

# Entfernung von flugfähigem Mikroplastik aus Kunstrasensportflächen

(AZ 35450/01; Referat 31)



## Abschlussbericht des Förderprojekts durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

vorgelegt von der

Firma Polyclean

Projektlaufzeit: 31.03.2021 – 31.10.2023, München

Verfasser: Dr. Veronika Seeholzer

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Ausgangslage, Relevanz und Zielsetzung des Projekts.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Arbeitsschritte und Methodik .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Ergebnisse.....</b>	<b>17</b>
<b>4 Diskussion.....</b>	<b>22</b>
<b>5 Öffentlichkeitsarbeit und Weiterführung .....</b>	<b>24</b>
<b>6 Fazit.....</b>	<b>25</b>
<b>Abbildungen .....</b>	<b>26</b>
<b>Quellenangaben .....</b>	<b>27</b>



## Zusammenfassung

Die Relevanz von Kunstrasenplätzen, gerade in eng besiedelten Ballungsräumen steht außer Frage. Kunstrasenplätze sind essentiell für Teamsport aus sozialer und gesellschaftlicher Perspektive heraus und benötigen im Vergleich zu Naturrasen keine Regenerationszeit sondern sind dauerhaft bespielbar.

Gleichzeitig ist der Kunstrasen in den letzten Jahren in der Politik immer wieder in Diskussion geraten. Grund dafür ist im Wesentlichen das flugfähige Sekundärmikroplastik, welches Gefahr läuft durch Nutzung und Witterungseinflüsse in die Umwelt und den Naturkreislauf einzutreten. Unter flugfähigem Sekundärmikroplastik, welches in vorliegendem Projekt im Fokus steht, verstehen wir all jenes Mikroplastik, was ungewollt durch Nutzung und Natureinflüsse als Abrieb des Faserflors ebenso wie des Granulats entsteht und dann Gefahr läuft sich in der Umwelt und insbesondere in umliegenden Gewässern zu verteilen.

Seit Jahren reinigt die Firma Polyclean Kunstrasenflächen in einer intensiven Nasswäsche, welche zum Ziel hat, neben der Verschmutzung eben genau dieses flugfähige Mikroplastik zu binden, auszufiltern, fachgerecht zu entsorgen und damit deren Eintreten in den Naturkreislauf zu verhindern. Bis anhin gelang es, Mikroplastikteilchen von grösser 250 $\mu$  auszufiltern. Ziel dieses Projekts ist es einerseits, die Filtergrösse dahingehend zu verkleinern, dass nun Teilchen bis 75 $\mu$  ausgefiltert werden können und zweitens das Ausfiltern, was bisher ausserhalb mit einem Sattelitenfilter stattgefunden hat, in die Maschine zu verlegen und so neben der Steigerung der Wirtschaftlichkeit auch die Mehrfachnutzung des Reinigungswassers zu ermöglichen.

Im Rahmen des Projekts konnten wir in einem agilen Ansatz, vielen Tests und daraus abgeleiteten Learnings und Anpassungen nun einen Filter entwickeln, welcher es ermöglicht Mikroplastikteilchen bis 75 $\mu$  auszufiltern und gleichzeitig in der Maschine lokalisiert ist, um so durch die Mehrfachverwendung des Reinigungswassers etwa 30-40% des Wasserverbrauchs einzusparen. Auswertungen ergaben, dass bei einer Reinigung, abhängig von Alter, Nutzungsintensität und Verfassung des Platzes, etwa 32.000 flugfähige Mikroplastikteilchen (leichter als 0,02 g und damit bei Windstärke von 30 km/h flugfähig) ausgefiltert werden konnten. Für diese Arbeit wurden wir RAL zertifiziert und können so durchgängig ein hohes Serviceniveau gewährleisten.

# 1 Ausgangslage, Relevanz und Zielsetzung des Projekts

## Relevanz von Kunstrasenplätzen

Kunstrasenplätze gewinnen in Deutschland besonders in Ballungsräumen zunehmend an Bedeutung. Dies ist darin begründet, dass ein Kunstrasenplatz bis zu 4 Naturrasenplätze ersetzen kann. Wohingegen Naturrasenplätze nämlich natürliche Regenerationszeit brauchen, um Zerstörung durch Abnutzung entgegenzuwirken, sind Kunstrasenplätze dauerhaft ohne Regenerationsphasen bespielbar. Während Kunstrasenplätze durchschnittlich im Jahr 1882 Stunden bespielt werden, ist bei Naturrasen aufgrund der Abnutzung ebenso wie der Wetterabhängigkeit (Regen, Schnee) nicht einmal die Hälfte der Spielzeit möglich. Hinzu kommen hohe Flächenpreise und große Platzknappheit in vielen Städten, welche die Relevanz von Kunstrasenplätzen noch verstärken. Durch die zunehmende Wohnraumverdichtung steigt nämlich der Bedarf nach Flächen, um Fußball zu spielen. Da in städtischen Wohngebieten nun oftmals nicht genügend freie Fläche vorhanden ist, um den gestiegenen Bedarf und damit die Erweiterung von Sportanlagen mit der Erweiterung von Naturrasenfeldern zu bedienen, ist die Umwandlung in Kunstrasenplätze eine sinnvolle Alternative. Als Beispiel sei hier die Stadt München genannt. Sportanlagen, welche lange Zeit nur einen Kunstrasenplatz neben Naturrasenplätzen umfassten, wandeln in den letzten zwei Jahren nun bis zu drei Naturrasenplätze in Kunstrasenplätze um. So zählt die Stadt München 2015 noch 36 Kunstrasenplätze, während es bereits 2020 schon über 50 Plätze sind.

Aufgrund dieser Entwicklung, welche durch zunehmende Beliebtheit von Kunstrasenplätzen gerade bei jungen Sportlern gekennzeichnet ist, in Kombination mit den Vorteilen einer weitgehend witterungsunabhängigen Nutzbarkeit von Kunstrasen, nimmt die Zahl der Plätze in Deutschland stetig zu. Laut Schätzungen gibt es hiervon zwischen 3500 Großspielfelder (ral-ggk, 2019<sup>1</sup>) bis hin zu 9000 (Fraunhofer Umsicht, 2021<sup>2</sup>) alleine in Deutschland. Nicht mit einberechnet sind hier die bereits große und weiterhin sehr stark steigende Anzahl von kleinen Soccercourts in Wohn-, Park- und Sportanlagen, die mit einem Kunstrasenflor ausgestattet und damit ebenfalls von der Mikroplastikthematik betroffen sind.

---

<sup>1</sup> <https://ral-ggk.eu/de/news/49-news/220-microplastik-in-kunstrasen.html> (abgerufen am 28.07.2023)

<sup>2</sup> Bertling, J.; Dresen, B.; Bertling, R.; Aryan, V.; Weber, T. (2021): Kunstrasenplätze - Systemanalyse unter Berücksichtigung von Mikroplastik- und Treibhausgasemissionen, Recycling, Standorten und Standards, Kosten sowie Spielermeinungen, Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT

Kunstrasenplätze bestehen dabei neben den Halmen, welche aus einzelnen Mikroplastikfasern zusammengesetzt sind, teilweise noch aus Verfüllmaterial. Dies wird zwischen den Halmen verteilt, um deren Ausrichtung zu festigen. Diese Verfüllung kann wiederum aus Sand, Granulat oder beispielsweise Kork bestehen. Auch gibt es Plätze ohne Verfüllung. Der Grossteil an Plätzen ist heute Granulat-verfüllt, was bedeutet, dass es neben dem Abrieb der Fasern ebenfalls Abrieb des Granulats zu berücksichtigen gibt.

### **Relevanz und Einordnung von Mikroplastikabrieb**

Kunstrasen bringt viele Vorteile mit sich und die gesellschaftliche Relevanz steht außer Frage. In Diskussion geraten ist der Kunstrasen zusammen mit seinem Granulat-Infill allerdings in den letzten Jahren immer wieder im Zuge der Mikroplastikthematik – er sei ein wesentlicher Verursacher von Mikroplastikverschmutzung in der Umwelt.

Durch regelmässige Nutzung sowie Natureinflüsse entsteht auf Kunstrasen- und Hockeyfeldern Mikroplastikabrieb, welcher Gefahr läuft, in den Naturkreislauf einzutreten. Ebenso ist die Trockenreinigung von Kunstrasenplätzen heute Stand der Technik. Diese hat jedoch zur Folge, dass durch den Einsatz oftmals harter, auch rotierender Bürsten und einfacher Absaug-Vorrichtungen neuer Mikroplastikabrieb produziert wird, welcher dann unkontrolliert in die Luft und damit in die Umwelt eintritt.

Mit-Auslöser für die Relevanz der Thematik war eine Studie des Fraunhofer Instituts aus dem Jahr 2018 bezüglich Abtragung von Mikroplastik aus Kunstrasenplätzen. Bisherige Schätzungen reichen hier von 50 kg bis hin zu 1 Tonne pro Jahr und Kunstrasen, abhängig von Fasereinsatz, Infilltyp, Nutzung und Wetterverhältnissen (Fraunhofer Umsicht, 2021; Messverfahren nach Thieme-Hack<sup>3</sup> und Fleming et al.<sup>4</sup>). Auch wenn dies noch eine weite Spannbreite ist, pragmatisch stellt sich folgende Frage: Ein Kunstrasen hat eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 15 Jahren, beim Einbau messen die Fasern ca 4,5 cm Länge, nach einer jahrelangen Nutzung beim Ausbau sind es oft nur noch 1,5 cm Länge – was ist in dieser Zeit mit den restlichen 3 cm Fasern passiert? Man stelle sich einmal vor, was dies für eine gewaltige Menge an

---

<sup>3</sup> Bußmann, J.; Müller, B.; Thieme-Hack; M. (2019): Verschleiß von Kunststoffrasen. In: Neue Landschaft (5)

<sup>4</sup> Fleming, P. R.; Forrester, S. E.; McLaren, N. J. (2015): Understanding the effects of decompaction maintenance on the infill state and play performance of third-generation artificial grass pitches. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology 229 (3), S. 169–182

kleinsten Mikroplastikteilchen ergibt, wenn man bedenkt, dass ein durchschnittlicher Fussballplatz 6500 m<sup>2</sup> umfasst.

Dieser verloren gegangene Teil der Fasern ist das flugfähige sekundäre Mikroplastik. Unter Mikroplastik versteht man nach der National Oceanic and Atmospheric Administration (2008) feste oder unlösliche synthetische Polymere (Kunststoffteilchen), die kleiner als fünf Millimeter sind. Zu unterscheiden sind nun primäres und sekundäres Mikroplastik. Während primäres Mikroplastik Basispellets als Grundmaterial für die Plastikproduktion darstellt (z.B. als Granulat in Kosmetikprodukten), entsteht sekundäres Mikroplastik durch „physikalische, biologische und chemische Degradation von Makroplastikteilchen“ (Umweltbundesamt, 2020<sup>5</sup>). Übersetzt man dies auf Kunstrasenflächen, ist es also all der „ungewollte“ natürliche Abrieb einerseits der Fasern, andererseits des Infills, welcher durch die Nutzung und verschiedene Witterungseinflüsse (Wind, Starkregen) entsteht. Diese flugfähigen Sekundär-Mikroplastikteilchen gelangen nämlich durch Verwehungen in nahegelegene Gewässer und treten damit in das Ökosystem ein. Im Mittel beträgt der Abstand eines Kunstrasenplatzes zu Fließgewässern gerade einmal 330m, zu Stehgewässern 730m (Fraunhofer Umsicht, 2021). Diese Mikroplastikteilchen sind neben den großen, bekannten Plastikelementen in Gewässern ein essentieller, schädlicher Beitrag, der mit bloßem Auge nicht erkannt wird. Gleichzeitig ist dieses flugfähige sekundäre Mikroplastik ebenso schädlich für die Nutzer der Sportflächen, im Speziellen Kinder.

Wenn wir von flugfähigem Sekundär-Mikroplastik sprechen, meinen wir also all jene Teilchen, welche sich ungewollt von Fasern und Granulat durch Nutzung und Witterung abgelöst haben, und flugfähig sind. Als flugfähig definieren wir Teilchen, welche kleiner als 0,02 g sind.

### **Relevanz von Kunstrasen-Nassreinigung**

Um diesem Problem entgegenzuwirken und das Eintreten des flugfähigen Sekundär-Mikroplastiks in den Naturkreislauf zu reduzieren, hilft die richtige Pflege des Kunstrasens. Im Gegensatz zur Trockenreinigung kann durch ein Nassreinigungsverfahren das flugfähige Mikroplastik gebunden und damit aus dem Kreislauf gezogen werden. Bildlich gesprochen ist das Trockenreinigungsverfahren ein Zusammenkehren mit dem Besen, wohingegen das Nassreinigungsverfahren als feuchtes Staubwischen analogisiert werden

---

<sup>5</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-mikroplastik> (abgerufen am 28.07.2023)

kann. Eine Intensivwäsche mit Wasser hilft also Abrieb in Form von flugfähigem Sekundär-Mikroplastik und Feinstaub zu binden, auszufiltern und fachgerecht zu entsorgen und so das Eintreten in den Naturkreislauf zu verhindern.

### **Die Firma Polyclean GmbH**

Die Firma Polyclean GmbH ist ein Dienstleister für Kunstrasen- und Sportplatzpflege für Kommunen und Sportvereine. 1993 startete die Firma mit den ersten Reinigungen von Allwettersportflächen mit einer nach eigenen Plänen erbauten Maschine. Fünf Jahre später wurde das Tätigkeitsfeld auf die Reinigung von Kunstrasenplätzen erweitert, welches durch eine eigens entwickelte Spezialmaschine durchgeführt wird, auf die wir im Jahr 2010 das Patent erhalten haben. In den nächsten Jahren wurde wiederum das Tätigkeitsfeld auf Reparatur- und Linierungsarbeiten erweitert bis hin zur professionellen Sandreinigung von Sandspielflächen.

Getrieben durch die zunehmende Sensibilisierung von Gesellschaft, Politik und Wirtschaft für mehr Umweltschutz, im spezifischen in Zusammenhang mit der Schädlichkeit von Mikroplastik für das Ökosystem, ist es der Firma Polyclean ein grosses Anliegen, die jahrzehntelange Praxiserfahrung in der Pflege von Kunstrasen dahingehend zu nutzen und auszubauen. Während zu Beginn unserer Arbeiten in den 1990er Jahren, v.a. der Spielkomfort und der möglichst lange Erhalt von Plätzen im Vordergrund stand, wurde der Anforderungskatalog in den letzten Jahren um den Umweltaspekt erweitert, welcher heute im Fokus steht. Kurz umrissen steckt folgende Logik dahinter: Teamsport ist essentiell für die Gesundheit und ist ein wichtiges Element im sozialen und gesellschaftlichen Leben wie auch in der Integrationsarbeit. Diese Ausübung von Teamsport findet heutzutage primär auf Kunstrasenplätzen statt. Gleichzeitig wird durch die Nutzung von Kunstrasenplätzen ein Abrieb von Mikroplastik erzeugt. Durch Witterungseinflüsse wie Wind wird der „flugfähige“ Teil von Mikroplastik dann wiederum in der Umgebung verteilt. Auch kommen Kinder, welche auf dem Platz spielen, mit dem schädlichen Abrieb in Kontakt.

Um dies zu verhindern, ermöglicht das Kunstrasen-Nassreinigungssystem von Polyclean durch einen speziellen Reinigungsvorgang mithilfe von Wasser und einer Absaugtechnik, die «flugfähigen» Mikroplastikteilchen von der Kunstrasenoberfläche beziehungsweise dem Füllmaterial schonend mit Wasser zu binden und staubfrei und kontrolliert abzusaugen.

Weitere Vorteile einer Intensivwäsche:

- Durch eine Intensivwäsche wird der Kunstrasenplatz wieder optimal für die Sportler und Umwelt hergerichtet.
- Die Drainagewirkung wird wiederhergestellt.
- Die Spieleigenschaften werden merklich verbessert.
- Die Lebensdauer des Platzes wird um mehrere Jahre verlängert.

### **Zielsetzung des Projekts**

Seit Jahren reinigen wir Kunstrasen mit Hilfe unseres patentierten Nassreinigungsverfahrens. Mit dem heutigen Verfahren und dem vorhandenen Grobfilter gelingt es bereits, Mikroplastikteilchen  $>250\mu$  auszufiltern und somit aus der Umwelt und dem Naturkreislauf zu entfernen. Ziel ist es aber nun, mögliche Mikroplastikteilchen bis zu einer Grösse von  $75\mu$  ausfiltern zu können und damit deutlich granularer zu arbeiten. Um dies möglich zu machen, benötigt es die Entwicklung eines weitaus feineren Filters, welcher das Aussieben von sehr kleinen Mikroplastikteilchen bis zu einer Grösse von  $75\mu$  ermöglicht. Diese Zielsetzung, Teilchen mit einer Grösse bis zu  $75\mu$  ausfiltern zu können, entstand in Absprache durch gemeinsame Tests mit dem Umwelt-Bundesamt, Herrn Dr. Bannick.

Bisher können Mikroplastikteilchen über  $100\mu$  verhältnismässig aufwändig und unwirtschaftlich aus dem Naturkreislauf entzogen werden. Im täglichen Einsatz lag die Durchlässigkeit des Filters jedoch bei bis zu  $250\mu$ . Dies ist durch folgende Limitationen bedingt:

- Zum einen wird bisher ein marktüblicher statischer Filter benutzt. Dies hat Nachteile, da dieser schnell verstopft und damit häufig händisch gereinigt werden muss. Dadurch ist es bislang auch nicht möglich die Filterdurchlässigkeit zu verkleinern, um noch granularere Mikroplastikteilchen zu entfernen.
- Zum anderen befindet sich der Filter momentan in einem Satelliten. Dies bedeutet, dass die Filterung nicht innerhalb des Wagens stattfindet. Stattdessen muss, wenn der Schmutzwassertank gefüllt ist, die Arbeit unterbrochen werden, um den Schmutzwassertank über einen externen Filter zu leeren, bevor das Wasser dann nach einmaliger Verwendung in die Kanalisation entsorgt wird. Dies ist einerseits nicht ressourcenschonend, da keine Mehrfachverwendung möglich ist und andererseits leidet die Wirtschaftlichkeit durch die Unterbrüche.



Um dies zu ändern, wollen wir im Rahmen dieses Projekts einen **Spezialfilter entwickeln**, mit folgendem Ziel:

1. **Ausfiltern von kleineren Mikroplastikteilchen mit einer Grösse bis 75 $\mu$** , um so noch mehr Schadstoffe (verursacht durch flugfähige sekundäre Mikroplastikteilchen bei der Nutzung von Kunstrasensportflächen) aus dem Naturkreislauf entfernen zu können.
2. **Mehrmaliges Verwenden des Reinigungswassers**, um ressourcenschonender und wirtschaftlicher agieren zu können. Durch den eingebauten Filter kann das Wasser im gleichen Waschgang recycelt und wiederverwendet werden. Somit wird eine deutlich signifikante Menge an Wasser bei den Reinigungsvorgängen gespart. Die Filter sind in der Maschine integriert und müssen nicht extra mit zusätzlichem Aufwand aufgebaut werden.

Um dies zu erreichen, wird also ein Filtersystem angestrebt, was einerseits innerhalb der Maschine lokalisiert ist, feinere Mikroplastikteilchen ausfiltern kann und gleichzeitig die mehrmalige Verwendung des Wassers erlaubt.

## **2 Arbeitsschritte und Methodik**

Die Vorgehensweise unterteilt sich in 3 Phasen: Ramp-up, Iteratives Testen und Entwickeln, sowie Umsetzung. Hierbei verfolgen wir einen sehr agilen Ansatz, bei dem es darum geht, einen möglichst einfachen Prototypen zu entwickeln, diesen zu testen und durch die Learnings aus den Testings weiterzuentwickeln, bevor die Konstruktion dann schlussendlich in der tatsächlichen Maschine verbaut wird. Wir sehen diese Methodik als richtig, da wir es bei der Entfernung von Mikroplastik von Kunstrasenplätzen mit Umwelteinflüssen und Natur zu tun haben, was bedeutet, dass jeder Platz und jedes Setting einzigartig ist. Deshalb würde ein reines Laborexperiment nicht den Zweck erfüllen.

### **Phase 1 – Ramp-up**

Um ein solches Vorhaben umsetzen zu können, benötigt es zunächst viel eigene Rechercharbeit für Filtertechniken im Kunststoffbereich, sowie eine enge Zusammenarbeit mit zusätzlichen Spezialfirmen. Hierbei arbeiten wir mit der Firma Klaas, die auf Filtersysteme spezialisiert ist und der Firma Trilety, die für Polyclean die Maschinenaufbauten konstruiert und baut, zusammen. In ersten gemeinsamen Meetings wurde zunächst das Vorhaben und eine mögliche Umsetzung besprochen. Daraufhin entwickelten die Firma Klaas und die Firma Trilety nach Vorstellung der Firma Polyclean erste Entwürfe, um diese im Anschluss gemeinsam mit dem Auftraggeber zu besprechen. Nach weiteren Besprechungen und Anpassungen lag es nun an der Firma Klaas, einen passenden Filter zu bauen. Nach ersten Montageversuchen und weiteren Anpassungen erhalten wir einen ersten Mikroplastikfilter, welchen wir nun in unseren Prototypen einsetzen können, um Testings vorzunehmen und Learnings abzuleiten.

### **Phase 2 – Iteratives Testen und Entwickeln**

Zunächst wird das Filtersystem für das Prototyping losgelöst von der Gesamtkonstruktion der Maschine aufgebaut. Im Ziel soll das neuentwickelte System bestehend aus Filter, Pumpe und Wassertanks in die Reinigungsmaschine integriert werden. Der patentierte Reinigungsaufbau vorne an der Maschine soll sich jedoch nicht ändern, weshalb eine losgelöste Betrachtung möglich ist. Schlussendlich befinden sich im hinteren Aufsatz der Maschine zwei Tanks, einer für sauberes, einer für schmutziges Wasser. Es wird sauberes Wasser nach vorne zum Reinigungssystem gepumpt, dieses wird zur

Nassreinigung über den Reinigungsaufsatz genutzt und das schmutzige Wasser inklusive der flugfähigen Mikroplastikteilchen aus dem Kunstrasen wird wieder aufgenommen und nach hinten in den Schmutzwassertank zurück gepumpt. Zur Einordnung hier die gesamte Maschine im Zielbild:

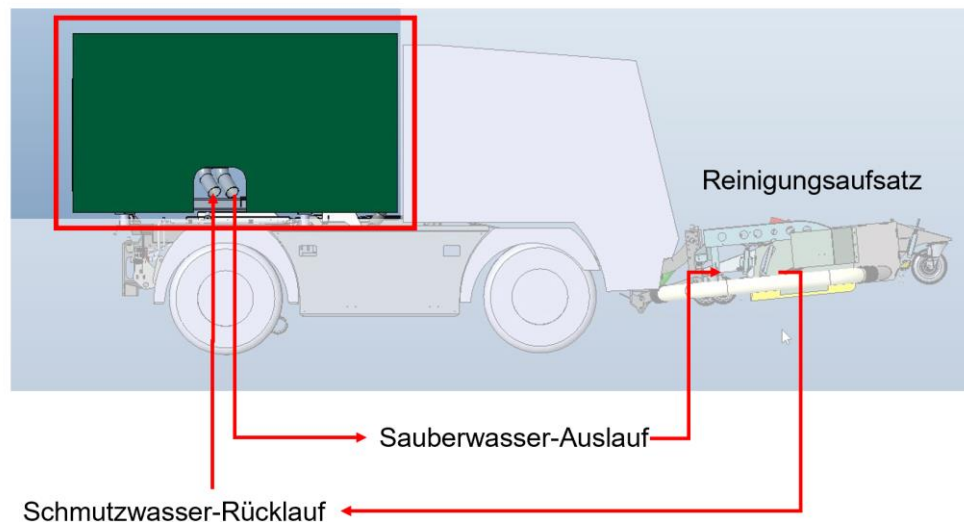


Abbildung 1: Übersicht Reinigungsmaschine inklusive Aufbau (eigene Darstellung)

Der Prototyp, welcher dann in dem grünen Bereich der Maschine integriert werden soll, besteht nun aus folgenden Kernelementen:

- **Sauberwassertank 1m<sup>3</sup>:** Der Sauberwassertank liefert einmal das frische Wasser, welches für die Reinigung benötigt wird in den vorderen Teil der Maschine. Gleichzeitig wird dieser künftig nun auch wieder mit dem recycelten Wasser aus dem Schmutzwassertank gespeist. So kann das Reinigungswasser mehrfach verwendet werden. Dies macht jede Reinigung deutlich ressourcenschonender.
- **Schmutzwassertank 1m<sup>3</sup>:** Hierin sammelt sich das Schmutzwasser, welches nach der Reinigung aufgesogen und zurückgepumpt wird. Dieser Tank enthält nun künftig das Filtersystem, sodass hier direkt an Ort und Stelle die Filterung vorgenommen werden kann und die Reinigung nicht unterbrochen werden muss, um das Schmutzwasser durch einen Satellitenfilter abzulassen.
- **Metall-Rotationsfilter:** bisher konnten zur Reinigung des Schmutzwassers, um das darin gesammelte flugfähige Mikroplastik aus

dem Kunstrastfeld nicht mit dem Schmutzwasser in die Kanalisation zu transportieren, lediglich statische Filter in Form von Satellitenfiltern eingesetzt werden. Dies bedeutet, dass die Filterung nicht in der Maschine und während des Waschvorgangs vonstatten gehen konnte, sondern dass das eingesammelte Schmutzwasser inklusive dem flugfähigen Mikroplastik, wenn der Schmutzwassertank voll war, aus der Maschine heraus zu einem extra Filter umgeleitet werden musste, welcher dann das Mikroplastik ausfilterte, um das Wasser nach einmaligem Gebrauch in die Kanalisation ablassen zu können. Der Satellitenfilter wurde also über der Kanalisation aufgestellt und sammelt die Mikroplastikteilchen ein, während das Wasser in den Strassenablauf entweicht. Durch Einsatz des neuen Metall-Rotationsfilters innerhalb der Maschine ergeben sich nun folgende Vorteile: Zum einen ist die Konsistenz Metall sehr viel robuster und auch weniger anfällig zu verkleben. Zum anderen kann dieser nun hydraulisch bewegt werden durch seine Zylinderform.

- **Die Kreiselpumpe** mit hydraulischem Antrieb ermöglicht, dass ein Sog erzeugt wird. Dadurch gelangt das gefilterte Wasser zurück in den Saubertank.
- **Wasserschläuche:** Verbinden die beiden Wassertanks miteinander sowie führen sie jeweils in den vorderen Aufsatz der Maschine.

Nachfolgende Projektskizze fasst den Versuchsaufbau zusammen:

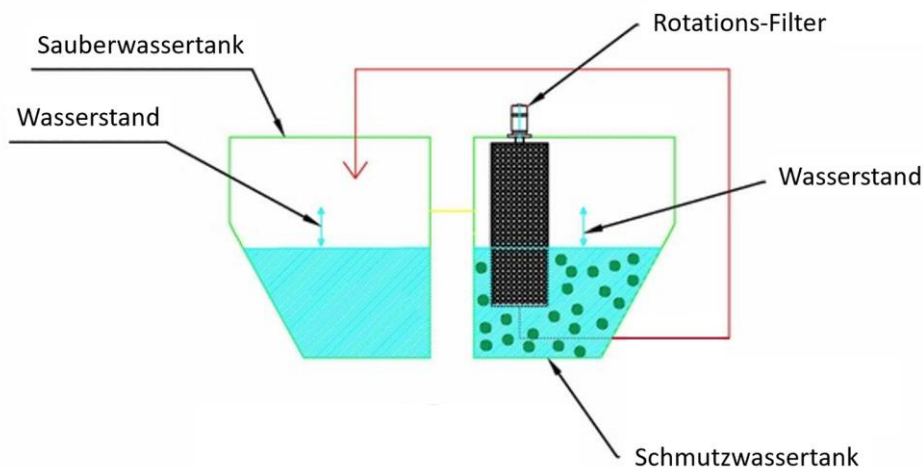


Abbildung 2: Projektskizze für Prototyp (eigene Darstellung)

Dieser Versuchsaufbau wurde zunächst auf dem Betriebsgelände konstruiert:



Schmutzwassertank

Nachdem der Versuchsaufbau fertiggestellt wurde, ging es nun an die ersten Testversuche. Hierfür wurde die Hydraulikpumpe an eines der Reinigungsmaschinen angeschlossen, um die Pumpe antreiben zu können. Nachdem Wasser in den Schmutzwassertank gefüllt wurde, konnten erste Versuche gestartet werden, um zu sehen, ob und wie der Filter im Wasser funktioniert und ob das frisch gefilterte Wasser korrekt abgepumpt wird. Im nächsten Schritt wurde dem Wasser dreckiges Füllmaterial zugeführt, bestehend aus EPDM-Granulat, Mikroplastikteilchen und Schmutz, und der Reinigungsvorgang wiederholt. Hierbei war zu beobachten, dass der Filter alle Kleinstteile und Verschmutzungen ausfiltert und sauberes Wasser abgepumpt wird. Dies verdeutlichen die nachfolgenden Fotos:



Fertiger Versuchsaufbau



Gefüllter Schmutzwassertank mit eingebauten Filtersystem



Ablauf gefiltertes Wasser



Gefiltertes Wasser

### Phase 3 – Umsetzung

Basierend auf den Erkenntnissen des Prototypings, den daraus gewonnenen Learnings und den abgeleiteten Adaptionen gab es nun Abstimmungen mit der Firma Trilety als unseren langjährigen Partner für den Bau von Spezialmaschinen. Nun konnten erste Skizzen des Modells angefertigt werden. Wie unten abgebildet, wird hier also im hinteren Teil der Maschine der Aufbau aus folgenden Elementen bestehen:

- Der Saubewassertank befindet sich im vorderen Teil des Aufbaus (schwarz in Skizze)
- Der Schmutzwassertank ist dahinter angesiedelt (grau in Skizze)
- Ein Ventilator, welcher zwischen den beiden Tanks lokalisiert ist, wird benötigt, um das Schmutzwasser aus dem vorderen Reinigungsteil der Maschine wieder nach hinten zu befördern in den Schmutzwassertank (gelb/blau in Skizze)
- Das ganze System wird hydraulisch betrieben

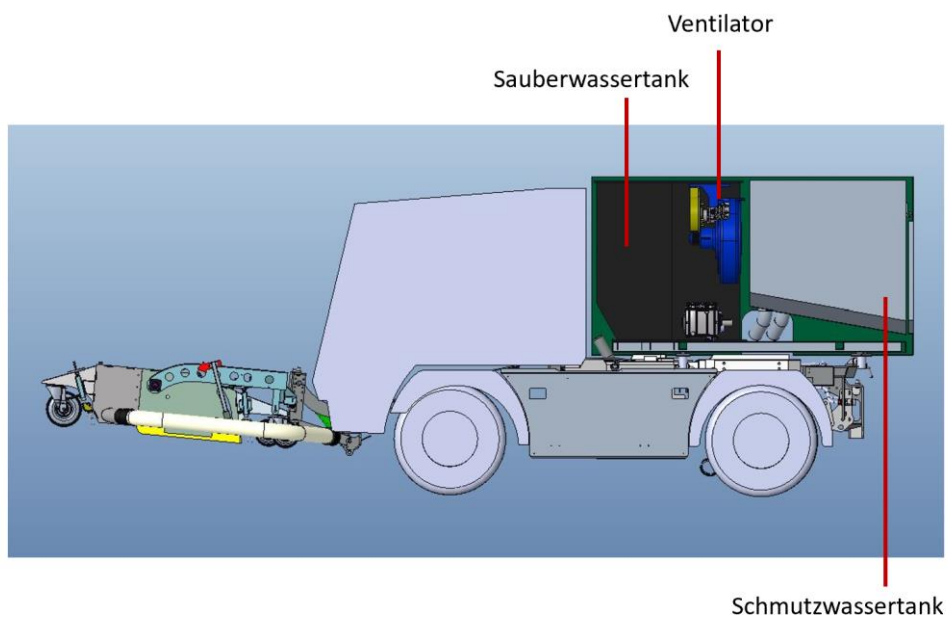


Abbildung 3: Skizze für Aufbau gesamt



### **3 Ergebnisse**

Erreicht haben wir eine wirtschaftlich und technisch gut funktionierende Einheit zur Abfilterung von flugfähigem Mikroplastik von Kunstrasenplätzen. Wichtig war es für uns dabei, das Ziel ohne Einsatz von Chemie zu erreichen. Während die Forschung und Entwicklung zur Ausfilterung in Klärwerken mit dem Einsatz von chemischen Stoffen arbeitet, ist es auf Sportplätzen nicht möglich, irgendeine Art von Chemie einzusetzen. Auch kam es nicht in Frage, Vliese zu verwenden, da hier die Siebgrößen nicht stabil sind, da sie sich unter Druck von Wasser zum Teil auflösen und vergrößern können. Stattdessen entwickeln wir unsere Lösung basierend auf einem stabilen und lange einsetzbaren Metallfilter, welcher auch bei sehr starker, feiner Verschmutzung und z.B. beim Aufeinandertreffen mit abgesonderten Klebern aus den Nähten des Kunstrasens gut funktioniert.

Neben der Verkleinerung der Filterdurchlässigkeit, wodurch nun flugfähiges Mikroplastik bis zu einer Grösse von  $75\mu$  ausgefiltert werden kann, gelang es uns auch, durch das Recyclen und die damit ermöglichte Mehrfachverwendung des Reinigungswassers 30-40% des benötigten Reinigungswassers pro Waschgang einzusparen.

#### **Quantifizierung der Ergebnisse**

Generell gehen wir in unserem Versuch vom Verhalten von flugfähigem Mikroplastik bei Windstärken von 30 km/h auf Kunstrasenplätzen aus, die im Schnitt mehrmals monatlich in Deutschland vorherrschen können. Unter diesen Bedingungen haben wir folgenden Test mit unserem neuen Reinigungsaufbau durchgeführt.

Der Test fand am 19. Oktober 2023 in der Sportanlage St. Martinstrasse in München statt. Der dortige Kunstrasen wurde 2019 mit einer Fläche von  $6400\text{ m}^2$  gebaut. Die Faserlänge beträgt 4 cm und ist gekräuselt und mit EPDM-Granulat (Körnung 1-4 mm) verfüllt. Der Platz wird an bis zu sechs Wochentagen ca. fünf bis sechs Stunden täglich bespielt.

Diesen Platz haben wir nun mit unserem Spezial-Nassreinigungsgerät mit einer Filtergröße bis zu  $75\mu$  (zur Ausfilterung von Mikroplastik), und dem Aufsatz zum Recyclen für Schmutzwasser durchgeführt. Dabei wurden nach einer ca. sechs Stunden dauernden Intensivwäsche folgende Aufnahme von flugfähigen Mikroplastik und Faserteilchen bis 0,017 g ausgezählt. Gezählt wurden die sichtbaren Mikroplastikteilchen:

26.748 Mikroplastikteilchen aus EPDM-Granulat – Gewicht bis 0,01 g

5828 Faserteilchen 0,2 bis 4 cm lang – Gewicht bis 0,017 g

Aufgrund des leichten Gewichts sind diese längeren Fasern sehr gut flugfähig und sollten für den Versuch auch dem flugfähigen Mikroplastik zugerechnet werden.



Schmutzwasser

Unser Versuch zeigt eine relativ unscheinbare Aufnahme von **3 kg** Mikroplastik im Schmutzwassertank bei einer Intensivwäsche, die jährlich einmal durchgeführt wird. Diese setzen sich aus einer gewaltigen Menge von **32.576 Einzel-Mikroplastikteilchen** zusammen, die abgetragen und von der

Reinigungsmaschine aufgenommen werden können und somit nicht von bereits geringen Windstärken von 30 km/h in die Umwelt gebracht werden können.

Beim Feldversuch wurde festgestellt, dass ab ca. 30 km/h Windgeschwindigkeit Kunstrasenteilchen bis 0,02 g vom Wind abgetragen und transportiert werden können. Alle von uns ausgezählten sichtbaren 32.000 Teilchen lagen unter diesem Gewicht.

Die von uns untersuchten Kunstrasenplätze waren mit EPDM-Granulat verfüllt. Diese Fußballplätze sind die mit Abstand am meisten in Deutschland in Gebrauch befindlichen Plätze. Diese Plätze befinden sich auch meist in dem Alter (ca. 6 bis 10 Jahre alt), in dem ein deutlich steigender, messbarer Mikroplastikabrieb stattfindet. Generell ist der Abrieb, neben der Nutzungsdichte, sehr vom Alter des Sportplatzes abhängig.

Durch diese Art der Reinigung sind wir RAL zertifiziert worden und können jetzt dieses Pflegeniveau durchgängig gewährleisten. Durch unsere Mitgliedschaft bei RAL haben wir Zugang zum Netzwerk der relevanten Player am Europäischen Markt für Kunstrasen und Allwettersportflächen bekommen. Durch den gewonnenen Zugang zum regelmässigen Austausch mit den führenden Experten der Branche können wir einerseits unsere Erkenntnisse in die Fachdiskussionen einbringen und unser gewonnenes Wissen teilen und gleichzeitig die Branchentrends und Erkenntnisse aufnehmen und für unsere Weiterentwicklung nutzen. Die RAL Abnahme hat durch das Ingenieurbüro ISP GmbH (Institut für Sportstättenprüfung) stattgefunden.



Schmutzwassertank



Ausgesiebte Mikroplastikteilchen



Ausgefiltertes Sauberwasser



Abwiegen der ausgefilterten Mikroplastikteilchen und Fasern

## 4 Diskussion

Unsere Haupteigentnis während der Entwicklung des Filtersystems liegt in der Relevanz der Einfachheit. Es ist essentiell, dass das Filtersystem technisch so einfach und klar wie möglich aufgebaut ist. Je mehr Komplexität im Aufbau steckt, desto weniger wirtschaftlich funktioniert die Anlage wegen der Verschmutzung des Wasser und daraus resultierend des Filters. Auch ist für die Wirtschaftlichkeit des Systems ein gewisser Druck des Wassers notwendig, welcher erzeugt werden muss.

Abweichungen liegen im Zielwert, bis zu welchem wir die Mikroplastikteilchen ausfiltern können wollten. So strebten wir in einer perfekten Welt eine Filtergrösse von bis zu  $10\mu$  an. Gleichzeitig ist es aber unser Ziel, eine mobile Anlage zu kreieren für den Einsatz auf Sportplätzen und nicht das Wasser im Nachgang der Reinigung an einen festen Reinigungsort zu transportieren, um es dort auszufiltern. Dadurch ist jedoch der zur Verfügung stehende Platz für die Technik, das mögliche Gewicht des Aufbaus ebenso wie die Energie der limitierende Faktor. In diesem Spannungsverhältnis zwischen zur Verfügung stehendem Platz und Feinheit der Filtergrösse gilt es Abwägungen zu treffen. Besonders der begrenzte zur Verfügung stehende Platz steht einem noch besseren Ergebnis als der Ausfilterung bis zu einer Grösse von  $75\mu$  entgegen.

Unerwartet war für uns, wie viele ganze Faserhalme schlussendlich im Abfallprodukt gefunden werden konnten. Während sich unser ursprünglicher Fokus insbesondere auf das flugfähige Sekundärmikroplastik legte, also auf diejenigen Teilchen, welche durch Abrieb von ganzen Faserhalmen oder Granulatteilchen entstehen, und damit der ungewollte und für die Umwelt schädliche Teil sind, hatten wir weniger die ganzen Fasern im Fokus. Es zeigte sich allerdings, dass eine beachtliche Menge von ganzen Fasern abgetragen wird. Und da diese Fasern ebenfalls unter  $0,02\text{ g}$  wiegen, sind sie flugfähig und damit kritisch. Diese lösen sich insbesondere bei Granulat- und Sandverfüllten Plätzen mehr als gedacht. Dies ist in der Qualität des Florbodens begründet, welcher bei verfüllten Plätzen weniger hochwertig gestaltet ist als bei unverfüllten Plätzen.

### **Prognose / Ausblick Mikroplastik auf Kunstrasenplätzen**

Durch das Verbot von Mikroplastik-Infill für Kunstrasenplätze ab dem Jahr 2031 zeichnen sich für die Zukunft Kunstrasenplätze mit einer entwickelten Teilverfüllung aus Quarzsand ab, sowie komplett unverfüllte Kunstrasenplätze

mit hohem Faserbesatz. Diese sind jedoch meist noch nicht älter als 2 Jahre in Benutzung und daher ist der Mikroplastikabrieb bei fast neuen Plätzen von uns nur durch Schätzungen erfolgt:

### **Kunstrasenplätze mit Teilverfüllung Sand**

Bei Plätzen, welche 2 Jahre in Benutzung sind, wird das Ausfiltern von ca. 18.000 Mikroplastikteilchen nach der Intensivwäsche geschätzt. Nach unserer Erfahrung werden die Sandverfüllten Plätze nach ca. 6 Jahren mindestens denselben Mikroplastikabrieb aufweisen wie Granulatverfüllte Plätze, da der Sand mehr verdichtet wird und dadurch mehr Abrieb am Kunststoff entsteht.

### **Kunstrasen ohne Verfüllung**

Bei unverfüllten Kunstrasenplätzen, welche 2 Jahre in Gebrauch sind, werden ca. 12.000 Mikroplastikteilchen nach der Intensivwäsche geschätzt. Bei fachgerechter Pflege könnte es für diese Art von Kunstrasenplätze nach 6 Jahren einen Mikroplastikabrieb von geschätzt 20.000 bis 25.000 Teilchen bei einer jährlichen Intensivwäsche geben. Dies hängt auch sehr stark mit der Kunststoffmischung der Fasern zusammen und natürlich auch von der Nutzungsfrequenz des Platzes.

Auch ist zu erwarten, dass neben den Kunstrasenplätzen auch die Tartanlaufbahnen in Verruf geraten werden, da bei diesen ebenfalls für die Umwelt schädliches flugfähiges Mikroplastik abgetragen wird, was es zu entfernen gilt.

Reflektieren wir die Zusammenarbeit mit unseren Hauptpartnern, den Firmen Klaas und Trilety, so gestaltete sich diese durchgängig positiv und zielführend. Die jahrzehntelange breite sowie tiefe Praxiserfahrung und das Wissen zu Filtertechniken ebenso wie der Konstruktion des Aufbaus trugen essentiell zur erfolgreichen Entwicklung des Aufbaus bei. Auch haben wir hierfür die TÜV Zertifizierung bekommen. Von der anfangs geplanten Zusammenarbeit mit der Universität Neuberg mussten wir nach einem Gespräch Abstand nehmen, da deren Unterstützung in der Auswertung unserer Wasserwerte den finanziellen Rahmen dieser Förderung um ein vielfaches überschritten hätte. Den Aspekt der Auswertung konnten wir uns glücklicherweise jedoch über die RAL Zertifizierung und die Prüfung des ISP Münster (Institut für Sportstättenprüfung) holen.

## **5 Öffentlichkeitsarbeit und Weiterführung**

Einerseits ist es uns ein Anliegen, das erworbene Wissen und insbesondere die Relevanz von flugfähigem Mikroplastik für die Umwelt und mögliche Ansätze zur Vermeidung zu teilen und andererseits das System ebenfalls weiterzuentwickeln und bei mehreren unserer Maschinen in den Einsatz zu bringen.

Passende Outlets für die Thematik ist dabei Fachpresse aus Garten- und Landschafts- sowie Sportplatzbau. Darunter zielen wir auf Publikationen in Neue Landschaft, Stadionwelt, B\_I galabau, Motorist – Technik in der Grün- und Flächenpflege und Playground@Landscape.

Fachzeitschriften sind ein wichtiger Kanal, um die Relevanz des Themas aufzuzeigen und eine gewisse Reichweite zu erzielen. Entscheidend für die inhaltliche Weiterentwicklung ist für uns daneben aber auch der Austausch mit Branchenexperten. Dafür nutzen wir unsere neu erlangte Aufnahme im RAL-Netzwerk durch die Zertifizierung RAL-GZ 944. Auch stehen wir in Austausch mit Forschungseinrichtungen wie der Universität Osnabrück (Prof. Thieme-Hack, Hr. Karle), um die Blickwinkel aus Forschung und Praxis auf das Thema näher zu bringen.

Zudem ist es für uns klar, ein solch praxisrelevantes Thema weiterzuverfolgen. So verwenden wir das im Rahmen des Projekts entwickelte System heute bereits auf einer Maschine. Ziel ist es natürlich, dies auf weiteren Maschinen zum Einsatz zu bringen, um so den Standard von einer Ausfilterung von Mikroplastikteilchen bis zu 75µ durchgängig gewährleisten zu können.



## 6 Fazit

Wie eingangs hergeleitet, sind Kunstrasenplätze für die Gesellschaft von essentieller Bedeutung für Teamsport, Integrationsarbeit etc. Denn aufgrund der Platznot in den Ballungsräumen haben diese eine vielfach höhere Nutzbarkeit. Gleichzeitig sind Kunstrasen aber aufgrund der Mikroplastikthematik in Verruf geraten. Das flugfähige Sekundärmikroplastik, die Abtragungen der Kleinstteilchen aus den Florfasern ebenso wie dem Granulat sind nämlich schädlich für die Umwelt, wenn sie sich durch Nutzung und Witterungseinflüsse gerade in den Gewässern verteilen.

Um dagegen vorzugehen, hat die Politik ab 2031 ein Verbot für Mikroplastik-Infill ausgesprochen. Damit kommen künftig nur mehr unverfüllte oder mit Alternativen wie Sandverfüllte Kunstrasen in Frage. Was ausser Frage steht, ist aber die Relevanz der Spielflächen. Und so ist es umso wichtiger, Lösungen zu finden, mit Hilfe derer der Einsatz und die Bespielung von Kunstrasen weniger umweltschädlich ist. Denn der Kunstrasen wird sich gegen die Politik nur durchsetzen, wenn man angemessene Massnahmen gegen den Abrieb des umweltschädlichen Sekundär-Mikroplastiks bieten kann. Und dies ist eben durch die Intensivpflege mit Wasser möglich. Aus diesen Gründen gehen wir mit diesem Projekt in die richtige Richtung, Möglichkeiten aufzuzeigen, wie der Eintritt des schädlichen, flugfähigen Mikroplastiks in die Umwelt deutlich reduziert werden kann.

Auch sind wir überzeugt, dass neben der Behandlung von Kunstrasenplätzen, Tartanlaufbahnen ebenfalls in den Fokus im Rahmen der Diskussion um Mikroplastik geraten werden, wozu wir ebenfalls beitragen wollen, eine Lösung zu finden.

## **Abbildungen**

Abbildung 1: Übersicht Reinigungsmaschine inklusive Aufbau (eigene Darstellung)

Abbildung 2: Projektskizze für Prototyp (eigene Darstellung)

Abbildung 3: Skizze für Aufbau gesamt

## Quellenangaben

Bertling, J.; Dresen, B.; Bertling, R.; Aryan, V.; Weber, T. (2021): Kunstrasenplätze - Systemanalyse unter Berücksichtigung von Mikroplastik- und Treibhausgasemissionen, Recycling, Standorten und Standards, Kosten sowie Spielermeinungen, Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT

Bußmann, J.; Müller, B.; Thieme-Hack; M. (2019): Verschleiß von Kunststoffrasen. In: Neue Landschaft (5)

Fleming, P. R.; Forrester, S. E.; McLaren, N. J. (2015): Understanding the effects of decompaction maintenance on the infill state and play performance of third-generation artificial grass pitches. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology 229 (3), S. 169–182

RAL: <https://ral-ggk.eu/de/news/49-news/220-mikroplastik-in-kunstrasen.html>  
(abgerufen am 28.07.2023)

Umweltbundesamt: <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-mikroplastik> (abgerufen am 28.07.2023)