

TEXTE

45/2018

# Vergleich von Staubsaugersystemen

Vereinfachte Umweltbewertungen (VERUM 2.0)



TEXTE 45/2018

# **Vergleich von Staubsaugersystemen**

Vereinfachte Umweltbewertungen (VERUM 2.0)

von


Dr. Heinz-Joern Moriske, Anja Lüdecke, Dr. Regine Szewzyk, Ulrich Gromke,  
Christi-an Fabris, Dr. Wolfram Birmili, Dr. Christiane Markard, Andreas Halatsch  
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

## Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
info@umweltbundesamt.de  
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

**Abschlussdatum:**

November 2017

**Redaktion:**

Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche  
Beschaffung  
Andreas Halatsch

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, Juni 2018

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den  
Autorinnen und Autoren.

## Kurzbeschreibung

In nahezu jedem Haushalt befindet sich ein Staubsauger der regelmäßig im Einsatz ist. Die Ecodesign-Richtlinie hat dazu geführt, dass für neue Geräte anspruchsvolle Anforderungen gelten, die Verbesserungen hinsichtlich Energieverbrauch, Staubemissionen und Lärmbelastungen bewirken. Bei den Anforderungen zu Staubemissionen ist allerdings nicht unterscheidbar, ob es sich dabei um Eigenemissionen der Geräte oder Emissionen aus aufgenommenem Staub (durch Aufwirbelungen beim Saugen oder nur nicht vollständige Retention des Staubes beim Saugen im Gerät) handelt. Zudem gibt es verschiedene Systeme am Markt. Hierzu soll die vergleichende Bewertung dienen.

Das Umweltbundesamt hat einen Vergleich von auf dem Markt verfügbaren Staubsaugersystemen – Beutelstaubsauger mit und ohne Zusatzfilter, Zyklonstaubsauger und wasserbasierte Staubsauger – durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass hinsichtlich Ressourcenverbrauch und Treibhausgasemissionen geringe Belastungen ohne relevante Unterschiede zu verzeichnen sind. Die Lärmemissionen sind ebenfalls gering, aber systemunabhängig unterschiedlich und müssen im Einzelfall bewertet werden.

Von relevanter Bedeutung sind die Staubemissionen, die beim Saugen auftreten und feste Partikel, aber auch Bioaerosole emittieren. Die freigesetzte Menge ist bei allen Systemen für gesunde, nicht besonders empfindliche Personen im Allgemeinen unproblematisch. Bei empfindlichen Personen (Asthmatiker, Allergiker) können jedoch die auftretenden erhöhten Staubemissionen bei wasserbasierten Staubsaugern und bei Beutelstaubsaugern ohne Zusatzfilter zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Eine Belastung bei der Staub-Entsorgung ist zudem anzunehmen, wenn bei der Entleerung des Zyklonstaubsaugers der direkte Kontakt mit dem Staub nicht vermieden werden kann.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	6
Tabellenverzeichnis .....	6
1 Zieldefinition und Untersuchungsrahmen.....	7
1.1 Ziel und Vorbemerkung .....	7
1.2 Ergebnisse aus der Vorprüfung.....	7
1.3 Untersuchte Staubsaugersysteme .....	7
2. Spezifizierung des Untersuchungsrahmens.....	8
1.1 Funktionelle Einheit .....	8
1.2 Systemgrenzen.....	8
1.3 Annahmen und Einschränkungen .....	8
2. Belastungsermittlung.....	9
2.1 Berücksichtigte Belastungskategorien.....	9
2.2 Sachbilanzdatenerhebung .....	9
3. Belastungsbewertung .....	10
3.1 Ressourcen.....	10
3.2 Treibhausgasemissionen.....	10
3.3 Staubfreisetzung bei Staubsaugern .....	10
3.4 Weichmacher und sonstige Emissionen chemischer Stoffe bei Staubsaugern .....	13
3.5 Mikrobielle Belastungen bei Staubsaugern .....	13
3.6 Lärm .....	16
4. UBA-Untersuchung zur Feinstaubrückhaltung .....	17
5. Zusammenfassung der Ergebnisse .....	21
6. Quellenverzeichnis.....	23

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Risikobewertung für mikrobielle Belastungen durch Staubsauger.....	14
Abbildung 2: Systematik der Messungen .....	18
Abbildung 3: Partikelgrößenverteilung .....	19
Abbildung 4: Anteil verbleibender Partikel .....	20

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über quantitative und qualitative Bewertungsmodelle .....	9
Tabelle 2: Treibhausgase .....	10
Tabelle 3: Kriterien für die Belastungsbewertung der Belastungskategorie Staubpartikel (feine und grobe Staubpartikel, bezogen auf vom Gerät retendierte Partikel) auf Makroebene.....	12
Tabelle 4: Kriterien für die Belastungsbewertung der Belastungskategorie Bioaerosole.....	15
Tabelle 5: Reihung der Systeme .....	16
Tabelle 6: Zusammenfassung der Ergebnisse.....	21

# 1 Zieldefinition und Untersuchungsrahmen

## 1.1 Ziel und Vorbemerkung

Ziel der Untersuchung ist es, Staubsaugersysteme zu vergleichen, die dazu dienen, im Haushaltsbereich Hart- sowie Teppichboden abzusaugen. Hierzu werden Staubsauger mit Staubbeutel, mit Wasser als Filter und die beutellosen Systeme miteinander verglichen.

In Deutschland verrichten ca. 39 Millionen Staubsauger ihren Dienst und jedes Jahr werden ca. 2,4 Mio. Neugeräte, vorwiegend Bodenstaubsauger mit Beutel, verkauft. Eine Umfrage im Umweltbundesamt (UBA), bei der sich 698 Mitarbeiter beteiligten ergab, dass 146 (21%) einen beutellosen, 549 (79%) einen Sauger mit Beutel und 2 Kolleginnen oder Kollegen einen Sauger mit Wasser als Filter nutzen. Demzufolge gehen wir davon aus, dass der überwiegende Teil der in Deutschland genutzten Staubsauger mit Staubbeutel betrieben wird.

Staubsaugersysteme müssen seit 2013 ein Energielabel mit relevanten Informationen tragen. Hiervon ausgenommen sind bisher Staubsaugersysteme mit Wasser als Filtermedium. Da hierfür keine belastbaren Werte ähnlich der Informationen auf dem Energielabel zu Verfügung standen und um auch diese Systeme im Vergleich bewerten zu können wurde mit verschiedenen Geräten eine vergleichende Feinstaubprüfung im Labor des Umweltbundesamtes vorgenommen.

Die ökologische Vorteilhaftigkeit verschiedener Staubsaugersysteme, sei es mit oder ohne Beutel, stehen immer wieder in der öffentlichen Diskussion. Bisher wurden hierzu keine Untersuchungen veröffentlicht.

Eine Ecodesign Studie zu Staubsaugern zeigt, dass hinsichtlich der Belastung der Umwelt die Nutzungsphase relevant ist. Dennoch ist, auch wenn eine der Belastungsphasen (Produktion, Nutzung) dominiert, eine Gesamtbetrachtung für einen Vergleich der Geräte sinnvoll.

## 1.2 Ergebnisse aus der Vorprüfung

Im Ergebnis erster Besprechungen und Prüfungen gemäß dem Leitfaden VERUM wurden folgende Fragen beantwortet:

1. Ist eine ökologische Bewertung notwendig?  
Ja. Aufgrund verschiedener Systeme zur Staubentfernung mit unterschiedlichen Filtermedien wird von unterschiedlichen Umweltbelastungen ausgegangen.
2. Sind die Systeme vergleichbar?  
Ja. In ihrer Dienstleistung und den vorgegebenen Randbedingungen sind die Systeme vergleichbar. Einzig bestimmte Handhabungsaspekte werden nicht betrachtet.
3. Welche Belastungskategorien sind betroffen?  
Nach Aussage der Experten sind Treibhausgase, Schadstoffe im Innenraum, Abwasser, Lärm, mikrobielle Belastung und Ressourcen betroffen.

## 1.3 Untersuchte Staubsaugersysteme

Es wurden die folgenden Staubsaugersysteme untersucht:

- ▶ Beutelsauger
- ▶ Beutellose Sauger
- ▶ Wasserfiltersauger

## 2. Spezifizierung des Untersuchungsrahmens

### 1.1 Funktionelle Einheit

Als funktionelle Einheit wird das Saugen von 87 m<sup>2</sup> mit einer Kombidüse und jeweils zur Hälfte auf Teppich und zur Hälfte auf Hartboden angenommen. Hierbei wird ein Jahr mit 50x Staubsaugen vorausgesetzt. 1x pro Woche über 10 Jahre betrachtet.

Als Bezugsjahr wird das Jahr 2014 und als Bezugsraum Deutschland gewählt.

### 1.2 Systemgrenzen

Für die drei betrachteten Staubsaugersysteme werden jeweils die beschriebenen Systemgrenzen definiert:

- ▶ Beutelstaubsauger: 1/10 Staubsauger; 4,5 Beutel (entsprechend Umfrage); 27 kWh/Jahr (bei 700 W)
- ▶ Beutellose Staubsauger: 1/10 Staubsauger; Plastiktüten; 27 kWh/Jahr (bei 700 W)
- ▶ Wasserfiltersauger: 1/10 Staubsauger; 1Liter x Frischwasser und Abwasser plus Ausspülen plus Grobfilter reinigen x 50; 60 kWh/Jahr (bei 1700 W)

### Systembeschreibung

Es wird eine vereinfachte Betrachtung der wesentlichen Komponenten der einzelnen Staubsaugersysteme auf Materialebene durchgeführt. Die Aufwendungen für die Produktion werden dabei weitgehend vernachlässigt. Folgende Komponenten werden betrachtet:

Motor: Metalle (Cu, Fe)

Gehäuse, Saugschlauch, Kunststoffteile

Staubbeutel und Feinstaubfilter: textile Gewebe/Fließ

### 1.3 Annahmen und Einschränkungen

Folgende Annahmen werden zu Beginn der Untersuchung festgelegt:

Bei den Staubsaugersystemen handelt es sich um vergleichbare Systeme mit ähnlichen Staubaufnahmen und Energieverbräuchen. Einzig wasserbasierte Systeme weisen eine konstruktionsbedingt höhere elektrische Leistungsaufnahme auf.

Es wird beim Systemvergleich von neueren Geräten und vom sachgerechten Betrieb und einwandfreier Gerätefunktion ausgegangen. Das schließt auch Wartungen und Empfehlungen der Hersteller zum Beutel- und Filterwechsel, respektive zum Wechsel des Wasser oder der Reinigung der Zyclone ein. Über undichte Gehäuse, stark abgenutzte Kollektorbürsten am Motor etc. können weitere Staubemissionen geschehen, die beim Vergleich der Alternativen jedoch außer Acht bleiben, da sie einzelfallbasiert auftreten und nicht allgemein quantifizierbar und reproduzierbar sind.

## 2. Belastungsermittlung

### 2.1 Berücksichtigte Belastungskategorien

Die in Tabelle 1 hinterlegten Belastungskategorien wurden als relevant identifiziert und müssen quantifiziert werden. Da für das Beispiel Staubsaugersysteme nicht alle Belastungskategorien ausschlaggebend sind werden nur diejenigen aufgeführt, die auch relevant für die Betrachtung zu sein scheinen.

Tabelle 1: Überblick über quantitative und qualitative Bewertungsmodelle

Belastungsart	Belastungskategorie	In Belastungsermittlung zu quantifizieren?
Chemische Belastungen	Treibhausgase	Ja
	Luftschadstoffe	Nein
	Schadstoffe im Innenraum	Ja
	Abwasser	Nein
Physikalische Belastungen	Lärm	Ja
	Strahlung	Nein
	Mechanische Tötung	Nein
Biologische Belastungen	Mikrobielle Belastungen	Ja
	Invasoren	Nein
Ressourceninanspruchnahme	Verbrauch mineralischer Rohstoffe inkl. Fossiler Energieträger	Ja
	Verbrauch biotischer Rohstoffe	Nein
	Wasserverbrauch	Nein
	Naturraumbeanspruchung	Nein
Sonstige Belastungen	Störfälle/Unfälle	Nein
	Auswirkungen auf Sachgüter	Nein
	Gerüche	Nein
	Auswirkungen auf Landschaftsästhetik	Nein

### 2.2 Sachbilanzdatenerhebung

Die Sachbilanzdatenerhebung beschränkt sich auf die folgenden Parameter:

- ▶ Ressourcen
- ▶ Gefährliche Stoffe/Nährstoffe in der Außenluft
- ▶ Schadstoffe in Innenräumen
- ▶ Treibhausgase: CO<sub>2</sub>-äquivalent
- ▶ Lärm

### 3. Belastungsbewertung

Im Folgenden wird eine Betrachtung der einzelnen relevanten Bewertungskategorien auf Mikro- und Makroebene durchgeführt.

#### 3.1 Ressourcen

Alle betrachteten Gerätegruppen (Beutelstaubsauger, Beutellose-Staubsauger, Wasserfilter-Staubsauger) haben hinsichtlich der eingesetzten Ressourcen einen grundsätzlich ähnlichen Aufbau, im Wesentlichen bestehend aus einem Motor (u.a. Stahl und Kupfer), Zuleitungen und Rohre (u.a. Kupfer, Stahl und Kunststoffe) und einer Hülle (u.a. Kunststoffe). Unterschiede in der Zusammensetzung können sowohl innerhalb einer Gerätegruppe zwischen verschiedenen Typen und Herstellern, als auch zwischen den Gerätegruppen bestehen. Aus der Schwankungsbreite lassen sich allerdings keine generellen Unterschiede zwischen den Gerätegruppen ableiten. Hinsichtlich der Umweltbelastung durch Ressourcenverbrauch ist die Herstellung aller betrachteten Staubsaugergruppen als gleich zu bewerten.

#### 3.2 Treibhausgasemissionen

##### Vorbemerkung/Beschreibung

Auf Mikroebene, d.h. im Bereich einzelner Haushalte, sind aufgrund der geringen Leistungsaufnahmen Umweltbelastungen durch Treibhausgase (THG) nicht zu erwarten. Allerdings ist bei einer flächendeckenden Ausstattung der Haushalte mit Staubsaugern von einer großen Belastung auszugehen (Makroebene).

Tabelle 2: Treibhausgase

kg CO <sub>2</sub> -Equivalent je Staubsauger	Wasserfilter Sauger	Sauger mit Beutel	Beutelloser Sauger
Herstellung	3,5	2,4	2,8
Nutzung	38,5	16,3	16,0
Gesamt	42,0	18,7	18,8

Quelle: Berechnung durch UBA/TU Berlin

##### Ergebnisse Emissionen

Die Berechnungen der CO<sub>2</sub> Emissionen in der Herstellungsphase ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Staubsaugersystemen. Für die Nutzungsphase ist davon auszugehen, dass künftige Systeme aufgrund der bestehenden bzw. künftigen Ökodesign-Anforderungen sowie der Entwicklung aufgrund des Energielabels generell eine Verringerung des Energieverbrauchs zur Folge haben, jedoch keine signifikanten Unterschiede bestehen werden.

#### 3.3 Staubfreisetzung bei Staubsaugern

##### Vorbemerkung/Beschreibung

Der Gebrauch eines Staubsaugers reinigt nicht nur den Boden von Schmutz und Staub, er setzt auch Staub frei. Dies erfolgt sowohl beim eigentlichen Saugvorgang als auch durch das bloße Hin- und Herschieben auf dem Fußboden durch Staubaufwirbelung. Das Aufwirbeln des Staubes geschieht systemunabhängig und hängt vielmehr von den Sauggewohnheiten der Nutzer (schnell, intensiv oder schonend und gemächlich), vom Staubgehalt, der auf dem Boden abgelagert ist, und von der Fußbodenart (glatter Boden, Teppichboden etc.) ab. Bei früheren Untersuchungen machte der aufgewirbelte Staub – je nach Untergrund und Sauggewohnheit – rund ein Drittel der bei beim Staubsaugergebrauch in der Raumluft gemessenen Staubkonzentrationen aus (Moriske, 1994).

Grundsätzlich ist es daher empfehlenswert, während des Staubsaugens zu lüften. Im Folgenden werden die Staubaufwirbelungen, die unabhängig vom Gerätebetrieb entstehen, nicht für den Systemvergleich herangezogen.

Beim Gerätebetrieb selbst sind die Staubbelastungen systemabhängig. Maßgeblich für das Rückhaltevermögen ist die Menge der Staubes, die vom Gesamtgerätesystem aufgenommen und nicht wieder abgegeben wird. Gemäß EU-Verordnung 665/13 wird bei allen Geräten ein Partikelbereich von 0,3-10 µm zur Grundlage für die Emissionsprüfung und die Einteilung in Emissionsklassen (A, B, C etc.) herangezogen. Bei Emissionsklasse „A“ müssen 99,98 % der aufgenommenen Staubmenge durch das Gerät zurückgehalten werden (es wird dabei das gesamte Gerätesystem betrachtet, nicht nur der Luftstrom durch z.B. Beutel und Zusatzfilter, sondern auch möglich Leckagen im Gehäuse). Sehr effiziente Geräte haben allerdings auch einen Nachteil. Je höhere die zurückgehaltene Staubmenge im Sauggerät, umso höher werden die Druckverluste beim Durchleiten der (Ab)luft durch z.B. hochdichte Zusatzfilter. Dies muss durch geringe Leistungssteigerung (höherer Energieverbrauch) kompensiert werden. Das gilt beibeutelbasierten Systemen auch für den Filterbeutel. Wenn der Beutel voll ist, steigt ebenfalls der Druckverlust beim Durchsaugen der Luft. Bodenstaubsauger werden heute herstellereitig auch mit Zusatzfiltern im Abluftstrom (siehe oben) angeboten, die verhindern sollen, dass die beim Saugen durch das Gerät geleiteten Staubpartikel, die nicht vollständig im Beutel, Zyklon oder Wasserbehälter zurückgehalten werden, mit der Abluft in die Raumluft gelangen. Diese Zusatzfilter haben unterschiedliche Bezeichnungen (Feinfilter, Hygienefilter, EPA- oder HEPA-Filter) und werden gemäß DIN in unterschiedliche Wirksamkeitsklassen eingeteilt (z.B.: F 7 – 9, E 10 – 12, H 13 - 14). Allerdings halten auch diese Zusatzfilter die heute in der Diskussion befindlichen ultrafeinen Partikel (UFP < 0,1 µm) nicht oder nur unzureichend zurück. Das gilt für alle Systeme. UFP werden bei diesem Systemvergleich daher nicht weiter betrachtet.

## **Bewertungsmodell**

### *Mikroebene*

Da keine Messwerte für aktuelle Gerätesysteme verfügbar sind, erfolgt die Bewertung durch eine qualitative/semiquantitative Experteneinschätzung. Beim Betrieb des einzelnen Geräts erfolgt die Exposition räumlich begrenzt auf den betroffenen Innenraum und abgeschwächt in daran angrenzenden Räumen (wenn die Türen dorthin offen stehen). Die Dauer der Expositionen ist zeitlich beschränkt auf das Ereignis des Staubsaugens und ggf. einige Zeit (ca. 1-2 Stunden) danach, bis die aufgewirbelten Staubteilchen sich wieder am Boden abgesetzt haben oder durch Lüften nach draußen abtransportiert wurden. Alle Expositionereignisse sind somit räumlich und zeitlich begrenzt.

Für normal sensible Personen ergibt sich auf Mikroebene kein Gesundheitsrisiko oder gesundheitliche Beeinträchtigung, bei gegenüber Staubeinwirkungen empfindlichen Personen wird ein geringes Risiko, unabhängig vom Staubsaugertyp, angenommen.

### *Makroebene*

Rechnet man die Zahl der in Deutschland genutzten Geräte hoch und betrachtet die in allen Haushalten erfolgenden Staubsaugervorgänge (Makroebene), so kann es aufgrund der großen Anzahl an Geräten und exponierten Personen, unabhängig vom Gerätetyp, zu einer Staubbelastung in der Luft mit Folgen für die Raumnutzer kommen (*geringes Risiko*).

Bei gesundheitlich gegenüber Staubexpositionen beeinträchtigten Personen (z.B. Asthmatiker) kann das Belastungsrisiko auch *mäßig* bis *hoch* ausfallen. In Deutschland geht man davon aus, dass rund 8,6 % der Erwachsenen Asthmatiker sind und 6,3 % der Kinder (Langen et al. 2013; Schmitz et al. 2014).

Gesamtbelastungen auf Makroebene können bei Staubsaugern wie beschrieben über die Zahl der in Haushalten genutzten Geräte und die Häufigkeit des Einsatzes betrachtet werden. Für die Belastungs-

bereiche „sehr hoch“ und „keine Belastung“ lassen sich die Risiken allgemein abschätzen, für die anderen Belastungsbereiche („gering“, „mäßige“, „hoch“) erfolgt dies durch Experteneinschätzung. Die Experten müssen dabei sowohl Emissions- und Immissionsdaten als auch räumliche Gegebenheiten (Staubaufkommen im zu saugenden Innenraum, Raumgröße, Luftwechsel) und Gerätezustand (einwandfreie Funktion, Gerätedurchlässigkeiten) berücksichtigen. Die Belastungsbereiche sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Kriterien für die Belastungsbewertung der Belastungskategorie Staubpartikel (feine und grobe Staubpartikel, bezogen auf vom Gerät retendierte Partikel) auf Makroebene

Keine Belastung	geringe Belastung	mäßige Belastung	hohe Belastung	sehr hoch
Es treten nur geringe Zusatzkonzentrationen an Staubpartikeln in der Raumluft, die nicht nennenswert über den Hintergrundwerten liegen	Staubkonzentrationen sind geringfügig erhöht	Staubkonzentrationen sind wiederholt messbar erhöht	Staubkonzentrationen sind deutlich messbar erhöht	schwere oder tödliche Erkrankungen mit nicht zu vernachlässigender Eintrittswahrscheinlichkeit; beim Staubsaugen irrelevant
<b>kein Risiko für alle</b>	kein Risiko für normal empfindliche Personen	geringes Risiko für normal empfindliche Personen	mäßiges Risiko für alle	
	mögliches Risiko für Asthmatiker und Allergiker	mäßiges Risiko für Asthmatiker und Allergiker	erhöhtes Risiko für Asthmatiker und Allergiker	

### Rangfolge der Staubsaugersystem-Alternativen bei der Staubbelastung

Im Folgenden wird sowohl der Gerätebetrieb (Motorbetrieb) als auch die Reinigung der Geräte und Staubaufnahmemedien (Filterbeutel, Wasserreservoir, Zyklon) für den Systemvergleich herangezogen. Da alle Geräte gleichermaßen nach EU 665/13 geprüft werden, gibt es beim Erreichen einer bestimmten Emissionsklasse im Betrieb keine systembedingten Unterschiede. Für Allergiker wird empfohlen, nur Geräte der Emissionsklasse „A“ gemäß EU-Verordnung 665/13 zu verwenden. Diese erreichen eine Retention des aufgenommenen Staubes von 99,98 % (Bereich 0,3-10 µm). Danach wären alle Gerätesysteme gleichrangig, sofern sie eine bestimmte Emissionsklasse, z.B. Klasse „A“, erreichen. Für die Reinigung, Filterwechsel etc. gibt es jedoch systembedingte Unterschiede:

1. Wasserbasierte Saugsysteme: keine bis geringe Staubbelastung bei Wasserwechsel.
2. Beutel-Staubsauger: geringe Belastung beim Beutelwechsel, sofern Beutel beim Wechsel verschlossen werden kann und/oder Wechsel außerhalb der Wohnung (z.B. auf Balkon) geschieht. Mäßige Belastung bei nicht verschließbarem Beutel beim Wechseln.
3. Beutellose Systeme (Zyklone): geringe bis mäßige Belastung bei der Gerätereinigung.

### 3.4 Weichmacher und sonstige Emissionen chemischer Stoffe bei Staubsaugern

#### Vorbemerkung/Beschreibung

Gehäuse und Schläuche von Staubsaugergeräten bestehen überwiegend aus Kunststoffen und Gummitteilen, die Weichmacher enthalten und an die Raumluft abgeben können. Zudem sind sie, wie viele mit elektronischen Platinen und Leitplatten bestückte elektrische Geräte, mit Flammschutzmitteln (Organophosphate, bromierte Verbindungen etc.) behandelt. Beim Betrieb können durch Kohlebürstenabrieb am Motor und Metallteileabrieb Metalle (Cu, Fe, Al, Co, Ni) an die Luft abgegeben werden. Dies betrifft alle Gerätetypen gleichermaßen. Durch die in den Geräten verwendeten Filter werden die gasförmigen chemischen Stoffe gar nicht und Metallemissionen nur zum Teil zurückgehalten. Weichmacheremissionen erfolgen zudem permanent auch ohne Gerätebetrieb, selbst wenn die Geräte „im Schrank“ stehen. Bis heute gibt es keine Angaben oder Versuchsergebnisse, bei denen gezielt Weichmacherkonzentrationen aus Staubsaugern in der Raumluft gemessen wurden. Allgemein ist jedoch davon auszugehen, dass diese Emissionen im Vergleich zu der Vielzahl an anderen Quellen im Innenraum, z.B. weichmacherhaltige Bodenbeläge wie PVC-Böden, Farben, Inventar, Reinigungsmittel etc. im Grundrauschen untergehen. Die Emissionsereignisse weiterer chemischer Stoffe beim Betrieb sind zeitlich begrenzt auf die Betriebsdauer der Geräte. Auch hier dürften die Emissionen allerdings so gering sein, dass sie keinen nennenswerten Beitrag zur Innenraumluftbelastung liefern. Es liegen keine Untersuchungsdaten vor, die einen „messbaren“ Beitrag von Emissionen chemischer Stoffe beim Staubsaugen zur Gesamtbelastung im Innenraum belegen.

#### Bewertungsmodell

Die Bewertung erfolgt durch eine qualitativen/semiquantitativen Experteneinschätzung.

Da bereits eine Belastung durch Weichmacher und Emissionen chemischer Stoffe auf Mikroebene gar nicht bis kaum anzunehmen ist, spielt auch eine Belastung auf Makroebene, wenn man die Gesamtzahl der Haushalte in Deutschland die Staubsauger verwenden zugrunde legt, keine nennenswerte Rolle.

Bei der Emission chemischer Stoffe gibt es vom Grundansatz her individuelle Faktoren nur bei besonders gegenüber chemischen Stoffen sensibel reagierende Personen zu berücksichtigen. Auch hier darf aber davon ausgegangen werden, dass die durch Staubsauger verursachten Zusatzemissionen äußerst gering und vernachlässigbar sind. Gegenüber Metallen allergische Personen sind nicht gefährdet, da a) diese Allergien meist Kontaktallergien sind und b) die Metallemissionen beim Staubsaugerbetrieb zu gering sind.

Systemunterschiede sind nicht erkennbar. Alle Hersteller (sofern Angaben vorliegen) verwenden für die Gehäuse Polypropylen (PP) oder ABS-Kunststoffe, die keine bis kaum Weichmacher enthalten. Das gilt auch für die Schläuche, die zwar Weichmacher enthalten, bei denen es aber keine erkennbaren systembedingten Unterschiede gibt. Weichmacherhaltige Kunststoffe wie PVC befinden sich in Kabelummantelungen im Gerät. Die Emissionen daraus sind quantitativ vernachlässigbar. Zu Flammschutzmitteln liegen keine Angaben vor. Die Raumluftbelastungen dürften aber eher wie beschrieben im Hintergrundrauschen untergehen. Das Gleiche gilt für die Metallemissionen, die nur bei Betrieb auftreten. Systemunterschiede sind auch hier nicht erkennbar.

Im Ergebnis besteht durch Staubsauger keine bzw. nur eine geringe Belastung durch chemische Stoffe, eine Rangfolge zwischen den Gerätesystemen besteht nicht.

### 3.5 Mikrobielle Belastungen bei Staubsaugern

#### Vorbemerkung/Beschreibung

Bei den mikrobiellen Belastungen, die beim Staubsaugen im Haushalt zu beurteilen sind, geht es nicht um Infektionserreger, sondern es stehen die sensibilisierenden und reizenden Wirkungen von Bioaerosolen im Vordergrund.



Tab.4) auszugehen ist. Grundlage der Experteneinschätzung sind Empfehlungen, wie sie z.B. im UBA-Schimmelleitfaden festgelegt sind. Außerdem wird bei diesem Schritt geprüft, ob es spezielle Bevölkerungsgruppen gibt, die durch die Verwendung der zu untersuchenden Alternativen besonders gefährdet sind und ob sich die Alternativen in dieser Hinsicht, auch bei sonst gleicher genereller Risikoeinschätzung unterscheiden. Im Fall der Staubsauger trifft dies auf Personen mit Allergien, insbesondere Schimmelpilz- oder mikrobiell bedingte Hausstauballergien zu. In Deutschland wird die Häufigkeit von Hausstauballergien auf rund 6-8 % der Bevölkerung geschätzt.

Belastungen mit Mikroorganismen beim Staubsaugen sind zum Teil systemunabhängig. Dies gilt für das Aufwirbeln von Staub und daran anhaftenden Mikroorganismen beim Umherschieben der Sauggeräte am Boden, unabhängig vom Motorbetrieb (vgl. Ausführungen zu „Staub“). Die daraus resultierenden möglichen Expositionen werden nicht für den Gerätevergleich herangezogen, obgleich sie für empfindliche Personen relevant sein können.

Tabelle 4: Kriterien für die Belastungsbewertung der Belastungskategorie Bioaerosole

Keine Belastung	geringe Belastung	mäßige Belastung	hohe Belastung	sehr hoch
Bioaerosolkonzentration liegt nicht über der Hintergrundkonzentration	geringe zusätzliche Bioaerosolkonzentrationen	mäßige zusätzliche Bioaerosolkonzentrationen	hohe zusätzliche Bioaerosolkonzentrationen	
	kein Risiko für normal empfindliche Personen	kein Risiko für normal empfindliche Personen	geringes Risiko für normal empfindliche Personen	schwere oder tödliche Erkrankungen mit nicht zu vernachlässigender Eintrittswahrscheinlichkeit; beim Staubsaugen irrelevant
	mögliches Risiko für Allergiker	erhöhtes Risiko für Allergiker	hohes Risiko für Allergiker	

Grundlage: Experteneinschätzung (Basis UBA-Schimmelleitfaden und andere Regelwerke)

Systemunabhängig sind Raumluftbelastungen, die aufgrund von Durchlässen im Gerät (keine vollständige Retention des Staubes und daran haftender Mikroorganismen) auftreten. Systemabhängig sind mikrobielle Verunreinigungen im Saugbeutel, Verkeimungen des Wasserreservoirs, Biofilmbildung in Zyklonsaugern, die sowohl beim Saugen, besonders aber beim Reinigen der Geräte zu einer Exposition der Nutzer führen können.

### Rangfolge der Alternativen

Beim Gerätebetrieb werden keine Systemunterschiede gesehen, sofern die Geräte gemäß EU-Verordnung 665/13 geprüft und zugelassen sind und gemäß Herstellerangaben verwendet werden. Das schließt Empfehlungen zum regelmäßigem Filter- und Beutelwechsel, zum Austausch des Wassers bei wasserbasierten Saugern oder zur Reinigung des Zyklons bei Zyklonsaugern ein. Für Allergiker wird empfohlen, ausschließlich Geräte der Emissionsklasse „A“ zu verwenden. Bei Bodenstaubsaugern mit Beuteln ist zu beachten, dass nicht alle Geräte über einen Zusatzfilter (Hygienefilter) verfügen. Bei der Wartung und Reinigung gib es Unterschiede. Es ergibt sich folgende Reihung (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Reihung der Systeme

Belastung	wasserbasiert	Beutel ohne Zusatzfilter kein selbstverschließender Beutel	Beutel mit Zusatzfilter Emissionsklasse „A“	Zyklon
Betrieb	keine bis gering	gering	gering	gering
Reinigung	keine; mäßig bei unregelmäßigem Wasserwechsel	mäßig	keine; gering bis mäßig bei offenem Beutel	mäßig
Reihung	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

### 3.6 Lärm

Bisher wurden aufgrund der stetig steigenden elektrischen Leistungsaufnahmen von Staubsaugern bis zu 3600 Watt, welche vor allem für die Motoren benötigt wurden, auch immer höhere Lärmemissionen verursacht. Aufgrund der europäischen Ökodesign-Verordnung 666/2013 dürfen seit 2015 nur noch Staubsauger mit einer Leistungsaufnahme von maximal 1600 Watt und seit 2017 von maximal 900 Watt in Verkehr gebracht werden. Allein hierdurch ist damit zu rechnen, dass sich die Lärmemissionen reduzieren werden. Zusätzlich ist in der genannten Verordnung geregelt, dass seit 2017 ein Grenzwert für den Schalleistungspegel von 80 dB nicht überschritten werden darf. Ein bisher zu beobachtender Trend geht bereits in Richtung 70 dB, besonders hochwertige Geräte tendieren bei sehr guter Saugleistung trotz geringem Stromverbrauch sogar bis unter 65 dB. Es ist davon auszugehen, dass Verbraucherinnen und Verbraucher durch die Leistungsbegrenzung künftig vermehrt auf Zweit- oder Dritteigenschaften von Staubsaugern achten und somit die Geräusentwicklung als Verkaufsargument an Bedeutung gewinnt. Vor allem beutellose Staubsauger haben konstruktionsbedingt Schwierigkeiten geringe Lärmemissionen zu erreichen. Durch die relativ kurzen Benutzungszeiten im Innenraum hält sich die allgemeine gesundheitliche Belastung und Umweltbelastung in Grenzen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Staubsauger nur zu einer geringen Umweltbelastung durch Lärm führen.

## 4. UBA-Untersuchung zur Feinstaubrückhaltung

### Vorbemerkung/Beschreibung

Gemäß EU-Verordnung 665/13 wird bei Staubsaugern, wie oben beschrieben angegeben, welche Staubemissionen beim Staubsaugen verursacht werden. Dies gilt allerdings bisher nicht für Staubsauger mit Wasser als Filtermedium. Da diese Art von Staubsaugersystem allerdings die gleiche Dienstleistung verrichtet und damit ebenfalls in die hier ausgeführten Betrachtungen aufgenommen wurde, mussten eigene Messungen des Umweltbundesamtes vorgenommen werden.

Die Messungen sind nur als vergleichende Messungen der Geräte untereinander gedacht. Da vor allem die Staubfilterung im Feinstaubbereich im Vordergrund stand, wurden die Messungen nicht, wie nach EU-Verordnung 665/13 üblich, auf einem Normprüfstand mit Normstaub, sondern in einer UBA-eigenen Prüfkammer mit Staub aus der Umgebungsluft durchgeführt. Hierbei wurden jeweils der in der Außenluft und der in der Prüfkammer vorhandene Feinstaub über eine Zeitreihe gemessen.

In einer ersten Messreihe konnte festgestellt werden, dass alle Staubsaugersysteme gute Abscheidegrade von Feststaub erreichen, einzig der Wasserfiltersauger hatte in einigen Bereichen leicht erhöhte Werte. In einer Nachmessung und nach Rücksprache mit dem Hersteller konnte eine Schwachstelle des Systems identifiziert und dem Hersteller mitgeteilt werden. Da es sich aber - wie beschrieben - um vergleichende Messungen außerhalb von Normbedingungen handelt, kann davon ausgegangen werden, dass diese leicht höheren Werte auf einem Normprüfstand mit Normstaub im Grundrauschen untergegangen wären.

Die Untersuchung zur Feinstaubrückhaltung ergab, dass alle drei Staubsaugersysteme Feinstaub gut zurückhalten. Allerdings ist aufgefallen, dass in bestimmten Bereichen andere Ergebnisse als erwartet erzielt wurden.

### Zusammenfassung Staubsaugertest

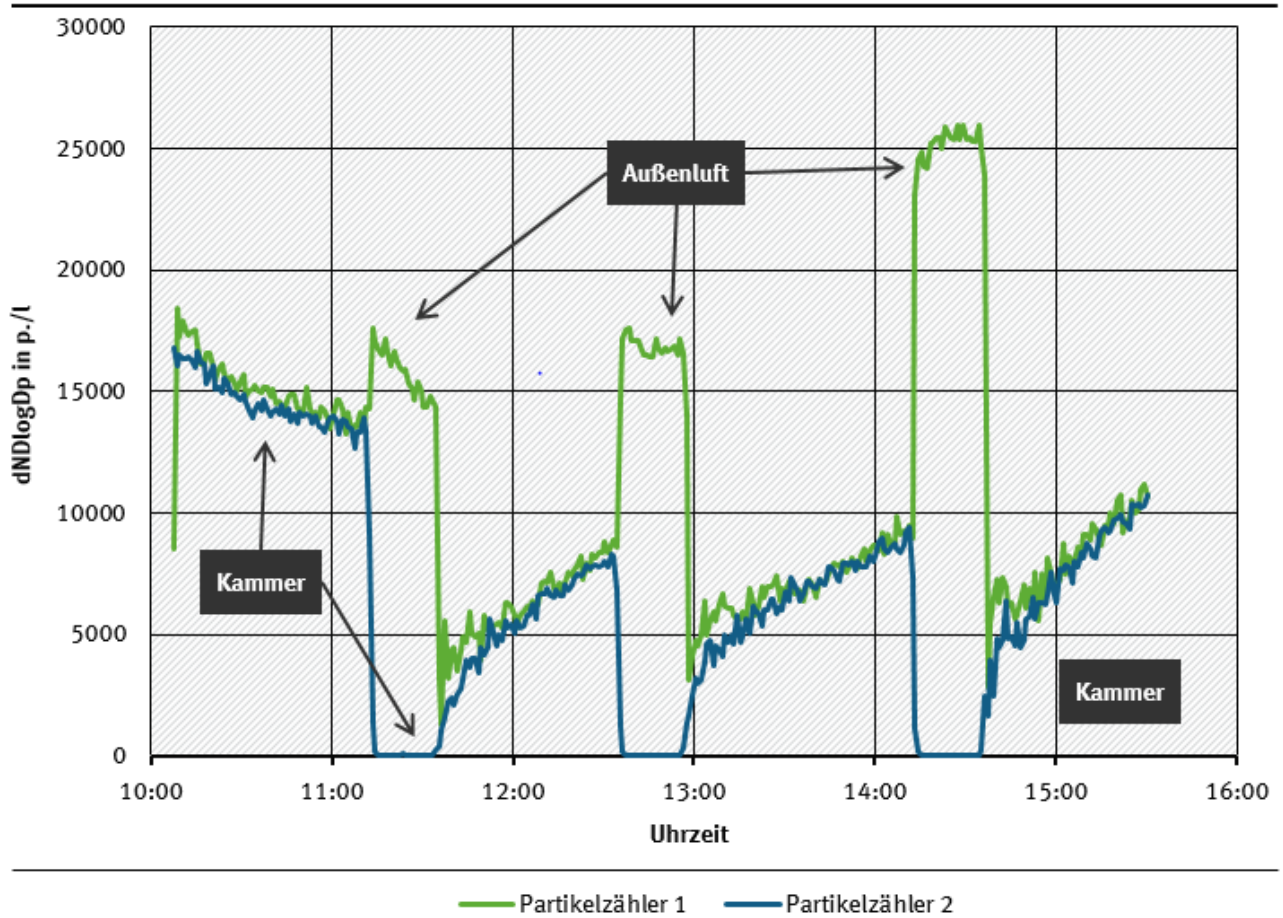
Die orientierenden Messungen waren erfolgreich. Die Messungen für Partikel  $> 1\mu\text{m}$  ergaben, dass der Filterwirkungsgrad bei allen Systemen in der Regel sehr gut, d.h. nahe 100% ist. Für Partikel zwischen  $0,3\mu\text{m}$  und  $1\mu\text{m}$  ist der Filterwirkungsgrad unterschiedlich: Beutelstaubsauger (99,9%), Beutellose Staubsauger (99,5%), Wasserstaubsauger (90-95%). Des Weiteren ergaben die Messungen, dass alle Staubsaugersysteme in begrenztem Maß auch ultrafeine Partikel ( $D_p < 100\text{ nm}$ ) emittieren. Dies sind zum Teil beim Betrieb aus der Raumumgebung aufgesaugte Partikel, die die Filtersysteme aufgrund ihrer geringen Größe passieren, möglicherweise aber auch betrieblich bedingte Emissionen der Geräte. Beim Wasserstaubsauger wurden bauartbedingte UFP-Emissionen festgestellt, die deutlich über das Niveau der Partikel in der Raumluft hinausgehen: Aus Gründen der elektrischen Sicherheit können bei dieser Konstruktion die vom Motor emittierten Partikel derzeit nicht mitgefiltert werden.

Nach Rücksprache mit Herstellervertretern des Wassersaugers konnte festgestellt werden, dass die Erzeugung ultrafeiner Partikel konstruktionsbedingt ist und durch geeignete Filtermaßnahmen weitestgehend reduziert werden kann. Hieraufhin wurde die Dicke des Filters um 50% vergrößert.

### Kritische Betrachtungen der Untersuchung

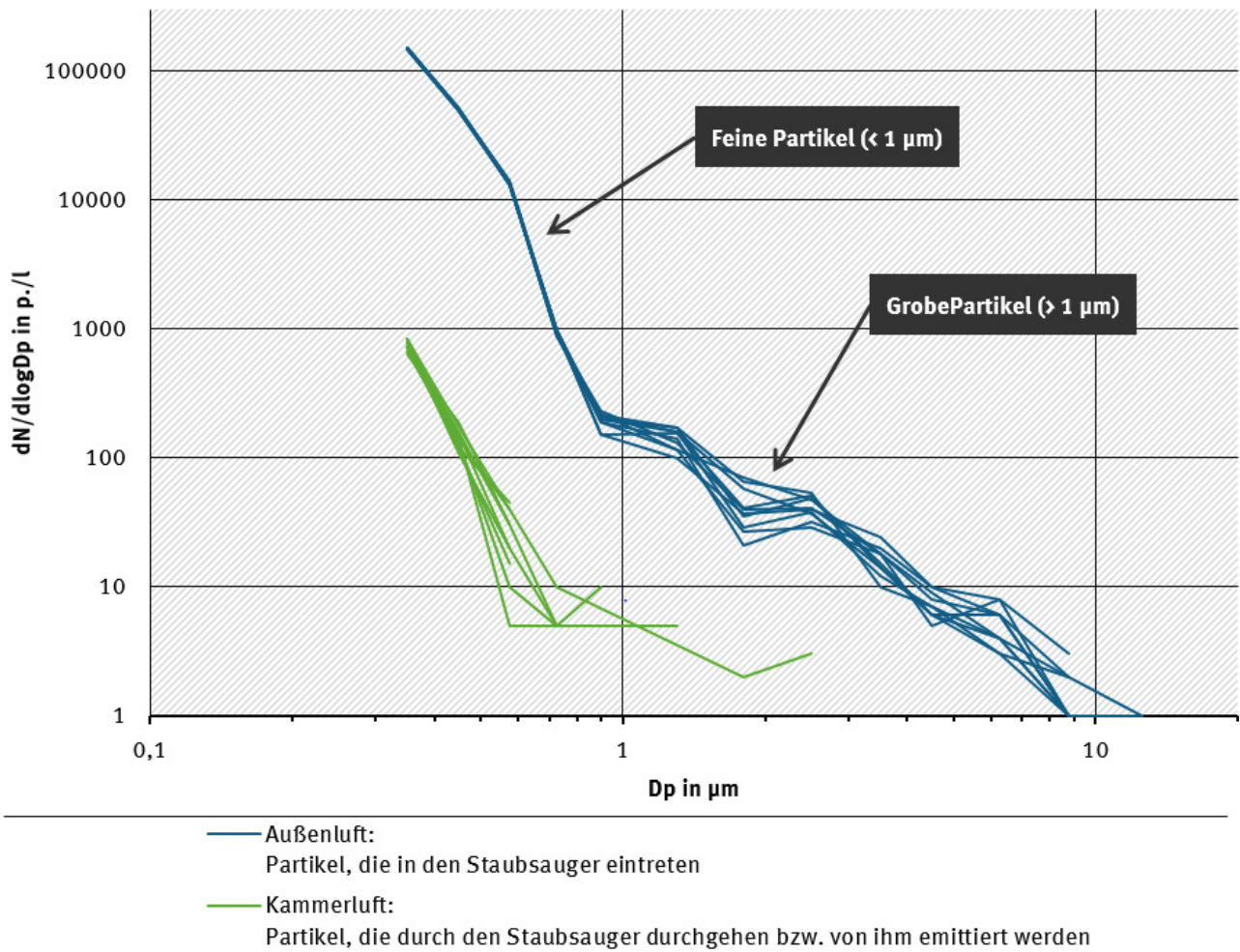
Die gemessenen Werte müssen differenziert betrachtet werden, da der Prüfstand nicht der optimalen Praxis entspricht. Dies ergibt sich aufgrund der Tatsachen, dass eine unkontrollierte Durchströmung der Prüfkammer vorliegt, die Prüfkammer nicht elektrostatisch neutral ist und eine schlechte Statistik  $> 1\mu\text{m}$  aufgrund fehlender Grobstauberzeugung vorliegt. Auch ist momentan keine doppelte Instrumentierung für UFP-Messungen vorhanden und keine Trennung von Filterwirkung und Quelle möglich.

Abbildung 2: Systematik der Messungen



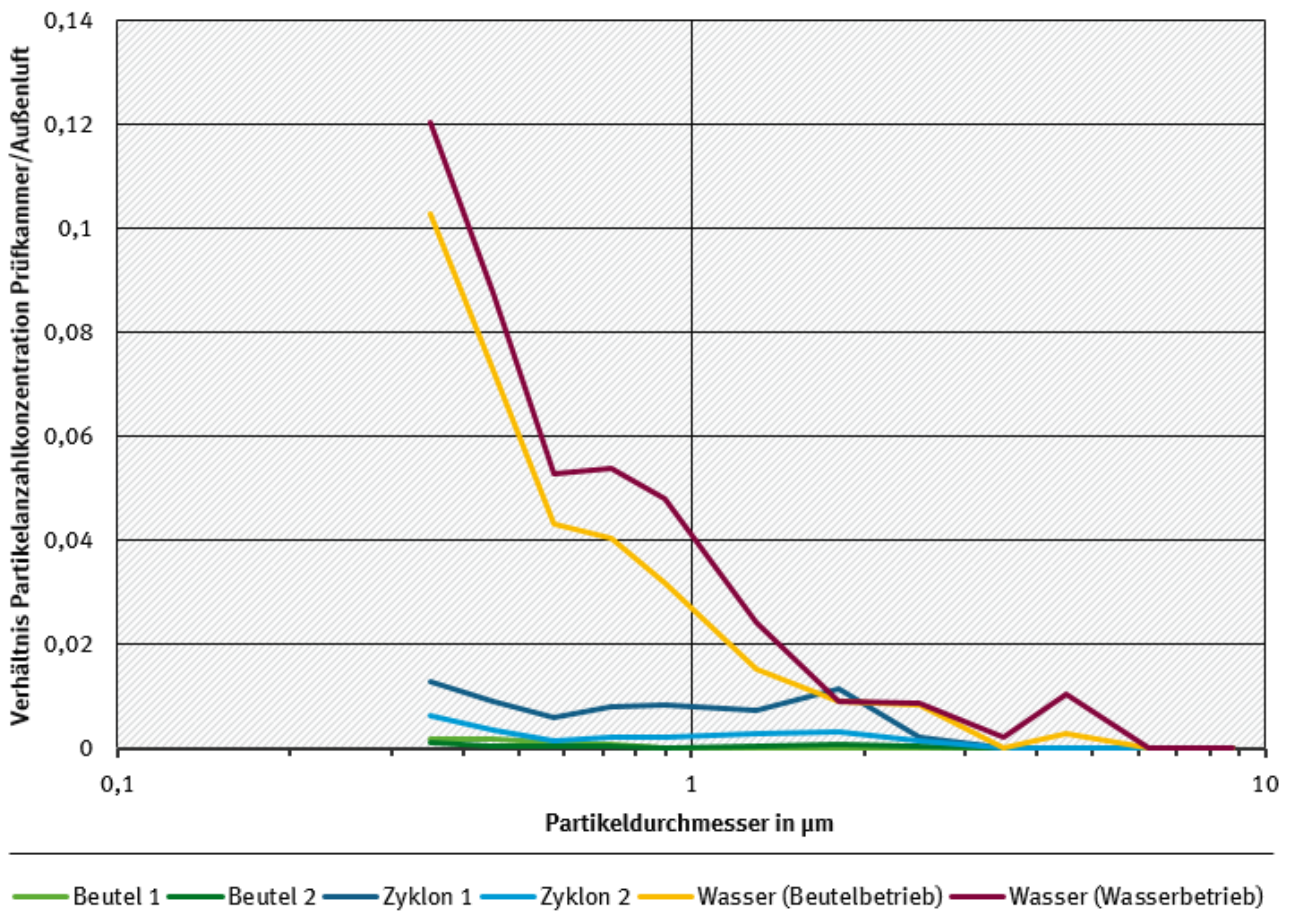
Quelle: UBA

Abbildung 3: Partikelgrößenverteilung



Quelle: UBA

Abbildung 4: Anteil verbleibender Partikel



Quelle: Birmili et al., 2016

## 5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Tabelle 6: Zusammenfassung der Ergebnisse

Belastungskategorie	Wasserbasierter Staubsauger	Beutelstaubsauger ohne Zusatzfilter	Beutelstaubsauger mit Zusatzfilter	Zyklonstaubsauger
Treibhausgase	geringe Belastung	geringe Belastung	geringe Belastung	geringe Belastung
Schadstoffe in Innenräumen (Staub, Weichmacher)	Im Betrieb Staub mäßig*	Im Betrieb Staub mäßig	Im Betrieb Staub gering	Im Betrieb Staub gering
	Entsorgung gering	Entsorgung gering	Entsorgung gering	Entsorgung Mäßige Belastung
Abwasser	gering	keine	keine	keine
Lärm	gering	gering	gering	gering
Mikrobiol. Belastung	1 keine bis gering**	2 gering bis mäßig	1 keine bis gering	2 gering bis mäßig
Verbrauch mineralischer Rohstoffe inklusive fossiler Energieträger	vergleichbar	vergleichbar	vergleichbar	vergleichbar
<b>Gesamt Bewertung</b>	Platz 4 <b>Staubemissionen erhöht und Verkeimungsgefahr des Wassertanks, kein Abfall, dafür Abwasser</b>	Platz 3 <b>Staubemission erhöht, mikrobielle Belastung gering bis mäßig</b>	Platz 1 <b>Staubbelastung gering, mikrobielle Belastung gering</b>	Platz 2 <b>Geringe Belastung im Betrieb, jedoch unhygienische Entsorgung</b>

\*bauartbedingt; die Direktmissionen des Motors können bei diesem Modelltyp aus Gründen der elektrischen Sicherheit nicht mitgefiltert werden.

\*\*Verkeimung möglich

Die Platzierung/Reihung der Tabelle 6 bezieht sich nicht auf signifikante sondern auf geringe Unterschiede, welche für gesunde Menschen nicht relevant sein dürften. Demzufolge sind alle hier untersuchten Staubsauger als gleichwertig zu betrachten.

Die Ecodesign-Richtlinie hat dazu geführt, dass für neue Staubsaugergeräte anspruchsvolle Anforderungen gelten, die Verbesserungen hinsichtlich Energieverbrauch, Staubemissionen und Lärmbelastungen bewirken. Der Vergleich von auf dem Markt verfügbaren Staubsaugersystemen – Beutelstaubsauger mit und ohne Zusatzfilter, Zyklonstaubsauger und Wasserbasierte Staubsauger – zeigte, dass hinsichtlich Ressourcenverbrauch und Treibhausgasemissionen geringe Belastungen ohne relevante Unterschiede zu verzeichnen sind. Auch die Lärmmissionen sind gering. Entscheidend für die Bewertung erwiesen sich die Staubemissionen der Geräte, vor allem auch von biogenen Stäuben. Während diese für gesunde Personen unproblematisch sind, können Allergiker und Asthmatiker dadurch gesundheitlich beeinträchtigt werden.

Unter diesem Aspekt erwies sich der Beutelstaubsauger mit Zusatzfilter als beste Option, da er nur zu geringer Staub- und mikrobieller Belastung führte. Für Allergiker ist er daher das geeignete System. Auch der Zyklonstaubsauger wies eine geringe Staubbelastung im Betrieb auf, schnitt jedoch aufgrund

der relativ unhygienischen Entsorgung des Staubs weniger gut ab. Der Beutelstaubsauger ohne Zusatzfilter wies eine erhöhte Staubemission und geringe bis mäßige mikrobielle Belastung auf. Am schlechtesten schnitt der wasserbasierte Staubsauger ab aufgrund erhöhter Staubemissionen und der Verkeimungsgefahr des Wassertanks.

## 6. Quellenverzeichnis

### Literatur

Moriske, H-J: Untersuchungen zur Luftbelastung beim Staubsaugen. Umweltmedizinischer Informationsdienst UMID, Sammelband 1992/1993. Hrsg.: U. Kaiser. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, WaBoLu-Hefte 2 (1994) S. 107-112).

Langen U, Schmitz R, Steppuhn H. Prevalence of allergic diseases in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). Bundesgesundheitsblatt. 2013;56.

Schmitz R, Thamm M, Ellert U, Kalcklosch M, Schlaud M. [Prevalence of common allergies in children and adolescents in Germany: results of the KiGGS study: first follow-up (KiGGS Wave 1)]. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz. 2014;57(7):771-8.

Innenraumlufthygiene-Kommission (2016): Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden (Schimmelleitfaden). Hrsg. Umweltbundesamt

DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) Nr. 665/2013 DER KOMMISSION vom 3. Mai 2013 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Energieverbrauchskennzeichnung von Staubsaugern.

Birmili, W. et al. (2016), UBA-Messungen, unveröffentlicht.