



Mikroplastik in der Umwelt

Untersuchung der Auswirkungen von Kunstrasenplätzen
in Hannover

von Lina Dzierzawa, Felix Maria Mehring, Paul Kroll, Annika Rühl, Paul Struß
und Lisa Langhammer

March 19, 2024

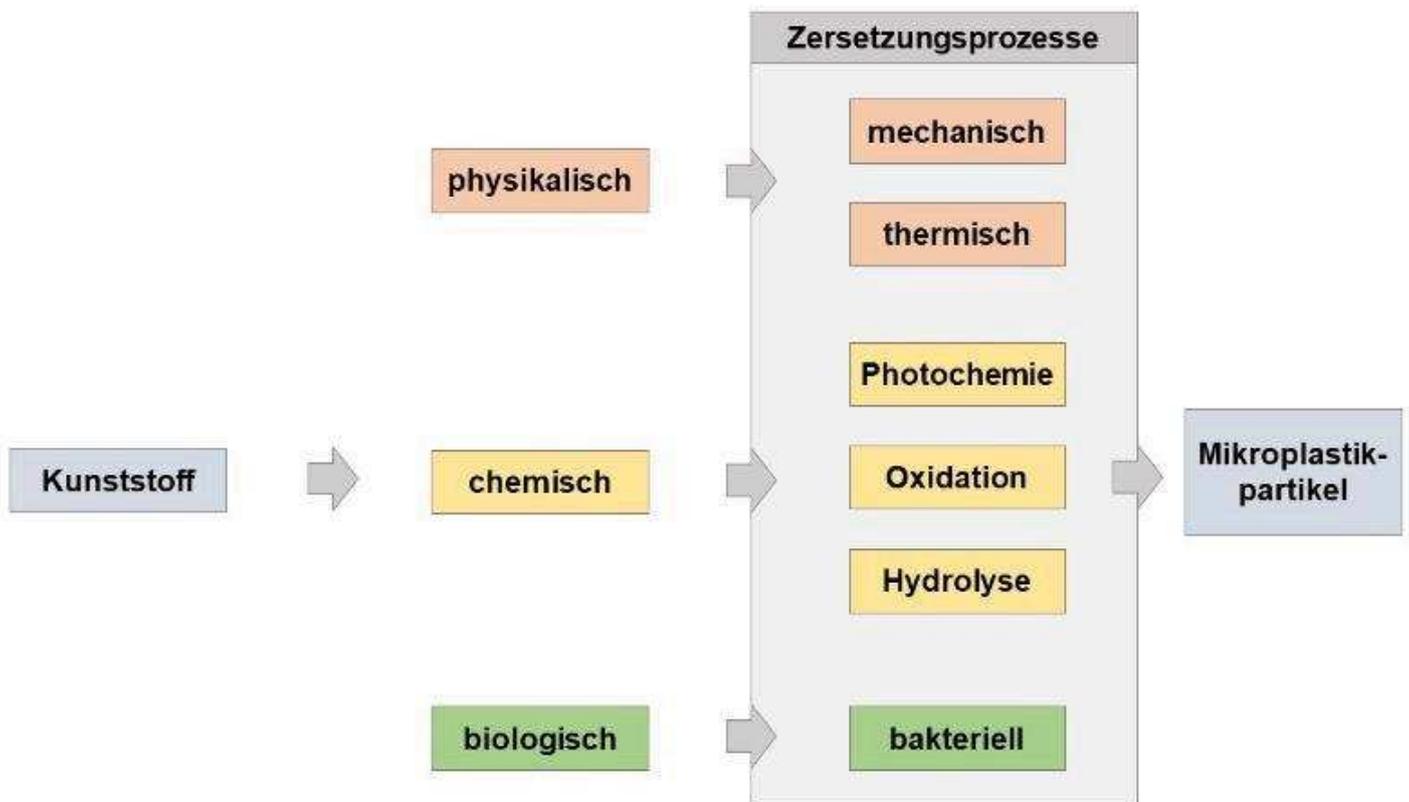
Anlass und Hintergrund



Die weltweite Plastikproduktion steigt immer weiter. Von 9.200 Mio. Tonnen seit 1950 produziertem Plastik sind zudem bis 2017 5.300 Mio. Tonnen weggeworfen worden (LECHTER 2020: 17, MCGLADE et al. 2021: 18).

Mikroplastik ist bereits jetzt **in allen Umweltbereichen** omnipräsent- selbst in der Arktis und der Tiefsee. Daher stellt die allgegenwärtige Verbreitung von Makro- und Mikroplastik eine globale Herausforderung dar (RISCHMÜLLER 2022: 1, BERTLING et al. 2018: 7).

Obwohl die potenziellen Gefahren von Mikroplastik durch Behörden und Wissenschaftler längst anerkannt sind, wurden die umfassenden Auswirkungen auf verschiedene Umweltkompartimente bisher **weder detailliert untersucht noch vollständig verstanden** (BERTLING et al. 2018).



Mikroplastikpartikel sind **kleine Einzelteile von Plastikprodukten**, die unter der Einwirkung von äußeren Einflüssen zu immer kleineren Partikeln **zersetzt** werden.

Dabei werden Mikroplastikpartikel in zwei Größenordnungen eingeteilt.

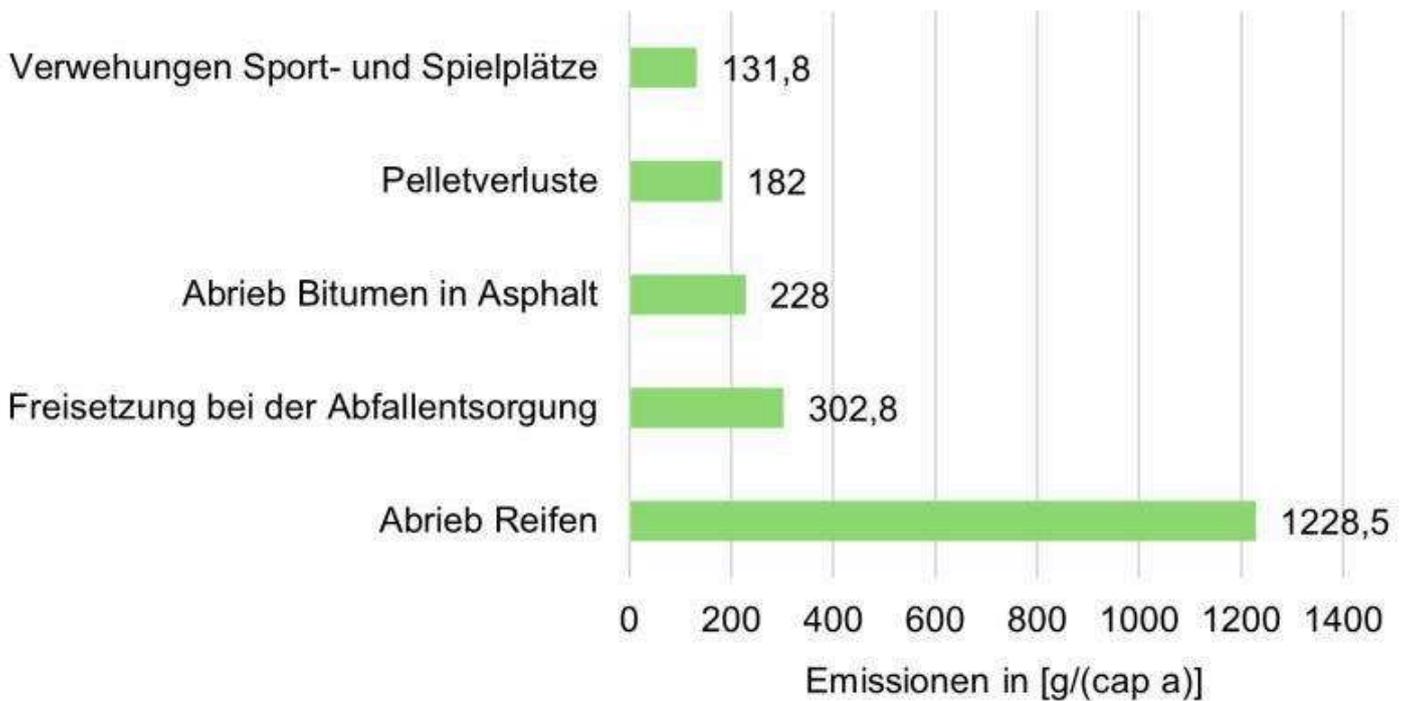
- Partikelgröße von 0,02 - 1 mm = Small Microplastic Particles (S-MPP)
- Partikelgröße von 1 - 5 mm = Large Microplastic Particles (L-MPP)

Unterscheidung von **primärem** und **sekundärem** MP:

- Primäres Mikroplastik vom Typ A wird bei der Herstellung von Plastikprodukten freigesetzt.
- Primäres Mikroplastik Typ B wird bei der Nutzung freigesetzt.
- Das sekundäre Mikroplastik entsteht durch Zersetzung von Makroplastik in immer kleinere Partikel.

Durch die Vielzahl an Kunststoffen und Prozessen entstehen unterschiedliche Formen von MP (Partikel- oder Pelletform, in Faserform, in Folienstückform und in Schaumform) (WALDSCHLÄGER 2019: 9, FATH 2019: 6ff).

Quellen von Mikroplastik in [g/(cap a)]



Quellen sind die Kunststoffindustrie, Kosmetika, Kleidung, Reifenabrieb oder Verwehung von Partikeln (z.B. **Kunstrasenplätze** oder Tartanbahnen) (BERTLING et al. 2018: 10f).

Die Verbreitung wird beeinflusst durch...

- Verwehungen durch Wind oder durch Niederschlag und dem daraus entstehenden Oberflächenabfluss
- Schuhwerk und Kleidung der Spielenden
- Platzpflege und -reinigung (Laubbläser, Schneeräumung, Reinigungsmaschinen)
- Nutzungsintensität
- Infill-Material

Senken sind Platzumgebung, Kläranlage, Oberflächengewässer und Boden, Müllstrudel im Meer, Polareis, Meeresschnee (RISCHMÜLLER 2022: 12ff, WALDSCHLÄGER 2019: 33ff).



Für den Menschen

Eine Wirkung auf die menschliche Gesundheit ist nicht auszuschließen – insbesondere durch die **Additive wie Weichmacher und weitere Schadstoffe**, die mit der Nahrung aufgenommen werden können. An sich ist die **Toxizität eher gering** - solange sich keine Schadstoffe an die inerten Partikel heften (BERTLING et al. 2018: 31, LIEBMANN 2015: 25).

Für die Tiere

Die Aufnahme von Mikroplastikpartikeln bei Tieren wie Fischen, Reptilien, Säugetieren und Vögeln führt zu **Verstopfungen des Magen-Darm-Traktes** und einem **größeren Sättigungsgefühl**. Bei Regenwürmern und Springschwänzen wurde eine **Reduzierung des Körpergewichts, der Fruchtbarkeit und der Lebensspanne** gemessen (FATH 2019: 16).

Für die Umwelt

Der Transport von Mikroplastikpartikeln im Boden führt zu einem **negativen Einfluss auf die Bodenstruktur und -stabilität**. Zudem konnten zwar Erleichterungen des Wurzelwachstums von Pflanzen festgestellt werden, allerdings haben Mikroplastikpartikel einen **negativen Einfluss auf die Keimung und Sprosshöhe von Pflanzen** (LEHMANN et al. 2021: 1, BOOTS et al. 2020: 1, BRANDES et al. 2020: 123).



Eine weitere Betrachtung des Themas ist wichtig, da die Studienlage zu...

- ...Austrags- und Eintragsmechanismen und Verbreitungswegen von Mikroplastik...
- ...Freisetzung von Makroplastik in der Umwelt...
- ...Abbauzeiten von Kunststoffen...
- ...Auswirkungen auf die Umwelt, auf Tiere und auf den Menschen...

...noch immer sehr gering ist.

Trotz einem **zukünftigen Verbot des Verkaufs ab 2031** von synthetischem Infill-Material besteht in Deutschland eine große

Menge an Infill, das auf den Kunstrasenplätzen verbleibt und weiterhin für Austrag sorgt (EK 2023: www, RISCHMÜLLER 2022: 93, BERTLING et al. 2018: 5, 14, 20, 27, 31).

Untersuchungsgebiet

Powered by Esri

Untersuchungsgebiet des Masterprojektes.

Zielsetzung

Ziel ist es, die Umweltauswirkung der Mikroplastikemissionen von fernerkundlich identifizierten Kunstrasenplätzen anhand der sie umgebenden Flächen zu bewerten.

Anschließend werden Handlungsempfehlungen erstellt, die den Austrag von Mikroplastik von Kunstrasenplätzen reduzieren können.

1. Wie lassen sich Kunstrasenflächen durch Fernerkundung identifizieren?
2. Über welche Eintragungspfade gelangt Mikroplastik von den Kunstrasenplätzen in die Umwelt?
3. Welche Eigenschaften führen zu einer erhöhten Anfälligkeit für Mikroplastikeinträge?

4. Welche Maßnahmen können getroffen werden, um den Mikroplastikaustrag und mögliche negative Umweltauswirkungen zu minimieren?

Methodik

Die Methodik setzt sich aus mehreren Etappen zusammen:

1. Literaturrecherche und Feldbegehungen innerhalb der Region
2. Erstellung eines Fragebogens
3. Identifikation von Kunstrasenplätzen mit Hilfe von Fernerkundung
4. Bewertungsmethodik für die Kunstrasenplätze innerhalb der Region

Literaturrecherche und Feldbegehungen

- **Literaturrecherche**
 - Sammeln wissenschaftlicher Erkenntnisse über Wirkungszusammenhänge und relevanter Faktoren für Aus- und Eintragswege
 - Basis für die Bewertungsmethodik
- **Feldbegehungen**
 - Durchgeführt an ausgewählten Kunstrasenplätzen mit verschiedenen Infill-Varianten
 - Aufnahme relevanter Faktoren anhand von Realbedingungen im Feld
 - Informationsgewinn durch Gespräche vor Ort
 - Feinjustierung der Bewertungsmethodik und der Ergebnisse
- **Zusätzlich: Fragebogen unter Sportvereinen mit Kunstrasenplätzen**

Fernerkundungsmethodik

"Fernerkundung [...] ist die Aufnahme oder Messung von Objekten, ohne mit diesen in körperlichen Kontakt zu treten, und die Auswertung dabei"

gewonnener Daten oder Bilder zur Gewinnung quantitativer Informationen über deren Vorkommen, Zustand oder Zustandsänderung und ggf. deren natürliche oder soziale Beziehungen zueinander."

(HILDEBRANDT 1996: 1)

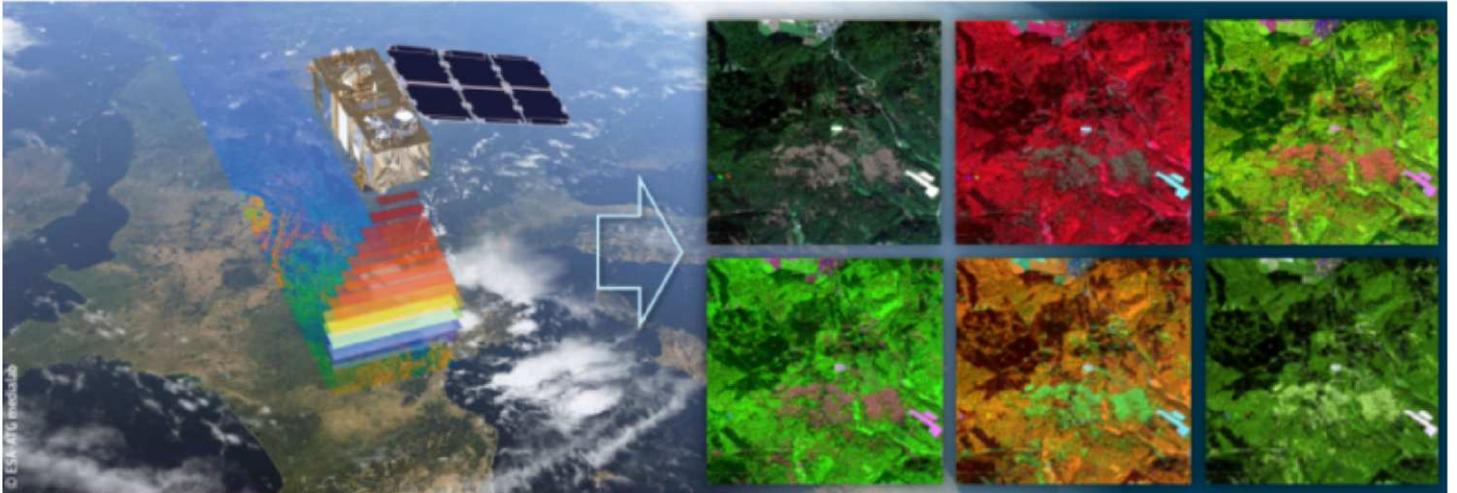
Mithilfe von Fernerkundung werden die Kunstrasenplätze innerhalb der Region Hannover identifiziert. Dabei wurde mit dem Programm ArcGIS Pro gearbeitet.



Copyright ESA/ATG medialab

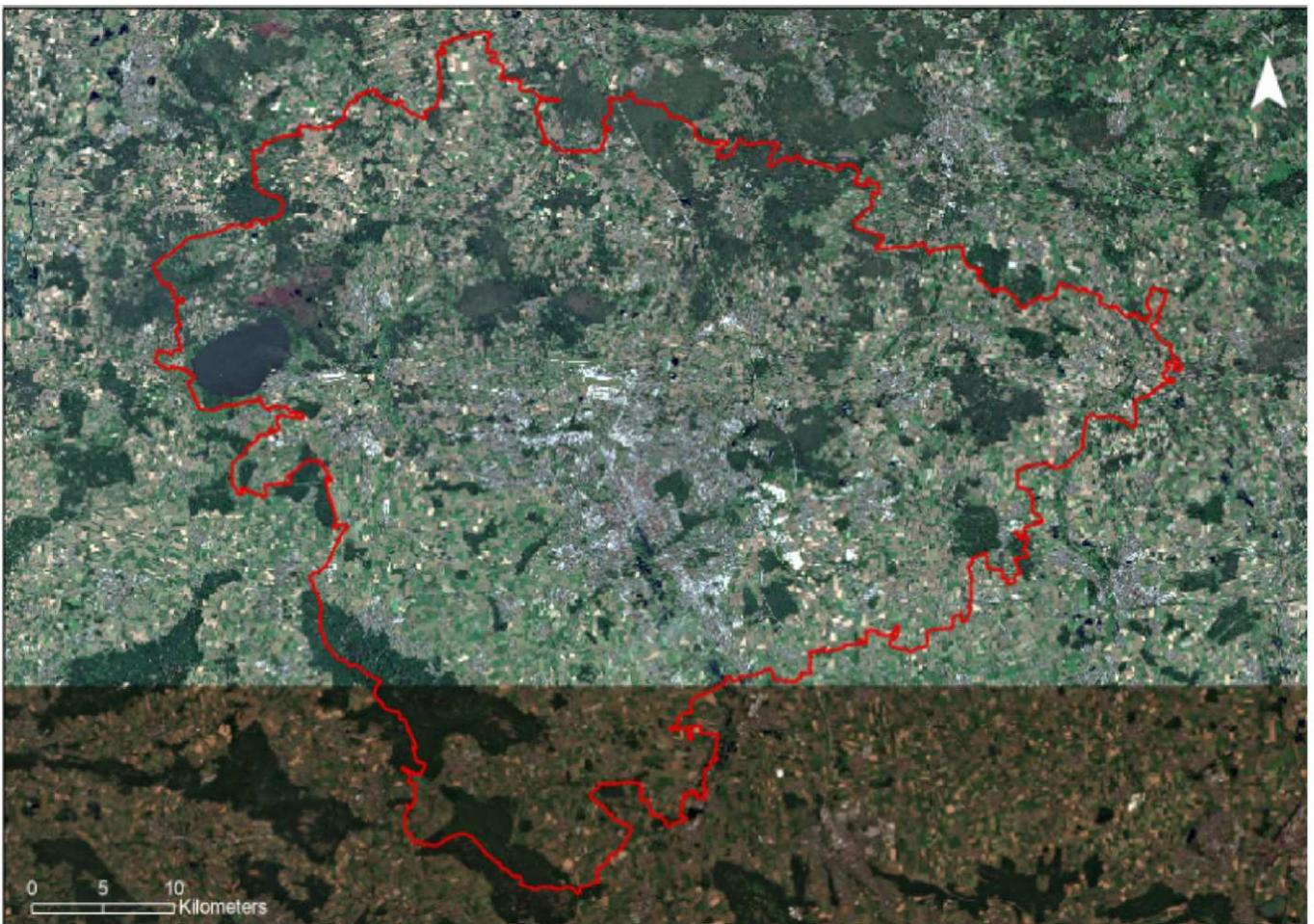
Sentinel-2 Daten von Copernicus

- Satelliten und Instrumente sind Teil des Copernicus Programms
 - nationale und kommerzielle Satellitenflotte der EU (DLR o.J.: www)
- Sentinel-2 Mission wird insbesondere für die Erfassung des Vegetationszustandes verwendet (COPERNICUS o.J.: www)



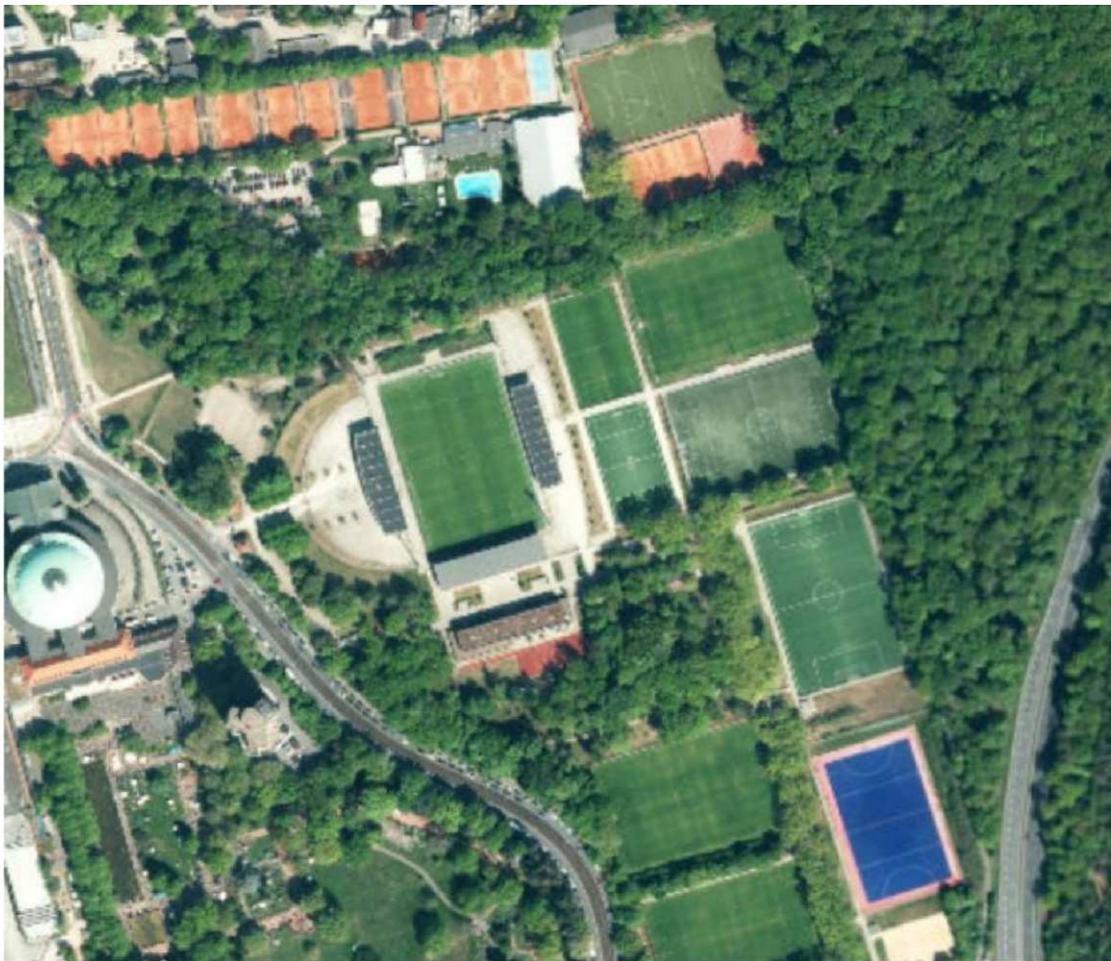
Sentinel-2 Daten von Copernicus

- Es werden Aufnahmen der Erdoberfläche im sichtbaren und infraroten Spektrum aufgenommen
- Dabei werden Bilder in Form von 13 Spektralbändern und einer Auflösung von 10m, 20m und 60m zur Verfügung gestellt
- Hilfreich um zum Beispiel Wild- und Nutzpflanzen zu erkennen (COPERNICUS o.J.: [www](http://www.copernicus.eu))
- Für die Analyse wurden Sentinel-2 Aufnahmen vom 08. Juli 2023 genutzt (Download am: 26.11.2023 bei Copernicus Browser)



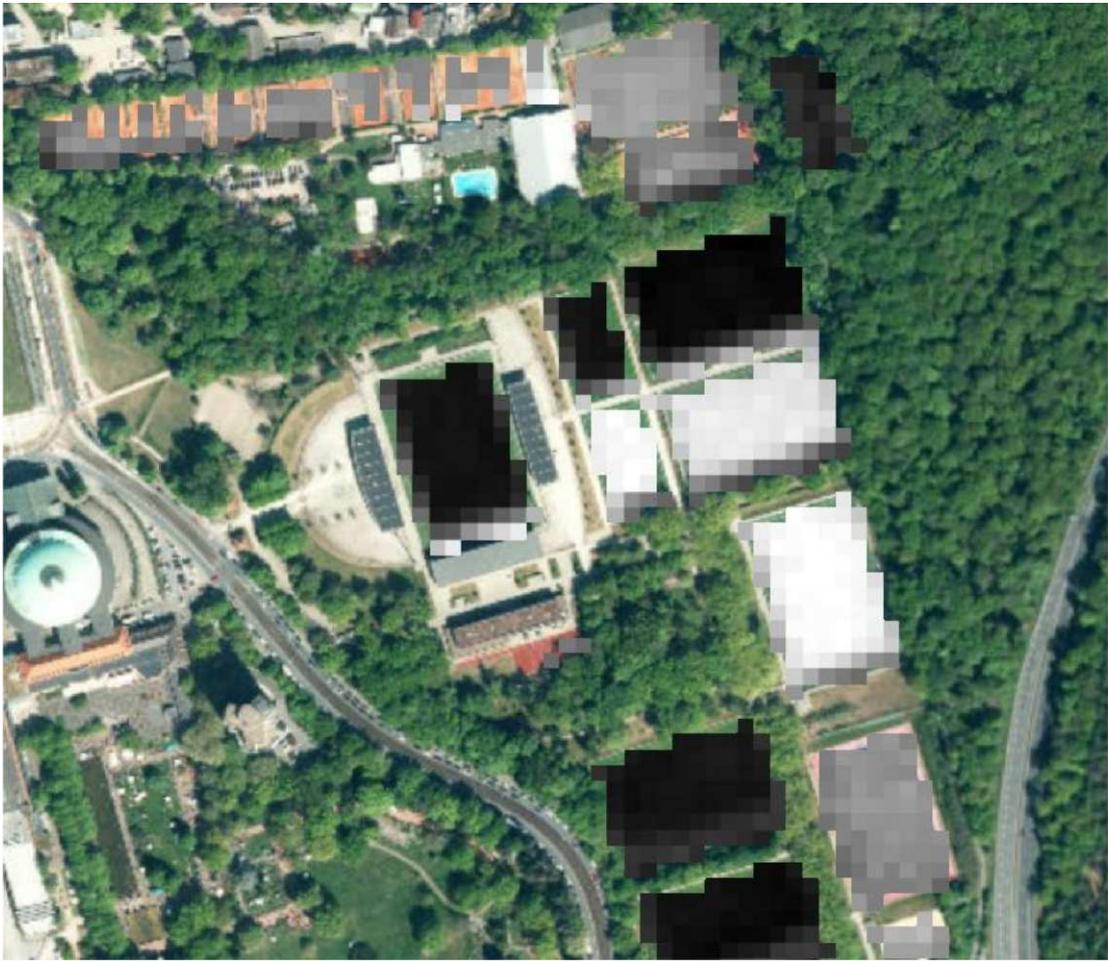
Vorgehen bei der Identifikation

- Erstellung eines Multispektralbildes, bestehend aus den Bändern rot, blau und grün mit der Auflösung von 10 m
- Diese wurden auf Sportplätze - ausgewiesen von OSM - zugeschnitten
- Berechnung des normalisierten differenzierten Vegetationsindex (NDVI)
 - dadurch kann die relative Biomasse an chlorophyllhaltiger Vegetation erkannt werden (ESRI 2021: [www](http://www.esri.com))
- Dabei wurde einmal das blaue und einmal das grüne Spektralband anstelle des roten Bandes verwendet, um die Kunstrasenplätze zu identifizieren



Beispiel Sportanlage bei Hannover 96

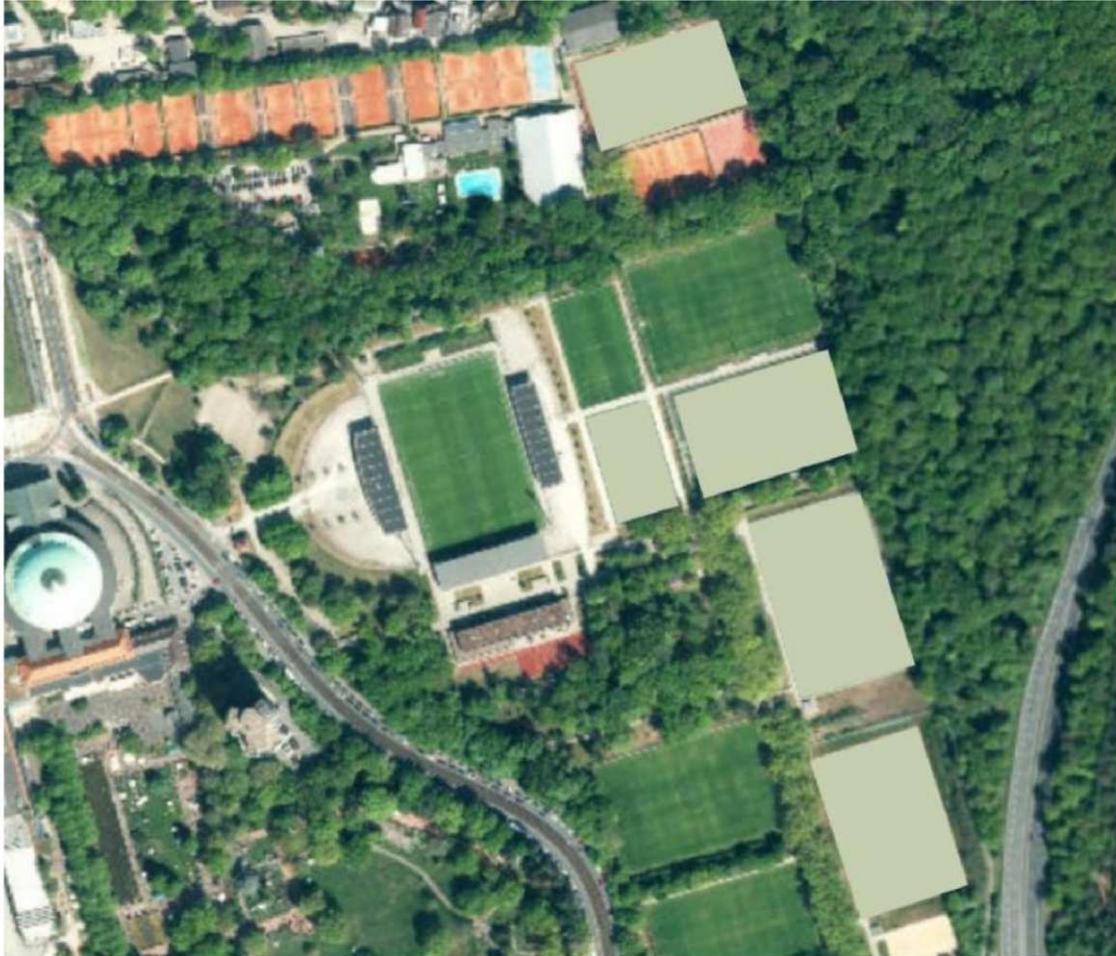
- verschiedene Sportplätze mit verschiedenen Belägen und unterschiedlichen Farben



- Berechnung des NDVI mit dem grünen Spektralband

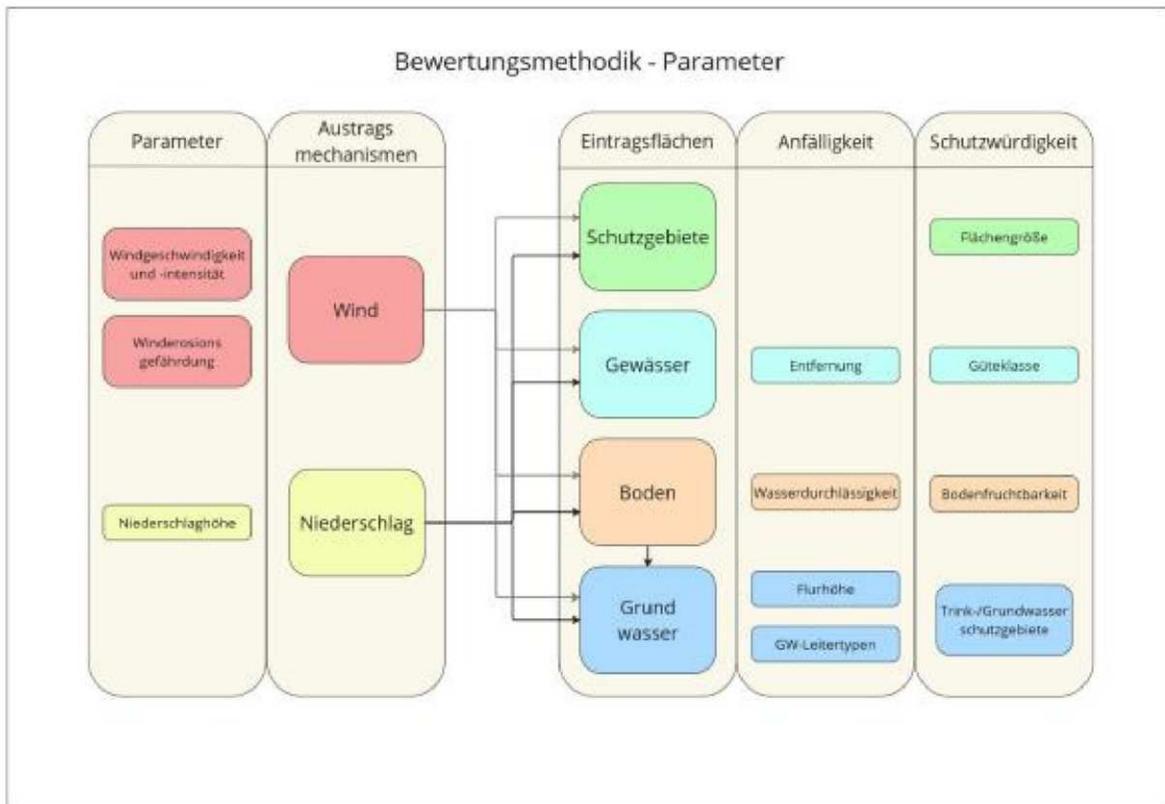


- Berechnung des NDVI mit dem blauen Spektralband

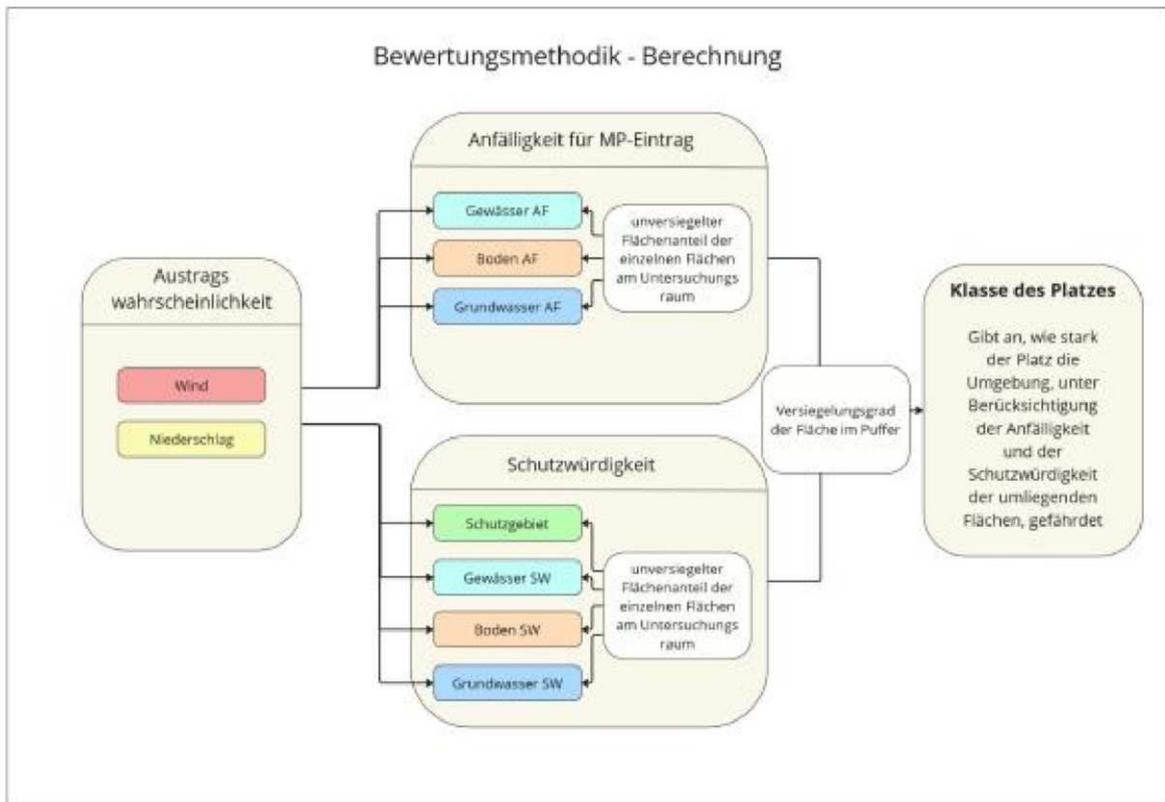


- Identifizierung der Kuntrasenplätze

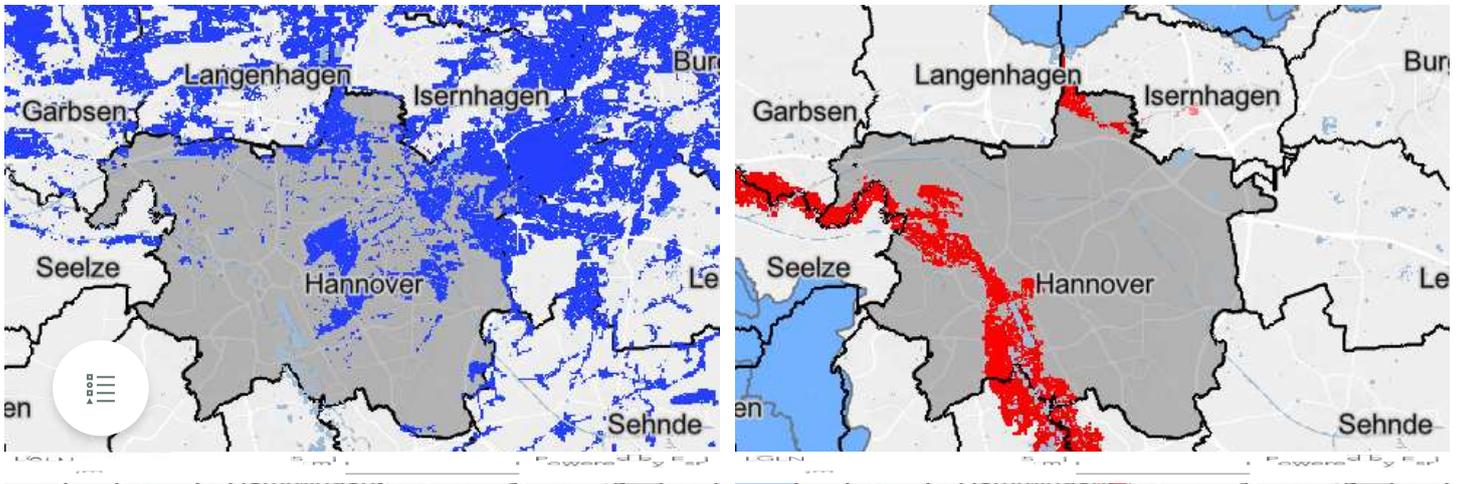
Bewertungsmethodik



Übersicht über die Umweltparameter.



Übersicht über die Berechnung der Bewertungen.



Beispiel über vereinzelte Umweltparameter (Winderosionsgefährdung und Wasserschutzgebiete).

Methodendiskussion

Fernerkundung

- teils gleiche Werte der NDVIs fürs unterschiedliche Oberflächen
 - erschwert definition des Wertebereichs für Kunstrasenplätze
 - fälschliche Identifikation bei Asche- und nassen Plätzen
- OSM kein vollständiger und amtlicher Datensatz
 - möglicherweise Plätze nicht erfasst

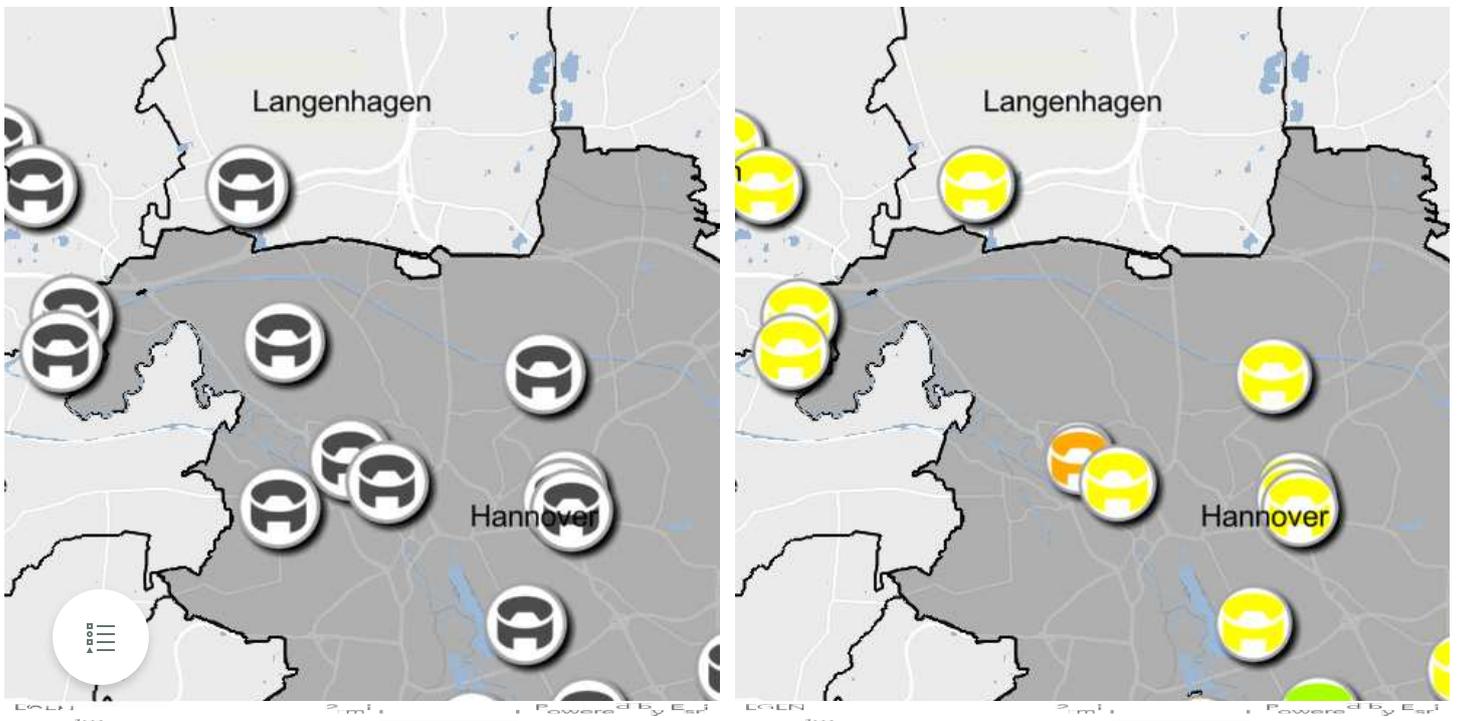
Geodaten und Bewertungsparameter

- Fehlende oder nur grob aufgelöste Geodaten als Problem
 - Grundwasserstände, Vegetation, Barrieren, Topographie und Ergebnisse des Fragebogens

Methodik basiert auf der Theorie in der Literatur und wurde nicht zusätzlich durch praktische Untersuchungen validiert.

Ergebnisse und Diskussion

Identifizierung und Bewertung der Kunstrasenplätze

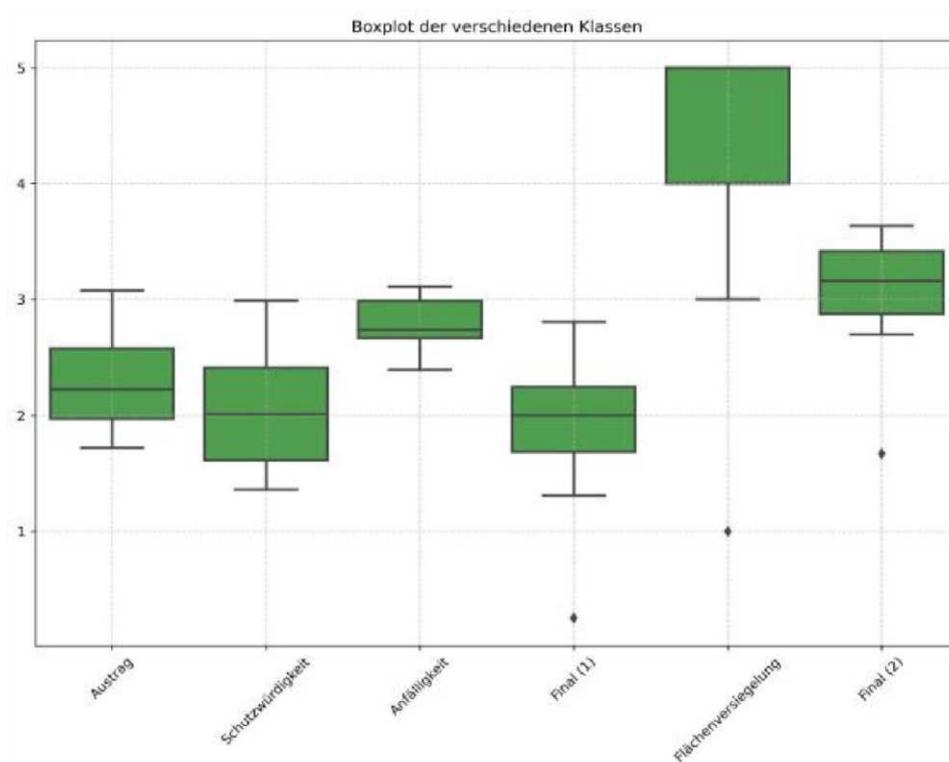


Es wurden **37 Kunstrassenplätze** identifiziert. Davon befinden sich 13 innerhalb der Stadt Hannover.

Durchschnittlich wurden die Plätze mit einer **Klasse von 3,1** bewertet. Das Minimum beträgt 1,6, das Maximum beträgt 3,6.



Beispieldarstellung von zwei bewerteten Kunstrassenplätzen.

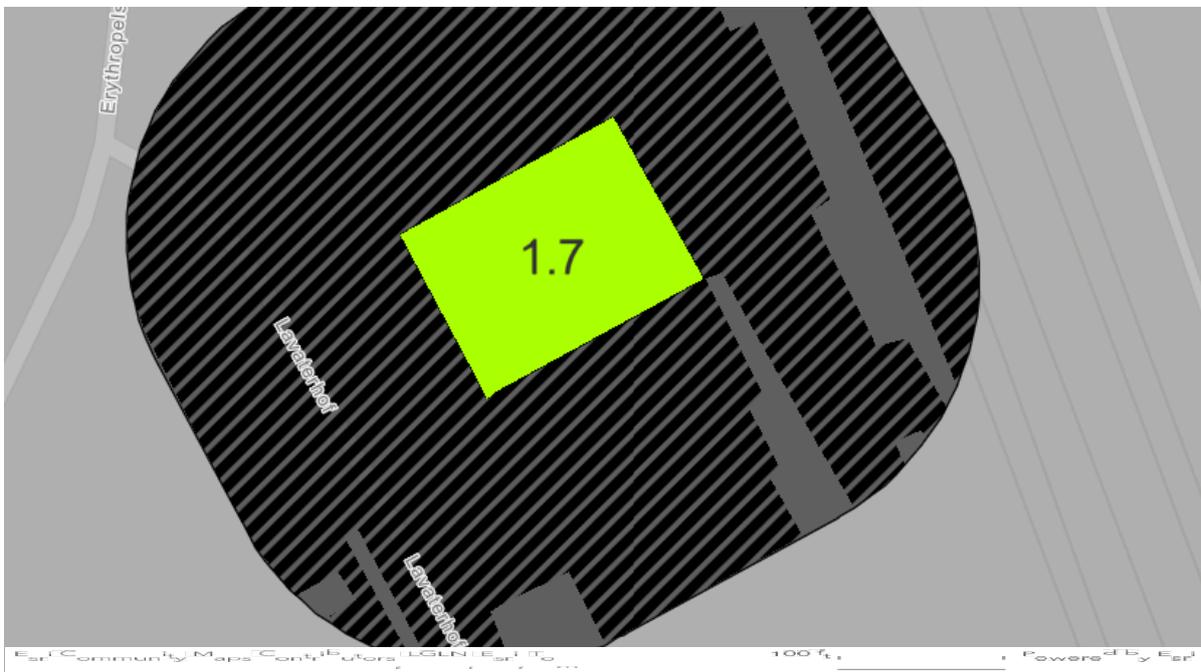


Statistische Auswertung der Klassen der identifizierten Kunstrasenplätze.

Unsere Ergebnissen zeigen eine **moderate bis starke Belastung** der Umwelt durch Mikroplastikemmissionen der KRPs.

Besonders entscheidend ist der **hohe Anteil unversiegelter Fläche** aber auch die **Empfindlichkeit der Flächen**.

Die **grobe Auflösung** und der **flächige Charakter der Ausgangsdaten** bedingen eine recht **geringe Spannweite der Ergebnisse**, insbesondere der finalen Klassen.



Beispielbild der Klasse eines Kunstrasenplatzes mit dem 50 m Puffer und dem versiegelten Flächenanteil.

Den Ergebnissen nach wäre eine **vollständige Versiegelung** der Platzumgebung der beste Weg, um die Anfälligkeit der Flächen zu reduzieren. Allerdings geht eine Flächenversiegelung mit sehr vielen anderen negativen Umwelteinwirkungen einher - eine vermehrte Versiegelung ist demnach **keine Lösung!**

Handlungsempfehlungen

Wir möchten allgemeine Handlungsempfehlungen aussprechen, die...

- ...entweder bei der Planung neuer Plätze mit bedacht werden können
- ...oder bei bereits bestehenden Plätzen nachgerüstet werden können:

Maßnahmenkatalog	
Organisatorische Maßnahmen	Technische Maßnahmen
Verhaltensregeln für die Spielenden	Optimiertes Kunstrasensystem
Bewusstseinsbildung	Optimierte Entwässerung
Optimierte Planung	
Allgemeine Maßnahmen	Pflegerische Maßnahmen
Alternatives Infill-Material	Regelmäßige Wartung
Optimierte Erneuerung	Sachgemäße Entsorgung und Rückbau
	Optimierte Schneeräumung
	Optimierte Verfüllung

Maßnahmenkatalog mit Maßnahmentypen und dazugehörigen Einzelmaßnahmen.

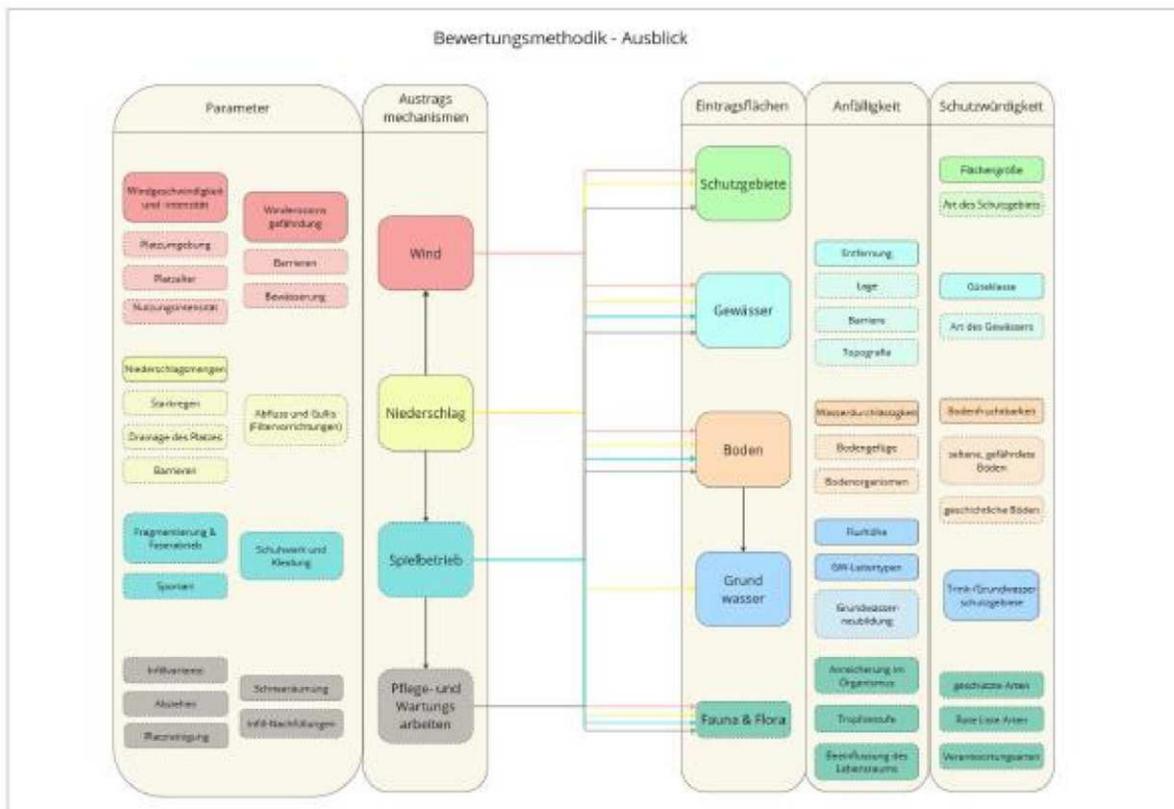
Fazit

- keine offiziellen Statistiken und Listen von Kunstrasenplätzen in Deutschland
 - durch Fernerkundung ist eine Identifikation dieser möglich
 - durch diese konnten 37 Plätze in der Region Hannover erkannt werden
- anhand unserer Ergebnisse ist von einer moderaten bis starken Umweltauswirkung der KRP auf ihre direkte Umgebung auszugehen
- unser Untersuchungsergebnis ist ein grober Richtwert
- Mikroplastik hat negative Auswirkungen auf die Umwelt und der Austrag von KRP ist in der Praxis kaum zu verhindern
 - deshalb sind geeignete Maßnahmen wichtig, um den Austrag auf das Mindeste zu beschränken
 - es wurden Handlungsempfehlungen in einem Maßnahmenkatalog mit allgemeinen, technischen, organisatorischen und pflegerischen Maßnahmen zusammengefasst

Ausblick

- weiterhin hoher Forschungsbedarf
 - zusätzliche Parameter können betrachtet werden
 - noch detailliertere Betrachtung der einzelnen KRP möglich

- es ist zudem ein immer größeres gesellschaftliches und politisches Umweltbewusstsein hinsichtlich Mikroplastik auf KRP festzustellen
 - Vereine denken über Plastikalternativen nach und diese sind bereits auf dem Markt etabliert
 - EU-Verbot zum Verkauf von Plastikinfill ab 2031



Übersicht über weitere mögliche Umweltparameter.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gibt es Fragen?



Quellen

BERTLING, J., BERTLING, R. &
HAMANN, L., 2018

Kunststoffe in der Umwelt:
Mikro- und Makroplastik.
Ursachen, Mengen,
Umweltschicksale,
Wirkungen, Lösungsansätze,
Empfehlungen, Kurzfassung
der Konsortialstudie.
Fraunhofer-Institut für
Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik Umsicht
[Hrsg.]. Oberhausen.

BERTLING, J.; ZIMMERMANN,
T. & RÖDIG, L. 2021

Kunststoffe in der Umwelt:
Emissionen in
Landwirtschaftlich genutzte
Böden. Oberhausen:
Fraunhofer-Institut für
Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik Umsicht.

- BOOTS, B., RUSSELL, C. W. & GREEN, D. S., 2019 Effects of Microplastics in Soil Ecosystems: Above and Below Ground. In: Environmental Science & Technology 53, S. 11496 - 11506.
- BRANDES, E., BRAUN, M., RILLIG, M. & LEIFHEIT, E., 2020 (Mikro-)Plastik im Boden. In: Bodenschutz 3, S. 121-125.
- BREITBARTH, M., HENTSCHEL, A., KASER, S., 2022 Kunststoffeinträge von Kunstrasenplätzen in Entwässerungssysteme: Aufkommen, Rahmenbedingungen und Möglichkeiten der Eintragsminderung. Darmstadt.
- COPERNICUS, o.J. Sentinel 2. Abgerufen am: 15.03.2024: <https://www.d-copernicus.de/daten/satelliten/satelliten-details/news/sentinel-2/>
- DLR, o.J. Copernicus. Abgerufen am: 10.03.2024: <https://www.d-copernicus.de/programm/erdbeobachtungsprogramme/copernicus/>
- ESRI, 2021 ArcMap. Funktion "NDVI". Abgerufen am 15.03.2024: [https://desktop.arcgis.com/de/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/ndvi-function.htm#:~:text=Der%20normalisierte%20differenzierte%20Vegetationsindex%20\(NDVI,als%20relative%20Biomasse%20bezeichnet\)%20erm%C3%B6glicht.](https://desktop.arcgis.com/de/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/ndvi-function.htm#:~:text=Der%20normalisierte%20differenzierte%20Vegetationsindex%20(NDVI,als%20relative%20Biomasse%20bezeichnet)%20erm%C3%B6glicht.)

EUROPÄISCHE KOMMISSION (EK), 2023	Schutz von Umwelt und Gesundheit: Kommission erlässt Maßnahmen zur Beschränkung von bewusst zugesetztem Mikroplastik. Pressemitteilung vom 25. September 2023. Brüssel. Abgerufen 16.02.2024: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_23_4581
DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE (DVL), 1998	Flurgehölze - Hinweise zur Biotop- und Landschaftspflege.
DIN CEN/TR 17519 2020	Sportböden - Kunststoffrasenflächen - Leitfaden zur Minimierung des Austrags von Füllmaterialien in die Umgebung, Deutsche Fassung
FATH, A., 2019	Mikroplastik kompakt. Wissenswertes für alle.
HILDEBRANDT, G., 1996	Fernerkundung und Luftbildmessung für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie. Heidelberg.
LEHMANN, A., LEIFHEIT, E., GERDAWISCHKE, M. & RILLIG, M., 2021	Microplastics have shape- and polymer-dependent effects on soil aggregation and organic matter loss - an experimental and meta- analytical approach.
LEIFHEIT, E. & RILLIG, M. 2020	Mikroplastik in landwirtschaftlichen Böden - eine versteckte Gefahr? Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft 98 (1): 1- 14.

- LETCHER, T. M., 2020 Plastic waste and recycling. Environmental Impact, Societal Issues, Prevention and Solutions.
- LIEBMANN, B., BRIELMANN, H., HEINFELLNER H., HOHENBLUM, P., KÖPPEL, S. SCHADEN, S. & UHL, M., 2015 Mikroplastik in der Umwelt. Vorkommen, Nachweis und Handlungsbedarf. Umweltbundesamt GmbH Österreich [Hrsg.]. Wien.
- MCGLADE, J., GREEN, D., FAHIM, I. S. & ANDRADY, A. L., 2021 From Pollution to Solution: A Global Assessment of Marine Litter and Plastic Pollution. Technical Report.
- REHM, R. & FIENER, P., 2020 Der unsichtbare Plastikmüll. Wie viel Mikroplastik steckt in unseren Böden? In: Geographische Rundschau 78, S. 32-36.
- RISCHMÜLLER, S., N., 2022 Untersuchung von Kunstrasenplätzen als Belastungsquellen von Mikropartikeln für umgebende Systeme. Emission, Transportverhalten und Verbleib von Kunstrasenplatz-Infill am Beispiel von zwei Standorten (Osnabrück und Oberhausen). Osnabrück.
- SATTEC, o.J. Fernerkundung. Katastrophenmonitoring mittels Satelliten. <https://www.sattec.org/satellitenfernerkundung/index.html>
- STÖVEN, K., JACOBS, F. & SCHNUG, E., 2015 Mikroplastik: Ein selbstverschuldetes Umweltproblem im Plastikzeitalter. In: Journal für Kulturpflanzen, 67 (7), S. 241-250. Stuttgart.

WALDSCHLÄGER, K., 2019

Mikroplastik in der
aquatischen Umwelt.
Quellen, Senken und
Transportpfade. Springer
Verlag, Aachen.