



**Nah an Mensch und Technik.**

## **SBZ-Praxistest Dusch-WCs**

### **Testbericht HSE 01/2017**

- Inhalt: Vergleichsprüfung von Dusch-WCs
- Prüfstelle: Hochschule Esslingen, Fakultät Gebäude Energie Umwelt  
Labor Gas-Wassertechnik  
Kanalstraße 33  
73728 Esslingen
- Auftraggeber: Gentner Verlag / SBZ Sanitär.Heizung.Klima, 70193 Stuttgart  
Hochschule Esslingen, 73728 Esslingen
- Wissenschaftliche Leitung Prof. Dr.-Ing. H. Messerschmid,  
Leiter des Labors Wasser- und Gastechnik
- Fachliche Beratung Dennis Jäger, SBZ-Chefredakteur
- Praktische Durchführung Labormeister Achim Renn  
Labormeister Yilmaz Alkan
- Prüfstücke: Zehn Dusch-WCs in Wandausführung mit Reinigungsfunktion  
und Zusatzfunktionen als Aufsatz auf der Keramik oder in der  
Keramik integriert
- Rechte: Vorbehaltlich einer schriftlich vereinbarten abweichenden  
Genehmigung darf dieser Prüfbericht nur im ungekürzten  
Originalwortlaut und in der Originalgestaltung veröffentlicht  
bzw. verbreitet werden.

Der Prüfbericht umfasst 23 Seiten.

Esslingen, den 10.02.2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Hans Messerschmid', written in a cursive style.

Prof. Dr.-Ing. H. Messerschmid



**Nah an Mensch und Technik.**

## **Inhalt**

<b>1. Präambel</b>	Seite 3
<b>2. Berücksichtigte Hersteller</b> Typ-Bezeichnung	Seite 3
<b>3. Durchgeführte Prüfungen</b>	Seite 3
3.1 Temperatur des Warmwassers am Düsenaustritt	Seite 5
3.2 Wasservolumenstrom aus der Düse	Seite 6
3.3 Reinigungswirkung der Dushdüse	Seite 6
3.4 Selbstreinigung der Düse	Seite 7
3.5 Temperaturverteilung des beheizten WC-Sitzes	Seite 8
3.6 Trocknungsrate des Föhns	Seite 8
3.7 Energieaufwand für Strom	Seite 9
<b>4. Ergebnisse und Auswertung</b>	Seite 11
<b>5 Prüfstand</b>	Seite 21

## 1. Präambel

Ein Dusch-WC kann am besten als eine Kombination aus Toilette und Bidet beschrieben werden. Wie ein Bidet ermöglicht es auf Knopfdruck nach dem Toilettengang eine Intimreinigung mittels eines variablen Warmwasserstrahls. Je nach Modellausstattung sind weitere Funktionen wie beheizbarer WC-Sitz, Föhn oder Geruchsabsaugung möglich. In Japan ist die Installation von Dusch-WCs sehr verbreitet und seit mehr als 30 Jahren Teil der japanischen Hygienekultur. Mehr als drei Viertel aller japanischen Haushalte sind mit diesen Toiletten ausgestattet. Auch bei uns raten Proktologen zur Reinigung mit lauwarmem Wasser nach dem Toilettengang. Besonders nützlich und angenehm erweisen sich Dusch-WCs für hilfsbedürftige Senioren oder Personen mit körperlicher Behinderung. Hierdurch entfällt die Notwendigkeit, beim Toilettengang auf die Hilfe anderer Menschen angewiesen zu sein. Sie schenken somit Menschen mit eingeschränkter Mobilität Selbständigkeit und Würde beim Toilettengang. Darüber hinaus können auf diese Weise die Pflegekräfte entlastet werden.

Solche WCs erfahren nun auch bei uns in Europa eine große Nachfrage und diverse europäische und fernöstliche Hersteller beliefern den deutschen Markt.

Derzeit ist von der International Electrotechnical Commission, IEC, ein Regelwerk für verbindliche Tests zu Sicherheit, Strom- und Wasserverbrauch, Reinigungseffizienz, Hygiene und Komfort geplant. Jedoch ist dieses Regelwerk noch in der Abstimmungs- und Diskussionsphase, so dass das Fachhandwerk, vor allem aber Kunden unsicher sind, welches Produkt ihren Anforderungen am besten genügt. Aus diesem Grund hat die Hochschule Esslingen auf Anregung des Fachmagazins SBZ Sanitär.Heizung.Klima insgesamt zehn Dusch-WCs getestet.

## 2. Berücksichtigte Hersteller

Getestet wurden Dusch-WCs mit in der Keramik integrierten Funktionen (integriert) sowie WC-Aufsätze, bei denen sich die Features ausschließlich im WC-Aufsatz befinden (Aufsatz). In Tabelle 1 sind die Hersteller und zugehöriges Modell in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Tabelle 1: Hersteller und Modell der getesteten Produkte

Hersteller	Modell	Integriert / Aufsatz
Axent	Axent One Plus	Aufsatz
Duravit	SensoWash Slim	Aufsatz
Geberit	AquaClean Mera Comfort	integriert
Grohe	Sensia Arena	Aufsatz
Laufen	Cleanet Riva	Integriert
Roca	Inspira	Aufsatz
Tece	Tece-One	integriert
Toto	SG Washlet	Aufsatz
V&B	ViClean U	Aufsatz
Vitra	V-Care Comfort	Aufsatz

## 3. Durchgeführte Prüfungen

Der Hauptzweck eines Dusch-WCs liegt in der Reinigungsfunktion durch die Duschküse. Deshalb ist diesem Punkt bei den vergleichenden Tests auch eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Ein aus einer Düse austretender Wasserstrahl wird durch mehrere physikalische Merkmale charakterisiert. Dies ist zum einen die Geschwindigkeit, mit der das Wasser aus der Düse strömt. Zum anderen ist die Wassermenge je Zeiteinheit eine andere wesentliche Größe. Beides zusammen ergibt einen Impulsstrom, eine Kraft, die auf der menschlichen Haut je nach Härte des Strahls, dem Strahldurchmesser und der Verteilung des Druckes über die Fläche des auf den Körper auftreffenden

den Strahls ein angenehm weiches oder ggf. unangenehm hartes Gefühl auslösen kann. Dies ist bei einer Körperdusche ähnlich. Dort hat der Nutzer in der Regel die Möglichkeit, die Strahlhärte nach seinen Wünschen solange anzupassen, bis er sie als angenehm empfindet. Bei einer Analdüse kommt jedoch hinzu, dass der Strahl noch eine Reinigungsfunktion zu erfüllen hat. Dabei gibt es mehrere Möglichkeiten, um ein gutes Ergebnis zu erhalten. Einerseits kann mit hoher Strahlintensität und kleinem Volumenstrom ein ähnliches Ergebnis erreicht werden, wie mit einem großen Volumenstrom, jedoch geringerem Druck. Das jeweilige Behaglichkeitsgefühl kann jedoch von Nutzer zu Nutzer unterschiedlich empfunden werden. Derzeit vertreten die Hersteller hierbei unterschiedliche Philosophien. Während einige auf konsequentes Wassersparen bedacht sind und mit minimalen Wassermengen antreten, sind andere Hersteller der Meinung, dass ein voluminöser Wasserstrahl auch ein Gefühl von Wellness vermitteln kann. Zwar bieten alle getesteten Dusch-WCs die Möglichkeit, die Strahlintensität in einem kleinen Bereich zu variieren, jedoch besteht für den Anwender derzeit nur bei einem der getesteten Produkte die Möglichkeit, ähnlich wie bei der Körperdusche einfach einen anderen Duschkopf mit einem individuell als angenehm empfundenen Strahl zu installieren. Offenbar ist es aus technischer Sicht nicht einfach, ein variables, individuell einsetzbares „Pumpe-Düse-System“ zu entwickeln, das eine gründliche Reinigung sicherstellt und gleichzeitig dem Nutzer die Entscheidung überlässt, ob er mit sparsamem Strahl oder Wellness-Strahl duschen möchte.

Die Überprüfung der Reinigungsqualität der Duschköpfe ist nicht ganz einfach. Da jeder Mensch im Analbereich eine unterschiedliche Hautstruktur aufweist, ist es schwer, hier einen aussagekräftigen Vergleich herzustellen. Da sich in diesem Punkt auch der Regelwerksersteller noch nicht einig ist, werden im vorliegenden Vergleich drei unterschiedliche Tests durchgeführt, deren Ergebnis in der Gesamtbetrachtung eine gute Aussagekraft hat. Die Reinigungsqualität und das Empfinden des Wasserstrahls auf der Haut hängen auch maßgeblich von der Wassertemperatur ab. Weder zu hohe noch zu niedrige Temperaturen werden als angenehm empfunden. Ebenso störend sind Schwankungen der Temperatur während der Nutzung. Verschiedene Tests zeigen im Vergleich das Temperaturverhalten der Geräte.

Da die Duschköpfe nach Ende der Benutzung in einem Gehäuse verschwindet, ist es aus hygienischen und ästhetischen Gründen wichtig, dass sich die Düse vor und nach Gebrauch selbsttätig reinigt. Hierbei hängt ein gutes Ergebnis von der Gestaltung des Düsenkompartiments und der richtigen Materialwahl von Düse und Düsenstange ab.

Im asiatischen Raum gehört der beheizte Sitz in jedem Dusch-WC zur Standardausstattung, da z.B. in Japan die Toiletten nicht im Badezimmer untergebracht sind, sondern in einem unbeheizten, separaten Raum. Auch in Deutschland wird diese Ausstattungsvariante gerne angeboten. Bei Geräten mit beheiztem Sitz wird eine möglichst gleichmäßige Temperatur auf dem Sitz als angenehm empfunden, kühlere Flächen als störend. Im Test wird bei Geräten mit Sitzheizung die Oberflächentemperatur mit Hilfe einer Infrarotkamera bestimmt.

Bei Geräten mit Föhn wird die Trocknungsleistung, ausgedrückt in einer Wassermenge, die innerhalb eines festgelegten Zeitraums verdunstet, gemessen.

Ein wichtiger Punkt ist Stromverbrauch. Hier wird im Test unterschieden nach den jeweiligen Funktionen wie Reinigung, Sitzheizung, Föhn und Geruchsabsaugung. Auch der Standby-Verbrauch der Geräte wird ermittelt.

Einige Punkte, die Hygiene und die Sicherheit betreffend, sind bisher noch nicht in den IEC-Entwurf eingeflossen, sollten jedoch in der Zukunft ebenfalls berücksichtigt werden. Dazu gehört beispielsweise der Nachweis gegen Rücksaugen oder Rückdrücken von verunreinigtem Wasser in das vorgelagerte Trinkwassernetz entsprechend DIN EN 1717. Weiterhin unberücksichtigt ist bisher die elektrische Sicherheit der Geräte z.B. bei Vollfüllung der Keramik aufgrund einer Verstopfung des Abflusses. Der Warmluftaustritt des Föhns, ob aus einer ausfahrbaren Luftdüse oder einer an der Keramikrückseite angebrachten Auslassöffnung, ist immer auch ein hygienisch kritischer Ort, da durch Verunreinigungen und gleichzeitig höheren Temperaturen möglicherweise eine bakterielle Belastung auftreten kann. Hier sollte ebenfalls eine Reinigungsmöglichkeit gegeben sein, die in einer zukünftigen Norm zu prüfen ist.

## In Anlehnung an IEC 59L/118/CD durchgeführte Vergleichstests

### 3.1 Temperatur des Warmwassers am Düsenaustritt

Die Messung der Düsenaustrittstemperatur erfolgt mit einem PT 1000-Temperaturfühler direkt am Austritt des Wasserstrahls aus der Düse.

Für die Prüfung der Warmwassertemperatur werden drei unterschiedliche Versuche durchgeführt.

#### a) Zeitdauer zum Erreichen und Halten einer bestimmten Temperatur

Für diesen Versuch wird der Temperaturregler auf den Maximalwert gestellt. Die Wassererwärmung wird 60 Minuten vor Versuchsbeginn eingeschaltet, um sicherzustellen, dass die Temperaturbedingungen stabil sind. Dann wird über den Sitzkontaktschalter der Duschvorgang ausgelöst und die Temperatur des austretenden Warmwassers aufgezeichnet. Die Zeitdauer, bis die Warmwassertemperatur einen Wert von 3 K unterhalb des Maximalwertes erreicht hat, wird registriert. Ebenfalls wird die Zeitdauer gemessen, bis die Warmwassertemperatur wieder einen Wert von 3K vom Maximalwert unterschreitet. Bei Geräten mit Durchlauferhitzern sinkt die Temperatur über die Versuchsdauer kaum, so dass die Schwelle von 3K unterhalb der Maximaltemperatur nicht erreicht wird. In diesem Fall wird der Versuch nach 50 - 60 Sekunden abgebrochen. In der Auswertung wird dann eine Zeitdauer von > 50 Sekunden angegeben. Die Verhältnisse sind in Abbildung 1 dargestellt.

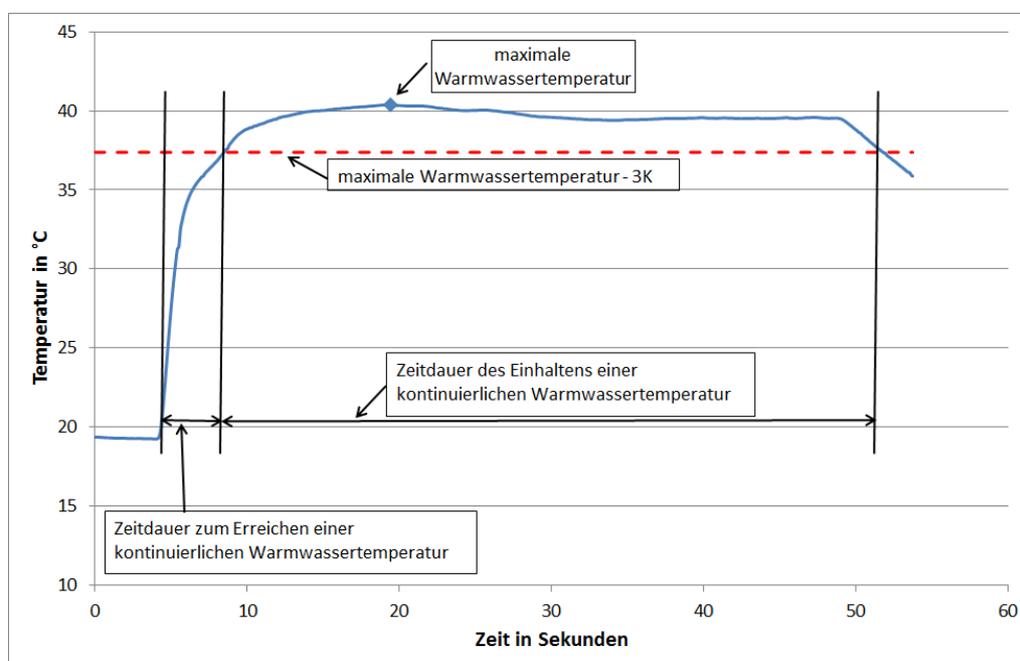


Abbildung 1: Zeitdauer bis zum Erreichen und Halten einer kontinuierlichen Temperatur

#### b) Stabilität der Warmwassertemperatur am Düsenaustritt bei Änderung des Druckes

Bei diesem Test soll herausgefunden werden, wie sich eine Druckänderung, z.B. durch Verstellen der Sprühintensität durch den Nutzer während des Duschvorgangs auswirkt. Dazu werden zwei Messungen durchgeführt. Aufgezeichnet wird die Temperatur des Warmwassers am Düsenaustritt beginnend ab dem Zeitpunkt, an dem die Temperatur steil ansteigt.

Bei der ersten Messung ist die Sprühintensität (Düsendruck) auf den Maximalwert eingestellt. Ca. 10 - 15 Sekunden nach Beginn der Datenaufzeichnung wird die Sprühintensität auf den Minimalwert eingestellt. Bei dieser Einstellung wird nochmals für ca. 10 - 15 Sekunden weitergemessen. In der Auswertung (siehe Abbildung 2) erkennt man den Einfluss der Druckänderung auf den Temperaturverlauf. Es wird die maximale Temperaturschwankung in Kelvin angegeben, die sich bei Änderung der Sprühintensität einstellt.

Der zweite Versuch verläuft in gleicher Weise wie der erste, jedoch beginnt er mit der minimalen Einstellung der Sprühintensität und wird 10 - 15 Sekunden nach Messbeginn auf den Maximalwert angehoben. Die Messung wird ebenfalls nach ca. 30 - 40 Sekunden beendet.

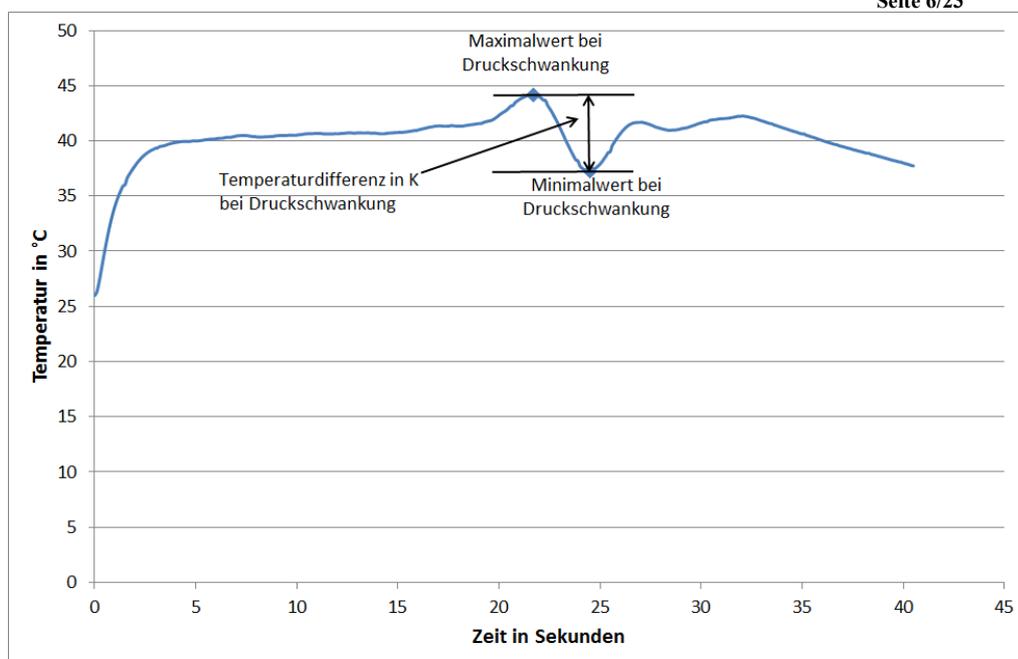


Abbildung 2: Verlauf der Warmwasseraustrittstemperatur bei wechselnder Einstellung des Druckes an der Düse

### 3.2 Wasservolumenstrom aus der Düse

Diese Messung wird bei Kaltwassertemperatur durchgeführt. Der Duschvorgang wird durch Betätigen des Sitzkontakts ausgelöst; die ersten 5 Sekunden nach Öffnen des Duschventils werden nicht berücksichtigt. Danach wird das aus der Düse austretende Wasser über einen Zeitraum von 60 Sekunden in einem Behälter aufgefangen. Über das Gewicht der aufgefangenen Wassermasse sowie der Dichte kann der Volumenstrom in Liter je Minute angegeben werden.

Bei zwei Herstellern ist die Spüldauer durch interne Voreinstellungen zeitlich begrenzt. In diesen Fällen wird der minütliche Volumenstrom proportional hochgerechnet. Das Ergebnis wird als Mittelwert aus zwei Messungen dargestellt.

### 3.3 Reinigungswirkung der Dushdüse

Für die Feststellung der Reinigungswirkung der Dushdüsen sind insgesamt drei unterschiedliche Versuche bei maximaler Temperatureinstellung vorgesehen. Alle Versuche werden jeweils mit maximaler und minimaler Sprühintensität und sofern vorhanden mit pulsierendem Strahl oder Softstrahl durchgeführt.

Beim ersten Versuch werden die Bohrungen einer Lochplatte (siehe Abbildung 3) vollständig mit Senf [Thomy, mittelscharf] gefüllt. Die Rückseite der Platte wird mit einer Plexiglasscheibe abgedeckt. Dann wird die Lochplatte in einer Hilfskonstruktion an der Oberkante der Keramik befestigt. Die Position des Duschstabes mit Düse wird am Bedienelement so eingestellt, dass er bis auf Mittelstellung ausfährt. Danach wird durch Betätigen des Sitzkontaktes der Duschvorgang ausgelöst. Nach einer Zeitdauer von 16 Sekunden wird der Duschvorgang wieder unterbrochen und die Anzahl der freigespülten Öffnungen in der Lochplatte wird bestimmt.

Der zweite Versuch erfolgt mit einer 8 mm dicken Lochplatte. Diese ist im Gegensatz zur 3 mm Platte auf der Rückseite nicht abgedeckt. Die Öffnungen der 8 mm Platte werden ebenfalls mit Senf gefüllt. Versuchsbeginn und -dauer sind identisch wie bei der 3mm Platte. Als Ergebnis wird ebenfalls die Anzahl der freigespülten Öffnungen bestimmt.

Beim 3. Versuch wird eine speziell gefräste, sternförmige, ovale Plexiglasform (Kavität) so an der Oberseite der Keramik angebracht, dass die Fläche dieser Form im Winkel von 90° zur Achse des austretenden Wasserstrahls steht (siehe Abbildungen 4 und 5). Die Vertiefungen dieser Form werden mit Misopaste eben gefüllt. Die Zusammensetzung der Paste ist in Abbildung 10 erkennbar.

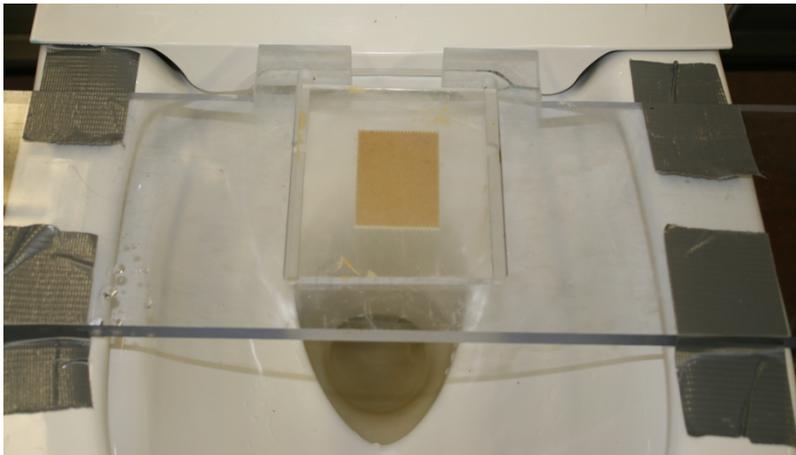


Abbildung 3: Lochplatte mit 3mm mit Senffüllung auf der Keramikoberkante befestigt

Durch Betätigen des Sitzkontaktes wird der Duschvorgang gestartet. Die Bewertung erfolgt durch die Angabe der Zeitdauer bis zum vollständigen Abspülen der künstlichen Fäkalien (Misopaste). Ist die Platte nach 60 Sekunden noch nicht saubergespült, wird als Zeitdauer 60 Sekunden angegeben.



Abbildung 4: Position der sternförmigen Kavität auf der Keramik

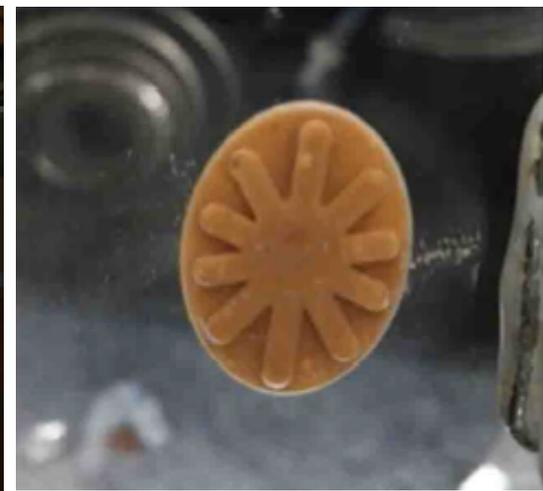


Abbildung 5: mit Misopaste gefüllte Kavität

### 3.4 Selbstreinigung der Düse

Dieser Versuch soll die Selbstreinigung der Düse verdeutlichen. Dies ist aus praktischer Sicht deshalb von Bedeutung, da Urin- oder Fäkalanhaftungen an der Düse ein hygienisches Problem darstellen und auch aus ästhetischer Sicht nicht akzeptabel sind.

Nach mehreren vorausgegangenen Duschzyklen wird der Duschstab samt Düse ausgefahren und abgetrocknet. Dann wird er mittels eines wasserlöslichen schwarzen Eddingstiftes [Typ: Expo vis-à-vis, fine point] mit Ringen und einer durchgezogen Linie auf der Oberseite markiert (Abbildung 6). Danach wird die Düse wieder in ihre Ausgangsposition zurückgefahren. Der Versuch beginnt, indem der Duschvorgang für 5 Sekunden gestartet wird und anschließend die Düse wieder für 5 Sekunden zurückgefahren wird. Dieser Vorgang wird zweimal wiederholt. Nach diesem Test verbleibende Markierungen kennzeichnen eine nicht vollständige Reinigung der Düse. Diese wird in der nachfolgenden Auswertung als Bildvergleich (vorher-nachher) dargestellt.

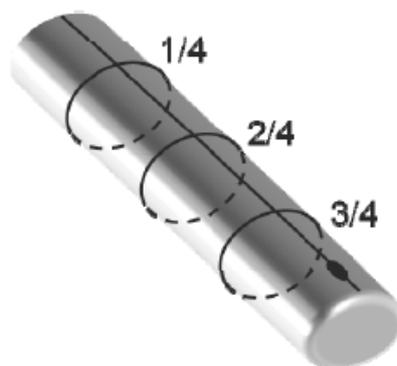


Abbildung 6: Düse mit Farbmarkierungen

### 3.5 Temperaturverteilung des beheizten WC-Sitzes

Die Temperaturverteilung auf der Oberfläche des beheizten Sitzes ist ein Behaglichkeitsmerkmal. Aus Sicht des Nutzers ist eine möglichst gleichmäßige Temperatur auf der gesamten, vom Körper berührten Sitzfläche wünschenswert.

Die Oberflächentemperatur auf dem WC-Sitz wird mit einer Infrarotkamera gemessen. Diese ist oberhalb des WC-Sitzes angebracht. Mittels eines auf dem WC-Sitz platzierten PT-1000-Fühlers wird die Temperaturmessung der Infrarotkamera kalibriert. Die Infrarotbilder zeigen jeweils die Temperaturverteilung bei Maximal- sowie Minimaleinstellung sowie Messpunkte mit Einzeltemperaturen jeweils vorne, in der Mitte und hinten im Mittelbereich des Sitzringes.

### 3.6 Trocknungsrate des Föhns

Zur Bestimmung der Trocknungsrate des eingebauten Föhns wird ein befeuchtetes Textilfließ (Materialdaten in Abbildung 12) in den Warmluftstrom gebracht. Das runde Fließ aus standardisiertem Textilmaterial wird auf einem Kunststoffrohr mit einem Innendurchmesser auf der reduzierten Seite von 125mm mittels Gummiband befestigt (Abbildung 8) und in eine dünne Holzplatte dicht eingebaut. Der Durchmesser auf der weiten Seite des Kunststoffrohres beträgt 150mm. Die Holzplatte wiederum wird mit Hilfe eines Textilklebebandes dicht auf dem WC-Sitz befestigt (Abbildung 7). Der Spalt zwischen WC-Keramik und Unterkante WC-Sitz, der sich aufgrund der Auflagenoppen des WC-Sitzes ergibt, bleibt frei. Die Position der befeuchteten Textilfläche 60 mm unterhalb der Oberkante des WC-Sitzes.



Abbildung 7: auf dem WC-Sitz befestigte Holzplatte mit Textilfließ



Abbildung 8: aufgespanntes Textilfließ

Dieser Abstand wurde gewählt, weil dies in etwa der natürlichen Position des Anus eines erwachsenen Menschen beim Sitzen auf dem WC entspricht. Der Abstand von der Hinterkante der Keramik bis zur Mitte des Flies beträgt ca. 80 mm. Dies entspricht bei den meisten Modellen der Position der Föhndüse. Kurz vor Beginn der Messung werden 2 Gramm Wasser gleichmäßig auf dem Flies verteilt. Das Gewicht wird mit Hilfe einer Waage ermittelt. Dann wird das Rohr samt Flies in die Holzplatte dicht eingesteckt. Der Trockner wird auf maximaler Temperatureinstellung für 120 Sekunden betrieben. Danach wird sofort das Rohr samt Flies entnommen und wieder gewogen. Die Differenz zum Wert vor der Messung ist die Trocknungsrate. Diese wird angegeben in Gramm/Minute. Angegeben wird der Mittelwert aus zwei Messungen.

### **3.7 Energieaufwand für Strom**

Der Entwurf von IEC 59L/118/CD sieht vor, den Energieaufwand für Strom der einzelnen Features wie Reinigung, Sitzheizung, Föhn und Absaugung jeweils für eine Stunde anzugeben. Dazu soll jeweils für eine vorgegebene Zeitdauer der Energieaufwand für die jeweilige Funktion gemessen werden. Danach soll bis zum Ende einer Stunde weitergemessen werden und der Gesamtenergieaufwand in Wh/Stunde angegeben werden. Diese Vorgehensweise führt jedoch dazu, dass der Standby-Verbrauch ebenso für die gesamte Restdauer mitgemessen wird und dadurch das Ergebnis verfälscht wird.

Bei den nachfolgend beschriebenen Messungen für den Energieaufwand wird lediglich bei der Reinigungsfunktion nach diesem Schema verfahren, da damit auch Stromverbräuche außerhalb der eigentlichen Reinigung erfasst werden, die in unmittelbarem Zusammenhang mit dieser stehen wie z.B. Vorspülen der Keramik, Reinigung der Düse oder Nachheizen des Warmwasserbehälters nach Ende der Reinigungsphase. Bei den anderen Verbrauchern wird lediglich der Energieaufwand während der eigentlichen Nutzungsdauer gemessen und anschließend auf eine Stunde umgerechnet. Zusätzlich zum Entwurf werden noch der Standby-Aufwand und der Aufwand für die Absaugung gemessen.

#### **a) Energieaufwand der Reinigungsfunktion**

Für die Bestimmung des Energieaufwandes der Reinigungsfunktion sind alle anderen Funktionen ausgeschaltet. Die Temperatureinstellung des Warmwassers sowie die Sprühintensität sind jeweils auf den Maximalwert eingestellt. Die Position der Reinigungsdüse ist auf Standardeinstellung. Geräte mit integriertem Wassertank werden 60 Minuten vor Versuchsbeginn eingeschaltet, um stabile Temperaturbedingungen herzustellen. Der Versuch beginnt, wenn der Temperaturregler im Gerät zum ersten Mal nach 60 Minuten die Beheizung abgeschaltet hat.

Der Messzyklus wird in folgender Abfolge durchgeführt:

1. Start der Messung nach Abschalten des Temperaturreglers (Start)
2. 60 Sekunden nach Start wird der Näherungssensor aktiviert (registriert Anwesenheit eines Nutzers), WC-Deckel wird vollständig geöffnet.
3. 75 Sekunden nach Start wird der Sitzschalter aktiviert (Nutzer setzt sich auf den WC-Sitz).
4. 135 Sekunden nach Start wird der Reinigungsvorgang ausgelöst.
5. 165 Sekunden nach Start wird der Reinigungsvorgang beendet.
6. 225 Sekunden nach Start wird der Sitzschalter deaktiviert und der Deckel wieder geschlossen.
7. 250 Sekunden nach Start wird der Näherungssensor deaktiviert (Nutzer entfernt sich vom WC)
8. 3600 Sekunden nach Start wird die Messung beendet.

Der Energieaufwand für die Reinigungsfunktion wird in Wh/Stunde angegeben.

#### **b) Energieaufwand für den beheizten Sitz**

Für die Bestimmung des Energieaufwandes des beheizten Sitzes sind alle anderen Funktionen ausgeschaltet. Mindestens 60 Minuten vor Versuchsbeginn wird das Gerät mit geschlossenem WC-Deckel auf die Umgebungsbedingungen konditioniert.

Es wird jeweils ein Versuch bei maximaler und bei minimaler Leistungseinstellung durchgeführt.

Der Messzyklus wird in folgender Abfolge durchgeführt:

1. WC-Deckel wird vollständig geöffnet (Start der Messung).
2. 15 Sekunden nach Start wird der Sitzschalter aktiviert (Nutzer setzt sich auf den WC-Sitz).

3. 165 Sekunden nach Start wird der Sitzschalter wieder deaktiviert und der WC-Deckel wieder geschlossen (Ende der Messung).

Das Messgerät registriert die Leistungsaufnahme im Sekundentakt. Die aufsummierten Werte der Energie in Ws dividiert durch 165 Sekunden ergibt die mittlere Leistungsaufnahme in W während des Betriebes der Sitzheizung. Zur Angabe des Energieaufwandes für die Sitzheizung wird die aufsummierte Energiemenge durch 3600 s/h dividiert und in Wh angegeben.

### **c) Energieaufwand für den Trockner (Föhn)**

Der Energieaufwand für den Trockner wird während des Versuches zur Bestimmung der Trocknungsrate über den Zeitraum von 120 Sekunden bei maximaler Temperatureinstellung gemessen. Das Messgerät registriert die Leistungsaufnahme im Sekundentakt. Die aufsummierten Werte der Energie in Ws dividiert durch 120 Sekunden ergibt die mittlere Leistungsaufnahme in W während des Betriebes des Föhns. Zur Angabe des Energieaufwandes für den Trockner wird die aufsummierte Energiemenge durch 3600 s/h dividiert und in Wh angegeben.

### **d) Energieaufwand für die Absaugung**

Diese Messung ist vergleichbar mit der des Föhns mit dem Unterschied, dass der Betrieb der Absaugung über einen Zeitraum von 180 Sekunden erfolgt.

### **e) Energieaufwand für Standby**

Der Standby-Verbrauch wird über einen Zeitraum von ca. 16 Stunden gemessen und auf 24 Stunden hochgerechnet. Die Angabe erfolgt in Wh/24h.

## 4. Ergebnisse und Auswertung

Tabelle 2: Zeitdauer zum Erreichen und Zeitdauer des Haltens einer kontinuierlichen Warmwassertemperatur bei Maximaleinstellung

Hersteller	Art der Erwärmung Durchlauferhitzer (DE) / Speicherbehälter (SP)/ externe Erwärmung (EX)	Maximaltemperatur in °C	Zeitdauer bis zum Erreichen der Maximaltemperatur -3K	Zeitdauer des Einhaltens einer kontinuierlichen Warmwassertemperatur	Maximaltemperatur in °C	Zeitdauer bis zum Erreichen der Maximaltemperatur -3K	Zeitdauer des Einhaltens einer kontinuierlichen Warmwassertemperatur
Einstellung		maximaler Druck, maximale Temperatur			minimaler Druck, maximale Temperatur		
Einheit		[°C]	[s]	[s]	[°C]	[s]	[s]
Hersteller							
Axent	DE	40,0	5	>50	40,0	4	>50
Duravit	DE	39,4	3	>50	39,4	3	>50
Geberit	DE+SP	40,5	4	>50	41,9	4	>50
Grohe	DE	39,7	4	>50	39,9	3	>50
Laufen	SP	39,2	2	7	40,3	2	9
Roca	DE	39,4	8	>50	39,2	6,5	>50
Tece	EX	40,2	2	>50	40,1	2	>50
Toto	DE	40,2	2	>50	40,4	4	>50
V&B	DE	40,4	2	>50	40,9	3	>50
Vitra	SP	40,2	3	41	39,5	4	45

Bei Geräten mit Durchlauferhitzer bricht die Temperatur während des Duschvorganges nicht ein sondern bleibt nahezu konstant. Als Beispiel könnte hier Grohe genannt werden Bei maximaler Temperatur- und Druckeinstellung beträgt die Zeit bis zum Erreichen der Maximaltemperatur abzüglich 3 Kelvin 4 Sekunden; danach wird diese Temperatur länger als 50 Sekunden gehalten.

Tabelle 3: Zeitdauer zum Erreichen und Zeitdauer des Haltens einer kontinuierlichen Warmwassertemperatur bei Minimaleinstellung

	Art der Erwärmung Durchlauferhitzer (DE) / Speicherbehälter (SP)/ externe Erwärmung (EX)	Minimaltemperatur in °C	Zeitdauer bis zum Erreichen der Minimaltemperatur -3K	Zeitdauer des Einhaltens einer kontinuierlichen Warmwassertemperatur	Minimaltemperatur in °C	Zeitdauer bis zum Erreichen der Minimaltemperatur -3K	Zeitdauer des Einhaltens einer kontinuierlichen Warmwassertemperatur
Einstellung		max. Druck,	min. Temperatur		min. Druck,	min. Temperatur	
Hersteller	Einheit	[°C]	[s]	[s]	[°C]	[s]	[s]
Axent	DE	32,3	2	>50	32,3	3	>50
Duravit	DE	35,8	2	>50	35,6	2	>50
Geberit	DE+SP	38,4	2	3,8	39,2	3	10,0
Grohe	DE	31,9	2	>50	32,4	2	>50
Laufen	SP	27,5	1	13,2	34,2	2	14,5
Roca	DE	36,0	2,3	20,4	36,3	2,5	21,5
Tece	EX	32,3	2	>50	30,9	2	>50
Toto	DE	30,5	2	>50	30,7	2	>50
V&B	DE	30,7	1	>50	30,9	1	>50
Vitra	SP	38,7	3	34,4	38,4	3	41

Zu beachten ist, dass beim Fabrikat Laufen die Dauer der Duschfunktion maximal 25 Sekunden und bei Vitra maximal 42 Sekunden beträgt.

Tabelle 4 Einfluss der Sprühintensität auf die Warmwassertemperatur bei maximaler Temperatureinstellung

Einstellung	Art der Erwärmung Durchlauferhitzer (DE) / Speicherbehälter (SP)/ externe Erwärmung (EX)	Temperaturänderung bei Druckänderung in Kelvin	
		max → min	min → max
Einheit		[K]	[K]
Hersteller			
Axent	DE	0,5	0,9
Duravit	DE	0,5	0,5
Geberit	DE+SP	6,9	1,2
Grohe	DE	0,9	0,7
Laufen	SP	5,9	1,4
Roca	DE	0,9	1,2
Tece	EX	0,5	1,0
Toto	DE	1,2	3,4
V&B	DE	1,1	2,4
Vitra	SP	1,6	1,2

Bei Geräten mit Durchlauferhitzer ist der Einfluss der Druckänderung während des Duschvorganges geringer als bei Geräten mit Speicher bzw. Kombinationen aus Speicher und Durchlauferhitzer.

Tabelle 5 Wasservolumenstrom aus der Düse bei Kaltwassertemperatur und maximaler und minimaler Sprühintensität (Druck) in Milliliter/min

	Art der Erwärmung Durchlauferhitzer (DE) / Speicherbehälter (SP) / externe Erwärmung (EX)	Wasservolumenstrom aus Düse	
Einstellung		max. Sprühintensität	min. Sprühintensität
Einheit		[ml/min]	[ml/min]
Hersteller			
Axent	DE	730	467
Duravit	DE	575	436
Geberit	DE+SP	1702	1220
Grohe	DE	504	447
Laufen	SP	4394	2186
Roca	DE	853	647
Tece	EX	5626	3503
Toto	DE	406	234
V&B	DE	415	248
Vitra	SP	571	427

Hier sind im Ergebnis deutliche Unterschiede zu erkennen. Geräte mit großem Wasservolumenstrom aus der Düse sind allesamt solche mit Speicher bzw. Kombinationen aus Speicher und Durchlauferhitzer. Auch das Gerät mit der externen Trinkwassererwärmung hat einen ausgesprochen hohen Wasservolumenstrom.

Tabelle 6 Reinigungswirkung der Duschküse

		Lochplatte mit Senf				Kavität mit Misopate							
		Normalstrahl 3mm		Normalstrahl 8mm		Normalstrahl		Oszillierend		Pulsierend		Oszill+Puls	
Einheit		[Anzahl Öffnungen]		[Anzahl Öffnungen]		[s]		[s]		[s]		[s]	
Hersteller	Druck	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
	Axent		249	101	40	24	25	35	27	21	22	36	16
Duravit		135	67	43	29	16	21	8	10	-	-	-	-
Geberit		260	203	65	23	1,5	8	1,5	10	-	-	-	-
Grohe		187	99	44	18	14	36	12	26	21	26	21	23
Laufen		732	177	71	32	2	5	1	3	1	12	1	4
Roca		143	54	24	7	18	26	6	14	-	-	-	-
Tece		225	287	51	0	1	39	-	-	-	-	-	-
Toto	soft	35	32	11	7	23	57	21	50	41	54	34	35
	stark	34	21	9	7	19	>60	15	29	26	59	24	47
V&B	soft	35	19	11	7	22	>60	21	50	43	>60	22	37
	stark	33	22	8	7	25	46	14	29	38	47	15	29
Vitra		177	141	21	13	10	20	8	15	10	19	7	18

Beim Ergebnis der Reinigungsleistung erzielen Geräte mit hohem Wasservolumenstrom die besseren Ergebnisse. Allerdings darf dieses Ergebnis nicht isoliert betrachtet werden, sondern ist auch in Bezug auf Wasserverbrauch, Ressourcenschonung und Energieeffizienz zu betrachten.

Tabelle 7 Selbstreinigung der Düse

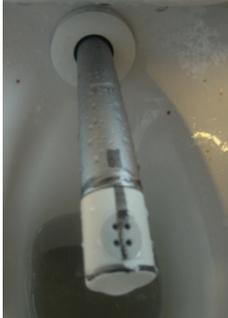
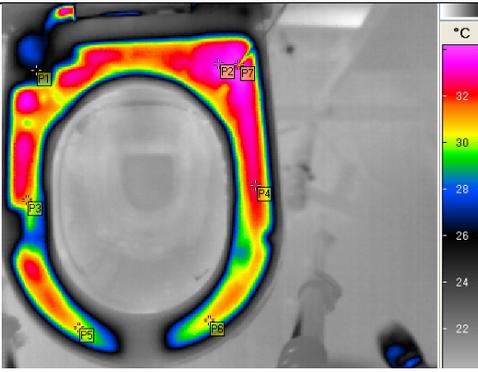
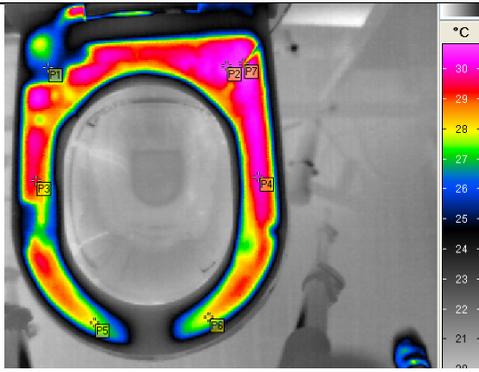
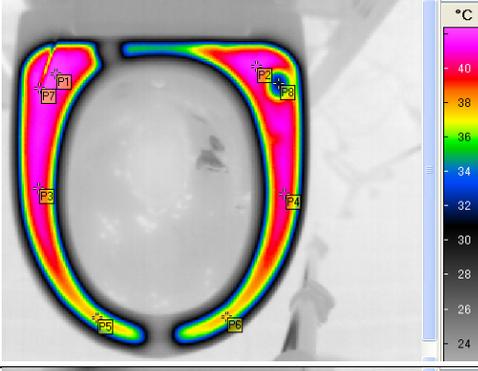
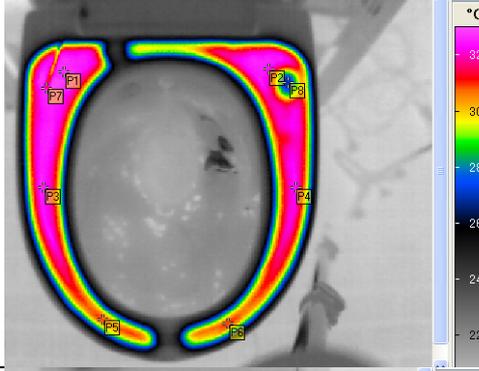
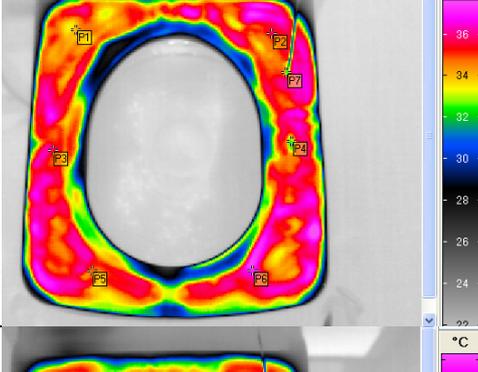
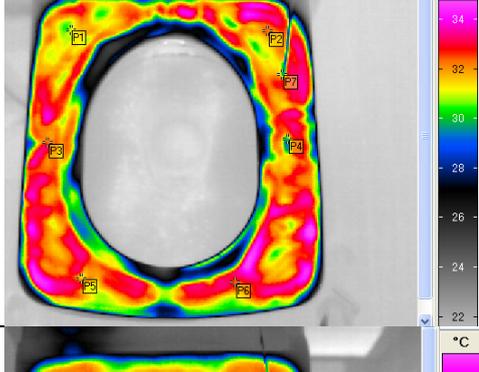
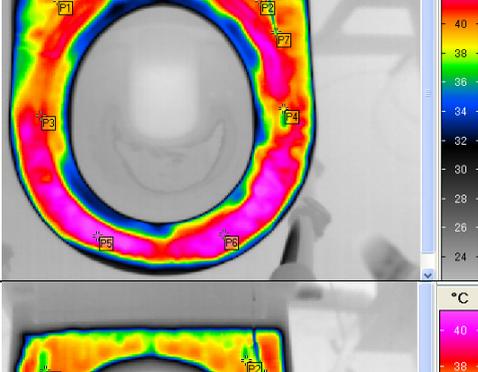
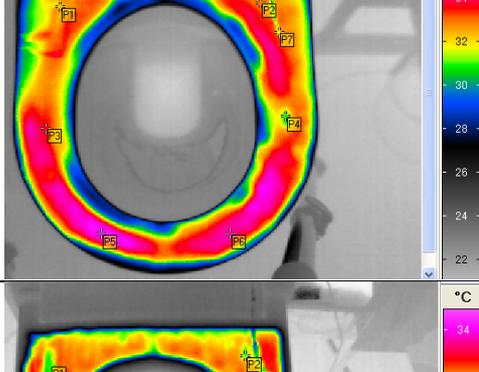
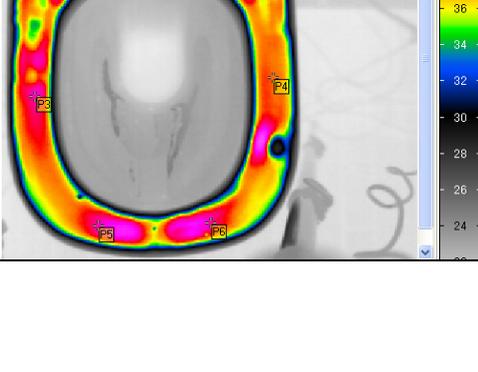
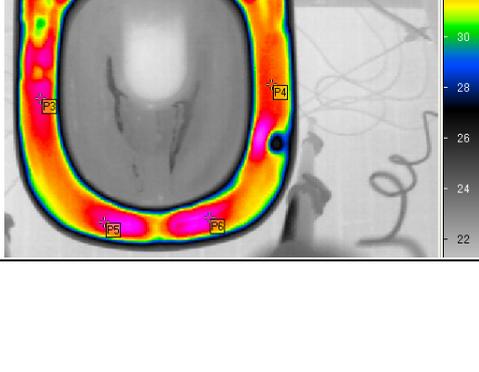
Hersteller	vorher	nachher	Bemerkungen
Axent			sauber
Duravit			sauber
Geberit			sauber
Grohe			Farbreste vorhanden
Laufen			Farbreste vorhanden

Tabelle 7 Selbstreinigung der Düse (Fortsetzung)

Hersteller	vorher	nachher	Bemerkungen
Roca			Farbreste vorhanden
Tece			sauber
Toto			sauber
V&B			sauber
Vitra			viel Farbreste vorhanden

Tabelle 8 Temperaturverteilung auf dem Sitz

Hersteller	maximale Temperatur	Temperaturen in °C	minimale Temperatur	Temperaturen in °C
Axent		P1 25,4 P2 33,1 P3 30,7 P4 32,0 P5 30,5 P6 30,1 P7 30,6		P1 25,4 P2 30,0 P3 29,0 P4 30,0 P5 27,0 P6 27,0 P7 28,0
Geberit		P1 42,0 P2 41,7 P3 40,9 P4 40,7 P5 37,5 P6 37,4 P7 41,2 P8 31,5		P1 33,0 P2 33,0 P3 33,0 P4 33,0 P5 31,0 P6 31,0 P7 32,0 P8 27,0
Toto		P1 34,3 P2 35,7 P3 35,8 P4 32,8 P5 34,9 P6 37,2 P7 32,7		P1 30,0 P2 32,0 P3 32,0 P4 29,0 P5 31,0 P6 32,0 P7 29,0
V+B		P1 39,6 P2 40,9 P3 41,3 P4 38,8 P5 44,5 P6 43,9 P7 37,1		P1 32,0 P2 32,0 P3 33,0 P4 30,0 P5 34,0 P6 34,0 P7 31,0
Vitra		P1 34,5 P2 35,3 P3 39,1 P4 37,2 P5 39,0 P6 38,9 P7 35,2		P1 30,0 P2 30,0 P3 33,0 P4 32,0 P5 33,0 P6 33,0 P7 30,0

Während bei einzelnen Geräten die Temperaturen bei Maximaleinstellung kaum über 33 - 34 °C liegen sind diese bei anderen Herstellern um ca. 39 - 40 °C. Außerdem fällt auf, dass teilweise die beheizte Fläche sehr schmal ist, während sie bei anderen Geräten die volle Breite des Sitzes abdeckt. Auch ist erkennbar, dass manchmal der vordere Teil des Sitzes kaum oder gar nicht erwärmt wird.

Tabelle 9 Trocknungsrate des Föhns

	Trocknungsrate
Hersteller \ Einheit	[Gramm/Minute]
Axent	0,18
Duravit	-
Geberit	0,31
Grohe	0,30
Laufen	-
Roca	0,14
Tece	-
Toto	0,42
V&B	0,38
Vitra	0,36

Zwar haben die Geräte mit hoher elektrischer Leistung des Föhns höhere Werte bei der Trocknungsrate, jedoch ist auch die Art der Luftführung innerhalb der Keramik offensichtlich ausschlaggebend. So hat beispielsweise Toto trotz nur mittelgroßer Leistungsaufnahme die höchste Trocknungsrate.

Tabelle 10 Energieaufwand für Strom

	Standby	Reinigung	Sitzheizung		Föhn		Absaugung	
Einstellung	Alle Funktionen aus	max. Druck max. Temp.	max. Temp.		max. Temp.			
	Energieaufwand	Energieaufwand	mittlere Leistungsaufnahme	Energieaufwand	mittlere Leistungsaufnahme	Energieaufwand	mittlere Leistungsaufnahme	Energieaufwand
Hersteller \ Einheit	[Wh/24 h]	[Wh/h]	[W]	[Wh]	[W]	[Wh]	[W]	[Wh]
Axent	30,5	10,5	23	1,1	73	2,4	2	0,1
Duravit	18,1	6,3	-	-	-	-	-	-
Geberit	10,0	34,2	79	3,6	161	5,4	8	0,4
Grohe	23,5	6,5	-	-	147	4,9	3	0,2
Laufen (eco)	19,7	33,1	-	-	-	-	6	0,3
Roca	27,0	14,5	-	-	186	6,2	-	-
Tece	-	extern	-	-	-	-	-	-
Toto	10,2	8,2	53	2,4	125	4,2	7	0,4
V&B	9,3	7,6	77	3,5	118	3,9	7	0,4
Vitra	11,4	11,8	39	1,8	163	5,4	4	0,2

Geräte mit großem Wasservolumenstrom aus der Düse haben beim Energieaufwand für die Reinigung erwartungsgemäß einen deutlich höheren Energieaufwand. Sowohl bei Föhn als auch bei der Geruchsabsaugung hängt der Energieaufwand direkt von der elektrischen Leistung der Komponenten ab.

## 5 Prüfstand

Der mobile Prüfstand ist besitzt 8 Montageplätze für die Installation von Wand-WCs (Abbildung 9). Die Messung der Temperaturen geschieht mit einem kalibrierten Pt 1000-Fühler, der mit einer mobilen Datenerfassungsanlage der Firma Ahlborn verbunden ist (Abbildung 10).



Abbildung 9: Prüfstandsaufbau an der Hochschule Esslingen



Abbildung 10: Vorrichtung zur Messung der Warmwasseraustrittstemperatur aus der Düse

Abbildung 11 zeigt die verwendete Kavität zur Bestimmung der Reinigungsintensität der Düse sowie die verwendete Misopaste aus dem Lebensmittelhandel

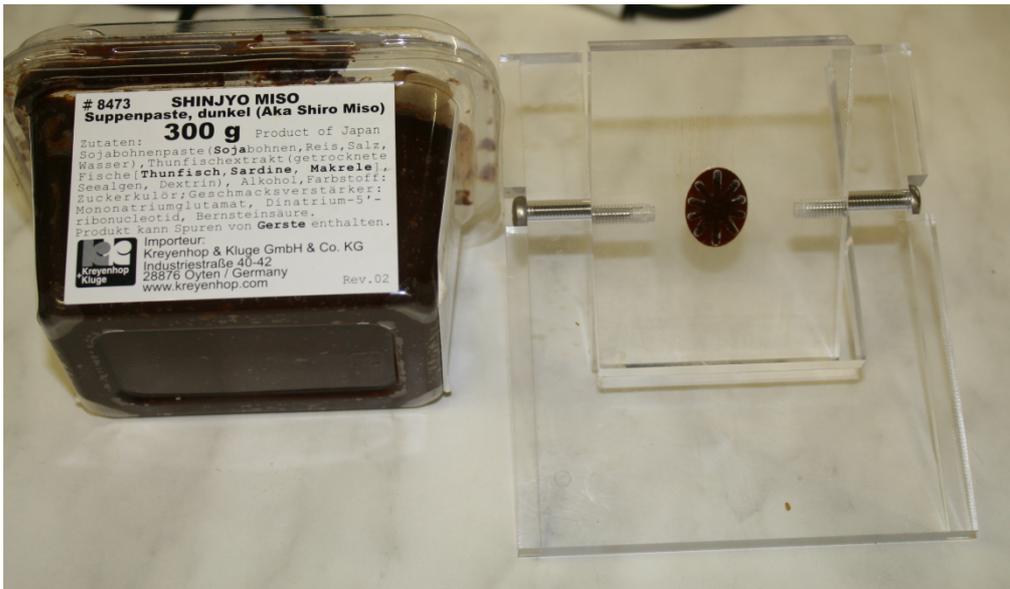


Abbildung 11: Kavität und Misopaste

Die Bestimmung der Trocknungsrate des Föhns erfolgt auf einer kalibrierten Präzisionswaage (Abbildung 12). Das verwendete Textilfließ wurde von der Schweizer Firma Swisstatel besorgt, die Kenndaten sind in Abbildung 13 aufgelistet.



Abbildung 12: Waage mit Vorrichtung zur Bestimmung der Trocknungsrate

## TEST 221 serial number: 15

cotton fabric, cretonne, bleached, w/o optical brightener

generally:

according:	IEC 60456
suitable:	base material, load, and so on
date of production:	June 2014
durability:	June 2024
storing conditions:	must be well packed and kept dark

specification of  
base material:

article 221	cotton fabric, cretonne, bleached, without optical brightener
thread count in cm	warp: 34 weft: 20
yarn count in Tex	warp: 30 weft: 50
weight in g/m <sup>2</sup>	200.0
width in cm	187.0
Y-value	91.8
Rem460nm	88.9

Abbildung 13: verwendetes Testmaterial zur Bestimmung der Trocknungsrate