

Schriftenreihe der
Haushaltstechnik Bonn
Herausgeber: Prof. Dr. R. Stamminger

Jan Schages

**Establishment of a method to
determine the antimicrobial
efficacy of domestic
laundering processes**

**Establishment of a method to determine the antimicrobial
efficacy of domestic laundering processes**

Dissertation

zur Erlangung des Grades

Doktor der Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften (Dr. troph.)

der Landwirtschaftlichen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

von

Jan Schages

aus

Kempen

Bonn 2020

Referent: Professor Dr. Rainer Stamminger

Korreferent: Professor Dr. Dirk Bockmühl

Tag der mündlichen Prüfung: 03.07.2020

Angefertigt mit Genehmigung der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn

Schriftenreihe der Haushaltstechnik Bonn

Band 3/2020

Jan Schages

**Establishment of a method to determine the
antimicrobial efficacy of domestic laundering
processes**

D 98 (Diss. Universität Bonn)

Shaker Verlag
Düren 2020

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: Bonn, Univ., Diss., 2020

Copyright Shaker Verlag 2020

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7509-0

ISSN 1863-320X

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Phone: 0049/2421/99011-0 • Telefax: 0049/2421/99011-9

Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

Content

Summary	I
Zusammenfassung	II
1 Background	1
1.1 Microbiological contaminations in laundering	3
1.2 Factors influencing the antimicrobial efficacy	8
1.2.1 Chemistry	8
1.2.2 Temperature and wash cycle duration.....	10
1.2.3 Mechanical action.....	11
1.2.4 Additional influencing factors.....	12
1.3 Problem Definition: EN 16616 vs. development of a new method	13
2 Objectives	16
3 Materials and Methods.....	17
3.1 Microbiological methods	17
3.1.1 Test strains.....	18
3.1.2 Preparation of the biomonitors	19
3.1.3 Determination of the microbial load	20
3.2 Test conditions	22
3.2.1 Lab-scale device and domestic washing machine.....	22
3.2.2 Selection of parameters	24
4 Results	25
4.1 Development of a lab-scale method	25
4.1.1 Simulation of the mechanical effect.....	25
4.1.2 Main wash parameters influencing the LR.....	28
4.1.3 Rinsing cycle parameters influencing the LR.....	36
4.2 Systematic investigation of household relevant parameters using the established method.....	44
5 Discussion.....	51

5.1	Establishment of a new method to simulate domestic laundering processes in a lab-scale device	53
5.1.1	Parameters influencing the efficacy of the main wash	53
5.1.2	Parameters influencing the efficacy of the rinsing cycle	60
5.2	A systematic investigation of household realistic parameters and their relevance for the domestic situation	63
5.3	Future Prospects	68
6	Conclusion	69
7	References.....	70
	Appendix A	I
	A.1 List of Abbreviations	I
	A.2 List of Tables	III
	A.3 List of Figures	IV
	Appendix B – Detergents and Media	VI
	B.1 Standard Detergent IEC-A*	VI
	B.2 Other Media	VII
	Appendix C – Material and Devices	IX
	Acknowledgements.....	XII

Summary

During the last decades striving for energy efficiency led to lower washing temperatures in laundering processes. In this regard, there is a rising need to measure the antimicrobial action of laundry detergents and additives used in domestic laundering, since chemistry must be considered an important means to compensate for the loss of temperature. Although there is an existing standard method (EN 16616) to evaluate the antimicrobial efficacy of detergents and laundering for the medical area, this method does not reflect the domestic situation and neglects important steps like the rinsing cycle.

Hence, this study aimed to develop an experimental setup which represents the whole washing process and reflects the domestic situation by using a household-related setting. In the suggested method a lab-scale washing machine is used, allowing not only the test of products that can be applied throughout the laundering process (including the rinsing cycle) but also being able to show the impact of different parameters (e.g. detergent ingredients or different types of textiles) in a highly systematic manner. In particular, the impact on the antimicrobial efficacy of main wash detergents with and without activated oxygen bleach and detergents consisting of quaternary ammonium compounds used in the rinsing cycle as well as the effect of different temperatures and durations were considered.

To investigate the reduction of the microbial load on laundry items, biomonitors were artificially contaminated with nine different household relevant microorganisms such as *S. aureus*, *E. hirae*, *P. aeruginosa*, *C. jeikeium* and *T. mentagrophytes* and laundered in the lab-scale device. The obtained results were compared to results determined with a domestic washing machine working under similar conditions as the lab-scale device to prove the feasibility of the newly developed method.

This study showed that a lab-scale washing machine is suitable to simulate domestic laundering processes and can be used to investigate parameters influencing the antimicrobial efficacy of one washing process. It is difficult to separately evaluate the impact of the four factors of the Sinner's principle time, temperature, mechanical action and chemistry in a domestic washing machine. Moreover, it is almost impossible to keep overlapping effects of other parameters apart, such as overdosing or underdosing of the detergent by the consumer, soil ballast, ballast load, embedding matrix (e.g. sheep blood or bovine serum albumin) or type of textile while these can be investigated individually in a lab-scale device.

Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten führte das Streben nach höherer Energieeffizienz zur Verwendung von niedrigeren Temperaturen bei Waschprozessen. Dadurch nimmt die Bedeutung der Überprüfung der antimikrobiellen Wirkung von Waschmitteln im Haushalt zu, da die verwendete Chemie als Ausgleich des Temperaturverlusts angesehen werden muss. Obwohl es eine Standardmethode (EN 16616) zur Bewertung der antimikrobiellen Wirksamkeit von Waschmitteln und Waschverfahren für den medizinischen Sektor gibt, spiegelt diese Methode nicht die häusliche Situation wider und vernachlässigt wichtige Schritte wie den Spülgang.

Ziel dieser Studie war es daher eine Methode zu entwickeln, die den gesamten Waschprozess unter haushaltstypischen Bedingungen simuliert. Bei dieser Methode wird eine Waschmaschine im Labormaßstab verwendet, mit der neben Produkten die während des gesamten Waschprozesses (einschließlich des Spülgangs) verwendet werden, auch die Auswirkungen verschiedener Parameter (z. B. Waschmittelinhaltsstoffe oder verschiedene Arten von Textilien) auf systematische Weise überprüft werden können. Insbesondere wurde die antimikrobielle Wirksamkeit von Vollwaschmitteln (mit und ohne aktivierte Sauerstoffbleiche) und Waschmitteln bestehend aus quaternären Ammoniumverbindungen, welche im Spülgang verwendet werden, sowie die Auswirkungen verschiedener Temperaturen und Laufzeiten berücksichtigt.

Um die Reduktion der mikrobiellen Belastung von Haushaltswäsche untersuchen zu können, wurden Biomonitore mit neun verschiedenen haushaltsrelevanten Mikroorganismen wie z. B. *S. aureus*, *E. hirae*, *P. aeruginosa*, *C. jeikeium* und *T. mentagrophytes* kontaminiert und in der Laborwaschmaschine gewaschen. Die ermittelten Daten wurden mit Ergebnissen verglichen, die unter vergleichbaren Bedingungen mit einer Haushaltswaschmaschine generiert wurden, um die Eignung der neu entwickelten Methode zu belegen.

Diese Studie zeigte, dass eine Waschmaschine im Labormaßstab zur Simulation von Haushaltswaschprozessen geeignet ist und zur Untersuchung von Parametern verwendet werden kann, die die antimikrobielle Wirksamkeit eines Waschprozesses beeinflussen können. Die Auswirkungen der vier Faktoren des Sinner'schen Kreises Dauer, Temperatur, Mechanik und Chemie lassen sich in einer Haushaltswaschmaschine kaum getrennt voneinander bewerten. Zudem ist es fast unmöglich Effekte sich überschneidender Parameter wie Über- oder Unterdosierung des Waschmittels durch den Verbraucher, Ballastbelastung, Einbettungsmatrix (z. B. Schafblut oder Rinderserumalbumin) oder Textilart getrennt voneinander zu betrachten, während die Laborwaschmaschine eine differenzierte Untersuchung ermöglicht.