

# *Abschlussbericht*

*Untersuchung des Einflusses der  
Größe einer Dosierhilfe auf die  
dosierte Menge von Waschmitteln*

Projektlaufzeit: 01.06.2022 – 28.02.2023  
Krefeld, 23.01.2024

Auftragnehmer: Hochschule Niederrhein

Prof. Dr.-Ing. Tobias Kimmel  
([tobias.kimmel@hs-niederrhein.de](mailto:tobias.kimmel@hs-niederrhein.de))

Kevin Pauels

Auftraggeber:           Industrieverband Körperpflege- und  
Waschmittel e. V. (IKW)





## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Projektplan.....	1
2	Untersuchungsmethode.....	2
2.1	Versuchsaufbau .....	4
2.2	Messdatenerfassung.....	6
2.2.1	Waschmitteldosierung.....	6
2.2.2	Beladungsmenge .....	7
2.3	Auswertung .....	8
3	Probandenstruktur und Ergebnisse .....	9
3.1	Zusammensetzung der Versuchsgruppe.....	9
3.2	Beladung.....	10
3.3	Dosiermenge .....	12
3.4	Waschgewohnheiten .....	13
4	Zusammenfassung.....	15
5	Diskussion und Ausblick .....	16
A.	Anhang.....	1
A I.	Online-Umfrage.....	1
A II.	Versuchsaufbau.....	2
A III.	Interview .....	6
	Abbildungsverzeichnis .....	8
	Tabellenverzeichnis .....	9
	Literaturverzeichnis .....	10

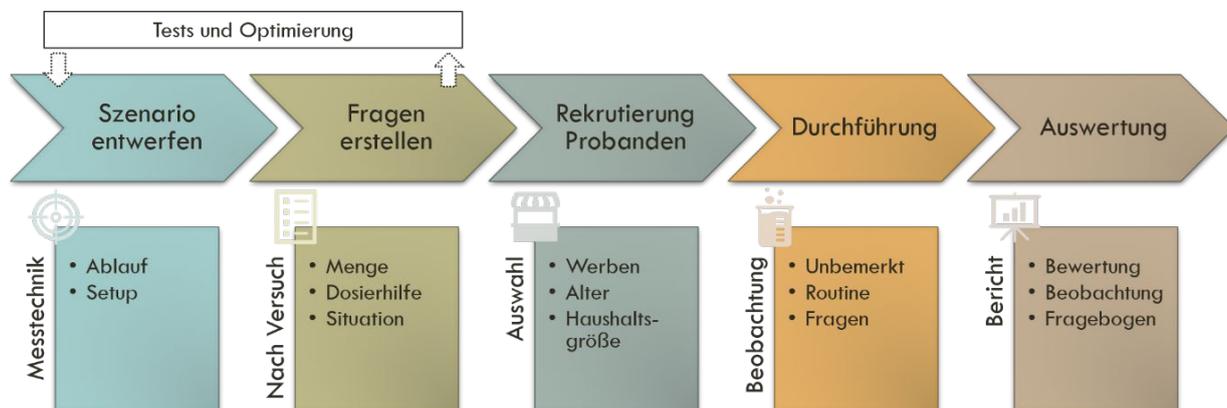
# 1 Einleitung und Projektplan

Ziel des Projekts war es, den Einfluss der Größe einer Dosierhilfe auf die dosierte Menge von Waschmitteln zu bestimmen. Dazu wurden Probanden in die Labore der Hochschule Niederrhein eingeladen und die dosierte Menge eines pulverförmigen Vollwaschmittels mit einer kleineren und einer größeren Dosierhilfe erfasst. Zur Auswahl der Probanden und zur weiteren Gewinnung von Informationen zum Waschvorgang zuhause wurden vor und nach den Versuchen Befragungen durchgeführt. Zum Start wurden ein Szenario und Fragebögen entwickelt und in enger Zusammenarbeit mit dem projektbegleitenden Beirat abgestimmt. Mitglieder dieses Beirats waren Fachleute u. a. von Verbraucherverbänden, einer Bundesbehörde sowie von Herstellern von Haushaltsgeräten und Waschmitteln begleitet (siehe Tabelle 1).

*Tabelle 1: Projektbegleiter Beirat. Es haben mit wechselnder Besetzung noch weitere Personen teilgenommen. Hier werden nur die Personen genannt, die der Veröffentlichung Ihrer Namen zugestimmt haben.*

Gundula Czyzewski	BSH Hausgeräte GmbH
Marcus Gast	Umweltbundesamt
Kai Hönscher	Procter & Gamble GmbH
Stefan Karsten	Henkel AG & Co. KGaA
Dr. Sara Wagner-Leifhelm	Stiftung Warentest
Marianne Wolff	VerbraucherService Bayern im KDFB e. V.
Dr. Bernd Wolff-Schladitz	Dalli-Werke GmbH & Co. KG

Das Szenario war so angelegt, dass die Probanden nicht erkennen sollten, dass die Auswahl der Dosiermenge das Ziel der Untersuchung ist. Zudem wurden den Probanden Informationen gegeben, damit diese eine Dosierung für normal verschmutzte Wäsche (Kapitel 2.2.1) bei mittlerer Wasserhärte auswählen. Vor der Rekrutierung wurde, in einem zusätzlich angebotenen Testdurchlauf, das Szenario mit Probanden getestet und überarbeitet (Abbildung 1).



*Abbildung 1: Ablaufplan der Studie des Einflusses der Größe der Dosierhilfe auf die dosierte Menge von Waschmitteln. Das entworfene Szenario wurde in einem Testdurchlauf (Test und Optimierung) geprüft und überarbeitet. Anschließend wurden Probanden zur Durchführung der Studie angeworben. Zum Abschluss wurden die Messergebnisse ausgewertet.*

Mittels einer Online-Umfrage mit festgelegten Kriterien wurden geeignete Personen für die Studie ausgewählt (Kapitel 2). Mit dem abgestimmten Versuchsaufbau (Kapitel 2.1) wurde anschließend die Auswahl der Dosiermenge im Labor beobachtet. Die dosierte Menge Waschmittel (Kapitel 2.2) sowie die Beladung der Waschmaschinen mit Textilien durch die Probanden wurde nach der Versuchsdurchführung erfasst (Kapitel 2.2.2). Abschließend wurden die Probanden im Labor in einem Interview befragt (Kapitel 2.3). Die Auswertung der Ergebnisse bezieht sich primär auf das Projektziel des möglichst ungestörten Eindrucks des Dosierverhaltens von Probanden (Kapitel 3). Darüber hinaus konnten weitere Erkenntnisse zu Waschgewohnheiten der Probanden durch das Interview gewonnen werden (Kapitel 3.4).

## 2 Untersuchungsmethode

Zur Anwerbung von Probanden wurde eine Online-Umfrage erstellt (Tabelle A 1). Im Verlauf der Auswahl geeigneter Personen wurde zusätzlich eine Telefonhotline eingerichtet und Flyer in den umliegenden Haushalten verteilt. Kriterien für die Auswahl zur Teilnahme an der Studie wurden mit dem projektbegleitenden Beirat abgestimmt.

*Tabelle 2: Kriterien für die Auswahl von Probanden bei der Online-Umfrage. Wurden die Kriterien erfüllt, erfolgte eine Einladung zur Teilnahme an der Studie im Labor der Hochschule Niederrhein.*

Kategorie	Kriterium	Eigenschaften bzw. Erläuterung
<b>Probandenauswahl</b>	Ausgewogene Altersgruppenverteilung	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Altersgruppe 1 (18-29 Jahre)</li> <li>○ Altersgruppe 2 (30-49 Jahre)</li> <li>○ Altersgruppe 3 (50 + Jahre)</li> </ul>
	Ausgewogene Geschlechterverteilung	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Männlich (m) ca. 50 %</li> <li>○ Weiblich (w) ca. 50 %</li> <li>○ Divers (d)</li> </ul>
<b>Waschgewohnheiten</b>	Person wäscht selbst	Nur Personen, die selbst zuhause waschen werden eingeladen.
	Nutzung Pulverwaschmittel	Probanden, die angeben, kein Pulverwaschmittel zu nutzen, werden ausgeschlossen.
	Keine ausschließliche Nutzung vordosierter Waschmittel	Probanden, die nur flüssiges Waschmittel oder vordosierte Systeme wie Kapseln oder Tabs nutzen, werden ausgeschlossen.
	Nutzung von Dosierhilfen	Max. 15 % der Probanden sollen zuhause ohne Dosierhilfe dosieren.

Probanden (n = 97), die die Voraussetzungen erfüllten, wurden zur Teilnahme an der Studie eingeladen.

Die Dosiermenge der Waschmittel ist abhängig von der Beladungsmenge, dem Verschmutzungsgrad, der Wasserhärte und dem Waschmittel. Um die Dosiermengen der Probanden vergleichen und auswerten zu können, wurden den Probanden gleichlautende Informationen in Bezug auf den Verschmutzungsgrad und die Wasserhärte gegeben. Hinsichtlich der Beladungsmenge wurde den Probanden mitgeteilt, dass sie „wie zuhause“ für einen Normalwaschgang beladen sollten. Mit Hilfe dieser Informationen und mit der Möglichkeit, die Angaben auf den Waschmittelpackungen zu nutzen, sollten die Probanden autonom die empfohlene Dosiermenge des Waschmittels ermitteln und einsetzen. Die tatsächliche Beladungsmenge wurde gemessen und zusätzlich zur Bestimmung der empfohlenen Dosierung herangezogen. Dadurch war es möglich, die tatsächlich dosierten Mengen an Waschmittel mit den Dosierempfehlungen gemäß den Dosieranleitungen auf den Packungen der genutzten Waschmittel zu vergleichen. Die zur Verfügung gestellten Informationen werden als „Szenario für das Dosieren“ bezeichnet (Tabelle 3).

*Tabelle 3: Szenario, das den Probanden mitgeteilt wurde, um eine vergleichbare Dosierung sicherzustellen.*

Parameter	Instruktion	Korrektur Wert
Verschmutzungsgrad	1-2 Wochen genutzte Bettwäsche sowie Geschirr- und Handtücher	Normal
Wasserhärte	"wie zuhause"	Krefelder Stadtgebiet (Mittel)
Wäscheart	Baumwolle	Normalwaschgang

Die auf der Verpackung des Pulverwaschmittels angegebene Dosierempfehlung stand den Probanden während des Versuchs zur Verfügung.

Die Probanden wurden angewiesen, die Waschmaschinen Nummer 1 und Nummer 2 wie zuhause zu beladen („voll wie zuhause“). Da die zu beladenden Geräte jeweils eine maximale Beladungskapazität von 7 Kilogramm aufwiesen, war die Erwartung bei Erstellung des Versuchsplanes, dass die Probanden sich entweder an der Referenzmenge für die üblicherweise angegebene Dosiertabelle von 4,5 Kilogramm orientieren oder tatsächlich mehr als 6 Kilogramm beladen. Da es praktisch fast unmöglich ist, mit 7 Kilogramm Wäsche zu beladen und aus vorangehenden Untersuchungen (Berkholz et al. 2007; Kruschwitz et al. 2014) bekannt war, dass diese Wäschemengen in der Regel nicht erreicht werden, wurde die Beladung nach dem Versuch gewogen und bei der Bestimmung der empfohlenen Dosiermenge berücksichtigt. Bezüglich der Wasserhärte wurde den Probanden auf Nachfrage mitgeteilt, dass im Labor die gleiche Wasserhärte vorhanden ist wie im gesamten Krefelder Stadtgebiet. Es wurde nicht explizit darauf hingewiesen, dass dies einer „mittleren“ Wasserhärte entspricht. In Bezug auf den Verschmutzungsgrad der Textilien wurde angegeben, dass die Textilien ein bis zwei Wochen lang benutzt wurden, dieses entspricht dem Verschmutzungsgrad „normal“. Die Probanden sollten möglichst so wie zuhause dosieren, sodass der Einfluss der Größe einer Dosierhilfe auf die dosierte Menge von Waschmitteln isoliert betrachtet werden kann.

Die Probanden hatten die Auswahl zwischen 15 verschiedenen Waschpulvern und sollten sich davon das Produkt nehmen, das sie auch daheim verwenden. Die Probanden wurden nicht gezielt auf die Dosiertabelle auf der von ihnen ausgewählten Waschmittelpackung hingewiesen, da sie das gleiche Waschmittel auch zuhause benutzen und daher davon auszugehen war, dass sie die üblichen Dosiermengen kennen. Zudem sollten sie sich wie zuhause verhalten können, d.h. wenn sie normalerweise immer vor dem Dosieren auf die Dosiertabelle schauen, sollte das auch der Versuchsaufbau ermöglichen. Daher wurden die Informationen zur Wasserhärte und zum Verschmutzungsgrad auch nicht in den gleichen Begriffen wie auf der Waschmittelverpackung gegeben, sondern umschrieben (1-2 Wochen genutzte Wäsche statt der Angabe des Verschmutzungsgrads, Tabelle 3). Damit wurde sichergestellt, dass nicht gemessen wird, ob die Probanden in der Lage sind, eine vorgegebene Dosierempfehlung umzusetzen, sondern ermittelt wird, welche Mengen die Probanden üblicherweise dosieren.

*Tabelle 4: Beispiel des Aufbaus einer Dosiertabelle auf Waschmittelverpackungen. Anhand der Wasserhärte und des Verschmutzungsgrades kann in der Tabelle eine Dosierung in Milliliter (ml) ausgewählt werden. Die angegebenen Werte sind Beispiele. Grün: Dosierempfehlung für einen normalen Verschmutzungsgrad, mittlere Wasserhärte und 4,5 kg Beladung.*

Dosiertabelle					Zusatzangaben	
		Verschmutzungsgrad			Halbe Beladung	- 20 ml
		leicht	normal	stark		
Wasserhärte	weich	45 ml	65 ml	105 ml	Maxi (6-8 kg)	+ 50 ml
	mittel	45 ml	<b>85 ml</b>	130 ml		
	hart	65 ml	105 ml	150 ml		

Während des Versuchs wurden die Probanden möglichst unauffällig beobachtet bzw. teilweise allein gelassen, sodass diese in Routinen zurückfallen konnten.

## 2.1 Versuchsaufbau

Die räumliche Situation im Labor der Hochschule Niederrhein, in dem die Versuche stattfanden, ist in Abbildung 2 dargestellt:



Abbildung 2: Versuchsaufbau im Labor der Hochschule Niederrhein. Die Versuche starteten am Besprechungstisch [1]. Am Stellplatz 1 beluden die Probanden zwei der dort befindlichen vier Waschmaschinen mit Wäsche [2]. Bei allen sieben Geräten an den Stellplätzen 1 und 2 wurde von den Probanden Waschmittel dosiert und das Normal-/Baumwoll-Programm eingestellt.

Die Waschmaschinen waren an zwei verschiedenen Stellplätzen im Raum aufgestellt (Stellplatz 1 und Stellplatz 2, Abbildung 2). Auf den Waschmaschinen lagen abwechselnd große und kleine Dosierhilfen mit 60 ml bzw. 100 ml Fassungsvermögen, die zur Dosierung des Waschmittels verwendet werden sollten. Um Einflüsse durch die Reihenfolge der aufgestellten Waschmaschinen auf die dosierte Menge zu eliminieren, wurden bei geraden bzw. ungeraden Probandennummern die Reihenfolge der zu benutzenden kleinen und großen Dosierhilfen vertauscht (Abbildung A 1 im Anhang). Angenommen wurde hierbei, dass die als erste gewählte Dosierhilfe zum Start des Versuchs einen Einfluss auf die im Verlauf der Dosiervorgänge dosierte Menge an Pulverwaschmittel haben könnte. Nach Abschluss des praktischen Teils der Versuchsdurchführung erfolgten noch individuelle Interviews (Tabelle A 4 im Anhang) am Besprechungstisch.

Die Probanden sollten nur zwei Maschinen (mit Beladungskapazität von 7 kg am Stellplatz 1) mit Wäsche befüllen, aber in alle sieben Maschinen (Stellplätze 1 und 2) Waschmittel dosieren. Die von den Probanden beladene Wäschemenge in den Waschmaschinen Nummer 1 und 2 wurde nach dem Versuch gewogen. Die Probanden wurden darauf hingewiesen, dass die Waschmaschinen Nummer 3 bis 7 später vom Laborpersonal mit einer gleich großen Textilmenge beladen werden. Die Probanden erhielten keine Informationen über die Beladungskapazitäten der Maschinen. Vor der Durchführung des Versuchs wurden daher mögliche Hinweise auf den Waschmaschinen, bspw. die Beladungskapazität, abgeklebt.

Die Aufmerksamkeit sollte durch diesen Versuchsaufbau vom Dosiervorgang weggelenkt werden. Dazu wurden die Waschmaschinen in unterschiedlichen Höhen aufgestellt. Ein zusätzlicher Arbeitsschritt zur Ablenkung der Probanden vom Dosiervorgang wurde eingeführt.

Die Probanden wurden nach dem Dosiervorgang aufgefordert, an den Waschmaschinen Nummer 1 bis Nummer 7 (Baujahr ca. 1980 – 2019) zusätzlich ein 40 °C Baumwollprogramm einzustellen. Vor jedem Probanden wurde das eingestellte Programm zurückgesetzt (Abbildung 3).



Abbildung 3: Die Waschmaschinen sind von Nummer 1 bis Nummer 7 durchnummeriert. Nur die Geräte eins und zwei mit einer maximalen Beladungskapazität von 7 Kilogramm wurden mit Wäsche befüllt. Die übrigen Geräte weisen eine maximale Beladung von 5, 7 und 9 Kilogramm auf und wurden nicht mit Wäsche befüllt. Vor der Durchführung des Versuchs wurden mögliche Hinweise auf den Waschmaschinen, bspw. die Beladungskapazität, abgeklebt.

Die Probanden wurden einzeln vor dem Labor begrüßt und an den Besprechungstisch [1] gebeten. Dort wurden die Probanden gebeten die Datenschutzerklärung zu unterschreiben. Anschließend wurden 15 pulverförmige Vollwaschmittel zur Auswahl angeboten und Ablenkungsfragen zum Verpackungsdesign und Duft des Waschmittels gestellt. Die Probanden sollten das Pulverwaschmittel auswählen, welches sie ebenfalls zuhause nutzen. Das ausgewählte Waschmittel wurde dokumentiert, um anschließend und von den Probanden unbemerkt die korrekte Dosierung anhand der Dosierempfehlung auf der jeweiligen Waschmittelverpackung beurteilen zu können.

Die Probanden wurden aufgefordert, die Waschmaschinen Nummer 1 und 2 an Stellplatz 1 (Abbildung 3) mit der zur Verfügung gestellten second-hand Bettwäsche sowie Geschirr- und Handtüchern (Kapitel 2.2.2) wie zuhause zu beladen [2]. Die Dosierung des ausgewählten Waschmittels (Tabelle A 3) erfolgte durch die Probanden mit den zur Verfügung gestellten Dosierhilfen (Abbildung 4) bei allen Waschmaschinen Nummer 1 bis 7 (Abbildung 3).



Abbildung 4: In der Studie genutzte Dosierhilfen. Zur Verfügung gestellt von der Projektgruppe „Dosieren von Waschmitteln“ im FORUM WASCHEN.

## 2.2 Messdatenerfassung

### 2.2.1 Waschmitteldosierung

Die dosierten Mengen an Pulverwaschmittel in den Waschmaschinen Nummer 1 bis 7 und die Textilmengen in den Waschmaschinen Nummer 1 und 2 wurden durch für die Probanden nicht erkennbare Wägungen nach der Versuchsdurchführung bestimmt. Anschließend wurden die gewogenen Waschmittelmengen gemäß den Angaben auf der Verpackung in Milliliter umgerechnet (Tabelle A 3 im Anhang).

$$\text{Dosiermenge Waschmittel [ml]} = \frac{\text{Dosiermenge Waschmittel [g]}}{\text{Dichte } \left[\frac{\text{g}}{\text{ml}}\right]} \quad \text{Formel 1}$$

Dosiermenge Waschmittel [ml] = Dosierte Waschmittelmenge umgerechnet in ml.  
 Dosiermenge Waschmittel [g] = Dosierte und gewogene Waschmittelmenge in g.  
 Dichte [g/ml] = Angaben zur Dichte gemäß Waschmittelverpackungen in g/ml (Tabelle A 3 im Anhang).

Um die verwendete Menge an Waschmittel unauffällig erfassen zu können, wurden die Probanden gebeten, die Waschmittelpackung auf einem rollbaren Servierwagen abzustellen, in den eine Waage integriert worden war, um die dosierten Mengen an Waschpulver zu erfassen. Dafür wurde ein Messgerät mit vier Wägezellen, verbunden mit einem Raspberry Pi 4 und einer Powerbank zur Stromversorgung, verwendet (Abbildung 5). Das Gewicht der Waschmittelpackung wurde jeweils vor und nach der Entnahme des Pulvers bestimmt und registriert. Während der Versuchsdurchführung wurde darauf geachtet, dass keine weiteren Artikel auf dem Servierwagen abgelegt wurden. Die Richtigkeit der Wägungen wurde in Vorversuchen getestet.

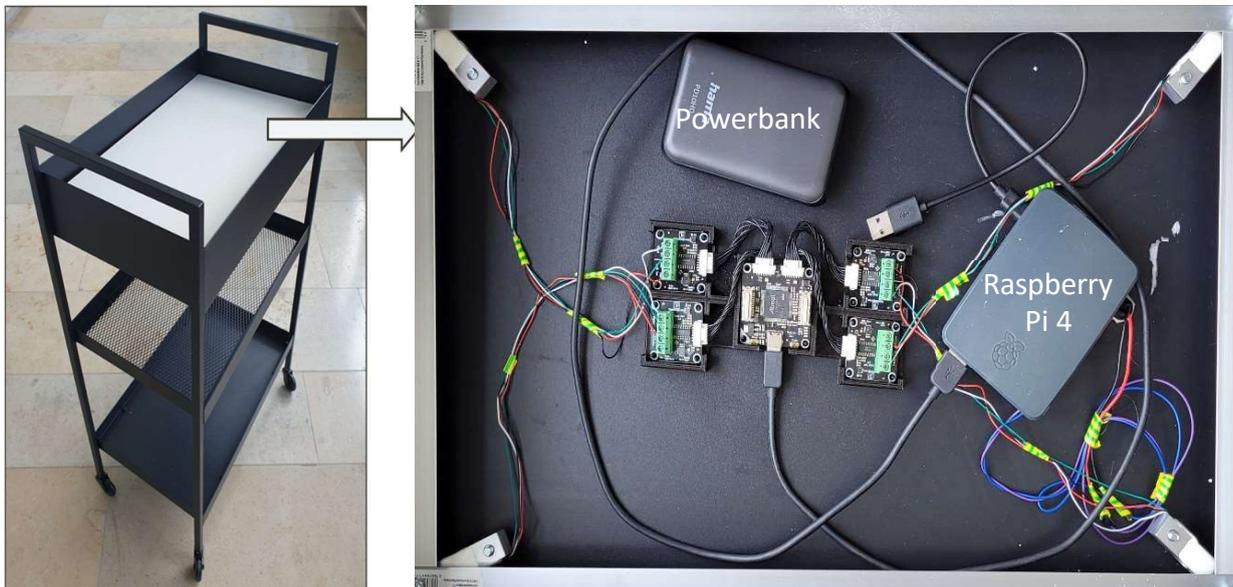


Abbildung 5: Messdatenerfassung durch Wägezellen im verwendeten Servierwagen. Der Mini-PC Raspberry Pi 4 wurde durch eine Powerbank betrieben und die Daten auf einer internen SD-Karte gespeichert bzw. die Messdaten mittels WLAN auf einen anderen Speicherort übertragen.

Zusätzlich wurde zur Absicherung die dosierte Menge an Pulverwaschmittel in den sieben Waschmaschinen nach dem Versuch mit einer Präzisionswaage gewogen. Wären im Messaufbau Datenverluste aufgetreten, dann hätte auf die gewogenen Werte zurückgegriffen werden können. Es wurde dokumentiert, welche Dosierhilfe (60 ml oder 100 ml Fassungsvermögen) die Probanden an welcher Waschmaschine verwendeten.

### 2.2.2 Beladungsmenge

Die Probanden sollten die Waschmaschinen 1 und 2 mit einer Menge an Textilien beladen, wie sie es auch zuhause machen. Für die Waschmaschinen 3 bis 7 sollten die Probanden die gleiche Beladungsmenge wie in den beiden von ihnen beladenen Waschmaschinen 1 und 2 annehmen.

Den Probanden wurden gewaschene Textilien zur Verfügung gestellt, um die Hygiene sicherzustellen. Es wurde ihnen mitgeteilt, dass die Textilien zwei Wochen lang benutzt worden waren, was dem Verschmutzungsgrad „normal“ entspricht. Damit die Probanden den Eindruck hatten, normal verschmutzte Textilien in die Waschmaschine zu füllen, wurden 20 Kilogramm second-hand Bettwäsche, Handtücher und Geschirrtücher aus Baumwolle beschafft (Abbildung 6). Darüber hinaus wurde den Probanden angeboten, Einmalhandschuhe beim Befüllen der Waschmaschine zu verwenden.



Abbildung 6: Wäscheposten zur Beladung der Waschmaschinen Nummer 1 und Nummer 2. Die Wäscheposten bestehen aus second-hand Bettwäsche sowie Geschirr- und Handtücher (Baumwolle). Gesamtmenge = 20 Kilogramm.

Den Probanden wurde die gesamte Wäschemenge zur Beladung der beiden Maschinen Nummer 1 und 2 zur Verfügung gestellt. Damit standen bei gleicher Beladung jeweils maximal 10 Kilogramm Wäsche zur Beladung zur Verfügung. Da in die beiden Maschinen Nummer 1 und 2 jeweils maximal 7 Kilogramm eingefüllt werden kann, stand ausreichend Wäsche zur Verfügung. Die in die Waschmaschinen Nummer 1 und 2 gefüllten Wäschemengen wurden jeweils nach dem Versuch gewogen und dokumentiert und nach den Versuchen die Einschätzung der Beladungsmenge, bspw. „locker befüllt“ oder „voll“, im Interview abgefragt (Tabelle A 6 im Anhang). Es wurde nicht konkret nach dem Gewicht der Wäsche gefragt, da nicht davon auszugehen war, dass den Probanden das Gewicht der Wäsche bekannt war.

## 2.3 Auswertung

Die dosierte Waschmittelmenge wurde mit der Dosiermenge verglichen, die auf der Verpackung des jeweiligen Waschmittels angegeben ist, um zu bestimmen, ob korrekt, über- oder unterdosiert wurde. Diese Dosiermenge wurde anhand der Dosierempfehlung des verwendeten Waschmittels für mittlere Wasserhärte (Krefelder Stadtgebiet), normalen Verschmutzungsgrad (ein bis zwei Wochen genutzte Bettwäsche, Geschirr- und Handtücher) und der individuellen Beladungsmenge für jeden Probanden bestimmt.

Auf den Dosiertabellen der Waschmittel muss die empfohlene Dosierung für Vollwaschmittel für eine Beladungsmenge von 4,5 kg gemäß der Detergenzienverordnung EC 648/2004 angegeben werden. Dies wird im Folgenden als „Normal“ bezeichnet. Zusätzlich werden von den Herstellern freiwillig weitere Empfehlungen gegeben: geringere Beladungen werden „Halb“ oder „Mini“ genannt, größere Beladungen „Maxi“.

Für die Beladungsstufe „Mini“ bzw. „Halb“ finden sich für den Verbraucher keine Hinweise zur Beladungsmenge. Vom Wortsinn her sollte „Halb“ genau 2,25 kg entsprechen, d.h. die Dosierung für „Halb“ würde sich auf eine Beladung von 0 bis 2,25 kg beziehen. Für Maxi wird meist ein Bereich von 6 bis 8 kg angegeben.

Abweichend von dieser Interpretation im Sinne der Verordnung wurde eine weitere mögliche Interpretation für eine halbe Beladung betrachtet. Es ist nicht auszuschließen, dass die Verbraucher durch den Beginn der Maxi-Beladung bei 6 kg davon ausgehen, dass der angegebene Wert von 4,5 kg für eine normale Beladung einen Mittelwert darstellt. Da erst ab 6 kg die Dosierung für „Maxi“ erfolgen soll, muss der Verbraucher davon ausgehen, dass er zwischen 4,5 und 6 kg weiterhin die Dosierung für eine normale Beladung verwenden soll. Da die obere Grenze für die normale Beladung 6 kg beträgt und der Abstand zu 4,5 kg dem Wert 1,5 kg entspricht, könnte es sein, dass Verbraucher davon ausgehen, dass es analog einen gleich großen Bereich unterhalb 4,5 kg gibt, der auch eine Breite von 1,5 kg hat und für den auch die Dosierung für eine normale Beladung gilt. In diesem Fall würde der Verbraucher die Dosierung für eine normale Beladung im Bereich von 3 bis 6 kg anwenden. Damit ergeben sich folgende beladungsabhängige Dosierstufen:

1. < 3 Kilogramm Beladung („Mini“ bzw. „Halb“)
2. 3,0 – 6,0 Kilogramm Beladung („Normal“)
3. ≥ 6 Kilogramm („Maxi“)

Zur Ermittlung der Beladungsmengen wurde jeweils der Mittelwert der zwei Beladungen der beiden durch die Probanden beladenen Waschmaschinen genutzt. Hat der Proband beispielsweise im Mittel 3,4 kg beladen, entspräche dies der Gewichtsstufe „Normal“ (3,0 – 6 kg). Bei der Verwendung des Waschmittels 1 wäre eine Dosierung von 100 ml korrekt (Tabelle A 3).

Für alle Probanden wurde die Dosierung laut Packungsangabe des individuell verwendeten Waschmittels ermittelt. Der Mittelwert der berechneten, nach dem individuell verwendeten Waschlösungsmittel und der Beladungsmenge gewichteten, korrekten Dosierung ist als gestrichelte Linie im Ergebnisteil dargestellt (Abbildung 12).

Zusätzlich wurde zur Gewinnung weiterer Erkenntnisse in Bezug auf die Waschgewohnheiten die Einschätzung der Probanden bezüglich der Wasserhärte, dem Verschmutzungsgrad und der Beladungsmenge in einem nachfolgenden Interview abgefragt (Tabelle A 6).

### 3 Probandenstruktur und Ergebnisse

Im Folgenden werden im Kapitel 3.1 die Auswahl und Zusammensetzung der Probandengruppe anhand der im Kapitel 2 beschriebenen Kriterien, sowie die gewogenen Textilmengen in den Waschmaschinen Nummer 1 und 2 (Kapitel 3.2) und die gewogene Menge des ausgewählten Pulverwaschmittels mit der kleineren und der größeren Dosierhilfe gezeigt (Kapitel 3.3).

#### 3.1 Zusammensetzung der Versuchsgruppe

Die am praktischen Teil teilnehmenden Probanden teilen sich in etwa zu gleichen Teilen auf die drei Altersgruppen 18- bis 29-Jährige, 30- bis 49-Jährige sowie 50 Jahre und älter auf (Abbildung 7).

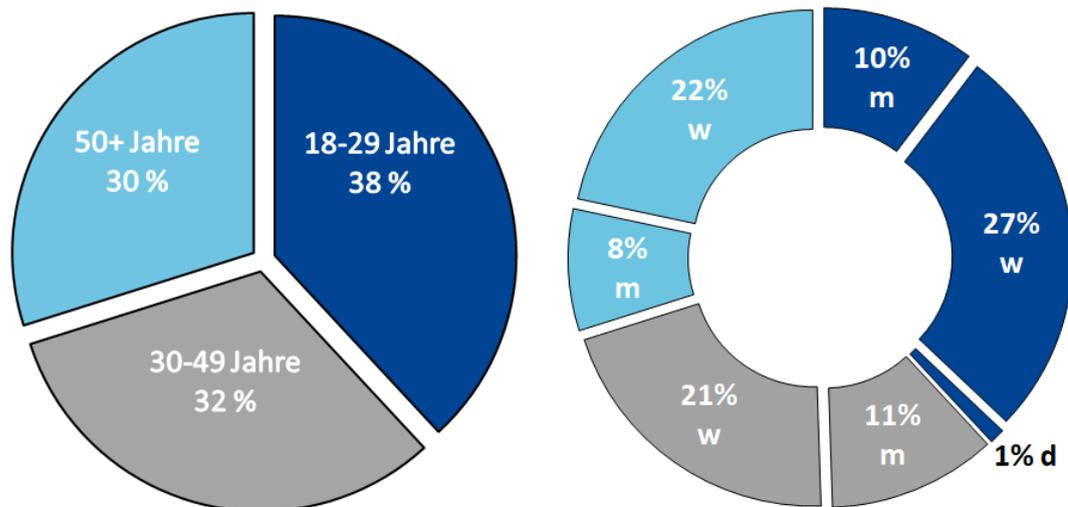


Abbildung 7: Links: Verteilung der Probanden in der Studie (n = 97) auf drei Altersgruppen: 18 - 29 Jahre, 30 - 49 Jahre und mehr (50+ Jahre). Rechts: Geschlechterverteilung in den einzelnen Altersgruppen (m: männlich, w: weiblich, d: divers).

Die Zahl der weiblichen Probanden im Vergleich zu den männlichen und diversen Probanden ist bei allen Altersgruppen erhöht.

Alle Probanden waschen zuhause selbst Wäsche und verfügen über eine Routine zur Nutzung von Pulverwaschmittel. Die Haushaltsgrößenvarianz reicht von einer Person bis sieben Personen (Abbildung 8).

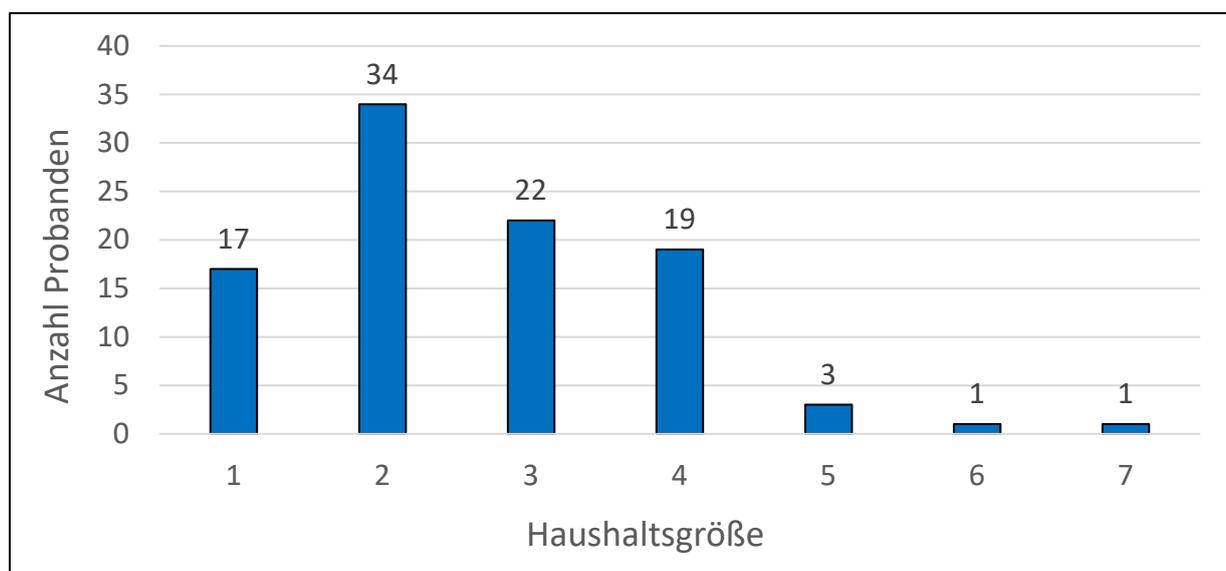


Abbildung 8: Haushaltsgrößenverteilung (Personenanzahl 1-7) der Probanden in der Studie (n = 97).

Die Probanden wohnen am häufigsten in einem 2-Personen-Haushalt ( $n = 34$ ). Jeweils 1 Proband wohnt in einem 6- bzw. 7-Personen-Haushalt. 95 Prozent der Probanden wohnen in Haushalten mit 1-4 Personen ( $n = 92$ ).

Ca. 50 Prozent der Probanden nutzen laut eigener Aussage ausschließlich oder überwiegend Pulverwaschmittel. Etwa ein Drittel nutzt Pulverwaschmittel seltener als andere angebotene Waschmittelformen. Probanden, die kein Pulverwaschmittel nutzen, wurden von der Studie ausgeschlossen (Abbildung 9).

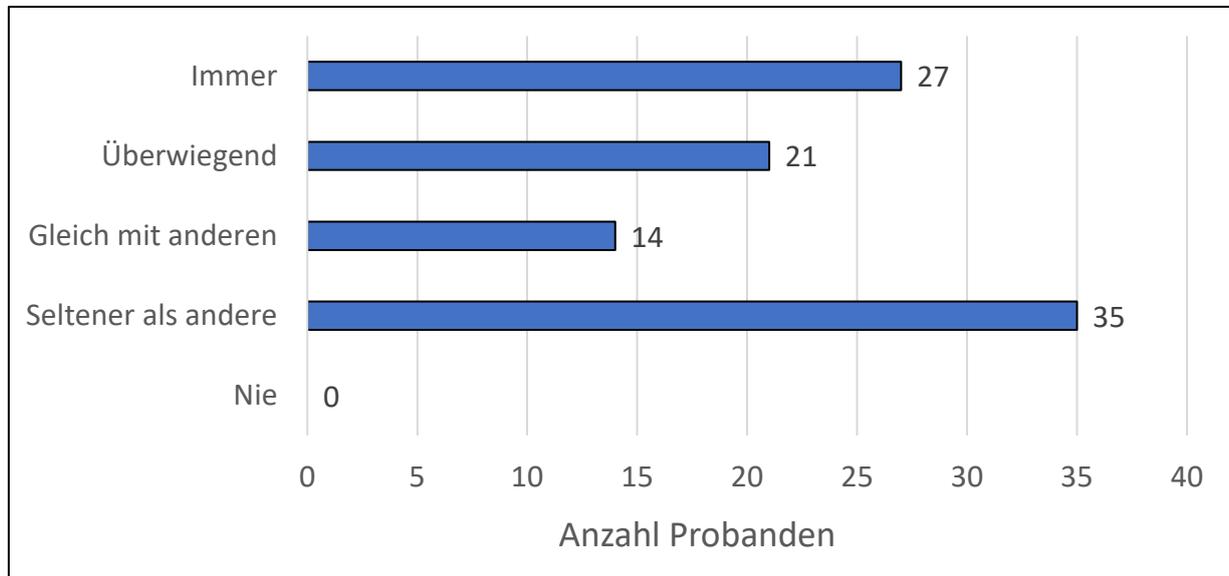


Abbildung 9: Verwendung von Pulverwaschmittel angegeben durch die Probanden ( $n = 97$ ) in der Online-Umfrage zur Rekrutierung. Personen, die „nie“ Pulverwaschmittel verwenden, wurden zur Versuchsteilnahme nicht eingeladen.

Es war vom projektbegleitenden Beirat als Kriterium festgelegt worden, dass max. 15 Prozent der Probanden zuhause keine Dosierhilfe nutzen. Der Anteil in dieser Studie beträgt ca. 5 Prozent der Probanden und liegt unter der Grenze von max. 15 Prozent der Probanden.

### 3.2 Beladung

Jeder Proband hat zwei Waschmaschinen mit den zur Verfügung gestellten Wäscheposten (Kapitel 2.2.2) beladen. Die Beladung wurde nach dem Versuch in Abwesenheit der Probanden gewogen. Insgesamt ergibt sich eine Anzahl von  $n = 194$  beladenen Waschmaschinen, da von den insgesamt 97 Personen jeweils zwei Waschmaschinen beladen wurden ( $n = 2 \times 97$ ). Die durchschnittliche Beladung der Probanden betrug  $3,4 \pm 0,9$  Kilogramm. Die Verteilung der einzelnen Beladungsmengen ist in Abbildung 10 dargestellt. Dort ist ein Histogramm dargestellt, in dem zu erkennen ist, wie oft welche Beladung in die Geräte eingegeben wurde. Der Wert 32 bei dem Balken über der Klassenmitte 3,0 kg bedeutet beispielsweise, dass die Beladung von 32 Probanden im Bereich zwischen 2,850 kg bis 3,24 kg lag. Eigentlich liegt die Klassenmitte bei 2,95 kg, der Wert wurde hier jedoch zur einfacheren Darstellung auf 3,0 kg gerundet.

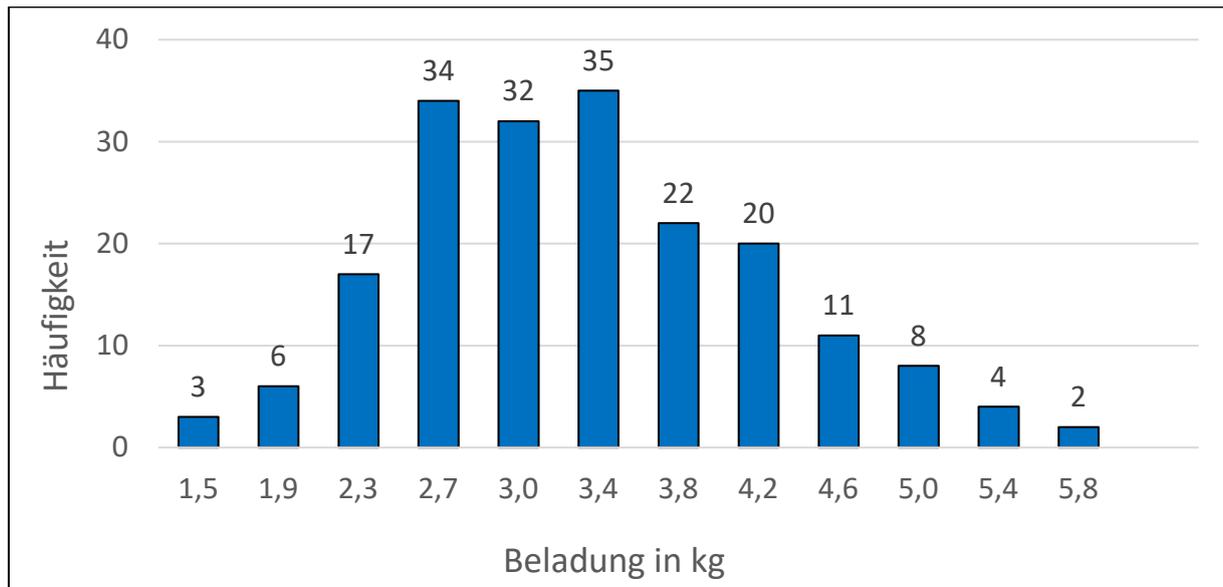


Abbildung 10: Verteilung der einzelnen Beladungsmengen ( $n = 194$ ) in den Waschmaschinen Nummer 1 und 2. Angegeben ist die Häufigkeit der einzelnen Beladungsvorgänge der Probanden in Abhängigkeit von den Klassenmitten in Kilogramm.

Die geringste Beladung durch einen Probanden betrug 1,3 Kilogramm, die maximale Beladung 5,9 Kilogramm. Die Beladung der zwei Waschautomaten Nr. 1 und 2 durch die Probanden war relativ konstant. Die mittlere Differenz betrug  $0,4 \pm 0,3$  Kilogramm. Nur bei drei Probanden betrug die Differenz der Beladungsmenge von Waschmaschine Nr. 1 und 2 mehr als 1 Kilogramm, die maximale Abweichung eines einzelnen Probanden betrug 1,5 kg.

Die Beladungen wurden in „Halb“ bzw. „Mini“ eingeteilt, wenn die Beladung kleiner als 3 kg war und als „Normal“, wenn diese zwischen 3 und 6 kg lag. Die Beladung „Maxi“ kam nicht vor. In Abbildung 11 ist der Mittelwert der Beladung abhängig von der Klassifizierung dargestellt. „Mini“ bzw. „Halb“ wurde von 35 Probanden, „Normal“ von 62 Probanden beladen.

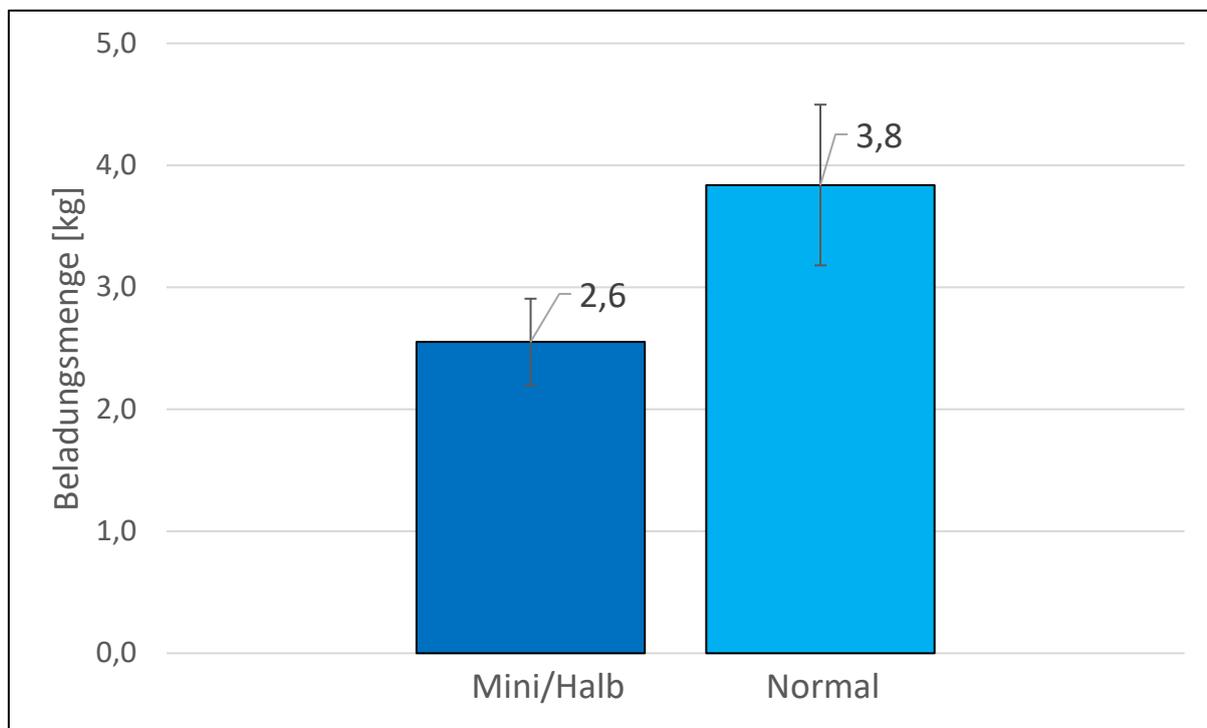


Abbildung 11: Beladungsmenge der Probanden ( $n = 97$ ) gruppiert nach („Mini bzw. Halb“, „Normal“). „Mini“ bzw. „Halb“ zwischen 0 und 3 kg wurde von 35, „Normal“ zwischen 3,0 und 6 kg wurde von 62 Probanden beladen. Kein Proband hat „Maxi“ und damit  $\geq 6$  kg beladen.

Es wurde keine Korrelation zwischen Haushaltsgröße und Beladungsmenge festgestellt. Die Haushaltsgrößenverteilung ist in Abbildung 8 dargestellt. Die mittlere Beladungsmenge bei den Haushalten mit einer Person bis vier Personen (entspricht 95 Prozent der Versuchsgruppe), schwankt zwischen 3,2 - 3,5 Kilogramm.

### 3.3 Dosiermenge

Die dosierte Menge an Waschmittel wurde durch Wägungen ermittelt (Kapitel 2.2.1). Es wurden schon im Labor vorhandene Waschmaschinen für die Versuche genutzt, diese unterscheiden sich für die Probanden sichtbar und weisen unterschiedliche Trommelgrößen auf. Den Probanden wurde vorab mitgeteilt, dass für die Dosierung von der gleichen Beladungsmenge in allen Waschmaschinen auszugehen ist (Kapitel 2.2.2).

Die Probanden haben jeweils mit der kleineren und der größeren Dosierhilfe bei insgesamt sieben Waschmaschinen Pulverwaschmittel dosiert. In Abbildung 12 ist der Mittelwert der Dosierung in Milliliter gruppiert nach der verwendeten Dosierhilfe für alle Probanden ( $n = 97$ ) dargestellt. Als gestrichelte Linie ist zur Orientierung die korrekte Dosierung (84,3 ml) eingezeichnet, die sich als Mittelwert der korrekten Dosiermenge aus den einzelnen empfohlenen Dosierungen der von den Probanden verwendeten Waschmitteln ergibt (Tabelle A 3).

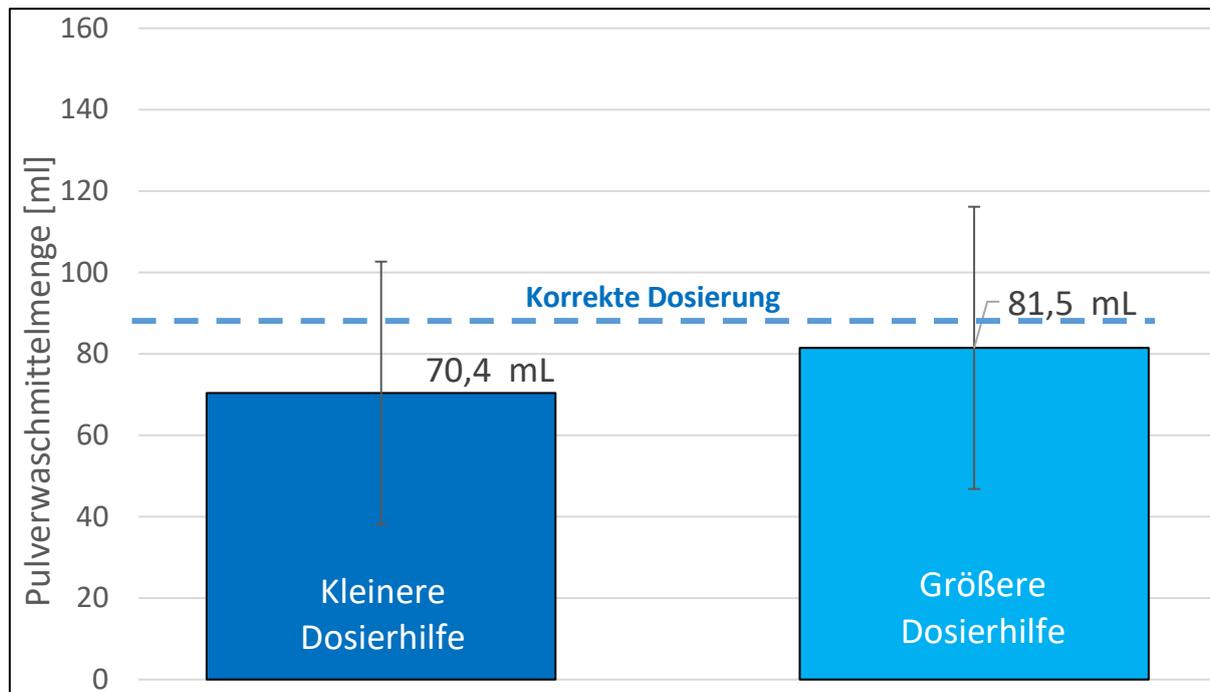


Abbildung 12: Dosierte Pulverwaschmittelmenge als Mittelwert der Dosiervorgänge ( $n = 679$ , 97 x sieben Dosierungen) der Probanden mit der kleineren und größeren Dosierhilfe. Die Dosierempfehlung berücksichtigt die gewogene Beladung durch die Probanden entsprechend der Beladungsmenge (Kapitel 2.3).

Der Mittelwert der Dosierung von Pulverwaschmitteln der Probanden mit der kleineren Dosierhilfe beträgt  $70,4 \text{ ml} \pm 32,3 \text{ ml}$  und ist signifikant (T-Test, Einseitig,  $\alpha = 5 \%$ ) geringer als die Menge, die mit der größeren Dosierhilfe dosiert wurde ( $81,2 \text{ ml} \pm 34,7 \text{ ml}$ ). Die geringste erfasste Dosierung mit der kleineren Dosierhilfe war 20 ml, die größte Dosierung 189 ml.

Mit der größeren Dosierhilfe war die geringste Dosiermenge 29 ml (+9 ml bezogen auf die kleinere Dosierhilfe) und die größte Dosiermenge 218 ml (+29 ml bezogen auf die kleinere Dosierhilfe). Mit beiden Dosierhilfen ergeben sich kleinere Mittelwerte als die korrekte bzw. empfohlene Dosiermenge (ca. 84,3 ml). Lediglich die Dosiermenge mit der kleineren Dosierhilfe ist signifikant kleiner als die korrekte bzw. empfohlene Dosiermenge.

Um den Einfluss der Beladungsmenge auf die korrekte Dosierung zu ermitteln, wird nachfolgend noch zwischen den beiden erfassten Beladungsstufen "Mini/Halb" und "Normal" unterschieden.

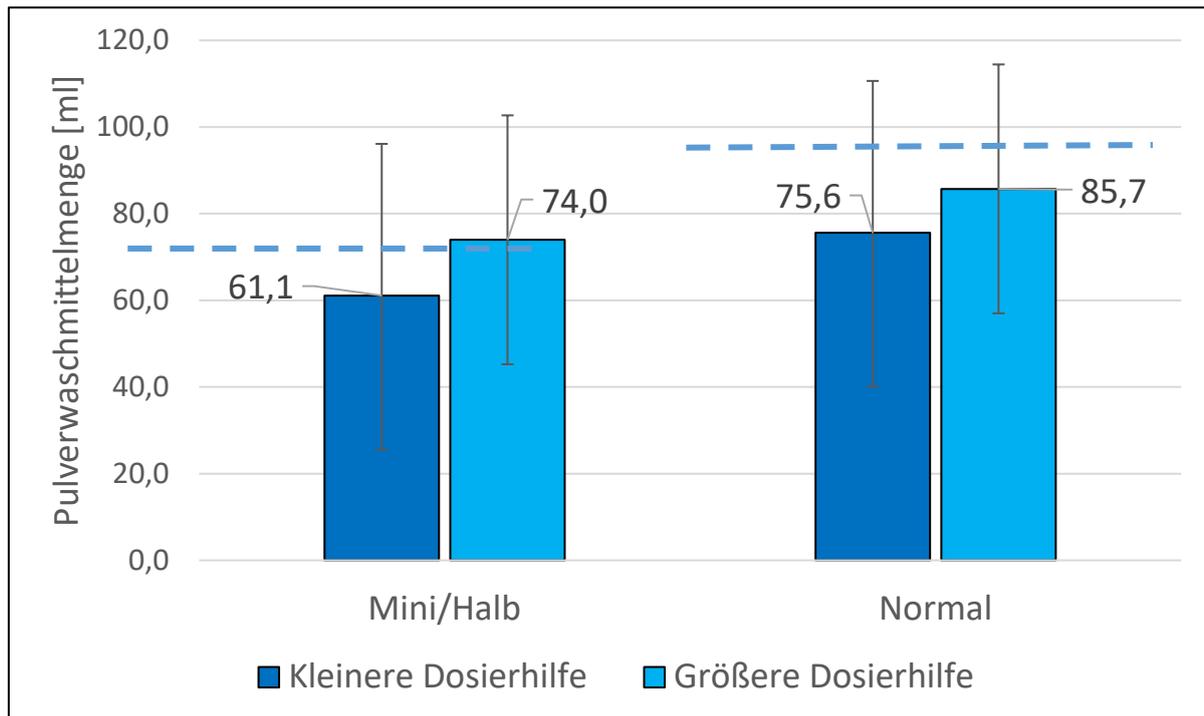


Abbildung 13: Mittelwert der Dosiermengen, gruppiert nach den Beladungsmengen Mini/Halb (0-3 kg) und Normal (3-6 kg), sowie nach der Größe der Dosierhilfe. Die gemittelte korrekte bzw. empfohlene Dosierung (gestrichelte Linie) für Mini/Halb entspricht 72,3 ml, für normale Beladung 94,6 ml.

In Abbildung 13 wurde die Dosiermenge in Abhängigkeit von der Beladungsmenge der Probanden und der verwendeten Dosierhilfe dargestellt. Dabei wurden die dosierten Mengen mit den korrekten bzw. empfohlenen Dosiermengen für „Mini/Halb“ und Normal verglichen. Mit der kleineren Dosierhilfe zeigt sich sowohl bei halber als auch bei normaler Beladung eine Unterdosierung. Mit der größeren Dosierhilfe wurde bei normaler Beladung ebenfalls unterdosiert, während bei der halben Beladung geringfügig überdosiert wurde.

### 3.4 Waschgewohnheiten

Durch die Online-Umfrage (Fragen Tabelle A 1) zur Auswahl geeigneter Probanden und dem Interview nach der Versuchsdurchführung (Fragen Tabelle A 6) konnten weitere Erkenntnisse zu den Waschgewohnheiten der Probanden gewonnen werden.

90 Prozent der teilnehmenden Personen der Online-Umfrage (n = 301) gaben an, zuhause selbst zu waschen, eine Dosierhilfe zu nutzen (75 Prozent, n = 243), hauptsächlich 40 °C als Waschttemperatur zu nutzen (ca. 55 Prozent, n = 241) und zwei- bis dreimal pro Woche zu waschen (ca. 50 Prozent, n = 241).

Im Interview nach der praktischen Versuchsdurchführung (n = 97) wurden die Probanden gebeten, den Füllgrad der von ihnen während des Versuchs beladenen Waschmaschinen mit 7 Kilogramm Fassungsvermögen abzuschätzen. Dabei gaben ca. 80 Prozent an, die Waschmaschinen „optimal voll“ beladen zu haben. Die Antwortmöglichkeiten „halbe Ladung“ und „keine Ahnung“ wurden von den Probanden nicht gewählt. Ca. 20 Prozent gaben an, die Waschmaschinen „locker befüllt“ zu haben.

Die Probanden wurden ebenfalls befragt, ob sie die Dosierempfehlung auf der Waschmittelverpackung berücksichtigen (Abbildung 14). Etwa 37 Prozent der Probanden gaben an, die Dosierempfehlung auf

der Waschmittelverpackung nicht zu berücksichtigen.

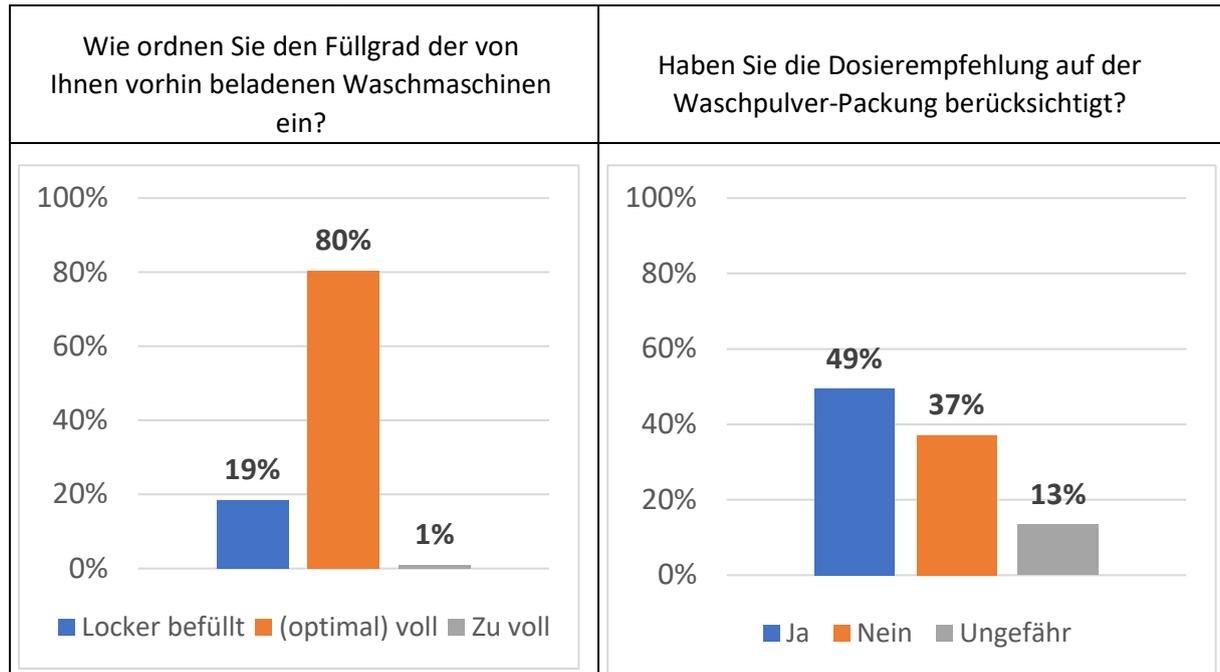


Abbildung 14: Antworten der Probanden (n = 97) auf Fragen zum Füllgrad (links) und der Berücksichtigung der Dosierempfehlung (rechts), nachdem die Probanden die Waschmaschinen im Labor beladen und das Waschmittel dosiert hatten.

Den Verschmutzungsgrad der zur Verfügung gestellten Wäscheposten gaben 55 Prozent der Probanden als „normal verschmutzt“ an. Etwa 40 Prozent bewerteten den Verschmutzungsgrad als „leicht verschmutzt“, 5 Prozent als „stark verschmutzt“.

Ca. 70 Prozent der Probanden gaben im Interview an, die Wasserhärte bei der Dosierung von Waschmitteln zu berücksichtigen.

Um zu ermitteln, ob die Probanden mit der Dosierung unsicher waren, wurden sie im Interview nach dem Versuch gebeten, die Dosiermengen von Waschmitteln zuhause im Vergleich zu den Empfehlungen auf der Waschmittelverpackung einzuschätzen. Ca. 40 Prozent der Probanden gaben die verwendete Menge an Waschpulver als „genau richtig“ an. Jeweils ca. 30 Prozent der Probanden gaben an, eine zu hohe bzw. zu niedrige Menge zu verwenden.



## 4 Zusammenfassung

Der Einfluss der Größe einer Dosierhilfe auf die dosierte Waschmittelmenge wurde mit Hilfe von 97 Probanden im Labor ermittelt. Dabei standen zwei unterschiedliche Dosierhilfen zur Verfügung: eine kleinere, rundliche Dosierhilfe mit einer Skaleneinteilung bis 60 ml und eine größere, eher ovale Dosierhilfe bis 100 ml. Alle Probanden verwendeten abwechselnd beide Dosierhilfen (Abbildung A 1). Die Studie war so konzipiert, dass die Aufmerksamkeit der Probanden nicht auf den Dosiervorgang gelenkt wurde.

Zur Ablenkung mussten die Probanden zusätzliche, nicht auf den Dosiervorgang fokussierte, Aufgaben erfüllen. Dazu waren Waschmaschinen aufgestellt, die sich in der Bedienung und der Höhe unterschieden (Abbildung A 1). Die Probanden beluden zwei der insgesamt sieben Waschmaschinen selbst mit Wäsche, dosierten an jedem Gerät pulverförmiges Vollwaschmittel und stellten an allen Geräten ein 40 °C Baumwollprogramm ein. Damit die Probanden möglichst nicht erkannten, dass es bei den Versuchen um das Dosieren gehen wird, wurden vor und nach den Versuchen zusätzlich Fragen zur Ergonomie, zum Verpackungsdesign des Waschmittels und dem Duft gestellt.

Durch Bereitstellung des von den Probanden zuhause genutzten Waschmittels, die ablenkenden Aufgaben und die häufige Wiederholung des Dosiervorganges sollte den Probanden ermöglicht werden, in gewohnte Routinen beim Dosieren zurückzufallen.

Alle notwendigen Angaben für die richtige Dosierung wurden direkt oder indirekt bereitgestellt (Tabelle 3). Um zu vermeiden, dass die Probanden von sauberer Wäsche ausgehen, wurde gebrauchte Wäsche beschafft. Dadurch war es im Gegensatz zu neu gekaufter weißer Wäsche nicht einfach zu erkennen, ob die Wäsche sauber ist oder nicht. Die Wäsche war vorher aus hygienischen Gründen gewaschen worden, jedoch wurde den Probanden mitgeteilt, dass die Wäsche ein bis zwei Wochen benutzt worden war.

Während der Durchführung des Versuchs wurden die Probanden unauffällig beobachtet. Die von den Probanden dosierten und von diesen unbemerkt ermittelten Waschmittelmengen wurden protokolliert (Tabelle A 4, Tabelle A 5).

Mit der kleineren Dosierhilfe ( $70,4 \text{ ml} \pm 32,3 \text{ ml}$ ) wurden im Mittel ca. 11 ml signifikant (T-Test, Einseitig,  $\alpha = 5\%$ ) weniger Waschpulver verwendet als mit der größeren Dosierhilfe ( $81,2 \text{ ml} \pm 34,7 \text{ ml}$ ). Die für die tatsächliche Beladung korrekte bzw. empfohlene Dosierung gemäß den Herstellerangaben betrug im Mittel ca. 84 ml (Abbildung 12). Daraus ergibt sich, dass im Mittel mit beiden Dosierhilfen unterdosiert wurde, mit der kleinen Dosierhilfe um 16 Prozent, mit der großen Dosierhilfe ca. 4 Prozent. Bei der Analyse der Daten bezogen auf die größere Dosierhilfe zeigt sich, dass bei Mini bzw. halber Beladung der korrekte Wert mit einer Abweichung von ca. 2 % getroffen wird, während bei normaler Beladung eine Abweichung von ca. 9 % vorliegt.

Zusätzlich wurden die Beladungsmengen protokolliert (Tabelle A 4, Tabelle A 5). Die beiden identischen Waschmaschinen Nummer 1 und 2 mit einem vom Hersteller angegebenen maximalen Fassungsvermögen von 7 Kilogramm wurden im Mittel mit  $3,4 \pm 0,9$  Kilogramm Wäsche beladen.

Die Interviews nach dem praktischen Teil der Versuche dienten vor allem dazu zu ermitteln, wie die Probanden selbst Wasserhärte, Verschmutzungsgrad und die Beladungsmenge in Bezug auf die Dosieranleitung einschätzen. 80 Prozent der Probanden gaben an, die Waschmaschinen „(optimal) voll“ beladen zu haben. 20 Prozent der Probanden gaben an, eine Beladungsmenge „Maxi“ ( $> 6,0 \text{ kg}$ ) verwendet zu haben. Eine Maxi-Beladung wurde von keinem Probanden erreicht.



Die Antworten zeigen eine Unsicherheit der Verbraucher in Bezug auf die korrekte Dosierung der Waschmittel. Ca. 30 Prozent der befragten Personen gaben an, dass sie die Dosiertabelle auf der Waschmittelpackung nicht berücksichtigt haben. Nur ca. 40 Prozent schätzten ihre Dosierung als richtig ein, 30 Prozent als zu hoch und weitere 30 Prozent als zu niedrig (Abbildung 14).

Nur 55 Prozent haben den Verschmutzungsgrad aus dem geschilderten Zustand der Wäscheutzung korrekt zugeordnet. Die Wasserhärte am eigenen Wohnort war ca. 60 Prozent der Teilnehmenden bekannt.

Es ist erkennbar, dass sich die Einschätzung der Probanden für eine „voll“ beladene Maschine von den Angaben auf den Verpackungen bzw. den Empfehlungen der Gerätehersteller für eine maximale Beladung unterscheiden. Im Mittel beluden die Probanden 3,4 kg Wäsche, die Beladungsangabe auf der Dosiertabelle bezieht sich jedoch auf 4,5 kg und die vom Gerätehersteller empfohlene maximale Beladung betrug 7 kg.

## 5 Diskussion und Ausblick

Es gelang trotz der Einschränkungen durch die Corona-Pandemie, in vergleichsweise kurzer Zeit geeignete Probanden zur Teilnahme an der Studie zu gewinnen. Die eigentliche Forschungsfrage, der Einfluss der Nutzung einer kleineren oder größeren Dosierhilfe auf die Dosiermenge, konnte klar beantwortet werden. Der Mittelwert der Dosierung ist bei normaler Beladung mit der größeren Dosierhilfe jedoch kleiner als die mittlere empfohlene Dosiermenge.

Frühere Untersuchungen wurden mit Waschmaschinen durchgeführt, für die ein maximales Fassungsvermögen von 5 Kilogramm vom Hersteller empfohlen wurde (Kruschwitz et al. 2014; Berkholz et al. 2007). In der vorliegenden Studie betrug das maximale Fassungsvermögen der tatsächlich beladenen Waschmaschinen 7 Kilogramm. Obwohl sich u. a. das Fassungsvermögen der Maschinen zwischen den älteren und der vorliegenden Studie stark unterscheidet, hat sich die mittlere Beladungsmenge im Vergleich zu vorangehenden Studien nur unwesentlich geändert. Im Mittel wurden in dieser Studie 3,4 Kilogramm Wäsche beladen. Anhand der Interviews nach den Versuchen ist erkennbar, dass die Probanden zumindest teilweise einschätzten, dass die Geräte ein Fassungsvermögen von mehr als 5 Kilogramm aufweisen. 20 Prozent gaben an, dass auf die beladenen Geräte die Beladungsmenge „Maxi“ (6-8 kg) zutrifft.

Die Gründe für die geringe durchschnittliche Beladung mit Wäsche durch die Probanden können hier nicht abschließend geklärt werden, da die Studie nicht für diese Fragestellung konzipiert war und die Ergebnisse zur Beladungsmenge damit nur ein Nebenergebnis darstellen.

In dieser Untersuchung stand der Einfluss der Größe der Dosierhilfen auf die Dosiermenge im Vordergrund. Dabei haben sich neue Fragen ergeben, die vor allem das Dosierverhalten betreffen. Interessant wäre daher eine Folgeuntersuchung mit dem Ziel die Beweggründe für die geringe Beladung und den Maßstab der Probanden, wann eine Beladung als „voll“ eingestuft wird, zu ermitteln. Dafür würden sich ein abgewandelter Versuchsaufbau und ein speziell darauf abgestimmter Fragebogen anbieten.

## A. Anhang

### A I. Online-Umfrage

Tabelle A 1: Persönliche- und Ausschlussfragen zur Rekrutierung von Versuchsteilnehmenden zur Studie zum Dosierverhalten. Rot = Ausgeschlossen, Rot\* = Max. 15 % von n = 95 Versuchsteilnehmenden.

Persönliche Fragen	Antwortmöglichkeiten			
Alter	18-29	30-49	50-69	70+
Mit welchem Geschlecht identifizieren Sie sich?	m		w	d
Haushaltsgröße	Freitext			

Ausschlussfragen	Antwortmöglichkeiten				
Waschen Sie Ihre Wäsche selbst mit der Waschmaschine?	Ja			Nein	
Wie häufig nutzen Sie Pulverwaschmittel im Vergleich zu anderen Sorten, z.B. Flüssigwaschmittel, Pods, Tabs, Kapseln, ...?	Immer	Überwiegend	Gleich mit anderen	Selten	Nie
Wie häufig nutzen Sie eine Dosierhilfe zur Dosierung von Waschmitteln?	Immer	Überwiegend	Teils-teils	Selten	Nie*

Tabelle A 2: Zusatzfragen bzw. Ablenkungsfragen zur Aufmerksamkeitslenkung vom Dosierverhalten und weitere Fragestellungen in Absprache mit der Projektgruppe „Dosieren“.

Zusatzfragen/Ablenkung	Antwortmöglichkeiten					
Welche Waschmaschine nutzen Sie im Haushalt?	Drop-Down Menü + Freitextangabe					
Wie alt ist Ihre Waschmaschine?	bis 1 Jahr	bis 5 Jahre	bis 10 Jahre	über 10 Jahre		
Zur Arbeitshöhe beim Befüllen/Leeren: Wie ist Ihre Waschmaschine aufgestellt?	Ebenerdig, ohne Sockel		Niedriger Sockel (bis ca. 20 cm)	Höherer Sockel bzw. Untergestell (ca. 30 cm und mehr)		
Wie oft läuft bei Ihnen die Waschmaschine im Durchschnitt?	Weniger als 1x pro Woche	1x pro Woche	2-3x pro Woche	4-5x pro Woche	6-7x pro Woche	Mehrmals am Tag
Welche Waschtemperatur nutzen Sie am häufigsten?	Kalt	30 °C	40 °C	60 °C	95 °C	
Wie häufig waschen Sie mit 60 °C oder heißer?	Mehrmals pro Woche	1x pro Woche	Ca. 1-3x im Monat	Weniger als monatlich	Nie	
Wie trocknen Sie Ihre Wäsche Zuhause?	Wäscheleine, Wäscheständer		Trockner (Elektrogerät)		Beides teils teils	

## A II. Versuchsaufbau



Abbildung A 1: Aufbau der zwei Dosierhilfen (kleinere Dosierhilfe [K], größere Dosierhilfe [G]) auf den Waschmaschinen bei gerade bzw. ungerade Probandennummer.



Tabella A 3: Im Labor zur Verfügung gestellte pulverförmige Vollwaschmittel mit der empfohlenen Dosiermenge gemäß Verpackungsangabe der einzelnen Waschmittel für mittlerer Wasserhärte und normal verschmutzte Wäsche, aufgeteilt nach den Beladungsmengen  $\frac{1}{2}$  bzw. Mini, Normal und Maxi.

Waschmittel	Empfohlene Dosiermenge gemäß Verpackungsangabe			Angabe zur Umrechnung [ml, g]
	$\frac{1}{2}$ bzw. Mini [ml]	Normal [ml]	Maxi [ml]	
Waschmittel 1	75	100	160	100 ml = 74,0 g
Waschmittel 2	58	80	125	80 ml = 67,5 g
Waschmittel 3	75	100	140	100 ml = 65 g
Waschmittel 4	58	80	125	80 ml = 67,5 g
Waschmittel 5	55	75	105	75 ml = 66 g
Waschmittel 6	60	80	125	80 ml = 67,5 g
Waschmittel 7	65	85	135	85 ml = 67,5 g
Waschmittel 8	65	85	135	85 ml = 67,5 g
Waschmittel 9	65	85	135	85 ml = 67,5 g
Waschmittel 10	47	82	127	82 ml = 67,5 g
Waschmittel 11	65	85	135	100 ml = 79 g
Waschmittel 12	100	100	130	100 ml = 75 g
Waschmittel 13	75	100	130	100 ml = 65 g
Waschmittel 14	60	80	125	80 ml = 64 g
Waschmittel 15	75	100	155	100 ml = 65 g



Tabelle A 4: Messdaten der Probanden Nummer 1 - 50 im Projekt. Dargestellt sind die dosierten Waschmittelmengen in Gramm in den Waschmaschinen Nummer 1 - 7 (Grau = Kleinere Dosierhilfe, Weiß = Größere Dosierhilfe), die beladene Wäsche in den Waschmaschinen Nummer 1 und 2 in Kilogramm sowie das verwendete Waschmittel (Tabelle A3).

Proband (Nr.)	Dosiertes Waschmittel in den Maschinen Nummer 1 - 7 in Gramm							Beladene Wäsche in den Maschinen Nummer 1 und 2 in Kilogramm		Waschmittel (Nr.)	Proband (Nr.)	Dosiertes Waschmittel in den Maschinen Nummer 1 - 7 in Gramm							Beladene Wäsche in den Maschinen Nummer 1 und 2 in Kilogramm		Waschmittel (Nr.)
	1	2	3	4	5	6	7	1	2			1	2	3	4	5	6	7	1	2	
1	35,31	42,40	36,16	33,83	41,70	41,76	37,17	2,34	2,73	11	26	56,60	38,09	53,64	55,52	38,14	31,38	40,36	4,3	4,36	1
2	97,11	87,93	112,50	123,60	90,22	81,39	74,56	2,64	2,62	8	27	84,16	101,01	70,41	76,75	87,60	86,63	83,63	4,45	5,09	1
3	75,20	80,54	76,04	67,95	86,54	79,20	78,14	4,33	3,68	3	28	41,21	23,83	42,59	41,60	16,84	22,61	19,49	3,74	3,65	3
4	47,75	35,50	42,58	43,39	33,87	33,47	32,62	2,53	2,32	1	29	36,90	41,32	27,50	28,91	47,12	42,15	44,36	1,82	2,69	1
5	64,11	68,68	60,40	60,30	65,30	65,44	69,61	3,08	3	12	30	66,41	64,88	64,43	58,72	55,32	73,55	52,94	3,32	3,80	5
6	69,39	76,92	78,97	93,17	84,83	71,83	74,18	3,13	3,12	7	31	77,12	86,78	83,62	80,67	81,88	75,47	73,91	3,45	3,12	1
7	39,80	52,38	37,48	38,95	64,39	67,0	57,54	3,57	2,77	1	32	77,10	75,14	81,90	79,86	70,77	58,92	71,28	3,32	3,11	1
8	59,32	70,47	68,82	50,25	58,32	57,37	53,67	2,90	3,33	8	33	24,86	24,16	24,14	27,20	35,81	33,71	31,12	1,38	1,58	10
9	96,62	83,81	83,79	86,58	79,88	85,25	83,01	3,72	4,07	1	34	57,50	59,99	59,46	65,06	54,31	56,21	57,34	3,29	3,36	3
10	45,63	50,31	58,89	48,52	37,07	36,79	37,59	1,98	2,75	12	35	60,52	96,43	70,41	63,39	74,16	91,48	78,21	3,59	4,40	3
11	46,07	57,68	43,42	41,22	50,94	55,62	46,18	3,21	3,13	10	36	30,82	39,46	42,62	51,06	37,37	36,03	34,72	3,16	3,32	3
12	85,07	42,56	88,13	91,08	90,07	83,52	75,91	4,41	3,48	5	37	87,0	110,21	71,86	73,55	97,02	84,75	82,25	3,73	3,22	1
13	54,75	64,06	53,31	58,25	67,31	70,95	69,71	3,65	3,83	7	38	63,43	47,07	64,06	55,69	54,94	50,08	47,8	4,06	3,54	8
14	91,85	81,28	87,41	85,8	84,26	76,23	69,59	3,09	3,67	1	39	69,79	65,50	63,02	63,47	67,49	64,08	67,97	5,76	4,36	8
15	43,13	44,36	41,47	40,08	49,20	52,87	51,20	2,82	3,07	1	40	102,57	87,42	130,15	129,62	102,53	84,20	75,57	2,74	2,55	4
16	88,45	54,43	73,24	70,51	50,34	47,52	46,56	2,23	2,64	4	41	53,94	59,01	76,56	53,78	74,30	47,81	57,71	4,21	3,82	7
17	61,02	60,83	62,62	58,15	65,50	62,86	71,86	3,78	3,44	3	42	189,59	160,86	179,88	182,83	160,91	156,42	158,87	2,80	2,84	2
18	20,94	21,76	24,10	23,03	19,76	12,32	14,97	1,30	1,92	7	43	134,79	133,29	145,29	75,45	141,64	113,35	78,01	4,52	5,02	1
19	35,73	43,70	58,81	35,67	51,30	44,55	43,04	2,63	2,77	10	44	84,80	91,35	79,22	76,55	93,62	82,9	84,46	2,63	2,54	12
20	139,67	140,66	136,23	139,57	132,49	92,76	74,63	3,62	3,40	12	45	36,99	31,8	20,78	21,96	41,62	28,44	46,87	2,85	2,80	4
21	26,18	33,19	26,6	21,22	34,05	33,2	25,6	2,95	4,26	7	46	34,53	33,18	34,70	31,08	28,60	27,94	28,17	3,77	3,53	3
22	67,47	64,32	68,86	71,41	69,07	71,86	65,12	2,65	3,51	3	47	38,51	52,1	36,76	37,74	46,23	49,22	50,86	5,55	4,98	7
23	40,82	32,19	25,59	19,66	30,49	29,67	29,47	3,73	3,58	4	48	41,29	31,07	43,37	42,75	27,30	31,35	34,47	4,26	4,17	3
24	70,30	82,09	56,69	62,95	67,87	70,01	76,24	2,40	2,50	7	49	36,46	31,64	22,16	22,46	26,97	26,26	20,75	4,21	3,84	7
25	77,09	84,89	76,08	74,89	79,82	77,13	79,68	3,15	3,25	1	50	35,13	32,55	40,11	44,82	27,80	32,68	23,55	2,08	2,34	7



Tabelle A 5: Messdaten der Probanden Nummer 51 - 97 im Projekt. Dargestellt sind die dosierten Waschmittelmengen in Gramm in den Waschmaschinen Nummer 1 – 7 (Grau = Kleinere Dosierhilfe, Weiß = Größere Dosierhilfe, Orange = Messwert wurde durch den Mittelwert aus Waschmaschine Nummer 1 und 3 ersetzt), die beladene Wäsche in den Waschmaschinen Nummer 1 - 7 (Grau = Kleinere Dosierhilfe, Weiß = Größere Dosierhilfe), die beladene Wäsche in den Waschmaschinen Nummer 1 und 2 in Kilogramm sowie das verwendete Waschmittel (Tabelle A3).

Proband (Nr.)	Dosiertes Waschmittel in den Maschinen Nummer 1 - 7 in Gramm							Beladene Wäsche in den Maschinen Nummer 1 und 2 in Kilogramm		Waschmittel (Nr.)	Proband (Nr.)	Dosiertes Waschmittel in den Maschinen Nummer 1 - 7 in Gramm							Beladene Wäsche in den Maschinen Nummer 1 und 2 in Kilogramm		Waschmittel (Nr.)
	1	2	3	4	5	6	7	1	2			1	2	3	4	5	6	7	1	2	
51	36,33	33,93	34,24	30,36	40,41	37,56	30,7	3,27	2,42	4	76	113,36	96,61	101,24	117,54	84,2	84,78	89,63	2,92	3,26	1
52	71,25	37,15	90,53	51,54	34,91	34,15	34,01	3,68	2,15	8	77	41,33	50,02	65,72	40,79	44	40,7	41,25	3,6	3,99	1
53	39,11	37,39	40,27	35,19	42,99	61,15	47,06	2,78	2,58	4	78	104,34	81,10	95,03	99,91	49,15	45,23	57,01	2,89	3	1
54	76,54	84,29	90,95	78,96	81,89	75,36	78,89	4,04	3,7	2	79	45,47	48	50,39	36,76	59,2	54,41	51,91	3,77	3,55	1
55	71,22	60,83	56,71	54,97	91,48	74,36	73,9	4,92	4,96	4	80	44,28	40,17	36,93	30,34	32,62	25,59	33,94	2,61	3	4
56	55,41	40,08	42,68	38	40,2	42,38	40,51	3,21	2,95	15	81	58,55	61,82	57,6	57,62	64,45	55,58	56,6	4,97	4,93	7
57	67,95	64,27	64,78	67,63	69,18	58,64	63,19	4,49	4,82	3	82	45,33	39,21	42,78	38,3	36,3	33,22	35,12	2,44	2,17	9
58	69,86	63,49	62,44	55,7	66,65	58,55	68,18	4,53	4,38	7	83	34	47,09	32,59	30	56,16	42,62	46,26	3,61	4,06	1
59	54,63	52,52	49,54	47,79	55,17	52,32	43,49	4,35	4,59	2	84	40,45	25,28	33,59	36,06	26,63	25,05	30,69	3,47	3,63	14
60	52,39	22,43	38,64	20,33	20,46	21,1	21,45	2,74	2,38	1	85	15,53	16,83	11,43	11,95	18,13	27,97	17,58	2,32	1,9	13
61	46,24	46,31	46,63	47,52	46,08	51,02	47,9	3,63	3,45	7	86	36,85	24,92	33,27	32,77	26,37	21,32	19,86	3,43	3,8	3
62	70,62	56,01	61,03	63,27	50,11	45,31	56,07	3,45	2,98	3	87	50,51	59,51	42,93	42,16	55,86	51,24	58,01	2,15	2,02	1
63	41,17	59,49	43,12	37,01	59,03	58,53	58,45	3,39	2,99	1	88	23,45	20,48	22,79	27,92	34,84	29,01	23,18	3,05	2,75	10
64	36,06	34,28	36,79	36,42	25,39	24,89	23,68	2,61	2,31	1	89	36,92	34,84	36,37	34,01	37,84	33,92	32,15	3,25	3,1	1
65	83,02	77,86	58,91	51,59	53,45	36,6	49,15	5,24	5,35	3	90	55,33	47,77	53,59	54,29	52,35	51,16	52,65	5,23	5,95	3
66	73,19	72,3	63,07	66,63	67,27	66,76	59,04	2,66	3,49	1	91	63,51	68,87	61,43	70,42	78,11	63,59	74,97	2,85	2,91	3
67	80,36	70,61	67,07	83,36	77,71	65,16	73,58	3,01	2,65	1	92	56,72	62,49	50,69	55,49	57,93	59,74	57,56	3,52	2,52	3
68	96,42	88,62	91,75	100,43	89,6	83,24	86,16	2,97	2,92	7	93	44,02	53,5	42,76	46,35	56,94	51,72	53,9	4,75	4,75	1
69	26,52	30,06	24,76	23,81	39,11	32,17	31,76	3,28	3,47	5	94	78,74	87,87	87,7	76,95	73,42	69,67	73,5	4,18	3,74	4
70	61,19	65,22	59,91	68,01	61,8	55,93	60,36	3,06	2,4	5	95	36,52	39,41	36,25	37,84	64,84	58,5	42,25	3,35	2,98	15
71	73,29	50,77	69,89	66,51	90,98	86,39	77,15	4,38	4,34	7	96	86,97	44,97	98,98	93,03	48,22	44,02	47,37	4,56	4,4	1
72	50,05	43,45	51,43	64,27	39,56	39,08	39,19	2,52	3,07	1	97	29,24	31,34	25,45	20,19	23,97	26,22	27,69	2,69	2,77	3
73	34,73	33,03	30,57	30,21	25,55	34,21	27,39	4,73	4,7	8											
74	25	21,03	28,08	28,55	16,14	17,52	19,8	2,23	3,29	1											
75	72,83	73,96	66,9	60,8	72,59	53,16	55,73	2,22	2,05	1											

### A III. Interview

Tabelle A 6: Interview nach dem praktischen Teil der Studie im Labor der Hochschule Niederrhein. Dosiertabelle ankreuzen\* = Vorgelegte Dosiertabellen.

Frage	Antwortmöglichkeit				
Kreuzen Sie an, was Sie bei der Dosierung beachtet haben.	Dosiertabelle ankreuzen*				
Haben Sie die Dosierempfehlung auf der Waschpulver-Packung berücksichtigt?	Ja	Nein		Ungefähr/grob geschätzt	
Was haben Sie bei dem Wechsel der Dosierhilfe gedacht?	Textfeld				
Wie würden Sie Ihre Wasserhärte zuhause entsprechend der Dosiertabelle einordnen?	Weich	Mittel	Hart	Keine Ahnung	
Wie schätzen Sie Ihren Verbrauch an Waschmittel zuhause gemessen an den Empfehlungen ein?	Genau richtig		Zu hoch	Zu niedrig	
Welche praktischen Probleme haben Sie allgemein beim Dosieren von Waschmitteln?	Textfeld				
Wie gut ablesbar sind die Skalen der kleineren Dosierhilfe im vollen (1) und leeren (2) Zustand?	Gut	Schlecht		Ausreichend	
Wie gut ablesbar sind die Skalen der größeren Dosierhilfe im vollen (1) und leeren (2) Zustand?	Gut	Schlecht		Ausreichend	
Wie hatten Sie den Verschmutzungsgrad der bereitgestellten Wäsche eingeschätzt?	Leicht	Mittel	Stark	Keine Ahnung	
Wie ordnen Sie den Füllgrad der von Ihnen vorhin beladenen Waschmaschinen ein?	Halbe Ladung	Locker befüllt	Voll	Zu Voll	Keine Ahnung
Welche Dosierhilfe verwenden Sie Zuhause (Dosierhilfen liegen aus)?	Nummer laut Beschriftung auf Dosierhilfe eintragen				[ ]
Haben Sie die unterschiedliche Größe der Waschmaschinen bemerkt? (3x5 kg, 3x7 kg, 1x9 kg)	Ja		Nein		
Haben Sie mindestens einmal bei den größeren Waschmaschinen mehr Waschmittel oder bei den kleineren weniger dosiert?	Ja		Nein		
Haben Sie körperliche Probleme beim Einfüllen der Wäsche in Ihre Waschmaschine zuhause?	Ja	Manchmal		Nein	
Wieviel würden Sie für eine komfortable rückengerechte Erhöhung der Waschmaschine zahlen?	Bis 25 €	Bis 50 €	Bis 100 €	Bis 150 €	Mehr als 150 €
Ist eine Erhöhung der Waschmaschine bei Ihnen praktisch umsetzbar?	Ja		Nein		



Tabelle A 7: Vorgelegte Tabellen zur Abfrage der beachteten Dosierempfehlung auf der Waschpulverpackung nach dem praktischen Teil der Versuche im Interview..

<b>Dosierempfehlung für Waschmaschinen</b>
--

(Für ein Fassungsvermögen von 4,5 kg)

Wasserhärtebereich	Leicht verschmutzt	Normal verschmutzt	Stark verschmutzt
1 weich (<8,4 °dH)			
2 mittel (8,4-14 °dH)			
3 hart (> 14 °dH)			

<b>Abweichende Beladung bzw. Wäschemenge</b>
--

1/2 Waschladung	Größere Waschmaschine mit 6-8 kg Fassungsvermögen

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablaufplan der Studie des Einflusses der Größe der Dosierhilfe auf die dosierte Menge von Waschmitteln. Das entworfene Szenario wurde in einem Testdurchlauf (Test und Optimierung) geprüft und überarbeitet. Anschließend wurden Probanden zur Durchführung der Studie angeworben. Zum Abschluss wurden die Messergebnisse ausgewertet. ....	1
Abbildung 2: Versuchsaufbau im Labor der Hochschule Niederrhein. Die Versuche starteten am Besprechungstisch [1]. Am Stellplatz 1 beluden die Probanden zwei der dort befindlichen vier Waschmaschinen mit Wäsche [2]. Bei allen sieben Geräten an den Stellplätzen 1 und 2 wurde von den Probanden Waschmittel dosiert und das Normal-/Baumwoll-Programm eingestellt. ....	4
Abbildung 3: Die Waschmaschinen sind von Nummer 1 bis Nummer 7 durchnummeriert. Nur die Geräte eins und zwei mit einer maximalen Beladungskapazität von 7 Kilogramm wurden mit Wäsche befüllt. Die übrigen Geräte weisen eine maximale Beladung von 5, 7 und 9 Kilogramm auf und wurden nicht mit Wäsche befüllt. Vor der Durchführung des Versuchs wurden mögliche Hinweise auf den Waschmaschinen, bspw. die Beladungskapazität, abgeklebt. ....	5
Abbildung 4: In der Studie genutzte Dosierhilfen. Zur Verfügung gestellt von der Projektgruppe „Dosieren von Waschmitteln“ im FORUM WASCHEN. ....	5
Abbildung 5: Messdatenerfassung durch Wägezellen im verwendeten Servierwagen. Der Mini-PC Raspberry Pi 4 wurde durch eine Powerbank betrieben und die Daten auf einer internen SD-Karte gespeichert bzw. die Messdaten mittels WLAN auf einen anderen Speicherort übertragen. ....	6
Abbildung 6: Wäscheposten zur Beladung der Waschmaschinen Nummer 1 und Nummer 2. Die Wäscheposten bestehen aus second-hand Bettwäsche sowie Geschirr- und Handtücher (Baumwolle). Gesamtmenge = 20 Kilogramm. ....	7
Abbildung 7: Links: Verteilung der Probanden in der Studie (n = 97) auf drei Altersgruppen: 18 - 29 Jahre, 30 - 49 Jahre und mehr (50+ Jahre). Rechts: Geschlechterverteilung in den einzelnen Altersgruppen (m: männlich, w: weiblich, d: divers). ....	9
Abbildung 8: Haushaltsgrößenverteilung (Personenanzahl 1-7) der Probanden in der Studie (n = 97). ....	9
Abbildung 9: Verwendung von Pulverwaschmittel angegeben durch die Probanden (n = 97) in der Online-Umfrage zur Rekrutierung. Personen, die „nie“ Pulverwaschmittel verwenden, wurden zur Versuchsteilnahme nicht eingeladen. ....	10
Abbildung 10: Verteilung der einzelnen Beladungsmengen (n = 194) in den Waschmaschinen Nummer 1 und 2. Angegeben ist die Häufigkeit der einzelnen Beladungsvorgänge der Probanden in Abhängigkeit von den Klassenmitten in Kilogramm. ....	11
Abbildung 11: Beladungsmenge der Probanden (n = 97) gruppiert nach („Mini bzw. Halb“, „Normal“). „Mini“ bzw. „Halb“ zwischen 0 und 3 kg wurde von 35, „Normal“ zwischen 3,0 und 6 kg wurde von 62 Probanden beladen. Kein Proband hat „Maxi“ und damit $\geq 6$ kg beladen. ....	11
Abbildung 12: Dosierte Pulverwaschmittelmenge als Mittelwert der Dosiervorgänge (n = 679, 97 x sieben Dosierungen) der Probanden mit der kleineren und größeren Dosierhilfe. Die Dosierempfehlung berücksichtigt die gewogene Beladung durch die Probanden entsprechend der Beladungsmenge (Kapitel 2.3). ....	12
Abbildung 13: Mittelwert der Dosiermengen, gruppiert nach den Beladungsmengen Mini/Halb (0-3 kg) und Normal (3-6 kg), sowie nach der Größe der Dosierhilfe. Die gemittelte korrekte bzw. empfohlene Dosierung (gestrichelte Linie) für Mini/Halb entspricht 72,3 ml, für normale Beladung 94,6 ml. ....	13
Abbildung 14: Antworten der Probanden (n = 97) auf Fragen zum Füllgrad (links) und der Berücksichtigung der Dosierempfehlung (rechts), nachdem die Probanden die Waschmaschinen im Labor beladen und das Waschmittel dosiert hatten. ....	14



## Tabellenverzeichnis

*Tabelle 1: Projektbegleiter Beirat. Es haben mit wechselnder Besetzung noch weitere Personen teilgenommen. Hier werden nur die Personen genannt, die der Veröffentlichung Ihrer Namen zugestimmt haben. ....1*

*Tabelle 2: Kriterien für die Auswahl von Probanden bei der Online-Umfrage. Wurden die Kriterien erfüllt, erfolgte eine Einladung zur Teilnahme an der Studie im Labor der Hochschule Niederrhein. ....2*

*Tabelle 3: Szenario, das den Probanden mitgeteilt wurde, um eine vergleichbare Dosierung sicherzustellen.....2*

*Tabelle 4: Beispiel des Aufbaus einer Dosiertabelle auf Waschmittelverpackungen. Anhand der Wasserhärte und des Verschmutzungsgrades kann in der Tabelle eine Dosierung in Milliliter (ml) ausgewählt werden. Die angegebenen Werte sind Beispiele. Grün: Dosierempfehlung für einen normalen Verschmutzungsgrad, mittlere Wasserhärte und 4,5 kg Beladung. ....3*



## Literaturverzeichnis

Berkholz, Petra; Brückner, Anna; Kruschwitz, Anke; Stamminger, Rainer (2007): Verbraucherverhalten und verhaltensabhängige Einsparpotentiale beim Betrieb von Waschmaschinen. Leicht geänderte Fassung einer Studie durchgeführt im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi - Projektnummer: 86/05 AZ: I A 2 - 00 09 80). 1. Auflage. Aachen: Shaker (Schriftenreihe der Haushaltstechnik Bonn, 2007/1).

Kruschwitz, Anke; Karle, Anja; Schmitz, Angelika; Stamminger, Rainer (2014): Consumer laundry practices in Germany. In: *International journal of consumer studies*.