



**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Bericht
über die mikrobiologische und bodenmechanische
Untersuchung von Sand eines Spielplatzes zur
standortbezogenen Einzelfall-Bewertung vor und nach
der Reinigung des Sandes durch das mechanische
Sandreinigungsverfahren der Firma Sandmaster

Auftraggeber: Fa. Sandmaster
Gesellschaft für Spielsandpflege
und Umwelthygiene mbH
Heinrich-Otto-Str. 22
73240 Wendlingen

Auftragsdatum: 06.12.2024

Projekt-Nr.: 4056402

Bearbeiter: Holger Braun, Dipl.-Geograph
Dr. Harald Bartholmeß, Dipl.-Agrarbiologe

Telefon-Durchwahl: (07 11) 70 05 – 517

Telefax-Durchwahl: (07 11) 70 05 – 492

E-Mail: holger.braun@tuvsud.com

Datum: 06.12.2024

Unsere Zeichen:
IS-US3-STG/

Dokument:
4056402_standortbezogene
Einzelfall-Bewertung einer
mechanischen
Sandreinigung in
Lindorf_Sandmaster.docx

Dieses Dokument besteht
aus 15 Seiten.
Seite 1 von 15

Die auszugsweise Wieder-
gabe des Dokumentes und die
Verwendung zu Werbe-
zwecken bedürfen der schrift-
lichen Genehmigung der TÜV
SÜD Industrie Service GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten
Prüfgegenstände.

Sitz: München
Amtsgericht München HRB 96 869
USt-IdNr. DE129484218
Informationen gemäß § 2 Abs. 1 DL-InfoV
unter tuvsud.com/impressum

Aufsichtsrat:
Reiner Block (Vors.)
Geschäftsführung:
Ferdinand Neuwieser (Sprecher)
Thomas Kainz
Simon Kellerer
Paula Pias Peleteiro

TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Niederlassung Stuttgart
Abteilung Umweltgutachten
Gottlieb-Daimler-Str. 7
70794 Filderstadt
Deutschland
Telefon: +49 711 7005-517

tuvsud.com/de-is
Tel. Zentrale: 089 5190-4001

TÜV®



Inhaltsverzeichnis:

	Seite:
1 Einführung und Aufgabenstellung	3
2 Das Verfahren zur mechanischen Spielsandreinigung	3
3 Durchführung der Untersuchung und Analyseverfahren	5
4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen	7
4.1 Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen	7
4.2 Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen	8
5 Zusammenfassende Bewertung der Labor- und Geländebefunde.....	10
6 Literatur und Quellen.....	12
7 Anhang	13
7.1 Zusammenfassung der mikrobiologischen Untersuchung	13
7.2 Zusammenfassung der bodenmechanischen Untersuchung.....	14
7.3 Prüfberichte	15

Tabellenverzeichnis:

Tab. 7-1: Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung	13
Tab. 7-2: Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchung	14

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 2-1: Das Sandreinigungsgerät der Fa. Sandmaster	3
Abb. 2-2: Sandreinigungsmaschine SR 400 (Quelle: Betriebsanleitung Sandreinigungsmaschine SR 400, Sandmaster GmbH)	4
Abb. 3-1: Sandspielfläche in Kirchheim unter Teck, Ortsteil Lindorf, Im Brühl, mit den durch Holzpflocke markierten Probenahmestellen 1 bis 5	6
Abb. 3-2: Entnahme von Sandproben mit Hilfe eines Stechzylinders	6
Abb. 4-1: Wassergehalt in den Sandproben vor und nach der Aufbereitung	9
Abb. 4-2: Trockendichte (links) und Luftporenanteil (rechts) in den Sandproben vor und nach der mechanischen Reinigung	10

1 Einführung und Aufgabenstellung

Am 06.09.2024 beauftragte die Firma Sandmaster Gesellschaft für Spielsandpflege und Umwelthygiene mbH (nachfolgend Sandmaster), Wendlingen, die TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Abteilung Umweltgutachten, mit der Durchführung einer mikrobiologischen und bodenmechanischen Untersuchung bei einem Sandkasten in Kirchheim/Teck, Ortsteil Lindorf, zur standortbezogenen Einzelfall-Bewertung vor und nach der Reinigung des Sands durch das mechanische Spielplatz-Sandreinigungsverfahren der Firma Sandmaster.

2 Das Verfahren zur mechanischen Spielsandreinigung

Technik:

Das während der Begutachtung mit Entnahme von Sandproben eingesetzte mechanische Sandreinigungsverfahren o.g. Firma Sandmaster beruht auf einer selbstfahrenden Reinigungsmaschine, die von einem Benzinaggregat angetrieben wird und zur Vermeidung von Flurschäden mit Niederdruckreifen ausgestattet ist. Mit dieser Maschine wird der Sand in situ aufbereitet.



Abb. 2-1: Das Sandreinigungsgerät der Fa. Sandmaster

Verfahren:

Die Sandreinigung erfolgt durch ein rein mechanisches Verfahren ohne den Einsatz von Chemikalien. Der Spielsand wird mittels eines Förderbandes kontinuierlich gegen ein senkrecht zur Kreisbewegung gerichtetes Sieb geschleudert. Das Material prallt dabei in einem spitzen Winkel auf das Sieb, sodass nur ein Teil der tatsächlichen Maschenweite des Siebs für die Trennung von feinkörnigem Sand zur Verfügung steht. Dadurch wird indirekt die Maschenfläche verkleinert, sodass nur feinkörnige Bestandteile das Sieb passieren können. Die größeren Verunreinigungen wie Laub, Tierexkremate, Zigarettenkippen usw. streifen am Sieb ab, ohne dabei gerüttelt oder in anderer Weise mechanisch zerkleinert zu werden. Diese werden in einem Auffangkorb zurückgehalten. Verbleibende Sandreste werden durch eine Rüttelbewegung weiter reduziert. Der Auffangkorb wird regelmäßig visuell überprüft und bei Bedarf entleert. Die maximale Arbeitstiefe beträgt je nach Schütttiefe bis zu 400 mm, der dabei umgewälzte Sand wird durch den Prozess gelockert und belüftet.

Neben der mechanischen (Sieb-)Reinigung des Spielsandes wird durch das Verfahren eine Auflockerung des Sandes erzielt. Die Belüftung des Sandes soll die mikrobiologische Aktivität beeinflussen und den biologischen Abbau von organischer Substanz fördern. Pathogene Keime bevorzugen in der Regel anaerobe Bedingungen, sodass hier ebenfalls von einer günstigen Beeinflussung durch die Belüftung auszugehen ist.

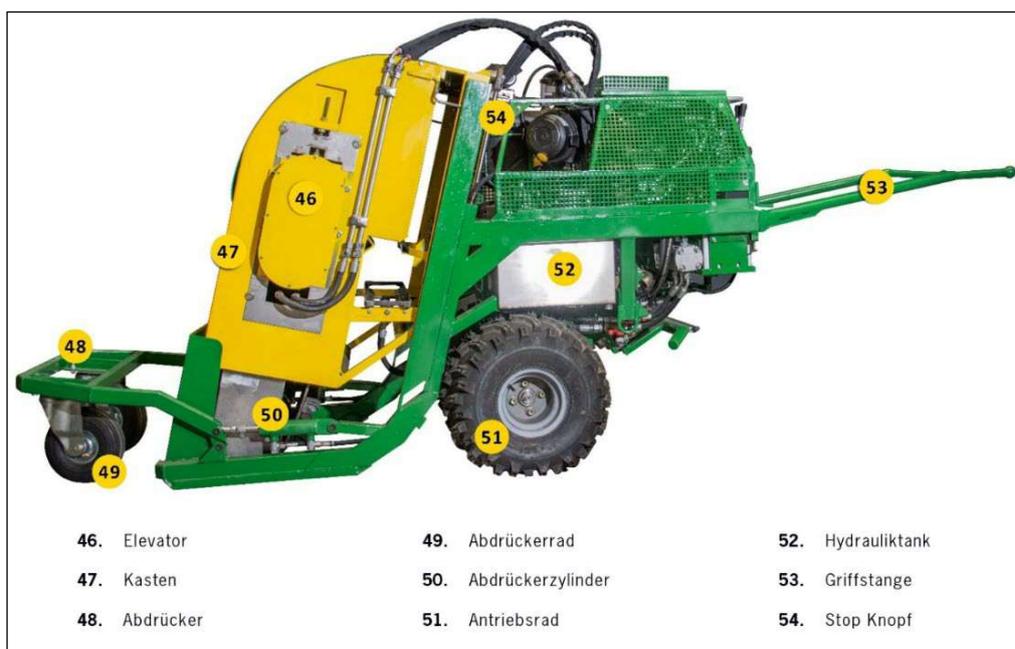


Abb. 2-2: Sandreinigungsmaschine SR 400

(Quelle: Betriebsanleitung Sandreinigungsmaschine SR 400, Sandmaster GmbH)



Die durch das Reinigungsverfahren bewirkte Auflockerung des Sandes erhöht den Luftanteil und damit das Volumen des Sandkörpers, was ihn deutlich „weicher“ macht und somit zumindest temporär die Verletzungsgefahr bei Stürzen auf die Sandoberfläche reduziert.

3 Durchführung der Untersuchung und Analyseverfahren

Das Verfahren der Firma Sandmaster wurde am 08.10.2024 auf einer öffentlichen Sandspielfläche in Kirchheim unter Teck, Ortsteil Lindorf, eingesetzt (s. Abb. 3-1). Die bearbeitete Fläche umfasste etwa 60 m², die Sandtiefe betrug etwa 40 cm. Es wurden 5 Probenahmestellen ausgewählt, mit Pflöcken markiert und nummeriert.

Zur **mikrobiologischen Untersuchung** wurden vor und nach der Aufbereitung der Sandfläche an den 5 Probenahmestellen je eine repräsentative Mischprobe – bestehend aus 3 Einzelproben aus dem gesamten Sandprofil (0 bis max. 0,4 m) – entnommen. Aus dem Rechengut wurde ebenfalls eine Mischprobe für die mikrobiologische Untersuchung entnommen.

Die Proben wurden nach Abschluss der Arbeiten unmittelbar und gekühlt zur mikrobiologischen Untersuchung an die TÜV Süd Life Service GmbH, Health and Safety, Am Römerhof 15 in 60486 Frankfurt übergeben.

Die Proben wurden auf die Parameter Koloniebildende Einheiten (KBE), Escherichia coli (E. coli), Coliforme Keime, Enterokokken und Wurmeier untersucht:

Für die Beurteilung der **bodenmechanischen Eigenschaften** wurden an drei Stellen (s. Abb. 3-1) ungestörte Sandproben vor der Aufbereitung sowie nach der Sandreinigung in ca. 0 bis 15 cm und ca. 15 bis 30 cm Tiefe mittels eines genormten Stechzylinders entnommen. Im Institut für Geotechnik der Universität Stuttgart wurden folgende Parameter bestimmt:

Wassergehalt, Korngrößenverteilung, Korndichte, Trockendichte.

Die detaillierten Laborergebnisse der mikrobiologischen und bodenmechanischen Untersuchungen sind dem Anhang beigelegt.



Abb. 3-1: Sandspielfläche in Kirchheim unter Teck, Ortsteil Lindorf, Im Brühl, mit den durch Holzpflocke markierten Probenahmestellen 1 bis 5



Abb. 3-2: Entnahme von Sandproben mit Hilfe eines Stechzylinders



Im Rahmen der Sandreinigung wurden etwa 0,3 m³ Verunreinigungen aus dem Sand entfernt. Dabei handelt es sich vor allem organisches Material wie Blätter, Ästchen und Wurzelwerk. Außerdem wurden in geringerem Umfang Metall- und Plastikreste, Fäkalien sowie Bodenpartikel entfernt.

4 Ergebnisse der Laboruntersuchungen

4.1 Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen

Die Proben des unbehandelten und aufbereiteten Sandes sowie des Rechengutes wurden auf die mikrobiologischen Parameter Escherichia coli, Coliforme Bakterien, Enterokokken, die Gesamtkeimzahl und Wurmeier untersucht. Diese Untersuchungen wurden im akkreditierten Labor der TÜV Süd Life Service GmbH, Health and Safety, Am Römerhof 15 in 60486 Frankfurt a.M. durchgeführt.

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung sind in Anhang 7-1 zusammengefasst. Der Prüfbericht ist in Anhang 7-3 als Anlage 3-1 beigefügt.

Bei den mikrobiologischen Untersuchungen liegen die Werte für Coliforme Keime nach der Behandlung deutlich unter denen vor der Behandlung. Demgegenüber ist der Wert für Escherichia coli (E.coli) und Enterokokken nach der Behandlung deutlich höher. Die Gesamtkeimzahl in den Proben vor und nach der Behandlung weist nur geringe Unterschiede auf. Im Rechengut sind bei allen untersuchten Parametern jeweils die höchsten Werte zu verzeichnen.

Für die hygienische Beurteilung von Spielsand gibt es in Deutschland keine einheitlichen Untersuchungsmethoden oder Bewertungsmaßstäbe, zudem stellt die mikrobiologische Untersuchung nur eine Momentaufnahme der hygienisch-mikrobiologischen Qualität des Spielsandes dar. Auch verschiedene Aufbereitungsmaßnahmen wie thermische Desinfektion oder Reinigung (mechanisch oder maschinell) können die Keimbelastung nicht nachhaltig reduzieren (RP Stuttgart, 2005). In einer Untersuchung im Raum Bozen wurde für E.coli als „Alarmwert“, bei dessen Überschreitung der Standort zu überwachen ist, ein Wert von 100 KBE/g Sand angegeben (Departement für Gesundheitsvorsorge, 2015).



Im vorliegenden Fall lagen die Bakterien unterhalb kritischer Werte, ab denen eine Gesundheitsgefährdung vermutet wird. Jedoch sieht man, dass der Sand von Fäkalien verunreinigt ist, die auch nach der Behandlung noch nachweisbar sind. Der Wert an E.coli lag im Rechengut über dem „Alarmwert“ von 100 KBE/g Sand, während die Werte der anderen Proben unterhalb bzw. im Bereich dieses Wertes lagen. Insgesamt waren die Werte der Fäkalkeime im Rechengut deutlich erhöht.

Wurmeier wurden in der Probe „Rechengut“ gefunden, in den Sandproben „Vor Aufbereitung“ und „Nach Aufbereitung“ waren sie dagegen nicht nachweisbar. Flagellaten kamen in diesen Proben deutlich weniger vor als im Rechengut.

4.2 Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen

Es wurden je 6 Einzelproben vor und nach der Aufbereitung aus den Horizonten 0 bis 15 cm und 15 bis 30 cm Tiefe entnommen. In den Proben wurde der Wassergehalt, die Feucht- und Trockendichte bestimmt. Des Weiteren wurden aus den beiden Tiefenintervallen vor und nach der Aufbereitung des Sandes die Korndichte, die Korngröße und Korngrößenverteilung ermittelt.

Bei allen 12 untersuchten Sandproben handelt es sich granulometrisch um schwach feinkiesigen, schwach schluffigen Sand. Unter Berücksichtigung der Formen der Korngrößenverteilungen sind alle 12 untersuchten Proben „eng gestuft“ und in die Bodengruppe SE gemäß DIN 18196 „Bodenklassifikation für Bautechnische Zwecke“ einzustufen.

In Tab. 7-2 sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen zusammenfassend dargestellt. In Anhang 7-3 sind die zugehörigen Laborprotokolle als Anlage 3-2 beigefügt.

Die Körnungslinien des untersuchten Sandes sind vor und nach der Aufbereitung erwartungsgemäß nahezu identisch (s. Anlage 3-2).

Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, wird der Wassergehalt durch die Aufbereitung weitgehend homogenisiert. In der oberen Bodenschicht nimmt er nach der Aufbereitung deutlich zu, im unteren Bereich nimmt er dagegen ab. Die einzelnen Werte können Tab. 7-2 entnommen werden.

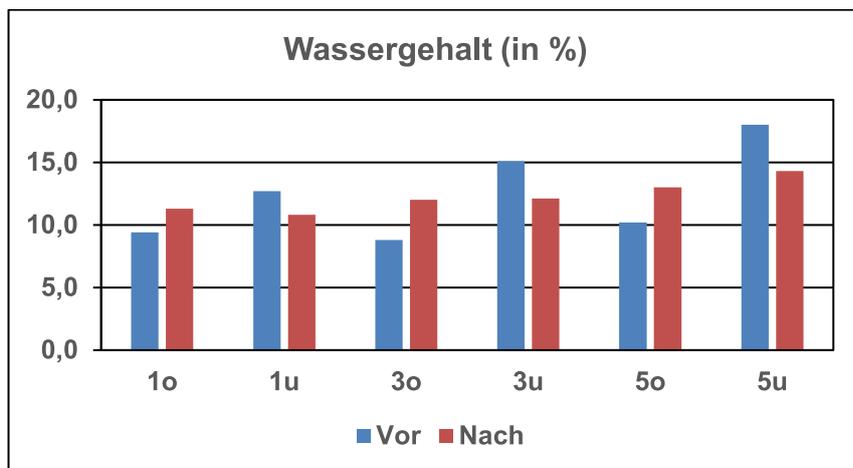


Abb. 4-1: Wassergehalt in den Sandproben vor und nach der Aufbereitung

Im Horizont von 0 bis 15 cm ist eine Auflockerung durch die mechanische Reinigung des Sandes zu beobachten. Die Trockendichte verringert sich hier im Mittel von $1,502 \text{ g/cm}^3$ auf $1,338 \text{ g/cm}^3$ ($\Delta = 0,164$). Im Horizont von 15 bis 30 cm fällt der Unterschied in der Trockendichte mit Werten von $1,498$ (vor) und $1,358$ (nach) g/cm^3 ($\Delta = 0,140$) etwas niedriger aus (s. Tab. 7-2 bzw. Abb. 4-2). Aus gutachterlicher Sicht ist dies auf eine gewisse gravitative Selbstverdichtung durch das Eigengewicht des Materials zurückzuführen.

In beiden untersuchten Tiefenhorizonten sind die Luftporengehalte durch die Auflockerung nach der Bearbeitung höher (s. Tab. 7-2 bzw. Abb. 4-2). Eine zumindest kurzzeitige Auflockerung des Substrates kann somit nachgewiesen werden.

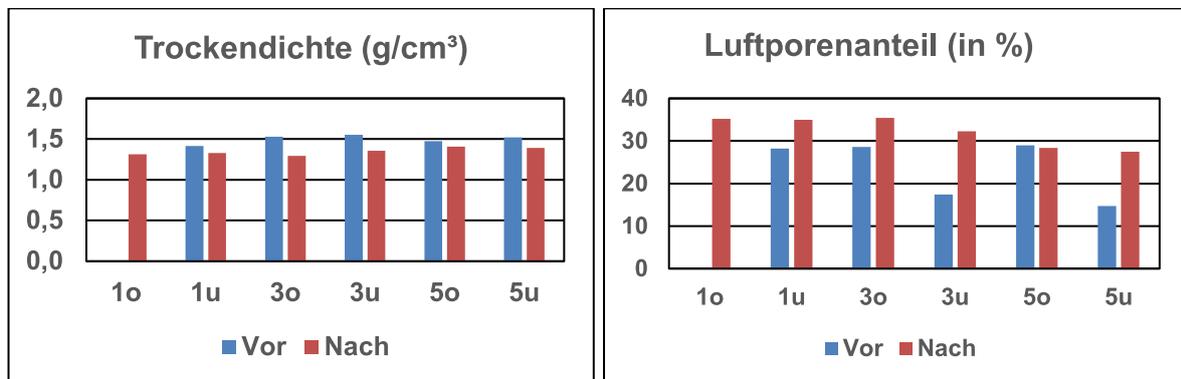


Abb. 4-2: Trockendichte (links) und Luftporenanteil (rechts) in den Sandproben vor und nach der mechanischen Reinigung

Da die Werte für Trockendichte und Luftporenanteil in der Probe V1o deutlich von den anderen Proben im oberen Horizont abweichen, wurden sie in dieser Abbildung nicht dargestellt. Wie oben beschrieben, war jedoch die Korngrößenverteilung bei allen Proben sehr ähnlich. Die genaue Ursache für diese Abweichung – ob Übertragungsfehler, Setzungen nach der Probenahme o.ä. – konnte vom Institut für Geotechnik nicht mehr ermittelt werden.

5 Zusammenfassende Bewertung der Labor- und Geländebefunde

Vorliegender Bericht umfasst eine mikrobiologische und bodenmechanische Untersuchung zur standortbezogenen Einzelfall-Bewertung vor und nach der Reinigung einer Sandfläche durch das mechanische Spielplatz-Sandreinigungsverfahren der Firma Sandmaster.

Das Reinigungsverfahren der Firma Sandmaster beruht auf einer selbstfahrenden Maschine, die den Sand vor Ort mechanisch aufbereitet. Bei der Probenahme am Spielplatz in Lindorf konnte festgestellt werden, dass mit dem zur Verwendung kommenden Siebverfahren eine deutliche Verminderung von grobem Material im Spielsand erzielt wurde. Organisches Material wie Blätter, Zweige, Kotballen usw., aber auch Glasscherben und sonstige Gegenstände wurden ausgesiebt und in einem separaten Behälter aufgefangen. Der bearbeitete Sand wird durch den Vorgang insgesamt aufgelockert. Der ansonst anaerobe Bereich wird dadurch bei der erreichten Reinigungstiefe von mindestens 35 cm gut belüftet.

Nach den Untersuchungen von STEUER (1997) stellen sich nach relativ kurzer Zeit die klimatischen und ortsspezifischen Gegebenheiten in den behandelten Flächen wieder ein. Diese sind



nach den vorliegenden Untersuchungen ausschlaggebend für die mikrobielle Belastung des Sandes. Eine hygienische Verbesserung erfolgt jedoch bei regelmäßiger Reinigung durch die Reduktion organischer Verunreinigungen. Dies belegen auch die aktuellen Ergebnisse der Untersuchung des Rechenguts.

Folgende Faktoren sind neben den standortabhängigen Faktoren (z. B. Klima, Lage, Einzäuerung, Bepflanzung) für eine effektive Reinigung und hygienische Optimierung von Spielsand ausschlaggebend:

- Möglichst vollständige Entfernung von Fremdkörpern und organischen Verunreinigungen durch eine regelmäßige mechanische Grobreinigung
- Keine Zerkleinerung von eventuell vorhandenen Kotballen
- ausreichende Reinigungstiefe, um eine Durchlüftung der anaeroben Bodenzone zu erreichen.

Die aufgeführten Kriterien wurden bei dem angewendeten Verfahren der Firma Sandmaster im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfüllt. Nach Auswertung der bisher durchgeführten Studien und der aktuellen Untersuchungsbefunde kann somit gefolgert werden, dass das Verfahren der Firma Sandmaster vor dem Hintergrund der öffentlichen Verkehrssicherungspflicht in hygienischer (mikrobiologische Belastung) und sicherheitstechnischer (Verletzungsgefahr durch Glasscherben, Spritzen, etc.) Sicht dem jährlichen Sandaustausch entspricht.



6 Literatur und Quellen

Departement für Gesundheitsvorsorge, Südtirol (2015): Untersuchung zur Kontamination der Sandkästen in der Gemeinde Bozen 2015. 12 S.

Deutsches Grünes Kreuz e.V. (2017): Deutsche Gesundheits-Korrespondenz – Informationsdienst: Kind und Gesundheit – Infektionsquelle Sandkasten. 58. Jahrgang, Nr. 5/6 – Mai/Juni 2017, S. 6-7.

Kohnen, Wolfgang et. al. (2001): Untersuchungen zur mikrobiologisch – hygienischen Qualität von Spielsand. Landsberg.

Regierungspräsidium Stuttgart, Landesgesundheitsamt (April 2005): Hygienische Beurteilung von Spielsand – Merkblatt

Stadt München, Referat für Gesundheit um Umwelt: Krankheitserreger im Spielsand – Beschluss des Gesundheitsausschusses vom 27.09.2007

Steuer, Walter (1997): Hygienisches Fachgutachten zur Spielsandreinigung nach der Methode „Sandmaster“.