

Institut für Landtechnik
Professur für Haushalts- und Verfahrenstechnik
Prof. Dr. rer. nat. Rainer Stamminger

**Laboratory Investigation of Manual Dishwashing Habits and its
Resource Consumptions: A Study of Consumer Panels in Seven
Global Regions**

I n a u g u r a l – D i s s e r t a t i o n

zur

Erlangung des Grades

Doktor der Ernährungs- und Haushaltswissenschaft

(Dr. oec. troph.)

der

Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

vorgelegt am

28.04.2015

von

Petra Berkholz

aus

Köln

Name des 1. Prüfers: Prof. Dr. rer. nat. Rainer Stamminger
Name des 2. Prüfers: Prof. Dr. rer. pol. Michael-Burkhard Piorkowsky

Tag der mündlichen Prüfung: 17.09.2015

Schriftenreihe der Haushaltstechnik Bonn

Band 1/2016

Petra Berkholz

**Laboratory Investigation of Manual Dishwashing
Habits and its Resource Consumptions: A Study of
Consumer Panels in Seven Global Regions**

D 98 (Diss. Universität Bonn)

Shaker Verlag
Aachen 2016

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., 2015

Copyright Shaker Verlag 2016

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 978-3-8440-4370-9

ISSN 1863-320X

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

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

Abstract

Dishwashing is a mundane household task which needs to be done by consumers around the world on a daily basis. As such, it demands the usage of resources like water and energy. Thereby, the intensity of resource consumption very much depends on individual consumer habits. In order to achieve an effective saving of resource demand in the domestic sector, primarily one needs to understand consumer behaviour first. The aim of the present research is to contribute to a better understanding of global manual dishwashing habits.

Within a laboratory study, the resource consumption and cleaning results of manual dishwashing was compared with automatic dishwashing. Furthermore, consumers' manual and automatic dishwashing behaviour and attitudes were analysed and effects of specific manual dishwashing practices on the resource consumption and the cleaning result were determined. A consumer panel with participants from 29 different countries was analysed. Each consumer had to wash up twelve soiled place settings based on both international and local performance test standards for automatic dishwashing. In order to replicate household conditions, country-specific aspects such as tableware, food residues, variations of different washing-up utensils and hand dishwashing liquids were considered. For each trial, resource consumption data were recorded and cleaning results were assessed visually. Individual consumer habits and attitudes on manual and automatic dishwashing were captured both by a written questionnaire and on video records in a non-participating observation. In parallel, six country-specific dishwasher models were tested in three programmes with the same soiled dish samples as used in the consumer study.

The study concludes that automatic dishwashing achieves a clear optimisation of the dishwashing process under the chosen test conditions with regard to a more efficient resource usage and an improvement in cleaning performance. Depending on the programme, highest gains in efficiency are achieved in total water usage per item by up to 87% followed by total corrected energy consumption per item with savings up to 58%. Cleaning results are improved by up to 36%. The questionnaire reveals differences in attitudes and habits towards manual and automatic dishwashing between

the countries. A lack of knowledge about the benefits of automatic dishwashing can be identified. Furthermore, washing up in a filled sink is determined as the most resource saving manual dishwashing practice by achieving a similar cleaning result compared to other hand dishwashing practices.

Kurzfassung

Geschirrspülen ist eine alltägliche Haushaltstätigkeit, die weltweit von Verbrauchern verrichtet wird. Als solche bedingt sie den Einsatz von Ressourcen wie Wasser und Energie. Dabei ist die Intensität der Ressourcennutzung abhängig von den individuellen Verhaltensweisen der Verbraucher. Um eine Reduzierung des Ressourceneinsatzes im privaten Haushalt zu erreichen, muss zunächst das Verbraucherverhalten näher analysiert werden. Die vorliegende Arbeit möchte hierbei einen Beitrag zum besseren Verständnis von globalen manuellen Geschirrspülverhaltensweisen leisten.

Mittels einer Laborstudie wurden der Ressourcenverbrauch und das Reinigungsergebnis beim manuellen und maschinellen Geschirrspülen verglichen. Verhaltensweisen sowie Verbrauchereinstellungen zum manuellen und maschinellen Geschirrspülen wurden analysiert sowie die Auswirkungen spezifischer Handspülmethoden auf den Ressourcenverbrauch und das Reinigungsergebnis erfasst. Ein Panel mit Verbrauchern aus 29 verschiedenen Regionen nahm an der Studie teil. Jedem Teilnehmer wurde zur Aufgabe gestellt, zwölf verschmutzte Maßgedecke, welche in Anlehnung an internationale und lokale Teststandards für Haushaltsgeschirrspüler zusammengestellt wurden, mit der Hand zu spülen. Um haushaltsnahe Bedingungen zu schaffen, wurden landestypische Aspekte wie Geschirr, Lebensmittelrückstände, verschiedene Spülutensilien und Handgeschirrspülmittel berücksichtigt. Die Erfassung von Verbrauchswerten sowie eine visuelle Beurteilung des Reinigungsergebnisses wurden für jeden einzelnen Versuch durchgeführt. Mittels Fragebogen und Videoanalyse im Rahmen einer nicht-teilnehmenden Beobachtung wurden individuelle Verhaltensweisen sowie Einstellungen der Verbraucher zur Thematik erhoben. Des Weiteren wurden sechs landestypische Geschirrspüler in drei Programmen getestet. Hierzu wurde das gleiche Geschirr herangezogen, welches auch für die Verbraucherstudie verwendet wurde.

Die Studie kommt zu dem Schluss, dass das maschinelle Geschirrspülen unter den vorgegebenen Testbedingungen zu einer wesentlichen Optimierung des Spülprozesses im Hinblick auf Ressourceneinsatz und Reinigungsleistung beiträgt. In Abhängigkeit

vom gewählten Programm können Einsparungen des Wasserverbrauchs pro Geschirrtel von bis zu 87% und des Energieverbrauchs pro Geschirrtel von bis zu 58% erzielt werden. Das Reinigungsergebnis wird um bis zu 36% verbessert. Die Verbraucherbefragung zeigt deutliche Unterschiede hinsichtlich Einstellung und Verhaltensweisen zum Thema Geschirrspülen zwischen den Ländern. Dabei wird ein unzureichender Wissensstand über die Vorteile des maschinellen Geschirrspülers aufgedeckt. Hinsichtlich unterschiedlicher Handspülmethode belegt die Studie, dass mit Hilfe des Handspülers im gefüllten Becken beste Ergebnisse im Bereich der Ressourceneinsparung erzielt werden ohne zu einer Verschlechterung des Reinigungsergebnisses zu führen.

Content

1	Introduction	1
1.1	The concept of sustainable development	2
1.2	Demographic and economic drivers of global resource demand	4
1.3	Resource consumption in the residential sector	6
1.3.1	Residential water demand	6
1.3.2	Residential energy demand	8
1.3.3	Methods to drive environmental decision making among consumers	9
1.4	Dishwashing – A resource consuming household task	13
2	Objectives	17
3	Material and Methods.....	19
3.1	Investigation of manual dishwashing.....	20
3.1.1	Determination of the consumer sample.....	20
3.1.2	Preparation of the tableware.....	22
3.1.3	Description of the consumer behaviour analysis.....	24
3.1.3.1	Written questionnaire design	24
3.1.3.2	Non-participant observation	26
3.1.4	Description of the test workstation.....	31
3.1.5	Data measurement and cleaning performance assessment.....	33
3.2	Investigation of automatic dishwashing.....	36
3.2.1	Characteristics of the tested dishwasher models	36
3.2.2	Preparation of the tableware.....	37
3.2.3	Automatic dishwashing detergent and additives	40
3.2.4	Data measurement and cleaning performance assessment.....	40

3.3	Statistical methods.....	43
3.4	Systematic error.....	43
4	Results.....	45
4.1	Demographical characteristics of the consumer panels	45
4.2	Manual dishwashing: Resource consumption and cleaning result.....	47
4.3	Automatic dishwashing: Resource consumption and cleaning result.....	56
4.4	Comparison of manual and automatic dishwashing regarding resource consumption and cleaning result	62
4.5	Analysis of consumers’ attitudes and behaviour towards manual and automatic dishwashing	65
4.6	Effect of specific manual dishwashing practices on the resource consumption and the cleaning result	75
5	Discussion	79
5.1	Methodology	79
5.2	Consumer sample	80
5.3	Research findings	82
5.3.1	Manual dishwashing: Resource consumption and cleaning results	82
5.3.2	Automatic dishwashing: Resource consumption and cleaning results	86
5.3.3	Comparison of manual and automatic dishwashing regarding resource consumption and cleaning result	90
5.3.4	Analysis of consumers’ attitudes and behaviour towards manual and automatic dishwashing	92
5.3.5	Effect of specific manual dishwashing practices on the resource consumption and cleaning result	96
6	Conclusion	99
	References.....	102

List of abbreviations	I
List of figures.....	V
List of tables.....	VII
Appendix	XV
A. Place settings, serving pieces and soiling agents.....	XV
B. Written questionnaire design	XXV
C. Hand dishwashing detergents and utensils	XLI
D. Video and technical equipment	XLVII
E. Assessment sheet	XLIX
F. Statistical data.....	L
G. Statistical analysis.....	LIII
Acknowledgement	
Curriculum vitae	