

Revision SIA 380/4 Elektrische Energie im Hochbau

Betriebseinrichtungen: Waschen + Trocknen

Auf Grund der Untersuchung „Betriebseinrichtungen, Vorgehen“ hat die SIA-Kommission 380/4 beschlossen, folgende Betriebseinrichtungen genauer zu betrachten:

- Grosse Haushaltgeräte
(weisse Ware: Kochfeld, Backofen, Geschirrspüler, Kühlschrank, Gefrierschrank und -truhe, **Waschmaschine, Tumbler, Raumluft-Wäschetrockner**)

Inhalt

1. Empfehlungen zur Ausstattung.....	2
1.1 Energiedienstleistung Waschen und Trocknen.....	2
1.2 Wasch- und Trockenräume.....	2
1.3 Waschmaschinen	2
EFH, Eigentumswohnung, Wohnung mit eigenem Wirtschaftsraum	2
Mehrfamilienhaus	3
1.4 Wäschetrocknung	4
Bauliche Gegebenheiten, Trocknungssysteme	4
Empfehlungen für alle Objekte.....	5
Einfamilienhaus	5
Eigentumswohnung, Wohnung mit eigenem Wirtschaftsraum	6
Mehrfamilienhaus	7
2. Grenz- und Zielwerte	8
3. Berechnungsmethode.....	10
3.1 Flächenbezogene Werte	10
3.2 Verbrauchswerte nach Ausstattung und Zimmerzahl.....	11
3.3 Berechnung von Objektwerten	11
4. Quellen und Hinweise	12



Der vorliegende Bericht wurde im Auftrag der SIA Kommission 380/4 *Elektrische Energie im Hochbau* erstellt und diente als Grundlage für die Überarbeitung dieser Norm. Für den Inhalt des Berichts sind die Autoren verantwortlich. Allfällige Abweichungen der Norm vom Berichtsinhalt sind von der SIA Kommission 380/4 bewusst vorgenommen worden.

Jürg Nipkow, ARENA, Zürich

3. Juni 2002

1. Empfehlungen zur Ausstattung

1.1 Energiedienstleistung Waschen und Trocknen

Wäsche waschen und trocknen ist eine der grundlegenden Dienstleistungen im Haushalt bzw. verwandten Gebäudenutzungen, welche mit einem relativ hohen Energie- und Wasserverbrauch verbunden ist. Für das Waschen wird ungefähr gleich viel Energie wie für Kochen oder Kühlen eingesetzt; das maschinelle Wäschetrocknen erfordert nochmals mindestens ebenso viel (meist 2 - 3 mal so viel, u.U. sogar nochmals ebenso viel Wasser für Kondensations-Tumbler).

In der Regel sind auch Zusammenhänge mit dem Gebäude gegeben: Waschküche bzw. Wirtschaftsraum, Trockenraum. Das Wäschetrocknen kann zudem bauphysikalische Probleme verursachen (Feuchteschäden und/oder ungenügende Trocknungswirkung bei tiefen Aussentemperaturen).

1.2 Wasch- und Trockenräume

Im EFH und oft auch in Eigentumswohnungen oder Mietwohnungen mit hohem Standard wird ein eigener Wirtschaftsraum in erster Linie für das Waschen und Trocknen erstellt. In MFH sind nach wie vor gemeinschaftliche Anlagen üblich. Der entsprechende Raumbedarf kann aus den Beschreibungen zu den Geräte abgeleitet werden.

Bei Gebäuden mit guter Wärmedämmung stellt sich die Frage der Integration der Wasch-/Trockenräume in den Wärmedämmperimeter. Werden diese Räume nicht integriert, so kann die Raumtemperatur zeitweise gegen 10°C sinken und ist damit eindeutig zu tief für die vorgesehene Nutzung. Somit sollten Wasch- und Trockenräume konsequenterweise innerhalb des Wärmedämmperimeters liegen. Ist dies nicht möglich, so muss für eine Mindest-Wärmedämmung gegen Aussenklima und kalte Räume gesorgt werden.

Dadurch ist aber ein unkontrollierter Luftwechsel zum Wäschetrocknen in der Heizperiode nicht sinnvoll, was die traditionelle Methode des Trocknens ohne Geräte in temperierten Trockenräumen verunmöglicht. Diese ist jedoch auch vom Energieverbrauch her ungünstig. Zeitgemässe Alternativen sowie Zusammenhänge mit kontrollierter Wohnungslüftung sind unten beschrieben.

1.3 Waschmaschinen

EFH, Eigentumswohnung, Wohnung mit eigenem Wirtschaftsraum

- Waschmaschine der Klasse AAA (Energie-Etikette), meist 5 kg Fassungsvermögen. Das 2. A steht für die Waschwirkung, das 3. A für Schleudewirkung ist für den Trocknungsenergieverbrauch massgebend. Da heute bereits ein sehr grosser Teil des Angebots Die Energie-Klasse A erreicht, sind bei der Auswahl AAA-Geräte zu empfehlen.

Mehrfamilienhaus

Es müssen MFH-taugliche Maschinen (robustere Bauart, teurer) eingesetzt werden
Häufigste Kapazität dieser Maschinen: 6 kg. Es gibt aber auch 4...5 kg (in Bauten mit vielen Kleinwohnungen ist (mindestens) **eine** kleine Maschine sinnvoll).

Das "Waschsalon-System" hat sich bezüglich Ausnützung sehr bewährt: Mindestens 3 Waschmaschinen sowie zugehörige Trocknungseinrichtungen werden räumlich zusammengefasst. Jede Maschine kann in einer Einschreibelliste stunden- oder halbtage-weise gebucht werden. So sind fast immer Kapazitäten frei.

Die verbrauchsabhängige Betriebskostenabrechnung (Cash Card System oder Zählerumschaltung) gibt Anreiz zu guter Maschinenauslastung und damit guter Effizienz. Bei Zählerumschaltung wird der Wasserverbrauch nicht berücksichtigt. Wo möglich ist das Wäschetrocknen einzubeziehen (grösserer Energieverbrauch als Waschen!).

Maschinen-Kapazität

Annahme (max.) 6 Füllungen/Tag, 5 Tage pro Woche = 30 Füllungen pro Woche (Rest Reserve). Für den Wäscheanfall wird mit **7 kg Wäsche pro Person und Woche** [1] gerechnet. Damit ergeben sich die Ausstattungs-Richtwerte gemäss Tabelle 1.

Kapazität der Maschine (kg)	4.5	5	6
Maschinenanteile / Person (min.)	0.052	0.047	0.039
Personen / Maschine (max.)	19	21	25
Personen / Maschine (grosszügig)	10	11	13

Tab. 1 Ausstattungs-Richtwerte mit 7 kg Wäsche pro Person und 30 Maschinenfüllungen pro Woche (M.-Anteil/P. = 7 / 30 / M.-Kap.).

Die maximalen Werte für "Personen / Maschine" sind nur unter günstigen Bedingungen zumutbar (grosse, nichtüberbelegte Wohnungen, "Hausfrauen", Waschsalonbetrieb, gute Maschinenfüllung, Verbrauchsabrechnung). Insbesondere in Bauten mit vielen kleinen Wohnungen ergeben sich durch Friktionen bei der Waschräumenbenutzung wesentlich kleinere realistische Belegungen. Auch im "gehobenen" Wohnungsbau soll grosszügiger ausgestattet werden.

Da die Personenbelegung in Wohnbauten im Mittel kleiner ist als gemäss der Zimmerzahl möglich, wird die Ausstattung entsprechend angepasst bzw. eine scheinbar knappe Ausstattung wird dadurch eher grosszügig. Tabelle 2 zeigt für eine Belegungs-Annahme von 0.8 Personen/Zimmer (analog Elektro-Wassererwärmer) und mit 7 kg Wäsche pro Person und Woche die erforderliche Maschinenzahl pro Wohnung für max. Ausnützung und grosszügige Ausstattung. Die Werte sind z.T. gerundet, sie gelten für **6 kg Waschmaschinen**.

Zimmerzahl	Personenzahl (0.8 P/Zi)	Wäscheanfall kg/a	Waschmaschinen p.Wg. (max. Ausnützung)	Waschmaschinen p. Wg. (grosszügige Ausstattung)
1	1	350	0.04	0.08
2	1.6	560	0.07	0.14
3	2.4	840	0.1	0.2
4	3.2	1'120	0.13	0.26
5	4	1'400	0.16	0.32
6	4.8	1'680	0.19	0.38
7	5.6	1'960	0.22	0.44

Tab. 2 Wäscheanfall und Waschmaschinen-Bedarf (à 6 kg) pro Wohnung, mit 7 kg Wäsche pro Person und Woche

Raumbedarf

Eine Waschmaschine benötigt zwar nur eine kleine Aufstellfläche; es sind jedoch weitere Flächen für die Wäsche-Handhabung, Waschmittelschränke etc. erforderlich, so dass mit etwa 4 m² (Grundwert) + 4 m² pro Maschine gerechnet werden soll. Für Wäschetrocknungs-Einrichtungen im gleichen Raum ist die Fläche entsprechend zu erhöhen, vgl. unten.

1.4 Wäschetrocknung

Bauliche Gegebenheiten, Trocknungssysteme

Maschinelles Wäschetrocknen braucht mehr Energie als das vorgängige Waschen, da die Restfeuchte in Wasserdampf umgewandelt werden muss. "Natürliches" Wäschetrocknen im Freien oder in einem unbeheizten Raum wird kaum mehr praktiziert (Berufstätigkeit, Witterung, keine Räume mehr). Weil jedoch nicht alle Wäsche für Tumbler geeignet ist, werden in jedem Fall auch Hängemöglichkeiten benötigt (kann auch ein Trockenschrank sein).

Auch in Neubauten umfasst deshalb die Infrastruktur für Waschen/Trocknen nebst dem Waschraum auch einen Trockenraum. Da – gegenüber früher – kaum mehr Abwärme zur Verfügung steht, wird dieser zur Gewährleistung einer annehmbaren Trockenleistung bzw. Trockenzeit oft mit einem Raumluft-Wäschetrockner ausgerüstet.

Tabelle 3 zeigt den Energieverbrauch von heute installierten Trocknungssystemen, in kWh pro kg Trockenwäsche nach EN 61121 (70% Wäschefeuchte), sowie wichtige Eigenschaften. Die Bestwerte des Energieverbrauchs stammen aus den Warendecklarationen; mittlere bzw. Praxiswerte liegen u.a. wegen schlechter Auslastung i.d.R. deutlich ungünstiger.

System	Energieverbrauch [kWh/kg]		Bemerkungen
	Bestwerte	mittlere Werte	
Tumbler Abluft	0.6	0.8	Zuluft-/Abluft-Installation, Raum-Auskühlung
Tumbler Luft-Kondensation	0.66	0.85	Abwärme im Raum kritisch (bis 6 kW)
Tumbler Wasser-Kondensation	0.63	0.85	Wegen hohem Trinkwasserverbrauch kaum mehr eingesetzt
Tumbler Wärmepumpe	0.3	0.35	noch wenig Produkte
Trockenschrank Wärmepumpe	0.3	0.35	1 Produkt, sehr teuer
Raumluft-Wäschetrockner	0.4	0.55	Trockenraum über ca. 15°C nötig
Lufterhitzer (geregelter Ventilation und Heizung)	1.2 davon 0.1 elektr.	2	Trockenraum nötig. Kein Kompakt-Produkt. Nur mit Abwärme sinnvoll.

Tab. 3 Energieverbrauch von Trocknungssystemen, in kWh pro kg Trockenwäsche nach EN 61121 (70% Wäscheuchte), sowie wichtige Eigenschaften. Bestwerte gemäss Warendecklaration; mittlere (Praxis-) Werte liegen u.a. wegen schlechter Auslastung i.d.R. deutlich ungünstiger.

Empfehlungen für alle Objekte

Wo immer möglich soll eine transport- und bedienungsfreundliche Hängevorrichtung im Freien installiert werden. Ideal wäre ein regengeschützter Platz oder aber ein Estrich. Umwelt-Energie kostet nichts und belastet nicht!

Die Kapazität von Wäschetrocknungs-Geräten kann etwa 20% kleiner als jene der Waschmaschine sein, da immer ein Teil der Wäsche direkt gebügelt oder in der Wohnung getrocknet wird. Ausserdem werden die Waschmaschinen im Mittel nicht voll ausgelastet, z.B. bei pflegeleichter Wäsche, welche auch noch schneller als etwa Baumwolle trocknet.

Tumbler sind zudem nur für 70...80% der verbleibenden Wäschemenge auszulegen, da ein Teil der Wäsche mit einem ergänzenden System ohne Trommel, z.B. Raumluft-Wäschetrockner, getrocknet wird. Bei Einrichtungen mit einzelnen Geräten pro Waschraum ist ein entsprechend kleiner Tumbler nicht immer erhältlich. Bei Waschsälen kann die Anzahl Waschmaschinen und Tumbler unterschiedlich sein.

Einfamilienhaus

In älteren EFH (vor ca. 1990) gab es i.d.R. einen Trockenraum und etwas Abwärme (Heizung, Gefriergerät, Transmission), um eine ausreichende Trockenleistung zu gewährleisten. Allerdings muss ein minimaler Luftwechsel für die Feuchteabfuhr sorgen. Zwar wird so kein Trocknungsgerät benötigt; letztlich ist aber doch die Verdampfungswärme der Wäscheuchte aufzubringen bzw. wird der Raum entsprechend abgekühlt.

Bei Neubauten mit konsequenter Wärmedämmung (z.B. Minergie-Standard) müssen die Wasch- und Trockenräume innerhalb des Wärmedämmperimeters liegen (vgl. Kapitel 1.2). Ein unkontrollierter Luftwechsel zum Wäschetrocknen ist somit in der Heizperiode nicht sinnvoll. Daraus ergeben sich folgende Optionen:

- Wäschetrockner ohne Aussenluftaustausch:
 - Raumluf-Wäschetrockner (kleinstes Modell genügt)
 - Wärmepumpentumbler (teuer)
 - Luftkondensations-Tumbler (hoher Energieverbrauch)

Zu Tumblern ist eine zusätzliche Hängemöglichkeit nötig, welche sich aber für den kleinen Bedarf im EFH ohne besondere Vorkehrungen finden lässt. Allerdings ist eine Hängevorrichtung mit **ca. 20 m Leinen in einem Raum mit Raumluf-Wäschetrockner** bereits eine vollwertige Trocknungseinrichtung. Mit diesen Geräten sind 12...15 cm Leinenabstand möglich.

- Anschluss des Trockenraumes an die kontrollierte Wohnungslüftung.
Um annehmbare Trockenleistungen zu erreichen, sind grössere Luftmengen erforderlich als sonst für einen Nebenraum geplant. Dies ist machbar, wenn ein grösserer Anteil des Abluftstromes durch den Trockenraum "umgeleitet" wird oder mittels einer Zusatzausrüstung (vgl. Kasten). Dank Wärmetauscher in der Anlage wäre der Energieverbrauch kleiner als in Tabelle 3. Allerdings sind noch keine Messergebnisse derartiger Anlagen bekannt.

Abschätzung der Trockenzeit mit kontrollierter Wohnungslüftung:

Erforderliche Luftmenge zur Trocknung von 10 kg Trockenwäsche:

Annahme Restfeuchte 60% \Rightarrow 6 kg Wasser.

Annahme mittlere Feuchtebeladungskapazität der Luft 6 g/kg (kann im Winter höher sein)

\Rightarrow 1'000 kg Luft bzw. ca. 950 m³ werden benötigt.

Bei einem Trockenraum-Volumen von 30 m³ sind dies ca. 32 Luftwechsel. Wird der Trockenraum als Nebenraum nur mit 0.2 Luftwechseln beaufschlagt, so dauert die Trocknung über 150 Stunden, was nicht akzeptabel scheint. Durch "Umleitung" grösserer Abluftmengen durch den Trockenraum sind z.B. 30 m³/h erreichbar, was eine eher akzeptable Trocknungsdauer von 32 h ergibt.

Mit besonderen Vorkehrungen bei der Lüftungsanlage wie Zusatzventilator, evtl. Klappen, Timer für die Trocknungsfunktion sind zeitweise höhere Luftmengen und damit kürzere Trocknungsdauern zu erreichen.

- Separate Lüftung für die Wäschetrocknung (vgl. Tabelle 3: Lufterhitzer/geregelte Ventilation und Heizung). Der Energieverbrauch ist relativ hoch, allerdings kann grösstenteils nichtelektrische Wärme eingesetzt werden. Die Anlage dürfte jedoch teurer sein als eine Zusatzausrüstung der kontrollierten Wohnungslüftung.

Eigentumswohnung, Wohnung mit eigenem Wirtschaftsraum

Sofern ein Trockenraum (bzw. ein dafür genügend grosser Wirtschaftsraum) verfügbar ist, gelten die Überlegungen für EFH. Gemeinschafts-Wasch- und Trocknungsanlagen sind wie im MFH zu betrachten.

Mehrfamilienhaus

In MFH mit Gemeinschafts-Waschanlagen wurden bis ca. 1990 noch verbreitet "temperierte" Trockenräume gebaut, mit nicht wärmedämmten Heizverteilungen und/oder Radiatoren. Dieses uneffiziente System soll nicht mehr realisiert werden; viele Anlagen wurden denn auch mit Tumbler und/oder Raumluf-Wäschetrocknern nachgerüstet. Seit einiger Zeit ist der Abluft-Tumbler das meist eingesetzte Gerät, oft ergänzt durch einen (kleinen) Trockenraum, damit möglichst wenig Wäsche in den Wohnungen getrocknet wird (Bauschadengefahr).

Weil die mit Abluft-Tumbler einhergehenden Probleme sich verschärfen (Geruchsimmissionen, Raumabkühlung durch Ersatzluft), werden zunehmend Luftkondensations-Tumbler eingesetzt, welche aber einen höheren Energieverbrauch aufweisen und im Sommer oft Überwärmungsprobleme bereiten.

Unter Berücksichtigung der Lebensdauer-Kosten und des Energieverbrauches sind daher die **Ausstattungen für das Wäschetrocknen im MFH** gemäss Tabellen 4 und 5 zu empfehlen.

Wäschetrocknen MFH allgemein:

- Hängevorrichtung im Freien nicht vergessen
- Alle Geräte MFH-tauglich
- Verbrauchsabhängige Betriebskostenabrechnung (Cash Card System oder Zählerumschaltung), mit Waschmaschine kombiniert.

Tab. 4 Allgemeine Empfehlungen Wäschetrocknen MFH

Typ	1	2	3	4
Energie-effizienz	hoch	mittel	klein	klein/nicht elektr.
Raumbedarf	klein	mittel	klein/mittel	gross
Geräte	Wärmepumpen-Tumbler (ev. -Schrank) + kl. Raumluf-Wäschetrockner	Raumluf-Wäschetrockner	Abluft-Tumbler (ev. Luftkondensations-Tumbler) + kl. Raumluf-Wäschetrockner	Geregelte Ventilation und Heizung mit WRG und/oder Abwärme
Lüftungs-technik	keine (Grund-Luftwechsel)	keine	Tumbler-Abluft, ev. Ersatzluft	ev. mit anderem Lüftungssystem kombinieren
Raumklima	Wenig Feuchte- und Wärmeeintrag	Wenig Feuchte- und Wärmeeintrag	Wärmeverlust (Ersatz - f. Abluft) Grosser Wärmeeintrag (L-Ko.)	Vom System geregelt
Invest.-Kosten (ohne Raum)	hoch	tief	mittel	hoch (kein Fertigprodukt)
Betriebskosten	tief	mittel	hoch	tief / mittel

Tab. 5 Empfehlungen Geräte-Ausstattung Wäschetrocknen MFH

2. Grenz- und Zielwerte

Für die Trocknungsgeräte mit Energie-Etikette (Waschmaschinen, Tumbler) bzw. mit Waren Deklaration aufgrund eines anerkannten Prüfverfahrens (Raumluft-Wäschetrockner) können Anforderungen auf einfache Art mit der Energieverbrauchs-Klassierung definiert werden. Wo keine angemessene Klassen-Grenze besteht, kann der Anforderungswert auf einen Teil davon festgelegt werden. Die Vorschläge gemäss Tabelle 9 stützen sich auf die EU-Energie-Etikette, die VRWT-Energiedeklaration sowie praktische Erfahrungen mit diesen Geräten.

Effizienzklasse	A	B	C	D	E	F	G
Energie (kWh/kg Wäsche)	≤ 0.19	0.23	0.27	0.31	0.35	0.39	>0.39

Tab. 6 Grenzwerte der EU-Energie-Etikette für Waschmaschinen
(gemäss EU-Richtlinie 95/12/EG vom 23. Mai 1995)

Effizienzklasse	A	B	C	D	E	F	G
Abluft-Tumbler (kWh/kg Wäsche)	≤ 0.51	0.59	0.67	0.75	0.83	0.91	>0.91
Kondensations-Tumbler (kWh/kg Wäsche)	≤ 0.55	0.64	0.73	0.82	0.91	1.00	>1.00

Tab. 7 Grenzwerte der EU-Energie-Etikette für Tumbler
(gemäss EU-Richtlinie 95/13/EG vom 23. Mai 1995)

Effizienzklasse VRWT	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C
Energie (kWh/kg Wäsche)	≤ 0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	>0.64

Tab. 8 Grenzwerte der VRWT-Energiedeklaration [4]
Der Grenzwert A3 (zu B1) entspricht dem Grenzwert A (zu B) von Kondensations-Tumbler; analog der Grenzwert B3.

Anmerkungen zu Tabelle 9:

- Die heute angebotenen Waschmaschinen sind bereits zu einem grossen Teil A-klassiert. Als Zielwert muss daher ein strengerer Wert definiert werden. Evtl. ergibt sich ein solcher innert einigen Jahren durch eine Neudefinition der EU-Energie-Etiketten Grenzwerte.
- Wärmepumpen-Tumbler kennen bisher keine eigene Klassierung. Konventionelle Tumbler (mit Widerstandsheizung) können – physikalisch bedingt – keine bessere Klassierung als C erreichen. Allerdings ist die Abstufung der Energie-Etikette linear (vgl. Tabelle 7), so dass der Grenzwert A keine Herausforderung für Wärmepumpen-Tumbler darstellt (diese können 55% des Verbrauchs der besten konventionellen Kondensations-Tumbler erreichen, also 0.3 kWh/kg). Somit ist ein neuer Zielwert zu definieren, der vorgeschlagene Wert 0.35 kWh/kg ist 48% des Energie-Etiketten-Grenzwerts C von Kondensations-Tumbler.

- Für Raumluf-Wäschetrockner hat der Verband für die Förderung der Raumlufwäschetrockner VRWT mit Unterstützung des BFE ein spezielles, der Funktionsweise angepasstes Prüfrelement entwickelt [3]. Die vom VRWT in der Warendecklaration seiner Mitglieder verwendete Klassierung lehnt sich an die Energie-Etikette an, indem die Klassen-Grenzwerte A/B und B/C gleich wie die Grenzwerte der Energie-Etikette für Kondensations-Tumbler liegen, innerhalb der Klassen A und B jedoch eine feinere Unterteilung A1 - A2 - A3 - B1 - B2 - B3 mit äquidistanten Stufen von 0.03 vorgenommen wird (Tabelle 8). Der Grenzwert A1 (zu A2) ist $A1 \leq 0.49 \text{ kWh/kg}$.
- Angaben zu den EU-Energie-Etiketten-Klassierungen finden sich in den Ratgebern und Auswahlkriterien der Online Suchhilfe für energieeffiziente Geräte www.topten.ch [5].
- Tumbler mit Wasser-Kondensation weisen durch den hohen Trinkwasserverbrauch (etwa wie für das Waschen) entsprechend hohe Betriebskosten auf (Wasser-/Abwasserkosten etwa wie Elektrizitätskosten) und einen nicht sinnvollen Ressourcenverbrauch auf. Sie werden kaum mehr eingesetzt und auch kaum mehr angeboten und sollen vom SIA nicht toleriert werden.

Gerät	Grenzwert		Zielwert	
	Effizienzklasse	kWh/kg	Effizienzklasse	kWh/kg
Waschmaschine: Energieverbrauch	A	≤ 0.19	"A-neu"	$\leq 0.17^*$
Waschmaschine: Schleudewirkung	EFH: A MFH: B		EFH: A MFH: A	
Wärmepumpen-Tumbler / Schrank	A (kondensierende Tumbler)	≤ 0.55	"A für WP-Gerät" (keine EU-Werte)	≤ 0.35
Raumluf-Wäschetrockner	A3 (VRWT-Klasse)	≤ 0.55	A1 (VRWT-Klasse)	≤ 0.49
Tumbler Kondensation	C kein Trinkwasser-Verbrauch	≤ 0.73	WP-Tumbler (besser als C nicht möglich)	
Tumbler Abluft	C	≤ 0.67	WP-Tumbler (besser als C nicht möglich)	
Geregelte Ventilation und Heizung		≤ 0.15 (nur Ventilation)		≤ 0.10 (nur Ventilation)

Tab. 9 Anforderungen Elektrizitätsverbrauch pro kg (Trocken-) Wäsche

* Werte später ggf. an neue EU-Grenzwerte anzupassen

3. Berechnungsmethode

3.1 Flächenbezogene Werte

Eine Berechnung des flächenbezogenen Elektrizitätsverbrauchs für Waschen und Trocknen muss auf einer "Standardnutzung Wäscheanfall" basieren und sich jeweils auf eine Standard-Geräteausstattung beziehen.

Tabelle 10 zeigt die Gebäudekategorien nach SIA 380/1 (3.4.1.2, Tab. 5) mit den entsprechenden Personenflächen. Zusätzlich sind Werte des jährlichen Wäscheanfalls (kg/P*a) aus [1] sowie der resultierende Wäscheanfall pro m² und Jahr eingetragen. Die Gerätekategorie "Hotel", für welche Waschen und Trocknen ebenfalls wichtig ist, findet sich nicht explizit in SIA 380/1 (wird als Wohnen behandelt). Wegen der verschiedenen Standards von Hotels und unterschiedlicher Wäschebehandlung (i.d.R. nur Bett- und Küchenwäsche, oft extern) lassen sich allenfalls die MFH-Werte als grobe Richtwerte annehmen.

Die flächenbezogenen Wäschemengen von Tabelle 10 können als Standardnutzung gelten. Aufgrund dieser Werte (kg Wäsche pro m² und Jahr) könnten für typische Trocknungstechnologien Standard-Elektrizitätsverbräuche berechnet werden, vgl. Tabelle 11. Allerdings ist, analog zum Warmwasserverbrauch, die Fläche als Bezugsgrösse weniger geeignet als die Personen- oder Zimmerzahl.

Geb. Kat.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Wohnen MFH	Wohnen EFH	Verwaltung	Schulen	Verkauf	Restaurant	Versam- lungslokale	Spitäler	Industrie	Lager	Sportbauten	Hallenbäder
m ² /Pers.	40	60	20	10	10	5	5	30	20	100	20	20
kg Wäsche/ P*a	350	350						480				
kg Wäsche/ m ² *a	8.75	5.83						16				

Tab. 10 Gebäudekategorien und Personenfläche nach SIA 380/1 sowie Wäscheanfall als Vorschlag Standardnutzung

Basis-Annahmen (zu Tabelle 11)

- Als Standardnutzung wird der Wäscheanfall mit 7 kg Wäsche pro Person und Woche bzw. 350 kg pro Person und Jahr angenommen (wie Kapitel 1.3).
- Die Annahmen der Wäscheanteile bei den Ausstattungs-Typen sind Erfahrungswerte.
- Als typischer Geräte-Verbrauchswert für Waschmaschinen wird der Grenzwert + 20% Zuschlag für nicht optimale Beladung angenommen. Für Wäschetrockner werden die Grenzwerte gemäss Tabelle 6 ohne Zuschlag angenommen (Ausnahmen vgl. 3.3), weil in der Praxis die Wäsche besser geschleudert wird als gemäss Prüfnorm EN 61121 (Restfeuchte 50 bis 60% statt dem Normwert von 70%).
- Für eine genauere objektbezogene Berechnung können die entsprechenden Geräte-Verbrauchswerte gemäss Warendeclaration bzw. Energie-Etikette eingesetzt werden. Ein Rechenformular kann mit objektbezogenen Eingaben die Verbrauchswerte generieren.

3.2 Verbrauchswerte nach Ausstattung und Zimmerzahl

Für die Berechnung nach Zimmerzahl wird eine Belegung von 0.8 Personen/Zimmer (analog Elektro-Wassererwärmer) angenommen; bei 1-Zimmerwohnungen 1 Person. Dies ist die gleiche Basis wie für die Maschinen-Kapazitätsauslegung (Kapitel 1.3).

3.3 Berechnung von Objektwerten

Das Rechenmodell gemäss Tabelle 11 ist als einfache EXCEL Tabelle vorhanden und liefert die Verbrauchswerte pro Zimmer im Mehrfamilienhaus sowie pro m² in MFH, EFH und Spitälern. Hotels sind wie MFH zu behandeln. Im EFH ist evtl. eine reduzierte Zimmerzahl zuzulassen, da die mittlere Personenbelegung der Zimmer kleiner ist als im MFH. Für Spitäler wurde ein höherer Wäscheanfall eingesetzt (480 kg/P*a wie in Tabelle 10 vorgeschlagen).

Als Rechenwert des spezifischen Elektrizitätsverbrauchs wird bei den Waschmaschinen der Grenzwert +20% als Rechenwert eingesetzt (vgl. 3.1, Basis-Annahmen).

Bei den Wäschetrocknern werden die Grenzwerte von Tabelle 9 eingesetzt (vgl. 3.1, Basis-Annahmen), ausser bei den Ausstattungstypen 1 (für den Wärmepumpen-Tumbler bzw. Schrank) und 2 (Raumluft-Wäschetrockner), wo die meisten heute angebotenen Geräte den Zielwert erreichen bzw. unterbieten. Die kleinen Raumluft-Wäschetrockner der Typen 1 und 3 sind weniger effizient, weshalb dort mit dem Grenzwert gerechnet wird.

Ausstattungs-Typ	Geräte	Anteil Wäsche %	Rechenwert pro kg Wäsche		Objektwert pro Zimmer (MFH) kWh/(Zi*a) (2 und mehr Zi.-Wg.)	Objektwert [MJ/m ² a]		
			Geräte-bezogen [kWh/kg]	Für Ausstattungstyp gesamt [kWh/kg]		Wohnen MFH 40 m ² /P.	Wohnen EFH 60 m ² /P.	Spitäler 30 m ² /P.
alle	Waschmaschine	100%	0.23	.23	64.4	7.25	4.83	9.66
1	Wärmepumpen-Tumbler (ev. -Schrank) + kl. Raumluft-Wäschetrockner	70% 20%	0.35 0.55	} 0.315	88.2	9.92	6.62	13.23
2	Raumluft-Wäschetrockner	90%	0.49					
3a	Abluft-Tumbler + kl. Raumluft-Wäschetrockner	70% 20%	0.67 0.55	0.603	168.8	18.99	12.66	25.33
3b	Luftkondensations-Tumbler + kl. Raumluft-Wäschetrockner	70% 20%	0.73 0.55	} 0.657	184.0	20.70	13.80	27.59
4	Geregelte Ventilation und Heizung mit WRG und/oder Abwärme	90%	0.15	0.135	37.8	4.25	2.84	5.67

Tab. 11 Rechenergebnisse für den Elektrizitätsverbrauch Waschen und Trocknen im MFH. Bei allen Ausstattungstypen 1 bis 4 ist der Objektwert "Waschen" zum Wert "Trocknen" zu addieren, um den Gesamtwert "Waschen und Trocknen" zu erhalten.

4. Quellen und Hinweise

- [1] Energie rationell nutzen bei Einrichtungen zum Waschen und Trocknen im Mehrfamilienhaus, Broschüre A4 24 S., J. Nipkow 1999, Bezug: Zürcher Energieberatung / EWZ, Zürich.
- [2] Waschen und Trocknen - Energie rationell nutzen in Miethäusern, Faltblatt A4, E. Bush, J. Nipkow 2000, Bezug: Zürcher Energieberatung / EWZ, Zürich
- [3] Ausarbeitung eines Messverfahrens für Raumluf-Wäschetrockner, ARENA / J. Nipkow, Schlussbericht BFE Forschungsprojekt 1999, Download: www.electricity-research.ch
- [4] Energiedeklaration des Verband für die Förderung der Raumlufwäschetrockner VRWT, publiziert in "Condens, Magazin für ökologisches Wäschetrocknen" Nr. 2/1999. Bezug: VRWT-Geschäftsstelle, Schweizer Baumuster-Centrale, Zürich.
- [5] www.topten.ch Online Suchhilfe für energieeffiziente Geräte; in den Ratgebern und Auswahlkriterien finden sich Angaben zu den Energie-Etiketten-Klassierungen.