

26
93

Händetrocknungs- systeme

**Vergleichende ökologische Betrachtung
unterschiedlicher Systeme
zum Abtrocknen der Hände**

Informationspapier

Herausgeber: Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
W-1000 Berlin 33
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285

Redaktion: Fachgebiet I 1.5
Rainer Butzkamm

Berlin, Juni 1993

I Einführung

Im Rahmen der umweltfreundlichen Beschaffung gehört die ökologische Bewertung der Systeme zur Händetrocknung zu den am häufigsten diskutierten Themen. Dieses Informationspapier ist erarbeitet worden, um den vielen Anfragen an das Umweltbundesamt zu diesem Thema umfassend gerecht zu werden.

Im öffentlichen Bereich konkurrieren unterschiedliche System zum Abtrocknen und Nachreinigen der Hände nach einer Handwäsche. In Behörden, Gaststätten, Hotels und Betrieben gibt es folgende Systeme:

- Handtuchspender mit weißen Papierhandtüchern auf Zellstoffbasis (chlorgebleicht und chlorfrei gebleicht),
- Handtuchspender mit Papierhandtüchern aus Altpapier,
- Handtuchspender mit Baumwollhandtuchrollen,
- Warmlufthändetrockner.

Weitere Möglichkeiten wie Gemeinschaftshandtücher oder Handtücher im privaten Bereich sollen in die vorliegende Betrachtung nicht aufgenommen werden, da sie in der Regel individuell bereitgestellt, genutzt und gereinigt werden und im öffentlichen Bereich nicht zugelassen sind.

Zur Zeit gibt es keine allgemein anerkannte Untersuchung, die alle vier Systeme im Rahmen einer ökologischen, hygienischen und funktionalen Betrachtung bilanziert, bewertet und von daher als fundierte Beurteilungsgrundlage herangezogen werden könnte.

Im Rahmen der teilweise von interessierter Seite in Auftrag gegebenen vorliegenden Untersuchungen bzw. anhand der Informationen von Firmen und Verbänden (siehe Abschnitt V) können jedoch Teilaspekte der einzelnen Systeme miteinander verglichen werden. Ergänzend sind eigene Berechnungen des Umweltbundesamtes herangezogen worden.

Die hier vorgenommene Betrachtung einzelner Aspekte wurde auf der Grundlage der in Abschnitt IV zitierten Arbeiten zu diesem Thema durchgeführt und **ist nicht als umfassend anzusehen**. Hier werden lediglich aus den vorhandenen Untersuchungen einige der für die vier Systeme relevanten Gesichtspunkte gegenübergestellt.

Dieses Informationspapier erfüllt daher nicht den Anspruch einer "Ökobilanz". Dennoch ist zu vermuten, daß eine aufwendig gestaltete und den allgemeinen methodischen Anforderungen genügende Ökobilanz derzeit keine grundsätzlich andere Bewertung ergeben würde. Das Umweltbundesamt beabsichtigt daher keine weiteren Untersuchungen zur Erstellung einer Ökobilanz für Händetrocknungssysteme.

Nachfolgend sollen im Abschnitt III die wesentlichen Aspekte des ökologischen Vergleichs erläutert werden:

II Hygiene

Für einzelne Einsatzbereiche gibt es hygienische Anforderungen an den Einsatz von Handtrocknungs- und reinigungssystemen:

Die Arbeitsstätten-Verordnung enthält folgende Formulierung (36, Abs. 1 - 4, Abs. 5):

"Als hygienische Mittel zum Trocknen der Hände sind nur Handtücher zulässig, die zur einmaligen Benutzung bestimmt sind (Einmal-Handtücher). Es kommen z. B. in Frage:

- Papierhandtücher, die aus einem Handtuchspender von einer Rolle oder einer Ablage entnommen werden können,
- Textilhandtuchautomaten, die ohne Wartezeit oder im Abstand von höchstens 5 Sekunden ein mindestens 20 cm langes, sauberes Handtuchstück freigeben und im Automaten das benutzte Handtuch vollständig getrennt von der Rolle mit der noch nicht benutzten Handtuchlänge aufwickeln.
- Auch Warmlufthändetrockner können eingesetzt werden".

Die Frage der Hygiene im Toilettenbereich wird bereits seit den 70 er Jahren diskutiert. Diskussionen über die hygienischen Vor- oder Nachteile einzelner Systeme werden seit Mitte der 70er Jahre gelegentlich geführt (Quelle 1).

Das Bundesgesundheitsamt hat bereits 1975 festgestellt, daß es aus hygienischer Sicht keine Unterschiede zwischen den oben genannten vier Systemen gibt (Quelle 7). Dies wurde auf Anfrage im Oktober 1992 nochmals bestätigt (Quelle 2).

Neuere Beobachtungen zum Verhalten von Toilettenbenutzern hinsichtlich der Reinigung und Trocknung der Hände haben gezeigt, daß das Hygienebewußtsein in diesem Bereich sehr schlecht ist. Die Europäische Vereinigung für die Förderung der Handhygiene (EAPH) in Brüssel hat in einer statistischen Untersuchung (Quelle 12) festgestellt, daß 27 % der Europäer nach einem Aufenthalt in einer öffentlichen Bedürfnisanstalt keine Handwäsche vornehmen und 34 % der Benutzer die Toilettenräume mit nicht abgetrockneten Händen verlassen.

III Umweltbelastung durch Herstellung, Aufbereitung, Gebrauch und Entsorgung

Bei der Bewertung der Umweltbelastung der einzelnen Systeme muß zwischen dem individuellen Benutzerverhalten (Einschaltdauer des Elektrotrockners, Anzahl der benutzten Papierhandtücher bzw. Handtuchportionen) und den auf der Basis von Idealbenutzungen ermittelten Einheitswerten (einmalige Benutzung erfüllt den Zweck) unterschieden werden.

Kriterien zur Ermittlung der Umweltbelastung sind

- Energieverbrauch (bei Herstellung, Aufbereitung, Benutzung, Transport)
- Abwasserbelastung (bei Herstellung und Aufbereitung)
- Frischwasserverbrauch (bei Herstellung und Aufbereitung)
- Abfallrelevanz (Menge, Art der Entsorgung, Abfallarten)
- Rohstoffe (Sekundärrohstoffe, erneuerbare und nichterneuerbare Ressourcen)
- Schadstoffemissionen in die Luft (bei Herstellung und Aufbereitung)
- Transporte (ohnehin durchgeführte und zusätzlich durchgeführte Transporte)

Im Rahmen dieser Darstellung wurden die oben genannten Kriterien und die einzelnen Prozesse - soweit entsprechende Informationen vorhanden waren - berücksichtigt. In den folgenden Darstellungen ist jeweils vermerkt, welche Phasen aus dem Lebensweg der Systeme betrachtet wurden. Die aus den verschiedenen Quellen entnommenen Daten wurden jeweils auf eine vergleichbare Gebrauchseinheit (z. B. Papierhandtuch mit einem Gewicht von 3 g) umgerechnet. Wo dies nicht möglich war, wird auf den tatsächlichen Berechnungsgegenstand verwiesen. In einigen Fällen wurden sowohl firmenspezifische Daten als auch allgemeine Durchschnittswerte verwendet. Daraus können sich bei einigen Parametern große Spannweiten ergeben.

Die Vielzahl der zu berücksichtigenden Faktoren und die unterschiedlichen Systeme machen eine Vergleichbarkeit und Bewertung der Belastungsprofile sehr schwierig und aufwendig.

Dies ist vermutlich auch ein wesentlicher Grund dafür, daß es bisher nur Teilgutachten für die einzelnen Händetrocknungssysteme gibt, jedoch keine allgemein anerkannte Gesamtbetrachtung.

Bei der vorliegenden Betrachtung sind in der Regel die Angaben der Hersteller zugrunde gelegt worden. Soweit vorhanden, wurden auch Studien von Dritten einbezogen. Herstellerangaben wurden jeweils nur für das eigene Produkt berücksichtigt, d.h. Angaben über Konkurrenzprodukte wurden nicht bewertet. Die Informationsquellen (siehe Anhang) sind im Text mit Bezugsnummern dargestellt.

Auf der Basis der vorliegenden Informationen können folgende Aussagen gemacht werden, die sich jeweils auf die Gebrauchseinheiten beziehen (die Spielräume bei einigen Angaben beruhen auf unterschiedlichen Größen- und Gewichtsangaben bei den Gebrauchseinheiten für eine Abtrocknung):

III 1 Energieverbrauch (je Gebrauchseinheit)

- Warmlufthändetrockner (einbezogen: Gebrauch): 24 Wh *(3), 16 - 30 Wh *(9)
- Recycling-Papierhandtuch (einbezogen: Herstellung): 7² - 15 Wh *(4,5,10)
- Zellstoff-Papierhandtuch (einbezogen: Herstellung des Zellstoffs und der Papierhandtücher): 8² - 40 Wh *(4,5,10)
- Handtuchrollen (einbezogen Herstellung und Aufbereitung): 14 - 15 Wh *(4,5)
* (Quellen: 3, 4, 5, 9, 10)

² bei Einsatz modernster Technologie und Verbrennung von Produktionsabfällen im Werk liegt der Energiebedarf aufgrund von Maßnahmen der Energierückgewinnung aus Produktionsrückständen bei 7 Wh bzw. 8 Wh je Gebrauchseinheit/Handtuch.

III 2 Abfallentsorgung (je Gebrauchseinheit)

- **Warmlufthändetrockner:** Die Abfallmenge bei der Herstellung und Betrieb ist aufgrund fehlender Daten nicht feststellbar, jedoch vermutlich als gering anzusehen. Das Gewicht von Warmlufthändetrocknern liegt je nach Gerätetyp zwischen 2 kg - 6 kg. Ohne Berücksichtigung von Produktionsabfällen und Ersatzteilen beträgt die spezifische Abfallmenge je Trocknung < 0,1 g.
- **Papierhandtücher** haben die höchste Abfallrelevanz innerhalb der drei Systeme, da das Papier nach einmaliger Nutzung in der Regel nicht weiter stofflich, sondern lediglich - entsprechend dem Anteil der Verbrennung an der Abfallentsorgung - zu ca. 1/3 thermisch genutzt wird, überwiegend jedoch deponiert wird. Andererseits führt die Verwendung von Altpapier zu einer Entlastung bei der Entsorgung von Abfällen und zu einer Positiv-Bewertung bei dem Faktor "Rohstoffe", da aufgrund der breiten Verfügbarkeit von Altpapier keine Primärrohstoffe benötigt werden. Papierhandtücher können, sofern sie nicht erheblich mit Schadstoffen verunreinigt sind, auch zur Kompostierung eingesetzt werden. Die Entsorgungswirtschaft arbeitet an technischen und organisatorischen Lösungen, auch verbrauchte Papierhandtücher zu verwerten.

- > spezifische Abfallmenge: ca. 3 - 5 g (je nach Art des Papierhandtuches/Flächengewicht)
 - + Recyclingpapier-Handtücher ca. 3 - 5 g (aufgrund der Altpapierverwertung kein zusätzlicher Abfall)
 - + Zellstoff-Handtücher ca. 3 - 5 g

- die Abfallrelevanz der **Baumwollhandtücher** ist gering, da diese bis zu 150 mal wiederverwendet werden können und nach Abnutzung noch stofflich (z. B. als Putzlappen) und auch thermisch (in der Müllverbrennung) verwertet werden.
- > spezifische Abfallmenge: ca. 0,1 - 0,2 g (Quelle: 4, 5)

III 3 Rohstoffe

Vergleichend zu bewerten ist die Verwendung erneuerbarer Rohstoffe (Zellstoff-Papierhandtücher, Baumwolle), nicht erneuerbarer Rohstoffe (für die Herstellung der Warmlufthändetrockner) und Sekundärrohstoffe (Recycling-Papierhandtücher), deren Anwendung hinsichtlich der Ressourcenbeanspruchung am günstigsten zu beurteilen ist, zumal hierdurch zugleich ein Beitrag zur Abfallverminderung geleistet wird. Einzig Recycling-Papierhandtücher sind aus breit verfügbaren Sekundärrohstoffen hergestellt. Bei Warmlufthändetrocknern ist der Altstoffanteil nicht feststellbar. Ein Recycling oder eine Wiederverwendung von Geräteteilen wird zur Zeit nur ansatzweise vorgenommen. Handtücher aus Baumwolle und Zellstoff werden aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt.

III 4 Abwasserbelastung (je Gebrauchseinheit)

- Warmlufthändetrockner (bei Herstellung): vermutlich gering (z. Z. keine Angaben verfügbar)
- Recycling-Papierhandtücher (bei Herstellung): 10 - < 15 mg CSB²
- Zellstoff-Handtücher (bei Herstellung)²²: 50 - 1700 mg CSB
- Handtuchrollen: (bei Herstellung und Aufbereitung) 50 - 120 mg CSB

²Der Wert von 15 mg CSB ist abgeleitet aus der Anforderung der Allgemeinen Rahmenverordnung zum WHG, Anhang 19, Teil B (5 kg CSB/t Papier) und bezogen auf das Gewicht der Gebrauchseinheit von 3 g.

²² Bei Einsatz modernster Technologie und chlorfreier Bleiche können bei der Zellstoffverarbeitung Werte von ca. 50 mg CSB im Abwasser erreicht werden. Bei der derzeit international noch überwiegend durchgeführten Chlorbleiche sind zusätzlich - gemessen an den zukünftig in Deutschland geltenden wasserrechtlichen Anforderungen - hohe AOX-Werte zu berücksichtigen. (Quellen: 3,4,5,11)

III 5 Frischwasserverbrauch (je Gebrauchseinheit)

- Warmlufthändetrockner: (bei Herstellung) * vermutlich gering (z. Z. keine Angaben verfügbar)
- Recycling-Papierhandtücher:(bei Herstellung) 0,04 - 0,3 l
- Zellstoff-Handtücher: (bei Herstellung) 0,24 - 1 l
- Handtuchrollen:(bei Herstellung und Aufbereitung) < 0,1 l
(Quellen: 3,5,10)

III 6 Luftgetragene Emissionen (je Gebrauchseinheit)

- Warmlufthändetrockner (bei Gebrauch verursacht durch Stromerzeugung, zugrunde gelegt wurden fossile Energieträger und der deutsche Energiemix / Quelle: 6, die Berechnungsgrundlage ist als Anhang beigefügt):
 - > CO² ca. 13 g (6)
 - > SO² ca. 19 - 34 mg (Anhang)
 - > NOx ca. 26 - 43 mg (Anhang)
- Recycling-Papierhandtücher (bei Herstellung der Handtücher / Quelle: 4,6,10):
 - > CO ca. 12 g
 - > SO ca. 1 - 6 mg
 - > NOx ca. 10 - 30 mg
- Zellstoff-Handtücher (durch Faserproduktion und Herstellung der Handtücher bei 80 % Sulfitzellstoff und 20 % Altpapier / Quelle: 4,6,10):
 - > CO²: ca. 33 g (Quelle: 6)
 - > SO²: ca. 10 - 17 mg (Quelle: 4,10)
 - > NOx: ca. 10 - 90 mg (Quelle: 4,10)
- Handtuchrollen (durch Herstellung und Aufbereitung):
 - >CO²: ca. < 2 g - 20g *(wenn CO² zur Abwasserneutralisation eingesetzt wird)
 - >SO²: ca. 13 - 20 mg
 - >NOx: ca. 30 - 40 mg(Quellen: 4, 6, 8)

III 7 Transporte

Es werden lediglich die kleinräumlich anfallenden Ver- und Entsorgungstransporte mit Lkw oder anderen Lieferautos einbezogen, die Lärm- und Abgasemissionen sowie Energieverbrauch verursachen.

Mangels verfügbarer Daten wird folgende auf Plausibilitätsüberlegungen beruhende Bewertung vorgenommen:

- Warmlufthändetrockner: Transporte sind vernachlässigbar.
- Papierhandtücher:(Recycling- und Zellstoffhandtücher). Transporte durch Lieferungen und Entsorgung sind vorhanden.
- Stoffhandtuchrollen: Es sind zusätzliche Transporte zu den Wäschereien und zurück durchzuführen.

IV Fazit

Die vorliegenden Angaben beziehen sich in der Regel auf eine Gebrauchseinheit, d. h. es wird jeweils nur eine einmalige Funktion des Warmlufthändetrockners, bzw. eine Handtuchportion benötigt.

Untersuchungen in der Praxis haben ergeben, daß bei Papier-Handtuchspendern häufig 2 - 3 Portionen für eine Abtrocknung genommen werden, während bei Handtuchspendern in der Regel 1 Handtuchportion, gelegentlich auch 2 Handtuchportionen genommen werden.

Warmlufthändetrockner werden entweder über einen Sensor gesteuert, d. h. das Gerät läuft, solange man die Hände darunter hält, oder die Laufzeit ist per Tastendruck vorgegeben, d. h. mit einem Tastendruck wird eine Laufzeit von ca. 30 Sekunden ausgelöst. Als durchschnittliche Laufzeit wurden von Herstellerseite ca. 40 Sekunden angegeben.

Die Ergebnisse der vergleichenden ökologischen Betrachtung der vier Systeme sind unten in Form einer Tabelle dargestellt worden, die die beschriebenen Parameter zusammenfaßt. Eine zusätzliche Berücksichtigung der Benutzergewohnheiten würde die Ergebnisse noch deutlicher unterstreichen.

Die große Spannweite bei vielen Parametern ergibt sich aus den unterschiedlichen Quellen, die für diese Betrachtung herangezogen wurden. Diese Spannweite spiegelt jedoch auch unterschiedliche Produktionsverfahren- und Standards wieder. Moderne Betriebe verursachen bei der Papiererzeugung in der Regel geringere Emissionen und verfügen auch über eine bessere Energiebilanz (z.B. durch Verbrennung von Produktionsabfällen).

>> Vergleichende Darstellung der vier Systeme mit einer relativen Bewertung der Umweltbelastungen (wie unten erläutert). <<

	W-Trockn.	Rec.-Pap.	Zellst.	Stoffhandtuch
Energieverbrauch (höchster Wert = 40 Wh)				
III.1	hoch	mäßig	mäßig/hoch	mäßig
Abfall (höchster Wert = 5 g)				
III.2	gering ²	mäßig**	hoch	gering
Rohstoffe *				
III.3	hoch	gering	hoch	hoch
Abwasser (höchster Wert = 1700 mg CSB)				
III.4	gering ²	gering	hoch	gering
Wasserverbrauch (höchster Wert = 1 l)				
III.5	gering ²	gering	hoch	gering
Emissionen (höchste Werte: CO = 33 g, SO = 34 mg, NOx = 90 mg)				
III.6 - CO ²	mäßig	mäßig	hoch	mäßig
- SO ²	hoch	gering	mäßig	mäßig/hoch
- NOx	mäßig	gering/mäßig	mäßig	mäßig
Transporte *				
III.7	gering	mäßig	mäßig	hoch

* Es wurde - abweichend von der unten erläuterten Bewertungszuordnung - eine qualitative Bewertung aufgrund der oben beschriebenen Plausibilitätsüberlegungen vorgenommen.

** Keine zusätzliche Abfallbelastung.

² für Warmlufthändetrockner wurden die Werte zu III.2, III.4., und III.5 abgeschätzt.

Die Bewertung wurde wie folgt vorgenommen:

der höchste Wert wird mit 100 % besetzt, die Einstufung ist	
50 - 100 % dieses Wertes	= hoch
20 - 50 % dieses Wertes	= mäßig
< 20 % dieses Wertes	= gering

Dieser Übersicht zufolge müssen **Zellstoff-Papierhandtücher als das ökologisch ungünstigste System** bewertet werden. Die anderen Systeme haben unterschiedliche Positiva und Negativa aufzuweisen, so daß keine Signifikanz vorliegt um ein System grundsätzlich als das ökologisch günstigste zu bewerten. Vor den Hintergrund des Problems der auch langfristig nicht zu lösenden Gewichtung unterschiedlicher Umweltbelastungen hinsichtlich ihrer Gewichtung untereinander erscheint es wenig aussichtsreich, im Kontext der vorgelegten Daten weitere Arbeiten mit dem Ziel einer konsensfähigen Gewichtung aufzunehmen.

Die zusammenfassende Bewertung der hier beschriebenen Aspekte auf der Grundlage der vorliegenden Daten kommt zu dem Ergebnis, daß

- **Handtuchspender mit Recyclingpapieren**
- **Stoffhandtuchspender**
- **und Warmlufthändetrockner**

ökologisch vergleichbar gute Systeme zum Trocknen der Hände darstellen.

Auf der anderen Seite werden bei jedem System **ökologische Optimierungsmöglichkeiten** gesehen:

- Warmlufthändetrockner: Senkung des Energieverbrauches, Recycling,
- Recycling-Papierhandtücher: Verwertung verbrauchter Handtücher, Verringerung der Abwasserbelastung,
- Stoffhandtuchrollen: Verringerung der Abwasserbelastung.

Die **Jury Umweltzeichen** hat daher das Umweltbundesamt beauftragt, ergänzend zu der Vergabe des Umweltzeichens an Recycling-Papierhandtücher auch Umweltzeichenkriterien für Stoffhandtuchrollen und Warmlufthändetrockner zu erarbeiten, die den vorhandenen Möglichkeiten einer ökologischen Optimierung gerecht werden.

V Quellenangaben

- 1) Eyer, H.: Interview in Münchener Medizinische Wochenschrift, 1975, S. 105
- 2) Schreiben des Bundesgesundheitsamtes (B I 4 - A 665/92) an das Umweltbundesamt vom 05.10.1992
- 3) IPI, Institut für Produktforschung und Information, Händetrocknungssysteme - Ökologische Analyse, 1990
- 4) Brune, D., Krauch, H., Ökobilanz von Handtüchern aus Papier und Baumwolle, Gesamthochschule Kassel, FB 24
- 5) Arbeitskreis Handtuchhygiene + Umwelt im Deutschen Textilreinigungsverband, 1990, unveröffentlicht
- 6) IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Auszug aus einem Forschungsbericht, 1992, unveröffentlicht
- 7) Schreiben des Bundesgesundheitsamtes (B I - A 707) vom 20. Juni 1975
- 8) Untersuchungen und Abschätzungen des Umweltbundesamtes
- 9) Mitteilung des Zentralverbandes Elektrotechnik und Elektronikindustrie (mündlich)
- 10) Mitteilung der Firma APURA vom 24.02.1993 (schriftlich)
- 11) Allgemeine Rahmen Verwaltungsvorschrift über Mindestanforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer, Anhang 19, Teil B, zuletzt geändert am 25.11.1992 (BundesAnzeiger S. 9254, 1992)
- 12) European Association for the Promotion of Handhygiene, Untersuchungen über die Händehygiene von Waschaumbenutzern nach dem Verlassen der Toilette, Brüssel, 1992

VI Anhang:

Emissionen bei der Energieerzeugung: (g bzw. mg / kWh) (alle Angaben sind Durchschnittswerte)

Energieerzeugung in Kraftwerken mit fossilen Energieträgern:

SO ²	1,4 g/kWh
NO _x	1,8 g/kWh

Mix aus allen Kraftwerken:

SO ²	0,8 g/kWh
NO _x	1,1 g/kWh

Emissionen bei Ölfuerung:

SO ²	0,34 g/kWh
NO _x	0,18 g/kWh
CO ²	267 g/kWh

Emissionen bei Erdgasfuerung:

SO ²	1,8 mg/kWh
NO _x	0,14 g/kWh
CO ²	202 g/kWh