

RESSOURCENEFFIZIENZ IN TEXTILREINIGUNGEN UND WÄSCHEREIEN

RESSEff

HANDBUCH FÜR DIE PRAXIS

Dieses Handbuch bietet eine Fülle von Informationen über Ressourceneffizienz in Textilreinigungen und Wäschereien. Es ist eine überarbeitete Version des im Jahr 2013 veröffentlichten Handbuchs.

Obwohl das RessEff-Projektteam des Verbands Textilpflege Schweiz VTS mit aller Sorgfalt auf die Richtigkeit der veröffentlichten Informationen achtet, kann hinsichtlich Richtigkeit, Genauigkeit, Aktualität, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit dieser Informationen keine Gewährleistung übernommen werden. Ebenso wird jede Haftung für Schäden irgendwelcher Art, die sich durch die Anwendung des Handbuchs ergeben, abgelehnt.

Die Rechte auf Druck, Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung des Handbuchs liegen beim VTS. Das Kopieren oder andere Arten der Reproduktion von Skizzen, Bildern, Text oder Textteilen aus diesem Ordner bedarf der vorgängigen Genehmigung durch den VTS.

2. überarbeitete Auflage

© VTS 2021

INHALTSÜBERSICHT

INHALTSÜBERSICHT	2
INHALTSVERZEICHNIS	4
1 EINLEITUNG.....	8
1.1 AUSGANGSLAGE.....	9
1.2 ZIELSETZUNG	9
1.3 PROJEKTORGANISATION	10
2 ALLGEMEINER TEIL – FÜR TEXTILREINIGUNGEN UND WÄSCHEREIEN.....	12
2.1 RESSOURCENMANAGEMENT.....	12
2.2 GEBÄUDE.....	21
2.3 ENERGIEVERSORGUNG UND HAUSTECHNIK.....	27
2.4 WARTUNG UND UNTERHALT (ORGANISATORISCHE HINWEISE)	61
2.5 WARENFLUSS UND ADMINISTRATION	63
2.6 NICHT ENERGETISCHE RESSOURCEN.....	68
3 MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER WÄSCHEREI.....	80
3.1 WASCHEN.....	80
3.2 ENTWÄSSERN: TAKTPRESSE UND TAKTZENTRIFUGE.....	109
3.3 TROCKNEN.....	112
3.4 MANGELN	119
3.5 INDUSTRIELLES FINISHEN.....	126
4 MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER TEXTILREINIGUNG.....	129
4.1 PROZESSWÄRME	129
4.2 REINIGEN MIT LÖSEMITTELN.....	134
4.3 NASSREINIGUNG UND TROCKNEN	137
4.4 WASCHEN MIT KÜHLWASSER	139
4.5 VAKUUM	141
4.6 FINISHEN	142
5 SCHLUSSWORT	147
6 ANHANG.....	148
6.1 MITGLIEDSCHAFTEN UND FÖRDERBEITRÄGE	148
6.2 FACHBEGRIFFE – UMRECHNUNGSFAKTOREN	150
6.3 CHECKLISTEN UND TABELLEN	152

6.4	GESETZGEBUNG IM BEREICH ENERGIE	159
6.5	ÜBERSICHT ÜBER RELEVANTE FÖRDERPROGRAMME	160
6.6	MASSNAHMENLISTE ENERGIEEFFIZIENZ	164
6.7	BEST PRACTICE BEISPIELE.....	165
6.8	LINKS.....	176
6.9	IMPRESSUM.....	177



INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSÜBERSICHT	2
INHALTSVERZEICHNIS	4
1 EINLEITUNG.....	8
1.1 AUSGANGSLAGE.....	9
1.2 ZIELSETZUNG	9
1.3 PROJEKTORGANISATION	10
2 ALLGEMEINER TEIL – FÜR TEXTILREINIGUNGEN UND WÄSCHEREIEN.....	12
2.1 RESSOURCENMANAGEMENT.....	12
2.1.1 Grundsätzliches	12
2.1.2 Prozesse und Ressourceneinsatz	13
2.1.3 Die Blackbox-Betrachtung eines Textilpflegebetriebes	15
2.1.4 Vorgehen beim Optimieren des Ressourcenverbrauchs.....	16
2.1.5 Das Zwiebelschalenmodell	17
2.1.6 Zahlen und mögliche Ziele.....	18
2.1.7 Die grüne Wäscherei	19
2.1.8 Anforderungen an die Zahlenbasis.....	20
2.2 GEBÄUDE.....	21
2.2.1 Gebäudehülle.....	21
2.2.2 Raumklima	21
2.2.3 Lüftung/Kühlung/Heizung	22
2.2.4 Beleuchtung	25
2.3 ENERGIEVERSORGUNG UND HAUSTECHNIK.....	27
2.3.1 Primärenergieträger	27
2.3.2 Prozesswärme-Erzeugung	28
2.3.2.1 Dampfdruck senken	28
2.3.2.2 Ein-/Ausschalten minimieren.....	29
2.3.2.3 Optimierte Verbrennung.....	30
2.3.2.4 Speisewassermanagement und Verbesserung des ECO-Wirkungsgrades	31
2.3.2.5 Fernwärme und Verbundheizungen	33
2.3.2.6 Biomasse-Heizungen	34
2.3.2.7 Weitere wichtige Massnahmen.....	35
2.3.3 Prozesswärme-Verteilung.....	37
2.3.3.1 Isolation von wärmeführenden Leitungen und Absperrventilen.....	37
2.3.3.2 Prüfung der Kondensatableiter/Sicherheitsventile.....	39
2.3.3.3 Optimale Gestaltung des Dampfnetzes.....	40
2.3.4 Wasseraufbereitung.....	42
2.3.5 Druckluft.....	43

2.3.5.1	Druckluftherzeugung	43
2.3.5.2	Druckluftverteilung.....	46
2.3.6	Elektrische Energie und Motoren.....	47
2.3.7	Rückgewinnungssysteme und Abwärmenutzung – allgemeine Bemerkungen. 49	
2.3.7.1	Definitionen und Grundlagen.....	49
2.3.7.2	Wärmetauschersysteme.....	50
2.3.7.2.1	Bauarten von Wärmetauschern.....	51
2.3.7.2.2	Am Wärmetausch beteiligte Stoffe	51
2.3.7.2.3	Kondensierende und nicht kondensierende Wärmetauscher	52
2.3.7.2.4	Zentrale und dezentrale Systeme.....	53
2.3.7.3	Unbedingt zu beachten bei Planung von WRG und AWN.....	54
2.3.7.4	Prioritäten und Koordination bei WRG und AWN.....	55
2.3.7.4.1	WRG resp. AWN aus dem Abwasser der Waschprozesse	55
2.3.7.4.2	WRG resp. AWN aus der Abluft der Finishprozesse	56
2.3.7.4.3	AWN aus Verbrennungsgasen.....	56
2.3.7.4.4	AWN bei Druckluftherzeugern	57
2.3.7.5	Verwendung der zurückgewonnenen Wärme	57
2.3.8	Erneuerbare Energien.....	59
2.4	WARTUNG UND UNTERHALT (ORGANISATORISCHE HINWEISE)	61
2.5	WARENFLUSS UND ADMINISTRATION	63
2.5.1	Betriebsinterner Warenfluss	64
2.5.2	Externer Warenfluss/Vertrieb.....	66
2.5.3	Administration	67
2.6	NICHT ENERGETISCHE RESSOURCEN.....	68
2.6.1	Wasser.....	68
2.6.2	Chemie.....	71
2.6.2.1	Waschmittel.....	71
2.6.2.2	Lösemittel.....	72
2.6.2.3	Textilien.....	74
2.6.2.4	Mangelwachs	75
2.6.3	Verpackung und Betriebsmaterial.....	76
2.6.4	Lager.....	78
2.6.5	Entsorgung.....	78
3	MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER WÄSCHEREI.....	80
3.1	WASCHEN.....	80
3.1.1	Waschschleudermaschinen (WSM).....	82
3.1.1.1	Technik.....	82
3.1.1.1.1	Kriterien beim Neukauf einer Waschschleudermaschine	83
3.1.1.1.2	Nachrüstung / Umbauten an bestehenden WSM	86
3.1.1.1.3	Zentrale Dosieranlage	86
3.1.1.2	Verfahren	86
3.1.1.2.1	Vorgehen bei vorhandenen Maschinen, ohne Tanks und ohne zusätzliche	

	Wasseranschlüsse	88
3.1.1.2.2	Sinnvolle Nachrüstungen – Tanks und Warmwasser	90
3.1.1.2.3	Lösungen mit zurückgewonnenem Wasser	92
3.1.2	Kontinuierliche Waschmaschinen	94
3.1.2.1	Technik	94
3.1.2.2	Verfahren	98
3.1.2.2.1	Aufbau und Betrieb einer Neuanlage	99
3.1.2.2.2	Optimierung der bestehenden Prozesse	107
3.1.2.2.3	Sicherstellung der Funktionsweise von Anlagen mit Rückgewinnung	108
3.2	ENTWÄSSERN: TAKTPRESSE UND TAKTZENTRIFUGE	109
3.2.1	Technik und Verfahren	109
3.2.2	Rückgewinnung	111
3.3	TROCKNEN	112
3.3.1	Technik und Wartung allgemein	112
3.3.2	Durchladetrockner	115
3.3.2.1	State of the Art – bei Neukauf zu beachten	116
3.3.2.2	Umrüstung und Nachrüstung	117
3.3.3	Frontladetrockner – kleinere Trockner	117
3.4	MANGELN	119
3.4.1	Ressourcenoptimierung	119
3.4.2	Bei Neukauf beachten	122
3.4.3	Abwärmenutzung	122
3.5	INDUSTRIELLES FINISHEN	126
3.5.1	Tunnelfinisher	126
3.5.2	Taktfinisher	128
4	MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER TEXTILREINIGUNG	129
4.1	PROZESSWÄRME	129
4.1.1	Zentrale Dampferzeugung	129
4.1.1.1	Öl- oder gasbefeuerte Dampferzeuger	131
4.1.1.2	Elektrisch beheizte Dampferzeuger	131
4.1.1.3	Prozesswärmeverteilung bei zentraler Installation	132
4.1.2	Dezentrale Energieversorgung	133
4.2	REINIGEN MIT LÖSEMITTELN	134
4.2.1	Maschinenteknik	134
4.2.2	Lösemittel und Verfahren	135
4.3	NASSREINIGUNG UND TROCKNEN	137
4.4	WASCHEN MIT KÜHLWASSER	139
4.5	VAKUUM	141
4.6	FINISHEN	142
4.6.1	Bügeln	142
4.6.2	Pressen	142

4.6.3	Bügelgerät.....	143
4.6.4	Hemdenfinish	143
4.6.4.1	Hemdenfinisher	144
4.6.4.2	Hemdenpresse.....	146
5	SCHLUSSWORT	147
6	ANHANG.....	148
6.1	MITGLIEDSCHAFTEN UND FÖRDERBEITRÄGE	148
6.1.1	Mitgliedschaften	148
6.1.2	Förderbeiträge	149
6.2	FACHBEGRIFFE – UMRECHNUNGSFAKTOREN	150
6.3	CHECKLISTEN UND TABELLEN	152
6.3.1	Tägliche Kontrollen/Wartung	152
6.3.2	Wöchentliche Kontrollen	153
6.3.3	Wöchentliche Kontrollen Dampfgenerator	154
6.3.4	Wartungsarbeiten nach Angaben des Herstellers	155
6.3.5	Maschinen- und Fahrzeughistorie	156
6.3.6	Lagerbuchhaltung Chemie/Material.....	157
6.4	GESETZGEBUNG IM BEREICH ENERGIE	159
6.5	ÜBERSICHT ÜBER RELEVANTE FÖRDERPROGRAMME	160
6.6	MASSNAHMENLISTE ENERGIEEFFIZIENZ	164
6.7	BEST PRACTICE BEISPIELE.....	165
6.7.1	Druckbandsteuerung Druckluft	165
6.7.2	Kühlwasser Wärmerückgewinnung	166
6.7.3	Abwasser Wärmetauscher	168
6.7.4	Abluft Wärmerückgewinnung.....	169
6.7.5	Wasser und Energie sparen durch Wasserrückgewinnung	171
6.7.6	Einfache Massnahmen mit grosser Wirkung am Beispiel einer Textilreinigung: 173	
6.8	LINKS.....	176
6.9	IMPRESSUM.....	177



1 EINLEITUNG

Vorwort des VTS-Präsidenten

Rund sieben Jahre ist es her, seit der Verband Textilpflege Schweiz VTS das Handbuch für die Praxis «Ressourceneffizienz in Textilreinigungen und Wäschereien – RessEff» publiziert hat. Kurz nach der Lancierung durfte der VTS den «Watt d`Or 2014» in der Kategorie Gesellschaft entgegen nehmen. Das Gütesiegel für Energieeffizienz wird vom Bundesamt für Energie verliehen. Das Handbuch wurde auch von der deutschen Zeitschrift RWTextilservice prämiert – dies mit dem RWin 2014 «Sonderpreis Branchenprojekt».

So hat das RessEff-Handbuch auch international hohe Wellen geschlagen. Wir durften das Projekt an den Messen EXPOdetergo in Mailand (Italien) und Texcare Forum in Frankfurt (Deutschland) sowie an den Swiss-EU Energy Innovation Days in Boston (USA) vorstellen. Doch all dies nützt nichts, wenn die Erkenntnisse des Handbuchs nicht in der Praxis umgesetzt werden. Deshalb wird das Handbuch insbesondere auch in der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten genutzt.

«Wer rastet, der rostet» – dies ist kein Credo des VTS. Und so war es uns ein Anliegen, das RessEff-Projekt nicht veralten zu lassen. In den vergangenen Jahren hat sich einiges in der Branche bewegt. Es gibt neue technische und wichtige politische Entwicklungen, ja sogar eine «Klimabewegung». Das Thema ist also aktueller denn je! Viele Betriebe haben Massnahmen umgesetzt. So enthält das Handbuch neu ein eigenes Kapitel mit «Best Practice»-Beispielen – aus der Praxis für die Praxis!

Zu guter Letzt möchte ich mich bei allen bedanken, welche an der Aktualisierung des Handbuches mitgearbeitet haben! Vielen Dank an den Projektleiter Christoph Papritz und sein Autoren-Team, die Technische Kommission des VTS sowie an die Geschäftsstelle.

Nun liegt es an Ihnen, liebe Leserinnen und Leser! Dieses Handbuch vereint das Wissen vieler Fachleute und Experten – es soll nicht nur ein Nachschlagewerk sein, sondern ein Arbeitsbuch. Wenden Sie es an und setzen Sie um!

Alexander Wild

1.1 AUSGANGSLAGE

Durch die Klimadebatte sind Energieversorgung, Umweltaspekte und politische Lenkungsmaßnahmen in den Fokus gelangt. Die steigende Bedeutung der Kosten für Energie und andere Ressourcen ist eine Tatsache und braucht hier nicht weiter begründet zu werden. Die politische Diskussion über Energieverbrauch, Energiewende und Umweltbelastung ist wichtig, muss aber anderswo geführt werden und ist stark von persönlichen Einstellungen geprägt. Ein verminderter Ressourcenverbrauch ist im eigenen Interesse, sowohl finanziell gesehen als auch im grösseren Kontext sinnvoll und erwünscht. Zudem werden die gesetzlichen Rahmenbedingungen und die Lenkungsmaßnahmen zukünftig vermehrt auf einen umweltverträglichen Betrieb hinwirken. Ausschlaggebend wird dabei die im Mai 2017 vom Volk angenommene Energiestrategie 2050, das totalrevidierte CO₂-Gesetz (2021) und die Zielvorgabe von «Netto Null bis 2050» durch den Bundesrat sein. Ein Schwerpunkt ist dabei der Ausstieg aus fossiler Energie, wodurch eine massive Erhöhung des Stromverbrauchs erfolgen wird. Jeder Betrieb wird sich mit erneuerbarer Energie befassen müssen.

Der Verband Textilpflege Schweiz VTS hat sich zur Aufgabe gemacht, seinen Mitgliedern (und in geeigneter Form auch anderen Branchenteilnehmern) im Bereich der Ressourcenoptimierung ein Angebot zur Selbsthilfe zu erarbeiten.

Das RessEff-Projektteam ist der Überzeugung, dass jeder Betriebsinhaber¹, leitende Angestellte oder Verantwortliche selber Interesse und Begeisterung für das Thema Ressourceneffizienz entwickeln soll. Selbstverständlich braucht es auch fachlichen Rat von Spezialisten. Um aber auf Augenhöhe mit Fachleuten diskutieren und verhandeln zu können, wird genügend eigenes Wissen oder zumindest ein neutraler Ratgeber zum Nachschlagen benötigt. Dazu soll das vorliegende Handbuch dienen.

1.2 ZIELSETZUNG

Hilfe zur Selbsthilfe – das war und ist das Motto!

Das Handbuch soll dazu motivieren, kleine und grosse Projekte zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Angriff zu nehmen. Ein Erfolgserlebnis

¹ Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit wird in diesem Handbuch ausschliesslich die männliche Form für alle Personen und Funktionsbezeichnungen verwendet. Die weibliche Form ist dabei stets auch gemeint.

bei der Ressourcenoptimierung kann begeistern und zum Weitermachen animieren.

Es wurde darauf verzichtet, Schätzungen über das Einsparpotenzial der Branche zu machen oder quantitative Ziele zu setzen – das wäre alles zu spekulativ. Die Mitglieder der EnAW-Modellgruppe «Wäscherei»² haben aber gezeigt, dass grosse Einsparungen möglich sind. Jeder soll seine eigene Motivation finden, Massnahmen zur Ressourcenoptimierung umzusetzen.

Ganz wichtig ist immer: Die Projekte müssen sich rechnen! Ob dies in einer Amortisationszeit von weniger als drei Jahren gipfelt oder zur Befriedigung persönlicher Verantwortung dient, spielt letztlich keine Rolle – jeder rechnet auf seine Weise.

Das Projekt «RessEff» soll auch die gegenseitige Hilfe fördern. Bei Fragen steht der Verband Textilpflege Schweiz VTS gerne zur Verfügung und vermittelt bei Bedarf auch geeignete Kontakte.

Schliesslich soll an dieser Stelle festgehalten werden, dass dieses Handbuch nur eine Momentaufnahme darstellt – die technische und organisatorische Entwicklung wird es bald überholen. Umweltvorgaben werden innovative Lösungen erfordern, welche noch gar nicht bekannt sind. Dieses Handbuch wird deshalb in geeigneter Form weiter gepflegt und bei Bedarf aktualisiert. Anregungen und Hinweise diesbezüglich werden gerne entgegen genommen!

1.3 PROJEKTORGANISATION

Die Erstauflage des Handbuches hatte zum Ziel, das immense, in der Branche vorhandene Know-how auf breiter Basis zu nutzen. Aus den Praxiserfahrungen langjähriger Profis, hochmotivierter Kollegen und dem grossen Wissen der Branchenlieferanten ist damals ein fundiertes, praxisnahes Handbuch entstanden. Mehr als zwanzig Personen (siehe Impressum) haben Beiträge verfasst und korrigiert, Fragen beantwortet und zu umstrittenen Themen recherchiert.

Rund sechs Jahre nach der ersten Publikation ist es dem Vorstand des Verbands Textilpflege Schweiz VTS ein Anliegen, das damals gesammelte Know-how auf den neusten Stand zu bringen. In diesem Rahmen

² Seit mehr als zehn Jahren treffen sich regelmässig rund ein Dutzend Vertreter Schweizer Wäschereien und erarbeiten unter der Federführung der Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW) Benchmarks und Lösungen für Energiespar- und CO₂-Reduktionsmassnahmen.

wurde ein neues Autorenteam zusammengestellt, welches den Auftrag erhalten hatte, den Inhalt zu überprüfen, wo nötig anzupassen, zu ergänzen oder zu streichen.



2 ALLGEMEINER TEIL – FÜR TEXTILREINIGUNGEN UND WÄSCHEREIEN

Dominierendes Thema in diesem Handbuch ist die Energieeffizienz. Daneben werden aber auch immer wieder andere Ressourcen angesprochen. Energie sparen zu Lasten eines höheren Verbrauchs an Chemie oder Material muss hinterfragt werden. In Kapitel 2.6 werden Wasser, Chemie, Material/Verpackung, Lager und Entsorgung zusammenfassend dargestellt.

2.1 RESSOURCENMANAGEMENT

2.1.1 Grundsätzliches

Unter dem Sammelbegriff «Ressourcen» werden in diesem Handbuch Energie (Heizöl, Gas, elektrischer Strom, Treibstoff, Biomasse), Chemikalien und Wasser verstanden, die für den Aufbereitungsprozess in Wäschereien und Textilreinigungen sowie für den Transport zum Einsatz kommen.

Selbstverständlich sind auch die in Textilpflegebetrieben aufbereiteten Textilien als Ressource zu betrachten. Eine möglichst schonende Behandlung, mit dem Ziel des maximalen Werterhalts, steht dabei im Vordergrund. Aus diesem Grund beinhaltet ein optimales Ressourcenmanagement nicht einfach die maximale Reduktion der verwendeten Ressourcen, sondern eine optimale Abstimmung von Ressourceneinsatz, Produktqualität und Wirtschaftlichkeit der Leistungserbringung.

Direkt verbunden mit der Ressourcenoptimierung ist auch immer eine Reduktion der Umweltbelastung. Neben dem wirtschaftlichen Nutzen schont die Ressourcenoptimierung die Umwelt und hat damit positive Auswirkungen auf das Image der Branche.

2.1.2 Prozesse und Ressourceneinsatz

Die nachfolgende Tabelle zeigt auf, welche Ressourcen in den einzelnen Prozessen der Textilreinigungen und Wäschereien direkt oder indirekt (über Prozesswärme, Druckluft) zum Einsatz kommen können.

Prozess	Ressourceneinsatz
Transport (vom Kunden zum Betrieb)	TS
Haustechnikprozesse <ul style="list-style-type: none"> • Wasseraufbereitung • Prozesswärmeerzeugung (Dampf, Thermoöl, Fernwärme) • Drucklufterzeugung • Lüftung/Klimatisierung • Abwasserbehandlung • Beleuchtung 	KW, ES, IS EE, KW, ES, CH, DL ES ES, EE/PW ES, CH ES
Teilprozesse Produktion <ul style="list-style-type: none"> • Anlieferung/Sortierung • Wasch- und Entwässerungsprozess • Textilreinigungsprozess • Volltrocknungs- und Mangelprozesse • Finishprozesse • Reinraumprozess • Zwischenlagerung/Spedition 	ES, DL, KW/WW, EE/PW, ES EE/PW, ES, DL, CH EE/PW, ES, DL, CH EE/PW, ES, DL EE/PW, ES, DL ES, DL
Transport (vom Betrieb zum Kunden)	TS

KW Kaltwasser

WW Warmwasser

ES Elektrischer Strom

IS Industrieesalz

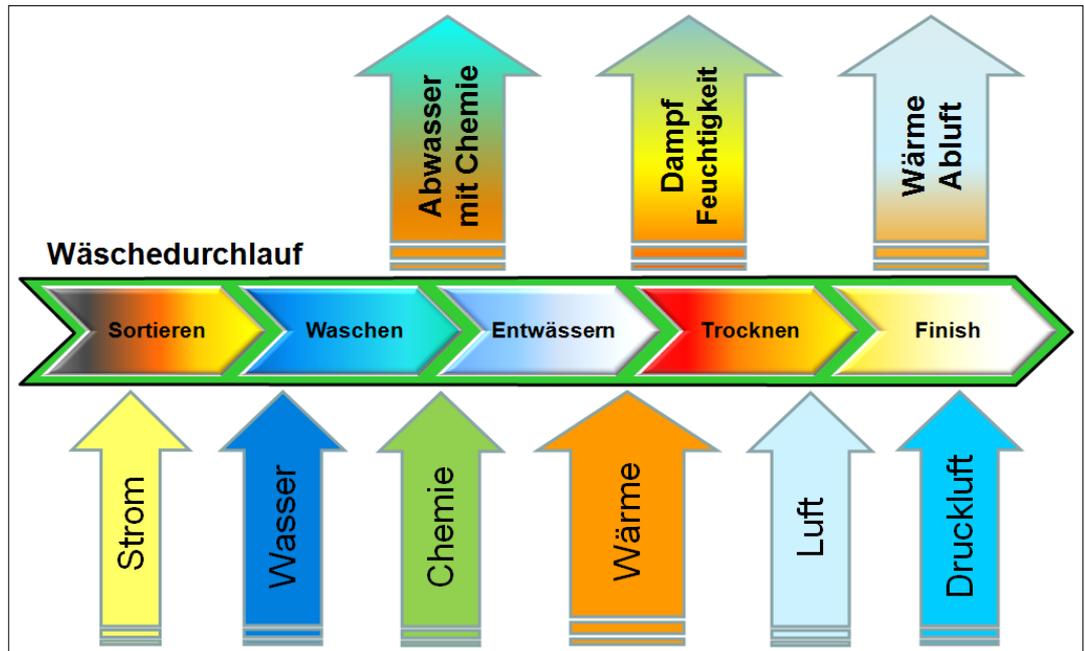
CH Chemikalien

EE Endenergie (Heizöl, Gas, Biomasse)

PW Prozesswärme (Dampf, Thermoöl)

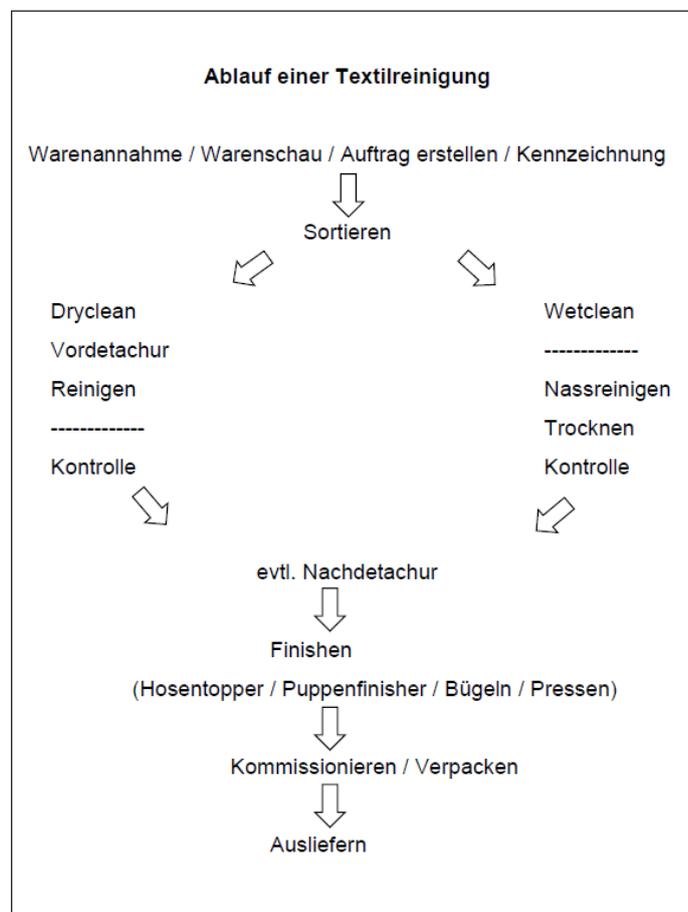
DL Druckluft

TS Treibstoff



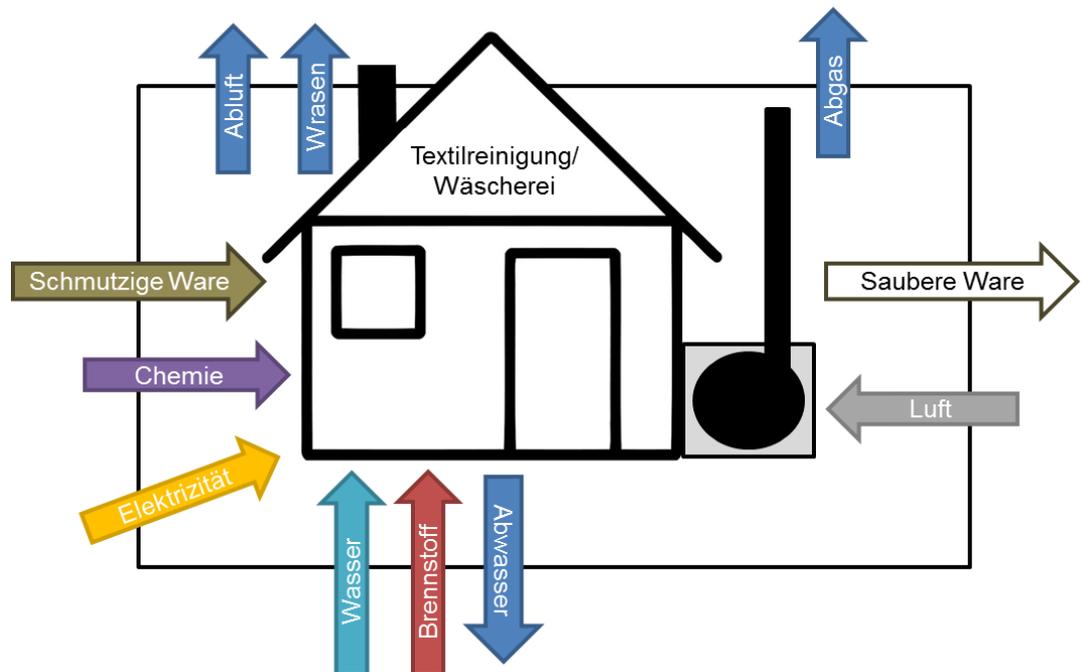
Zum Beispiel: Energiezufuhr und -abgänge für den standardmässigen Produktionsablauf in Wäschereien (ohne Transporte). Grafik: Lier Energietechnik AG.

Ergänzend zum obenstehenden Schema kann unten der Ablauf in einer Textilreinigung entnommen werden. Die zu- und weggeführten Energieträger sind dieselben wie in einer Wäscherei.



2.1.3 Die Blackbox-Betrachtung eines Textilpflegebetriebes

Bei der Blackbox-Betrachtung wird eine gedachte Grenze um das System gezogen (Systemgrenze) und das Augenmerk gilt den Energie- und Ressourcenströmen, die dem System zugeführt werden oder dieses verlassen.



Black-Box-Betrachtung eines Textilpflegebetriebes.

Top Empfehlung:

Ziel:

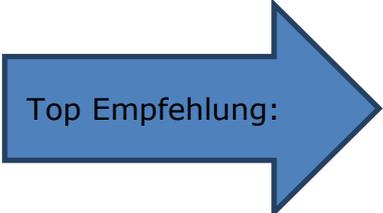
- Abgeführte Energieströme verkleinern

Wenn die abgeführten Energieströme (Abgas, Abluft, Abwasser etc.) gesenkt werden können, muss auch weniger Energie zugeführt werden. Die betragsmässig grössten Energieströme, die das System verlassen, sind der Abwasserstrom (Volumen und Temperatur) und die Abluftströme aus den Trocknungs- und Finish-Prozessen der Wäscherei (Volumen, Temperatur und Feuchte).

2.1.4 Vorgehen beim Optimieren des Ressourcenverbrauchs

Auf die Frage, wie bei der Ressourcenoptimierung wohl am einfachsten vorzugehen sei, hört man oft den Rat: «Am besten neue Maschinen kaufen, denn die sind in punkto Energieverbrauch auf jeden Fall besser als die Alten.» Dieser Tipp ist in zweifacher Hinsicht mit Vorsicht zu geniessen. Erstens ist mit dem Kauf neuer Maschinen immer auch ein immenser Verbrauch an Ressourcen verbunden – Produktion, Installation und Entsorgung verbrauchen viel Material und Energie. Zweitens ist die Finanzierungsfrage zu klären. Fehlende Liquidität kann sehr schnell zu ernsthaften Existenzsorgen führen.

Auch unter diesem finanziellen Blickwinkel hat sich gezeigt, dass durch die Überprüfung und Anpassung der bestehenden Prozesse und durch Verhaltensänderungen schneller und kostengünstiger Verbesserungen erzielt werden können. Auch durch einen Wissenstransfer und die Schulung von Mitarbeitenden können bereits Verbesserungen erzielt werden.



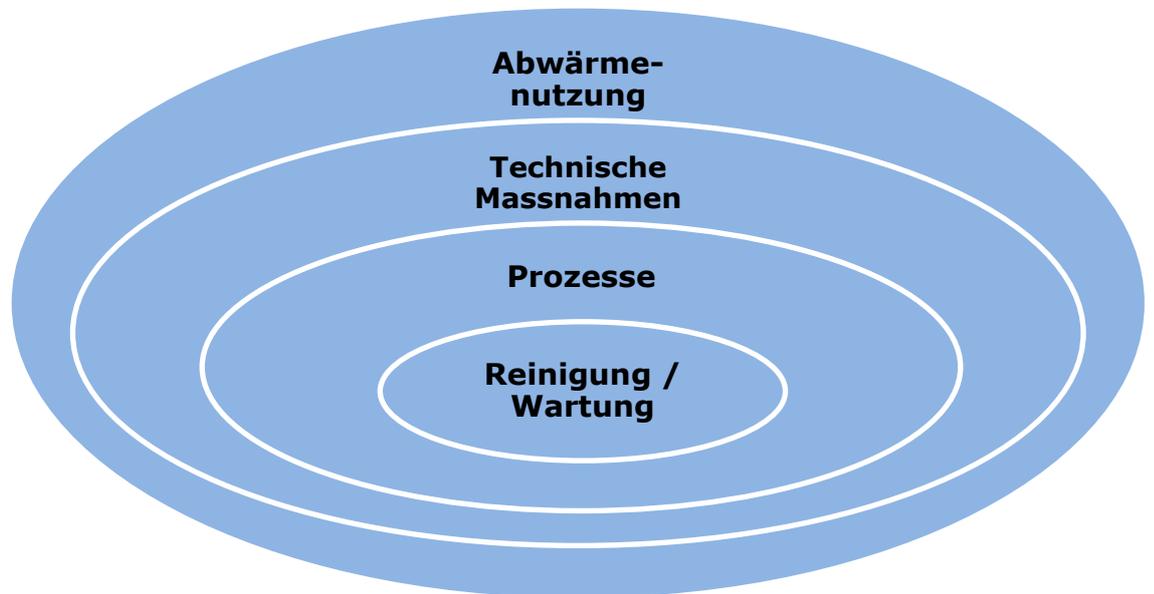
Top Empfehlung:

- Prozesse prüfen und Verhalten ändern

Technische Nachrüstungen müssen genau berechnet werden. Häufig wird in diesem Handbuch folgender Satz zu lesen sein: «...aus finanziellen Gründen nicht zu empfehlen». Planung und Installation von Rückgewinnungsanlagen kann enormen Spass machen und ist vielleicht interessanter, als das mühsame Überprüfen von Prozessen und Vorgehensweisen. Trotzdem empfehlen wir das nachstehend in Kapitel 2.1.5 beschriebene Vorgehen; ohne grundsätzlich von anderen Möglichkeiten abraten zu wollen.

2.1.5 Das Zwiebelschalenmodell

Die Ressourcenoptimierung sollte nach dem sogenannten «Zwiebelschalenmodell» erfolgen, d.h. von Innen nach Aussen:



1. Schritt: Reinigung / Wartung

In erster Priorität sollten sämtliche Maschinen alle zwei Wochen gründlich gereinigt werden. Nicht nur die Oberflächen, sondern auch unter und hinter den Verkleidungen. Es ist empfehlenswert, das Maschinenhandbuch zu studieren und die erforderlichen Wartungsarbeiten regelmässig durchzuführen.

2. Schritt: Prozessoptimierung

In zweiter Priorität sollen alle Massnahmen umgesetzt werden, die ohne grosse Investitionen zu einer direkten Reduktion der eingesetzten Ressourcen führen. Dazu werden alle Verfahren unter dem Aspekt des Ressourcenverbrauchs kritisch hinterfragt.

3. Schritt: Technische Optimierung

In dritter Priorität ist zu prüfen, inwieweit sich eine Nachrüstung oder sogar vorzeitige Erneuerung von technischen Anlagen aufgrund des Ressourcensparpotenzials wirtschaftlich rechnet. Im Vordergrund steht dabei die Reduktion von Abstrahlungsverlusten durch optimale Isolation. Hinweise zu möglichen Nachrüstungen bei Einzelmaschinen oder zum aktuellen Stand der Technik bei Neuanschaffungen finden sich in den Kapiteln 3 und 4.

4. Schritt: Rückgewinnung und Abwärmenutzung

Erst in vierter Priorität und wenn alle vorerwähnten Potenziale ausgeschöpft sind, bringen Investitionen zur Rückgewinnung und Abwärmenutzung langfristig wirtschaftlichen Nutzen.

2.1.6 Zahlen und mögliche Ziele

Dank der mehrjährigen EnAW-Benchmark Auswertung ergibt sich eine fundierte Datenlage über aktuelle Verbrauchszahlen. Die Zahlen sind je nach Betrieb und Wäsche-Sortiment sehr unterschiedlich. Für Textilreinigungen liegen keine aussagekräftigen IST-Werte vor, weshalb es schwierig ist, Zielvorgaben zu formulieren.

Bei den Wäschereien ist zwischen Betrieben mit einer Waschstrasse und solchen, die ausschliesslich mit Waschschleudermaschinen waschen, zu unterscheiden. Diese Unterscheidung trennt am deutlichsten zwischen kleineren und grösseren Unternehmen und gleichzeitig auch zwischen eher industriell produzierenden und weniger stark automatisiert arbeitenden Firmen. Für Wäschereien mit Waschstrassen gibt die nachstehende Tabelle einige Anhaltswerte zum Energieverbrauch:

		Wasserverbrauch	Wärmeverbrauch	Stromverbrauch
Waschen	☺	4.0 l/kg	0.26 kWh/kg	0.05 kWh/kg
	☹	7.0 l/kg	0.36 kWh/kg	0.06 kWh/kg
	☹	16.0 l/kg	0.60 kWh/kg	0.08 kWh/kg
Taktrockner	☺		0.60 kWh/kg	
	☹		0.80 kWh/kg	
	☹		1.50 kWh/kg	
Mangelstrasse	☺		0.60 kWh/kg	
	☹		0.80 kWh/kg	
	☹		1.50 kWh/kg	
Finisher	☺		1.00 kWh/kg	
	☹		1.20 kWh/kg	
	☹		3.20 kWh/kg	
Gesamtbetrieb	☺	7.0 l/kg	0.90 kWh/kg	0.10 kWh/kg
	☹	9.0 l/kg	1.40 kWh/kg	0.22 kWh/kg
	☹	19.0 l/kg	3.60 kWh/kg	0.35 kWh/kg

Anhaltswerte zum Energieverbrauch in einer Wäscherei mit Waschstrasse.
 Tabelle: EnAW.

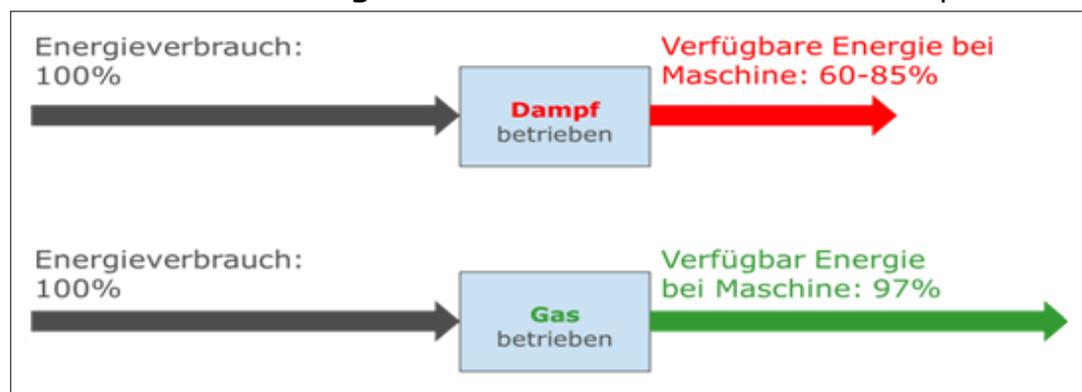
Die grössten Wäscherei-Lieferanten der Branche haben in den letzten Jahren Zielvorstellungen definiert, wie sich gute oder eben noch verbesserte Verbrauchszahlen erzielen lassen. Man spricht dabei von der

dampffreien Wäscherei resp. der grünen Wäscherei als anzustrebendes Optimum. Im Folgenden wird die Bezeichnung «grüne Wäscherei» als Sinnbild für eine ressourcenschonende Lösung verwendet.

2.1.7 Die grüne Wäscherei

Hauptmerkmal der grünen Wäscherei ist der Verzicht auf eine zentrale Energieversorgung und das damit verbundene Netz. Weil in Wäschereien in der Regel Dampf als Nutzenergie verwendet wird, sprechen wir hier vom Verzicht auf Dampfkessel und Dampf- resp. Kondensatleitungsnetz. Primärenergie wird nur bei direkt gasbeheizten Komponenten eingesetzt. In Frage kommen: Mangel, Trockner, Tunnelfinisher oder Waschstrasse.

Direkte Gasbeheizung ist effizienter als der Betrieb mit Dampf:



Effizienzvergleich Gas- und Dampfheizung. Grafik: Jensen Group.

In einem Praxisbeispiel werden Verbrauchssenkungen von 1.9 kWh/kg Wäsche auf aktuell 0.94 kWh/kg beschrieben und weitere Senkungen bis auf 0.7-0.8 kWh/kg versprochen. Im betreffenden Betrieb werden eine gasbeheizte Waschstrasse, ein gasbeheizter 2-Roller und ein gasbeheizter Tumbler eingesetzt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich wohl um eine optimale Ausgangslage bezüglich Betriebsgrösse und anfallender Wäsche handelt.

Die Vorteile von direkter Gasbeheizung auf einen Blick:

- höhere Energieeffizienz dank direkter Beheizung
- kein Kesselraum und kein Dampfkessel
- keine Kesselspeisewasseraufbereitung
- kein Brüdendampf und kein Abschlämmen
- keine Dampf- und Kondensatleitungen – dadurch keine Abstrahlungsverluste
- weniger Wartungs- und Unterhaltsaufwand
- einfacher zu verstehen

Die grüne Wäscherei ist ein theoretisches Konstrukt und muss in der Praxis immer wieder in Frage gestellt werden. So hat sich zum Beispiel für das Aufheizen der Waschflotte in Waschstrassen die Lösung mit einem kleinen Schnelldampferzeuger als sehr effizient erwiesen. Sinnvolle Kompromisse dürfen keinesfalls ausser Acht gelassen werden.

2.1.8 Anforderungen an die Zahlenbasis

Eine minimale Zahlenbasis ist sehr wichtig: Einerseits um überhaupt eine Übersicht über den Ressourcenverbrauch im eigenen Betrieb und «ein Gespür» zu erhalten, andererseits um die Auswirkungen von Optimierungsmassnahmen verfolgen resp. messen zu können. Als minimale Zahlenbasis wird empfohlen:

- Bearbeitete Menge
- Wasserverbrauch
- Stromverbrauch
- Primärenergieverbrauch

Erweiterte Zahlenbasis

Je nach Betriebsgrösse und -komplexität können die zu vergleichenden Parameter erweitert werden. Als weitere Kategorien drängen sich auf:

- Chemikalienverbrauch
- Treibstoffverbrauch

Für die Erfassung des Chemikalienverbrauchs ist eine einfache Lagerbuchhaltung erforderlich (vgl. Anhang 6.3.6).

2.2 GEBÄUDE

2.2.1 Gebäudehülle

Textilreinigungen und Wäschereien, welche in Altbauten eingemietet sind, haben wenig Einfluss auf die Ausführung der Gebäudehülle. Solange mit hohen Temperaturen in der Produktion gekämpft wird, ist es besser, alle Leitungen zu isolieren. Sobald Heizbedarf besteht, muss der Isolation Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bei einem Neubau sind gesetzliche Vorschriften zu beachten, sanierungswillige Eigentümer prüfen die Subventionen von Bund und Kantonen.

Durch Dämmung der Gebäudehülle kann Energie eingespart werden. In diesem Zusammenhang findet man bei kantonalen und öffentlichen Energiefachstellen eine grosse Auswahl an Leitfäden und Merkblätter.

Empfehlenswerte Internetseiten:

- www.gebaudehuelle.swiss
- www.energie.zh.ch
- www.minergie.ch

2.2.2 Raumklima

Ein vernünftig angepasstes Raumklima³ erleichtert das Erbringen der erwarteten Arbeitsleistung. In bestehenden Gebäuden und kleineren Betrieben ist dieses Ziel in unserer Branche oft schwer zu erreichen. Zudem wird die Sommerhitze immer mehr zu einem Problem. Die wichtigsten Massnahmen:

Top Empfehlung:

- Abstrahlung verkleinern
- Wärme von Blaspuppen usw. auffangen und verwenden oder abführen
- Optimal lüften
- Kaltwasser im Sommer zur Kühlung der Raumluft verwenden.

³ Als Raumklima wird das Mikroklima (Klima) eines Raumes in einem Gebäude bezeichnet. Das Raumklima wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst: Temperatur am Arbeitsplatz, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Gehalt der Innenraumluft an Schadstoffen, Licht am Arbeitsplatz und Elektromog.

a) Abstrahlung verkleinern

Neben Leitungen (Dampf, Kondensat, Abluft) haben vor allem Maschinen eine grosse Wärmeabstrahlung und heizen damit die Räume unerwünscht auf. Waschmaschinen, Tumbler, Finisher und Mangeln sollten isoliert sein. Auch Pressplatten können isoliert werden, geschlossene Konstruktionen (Kammern für Dämpfen und Pressen) strahlen weniger ab als offene Geräte.

b) Abzugshauben montieren

Vor allem Hemdenfinisher geben grosse Mengen an Dampf und Heissluft an die Umgebung ab. Abzugshauben werden von Herstellern oder spezialisierten Firmen angeboten. Sinnvollerweise wird die warme Luft oder die rückgewonnene Wärme wieder für den Trocknungsprozess genutzt. Näheres dazu in Kapitel 4.6.4.

c) Lüften

Beim Lüften am Arbeitsplatz sind einige Regeln zu beachten, damit das Raumklima konstant bleibt:

- Am besten ist es, gegenüberliegende Fenster und Türen zu öffnen, d.h. quer zu lüften.
- Stosslüften (ein Fenster für fünf bis zehn Minuten weit zu öffnen) ist besser, als wenn ein Fenster den ganzen Tag gekippt bleibt.

d) Kühlen

Bei einer Wäscherei werden grosse Mengen an Kaltwasser benötigt. Dieses Kaltwasser kann durch geeignete Lösungen zur Kühlung der Raumluft verwendet werden. Dabei ist auf die Hygiene und die sanitärischen Vorschriften zu achten (→ keine toten Leitungen).

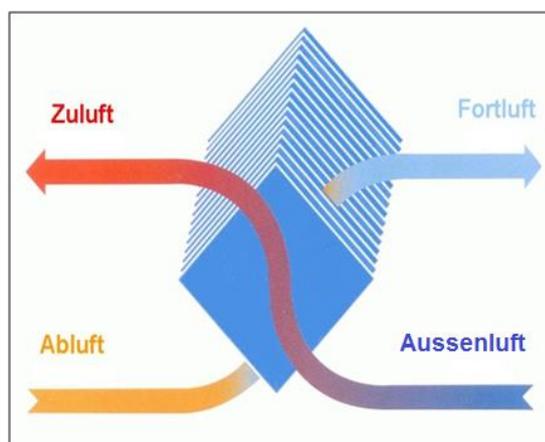
2.2.3 Lüftung/Kühlung/Heizung

Für die Lüftung in Textilreinigungen sind in erster Linie die gesetzlichen Vorschriften zu beachten. Auf Basis der eidgenössischen Luftreinhalteverordnung haben die Kantone entsprechende Vorschriften erlassen.

Top Empfehlungen:

- Bestehende Lüftungen regelmässig reinigen oder reinigen lassen
- Prüfen, ob die die Lüftung variabel gesteuert werden kann oder der Ventilator auf konstantem Niveau auch bei tieferem Bedarf läuft
- Prüfen, ob der eingestellte Volumenstrom richtig bemessen ist
- Prüfen, ob der Ventilatormotor durch ein verbrauchsgünstigeres Modell ersetzt werden kann (Grösse und Energieeffizienzklasse)

Eine Faustregel besagt, dass die gesamte Raumluft ca. ein Mal pro Stunde ausgetauscht werden sollte, um ein gutes Klima zu erhalten. Die ins Freie geführte Fortluft aus diversen Maschinen stellt eine erhebliche Menge dar. Wenn die klimatischen Verhältnisse im Betrieb schon auf einem angenehmen Niveau sind, drängt sich die Erstellung einer Luftbilanz zur Berechnung der nötigen Luftzufuhr auf. Die nachfolgende Darstellung erklärt das System:



Entlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung. Quelle: Systemair / TBAS.

Ein Ventilator führt die energiereiche, verbrauchte Raumluft (Abluft) über einen Kreuzwärmetauscher nach aussen und ein zweiter saugt gleichzeitig sauerstoffreiche Frischluft an, welche den Räumen zugeführt wird (Zuluft). Der Kreuzwärmetauscher entzieht der warmen, verbrauchten Luft die Wärmeenergie und gibt sie an die Frischluft ab, die sich dabei erwärmt. Mit minimalen Energieverlusten wird so ein gesundes Raumklima geschaffen und die Schimmelbildung verhindert.

Im Sommer kann ein zusätzlicher Luft/Wasser-Wärmetauscher, durch welchen das kalte Frischwasser für die Waschmaschinen strömt, die warme Aussenluft abkühlen und das Frischwasser aufheizen.

In der Praxis: In Wäschereien und Textilreinigungen ist es im Normalfall sehr heiss und die Bemerkungen zu erwärmter Zuluft mögen realitätsfremd erscheinen. Auch die sinnvolle Verwendung von aufgeheiztem

Frischwasser ist gerade in kleineren Textilreinigungen wohl nicht angebracht – die Verwendung des Kühlwassers aus Reinigungsmaschinen ist einfacher und günstiger zu realisieren.

Argumente für die kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung und/oder Kühlung

a) Mehr Wohlbehagen

Die verbrauchte Luft in den Räumen wird ständig gegen gereinigte temperierte Frischluft ausgetauscht. Schadstoffe, Staub und Blütenpollen werden dabei weggefiltert.

b) Weniger Heizkosten

Die Wärme aus der verbrauchten Luft wird mittels Kreuzwärmetauscher bis zu 80 Prozent zurückgewonnen und der Frischluft zugeführt, ohne dass sich die Luftströme vermischen. Ergebnis: Heizkosteneinsparung von zwischen 30 bis 50 Prozent.

c) Weniger Kühlkosten

Die Wärme aus der Aussenluft wird mittels Luft/Wasser-Wärmetauscher bis zu 50 Prozent zurückgewonnen und dem Frischwasser zugeführt. Ergebnis: Kühlkosteneinsparung von zwischen 10 bis 20 Prozent.

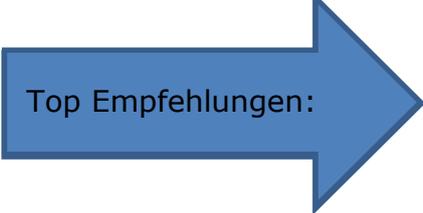
d) Wirtschaftlich-ökologische Gesamtlösung

Heizung, Kühlung und Lüftung: Durch die Reduzierung der Heiz- resp. Kühlenergie kann eine kleinere Heiz-/Kühlanlage installiert werden.

e) Keine Feuchteschäden mehr

Feuchtigkeit kann sich nicht mehr festsetzen, weil sie sofort abgeführt wird. Feuchteschäden kommen bei fachgerechter kontrollierter Lüftung nicht vor.

2.2.4 Beleuchtung



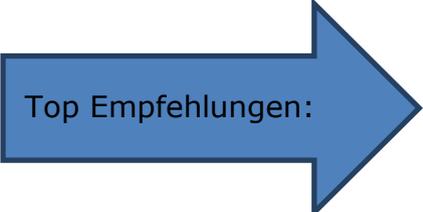
Top Empfehlungen:

- Licht löschen – das spart am meisten Energie
- Bewegungsmelder und Minuterien prüfen
- Wenn möglich LED-Technik verwenden

Getrennte Lichtgruppen helfen beim Sparen. Es muss nicht die ganze Halle beleuchtet sein, wenn nur in einem Teilbereich zu wenig Licht vorhanden ist.

Bewegungsmelder sind sinnvoll für Lager, Garderoben und Gänge. In Räumen mit Tageslicht sollte man Bewegungsmelder mit einem Helligkeitssensor kombinieren. Alternativ können Minuterien geprüft werden: Das Licht wird manuell eingeschaltet und schaltet automatisch wieder aus (z.B. nach fünf Minuten).

Änderungen an der Beleuchtung – Massnahmen bei Ersatzbedarf



Top Empfehlungen:

- Alte Leuchtstoffröhren durch neue T5 ersetzen und elektronische Vorschaltgeräte verwenden. Besser jedoch ist die Umstellung auf LED-Technik.
- Ausprobieren, ob in vorhandenen Doppelhalterungen mit nur einer Röhre genug Helligkeit erzeugt werden kann.
- Bei offenen Balkenleuchten Reflektoren montieren.

Wenn alte Leuchtstoffröhren zu ersetzen sind, muss der Elektriker nach den Vorteilen der T5-Röhren gefragt werden. Diese lassen sich im Normalfall problemlos anstelle der bisherigen einsetzen. Dies ist eine Massnahme, welche fortlaufend umgesetzt werden kann. Es entstehen nur geringe Mehrkosten, dafür sind grosse Stromeinsparungen zu realisieren. Leuchten gehen bei Spannungsschwankungen schneller kaputt, ein Spannungsprüfer und -begrenzer kann helfen.

Dank grossen Fortschritten bei der LED-Technik, übertreffen LED-Beleuchtungssysteme bezüglich Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit alle anderen Systeme. Bei einer Umstellung auf eine LED-Beleuchtung soll geprüft werden, ob diese Umrüstung gefördert wird.

Bei der Beschaffung von LED-Leuchten muss auf die technischen Kennwerte geachtet werden:

- Farbwiedergabeindex CRI/Ra -> dieser soll >90 sein
- Farbtemperatur 4'000K Neutralweiss, ab 5'300K Tageslichtweiss
- Lichtstrom in Lumen -> nach Bedarf
- Effizienz > 100lm/W

Früher wurde die Helligkeit von Leuchten aufgrund der Watt Zahl beurteilt. Bei LED Leuchtmitteln funktioniert das nicht. Bei diesen wird die Helligkeit in Lumen angegeben.

40W Glühlampe: 430 Lumen

60W Glühlampe: 730 Lumen

100W Glühlampe: 1'380 Lumen

Vergleichstabelle: Leuchtstoff gegen LED

In folgender Tabelle werden die wichtigsten Eigenschaften von der Leuchtstoffröhre verglichen mit der LED-Röhre aufgezeigt.

Eigenschaft	LED-Tube	Leuchtstoffröhre
Einschaltverzögerung	sofort 100% Licht	Flackern beim Einschalten
Abstrahlrichtung	gerichtete Abstrahlung	360° Abstrahlung
Effizienz	90 – 150 lm/W	45 – 100 lm/W
Farbwiedergabe	bis Ra 95	bis Ra 90
Lichtqualität	flackerfrei	100 Hz Flackern
Dimmbarkeit	dimmbare Ausführung erhältlich	nur mit dimmbaren elektronischem Vorschaltgerät (EVG)
Schadstofffreiheit	kein Quecksilber enthalten	enthält giftiges Quecksilber
Lebensdauer	30'000 – 50'000 Stunden	5'000 – 20'000 Stunden
Robustheit	bruchsicher aus Polycarbonat	zerbrechliches Glas
Kosten	höhere Anschaffungskosten	günstige Röhren, teure VGs

Fazit

LED-Röhren haben im Vergleich zu Leuchtstoffröhren fast nur Vorteile. Diese strahlen nach dem Einschalten sofort flimmerfrei mit ihrer vollen

Lichtleistung. Auch die Umweltbilanz fällt durch den Verzicht auf das Quecksilber sowie durch die Ersparnis beim Energieverbrauch um 40 – 60 Prozent sehr positiv aus. Die höheren Anschaffungskosten haben sich durch die hohe Effizienz und die lange Lebensdauer schnell amortisiert.

Wird eine neue LED-Beleuchtung installiert, soll diese an die Anforderungen der Arbeitsplätze ausgerichtet werden. Dabei muss beachtet werden, dass LED-Leuchten eine gerichtete- und keine 360° Abstrahlung haben.

2.3 ENERGIEVERSORGUNG UND HAUSTECHNIK

2.3.1 Primärenergieträger

Öl, Gas, Strom oder andere Energie?

Als Primärenergie bezeichnet man die in natürlicher Form zur Verfügung stehenden Energiequellen (Öl, Gas, Biomasse, Sonne, Wind etc.). In diesem Handbuch sprechen wir von Endenergie (Öl, Gas, Strom und evtl. Biomasse), die durch Umwandlung zu Nutzenergie wird (meistens Dampf). Auf Vor- und Nachteile bzgl. der Bereitstellung, der Lagerung und wirtschaftlich/politisch bedingter Preisunterschiede soll hier nicht eingegangen werden.

Top Empfehlungen:

Gas bietet viele Vorteile!

- Weniger CO₂-Emission
- Breiterer Regelbereich bei Gasbrennern
- Etwas besserer Wirkungsgrad = höherer Brennwert bei Gas

Die leistungsbezogene CO₂-Emission bei Heizöl EL beträgt 0.27 kg CO₂ pro umgesetzter kWh, bei Erdgas hingegen nur etwa 0.20 kg CO₂ pro kWh. Wird zukünftig Biogas oder Wasserstoffgas aus erneuerbarer Energie angeboten, so liegt da der CO₂ Gehalt bei 0. Modulierende Gasbrenner decken einen etwas breiteren Arbeitsbereich ab. Das energieintensive und zeitraubende Abschalten und Neustarten kann minimiert werden. Gasbefeuerte Anlagen können dank Brennwertnutzung einen besseren Wirkungsgrad erreichen.

Fazit: Eine Umstellung von Öl auf Erdgas oder Flüssiggas sollte in jedem Falle geprüft werden.

Auch eine Umstellung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien (Biomasse, Solar, Windkraft etc.), entweder als vollwertige Alternative zur bisherigen Wärmeerzeugung oder als zusätzliche Energieerzeugung, ist prüfenswert.

Vorsicht: Platzbedarf und Investitionskosten sind gross, Wartung und Unterhalt können aufwändig sein.

Beispiel aus der Praxis: Die Textilreinigung Frey in Deutschland hat als erster Betrieb der Branche erfolgreich auf einen Biomassen-Dampfkessel (Pellet oder Hackschnitzel) umgestellt. In Deutschland werden solche Umstellungen zum Teil subventioniert.



2.3.2 Prozesswärme-Erzeugung

Die Kapitel 2.3.2 und 2.3.3 befassen sich mit der Gestaltung und Steuerung von zentralen Anlagen und Verteilnetzen von Nutzenergie. Wir beschränken uns auf Dampfanlagen, wohlwissend, dass auch Thermo-Öl-Anlagen in der Schweiz eine gewisse Tradition haben. Die theoretische Alternative unter dem Schlagwort «grüne Wäscherei» oder «dampflose Wäscherei» wurde in Kapitel 2.1.7 vorgestellt.

Top Empfehlungen:

- Dampfdruck senken – sofort sparen!
- Ein-/Ausschalten minimieren
- Verbrennung optimieren

2.3.2.1 Dampfdruck senken

Ohne Investitionen Energie sparen? Das ist möglich, wenn der Dampfdruck abgesenkt wird. Manchmal muss man sich von althergebrachten Meinungen trennen – einen alten Zopf abschneiden: Die Mangel verlangt nicht zwingend einen möglichst hohen Dampfdruck. Es ist durchaus möglich, ohne negative Folgen auch mit deutlich reduziertem Dampfdruck eine gute Leistung und Qualität zu erreichen. Sprechen Sie mit Ihrem Lieferanten darüber.

Das Senken der Waschtemperaturen ist mittlerweile überall ein Thema. Das Gleiche gilt je länger je mehr auch für den Finish, der ebenfalls mit verringerten Temperaturen durchgeführt werden kann. Temperatursenkungen können willkommene Nebeneffekte haben, wie beispielsweise eine längere Lebensdauer von Wäsche, Mangeltuch oder -gurten sowie auch eine verringerte elektrostatische Aufladung.

Das gesamte Dampfnetz wird dann mit dem reduzierten Dampfdruck betrieben. Die Wärmeabstrahlung des Kessels und der Dampfleitungen an die Umgebung wird vermindert. Die Senkung des Dampfdruckes geht direkt mit einer sinkenden Dampftemperatur einher. Bei einer Dampfdrucksenkung von 10 auf 6 bar sinkt die Dampftemperatur um etwa 20°C. Dies bewirkt auch eine niedrigere Abgastemperatur und senkt somit direkt die abgasseitigen Verluste.

Tipp: Senken Sie den Dampfdruck jeweils nur um 0.5 bar und beobachten Sie eine Woche lang. Wenn keine negativen Folgen sichtbar werden, setzen Sie die Massnahme fort.

Beispiel aus der Praxis: In einer Wäscherei im Berner Oberland, wurde der Dampfdruck von 12 auf 9.5 bar reduziert. Gemangt wird mit 30-jährigen Stahlmuldenmangeln. Trotz nicht optimaler Voraussetzungen (Dampfumformer statt Dampfkessel u.a.m.) ergab sich insgesamt eine Energieersparnis von 10.3 Prozent (als Summe von verschiedenen Veränderungen und damit nicht direkt reproduzierbar).

2.3.2.2 Ein-/Ausschalten minimieren

Top Empfehlungen:

- Möglichst lange Brennerlaufzeiten helfen beim Energiesparen
- 2-stufige Brenner nach Möglichkeit durch modulierende Brenner ersetzen

Generatoren haben keinen Dampfvorrat und reagieren deshalb sehr schnell auf Veränderungen beim effektiven Dampfverbrauch. Es besteht die Gefahr, dass der Dampfdruck zusammenfällt. Andererseits stellt der Brenner bei Erreichen des Ausschaltpunktes ab und das erneute Zünden braucht wegen des Vorspülens eine gewisse Zeit. Es ist deshalb anzustreben, dass der Brenner möglichst wenig ausschaltet. Hier hat der modulierende Gasbrenner einen Vorteil. Sein Regelbereich ist grösser,

er kann die Leistung stark reduzieren und damit das Ausschalten verzögern oder gar vermeiden. Eine moderne Steuerung geht adaptiv auf steigenden oder sinkenden Dampfbedarf ein und regelt ständig die Verbrennungsleistung. Lange Brennerlaufzeiten sind auch bei grossen Kesselanlagen erwünscht.

2.3.2.3 Optimierte Verbrennung

Bei der Umwandlung der Primärenergie in Dampf entstehen zwangsläufig Verluste, die den Wirkungsgrad der eingesetzten Energie immer kleiner als 100 Prozent werden lassen. Moderne Anlagen steigern den Wirkungsgrad durch Absenken der Abgastemperaturen und durch Rückgewinnung der Kondensationswärme von Wasserdampf und Kohlenwasserstoffen in den Abgasen. Sie nutzen den Brennwert eines Brennstoffes und erreichen so Wirkungsgrade höher 100 Prozent, während in alten Anlagen nur der Heizwert (kleiner 100 Prozent) genutzt werden kann. Der Wirkungsgrad der Kesselanlage wird so um bis zu 7 Prozent erhöht.

Vorsicht bei der Brennwerttechnik: Bei der Nachrüstung von alten Geräten ist Vorsicht geboten. Beim Einsatz der Brennwerttechnik werden hohe Anforderungen an die Kaminanlage gestellt. Die Abgase müssen teilweise aktiv abtransportiert werden (Gebläse), da sie nicht mehr warm genug sind, um selbst aufzusteigen.

Optimierung der Verbrennung durch O₂-Regelung

Bei neuen Grossanlagen empfiehlt sich eine O₂-Regelung. Die Frischluftzufuhr wird aufgrund des gemessenen Sauerstoffanteils in den Verbrennungsabgasen optimal geregelt. Damit können Einsparungen von etwa 1-3 Prozent erzielt werden. Das Nachrüsten scheitert oft an den Kosten und der dadurch zu langen Amortisationszeit.

Anpassung der Aufnahmeleistung an den Leistungsbereich

Es kann Strom gespart werden, wenn Brennergebläse und Frischluftventilator über einen Frequenzumrichter dem momentanen Lastbereich des Brenners angepasst werden. Für Grossanlagen ist dies vorgeschrieben und bei Neuanlagen sind angepasste Brennergebläse Standard.

2.3.2.4 Speisewassermanagement und Verbesserung des ECO-Wirkungsgrades



Top Empfehlungen:

Ziele:

- Kondensat optimal nutzen
- Kein Brügendampf – keine Dampf-Fahne als «Wahrzeichen» einer Wäscherei
- Rauchgas optimal ausnützen – Wärme zurückgewinnen

Faustregel:

- 20°C Abgaskühlung ergeben einen um 1% reduzierten Brennstoffverbrauch

Dampf-Kondensat-Speisewasser – ein wichtiger Kreislauf

Ein Teil des Dampfes fliesst als Kondensat zurück zum Dampfkessel. Vor dem erneuten Gebrauch im Dampfkessel wird das Kondensat im Speisewassergefäss gesammelt. Ein anderer Teil wird in Textilreinigungen und Wäschereien jedoch so verbraucht, dass kein Kondensat anfällt. So z.B. durch die direkte Wasseraufheizung in Waschmaschinen durch Dampfinjektion, bei Dampfstössen an Hemdenfinishern oder beim Sprühdampfeinsatz im Tunnelfinisher. Dadurch ist die zurückfliessende Kondensatmenge kleiner als der Wasserbedarf im Dampfkessel, wodurch im Speisewassergefäss Wasser nachgefüllt werden muss. Dazu wird enthärtetes Frischwasser verwendet – für grosse Dampfkessel (höhere Anforderungen an Wasserqualität wegen grösseren Kontaktflächen und viel mehr Wasserinhalt) wird häufig Wasser verwendet, das auf einer Osmoseanlage aufbereitet wurde.

Zusätzlich muss das Wasser noch entgast werden, um Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid auszutreiben. Dies kann chemisch oder thermisch erfolgen. Die chemische Entgasung erfolgt über die Zugabe von Spezialchemikalien in das zur Ergänzung nachgespiesene Speisewasser. Die thermische Entgasung erfolgt durch Aufheizung des gesamten Speisewasservorrats auf 103°C. Die Entgasung verlangt eine Abluftleitung, welche mittels Blende auf das kleinstmögliche Mass einzuschränken ist, damit möglichst wenig Wärme als Brügendampf verloren geht.

Tipp: In kleineren Wäschereien wird das Kondensat vor dem Rücklauf ins Speisewassergefäss häufig durch einen Tank geführt, um Frischwasser aufzuheizen. Besser wäre es, das Kondensat ohne Abkühlung zurückzuführen und das Warm-/Heisswasser mit anderen Abwärmequellen zu produzieren, siehe dazu Kapitel 2.3.7 respektive 2.3.7.4. Die Gefahr von Brüden Dampf sollte mit anderen Massnahmen bekämpft werden: Kontrolle der Kondensatableiter (Kapitel 2.3.3.2) und Wärmerückgewinnung (WRG) in der Brüden Dampfleitung (nachfolgend erklärt).

Der beschriebene Kreislauf mit der nötigen Ergänzung des Wassers kann energetisch wie folgt optimiert werden:

Top Empfehlungen:

- Speisewassergefäss gut isolieren
- Wärmerückgewinnung in Brüden Dampfleitung einbauen
- Notwendiges Aufheizen wenn immer möglich mit Abwärme durchführen

In der Brüden Dampfleitung ist eine Wärmerückgewinnung (WRG) möglich. Das nachzuspeisende Wasser wird über horizontale Bleche in der Brüden Dampfleitung eingebracht und beim heruntertröpfeln bereits entgast und erwärmt. Zur Aufwärmung des Kesselspeisewassers drängt sich in erster Linie die Nutzung der im Rauchgas enthaltenen Wärme auf.

Erster Schritt: ECO 1

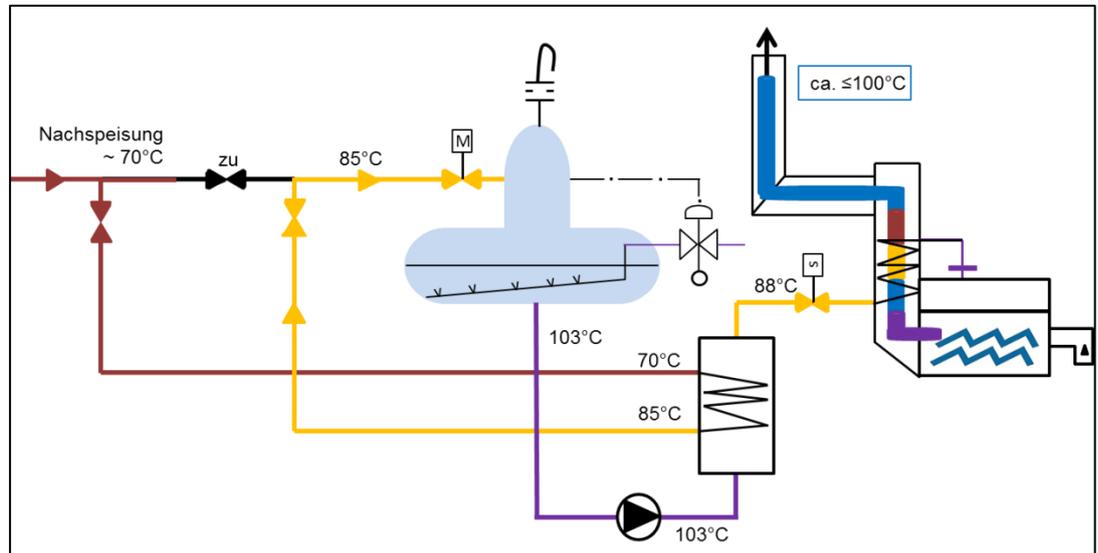
Das Wasser wird auf dem Weg vom Speisewassergefäss zum Kessel durch einen Wärmetauscher geführt und so auf etwa 140°C aufgeheizt. Das Rauchgas ist dann immer noch etwa 150°C heiss. Der Eco 1 ist gesetzliche Vorschrift.

Zweiter Schritt: ECO 2 oder «kleiner Plattentaucher»

Der ECO 2 (zweiter Wärmetauscher) nutzt das Rauchgas nach dem ECO 1 und kühlt es bis auf unter 100°C ab. Es wird Wasser vorgewärmt, das danach als Speisewasser, Waschwasser oder für andere Heizzwecke verwendet werden kann. **Vorsicht:** Der Einbau des ECO 2 kann kompliziert und teuer sein (z.B. wegen Platzverhältnissen im Kesselhaus).

Tipp: Mit einem einfacheren und günstigeren Plattenwärmetauscher kann praktisch die gleiche Leistung erzielt werden wie mit einem ECO 2. Der Kesselwirkungsgrad kann um ca. 1.5–2 Prozent verbessert werden.

Vor allem bei Betrieben, bei denen ein grosser Teil des Dampfes direkt verbraucht wird – und dadurch viel Kondensat fehlt – drängt sich zum Beispiel folgende Lösung auf:



Grafik: Lier Energietechnik AG.

Das Speisewasser (welches nach der Entgasung ca. 103°C heiss ist) wird auf seinem Weg zum Dampfkessel über einen kleinen Plattenswärmetauscher geführt und dort auf etwa 80°C abgekühlt. Durch diese Abkühlung ergibt sich im ECO 1 eine Verbesserung der Wärmeübertragung, der ECO 1 wird wirkungsvoller und das Rauchgas wird dadurch fast bis auf 100°C abgekühlt. Damit kann eine vergleichbare Rückgewinnung erzielt werden, wie sie mit einem ECO 2 möglich wäre. Zudem ist der gewählte kleine Plattentauscher billiger und auch die notwendigen Leitungen sind einfacher zu realisieren.

Aufgewärmt wird das Frischwasser, welches im Speisewassergefäss das fehlende Kondensat ersetzt. Es erreicht eine Temperatur von ungefähr 40°C.

Das Nachspeisewasser für das Speisewassergefäss kann aber auch mit anderen Quellen vorgewärmt werden. In Frage kommt die Abwärme der Druckluftherzeugung oder der Mangelstrassen. Entscheidend bei der Wahl sind unter anderem auch die Platzverhältnisse und die Entfernungen der Komponenten untereinander.

2.3.2.5 Fernwärme und Verbundheizungen

Abgesehen von Wäschereien, welche rein elektrisch betrieben werden, haben Wäschereien an die Prozesstemperatur eine Anforderung von

160°C bis 180°C. Aus diesem Grund kann eine Fernwärmeversorgung einer Wäscherei nur da realisiert werden, wo eine Kehrlichtverbrennungsanlage oder ein Holzheizwerk Dampf oder Heisswasser liefern kann. Üblicherweise erfolgt eine solche Fernwärmeversorgung mit Dampf bei einem Dampf Überdruck >10bar. Das in der Wäscherei anfallende Kondensat wird zum Wärmeversorger zurückgepumpt. Oft stellt die Kondensatrückführung für die Wäscherei eine grosse Herausforderung dar.

Das Kondensat muss bezüglich Reinheit, Qualität und Temperatur den Anforderungen des Wärmeversorgers genügen. Ansonsten muss das Kondensat verworfen werden, was mit hohen Kosten und einem unnötigen Energieverlust verbunden ist. Aus diesem Grund muss der Kondensatbewirtschaftung bei einer Ferndampf-Versorgung besondere Beachtung geschenkt werden!

2.3.2.6 Biomasse-Heizungen

Der Begriff «Biomasse-Heizung» ist ein Überbegriff für verschiedene gewachsene Brennstoffe. Unterschieden wird dabei:

- Holz-Hackschnitzel trocken (Aschegehalt 2%)
- Hackschnitzel feucht (Sträucher, Bäume usw.)
- Pellets (Aschegehalt 0.2-0.4%)
- Waldholzpellets (Aschegehalt ca. 0.5%)
- Industriepellets (Durchmesser 6-8mm, Aschegehalt 0.6-1.5%)

Je nach Brennstoffwahl variiert der spezifische Preis, der Heizwert, der Aufwand für die Brennstoffaufbereitung sowie die Entsorgung der Asche. Auch bei der Gewinnung gibt es Unterschiede. Der Aufwand für die Brennstoffgewinnung liegt zwischen 1 und 5 Prozent des Heizwertes.

Zukünftig wird zur Reduktion des CO₂ Ausstosses vermehrt Biomasse als Brennstoff für die Dampferzeugung zur Anwendung kommen. Die Dampferzeugung mit Biomasse benötigt Platz.



2kg Pellets
650kg Pellets



= 1 Liter Heizöl
= 1m³ Raumbedarf

Heizwerte mit Holz (Vergleich Holz mit Heizöl)

Buchenholz 1 Ster = 170kg Heizöl extra leicht entspricht 204 Lt. Heizöl
 Fichtenholz 1 Ster = 120kg Heizöl extra leicht entspricht 144 Lt. Heizöl
 1m³ Schnitzel Buche = 85kg Heizöl extra leicht entspricht 102 Lt. Heizöl
 1m³ Schnitzel Fichte = 60kg Heizöl extra leicht entspricht 72 Lt. Heizöl
 Zur Herstellung von 1m³ Holzschnitzel braucht es ca. 1-2 Liter Treibstoff (sägen, rüsten, hacken und transportieren). Dies entspricht 2-3 Prozent graue Energie von der im Holz enthaltenen Energie.

	Energiedichte MWh/m ³	Lagervolumen m ³ /MWh
Heizöl	10	0.1
Holzpellets	3.2	0.3
Stückholz Buche	1.5-2	0.5
Holzschnitzel	0.7-1	1

Der Bedarf an Lagervolumen ist bei Holzschnitzeln 10mal höher als bei Heizöl.

Eine Biomassefeuerung kann nicht sofort abgestellt werden. Der Brennstoff im Brennraum wird auch nach der Abschaltung noch weiter verbrennen. Aus diesem Grund kann bei einem Biomasse-Dampfkessel nach einer Abschaltung des Dampfbezugs das Sicherheitsventil abblasen.

2.3.2.7 Weitere wichtige Massnahmen

Top Empfehlungen:

- Dampfkessel inkl. Armaturen komplett isolieren
- Richtige Dampfkesselgrösse bestimmen
- Auswechslung Brenner oder Kessel prüfen

Eine komplette Isolierung des Dampfkessels inkl. aller Armaturen lohnt sich immer. Nachrüstung ist wegen der Platzverhältnisse oft schwierig.



Isolierung des Dampfkessels: links = schlechtes Beispiel; rechts = gutes Beispiel. Fotos: Daniel Ammann.

Die richtige Grösse des Dampfkessels

Unabhängig von Bauart und Primärenergieträger ist die richtige Dimensionierung des Kessels von grosser Bedeutung. Ein zu grosser Kessel läuft nicht im optimalen Bereich, die Energieausnutzung ist nicht genügend. Bei betrieblichen Veränderungen ist diesem Umstand Rechnung zu tragen.

Tipp: Kauf eines neuen Dampfkessels wenn möglich zurückstellen. Zuerst alle Energiesparmassnahmen verwirklichen und dann die nötige Kesselleistung neu bestimmen und den optimalen Kessel kaufen.

Abschlämmen und Absalzen

Das Abschlämmen (entfernen des auf den Grund gesunkenen Schlammes) muss nicht allzu häufig vorgenommen werden. Der Energieverlust ist zu gross. Hingegen ist darauf zu achten, dass regelmässig die oben aufschwimmenden Salze entfernt werden.

Top Empfehlungen:

- Durchgängige Isolierung aller wärmeabgebenden Oberflächen
- Kondensatableiter und Sicherheitsventile regelmässig prüfen
- Optimale Gestaltung von Dampf- und Kondensatnetz

2.3.3 Prozesswärme-Verteilung

Dampf ist wertvoll! In einem Kilogramm Dampf ist 5-mal so viel Energie enthalten wie in einem Kilogramm Wasser mit 100°C. Jeder Dampfverlust geht sofort ins Geld.

2.3.3.1 Isolation von wärmeführenden Leitungen und Absperrventilen

Top Empfehlungen:

- Keine nicht isolierten Teile
- Neue Isolationen in «richtiger» Stärke ausführen

Um bei Leitungen, die heisse Medien transportieren, unnötige Wärmeverluste zu vermeiden, sollten diese stets isoliert werden. Dies betrifft sowohl das Dampfleitungsnetz als auch das Kondensatnetz. Auch Armaturen sollten immer isoliert werden. Eine stärkere Isolierung verursacht nicht wesentlich höhere Kosten und lohnt sich deshalb. Die Isolationsstärke ist von der Höhe der Mediumtemperatur und vom Rohrdurchmesser abhängig. Der Gesetzgeber gibt die Isolationsstärken bis zu einer Temperatur von 60°C vor und schreibt, dass bei höheren Temperaturen angemessen mehr isoliert werden soll.

Als Regel können folgende Dämmstärken bei Dampf- und Kondensatleitungen genommen werden:

- Durchmesser kleiner als 3/4" Dämmstärke 40 mm
- Durchmesser kleiner als 5/4" Dämmstärke 50 mm
- Durchmesser kleiner DN 40 Dämmstärke 60 mm
- Durchmesser kleiner DN 80 Dämmstärke 80 mm
- Durchmesser kleiner DN 125 Dämmstärke 100 mm
- Durchmesser kleiner DN 250 Dämmstärke 120 mm

Fazit: Der Einsatz einer Isolierung zahlt sich in jedem Fall aus. Willkommene Nebenwirkung: Das Raumklima verbessert sich und das Risiko von Betriebsunfällen sinkt.

Tipp: Auch das Streichen mit der richtigen Silberbronze kann die Abstrahlung wesentlich reduzieren (im Test gut abgeschnitten hat JAN-SEN Universal Thermo Silber von swiss Lack).⁴

Ältere Isolierungen können ersetzt werden. Dies drängt sich vor allem bei Veränderungen (Einbau neuer Anschlüsse) auf. Die neuen Leitungen usw. können dann sofort in der «richtigen» Isolationsstärke ausgeführt werden. Zug um Zug wird so die gesamte Installation auf die neue Dimension gebracht.

Achtung: Leider ist die Verstärkung der Isolation bei bestehenden Leitungen durch den Leitungsabstand begrenzt. Auch Absperrventile wurden früher näher beisammen montiert. Manchmal helfen bei Absperrbatterien Isolationskästen, die mehrere Ventile gleichzeitig isolieren.

Ein genereller Ersatz einer bestehenden Isolation durch eine stärkere ist wegen der hohen Kosten nicht in vernünftiger Zeit amortisierbar.

Leckagen

Es sollte stets auf Leckagen am Leitungsnetz geachtet werden. Diese sollten auch aus Sicherheitsgründen sofort beseitigt werden.

⁴ Dieses Beispiel bezieht sich auf eine Feuertüre am Dampfkessel, welche nicht isoliert werden kann.

2.3.3.2 Prüfung der Kondensatableiter/Sicherheitsventile

Aufgabe der Kondensatableiter ist es, Kondensat und Luft aus dem Dampfleitungssystem abzuleiten. Undichte Kondensatableiter haben Dampfverluste zur Folge, die einen erheblichen wirtschaftlichen Verlust darstellen. Nebst dem Energieverlust können auch Probleme im Speisewassergefäss auftreten, falls dort aufgrund der zu hohen Temperaturen viel Brüddampf entsteht.

Jährliche Kosten durch Dampfverluste

Beispielrechnung	
Anzahl der defekten Kondensatableiter	10
Dampfverluste je Kondensatableiter (kg/h)	3 kg/h
Jährliche Betriebsstunden (eine Schicht)	2'500 h
Jährliche Dampfverluste (kg)	75'000 kg
Dampfkosten je Tonne Dampf	ca. 100.00 CHF/t ⁵
Jährliche Verluste	CHF 7'500.00

Blockierende Kondensatableiter haben keine Energie- und Wasserverluste zur Folge, führen jedoch, je nach Grad der Blockade, zu teilweise erheblichen Reduzierungen der Heizleistung eines Verbrauchers. Durch Kondensat-Stau verursachte Wasserschläge können ausserdem Schäden im Dampf-Kondensatsystem anrichten. Konsequenz dieser eindrücklichen Zahlen und Fakten:



Erfahrungsgemäss ist in Anlagen ohne regelmässige Prüfung/Wartung mit einer Ausfallrate in der Grössenordnung von 15–25 Prozent zu rechnen. Durch regelmässige Prüfungen (mindestens einmal jährlich) und entsprechenden Wartungen lässt sich diese Ausfallrate deutlich auf ca. fünf Prozent verringern. Prüfen lassen sich in Betrieb befindliche Kondensatableiter mittels Schaugläsern, Schall- oder Niveaumessungen.

⁵ gerechnet mit einem Ölpreis von CHF 100/100l.

Tipp: Anbieter von Kondensatableitern oder Installateure bieten eine professionelle Überprüfung an. Mit etwas Verhandlungsgeschick ist diese kostenlos erhältlich.

Die Niveaumessung basiert auf der Leitfähigkeit des Kondensats. Durch eine dem Kondensatableiter vorgeschaltete Prüfkammer mit integrierter Niveausonde kann ein undichter Kondensatableiter erkannt werden. Ein Ausgangssignal wird auf der Prüfstation (Fernüberwachung) angezeigt⁶.

Die Schallmessung beruht auf der Erfassung des Körperschalls, der von in Betrieb befindlichen Kondensatableitern von ihrer Gehäuseoberfläche abgestrahlt wird. Je nach verwendetem Prüfsystem wird der erfasste Schall auf einem Anzeigegerät in Form eines Zeigerausschlages auf einer Skala oder graphisch in Form einer Kurve dargestellt.

Mit etwas Erfahrung, kann die Prüfung selber vorgenommen werden, ein Schraubenzieher dient zur Übertragung der Geräusche. Man hört, ob der Ableiter arbeitet oder immer offen bleibt. Diese Methode hat leider eine ziemlich hohe Fehlerquote.

Wir empfehlen die Auswechslung der Kondensatableiter beim kleinsten Verdacht auf eine Funktionsstörung. In diesem Zusammenhang sind auch sämtliche Druckreduzierventile sowie die dazu gehörenden Sicherheitsventile auf Dichtheit zu prüfen. Lieferanten von Dampfventilen bieten diese Kontrolle als Dienstleistung an.

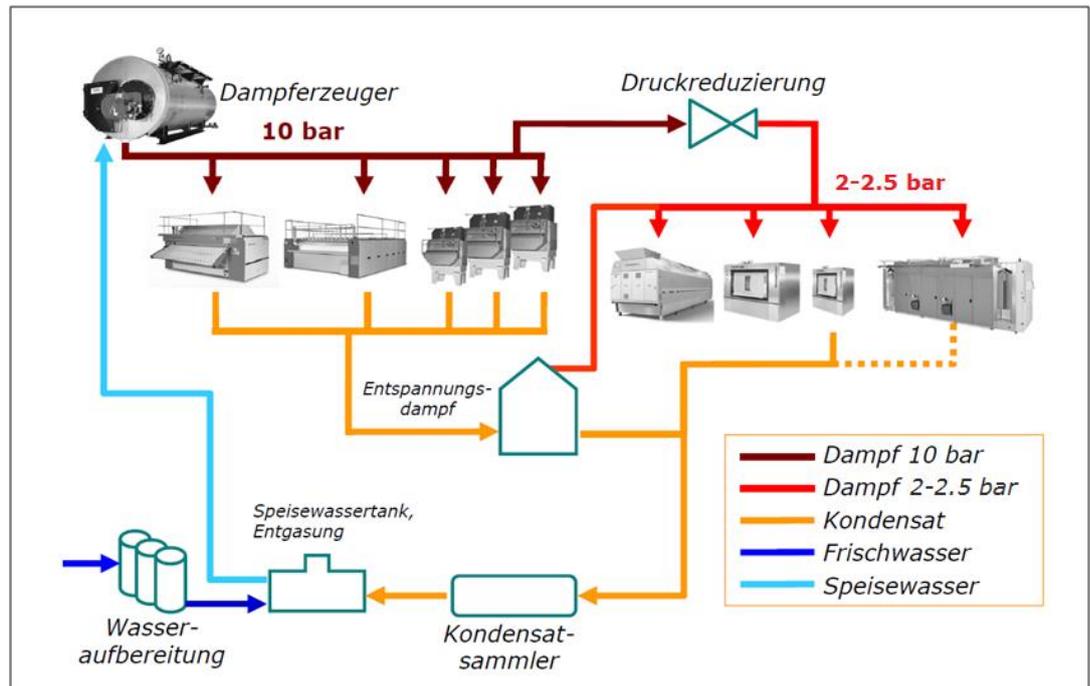
2.3.3.3 Optimale Gestaltung des Dampfnetzes

Top Empfehlungen:

- Nachdampfnutzung
- Kondensat und Brügendampf nutzen (vgl. Kapitel 2.3.2.4)

Die Dampfverteilung wird in ein Hochdruck-System (z.B. 10 bar Dampfdruck) und ein Niederdruck-System (z.B. 4 bar) aufgeteilt. Die Nachverdampfung des entspannten Kondensats aus dem Hochdruck-System wird wiederum im Niederdruck-System eingesetzt.

⁶ Quelle: www.gestra.de besucht am 14.2.2013.



Dampfinstallation «state of the art». Grafik: H.-J. Sumi

Keine unnötigen, warmen Oberflächen: Um unnötige Wärmeverluste zu vermeiden, sollten stillgelegte Leitungsabschnitte entfernt oder zumindest von den noch aktiven Leitungen mechanisch entkoppelt werden.

Top Empfehlung:

- Netz aufteilen und einzelne Teile abschaltbar machen

Gerade in kleineren und mittleren Betrieben arbeiten nicht immer alle Abteilungen gleichzeitig. Eine gute Aufteilung des Dampfnetzes, mit Möglichkeit zur Abschaltung ganzer Teile, drängt sich daher auf.

Beispiele:

- Die Wäscherei arbeitet täglich eine bis zwei Stunden weniger als die Finishabteilung und Spedition.
- Die Pressenabteilung arbeitet nur vormittags.
- Gereinigt und gewaschen wird morgens – am Nachmittag wird nur noch gebügelt.

Es sollte ein besonderes Augenmerk auf die sinnvolle Platzierung von Absperrarmaturen gelegt werden (so gerät das Abschalten weniger in Vergessenheit).

Tipp: Auch Druckluft und Strom für nicht aktive Betriebsteile zentral abschalten!

2.3.4 Wasseraufbereitung

Top Empfehlungen:

- Wasserenthärtungsanlagen haben ausser bei der Regeneration keinen grossen Ressourcenverbrauch. Entscheidend ist deshalb der richtige Zeitpunkt für die Regeneration.
- Regelmässig prüfen, ob die eingestellten Werte nach wie vor richtig sind – bei veränderter Wasserhärte Volumensteuerung anpassen.
- Tipp: Die Wasserhärte mit einem Testomat überwachen lassen (insbesondere wo keine interne Überwachung in der Enthärtungsanlage stattfindet sowie für das Kesselspeisewasser).

Ionentauscher sind immer noch die wirtschaftlichste Art der Wasseraufbereitung. Das gesättigte Harz muss regeneriert werden. Die Regeneration wird nach Volumen gesteuert. Nach Durchfluss einer bestimmten Menge Wasser (meistens angegeben in m³) wird diese ausgelöst. Die massgebende Menge wird berechnet aus der Härte des Rohwassers und der Leistungskraft des Austauschers. Diese Werte können sich verändern. Es sollte deshalb regelmässig geprüft werden, ob die Enthärtung auch kurz vor Auslösung der Regeneration noch einwandfrei ist, oder ob allenfalls eine grössere Wassermenge programmiert werden kann.

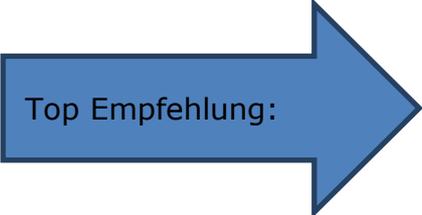
Die Volumensteuerung der Enthärtungsanlage kann automatisiert werden, indem die Qualität des Wassers am Ausgang der Enthärtungsanlage geprüft wird. Bei Erreichen des eingestellten Grenzwerts wird eine Regeneration ausgelöst. Es ist mit Kosten von etwa CHF 5'000.- zu rechnen – diese Investition wird sich nur bei besonders schwierigen Bedingungen rechtfertigen.

2.3.5 Druckluft

Druckluft ist eine kostenintensive und damit äusserst wertvolle Energieform. Einige Fakten⁷ dazu:

- Die Investitionskosten betragen nur 10 bis 15 Prozent der Gesamtkosten einer Druckluftanlage.
- Die Energiekosten übersteigen bereits nach zwei Jahren die Anlage-Investitionen.

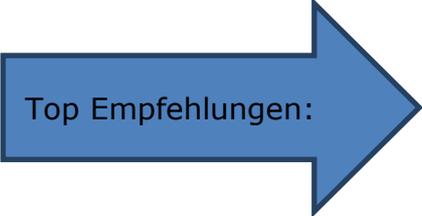
Bei der Druckluft gibt es grosse Einsparpotenziale, sowohl bei der Erzeugung als auch bei der Verteilung.



Top Empfehlung:

- Jedes Leck kostet Geld, deshalb regelmässig kontrollieren und Verluste vermeiden

2.3.5.1 Druckluftherzeugung



Top Empfehlungen:

- Bedarfsanalyse lohnt sich
- Druckbereich optimieren
- Grundlast oder Spitzenlast?
- optimalen Kompressor oder Kombination finden
- Abwärme nutzen

Kompressoren gelten als grosse und ineffiziente Energieverbraucher, weil viel Wärme produziert und der Wirkungsgrad als sehr schlecht beurteilt wird. Mit optimaler Ausstattung und Steuerung können diese Vorurteile teilweise widerlegt werden. Wenn dann auch noch die Abwärme sinnvoll genutzt werden kann, sieht die Energiebilanz schon wesentlich besser aus.

Behauptung: In den meisten Fällen ist der vorhandene Kompressor zu gross.

⁷ Quelle: EnergieSchweiz, effiziente Druckluft; www.druckluft.ch.

Es lohnt sich, über eine längere Zeitdauer eine Messung des Druckluftbedarfs machen zu lassen. Die meisten Lieferanten bieten solche Dienstleistungen im Rahmen eines Beschaffungsverfahrens kostenlos an. Nur so kann wirklich festgestellt werden, wie viel Druckluft durchschnittlich und bei Spitzenbedarf gebraucht wird.

Kolbenkompressoren kommen nur bei punktuellm Bedarf in Frage. Bei kontinuierlichem Druckluftbedarf sind Schraubenkompressoren die richtige Wahl.

Top Empfehlung:

- Drucksteuerung richtig einstellen

Zwischen dem Kompressor und den einzelnen Verbrauchern muss ein Druckverlust von ca. 1 bar eingerechnet werden. Der Einschaltdruck sollte deshalb 1 bar höher sein als der höchste an einer Maschine erforderliche Druck. In den meisten Wäschereien ist ein Netzdruck von 6.5 bis 7.5 bar eingestellt.

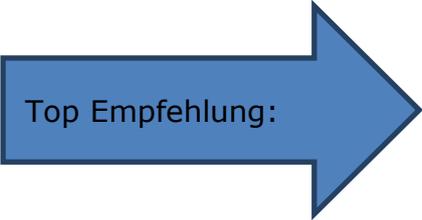
Je höher die Druckobergrenze liegt, desto weniger effizient ist die Produktion und desto grösser sind die Verluste im Netz. Es lohnt sich deshalb, eine mögliche Absenkung des Ausschaltpunktes zu prüfen. Höher als 10 bar sollte der Ausschaltdruck auf keinen Fall sein. Wenn ein Netzdruck von 10 bar notwendig ist, damit beim Verbraucher noch 6 bar vorhanden sind, so deutet dies auf ein zu klein dimensioniertes Leitungsnetz oder auf einen zu kleinen Druckluftspeicher hin.

Top Empfehlung:

- Effizienten Kompressor fordern

Ein effizienter Kompressor ist in der Anschaffung etwas teurer, verursacht jedoch geringere Betriebskosten, was sich schon nach wenigen Jahren auszahlt. Verlangen Sie in jeder Offerte die spezifische Leistung beim gewünschten Betriebsdruck als Vergleichszahl.⁸

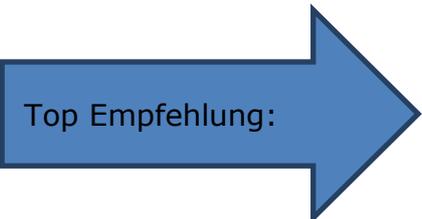
⁸ Quelle: EnergieSchweiz, effiziente Druckluft; Planer Check S. 9.



Top Empfehlung:

- FU-Systeme sind nicht immer die beste Lösung

Der Wirkungsgrad ist nicht über den gesamten Regelbereich konstant. Optimal laufen durch Frequenzumrichter drehzahlgeregelte Kompressoren im Bereich von 50 Prozent. Bei einem hohen Druckluftbedarf drängt sich eine Verteilung auf zwei oder mehr Kompressoren mit einer übergeordneten Steuerung auf. Die Grundlast wird am effizientesten durch einen im optimalen Bereich laufenden, unregelmässigen grösseren Kompressor abgedeckt. Für die Spitzenlast wird dann ein geregelter kleinerer Kompressor zugeschaltet. Bei einem niedrigen Druckluftbedarf ist ein geregelter Kompressor, der möglichst oft im oben beschriebenen optimalen Bereich läuft, am effizientesten.



Top Empfehlung:

Abwärme nutzen:

- «Ein 18.5-kW-Kompressor liefert so viel Wärmeenergie, dass man damit mühelos ein Einfamilienhaus heizen kann.»¹²

Die warme Luft kann direkt in Räume geleitet werden, welche beheizt werden müssen. Bei luft- oder wassergekühlten Schraubenkompressoren kann ein Wärmetauscher in den Flüssigkeitskreislauf eingebaut werden. Das aufgeheizte Warmwasser kann zu Heizzwecken oder in der Produktion verwendet werden. Aufgrund der oftmals räumlichen Nähe, drängt sich eine Aufheizung des Wassers auf, welches in das Speisewassergefäss des Dampfkessels nachgespiessen wird.

⁹ Kaeser Kompressoren GmbH: Drucklufttechnik: Grundlagen, Tipps und Anregungen, S. 18.

2.3.5.2 Druckluftverteilung

Top Empfehlungen:

- Leckagen verringern resp. vermeiden
- Netz nachts abriegeln
- Netz aufteilen und konsequent Teile abschalten
- evtl. altes Netz komplett ersetzen

Leckagen

Leckagen in Druckluftnetzen sind praktisch unvermeidbar. Die meisten finden sich bei den Anschlüssen der Geräte oder in den Geräten selber (z.B. bei den Zylindern in Hemdenfinishern).

Tipp: Ein Betriebsrundgang bei eingeschalteten Maschinen vor der Arbeitsaufnahme oder nach Feierabend gibt gut hörbare Hinweise auf Lecks.

Weil Lecks auch bei regelmässiger Kontrolle unvermeidbar sind und diese auch nicht immer sofort behoben werden können, drängt sich eine Abschaltung ausserhalb der Betriebszeiten auf.

Test: Wie lange hält sich der Luftdruck, wenn die Druckluftherzeugung abgeschaltet wird, aber das ganze Netz offen bleibt? Das Ergebnis gibt wertvolle Hinweise über die gesamten Verluste.

Netz aufteilen und Teile abschalten



Mindestens in der Nacht sollte der ganze Betrieb mit einem zentralen Ventil abgeschaltet werden. Noch besser ist die sofortige Abriegelung einzelner Betriebsteile, sobald an diesen nicht mehr gearbeitet wird.

Praxisbeispiel eines zentralen Ventils mit einer sehr einfachen Aufteilung.

Netz ersetzen

Der komplette Ersatz eines alten Druckluftnetzes kann sich rechnen. Alte Netze mit Hanfdichtungen sind praktisch nicht mehr dicht zu bekommen, wenn eine gewisse Zeit lang feuchte Druckluft verwendet wurde. Mit neuester Montagetechnik können Druckluftnetze schnell und einigermaßen kostengünstig ersetzt und gleichzeitig optimal ausgelegt werden.

Drucklufttrocknung

Grundvoraussetzung für einen langlebigen Einsatz eines Druckluftnetzes ist eine zentrale Drucklufttrocknung, denn feuchte Druckluft verursacht Probleme. Der Energieverbrauch der Drucklufttrocknung wird durch Ersparnisse bei Wartung und Reparaturen mehrfach kompensiert.

2.3.6 Elektrische Energie und Motoren

Dem Stromverbrauch ist (auch wegen der steigenden Preise) grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Durch den Ausstieg von fossilen Brennstoffen und wegen geplanter Abschaltungen von Atom- und Thermischen-Kraftwerken wird Strom einen noch höheren Stellenwert erhalten. Grösstes Sparpotenzial:

- Lüftung (vgl. Kapitel 2.2.3)
- Beleuchtung (vgl. Kapitel 2.2.4)
- Druckluftherzeugung (vgl. Kapitel 2.3.5)

Neben der allgemeinen Verbrauchssenkung ist auf die Leistungsspitzen zu achten. Je nach Verrechnung können diese einen erheblichen Teil der Kosten verursachen. Ein Lastprofil, das beim Stromlieferanten angefordert werden kann, gibt Hinweise auf solche Leistungsspitzen.

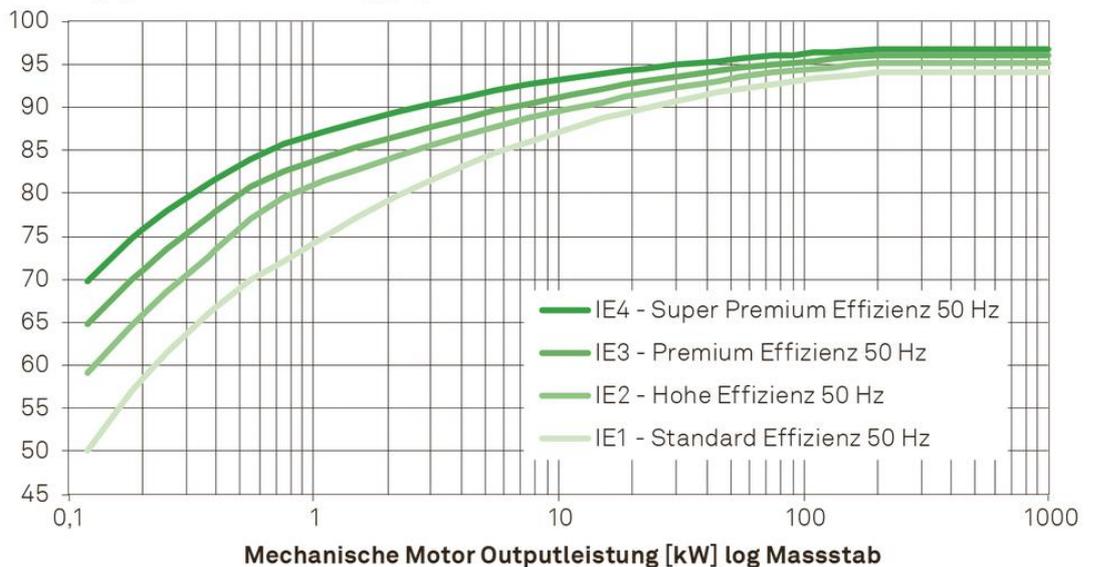
Top Empfehlungen:

- Nicht in Betrieb stehende Maschinen und Geräte ausschalten – kein Stand-by-Betrieb
- Maschinen gegeneinander verriegeln (es kann z.B. jeweils nur eine Waschsleudermaschine mit Schleudern beginnen)
- Antrieb: Beim Neukauf auf Motor mit gutem Wirkungsgrad achten und Antrieb über Flachriemen wählen

Es werden Motoren mit dem Label IE4 Premium Effizienz empfohlen (sofern erhältlich):

Alte europäische Wirkungsgradklassen (seit 1998)	International Efficiency (weltweit gültige Wirkungsgradklassen)	Vorgaben lt. EU-Verordnung (EG/640/2009)
	IE 4 (gemäss IEC TS 60034-31 Ed. 1)	
	IE 3 (Premium Wirkungsgrad)	Vorgeschrieben in EU ab 01.01.2015 (7.5-375 kW Nennleistung)* bzw. 01.01.2017 (0.75-375 kW Nennleistung)*
EFF1	IE 2 (Hoher Wirkungsgrad)	Vorgeschrieben in EU Ab 16.06.2011 (0.75-375 kW Nennleistung)
EFF2	IE 1 (Standard Wirkungsgrad)	Nicht mehr in Verkehr zu bringen ab 16.06.2011
EFF3	–	Nicht mehr in Verkehr zu bringen ab 16.06.2011

Wirkungsgrad bei Nennleistung [%]



*oder IE2 mit Drehzahlregelung.

Weitere Angaben dazu: <http://www.topmotors.ch/de> .

Schwerpunkt richtig setzen: Der Austausch eines Antriebsmotors bringt nur eine geringe Stromersparnis im Vergleich zu vermiedenen Leerlaufzeiten. Eine gute Organisation und umgehendes Abschalten sparen deutlich mehr.

Mittels Photovoltaik kann Strom selber produziert werden, vgl. dazu Kapitel 2.3.8.

2.3.7 Rückgewinnungssysteme und Abwärmenutzung – allgemeine Bemerkungen

In diesem Kapitel werden allgemeine Bemerkungen zur Rückgewinnung gemacht. Wasser, Luft und vor allem Wärme sollten mehrfach verwendet werden. Beispiel: Beim Wasser kann gleich dreifach gespart werden:

- Dank Wiederverwendung muss weniger Frischwasser- und Abwassergebühr bezahlt werden.
- Die zurückgewonnene Wärme muss nicht als Primärenergie zugeführt werden.
- Je nach Gebrauch stellt auch das im Abwasser enthaltene Waschmittel einen willkommenen Zusatznutzen dar.

2.3.7.1 Definitionen und Grundlagen¹⁰

Wärmerückgewinnung (WRG)

Die bei einem Prozess anfallende unvermeidbare Abwärme wird dem gleichen Prozess ohne wesentliche Zeitverschiebung wieder zugeführt. Ideal ist die Übereinstimmung von Quelle und Verbraucher bezüglich Zeit und Menge. Es wird ein höherer Anlagenutzungsgrad erreicht. Beispiele: Trocknerabluft erwärmt Trocknerzuluft, Abwasser erwärmt Frischwasser direkt auf der Waschmaschine/-strasse.

Abwärmenutzung (AWN)

Die bei einem Prozess anfallende unvermeidbare Abwärme wird bei anderen Prozessen gleichzeitig oder zeitverschoben weiter genutzt. Beispiele: Abluft der Mangel erwärmt Frischwasser, Abwärme des Druckluftkompressors erwärmt Frischluft, Abwasser erwärmt Frischwasser in zentralem Speichertank.

Besondere Aufmerksamkeit ist der Anpassung von Wärmeangebot und Wärmebedarf zu widmen – oft sind Wärmespeicher notwendig. Die Gesamtenergienutzung wird durch die Verbundbildung verbessert, der Nutzungsgrad der Einzelanlagen bleibt aber unangetastet. Hinsichtlich des Verwendungsorts der Abwärme ist zu unterscheiden zwischen der betriebsinternen Nutzung in einem anderen Prozess (interne AWN) und der Nutzung durch Dritte ausserhalb des Betriebes (externe AWN).

¹⁰ Entnommen aus: Impulsprogramm RAVEL Bundesamt für Konjunkturfragen, Heft 2: Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung, <http://www.energie.ch/phocadownload/355D.pdf> (Best.-Nr. 724.355d).

Eine WRG-Lösung ist in den meisten Fällen energieeffizienter und wirtschaftlicher als eine AWN-Lösung, weil die bei einer AWN-Lösung notwendige Vernetzung entfällt und damit auch möglicherweise störende Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Anlageteilen vermieden werden können. Damit wird auch die grösstmögliche Flexibilität beim Austausch von Anlageteilen gewährleistet.

Wärmeübertragung

Nach den Gesetzen der Thermodynamik fliesst Wärme immer vom warmen zum kalten Stoffstrom. Wärmeübertragung lässt sich hinsichtlich der thermischen Vorgänge wie folgt gliedern:

- *direkte Wärmeübertragung*: beruht auf der kombinierten Wärme- und Stoffübertragung. Beispiel: Kühlturm.
- *indirekte Wärmeübertragung*: erfolgt räumlich durch eine wärmedurchlässige Wand. Beispiele: Heizkörper, Wärmetauscher (vgl. Kapitel 2.3.7.2)
- *halbindirekte Wärmeübertragung*: nutzt die Eigenschaften eines Wärmespeichers. Dabei werden beide Stoffe zeitversetzt mit dem Wärmespeicher in Kontakt gebracht. Beispiel: Wärmerad in Lüftungsanlagen.

Wärmetauscher

Der Wärmetauscher ist ein Gerät, das thermische Energie (Wärme) von einem Stoffstrom auf einen andern überträgt, ohne dass die Stoffströme dabei vermischt werden.

Wirkungsgradverlust

Bei jeder Wärmeübertragung entsteht technisch bedingt ein Wirkungsgradverlust, weil nicht die gesamte Wärme übertragen werden kann. Der Verlust beträgt mindestens 10 Prozent, in der Praxis häufig deutlich mehr.

2.3.7.2 Wärmetauschersysteme

Je nach Bauart, beteiligten Stoffen, Funktionsweise und Einsatzart wird zwischen verschiedenen Wärmetauschersystemen unterschieden.

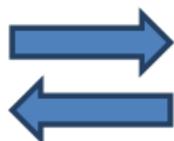


Top Empfehlungen:

- Es ist wichtig, das passende System für den jeweiligen Betrieb auszuwählen.
- Die verwendeten Systeme müssen aufeinander abgestimmt sein (z.B. geregelte Frisch- und Abwasserströme).

2.3.7.2.1 Bauarten von Wärmetauschern

Gegenstromwärmetauscher



Die Stoffströme werden entgegengerichtet aneinander vorbeigeführt. Beispiel: Wasser/Wasser – Drallrohrwärmetauscher zur Erwärmung von Frischwasser durch Abwasser. Die Verwirbelung in den Rohren sorgt für eine optimale Wärmeübertragung und reduziert zudem das Risiko einer Verstopfung durch Flusen und Fremdkörper bei Abwasserströmen.

Gleichstromwärmetauscher



Die Stoffe werden nebeneinander in gleicher Richtung geführt. Beispiel: Rohr-in-Rohr Luft-Wasser Wärmetauscher für Mangelabluft zur Erwärmung von Frischwasser.

Kreuzstromwärmetauscher



Die Stoffe werden so geführt, dass sich ihre Richtungen kreuzen. Beispiel: Luft-Luft Kreuzstromplattenwärmetauscher in Lüftungs-/Abluftanlagen.

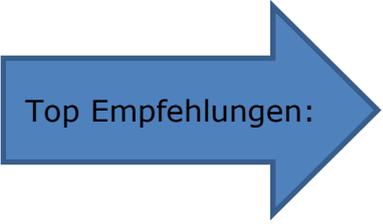
2.3.7.2.2 Am Wärmetausch beteiligte Stoffe

In der Regel sind Wasser und Luft die am Wärmetausch beteiligten Stoffe.¹¹ Es gibt also:

- Wasser/Wasser-Wärmetauscher (Bsp. Abwasser – Frischwasser)
- Luft/Wasser-Wärmetauscher (Bsp. Mangelabluft – Frischwasser)
- Luft/Luft-Wärmetauscher (Bsp. Abluft – Zuluft bei Tumbler)

¹¹ Anstatt Wasser kann das Fluidum auch Glykol, Öl o.ä. sein.

2.3.7.2.3 **Kondensierende und nicht kondensierende Wärmetauscher**



Top Empfehlungen:

- Die meiste Energie liegt in der Feuchtigkeit
- Deshalb sollten wenn möglich Kondensationswärmetauscher verwendet werden

Durch die beim Trocknen, Finishen oder Mangeln aus den Textilien verdampften Wassermengen, entstehen in den Fortluftleitungen/Absaugungen z.T. Volumenströme mit sehr hoher Feuchtebelastung. Die grösste zurückzugewinnende Energiemenge aus dieser Abluft ist hierbei in der Kondensation der in der Abluft enthaltenen Feuchte zu sehen.

Beim **kondensierenden Wärmetauscher** wird durch eine Unterschreitung des Taupunktes (Temperatur, bei der die Feuchte in der Abluft auskondensiert) Kondensation auf der Wärmetauscheroberfläche herbeigeführt. Die latente Energie (in der Abluft «verborgene» Energie aus der Kondensation) kann somit auf das aufzuwärmende Medium «übergehen». Die Wärmetauscherflächen werden nass, wodurch die Wärmeübertragung verbessert wird. Wenn das Kondensat die Wärme abgegeben hat, muss es abgeführt werden.

Bei einem **nicht kondensierenden Wärmetauscher** wird die Wärme ausschliesslich durch Abkühlung der Abluft übertragen. Die Austauscherflächen bleiben trocken. Die Übertragung kann auf Luft, Wasser oder einen anderen Stoff erfolgen. Das Rückgewinnungs-Potenzial eines solchen Wärmetauschers ist aus zweierlei Gründen vergleichsweise niedrig:

- Einerseits ist die zurückzugewinnende Energie aus der reinen Abkühlung der Abluft, wie bereits beschrieben, vergleichsweise niedrig;
- andererseits verschlechtert sich die Effizienz des Wärmetauschers aufgrund eines sehr viel niedrigeren Wärmeübertragungswerts durch die trockenen Wärmetauscherflächen auf der Abluftseite erheblich.

2.3.7.2.4 Zentrale und dezentrale Systeme

Grundsätzlich kann eine Abwärmenutzung als Einzel- oder Sammelsystem installiert werden. Beide Systeme haben Vor- und Nachteile.

a) Dezentrales System = Einzelsystem

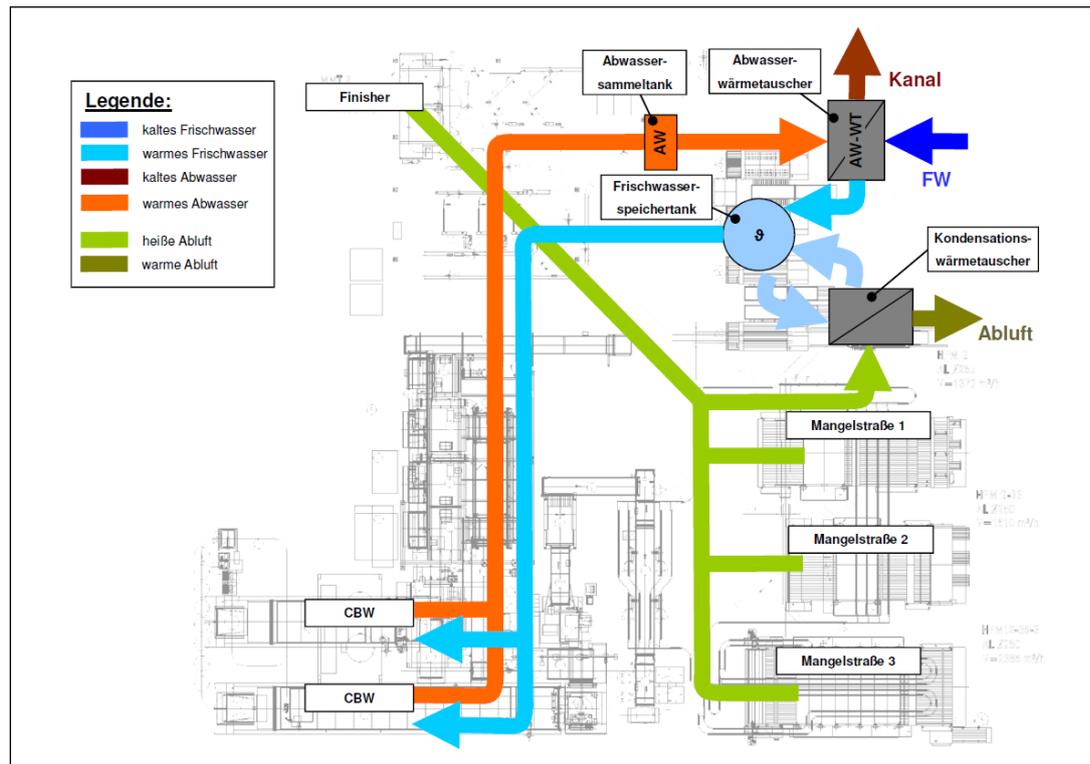
Wärmetauscher können einzeln pro Maschine (z.B. Waschmaschine, Mangel, Tumbler) installiert werden.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Das Einzelsystem kann unmittelbar bei der Maschine platziert werden. • Es kann in Etappen investiert werden. • Die Beheizung separater Systeme ist möglich (z.B. Kondensationswärmetauscher 1 erwärmt Frischwasser; Kondensationswärmetauscher 2 unterstützt Hallenbeheizung; vgl. Kapitel 2.3.7.4). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrere Einzelsysteme verursachen mehr Investitionskosten als ein zentraler Wärmetauscher.

b) Zentrales System = Sammelsystem

Beispiele: Ein zentraler Kondensationswärmetauscher wird mit der gebündelten Abluft aus Mangel- und Finishprozessen durchströmt und heizt einen Wassertank auf oder alle Abwässer werden in einem Tank zentral gesammelt und mit einem Wärmerückgewinnungssystem wird die gesamte Energie zurückgewonnen.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Ein Gesamtsystem hat den Vorteil, dass es auf zukünftige Veränderungen des Maschinenparks reagieren kann. Das System ist in der Lage mitzuwachsen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Installation kann je nach baulichen Verhältnissen aufwändig sein. • Jede Änderung bei Prozessen und beim Maschinenpark beeinflusst das ganze System. Die optimale Steuerung des Systems ist anspruchsvoll. • Erfahrungsgemäss ist ein zentraler Wärmetauscher für mehrere Trockner schwierig zu steuern. Dies aufgrund der über die Prozessdauer stark variierenden Abluftmengen.



Beispiel eines zentralen Wärmerückgewinnungssystems. Grafik: Laundry Gstaad.

2.3.7.3 Unbedingt zu beachten bei Planung von WRG und AWN

Die Installation von Wärmetauschern braucht viel Platz. Von komplizierten Platzierungen ist aufgrund der nachstehend aufgeführten Gründen abzusehen. Die Abluftströme sind z.T. durch Flusen, verdampfte Waschmittelrückstände, Mangelwachs usw. stark verunreinigt. Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an Wärmetauscher und deren Unterhalt:

- Abluft/Abwasser und aufzuwärmendes Wasser sind strikt zu trennen;
- Regelmässige Reinigung ist zwingend, für eine manuelle Reinigung ist ein guter Zugang nötig (Umgebung und Bauart des Tauschers);
- Integrierte automatische Reinigung ist erwünscht. Dies kann bei kondensierenden Wärmetauschern eine selbständige Reinigung der gesamten Austauscherfläche sein, indem das Kondensat möglichst senkrecht abfließt.
- Das auftretende Kondensat kann aus oben genannten Gründen stark kontaminiert sein. Obwohl noch wertvolle Wärme in diesem Kondensat enthalten ist (50–80°C), wird von einer Verwendung im Waschprozess abgeraten.

Zu beachten sind auch die Druckverluste durch die Wärmetauscher, Leitungen und Kanäle. Bei Nachrüstungen von Wärmetauschern bei Trocknern und Mangelstrassen können zusätzliche Umlenkungen (Bögen in Abluftkanälen) zu unerwünschten Nebenwirkungen führen und die Maschinenleistung reduzieren.

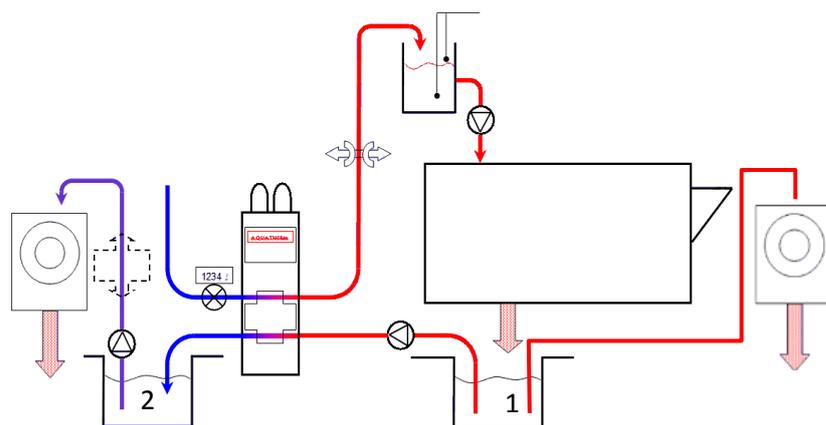
2.3.7.4 Prioritäten und Koordination bei WRG und AWN

Sinnvollerweise werden alle Massnahmen in ein Gesamtsystem eingebettet. Häufig kann aber aus finanziellen oder strukturellen Gründen nicht alles gleichzeitig in Angriff genommen werden. Dann drängt sich folgende Reihenfolge auf:

1. WRG resp. AWN aus dem Abwasser der Waschprozesse
2. WRG resp. AWN aus der Abluft der Finishprozesse
3. AWN aus Verbrennungsgasen
4. AWN bei Druckluftherzeugern

2.3.7.4.1 WRG resp. AWN aus dem Abwasser der Waschprozesse

Im warmen Abwasser liegt ein sehr grosses Energiepotenzial. Ein beträchtlicher Teil davon kann zurückgewonnen werden. Die Installation und der Betrieb sind meistens problemlos, der ROI ist gut.



Je nach Prozess kann eine Wäschschleudermaschine warmes (1) oder kaltes (2) Abwasser der Waschstrasse beziehen.

Ein Zahlenbeispiel: Eine Wäscherei wäscht 500 kg/h und braucht 8 Liter Wasser pro kg Wäsche, das ergibt 4'000 Liter Abwasser pro Stunde. Unter der Annahme, dass die Abwassertemperatur (Mischtemperatur) ca. 40°C und die Kaltwassertemperatur (Weichwasser) ca. 14°C beträgt,

können ca. 20°C zurückgewonnen werden, was einem Energiewert von etwa 93 kWh entspricht¹². Bei 9 Arbeitsstunden am Tag ergibt das eine tägliche Energieeinsparung von 837 kWh (93 kWh x 9 Arbeitsstunden). Dies wiederum entspricht ca. 80 Liter Öl. Ausgehend von einem Ölpreis von CHF 1.- pro Liter ergibt das Einsparungen von CHF 80.- pro Tag oder CHF 20'000.- im Jahr!

Für jeden Betrieb muss das richtige System ermittelt werden. Aufgrund der Prozessdaten (Abwassermenge/h, Abwassertemperatur, Frischwasertemperatur usw.) kann ein System genau auf den jeweiligen Betrieb ausgelegt werden.

2.3.7.4.2 WRG resp. AWN aus der Abluft der Finishprozesse

Die Abluft aus Trocknern und Mangeln enthält viel Feuchtigkeit und damit auch viel Energie – die Installation eines kondensierenden Wärmetauschers drängt sich deshalb auf. Zu beachten sind die in Kapitel 2.3.7.2 bereits angesprochenen möglichen Probleme (Reinigung und Unterhalt, Druckabfall, Steuerung bei Sammelsystemen).

Achtung: Bei Tunnelfinishern ist Vorsicht geboten. Nach allgemeiner Meinung ist eine sinnvolle Luftführung und Steuerung innerhalb des Tunnelfinishers einer Rückgewinnung der Wärme aus der Fortluft vorzuziehen, da ansonsten zu viele Probleme beim Betrieb drohen.

2.3.7.4.3 AWN aus Verbrennungsgasen

Die Energierückgewinnung aus Verbrennungsabgasen stellt eine weitere Möglichkeit der Energieverbrauchsminimierung dar. Hierbei sind zwei Vorteile zu nennen:

1. Eine hohe Abgastemperatur stellt eine grosse treibende Temperaturdifferenz zwischen abzukühlendem Medium und aufzuwärmendem Medium dar. Generell ist mit einer grossen treibenden Temperaturdifferenz eine grosse Wärmeübertragung der beiden Medien möglich.
2. Die durch die Verbrennungsreaktion als Verbrennungsnebenprodukt erzeugte, im Abgas enthaltene Wassermenge kann durch Unterschreitung des Taupunktes auskondensiert und die latente Wärme somit zurückgewonnen werden (Brennwerttechnik).

¹² Wärmekapazität von Wasser = 4.1867 MJ/m³; 3.6MJ = 1 kWh.

Die Ergänzung von zentralen Dampf-/Thermoölerzeugern mit einem zweiten kondensierenden Wärmetauscher (Eco 2) zur Wassererwärmung ist wirtschaftlich interessant und sollte auch bei bestehenden Anlagen geprüft werden.

Der Nutzen einer Energierückgewinnung aus dem Abgas direkt gasbeheizter Mangelstrassen muss im konkreten Fall genau geprüft werden. Die Abwärmenutzung aus der Mangelabluft ist wegen des viel grösseren Volumenstroms und Feuchtigkeitsgehalts wirtschaftlich interessanter als die Abgaswärmerückgewinnung.

2.3.7.4.4 AWN bei Druckluftherzeugern

Druckluftkompressoren erzeugen viel Wärme, wovon der grösste Teil genutzt werden kann und sollte. Dies ist sowohl bei luft- als auch bei wassergekühlten Modellen möglich und sinnvoll.

2.3.7.5 Verwendung der zurückgewonnenen Wärme

a) Interne Verwendung

Die betriebsinterne Nutzung der zurückgewonnenen Wärme hat den grossen Vorteil, dass sie ganzjährig möglich ist und direkt die Energiekosten des Betriebs beeinflusst. In den vorangehenden Kapiteln wurde eine Anlage zur Erwärmung des Frischwassers beschrieben. Es können aber auch Wasch- oder Spülwasser vorgewärmt werden. Details dazu finden sich in Kapitel 3.1. Die Verwendung für betriebsinterne Prozesse hat aber Grenzen. Deshalb werden weitere Einsatzgebiete für die zur Verfügung stehende Wärme gesucht.

b) Externe Verwendung und Einsatz von Wärmepumpen

Die Heizung von Büros, Nebenräumen oder sogar der Verkauf von Wärme zu Heizzwecken an Dritte bilden Verwendungsmöglichkeiten für die zurückgewonnene Wärme. Besonders sinnvoll ist eine Kombination von internen und externen Verwendungsarten.

Das Abwasser weist nach dem ersten Wärmetauscher immer noch eine Temperatur von ca. 18°C auf und hat deshalb einen beträchtlichen Energieinhalt. Mit einem zweiten Wärmetauscher kann das Abwasser weiter heruntergekühlt werden. Dazu wird eine Wärmepumpe eingesetzt. Übliche Wärmepumpensysteme arbeiten mit Wärmequellen (Grundwasser, Erdsonden) im Bereich von nur etwa 4°C. Bei den genannten 18°C ergeben sich sehr gute Leistungszahlen (COP-Werte).

Diese Technik wird noch sehr wenig genutzt. Sie sollte besonders in Situationen in Betracht gezogen werden, in denen man die Wärme zu Heizzwecken einem Nachbargebäude zuführen könnte. Der Verkauf von im Betrieb nicht nutzbarer Abwärme ist ökonomisch sinnvoll.

Welche Vorteile tatsächlich genutzt werden können und welchen Wert die zur Verfügung gestellte Restwärme hat, hängt von den konkreten Voraussetzungen eines Projekts ab:

- Wie viel Abwasser mit welcher Durchschnittstemperatur steht zur Verfügung und in welchem Zeitraum fällt dieses an?
- Wird das von der Wärmepumpe aufgeheizte Wasser für eine Bodenheizung oder eine Radiatorheizung verwendet? Welche Vorlauftemperatur ist notwendig?

Die Leistungsziffer der Wärmepumpe (COP) verändert sich je nach Beantwortung obiger Fragen. Bei guten Verhältnissen kann COP 5, im optimalen Fall sogar fast COP 6 erzielt werden. Im nachstehenden Beispiel wurde mit COP 4 gerechnet (Vorsichtsprinzip).

Berechnungsbeispiel zur Potenzialabschätzung

Einem Kubikmeter Abwasser mit 18°C wird über eine Wärmepumpe 12°C entzogen. Das Abwasser fliesst mit 6°C in die Kanalisation.

Strombedarf für Wärmepumpe:	14 kWh (=Kosten à Fr 0.20)	CHF 2.80
Energieertrag COP 4*:	56 kWh (=Ertrag à Fr 0.12**)	<u>CHF 6.70</u>
Bruttoertrag (AWN aus 1 m³ Abwasser)		CHF 3.90

* COP = Leistungsziffer der Wärmepumpe

** reiner Nutzenergiepreis basierend auf Heizölpreis von ca. CHF 1.00/l + Wirkungsgrad Kessel

Mit dem Bruttoertrag sind Verzinsung/Amortisation und Unterhalt der Wärmepumpe zu decken. Die Grösse und Ausführung der Wärmepumpe hängt unter anderem von der zu überwindenden Temperaturdifferenz und der Wasserqualität ab. Es ist deshalb nicht möglich, hier eine Renditeberechnung vorzulegen.

Mit den gleichen Annahmen wie in Kap. 2.3.7.4.1 (500 kg Wäsche pro Stunde; 9 Arbeitsstunden pro Tag; Wasserverbrauch 8 l/kg), d.h. mit einer Abwassermenge von 36 m³ pro Tag, ergibt sich mit den obenstehenden Beispielzahlen ein Bruttoertrag von CHF 35'100.- pro Jahr. Die Prüfung eines Projekts lohnt sich also auf jeden Fall.

2.3.8 Erneuerbare Energien

Als erneuerbare Energien bezeichnet man Energieträger, die entweder in menschlichen Massstäben als unerschöpflich gelten (Wind, Wasserkraft, Sonne und Erdwärme) oder schnell nachwachsen (Biomasse wie Holz und Biogas aus Abfällen). Dies im Gegensatz zu den fossilen Brennstoffen (Öl, Gas, Kohle), die sehr langsam entstehen und deshalb als endlich zu bezeichnen sind. Welche dieser erneuerbaren Energieträger können in Textilpflegebetrieben sinnvoll genutzt werden?

A) Biomasse

Details sind in Kapitel 2.3.1 und 2.3.2.6 beschrieben.

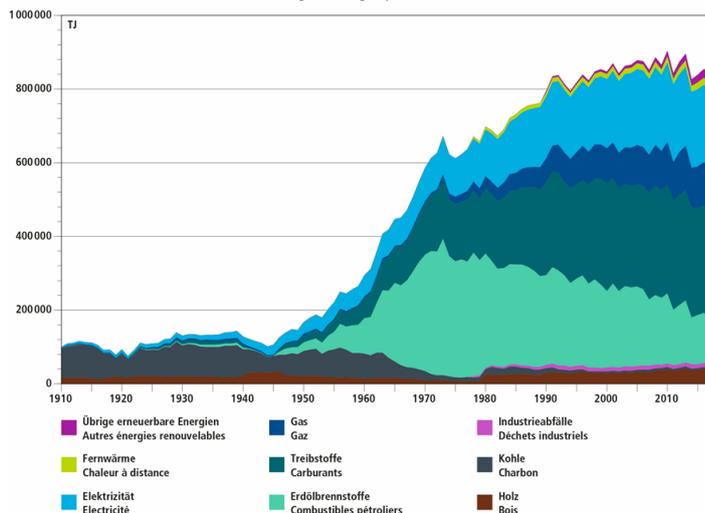
B) Sonnenenergie

Sonnenenergie wird über solarthermische Anlagen oder Photovoltaik genutzt. Solarthermie dient der Wärmeerzeugung, über Photovoltaik wird Strom produziert.

Die Bedeutung der Sonnenenergie wird zunehmen. Im August 2019 hat der Bundesrat bezüglich CO₂ Emissionen «**Netto Null bis 2050**» entschieden!

Nachfolgend dargestellt ist der Anteil des Primärenergiebedarfes von 1910 bis 2018, aufgeteilt auf die einzelnen Energieträger.

Fig. 1 Endenergieverbrauch 1910–2018 nach Energieträgern
 Consommation finale 1910–2018 selon les agents énergétiques



Die Herausforderung ist gross

Bis in 30 Jahren

Benötigen wir eine Lösung für die Atomenergie, sowie die fossilen Bren- und Treibstoffe!

Alles elektrisch?

© BFE, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2018 (Fig. 1)
 OFEN, Statistique globale suisse de l'énergie 2018 (fig. 1)

Ein grosser Teil der oben dargestellten Herausforderung wird durch die Nutzung von Sonnenenergie gelöst werden. Wegen den hohen erforderlichen Prozesstemperaturen (Dampf) wird eine direkte, wirtschaftliche, thermische (aa) Sonnenenergie-Nutzung schwierig bleiben. Wegen der

meist grossen Dächer bei Wäschereien ist aber die Nutzung von Sonnenenergie zur Erzeugung von Strom (bb) durchaus sinnvoll. Zudem verbraucht eine Wäscherei den Strom während des Tages, was zu einer solaren Stromerzeugungsanlage passt.

aa) Thermische Sonnenenergie

Dies ist in Textilpflegebetrieben meist nicht wirtschaftlich einsetzbar, da dieser Energieträger vor allem bei tiefen Vorlauftemperaturen effizient genutzt werden kann. In Textilpflegebetrieben ist im niedrigen Temperaturbereich jedoch eher ein Energieüberschuss vorhanden.

bb) Photovoltaik

Mit der Photovoltaik kann ein Teil des Strombedarfs selber produziert werden. Die Gestehungskosten sinken dank nach unten tendierenden Anlagekosten. Die Wirtschaftlichkeit ist von Fall zu Fall abzuklären, sie hängt auch von politischen Entscheidungen ab.

Bei der Installation einer PV-Anlage muss auf einen eventuellen Schattenwurf geachtet werden.

Hinweis: Bei einem zusammenhängenden Feld von Photovoltaik-Modulen werden durch einen Schatten auf einem einzigen Modul alle Anderen auf die Leistung des beschatteten reduziert.



Installation: winsun
Baujahr: 2015
Anlageleistung: 380 kWp

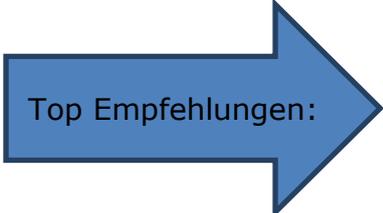
Stromproduktion:
447.3 MWh im Jahr 2016
446.8 MWh im Jahr 2017
425.8 MWh im Jahr 2018

W25.8 MWh im Jahr 2018 Raron VS

Hinweis: Durch die abgebildete Photovoltaikanlage konnte die Wäscherei Heinzmann den Stromverbrauch pro kg Wäsche halbieren.

2.4 WARTUNG UND UNTERHALT (ORGANISATORISCHE HINWEISE)

Hinweise zu konkreten Wartungsarbeiten an einzelnen Geräten und Maschinen finden sich in den Kapiteln 3 und 4. Nachfolgend sind allgemeine Bemerkungen zu Wartung und Unterhalt aufgeführt.



Top Empfehlungen:

- Mangelnder Unterhalt und ungenügende Wartung können zu einer schlechteren Leistung und damit zu einem erhöhtem Energieverbrauch führen
- Gute Wartung = hohe Verfügbarkeit = weniger Zusatzaufwand und damit auch weniger Energieverbrauch
- Wartungsarbeiten sollten immer dokumentiert werden¹⁸

In Wäschereien stellt Staub (grösstenteils Baumwollflusen) ein grosses Problem dar. Damit verbunden ist eine erhöhte Brandgefahr! Fehlende oder mangelnde Wartungen verkürzen die Lebensdauer der Anlagen und verursachen somit einen unnötigen Ressourcenverbrauch aufgrund vorzeitiger Ersatzbeschaffungen.

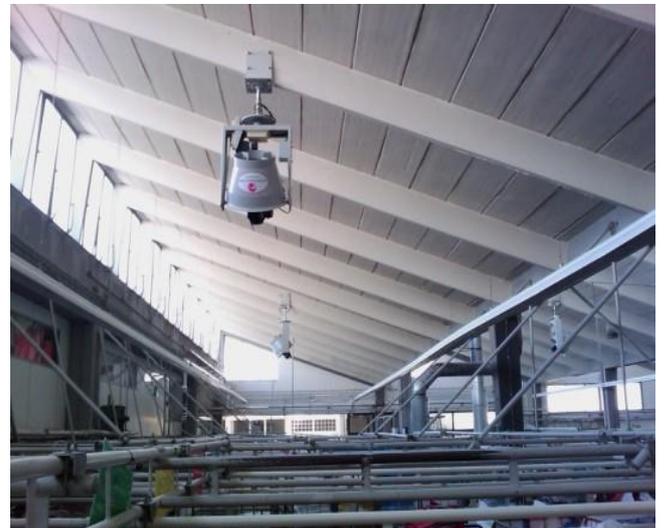
Auswirkungen auf den Energieverbrauch:

- Staub kann die **Lüftungsklappen** der Motoren verstopfen, was in der Regel zu einer verkürzten Lebensdauer aufgrund von Überhitzung führt.
- Im **Mangelbereich** werden Absaugeinheiten verstopft (Mangelein-gabe). Des Weiteren werden Maschinen-Sensoren verschmutzt, was zu Qualitätsproblemen und damit zu mehr Nachwäsche führt.
- Im **Trocknerbereich** verstopfen die Siebe der Trockner, was zu einem Leistungsverlust führt.
- Im **Waschbereich** verstopfen die Siebe der verschiedenen Tanks, was zu Störungen im Wasserhaushalt der Maschine führt. Resultat: Ein erhöhter Wasserverbrauch sowie letztendlich ein schlechtes Waschergebnis.

¹⁸ Beispiele für Wartungsdokumentationen finden sich im Anhang unter 6.3.

Manche dieser Probleme können durch automatische Geräte oder verbesserte technische Lösungen gelindert werden (verbesserte Raumlüftungsgeräte, automatische Siebreinigung bei Trocknern oder in Tanks sowie automatische Absaugvorrichtungen bei Mangleingabetischen).

Tipp: Reinigungsventilatoren können leihweise getestet werden. Vor dem ersten Einsatz muss der Betrieb komplett gereinigt werden. Der Reinigungsventilator bläst zeitgesteuert in der Nacht Flusen von Leitungen und Maschinen. Durch eine optimale Anbringung und Drehung des Ventilators kann mit einem oder mehreren Geräten der ganze Betrieb regelmässig gereinigt werden.

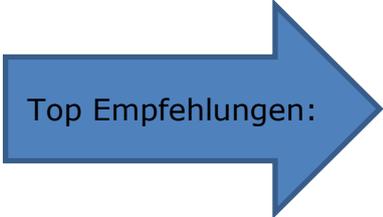


Reinigungsventilator. Bildquelle: <http://www.hebetec.de/jetstream-aire>.

Wartung und Unterhalt muss organisiert und dokumentiert werden. Sinnvollerweise kombiniert man diese Protokolle mit einer Maschinenhistorie. Konkrete Hinweise dazu findet man im Anhang unter 6.3.5.

Die Erstellung eines Wartungsplanes mit auszuführenden Arbeiten und Terminen bzw. Zeitpunkten (Arbeitsstunden, Laufzeiten) erleichtert die Kontrolle (siehe Kapitel 6.3 für Vorlagen).

2.5 WARENFLUSS UND ADMINISTRATION



Top Empfehlungen:

- Ressourcenoptimierung durch gute Organisation und das Vermeiden von Fehlern
- Digital vernetzte Prozesse stellen die Produktion und Auslieferung der Waren sicher (ständige Sichtbarkeit aller Artikel in den Produktionsabteilungen)

Eine gute Planung und Organisation spart Ressourcen. Falsche Lieferungen, Reklamationen und Suchaktionen kosten Zeit und Nerven. Zusätzliche Fahrten oder Mehraufwand durch das Entsorgen von nicht mehr brauchbaren Materialien stellen eine Ressourcenverschleuderung dar.

Integrierte Planung (Logistikplanung) bedeutet Organisation, Steuerung, Abwicklung und Kontrolle des gesamten Material- und Warenflusses mit den damit verbundenen Informationsflüssen. Digitale Vernetzung der einzelnen Produktionsgruppen bringt viele Vorteile. Unterschieden werden der interne Warenfluss (Wäschefluss im Betrieb nach Anlieferung bis Auslieferung) und der externe Warenfluss (Weg des Textils vom Kunden zum Betrieb und vom Betrieb zum Kunden).

Ziele:

- Sicherstellung eines kontinuierlichen Produktionsprozesses.
- Vermeiden von Falschliefungen, Suchaktionen, Schadenersatz, Nacharbeit, Ersatzleistungen und Sonderfahrten.

Mittel:

- Genaue Erfassung, sichere Identifikation und Zuordnung der Waren.
- Klarer und umfassender Informationsfluss.
- Zweckmässiger Transport zwischen den einzelnen Abteilungen und zu Externen.

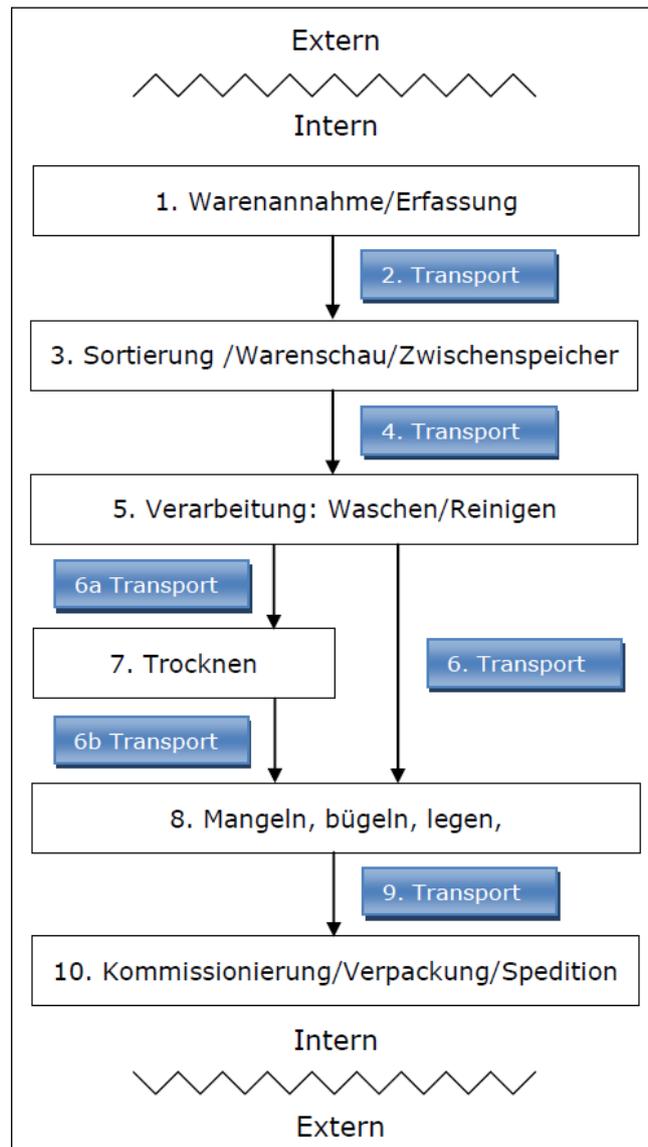
2.5.1 Betriebsinterner Warenfluss

Der Ressourcenverbrauch für den betriebsinternen Warenfluss ist nicht allzu gross. Trotzdem gilt:

Top Empfehlungen:

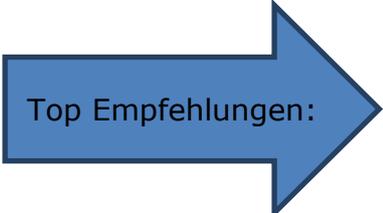
- Verwendete Geräte und Anlagen optimal planen und betreiben
- Maschinen und Geräte sofort nach Gebrauch ausschalten
- Motoren und Getriebe überprüfen und allenfalls auswechseln

Schematische Darstellung des Warenflusses:



Energieverbrauch im internen Warenfluss (Nummerierung gemäss vorangehendem Schema)

1. Warenannahme/Erfassung



Top Empfehlungen:

- Waagen und Zählrahmen ausschalten
- Patchmaschinen und Markierungssysteme nach jedem Gebrauch ausschalten
- Computer über Nacht ausschalten

Patchmaschinen zum Anbringen von Etiketten und Labels brauchen im Stand-by-Modus viel Strom. Da die Aufheizzeiten gering sind, können solche Geräte jedes Mal nach Gebrauch ausgeschaltet werden.

4. Transport: Manuell oder automatisiert

Der Transport kann durch Förderanlagen für Säcke oder hängende Artikel, Saug-Zug-Beladung oder Rollbehälter etc. erfolgen.

- Saug-Zug-Beladungen haben einen hohen Energiebedarf
- Frequenzgesteuerte Gleichstrommotoren sind Stand der Technik für Transportanlagen. Diese sind wählbar als Trommelmotor oder im Direktantrieb. Die Motorenleistung wird der benötigten Last automatisch angepasst. Ein Nachrüsten ist nur mit hohem finanziellem Aufwand möglich.

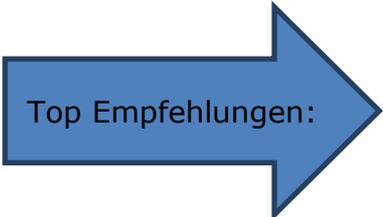
8. Finishen

Betreffend Warenfluss im Finishbereich (mangeln, bügeln, legen, falten, stapeln etc.) siehe Kapitel 3.4 – 3.5 / 4.6.

10. Kommissionierung, Verpackung

Siehe dazu Kapitel 2.6.3.

2.5.2 Externer Warenfluss/Vertrieb



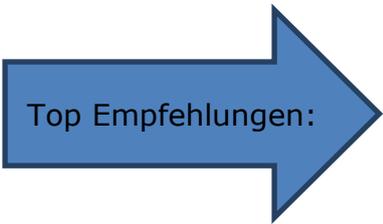
Top Empfehlungen:

- Moderne Fahrzeugflotte
- Optimale Tourenplanung und Beladung der Fahrzeuge zur Vermeidung von Leerfahrten, Stand- und Wartezeiten
- Extradfahrten für Nachlieferungen minimieren
- gefahrene Kilometer und Kraftstoffverbrauch erfassen und kontrollieren

- Aus- und Weiterbildung der Fahrzeugführer zu ressourcenschonendem Umgang (Reichweiten erhöhen).
- Tourenplanung: Optimale administrative Vorbereitung und Abstimmung mit den Kunden bezüglich Anliefer- und Abholzeit, Anlieferort und -häufigkeit. Planungssoftware einsetzen. Es gibt heute Apps die eine mit dem Fahrzeug oder Fahrer vernetzte Tourenplanung oder Tourenänderung erlauben.
- Fahrzeugflotte sollte auf dem Stand der Technik sein.
- Diesel mit Partikelfilter schont die Umwelt, es ist aber mit leicht höherem Verbrauch zu rechnen. Bei ausschliesslichem Kurzstreckenbetrieb können Probleme mit der Selbstreinigung des Filters entstehen. Verschiedene Firmen in der Schweiz sind spezialisiert auf die Reinigung von Partikelfiltern. Auswechselbare Kartuschen können Standzeiten des Fahrzeugs reduzieren.
- Derzeitiger Stand der Technik bezüglich Verbrauchs und CO₂-Ausstoss in g/km (EURO 6 Norm) können bei den Fahrzeugherstellern oder bei Automobilclubs (TCS, ACS, ADAC) erfragt werden.
- Elektrofahrzeuge (Lieferwagen, Transporter) prüfen. Ladestationen im Betrieb über Photovoltaik.
- In acht Kantonen sind Elektrofahrzeuge von der Verkehrssteuer befreit (FR, GE, GL, NW, OW, SG, SO und ZH). In den meisten der verbleibenden Kantone gelten reduzierte Steuersätze.

Tipp: Die Erfassung der gefahrenen Kilometer (und des Kraftstoffverbrauchs) pro Fahrzeug ist sinnvoll und Basis für eine wichtige, zu kontrollierende Kennzahl: **Gefahrene Meter pro kg-Wäsche.**

2.5.3 Administration



Top Empfehlungen:

- Wichtigster Leitsatz: Wenn immer möglich Geräte ausschalten!
- Beim Neukauf auf den Stromverbrauch achten
- Toner und andere Verbrauchsmaterialien recyceln

In der Administration gibt es viele grosse und kleine Energiefresser. Neben der Beleuchtung sind dies vor allem: Computer, Drucker, Fax, Kopierer und natürlich die Klimaanlage.

- Bei Neuanschaffungen von Geräten ist auf aktuell gültige Umweltstandards, z.B. Öko-Label bzw. Energieeffizienzklasse, zu achten. Moderne all in one (aio) Geräte haben in der Regel eine programmierbare Abschaltzeit.
- Nicht benutzte Geräte sollten immer ausgeschaltet werden.
- Wo dauernde Bereitschaft zwingend notwendig ist, sollten die Geräte zumindest im Energiesparmodus sein (der Stromverbrauch ist aber auch im Stand-by-Betrieb beträchtlich).
- Betreffend Beleuchtung siehe Kapitel 2.2.4.

Tipp: Überprüfen, bei welchen Geräten tatsächlich ein nächtlicher Stand-by-Modus notwendig ist. Wussten Sie, dass in der Schweiz geschätzte 400'000 Faxgeräte eingeschaltet auf ankommende Dokumente warten? In der heutigen Zeit mit flächendeckender Verbreitung von Computern mittlerweile meist vergeblich¹⁴.

Hilfreich für die Ressourcenoptimierung kann die Umsetzung von Qualitäts- und/oder Umweltmanagementprozessen sein. Zielsetzung: Ausführung aller relevanten Prozesse mit möglichst geringem Kosten-, Zeit- und Materialaufwand.

¹⁴ Quelle: www.energieschweiz.ch.

2.6 NICHT ENERGETISCHE RESSOURCEN

Für die meisten der nachstehend erwähnten Ressourcen gibt es gesetzliche Vorschriften für Transport, Lagerung, Anwendung und Entsorgung. Dies wird hier nicht weiter behandelt, die Einhaltung ist für jeden Betrieb Pflicht. Tipps und Hinweise finden sich in den Kapiteln Lager (Kapitel 2.6.4) und Entsorgung (Kapitel 2.6.5).

2.6.1 Wasser

Die Verwendung und anschliessende Entsorgung von mit grossen Mengen an Chemikalien versetztem warmem Wasser in Wäschereien – in geringerem Ausmass aber auch in Textilreinigungen – belastet die Umwelt. Die Eigenschaften und die Temperatur des Wassers sind prozess- sowie energie- und damit auch umweltrelevant. Aus Umweltschutz-, Kosten- aber auch Imagegründen ist deshalb ein sorgsamer Umgang mit der natürlichen Ressource Wasser für die Textilpflegebranche von allergrösster Bedeutung.

Umweltrelevanz

Die Bereitstellung von Frischwasser ist – vor allem im Flachland ohne ausreichende Quellwasservorkommen – mit grossem Aufwand verbunden. Die Aufbereitung von mit Schmutz und Chemikalien belastetem Abwasser wird technisch und finanziell immer aufwendiger. Folgende Aspekte sind deshalb wichtig:

- Reduktion des Frischwasserverbrauchs auf das tiefst mögliche Niveau;
- Verwendung von möglichst umweltverträglichen Waschchemikalien in geringstmöglicher Dosierung;
- Einhaltung der Vorschriften bezüglich Einleitung der Abwässer in das öffentliche Netz;
- Fachgerechte Entsorgung von belasteten Abwässern (Permeat aus Abwasseraufbereitung).

Tipp:

- Unnötiger Wasserverbrauch kontrollieren (z.B. am Abend bei Stillstand des Betriebes die Uhr/Wasserzähler-Bewegung kontrollieren. (z.B. WC Spülung, Wasserhähne, Wasserventile)).
- Bei kleineren Waschmaschinen Ablaufventile auf Wasserverlust kontrollieren.
- Spülvorgänge reduzieren bei Nassreinigung.

Prozessrelevanz

Die Qualität (Wasserhärte, Mineralien, Leitwert) und die Temperatur von Frischwasser beeinflussen die Prozesse. Folgende Aspekte sind wichtig:

Dampfversorgung

- Erforderliche Wasser-/Dampfqualität durch Enthärtung, Entmineralisierung und den Zusatz von geeigneten Chemikalien ins Speisewasser sicherstellen.
- Entsalzung und Abschlammung bei Dampfkesseln optimieren.

Waschwasser

- Zur Reduktion des Waschmittelverbrauchs mit Weichwasser waschen.

Die Viskosität von Wasser sinkt mit steigender Temperatur. Dieser Effekt sollte genutzt werden bei:

- der Wasseraufbereitung zur Reduktion des Wasser- und Energieverbrauchs;
- den Spülvorgängen zur Verbesserung des Entwässerungseffekts, d.h. zur Reduktion des Energieverbrauchs bei nachfolgenden Trocknungsprozessen.

Energierrelevanz

Die Erwärmung von Wasser und die Verdunstung der Restfeuchte in Wäsche erfordern grosse Mengen an Energie. Warmes Abwasser und die in heisser Abluft enthaltene Feuchtigkeit beinhalten ein grosses Potenzial zur Wärmerückgewinnung respektive Abwärmenutzung. Folgende Aspekte sind wichtig:

- Reduktion der Warmwassertemperatur auf das tiefst mögliche Niveau unter Nutzung der im Betrieb vorhandenen WRG-Potenziale.
- Nutzung der Abwärme aus Abwasser und heisser Abluft, wo immer wirtschaftlich sinnvoll.

Abwasseraufbereitung

Nach der Mehrfachnutzung des Wassers im Waschprozess kann dieses zusammen mit dem restlichen im Betrieb anfallenden Wasser (Wasser aus Entsalzung und Entschlammung, Permeat aus Wasseraufbereitung, Sanitärwasser) als Abwasser der Kanalisation zugeführt werden. Voraussetzung dafür ist, dass dieses Abwasser den gesetzlichen Anforderungen entspricht. Wäschereien, die auf sehr stark verschmutzte Wäsche (Putzlappen, Schwerindustrie, etc.) spezialisiert sind, müssen das

Abwasser vor der Einleitung mit geeigneten Verfahren (Vorklärung, Ultrafiltration, Zusatz von Chemikalien) aufbereiten.

Rein technisch gesehen, ist es möglich, Abwasser durch Behandlung in verschiedenen Klärstufen auf Frischwasserqualität aufzubereiten und im Betrieb wiederzuverwenden. Damit wäre der Traum einer Wäscherei mit geschlossenem Wasserkreislauf grundsätzlich denkbar. In Deutschland, wo die Wasserpreise je nach Region mit bis zu Euro 10.-/m³ deutlich über den Schweizer Wasserpreisen liegen, wurden in den letzten Jahren verschiedene Aufbereitungsverfahren entwickelt und in der Betriebspraxis geprüft. Heute gibt es einige Betriebe, die auf freiwilliger Basis ihr Abwasser so aufbereiten, dass es mit gewissen Einschränkungen immer wieder verwendet werden kann. Die Praxiserfahrungen zeigen jedoch, dass die Investitionen sowie die Betriebs- und Wartungskosten einer betriebseigenen Wasseraufbereitung sehr hoch sind. Eine solche Anlage ist nach dem heutigen Stand des Wissens und der Technik nur bei hohem Wasserverbrauch und gleichzeitig sehr hohen Wasserpreisen wirtschaftlich sinnvoll zu betreiben.

Grenzen des Wassersparens

Unter dem Druck stark steigender Wasser- und Energiepreise hat die Textilpflegebranche ihren Wasserverbrauch um mehr als 50 Prozent reduziert und auch den Energie- und Chemikalienverbrauch massiv gesenkt. Damit wurde ein wichtiger Beitrag zur Reduktion der Umweltbelastung geleistet. Mit der massiven Reduktion des Wasserverbrauchs pro kg Wäsche hat der Kostenfaktor «Wasser» bei den Betriebskosten nicht mehr den gleichen Stellenwert wie noch vor wenigen Jahren.

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen aber auch klar, dass das konsequente Ausreizen des Wassersparpotenzials auch mit erheblichen Risiken verbunden ist. Je mehr der Wasserverbrauch gesenkt wird, desto grösser werden die Risiken von nachteiligen Auswirkungen im Aufbereitungsprozess. Speziell zu erwähnen sind folgende Gefahren:

- Ablagerungen von Flusen, Haaren u.ä. durch zu tiefe Frischwassermengen im Waschprozess;
- Rückstände auf der Wäsche durch ungenügende Spülwirkung bei zu geringem Frischwassereinsatz;
- Schleichende Verschlechterung der Messwerte der Sekundärwaschwirkung (Reisskraftverlust, Weissgrad, etc.);
- Konzentration der Fremdstoffe im Abwasser, d.h. Gefahr der Nichteinhaltung der Grenzwerte für die Einleitung in die Kanalisation.

Dies zeigt klar auf, dass nicht ein tiefst möglicher Wasserverbrauch allein die Lösung sein kann. Eine optimale Balance zwischen möglichst tiefen Ressourcenverbrauchswerten einerseits und bedürfnisgerechter Waschqualität sowie Werterhaltung der Textilien andererseits ist die grosse Herausforderung, die es zu meistern gilt.

2.6.2 Chemie

Für die meisten der nachstehend erwähnten Chemikalien gibt es gesetzliche Vorschriften für Transport, Lagerung, Anwendung und Entsorgung. Dies wird hier nicht weiter behandelt, die Einhaltung ist für jeden Betrieb Pflicht. Im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch stehen im Vordergrund:

Top Empfehlungen:

- Sparsame Verwendung
- Kein Verlust durch unsachgemässes Handling
- Regelmässige Überprüfung der eingesetzten Mittel im Hinblick auf Ersatzmöglichkeiten durch umweltfreundlichere Produkte

Speziell zu beachten: Es gibt eine neue Verordnung (814.018) über die Lenkungsabgabe auf flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Diese wird in periodischen Abständen angepasst. Branchenspezifische Richtlinien können definiert und den Betrieben innert einer gewissen Frist die Einhaltung der als state-of-the-art bestimmten Technik vorgeschrieben werden. Es wird also in Zukunft noch wichtiger werden, Ausweichmöglichkeiten zu prüfen und allenfalls nicht abgabepflichtige Chemikalien als Ersatz zu verwenden.

2.6.2.1 Waschmittel

Die sparsame Verwendung der Waschmittel (darin eingeschlossen immer auch Waschhilfsmittel und Bleichmittel) ist schon aufgrund der Kosten ein wichtiges Thema in Textilpflegebetrieben. Der Sinner'sche Kreis lässt sich nicht ausser Kraft setzen. Deshalb muss immer das Gesamtbild im Auge behalten und jede Massnahme auch auf ihre «Nebenwirkungen» geprüft werden. Waschmittel bergen ein erhebliches Gefahrenpotenzial bei Leckagen, Betriebsunfällen und bei der Lagerhaltung. Ein sorgfältiger Umgang und eine fachgerechte Lagerung auf getrennten

Auffangwannen (mögliche chemische Reaktionen beachten) sind für jeden verantwortungsvollen Unternehmer oder Betriebsleiter selbstverständlich (vgl. dazu auch Kapitel 2.6.4). Die Verpackungen müssen durch den Lieferanten zurückgenommen werden, dürfen allerdings nur minimale Waschmittelreste enthalten.

2.6.2.2 Lösemittel

Der Lösemittelverbrauch in Textilreinigungen konnte in den letzten Jahren stark gesenkt werden. Den gesetzlichen Vorschriften wird durch die Kontrollen des Vereins Kontrollstelle Textilreinigungen Schweiz VKTS Nachachtung verschafft. In der Textilpflegebranche werden intensive Diskussionen über die Umweltfreundlichkeit oder eben -feindlichkeit der hauptsächlich verwendeten Lösemittel PER und KWL sowie über die Vor- und Nachteile der neuen Alternativlösemittel geführt. Einige Hinweise dazu finden sich in Kapitel 4.2. Der Verband Textilpflege Schweiz VTS wird sich auch in Zukunft mit allen Weiterentwicklungen und Veränderungen beschäftigen und die Mitglieder auf dem Laufenden halten.

Produkt	Perchlor	KWL	Silikon D5	Solvon K4	HiGlo	Intense®	SEN- SENE™	KTEX	Arcaclean™ Rynex
Hersteller	DOW, PPG, Vul- can	Shell, div.	Green Earth, Diverse	Acetal, Kreussler	Cole & Wil- son Belgien (Christeyns)	Seitz	DOW Safechem	Bardahl	Arcane In- dustrie Frankreich
Formel	C ₂ Cl ₄	65% C ₁₀ und höher	Cyclosiloxan	Dibutoxy- methan	KWL C11-12 Isoalkane, <2% Aroma- ten	KWL mit Boostern	Modifizierte Alkohole	KWL mit Glycolether	Glycolether mit Wasser
Siedepunkt	121,6°C	150-200°C	211°C	180°C	184°C	180 - 210°C	180°C	185 - 220°C	165°C
Flammpunkt	-----	58 - 60°C	77°C	62°C	> 62°C	> 64°C	65°C	> 61°C	84°C
Dampfdruck	18,2	0,27 – 0,50	0,18 bei 6,7 °C	0,02	0,32	0,32	0,54	0,60	0,50
Dichte	1,62	0,75 – 0,82	0,95	0,84	0,786	0,79	0,84	0,8 - 0,815	0,9
Löslich in Wasser	0,015	kaum	kaum	nicht	wenig	Keine An- gaben	gering	Keine Anga- ben	hoch
KB-Wert	90	29 - 45	13	75	45	73	161	75	78
Geruch	ethrisch süsslich	Kerosen	geruchlos	streng Zit- rus	wenig ethrisch	wenig ethrisch	ethrisch	wenig ethrisch	ethrisch
Zuordnung Pflege	P	F	(F)	(P)	offen, wird von EFIT ge- testet	offen, wird von EFIT ge- testet	offen, wird von EFIT ge- testet	keine	keine, eher P
MAK Wert	20 ppm								

Tabelle: Lösemittel im Überblick¹⁵. Die Tabelle basiert auf Herstellerangaben und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

¹⁵ Es gibt KWL-Produkte, welche einen Flammpunkt von 63° C aufweisen. Diese benötigen keine Gefahrgut-Kennzeichnung und können in grösseren Mengen ohne Explosionschutz gelagert werden.

2.6.2.3 Textilien

Unabhängig von der laufenden Diskussion über Produktion und Herstellung der Textilien (Stichwort: Corporate Social Responsibility) ist für Textilpflegebetriebe ein schonender Umgang mit eigenen oder kundeneigenen Textilien sehr wichtig. Gerade bei der Umsetzung von Sparmassnahmen ist darauf zu achten, dass diese nicht zu einem erhöhten Wäscheverschleiss führen (Beispiele: Maximales Wassersparen oder mehr Chemieeinsatz bei reduzierten Waschtemperaturen).

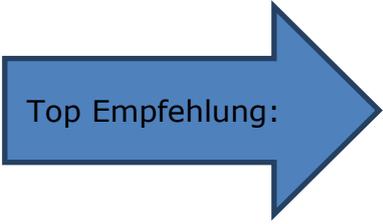
Alttextilien können einer sinnvollen Verwertung zugeführt werden. Karitative Organisationen verwenden Kleider oder führen sie der Wiederverwertung zu (zum Beispiel: www.contex-ag.ch; www.swissrecycling.ch). Sortenreine Ware wie z.B. reine Baumwolle (ohne Knöpfe usw.) kann sogar verkauft werden.

Textil-Service ist an sich schon eine nachhaltige Dienstleistung. Der Wert einer Textilie wird dauerhaft erhalten, wodurch weniger neue Textilien gekauft werden müssen. Können Textilien nicht mehr aufbereitet oder repariert werden, besteht die Möglichkeit, diese wiederzuverwenden oder zu recyceln.

Kreisförmige Lieferkette (ETSA/VTS 2019):



2.6.2.4 Mangelwachs



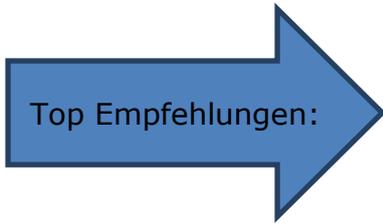
Top Empfehlung:

- Zuviel Wachs ist unproduktiv und eine Ressourcenverschwendung

Die Reibungskräfte zwischen Textil und Rollenbewicklung müssen grösser sein als die Reibungskräfte zwischen Textil und Mulde! Nachfolgend einige Tipps:

- Das Muldenreinigungstuch sollte jeden Morgen als erstes eingesetzt werden – beim Durchlauf durch die Mangel zeigen die Stahlwollstreifen zur Mulde. Die Ablagerungen des Vortages werden dadurch entfernt. Die Polierfilze vollenden die Reinigung. Es ist die volle Muldenbreite auszunutzen.
- Nach der Reinigung wird gewachst. Je nach Mangelbelegung wird morgens eine geringe Wachsmenge in das Wachtuch eingestreut. Die Wachstasche zeigt beim Mangeldurchlauf zur Walze.
- Je höher die Restfeuchte der Textilien beim Mangeln, umso häufiger muss gewachst werden. Also sollte auf eine ausgewogene Restfeuchte geachtet werden.
- Entgegen der allgemeinen Meinung gilt: Zuviel Wachs ist unproduktiv. Der Inhalt ist meistens ausreichend für einen weiteren Wachsengang ohne erneute Wachszugabe.
- Je besser das Wachs, desto geringer die Dosierung und Häufigkeit der Anwendung. Jede Systemkombination hat ihre Eigenheiten, hier hilft nur der konkrete Versuch.
- Zum Wachsen sollte die Temperatur auf 180°C und eine langsame Mangelgeschwindigkeit (empfohlen: 12 m/min) eingestellt werden. Ein vordefiniertes Wachsprogramm vereinfacht dies und ermöglicht einen sicheren und stabilen Wachsprozess. Die Absaugung kann für das Wachsen ausgeschaltet werden.
- Vom Einsatz ungeeigneter und unqualifizierter Wachse ist abzuraten.
- Mit einem nachlaufenden nassen Tuch überschüssiges Wachs entfernen.
- Bei massiven Rückständen in den Mulden ist die Wachsdosierung zu überprüfen (Überwachsen des Tuches). Hier hilft nur eine gründliche mechanische Muldenreinigung mittels Schleifband oder Schleifvlies. Die Beseitigung der Ursache für die Wachsrückstände ist Voraussetzung für ein störungsfreies Weiterarbeiten.

2.6.3 Verpackung und Betriebsmaterial



Top Empfehlungen:

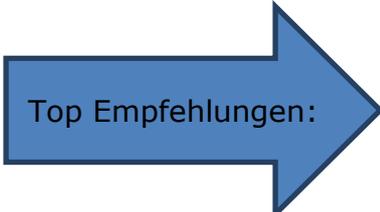
- Verpackungsmaterial regelmässig hinterfragen!
- Möglichst dünne Folien verwenden.
- Regelmässig prüfen, ob umweltfreundlichere Materialien existieren.
- Kleider in den Textilreinigungen nur auf Wunsch der Kunden in Plastikfolie einpacken.
- Kunden bitten, die Kleiderhüllen von Zuhause mitzubringen.

- Papierverpackungen können dem Altpapierrecycling zugeführt werden. Die Möglichkeiten für eine Mehrfachverwendung sollten wenn möglich genutzt werden.
- Tragtaschen für den Sauberwäschetransport können – wo dies aus hygienischen Gründen möglich ist – mehrfach verwendet werden. Ein Verbot von Wegwerf-Plastiksäcken wurde per 01.01.2016 angestrebt, jedoch auf Druck von Detailhändlern wieder verworfen. Im Gegenzug hat sich die Branche für eine freiwillige Lösung verpflichtet (deswegen kosten heute Plastiksäcke vielerorts einige Rappen). Die EU plant nun ein Einweg-Verbot. Inwiefern dies auch auf die Schweiz abfärbt, wird sich zeigen.
- Es gibt bereits einige wenige ökologische Plastikvarianten. Diese sind vergleichsweise noch sehr teuer. Zudem müssen Verpackungsmaschinen mit den neuen Plastik-Varianten kompatibel gemacht werden.
- Sowohl beim Papier als auch beim Plastik gibt es immer wieder neue, dünnere, aber trotzdem reissfeste Varianten, welche man bevorzugen sollte.

Kisten/Container/Wäschewagen

- Das Eigengewicht so minimal wie möglich halten und die Ware sollte möglichst in vollen Einheiten geliefert werden.
- Für die Auskleidung der Transportmittel sollten in unserer Branche textile Hüllen im Vordergrund stehen. Diese können stets mitgewaschen werden und sind damit hygienisch einwandfrei.
- Falls Plastikhüllen unumgänglich scheinen, sollten sie zumindest mehrfach gebraucht werden.

Kleiderbügel



Top Empfehlungen:

- Dünneres Material ausprobieren
- Intelligente Rücknahmesysteme fördern

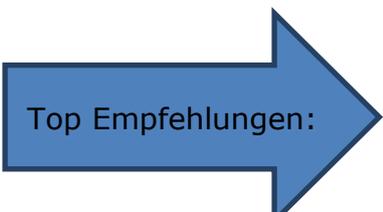
Viele Waren werden hängend ausgeliefert. Es gibt unzählige Varianten von Kleiderbügeln. Je nach Gewicht der Waren können Bügel mit einer Drahtstärke von 2.0 oder gar 1.8 mm ausreichend sein.

Tipp: Von pulverbeschichteten Kleiderbügeln ist abzuraten. Diese können nicht als reines Metall entsorgt werden (was in der Regel kostenlos möglich ist) und verursachen damit eine höhere Umweltbelastung.

Kleiderbügel werden in der Regel in Kartonschachteln angeliefert. Gelebte Schachteln sind besser dem Recycling zuzuführen als solche, die mit Metallklammern zusammengehalten werden. Vor der Rückgabe zum Kartonrecycling sollten die aus Plastik bestehenden Teile (insbesondere Klebetiketten und -bänder) entfernt werden.

In der Praxis: Für Kleiderbügel besteht (wie auch für andere Verpackungsmaterialien) eine Rücknahmepflicht. Das Angebot der Rücknahme der Kleiderbügel soll aktiv kommuniziert werden. Nicht verbogene Bügel können gut wiederverwendet werden. Damit spart man Aufwand und Kosten für die Entsorgung. Es lohnt sich, dem Kunden die Rückgabe mit konfektionierten Transporttaschen zu erleichtern oder im Laden Dreieck-Ständer zur geordneten Sammlung aufzustellen.

Verpackungsmaschinen



Top Empfehlungen:

- Keine Geräte benutzen, die ständig beheizte Schweissflächen haben
- Geräte nur bei guter Auslastung eingeschaltet lassen

Verpackung für hängende Kleider:

- ständig beheizte Schweissflächen brauchen immer Strom, auch wenn nicht verpackt wird.
- Impulsbeheizung braucht nur ca. 50 Watt pro Schweissung.

Anschlusswerte für gängige Verpackungsmaschinen:

- Winkelschweisser: 3 kW
- Umreifungsmaschine: 2 kW
- Schrumpftunnel: 12-18 kW (nach Möglichkeit zu vermeiden)

2.6.4 Lager

Unter Lagerhaltung wird in Produktion und Logistik die Aufbewahrung von Material als Teilaufgabe der Materialwirtschaft verstanden. Unter anderem kann Folgendes gelagert werden: Verbrauchs- und Hilfsmaterial, Neuware und Produktionsware.

Top Empfehlungen:

- Ressourcenoptimierung durch das Vermeiden von unbrauchbar gewordenen Lagergütern
- First-In - First-Out
- Regelmässige Bestandskontrolle
- Bedarfsgerechte Anpassung der Lagermengen

Diese Massnahmen haben Gültigkeit für alle sich im Betrieb befindlichen Lager (Wäschelager, Verbrauchsmaterial und Ersatzteile). Ein Beispiel für eine einfache Lagerbuchhaltung ist im Anhang unter 6.3.6 zu finden.

2.6.5 Entsorgung

Abfallentsorgung ist der Oberbegriff für alle Verfahren und Tätigkeiten, die der Beseitigung oder Verwertung von Abfällen dienen. Mit dem Begriff Recycling wird der Vorgang bezeichnet, bei dem aus gebrauchten, defekten, unmodernen oder nicht mehr benötigten Produkten (meist Abfall) ein Sekundärrohstoff wird.

Top Empfehlungen:

- Rückgabe von Leermaterial an Lieferant/Hersteller (gleichzeitig mit Lieferung, Extrafahrten vermeiden)
- Weiterverwendung (intern oder extern) prüfen
- Recycling



VTS | ASET

Verband Textilpflege Schweiz
Association suisse des entreprises
d'entretien des textiles

Jeder Betrieb benötigt ein Entsorgungskonzept. In diesem muss festgehalten werden, wie Abfälle entsorgt werden. Allfälliger Sondermüll (Destillationsrückstände, Öl etc.) muss gemäss den gesetzlichen Bestimmungen gelagert und später entsorgt werden.



3 MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER WÄSCHEREI

Hier werden die spezifisch in der Wäscherei verwendeten Maschinen, Verfahren und Prozesse beleuchtet. Grundsätzliche Bemerkungen, die sowohl für Wäschereien als auch für Textilreinigungen gelten, sind in Kapitel 2 festgehalten.

3.1 WASCHEN

Für das Waschen stehen in gewerblichen Wäschereien und Textilreinigungen Waschschleudermaschinen (WSM) oder kontinuierliche Waschmaschinen (hier als Taktwaschanlagen oder TWA bezeichnet) zur Verfügung. Von der kleinen WSM mit 10 kg Fassungsvermögen bis zur Waschstrasse, die jede Stunde mehrere Hundert Kilogramm Wäsche verarbeitet, ist ein grosses Feld zu bearbeiten. In kleinen Betrieben und zur Bearbeitung von Spezialfällen werden teilweise sogar Hauswaschmaschinen verwendet. Auf dieses Thema wird hier nicht eingegangen, da die Einwirkungsmöglichkeiten zu klein sind. Die Auswahl solcher Kleinmaschinen wird durch Energielabels erleichtert.

Regelmässige Massnahmen

Für ein optimales Funktionieren und als Basis für alle Sparmassnahmen sind folgende regelmässige Arbeiten empfohlen:

a) Selbstständig:

1. Möglichst detaillierte Statistik über den Wasserverbrauch führen;
2. Statistik über Nachwaschquote führen. Wenn möglich «Fleckenwäsche» und «Nachwäsche aus anderen Gründen» in der Statistik trennen;
3. Statistik über Chemieeinsatz führen;
4. Wasserqualität regelmässig überprüfen und dokumentieren. Z.B:

Parameter	1. Jahreshälfte	2. Jahreshälfte
°dH Rohwasser		
pH-Wert Rohwasser		
°dH Weichwasser		
pH-Wert Weichwasser		

b) Mit fachmännischer Hilfe:

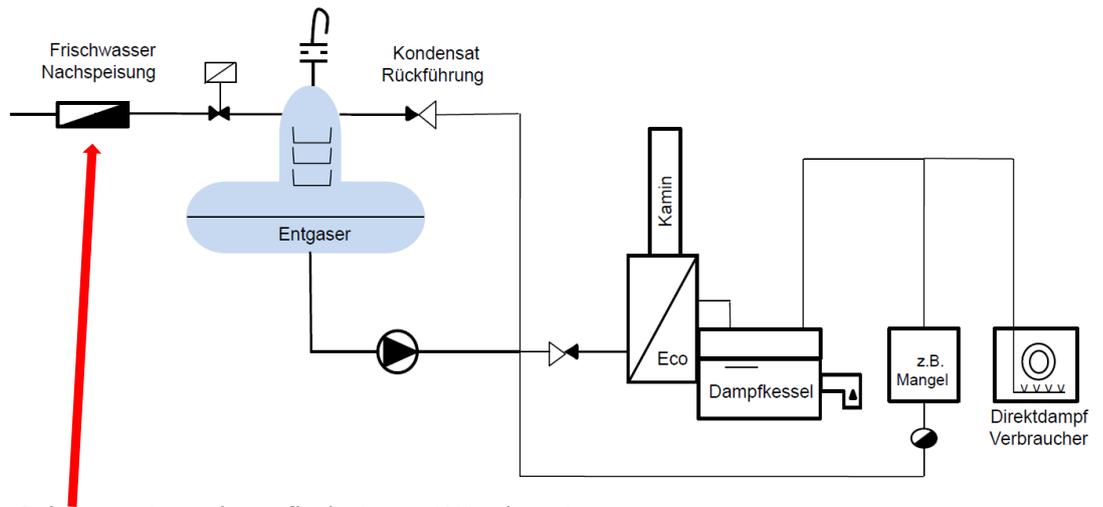
1. Waschprogramm auf den Chemie- und Temperatureinsatz und auf den Verschmutzungsgrad der Wäsche abstimmen – nur so viel verbrauchen wie notwendig! Mit angeschnitztem Testgewebe kontrollieren (vgl. dazu auch die in Kapitel 3.1.2.2.1 geführte Diskussion über die «richtige» Waschttemperatur);
2. Waschprogramme mittels Titration überprüfen;
3. Direkte Waschttemperatur in den einzelnen Kammern mittels Thermologger kontrollieren;
4. Zweimal jährlich eine detaillierte Wasseranalyse erstellen lassen¹⁶;

Parameter	1. Jahreshälfte	2. Jahreshälfte
Fe		
Cu		
Mn		
Carbonathärte		

Bei Veränderungen wie unter Punkt 1 beschrieben (Abstimmung des Waschprogramms auf Chemie und Temperatur), ist besonders auf folgende Nebenwirkungen zu achten:

- Veränderung der Nachwaschquote;
- Auswirkung auf das Spülergebnis – insbesondere veränderte Leitwerte können zu Problemen führen (z.B. beim Mangeln oder durch Hautirritationen);
- Hat die Veränderung einen Einfluss auf vorgeschriebene Richtlinien wie bspw. Desinfektion? Allenfalls müssen diese Parameter neu geprüft/adjustiert werden.

¹⁶ Als Richtlinie dienen die Werte des Hohenstein Instituts für Wasserqualität in Wäschereien.



Schema einer dampfheizten Wäscherei.

Der Einbau eines Wasserzählers zur Bestimmung der Frischwasser-Nachspeisung ermöglicht die Messung des Direkt-Dampfverbrauchs. Bei dampfbetriebenen Waschmaschinen wird das Laugenbad direkt mit Dampf auf die gewünschte Temperatur erhitzt. Dabei kondensiert der Dampf und bleibt als Wasser in der Lauge. Dieses Wasser muss nachgespeist werden, was durch den besagten Wasserzähler gemessen wird.

Bei gleichzeitiger Bestimmung der Menge gewaschener Wäsche (in kg) und der Frischwassernachspeisung kann der spezifische Verbrauch bestimmt werden: Frischwasser-Nachspeisung pro kg Wäsche in [l/kg]

	Tiefer Verbrauch	Hoher Verbrauch
Spezifischer Verbrauch Nachspeise-Wasser	0.2 Liter/kg Wäsche	0.8 Liter/kg Wäsche

3.1.1 Waschschleudermaschinen (WSM)

Diese Maschinen finden in Wäschereien eine weite Verbreitung. Sei es in kleineren Betrieben als alleinige Waschgeräte oder in mittleren und grösseren Betrieben als Ergänzungsmaschinen zu den Taktwaschanlagen für Nachwäsche, kleinere Posten, sehr stark verschmutzte Wäsche, spezielle Artikel (Bewohnerwäsche, Feinwäsche, etc.), infektiöse Wäsche oder Expressaufträge.

3.1.1.1 Technik

Waschschleudermaschinen sind kompakte Geräte, in denen sowohl gewaschen als auch entwässert wird. Die verschiedenen Beladarten und

Trommelvarianten sind als Auswahlkriterien für betriebliche Aspekte und den internen Warenfluss sehr wichtig, spielen für den Ressourcenverbrauch aber nur eine untergeordnete Rolle.

Waschschleudermaschinen sind generell folgendermassen aufgebaut:

- Gehäuse
- SPS- oder Mikroprozessor-Steuerung
- Frequenzumrichter
- Medienanschlüsse: Elektrizität und evtl. Dampf (je nach Beheizungsart), Druckluft, Waschmittel und -hilfsmittel für manuelle und automatische Dosierung, Frischwasser, Abwasser
- Trommel mit Antriebsmotor
- Trommelaufhängung mittels Luftfedern oder Zugfedern, Dämpfung zusätzlich mit Stossdämpfern
- Mechanische Bremse um die Innentrommel während des Be- und Entladevorgangs in Position zu halten

Als Heizmedium stehen Elektroheizungen oder Dampfheizungen (direkt und indirekt) zur Verfügung. Eine Gasbeheizung hat sich unter anderem aufgrund der platzaufwändigen Tauscher und Brenner noch nicht durchgesetzt. Auch der Anschaffungswert ist verhältnismässig hoch.

Die oben aufgeführten Bauteile können zum Teil in verschiedenen Ausführungen oder in unterschiedlicher Anzahl (Wasseranschlüsse, Abläufe) bestellt werden. Nachfolgend verschiedene Hinweise zur Bedeutung dieser Wahlmöglichkeiten im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch.

3.1.1.1.1 Kriterien beim Neukauf einer Waschschleudermaschine

Top Empfehlungen:

- Dreifacher Wasserzulauf und grosse Einlaufventile
- Zwei Ablaufvarianten: Kanal oder Weiterverwendung
- Maschine mit hohem G-Faktor kaufen
- Antrieb und Bremse optimieren
- Maschine mit Wäge-Einrichtung in Kaufüberlegung einbeziehen

- Drei Wasserzuläufe – für kaltes und warmes Weichwasser sowie für Hartwasser – und grosse Einlaufventile lassen alle Möglichkeiten für ein optimales Verfahren offen (siehe Kapitel 3.1.1.2).
- Mit zwei Abläufen kann das kalte Abwasser direkt in den Kanal eingeleitet werden, während das warme Abwasser zuerst einer Abwasser-WRG zugeführt werden kann. Über den Ablauf «kalt» kann, bei einem vorhandenen Wasserwiederverwertungssystem mit separatem Tank(s), auch das meist saubere Spülwasser nochmals für das Waschen wiederverwendet werden.
- Ein hoher G-Faktor (bestimmt durch Trommeldurchmesser und -drehzahl) erlaubt eine sehr gute mechanische Entwässerung. Diese ist billiger und effizienter als die Verdampfung des in der Wäsche enthaltenen Wassers beim anschliessenden Finishprozess.
- Motor mit kleinstmöglichem Verbrauch (kWh) wählen (vgl. Tabelle in Kapitel 2.3.6). Die Drehzahl sollte stufenlos mittels Frequenzumrichter geregelt werden können. Falls vorgegeben: für möglichst geringen Reibungswiderstand beim Antrieb sind die Schmierintervalle einzuhalten.
- Die mechanische Bremse hält die Trommel nur während des Be- und Entladens in Position (und beim NOT-Aus). Für das Bremsen nach dem Schleudern werden verschleissfreie und deutlich schnellere elektrische Bremswiderstände empfohlen.

Waschmaschinen mit eingebauter Wägefunktion

Waschschleudermaschinen mit eingebauter Wägefunktion bieten vielerlei Möglichkeiten der Ressourceneinsparung. Deren flächendeckende Verbreitung ist deshalb sehr erwünscht. Neben der stets optimalen Beladung der Waschmaschine ermöglichen Wägesysteme auch die automatisch angepasste Zugabe von Wasser und Chemie (zusätzlich verbessertes Waschergebnis). Daraus ergeben sich direkte Einsparmöglichkeiten und auch der Energiebedarf für das Aufheizen ist bei kleinerer Wassermenge geringer.

Ein Prozessbeispiel:

- Waschschleudermaschine mit 40kg Postengrösse
- 7 Beladungen pro Tag
- 240 Tage/Jahr
- Flottenverhältnis 1:4.5
- Frischwassertemperatur 10°C
- Washtemperatur 60°C
- Durchschnittliche Unterbeladung von 15% (=34kg)
- Kosten Wiegezellen ca. CHF 4'500.–

- Energiekosten: CHF 0.15/kWh
- 2 Aufheizphasen/Posten

Pro Posten werden 6kg x 4.5 Liter x 2 Aufheizphasen = 54 Liter Wasser unnötig um 50°C erhitzt. Das ergibt eine Energiemenge pro Jahr von 5'269 kWh/Jahr und damit Kosten von CHF 790.35. Die Wiegezellen sind damit nach 7 Jahren amortisiert.

Beispiele:

- Die Wasserzugabe nach Gewicht füllt exakt auf das gewünschte Füllverhältnis und berechnet dieses aufgrund der tatsächlichen Beladung und nicht aufgrund der theoretischen Maschinenkapazität.
- Die Wasserzugabe nach Gewicht berücksichtigt sowohl die freie wie auch die gebundene Flotte. Eine Wassersteuerung nach Niveau kann das nicht und füllt deshalb bei Frotteewäsche deutlich mehr Wasser ein als bei Mischgewebe, das weniger Flotte bindet.
- Die gewichtsabhängige Wasserzugabe kann so programmiert werden, dass auch das Aufheizen und die Einspülung der Waschchemie berücksichtigt werden. Nach einem anfänglichen Füllen auf beispielsweise 75 Prozent der berechneten Wassermenge erfolgen das Aufheizen und die Chemiedosierung mit Nachspülung. Erst anschliessend wird noch die tatsächlich fehlende Wassermenge nachgefüllt. Dazu ein Zahlenvergleich:

Beladung 60 kg / 60°C-Verfahren / Soll-Niveau 1:4			
Traditionell		Gewichtsabhängige Zufuhr	
Befüllen 4 l/kg:	240 l	75% vorfüllen auf:	180 l
Dampfzufuhr:	40 l	Dampfzufuhr:	38 l
Chemie und Nachspülung:	20 l	Chemie und Nachspülung:	20 l
Effektiv in Maschine:	300 l	Effektiv in Maschine:	238 l
	= 5 l/kg Wäsche	auffüllen auf gewünschte	240 l
			= 4 l/kg Wäsche

Tabelle: Herbert Kannegiesser GmbH.

- Die Wägefunktion kann auch zum Bestimmen der optimalen Schleuderzeit genutzt werden. Bei Erreichen der gewünschten Restfeuchte wird der Schleudervorgang abgebrochen.

Weitere relevante Komponenten sind:

- Eine **SPS-Steuerung** ermöglicht exakte und viele Einstellungsparameter pro Artikel.

- Die **automatisierte Waschmittelzuführung** sorgt für einen möglichst geringen Verbrauch und ist deshalb der Handdosierung vorzuziehen.
- Eine **direkte Dampfheizung** ist einer indirekten Heizung aufgrund der unmittelbaren Wirkung vorzuziehen. Nachteil: Flottenverdünnung (korrigierbar bei Wasserzugabe aufgrund laufender Gewichtsmessung) und zusätzlicher Speisewasserbedarf beim Dampfkessel.

Weitere entscheidende Fragen werden in Kapitel 3.1.1.2 (Verfahrenstechnik) angesprochen – grosse Einsparungen sind durch Optimierungen im Waschprozess und beim Wasserverbrauch bzw. bei der Wasserrückgewinnung möglich. Tanks für die Rückgewinnung werden in Kapitel 3.1.1.2.3 behandelt.

3.1.1.1.2 Nachrüstung / Umbauten an bestehenden WSM

Leider sind die Nachrüstungsmöglichkeiten sehr beschränkt, dies meist aufgrund eines ungenügenden Preis-/Leistungsverhältnisses. Dies gilt sowohl für die Nachrüstung mit sparsameren Motoren als auch für den Einbau einer neuen Steuerung.

3.1.1.1.3 Zentrale Dosieranlage

Sinnvoll kann dagegen der Anschluss von WSM an eine zentrale, automatische Dosieranlage oder die Montage einer solchen sein. Dadurch ist eine gleichbleibend exakte Waschmittelzuführung gewährleistet (=gleichbleibende Waschqualität). Bei manueller Zugabe wird oft zu viel Waschmittel dosiert.

3.1.1.2 Verfahren

Top Empfehlung:

- Einfachste Sparmassnahme:
Immer korrekt beladen!

Die artikelbezogene Beladung mit dem optimalen Füllgewicht birgt immer Einsparpotenzial und erfordert keinerlei Investitionen. Dabei ist es hilfreich, verschiedene Maschinengrössen im Einsatz zu haben, damit immer eine möglichst passende WSM zur Verfügung steht.

Die auf WSM angewendeten Verfahren sind sehr unterschiedlich. In den letzten Jahren hat sich vieles verändert.

Zwei Ziele stehen dabei im Vordergrund¹⁷:

- Senkung des Wasserverbrauchs.
- Reduktion der Primärenergie, welche für das Aufheizen zugeführt werden muss.

a) Wasserverbrauch

Vergleich Maximal- und Minimalvariante	
Konventionelles 2-Bad-Verfahren mit 4 Spülgängen benötigt ca. 17.5 l/kg.	Modernes Verfahren in optimal ausgerüsteter Maschine (1- oder 2-Bad, 1 Spülgang und Rückgewinnung) benötigt ca. 4.5 l/kg.

Voraussetzung bei dieser und den nachfolgenden Wasserverbrauchstabellen:

- gebundene Flotte bei Baumwolle: ca. 2.5 l/kg
- gebundene Flotte nach Zwischenschleudern: ca. 0.5 l/kg
- tote Flotte: nicht berücksichtigt, da maschinenspezifische Unterschiede.

Es ist relativ einfach, Erfolge beim Wasserverbrauch zu erzielen und es macht Spass, die erzielten Fortschritte auf dem Papier zu sehen und mit den Ergebnissen von Kollegen zu vergleichen. Dabei darf aber das Gesamtbild nicht vergessen gehen. Neben dem Wasserverbrauch sind auch die zum Erreichen der gewünschten Temperatur nötige Heizenergie, die Antriebsenergie, der Zeitbedarf und vor allem die Chemiekosten zu beachten. Veränderungen an einem Parameter haben Auswirkungen auf andere Kosten und Ressourcen – eine geringere Waschtemperatur führt z.B. zu einem erhöhten Chemie- oder Zeitbedarf. Der Sinner'sche Kreis kann nicht durchbrochen werden, weshalb eine einseitige Fixierung auf die Reduktion des Energieverbrauchs keinen Sinn macht. Alle Veränderungen müssen unter der Voraussetzung mindestens gleich guter Waschergebnisse und einer nicht grösseren Textilschädigung ständig überprüft werden.

b) Reduktion der Primärenergie

Das Aufheizen von Wasser mit Primärenergie (meist Strom oder Dampf) soll auf das absolute Minimum begrenzt werden. Die Waschtemperaturen werden gesenkt und das zugeführte Wasser soll, wann immer möglich, durch Abwärmenutzung auf die geforderte Temperatur gebracht werden.

¹⁷ Die genau gleichen Ziele werden auch beim Betrieb von Waschstrassen verfolgt, vgl. dazu Kapitel 3.1.2.2.

Wir unterscheiden in den nachfolgenden Unterkapiteln zwischen:	
Einsparungen, die ohne Investitionen realisiert werden können	Massnahmen, welche mit Kosten verbunden sind
Kapitel 3.1.1.2.1 Spülsystem prüfen Anzahl Waschbäder prüfen Waschtemperatur senken	Kapitel 3.1.1.2.2 Lösungen mit Warmwassertanks Kapitel 3.1.1.2.3 Lösungen mit Wasserrückgewinnung

3.1.1.2.1 Vorgehen bei vorhandenen Maschinen, ohne Tanks und ohne zusätzliche Wasseranschlüsse

➔

Top Empfehlungen:

- Spülsystem prüfen – ist ein Zwischenschleudern möglich?
- Anzahl Waschbäder prüfen
- Waschtemperaturen prüfen

Anzahl Spülgänge (Verdünnungsprozesse) überprüfen

Es ist möglich, den Wasserverbrauch je nach Anzahl Spülbäder ohne finanzielle Aufwendungen mittels Zwischenschleudern um >30 Prozent zu reduzieren. Nach dem Klarwaschen wird stark abgeschleudert (2-4 Minuten bei maximaler Drehzahl), damit nur noch ca. 0.5-0.7 l/kg gebundene Flotte vorhanden ist. Die geschleuderte Wäsche kann anschliessend das Spülwasser besser aufnehmen (System «ausgedrückter Schwamm») und die Verdünnung der noch vorhandenen Waschlauge ist viel wirkungsvoller. Dadurch genügt häufig ein Spülgang. Bei hohem Chemieeinsatz oder bei Bekleidung (wegen allfälliger Allergien) können zwei Spülgänge notwendig sein. Mehr als zwei Spülbäder sind jedoch fast nie nötig. Flüssige Waschmittel lassen sich besser ausspülen und eignen sich deshalb für dieses System besser.

Vergleich des Wasserverbrauchs – 1. Schritt: Spülsystem angepasst					
Konventionell			Zwischenschleudern		
Vorwaschen	1:4.5	4.5 l/kg	Vorwaschen	1:4.5	4.5 l/kg
Klarwaschen	1:4.5	2.0 l/kg	Klarwaschen	1:4.5	2.0 l/kg
1. Spülen	1:4.5	2.0 l/kg	Zw-Schleudern 2-4 Minuten bei		
2. Spülen	1:6.0	3.5 l/kg	maximaler Drehzahl		
3. Spülen	1:6.0	3.5 l/kg	1. Spülen	1:5.0	4.5 l/kg
4. Spülen	1:4.5	2.0 l/kg			
Total = 17.5 l/kg			Total = 11.0 l/kg		

Dem stark reduzierten Wasserverbrauch steht ein erhöhter Energieverbrauch für das Zwischenschleudern gegenüber. Der Zeitbedarf für das Jet-Spülen/Sprintverfahren ist jedoch wesentlich geringer. Den drei eingesparten Spülgängen mit einem Zeitbedarf von deutlich mehr als 9 Minuten (das Füllen und Ablassen des Spülwassers muss noch dazugerechnet werden) steht nur das zusätzliche Schleudern gegenüber – geschätzte Einsparung an Zeit: 10 Minuten oder ca. 15 Prozent.

Anzahl Waschbäder überprüfen

Es ist immer zu hinterfragen, ob wirklich ein (oder gar zwei) Vorwaschgänge notwendig sind. Häufig genügt ein 1-Bad-Verfahren.

Vergleich des Wasserverbrauchs 2. Schritt: Waschbäder angepasst

Jedes eingesparte Waschbad verringert den Wasserverbrauch pro Kilogramm Wäsche um etwa 2 Liter.

Waschtemperaturen überprüfen

Grosses Einsparpotenzial liegt in der Absenkung der Waschtemperatur. Sie hat Auswirkungen auf Energie, Zeit, Leistung und Textilschonung:

- **Energie:** Bei Waschschleudermaschinen mit vordefinierten Programmen sind die Waschtemperaturen in der Regel zu hoch (90°C). Sehr gute Waschresultate erreicht man heute mit 65°C oder weniger. Je tiefer die Waschtemperatur ist, desto weniger Temperaturdifferenz ist zu überwinden und desto weniger Energie muss entsprechend aufgewendet werden. Bei reduzierter Waschtemperatur spielt es keine Rolle, ob Pulver- oder Flüssigwaschmittel eingesetzt werden.
- **Zeit und Leistung:** Elektrisch beheizte Waschschleudermaschinen heizen ca. 3-4°C pro Minute. Wenn das Frischwasser 10°C hat und auf 90°C aufgeheizt werden muss, ist die reine Heizzeit ca. 20-30 Minuten. Für eine Waschtemperatur von 60°C beträgt die Heizzeit nur noch ca. 15-20 Minuten und die Waschleistung pro Maschine und pro Tag wird höher. Auch ein falscher Querschnitt (Leitungsdurchmesser) beim Wasseranschluss der WSM ist ein nicht zu vernachlässigender Punkt für die Leistung. Ein grosser Querschnitt beschleunigt das Füllen der Maschine. Durch diese Anpassungen erübrigt sich allenfalls eine Neuinvestition.
- **Textilschonung:** Die Temperatur hat auch Einfluss auf die Textilschädigung. Ein allfälliger, durch zu hohe Temperatur verursachter Reisskraftverlust, ist nicht zu unterschätzen. Allerdings muss bei reduzierter Temperatur für die gleiche Waschleistung mehr Chemie, Mechanik oder Zeit eingesetzt werden. Ausschlaggebend ist immer

die Kombination aller Faktoren. Ein konkreter Vergleich mit Teststreifen ist zwingend notwendig, nur dieser gibt Aufschluss über den konkreten Wäscheverschleiss.

Endschleuderdrehzahl (UPM) überprüfen

Je höher Schleuderdrehzahl und Schleuderzeit sind, desto kleiner ist die Restfeuchte. Der Energieaufwand bei der Weiterverarbeitung ist dadurch kleiner (Trockner, Mangel, Finisher usw.). Schleudern kostet aber auch Antriebsenergie und Zeit. Vorsicht ist zudem bei empfindlichen Geweben (Duschvorhänge, beschichtete Artikel, Berufskleider aus Mischgewebe usw.) geboten, dort müssen Schleuderdrehzahl und Schleuderzeit angepasst werden.

Beheizungsart überprüfen

Wenn mehrere Waschschleudermaschinen elektrisch beheizt werden, sollte man eine Umrüstung auf Dampf in Betracht ziehen und sie vom Energiespezialisten kalkulieren lassen.

3.1.1.2.2 Sinnvolle Nachrüstungen – Tanks und Warmwasser

Wenn mehrere Waschschleudermaschinen betrieben werden, stellt sich die Frage nach einem zentralen Tanksystem, um das Frischwasser zu erwärmen. Arbeitet die Wäscherei auch mit einer Waschstrasse, sollte das zentrale Tanksystem für beide Waschlinien (WSM und TWA) zusammen konzipiert sein.

Top Empfehlungen:

- Warmwassertank – aufgeheizt mit zurückgewonnener Energie
- WSM mit mehreren Wasseranschlüssen und Mischwasser-Programmiermöglichkeit
- Erhöhung der Spülwassertemperatur

Warmwassertank – aufgeheizt mit zurückgewonnener Energie

Die vernünftige Grösse berechnet sich aus den vorhandenen oder geplanten WSM-Kapazitäten.

a) Anforderungen an die Tanks:

- Tanks isolieren;
- Reinigungsmöglichkeiten vorsehen;
- Gut sichtbare Temperaturanzeigen anbringen;

- Tank evtl. beheizbar machen (energetisch umstritten, aber evtl. wichtig für den betrieblichen Prozess, z.B. für den morgendlichen Start);
- Zwangsüberlauf vorsehen.

Auf dem Markt gibt es moderne doppelwandige Silotanks mit Tankspülung. Wichtig sind, nebst einer guten Isolation, ein Deckel zum Öffnen sowie ein Ablauf.

b) Beheizung des Wassers im Tank – verschiedene Möglichkeiten:

- Abwasserwärmetauscher: Die Wärme aus dem nicht wiederverwertbaren Wasser wird auf das Wasser im Tank übertragen.
- Wärme aus anderen Quellen: Abwärme aus Mangelabluft, Tumbler, Finishgeräten oder Brennerabgas kann das Wasser aufwärmen.
- Wärme aus Kondensat: Das Kondensat wird vor der Rückführung ins Speisewassergefäss durch den Warmwassertank geführt.

Theorie und Praxis:

Theoretisch ist die Nutzung der im Kondensat enthaltenen Wärme zur Erzeugung von Warmwasser falsch. Es soll möglichst viel heisses Kondensat zurück zum Dampfkessel gebracht werden, damit der Speisewasservorrat nicht mit (kaltem) Frischwasser ergänzt werden muss (vgl. dazu Kapitel 2.3.2.4). In der Praxis ist das Kondensat oft überhitzt (z.B. aufgrund defekter Kondensatableiter, die nicht immer sofort entdeckt werden), weshalb Brühdampf entsteht und die darin enthaltene Energie verloren geht, sobald der Dampf über das Dach abgeführt wird. Die Wassererwärmung durch das Kondensat und die damit verbundene Abkühlung des Kondensats wird darum vielerorts als favorisierte Variante gewählt und hat sich in der Praxis durchaus bewährt.

Mischwasser-Programmierung

Beim Befüllen der Waschmaschine sollte die gewünschte Zulauftemperatur programmiert werden können. Die Maschine holt dann soviel Warmwasser wie möglich (via Maschinenanschluss «Weichwasser warm») aus dem Tank und verwendet das Kaltwasser (via separaten Maschinenanschluss «Weichwasser kalt») nur zur Regulierung der Temperatur. Die Temperatur des Warmwassers ist dabei nicht entscheidend. Liegt sie unter der gewünschten Temperatur für das Waschen, so muss aufgeheizt werden. Liegt sie darüber, so kann durch die Mischung mit kaltem Wasser die gewünschte Temperatur erreicht werden. Es besteht also keine Gefahr von unerwünschten Temperaturüberschreitungen beim Vor- oder Hauptwaschen. Die Mischtemperatur ist abhängig vom Waschverfahren.

Erhöhung der Spülwassertemperatur

Auch das Spülwasser kann erwärmt werden. Wenn mit Hartwasser gespült werden soll, braucht es dazu einen zusätzlichen Tank und es ist wegen möglicher Ausfällungen Vorsicht geboten. Die Energieeinsparung ergibt sich in späteren Prozessen: die Entwässerung wird wegen der höheren Viskosität des warmen Wassers erleichtert. Dies gilt nicht nur für das Schleudern, sondern auch für die nachfolgende thermische Entwässerung – allerdings nur bei rascher Weiterverarbeitung!

- Faustregel 1: Erhöhung der Spülwassertemperatur von 20 auf 50°C reduziert die Restfeuchte um ca. 10 Prozent.
- Faustregel 2: Reduzierung der Restfeuchte um 1 Prozent spart ca. 4 Prozent Trocknungsenergie.
- Vorsicht: Wärme fördert das Keimwachstum in der Wäsche, deshalb rasch weiterverarbeiten.

Die bisher aufgezeigten Möglichkeiten zum Einsatz von Wassertanks bringen keine Verbesserungen hinsichtlich des Wasserverbrauchs, da nur Frischwasser in die Tanks gefüllt wird. Trotzdem sind solche Massnahmen sinnvoll und sparen wertvolle Aufheiz- oder Verdampfungsenergie. Der grosse Vorteil liegt darin, dass kaum Risiken in Kauf genommen werden müssen. Die Wasserqualität ist (bei sauberen Tanks) immer einwandfrei; weder Verfärbungen noch unerwünschte Flusen oder Chemikalien sind zu befürchten.

3.1.1.2.3 Lösungen mit zurückgewonnenem Wasser

Zusätzlich zu den oben genannten Vorteilen ergeben sich hier auch Einsparungen beim Wasserverbrauch. Voraussetzung dafür ist, dass die Waschschleudermaschinen zwei Abläufe aufweisen und das Wasser entweder in die Kanalisation abgelassen oder in einen Tank geführt werden kann (natürliches Gefälle oder Pumpe).

Tipp: Die Nachrüstung mit einem zweiten Ablauf ist teuer. Deshalb unbedingt bei einer Neuanschaffung Möglichkeiten prüfen, auch wenn im Moment vielleicht noch nicht mit Wasserrückgewinnung gearbeitet wird.

Vorsicht:

- Kein verfärbtes Wasser in Rückgewinnungstanks einbringen; oder ein 2-Tanksystem «farbig / weiss» einsetzen;
- «gefährliche» Bäder nicht zurückgewinnen;

- Keine Flusen mitschleppen: Geeigneten Flusenfilter zwischenschalten, dabei auf einfache Reinigungsmöglichkeit achten. Selbstreinigende Filter sind vorzuziehen, kosten aber ziemlich viel Geld.

Zusätzlich notwendig ist eine Niveausteuerng für das Nachfüllen mit Frischwasser zur Sicherstellung eines minimalen Wasserinhalts im Tank (Trockenlaufschutz der Pumpe).

Wasserverbrauch eines modernen Waschverfahrens, wenn **ein** Rückgewinnungstank zur Verfügung steht:

	Flotte	Frischwasser	Wasser aus Rückgewinnung	Zulauf	Ablauf
Vorwaschen	1:4.5	-	4.5 l/kg	Tank1	Kanal
Klarwaschen	1:4.5	2.0 l/kg	-	FWW	Kanal
Zwischenschleudern					Kanal
Spülen (JET)	1:5.0	4.5 l/kg	-	FWW	Tank1

* FWW = Frischwasser weich (bei Rückgewinnung drängt sich Spülen mit Weichwasser auf).

Der Gesamtbedarf an Frischwasser beträgt hier 6.5 l/kg.

Die folgende Tabelle zeigt ein System mit **2 Tanks** und leicht anderen Flottenverhältnissen, welches das aktuell mögliche Minimum an Frischwasserverbrauch für das Waschen in WSM darstellen dürfte:

	Flotte	Frischwasser	Wasser aus Rückgewinnung	Zulauf	Ablauf
Vorwaschen	1:5.0	-	5.0 l/kg	Tank1: 4.0 l Tank2: 1.0 l	Kanal: 3.0 l
Klarwaschen	1:3.5	-	1.5 l/kg	Tank2: 1.5 l	
Zwischenschleudern					Tank2: 2.5 l Kanal: 0.5 l
Spülen	1:5.0	4.5 l/kg	-	FWW*	Tank1: 4.5 l

* FWW = Frischwasser weich.

Der Gesamtbedarf an Frischwasser beträgt hier 4.5 l/kg.

Dieses Beispiel beschreibt eine WSM mit zwei Tanks direkt auf der Maschine. Eine Wasserrückgewinnung mit einem Tanksystem für eine Einzelmaschine kann nachgerüstet werden. Wenn, wie oben beschrieben, zwei Abläufe vorhanden sind, halten sich die Kosten in Grenzen. Sie können allerdings durch die Gegebenheit des Gebäudes/der Infrastruktur erhöht werden, weil die Platzverhältnisse nicht immer die günstigste Variante (Tanks direkt auf oder neben der Maschine) zulassen.

Diese maximale Sparvariante mit einem Frischwasserverbrauch von 4.5 l/kg lässt sich nur dann gefahrlos resp. ohne Risiken umsetzen, wenn möglichst gleichmässige und nicht abfärbende Wäsche gewaschen wird. Die Gefahr von Verfärbungen o.ä. ist noch ausgeprägter, wenn anstatt mit einem Einzelsystem mit zentralen Tanks gearbeitet wird. Die Wiederverwendung von Wasser aus dem Klarwaschgang ist dann nur mit grosser Vorsicht möglich.

3.1.2 Kontinuierliche Waschmaschinen

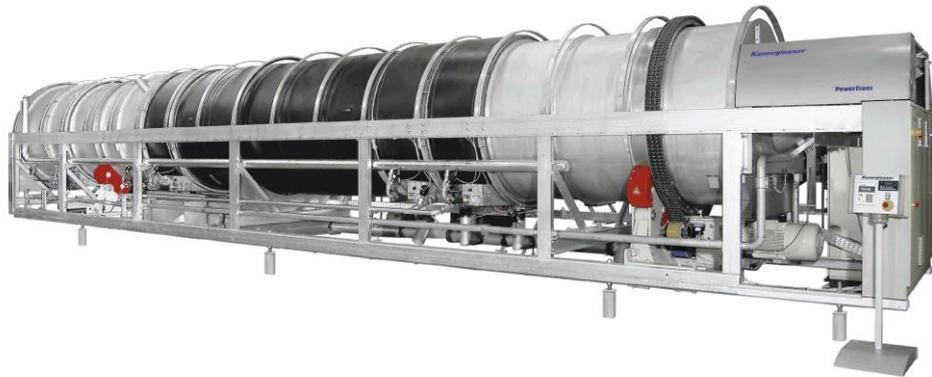
3.1.2.1 Technik

Kontinuierliche Waschmaschinen, sogenannte Taktwaschanlagen (TWA; umgangssprachlich auch Waschrohr genannt), haben mehrere hintereinander angeordnete Waschkammern. Je nach Stundenleistung, Postengrösse und Anbieter sind es zwischen 5 und 20 Kammern.



Jensen Universal P50-14.

Taktwaschanlagen sind ausschliesslich auf das Waschen von Textilien und Matten ausgelegt. Die Entwässerung wird von weiteren spezialisierten Maschinen – den Taktpressen und den Taktzentrifugen – übernommen (vgl. auch Kapitel 3.2).



Kannegiesser PowerTrans 75-16 (ohne Verkleidung).



VEGA Systems: SmartLine SL

Grundsätzlich werden Taktwaschanlagen in 4 Arten aufgeteilt:

- a) Mitstrom-TWA
- b) Gegenstrom-TWA
- c) Stehende Bäder-TWA
- d) JET-Technik (Spülen in der Entwässerungseinheit)

Diese Einteilung bezieht sich darauf, ob der Wasserstrom (Vorwaschen und Klarwaschen) in der Maschine *mit* oder *gegen* den Wäscheffluss fließt. Heutige moderne TWA sind in der Regel alle nach dem Mitstrom-Prinzip aufgebaut - und zwar nach dem Prinzip der stehenden Bäder, bei dem es keinen Flottenaustausch zwischen benachbarten Kammern gibt und die Waschflotte beim Transfer zusammen mit dem Posten transportiert wird.

Der Spülprozess wurde bis vor einigen Jahren generell im Gegenstrom-Prinzip ausgeführt. Mittlerweile gibt es aber je nach Hersteller verschiedene weitere Spülmethode, wie das Badwechselfspülen (in stehenden Bädern) und das JET-Spülen (in der Entwässerungspresse oder Zentrifuge). Diese beiden Methoden bewirken im Vergleich eine bessere Spülvirkung (Verdünnung) bei gleichem Frischwassereinsatz.

Grundsätzlich sei hierzu angefügt, dass je nach Hersteller mit ganz unterschiedlichen Lösungen aufgewartet wird. In den Sortimenten der Hersteller gibt es unterschiedliche Modelle mit unterschiedlichen Ausbau- und Nachrüstungsmöglichkeiten. Eine TWA (und damit ihr Wasserlaufplan, bzw. ihr Funktionsprinzip) wird ganz nach kundenspezifischen Bedürfnissen aufgebaut und ist in jedem Fall im Zusammenspiel mit dem Maschinen- und Waschchemielieferanten zu definieren.

TWA sind in allen mittleren und grösseren Wäschereien anzutreffen und bilden das Herzstück der Waschabteilung. Angebotene Postengrössen: 25–120kg. Übliche Postengrössen sind 25kg, 36kg, 50kg, 72kg, 75kg, 90kg, 100kg und 120kg (Abstufung je nach Anbieter). In der Schweiz kommen aufgrund der Tonnagen und Wäschereigrössen in der Regel Maschinen mit maximal 75kg-Postengrösse zum Einsatz.

Taktwaschanlagen sind generell folgendermassen aufgebaut:

- Grundrahmen mit Anbauteilen wie Tanks, Wasserleitungen, Antriebsmotor(en) und Ventilen;
- SPS-Steuerung;
- Medienanschlüsse (Elektro, Dampf, Druckluft, Waschhilfsmittel, Frischwasser, Abwasser);
- Trommel mit Lagerung;
- Evtl. Peripheriegeräte wie Flusenfilter, interne Abwasser-Wärmerückgewinnung und weitere Tanks.

Als Heizmedium stehen direkte Dampfheizungen oder indirekte Gasheizungen zur Verfügung. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, Wasser aus Wärmerückgewinnungsanlagen zu verwenden.

Wichtig: Die entscheidenden Massnahmen hinsichtlich Ressourcenoptimierung sind in der Verfahrenstechnik (vgl. 3.1.2.2) vorzunehmen. Die TWA-Technik sollte jedoch so ausgerüstet sein, dass stets die optimalen Verfahren angewendet werden können. Dazu gehört insbesondere die Möglichkeit, Veränderungen und Anpassungen vornehmen zu können; es tauchen immer wieder neue Ideen und Innovationen auf und deren Umsetzung sollte nicht durch eine starre technische Einrichtung erschwert werden.

Wichtigste Punkte bei einem Neukauf:

- Antrieb: Modell mit kleinstmöglichem kWh-Verbrauch wählen. Unterhalt beachten. Den kWh-Verbrauch nicht mit dem Anschlusswert verwechseln, sondern den Stromverbrauch relativiert zum Output vergleichen (vgl. Motorentabelle in Kapitel 2.3.6).

- SPS-Steuerung – hier sind zwei Ebenen zu beachten:
 - Einerseits soll für die Techniker eine möglichst umfangreiche Steuerung zur Verfügung stehen, die eine optimale Programmierung erlaubt. Auch die Flexibilität für zukünftige Veränderungen ist wichtig.
 - Andererseits ist für die Anwender eine einfache und sichere Programmwahl wichtig.
- Heizung: Zurzeit ist davon auszugehen, dass auch bei Neuanlagen ein Dampfanschluss notwendig ist. Allerdings sind bei verschiedenen Herstellern Bemühungen um alternative Lösungen in entscheidenden Phasen der Entwicklung. Näheres dazu bei der Verfahrenstechnik (vgl. Kapitel 3.1.2.2) und im Kapitel «Die grüne Wäscherei» (vgl. Kapitel 2.1.7).

Bei Verwendung von Dampf:

- Auf den spezifischen Dampfverbrauch achten (kg Dampf pro kg Trockenwäsche).
- Der Dampf zur direkten Beheizung sollte nicht zusammen mit Druckluft eingespeist werden, sondern über strömungsoptimierte Dampfdüsen (Laval-Düsen). Eine Mischung aus Dampf und Druckluft verschlechtert den Wärmeübergang und führt zu zusätzlichen Kosten für die Druckluft.
- Wasseranschluss: Einen zweiten Frischwasseranschluss «Frischwasser warm-weich» im Wasserlaufplan vorsehen, damit alle Möglichkeiten der Rückgewinnung offen bleiben.
- Isolation: Auf möglichst durchgängige Isolation der TWA achten: komplette Trommel, Dampfleitungen, Warmwasserleitungen. Isolierenden zwischen benachbarten Kammern mit Isoliermaterial; keine Doppelwandung ohne Füllung.

Nachrüstung / Umbauten

Da es nur sehr wenige bezahlbare Möglichkeiten für Nachrüstungen gibt, kommt dem Unterhalt und der Kontrolle bei älteren Maschinen eine umso grössere Bedeutung zu. Kontrollen auf Lecks sowie einer ordnungsgemässen Funktion und Dichtheit der Ventile helfen beim Energiesparen. Der Antrieb sollte leichtgängig (widerstandslos) sein und die Programme der Steuerung müssen immer wieder überprüft und ergänzt werden.

- Antrieb: Bedingt durch hohen technischen Aufwand zu teuer und nicht sinnvoll.
- SPS-Steuerung: Bedingt durch hohen technischen Aufwand in der Regel zu teuer und nicht sinnvoll. Wenn die bestehende Steuerung

jedoch älter als ca. 10–15 Jahre ist und die TWA noch mindestens 5–7 Jahre in Betrieb bleiben soll, ist eine neue Steuerungseinheit sinnvoll (genauere Betriebseinstellung möglich, dadurch geringerer Medienverbrauch; Sicherheit in Bezug auf Ersatzteile).

- Heizung: Bedingt durch hohen technischen Aufwand zu teuer und nicht sinnvoll.
- Isolation: Alle Leitungen (intern und Zuführung) isolieren. Die komplette Trommel zu isolieren ist bei älteren Maschinen teuer, kann aber sinnvoll sein. Mindestens der Klarwaschbereich mit den höchsten Temperaturen sollte isoliert sein.

3.1.2.2 Verfahren

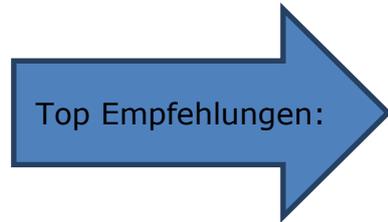
Unabhängig von Fabrikat und Ausstattung der Waschstrasse sind folgende Punkte wichtig:

Top Empfehlungen:

- Beladung: Beladen der Maschine gemäss Nennbeladung; Unterbeladung vermeiden
- Keine Leerkammern: Wäscheablauf so gestalten, dass Leerkammern vermieden werden
- Richtige Programme verwenden: Sicherstellen, dass auch tatsächlich die vorgesehenen Waschprogramme angewendet werden
- Waschtemperatur: Grosse Sprünge von Posten zu Posten vermeiden

Verbrauchsoptimierte Verfahren richten das Hauptaugenmerk auf den Wasserverbrauch und die Primärenergie, welche zum Erreichen der gewünschten Temperaturen eingesetzt werden muss. Im Gesamtbild müssen aber auch die Chemiekosten und alle zusätzlichen Kosten für Verfahrensänderungen oder die Rückgewinnung berücksichtigt werden. Sämtliche Änderungen müssen in Bezug auf Warenausfall (Qualität) und Wäscheschädigung überprüft werden.

3.1.2.2.1 Aufbau und Betrieb einer Neuanlage



- Frischwasser nur noch zum Spülen einsetzen
- Hauptwaschwasser, Spülwasser, Pressenwasser und Zentrifugenwasser zurückgewinnen und zum Waschen resp. Spülen verwenden
- Wasser und Chemie abhängig vom Beladungsgewicht zuführen
- Nicht nur Wasser sparen, sondern auch Wärme zurückgewinnen

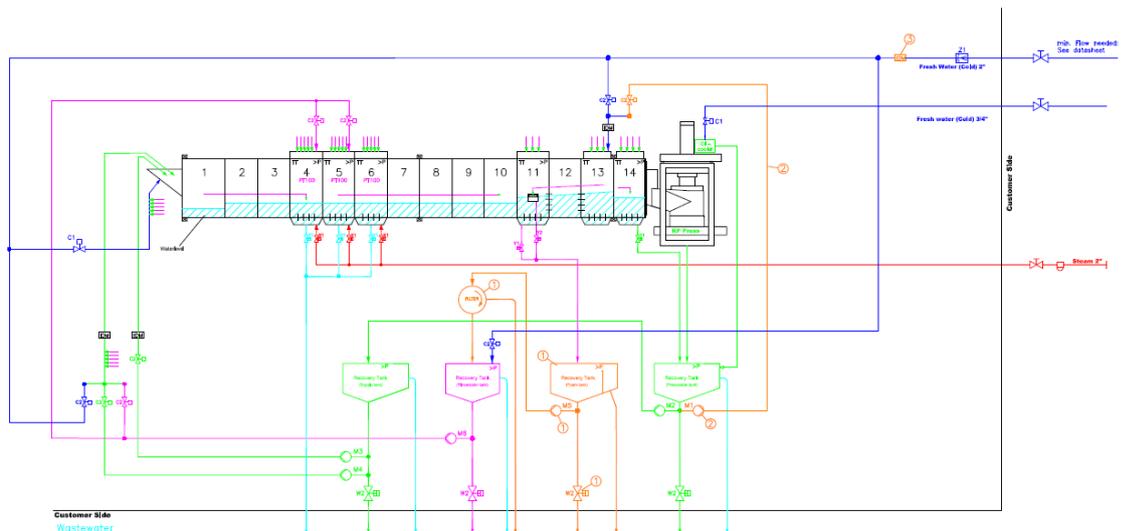
Wasserlaufplan und Wasserverbrauch

Es werden zwei gängige Prozesse gezeigt:

- a) Basisanlage mit Spülen im Gegenstrom
- b) Komplexe Anlage mit Badwechsel-Überstromspülverfahren

Bei beiden Prozessen sind sowohl eine Pressenwasser-Rückgewinnung wie auch eine effiziente Flusenabscheidung im Spülwasser-Rückgewinnungsstrom integriert.

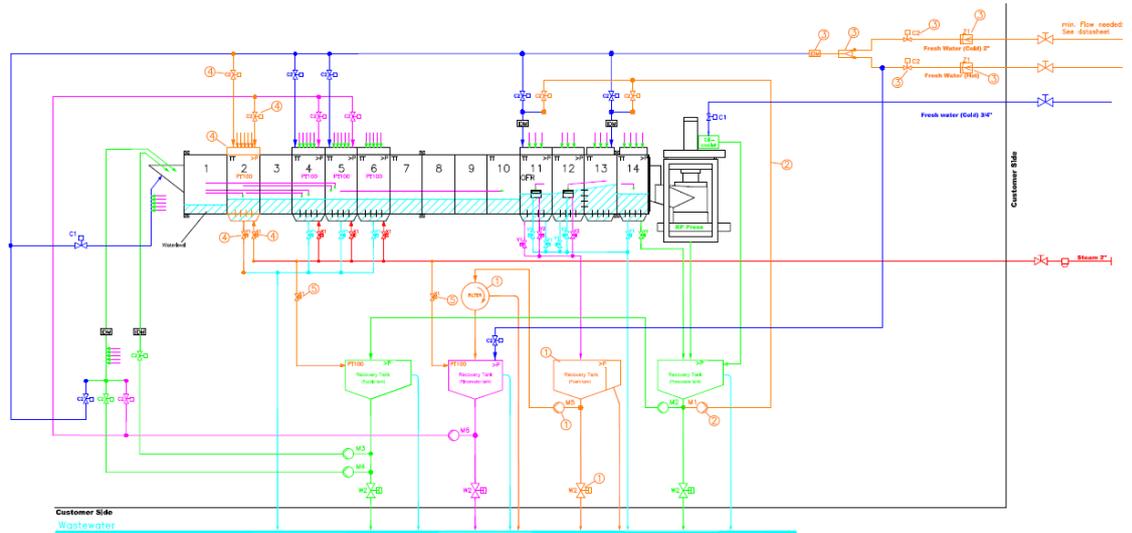
a) Basisanlage



1. Flusenfilter, 2. Rückgewinnungsstrom, 3. Gesamtwassierzähler (Bild: VEGA Systems Switzerland, Utzenstorf)

Anlage für grosse Mengen gleichartiger Wäsche: Hohe Effizienz im Wasserverbrauch dank mehrstufiger Rückgewinnung mit integrierter Filtrierung, isolierte RG-Tanks.

b) Komplexe Anlage



1. Flusenfilter, 2. Rückgewinnungsstrom, 3. Cool-down, 4. Zusätzliche Doppeltrommel, 5. Dampfbeheizte Wassertanks (Bild: VEGA Systems Switzerland, Utzenstorf)

Universalanlage: geeignet auch für wechselnde Posten, effiziente Prozesse bei Farbwechsel dank beheizter + isolierter RG-Tanks. Regelbare Spülströme z.T. im stehenden Bad, bottom-up Spülung für beste Flusenentfernung. Anschluss an Warmwasser von zentraler RG-Anlage + Cooldown für BK.

Allgemein gilt:

- Pressenwasser resp. Wasser aus Zentrifuge: Das Pressenwasser kann beim Spülen wieder verwendet werden. Dies hilft den Frischwassereinsatz zu vermindern.
- Spülwasserverwendung: Beim Spülen in stehenden Bädern ist das Wasser des letzten Spülbads sehr sauber (ausser bei Dosierung von Stärke oder anderen Chemikalien). Es kann deshalb im ersten Spülbad noch einmal verwendet werden.
- Verwendung des Hauptwaschwassers: Ein Farbwechselventil nach der Hauptwaschzone ermöglicht es, dass das Hauptwaschwasser wieder verwendet werden kann. Nur unverfärbtes Wasser wird in Tanks zurückgeführt.
- Gewichtsabhängige Zufuhr: Wenn aus betrieblichen Gründen die Beladung mit dem Nenngewicht einmal nicht möglich ist, sollte trotzdem ressourceneffizient gewaschen werden. Die gewichtsabhängige Wasserzufuhr schafft die Basis für eine entsprechend reduzierte Chemiedosierung und für weniger Bedarf an Aufheizenergie, weil die Wassermenge geringer ist.

Durch diese Massnahmen kann der Wasserverbrauch ungefähr auf folgende Mengen gesenkt werden:

Wäscheart	Frischwasser zum Spülen
Bettwäsche	2-4 l/kg
Tischwäsche	3-4 l/kg
Frottee	2-5 l/kg
Berufsbekleidung weiss	3-5 l/kg
Berufsbekleidung farbig	6-8 l/kg

Frischwasserverbrauch zum Spülen im optimalen Fall.

Flusenproblematik

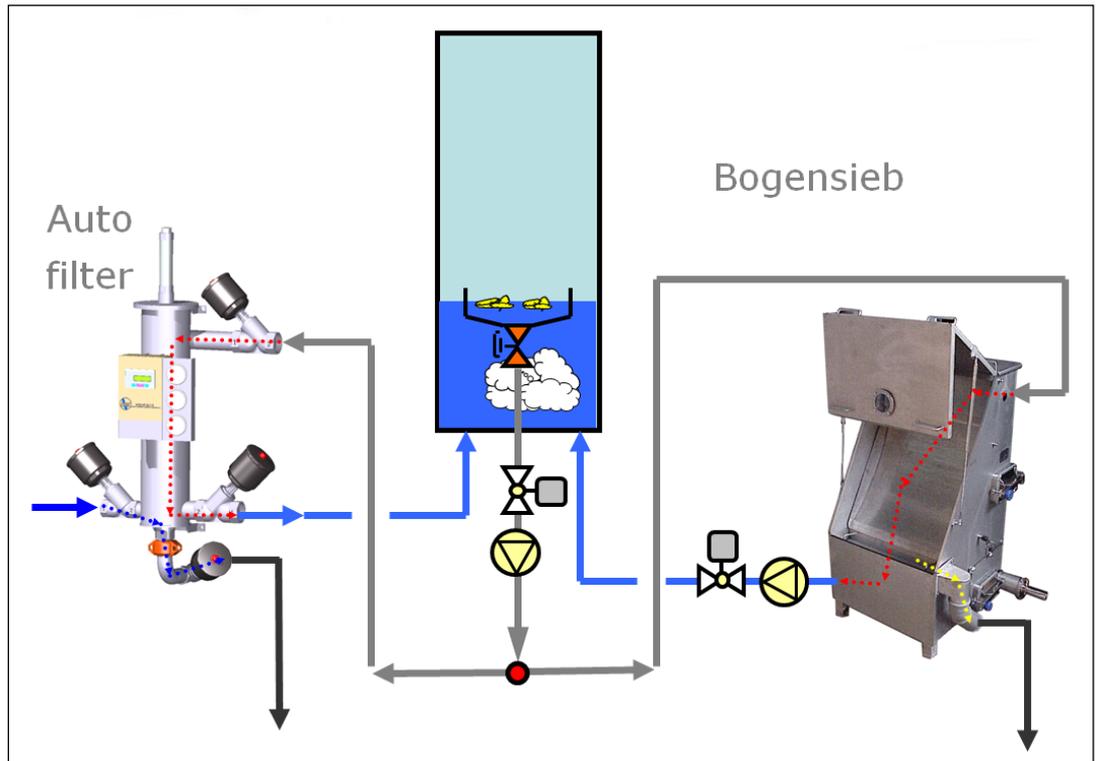
Flusen und andere Verschmutzungen wie z.B. Haare sind ein altes Problem in der Wäscherei. Mit reduziertem Wassereinsatz und Wiederverwendung des Wassers können sich diese Probleme akkumulieren.

Tipp: Flusenfiltration mittels Rotationsfilter! Das wiederverwendete Wasser soll keine Flusen enthalten. Bei der Filtration mittels Rotationsfilter werden die Flusen automatisch abfiltriert. Der Reinigungsaufwand ist vernachlässigbar klein. Alternativen zum Rotationsfilter sind Scheibenfilter, Bogensiebe oder vergleichbare Konstruktionen.

Flusenfilter werden nicht nur bei der Wasserrückgewinnung vor der Wiederverwendung eingesetzt. Das Waschwasser kann auch laufend der Flotte entzogen und über einen Filter geleitet werden. Üblicherweise geschieht dies in der Spülzone. So werden auch die beim Vorwaschen freigegebenen Flusen, welche mit der Wäsche mittransportiert wurden, erfasst und entfernt.

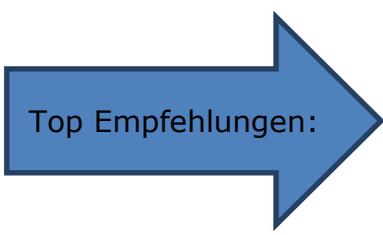


Rotationsflusenfilter: Aussenansicht mit Ausschub des Filtermaterials resp. der Flusen (links) und Innenansicht mit Rotations-Filterelement (rechts). Bild: ABZ - Zierler GmbH



Links: Automatisch rückspülbarer Filter. Rechts: Flusenentfernung mittels Bogensiebfilter (manuelle Flusenentfernung nach deren Abscheidung).
 Grafik: Jensen Group.

Wärmehaushalt



- Ziel:
- Möglichst wenig Primärenergie zum Aufheizen brauchen
- Mittel:
- Waschtemperaturen anpassen
 - Im Wasser enthaltene Wärme optimal nutzen
 - Abwärme aus anderen Prozessen verwenden

a) Wärmebedarf und Temperaturen

Der Energieaufwand beschränkt sich auf das Aufheizen des Wassers auf die gewünschte Waschtemperatur. Die effektive Wassertemperatur ergibt sich aus der Mischung der gebundenen/mitgeführten Flotte und dem zugeführten vorgewärmten Wasser aus einer Wärmerückgewinnung. Im optimalen Fall kann letzteres genau so heiss zugeführt werden, dass sich die gewünschte Waschtemperatur von selbst ergibt.

Traditionsgemäss wird mit ca. 40°C vorgewaschen. Höhere Temperaturen sind mit entsprechenden Vorkehrungen möglich.

Es ist sinnvoll, die Spültemperatur des Frischwassers auf bis zu 55°C zu erhöhen. Dadurch kann bei den Folgeprozessen Energie gespart werden. Ebenfalls wird die Temperatur in den Tanks, wo das zurückgewonnene Spülwasser zwischengelagert wird, erhöht.

b) Diskussion um optimale Waschtemperatur

Was die «richtige» Waschtemperatur anbelangt, so ist unter den Waschmittellieferanten eine kontroverse Diskussion im Gange. Es ist ein umstrittenes Thema, bei dem schlussendlich auch immer Art und Gleichmässigkeit der anfallenden Wäsche einen massgeblichen Einfluss darauf haben, welche Waschtemperatur im Gesamtergebnis am besten abschneidet. Nachfolgend sind die redaktionell überarbeiteten Argumentationen der bei der Erstellung dieses Handbuchs beteiligten Waschmittellieferanten in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet:

- **CHT- Switzerland AG: 70°C-Verfahren**
Durch optimal eingestellte Maschinenparameter und evtl. bereits vorhandene Wärmerückgewinnungssysteme ist es möglich, mit einer hohen Waschtemperatur insgesamt günstiger zu waschen. Die erhöhte Waschtemperatur wirkt sich insbesondere bei den nachfolgenden Trocknungsprozessen positiv aus. Die gesamtheitliche Einsparung ist vor allem auch durch den bei hohen Waschtemperaturen geringeren Chemieeinsatz möglich.
- **BurnusHychem: 40°C-Verfahren**
Verlängerte Lebensdauer der Textilien durch Farb- und Faserschonung. Sparen durch reduzierte Abwassertemperatur. Knitterfreier Warenausfall ohne Cool-down. Erheblich reduziertes Gefahrenpotenzial und Geruchsneutralität beim Umgang mit dem Sterisan 40°C-Verfahren.
- **Christeyns GmbH: 60°C-Verfahren**
Unter sorgfältiger Abwägung aller waschrelevanten Aspekte (Energie, Waschperformance, Hygiene, Textilschonung etc.) ist 60°C derzeit die optimale Wasch-, Bleich- und Desinfektionstemperatur. Bei einer Betrachtung der Gesamtenergiebilanz (Waschen und Finishen) ergeben sich hier niedrigste Energieverbräuche. Die Waschperformance – unter Berücksichtigung von Chemikalienverbrauch und -kosten (Sinner'scher Kreis) – liegt hier im optimalen Bereich, bei gleichzeitiger Schonung der Textilien und hoher Verfahrenssicherheit bei Desinfektionswaschprozessen.

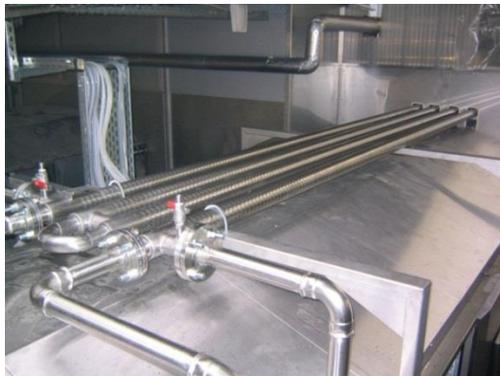
- Ecolab Schweiz GmbH: 40°C-Verfahren

Das Niedertemperaturverfahren PERformance 40 ermöglicht eine Verkürzung der Taktzeit und steigert dadurch die Kapazität. In Kombination mit einem Wärmetauscher z.B. für die Mangel, ermöglicht PERformance 40 das Waschen ohne direkte Primärenergieeinspeisung, um die benötigten 40°C innerhalb der Waschstrasse konstant zu halten, sobald diese einmal erreicht sind. PERformance 40 ist ein desinfizierendes Waschverfahren und erfüllt somit die strengen Anforderungen der Hygiene und Desinfektion beim Waschen von Krankenhauswäsche. Das schonende Waschen bei 40°C sorgt zudem für eine erhöhte Textillebensdauer und sichert so den Werterhalt der Textilien.

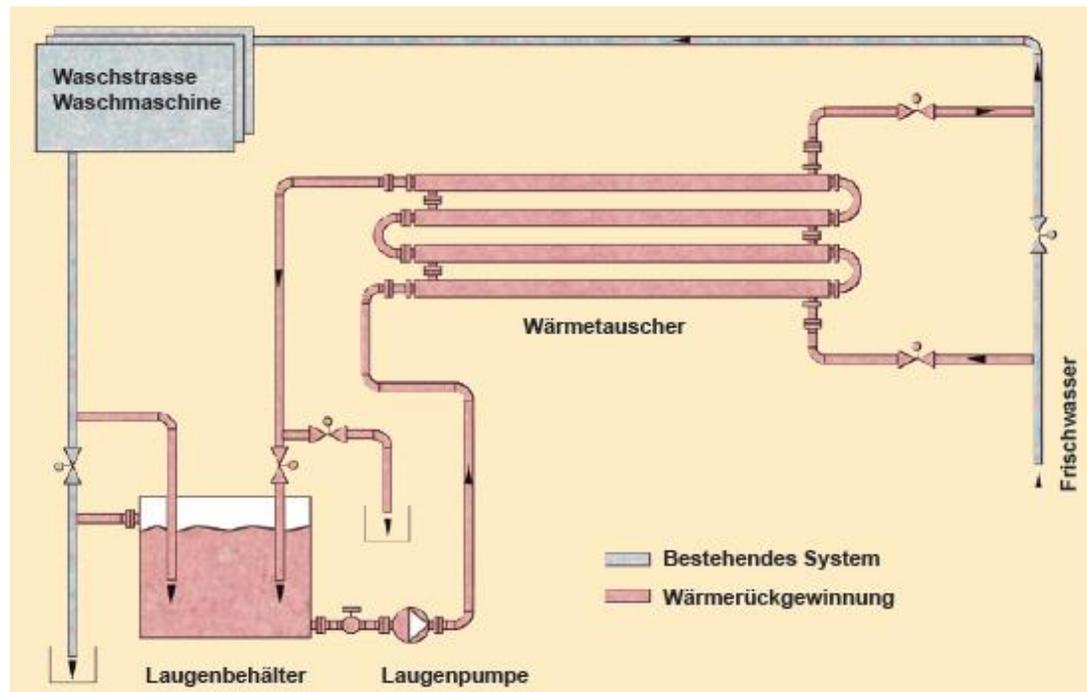
Unabhängig von obiger Diskussion stellt sich die Frage, wie das Wasser auf die gewünschte Temperatur gebracht werden kann.

c) Integrierter Abwasserwärmetauscher

Die dem Abwasser entzogene Wärme wird zum Aufheizen des Frischwassers verwendet oder sie heizt zurückgewonnenes Wasser auf. Dies passiert in der Regel mittels «Rohr-in-Rohr-Wärmetauscher» (vgl. Kapitel 2.3.7.2.1).



Abwasserwärmetauscher Jensen Spiralizer, interne Verrohrung und Steuerung in der Waschstrasse. Links: Auf dem Dach der Waschstrasse montiert. Rechts: An der Wand neben der Waschstrasse montiert.



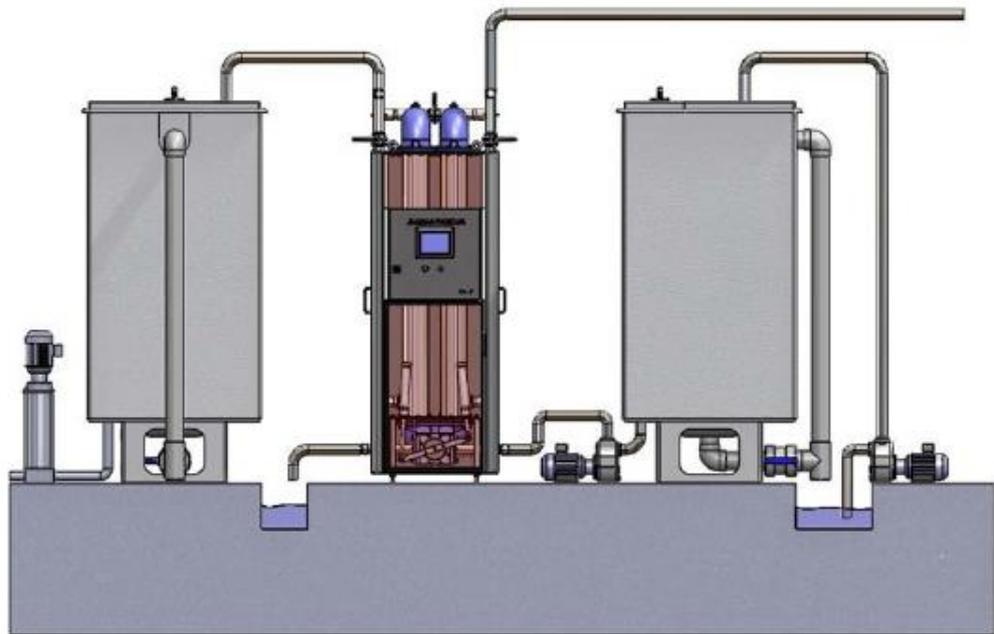
Beispiel Drallrohrwärmetauscher: Es werden keine Filteranlagen benötigt, weil das verschmutzte Abwasser den Drallrohrwärmetauscher nicht verstopfen kann.

d) Bauseitiger, zentraler Abwasserwärmetauscher

Anstelle eines an / bei der Waschstrasse montierten integrierten Wärmetauschers, welcher lediglich das Abwasser aus der Waschstrasse berücksichtigt, kann seitens Wäscherei ein bauseitiger zentraler Wärmetauscher im Gebäude installiert werden. Ein solcher Wärmetauscher hat den Vorteil, dass damit sämtlichem in der Wäscherei anfallenden Abwasser die Wärme entzogen werden kann. Also z. B. auch den Waschsleudermaschinen oder einem Wagenwascher.

Ein bauseitiger Abwasserwärmetauscher kann in der Regel auch grösser dimensioniert werden und kann somit meistens deutlich mehr Energie zurückgewinnen, als ein in der Maschine integrierter Wärmetauscher. Aus diesen Gründen ist ein bauseitiger Abwasserwärmetauscher vorzuziehen, sofern dieser im Energiekonzept und auch baulich integriert werden kann.

(siehe auch Kapitel 2.3.7.4.).



Bauseitiger Abwasserwärmetauscher (Bild: VEGA Systems Switzerland, Utzenstorf)

e) Externe Abwärmequellen

Das Wasser kann auch mit Abwärme aus anderen Prozessen aufgewärmt werden. Details dazu in Kapitel 2.3.7.4.

f) Primärenergieeinsatz

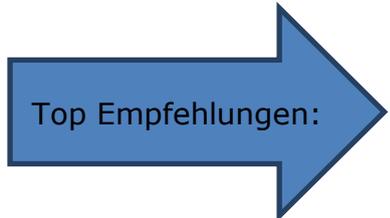
Wenn alle beschriebenen Wärmequellen ausgenutzt werden, bleibt immer noch ein ungedeckter Wärmebedarf. Dieser wird üblicherweise mit Dampf abgedeckt. Da auf dem Weg zur grünen Wäscherei (vgl. Kapitel 2.1.7) die Erstellung einer zentralen Dampfversorgung mit entsprechendem Leitungsnetz unerwünscht ist, wurde und wird nach anderen Lösungen gesucht. Wärmepumpensysteme, Gasthermen (z.B. Aquaheater) oder Blockheizkraftwerke werden getestet. Letztere produzieren auch Strom, welcher selber genutzt oder ins Netz eingespeist werden kann. Die politischen/rechtlichen Vorschriften spielen für die Rentabilitätsberechnung eine grosse Rolle. Solche Systeme werden mit Öl, Gas oder Elektrizität betrieben und haben eine deutlich schwächere Aufheizleistung als direkt eingeblasener Dampf. Bei Arbeitsbeginn am Morgen (insbesondere am Montagmorgen) kann dies Probleme verursachen: Am Morgen ist die Waschstrasse total ausgekühlt, das Wasser in den Tanks hat Temperatur verloren und allfällige WRG/AWN-Anlagen können erst Wärme liefern, wenn Mangel, Tumbler oder andere Wärmequellen (vgl. Kapitel 2.3.7.4) voll am Produzieren sind. In dieser Situation ist eine grosse Aufheizleistung notwendig, weshalb Dampfanschlüsse noch eine

Zeit lang unerlässlich bleiben. Die zeitliche Übereinstimmung von Abwärmeproduktion und Wärmebedarf ist generell zu prüfen. Möglicherweise können hier Betriebsabläufe optimiert werden.

3.1.2.2.2 Optimierung der bestehenden Prozesse

Waschstrassen haben eine sehr lange Lebensdauer, weshalb der Verfahrensoptimierung auf bestehenden Anlagen grosse Aufmerksamkeit zu schenken ist. Wie oben bei WSM (Kapitel 3.1.1.2) beschrieben, stehen auch bei TWA die Verringerung des Wasserverbrauchs und die Reduktion der zugeführten Primärenergie im Vordergrund.

Der schnellste Erfolg kann mit folgenden Massnahmen erzielt werden:



Top Empfehlungen:

- Pressenwasserrückgewinnung
- Abwasserwärmetauscher installieren

Diese Massnahmen haben das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis und weisen in der Regel Amortisationszeiten von unter zwei Jahren auf. Auch für kleinere Betriebe, die weniger als drei Tonnen pro Tag verarbeiten, sind diese Punkte sinnvoll und führen zu einer Energie- resp. Ressourcenoptimierung.

a) Wasserverbrauch

Auch bei bestehenden Maschinen wird eine Annäherung an die in Kapitel 3.1.2.2.1 beschriebenen optimalen Wasserverbrauchszahlen angestrebt. Vor der Optimierung kann der ermittelte IST-Zustand mit branchenüblichen Richtwerten verglichen werden (siehe Kapitel 2.1.6).

Veränderungen am Wasserlaufschema sind abhängig von vorhandenen Zu- und Abläufen und nicht immer einfach zu realisieren. Zusätzliche Tanks zur Ermöglichung oder Erweiterung der Wasserrückgewinnung müssen installiert werden. Dem Kosten-Nutzen-Verhältnis ist hier ein besonderes Augenmerk zu widmen. Auch die Flusenproblematik (vgl. Kapitel 3.1.2.2.1) und allfällige Verfärbungen des Wassers verdienen höchste Aufmerksamkeit.

b) Energieverbrauch

Ein Abwasserwärmetauscher ist die einfachste Sparmöglichkeit. Die Details dazu sind in den Kapiteln 2.3.7 und 3.1.2.2.1 erklärt. Dort finden sich auch Argumente zur «richtigen» Waschtemperatur auf TWA.

c) Maschinenbeladung

Im Rahmen der Betriebsmöglichkeiten (Wäscheanlieferung, nachfolgende Prozesse, Wäscheauslieferung etc.) kann mit einer durchdachten Beladesystematik der Waschstrasse durch das Vermeiden von Leerkammern und Waschtemperatursprüngen deutlich Wasser und Energie eingespart werden (s. auch Kap. 3.1.2.2)

d) Weitere Massnahmen

Vorhandene Anlagen können zusätzlich auch mit folgenden Aggregaten ausgestattet werden:

- Flusenfiltration mittels Rotationsfilter
- Gewichtsabhängige Wasserzuführung – spart Wasser und Energie

3.1.2.2.3 Sicherstellung der Funktionsweise von Anlagen mit Rückgewinnung

a) Selbstständig:

1. Funktion der Pumpensysteme zur Wiederverwendung von Prozesswasser innerhalb des Systems kontrollieren.
2. Niveausensoren der Tanks kontrollieren.
3. Kontrollieren, ob integrierte Tanks zusätzliches Frischwasser benötigen.
4. Überprüfen, ob es unter der Maschine trocken ist. Nässe ist ein Hinweis auf Leckagen.
5. Bei abgeschalteter Maschine auf Leckagen in Druckluftleitungen achten.
6. Bei den integrierten Wärmetauschern überprüfen, ob das Wasser, welches zur kontinuierlichen Waschmaschine fliesst, wärmer ist, als das Zulaufwasser.
7. Sollte eine integrierte Pressenwasserrückgewinnung installiert sein, deren Funktionsweise überprüfen.

b) Mit fachmännischer Hilfe:

1. Dichtheit der Abläufe kontrollieren.
2. Niveau- und Temperatursensoren sowie Durchflussmesser kalibrieren.
3. Überprüfen, ob die Dampfventile bei den einzelnen Kammern richtig schliessen.
4. Kammerdichtungen auf Dichtheit prüfen.

c) Wartung und Unterhalt

Grundsätzlich ist eine einwandfreie und stetig gewartete Maschine, ohne Störungen und defekte Bauteile, die Basis für die Vermeidung von unnötigen Medienverbräuchen bzw. unnötigem Energieverbrauch.

3.2 ENTWÄSSERN: TAKTPRESSE UND TAKTZENTRIFUGE

3.2.1 Technik und Verfahren

Für das Entwässern (nach Taktwaschanlagen) stehen zwei Systeme zur Auswahl.

a) Taktpressen



Jensen SEP50 MD



Kannegiesser PowerPress



VEGA Systems SmartPress RP

Taktpressen können für fast alle Textilien verwendet werden. Vorzugsweise für Frottee- (Volltrocken) und Flachwäsche (Mangelstrasse). Lamine und beschichtete Textilien sollten nur eingeschränkt auf einer Taktpresse bearbeitet werden, da die Ausschussrate durch Beschädigungen hoch sein kann. Ein langsamer Druckaufbau kann die Gefahr vermindern. Formteile sind nur dann problemlos möglich, sofern keine Knöpfe, Reissverschlüsse oder ähnliches vorhanden sind.

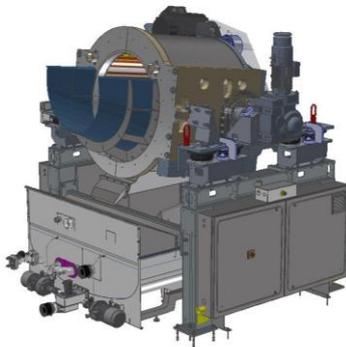
b) Taktzentrifugen



Jensen Z1200



Kannegiesser PowerSpin

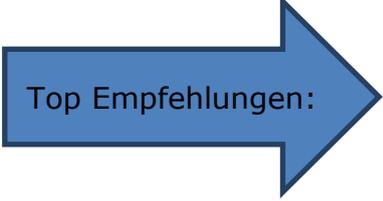


VEGA Systems SmartSpin

Taktzentrifugen werden primär für Formteile, gefüllte Waschobjekte wie Kissen und Decken sowie für Matten eingesetzt. Frotteewäsche kann problemlos bearbeitet werden, allerdings ist die Entwässerungsleistung geringer als bei einer Presse. Der Energieverbrauch einer Zentrifuge ist höher als derjenige einer Presse. Flachwäschen, insbesondere grossflächige Textilien, können aufgrund der Länge der Teile Probleme verursachen. Das korrekte Anlegen der Wäsche zur Vermeidung von Unwucht beim Schleudern braucht evtl. mehrere Anläufe und kann somit zu unnötig langen Taktzeiten führen. Stand der Technik ist zurzeit ein G-Faktor von 800. Je nach Textil kann der G-Faktor via Schleuderdrehzahl angepasst werden.

Wichtigste technische Merkmale betreffend Ressourceneffizienz

Die Ressourceneffizienz (Stromverbrauch, Materialschonung) und die maximale Leistung stehen in einem Konkurrenzverhältnis. Ein langsamer Druckaufbau in der Presse oder der Zentrifuge und ein gemässigttes Auspressen des Wassers aus der Wäsche schonen die Textilien und benötigen weniger Energie. Dafür ist der Zeitaufwand grösser. Die volle Ausnützung der Leistungskapazität einer TWA bedingt in der Regel kurze Taktzeiten, weshalb die gewünschte optimale Entwässerung sehr schnell erreicht werden muss. Dazu ist zusätzliche Energie nötig, unabhängig davon, ob ein höherer Druck aufgebaut oder rasch eine höhere Drehzahl erreicht werden soll. Trotzdem lohnt sich dieser Ressourceneinsatz. Die mechanische Entwässerung ist billiger als die thermische Entwässerung im Trockner oder auf der Mangel. Eine optimale Restfeuchte ist also immer erstrebenswert. In diesem Zusammenhang dürfen die qualitativen Ansprüche nicht vergessen werden. Drohende Schäden an Textilien oder Nachteile bei der nachfolgenden Bearbeitung (Mischgewebe!) schränken obige Aussagen ein.



Top Empfehlungen:

- Modell mit höchstmöglicher Entwässerungsleistung bei kleinstmöglichem kWh-Verbrauch wählen

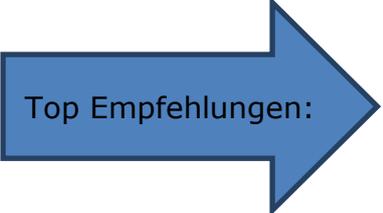
Ziele:

- Optimale artikelbezogene Entwässerung
- stromsparende Kombination von Pressdruck/G-Faktor und Aufbau- resp. Verweilzeit finden

Voraussetzungen dafür:

- Sehr gute Drainage

3.2.2 Rückgewinnung



Top Empfehlungen:

- Pressen- & Zentrifugenwasser ist sehr sauber – unbedingt zurückgewinnen
- Stromrekuperation bei Zentrifugen
- Nachrüstungen prüfen

Zu beachten ist, dass trotzdem die Möglichkeit besteht, das Pressenwasser oder Zentrifugenwasser falls nötig zu verwerfen (z.B. bei verfärbtem Wasser).

Stromrückgewinnung

Moderne Zentrifugen verfügen über eine Stromrekuperation. Hier wird die Bremsenergie beim Abbremsen der Zentrifuge, welche im Antriebsmotor der Schleudertrommel erzeugt wird (Generatorwirkung), wieder als elektrischer Strom zurückgespeist. Mechanisches Bremsen mittels Bremsbacken sollte aufgrund des hohen Verschleisses vermieden werden.

3.3 TROCKNEN

Top Empfehlungen:

- Mechanische Entwässerung ist billiger als Verdampfung
- Deshalb vor dem Tumbeln immer optimal spülen und schleudern/auspressen

Nach der mechanischen Entwässerung kann die Wäsche im Tumbler angetrocknet oder vollgetrocknet werden. Diese thermische Entwässerung ist, in Bezug auf die benötigten kWh pro kg Wäsche, in der Wäscherei der grösste Energieverbraucher. Wie bereits erwähnt, ist es deshalb sehr wichtig, eine optimale mechanische Entwässerung durchzuführen. Diese ist billiger und hilft Energie zu sparen.

Grössere Betriebe setzen auch Schüttler (Trockner ohne Heizregister) ein. Die optimal entwässerte Wäsche kann so ohne Energiezufuhr für die weitere Bearbeitung aufgelockert werden.

Trockner werden in vielen Varianten gebaut und angeboten. Auch die Kundenbedürfnisse sind unterschiedlich. Industrielle Durchladetrockner, welche auf Höchstleistung getrimmt sind, können deshalb nur bedingt mit Klein- oder gar Haushaltstrocknern verglichen werden. Nach einigen allgemein gültigen Bemerkungen sollen diese zwei Gruppen deshalb separat betrachtet werden.

3.3.1 Technik und Wartung allgemein

Entscheidende Faktoren für das Trocknen und den Energieverbrauch sind:

- Konstanter Betrieb
- Beladung
- Beheizung

- Trommelbewegung
- Luftführung und Luftmengensteuerung
- Zeit
- Reinigung/Wartung

Beladung

Auch beim Trockner ist die optimale Beladung der erste Schritt zum ressourcensparenden Verfahren. Falls eine Unterbeladung aus betrieblichen Gründen unvermeidbar ist, sollten durch die entsprechende Programmierung des Trockners die Nachteile minimiert werden.

Beheizung

Trockner werden beheizt mit:

- Gas
- Dampf
- Thermo-Öl (Heissöl)
- Elektrisch
- Heisswasser

Direkt beheizte Gastrockner als optimale Lösung?

Moderne Gastrockner sind leistungsfähiger als Dampftrockner, da mit ihnen bei Prozessbeginn und bis zur Erreichung der Verdunstungsphase höhere Zulufttemperaturen gefahren werden können. Ein moderner Gastrockner ist direkt beheizt. Das heisse Abgas des Brenners wird – mit Umluft vermischt – direkt auf die Wäsche geleitet. Dabei können sehr hohe Temperaturen von bis zu 230°C erreicht werden. Dies ergibt eine optimale Ausnützung der Energie ohne Verluste durch zentrale Wärmeerzeugung, Leitungsnetze und Heizregister.

Nachteile – Gefahren – spezielle Anforderungen

Gasbrenner sind meldepflichtig und es gibt kantonale Vorschriften für die Installation. Des Weiteren werden Sprinkleranlagen verlangt und die Brenner müssen regelmässig durch Fachpersonen kontrolliert werden. Bei den sehr hohen Temperaturen können Wäscheschädigungen durch Übertrocknung entstehen. Ein spezielles Augenmerk ist auf die unerwünschte Russbildung zu richten, weil dadurch eine schleichende Wäschevergrauung droht. Bei den neusten Geräten wird eine separate und gesteuerte Zuluftführung angeboten.

Trommelbewegung

Die Wäsche soll immer locker und leicht diagonal fallen. Die Ausgestaltung der Mitnehmerrippen und die Drehzahl bestimmen den Wäsche-transport in der Trommel. Da die Wäsche während des Trocknungsprozesses leichter wird, hilft eine laufend angepasste d.h. langsam sinkende Trommeldrehzahl.

Tipp: Periodisch den richtigen Wäschefall durch das Schauglas oder bei offener Beladeklappe kontrollieren.

Luftführung und Luftmengensteuerung

a) Luftführung in der Trommel

Die Luftführung kann radial, axial oder kombiniert erfolgen. Ziel ist immer eine möglichst grosse Kontaktfläche zwischen Wäsche und warmer Luft. Entscheidend ist das Zusammenspiel zwischen Trommelbewegung und Luftführung. Trockner mit einer ungelochten Trommel lassen nur einen axialen Luftstrom zu. Die schonende Trocknung, welche mit dieser Bauart möglich wird, ist auch nach einer Nassreinigung sehr willkommen.

b) Frischluft und Umluft

Trockner mit Umluftmöglichkeit sind bis zu 30 Prozent sparsamer als Geräte ohne Umluft. Beim Umluftbetrieb wird dem Tumbler die warme Luft wieder zugeführt. Dies spart Energie, auch wenn diese Luft schon mit Feuchtigkeit belastet ist. Optimal ist ein geregelter Umluftbetrieb in Kombination mit einer Frischluftvorwärmung durch Wärmerückgewinnung.

Zeit

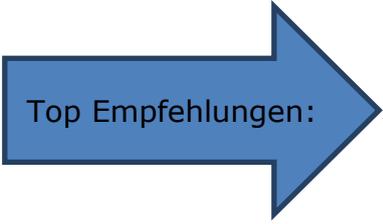
Länger trocknen als notwendig kostet Zeit, Energie und beeinträchtigt die Lebensdauer der Textilien. Die programmierten Zeiten müssen deshalb immer wieder überprüft und allenfalls angepasst werden.

Entladen

Wenn möglich kippen statt blasen! Bei Durchladetrocknern wird das Entladen mit viel warmer Luft unterstützt. Dabei geht Energie verloren und heizt den Raum auf. Kipptrockner entladen ohne Luftunterstützung und sind schneller, stehen aber erst ab ca. 40kg Beladegewicht zur Verfügung.

Wartung

Die Wartung ist sowohl für die Leistungsfähigkeit als auch für den Energieverbrauch sehr wichtig:



Top Empfehlungen:

- Flusensiebe regelmässig reinigen
- Infrarotsensoren reinigen
- Trommel kontrollieren und reinigen
- Heizregister und Lüfter-Räder kontrollieren und reinigen

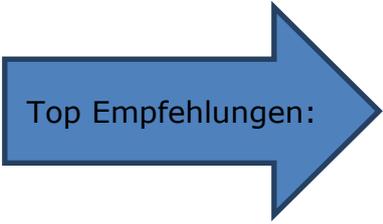
- Bei Hochleistungstrocknern ist eine Reinigung nach wenigen Zyklen sinnvoll. Es drängt sich deshalb eine automatische Absaugung der Flusen auf. Auch bei kleineren Tumbleren ist mindestens täglich das Flusensieb zu reinigen.
- Verschmutzte Infrarotsensoren messen nicht mehr korrekt und beenden den Trocknungsvorgang zu früh oder zu spät.
- Vor allem bei Krankenhauswäsche, die erst auf der sauberen Seite sortiert wird, kann die Trommel rasch mit Plastikteilen oder anderen Materialien verkleben und verstopfen. Eine Teflonbeschichtung auf der Trommel kann das Problem entschärfen. Andernfalls muss die Trommel regelmässig, z.B. mittels Hochdruck- oder Trockeneisreinigung wieder instand gestellt werden. Zwecks einfacher Reinigung können Trommeln auch segmentiert geliefert werden.
- Auch die Zu- und Abluftkanäle sollten periodisch geprüft und gereinigt werden. Druckmess-Systeme und -Protokolle helfen bei der Bestimmung des richtigen Zeitpunkts, indem sie Langzeitveränderungen aufzeigen.

Tip: Unbedingt einen Kontrolldeckel zum Reinschauen und/oder eine Revisionsklappe in die Zu- und Abluftkanäle einbauen lassen.

3.3.2 Durchladetrockner

Hauptsächlich handelt es sich hierbei um industrielle Trockner, bei denen es auf maximale Leistung ankommt (kg Wäsche pro Stunde). Die Leistung wird vorrangig durch die hohe Luftumwälzung und Zulufttemperatur bestimmt. Sparsamer Energieverbrauch und Höchstleistung stehen in einem Spannungsfeld – häufig lässt sich aber trotzdem ein Kompromiss finden, der beides berücksichtigt.

3.3.2.1 State of the Art – bei Neukauf zu beachten



Top Empfehlungen:

Kurzfristiges Ziel:

- Nicht wesentlich mehr als 1 kWh/l verbrauchen¹⁷

Mittelfristiges Ziel:

- Weniger als 1 kWh/l verbrauchen¹⁷

Diese wichtige Angabe sollte immer verlangt werden – am besten als garantierter Vertragsbestandteil bei der Auftragserteilung. Selbstverständlich muss dieser Wert in Relation zur verlangten Leistung gesehen werden. Taktzeit der TWA und damit Leistungsfähigkeit der gesamten Anlage werden in der Praxis dem optimierten Energieverbrauch vorgehen. Lieferanten geben Energieverbrauchswerte zwischen 1 bis 1.6kWh/l an (= kWh pro verdampftem Liter Wasser).

Welche Massnahmen führen zu diesem Ziel?

1. Intelligente Umluftsteuerung: Möglichst viel Luft sollte wieder in den Umluftstrom gebracht werden. Je mehr Umluft, umso geringer der Energiebedarf. Am Programmanfang kann mit 100 Prozent Umluft gefahren werden. Wenn die relative Feuchtigkeit ansteigt, wird Frischluft dazu gemischt.
2. Zwangsführung der Heissluft durch die Trommel: Die Heissluft sollte nicht an der Wäsche vorbei direkt in den Abluftstrom gelangen können.
3. Infrarotsensor: Ermöglicht die Bestimmung des Trocknungsgrads sowie den Abbruch des Trocknungsvorgangs bei Erreichen der gewünschten Wäschetemperatur. Damit kann Übertrocknung verhindert werden und durch die optimierte Trocknungszeit ergibt sich eine Leistungssteigerung.

Achtung: Bei unterschiedlicher Beladung und sehr unterschiedlicher Ware kann der Trocknungsvorgang im falschen Moment abgebrochen werden, da die Infrarot-Sensoren an ihre Grenzen stossen können. In diesem Fall empfiehlt sich eine Kombination aus Zeitsteuerung und gemessener Ablufttemperatur.

4. Wärmetauscher: Bei einem Abluftwärmetauscher wird die Wärme mittels Fortluft an die Zuluft übertragen.

Achtung: Bei Gasbeheizung ist Vorsicht geboten. Es dürfen keine Abgase in den Raum austreten. Kreuzwärmetauscher haben des Weiteren einen grossen Platzbedarf und einen hohen Reinigungsaufwand.

5. Reduktion der Gebläseleistung: Falls es die Taktzeit der TWA oder die zur Verfügung stehende Trocknerkapazität erlauben, kann durch eine verkleinerte Gebläseleistung Energie gespart werden.
6. Gute Isolation: Gut isolierte Gehäuse und Türen sollten die Abstrahlung in den Raum minimieren (z.B. durch Doppelverglasung).

3.3.2.2 Umrüstung und Nachrüstung

a) Umluftbetrieb und Temperaturmessung

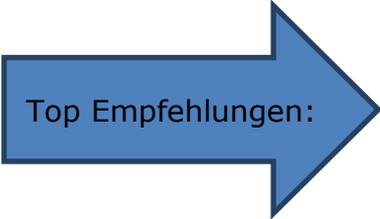
Ältere Trockner können nicht mit vernünftigem Aufwand auf Umluftbetrieb umgerüstet werden. Hier bleiben nur programmliche Anpassungen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz. Im Vordergrund steht dabei das Vermeiden von Übertrocknung durch den rechtzeitigen Abbruch des Trocknens resp. Übergang in den Abkühlprozess. Dies ist in erster Linie durch Überwachung der Prozesse und Ausprobieren verbesserter Programme (Zeitdauer) möglich. Eine Nachrüstung von Infrarottechnik oder Restfeuchtemessung ist aus Kostengründen kaum sinnvoll.

b) Wärmerückgewinnung mittels Kreuzwärmetauscher

Ein Kreuzwärmetauscher kann an Einzelmaschinen oder auch als System für mehrere Tumbler (sicher nicht ganz einfach zu realisieren) installiert werden. Gerade bei dampfbeheizten Trocknern scheint diese Lösung prüfenswert. Es liegen allerdings keine konkreten Beispiele mit Kosten- und Amortisationsberechnungen vor.

3.3.3 Frontladetrockner – kleinere Trockner

Auch hier kann die Höchstleistung im Zentrum stehen, wenn beispielsweise kleinere Mengen von Frotteewäsche oder Lappen auf möglichst effiziente Weise zu trocknen sind. Es gibt aber auch vielfältige andere Anforderungen, wie zum Beispiel die schonende Trocknung von heikler Ware. Leider wird dieses Segment von den Anbietern industrieller Geräte eher stiefmütterlich behandelt. Nur zögerlich kommen verbesserte Angebote auf den Markt. In letzter Zeit häufen sich aber die Ankündigungen in Fachzeitschriften und Neuerungen scheinen nicht mehr nur für den Haushaltsbereich konzipiert.



Top Empfehlungen:

- Richtige Grösse wählen – gute Beladung
- Programmabhängige Drehzahlregelung
- Gute Isolation – wenig Abstrahlung in den Raum
- Keine Übertrocknung – sicheres Messen der Temperatur oder der Restfeuchte
- Umluftbetrieb auch für kleine Geräte
- Wärmerückgewinnung einzeln oder in Gesamtsystemen
- Alternative Heizsysteme prüfen
- Wärmepumpentechnik prüfen

- Idealerweise wird möglichst gleichartige Wäsche in optimaler Beladung getrocknet.
- Weil sich Unterbeladung trotzdem nicht immer verhindern lässt, ist eine programmabhängige Regelung der Trommeldrehung sinnvoll. Die Wäsche sollte immer gut im Luftstrom fallen und gleichmässig getrocknet werden.
- Aus Kostengründen werden kleinere Tumbler häufig kaum isoliert und haben deshalb eine starke Wärmeabstrahlung in den Raum. Eine bessere Isolation ist möglich und sollte verlangt werden. Bei grösserer Nachfrage wird die Isolation auch günstiger werden.
- Übertrocknung ist die grösste Gefahrenquelle für eine Beschädigung der Textilien (z.B. durch Schrumpfen) und häufigste Ursache von Energieverschwendung. Deshalb ist dies prioritär zu behandeln. Dabei helfen auch einfache Systeme wie die Messung der Zu- und Ablufttemperatur und die Auslösung der Abkühlphase beim Erreichen der vorgegebenen Werte oder Unterschreiten von programmierten Temperaturdifferenzen. Die Infrarotmessung ist für kleinere Geräte in der Anschaffung verhältnismässig teuer. Es kommt deshalb eher die Restfeuchtemessung über den elektrischen Widerstand in Frage. Die Zuverlässigkeit der Messungen muss für unterschiedliche Beladungsmengen und nicht einheitliche Textilien noch verbessert werden.
- Umluftbetrieb ist auf jeden Fall sinnvoll. Die möglicherweise leicht verlängerten Trocknungszeiten sollten nicht allzu stark ins Gewicht fallen. Für die Abkühlphase ist eine Frischluftklappe sinnvoll. Die kühle Luft wird dabei nicht über das Heizregister geführt und kühlt dieses somit nicht unnötig ab. Von Durchlufttrocknern ist abzuraten, auch wenn diese nach wie vor angeboten werden und aus Kostengründen attraktiv erscheinen.

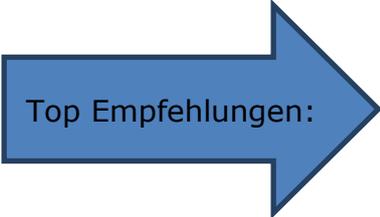
- Vorhandene Geräte können an einen Frischluftwärmetauscher angeschlossen werden.
- Falls hauptsächlich aufgeschüttelt oder angetrocknet wird und deshalb ein nicht so hoher Wärmebedarf besteht, können alternative Heizsysteme geprüft werden. In Frage kommen das Kondensat aus dem Dampfkreislauf oder Heisswasser aus der Abwärmenutzung. Für die Heisswassernutzung wird ein spezielles Heizregister eingesetzt. Die Wassertemperatur kann bis 90°C betragen. Da bei solchen Systemen mit reduzierten Temperaturen gearbeitet wird, ist auch die Gefahr von Wäschebeschädigungen geringer. Die Trockenzeiten werden entsprechend länger.
- Aus dem Haushaltsbereich kommt die Wärmepumpentechnologie für Wäschetrockner. Der Energieaufwand ist im Vergleich kleiner. Zusätzlicher Vorteil ist der Wegfall von Abluftleitungen. Die Vorteile werden aber aufgrund des geringen Luftdurchsatzes und der tieferen Temperaturen mit wesentlich längeren Prozesszeiten erkauft.

3.4 MANGELN

Nach dem mechanischen Entwässerungsprozess durch die Presse/Zentrifuge muss die verbliebene Restfeuchte verdampft werden. Im Trockner wird die Wäsche aufgelockert oder angetrocknet. Danach wird die Flachwäsche auf der Mangel bearbeitet. Dies kann in Verbindung mit Eingabe- und Faltmaschinen automatisiert stattfinden. Zu den Funktionsprinzipien und Varianten im Aufbau von Mangelstrassen (wie auch zu Ursachen und Abhilfe im Zusammenhang mit Mangelproblemen) finden sich viele Informationen im internen Bereich des VTS unter www.textilpflege.ch.

3.4.1 Ressourcenoptimierung

Hier sollen die für den Energieverbrauch relevanten Parameter im Vordergrund stehen. Entscheidend für den Energieverbrauch pro kg Wäsche sind die Belegung/Auslastung der Mangel, die Restfeuchtigkeit der Wäsche und die Summe des Energieverbrauchs, welcher nicht für die Verdampfung des Wassers eingesetzt wird (Verluste). Aus Messungen wissen wir, dass moderne Mangeln (dampf- oder gasbeheizte Heizbandtechnologie) bei optimaler Betriebsweise je nach Wäschegut 0.5 - 0.7 kWh/kg Trockenwäsche brauchen (bei einer durchschnittlichen Restfeuchte der Wäsche von 40 - 55 Prozent). Ältere Modelle mit Strömungs- oder Kaskadenmulden können bis zu 1.25 kWh benötigen.



Top Empfehlungen:

- Belegung/Auslastung verbessern
- Restfeuchte optimieren
- Anpressdruck kontrollieren
- Abstrahlung verkleinern = Leitungen und Gehäuse isolieren und Betriebstemperatur senken
- Absaugung richtig einstellen
- Mangelbewicklung regelmässig ersetzen
- Ventilatoren gemäss Herstellerangaben reinigen

Belegung/Auslastung verbessern

Die Eingabe sollte möglichst auf allen Bahnen Stück an Stück und unter Ausnützung der gesamten Arbeitsbreite erfolgen. Eine schlechte Auslastung führt zu einem sehr hohen spezifischen Energiebedarf. Die Mangel-Geschwindigkeit ergibt sich dann aus der maximalen Leistung von Personal und Technik auf der Eingabeseite. Oft zeigt sich, dass nicht die theoretisch maximale Geschwindigkeit der Mangel gefahren werden kann. Eine reduzierte Geschwindigkeit bei voller Belegung kann einen gleich hohen Output ergeben. Es wird Energie gespart und das Mangel-tuch wird geschont.

Tipp: Stand-by-Betrieb vermeiden! Mangel in den Pausen nicht durchlaufen lassen sondern stoppen und ausschalten. Noch besser wäre es, die Mangel konstant durchlaufen zu lassen (wechselnde Personalequipes) und dafür früher auszuschalten. Eine 2-Roller-Mangel (3 Meter) verbraucht im Leerlauf eine Leistung von 60 kW Wärme (Abstrahlung und Mangelabluft). Zum Vergleich: bei maximalem Durchlauf werden 360 kW verbraucht.

Restfeuchte optimieren

Die Restfeuchte sollte auf die verschiedenen Artikel optimal abgestimmt sein. Als Richtwert für Leintücher aus Baumwolle gelten 45 Prozent Restfeuchte vor dem Mangeln.

Vorsicht: Eine zu tiefe Restfeuchtigkeit kann Probleme beim Mangeln verursachen.

Die gewünschte (gleichmässige) Restfeuchte kann mit folgenden Massnahmen erreicht werden:

- höhere Wassertemperaturen beim Spülen
- mehr Pressdruck oder höhere Schleuderdrehzahl in der Zentrifuge

- längere Zeitdauer beim Entwässern
- optimales Antrocknen im Tumbler

Bei 55 Prozent Restfeuchtigkeit braucht die Verdampfung des Wassers 0.38 kWh/kg Wäsche, bei 45 Prozent sind es nur 0.31 kWh. Eine rasche Weiterverarbeitung verhindert das Austrocknen und damit eine unregelmässige Restfeuchte der Wäscheteile

Anpressdruck kontrollieren

Der Anpressdruck ist dem Textil entsprechend anzupassen. Ein zu tiefer Anpressdruck ergibt eine verschlechterte Energieeffizienz, da nicht der maximal mögliche Energieübertrag in die Wäsche genutzt wird. Ein zu hoher Anpressdruck führt hingegen zu Wäscheschäden.

Abstrahlung verkleinern

a) Leitungen und Gehäuse isolieren

Das ganze Gehäuse, inklusive Abdeckung der Walze(n), sollte gut isoliert sein. Dies gilt auch für alle internen wärmeführenden Leitungen.

Tipp: Diese Massnahmen können gut als Nachrüstung durchgeführt werden. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis muss geprüft werden. Die Reduktion der Raumtemperatur ist dabei eine willkommene Nebenwirkung.

b) Dampfdruck resp. Betriebstemperatur senken

Wie schon im allgemeinen Teil besprochen, gilt auch hier: weniger Dampfdruck = weniger Temperatur = weniger Abstrahlungsverluste. Ein energetisch optimales und auch qualitativ hochstehendes Ergebnis kann mit artikelbezogen angepasster Temperatur und einem guten Belegungsgrad erreicht werden.

Absaugung optimieren/regulieren

Der Wasserdampf wird durch das Walzeninnere abgesaugt und weggeführt. Eine zu schwache Absaugung lässt den Mangelfilz feucht werden und verschlechtert die Trocknung. Zu starke Absaugung führt zu unerwünschter Wärmeabfuhr. Die richtige Einstellung ist also sehr wichtig und sollte regelmässig geprüft und allenfalls angepasst werden (mit zunehmendem Alter nimmt die Durchlässigkeit des Mangeltextils ab).

- Gewünscht wäre eine variable, individuell für jede Walze gesteuerte Absaugung.
- In der Walze sollte immer Unterdruck herrschen, unabhängig davon, ob gerade ein Wäschestück die Walze durchläuft.
- Die Messung und Steuerung ist nicht ganz einfach, weshalb die Hersteller nach Lösungen suchen. Die Lösung ist auch wichtig für die Verwendung der abgesaugten Luft im Wärmetauscher (damit dort die richtigen Strömungsverhältnisse herrschen).

Mangelwachs

Korrektes Wachsen kann für die Bügelqualität der Wäsche entscheidend sein. Zuviel eingesetztes Wachs ist eine Ressourcenverschleuderung und belastet das Abluft- sowie evtl. das WRG-System. Vgl. zu diesem Thema auch die Ausführungen unter 2.6.2.4.

Achtung: Die verschiedenen Muldentypen (Material und Bauart) haben unterschiedliche Wachstypenforderungen, deshalb immer den Hersteller fragen.

3.4.2 Bei Neukauf beachten

Oft sind bei Gasmangeln die Antriebsmotoren und Umwälzpumpen für das Thermoöl sehr grosszügig dimensioniert. Deshalb sollte man bei der Offerteinholung Angaben zu Leistung und Stromverbrauch verlangen und die Daten aus den verschiedenen Angeboten vergleichen. Es ist unwahrscheinlich, dass zu schwach dimensionierte Antriebe offeriert werden.

3.4.3 Abwärmenutzung

Aus der Praxis: In der Laundry Gstaad wurden an drei dampfbeheizten Mangelstrassen identische Abwärmenutzungssysteme installiert. Es handelt sich dabei um Kondensationswärmetauscher aus Chromstahl Isoliert der Firma Wätas aus Berlin.

Die in der Mangelabluft enthaltene Wärme wird durch Kondensation zurückgewonnen und auf das Speicher Heizsystem übertragen. Dieses kann damit von 35°C auf etwa 60-70°C erwärmt werden. Je kühler das Heizungswasser vor dem Wärmetauscher, desto besser wird der Wirkungsgrad. Die gewählte hohe Temperatur ist prozessbedingt und hat

Vorteile in Bezug auf allfällige Schwierigkeiten wegen der in der Mangelabluft enthaltenen Verunreinigungen wie Flusen und Wachsreste. Nach Angaben der Betreiber zeigen sich bei dieser Anlage keine Probleme und der Reinigungsaufwand ist vernachlässigbar.



Bild: Wätas Tauscher Gstaad

Wätas Wärmetauscher nach zwei Jahren Betrieb: Es sind keinerlei Ablagerungen von Wachs oder Flusen an den Tauscher-Flächen erkennbar.

Wichtig: Die WRG ist so zu steuern, dass die Kondensation gewährleistet ist.

Dieser Tauscher ist seit 2013 in Betrieb und wurde seit dem heutigen Tag nur einmal zur Kontrolle geöffnet (2015).

Gasbeheizte Mangel: Auch hier kann die Abluft, wie bei der dampfbeheizten Mangel, zurückgewonnen werden. Zudem kann die Brennerabluft der Mangel mittels eines OEKO im Abgasstrang zurückgewonnen werden. Die Wärmeübertragung findet ohne Kondensation statt. Auch hier wird die Abwärme im Heizungsspeicher gespeichert.

Fazit: Mangelabluft eignet sich vor allem bei sehr guter Mangelauslastung (ab 60 Prozent) und damit regelmässigem Anfall von feuchter Abluft für die Rückgewinnung der kondensierten Wärme. Diese gewünschten Faktoren finden sich meist bei Grossteilmangeln.

Eine weitere Möglichkeit wäre die Verbindung der beiden Abwärmequellen. In einer geeigneten Anordnung könnten nacheinander die kondensierte Wärme aus der Mangelabluft und die Wärme aus den Brennerabgasen genutzt und dadurch mehr Wasser erwärmt werden.

Das obige Praxisbeispiel zeigt auf, wie wichtig die Koordination der Energieströme des Betriebes ist. Es ist genau zu bilanzieren, wo die Energie untergebracht werden kann. Wichtige Fragestellungen dabei:

- Wird das Frischwasser für den Waschprozess insgesamt zu warm?
- Sind bereits andere Wärmetauscher vorhanden? Eventuell sinkt dann deren Effektivität.

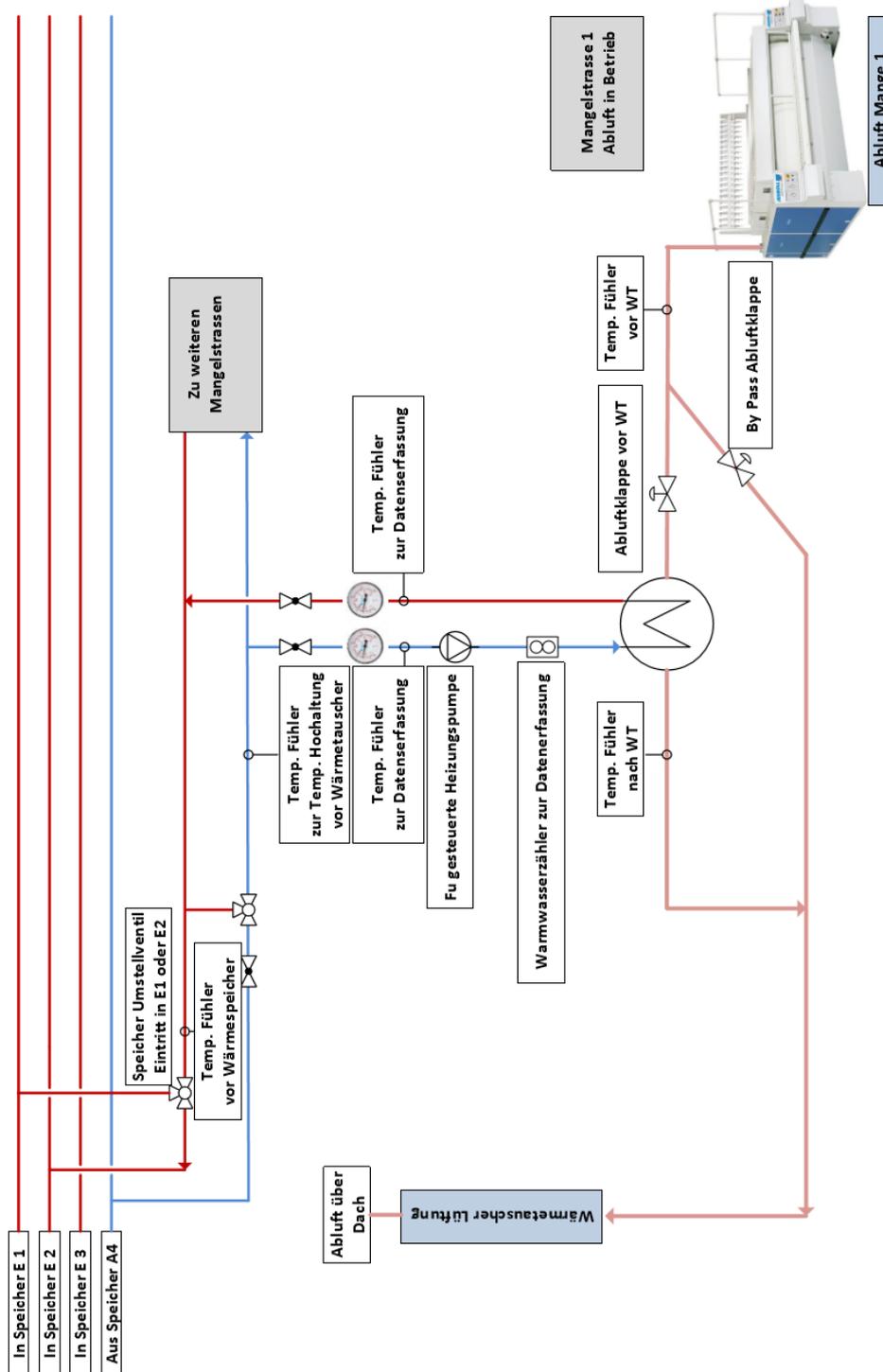
- Kann die Abwärme genutzt werden, ohne dass andere bereits verwendete Energieströme (z.B. Entspannungsdampf) ungenutzt entweichen oder ihre Effektivität verlieren?

Installation und Kosten eines Mangelabluftwärmetauschers

Der nachträgliche Einbau eines Mangelabluftwärmetauschers kann von spezialisierten Anbietern oder den Chemie- und Maschinenlieferanten geplant und ausgeführt werden. Je nach Anbieter, Modell und baulichen Gegebenheiten betragen die Kosten eines Abluftwärmetauschers zwischen CHF 15'000.- und CHF 80'000.- und der ROI kann entsprechend variieren.



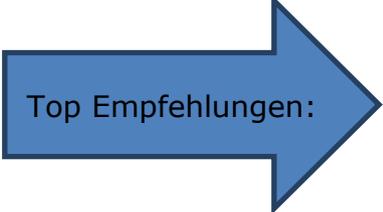
Aus der Praxis: Schema Mangel- Wärmerückgewinnung Laundry Gstaad



Bei Laundry Gstaad wurde die Abwärme in ein geschlossenes Speichersystem geleitet, damit die Wärme auch für Heizzwecke verwendet werden kann. Intern gesammelte Abwärme kann auch extern genutzt werden (z.B. durch Verkauf).

3.5 INDUSTRIELLES FINISHEN

3.5.1 Tunnelfinisher



Top Empfehlungen:

- Der Vorprozess (Waschen und Entwässern) ist entscheidend für den Energiebedarf im Tunnelfinisher – nicht zu trockene und zerknitterte Ware einbringen
- Sprühdampfeinsatz optimieren
- Wenn möglich, nicht mit gemischter Wäsche fahren und sich dabei nach der schwersten Ware richten
- Kurze, gerade und saubere Abluftkanäle sparen Energie

Vorprozess

Das Waschen und Entwässern ist entscheidend für den Dampfverbrauch im Tunnelfinisher. Ein sorgfältiges Cool-down und kurzes, intensives Schleudern in der WSM oder Taktzentrifuge führen zu besten Ergebnissen. Sofortiges Aufbügeln ist besser als die Wäsche liegen zu lassen.

Sprühdampf

Der Sprühdampfeinsatz kann bei optimaler Vorbehandlung reduziert werden. Dabei ist unbedingt nach Artikel resp. Programm zu differenzieren. Es ist nicht wirtschaftlich, die Ware gemischt durchlaufen zu lassen und immer die höchste Sprühdampfdosierung zu programmieren. Aus energetischer Sicht ist ein Betrieb ohne Sprühdampf am besten. Einerseits fällt damit die Notwendigkeit eines Dampfanschlusses weg, was auf dem Weg zur grünen Wäscherei (Kapitel 2.1.7) hilft. Andererseits wird direkt Energie gespart, da dank kluger Luftführung und Steuerung der gewünschte Warenausfall ohne Sprühdampf erreicht werden kann.

Abluft

Die Leistung des Finishers verschlechtert sich durch Verunreinigungen in Abluftkanälen und nicht mehr voll leistungsfähigen Lüftern aufgrund von Verschmutzungen. Möglichst kurze und gerade Abluftleitungen mit guten Reinigungsmöglichkeiten sind daher erwünscht. Der vorgegebene Unterdruck in der Abluftleitung sollte regelmässig kontrolliert werden.

Temperatur und Geschwindigkeit

Die Temperatur ist entsprechend dem Textil zu wählen. Wenn die Kapazität es erlaubt, ist vorzugsweise mit tiefer Temperatur und längeren Taktzeiten zu fahren. Dies spart Energie und schont die Wäsche. Die Geschwindigkeit ist dem jeweiligen Textil entsprechend anzupassen. Zu tiefe Geschwindigkeit übertrocknet die Wäsche und verschlechtert die Energieeffizienz (und die Produktivität). Zu hohe Geschwindigkeit trocknet die Wäsche zu wenig.

Rückgewinnung

Die meisten am Markt erhältlichen Maschinen verfügen bereits über eine maschineninterne Wärmerückgewinnung, bei welcher die warme und relativ trockene Luft am Ende der Maschine wieder verwendet wird. Sei es mittels Gegenstrom-Prinzip oder mittels Einspeisung der Luft im Eingangsbereich. Zusätzlich kann die energieintensive Abluft mittels Wärmetauscher genutzt werden. Hier ist, wie auch bei der Mangel, zu beachten, dass die Abluft mit Chemierückständen belastet ist. Flusen, Reste von Waschchemie, Appretur, Weichspüler usw. können zum Verkleben der Tauscheroberflächen und Korrosion führen. Aus diesen Gründen und auch wegen des Platzbedarfs und Reinigungsaufwands ist umstritten, ob WRG oder AWN beim Tunnelfinisher empfehlenswert sind. Ganz sicher steht diese Investition auf der Prioritätenliste nicht weit oben.

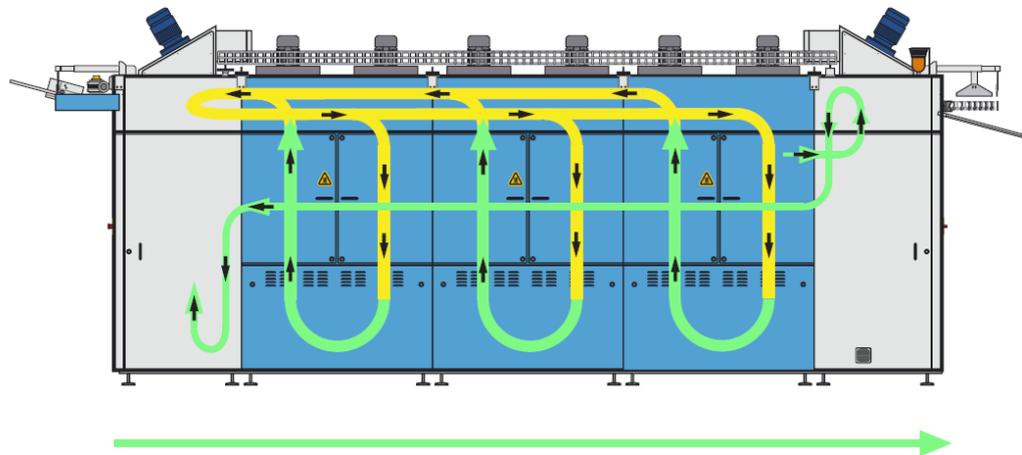
Bei Neukauf beachten

Top Empfehlungen:

Option «Gas» prüfen

- Spezifischer Dampfverbrauch pro kg zum verdampfenden Wasser vergleichen
- Stromverbrauch vergleichen

Ein- und Auslaufkammern mit Wärmetauscherfunktion und intelligentem Gegenstrom mit optimierter Luftführung zwecks maximaler Glättung sind Standard. Eine möglichst flexible SPS-Steuerung ist hilfreich; für das Bedienpersonal soll die Programmwahl einfach bleiben. Bei leichten Formteilen aus dem Krankenhausbereich kann evtl. auf eine Heizquelle verzichtet werden, wenn die letzten Kammern nicht voneinander abgetrennt werden. Hingegen ist für die schwere Arbeitsbekleidung aus dem Industriebereich die volle Ausrüstung erforderlich. Eine gute Isolation und Reinigungsmöglichkeiten sind zwingend.



Energetisch optimierter gasbeheizter Tunnelfinisher. (Grafik: Jensen Group)

Der energetisch optimierte, gasbeheizte Tunnelfinisher

- Jede Trockenzone ist mit einem individuell kontrollierbaren Gasbrenner ausgestattet, welcher die zirkulierende Luft aufwärmt.
- Parameter für die Frischluft-Temperatur und die Abluft-Temperatur können individuell eingestellt werden.
- Durch die Energierückgewinnung mit der Luftrückführung aus den Trockenzone und der Auslaufzone zurück in die Einlaufzone können eingehende Textilien erwärmt werden.

Nachrüstung

Die Isolation der Leitungen inkl. Abluftleitung kann nachgerüstet werden. Nachrüstungen bei Antrieben, Steuerungen, Sprühdämpfen und Heizungen sind aufgrund des hohen Aufwands sehr teuer und deshalb nicht sinnvoll.

3.5.2 Taktfinisher

Taktfinisher sind nicht kontinuierliche, sondern portionenweise beschickte Finisher. Die im Kapitel "Tunnelfinisher" (Kapitel 3.5.1) gemachten Aussagen können weitestgehend übernommen werden.

4 MASCHINEN UND VERFAHREN IN DER TEXTILREINIGUNG

Hier werden die spezifisch in der Textilreinigung verwendeten Maschinen, Verfahren und Prozesse beleuchtet. Grundsätzliche Bemerkungen, die sowohl für Textilreinigungen als auch für Wäschereien gelten, sind in Kapitel 2 festgehalten.

4.1 PROZESSWÄRME

Prozesswärme kann entweder zentral hergestellt und über ein Netz verteilt werden oder jedes Gerät wird einzeln beheizt.

4.1.1 Zentrale Dampferzeugung

In Textilreinigungen (wie auch in kleineren Wäschereien) kommen vor allem Generatoren, d.h. sogenannte Schnelldampferzeuger, zur Anwendung. Es stehen verschiedene Bauarten zur Auswahl und die Energieeffizienz dieser Geräte wird durch die Hersteller ständig verbessert. Economiser («ECO 1») sind gesetzlich vorgeschrieben, einige Anlagen in der Praxis laufen allerdings bereits mit «ECO 2». Oft wird im ECO2 das Nachspeisewasser erwärmt. Durch eine verbesserte Strömungsführung und gute Isolation wird der Wirkungsgrad immer besser. Allgemeine Informationen zur Dampferzeugung finden sich in Kapitel 2.3.

Top Empfehlungen:

- Wasserhärte regelmässig prüfen
- Speisewassergefäss kann ein Energiefresser sein

Ziele:

- Kein unnötiger Wasserverbrauch
- Brügendampf vermeiden

Generatoren sind sehr empfindlich in Bezug auf die Qualität des Kessel-speisewassers. So führen Kalkablagerungen schnell zu Leistungseinbu-ssen und sonstigen ernsthaften Problemen. Neben dem erhöhten Ener-gieverbrauch drohen auch Betriebsunterbrüche. Zudem werden beim Absäuren Kesselkörper und Leitungen geschwächt. Es lohnt sich des-halb, die Wasserhärte regelmässig (am besten täglich) zu prüfen und zu protokollieren.

Dem Speisewassermanagement ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Einerseits möchte man eine möglichst hohe Temperatur im Speisewassergefäss haben, damit im Kessel nicht eine hohe Temperaturdifferenz zu überwinden ist. Andererseits entsteht bei zu hoher Temperatur Brügendampf (siehe auch Kapitel 2.3.2.4).

Tipp: Heizleistung des Dampferzeugers minimieren!

Den Hauptanteil des Kesselspeisewassers bildet das zurückgeführte Kondensat. Zur Sicherstellung eines genügenden Vorrats wird niveaugesteuert Frischwasser nachgespeist. Dieses wird mit Chemikalien versetzt, um die gewünschte Speisewasserqualität zu garantieren. Das Frischwasser kann via Wärmetauscher vorgewärmt werden. Als Wärmequelle kommt das Rauchgas des Kessels oder sogar die Wärme aus dem Abschlammgefäss in Frage.

Wenn viel Kondensat anfällt (wenig Direktampfverbrauch) oder gar Kondensatableiter defekt sind, steigt die Temperatur schnell in unerwünschte Höhen und der entstehende Brügendampf wird über das Dach abgeführt.

Speisewasserpumpen können bei allzu heissem Wasser Funktionsstörungen aufweisen. Wegen Kavitation wird dann nicht mehr genügend Wasser in den Kessel gepumpt. Falsche Pumpen können schon bei Wassertemperaturen von ca. 60°C Probleme bereiten. In solchen Fällen wird dann oft – über einen Thermostat gesteuert – mittels Frischwasserzufuhr der Speisewasservorrat abgekühlt. Weil das Volumen beschränkt ist, wird via Überlauf nicht benötigtes Speisewasser in die Kanalisation geleitet. Dabei gehen sowohl kostbares, aufbereitetes Wasser als auch Wärme verloren.

Die richtigen Pumpen (NPSH genügend tief) und genügend Zulaufhöhe meistern höhere Temperaturen, weshalb hier auf die unsinnige Abkühlung verzichtet werden kann.

Top Empfehlungen:

- Regelmässig Wasserverbrauch des Dampferzeugers kontrollieren; der Einbau eines separaten Wasserzählers lohnt sich
- Bei auffälligen Veränderungen sofort handeln

Der Verbrauch von Nachspeisewasser sollte täglich oder wöchentlich festgestellt und zum Langzeitvergleich dokumentiert werden. Bei starken Veränderungen ist unbedingt nach den Ursachen zu forschen.

4.1.1.1 Öl- oder gasbefeuerte Dampferzeuger

Hier kann auf die Aussagen in den Kapiteln 2.3.1 bis 2.3.5 verwiesen werden. Gerade auch bei Kleindampferzeugern hat der modulierende Brenner grosse Vorteile. Modulierende Ölbrenner stehen ab einer Leistung von etwa 300 kW zur Verfügung, modulierende Gasbrenner dagegen gibt es schon ab 200 kW Leistung und eine Leistungsregulierung von 20 bis 100 Prozent ist möglich. Dank diesem breiteren Regelbereich kann das energieintensive Aus- und Wiedereinschalten mit einem modulierenden Gasbrenner auf ein Minimum begrenzt werden und die unerwünschten Druckschwankungen fallen wesentlich geringer aus.

4.1.1.2 Elektrisch beheizte Dampferzeuger

Hier gilt als wesentlicher Vorteil, dass kein Kamin benötigt wird. Allerdings müssen höhere Kosten in Betrieb und Unterhalt in Kauf genommen werden.

Top Empfehlungen:

- Geschlossenes System prüfen
- Natürlicher Rücklauf durch Schwerkraft oder
- Kondensatrücktransport durch Kondensatpumpe(n)

Wenn möglich, sollte ein Elektrodampfkessel mit einem geschlossenen System kombiniert werden (Details und Probleme siehe Kapitel 4.1.1.3). Offene Systeme mit einem Speisewassergefäss sind teurer und bergen, wie oben beschrieben, die Gefahr eines wesentlich höheren Energieverbrauchs.

Tipp: Eine Thyristor-Steuerung erlaubt eine stufenweise Regelung und verhindert das abrupte und kurzfristige Ein- und Ausschalten. Leider sind solche Steuerungen für kleine Anlagen (noch) sehr teuer.

4.1.1.3 Prozesswärmeverteilung bei zentraler Installation

Top Empfehlungen:

- Netz optimieren – isolieren – kontrollieren (vgl. Kapitel 2.3.3)
- Zum Isolieren auch flexible Manschetten prüfen



Auch eine nachträgliche Isolierung von flexiblen Anschlüssen mittels Isoliermanschette, welche mit Klettverschluss befestigt werden kann, lohnt sich.

*Flexible Isoliermanschette.
Foto: WöschChorb Wallisellen.*

Top Empfehlungen:

- Jedes Gerät muss einzeln vom Netz getrennt werden können
- Gerät konsequent abschalten!

Wenn diese Punkte konsequent eingehalten werden, ist die Einrichtung einer zentralen Prozesswärmeerzeugung günstiger als die dezentrale Beheizung. Folgende Varianten stehen zur Wahl:

a) Dampfinstallation als geschlossenes System

Top Empfehlung:

- Die Dampfinstallation als geschlossenes System hat ein grosses Sparpotenzial – leider ist sie nicht problemlos realisierbar

Geschlossene Systeme haben ein grosses Sparpotenzial, da beispielsweise kein Speisewassergefäss notwendig ist. Die Installation ist aber nicht ganz problemlos, vor allem wenn mehrere Geräte angeschlossen werden sollen. So muss strikt darauf geachtet werden, dass eine gute Entlüftung gegeben ist. Wenn zur Zirkulation die Schwerkraft genutzt

werden soll, müssen sämtliche Heizregister höher stehen als der Wasserstand im Dampfkessel. Für einzelne, speziell auf diese Installation ausgerichtete Maschinen ist dies machbar, sogar wenn der Dampferzeuger nicht im Keller untergebracht ist. Die Zirkulation ist durch die Schwerkraft garantiert, ein Rückfluss wird mit Rückschlagklappen verhindert.

Ein geschlossenes System kann auch mit Kondensatpumpen erstellt werden, wenn der Rücktransport mittels Schwerkraft nicht möglich ist. Das Kondensat wird in ein Gefäss geleitet und von dort mittels Pumpe zurück in den Dampferzeuger befördert.

b) Installation mit Kondensatableitern

Hier gelten die bereits im Kapitel 2.3.3 gemachten Aussagen. Die Kondensatableiter müssen regelmässig geprüft und allenfalls ersetzt werden. Dies kann selber erledigt werden (abhören/Temperatur messen) oder man kann sie von Fachleuten prüfen lassen.

Tipp: Sprechen Sie Ihren Kondensatableiter-Lieferanten auf eine kostenlose und regelmässige Prüfung an.

c) Alternative zu Kondensatableitern

In der Konfektionsindustrie ist seit langem ein System mit Magnetventilen und Fühlern anstelle von Kondensatableitern verbreitet. Die Ventile werden nach einer Staustrecke montiert. So kann verhindert werden, dass Dampf in die Kondensatleitung gerät.

4.1.2 Dezentrale Energieversorgung

Vorteile:

Bei der dezentralen Energieversorgung wird keine Ringleitung für die Kondensatrückführung benötigt. Zudem gibt es keine Probleme mit den Kondensatableitern und Undichtigkeiten. Nicht benötigte Geräte können einfach und schnell ausgeschaltet werden. Weil das Ausschalten einfacher ist, wird das Gerät wohl eher ausgeschaltet, als wenn Dampf- und Kondensatventil geschlossen und der Strom ausgeschaltet werden muss.

Nachteile:

Der Preis für Maschinen mit integriertem Dampfkessel (elektrische Dampferzeuger) ist relativ hoch. Zudem sind die Kosten für die elektrische Energie um ein Vielfaches höher als bei der Verwendung von Öl oder Gas.

Vorsicht:

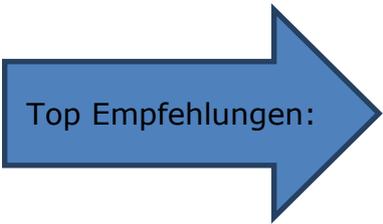
Hartwasser führt zu Verkalkungen an Heizstäben, Heizregistern und am Dampfkessel. Mit zunehmender Verkalkung steigt der Energieverbrauch. Vollständig enthärtetes Weichwasser kann wegen seiner Aggressivität Schäden an Leitungen und Kleinkesseln (Buntmetalle!) verursachen. Es empfiehlt sich daher, das Wasser mittels Verschneideventil auf etwa 3° dH aufzuhärten. Es ist aber auch möglich, mit 0° dH zu fahren und das Wasser chemisch zu behandeln («impfen»).

4.2 REINIGEN MIT LÖSEMITTELN

Sowohl die Maschinenteknik als vor allem auch die Wahl des Lösemittels und des Verfahrens beeinflussen den Ressourcenverbrauch. Bei der Kontrolle des Reinigungsgutes muss bereits geprüft werden, ob die Verschmutzung lösemittellöslich oder wasserlöslich ist. So können unter Umständen doppelte Prozesse und auch Kosten eingespart werden. Auch Wasser ist ein Lösemittel (→ Nassreinigung).

4.2.1 Maschinenteknik

Bei einer Neuanschaffung ist die richtige Konfiguration der Reinigungsmaschine zu bedenken. Mit einem Zusatztank für helle bzw. weisse Kleidungsstücke und einem Zusatzfilter (1x für helle bzw. weisse Kleidungsstücke sowie 1x für dunklere Kleidung) kann der Destillationswartungsaufwand massiv reduziert werden.



Top Empfehlungen:

- Optimales Schleudern durch testen ermitteln
- Heizleistung steuern – nicht immer volle Leistung
- Optimierte Luftführung = Ersparnis beim Erzeugen des Luftstroms
- Nadelfänger und Flusensack regelmässig reinigen bzw. waschen.

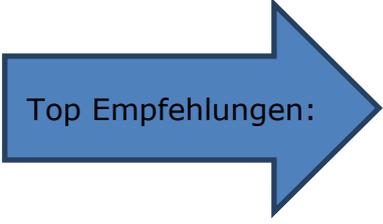
Optimales Schleudern ist auch in der Reinigungsmaschine wichtig. Der Energiebedarf beim Trocknen ist höher als derjenige beim Schleudern. Beim Neukauf sollte deshalb auf eine gute Schleuderleistung geachtet werden.

Auch bestehende Maschinen können optimiert werden. Es lohnt sich, folgende Möglichkeiten auszuprobieren und die Trockenzeiten zu vergleichen:

- höhere Drehzahl (auf älteren Maschinen evtl. nicht möglich)
- längeres Schleudern
- 2 x nacheinander Schleudern

Neue Maschinen berücksichtigen den Energieverbrauch bei der Konstruktion und Steuerung. Dadurch, dass Luftkanäle weniger Ecken und Kanten haben, werden Reibungsverluste vermieden. Die Heizung kann nach dem Aufheizen in der Leistung reduziert werden.

4.2.2 Lösemittel und Verfahren

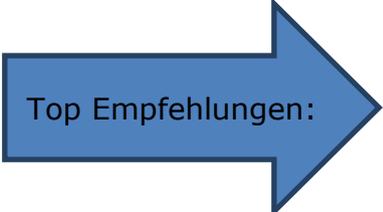


Top Empfehlungen:

- Entscheidend ist immer das Gesamtpaket
- Energie sparen und dafür Mehrarbeit in der Vor- und/oder Nachdetachur in Kauf nehmen ist per Saldo nicht effizient

a) Vorbemerkung

Die Wahl des Lösemittels und der angewandten Verfahren richtet sich in der Praxis in erster Linie sicher nicht nach dem Kriterium des Energieverbrauchs. Reinigungswirkung, Arbeitseffizienz und gesellschaftliche Akzeptanz dürften neben persönlichen Vorlieben wichtigere Entscheidungskriterien sein. Ob man bereit ist, Einschränkungen bei den Bearbeitungsmöglichkeiten und mögliche Probleme (bspw. Verfärbungen, Geruch) in Kauf zu nehmen, um mit einem speziellen Verfahren günstiger und energieeffizienter zu arbeiten, ist eine geschäftspolitische Entscheidung. Dazu sollen hier keine Empfehlungen abgegeben werden.



Top Empfehlungen:

- Die Wahl des Lösemittels ist hinsichtlich des Energieverbrauchs nicht das entscheidendste Kriterium (Lösemittel mit einem niedrigen Flammpunkt z.B. 60°C trocknen schneller, dürfen aber nur in geringen Mengen (max. 30 Liter) gelagert werden)
- Verfahren überprüfen – hier liegt das grösste Sparpotenzial
- Rückläuferanteil im Auge behalten – wiederholte Bearbeitung kostet Energie und Geld

b) Lösemittel

Die verschiedenen Lösemittel haben beim Trocknen und Destillieren einen unterschiedlichen Energieverbrauch. Die Unterschiede sind nicht so gross, dass aus energietechnischer Sicht eine Empfehlung abgegeben werden kann.

c) Verfahren

Verfahren ohne Destillation haben einen deutlich reduzierten Energiebedarf. Um das Lösemittel dabei in gutem Zustand zu halten, wird oft auf die Bearbeitung von gewissen Artikeln verzichtet. Ob ohne Zugabe von Reinigungsverstärkern eine genügende Schmutzentfernung resp. Reinigungswirkung erzielt werden kann, wird unterschiedlich beurteilt. Dasselbe gilt auch für Sprühverfahren mit verschiedenen Lösemitteln. Hier ist die Filterbelastung grösser. Kartuschenfilter müssen häufiger ersetzt und entsorgt werden. Schleuderfilter benötigen eine häufigere Reinigung mit anschliessender Destillationswartung.

Tipp: Kombiverfahren prüfen! Lediglich die hellen Chargen werden 2-badig gefahren, dabei geht das erste Bad in die Destillation. Dunkle Chargen werden 1-badig gefahren und es wird nur einmal pro Tag (oder spätestens nach ca. 20 Chargen) destilliert.

4.3 NASSREINIGUNG UND TROCKNEN

Aufgrund der niedrigen Waschttemperaturen von max. 30°C ist der Energiebedarf des Nassreinigungsverfahrens gering. Die Waschttemperaturen kann bei Verwendung des Kühlwassers aus Reinigungsmaschinen weitgehend ohne Aufheizen erreicht werden (vgl. Kapitel 4.5). Beim Trocknen und Bügeln der Ware wird mehr Energie verbraucht.

Top Empfehlungen:

- Kühlwasser der Reinigungsmaschine zurückgewinnen und für Nassreinigung einsetzen
- Maschine gut beladen
- kurz und hochoberflächlich schleudern
- Wenn möglich, Ware an der Luft trocknen

Nassreinigung

Die Nassreinigung basiert auf geringer Waschmechanik und speziell entwickelten Chemikalien (wenig Alkalität und Faserschutz). Die geringe Mechanik kann auf zwei Arten realisiert werden: einerseits durch einen hohen Wasserstand (Verfahren 1, vgl. Tabelle) oder andererseits durch eine nur schaukelnde Trommelbewegung und verkürzte Waschzeiten (Verfahren 2).

Verfahren 1: Hohes Niveau	Verfahren 2: Niedriges Niveau
Füllverhältnis 1:25 1x Waschbad; 1:8 ; max. 30°C	Füllverhältnis 1:25 1x Waschbad; 1:2* ; max. 30°C
<ul style="list-style-type: none"> • kleineres Schadensrisiko durch geringere Mechanik 	<ul style="list-style-type: none"> • höhere Mechanik • geringerer Chemikalieneinsatz • höhere Konzentration • verkürzte Waschzeiten
1x Spülen (evtl. inkl. 1x Ausrüstbad; 1:5); 1:8	1x Spülen (evtl. inkl. 1x Ausrüstbad; 1:2); 1:3.5
Schleudern, maximale Tourenzahl, ca. 5 min	Schleudern, maximale Tourenzahl, ca. 5 min

**Vorsicht bei Dosieranlagen: Wenn mit Wasser nachgespült wird, verändert sich das Niveau. Besser zuerst dosieren und dann das Wasserniveau ergänzen.*

Das Verfahren 2 braucht weniger Wasser, Chemie und Zeit – die Gefahren bezüglich Eingehen und Verfilzen der Wäsche werden kontrovers beurteilt.

Durch hohtouriges Schleudern kann eine maximale Entwässerung realisiert werden, ohne dass eine gefährliche mechanische Einwirkung auf das Textil entsteht. Die dadurch erreichte minimierte Restfeuchte hat einen entscheidenden Einfluss auf den Energieverbrauch der Folgeprozesse.

Vorsicht: Durch intensives Schleudern kann es zu Knitterbildungen kommen, was wiederum das Bügeln erschweren kann.

Trocknen

Das Trocknen lassen an der Luft (evtl. sogar im warmen Kesselhaus – Vorsicht wegen des Geruchs!) ist die schonendste und energiesparendste Lösung. Diese braucht aber viel Zeit und der Bügelaufwand kann gross sein. Schneller geht es, wenn die Ware im Tumbler mit Raumluft (ohne Heizung!) «belüftet» wird.

Das Trocknen im Tumbler darf auf keinen Fall zur Übertrocknung führen. Dies nicht nur aufgrund des sinnlosen Energieverbrauchs, sondern vor allem wegen der möglichen Schrumpfung oder anderen Schäden.

Tumbler mit Restfeuchtesteuerung können sinnvoll sein – es fehlt jedoch an grossflächigen Praxiserfahrungen in Textilreinigungen und es wird immer wieder über Probleme berichtet. Zudem sind diese Steuerungen relativ teuer. Die Entwicklungen müssen aufmerksam beobachtet werden. Trockner für die Bearbeitung der Nassreinigungsware haben eine spezielle Innentrommel (ohne Lochung) und damit auch eine besondere, axiale, Luftführung. In Kapitel 3.3.3 finden sich weitere Informationen zu kleinen Tumbler.

Tipp: Sechs bis acht Minuten trocknen sollten ausreichen – danach drohen Schäden am Textil.



Bügeltrockenschrank

(Bild: Schaerer Textilpflegesysteme AG, Fülenbach)

Bügeltrockenschränke sind ausgelegt für feuchte oder trockene Textilien. Die Textilien werden darin schnell und schonend getrocknet und gefinisht. Die Abluft wird durch die Zuluft aufgewärmt. Die Abluft ist dabei sehr gering und es erfolgt nur ein minimaler Abrieb der Kleidungsstücke. Damit ist der Trockenschrank gut geeignet für empfindliche Ware. Die Trockenzeit bei schleuderfeuchter Ware beläuft sich auf ca. 17 – 20 Minuten (Abluft 100mm Ø; Abluftmenge 120m³/h).

Die Wahl des Lösemittels wird nicht aufgrund des Energieverbrauchs gefällt, sondern in der Regel aufgrund der Verschmutzung oder des Gewebes. Es gilt jedoch zu beachten, dass der Aufwand für Finisharbeiten bei vorgeschalteter Nassreinigung etwa dreimal höher ist.

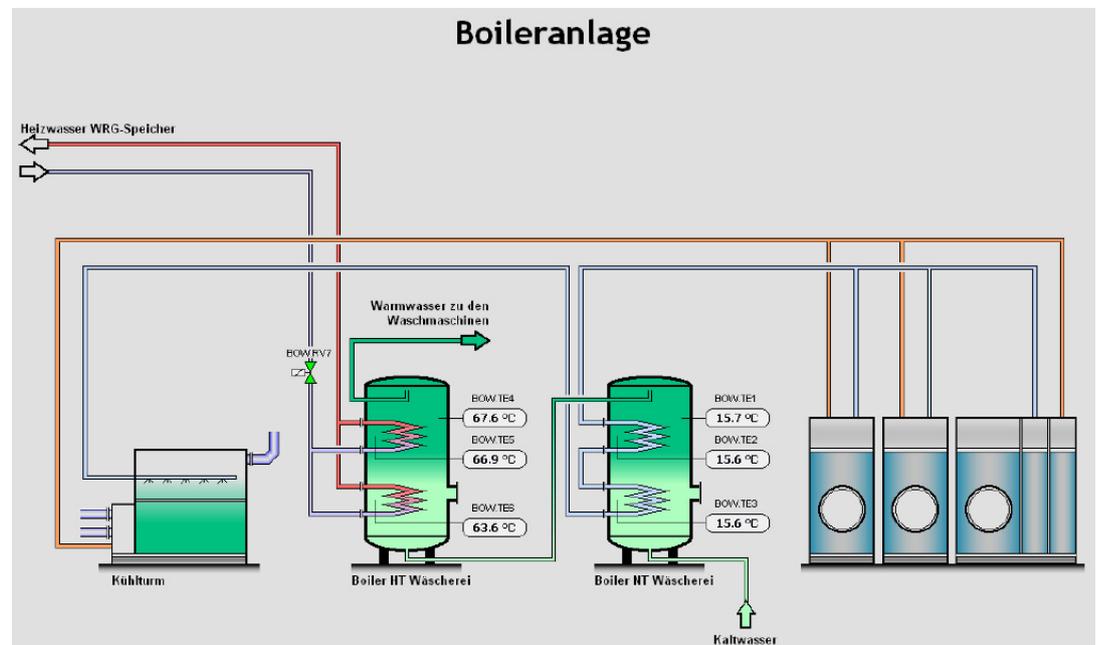
4.4 WASCHEN MIT KÜHLWASSER

Das Waschen in Waschschleudermaschinen ist in Kapitel 3.1.1 ausführlich beschrieben, die Nassreinigung in Kapitel 4.3. Für Textilreinigungen gilt:

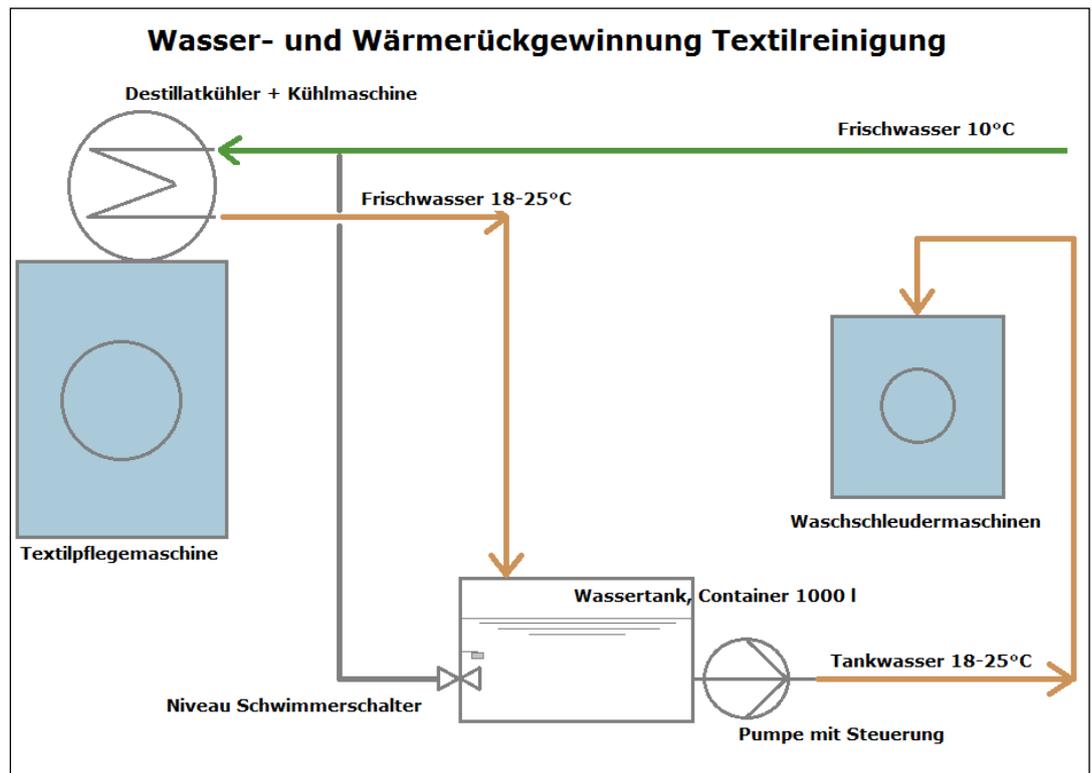
Top Empfehlung:

- Kühlwasser-Rückgewinnung lohnt sich immer!

Das zurückgewonnene Kühlwasser kann zum Waschen oder für die Nassreinigung verwendet werden.



Boileranlage mit Wärmerückgewinnung für Nassreinigung bzw. Wäscherei.
 (Grafik: Ehry Textilpflege AG, Hinwil)



Wasser- und Wärmerückgewinnung Textilreinigung. (Grafik: Schaerer Textilpflegesysteme AG, Fuluibach)

Kenngrossen

- Die Wasserausgangstemperatur beträgt je nach Maschinentyp ca. 20-30°C. Je nach Maschinengrössen fallen unterschiedliche Wassermengen an:
 - 16 kg Beladepazität = 250-300 Liter/Charge
 - 20 kg Beladepazität = 220-350 Liter/Charge
 - 30 kg Beladepazität = 300-600 Liter/Charge
- Ein oder zwei Tanks mit einem Fassungsvermögen von mindestens 600 Litern sind sinnvoll.
- Die Tanks sollten eine schwimmergeschaltete Niveausteuernng haben und müssen regelmässig gereinigt werden.

Kosten und Amortisation

Die Investitionen für einen Wassertank und die notwendigen Installationen betragen je nach örtlichen Gegebenheiten ca. CHF 4'000.-.

Berechnungsbeispiel mit realistischen Annahmen und Preisen (2020)

Zuordnung Variablen und Konstanten:

Wasservolumen/Jahr [V]:	2.5 m ³ x 250 Tage = 625 m ³
Temperaturdifferenz TAusgang-TEingang [T]:	25°C-10°C = 15°C
Energiedichte Wasser [ω]:	4.1867 MJ/m ³
Umrechnungsfaktor kWh [F1]:	1 kWh = 3.6 MJ
Umrechnungsfaktor Liter Öl [F2]:	1 Liter Öl = 10 kWh
Wasserpreis [CHF1]:	CHF 4.00 /m ³
Ölpreis (Stand 2020):	CHF 1.00 /Liter

Berechnung:

Einsparung: $(V \times \text{CHF } 1) + (((V \times T \times \omega) / F1) / F2) \times \text{CHF } 2)$
 = CHF 3'600.10

Investition: CHF 4'000.00

ROI (return on investment): YE (Jahre) 1.111

--> In etwas mehr als einem Jahr sind die Kosten wieder eingespart!

Bei der Planung müssen die örtlichen Gegebenheiten wie Platzbedarf für den Tank sowie Leitungsverlauf und Installationsaufwand geprüft werden.

4.5 VAKUUM

Top Empfehlung:

- Zentrale Vakuumpumpe nicht permanent laufen lassen

In vielen Betrieben gibt es eine zentrale Vakuumpumpe. Da heute vorwiegend Blasbügeltische mit eigenem Lufthaushalt verwendet werden, wird das Vakuum oft nur noch zum Detachieren benötigt. Hier ist darauf zu achten, dass die Pumpe nur bei konkretem Absaugbedarf läuft.

Tipp: Ein- und Ausschalten der Vakuumpumpe mit dem Fusspedal für die Absaugfunktion kombinieren.

4.6 FINISHEN

Im ganzen Finishbereich und unabhängig von den verwendeten Maschinen und Geräten gilt:

Top Empfehlungen:

- Gute Auslastung hilft Energie sparen
- Nicht in Betrieb stehende Geräte konsequent ausschalten
- Wenn möglich Dampf, Strom und Druckluft ausschalten

Es kann nicht generell festgehalten werden, ob Bügeln oder Finishen resp. Pressen die energiesparendere Variante ist.

- Ein Bügeleisen verbraucht ca. 5 kg Dampf/h
- Eine Presse verbraucht zwischen 20 und 40 kg Dampf/h

Entscheidend ist der Verbrauch pro bearbeitetem Stück und dieser hängt natürlich wesentlich von der Stundenleistung des Personals ab.

4.6.1 Bügeln

Top Empfehlung:

- Beheizte Bügeltische sollten ersetzt werden

Bügeleisen sollten konsequent abgeschaltet werden. Kaltbügeltische entsprechen dem heutigen Stand der Technik.

4.6.2 Pressen

Top Empfehlung:

- Abstrahlungsflächen der Presskörper isolieren

Weil eine Nachrüstung schwierig ist, sollte beim Neukauf auf eine optimale Isolierung geachtet werden.

4.6.3 Bügelgerät

Top Empfehlungen:

- Geschlossene Kabinen verwenden
- Wenn möglich mit Rückgewinnung der Luft oder der Wärme bügeln

Im Weiteren gibt es energiesparende Bügelautomaten mit Umluftverfahren und geschlossenen Kabinen (1-4) für optimale Bügeleffekte. Die unerwünschte Aufheizung des Raumklimas wird dadurch reduziert und die warme Luft kann dem Trocknungsprozess wieder zugeführt werden. Dies kann direkt über einen Wärmetauscher erfolgen. Die Finisher sind zudem isoliert durch eine Alu-Wärmedämmung. Die Maschinen sind mit Dampf oder elektrisch beheizt und mit einem integrierten Dampferzeuger ausgerüstet. An diesem Dampferzeuger können auch Bügeleisen angeschlossen werden. Ein geschlossenes Dampfsystem benötigt 10kW elektrischen Anschlusswert.



Bügelautomat Tex15

(Bild: Schaerer Textilpflegesysteme AG, Fülenbach)

4.6.4 Hemdenfinish

Grundsatzfrage: Gepresste oder geblasene Hemden?

Diese Fragestellung umfasst verschiedene Facetten. Der unterschiedliche Griff der Hemden, die Häufigkeit von defekten Knöpfen, die allfällige Zugabe von Ausrüstungsprodukten beim Spülen sowie insbesondere der unterschiedliche Investitions- und Platzbedarf sind sicher vorrangige Entscheidungskriterien. Nachfolgend soll aber der Energieverbrauch im Zentrum stehen. Entscheidend beim Vergleich des Energieverbrauchs ist die erreichte Stundenleistung. Lieferantangaben und Praxiserfahrungen klaffen hier weit auseinander. Es gibt deshalb keine verlässlichen Zahlen zum Energieverbrauch pro Hemd.

4.6.4.1 Hemdenfinisher

Top Empfehlungen:

- Restfeuchte optimieren
- Mindestens drei Programme im Repertoire haben (für dünne/mittlere/dicke Hemden)
- Testweise Dampfstoss verkürzen oder gar eliminieren
- Systeme mit Rückgewinnung verwenden
- Die Wartung ist sehr wichtig – Filter sollten täglich gereinigt werden

- Die **Restfeuchte** ist entscheidend für die Trocknungszeit. Es ist sinnvoll, die Wäsche fünf bis acht Minuten bei maximalem G-Faktor zu schleudern. Das Antrocknen oder Auflockern im Tumbler kann die Leistung auf dem Finisher verbessern, kostet aber auch Energie (ausser wenn nur mit Restwärme aufgelockert wird).
- **Drei unterschiedliche Programme** für dünne/mittlere/dicke Hemden können Unterschiede in der Trocknungszeit von bis zu 100 Prozent zur Folge haben. Erfahrungen aus der Praxis zeigen aber, dass selten umgestellt und oftmals den ganzen Tag mit dem gleichen Programm gearbeitet wird. **Mitarbeiterschulung ist hier sehr wichtig.**
- Der **Dampfstoss** von meist etwa vier Sekunden ist ein grosser Energiefresser. Er kann versuchsweise auf drei oder zwei Sekunden verkürzt oder gar ganz weggelassen werden.

Tipp: Dampfstoss versuchsweise weglassen und Finisherergebnis genau im Auge behalten.

- Die **Rückgewinnung** der in den Raum abgegebenen Heissluft ist mittlerweile Standard. Die Abzugshaube/Mütze sollte möglichst nahe an der Büste sein. Dies kann allerdings Probleme mit zusätzlichen Pressplatten für den Schulterbereich verursachen. Messungen betreffend unterschiedlicher Effizienz von Rückgewinnungssystemen über oder hinter der Büste liegen bis jetzt nicht vor.
- **Wartung:** Verschmutzte oder gar verstopfte Filter, Lüfterräder und Dampfregister schränken die Leistung ein und erhöhen den Energieverbrauch. Regelmässige und dokumentierte, fachgerechte Wartungen sind deshalb zwingend.

Interessante Neuigkeiten – das sollte im Auge behalten werden

a) Restfeuchte-Steuerung

Der Trocknungsprozess wird automatisch abgebrochen, wenn an der Knopfleiste eine vorbestimmte Temperatur erreicht wird. Das würde das Anwählen von verschiedenen Programmen überflüssig machen. Richtig eingestellt könnte jeder überflüssige Energieverbrauch aufgrund zu langer Trocknungszeit vermieden werden.

b) Elektronisch gesteuertes Kondensat-System

Ein elektronisch gesteuertes Kondensat-System mit einer Staustrecke vor dem Ableiter soll den Betrieb mit reduzierter Heizleistung ermöglichen. Ein zusätzliches mit Kondensat betriebenes Heizregister gibt weitere Warmluft in die Büste ab, bzw. verringert die Aufheizzeit nach Pausen oder Unterbrüchen.

Offene Fragen im Zusammenhang mit Hemdenfinishern

- Ob drehzahlregulierte Ventilatormotoren weniger Elektrizität verbrauchen, ist nicht belegt.
- Zusätzliche Pressplatten für den Schulterbereich und Manschetten-Schlitz haben einen Mehrverbrauch an Dampf zur Folge. Die Menge ist kaum messbar und schwierig mit den möglichen Qualitätsverbesserungen in Beziehung zu setzen.
- Gelochte Bleche unter den Schultern werden im Dampf und Luftstrom erhitzt und geben so die Wärme in die Partie an das Hemd zusätzlich ab.

Auf dem Markt gibt es Hemden-Finisher, welche ohne zusätzliche Kragen- und Manschettenpresse betrieben werden. Dadurch steht ein Gerät weniger in Betrieb und es kann Energie gespart werden. Die Systeme verfügen über eine Wärmerückgewinnung: Die erwärmte Luft zirkuliert im Kreis, dadurch können ca. sechs Hemden/Stunde zusätzlich gebügelt werden.

Auch doppelte Hemdensysteme bieten Vorteile. Auf der vorderen Seite wird das Hemd auf den Finisher gespannt und auf der hinteren Seite das zweite Hemd getrocknet. Dieses Finish-System verfügt über ein Umluftsystem. Die Zuluft wird über einen Wärmetauscher mit der warmen Abluft vorgewärmt. Die noch restliche Abluftwärme wird ins Freie geleitet. Durch diese Wärmerückgewinnung können ca. acht Hemden/Stunde zusätzlich gebügelt werden. Das Nachbügeln der Brusttaschen entfällt dank einem Spannsystem für die Tasche.

4.6.4.2 Hemdenpresse

Top Empfehlungen:

- Ein Doppelrumpfkabinett spart Dampf
- Wärme- resp. Luftrückgewinnung auch bei Pressen sinnvoll

- Hemdenpressen können eine grosse Stundenleistung liefern.
- Pressplatten strahlen in die Umgebung ab, weshalb auch hier das Abschalten bei Nichtgebrauch sehr wichtig ist.
- Auch bei Hemdenpressen kann die warme Luft aufgefangen und wiederverwendet werden. Alternativ kann über einen Wärmetauscher die Zuluft vorgewärmt werden.
- Kabinen oder zeltartige Einhausungen sind vor allem bei Doppelrumpfkonstruktionen im Angebot.

5 SCHLUSSWORT

Der Verband Textilpflege Schweiz will die Branche motivieren, kleine und grosse Projekte zur Steigerung der Ressourceneffizienz in Angriff zu nehmen! Dazu wurde der gesamte Aufbereitungsprozess in Wäschereien und Textilreinigungen genau analysiert und im vorliegenden Dokument zusammengefasst. Zahlreiche Empfehlungen, Massnahmen und Tipps wurden für entsprechende Projekte aufgelistet. Nun liegt die Initiative bei Ihnen! Mithilfe dieses Handbuchs steht das nötige Wissen zur Verfügung, um neue Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz in sinnvoller Reihenfolge anzupacken.

Die Verringerung des Energie- und Ressourcenverbrauchs bringt nicht nur finanzielle Vorteile, sondern ist auch ein wichtiger Teil zum Nachweis nachhaltiger Unternehmensführung.

Ein Erfolgserlebnis bei der Ressourcenoptimierung kann begeistern und zum Weitermachen animieren. Hoffentlich finden Sie, liebe Leserin, lieber Leser, den Ansporn, neue Massnahmen und Projekte umzusetzen und den Drang, sich im Vergleich zu den Mitbewerbern zu verbessern!

6 ANHANG

6.1 MITGLIEDSCHAFTEN UND FÖRDERBEITRÄGE

6.1.1 Mitgliedschaften

Es gibt in der Schweiz und Deutschland verschiedene Organisationen, die sich im Rahmen ihrer Zielsetzungen mit dem Thema Ressourcenoptimierung befassen. Allgemeingültige Empfehlungen für eine Mitgliedschaft sind nicht möglich, jeder Betrieb muss anhand einer Kosten-/Nutzenbetrachtung selber entscheiden, welche Mitgliedschaften für ihn von Nutzen sein könnten.

VTS Verband Textilpflege Schweiz (www.textilpflege.ch)

Der Verband Textilpflege Schweiz VTS ist Repräsentant und Sprecher der schweizerischen Textilpflegebranche. Er vereint als Arbeitgeber- und Fachverband Textilreinigungen, Wäschereien und Zulieferfirmen mit insgesamt rund 3'000 Beschäftigten. Der VTS pflegt das Image der Branche und ist Träger der beruflichen Grundbildung Fachfrau / Fachmann Textilpflege EFZ. Ebenso ist er Träger des Projekts RessEff «Ressourceneffizienz in Textilreinigungen und Wäschereien» und Herausgeber des vorliegenden Handbuchs.

EnAW Energie-Agentur der Wirtschaft (www.enaw.ch)

Über diese Organisation ist eine Befreiung von der CO₂-Abgabe mit zwei verschiedenen Modellen möglich. Teilnehmende Unternehmen verpflichten sich, den Verbrauch an fossiler Energie und damit den CO₂-Ausstoss zu reduzieren. Die beteiligten Wäschereien haben bisher sehr gute Erfahrungen gemacht. Seit 2013 setzt die EnAW ein Softwaretool auf Excel-Basis ein. Der Betrieb hat damit neu die Möglichkeit, seinen ganzen Ressourcenverbrauch online zu erfassen. Die Administration wird dadurch vereinfacht.

Mit der laufenden Erhöhung der CO₂-Abgabe wird dieses Befreiungsmodell für viele Betriebe interessant.

DTV Deutscher Textilreinigungs-Verband (www.dtv-bonn.de)

Der DTV ist der deutsche Dachverband für Textilreinigungen und gewerbliche Wäschereien.

intex Industrieverband Textil Service (www.intex-verband.de)

intex ist der deutsche Verband für industrielle Wäschereien und Textilservice-Unternehmen.

GG Gütegemeinschaft sachgemässe Wäschepflege (www.waeschereien.de)

Neben den anerkannten Gütesiegeln (RAL-Gütezeichen) und der Qualitätskontrolle durch die Hohensteiner Institute bietet diese Organisation ihren Mitgliedern ein breites Spektrum an Informationen, Kursen und Veranstaltungen an.

CINET Comité International de l'Entretien du Textile (www.cinet-online.net)

CINET ist der internationale Dachverband für Textilpflegebetriebe (gewerbliche Wäschereien und Textilreinigungen).

ETSA European Textile Service Association (www.etsa-europe.org)

Die ETSA ist der europäische Dachverband für industrielle Wäschereien und Textilservice-Unternehmen.

EFIT Europäische Forschungsvereinigung Innovative Textilpflege e.V. (www.efit-textilpflege.de)

Die EFIT ist ein Zusammenschluss von Textilreinigungsbetrieben in ganz Europa. Mitglieder profitieren von einer engen Zusammenarbeit mit internationalen Forschungsinstituten und von der Teilnahme am Qualitätssicherungssystem FashionCare (www.fashioncare.de).

wfk - Cleaning Technology Institute e.V. (www.wfk.de)

Dies ist ein deutsches Forschungsinstitut mit Kernkompetenz auf den Gebieten Reinigung, Wiederaufbereitung und Hygiene verschiedenster textiler Materialien. Unter anderem werden auch anwendungstechnische Prüfungen und Analysen von Wasch-, Reinigungs- und Desinfektionsmitteln sowie Desinfektions- und Hygienekontrollen erbracht.

Hohenstein Institute (www.hohenstein.de)

Das Hohenstein Institute ist ein unabhängiges deutsches Forschungs- und Prüfungsinstitut für die gesamte textile Wertschöpfungskette. Kernkompetenz bilden die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung sowie ein breites Spektrum von Textilprüfungen und Zertifizierungen.

6.1.2 Förderbeiträge

Es lohnt sich, vor Investitionsentscheiden zu Ressourcenoptimierungszwecken und vor Inangriffnahme der Arbeiten, die Möglichkeiten von Förderbeiträgen konkret zu prüfen. *Achtung:* In vielen Fällen ist eine Förderung nach Auslösung des Investitionsentscheids ausgeschlossen.

Da es unzählige, örtlich stark variierende und Wechseln unterworfenen Förderinstrumente gibt, wird an dieser Stelle bewusst auf eine detaillierte Auflistung verzichtet. Auf jeden Fall zu beachten sind die Förderprogramme der Kantone, Städte und Gemeinden sowie Kampagnen von regionalen Elektrizitäts- und Erdgasversorgungsunternehmen.

Der Seite www.energie-experten.ch gibt einen guten Überblick über die aktuell existierenden Fördermöglichkeiten. Ergänzend kann sich ein Gespräch mit der regionalen und/oder kantonalen Energiefachstelle lohnen.

Zusätzlich ist an dieser Stelle www.klimastiftung.ch zu erwähnen. Diese von Schweizer Grossfirmen mit ihren CO₂-Abgaben alimentierte Stiftung unterstützt mit einem sehr einfachen und effizienten Verfahren Investitionen, die zum Ziel haben, den Verbrauch fossiler Brennstoffe und damit den CO₂-Ausstoss mit technischen Massnahmen zu senken.

6.2 FACHBEGRIFFE – UMRECHNUNGSFAKTOREN

Fachbegriffe
<p>Primärenergie (PE) Energiequellen die in natürlicher Form zur Verfügung stehen (Sonne, Wasser, Wind, Öl, Kohle, Gas, Holz, Uran).</p>
<p>Endenergie (EE) Energie, die dem Verbraucher zur Verfügung steht (z.B. Heizöl im Tank, Strom aus dem Hausanschluss).</p>
<p>Nutzenergie (NE) Energie, die nach der (mit Verlust verbundenen) Umwandlung der Endenergie zur Verfügung steht (z.B. Dampf, Thermoöl, technische Kälte, Druckluft).</p>
<p>Energiebedarf (EB) Energie, die (ohne Berücksichtigung von Verlusten) für einen Prozess nötig ist (z.B. Energie für Erwärmung/Verdampfung von Wasser).</p>
<p>Energieverbrauch (EV) Energie, die für einen Prozess tatsächlich benötigt wird (z.B. Energieverbrauch Trockner), i.d.R. gemessen.</p>
<p>Wirkungsgrad (WG) Quantifizierung der Effizienz von Energiewandlungen/-übertragungen (auch Nutzungsgrad, Arbeitszahl).</p>
<p>Umwandlungsverlust Quantifizierung des Verlusts, der bei Energiewandlung/-übertragung entsteht.</p>

Wärmerückgewinnung (WRG)

Nutzung von anfallender Abwärme im gleichen Prozess ohne wesentliche Zeitverschiebung.

Abwärmenutzung (AWN)

Nutzung von anfallender Abwärme in anderen Prozessen, auch zeitverscho-
ben.

Wärmetauscher (WT)

Apparat zur Übertragung von thermischer Energie von einem Stoffstrom auf
einen andern.

Umrechnungsfaktoren**1 Kilowattstunde (kWh):**

= 859.8 kcal
= 3'600 kJ (3.6 MJ)

1 lt Heizöl:

= 9.94 kWh
= 0.84 kg

1 m³ Erdgas:

= 11.2 kWh*
*das wird verrechnet, genutzt wer-
den kann 10.1 kWh

1 kg Propangas:

= 12.7 kWh
= 1.96 lt

1 lt Benzin / Diesel:

= 10 kWh

1 kg Holzpellets:

= 4.5-5.2 kWh (je nach Qualität)

6.3.4 Wartungsarbeiten nach Angaben des Herstellers

Inspektionen / Service	Wartungsarbeiten nach Angaben der Hersteller			Prozesseigner: Aktueller Stand:
	Wartungsarbeiten nach Angaben des Herstellers H = halbjährlich; J = jährlich; nach Bedarf	Kontroll-Rhythmus	Prüfung	
Jahr: _____	Datum der Arbeit eintragen			
Enthärtungsanlage	intern	Ph Stäbchen, Pufferlösung	2J	Prüfung
Dampfkessel	extern	Servicevertrag	J	
Innere Kesselprüfung	extern	SVT/ Inspektion	3J	
Kompressor 1 + 2	extern	Servicevertrag	J	
Drucklufttrockner	extern	Servicevertrag	J	
Innere Druckbehälterprüfung	extern	SVT/ Inspektion	5J	
Brennerservice	extern	Servicevertrag	J	
Niveauruhr Speisewasser	intern	Reinigung	J	
Schmutzfänger Speisepumpen	intern	Reinigung	J	
Rolltore	extern	Servicevertrag	J	
Eichung der Bodenwaage	extern	kantonales Eichamt	2J	
Service nach Handbuch Supertrack	intern	Angaben Hersteller	H	
Service nach Handbuch GZA	intern	Angaben Hersteller	H	
Desinfektion Waschsystm	intern	Auskochen	J	
Service nach Handbuch Waschsystm	intern	Angaben Hersteller	H	
Service nach Handbuch Mangen	intern	Angaben Hersteller	H	
Service nach Handbuch Finisher	intern	Angaben Hersteller	H	
Service nach Handbuch Frotteé	intern	Angaben Hersteller	H	
Service nach Handbuch Kleinmaschinen	intern	Angaben Hersteller	H	
Feuermelder	extern	Servicevertrag	H	
Feuerlöscher testen	extern	Servicevertrag	3J	
Waschflotte, Leitwert, PH, Temp.	extern	Servicevertrag	H	
Waageichung Waschstrasse	intern	Abgleichung mit Bodenwaage	H	
Talimex Ölleitungsleckschontrolle	extern	Servicevertrag	2J	
Gasschnüffleranlage	extern	Servicevertrag	J	
Gasverdampfer	extern	Servicevertrag	J	

6.3.5 Maschinen- und Fahrzeughistorie

	Maschinen und Fahrzeughistorie	FL 305 a Prozesseigner: Aktueller Stand/Freigabe:																								
Maschine/Fahrzeug: _____ Neupreis: _____																										
Beschaffungsdatum: _____ Lieferant: _____																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Datum:</th> <th style="width: 45%;">Ereignis: Service, Reparatur, Unfall</th> <th style="width: 20%;">Ausgeführte Arbeiten: Olwechsel, ersetzte Teile, bes. Bemerkungen etc</th> <th colspan="2" style="width: 20%;">Erledigt durch:</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <th style="width: 10%;">Selber</th> <th style="width: 10%;">extern</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Datum:	Ereignis: Service, Reparatur, Unfall	Ausgeführte Arbeiten: Olwechsel, ersetzte Teile, bes. Bemerkungen etc	Erledigt durch:					Selber	extern																Kosten
Datum:	Ereignis: Service, Reparatur, Unfall	Ausgeführte Arbeiten: Olwechsel, ersetzte Teile, bes. Bemerkungen etc	Erledigt durch:																							
			Selber	extern																						

6.3.6 Lagerbuchhaltung Chemie/Material

Chemieverbrauch						
Waschmittel	EK-Preis	Lagerbestand Ende Vormonat	Einkauf laufen- der Monat	Lagerbestand Ende aktueller Monat	Summe Verbrauch	Betrag
Waschmittel 1	SFr. 5.00	200 kg	1980 kg	320 kg	1860 kg	SFr. 9'300.00
Waschmittel 2	SFr. 4.00	360 kg	2400 kg	200 kg	2560 kg	SFr. 10'240.00
Waschmittel 3						
Waschmittel 4						
Waschmittel 5						
Waschmittel 6						
Waschmittel 7						
Waschmittel 8						
Waschmittel 9						
Waschmittel 10						
Waschmittel 11						
Waschmittel 12						
Total Chemie		360 kg		520 kg	4420 kg	SFr. 19'540.00
Chemiekosten						
Total Kilo Monat	Chemie Monat	Fr./Kg				
120'000	SFr. 19'540.00	0.163				
Total Chemiekosten Monat	SFr. 19'540.00					
Chemieinventar Monat: Februar						



		Bestellung Chemie															
		Monat:	März														
		Datum:															
		Unser Zeichen:															
		Produktion 1	Produktion 2														
		120'000.00		0.00		Total Einkauf Monat		SFr. 1'700.00		Lagerwert		SFr. 1'200.00					
Produkt	Einsatzzwecke	Verbrauch p kg,	Bedarf Monat	Aktuell an Lager	Bestand Ende Monat	Gebinde an Lager	Bestellen	Gebinde Grösse	Bestellte Menge	EK-Preis	Lagerwert						
Waschmittel 1	Waschmittel	10 g/kg	1200 kg	120 kg	-1080 kg	2.00	3	60 kg	180 kg	SFr. 900.00	SFr. 600.00						
Waschmittel 2	Waschmittel	11 g/kg	1320 kg	150 kg	-1170 kg	3.00	4	50 kg	200 kg	SFr. 800.00	SFr. 600.00						
Waschmittel 3	Neutralisation	12 g/kg	1440 kg	280 kg	-1160 kg	4.00		70 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						
Waschmittel 4	Weichmacher	13 g/kg	1560 kg	275 kg	-1285 kg	5.00		55 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						
Waschmittel 5	Alkalispende	14 g/kg	1680 kg	8100 kg	6420 kg	6.00		1350 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						
Waschmittel 6	Waschestärke	15 g/kg	1800 kg	420 kg	-1380 kg	7.00		60 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						
Waschmittel 7	Waschmittel	16 g/kg	1920 kg	4800 kg	2880 kg	8.00		600 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						
Waschmittel 8	Opt. Aufheller	17 g/kg	2040 kg	630 kg	-1410 kg	9.00		70 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						
Waschmittel 9	Bleichmittel	18 g/kg	2160 kg	600 kg	-1560 kg	10.00		60 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						
Waschmittel 10	Weichmacher	19 g/kg	2280 kg	660 kg	-1620 kg	11.00	3	60 kg	180 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						
Waschmittel 11	Weichmacher	20 g/kg	2400 kg	720 kg	-1680 kg	12.00		60 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						
Waschmittel 12	Bleichmittel	21 g/kg	2520 kg	4000 kg	1480 kg	4.00		1000 kg	0 kg	SFr. 0.00	SFr. 0.00						

6.4 GESETZGEBUNG IM BEREICH ENERGIE

Allgemein

Für die Energie-Gesetzgebung im Gebäudebereich und somit auch in Wäschereien und Textilreinigungen sind gemäss Bundesverfassung primär die Kantone zuständig. Steckbare Geräte sowie gewisse Anlagen unterliegen den Effizienzvorschriften des Bundes.

Die Kantone haben gemeinsame Mustervorschriften im Energiebereich (MuKE) entwickelt, um ein hohes Mass an Harmonisierung im Bereich der kantonalen Energievorschriften zu erzielen.

Da die Umsetzung der «MuKE 2014» bei den Kantonen im Gange ist und nicht jeder Teil aus diesen Mustervorschriften in jedem Kanton gleich umgesetzt wird oder umsetzbar ist, gibt es kantonale Unterschiede bei der Gesetzgebung.

Es gilt daher, sich jeweils bei den kantonalen Energiefachstellen zu informieren. Nachfolgend ein Link mit den Verweisen zu den kantonalen Fachstellen:

www.endk.ch/de/kontakt/kantonale-energiefachstellen

Beispiele

Untenstehend einige Beispiele von Gesetzgebungen, welche bei den meisten Wäschereien und Textilreinigungen Anwendung finden können. Wie im vorangehenden Abschnitt beschrieben wurde, können diese kantonal variieren.

- **Grossverbrauchermodell:**
Grossverbraucher mit einem jährlichen Wärmeverbrauch von mehr als 5 GWh oder einem jährlichen Elektrizitätsverbrauch von mehr als 0,5 GWh können durch die zuständige Behörde verpflichtet werden, ihren Energieverbrauch zu analysieren und zumutbare Massnahmen zur Verbrauchsoptimierung zu realisieren.
- **Wärmeschutz von Gebäuden:**
Bei Neubauten und Sanierungen an der Gebäudehülle gelten Vorschriften bezüglich Gebäudedämmung. Dies kann über einen Nachweis der Einhaltung der U-Werte der Einzelbauteile oder über einen Systemnachweis (SIA 380/1: 2009), welcher das ganze Gebäude an sich beurteilt, erfolgen.
- **Abwärmennutzung:**
Abwärme, die im Gebäude anfällt, insbesondere jene aus Kälteerzeugung sowie aus gewerblichen und industriellen Prozessen, ist zu

nutzen, soweit dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich zumutbar ist.

- Elektrische Wärmeerzeuger:
Die Neuinstallation ortsfester elektrischer Widerstandsheizungen zur Gebäudebeheizung ist grundsätzlich nicht zulässig.
Sanierungspflicht zentraler Elektro-Wassererwärmer, innerhalb der nächsten 15 Jahre.
- Lüftungen:
Lüftungstechnische Anlagen mit Aussenluft und Fortluft sind mit einer Wärmerückgewinnung auszurüsten, welche einen Temperatur-Änderungsgrad nach dem Stand der Technik aufweist.

6.5 ÜBERSICHT ÜBER RELEVANTE FÖRDERPROGRAMME

Allgemein

Unternehmen und Haushalte werden beim Energiesparen durch das Angebot von diversen Fördermöglichkeiten von Bund, Kantonen und Gemeinden aber auch von Energieversorgern und privaten Institutionen unterstützt.

Die heutige Vielzahl und regionalen Unterschiede der Förderprogramme sowie der ständige Wandel sind für viele Unternehmen und Privat-Haushalte nicht überschaubar. Dies kann ein Hindernis sein, um an die richtigen Fördermöglichkeiten für die entsprechenden Massnahmen zu gelangen.

Für Wäschereien und Textilreinigungen, welche im Vergleich zu anderen Branchen in einem energieintensiven Geschäftszweig tätig sind, können die verschiedenen Fördermöglichkeiten von grosser Bedeutung sein. In Einzelfällen können die Beiträge der Förderstellen kumuliert werden, oftmals schliessen sie sich jedoch gegenseitig aus. Es gilt daher immer, die verschiedenen Varianten und Optionen anhand der jeweiligen Förderbedingungen durchzurechnen und zu vergleichen.

Förderprogramme

Eine Übersicht mit den Angaben zu den aktuellen Förderprogrammen pro Gemeinde kann auf folgender Internetseite abgefragt werden (wird stetig aktualisiert): www.energie-experten.ch/de/energiefranken

Untenstehend einige Beispiele von Förderprogrammen, welche bei einer Vielzahl von Wäschereien und Textilreinigungen angewendet werden können:

- ProKilowatt ist ein Instrument zur Förderung der Effizienz im Strombereich. Im Rahmen von «Wettbewerblichen Ausschreibungen» werden Programme und Projekte, die zu einem sparsameren Stromverbrauch beitragen, identifiziert und in der Folge finanziell unterstützt.
- OPTIVENT: Optimierungen an Lüftungsanlagen
- PUMPIND: Ersatz von Pumpen (ca. 10-20 Prozent an Investitionen)
- Förderprogramme für Energieberatungen und Machbarkeitsstudien: Dadurch sollen Einsparpotenziale aufgedeckt werden und sinnvolle Massnahmen zur Umsetzung ausgearbeitet werden.
- Das Gebäudeprogramm: Fördergelder für diverse energetisch wirksame bauliche Massnahmen

Ab der nächsten Seite werden drei konkrete Rechenbeispiele aufgezeigt.

Grundsätze und Tipps zu Förderprogrammen:

- Fördergesuche müssen vor Baubeginn / Umsetzung eingereicht und bestätigt werden.
- Es werden nur unwirtschaftliche Massnahmen gefördert.
- Lassen Sie die Fördergelder direkt durch Ihren Planer/Unternehmer abklären und eintreiben. Dadurch sparen Sie sich den administrativen Aufwand.
- Oft können Investitionen in energetische Massnahmen von den Steuern abgezogen werden.

Rechenbeispiele (Stand 20.03.2019)

Förderung Pumpenersatz von Umwälzpumpen mittels PUMPIND Förderprogramm

Beschreibung: Es wird der Ersatz von alten Pumpen durch neue effiziente Pumpen in Nichtwohngebäuden gefördert.

Beispiel: Ersatz von 5 Umwälzpumpen, welche bald am Ende der Lebensdauer sind und Effizienzklasse IE 1 aufweisen, durch neue Motoren der Effizienzklasse IE 4.

Investition: CHF 20'000.- (Ein Grossteil der Investition muss sowieso nächstens aufgrund des Endes der Lebensdauer getätigt werden)

Förderung: CHF 3'000.-

Einsparung: 7'500 kWh pro Jahr (entspricht jährlich ca. CHF 1'200.-)

Aufgrund der Förderung ist der Pumpenersatz ca. 2.5 Jahre schneller amortisiert. Dadurch wird ein vorzeitiger Ersatz durchaus wirtschaftlich. Weiter wird kein betriebliches Risiko von eventuellen Pumpenausfällen eingegangen und es können zusätzlich noch Stromeinsparungen zugunsten des eigenen Portemonnaies und der Umwelt ausgewiesen werden.

Förderung von Stromeinsparungen mittels ProKilowatt Ausschreibung

Beschreibung: Ihr zukünftiges Projekt spart Strom? Die Investitionskosten für den Ersatz der alten Anlagen sind höher als CHF 70'000? Es können Förderbeiträge von bis zu 30 Prozent der Investitionskosten erhalten werden. Gefördert wird vor allem die Umrüstung von Anlagen in folgenden Bereichen: Beleuchtung, Kälte, Belüftung, Pumpen, elektr. Motoren, Produktionsanlagen, Rechenzentren, Transformatoren, usw.

Beispiel: Modernisierung von drei Lüftungsanlagen durch den Ersatz der alten Steuerung sowie Regeltechnik, Austausch der Ventilator-Antriebe und Nachrüstung von Frequenzumformern.

Investition:	CHF 107'000.- (Ein Grossteil der Investition muss so- wieso nächstens aufgrund des Endes der Lebens- dauer getätigt werden)
Förderung:	CHF 15'000.-
Einsparung:	60'000 kWh pro Jahr (entspricht jährlich ca. CHF 9'600.-)

Durch den Einbau einer neuen Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie Frequenzumformern kann die Lüftung bedarfsgerecht betrieben werden. Dies kann zu erheblichen Stromeinsparungen führen, da die Ventilatoren nicht mehr ununterbrochen auf 100 Prozent Leistung betrieben werden.

Förderung einer 30 kWp Photovoltaikanlage

Beschreibung:	Auf Bundesebene werden Photovoltaikanlagen mit der Einmalvergütung (EIV) gefördert. Zusätzlich fördern einige Kantone und Gemeinden Photovoltaikanlagen noch zusätzlich.
Beispiel:	Erstellung einer 30 kWp Photovoltaikanlage auf dem Flachdach (200 m ²) einer Textilreinigung mit rund 110 Solarmodulen.
Investition:	ca. CHF 56'000.- für eine schlüsselfertige Anlage
Förderung:	ca. CHF 11'600.- kleine Einmalvergütung (KLEIV)
Einsparung:	ca. CHF 3'200 pro Jahr (Eigenverbrauchsquote: 50%)

Da Wäschereien und Reinigungen vielfach stromintensive Betriebe sind und grosse Dachflächen zur Verfügung stehen, bietet sich eine PV-Anlage an. Es können hohe Eigenverbrauchsquoten erreicht werden und die Wirtschaftlichkeit einer Photovoltaikanlage ist dadurch meist gegeben. Zudem sind beim Bau einer Photovoltaikanlage auf ein bestehendes Gebäude in fast allen Kantonen die Investitionskosten steuerlich abzugsfähig (Ausnahmen: LU, GR).

6.6 MASSNAHMENLISTE ENERGIEEFFIZIENZ

Nr	Massnahme	Durchschnittliche Amortisationszeit														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11+				
	Energiemonitoring von Erzeuger und Verbraucher															
1	Absenken Druck Dampfnetz soweit Prozesse zulassen															
2	Kontrolle Verluste Dampfnetz (Kondensatableiter, Sicherheitsventile ...)															
3	Absenken Druck des Druckluftnetzes soweit Prozesse zulassen															
4	Kontrolle Verluste Druckluft															
5	Wärmerückgewinnung bei Druckluftanlagen															
6	Wärmerückgewinnungen aus Abwasser, Kühlwasser oder Luft															
7	Temperaturen der Prozesse senken soweit vertretbar															
8	Bedarfssteuerung Lüftungen															
9	Bedarfssteuerung bei Pumpen (FU)															
10	Raumlüftung mit WRG															
11	Erneuerung Beleuchtung, LED, präsent und tageslichtabhängig															
12	Leitungsisoliation															
13	Photovoltaikanlage															
14	Laststeuerungen Wärme und Elektrizität (Spitzenlasten verschieben)															
15	Arbeitsvorgänge / Prozesse optimieren (Bsp. Mangeln zu 100% auslasten)															
16	Einsatz erneuerbarer Wärmeerzeugung bei Grosswäschereien															
17	Abgabe Wärme an Dritte															

Trifft meistens zu

Je nach örtlichen Verhältnissen

6.7 BEST PRACTICE BEISPIELE

6.7.1 Druckbandsteuerung Druckluft

Druckbandsteuerung: Elis (Suisse) AG Bern

Allgemein

Druckluft ist bekanntlich die teuerste Energieform. Durch Optimierungen an der Druckluftanlage kann daher meistens viel Geld und Energie eingespart werden. Falls mehrere Druckluftherzeuger betrieben werden, so können diese durch eine übergeordnete Steuerung aufeinander abgestimmt werden.

Beschreibung

Mit einem Master-Steuersystem über die einzelnen Kompressoren der Elis (Suisse) AG Bern können diese in verschiedenen Betriebssituationen optimal und effizient eingesetzt werden und gleichzeitig wird die Sicherheit und Verfügbarkeit verbessert, da nicht immer die gleiche Anlage läuft.

Die Druckbandsteuerung führt zu Energieeinsparungen durch einen niedrigeren Systemdruck und einen besseren Nutzungsgrad, der für jede Maschine in der Anlage optimiert ist.

Die zentrale Steuerung ermöglicht ebenfalls die Programmierung einer automatischen Reduzierung des Druckbandes im System während der Nacht und an Wochenenden.



Durch die Steuerung wird jeweils die beste Kombination und Auslastung der Kompressoren ausgewählt, um die benötigte Druckluftleistung auf die möglichst effizienteste Art zu erzeugen und das Druckband mit möglichst geringen Schwankungen zu halten. Durch diese Methode wird die Druckluft möglichst präzise nach Bedarf erzeugt und somit Energie eingespart. Laut Herstellerangaben ist mit Energieeinsparungen von rund 10 Prozent zu rechnen.



Zahlen und Fakten

Betrieb	Elis (Suisse) AG Bern
Kompressoren	2 x 50 kW und 1 x 22 kW
Druck	8.2 bar
Investition ^{*1}	17'000 CHF
Eingesparte Energie	27'000 kWh/a
Eingesparte Energiekosten ^{*2}	2'800 CHF/a
CO ₂ Einsparung ^{*2}	740 kg CO ₂ -eq/a
Amortisationsdauer	Ca. 6 Jahre
Platzbedarf	Steuerungsgerät ca. 30x30x30 cm und Verkabelung auf Druckluftkompressoren

^{*1} Investition Steuerung ohne Anpassungen an Druckluftherzeuger

^{*2} Unter folgenden Annahmen: Stromkosten: 10 Rp/kWh und Treibhausgase Strom nach KBOB CH-Produktionsmix: 0.027 kg CO₂-eq/kWh

6.7.2 Kühlwasser Wärmerückgewinnung

Wärmerückgewinnung Kühlwasser: Ehry Textilpflege AG

Allgemein

Bei der Lösungsmitteldestillation und Trocknung in chemischen Reinigungen wird das gebrauchte und dadurch erwärmte Kühlwasser meistens ohne zweite Nutzung direkt in die Kanalisation geleitet. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dieses als Waschwasser für die Waschstrassen noch einmal zu verwenden.

Beschreibung

Das gebrauchte Kühlwasser der Lösungsmitteldestillation und Trocknung aus der chemischen Reinigung der Ehry Textilpflege AG wird zuerst über eine Wärmerückgewinnung geleitet und anschliessend in den Waschmaschinen wiederverwendet, wodurch weniger Frischwasser benötigt wird.



Die Wärme aus der Rückgewinnung wird zur Erwärmung des Warmwassers der Waschmaschinen verwendet. Das Warmwasser aus der Wärmerückgewinnung kann dann jeweils vor Ort bei den Waschmaschinen auf die jeweilige Temperatur des Waschprogramms eingestellt werden.



Bei der Ehry Textilpflege AG wird die Temperatur des Waschwassers je nach Waschprogramm minimal mit Dampf angehoben oder muss teilweise sogar mit Frischwasser abgemischt werden, falls mit der Wärmerückgewinnung zu hohe Temperaturen erreicht werden. Es können somit bei der Aufwärmung des Waschwassers erhebliche Mengen Dampf eingespart werden. Die Dampfeinsparung hat einen direkten Einfluss auf die Energiekosten und es resultiert eine bessere CO₂ - Bilanz.

Zahlen und Fakten

Betrieb	Ehry Textilpflege AG
Inhalt	3 x 900 Liter Boiler und 1'000 Liter Auffangtank
Ausführung	Chromstahl
Investition * ¹	67'000 CHF
Rückgewonnene Abwärme	73'000 kWh/a
Eingesparte Energiekosten * ²	6'600 CHF/a
Einsparung Frischwasser	Lässt sich nicht beziffern
CO ₂ Einsparung * ²	16'600 kg CO ₂ -eq/a
Amortisationsdauer	Ca. 10 Jahre
Platzbedarf	Ca. 6x2x3 m

*¹ Investition 3 x 900 Liter Chromstahl Boiler inkl. Montage sowie 1'000 Liter Auffangtank mit Pumpe und Steuerung

*² Falls rückgewonnene Energie über die fossile Heizung bereitgestellt werden müsste. Treibhausgase Erdgas nach KBOB: 0.228 kg CO₂-eq/kWh

6.7.3 Abwasser Wärmetauscher

Mehrkammer Wärmetauscher: Laundry Gstaad

Allgemein

Vielfach geht Abwasser aus den Wäschereien ohne das Maximum an Wärme zu entziehen in die Kanalisation. Mit jedem Grad, welches aus dem Abwasser zurückgewonnen wird, kann allerdings aufgrund der hohen Wärmespeicherfähigkeit von Wasser viel Energie eingespart werden. Deshalb kann sich eine direkte Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser wie im Beispiel der Laundry Gstaad bereits nach ca. 3 Jahren amortisiert haben.

Beschreibung

Der Mehrkammer-Abwasser-Wärmetauscher der Laundry Gstaad dient dazu, aus dem gesammelten Abwasser der Waschstrassen Wärme zurückzugewinnen. Damit dieser effizient funktionieren kann, ist diesem ein Rotationsfilter vorzuschalten. Durch den vollautomatischen Filter werden die Rückstände aus dem Abwasser gefiltert und eine Reinigung der Wärmetauscherflächen ist, wie im Beispiel, nur einmal jährlich mit einem Hochdruckreiniger nötig.

Die Wärmerückgewinnung bedingt, dass das kalte Spülwasser der Waschstrassen separat ins Abwasser geleitet werden kann oder bereits mit warmem Wasser gespült wird. In der Laundry Gstaad wird bereits mit Warmwasser aus Wärmerückgewinnungen gespült und dadurch die effiziente Funktionalität des Wärmetauschers sichergestellt. Die Nacherwärmung des Waschwassers auf die Solltemperatur erfolgt in der Laundry Gstaad mittels weiteren Wärmerückgewinnungen (Druckluft, Brühdampf, Mangelabluft usw.).



Zahlen und Fakten

Betrieb	Laundry Gstaad
Inhalt	2'000 Liter Abwasser
Ausführung Wärmetauscher	Chromstahl Rückhaltetank isoliert; Mehrkammersystem
WRG Leistung max.	Ca. 640 kW
WRG Leistung Laundry Gstaad	Ca. 320 kW
Temperaturen: Abwasser vor Wärmetauscher Frischwasser vor Wärmetauscher Abwasser nach Wärmetauscher Frischwasser nach Wärmetauscher	55 – 65 °C ca. 12 °C 19 – 22 °C 42 – 48 °C
Investition *1	70'000 CHF
Rückgewonnene Abwärme	310'000 kWh/a
Eingesparte Energiekosten *2	24'500 CHF/a
CO ₂ Einsparung *2	84'500 kg CO ₂ -eq/a
Amortisationsdauer	Ca. 3 Jahre
Platzbedarf	Ca. 4x3x4 m

*1 Investition Filter und Wärmetauscher ohne Montage und Anpassungen der Leitungsführung. Falls nicht im Keller platzierbar, so ist noch eine zusätzliche Pumpe nötig.

*2 Falls rückgewonnene Energie über die fossile Heizung bereitgestellt werden müsste. Treibhausgas Propan nach KBOB: 0.273 kg CO₂-eq/kWh

6.7.4 Abluft Wärmerückgewinnung

Abluft Wärmerückgewinnung aus Trockner: Laundry Gstaad

Allgemein

Bei chemischen Reinigungen wird vielfach die Abwärme der Abluft aus den Trocknern nur bei grossen Anlagen zurückgewonnen. Bei kleineren Anlagen wird vielfach auf die Wärmerückgewinnung verzichtet, da diese nicht serienmässig angeboten wird. In diesen Fällen wird meistens Luft aus dem umliegenden Raum abgesaugt und die belastete Abluft nach aussen geführt. Dadurch strömt einerseits kalte Luft von aussen in den Raum nach und die warme Abluft wird ungenutzt nach aussen geführt. Durch kontrollierte Zu- und Abluftleitungen inklusive Wärmetauscher können diese negativen Einflüsse eliminiert werden. Deshalb lassen sich Wärmerückgewinnungen aus der Abluft, wie das Beispiel der Laundry Gstaad zeigt, unter 10 Jahren amortisieren.

Beschreibung

Die Wärmerückgewinnung aus der Abluft der Privatwäsche-Trockner in der Laundry Gstaad gewinnt aus der gesammelten Abluft der Trockner Wärme zurück und führt diese dem Trocknungsprozess wieder zu. Die Wärmerückgewinnung wird durch einen Kreuztauscher gewährleistet. Damit dieser effizient funktionieren kann, ist diesem ein Filter vorzuschalten. Durch einen Nylonfilter werden die Rückstände aus der Abluft der Trockner gefiltert und eine Verschmutzung der Wärmetauscherfläche verhindert. Die manuelle Reinigung des Nylonfilters zur Aufrechterhaltung der Effizienz ist, wie im Beispiel der Laundry Gstaad, nur ca. 2 x monatlich durch einen internen Mitarbeiter notwendig.



Zahlen und Fakten

Betrieb	Laundry Gstaad
Ausführung	Kreuztauscher mit vorgeschaltetem Nylonfilter
Luftvolumenstrom	8'000 m ³ /h
WRG Leistung installiert	100 kW
WRG Leistung durchschnittlich	50 kW
Investition * ¹	40'000 CHF
Rückgewonnene Abwärme	80'500 kWh/a
Eingesparte Kosten * ²	4'200 CHF/a
CO ₂ Einsparung * ³	22'000 kg CO ₂ -eq/a
Amortisationsdauer	Ca. 9 Jahre
Platzbedarf	Leitungsführung der Lüftungskanäle sowie Wärmetauscher ca. 2x1x1 m

*¹ Investition Filter und Wärmetauscher in einem Neubau ohne Montage und Anpassungen der Leitungsführung.

*² Falls rückgewonnene Energie über die fossile Heizung bereitgestellt werden müsste. Betrieb und Unterhalt eingerechnet

*³ Treibhausgase Propan nach KBOB: 0.273 kg CO₂-eq/kWh

6.7.5 Wasser und Energie sparen durch Wasserrückgewinnung

In einer Textilreinigung werden neben Reinigungsmaschinen auch immer Waschmaschinen stehen. Waschmaschinen benötigen Wasser zur Wäsche, warmes wie auch kaltes Wasser.

Unsere Reinigungsmaschinen benötigen Wasser zum Kühlen der heissen Destillationsgase, wie auch meistens zum Abkühlen des Kältemittels beim Trocknen.

Dieses Wasser ist rein, da es nie in Berührung mit Lösemittel kommt. Es eignet sich hervorragend zum Waschen, da es in der Regel mit ca. 30 – 35° C aus dem Kühler kommt.

Es lohnt sich, das Wasser wieder zu verwenden, statt sauber in die Kanalisation zu leiten. Dazu benötigt man einen Tank und eine Druckerhöhungspumpe.

Nachfolgend zwei Beispiele aus der Praxis:

Ein 800 Liter Kunststofftank und eine Pumpe mit ca. 3.5 bar Druck reichen aus, in einem Ladenbetrieb den Warmwasserbedarf für die Waschmaschine (20 kg) voll zu decken. Dazu kommt die Einsparung von Heizenergie, da die meiste Wäsche in der Textilreinigung entweder Hemden bis 50°C oder Feinwäsche ist. Das Kühlwasser wird oben eingeleitet. Am Boden befindet sich eine Entnahme für die Pumpe. Zudem wurde im unteren Bereich ein Schwimmer montiert, um eine allfällige Wasserknappheit mit Frischwasser zu umgehen. Der grüne Schlauch ist ein Überlauf. Kosten ca. CHF 3'500 inkl. Installation.



Das zweite Beispiel ist aus einem Grossbetrieb und zeigt drei 1'000 Liter Tanks im Verbund. Auch hier befindet sich in einem der Tanks ein Schwimmer, damit sichergestellt werden kann, dass immer Wasser vorhanden ist. Drei Reinigungsmaschinen liefern Wasser mit ca. 30°C, dies reicht aus um neun verschiedene Waschmaschinen mit 10 – 40 kg Beladepazität zu betreiben. Die Druckerhöhungspumpe leistet ca. 3'500 Liter pro Stunde bei > 4 bar und ist verbrauchsgesteuert.



Die Kosten für diese Anlage betragen ca. CHF 6'500 inkl. Installation. Rechnet man das gesparte Wasser und die gesparte Energie, so amortisieren sich die Anlagen in ca. 5 – 6 Jahren. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, dass Wasser und Energie in Zukunft mehr kosten werden.

6.7.6 Einfache Massnahmen mit grosser Wirkung am Beispiel einer Textilreinigung:

Wasch-Bär Textilpflege AG, Affoltern am Albis

1. Sämtliche Dampf- und Luftleitungen sind auf Dichtigkeit geprüft worden. Die Dampfleitungen wurden entsprechend isoliert.



2. Durch den Einsatz eines zeitgemässen Dampferzeugers und die Anpassung des betrieblichen Dampfdrucks an die Infrastruktur (es muss nicht mit 10 bar Dampfdruck gearbeitet werden, wenn 5-8 bar für den Betrieb absolut genügen) konnte eine Energieersparnis (Öl-Verbrauch) um ca. 25 Prozent erzielt werden.
3. Beim elektrischen Dampferzeuger wurde eine Wasserpumpe zur Förderung des Wassers vom Speisewassergefäss in den Dampfkessel eingebaut, die eine Wassertemperatur von bis 90°C fördert. Durch diese Massnahme kann heisseres Wasser in den Dampferzeuger nachgespiessen werden und der Energieverbrauch des Dampferzeugers sinkt um bis zu 25 Prozent.



Isoliertes Speisewassergefäss, das durch die Isolation die Wassertemperatur hoch hält.

Von diesem Gefäss aus nimmt der Öl-betriebene Dampfkessel das Wasser für die Dampferzeugung. Durch die relativ hohe Temperatur benötigt der Dampferzeuger weniger Energie, um Dampf zu erzeugen.

4. Die Industrie-Waschschleuder-Maschinen können zum Teil sowohl mit einer dampfgetriebenen Heizung, als auch mit einer durch einen Umschaltknopf einstellbaren strombetriebenen Heizung betrieben werden. Dies erlaubt beispielsweise eine Programmierung der Waschschleuder-Maschinen mit Warengut auf den frühen Morgen im Strom-Niedertarif, wenn kein Dampferzeuger eingeschaltet ist. So sind die Chargen bereits fertig, wenn der Betrieb öffnet.
5. Die Beleuchtungen wurden teilweise auf LED umgestellt (Energieeinsparung 40 Prozent)
6. Durch den Einsatz moderner Bügelgeräte (z.B. Tex 15) sind die Durchlauf- und Bearbeitungszeiten der Textilien um bis zu 30 Prozent gesenkt worden.
7. Ein Teil der Bügeltische wird über eigene kleinere Dampferzeuger mit Dampf gespiesen. Ein anderer Teil kann durch eine Steuerung mit Dampf versorgt werden (entweder über die Hauptdampfversorgung über einen Öl-betriebenen Dampferzeuger oder über einen entsprechend kleineren Dampferzeuger mit Strom). Vorteil: Sollte nur gebügelt werden müssen, braucht es entsprechend weniger Energie. Die Ersparnis kann hier nur bedingt in Zahlen ausgedrückt werden.



Dieses Bild zeigt die Umschalttaste für den Bügeltisch. Hier kann entweder auf einen kleinen elektrischen Dampfkessel oder direkt auf den Öl-betriebenen Dampferzeuger umgestellt werden.



Steuerung und Installation des Doppelbetriebs des Bügeltisches.

8. Sinnvolle und durchdachte Ablaufprozesse beschleunigen den Waren-
durchfluss innerhalb des Betriebes sowie den effizienten Einsatz der
Infrastruktur. Zum Beispiel: standardisierte Ablaufprozesse beim
Verarbeiten und sinnvoll beladene Wasch- und Reinigungsmaschinen.

Fazit: Der Zeitaufwand für das Konzept, die Planung, die Installation
und Umsetzung sowie das Sammeln und Auswerten der Daten beträgt
nicht mehr als 100 Stunden. Alles in allem konnte in einem Betrieb auf-
grund dieser Massnahmen der Stromverbrauch in den letzten 4 Jahren
um satte 40 Prozent gesenkt werden.



6.8 LINKS

Links	
www.bfe.admin.ch / www.bafu.admin.ch Offizielle Websites der Bundesämter für Energie und Umwelt.	
www.druckluft.ch Tipps zur Erhöhung der Effizienz von Druckluftanlagen.	
www.enaw.ch Energie-Agentur der Wirtschaft (CO ₂ -Rückerstattung).	
www.energie.ch Informationsplattform für Energieeffizienz, Energie- & Antriebstechnik.	
www.energie-schweiz.ch Informationsplattform in Partnerschaft zwischen öffentlicher Hand, Privatwirtschaft, Umweltverbänden und Konsumentenorganisationen.	
www.energieeffizienz.ch Informationsplattform der schweizerischen Agentur für Energieeffizienz.	
www.energiefranken.ch Überblick über Fördermöglichkeiten.	
www.infoenergie.ch Energieseite der Nordwestschweizer Kantone.	
www.klimastiftung.ch Förderung von Investitionen zur CO ₂ -Reduktion.	
www.textilpflege.ch Website des Verbandes Textilpflege Schweiz VTS.	
www.topmotors.ch Informationen zur Optimierung von Motoren.	
www.topten.ch Liste der energieeffizientesten Geräte.	
Websites der Sponsoren des Handbuchs (1. Auflage)	
www.jensen-group.com	www.kannegiesser.com
www.bezema.com	www.biko.ch
www.bms-ch.com	www.burnushychem.com
www.christeyns.com	www.ecolab.com
www.schaerer-textil.ch	

6.9 IMPRESSUM

Herausgeber:

Verband Textilpflege Schweiz VTS
Postfach, 3001 Bern
Telefon 031 310 20 30
office@textilpflege.ch, www.textilpflege.ch

Projektleitung der 2. Auflage:

Christoph Papritz, VEGA Systems Switzerland AG, Utzenstorf

Projektleitung der 1. Auflage:

Ammann Daniel, WöschChorb, Wallisellen

Autoren der 2. Auflage:

Michels Rainer, Benken
Papritz Christoph, VEGA Systems Switzerland AG, Utzenstorf
Reisinger Martin, Elis (Schweiz) AG, Ilanz/Samedan/Bad Ragaz
Schaerer René, Schaerer Textilpflegesysteme AG, Fulenbach
Schneiter Daniel, Lier Energietechnik AG, Wallisellen
Sumi Hansjörg, Wäsche Perle AG, Interlaken
Zeier Peter, Zeier Engineering, Uttigen

Autoren der 1. Auflage:

Ammann Daniel, WöschChorb, Wallisellen
Baudat Olivier, Bardusch SA, Yverdon
Bogdan Andreas, Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho (D)
Gasser Helgar, Christeyns GmbH, Zug
Kern Daniel, Kern AG, Heiden
Kobel Rudolf, BIKO AG, Lyssach
Köhler Lutz, KOL Consulting, Birsfelden
Leuenberger Andreas, BMS-Energietechnik AG, Wilderswil
Lorenz Gustav, Lachen
Michels Rainer, Benken
Neuenschwander Gerhard, BurnusHychem, Solothurn
Niggemann Jessica, Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho (D)
Österle Mathias, BEZEMA AG, Montlingen
Reisinger Martin, Wäscheria Textil Service AG, Samedan
Roming Jürgen, Ecolab Schweiz GmbH, Muttenz
Schaerer René, Schaerer Textilpflegesysteme AG, Fulenbach
Schneiter Daniel, Lier Energietechnik AG, Dinhard
Schuster Guntram, Fix AG, Balzers (FL)

Sumi Hansjörg, HZW Gstaad, Gstaad
Troxler Vital, Star Clean Consulting AG, Wädenswil
Wespi Adrian, Textilreinigung Würzenbach, Root
Wöhler Dr. Mathias, Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho (D)
Zeier Peter, Jensen AG Burgdorf, Burgdorf

Unterstützende Bundesämter:

BFE Bundesamt für Energie (1. und 2. Auflage)
BAFU Bundesamt für Umwelt (1. Auflage)

Sponsoren (1. Auflage):

Herbert Kannegiesser GmbH, Vlotho (D)
Jensen AG Burgdorf, Burgdorf
BEZEMA AG, Montlingen
BIKO AG, Lyssach
BMS Energietechnik AG, Wilderswil
Burnus AG Division Hychem, Solothurn
Christeyns GmbH, Zug
Ecolab Schweiz GmbH, MuttENZ
Schaerer Textilpflegesysteme AG, Fülenbach

Redaktion/Layout:

Saner Melanie, Depierraz Saner AG, Verbände & Kommunika-
tion, Bern

Bern, im März 2021