Ergebnisse: Blütenbesuchende Insekten und Phytometer



*Samen von Scharfem Hahnenfuß und Wiesenklees
Bei der Zählung und Einwaage im Labor*

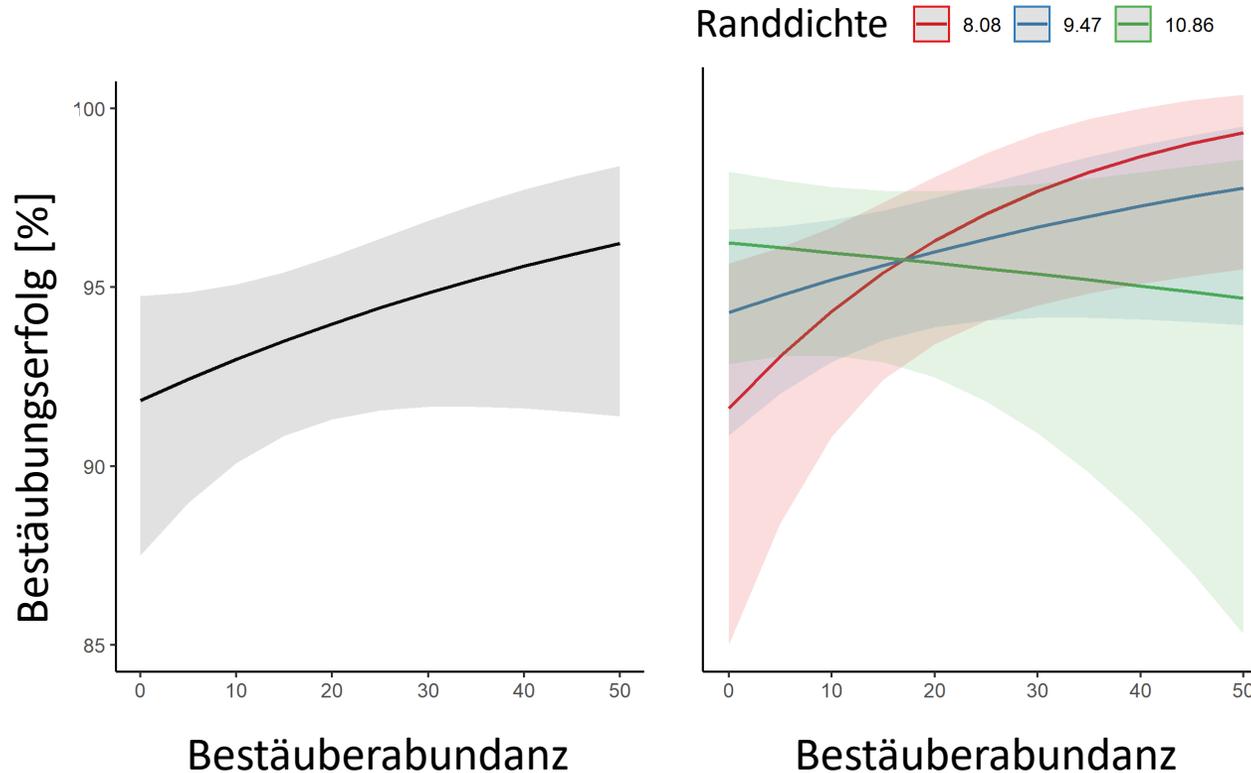
Bild: Nadja Berger



Fruchtentwicklung

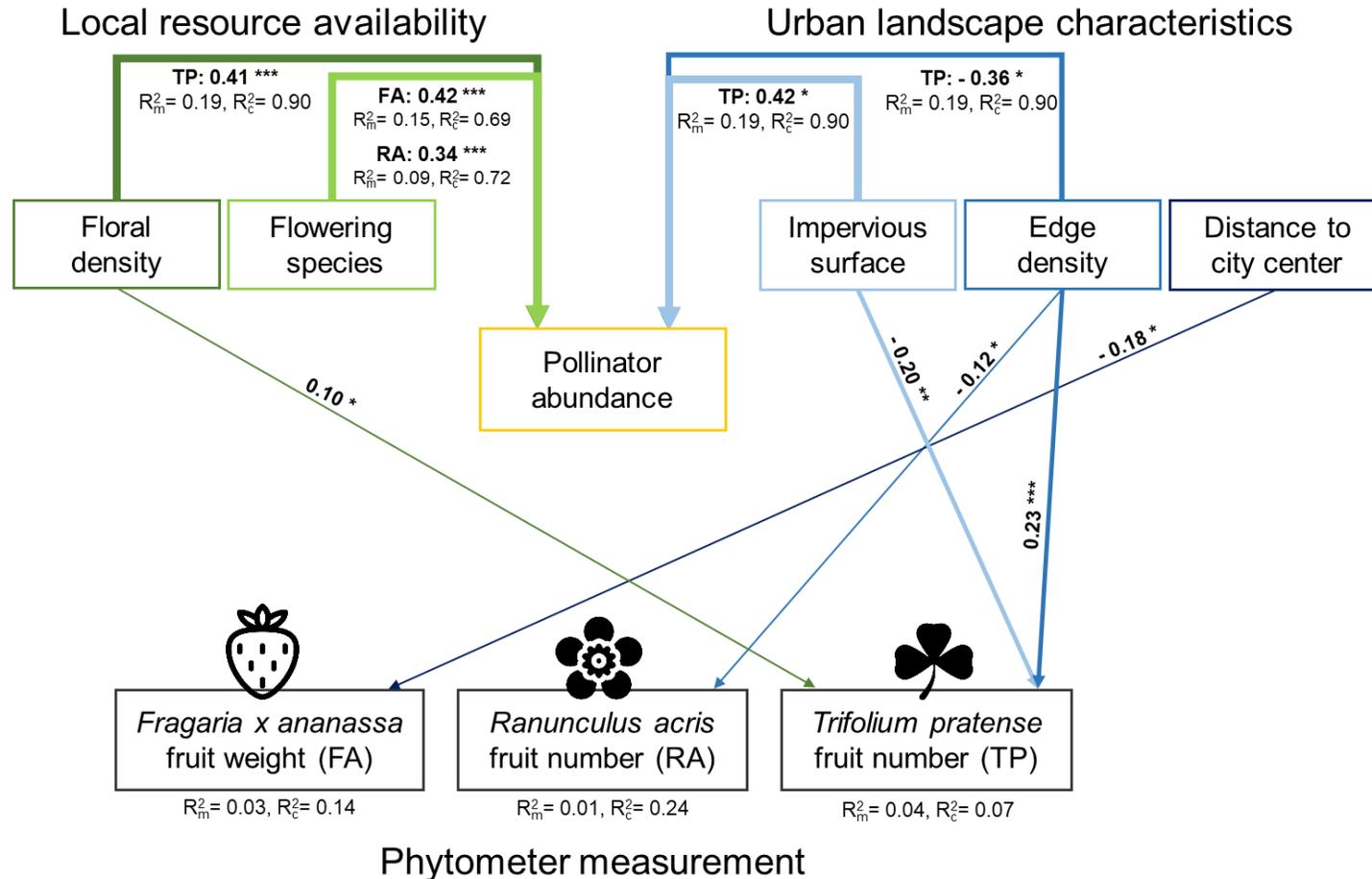


Glmm: $p = 0.02$, ; $p = 0.03$; $R^2_m = 0.15$, $R^2_c = 0.26$



- Je höher die Anzahl der Bestäuber, desto wahrscheinlicher war die Produktion einer Frucht an einer Blüte
- Abhängigkeit der Fruchtproduktion von landschaftlicher Heterogenität (Randdichte): Konzentrationseffekt von Bestäubern an Phytometerpflanzen in landschaftlich homogenen Standorten

Bestäubungsqualität



- Landschaftliche Faktoren spielten bei der Bestäubungsqualität (Fruchtgewichte, Samenanzahl) eine wichtigere Rolle als die Anzahl der vorgefundenen Bestäuber

Zusammenfassung 2: Insekten und Bestäubung

- Insekten lassen sich durch Aufwertungsmaßnahmen an Straßenrändern fördern.
- Nach Neuanlage sind positive Effekte auf die Artenzahl und Brutzellenanlage bereits in den ersten beiden Jahren nach der Einsaat zu beobachten.
- Die städtische Landschaft beeinflusst die Reproduktion von oberirdisch nistenden Bienen und Wespen enorm, genauso wie deren Antagonisten.
- Die Bestäubungsqualität hängt maßgeblich von der urbanen Landschaftskonfiguration ab.
- Unterschiedliche Landschaftsparameter beeinflussen die Bestäubung, abhängig von der beobachteten Pflanzenart.

Schlussfolgerungen



Blütenbesucher: Fliege auf Wilder Möhre auf einer Blühfläche in München

Bild: Simon Dietzel

Fazit I

- Vielfältige und strukturell komplexe Wildpflanzengemeinschaften erhöhen die Funktionalität städtischer Straßenränder.
- Lokale und landschaftliche Faktoren beeinflussen die Etablierung der Vegetation, die Funktionalität im Klimawandel und Förderung verschiedener Insektengruppen.
- Funktionaler Kriterien helfen bei der Entwicklung angepasster Blühmischungen für urbane Standorte.
- Magere Bodenverhältnisse und eine an Trockenstress angepasste Begrünung sind Grundvoraussetzungen für den Erfolg von Aufwertungsmaßnahmen.
- Eine an den Insektenschutz ausgerichtete Begrünung urbaner Straßenrandvegetation, einhergehend mit extensiver Pflege, besitzt Potential für die Vernetzung städtischer Lebensräume.

Fazit II

- Biodiversitätsaspekte müssen bei Stadt- und Raumplanung stärker berücksichtigt werden.
- Artenreiche Straßenränder können auf keinen Fall großräumigere Grünflächen in ihrer Funktionalität im Stadtgefüge ersetzen.
 - Komplementierung gerade in stark verdichteten Bereichen
- Die langfristige Pflege dieser Flächen sollte nach evidenzbasierten Kriterien erfolgen.
- Die Bereitschaft lokaler Behörden und Akzeptanz der Stadtbewohner:innen sind für den Erfolg von Biodiversitätsmaßnahmen unerlässlich.



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Regina Bauer Stiftung



Danke

Hans Krimmer, Gebietsheimisches Saatgut, Pulling
Gudrun Kloos, Gartenbauamt München
Markus Bräu, RKU München
Andreas Schweiger, Grüne Aussichten Ismaning
Bernhard Schöner, LAI
Silvia Gonzalez, Christian Grundmann,
Sebastian Gardt, Green City

Absolvent:innen und HiWis:

Anja Dichtl
Carmen Mayer
Corinna Lieberth
Joana Czermin
Nadja Berger
Julia Hiller
Franz Härtl
Milena Mori
Regina Seiler
Phoebe Koppendorfer
Christian Lanfranchi

Trachusa byssina - Große Harzbiene
Auf *Lotus corniculatus* in einer Blühfläche in Freising

Bild: Simon Dietzel