



Schlussbericht
Effizient
Waschen und Trocknen
in Heimen und
Grosshaushalten

Merkblatt für die Planung von Erneuerungen
und Neubauten

IMPRESSUM

Auftraggeberin:

Stadt Zürich,
Amt für Hochbauten,
Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik,
Amtshaus III, Lindenhofstrasse 21
8021 Zürich

Bearbeitung:

Jürg Nipkow, dipl. Ing. ETH/SIA
ARENA Arbeitsgemeinschaft Energie-Alternativen,
Schaffhauserstrasse 34, 8006 Zürich,
juerg.nipkow@arena-energie.ch

Projektleitung:

Jörg Selg
Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik,
Amt für Hochbauten

Redaktion:

Chantal Würmli, Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1 Zusammenfassung	5
2 Zielsetzung	6
3 Projektübersicht	7
3.1 Welche Wäschereien und Maschinen?	7
3.2 Wie viel Energie braucht eine Wäscherei wofür?	7
4 Deklarationen und Prüfmethode(n)	9
4.1 Waschmaschinen	9
4.2 Wäschetrockner	9
4.3 Wärmerückgewinnungs-Anlagen	10
4.4 Prüfmethode(n), Abnahmeprüfungen	10
5 Effizienztechniken beim Waschen	11
5.1 Externe Wassererwärmung, Wärmerückgewinnung	11
5.2 Neue Entwicklungen in der Waschtechnik	11
5.3 Betriebliche Optimierung	12
6 Effizienztechnik beim Waschen	13
6.1 Entwässerung (Schleudern)	13
6.2 Wärmepumpen-Technik	13
6.3 Externe Wärmerückgewinnung	14
6.4 Wäschereibetrieb	16
6.5 Erfahrungen mit gewerblichen Wärmepumpen-Tumbler(n)	16
7 Vorgehen bei Neuplanungen	17
7.1 Wichtigste Einflussgrößen für die Planung	17
7.2 Energiedatenerfassung einbauen	18
8 Vorgehen bei Erneuerungen bzw. bei bestehenden Anlagen	19
9 Checkliste	20
10 Anhang	21
10.1 Literatur	21
10.2 Datenvergleich Wärmepumpen- und konventioneller Tumbler	21
10.3 Auszug Schulthess Expert Newsletter Nr. 5/2006	22

Vorwort

Dieses Merkblatt richtet sich an Personen, welche sich mit der Planung von Erneuerungen oder Neu-Einrichtungen von Lingerien in Heimen oder Grosshaushalten der Stadt Zürich befassen. Wäschereien sind bedeutende Energieverbraucher in Heimen, wobei in der Regel der grösste Verbrauchsanteil wie auch die grössten Sparpotenziale beim Wäschetrocknen liegen. Beispiele zeigen, dass neue Techniken wie Wärmepumpen-Tumbler und Wärmerückgewinnung aus der Tumbler-Abluft die Effizienz drastisch verbessern können.

1 Zusammenfassung

Gewerbliche Wäschereien in Heimen (aber auch Hotels etc.) sind bedeutende Stromverbraucher. Erfahrungsgemäss ist das Wissen über die Energieeffizienz oft unzureichend; die involvierten Personen stützen sich oft – mangels Erfahrungen und Kenntnissen mit solchen Anlagen – ausschliesslich auf die Angaben der Lieferanten. Diese sind bezüglich ihrer Apparate und Anlagen durchaus kompetent, ihnen fehlt jedoch oft der erweiterte Fokus auf das Gebäude-Gesamtenergiekonzept. Weil bei der Wäscherei eine integrale Energie-Betrachtung z.B. auch bezüglich möglicher Abwärmenutzung unerlässlich ist, braucht es eine übergeordnete konzeptionelle Planung.

Das vorliegende Merkblatt soll anhand des aktuellen Stands des Wissens über Wäschereien und Produkte Hinweise zur Planung energieeffizienter Anlagen geben, es ist jedoch kein Projektierungshandbuch, welches Rezepte für die Planung liefert. Die Abschnitte zum Vorgehen bei Neuplanungen wie bei Erneuerungen sowie Checkliste (Kapitel 9) sollen die zeitgerechte Behandlung der Wäscherei-Aspekte im Planungsprozess erleichtern. Gerade wegen der vielfältigen Verknüpfungen ist dies unbedingt erforderlich; insbesondere die Gesamtbetrachtung zu Abwärmequellen und Wärmerückgewinnung muss früh genug erfolgen.

Die typische Energiebilanz einer gewerblichen Wäscherei zeigt, dass deutlich mehr als die Hälfte der Energie für den Trocknungsprozess aufzuwenden ist. Hier sind neue Effizienztechniken verfügbar: Wärmepumpengeräte, Abwärmenutzung; wichtig ist auch die gute Entwässerung beim Wäsche schleudern. Auch für die Bereitstellung des warmen Waschwassers sind neue Techniken – insbesondere der Abwärmenutzung – verfügbar.

Damit tatsächlich optimale Lösungen erreicht und dies auch kontrolliert werden kann, müssen geeignete Deklarationen der Apparatelieferanten eingefordert und auch kontrolliert werden. Zudem ist durch den zeitgerechten Einbau von Messgeräten sowie durch eine gut geplante Abnahme, Inbetriebnahme und Betriebsoptimierung sicherzustellen, dass die versprochene Energieeffizienz auch realisiert wurde.

2 Zielsetzung

Anfragen im Zusammenhang mit der Erneuerung von Heimen, insbesondere Altersheimen der Stadt Zürich sowie auch Energieanalysen haben gezeigt, dass im Bereich Wäscherei das Wissen über Energieeffizienz oft unzureichend ist. Den involvierten Personen fehlen oft Erfahrungen mit solchen Anlagen; sie stützen sich dann ausschliesslich auf die Angaben der Lieferanten. Mit dem vorliegenden Merkblatt soll diese Lücke geschlossen werden. Das Merkblatt erhebt nicht Anspruch auf Vollständigkeit – neue Erfahrungen und Produkte sollen jeweils recherchiert werden – und ist auch kein Projektierungshandbuch, welches Rezepte für die Planung liefert. Es soll jedoch anhand des aktuellen Stands des Wissens über Lingerien und Produkte Hinweise zur Planung energieeffizienter Anlagen geben.

Zielpublikum dieses Merkblatts:

- Projektleitung Bauprojekte (Bauherrschaft)
- Gesamtleitung (Architekt, Generalplaner)
- Haustechnikplanende
- Bauleitung
- Wäscherei-Anbieter

3 Projektübersicht

3.1 Welche Wäschereien und Maschinen?

Im Fokus des Merkblatts sind Wäschereien in (Alters-) Heimen der Stadt Zürich mit Kapazitäten im Bereich 50 bis 200 Betten. Grosswäscherei-Anlagen werden somit nicht behandelt. Die betrachteten gewerblichen Maschinen haben Kapazitäten von 10 bis 30 kg; wobei häufig zusätzlich eine kleine Maschine (6 bis 8 kg, wie für MFH) zur Verfügung steht.

Für die Trocknung werden meist zwei bis drei Optionen genutzt:

- Tumbler (Abluft)
- Mangel
- gelegentlich Bügeln + Aufhängen (eventuell nach Vortrocknen im Tumbler)

Da die Wäschereien professionell, das heisst mit angestelltem Personal, betrieben werden, müssen die Abläufe bezüglich Auslastung des Personals und der Maschinen rationell sein, während die Energiekosten anteilmässig weniger zu Buche schlagen und daher von den Planern eher als untergeordnet betrachtet werden. Im Kontext der Strategie "Nachhaltige Stadt Zürich – auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft" soll jedoch ein besonderes Augenmerk auf die Energieeffizienz gelegt werden.



Figur 1 Altersheim Wolfswinkel (Foto Thieme AG)



Figur 2 Mangel (Schulthess)

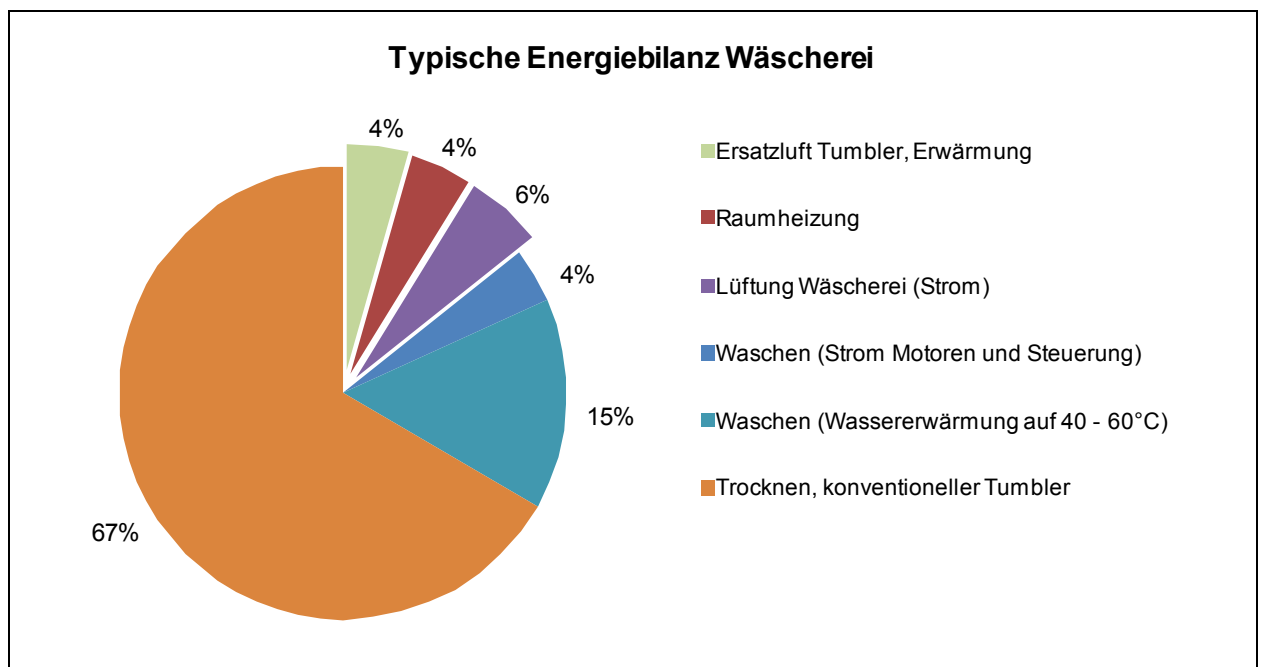
3.2 Wie viel Energie braucht eine Wäscherei wofür?

Was braucht am meisten Energie? Dem Management, aber auch Planern und Installateuren ist meist nicht bewusst, dass das Wäschetrocknen normalerweise wesentlich mehr Energie benötigt als das Waschen, auch wenn konventionell mit 60°C und mehr gewaschen wird. Umso mehr gilt dies natürlich bei tieferen Waschttemperaturen, wie sie zunehmend eingesetzt werden (zum Beispiel auch für Wet-Clean Verfahren für empfindliche Textilien). Auch dass die Lüftung der Wäscherei beträchtliche Energieverluste verursachen kann, ist nicht immer klar. Abluft-Tumbler

haben einen Einfluss auf die Lüftung, weil die erforderliche Ersatzluft nicht ungeplant durch offene Fenster oder unklare Wege zugeleitet werden soll.

	kWh/Jahr	mind. % elektrisch
Waschen 40 - 60°C, im Mittel 0.17 kWh/kg	8'500	20 %
Trocknen, konv. Tumbler, im Mittel 0.6 kWh/kg	30'000	100 %
Ersatzluft Tumbler, Erwärmung Heizperiode (400 m3/h, 1000 h)	2'000	0 %
Lüftungsventilatoren Wäscherei, Zu- + Abluft, 1 kW, 2'500 h	2'500	100 %
Raumheizung (v.a. Aufheizung morgens / nach Wochenende)	2'000	0 %
Total (ohne Warmwasser für Reinigung etc.)	45'000	> 70 %

Tabelle 1 Typische Energiebilanz einer gewerblichen Wäscherei: 200 kg Trockenwäsche pro Arbeitstag, 50 Tonnen pro Jahr, gesamte Wäsche im Tumbler getrocknet.



Figur 3 Typische Energiebilanz einer gewerblichen Wäscherei

Der mit Abstand grösste Energieverbraucher ist der Tumbler, der in üblicher Ausführung (Abluft) zu 100 % mit Elektrizität versorgt werden muss. Auch wenn ein Teil der Wäsche in der Mangel getrocknet wird, ändert sich wenig an der Aufteilung (bei fremdbeheizter Mangel eventuell andere Energieträger). Wegen der Personalkosten sollte das Mangeln möglichst vermieden werden bzw. Wäsche eingesetzt werden, die nicht gemangelt oder gar gebügelt werden muss. Die Waschmaschine kann mittels Warmwasseranschluss teilweise mit Energie aus erneuerbaren Quellen (Solar, Wärmepumpe, Fernwärme, Biomasse) versorgt werden.

4 Deklarationen und Prüfmethoden

4.1 Waschmaschinen

Bei gewerblichen Wäschereimaschinen wird der Energieverbrauch noch nicht immer nach einheitlichen Methoden deklariert und ist daher für Besteller schlecht vergleichbar. Im Rahmen der Initiative ENAK (Energetischer Anforderungskatalog an Geräte für die Verpflegung und Beherbergung) wurde versucht, solche Deklarations-Standards zu schaffen. Zum Wäschereibereich sind aktuell auf www.enak.ch keine Testdefinitionen oder Datenblätter zu finden. Vorschläge für ENAK-Testdefinitionen und Datenblätter für gewerbliche Waschmaschine und Tumbler wurden erarbeitet, sind aber zurzeit noch nicht definitiv aufgenommen.

In den Datenblättern mancher Anbieter wird für den Energieverbrauch von Waschmaschinen ein Bezug zur Norm EN 60456:2011 gemacht, welche aber für Haushalt-Waschmaschinen gilt und daher nur teilweise anwendbar ist (bis 10 kg Füllmenge definiert).

Bei Waschmaschinen entfällt der grösste Teil des Energieaufwandes auf die Erwärmung des Waschwassers (ausser bei Waschttemperaturen unter 30°C). Dadurch ist der Verbrauch stark von den Waschprozessen, insbesondere Temperatur und allfälliges temperiertes Vorwaschen, abhängig. Die Optimierung muss in Zusammenarbeit mit dem Systemlieferanten erfolgen und die erwarteten Waschresultate einbeziehen.

Das bedeutendste Effizienzpotenzial bei Waschmaschinen besteht im Einsatz erneuerbarer Energien und/oder Wärmerückgewinnung für die Waschwasser-Erwärmung, wofür ein Warmwasseranschluss erforderlich ist. Dieser ist bei gewerblichen Maschinen Standard. Der Energieverbrauch bei Warmwasseranschluss sollte deshalb ebenfalls deklariert werden bzw. der Energieverbrauch in Heizung und Übriges aufgeteilt werden.

Mehrere Hersteller bieten Wärmerückgewinnungs-Module für ihre Waschmaschinen an, welche Wärme aus der abgepumpten Lauge mittels Zwischenspeicher für die nächste Charge nutzbar machen. Die entsprechende Energieverbrauchs-Deklaration ist sorgfältig zu prüfen; insbesondere ist der Vergleich des Energieverbrauchs mit extern erwärmtem Warmwasser nicht ganz einfach.

Weil die Entwässerung der Wäsche durch das Schleudern einen grossen Einfluss auf den Trocknungs-Energieverbrauch hat, ist deren Deklaration genau zu beachten. Massgebend für die Entwässerung ist nicht die Schleuderdrehzahl, sondern die Restfeuchte der Wäsche in Prozenten des normalisierten Trockengewichtes. Sie sollte unter 50 % liegen, wobei Werte von 45 % und weniger mit einer starken mechanischen Beanspruchung der Wäsche verbunden sind. Teils wird auch der weniger aussagekräftige g-Faktor (wirksame Beschleunigung) angegeben; er soll deutlich über 400 liegen.

4.2 Wäschetrockner

Der Energieverbrauch von Tumblern muss unter Angabe der Wäsche-Restfeuchte nach dem Schleudern sowie der Endfeuchte nach dem Trocknen angegeben werden. Im Gegensatz zu Haushalt-Tumblern, bei denen einheitlich für das Trocknen von 60 % auf 0 % (schranktrocken) deklariert wird, sind für gewerbliche Tumbler Wäsche-Restfeuchten von 45 - 50 % üblich und wegen der häufigen Anwendung von Mangeln Endfeuchten von 20 % (13...25 %) sowie 0 % üblich (gelegentlich noch -2 % extratrocken und +3 % "schranktrocken"). Die häufigste Deklaration gilt für die Trocknung von einer Restfeuchte von 50 % auf eine Endfeuchte von 0 %. Für die genaue Vergleichbarkeit sind die Temperaturen der Umgebung (Zuluft!) und der nassen Wäsche wichtig. Allerdings unterscheiden sich die konventionellen (Abluft-) Tumbler im spezifischen Energieverbrauch nicht stark, da dieser hauptsächlich durch die erforderliche

Verdampfungswärme des Wassers der Restfeuchte bestimmt wird. Ein Optimierungspotenzial liegt jedoch in der Reduktion des Frischluftbedarfs durch Umluft sowie in der Verminderung des Übertrocknens durch eine gute Feuchte-Abtastung und -Steuerung.

4.3 Wärmerückgewinnungs-Anlagen

Für eine effiziente Wärmerückgewinnung genügt ein guter Wärme-Austauschgrad des Wärmetauschers nicht, da der effektive Betrieb der Anlage einen grossen Einfluss auf die Energiebilanz hat. Auch die Steuerung/Regelung der Wärmerückgewinnung ist wichtig, um eine optimale Ausnützung der Abluftwärme zu erreichen. Sie muss für den jeweiligen Anlagenbetrieb optimal konfiguriert und eingestellt werden.

Zur Wärmerückgewinnung aus der abgepumpten Lauge vgl. Waschmaschinen (Punkt 4.1).

4.4 Prüfmethode, Abnahmeprüfungen

Da noch keine ENAK-Testdefinitionen veröffentlicht sind, ist es unerlässlich, die Prüfmethode für Wäschereimaschinen genau zu beschreiben. Dabei sollen, soweit sinnvoll, Haushaltgeräte-Normen berücksichtigt werden, etwa die EN 61121 für die Trockner (zum Beispiel Wäschebehandlung) oder die EN 60456:2011 für Waschmaschinen. Die Prozessbedingungen sind festzuhalten, unter anderem Wäsche-Restfeuchte und -Endfeuchte, Raumtemperaturen und die Temperatur der Maschine (Kalt-/Warmstart). Die Prüfbedingungen, das Vorgehen und die Ergebnisse sind detailliert zu protokollieren. Abnahmeprüfungen sollen durch vom Lieferanten unabhängige Institutionen durchgeführt oder wenigstens kontrolliert werden.

5 Effizienztechniken beim Waschen

Waschmaschinen brauchen je nach Programm 60 bis 85 % der Energie für die Erwärmung des Waschwassers. Für das Bewegen der Trommel und die Steuerung wird vergleichsweise wenig Energie benötigt. Selbst das Schleudern braucht relativ wenig Energie, obwohl für eine gute Entwässerung höhere Drehzahlen und etwas längere Schleuderzeiten eingesetzt werden. Eine gute Schleuderwirkung ist jedoch energetisch ausserordentlich wichtig, da die mechanische Entwässerung pro kg Wasser etwa 100 Mal weniger Energie braucht als konventionelle Wäschetrockner. Eine interessante Vergleichszahl: 5 % weniger Wäscherestfeuchte spart dreimal so viel Trocknungsenergie (im konventionellen Tumbler) wie 10°C weniger warm Waschen einsparen würde! (mit Wärmepumpen-Tumbler macht es eineinhalbmal so viel aus).

5.1 Externe Wassererwärmung, Wärmerückgewinnung

Die wirksamsten Effizienzmassnahmen sind deshalb – neben der guten Entwässerung – die Benutzung möglichst tiefer Waschttemperaturen sowie die externe Wassererwärmung, möglichst aus erneuerbaren Quellen (Solar, Wärmepumpe, Fernwärme, Biomasse) oder Abwärmenutzung. Alle gewerblichen Waschmaschinen sind mit Warmwasseranschluss bzw. zwei Anschlüssen lieferbar und enthalten eine entsprechende Steuerung, welche unter Umständen richtig programmiert werden muss.

Bei der Planung von Neuanlagen oder Gesamterneuerungen ist deshalb die Warmwasserversorgung unter Berücksichtigung der Waschmaschinen zu konzipieren und zu optimieren. Dabei ist der Warmwasserbedarf für das Waschen anhand der Lingerie-Planung zugrunde zu legen, und entsprechende Optionen insbesondere der Abwärmenutzung sind in Betracht zu ziehen. Allenfalls sind auch spätere Ergänzungen mit erneuerbaren Energien oder Fernwärme zu berücksichtigen. Selbst wenn das Warmwasser mit Öl- oder Gasfeuerungen erwärmt wird, ist der Warmwasseranschluss oft wirtschaftlich, abhängig von den anzusetzenden Energiepreisen. Für Niederspannungs-Strombezüger ist der Strom-Arbeitspreis (Hochtarif) auf längere Sicht fast doppelt so hoch wie der Öl- oder Gaspreis, so dass trotz etwas tieferem Systemwirkungsgrad die Waschwasser-Erwärmung über die Warmwasserversorgung günstiger ist.

Wärmerückgewinnungs-Module von Waschmaschinen-Herstellern sind attraktiv, weil sie als fertiges System angeboten werden. Dabei wird Wärme aus der abgepumpten Lauge mittels Zwischenspeicher für die nächste Charge nutzbar gemacht. Ist jedoch im Gebäude bereits genügend günstiges Warmwasser aus erneuerbarer Energie verfügbar, lohnt sich die zusätzliche Investition für WRG-Module möglicherweise nicht, ebenso wenig eine Kombination beider Systeme, die auch technisch sehr anspruchsvoll wäre. Die Wirtschaftlichkeitsrechnung für den Systementscheid erfordert eine sorgfältige Analyse der Energiebilanz und Jahreskosten.

5.2 Neue Entwicklungen in der Waschtechnik

Seit einiger Zeit werden zunehmend Waschprogramme bzw. Systeme inklusive Waschmittel für tiefere Temperatur als früher üblich angeboten, zum Teil unter dem Stichwort "Wet Clean". Im Haushaltbereich werden sogar spezielle Waschmittel für das "kalt Waschen" bzw. "20°C Waschen" angeboten, welche ansprechende Waschergebnisse erreichen. Diese Entwicklung kann auch im gewerblichen Waschen weitere Energieeinsparungen durch tiefere Waschttemperaturen erlauben.

Die zahlreichen Programmpakete, welche für vielfältige Wäschearten erhältlich sind, bedeuten nicht automatisch eine höhere Energieeffizienz. Es empfiehlt sich, nach den Auswirkungen auf

den Energieverbrauch zu fragen, insbesondere im Zusammenhang mit der Steuerung für extern erwärmtes Wasser.

5.3 Betriebliche Optimierung

Weitere Effizienzpotenziale liegen im optimalen Betrieb der Anlagen. Betriebsabläufe und entsprechende Anweisungen für das Personal sind in Zusammenarbeit mit dem Anbieter der Lingerie-Einrichtungen zu optimieren: Anzahl (warme) Waschgänge bzw. Vorspülen, Waschmittel für tiefe Waschttemperaturen etc. Mit der optimalen Auslastung der Maschinen kann die Energieeffizienz wesentlich optimiert werden, da der Wirkungsgrad bei Teillast abnimmt. Zudem wird der Maschinenpark besser ausgenutzt; (zu) hohe Kapazitätsreserven kosten auch Geld.

6 Effizienztechnik beim Trocknen

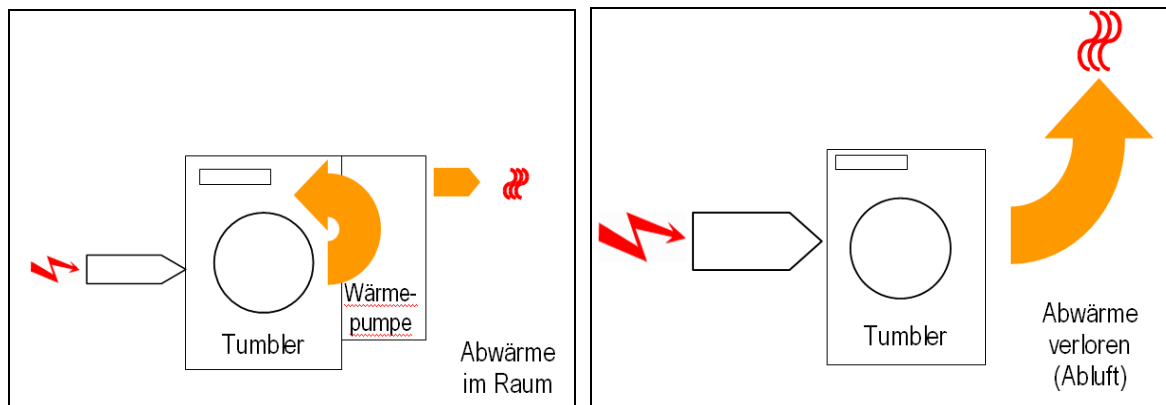
6.1 Entwässerung (Schleudern)

Der Energieverbrauch für die übliche, thermische Wäschetrocknung ist nahezu proportional zur Wäsche-Restfeuchte, da die physikalisch gegebene Verdampfungsenergie eingebracht werden muss, um die Feuchte als Wasserdampf entfernen zu können. Der zusätzliche Stromverbrauch für besseres Schleudern – also tiefere Restfeuchte – ist dagegen rund 100 Mal kleiner als der entsprechende thermische Trocknungs-Energieverbrauch. Aus Sicht der Energieeffizienz ist daher so gut wie technisch und von der Wäsche-Beanspruchung her möglich durch Schleudern zu entwässern.

6.2 Wärmepumpen-Technik

Konventionelle Tumbler erwärmen die Zuluft – Umgebungsluft mit unter Umständen einem Anteil Umluft – auf über 100°C, blasen die so getrocknete Luft in die Wäschetrommel und entsorgen die feuchte, immer noch über 40°C warme Luft ins Freie. Gegen Ende des Prozesses steigt die Ablufttemperatur, da nur noch wenig Wasser zu verdampfen ist. Der Stromverbrauch von Gebläse- und Trommelmotor macht in der Regel weniger als 10 % des Gesamt-Energieverbrauches aus.

Mit der seit einigen Jahren auch für gewerbliche Tumbler verfügbaren Wärmepumpen-Technik lässt sich der Trocknungs-Stromverbrauch um mehr als 50 % reduzieren. Die Tumbler-Abluft wird im WP-Verdampfer sehr stark entfeuchtet und mittels der Kondensatorwärme wieder aufgeheizt, wobei weniger hohe Temperaturen als im konventionellen Tumbler ausreichen, nämlich 60 bis 65°C.



Figur 4 Energiefluss schematisch, Wärmepumpen- und konventioneller Tumbler (Grafiken J. Nipkow)



Figur 5 Miele (Vorder-/Rückansicht) und Electrolux Professional WP-Tumbler 10 - 16 kg
(Bilder: Miele/J. Ruosch, Electrolux)



Figur 6 Wärmepumpenanlage zu umgebautem Miele Tumbler 15 kg
(Event 2005, Bild J. Nipkow)

Eine weitere technische Einsatzmöglichkeit von Wärmepumpen für die Wäschetrocknung sind Raumluft-Wäschetrockner (vgl. www.topten.ch > Haushalt > Wäschetrockner). Zurzeit sind keine Grossanlagen bekannt; aus logistischen Gründen (Wäsche muss aufgehängt werden) sind solche im professionellen Bereich auch kaum denkbar.

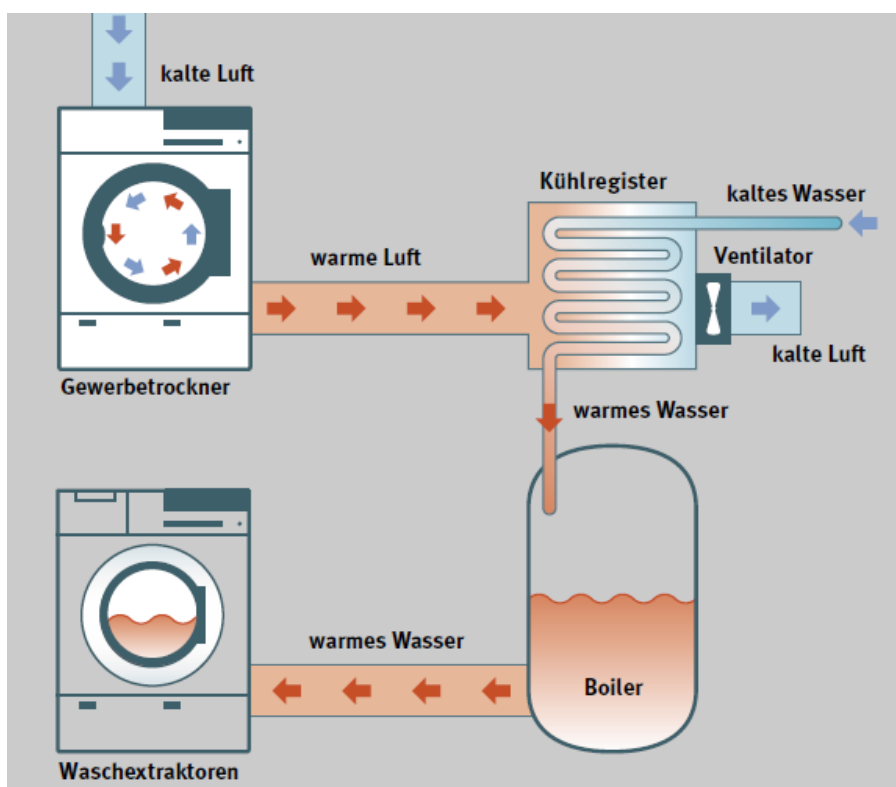
6.3 Externe Wärmerückgewinnung

Gewisse Wärmepumpen-Tumbler benötigen eine Möglichkeit, Überschusswärme an ein Kühlmedium (z.B. Kaltwasser) abzugeben. Diese Energie kann grundsätzlich zurückgewonnen werden, was aber bei einem einzelnen Gerät relativ aufwändig ist und deshalb bisher nicht realisiert wurde. Bei den Geräten von Figur 5 wird die Abwärme in den Raum abgegeben.

Anstelle der Systeme mit integrierter Wärmepumpe sind auch Systeme zur Wärmerückgewinnung aus der Abluft von konventionellen gewerblichen Tumbleranlagen realisiert worden. Solche können wesentlich günstiger als Wärmepumpenanlagen erstellt werden. Allerdings sind für eine

gute Wärmenutzung geeignete Abnehmer (auch Waschmaschinen), sowie ein Pufferspeicher erforderlich (vgl. Figur 7). Die verfügbaren Temperaturen sind relativ tief, zu einem grossen Anteil der Zeit nur um 40°C, was jedoch für die Verwendung in Waschmaschinen des gleichen Betriebes gut passt. Die Realisierung einer derartigen Anlage ist in der Regel nur für einen relativ grossen Wäscheanfall von über 100 Tonnen pro Jahr mit mehreren Tumbler sinnvoll. Die Planung und Realisierung derartiger Anlagen erfordert eine sorgfältige Situationsanalyse und ein gutes Verständnis der Wäschereiprozesse.

Ein Beispiel einer derartigen Anlage ist im Schulthess Newsletter "Expert" Nr. 5/2006 [2] dokumentiert, vgl. Anhang 10.3. Die realisierte Anlage umfasst je fünf Waschmaschinen und Tumbler à 30 kg; es wird eine Einsparung von 45 bis 60 % gegenüber konventionellen elektrisch versorgten Anlagen dokumentiert. Die Wärmerückgewinnung-Ausrüstung umfasst einen Wärmetauscher (Kühlregister) in der Tumbler-Abluft mit zusätzlichem Ventilator sowie einen Warmwasserspeicher, in welchen das im Wärmetauscher erwärmte Frischwasser eingespeist wird. Die Waschmaschinen beziehen das Wasser für die Waschgänge aus diesem Speicher. Beim gesamten Energiekonzept ist zu beachten, dass allfällige andere Quellen erneuerbarer Energie für das Warmwasser nicht unzulässig konkurriert werden.



Figur 7 Wärmerückgewinnung aus Tumbler-Abluft, schematisch (Grafik Schulthess)

6.4 Wäschereibetrieb

Bei allen Wäscherei-Prozessen besteht ein Zusammenhang zwischen Energieeffizienz und Benutzungsverhalten: Wenn Maschinen schlecht ausgelastet – also mit zu kleiner Beladung – laufen, resultiert ein höherer spezifischer Energieverbrauch (pro kg Wäsche). Im professionellen Wäschereibetrieb sollte schon wegen der Personalkosten auf eine gute Beladung geachtet werden. Es hat sich als zweckmässig erwiesen, bei der Inbetriebnahme neuer Maschinen Probechargen mit unterschiedlicher Beladung zu fahren, um die optimale Beladung für verschiedene Programme und das Handling zu erproben. Dabei ist von den Angaben der Maschinenlieferanten auszugehen. Die optimalen Beladungsangaben sollten möglichst direkt an den Maschinen angeschrieben werden; für die gelegentliche Kontrolle sollte eine Waage bereitstehen. Für Tumbler kann die Beladungsangabe in "Waschmaschineneinheiten" angegeben werden. Günstig ist eine Abstimmung der Kapazitäten: 1 Standard-Waschmaschinencharge = 1 Tumblercharge (oder eventuell 2, wenn nur kleinere Tumbler zur Verfügung stehen).

Zurzeit sind Waschmaschinen mit eingebauter Waage in Entwicklung, welche die Wasser- und Waschmitteldosierung automatisch anpassen und bei kleiner Teilbeladung Warnhinweise ausgeben.

6.5 Erfahrungen mit gewerblichen Wärmepumpen-Tumbler

Die Stadt Zürich hat einige Erfahrungen mit Pilotprojekten von gewerblichen Wärmepumpen-Tumbleranlagen gemacht. Diese Anlagen sind meist Einzelanfertigungen von Wärmepumpen-anlagen, die mit einem umgebauten konventionellen Abluft-Tumbler kombiniert wurden (vgl. Figur 6). Die Investitionskosten waren relativ hoch, durch Förderbeiträge als Pilotprojekte ist jedoch die Wirtschaftlichkeit für die Betreiber in Ordnung. Weitere Anlagen des gleichen Herstellers werden von den Schweizer Jugendherbergen betrieben. Die betrieblichen Erfahrungen und die technische Entwicklung bei gewerblichen Wärmepumpen-Tumbler haben jedoch gezeigt, dass solche "nach Mass" gebauten Anlagen insgesamt zu teuer und räumlich zu gross werden und dass die Gewährleistung des Services kritisch ist (vgl. Literatur: Erfolgskontrolle zu "Markteinführung gewerblicher Wärmepumpen-Wäschetrockner" [1]). Dieses System ist deshalb nicht als breit anwendbare Lösung zu empfehlen.

Neue kompakte Produkte von Anbietern professioneller Wäschereigeräte (Electrolux, Miele) sind 2010 / 2011 auf dem Markt erschienen. Diese Geräte weisen bei der deklarierten maximalen Beladung vergleichsweise tiefe Trockenleistungen auf, das heisst die Chargen dauern für den üblichen Wäschereibetrieb zu lange. Daher müssen sie entweder mit stark reduzierter Beladung betrieben werden oder die Abläufe müssen so angepasst werden, dass die Trockendauer von zum Beispiel 60 Minuten durch parallel betriebene Geräte aufgefangen werden kann. Auch bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung ist die effektive Trockenleistung zu berücksichtigen (höhere Amortisationskosten bei mehr erforderlichen Geräten).

7 Vorgehen bei Neuplanungen

7.1 Wichtigste Einflussgrößen für die Planung

Bedarfsanalyse

Grundlage ist eine Bedarfsanalyse der zu behandelnden Wäsche nach Menge und Behandlungsart, mit Berücksichtigung der zukünftigen Entwicklung bzw. allfälliger Ausbauprojekte.

Raumbedarf

Neben den üblichen Raumanforderungen der Wäschereiplaner sind besondere Raumbedürfnisse neuer energieeffizienter Systeme zu berücksichtigen. Wärmerückgewinnungs- oder Wärmepumpenanlagen für Tumbler benötigen wesentlich mehr Raum als der Tumbler allein. Die Installationen für Abluftentsorgung und Zuluft sind ebenfalls anzupassen oder sind Teil von Wärmerückgewinnungs- oder Wärmepumpenanlagen. Neben dem Raumbedarf der Komponenten ist deren Einbringung zu berücksichtigen, z.B. sind Wärmepumpen-Tumbler grösser und schwerer als Abluftgeräte.

Warmwasserversorgung

Möglichkeiten der Energieversorgung für Warmwasser (für die Waschmaschinen) und eventuell für die Wäschetrocknung. Bei einem Neubau mit gewerblicher Wäschetrocknung ist ein energetisches Gesamtkonzept auch bezüglich Warmwasserversorgung schon in der Konzeptphase (also vor dem Vorprojekt) unerlässlich. In der Regel gibt es im Gebäude Abwärmequellen (z.B. aus gewerblicher Kälte) sowie zunehmend Sonnenkollektor- oder Wärmepumpenanlagen. Wegen der unterschiedlichen zeitlichen Verfügbarkeit und Temperaturniveaus dieser Quellen ist eine detaillierte Analyse zusammen mit den Wärmeverbrauchern erforderlich. Ein viel zu grosses Angebot an Niedertemperaturwärme wäre wirtschaftlich nicht sinnvoll. Wenn hingegen kaum günstiges Warmwasser verfügbar ist, lohnen sich eventuell Wärmerückgewinnungs-Module für die Waschmaschine.

Wärmerückgewinnung

Möglichkeiten der Verwendung von zurückgewonnener Wärme aus Wäschetrocknung und eventuell Waschmaschinen-Abwasser (z.B. für Wassererwärmung und Lüftung). Aus dem oben Gesagten folgt, dass unter Umständen zusätzliche Wärme aus Wärmerückgewinnung (WRG) im Gesamtkonzept gar nicht oder nur zeitweise willkommen ist, weil das sonst verfügbare Angebot schon genügt. Dies würde gegen eine Abluft-Tumbleranlage mit WRG sprechen.

Raumklima der Wäscherei

Unbedingt in die Planung einbeziehen. Je nach Zeitpunkt und Aktivität muss ein Wäschereiraum geheizt (frühmorgens im Winter) oder gekühlt werden und immer ist etwas Frischluft erforderlich. Zur Verfügung stehende Abwärme soll soweit sinnvoll genutzt werden; allfällige Heizkörper müssen entsprechend zurückgeregelt werden (Thermostatventile oder zentrale Regelung). Im Gegensatz zu Abluft-Tumbler, welche (kalte) Ersatzluft ansaugen, liefern Wärmepumpen-Tumbler nahezu die ganze als Strom aufgenommene Energie als Abwärme in den Raum. Wenn zeitweise Überwärmung droht, ist die verursachende Abwärme möglichst direkt zu entfernen. Wenn eine dezentrale Lüftung mit Aussenluft eingesetzt werden soll, sind dafür geeignete Lufteinlässe zu planen; bei offenen Fenstern "zieht es" in der Regel. Bei einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist die Wäscherei zweckmässig einzubinden.

7.2 Energiedatenerfassung einbauen

Bei allen erheblich Energie verbrauchenden Anlagen soll eine Energiedatenerfassung schon bei der Erstellung eingebaut werden, da dies meist mit geringen Mehrkosten möglich ist und u.a. die Betriebsoptimierung sehr erleichtert. In neuen Maschinen sind manche Messfühler bereits integriert und können eventuell sogar über ein Leitsystem abgefragt werden; dann ist die Leitsystem-Kommunikation vorzusehen. Bei Wäschereien sind die folgenden Messgeräte bzw. Messfühler sinnvoll, wenn möglich mit Datenausgang oder Fernablesung:

- Elektrizitätszähler (Wirkleistung) pro Waschmaschine und Tumbler. Bei mehreren gleichen Maschinen kann allenfalls nur 1 Zähler eingesetzt werden, wenn Betriebsstundenzähler je Maschine vorhanden sind. Es können günstige "Privatzähler", eventuell sogar mit Rollenzählwerk, eingesetzt werden, allerdings 3-phasig. Die minimale Mess-Ausstattung, welche auch in bestehenden Anlagen nachgerüstet werden kann, ist ein Elektrizitätszähler für die gesamte Wäscherei. Besser ist eine separate Erfassung von Waschmaschinen, Trocknungsgeräten und übrigen Verbrauchern.
- Betriebsstundenzähler je Maschine (in der Regel vorhanden, Daten eventuell über Menu auszulesen).
- Warmwasserzähler für Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss, eventuell 1 für alle Waschmaschinen; diese sind kostengünstig. Ohne Temperatur-Erfassung gibt dies nur Anhaltspunkte über den Wärmebezug; durch eine Temperatur-Registrierung über eine typische Woche erhält man genauere Hinweise.
- Erfassung der Wäschemenge: eine einigermaßen genaue Erfassung ist nur durch Wiegen der Wäsche möglich. Dies ist für das Personal recht aufwändig, ausser wenn die Waschmaschine wiegt und die Werte beim Start abspeichern kann. Sehr nützlich sind Wäschewagen mit eingebauter Waage, welche zudem eine genaue Beladung der Maschinen ermöglichen. Als Alternative kann eine im Boden eingelassene Waage eine bequeme Gewichtserfassung der Wäschewagen erlauben. Die Kosten sind jedoch beträchtlich. Für eine vereinfachte Abschätzung können einmalig typische Tages-Chargen gewogen und hochgerechnet werden, wofür gegebenenfalls eine Waage gemietet werden kann.
- Effizienz- und Produktionsleistungs-Messung für die Abnahme der Anlagen: Für die Überprüfung der offerierten und garantierten Leistungen sind eigene bzw. neutrale Messungen sehr zu empfehlen. Wenn es um die Garantie geht, sollte der garantierende Lieferant dem Messkonzept vorgängig zustimmen oder sogar einen Teil der Kosten übernehmen. Vor allem bei neuartigen Systemen (Wärmepumpen-Tumbler, WRG-Anlagen) sind einwandfreie, reproduzierbare Messungen wichtig, da unter Umständen erst wenige und manchmal zu optimistisch ermittelte Daten verfügbar sind.

Wenn die Lieferanten-Angaben überprüft werden sollen, ist dafür genau definierte Wäsche (z.B. Baumwollgewebe 175 g/m² gemäss ISO 9398-4) oder Testwäsche gemäss EN 61121 zu verwenden. Der Vergleich mit Lieferanten-Daten sollte nicht an unvergleichbarer Wäsche scheitern. Selbstverständlich müssen Elektrizitätszähler für die zu prüfende Maschine und eine kalibrierte Waage vorhanden sein.

Bei Energieeffizienz-Massnahmen ist immer eine Erfolgskontrolle mit zu planen (inklusive deren Finanzierung). Dies einerseits um die Investitionen rechtfertigen zu können und andererseits um etwas lernen zu können, und es beim nächsten Projekt noch besser zu machen.

8 Vorgehen bei Erneuerungen bzw. bei bestehenden Anlagen

Auch bei Erneuerungen ist eine Bedarfsanalyse die wichtigste Planungsgrundlage; wobei diese aus dem bisherigen Betrieb vorliegen sollte und damit genauer sein kann als bei einem Neubau. Falls noch keine Erfassung der Wäschemengen praktiziert wurde, sollte dies rechtzeitig vor Änderungen des Betriebes veranlasst werden. Eine Kontrolle durch Wiegen der Wäsche während eines oder einiger Tage ist unerlässlich. Zusammen mit der Erfassung der Chargen-Zahlen ist eine Hochrechnung möglich. Bezüglich Wiege-Methoden vgl. Punkt 1.1.

Bei Erneuerungen sind die Raumverhältnisse oft eine stark einschränkende Rahmenbedingung, da der Baukörper gegeben ist und bauliche Anpassungen kostspielig sind. Zu beachten ist auch die Einbringung grosser Komponenten, etwa eines unzerlegten Wärmepumpen-Tumblers. Für Anlagen mit beträchtlichem zusätzlichem Platzbedarf (Wärmerückgewinnung) sind Lösungen mit einer zweckmässigen räumlichen Anordnung der Komponenten zu finden. Luftkanäle und Verbindungen müssen sorgfältig ausgeführt und wärmegeämmt werden, um deren Wärmeverluste zu minimieren und Luftlecks zu vermeiden.

Bezüglich Energie-Gesamtkonzept und dessen frühzeitige Optimierung gilt grundsätzlich das Gleiche wie bei Neubauten, auch wenn manche Randbedingungen einschränkender sind und oft Bestehendes zu integrieren ist.

Bezüglich Energiedatenerfassung und Erfolgskontrolle gilt das Gleiche wie bei Neubauten.

9 Checkliste

Legende "Projektphase" V = Vorprojekt, P = Projektierung, A = Ausschreibung, R = Realisierung, B = Betriebnahme

Projektphase	Anforderungen	Kontrolle					Zuständig / Termine				
		V	P	A	R	B	V	P	A	R	B
✓ (✓)	Zusammenstellung des Projektteams Lingerie: Wäschereifachperson (Anbieter dabei? Eventuell bei Erneuerung) Bauherrschaft- und Architekten-Vertretung, Haustechnik- bzw. Gesamtplaner, eventuell unabhängige Fachperson für Energiekonzept/Lingerie										
✓ (✓)	Wäscheanfall (Erfassung Ist-Zustand, eventuell 1 Woche Wäsche wiegen)										
✓ (✓)	Kapazitätsanforderungen neu, abgestimmt auf Personaleinsatz bzw. -Verfügbarkeit (Mängeln möglichst vermeiden)										
✓	Effizienz-Optionen: Wärmepumpen-Tumbler oder Tumbler-Abwärmenutzungsanlage, Lüftungsanlage und allfällige Klimakühlung										
✓ (✓)	Waschmaschinen mit Warmwasseranschluss , vor allem mit den Wärmequellen: Abwärmenutzung (z.B. gewerbliche Kälte), Sonnenkollektoren, Fernwärme, Wärmepumpenheizung, Holzheizung										
✓	Energiekonzept gesamt, insbesondere erneuerbare Energien und Abwärme für Warmwasser, zusammen mit allfälligem Einsatz von Abwärmenutzung von Abluft-Tumbler oder der Abwärme im Raum (Wärmepumpen-Tumbler, Mangeln etc.).										
✓ (✓)	Raumverhältnisse: Wärmepumpen-Tumbler einsetzbar, Anforderungen Lüftung/Kühlung und allfällige Abluftführung (Ablufttumbler), Einbringung der Maschinen										
✓	Varianten- Darstellung und Evaluierung. Eine definitive Auswahl ist möglicherweise erst in einem späteren Zeitpunkt möglich (nach Ausschreibung, wenn die Kosten bekannt sind).										
✓ (✓)	Effizienz-Anforderungen und zu deklarierende Daten genau definieren, ebenso Garantiewerte und -bedingungen										
✓ (✓)(✓)	Mess- und Anzeigegeräte im Lieferumfang definieren										
✓ (✓)(✓)	Raumverhältnisse (inkl. Einbringungswege) beschreiben										
✓ (✓)	Inbetriebnahme , Abnahme, Energiemessungen, Programmzeitmessungen, Garantiewerte verifizieren										
	✓ Energiemessungen: Termine planen, Messungen durchführen vor Schlusszahlung										
	✓ Benchmark bzw. Garantiewerte kontrollieren, allenf. mahnen										
	✓ Personalinstruktion , Abläufe optimieren, Feedback einholen										
	✓ Betriebsoptimierung anhand laufend erfassten Messdaten										

Die Checkliste ist als Beispiel zu verstehen; sie soll dem jeweiligen Projekt angepasst werden.

10 Anhang

10.1 Literatur

- [1] Erfolgskontrolle zu "Markteinführung gewerblicher Wärmepumpen-Wäschetrockner", Jürg Nipkow, Schlussbericht ewz-Stromsparfonds-Projekt, Mai 2007
- [2] Innovative Wäschereilösung mit Wärmerückgewinnung spart bis zu 60 % Strom, Schulthess Expert Newsletter Nr. 5/2006

10.2 Datenvergleich Wärmepumpen- und konventioneller Tumbler

Da vorerst von den Anbietern noch kaum leicht vergleichbare Daten auf einfache Weise dargestellt werden, ist dies beispielhaft für Miele-Tumbler (2011) in der folgenden Tabelle zusammengestellt: www.mieleprofessional.ch > Produkte > Wäschereitechnik > Geräte

	<i>Wärmepumpentrockner PT 8337 Profitronic M</i>		<i>Konventioneller Trockner PT 8337 Profitronic M Elektro</i>	
	<i>13 kg</i>	<i>16 kg</i>	<i>13 kg</i>	<i>16 kg</i>
<i>Beladung bei</i>				
Koch/Buntwäsche trocken und 50 % auf 0 % Restfeuchte, inklusive Abkühlphase bis 50°C	2,97 kWh 54 min.	3,52 kWh 62 min.	6,6 kWh 24 min.	7,9 kWh 29 min.
Spezifischer Energieverbrauch [kWh/kg entferntes Wasser]	0,46	0,44	1,01	0,96

Kommentar:

Die Reduktion des Energieverbrauchs um über 50 % geht aus den Daten klar hervor; gegenüber ersten Deklarationen wurden die Werte per August 2011 etwas geändert. Es fehlen Angaben bzw. eine Differenzierung bezüglich Warm- oder Kaltstart. Für die Wäschereiplanung ist unbedingt zu beachten, dass die Trocknungszeiten des Wärmepumpen-Tumblers wesentlich länger sind, mehr als das Doppelte des konventionellen Tumblers.



1 Innovative Wäschereilösung mit Wärmerückgewinnung.

3 Weltpremiere von Schulthess: Die neue Spirit XLI.

4 Hier können Sie etwas erleben: Schulthess an den Fachmessen.

4 Bugelseminare für Profis.

Im Fokus

Innovative Wäschereilösung mit Wärmerückgewinnung spart bis zu 60% Strom

Editorial

Liebe Kundinnen, liebe Kunden



Die Ökologie der Produkte hatte für Schulthess schon immer eine grosse Bedeutung. Im Bereich der gewerblichen Wäschereien sind Faktoren wie Sauberkeit, Schnelligkeit und Wirtschaftlichkeit aber von mindestens ebenso grosser Wichtigkeit. Die Wärmerückgewinnungsanlage in der SBB-Wäscherei in Zürich-Altstetten zeigt, dass eine ökologische Lösung nicht auf Kosten der Wirtschaftlichkeit und der Geschwindigkeit gehen muss. Im Gegenteil: Hier wurde ein Konzept gefunden, das bei mittelgrossen Wäschereien in allen Bereichen Vorteile bringt.

Die Innovationskraft von Schulthess wird auch in der neuen Spirit XLI-Generation sichtbar. Eine Waschmaschine, die erkennt, wie schmutzig die Wäsche ist: das hat es bis anhin weltweit noch nicht gegeben. Dass ausgerechnet Schulthess eine solch sinnvolle Neuerung auf den Markt bringt, zeigt, dass auch vergleichsweise kleinere Firmen dank ihrer Flexibilität einen Schritt voraus sein können.

Ihr Hans Peter Stamm
 Bereichsleiter Verkauf & Marketing

von Seite 1.

Die Funktionsweise erklärt Matthias Thieme, Inhaber von Thema Klima AG, wie folgt: «Die Abwärme der Wäschetrockner wird in herkömmlichen Abluftkanälen gesammelt. In einem Filter von Restflusen gereinigt und dann via Kühlleger über einen druckgesteuerten Ventilator ins Freie geblasen. Mit der im Kühlleger aufgenommenen Energie wird ein Boiler auf 45-55° C beheizt bzw. geladen. Dieses Warmwasser wird den Waschmaschinen zugeführt». (siehe auch Grafik)

Dadurch wird einerseits die Energie gespart, die ein Wäschetrockner zum Aufbereiten des Wassers benötigt und andererseits wird der Wasserverbrauch verkleinert. Der Energieverbrauch wird somit um bis zu 60% reduziert, bei gleichzeitiger Erhöhung der Produktivität.

«Gegenüber einer Lösung mit einer Wärmepumpe hat diese sehr einfache Lösung den Vorteil, dass betriebs- und verbrauchsgebundene Kosten niedriger sind, dafür aber die Lebensdauer höher ist. Die Anlage lässt sich unter Berücksichtigung aller Einflüsse damit in rund 5 Jahren amortisieren» bestätigt Matthias Thieme. Das ist auch gegenüber anderen Lösungen ein sehr günstiger Wert.

Minimale Anlagengrösse erforderlich

Solche Anlagen bedingen eine minimale Grösse einer Wäscherei. Ab ca. 100 kg Trockenvolumen fängt sich die Investition, die bei ca. CHF 30'000 beginnt, an zu rechnen. Also keine Lösung für jeden Betrieb, aber in Hotels ab ca. 100 Betten und Altersheimen ab ca. 60 Betten, Mittel, die eine erhebliche Senkung der Betriebskosten bewirken

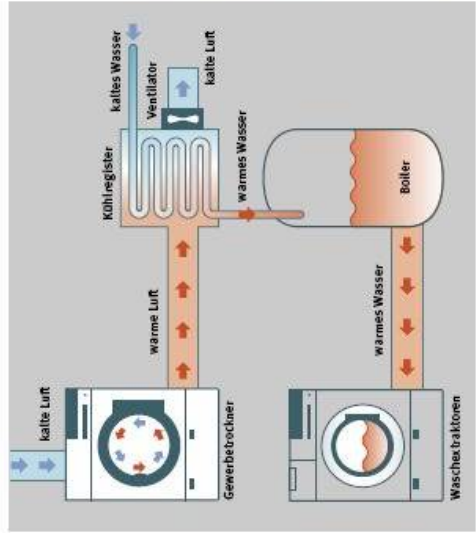
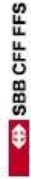


Frau Johanna Hofer, Leiterin der Wäscherei, erklärt die für die SBB speziell kreierten Waschprogramme.

können. Zumal die Energiekosten ohne Wärmerückgewinnung doch einen bedeutenden Anteil an den Betriebskosten haben. D.h. die Kosten pro Kilogramm Wäsche können so auf weniger als CHF 2,- im Durchschnitt gesenkt werden.

SBB «anyway solutions», Thema Klima und Schulthess – alle Beteiligten sind sehr zufrieden mit der innovativen und individuellen Lösung, denn diese macht ökologisch und ökonomisch Sinn: Was will man mehr?

Thema:Klima.



Im Kühlleger wird das kalte Wasser durch die warme Tumbleluft erwärmt.