

4. Juni 2026

Studie zur Energieeffizienz von Luftentfeuchtern



Mirco Ganz, ZHAW, IEFIE Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering, Winterthur
Niels van Meurs, ZHAW, IEFIE Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering, Winterthur
Frank Tillenkamp, ZHAW, IEFIE Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering, Winterthur

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
School of Engineering
IEFE Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering
Technikumstrasse 9
CH-8401 Winterthur

- energieschweiz.ch 2

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Résumé	6
Sommario	7
Summary	8
1. Ausgangslage.....	9
2. Ziel der Studie	9
3. Methodik	9
4. Trocknungs-Technologien	10
4.1 <i>Kondensationstrockner.....</i>	<i>10</i>
4.2 <i>Adsorptionstrockner</i>	<i>11</i>
4.3 <i>Einsatzgebiete der Trocknertechnologien</i>	<i>12</i>
5. Verkaufszahlen.....	13
5.1 <i>Verkaufszahlen Kondensationstrockner.....</i>	<i>13</i>
5.2 <i>Verkaufszahlen Adsorptionstrockner.....</i>	<i>14</i>
5.3 <i>Verkaufszahlen Raumluftwäschetrockner</i>	<i>15</i>
6. Jährlicher Energieverbrauch der Luftentfeuchter	16
6.1 <i>Jährlicher Energieverbrauch der Luftentfeuchter</i>	<i>16</i>
6.2 <i>Jährlicher Energieverbrauch der Raumluftwäschetrockner.....</i>	<i>16</i>
7. Lebensdauer der Geräte	16
8. Energieeffizienz der Geräte	16
8.1 <i>Entwicklung</i>	<i>16</i>
8.2 <i>Effizienz Luftentfeuchter.....</i>	<i>17</i>
8.3 <i>Effizienz Raumluftwäschetrockner</i>	<i>18</i>
8.3.1 <i>Raumluftwäschetrockner (RLWT) vs. Tumbler</i>	<i>19</i>
8.4 <i>Zusatzheizung.....</i>	<i>19</i>
9. Rel. Luftfeuchtigkeit und Energieverbrauch	20
9.1 <i>Einfluss der eingestellten rel. Luftfeuchtigkeit auf den Energieverbrauch.....</i>	<i>20</i>
9.2 <i>Einfluss der Hygrostaten-Genauigkeit auf den Energieverbrauch</i>	<i>21</i>
9.3 <i>Künftige Entwicklungen und Kältemittel</i>	<i>23</i>
10. Wirtschaftlichkeit und Preise	23
10.1 <i>Betriebskosten von Raumluftwäschetrocknern</i>	<i>24</i>
10.2 <i>Gesamtkosten von Luftentfeuchtern</i>	<i>25</i>
10.3 <i>Einsparungspotential.....</i>	<i>26</i>
11. Nutzerverhalten	27
11.1 <i>Kaufentscheid.....</i>	<i>27</i>
11.2 <i>Betrieb und Unterhalt</i>	<i>27</i>
11.3 <i>Bedienung</i>	<i>27</i>
11.4 <i>Wahl der «Ziel-Feuchte»</i>	<i>28</i>
12. Messverfahren Luftentfeuchter	30
12.1 <i>Effizienzbeurteilungen von Kondensationstrocknern</i>	<i>30</i>
12.1.1 <i>Leistungsprüfung Luftentfeuchter gemäss EN 810 / HSLU</i>	<i>30</i>
12.1.2 <i>Beschrieb Leistungsprüfung Luftentfeuchter gemäss EN 810</i>	<i>30</i>

12.1.3	Leistungsprüfung Luftentfeuchter gemäss HSLU	31
12.1.4	Testverfahren Luftentfeuchter gemäss AHAM DH-1-2022	31
12.2	Effizienzbeurteilung von Adsorptionstrocknern	32
12.3	Vorschlag für einen praxisbezogenen Betriebspunkt für die Messung der Effizienz von Kondensationstrocknern	32
13.	Messverfahren Raumlufthwäschetrockner	35
13.1	Effizienzbeurteilung von Raumlufthwäschetrockner RLWT	35
13.1.1	Prüfverfahren gemäss VRWT	35
13.1.2	Problematik fehlender firmenunabhängiger Prüfraum	35
13.1.3	Optimierungsvorschlag RLWT	35
14.	Förderung und Förderkriterien	36
14.1	Empfehlung für Förderkriterien von Kondensationsentfeuchtern	36
14.1.1	Grundvoraussetzungen für eine Förderung	36
14.1.2	Vorschlag mögliche Förderkriterien in künftigen ProKilowatt-Programmen für Kondensationsentfeuchter	37
14.2	Mögliche Förderungen von anderen Entfeuchtungstechnologien	38
14.3	Empfehlung für Förderkriterien von Raumlufthwäschetrocknern	38
14.3.1	Grundvoraussetzungen für eine Förderung	38
14.3.2	Vorschlag mögliche Förderkriterien in künftigen ProKilowatt-Programmen für Raumlufthwäschetrockner	38
14.4	Einordnung der vorgeschlagenen Förderkriterien anhand der Marktanalyse	39
15.	Empfehlung zur Einführung einer Deklarationspflicht	40
16.	Vorschlag für die Einführung von Mindestanforderungen	40
16.1	Vorschlag von Mindestanforderungen für Luftentfeuchter	40
16.2	Vorschlag von Mindestanforderungen für RLWT	41
	Literaturverzeichnis	42
	Anhang A: Übersicht Berechnungsverfahren AHAM Mathematische Korrektur	43
	Anhang B: Verwendete Normen	44
	Anhang C: Simulation Energieverbrauch Kondensationstrockner	45
	Anhang D: Ausgewählte Bedienungsanleitungen und Bedienungsoberflächen	51
	Anhang E: Zusammenfassung Interviews	57
	Anhang F: Ergebnisse Umfrage Hersteller zu Förderprogrammen und Effizienzstandards	60
	Anhang G: Abschätzung Energieverbrauch Luftentfeuchter	62
	Anhang H: Abschätzung Energieverbrauch Raumlufthwäschetrockner	63

Zusammenfassung

Trocknungstechnologien

Es gibt zwei bewährte Verfahren zur Luftentfeuchtung: Kondensationstrockner und Adsorptionstrockner. Kondensationstrockner arbeiten besonders energieeffizient in Räumen über 10 °C, wenn die relative Luftfeuchtigkeit nicht unter 40 % r. F. liegen muss – etwa in Wohnräumen, Büros oder normalen Kellern. Adsorptionstrockner sind ideal bei kühlen Bedingungen (unter 10 °C) oder wenn sehr trockene Luft (unter 40 % r. F.) gefordert ist – z. B. in Museen, Archiven, Kühlräumen oder unbeheizten Lagern.

Markt und Verkaufszahlen

Der Markt wird klar von Kondensations-Luftentfeuchtern dominiert. Die Schätzungen zu den Verkäufen sind ungenau: Vor rund 15 Jahren wurden in der Schweiz etwa 8'000 Geräte verkauft, heute dürften es 60'000–120'000 pro Jahr sein. Gründe für die wachsende Nachfrage sind dichtere Gebäudehüllen (höhere Innenfeuchte), mehr Wärmepumpen (kühlere Keller), besser gedämmte Leitungen (höhere rel. Feuchte bei gleicher Feuchtefracht), häufiger Starkregen/Überflutungen sowie sinkende Gerätepreise.

Raumluftwäschetrockner (RLWT) sind vorwiegend in der Schweiz verbreitet; entsprechend klein sind die Stückzahlen. In der Schweiz werden jährlich rund 9'000 RLWT verkauft. Adsorptionsgeräte bleiben eine Nische mit geschätzten 2'000–3'000 Geräten pro Jahr.

Energieverbrauch und Effizienz

Der jährliche Strombedarf wird grob auf rund 100'000 MWh für Luftentfeuchter und etwa 85'000 MWh für RLWT geschätzt. Seit 2010 haben Luftentfeuchter gemäss einem Hersteller um gegen 40 % und gemäss anderen Herstellern um 10 bis 20 % an Effizienz zugelegt (u. a. bessere Verdichter, EC/DC-Ventilatoren, grössere Wärmetauscher, intelligenterere Regelungen).

Bei RLWT sind die Fortschritte geringer; einzelne Modelle erreichten laut einem Hersteller im Jahr 2024 dank neuer Steuerung und Kältemittel R1270 auch deutliche Effizienzgewinne. Ob der Wechsel zu natürlichen Kältemitteln generell zu einer Effizienzsteigerung führt, bleibt jedoch eine offene Frage.

Die Effizienz eines Luftentfeuchters lässt sich über den DER-Wert (Dehumidification Efficiency Ratio, Liter/kWh) beurteilen. Da Leistungsdaten oft bei unterschiedlichen Prüfbedingungen publiziert werden, sind Resultate schwer vergleichbar. Für bessere Vergleichbarkeit wird empfohlen, den DER-Wert als Kernkennzahl bei einem praxisnahen Prüfpunkt von 15 °C / 60 % r. F. (statt unrealistischen 27 °C) vorzugeben.

Bei den RLWT hat sich das Prüfverfahren des VRWT etabliert. Dieses ermittelt die Energieeffizienz nach einem dynamischen Verfahren – ähnlich wie bei den Tumbler.

Revision der Norm EN 810 anstossen

Die Norm EN 810 legt Messverfahren für Entfeuchtungsgeräte fest und ist damit massgebend. Empfohlen wird eine Überarbeitung mit Einführung eines praxisnahen Prüfpunkts. Zudem sollte die Aufnahme von Anforderungen an Hygrostaten und Gerätesteuerung geprüft werden (z. B. kein Dauerbetrieb, automatisches Abschalten bei ineffizienten Betriebszuständen).

Förderung effizienter Geräte

Eine Förderung von Luftentfeuchtern und RLWT sollte zwingend die Effizienz (z. B. über den DER-Wert) als Kriterium enthalten.

Zusätzlich wird empfohlen zu prüfen, ob mit einer Deklarationspflicht die Vergleichbarkeit der Geräte unter tatsächlichen Einsatzbedingungen sichergestellt werden kann.

Résumé

Technologies de séchage

Il existe deux méthodes éprouvées pour déshumidifier l'air : les déshumidificateurs à condensation et les déshumidificateurs à adsorption. Les déshumidificateurs à condensation sont particulièrement économes en énergie dans les pièces où la température est supérieure à 10 °C et où l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 40 % HR – par exemple dans les pièces d'habitation, les bureaux ou les caves classiques. Les déshumidificateurs à adsorption sont idéaux dans des conditions fraîches (en dessous de 10 °C) ou lorsqu'un air très sec (moins de 40 % HR) est requis – par exemple dans les musées, les archives, les chambres froides ou les entrepôts non chauffés.

Marché et chiffres de vente

Le marché est clairement dominé par les déshumidificateurs à condensation. Les estimations des ventes sont imprécises : il y a environ 15 ans, quelque 8 000 appareils étaient vendus en Suisse ; aujourd'hui, ce chiffre devrait se situer entre 60 000 et 120 000 par an. Les raisons de cette demande croissante sont l'étanchéité accrue des enveloppes de bâtiments (humidité intérieure plus élevée), la multiplication des pompes à chaleur (caves plus fraîches), une meilleure isolation des conduites (humidité relative plus élevée pour une charge d'humidité identique), la fréquence accrue des fortes pluies et des inondations, ainsi que la baisse des prix des appareils.

Les déshumidificateurs à air ambiant (RLWT) sont principalement répandus en Suisse ; les volumes de vente sont donc faibles. En Suisse, environ 9 000 RLWT sont vendus chaque année. Les appareils à adsorption restent un marché de niche avec environ 2 000 à 3 000 appareils vendus par an.

Consommation d'énergie et efficacité

La consommation annuelle d'électricité est estimée, à titre indicatif, à environ 100 000 MWh pour les déshumidificateurs et à environ 85 000 MWh pour les systèmes de traitement de l'air. Depuis 2010, les déshumidificateurs ont gagné en efficacité de près de 40 % selon un fabricant et de 10 à 20 % selon d'autres fabricants (notamment grâce à de meilleurs compresseurs, des ventilateurs EC/DC, des échangeurs de chaleur plus grands et des régulations plus intelligentes).

Les progrès sont moins marqués pour les systèmes de traitement de l'air ; selon un fabricant, certains modèles ont toutefois enregistré des gains d'efficacité significatifs en 2024 grâce à une nouvelle commande et au réfrigérant R1270. La question de savoir si le passage aux réfrigérants naturels entraîne de manière générale une augmentation de l'efficacité reste toutefois ouverte.

L'efficacité d'un déshumidificateur peut être évaluée à l'aide de la valeur DER (Dehumidification Efficiency Ratio, litres/kWh). Les données de performance étant souvent publiées dans des conditions d'essai différentes, les résultats sont difficilement comparables. Pour une meilleure comparabilité, il est recommandé de définir la valeur DER comme indicateur clé à une température de test proche de la pratique de 15 °C / 60 % d'humidité relative (au lieu d'une température irréaliste de 27 °C).

Pour les RLWT, la méthode de test du VRWT s'est imposée. Celle-ci détermine l'efficacité énergétique selon une méthode dynamique, similaire à celle utilisée pour les sèche-linge.

Lancer la révision de la norme EN 810

La norme EN 810 définit les méthodes de mesure pour les déshumidificateurs et fait donc autorité. Il est recommandé de la réviser en y introduisant un critère de contrôle adapté à la pratique. Il convient en outre d'étudier l'intégration d'exigences relatives aux hygrostats et à la commande des appareils (par exemple, pas de fonctionnement continu, arrêt automatique en cas de fonctionnement inefficace).

Promotion d'appareils efficaces

Toute promotion des déshumidificateurs et des systèmes de traitement de l'air (RLWT) devrait impérativement inclure l'efficacité (par exemple via la valeur DER) comme critère.

Il est en outre recommandé d'examiner si une obligation de déclaration pourrait garantir la comparabilité des appareils dans des conditions réelles d'utilisation.

Sommario

Tecnologie di deumidificazione

Esistono due metodi consolidati per la deumidificazione dell'aria: i deumidificatori a condensazione e quelli ad adsorbimento. I deumidificatori a condensazione funzionano in modo particolarmente efficiente dal punto di vista energetico in ambienti con temperature superiori a 10 °C, quando l'umidità relativa non deve scendere al di sotto del 40% – ad esempio in abitazioni, uffici o cantine normali. I deumidificatori ad adsorbimento sono ideali in condizioni di freddo (sotto i 10 °C) o quando è richiesta aria molto secca (sotto il 40% di umidità relativa), ad esempio in musei, archivi, celle frigorifere o magazzini non riscaldati.

Mercato e dati di vendita

Il mercato è chiaramente dominato dai deumidificatori a condensazione. Le stime sulle vendite sono imprecise: circa 15 anni fa in Svizzera venivano venduti circa 8'000 apparecchi, oggi dovrebbero essere 60'000–120'000 all'anno. Le ragioni della crescente domanda sono l'impermeabilità degli involucri edilizi (maggiore umidità interna), il maggior numero di pompe di calore (scantinati più freddi), le tubazioni meglio isolate (maggiore umidità relativa a parità di carico di umidità), la maggiore frequenza di piogge intense/allagamenti e il calo dei prezzi degli apparecchi.

Gli essiccatori d'aria per ambienti (RLWT) sono diffusi prevalentemente in Svizzera; di conseguenza, i volumi di vendita sono modesti. In Svizzera vengono venduti circa 9'000 RLWT all'anno. Gli apparecchi ad adsorbimento rimangono un prodotto di nicchia con una stima di 2'000–3'000 unità all'anno.

Consumo energetico ed efficienza

Il fabbisogno annuo di energia elettrica è stimato, in linea di massima, a circa 100'000 MWh per i deumidificatori e a circa 85'000 MWh per i sistemi di trattamento dell'aria. Dal 2010, secondo un produttore, i deumidificatori hanno guadagnato circa il 40% in termini di efficienza, mentre secondo altri produttori il guadagno è stato del 10-20% (tra l'altro grazie a compressori migliori, ventilatori EC/DC, scambiatori di calore più grandi e regolazioni più intelligenti).

Per quanto riguarda i sistemi di trattamento dell'aria, i progressi sono minori; secondo un produttore, nel 2024 alcuni modelli hanno raggiunto notevoli guadagni in termini di efficienza grazie a un nuovo sistema di controllo e al refrigerante R1270. Resta tuttavia da vedere se il passaggio ai refrigeranti naturali porterà in generale a un aumento dell'efficienza.

L'efficienza di un deumidificatore può essere valutata tramite il valore DER (Dehumidification Efficiency Ratio, litri/kWh). Poiché i dati sulle prestazioni vengono spesso pubblicati in condizioni di prova diverse, i risultati sono difficilmente comparabili. Per una migliore comparabilità, si raccomanda di specificare il valore DER come parametro chiave in un punto di prova realistico a 15 °C / 60 % di umidità relativa (anziché a 27 °C, che è irrealistico).

Per i RLWT si è affermata la procedura di prova del VRWT. Questa determina l'efficienza energetica secondo un metodo dinamico, simile a quello utilizzato per le asciugatrici.

Avviare la revisione della norma EN 810

La norma EN 810 definisce i metodi di misurazione per i deumidificatori ed è quindi determinante. Si raccomanda una revisione che preveda l'introduzione di un criterio di prova orientato alla pratica. Inoltre, si dovrebbe valutare l'inserimento di requisiti relativi agli igrostati e al sistema di controllo degli apparecchi (ad es. nessun funzionamento continuo, spegnimento automatico in caso di condizioni operative inefficienti).

Promozione di apparecchi efficienti

Una promozione di deumidificatori e RLWT dovrebbe includere obbligatoriamente l'efficienza (ad es. tramite il valore DER) come criterio.

Inoltre, si raccomanda di verificare se un obbligo di dichiarazione possa garantire la comparabilità degli apparecchi in condizioni operative reali.

Summary

Dehumidification technologies

There are two tried-and-tested methods for dehumidifying air: condensation dehumidifiers and adsorption dehumidifiers. Condensation dehumidifiers are particularly energy-efficient in rooms above 10 °C where the relative humidity does not need to be kept below 40% RH – for example, in living spaces, offices or standard basements. Adsorption dehumidifiers are ideal in cool conditions (below 10 °C) or where very dry air (below 40% RH) is required – for example, in museums, archives, cold stores or unheated warehouses.

Market and sales figures

The market is clearly dominated by condensation dehumidifiers. Sales estimates are imprecise: around 15 years ago, approximately 8,000 units were sold in Switzerland; today, the figure is likely to be 60,000–120,000 per year. Reasons for the growing demand include tighter building envelopes (higher indoor humidity), more heat pumps (cooler basements), better-insulated pipes (higher relative humidity for the same moisture load), more frequent heavy rain/flooding, and falling unit prices.

Room air laundry dryers (RALDs) are mainly found in Switzerland; accordingly, sales volumes are low. Around 9,000 RALDs are sold in Switzerland each year. Adsorption units remain a niche market with an estimated 2,000–3,000 units per year.

Energy consumption and efficiency

Annual electricity consumption is roughly estimated at around 100,000 MWh for dehumidifiers and around 85,000 MWh for heat recovery ventilators. Since 2010, dehumidifiers have become around 40% more efficient according to one manufacturer and 10 to 20% more efficient according to others (thanks to, among other things, better compressors, EC/DC fans, larger heat exchangers and smarter controls).

Progress has been slower for heat recovery ventilators; according to one manufacturer, some models achieved significant efficiency gains in 2024 thanks to new controls and the refrigerant R1270. However, it remains an open question whether the switch to natural refrigerants generally leads to increased efficiency.

The efficiency of a dehumidifier can be assessed using the DER value (Dehumidification Efficiency Ratio, liters/kWh). As performance data is often published under different test conditions, results are difficult to compare. To improve comparability, it is recommended that the DER value be specified as a key performance indicator at a practical test point of 15 °C / 60% RH (instead of an unrealistic 27 °C).

For RLWTs, the VRWT test procedure has become established. This determines energy efficiency using a dynamic method – similar to that used for tumble dryers.

Initiate a revision of the EN 810 standard

The EN 810 standard sets out measurement procedures for dehumidifiers and is therefore authoritative. A revision is recommended, including the introduction of a practical test criterion. Furthermore, the inclusion of requirements for hygrometers and device control should be considered (e.g. no continuous operation, automatic shut-off in inefficient operating conditions).

Promotion of efficient appliances

Any promotion of dehumidifiers and heat recovery ventilators (HRVs) must include efficiency (e.g. via the DER value) as a criterion.

It is also recommended to examine whether a declaration requirement could ensure the comparability of devices under actual operating conditions.

1. Ausgangslage

Luftentfeuchter gehören in der Schweiz zu den bedeutenden Stromverbrauchern. Bereits seit den 1990er-Jahren bestehen Bestrebungen, die Energieeffizienz dieser Geräte zu verbessern. Die aktuelle Situation zeigt jedoch, dass der Handlungsbedarf weiterhin gross ist. So regelt die Norm EN 810:1997 «Luftentfeuchter mit elektrisch angetriebenen Verdichtern – Leistungsprüfungen, Kennzeichnung, Funktionsanforderungen und technische Datenblätter» zwar die Leistungsprüfung von Luftentfeuchtern, sie wird jedoch kaum mehr angewandt und es fehlen einheitliche Gebrauchswerte. Die Energieeffizienz verschiedener Luftentfeuchter ist für Laien heute kaum mehr vergleichbar. Für Luftentfeuchter bestand zwischen 2013 und 2020 eine freiwillige Energieetikette, die mit Unterstützung von EnergieSchweiz durch Lieferanten und Hersteller eingeführt wurde. Aufgrund mangelnder Beteiligung der Branche musste dieses Instrument jedoch wieder eingestellt werden. Eine weitere Massnahme ist die Plattform www.topten.ch, welche eine Liste effizienter Luftentfeuchter führt. Ab 2021 lief zudem mit «smart-dry» ein von ProKilowatt gefördertes Austauschprogramm für effizientere Luftentfeuchter. Förderbar waren neue Ersatzgeräte, die über Hygrostaten verfügen, welche die Geräte bei erreichtem Soll-Wert automatisch ausschalten. Für das Programm mussten keine Energiewerte angegeben werden.

2. Ziel der Studie

Ziel der vorliegenden Studie, die im Auftrag von EnergieSchweiz und in Zusammenarbeit der ZHAW und der zweiweg gmbh durchgeführt wird, ist es, die aktuelle Situation von Luftentfeuchtern in der Schweiz systematisch zu untersuchen und Ansatzpunkte für eine zukünftige Steigerung der Energieeffizienz aufzuzeigen. Im Mittelpunkt steht die Erarbeitung von Effizienzkriterien und die Bewertung bestehender Mess- und Prüfverfahren unter Berücksichtigung aktueller technischer Entwicklungen und Marktbedingungen. Die Ergebnisse sollen eine fundierte Grundlage für mögliche Förderprogramme von ProKilowatt sowie für Effizienzmassnahmen der Elektrizitätslieferanten bieten. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Überprüfung und Weiterentwicklung der Norm EN 810, welche die Leistungsprüfung von Luftentfeuchtern regelt. Ziel ist es, konkrete Änderungsvorschläge zu erarbeiten, um ergänzende Messmethoden und Anforderungen in den Normtext aufzunehmen und so eine Modernisierung anzustossen. Ergänzend wird das Einsparpotenzial durch den Einsatz effizienterer Geräte untersucht sowie deren Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu älteren Modellen bewertet. Die Studie schafft damit eine belastbare Wissensbasis für künftige Förder- und Kommunikationsmassnahmen und liefert konkrete Impulse für die Weiterentwicklung von Standards und Rahmenbedingungen im Bereich energieeffizienter Luftentfeuchter.

3. Methodik

Um die aktuelle Situation auf dem Schweizer Markt für Luftentfeuchter und Raumlüftwäschetrockner fundiert einschätzen zu können, wurde eine umfassende Interviewbefragung mit führenden Herstellern und Anbietern durchgeführt. Ziel dieser Gespräche war es, detaillierte Einblicke in die bestehenden Marktstrukturen, die Entwicklung der Verkaufszahlen sowie in aktuelle technologische Trends zu erhalten. Die Marktanalyse basiert somit weitgehend auf den Ergebnissen der Gespräche mit den befragten Experten. Sie liefern eine aktuelle Einschätzung zu Marktvolumen, Technologieentwicklungen und Herausforderungen im Bereich Energieeffizienz.

Parallel zu den Interviews wurde eine systematische Recherche im Bereich der relevanten Normen und Messverfahren vorgenommen. Auf diese Weise sollte ein aktuelles Bild über die regulatorischen Rahmenbedingungen und die angewandten Prüfmethoden entstehen, das als Ergänzung zu den praktischen Markterfahrungen der befragten Unternehmen dient.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser kombinierten Untersuchung werden in den folgenden Abbildungen und Tabellen dargestellt. Sie bilden die Grundlage für die anschliessende Analyse und ermöglichen eine strukturierte Diskussion der künftigen Entwicklungen und Handlungsfelder im Schweizer Markt für Luftentfeuchtungstechnologien.

4. Trocknungs-Technologien

Zur Reduktion der Luftfeuchtigkeit stehen unterschiedliche technische Verfahren zur Verfügung. Je nach Einsatzgebiet, Umgebungsbedingungen und gewünschtem Trocknungsgrad kommen verschiedene Technologien zum Einsatz. In der Praxis haben sich insbesondere **Kondensations-** und **Adsorptionstrockner** etabliert. Beide Systeme verfolgen unterschiedliche physikalische Prinzipien zur Entfeuchtung der Luft und weisen dementsprechend spezifische Vor- und Nachteile auf. Während Kondensationstrockner vor allem in temperierten Umgebungen (über 10 °C) mit moderaten Anforderungen an die Lufttrockenheit (über 40 % rel. F) überzeugen, zeigen Adsorptionstrockner ihre Stärken in kühleren Bereichen (unter 10 °C) oder dort, wo besonders niedrige relative Luftfeuchten (unter 40 % rel. F) erreicht werden müssen.

Im Folgenden werden die beiden Technologien beschrieben und anhand ihrer Funktionsweise, Einsatzgebiete und charakteristischen Eigenschaften erläutert.

4.1 Kondensationstrockner

Ein Kondensationstrockner arbeitet nach dem Prinzip der Luftentfeuchtung mittels eines integrierten Kältekreislaufs. Im Betrieb saugt ein Ventilator zunächst die feuchte Raumluft in das Gerät hinein. Diese Luft enthält je nach Temperatur einen bestimmten Anteil an Wasserdampf, der für das menschliche Empfinden als schwül oder unangenehm wahrgenommen wird. Damit der überschüssige Wasserdampf entfernt werden kann, wird die Luft über den Verdampfer des Kältekreislaufs geleitet. Dieses Bauteil ist auf eine Temperatur gekühlt, die deutlich unterhalb des Taupunkts der Luft liegt. Sobald die Luft auf diesen Wert abgekühlt wird, kann sie die enthaltene Feuchtigkeit nicht mehr in Form von Wasserdampf halten, und es setzt Kondensation ein. Der Wasserdampf schlägt sich an den kalten Oberflächen des Verdampfers nieder, sammelt sich als Flüssigkeit und wird in einem Behälter aufgefangen oder direkt über einen Ablauf abgeführt.

Nach diesem Entfeuchtungsschritt ist die Luft zwar trockener, jedoch auch deutlich kühler als zuvor. Damit sie im Raum nicht als unangenehm kalt wahrgenommen wird und erneut in der Lage ist, Feuchtigkeit aufzunehmen, strömt sie weiter durch den Verflüssiger des Kältekreislaufs. Dort gibt das Kältemittel, das zuvor im Verdampfer verdampft ist, seine Wärme beim Kondensieren wieder ab. Diese Wärme wird an die vorbeiströmende Luft übertragen, sodass ihre Temperatur ansteigt. Entscheidend dabei ist, dass die absolute Menge an Wasserdampf in der Luft nach dem Kondensationsprozess im Verdampfer unverändert bleibt, während die Temperatur durch den Verflüssiger wieder zunimmt. Da warme Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann als kalte, sinkt mit dieser Erwärmung die relative Luftfeuchtigkeit beträchtlich.

Das Ergebnis ist eine trockene, erwärmte Luft, die nun wieder in den Raum zurückgeführt wird. Dort nimmt sie erneut Feuchtigkeit aus der Umgebung auf, wodurch sich der Kreislauf schliesst. Durch diesen kontinuierlichen Prozess wird nach und nach der gesamte Raum oder die Wäsche entfeuchtet, ohne dass ein offener Luftaustausch mit der Umgebung notwendig ist. Damit verbindet der Kondensationstrockner die Effekte

einer Klimaanlage und einer Wärmepumpe in einem kompakten System, das speziell auf die effiziente Entfeuchtung der Luft ausgelegt ist.

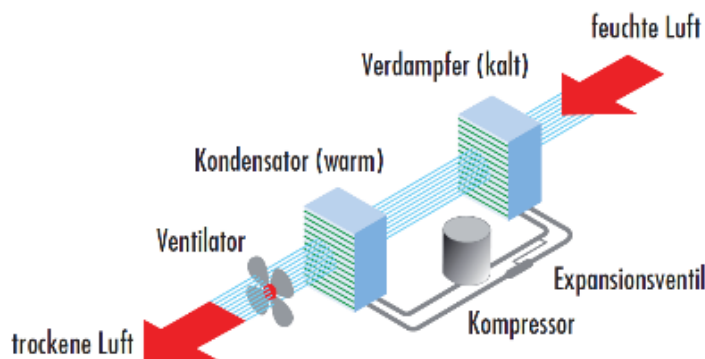


Abbildung 1:
Prinzip eines
Kondensationstrockners
(Abbildung von IG
Luftentfeuchter)

4.2 Adsorptionstrockner

Ein Adsorptionstrockner, auch Trockenmittelentfeuchter genannt, arbeitet nach einem anderen Prinzip als der Kondensationstrockner und nutzt dabei hygroskopische Stoffe wie zum Beispiel Kieselgel. Die zu entfeuchtende Prozessluft wird durch einen langsam rotierenden Rotor geleitet, der mit diesem Trockenmittel beschichtet ist. An der grossen Oberfläche des Kieselgels lagern sich die Wassermoleküle aus der Luft an, sodass die Feuchtigkeit dem Luftstrom entzogen wird. Auf diese Weise verlässt die Luft den Rotor in deutlich trockenerem Zustand.

Damit das Trockenmittel seine Wirkung dauerhaft entfalten kann, muss es regelmässig regeneriert werden. Dazu wird der Luftstrom hinter dem Rotor geteilt. Ein Teil strömt als trockene Luft wieder in den Raum oder in den vorgesehenen Prozess zurück. Der andere Teil wird gezielt als Regenerationsluft eingesetzt. Diese wird vor dem Eintritt in den Rotor erwärmt, sodass die gespeicherte Feuchtigkeit wieder aus dem Kieselgel ausgetrieben wird. Die so entstandene feuchte Abluft wird anschliessend über einen Kanal nach aussen geführt und entweicht aus dem System.

Durch die kontinuierliche Rotation des Rotors wechseln sich Aufnahme- und Regenerationsbereiche ständig ab. Dies führt zu einem gleichmässigen und ununterbrochenen Entfeuchtungsprozess. Ein Adsorptionstrockner kann auch bei niedrigen Temperaturen oder sehr geringer relativer Luftfeuchtigkeit effektiv arbeiten, wo Kondensationstrockner an ihre Grenzen stossen. Aus diesem Grund werden Trockenmittelentfeuchter häufig in industriellen Anwendungen, in Lagerräumen oder in besonders kalten Umgebungen eingesetzt, wo eine zuverlässige und konstante Entfeuchtung erforderlich ist.

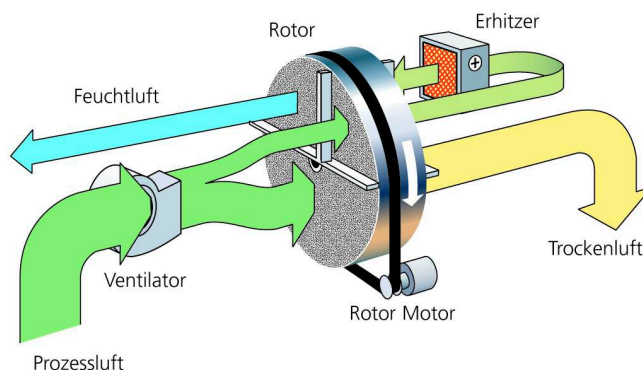


Abbildung 2:
Prinzip eines Adsorptions-
trockners
(Abbildung von
[www.scheibe-energie-
technik.de](http://www.scheibe-energie-technik.de))

4.3 Einsatzgebiete der Trocknertechnologien

Vereinfacht lassen sich die typischen Anwendungsbereiche wie folgt abgrenzen:

Kondensationstrockner	Adsorptionstrockner
• Besonders energieeffizient bei höheren Umgebungstemperaturen, in der Regel ab etwa 10 °C. • Sinnvoll für Anwendungen, bei denen eine relative Luftfeuchtigkeit von ca. 40 % ausreichend ist. • Typische Einsatzgebiete: Wohnräume, Büros, Lagerräume mit normalen Temperaturen, Keller mit leichter Feuchtebelastung. • Vorteil: geringerer Stromverbrauch im Vergleich zu Adsorptionstrocknern bei diesen Bedingungen.	• Besonders energieeffizient bei niedrigen Temperaturen unter etwa 10 °C, wo Kondensationstrockner nicht mehr zuverlässig arbeiten. • Geeignet für Anwendungen, bei denen sehr trockene Luft unter 40 % relativer Feuchtigkeit erforderlich ist. • Typische Einsatzgebiete: Industriehallen, Kühlhäuser, unbeheizte Lager, Museen oder Archive, wo empfindliche Materialien vor Feuchtigkeit geschützt werden müssen.

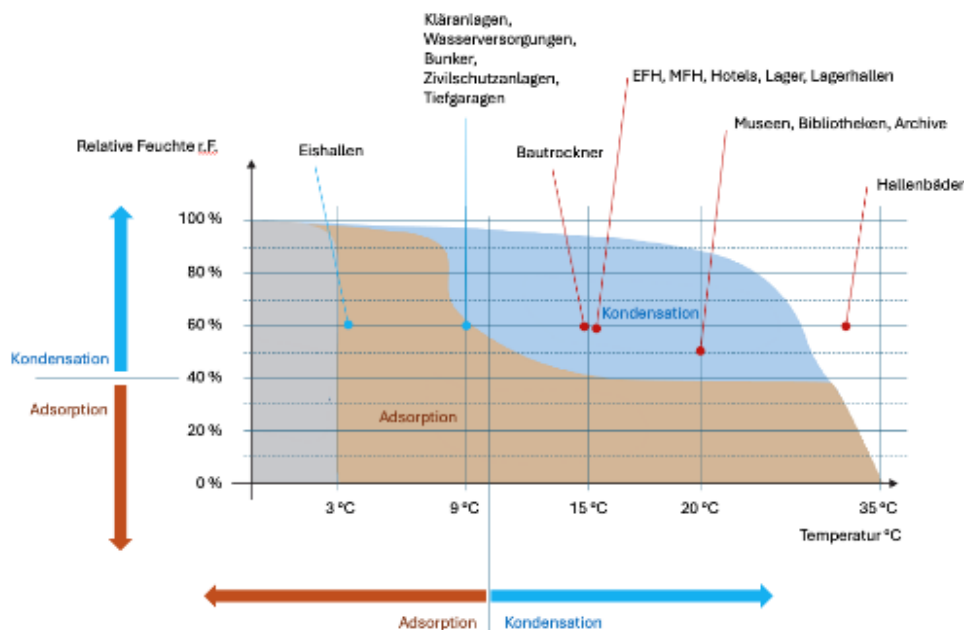


Abbildung 3:
Einsatzgebiete von
Kondensations- und
Adsorptionstrocknern
(Ursprungsgrafik
stammt von der
Danttherm Group)

5. Verkaufszahlen

Die Verkaufszahlen wurden im Rahmen der Gespräche mit den interviewten Experten abgefragt und mit weiteren Recherchen vertieft. Die Interviewpartner bestätigten dabei, dass Kondensations-Luftentfeuchter den mit Abstand grössten Teil des Marktes ausmachen. Raumlüftwäschetrockner werden fast ausschliesslich in der Schweiz eingesetzt, während Adsorptionsgeräte nur in Nischen mit Temperaturen unter 10 °C relevant sind.

5.1 Verkaufszahlen Kondensationstrockner

Die Angaben zum jährlichen Verkaufsvolumen von Kondensationstrockner sind stark divergierend und zeigen die Unsicherheiten in der Marktabschätzung deutlich auf. Während eine Studie aus dem Jahr 2012 [1] noch von lediglich rund 8'400 verkauften Geräten pro Jahr ausging, gehen aktuelle Einschätzungen von Marktakteuren davon aus, dass im Jahr 2024 zwischen 60'000 und 120'000 Luftentfeuchter in der Schweiz abgesetzt wurden.

Die grosse Bandbreite dieser Schätzungen lässt sich vor allem durch zwei Faktoren erklären: Einerseits fehlen bis heute verlässliche und kontinuierlich erhobene Marktdaten, sodass Unternehmen und Studien auf Annahmen und Teilinformationen angewiesen sind. Andererseits haben sich in den vergangenen Jahren die Vertriebswege stark verändert. Insbesondere der Onlinehandel hat als zusätzlicher Absatzkanal erheblich an Bedeutung gewonnen und die Verkaufszahlen dynamisch beeinflusst.

Ein Beispiel dafür liefern die Plattformen Galaxus und Digitec: Allein im Jahr 2024 verkauften sie in der Schweiz 91 % mehr Geräte als im Vorjahr. Verglichen mit 2020 entspricht dies sogar einer Verfünffachung der Stückzahlen [2]. Diese Entwicklung verdeutlicht, dass traditionelle Marktstudien ältere Strukturen widerspiegeln, während das tatsächliche Marktvolumen heute zunehmend durch neue, digitale Vertriebskanäle bestimmt wird.

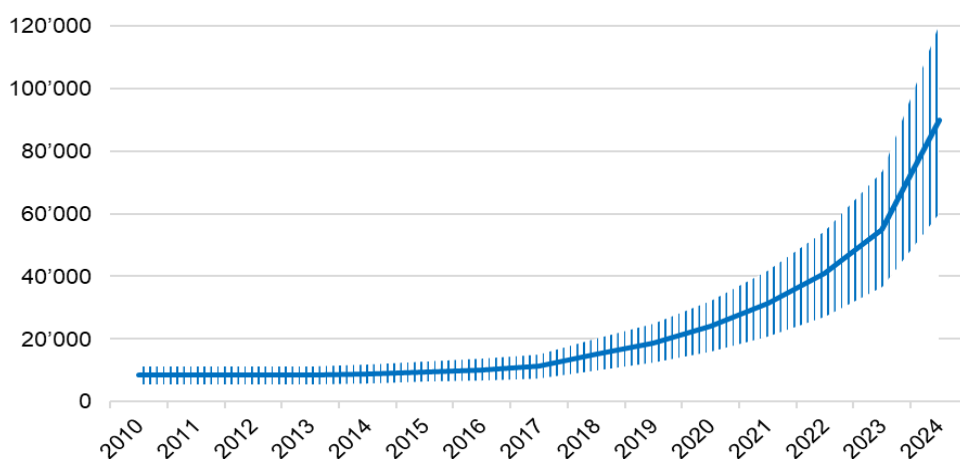


Abbildung 4: Jährliche Verkaufszahlen von Luftentfeuchtern 2010–2024 (Schätzung mit Unsicherheitsbereich)

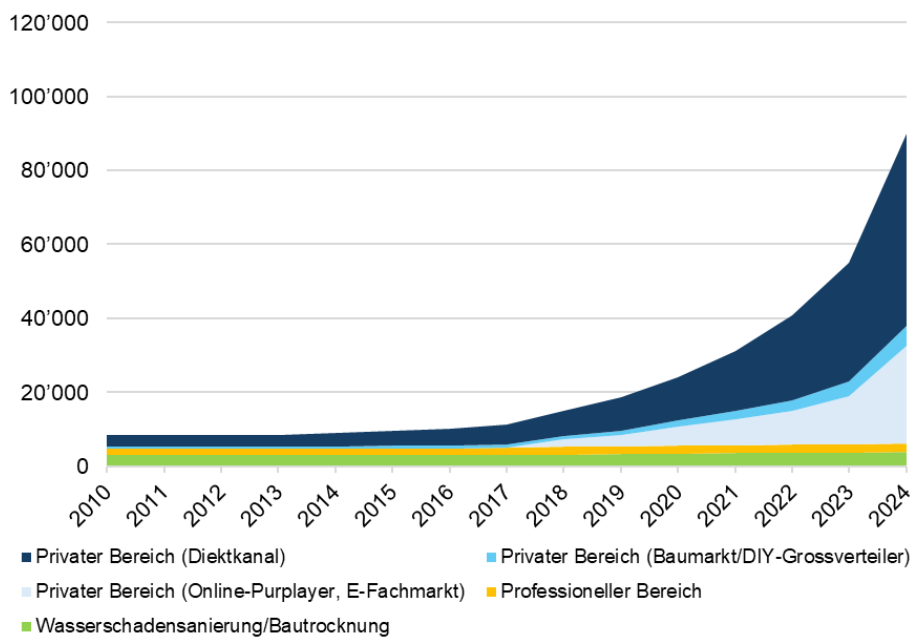


Abbildung 5: jährlich verkaufte Luftentfeuchter nach Absatzkanälen (grobe Schätzung)

Die steigende Nachfrage nach Luftentfeuchtern kann folgende Ursachen haben:

- Durch die dichtere Bauweise von Gebäuden – auch im Zuge der energetischen Gebäudesanierungen – herrschen – speziell im Sommer – höhere Luftfeuchtigkeit in den Wohnräumen. Dadurch sinkt der Luftaustausch durch die Fensterdichtungen
- Der Ersatz von klassischen Öl- und Gasheizungen durch Wärmepumpen in bestehenden Gebäuden führt dazu, dass die Abwärmen im Heizungsraum – aufgrund der tieferen Systemtemperaturen – sinken. Dadurch kühlen die Keller- und Technikräume stärker ab und die relative Luftfeuchtigkeit steigt.
- Auch (nachträglich) besser gedämmte Leitungen und niedrigere Vorlauftemperaturen führen dazu, dass Keller kühler bleiben und sich bei gleichem Feuchtegehalt der Luft eine höhere relative Luftfeuchtigkeit einstellt.
- Das Wetter in den letzten Jahren führt immer wieder zu Überschwemmungen und überfluteten Kellern und Anlagen.
- Sinkende Preise der Geräte. Heute sind Luftentfeuchter für Wohn- und Kellerräume deutlich günstiger als vor 15 Jahren. Luftentfeuchter sind heute zu einem Preis ab 200 Franken erhältlich.

Dadurch steigt der Bedarf an zusätzlicher Entfeuchtung.

5.2 Verkaufszahlen Adsorptionstrockner

Schätzungen gehen von lediglich rund 2'000 bis 3'000 verkauften Einheiten pro Jahr aus. Damit macht dieses Segment nur einen sehr kleinen Anteil am Gesamtmarkt aus und liegt deutlich unter den Verkaufszahlen von Kondensationstrockner.

Die vergleichsweise geringen Stückzahlen erklären sich durch die spezifischen Einsatzgebiete von Adsorptionstrocknern. Diese Geräte werden in der Regel nur dort eingesetzt, wo besondere Anforderungen an die Entfeuchtung bestehen – etwa in sehr kühlen Umgebungen oder in Anwendungen, in denen niedrige relative Luftfeuchten erforderlich sind. Für den breiten privaten Einsatz sind sie hingegen weniger relevant, da Kondensationstrockner in den meisten Alltagssituationen energieeffizienter arbeiten.

5.3 Verkaufszahlen Raumlufthäschetrockner

Der Absatz von Raumlufthäschetrocknern ist im Gegensatz zu den übrigen Entfeuchtungstechnologien gut dokumentiert, da entsprechende Zahlen regelmässig in der Statistik des FEA erfasst werden. Die Verkaufszahlen liegen seit mehreren Jahren relativ stabil im Bereich von 8'500 bis 9'500 Geräten pro Jahr und zeigen damit ein konstantes Marktvolumen.

Auch die Marktviefalt ist bei den Raumlufthäschetrocknern überschaubar. Es wird davon ausgegangen, dass derzeit rund 30 verschiedene Modelle im Handel verfügbar sind. Dies deutet auf eine klar strukturierte Angebotslandschaft hin, die im Wesentlichen von einigen wenigen Herstellern geprägt wird.

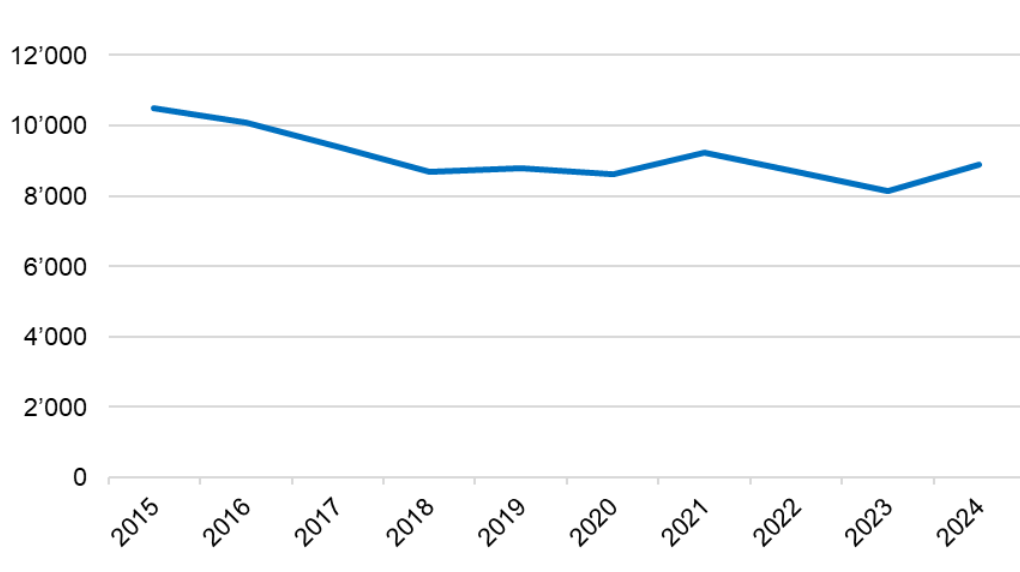


Abbildung 6: jährlich verkaufte Raumlufthäschetrockner (Quelle: FEA)

6. Jährlicher Energieverbrauch der Luftentfeuchter

6.1 Jährlicher Energieverbrauch der Luftentfeuchter

Wie erläutert sind die Marktdaten bei den Entfeuchtern sehr unsicher. Zudem war es den Herstellern und Lieferanten nicht möglich das Modell der Berechnung und die hinterlegten Werte (siehe Anhang G) zu prüfen und mit ihrem Wissen die Qualität der verwendeten Daten zu verbessern. Aktuell schätzen wir, dass die Luftentfeuchter jährlich rund 100'000 MWh Strom benötigen. Im Anhang G ist die Berechnung und die Datengrundlage beschrieben.

6.2 Jährlicher Energieverbrauch der Raumlufthwäschetrockner

Die Marktdaten bei den RLWT sind gut dokumentiert. Leider war es den Herstellern und Lieferanten nicht möglich die Berechnung zu prüfen und mit ihrem Wissen die Qualität der verwendeten Daten zu verbessern. Aktuell schätzen wir, dass die RLWT jährlich rund 85'000 MWh Strom benötigen. Im Anhang H ist die Berechnung beschrieben.

7. Lebensdauer der Geräte

Die typische Lebensdauer von Entfeuchtungsgeräten ist stark vom Gerätetyp und der jeweiligen Qualität abhängig.

- Raumlufthwäschetrockner gelten als besonders langlebig: Sie erreichen im Durchschnitt 10 bis 20 Jahre, einzelne hochwertige Modelle können sogar eine Lebensdauer von bis zu 40 Jahren erreichen.
- Professionelle Luftentfeuchter, die in industriellen oder gewerblichen Anwendungen eingesetzt werden, weisen in der Regel eine Nutzungsdauer von etwa 12 bis 15 Jahren auf. Demgegenüber stehen günstige Klein-Luftentfeuchter, die vor allem für den privaten Gelegenheitsgebrauch bestimmt sind. Ihre Lebensdauer ist deutlich kürzer und liegt meist nur bei 5 bis 8 Jahren, bevor ein Ersatz erforderlich wird.

Eine wesentliche Einflussgrösse auf die tatsächliche Lebensdauer ist die Reparaturfähigkeit der Geräte. Hochwertige Luftentfeuchter, bei denen Ersatzteile verfügbar sind und Reparaturen technisch wie wirtschaftlich sinnvoll durchgeführt werden können, erreichen oftmals deutlich längere Einsatzzeiten. Geräte im unteren Preissegment sind dagegen meist nicht auf eine Reparatur ausgelegt, was ihre Lebensdauer erheblich einschränkt und zu einem schnelleren Ersatz führt.

Die typischen Laufzeiten von Luftentfeuchter liegen im Wohnbereich bei etwa 3–4 Stunden pro Tag, was rund 1500 Betriebsstunden pro Jahr entspricht. In industriellen Anwendungen variieren die Einsatzzeiten stark.

8. Energieeffizienz der Geräte

8.1 Entwicklung

Seit 2010 ist der Strombedarf typischer Luftentfeuchter gesunken. Ein Hersteller beziffert die Effizienzsteigerung bei seinen Produkten gegen 40 %. Im Schnitt dürfte die Effizienzsteigerung jedoch deutlich tiefer – im Bereich von 10 bis 20 % - ausgefallen sein. Möglich wurde dies durch verschiedene technologische Weiterentwicklungen:

- effizientere Verdichter
- moderne EC-/DC-Ventilatoren
- grössere Wärmeübertrager

- intelligente Regelungen (z. B. Bedarfstauwärme, Wäscheerkennung, variable Lüfterdrehzahl)

Bei Raumluftwäschetrocknern sind die Fortschritte insgesamt geringer.

Ein Hersteller konnte jedoch 2024 mit einer neuen Steuerung und dem Kältemittel R1270 bei einigen Geräten eine Effizienzsteigerung von gegen 33 % erreichen. Bezogen auf die Energieeffizienzklassen ordnen die Hersteller ihre Luftentfeuchter grösstenteils den Klassen A oder B zu, Raumluftwäschetrockner den Klassen A1. Unterschiede zwischen den Herstellern werden als gering eingeschätzt, da ineffiziente Geräte am Markt kaum noch bestehen können.

8.2 Effizienz Luftentfeuchter

Die Effizienz des Entfeuchtungsprozesses eines Luftentfeuchters wird mittels des DER-Wertes (Dehumidification Efficiency Ratio, siehe Kapitel 8.2) ermittelt. Eine einfache Markterhebung zeigt, dass der DER-Wert (l/kWh) bei der Minderheit der Geräte publiziert wird¹. Zudem wird die Entfeuchtungsleistung (l/24h) – welche aufzeigt, wie leistungsfähig ein Luftentfeuchter ist – von den Herstellern bei unterschiedlichen Prüfbedingungen angegeben und ist somit oft nicht vergleichbar:

- 30 °C, 80 % r.F. (85 % der erhobenen Geräte weisen diesen Wert aus)
- 27 °C, 80 % r.F.
- 20 °C, 60 % r.F. (62 % der erhobenen Geräte weisen diesen Wert aus)
- 15 °C, 60 % r.F. (35 % der erhobenen Geräte weisen diesen Wert aus)
- 10 °C, 70 % r.F. (7 % der erhobenen Geräte weisen diesen Wert aus)
- 10 °C, 60 % r.F.

Aufgrund des unterschiedlichen Betriebsverhaltens der einzelnen Geräte lässt sich die Entfeuchtungsleistung bei einem standardisierten Prüfpunkt (z.B. 15 °C, 60 % r.F.) nicht aus den Daten eines anderen Prüfpunkts (z.B. 30 °C, 80 % r.F.) berechnen.

Damit mit den vorhandenen Daten halbwegs eine Übersicht der Effizienz bei den verschiedenen Gerätegrössen möglich wird, haben wir die Entfeuchtungsleistung beim Prüfpunkt (15 °C, 60 % r.F.) zugrunde gelegt. Bei den Geräten, bei denen dieser Wert nicht vorlag, haben wir die Entfeuchtungsleistung bei 15 °C, 60 % r.F. mittels einer statistischen Annäherung² abgeschätzt. Die Ungenauigkeit dürfte im Bereich von ± 20 % liegen. Dabei wurde der DER-Wert nicht verändert.

¹ Im Rahmen der Studie wurden die Daten von 55 Luftentfeuchtern erhoben. Von diesen wurden von 20 Geräten (36 %) der DER-Wert in den Verkaufsunterlagen gefunden. Bei den Restlichen 35 Geräten (64 %) war kein DER-Wert angegeben.

² Für die Annäherung wurden bei Geräten, bei denen die Entfeuchtungsleistung bei verschiedenen Punkten (z.B. 30 °C, 80 % r.F. und 20 °C, 60 % r.F.) publiziert wurden, die prozentuale Veränderung der Entfeuchtungsleistung zwischen den Messpunkten berechnet. Anschliessend wurde der Mittelwert dieser Veränderung berechnet (z.B. 30 °C, 80 % r.F. nach 20 °C, 60 % r.F. = -41 %). In einem letzten Schritt wurde für die 5 Geräte, welche den DER-Wert nicht bei 15 °C, 60 % r.F. publiziert haben, die Entfeuchtungsleistung entsprechend korrigiert.

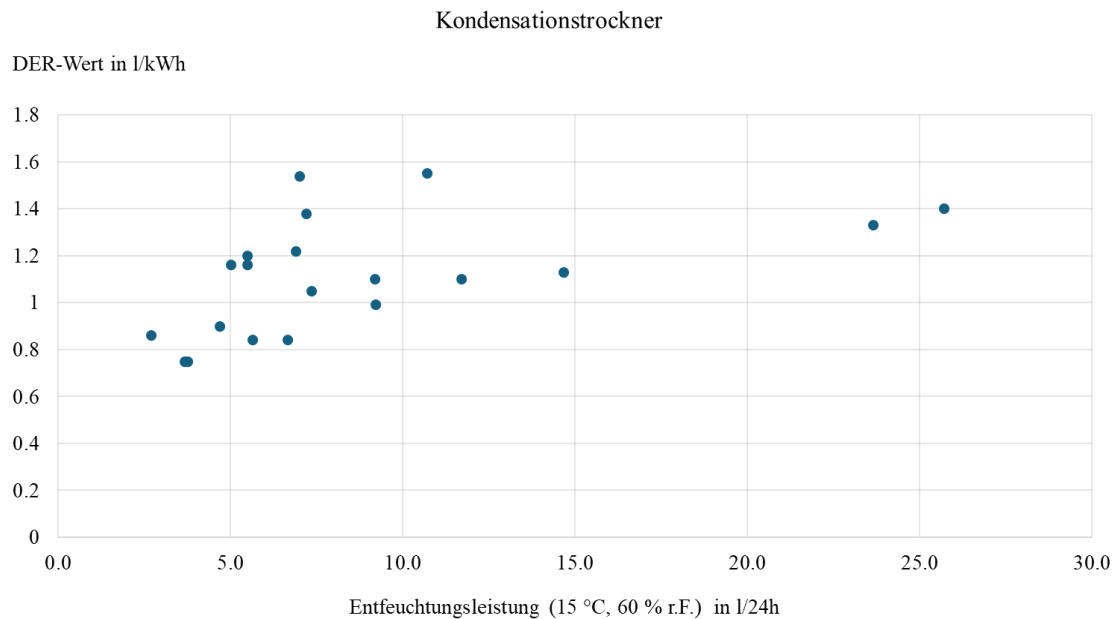


Abbildung 7: Entfeuchtungseffizienz (DER-Wert) bei unterschiedliche grossen Luftentfeuchtern
(Entfeuchtungsleistung)

8.3 Effizienz Raumluftwäschetrockner

Die Effizienz der Raumluftwäschetrockner wird über den Energieverbrauch pro kg getrocknete Wäsche definiert (kg/kWh). Die publizierten Werte liegen im Bereich zwischen 0.19 kWh/kg und 0.41 kWh/kg (siehe Abbildung 7). Dabei ist nicht bei allen publizierten Werten eindeutig klar, ob die Geräte gemäss dem Messverfahren des VRTW gemessen wurden. Wir gehen, jedoch davon aus, dass die Mehrheit der Publizierten Werte sich am Messverfahren des VRWT orientiert. Insgesamt wurden die daten von 29 Geräten erfasst.

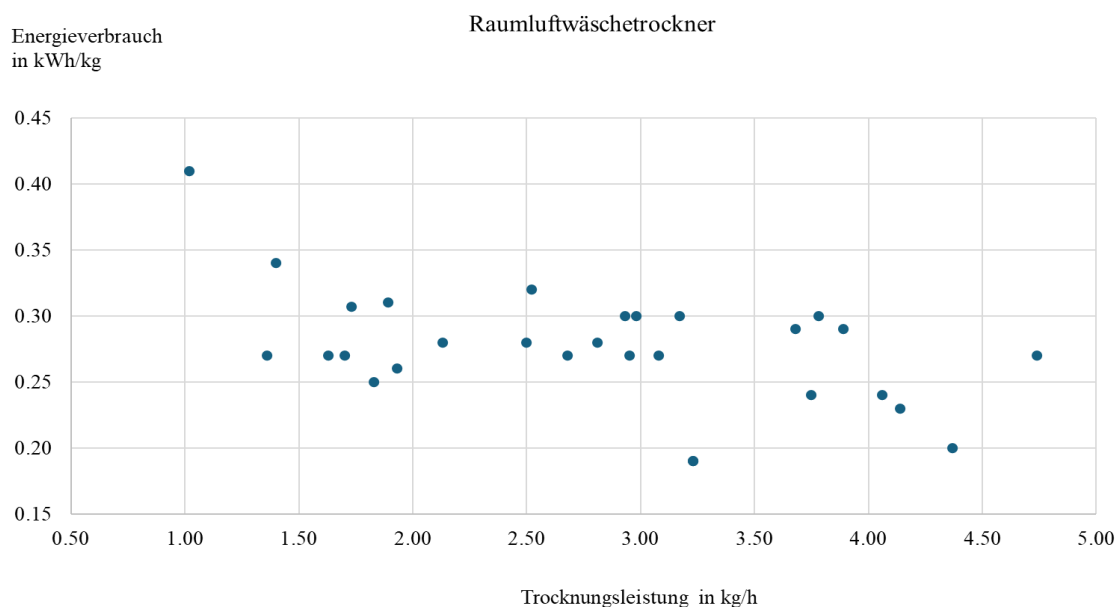


Abbildung 8: spezifischer Energieverbrauch und Trockenleistung von RLWT

8.3.1 Raumlufthäschetrockner (RLWT) vs. Tumbler

Nach Einschätzung der befragten Hersteller und Anbieter gelten Raumlufthäschetrockner in der Gesamtbetrachtung meist als stromsparender als herkömmliche Wäschetrockner (Tumbler). Dabei wird jedoch betont, dass die Gerätegruppen unterschiedliche Nutzenschwerpunkte haben:

- Raumlufthäschetrockner schonen die Wäsche, ermöglichen gleichzeitig eine Trocknung des Raumes (z. B. Keller) und sind in der Lage, grössere Chargen an Wäsche zu verarbeiten.
- Tumbler hingegen benötigen weniger Platz, können direkt in der Wohnung aufgestellt werden und bieten damit einen Komfortvorteil für Haushalte ohne separate Trockenräume.

Die Effizienzvorteile von RLWT hängen allerdings stark von der eingesetzten Steuerung und den Abschaltkriterien ab. Geräte mit Feuchtesensoren oder optimierten Zeitschaltungen arbeiten in der Regel deutlich energieeffizienter als Modelle mit einfachen, weniger präzisen Regelungen.

Eine Minderheit der Befragten vertritt die Auffassung, dass RLWT und moderne Wärmepumpen-Tumbler technologisch sehr ähnlich seien und deshalb bei vergleichbaren Einsatzbedingungen in etwa gleich effizient arbeiten könnten.

8.4 Zusatzheizung

Zusatzheizungen - ein elektrisches Widerstandsheizelement - werden bei einigen (wenigen) Luftentfeuchtern – hauptsächlich grössere Bautrockner - und bei einigen Modellen der RLWT eingesetzt. Unter den erfassten 55 Luftentfeuchtern hat (nur) ein Gerät³ eine Zusatzheizung.

Die Leistung der Zusatzheizungen liegen bei 1'000 bis 2'000 W bei Bautrocknern und 500 bis 1'000 W bei den Raumlufthäschetrockner.

Kondensationstrockner entziehen der Raumlufth Feuchtigkeit, indem sie die angesaugte Luft am Verdampfer so weit abkühlen, dass der darin enthaltene Wasserdampf kondensiert. Die dadurch getrocknete Luft wird anschliessend über den Kondensator (Verflüssiger) wieder erwärmt.

In einigen Geräten – darunter auch Raumlufthäschetrockner – ist zusätzlich eine elektrische Heizung integriert, welche die bereits entfeuchtete und am Kondensator erwärmte Luft nochmals aufheizt, bevor sie in den Raum zurückgeführt wird. Diese Zusatzheizung dient nicht dazu, die Kondensationsrate am Verdampfer zu erhöhen; die Entfeuchtungsleistung wird weiterhin primär durch die Bedingungen an diesem bestimmt: Temperaturdifferenz zwischen Luft und Kältemittel, absolute bzw. relative Feuchte der angesaugten Luft sowie der Luftmassenstrom.

Die Zusatzheizung wirkt vielmehr nachgelagert auf das Raumklima. Sinkt die Raumtemperatur zu stark ab, nehmen sowohl die Oberflächenverdunstung als auch die Entfeuchtungsleistung ab. Durch eine moderate Erwärmung der Zuluft lassen sich diese Effekte reduzieren, was insbesondere in kühleren Räumen zu einem stabileren und wirksameren Trocknungsverlauf führt.

Mit einer Zusatzheizung sinkt die relative Feuchte durch die zusätzliche Erwärmung schneller. Gleichzeitig reduziert sich jedoch häufig die Entfeuchtungsleistung bezogen auf den Energieeinsatz, also die Menge an abgeführtem Wasser pro Kilowattstunde. Dies führt zu einer geringeren energetischen Effizienz, ermöglicht jedoch aufgrund der höheren Lufttemperatur eine gesteigerte Verdunstungsrate an Bauteilen oder Wäsche.

Ohne Zusatzheizung wird lediglich die am Verflüssiger ohnehin anfallende Wärme zur Erwärmung der entfeuchteten Luft genutzt. Da diese Wärme jedoch oft nicht ausreicht, bleibt die Lufttemperatur vergleichs-

³ Entfeuchtungsleistung, 28 Liter/24h bei 30 °C, 80 % r.F, Zusatzheizung 1.75 kW

weise niedrig, was die Trocknungswirkung begrenzt. Insbesondere bei geringeren Raumtemperaturen nehmen sowohl die Verdunstung als auch die Feuchteaufnahmefähigkeit der Luft weiter ab, wodurch sich der Trocknungsprozess verlangsamt.

9. Rel. Luftfeuchtigkeit und Energieverbrauch

9.1 Einfluss der eingestellten rel. Luftfeuchtigkeit auf den Energieverbrauch

Die Einstellung der relativen Luftfeuchtigkeit hat einen entscheidenden Einfluss auf den Energiebedarf von Kondensationstrocknern. In der Praxis werden Sollwerte typischerweise zwischen 40 % und 60 % r. F. gewählt, um ein sinnvolles Gleichgewicht zwischen Energieeffizienz und Bauwerksschutz zu erreichen. Niedrigere Sollwerte führen zwar zu trockenerer Raumluft und können die Austrocknung feuchter Bauteile unterstützen, erhöhen aber vor allem die Laufzeit des Luftentfeuchters deutlich. Da der elektrische Energieverbrauch im Wesentlichen aus *Leistungsaufnahme* $\times$ *Laufzeit* resultiert, führt die längere Betriebsdauer direkt zu einem deutlich höheren Energieaufwand.

Physikalisch lässt sich dies über die Taupunkt- und Verdampfungsbedingungen erklären: Soll die Raumluft auf eine niedrigere Feuchte gebracht werden, muss sie im Verdampfer stärker abgekühlt werden, damit Wasserdampf kondensiert. Dadurch sinkt die Verdampfungstemperatur, der Druckhub im Kältekreis steigt, und die Energy Efficiency Ratio (EER) nimmt ab. Gleichzeitig reduziert sich die latente Entfeuchtungsleistung, da trockenere Luft weniger Wasserdampf enthält. In der Summe bedeutet dies: Pro Betriebsstunde wird tendenziell weniger Wasser entfernt, während gleichzeitig häufiger bzw. länger nachentfeuchtet werden muss – die Laufzeit steigt stark an und dominiert den Jahresenergieverbrauch.

Zur quantitativen Untersuchung wurde eine Jahressimulation durchgeführt, in der der Energieverbrauch eines Kondensationstrockners für verschiedene Feuchtesollwerte berechnet wurde. Die Simulation verwendet stündlich aufgelöste Wetterdaten sowie Feuchte- und Wärmeeinträge durch Infiltration und über die Raumschliessungsflächen; der genaue Modellaufbau ist in Anhang C beschrieben. Der Luftentfeuchter wurde über einen Hygrostaten geregelt, der beim Erreichen eines oberen Grenzwerts einschaltet und beim Unterschreiten eines unteren Grenzwerts wieder ausschaltet. Der Sollwert wurde dabei im Bereich 30 % bis 70 % r. F. variiert.

Die Ergebnisse zeigen einen stark überproportionalen Anstieg des Jahresenergieverbrauchs bei sinkendem Feuchtesollwert, der hauptsächlich auf die stark zunehmende Betriebsdauer zurückzuführen ist. Während der Betrieb bei 60–70 % r. F. nur kurze Laufzeiten und damit einen geringen Energieeinsatz erfordert, steigt der Bedarf bei 40–50 % r. F. bereits um ein Vielfaches. Bei einer Regelung auf 30–40 % r. F. erhöht sich die Laufzeit weiter deutlich, was den Jahresenergieverbrauch nochmals stark ansteigen lässt. Unter den in Anhang C definierten Bedingungen ergibt sich über das Jahr ein Anstieg um den Faktor 32 gegenüber dem Referenzfall 60–70 % r. F. Bei kleinen Luftentfeuchtern (geringe Entfeuchtungsleistung) können zudem Phasen auftreten, in denen das Gerät nahezu durchgehend läuft, weil der untere Grenzwert der Hysterese (z. B. 30 % r. F.) nicht mehr erreicht wird und das Gerät entsprechend nicht mehr abschaltet.

Abbildung 9 zeigt den normierten Jahresenergieverbrauch in Abhängigkeit vom Feuchtesollwert (Referenz: 60–70 % r. F.). Die gepunktete Trendlinie verdeutlicht den exponentiellen Verlauf des Energiebedarfs bei sinkendem Sollwert.

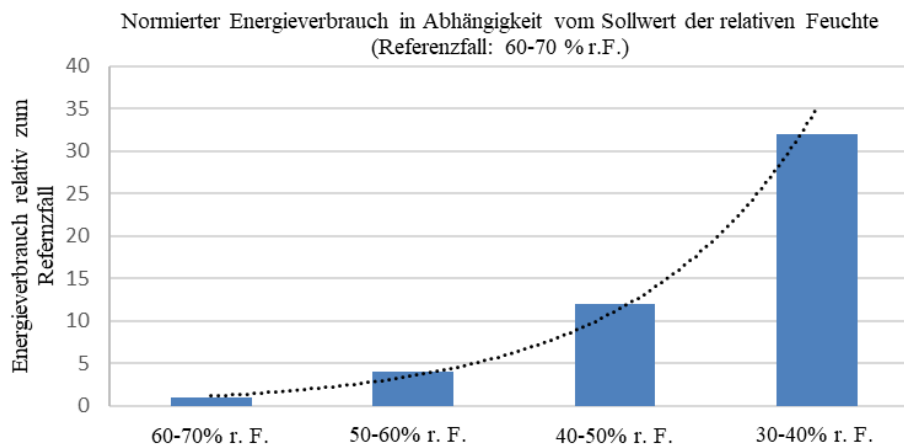


Abbildung 9: Simulierter normierter Energieverbrauch eines Kondensationstrockners in Abhängigkeit vom Sollwert der relativen Luftfeuchtigkeit

9.2 Einfluss der Hygrostaten-Genauigkeit auf den Energieverbrauch

Die Regelung von Kondensationstrocknern erfolgt üblicherweise über einen Hygrostaten mit Zweipunktregelung, der das Gerät abhängig von der gemessenen relativen Luftfeuchtigkeit ein- und ausschaltet. Überschreitet die Raumfeuchte einen oberen Schwellenwert, wird der Luftentfeuchter aktiviert; unterschreitet sie den unteren Schwellenwert, schaltet er wieder ab. Die Differenz zwischen beiden Schwellenwerten definiert die Hysterese, die in der Praxis meist zwischen $\pm 5\%$ und $\pm 10\%$ liegt, um häufiges Takten des Verdichters zu vermeiden.

In realen Anwendungen kann der Hygrostat jedoch Alterungs- und Kalibrierungsdrift aufweisen, wodurch sich die effektiven Schwellenpunkte verschieben. Ausgangspunkt ist typischerweise eine Sollhysterese von 50–60 % relativer Feuchte. Verschiebt sich diese infolge von Drift oder Messungenauigkeit beispielsweise auf 48–58 % r. F., verändert sich das Betriebsverhalten des Systems deutlich.

Diese Abweichung hat mehrere ungünstige Auswirkungen auf die Energieeffizienz:

- Der Luftentfeuchter schaltet bereits bei geringeren Feuchtwerten ein (58 % statt 60 %). Dadurch wird er häufiger aktiviert, was zu mehr Startvorgängen des Verdichters führt. Insgesamt verlängert sich dadurch die Laufzeit des Geräts, was folglich einen höheren Energieaufwand zur Folge hat.
- Der Luftentfeuchter bleibt ebenfalls länger in Betrieb, da der Abschaltzeitpunkt auf 48 % statt 50 % abgesenkt ist. In diesem Bereich niedriger relativer Feuchte ist die Kondensationsrate reduziert, während die elektrische Leistungsaufnahme nahezu konstant bleibt. Somit sinkt die spezifische Entfeuchtungsleistung (Wassermenge pro kWh) deutlich.

Wie bereits in Kapitel 9.1 gezeigt wurde, steigt der Energieverbrauch eines Kondensationstrockners mit sinkender relativer Feuchte überproportional an. Entsprechend führt eine Hystereseverschiebung nach unten dazu, dass das Gerät häufiger und länger in ineffizienten Betriebsbereichen arbeitet. Die mittlere Raumfeuchte über das Jahr verändert sich dabei kaum – der Energiebedarf hingegen steigt spürbar.

Dies wird in Abbildungen 10 und 11 verdeutlicht, welche den simulierten jährlichen Verlauf der relativen Luftfeuchtigkeit sowie des normierten Energieverbrauchs in einem Keller mit und ohne Abweichung des Hygrostaten zeigen. Bereits eine Abweichung von lediglich 2 % führt dabei zu einer relativen Erhöhung des jährlichen Energieverbrauchs im Extremfall um etwa 40 %.

Eine präzise und stabile Hygrostatenregelung ist somit entscheidend für den energieeffizienten Betrieb. Regelmässige Kalibrierungen sowie der Einsatz adaptiver Regelstrategien, die Temperatur- und Feuchteabhängigkeiten berücksichtigen, können helfen, unnötige Laufzeiten zu vermeiden und den Stromverbrauch signifikant zu reduzieren. In der Praxis dürfte jedoch eine Nachkalibrierung im Betrieb kaum auf Akzeptanz stossen.

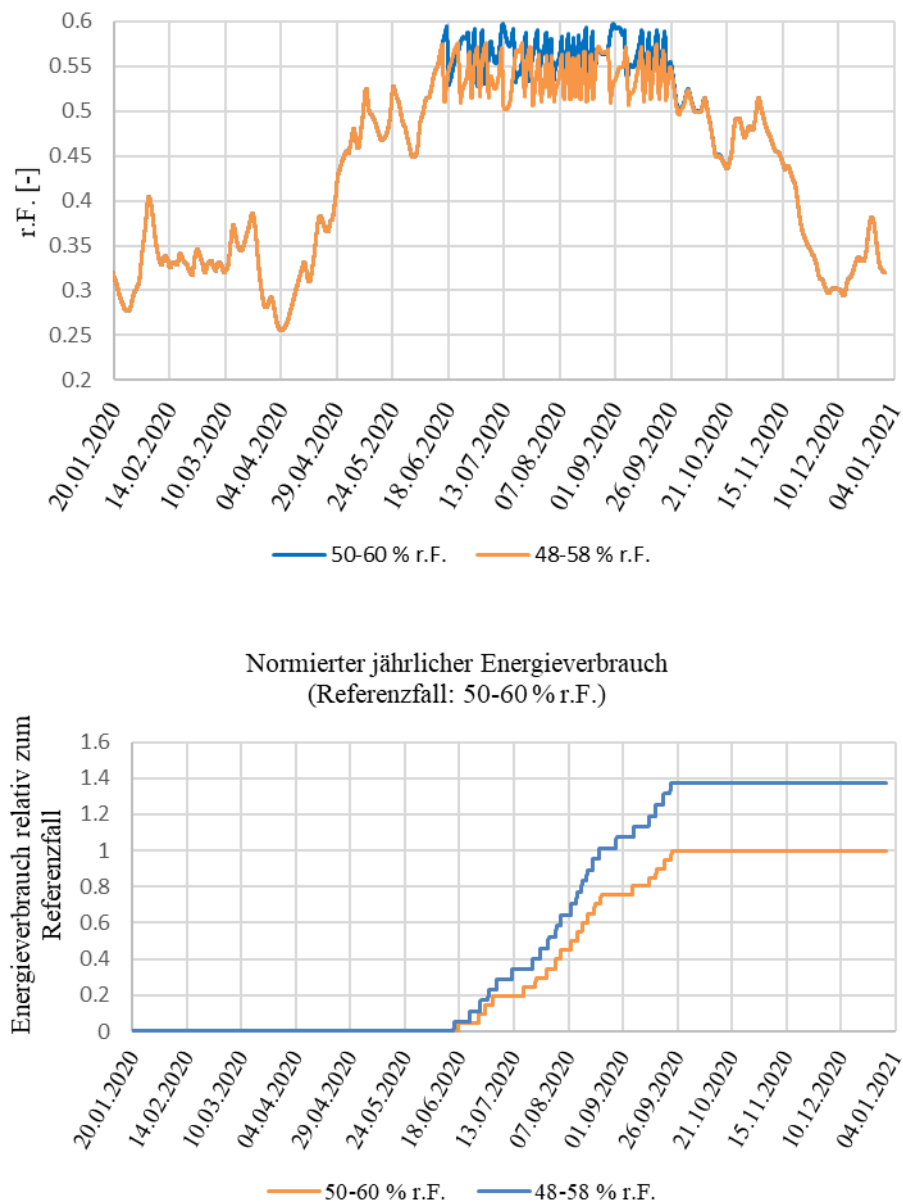


Abbildung 10: Simulierter jährlicher Verlauf der relativen Luftfeuchtigkeit in einem Keller (oben) sowie normierter Energieverbrauch (unten) mit und ohne Hystereseverschiebung

9.3 Künftige Entwicklungen und Kältemittel

Die Regelungen der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) führen dazu, dass ozon-schichtabbauende und stark klimaerwärmende Kältemittel zunehmend ersetzt werden mit natürlichen Kältemitteln wie R290 und R1270. Diese bieten ein niedriges Treibhauspotenzial und können in manchen Anwendungen Effizienzgewinne ermöglichen.

Gleichzeitig bestehen wesentliche Herausforderungen:

- Brennbarkeit und damit verbundene Sicherheitsauflagen
- grössere Verdichter und höhere Füllmengen erforderlich
- je nach Kältemittel und Gerätegrösse kann eine Effizienzgewinn oder eine Effizienzeinbusse resultieren, insbesondere bei Raumlufthäusetrocknern

Gemäss IEC 60335-2-89 darf die Kältemittelfüllmenge an brennbaren Kältemittel (z.B. R290 oder R1270) in Geräten mit einer eingebauten Kältemittelleinheit das 13-fache der LFL (Lower Flammability Limit) nicht überschreiten. Für Propan wären das $0.038 \times 13 = 494$ Gramm.

Wärmetauscher in konventionellen Kaltwassersätzen arbeiten heute mit 0,12 bis 0,2 kg Propan pro kW Kälteleistung. Neue Low-Charge-Ausführungen der nötigen hingegen nur noch 0,01 bis 0,10 kg/kW, also erheblich weniger Propan [10]. Bei einer heute typischen Füllmenge von 150 gr. Propan pro kW sind somit Geräte mit einer Kühlleistung 3.3 kW möglich und künftig - mit 10 gr. Propan pro kW - sind somit Geräte bis zu 50 kW Kühlleistung denkbar.

10. Wirtschaftlichkeit und Preise

Energieeffiziente Neuentwicklungen sind in der Anschaffung tendenziell etwas teurer. Der Preisaufschlag resultiert gemäss den Herstellern vor allem aus der aufwendigeren Regeltechnik sowie aus den zusätzlichen Anforderungen beim Umgang mit A3-Kältemitteln (z. B. R290 oder R1270). Im mittleren Preissegment unterscheiden sich die Angebote der Hersteller jedoch nur geringfügig, sodass Preisunterschiede am Markt eine hohe Sensibilität bei den Kunden auslösen können.

Beispiel RLWT

Anhand der Raumlufthäusetrockner wurden die Preise von Modellen 2015 (mit synthetischen Kältemitteln) und Modellen 2025 (mit natürlichen Kältemitteln) eines Herstellers ermittelt. Es sind nicht die Preisempfehlungen des Herstellers, sondern die günstigsten Preise aufgelistet. Zudem muss berücksichtigt werden, dass die Preise der Modelle 2015 vergünstigte «Abverkaufspreise» sein können.

Ein direkter Vergleich der Geräte ist insofern schwer, weil diese sich bezüglich ihrer Performance (Energieverbrauch in kWh/kg und Trockenleistung kg/h) unterscheiden. Die Abbildung 11 zeigt, dass die Preise der RLWT, bei ähnlicher Performance in ähnlicher Höhe liegen.

Modell	Kältemittel	Grösse Wäschemenge kg	Energieverbrauch 60 % r.F. kWh/kg	Trocknungsleistung 60 % r.F. kg/h	Preis (inkl. MWSt.) CHF
«Modell 2015»	R134a	7.5	0.27	1.36	1'700.-
«Modell 2025»	R1270	7.5	0.28	2.13	2'000.-
«Modell 2015»	R407C	10	0.30	2.98	2'290.-
«Modell 2025»	R1270	10	0.28	2.81	2'220.-
«Modell 2015»	R407C	15	0.30	3.17	2'870.-
«Modell 2025»	R1270	15	0.24	3.75	3'150.-
«Modell 2015»	R407C	20	0.27	3.08	3'500.-
«Modell 2025»	R1270	20	0.23	4.14	3'750.-

Abbildung 11: Preise RLWT von Modellen 2015 und 2025

10.1 Betriebskosten von Raumlufwäschetrocknern

Bei Raumlufwäschetrocknern in einem Einfamilienhaus liegen die jährlichen Betriebskosten gemäss den Experten typischerweise im Bereich von 100 Franken pro Jahr, bei einem Mehrfamilienhaus liegen sie im Bereich von 200 bis 300 Franken.

Die Gesamtkostenbetrachtung⁴ über 15 Jahre zeigt, dass bei den neuen Modellen (Modelle 2025) die grossen Geräte tendenziell tiefere Gesamtkosten aufweisen und bei den kleinen Geräten die Gesamtkosten, aufgrund der höheren Investitionskosten leicht höher sind als die alten Modelle (Modelle 2015). – siehe Abbildung 13.

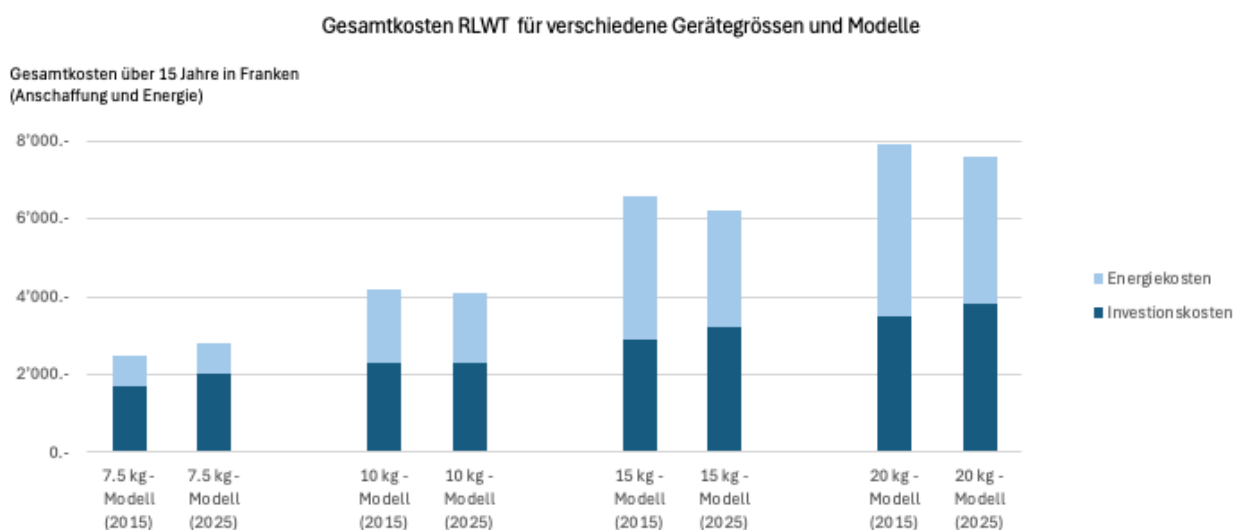


Abbildung 12: Gesamtkosten (Anschaffung und Energiekosten) über 15 Jahre von RLWT bei unterschiedlicher Nutzungsintensität (Einfamilienhaus EFH und Mehrfamilienhaus MFH).

⁴ Die Berechnung basiert auf folgenden Annahmen: Gerätegrössen: 7,5, 10, 15 und 20 kg; Nutzung: 4, 9, 18 und 24 Maschinen Wäsche pro Woche; Restfeuchtegehalt der Wäsche nach dem Waschen von 60 %; Restfeuchte der Wäsche nach dem Trocknen von 40 % (schranktrockene Wäsche); Korrekturfaktor Feuchte (Ideal-Praxis) 1.5; Nutzungsdauer 15 Jahre und Strompreis 27 Rp./kWh

10.2 Gesamtkosten von Luftentfeuchtern

Die Gesamtkosten⁵ eines Luftentfeuchters über dessen Lebensdauer setzen sich aus den Anschaffungskosten und den Energiekosten zusammen. In den folgenden beiden Abbildungen zeigen die Gesamtkosten für «kleine» Luftentfeuchter und «mittelgrosse» Luftentfeuchter über ihre Lebensdauer. Bei den 20 untersuchten Luftentfeuchtern zeigt sich, dass speziell bei den Geräten mit einem Anschaffungspreis von weniger als 500 Franken, die Kosten für die Energie, die der Anschaffung deutlich übersteigen. Es gibt aber auch drei (eher teure) Geräte, bei denen die Anschaffungskosten von den Gesamtkosten 60% oder mehr betragen.

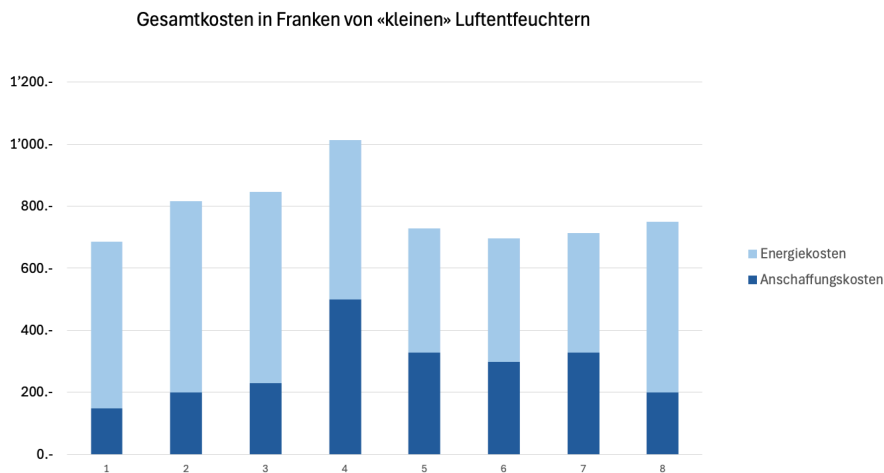


Abbildung 13:

Gesamtkosten (Anschaffungskosten und Energiekosten) kleine Luftentfeuchter mit einer Entfeuchtungsleistung von weniger als 6 l/24 und einer angenommenen Lebensdauer von 6 Jahren.

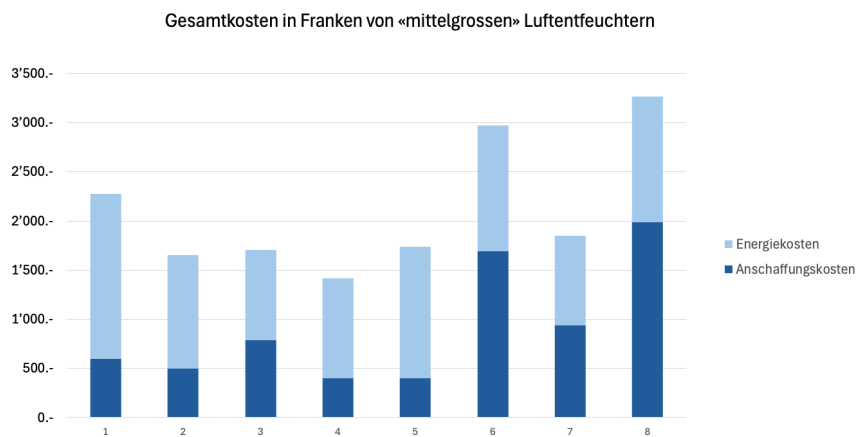


Abbildung 14:

Gesamtkosten (Anschaffungskosten und Energiekosten) «mittelgrosse» Luftentfeuchter mit einer Entfeuchtungsleistung von 6 bis 16 l/24 und einer angenommenen Lebensdauer von 10 Jahren.

⁵ Annahmen: Für die Berechnung der Gesamtkosten wurden die 16 Luftentfeuchter in zwei Gruppen eingeteilt:

Gruppe 1: Entfeuchtungsleistung von weniger als 6 l/24, Lebensdauer 6 Jahre
Mittelwert der Entfeuchtungsleistung = 4.6 l/24 h (15 °C/60 % r.F.),
Betriebsdauer 1'500 Stunden pro Jahr
> zu entfeuchtende Wassermenge = 285 Liter/Jahr.

Gruppe 2: Entfeuchtungsleistung von 6 bis 16 l/24, Lebensdauer: 10 Jahre
Mittelwert der Entfeuchtungsleistung = 8.3 l/24 h (15 °C/60 % r.F.),
Betriebsdauer 1'500 Stunden pro Jahr
> zu entfeuchtende Wassermenge = 521 Liter/Jahr.

Strompreis 27 Rp./kWh

10.3 Einsparungspotential

Relevante Einsparpotenziale ergeben sich gemäss den Experten insbesondere beim Ersatz alter Bautrockner oder bei Geräten, die falsch dimensioniert sind. In diesen Fällen kann durch effizientere Modelle und eine korrekte Auslegung sowohl der Energieverbrauch als auch die Betriebskosten deutlich reduziert werden.

Ein weiterer Punkt ist der «richtige» Betrieb der Geräte durch die Nutzenden. Zentral dabei ist, dass die Luftfeuchtigkeit so tief wie für den jeweiligen Raum und dessen Zweck notwendig und so hoch wie möglich eingestellt wird. Dies wird in Kapitel 9 anhand der durchgeführten Simulationen verdeutlicht.

11. Nutzerverhalten

11.1 Kaufentscheid

Nach Einschätzung der befragten Hersteller gilt Energieeffizienz heute als selbstverständlich. Während das Thema vor 10–15 Jahren noch ein zentrales Verkaufsargument darstellte, spielt es im aktuellen Marktgeschehen eine deutlich geringere Rolle. Die Kaufentscheidungen werden heute primär durch andere Kriterien beeinflusst:

- Preis – Kunden reagieren sensibel auf Kostenunterschiede, insbesondere im mittleren Preissegment.
- Lautstärke – leise Geräte sind vor allem in Wohnumgebungen ein starkes Verkaufsargument.
- Bedienkomfort – einfache, intuitive Handhabung erhöht die Akzeptanz.
- Herkunft – die Produktion im In- oder Ausland wird von einem Teil der Kundschaft bewusst berücksichtigt.

11.2 Betrieb und Unterhalt

Für den praktischen Betrieb nennen die Hersteller mehrere Hebel, mit denen der Energieverbrauch zusätzlich gesenkt werden kann:

- eine klare Ziel-Feuchtwahl (siehe 11.14), die sich an der oberen Grenze der Entfeuchtung (z.B. 60 % r.F.) orientiert und nicht am empfohlenen Feuchtigkeitsbereich (z.B. 40 – 60 % r.F.)
- die regelmässige Reinigung von Filtern und Verdampfern,
- sowie eine einfache und verständliche Bedienung, die eine bedarfsgerechte Nutzung erleichtert.

11.3 Bedienung

In der korrekten Bedienung der Geräte liegt ein sehr grosses Effizienzpotenzial resp. eine grosse Gefahr, dass das Gerät ineffizient läuft. Wie im Kapitel 9 ausgeführt erhöht sich der Energieverbrauch bei einer zu tief gewählten relativen Luftfeuchtigkeit überproportional. Insofern spielt die Information der Nutzenden (Bedienungsanleitung) und eine einfache, selbsterklärende Bedienoberfläche bei den Geräten eine zentrale Rolle.

Im Rahmen dieses Projektes war es nicht möglich eine wissenschaftlich belastbare Untersuchung der Bedienungsfreundlichkeit der Luftentfeuchter und Raumluftwäschetrockner und der Verständlichkeit der beiliegenden Bedienungsanleitungen durchzuführen. Eine einfache Analyse zeigt jedoch, dass die Hersteller bestrebt sind die Bedienung möglichst einfach zu gestalten und die Erläuterungen in den Bedienungsanleitungen klar und einfach zu gestalten.

Die Abbildung 15 zeigt die Bedienoberfläche eines Raumluftwäschetrockners. Mit wenigen Buttons kann der RLWT bedient werden. Dabei können drei Trocknungsstufen – Antrocknen, Bügeltrocken und Schranktrocken – gewählt werden. Auf den ersten Blick ist diese Abstufung einfach und klar. Ungewiss ist, ob die Nutzenden wissen, welche Trockenstufe sie benötigen oder ob eine Vielzahl der Nutzenden einfach die trockenste Variante (Schranktrocken) wählen, weil sie nicht weiss, welche Trockenstufe für sie die richtige wäre.

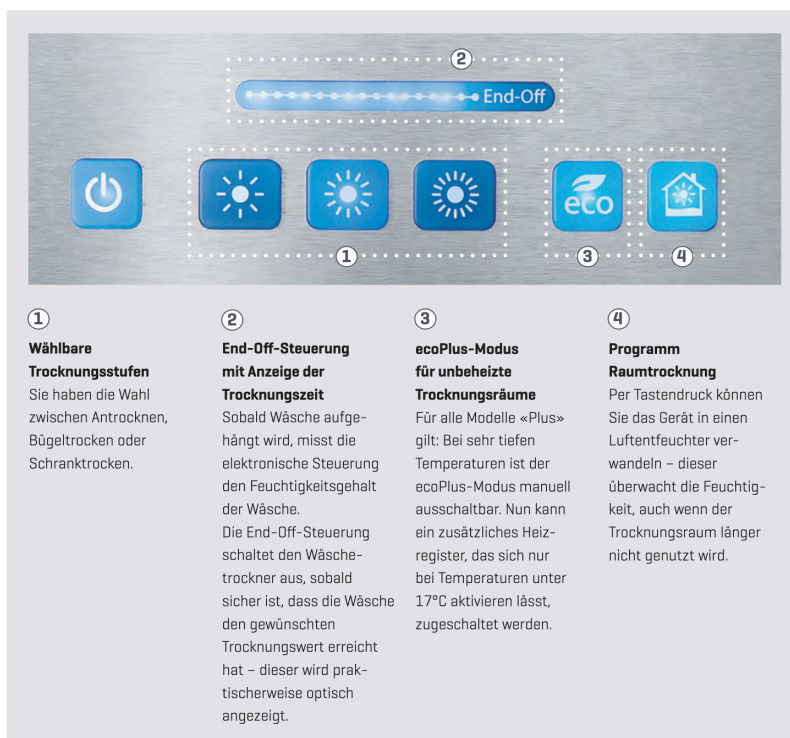


Abbildung 15:

Bedienungsfläche eines Raumluftwäschetrockners mit den Erläuterungen zu den Tasten.

Quelle: Lunor

Die Abbildung 16 zeigt die Bedienungsfläche eines Luftentfeuchters. Auch hier kann mit wenigen Tasten das Gerät einfach bedient werden. Die relative Luftfeuchtigkeit kann mit der Betriebsart eingestellt werden (1 = 90 % rel. F, bis 9 = 40 % rel. F und C = Dauerbetrieb). Auch hier stellt sich die Frage, ob die Nutzenden wissen, welche Luftfeuchtigkeit bei ihrer Nutzung die beste ist oder ob das Gerät von vielen einfach auf der höchsten Stufe (9 = 40 % rel. F) betrieben wird. In der Bedienungsanleitung (siehe Anhang) vermissen wir Hinweise zu Richtgrößen der rel. Luftfeuchtigkeit bei verschiedenen Anwendungen. Damit zeigt sich, dass zwar die Technologie die Basis für Effizienz schafft, das tatsächliche Einsparpotenzial jedoch stark vom Nutzerverhalten abhängt.



Abbildung 16: Bedienungsfläche eines Luftentfeuchters

Quelle: ecofort

11.4 Wahl der «Ziel-Feuchte»

Wie oben beschrieben, wählen viele die Einstellungen der Luftfeuchtigkeit an ihren Geräten nach persönlichem Empfinden. Dies führt in zahlreichen Fällen zu einer übermässigen Trocknung der Raumluft und zu einem unnötig hohen Energieverbrauch.

Im Gegensatz zur Temperatur – bei der allgemein bekannt ist, dass 22 °C in einem Raum als angenehm warm empfunden werden, dass man bei 32 °C Aussentemperatur schwitzt und sich bei –4 °C mit Mütze und Handschuhen schützen sollte – können die meisten Menschen die «richtige» Luftfeuchtigkeit kaum einschätzen.

Aus diesem Grund sollten Empfehlungen zur „richtigen“ Luftfeuchtigkeit resp. der Ziel-Feuchte analog zu den Empfehlungen zur „richtigen“ Raumtemperatur formuliert werden.

Auch bei Temperaturangaben wird zwischen Heizen und Kühlen unterschieden. Selbst wenn die empfohlene Raumtemperatur beispielsweise in einem Bereich zwischen 20 °C und 26 °C liegt, würde im Winter niemand einen Raum auf 26 °C aufheizen. Ebenso kühlen moderne Klimaanlage im Sommer typischerweise auf 24 °C bis 26 °C und nicht auf 20 °C [10].

Für die Entfeuchtung gilt dasselbe Prinzip: Liegt der zulässige Feuchtebereich zwischen 40 und 60 % r.F., sollte bei Bedarf auf etwa 55 bis 60 % r.F. entfeuchtet werden – nicht auf 40 % r.F. Es soll somit nicht der zulässige Feuchtebereich kommuniziert werden, sondern vielmehr der Grenzwert der Entfeuchtung.

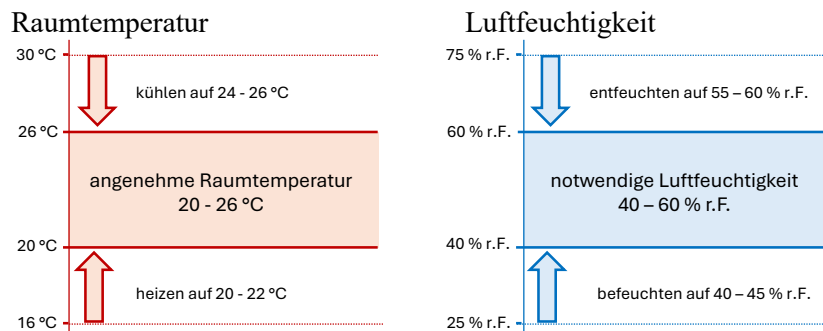


Abbildung 17: Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit: Es soll nicht der zulässige Bereich, sondern der Zielwert (Ziel-Feuchte) der jeweiligen Funktion (entfeuchten, befeuchten) vermittelt werden.

12. Messverfahren Luftentfeuchter

Während für Kondensationstrockner mehrere normierte Verfahren existieren – allen voran die EN 810 sowie darauf aufbauende nationale oder institutionelle Erweiterungen – fehlt bei Raumluftwäschetrocknern bislang ein international anerkanntes Prüfverfahren. In diesem Bereich kommen branchenspezifische Lösungen zum Einsatz, die jedoch nicht einheitlich angewandt werden. Im Folgenden werden die relevanten Verfahren für Luftentfeuchter und Raumluftwäschetrockner vorgestellt und kritisch beurteilt. Dabei wird aufgezeigt, wo die heutigen Methoden an ihre Grenzen stossen und welche Möglichkeiten für eine praxisnähere und aussagekräftigere Weiterentwicklung bestehen.

12.1 Effizienzbeurteilungen von Kondensationstrocknern

Es sind drei unterschiedliche, aber sehr ähnliche Methoden für die Effizienzbeurteilung von Kondensationstrocknern bekannt, welche im Folgenden beschrieben werden.

12.1.1 Leistungsprüfung Luftentfeuchter gemäss EN 810 / HSLU

Die aktuelle Leistungsprüfung von Kondensationstrockner in der Schweiz basiert auf der Norm EN 810 [3], welche im Jahr 1997 veröffentlicht wurde. Die Hochschule Luzern (HSLU) veröffentlichte 2012 ein ergänzendes Dokument [4], das sich auf diese Norm stützt. Darin wird der Messablauf an mobilen Luftentfeuchtern gemäss den Vorgaben der Interessensgemeinschaft Luftentfeuchter beschrieben, welches für die Energieklassierung notwendig ist.

12.1.2 Beschrieb Leistungsprüfung Luftentfeuchter gemäss EN 810

Die EN 810 legt fest, welche Arten von Luftentfeuchtern geprüft werden können, wie die Prüfeinrichtung beschaffen sein muss und welche Resultate zu liefern sind. Das Prüfverfahren sieht vor, dass der Luftentfeuchter in einem Prüfraum betrieben wird, in dem eine Luftaufbereitungsanlage konstante Temperatur- und Feuchtebedingungen sicherstellt. Während des Betriebs werden Betriebswerte wie Wassermenge in Litern sowie der Stromverbrauch in kWh erfasst. Auf Basis dieser Messwerte wird der «Dehumidification Efficiency Ratio» (DER) in l/kWh berechnet. Die Betriebsbedingungen für die Messung sind folgende:

Tabelle 1: Prüfbedingungen gemäss EN 810

Prüfbedingungen:	Komfort	Verfahren
Eintrittstemperatur ϑ_{ein}	27°C	12°C
Eintrittsfeuchte φ_{ein} ($\vartheta_{\text{TP ein}}$)	60 % r.F.	70 % r.F.

12.1.3 Leistungsprüfung Luftentfeuchter gemäss HSLU

Das von der HSLU im Jahr 2012 erstellte Dokument beschreibt im Detail, wie die Leistungsmessung im Prüflabor der HSLU durchgeführt wird. Der Prüfaufbau ist in der Abbildung 18 ersichtlich. Die Prüfbedingungen weichen dabei von jenen der EN 810 ab, indem drei neue Prüfbedingungen geschaffen wurden (siehe Tabelle 2). Es wird vermutet, dass dieser Unterschied der Prüfbedingungen der EN 810 und der Dokumentation der HSLU auf die ehemals eingeführte Energieklassifizierung in der Schweiz zurückzuführen ist.

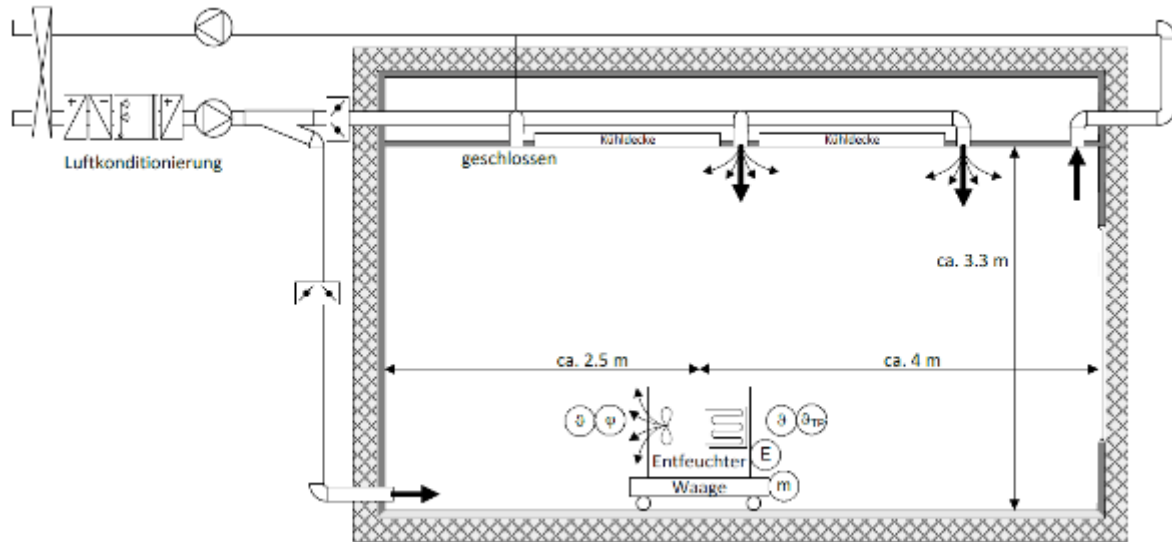


Abbildung 18: Prüfaufbau der Klimakammer der HSLU, welche für die Messung von Luftentfeuchter für die Energieklassifizierung verwendet wird.

Prüfbedingungen	MP 1	MP 2	MP 3
Eintrittstemperatur ϑ_{ein}	10 °C	15 °C	20 °C
Eintrittsfeuchte φ_{ein} ($\vartheta_{\text{TP ein}}$)	60 % r.F. (2.60 °C)	60 % r.F. (7.31 °C)	60 % r.F. (12.00 °C)

Tabelle 2: Prüfbedingungen aus dem Dokument «HP-111027-B, Ablauf der Messungen an mobilen Luftentfeuchtern für die Energieklassierung gemäss der Interessensgemeinschaft Luftentfeuchter»

12.1.4 Testverfahren Luftentfeuchter gemäss AHAM DH-1-2022

Die AHAM DH-1-2022 [5] ist ein technischer Standard, herausgegeben von der Association of Home Appliance Manufacturers (AHAM) aus den USA. Dies beschreibt ein standardisiertes Testverfahren zur Bestimmung der Entfeuchtungsleistung und des Energieverbrauchs von Luftentfeuchtern. Das grundlegende Vorgehen ist ähnlich wie die Verfahren gemäss EN 810 bzw. HSLU, unterscheidet sich jedoch in drei wesentlichen Punkten:

1. Berücksichtigung des Standby-Verbrauchs: Neben dem Stromverbrauch im Betrieb wird auch der Stromverbrauch im Standby-Modus gemessen. Dieser wird mit einem fixen Faktor gewichtet und in die Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs einbezogen.
2. Korrektur bei abweichenden Prüfbedingungen: Die Genauigkeitsanforderungen an die Sensoren und Betriebspunktstabilität während der Messung sind bei der AHAM höher als bei der EN810. Da das Verfahren während der Messung trotzdem leichte Abweichungen innerhalb der Toleranz aufweisen kann, wird eine mathematische Korrektur auf die Messresultate angewendet. Diese soll sicherstellen, dass die Resultate auch bei leicht abweichenden Bedingungen vergleichbar bleiben. (Grober Beschrieb der Korrektur im Anhang.)
3. Prüfbedingung: 18.3°C (65 °F), 60 % r.F.

Die Leistungszahl ist in diesem Standard ist nicht der DER-Wert, sondern der IEF (Integrated Energy Factor), welcher wie folgt definiert ist.

$$\text{IEF} = \frac{\text{Entfeuchtungsmenge [l]}}{\text{Energieaufwand aktiv + standby [kWh]}}$$

Die Jahres Standby-Zeiten sind $2 * 1'840.5 \text{ h}$ (1 x Off-Mode, 1 x Inactive Mode). Die aktiven Betriebsstunden sind 1'095 h/a. Die restlichen Jahresstunden sind in der Norm nicht beschrieben. Es wird vermutet, dass das Gerät in der restlichen Zeit nicht am Netz angeschlossen ist.

12.2 Effizienzbeurteilung von Adsorptionstrocknern

Aufgrund der vermuteten kleinen Menge verkaufter Adsorptionstrockner wurde dieser Bereich nicht vertieft betrachtet.

12.3 Vorschlag für einen praxisbezogenen Betriebspunkt für die Messung der Effizienz von Kondensationstrocknern

Der grundsätzliche Ansatz der EN 810, unterschiedliche Betriebsbedingungen je nach Anwendung festzulegen, wird als sinnvoll erachtet. Dadurch kann die Effizienz eines Luftentfeuchters gezielt in Bezug auf den vorgesehenen Einsatzbereich bewertet werden. Kritisch zu beurteilen ist jedoch die aktuell definierte Temperatur für den sogenannten Komfortbetrieb von 27 °C, da keine praxisrelevanten Anwendungen unter diesen Bedingungen bekannt sind. Stattdessen wird empfohlen, diesen Punkt beispielsweise auf 15 °C bei 60 % relativer Feuchte anzupassen, um realitätsnähere und aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten.

Eine Prüfung an mehreren Betriebspunkten – beispielsweise für beheizte (20 °C/ 60 %), temperierte Räume (15 °C/ 60 %) und unbeheizte Räume (10 °C/ 60 %), wie das bei der Energieetikette Luftentfeuchter von 2012 der Fall war - würde die Aussagekraft der Testergebnisse erhöhen. Allerdings verursacht die Ermittlung der Effizienz bei mehreren Betriebspunkten auch höheren Testaufwand und zusätzlichen Kosten für Hersteller und Lieferanten.

Eine alternative Möglichkeit wäre, sich an der AHAM DH-1-2022 zu orientieren. Diese verwendet einen einzigen fixen Betriebspunkt bei 18,3 °C und 60 % relativer Feuchte (18,3 °C entspricht 65 Fahrenheit), welcher typische Bedingungen von beheizten (18 – 22°C / 40 – 70 % r.F.) und unbeheizten (10 – 18°C / 60-90 % r.F.) Räumen darstellt. Da viele Luftentfeuchter in Asien produziert und dort teilweise auch geprüft werden, ist davon auszugehen, dass das Verfahren der AHAM dort bereits bekannt ist und eine Umsetzung somit besser möglich ist.

Der oder die genauen Prüfpunkte soll in Rücksprache mit den Herstellern definiert werden. Zur Diskussion wurden den Herstellern die folgenden Varianten vorgeschlagen:

Prüfbedingungen		Varianten									
		1 Prüfpunkt				2 Prüfpunkte			3 Prüfpunkte		
		Variante	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2B	3A	3B
International	30 °C / 80 % r.F.										
EN 810	27 °C / 60 % r.F.										X
Energieetikette 1	20 °C / 60 % r.F.	X					X			X	X
AHAM	18.3 °C / 60 % r.F.		X					X	X		
Energieetikette 2	15 °C / 60 % r.F.				X		X			X	
EN 810	12 °C / 70 % r.F.					X		X			X
Energieetikette 3	10 °C / 60 % r.F.								X	X	

Abbildung 19: Prüfpunkte und deren Kombination, welche den Herstellern zur Diskussion unterbreitet wurden

Darüber hinaus wurde vorgeschlagen, den in der Norm AHAM DH 1:2022 vorgesehenen Stand-by-Stromverbrauch in die Bewertung einzubeziehen. Auf diese Weise lässt sich der tatsächliche Energiebedarf über ein Jahr hinweg realistischer abschätzen. Auf die in der Norm ebenfalls vorgesehene mathematische Korrektur der Messresultate sollte hingegen nach Ansicht der Studienvertreter verzichtet werden. Diese Anpassung erfordert zusätzliche Sensorik, erhöht den technischen Aufwand und führt zu zusätzlichen Kosten, ohne dass ein entsprechender Mehrwert erkennbar wäre.

Die Befragung der Hersteller ergab eine weitgehende Einigkeit, dass die Betriebspunkte praxisgerechter definiert werden müssen. Als ideale Lösung wurde eine Prüfung an drei Messpunkten genannt:

1. Prüfpunkt: 20 °C / 60 % r.F. (Wohnräume, warme Keller im Sommer)
2. Prüfpunkt: 15 °C / 60 % r.F. (kühle Keller, Übergangszeit)
3. Prüfpunkt: 10 °C / 60 % r.F. (kalte Keller im Winter)

Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, dass eine zu grosse Anzahl an Prüfpunkten den Aufwand und die Kosten erheblich erhöht. Aus praktischer Sicht wäre es daher sinnvoll, sich auf einen praxisgerechten Betriebspunkt zu beschränken. Von den Befragten wird der Prüfpunkt **1A (20 °C / 60 % r.F.)** knapp vor dem Prüfpunkt **1C (15 °C / 60 % r.F.)** als praxisgerechteste Lösung bewertet wurde. Das Ergebnis basiert jedoch auf einigen wenigen Rückmeldungen und liefert leider keine klare Präferenz.

Neuer Prüfpunkt bei 15 °C / 60 % r.F. etablieren

Wir empfehlen daher den aus energetischer Sicht anspruchsvollere Prüfpunkt **1C (15 °C / 60 % r.F.)** als neuen Betriebspunkt zu definieren. Dieser soll der Arbeitsgruppe für die Überarbeitung der EN 810 vorgeschlagen werden.

Auf die Ermittlung des Standbys und die mathematische Korrektur gemäss AHAM verzichten

Der Vorschlag, den Standby-Stromverbrauch gemäss AHAM DH 1:2022 in die Bewertung aufzunehmen, wurde von der Mehrheit der Befragten eher kritisch gesehen und überwiegend abgelehnt. Zustimmung fand hingegen der Vorschlag, auf die in der Norm vorgesehene mathematische Korrektur der Messresultate zu verzichten.

Prüfen zusätzliche Anforderung an die Steuerung

Bei einer möglichen Aktualisierung der EN 810, sollen auch folgende Anforderungen an den Hygrostaten und die Steuerung geprüft werden:

- jedes Gerät muss mit einem Hygrostaten ausgerüstet sein,
- der Hygrostat muss eine Genauigkeit von xy % erfüllen,

- die Messgenauigkeit des Hygrostaten darf sich über die Jahre um maximal xy % verschlechtern (Alterung)
- Die Skala auf dem Hygrostaten muss so beschriftet sein, dass die Nutzenden die eingestellte Luftfeuchtigkeit in % ablesen können
- unter 40 % rel Feuchte muss der Hygrostat das Gerät ganz abschalten (Effizienz)
- Ein Dauerbetrieb (Umgehung des Hygrostaten) soll nicht möglich sein.
- Das Gerät muss über einen Ausschalter verfügen, mit dem dieses vollständig abgeschaltet und vom Netz getrennt werden kann.

13. Messverfahren Raumlufwäschetrockner

13.1 Effizienzbeurteilung von Raumlufwäschetrockner RLWT

Für Raumlufwäschetrockner existiert derzeit keine spezifische bekannte Norm zur Leistungsmessung. Als Referenz dient die EN 61121 [6], welche das Prüfverfahren für Wäschetrockner (Tumbler) beschreibt. In Anlehnung an diese Norm hat der Verein für Raumlufwäschetrockner (VRWT) eine eigene Prüfmethode entwickelt, die auf die Besonderheiten von Raumlufwäschetrocknern abgestimmt ist und eine standardisierte Leistungsbewertung ermöglichen soll

13.1.1 Prüfverfahren gemäss VRWT

Für die Leistungsmessung wird das Raumlufwäschetrocknungsgerät in einem Prüfraum aufgestellt. Anschliessend wird eine definierte Prüfbeladung in Form von Wäsche mit einer festgelegten Feuchte eingebracht. Während des gesamten Trocknungsvorgangs wird die elektrische Leistungsaufnahme kontinuierlich erfasst. Daraus lässt sich der spezifische Energieverbrauch in kWh/kg berechnen.

13.1.2 Problematik fehlender firmenunabhängiger Prüfraum

Die aktuell verwendete Prüfmethode des VRWT stammt aus dem Jahr 1998. Zum damaligen Zeitpunkt standen in Seebach zwei Prüfräume zur Verfügung: ein 17 m² grosser Raum für grosse Geräte und ein 9 m² grosser Raum für kleinere Geräte. Es ist unklar, ob diese Prüfräume heute noch existieren und ob dort weiterhin Messungen durchgeführt werden. Gemäss unseren Informationen haben die Krüger & Co AG und Lunor Kull AG eigene Prüflabore, in denen sie Geräte prüfen können.

Ein möglicher Neuaufbau eines geeigneten Prüfraumes an einem firmenunabhängigen Standort dürfte teuer sein. Zumal es in der Schweiz nur 20 bis 35 verschiedene RLWTR-Modelle gibt, die einmal geprüft werden müssten. Unter der Annahme, dass alle 10 Jahre eine neue Gerätegeneration auf den Markt kommt bedeutet das, dass jährlich nur 2 bis 4 neu Geräte geprüft werden müssen.

13.1.3 Optimierungsvorschlag RLWT

Es wird empfohlen, beim VRWT abzuklären, wie die Branche künftig die RLWT prüfen will – auch hinsichtlich einer möglichen Förderung der effizienten Geräte. Zudem sollte die fehlende Definition der Grössen (klein/gross) mit dem Verband angesprochen und geklärt werden.

14. Förderung und Förderkriterien

14.1 Empfehlung für Förderkriterien von Kondensationsentfeuchtern

Die Aussagen aus den Experteninterviews zur Förderung von Luftentfeuchtern sowie die Rückmeldungen aus der Umfrage ergeben ein uneinheitliches Bild zu einer möglichen Förderung der Luftentfeuchter.

- Die Mehrheit wünscht Sensibilisierung (richtige Feuchtwerte, Wartung) statt Finanzförderung
- einzelne Gesprächspartner halten Förderprogramme für unnötig – sie verursachen Aufwand und die Wirkung wird in Frage gestellt, sofern als Förderkriterium nur Hygrostat erforderlich ist und kein min. DER-Wert. Kriterien müssten gezielt angepasst werden.
- Zwischen den zwei Varianten «Förderung stoppen» oder «Förderung mit angepassten Kriterien weiterführen» verlangte einer der vier Antwortenden einen Förderstopp, einer fand den Förderstopp sehr schlecht und zwei schlecht (2 Hersteller/Lieferanten gaben keine Antwort).
- Falls eine Förderung künftig weitergeführt wird, wünschen alle vier die geantwortet haben, dass diese mit besseren Effizienzkriterien als bisher weitergeführt wird.
- Als möglicher Fokus wird der Ersatz von ineffizienten Bautrocknern vorgeschlagen. In diesem Bereich sind viele Geräte im Markt und die Effizienz interessiert wenig, da die (Energie-)Kosten in der Regel die Versicherung zahlt. Zudem seien oft alte ineffiziente Geräte im Einsatz.

Besteht ein Förderprogramm, sehen sich Hersteller gezwungen, daran teilzunehmen – auch wenn sie es inhaltlich nicht unterstützen –, um keinen Wettbewerbsnachteil zu erleiden. Gleichzeitig verdeutlichen die Interviews und Herstellerbefragungen, dass eine Förderung nur dann wirksam ist, wenn die Kriterien gezielt angepasst werden. Ziel sollte es sein, die Förderung auf Geräte auszurichten, die sowohl technisch effizient konstruiert sind als auch im alltäglichen Einsatz zuverlässig, energiesparend und nutzerfreundlich arbeiten. Dabei soll eine minimale Trocknungsleistung pro kWh (DER-Wert) ein Förderkriterium sein. Zudem soll eine differenzierte Einteilung der Geräte Vergleichbarkeit schaffen, da die DER-Werte mit der Entfeuchtungsleistung korrelieren (je mehr L/24h, desto höher die L/kWh).

14.1.1 Grundvoraussetzungen für eine Förderung

Effizienzanforderung	• Grundlage bildet der DER-Wert (Dehumidification Efficiency Ratio), gemessen gemäss der EN 810 jedoch beim Betriebspunkt 15 °C / 60 % relativer Feuchte. Dieser Prüfpunkt orientiert sich an realen Einsatzbedingungen und liefert praxismgerechte Vergleichswerte.
Technische Mindestanforderungen	• Alle Geräte müssen mit einem integrierten Hygrostaten ausgestattet sein, um den Betrieb automatisch an die aktuelle Luftfeuchtigkeit anzupassen.

Aus energetischer Sicht wären auch folgende Anforderungen an den Betrieb sinnvoll, um einen ineffizienten Dauerbetrieb der Geräte zu vermeiden:

Betriebsanforderungen	• Betrieb: Das Gerät darf keinen Betriebsmodus besitzen, in dem es unabhängig von der gemessenen relativen Luftfeuchte kontinuierlich betrieben wird (kein unregelter Dauerbetrieb). • Feuchte: Das Gerät muss über einen fest eingestellten Hygrostaten verfügen, der sicherstellt, dass bei einer relativen Luftfeuchte von unter 40 % automatisch abgeschaltet wird. Ein Betrieb unterhalb von 40 % r.F. darf weder möglich noch durch Nutzende übersteuerbar sein.
-----------------------	---

Die Recherche zeigt jedoch, dass die wenigsten der heute auf dem Markt angebotenen Geräte diese Betriebsanforderungen erfüllen. Deshalb soll vorerst auf entsprechende Betriebsanforderungen verzichtet werden.

Bemerkung: Auf Anregung eines Interviewpartners, wurde vorgeschlagen, eine zusätzliche Klasse von Geräten mit einer Entfeuchtungsleistung unter 2 Liter/24h einzuführen. Im Rahmen der Marktrecherche fand man jedoch keine so leistungsschwachen Geräte.

14.1.2 Vorschlag mögliche Förderkriterien in künftigen ProKilowatt-Programmen für Kondensationsentfeuchter

Förderbar ist der Ersatz von alten, mobilen Luftentfeuchtern mit einer Entfeuchtungsleistung von mehr als 6 Liter pro Tag durch mobile, neue, energieeffiziente Kondensationsentfeuchter. Der neue Kondensationsentfeuchter muss die Anforderung an den DER-Wert gemäss Tabelle A1 einhalten. Der DER-Wert (Dehumidification Efficiency Ratio) wird gemäss der Norm EN 810 gemessen, jedoch beim Betriebspunkt 15°C / 60 % relativer Feuchte. Dieser Prüfpunkt orientiert sich an realen Einsatzbedingungen in der Schweiz und liefert praxisgerechte Vergleichswerte. Im Weiteren muss der Entfeuchter mit einem integrierten Hygrostaten ausgestattet sein, der Geräte bei erreichtem Soll-Wert automatisch ausschaltet.

Kondensationsentfeuchter mit Elektrozusatzheizungen sind, nicht förderbar.

Entfeuchtungsleistung (15 °C / 60 % r.F.) [Liter/24 h]	DER-Wert [Liter/kWh]
• ≤ 6	nicht förderbar
• > 6 bis 10	> 1.15
• > 10 bis 16	> 1.20
• > 16	> 1.25

Tabelle A1: Anforderung an den DER-Wert für neue Luftentfeuchter

Die Empfehlung ist, kleine Geräte mit einer Entfeuchtungsleistung von weniger als 6 Litern pro 24 Stunden nicht zu fördern. Die Begründung liegt in ihrem typischen Einsatzbereich: Solche Luftentfeuchter werden überwiegend in Wohnräumen wie Badezimmern oder Schlafzimmern verwendet. Nach Einschätzung von Fachleuten ist eine Entfeuchtung dieser Räume jedoch nur in sehr seltenen Fällen erforderlich. Im Winter kann überschüssige Feuchtigkeit in der Regel problemlos durch regelmässiges Lüften (Stosslüften) abgeführt werden, im Sommer ohnehin.

Zudem scheint es zunehmend üblich zu sein, Wäsche in Wohnräumen, statt in dafür vorgesehenen Waschräumen zu trocknen und dafür einen Luftentfeuchter einzusetzen. Aus Sicht der Energieeffizienz ist dies jedoch keine sinnvolle Lösung und sollte daher nicht gefördert werden.

14.2 Mögliche Förderungen von anderen Entfeuchtungstechnologien

Für Absorption- oder Adsorptionsgeräte werden hier keine Förderkriterien vorgeschlagen. Gemäss BFE können Projekte zur Modernisierung solcher Entfeuchter individuell beschrieben und als Förderantrag bei einem interessierten Stromlieferanten oder bei ProKilowatt eingereicht werden.

14.3 Empfehlung für Förderkriterien von Raumluftwäschetrocknern

Die Interviews zeigen, dass die Hersteller der Raumluftwäschetrockner einer Förderung eher skeptisch gegenüberstehen. Da per November 2025 die Elektrizitätslieferanten ihre Verpflichtungen zur Steigerung der Stromeffizienz mit einem Programm, das den Ersatz eines alten Tumblers durch ein neues, effizientes Modell vorsieht, nachkommen können (standardisierte Massnahme), wurden die Unternehmen nochmals nach dem Interesse einer Förderung befragt. Von den vier Rückmeldungen befürworten zwei eine Förderung, einer lehnt diese ab und das vierte Unternehmen hat die Frage nicht beantwortet. Aus Sicht der Gleichbehandlung der Raumluftwäschetrockner mit den Tumblern soll mit dem VRWT eine mögliche Förderung nochmals diskutiert werden.

14.3.1 Grundvoraussetzungen für eine Förderung

Effizienzanforderung	• Grundlage bildet die Prüfmethode des VRWT.
Betriebsanforderungen	• Geräte dürfen keine Einstellung „Dauerbetrieb“ besitzen. • Zusatzheizungen dürfen nur bei Umgebungstemperaturen unter 17 °C einschalten und müssen jederzeit über eine separate Abschaltfunktion deaktiviert werden können.

14.3.2 Vorschlag mögliche Förderkriterien in künftigen ProKilowatt-Programmen für Raumluftwäschetrockner

Förderbar ist der Ersatz von alten Raumluftwäschetrocknern. Die neuen Raumluftwäschetrockner müssen die Anforderung an den Energieverbrauch gemäss Tabelle A2 einhalten. Der Energieverbrauch wird gemäss dem Prüfverfahren gemäss VRWT gemessen. Raumluftwäschetrockner mit elektrischer Zusatzheizung mit mehr als 100 W können, nur gefördert werden, wenn die elektrische Zusatzheizung der Prozessverbesserung dient. Die Zusatzheizung muss von den Nutzenden einfach deaktiviert werden können und sie muss sich automatisch abschalten, wenn eine bestimmte SOLL-Raumtemperatur erreicht ist (maximal 17°C). Im Weiteren muss der Raumluftwäschetrockner mit einem integrierten Hygrostaten ausgestattet sein, der Geräte bei erreichtem Soll-Wert automatisch ausschaltet.

Trocknungsleistung [kg/h]	spezifischer Energieverbrauch [kWh/kg]
• ≤ 3	≤ 0.28
• > 3	≤ 0.25

Tabelle A2: Anforderung an den spezifischen Energieverbrauch neuer Raumlufthäschetrockner

14.4 Einordnung der vorgeschlagenen Förderkriterien anhand der Marktanalyse

Zusätzlich wurde für die analysierten Luftentfeuchter und Raumlufthäschetrockner geprüft, wie viele der erfassten Geräte die vorgeschlagenen Förderkriterien erfüllen würden. Diese Auswertung erlaubt eine erste Einschätzung dazu, wie selektiv die vorgeschlagenen Anforderungen sind und ob sie einerseits genügend ambitioniert sind, andererseits aber weiterhin von einer relevanten Anzahl marktverfügbarer Geräte erreicht werden können.

Bei den Kondensationsentfeuchtern konnten nur jene Geräte berücksichtigt werden, für die ein DER-Wert vorlag. Von den 20 entsprechend beurteilbaren Geräten würden insgesamt 6 Geräte die vorgeschlagenen Förderkriterien erfüllen. Dies entspricht rund 33 %. Die förderbaren Geräte verteilen sich auf 3 Hersteller. Die vorgeschlagenen Kriterien wirken damit im Bereich der Luftentfeuchter vergleichsweise selektiv. Gleichzeitig zeigt das Ergebnis, dass durchaus Geräte auf dem Markt verfügbar sind, welche die Anforderungen erfüllen. Die Kriterien erscheinen damit grundsätzlich geeignet, eine Förderung gezielt auf effizientere Geräte zu konzentrieren, ohne den Markt vollständig auszuschliessen.

Bei den Raumlufthäschetrocknern würden von insgesamt 29 analysierten Geräten 16 Geräte gefördert. Dies entspricht rund 55 %. Die förderfähigen Geräte stammen von 6 Herstellern. Im Vergleich zu den Luftentfeuchtern ist der Anteil der förderbaren Geräte damit deutlich höher. Dies deutet darauf hin, dass die vorgeschlagenen Anforderungen für Raumlufthäschetrockner ambitioniert, aber für einen grösseren Teil des Marktes bereits erreichbar sind. Gleichzeitig bleibt auch hier eine ausreichend klare Abgrenzung zu weniger effizienten Geräten bestehen.

Insgesamt zeigen diese Ergebnisse, dass die vorgeschlagenen Förderkriterien in beiden Produktgruppen eine differenzierende Wirkung entfalten. Sie sind streng genug, um nicht den Gesamtmarkt pauschal zu fördern, lassen aber dennoch eine ausreichende Zahl förderfähiger Geräte im Markt zu. Aus Sicht der Programmgestaltung ist dies positiv zu bewerten, da die Förderung damit gezielt auf energieeffiziente Produkte ausgerichtet werden kann und gleichzeitig eine gewisse Marktbreite sowie ein Wettbewerb zwischen mehreren Herstellern erhalten bleibt.

15. Empfehlung zur Einführung einer Deklarationspflicht

Die Rückmeldungen aus den Interviews verdeutlichen den Bedarf nach einheitlichen und praxisnahen Prüfmethoden, die sowohl die tatsächlichen Einsatzbedingungen berücksichtigen als auch die Vergleichbarkeit der Geräte sicherstellen. Ergänzend wünschen sich die Marktakteure eine nachvollziehbare und transparente Auszeichnung der energieeffizientesten Produkte, welche den Konsumentinnen und Konsumenten eine fundierte Kaufentscheidung ermöglicht und den Wettbewerb zugunsten effizienter Modelle stärkt. Insofern soll eine mögliche Deklarationspflicht geprüft werden.

16. Vorschlag für die Einführung von Mindestanforderungen

Das Ziel von Mindestanforderungen sollte sein, die schlechtesten (ineffizientesten) Geräte (z.B. 20 Prozent der Geräte) aus dem Markt zu drängen und so die Effizienz des Geräteparks langfristig zu erhöhen. Ein typisches Beispiel war das Glühlampenverbot, mit dem die ineffizienten Lampen aus dem Markt genommen wurden.

Alle vier Hersteller, die bei der schriftlichen Umfrage geantwortet haben, unterstützen die Einführung eines Minimal Efficiency Standard – speziell bei den Luftentfeuchtern. Der FEA hingegen steht den geplanten Mindestanforderungen an die Effizienz der untersuchten Gerätekategorien skeptisch gegenüber. Insbesondere wird bemängelt, dass die Leistungsfähigkeit stark von den eingesetzten und gesetzlich zulässigen Kältemitteln abhängt und dieser Umstand nicht berücksichtigt wurde. Zudem erscheine es fraglich, nationale Schweizer Anforderungen festzulegen, wenn keine entsprechende EU-Grundlage besteht.

Es wird empfohlen mit einer möglichen Einführung einer einheitlichen Mindestanforderung an die Energieeffizienz sowohl bei den Luftentfeuchtern wie auch bei den Raumluftwäschetrocknern zu warten, bis im Markt die Umstellung auf die in der Luft nicht stabilen Kältemitteln (natürliche Kältemittel) stattgefunden hat. Zu diesem Zeitpunkt sollen die aktuellen Energieverbrauchswerte der Geräte ermittelt und die Grenzkurve neu berechnet werden.

16.1 Vorschlag von Mindestanforderungen für Luftentfeuchter

Der minimale DER-Werte für das Inverkehrbringen eines Luftentfeuchters könnte mittels folgender Formel ermittelt werden:

$$\text{DER-Wert}_{\text{Min.}} = 0.0205 \times P_{\text{Entfeuchtung}} + 0.8$$

DER-Wert _{Min.}	minimal erforderlicher DER-Wert in Liter/kWh bei 15 °C, 60 % r.F.
P _{Entfeuchtung}	Trocknungsleistung in Liter/24 h bei 15 °C, 60 % r.F.

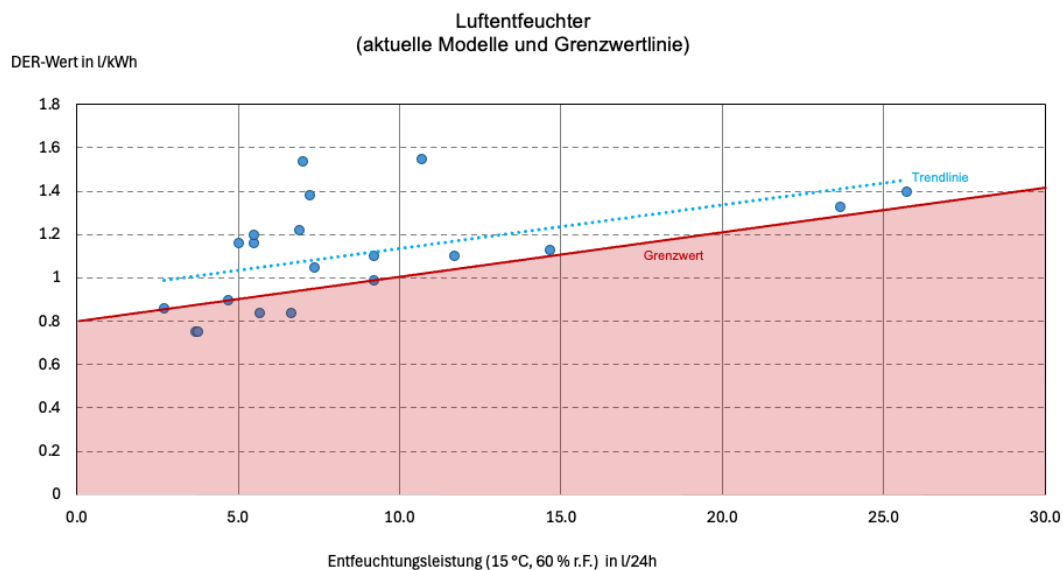


Abbildung 20: Aktuelle Luftentfeuchter (Kondensation) und die Grenzwertlinie für einen möglichen Minimal Efficiency Standard.

16.2 Vorschlag von Mindestanforderungen für RLWT

Der maximale spezifische Energieverbrauch für das Inverkehrbringen eines Raumluftwäschetrockners könnte mittels folgender Formel ermittelt werden:

$$E_{\text{Max.}} = -0.025 \times P_{\text{Trocken}} + 0.386$$

$E_{\text{Max.}}$ maximaler Energieverbrauch in kWh/kg gemäss dem Messverfahren des VRFW
 P_{Trocken} Trockenleistung in kg/h gemäss dem Messverfahren des VRFW

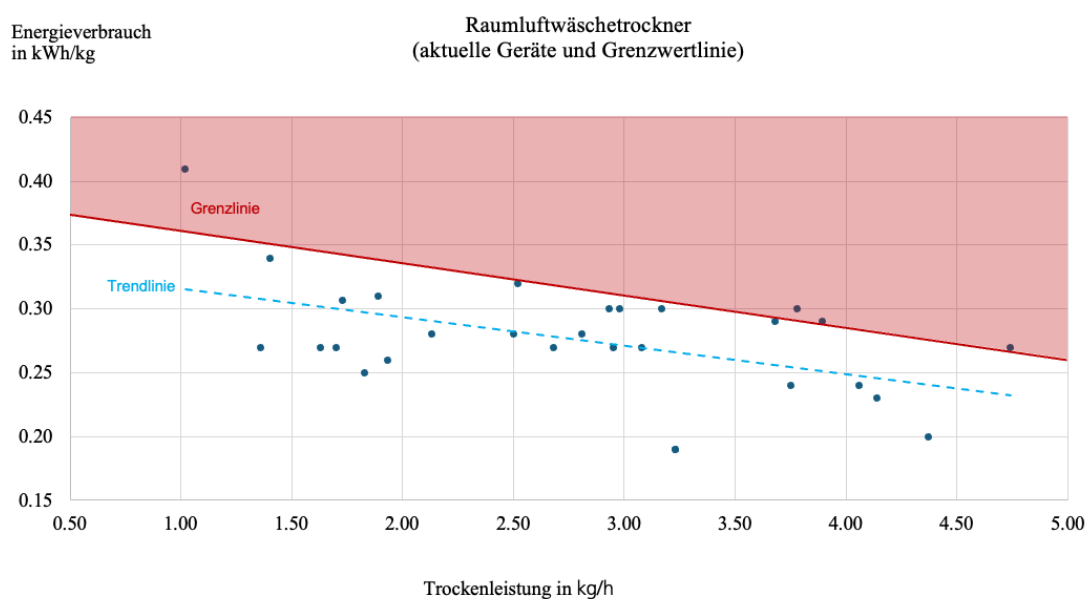


Abbildung 21: Aktuelle Raumluftwäschetrockner und die Grenzwertlinie für einen möglichen Minimal Efficiency Standard.

Literaturverzeichnis

- [1] J. Nipkow, „Energieetikette für Luftentfeuchter, Unterlagen für die Besprechung IG Luftentfeuchter mit BFE,“ 2012.
- [2] A. Hämerli, „<https://www.galaxus.ch/de/page/folge-der-unwetter-nachfrage-nach-luftentfeuchtern-steigt-sprunghaft-36429>,“ Galaxus, 2 Juli 2025. [Online]. [Zugriff am 10 September 2025].
- [3] Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV), SN-EN 810: Luftentfeuchter – Bewertungsverfahren der Gebrauchseigenschaften, 1997.
- [4] HSLU T&A, Prüfstelle Gebäudetechnik, Ablauf der Messungen an mobilen Luftentfeuchtern für die Energieklassierung gemäss der Interessengemeinschaft Luftentfeuchter, 2012
- [5] Association of Home Appliance Manufacturers (AHAM), AHAM DH-1-2022 Energy Measurement Test Procedure for Dehumidifiers, 2022
- [6] Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV), SN EN 61121:2013: Wäschetrockner für den Hausgebrauch – Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften, 2013
- [7] Konditionierung von Kellerräumen in Wohngebäuden, Merkblatt, EnergieSchweiz, 2020
- [8] Ghiaus, C. (2014). Linear algebra solution to psychrometric analysis of air-conditioning systems. *Energy*, 74, 555–566. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.07.021>
- [9] Bellenger L, Bruning S, Pedersen C, Romine T, Wilkins C. Nonresidential cooling and heating load calculation procedures. In: ASHRAE handbook: fundamentals; 2001. ISBN-10: 1931862516, USA.
- [10] Fachbuch Klimakälte heute, SWKI, 2026

Winterthur, 27. April 2026, rev. 4. Juni 2026

Anhang A: Übersicht Berechnungsverfahren AHAM Mathematische Korrektur

Messgrössen

Tt	Trockenkugeltemperatur
Tf	Feuchtekugeltemperatur
U	Spannung
I	Strom
Messdauer	Zeit
m	Kondensatmenge
Patm	Atmosphärendruck
Pom	Leistung «off-cycle mode»
Pim	Leistung «Inactive mode»

Berechnung Trockungsleistung

$$Cr = Ct + 0.0352 * Ct * (18.3 - Tt) + 0.0169 * Ct * (60 - Hc)$$

Wobei:

- Cr = Korrigierte Kapazität bei 18.3°C und 60% r.F. in l/24h.
- Ct = Kapazität berechnet aus den Messdaten in l/24h.
- Hc = Durchschnittliche relative Feuchte korrigiert mit dem Atmosphärendruck

$$Ct = \frac{m [kg]}{1000 * \rho} * \frac{24h}{\text{Messdauer [h]}}$$

$$Hc = Ht * (1 + 0.0083 * (1013.25 - Patm))$$

Wobei:

- Ht = relative Feuchte bei gemessener Trocken- und Feuchtkugeltemperatur (Tt/Tf) referenziert auf die Meereshöhe (Tabelle 2 aus Norm)

Berechnung Stand-by Modus

$$Estby = ((Pom * hom) + (Pim * him))$$

Wobei:

- Estby = Jahresenergieverbrauch für den «off-cycle mode» und dem «inactive mode»
- hom = 1840.5 Stunden pro Jahr im «off-cycle mode»
- him = 1840.5 Stunden pro Jahr im «inaktive mode»

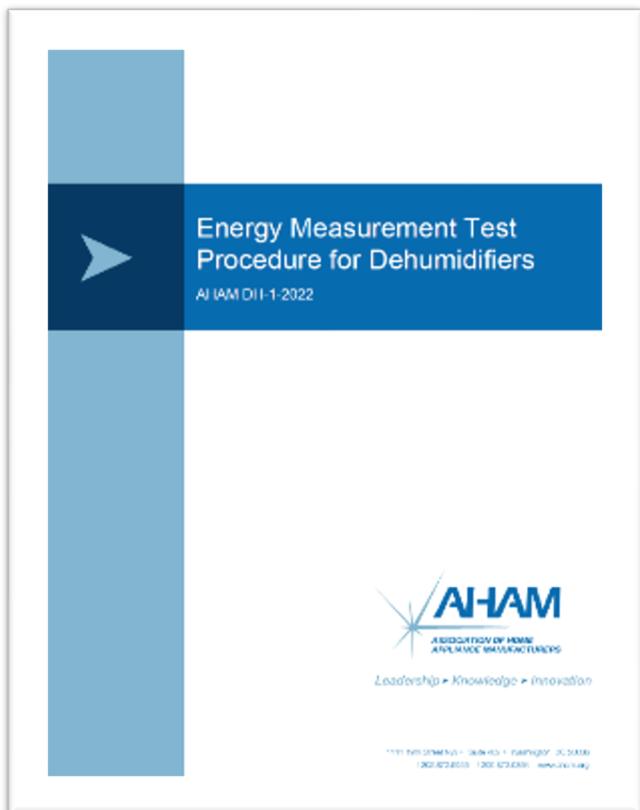
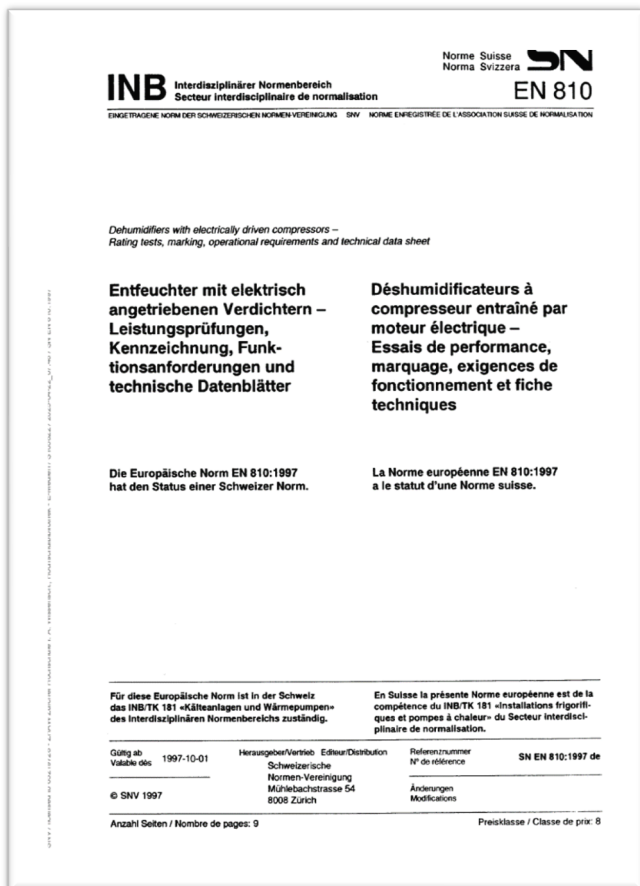
Berechnung IEF (Integrated Energy Factor)

$$IEF = \frac{Cr * \frac{\rho}{1000} * \left(\frac{\text{Messdauer}}{24}\right)}{Eact + \left(\left(\frac{Estby}{1095}\right) * \text{Messdauer}\right)}$$

Wobei

- Eact = Energieverbrauch während Messdauer bei aktivem Entfeuchter.
- 1095 = aktive Jahresbetriebsstunden

Anhang B: Verwendete Normen



Anhang C: Simulation Energieverbrauch Kondensationstrockner

C1 Beschreibung Aufbau und Randbedingungen

Zur quantitativen Analyse des Energieverbrauchs von Kondensationstrocknern wurde ein dynamisches Simulationsmodell entwickelt. Das Modell bildet die gekoppelten Wechselwirkungen zwischen Raumluft, Gebäudehülle und Entfeuchtungsprozess ab und ermöglicht eine zeitaufgelöste Bilanzierung der Wärme- und Feuchteströme über ein gesamtes Jahr.

Untersucht wurde ein typischer Kellerraum mit den Abmessungen $7,0\text{ m} \times 5,0\text{ m} \times 2,5\text{ m}$, in Anlehnung an die Methodik der EnergieSchweiz-Studie [7] (Abbildung 22). Als Randbedingungen dienten stündlich aufgelöste Wetterdaten des Jahres 2020 für den Standort Zürich, welche sowohl die Aussenlufttemperatur als auch die relative Luftfeuchtigkeit umfassen (Abbildung 24).

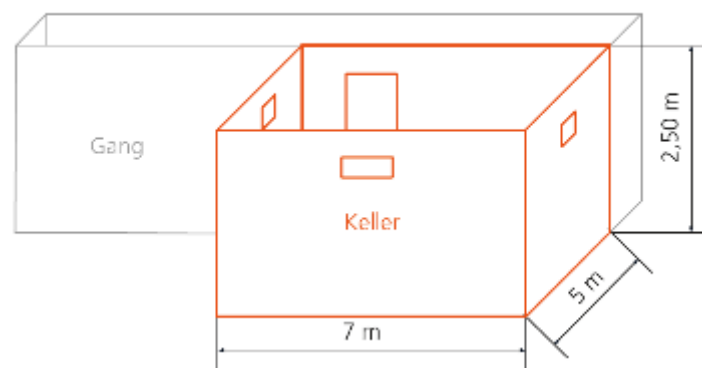


Abbildung 22: Simulierter Kellerraum aus Energie Schweiz Studie [7].

Für die Simulation wurde – analog zur EnergieSchweiz-Studie – der Kellertyp eines Neubaus angenommen. Es wurde eine Luftwechselrate von 0.06 h^{-1} berücksichtigt. Der Aufbau des Kellers sowie die thermophysikalischen Materialeigenschaften der Gebäudehülle entsprechen den in der Studie angegebenen Referenzwerten.

Zur Berücksichtigung der Wärmeabgabe an das Erdreich wurde ein vereinfachtes Randmodell verwendet, das die Temperatur des Erdreichs in 1.5 m Tiefe berücksichtigt (Abbildung 25). Der Wärmeübergang zwischen Raumluft und Wandflächen wurde über einen mittleren konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten von $3\text{ W/m}^2\text{K}$ beschrieben.

In der Simulation wurde ausschliesslich der Betrieb ohne Zusatzheizung betrachtet, um den Einfluss der Regelung (Hysterese und Sollwert der relativen Luftfeuchtigkeit) auf den Energieverbrauch zu isolieren. Die Entfeuchtung wurde über einen Hygrostaten mit Zweipunktregelung gesteuert, wobei unterschiedliche Sollwerte und Hysteresen untersucht wurden. Die detaillierte mathematische Modellbeschreibung ist im Anhang C5 beschrieben.

Die Ergebnisse dieser Simulation, insbesondere der Einfluss der eingestellten relativen Luftfeuchtigkeit und der Hygrostatencharakteristik auf den Energieverbrauch, werden in Kapitel 9 detailliert diskutiert.

Kellertyp Gelb = Wärmedämmung Grau = Grundmauern Braun = Erdreich			
Beschrieb Kellertyp	Keller Bestand unsaniert (uns)	Keller Bestand saniert (san)	Keller Neubau (nb)
Dämmung Aussenwand*	Obere 0.8 m gedämmt Untere 1.7 m ungedämmt	Obere 0.8 m gedämmt Untere 1.7 m ungedämmt	Ganze Aussenwand gedämmt
Dämmung Kellerdecke	nein	ja	nein
Dämmung Kellerboden	nein	nein	ja
Kellerwand grenzt an	½ Erdreich, ½ Aussenluft	½ Erdreich, ½ Aussenluft	½ Erdreich, ½ Aussenluft

Abbildung 23: Simulierte Kellertypen aus EnergieSchweiz Studie [7].

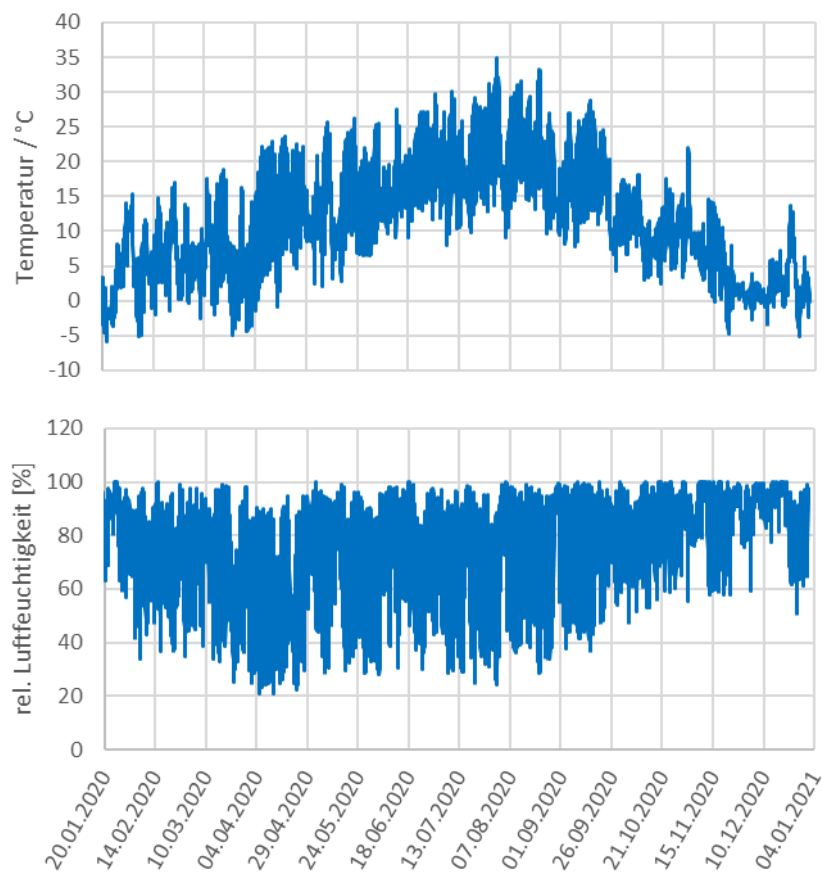


Abbildung 24: Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit Zürich 2020

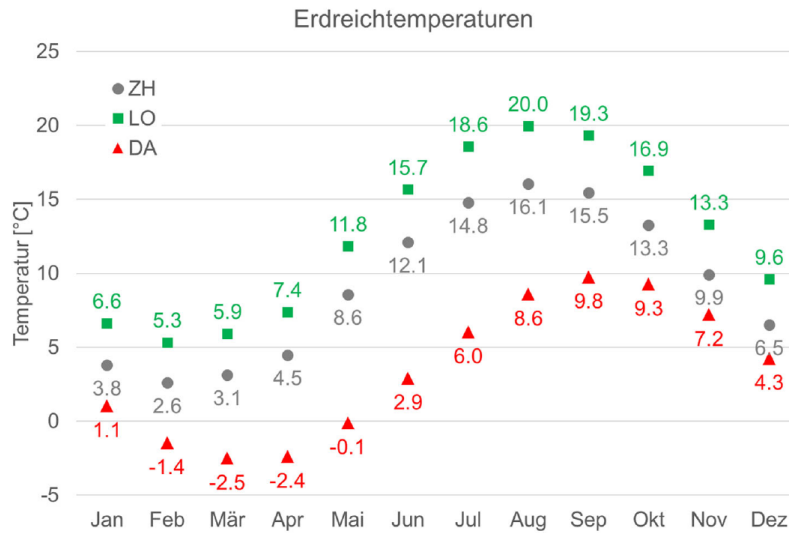


Abbildung 25: Monatsmittelwerte der Erdoberflächentemperaturen in Zürich, Locarno und Davos. Tiefe 1.5 m [7].

C5 Modellbeschreibung der Entfeuchtung eines Kellers mit Kondensationstrockner

Die Abbildung 26 zeigt schematisch den Aufbau des Kellers und Kondensationstrockners, welche für die Modellbildung der dynamischen Simulationen verwendet wurde. Dazu wurden die Modellansätze aus [8] und [9] verwendet. Der Luftentfeuchter besteht aus den Hauptkomponenten Verdampfer, Verdichter, Verflüssiger sowie einer optionalen Zusatzheizung. Die Energie- und Feuchtebilanzen sowie die Zustandsgrößen des Systems lassen sich durch die folgenden Gleichungen beschreiben (dazugehörige Variablenbezeichnungen siehe Abbildung 26).

C5.1 Bilanzgleichungen des Kellers (instationär)

Energiebilanzen:

$$C_o \frac{d\theta_o}{dt} = \alpha_i A_f (\theta_{o-f} - \theta_o) + \alpha_i A_w (\theta_{o-w} - \theta_o) + \alpha_i A_d (\theta_{o-d} - \theta_o) + \dot{m}_{entf} c (\theta_4 - \theta_o) + \dot{m}_{inf} c (\theta_e - \theta_o)$$

$$C_b \frac{d\theta_f}{dt} = \frac{2\lambda_b}{s_b} A_f (\theta_{o-f} - \theta_f) + \frac{2\lambda_b}{s_b} A_f (\theta_{f-i} - \theta_f)$$

$$C_i \frac{d\theta_{if}}{dt} = \frac{2\lambda_i}{s_i} A_f (\theta_{f-i} - \theta_{if}) + \frac{2\lambda_i}{s_i} A_f (\theta_e - \theta_{if})$$

$$C_b \frac{d\theta_w}{dt} = \frac{2\lambda_b}{s_b} A_w (\theta_{o-w} - \theta_w) + \frac{2\lambda_b}{s_b} A_w (\theta_{w-i} - \theta_w)$$

$$C_i \frac{d\theta_{iw}}{dt} = \frac{2\lambda_i}{s_i} A_w (\theta_{w-i} - \theta_{iw}) + \frac{\lambda_i}{s_i} A_w (\theta_{iw-a} - \theta_{iw}) + \frac{\lambda_i}{s_i} A_w (\theta_{iw-a} - \theta_{iw})$$

$$C_b \frac{d\theta_d}{dt} = \frac{2\lambda_b}{s_b} A_d (\theta_{o-d} - \theta_d) + \frac{2\lambda_b}{s_b} A_d (\theta_{EG} - \theta_d)$$

Feuchtebilanz:

$$V\rho \frac{dw_o}{dt} = \dot{m}_{entf}(w_3 - w_o) + \dot{m}_{inf}(w_a - w_o)$$

Temperaturrelationen:

$$\theta_{o-d} = \frac{\alpha_i \theta_o + \frac{2\lambda_b}{s_b} \theta_d}{\alpha_i + \frac{2\lambda_b}{s_b}}$$

$$\theta_{o-w} = \frac{\alpha_i \theta_o + \frac{2\lambda_b}{s_b} \theta_w}{\alpha_i + \frac{2\lambda_b}{s_b}}$$

$$\theta_{o-f} = \frac{\alpha_i \theta_o + \frac{2\lambda_b}{s_b} \theta_f}{\alpha_i + \frac{2\lambda_b}{s_b}}$$

$$\theta_{w-i} = \frac{\frac{2\lambda_b}{s_b} \theta_w + \frac{2\lambda_i}{s_i} \theta_{iw}}{\frac{2\lambda_b}{s_b} + \frac{2\lambda_i}{s_i}}$$

$$\theta_{f-i} = \frac{\frac{2\lambda_b}{s_b} \theta_f + \frac{2\lambda_i}{s_i} \theta_{if}}{\frac{2\lambda_b}{s_b} + \frac{2\lambda_i}{s_i}}$$

$$\theta_{iw-a} = \frac{\frac{2\lambda_b}{s_b} \theta_{iw} + \alpha_o \theta_a}{\frac{2\lambda_b}{s_b} + \alpha_o}$$

C5.2 Bilanzgleichungen des Luftentfeuchters (stationär)

$$\beta \dot{m} c (\theta_o - \theta_s) + \dot{Q}_{0,s} = 0$$

$$\beta \dot{m} l_v (w_o - w_s) + \dot{Q}_{0,l} = 0$$

$$\dot{Q}_0 = \dot{Q}_{0,s} + \dot{Q}_{0,l}$$

$$\beta \theta_s + (1 - \beta) \theta_o = \theta_1$$

$$\beta w_s + (1 - \beta) w_o = w_1$$

$$\dot{m} c (\theta_1 - \theta_2) - \dot{Q}_c = 0$$

$$w_1 = w_2$$

$$\dot{m} c (\theta_2 - \theta_3) - \dot{Q}_{ZH} = 0$$

$$w_2 = w_3$$

C5.3 Energiebilanzen des Kältekreises

$$\dot{Q}_c = \dot{Q}_0 \left(1 + \frac{1}{EER} \right)$$

C5.4 Energie Zusatzheizung

$$\dot{Q}_{ZH} = P_{el,ZH}$$

C5.5 Thermodynamische Beziehungen

$$p_{ws} = 610.78 e^{\left(\frac{17.2694\theta}{\theta+237.3} \right)}$$

$$w_s = \left(\frac{M_w}{M_{da}} \right) \frac{p_{ws}(\theta)}{p - p_{ws}(\theta)}$$

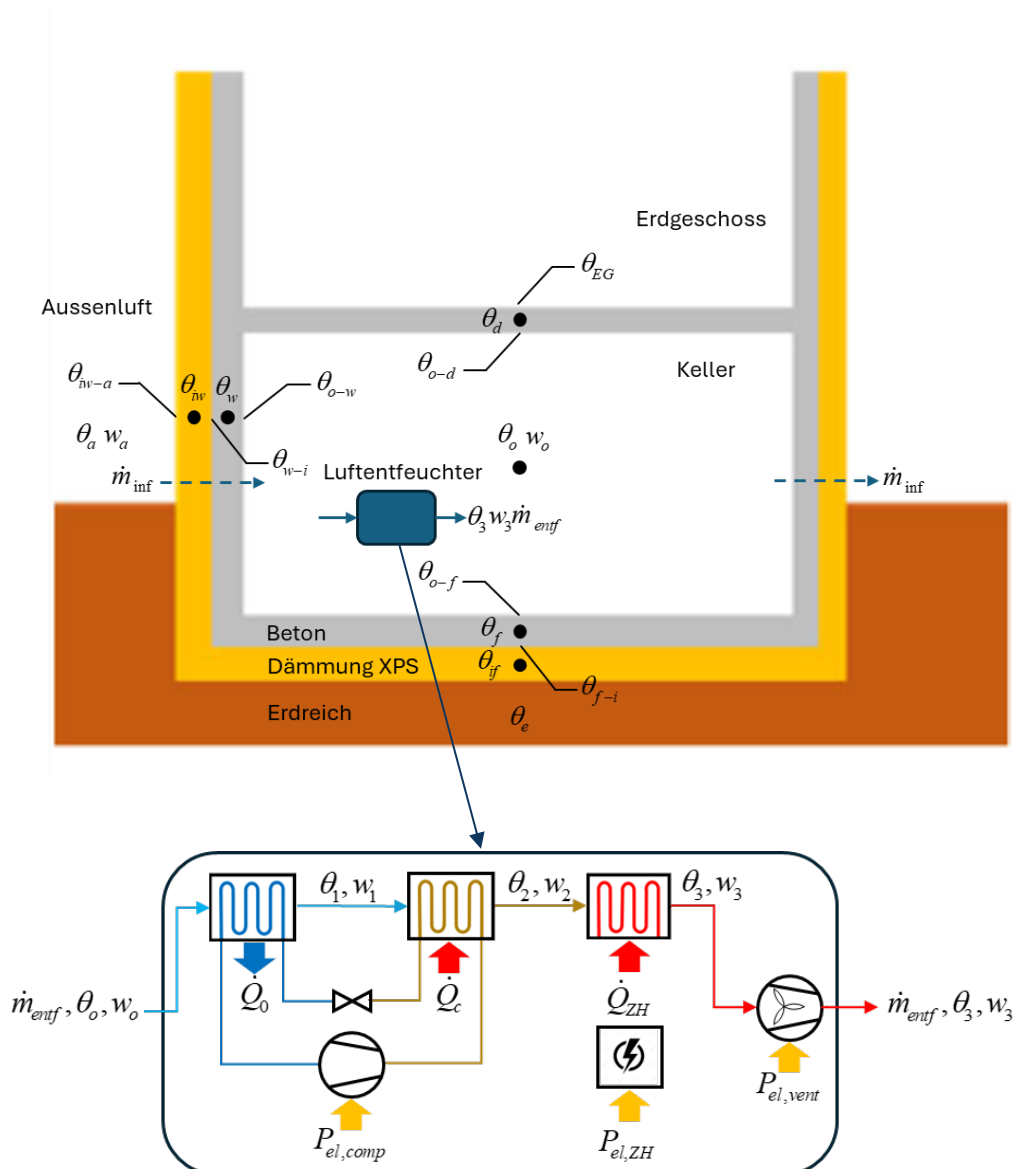


Abbildung 26: Schematische Darstellung des Kellers und Kondensationstrockners zur Herleitung der Modellgleichungen

C5.6 Variablenbeschreibung

Symbol	Beschreibung	Einheit
V	Raumvolumen	m^3
ρ	Luftdichte	kg/m^3
c	spezifische Wärmekapazität	kJ/kgK
θ_o	Raumlufttemperatur	$^{\circ}\text{C}$
θ_e	Umgebungstemperatur	$^{\circ}\text{C}$
w_o	absoluter Feuchtegehalt der Raumluft	kg/kg
w_s	Sättigungsfeuchte bei Temperatur θ	kg/kg
$\dot{m}_{entf}$	Luftmassenstrom durch den Entfeuchter	kg/s
β	Anteil des Luftstroms über den Verdampfer	–
$\dot{Q}_{0,s}$	sensible Kälteleistung im Verdampfer	kW
$\dot{Q}_{0,l}$	latente Kälteleistung im Verdampfer	kW
$\dot{Q}_0$	gesamte Kälteleistung im Verdampfer	kW
$\dot{Q}_c$	Kondensationsleistung im Verflüssiger	kW
$\dot{Q}_{ZH}$	Heizleistung der Zusatzheizung	kW
$P_{el,ZH}$	elektrische Leistung der Zusatzheizung	kW
$P_{el,vent}$	elektrische Leistung des Ventilators	kW
EER	Energy Efficiency Ratio des Kältekreises	–
l_v	Verdampfungsenthalpie von Wasser	kJ/kg
p_{ws}	Sättigungsdampfdruck bei Temperatur θ	Pa
M_w	Molmasse von Wasser	kg/kmol
M_{da}	Molmasse von trockener Luft	kg/kmol
α	Wärmeübergangskoeffizient	$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
A	Fläche	m^2

Anhang D: Ausgewählte Bedienungsanleitungen und Bedienungsoberflächen

D1: Bedienung RLWT über App

Intelligente Bedienung

Der secomat verfügt über ein vollautomatisches Trocknungsprogramm, das selbstständig erkennt, wenn Wäsche zum Trocknen aufgehängt wurde. Das Gerät schaltet sich auch automatisch ab. Sobald die trockene Wäsche abgenommen wurde, geht das Gerät in den Bereitschaftsmodus. Das bedeutet, dass das Gerät für den nächsten Trocknungsvorgang bereit ist und automatisch startet. Durch diesen smarten Modus passt sich das Gerät perfekt an die Raumumgebung an und trocknet die Wä-

sche sehr effizient. So reagiert das Gerät auf die unterschiedlichste Luftfeuchtigkeit über das ganze Jahr und trocknet die Wäsche in feuchten und trockenen Jahreszeiten zuverlässig. Um den Trocknungsvorgang unmittelbar zu starten, genügt ein zweimaliges Drücken der Einschalttaste. Der secomat schaltet durch einen langen Tastendruck auf die Einschalttaste komplett aus.

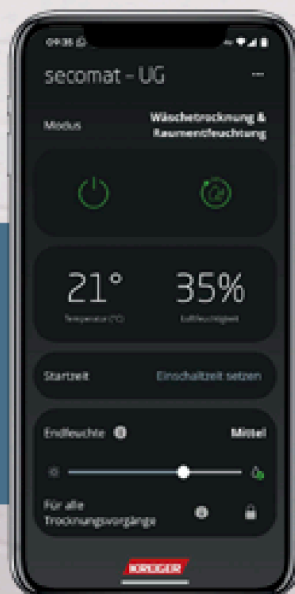


Sensor

Intuitiv erkennt der secomat, wenn Wäsche zum Trocknen aufgehängt wird und startet den Trocknungsvorgang selbstständig.

App Konnektivität

Für den Einsatz in Einfamilienhäusern kann der secomat komfortabel über die secomat App gesteuert werden.



D2: Bedienung RLWT mit stufenlosem Hygrostat



Minimum reduziert. Sämtliches Montagematerial ist im Lieferumfang enthalten.

Komfortbedienung

Für Anwender entwickelt.

Der Hygrostat (Drehknopf) ist stufenlos einstellbar. Das Gerät schaltet sich automatisch ein – bei nasser Wäsche und damit zur hoher Luftfeuchtigkeit – und aus, sobald die Wäsche trocken ist. Optional: Transparent-Abdeckung.



LÜBRA Luftentfeuchter
Wäschetrockner
Klimageräte

Bedienungs- und Montageanleitung SecoTec 1400



1. Bedienung



Hauptschalter EIN/AUS



Modusschalter



Hygrostat

Hygrostat:

- MAX, Maximaltrocknung oder Dauerbetrieb, entspricht ca. 20% Feuchte
- Wäschetrocknung, entspricht ca. 40-50% Feuchte
- Raumtrocknung, entspricht ca. 55-65% Feuchte
- Minimaltrocknung, entspricht ca. 80% Feuchte

Modusschalter:

- Raumtrocknung, Gerät schaltet feuchteabhängig automatisch Ein und Aus
- Wäschetrocknung, Gerät schaltet nach Trocknung vollständig aus

Tipps:

- Wäsche ist **zu feucht**:
Drehknopf in Richtung • drehen. Je mehr Sie in Richtung MAX drehen, desto trockener wird die Wäsche.
- Wäsche ist **zu trocken**:
Drehknopf in Richtung ❖ drehen. Je mehr Sie drehen, desto feuchter bleibt die Wäsche.
- Bei Betrieb immer Fenster und Türen schließen
- Wasserauffangbehälter nach jeder Trocknung leeren (sofern vorhanden)
- Luftfilter alle 2 Wochen reinigen

D3: Bedienung RLWT mit unterschiedlichen Bedienungsebenen

Betrieb/Betriebsarten

Steuerung im Überblick



Die Bedienung erfolgt durch Antippen der einzelnen Symbole. Durch eine Wischbewegung gelangt man auf weitere Bedienelemente.

Quick-Start Menü



Dieses Programm startet automatisch die Wäschetrocknung mit den voreingestellten Parametern. Die Parameter können unter Einstellung → Optionen → Quick-Start definiert werden.



Wäschetrocknung



Mit dieser Funktion können Sie Ihre Wäsche trocknen.
Hierzu stehen Ihnen 3 unterschiedliche Programme zur Verfügung.



Fast: Für das schnellstmögliche Trocknen Ihrer Wäsche



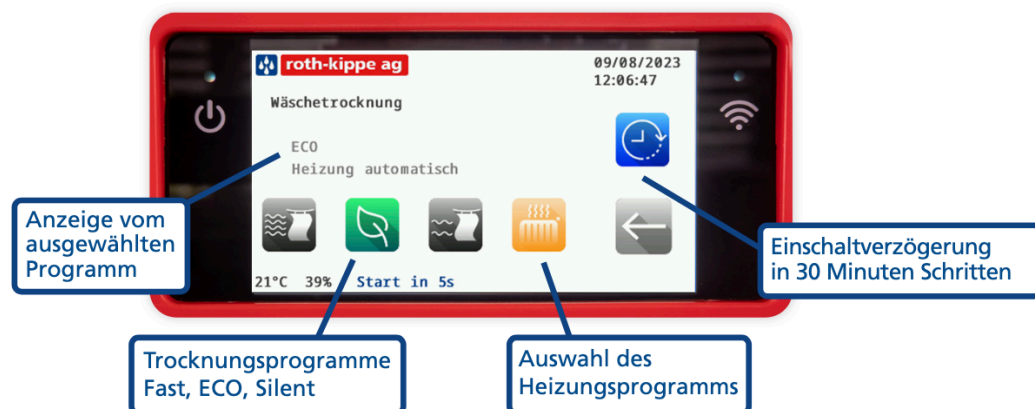
ECO: Für das effizienteste Trocknen Ihrer Wäsche



Silent: Für das sehr leise Trocknen, zum Beispiel über Nacht

Zusätzlich können Sie hier die Betriebsart der Heizung auswählen, sofern Sie ein BO-RA-Modell mit Heizung erworben haben. Falls Sie keinen BORA mit Heizung besitzen, erscheint kein Heizungssymbol. Zur Auswahl stehen die Betriebsarten «aus», «automatisch» (die Heizung schaltet sich automatisch bei Raumtemperaturen unter 16°C ein) und «Heizung immer ein» (Dauerbetrieb). Der Modus kann durch mehrmaliges Antippen des Heizungssymbols geändert werden.

Des Weiteren haben Sie hier die Möglichkeit, durch wiederholtes Antippen des Uhersymbols eine Einschaltverzögerung in 30-Minuten-Schritten einzugeben. Dadurch können Sie das Gerät zu einer bestimmten Zeit starten lassen.



Einstellungen

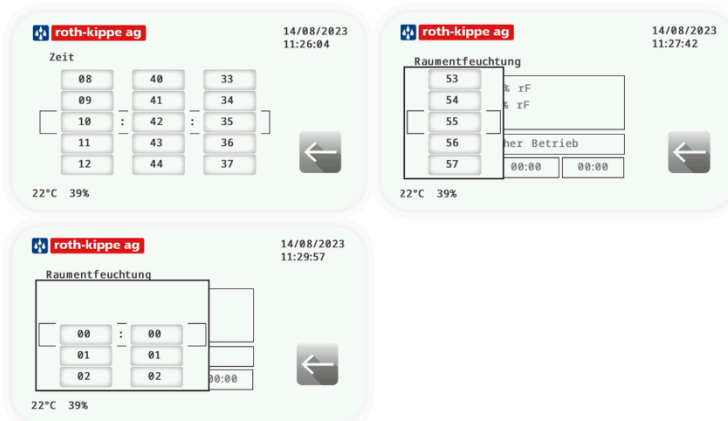
Allgemein

Im Einstellungsmenü können Sie die Einstellungen zu Ihren Programmen und Sprachen vornehmen.

Mit einer Wischbewegung können Sie die Liste nach oben oder unten verschieben, um die weiteren Einstellungspunkte sichtbar zu machen. Um in den jeweiligen Menüpunkt zu gelangen, kann dieser einfach angetippt werden. Ihre Änderungen werden automatisch gespeichert, sobald Sie mit der Zurücktaste das jeweilige Menü verlassen.

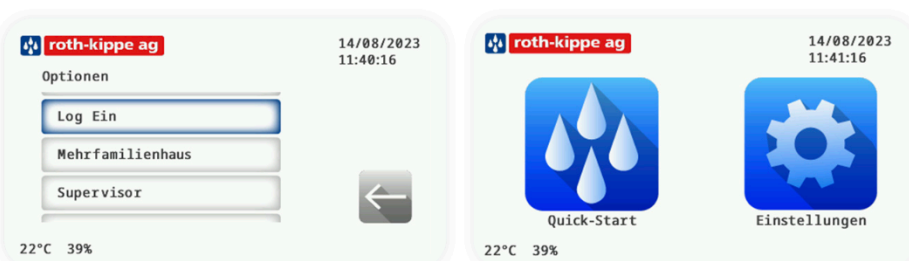


Die Einstellung erfolgt durch das Antippen des Wertes, den Sie verändern möchten. Im neuen Fenster kann nun die Anpassung durch Verschieben der verschiedenen Zahlenblöcke vorgenommen werden.



Mehrfamilienhaus - Modus

Durch Aktivieren des Menüpunktes «Mehrfamilienhaus» kann die Steuerung so angepasst werden, dass auf dem Hauptbildschirm nur noch die Quick-Start Funktion sowie die Einstellungen sichtbar sind. Durch zusätzliches Aktivieren des «Supervisor Modus» werden weitere Einstellungen ausgeblendet. Um den «Supervisor Modus» zurückzusetzen, wird ein Passwort benötigt, welches gerne durch die roth-kippe ag bekannt gegeben wird.



D4: Bedienungsanleitung Luftentfeuchter

Einbauen vom Luftfilter

Den Filter am Gerät anbringen. Dann das Gitter anbringen und dazu zuerst die Oberseite und dann die Unterseite einsetzen.

Die Gerätesteuerung

S1 - Grüne Kontrollleuchte Betrieb Die Kontrollleuchte schaltet sich ein, wenn der Entfeuchter läuft, und blinkt, wenn der Entfeuchter in Standby (0) ist (Strom ein, Entfeuchter aus).

S2 - Rote Kontrollleuchte Überlauf Die Kontrollleuchte schaltet sich ein und blinkt zusammen mit S1, wenn der Behälter voll ist, fehlt oder nicht korrekt eingesetzt wurde.

S3 - Gelbe Kontrollleuchte Abtauen Die Kontrollleuchte schaltet sich ein, wenn der Entfeuchter einen automatischen Abtauzyklus durchführt.

T1 - Taste Verringern Durch Drücken dieser Taste wird der Wert, der auf dem Display D angezeigt wird, verkleinert (bis Null).

T2 - Taste Erhöhen Durch Drücken dieser Taste wird der Wert, der auf dem Display D angezeigt wird, erhöht (bis C).

D - Display Auf dem Display wird der Funktionsstatus vom Entfeuchter angezeigt (siehe Tab.A unten). Der Wert 0 zeigt an, dass das Gerät AUS ist. 1 bis 9 zeigen an, dass das Gerät im Automatikbetrieb läuft und vom Feuchtigkeitsregler gesteuert wird, der den Entfeuchter je nach Luftfeuchtigkeit (siehe Tab.A unten) ein- und ausschaltet. Der Wert C zeigt an, dass das Gerät im DAUERBETRIEB läuft, unabhängig von der Luftfeuchtigkeit. Eventuelle Alarme haben immer Priorität vor der eingestellten Betriebsart.

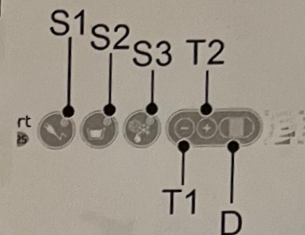


Abb.5 - Die Gerätesteuerung

Display	Betriebsart	Display	Betriebsart
0	AUS	6	60% rel.LF
1	90% rel.LF	7	52% rel.LF
2	86% rel.LF	8	46% rel.LF
3	78% rel.LF	9	40% rel.LF
4	72% rel.LF	C	DAUERBETRIEB
5	65% rel.LF		

Tab.A - Funktionsweise

Einschalten

Beim Einstecken vom Gerätestecker blinkt das Display D 5 Sekunden lang und zeigt dann den letzten Funktionsstatus vom Entfeuchter an. Wenn die Betriebsart dann nicht Null ist, hört das Display auf zu blinken.

Ausschalten

Zum Ausschalten vom Entfeuchter die Taste T1 drücken, bis auf dem Display der Wert 0 angezeigt wird. Wenn die Betriebsart Null (Standby) gewählt wird, blinken die Kontrollleuchte S1 und das Display D.

Abtauen

Die elektronische Karte steuert den Abtauzyklus automatisch und entfernt regelmäßig das Eis, das sich am Wärmeaustauscher bildet. Dadurch ist immer für eine optimale Luftzirkulation garantiert, auch bei niedrigeren Temperaturen. Das Einschalten vom Abtauzyklus wird von der Kontrollleuchte S3 angezeigt.

Anhang E: Zusammenfassung Interviews

Interview-Partner

Marco Alfaré	Lunor G. Kull AG	Zürich
Christian Herger & Marcel Gubler	Roth Kippe AG	Dietikon
Andreas Heeb	Lübra AG	Tübach
Franco Cairella	Danthermgroupe,	Baden-Dättwil
Stefan Vogt	Krüger + Co. AG	Degersheim
Robert Aeschbacher & Thierry Graf	ecofort AG	Nidau

E1. Markt- und Geräteübersicht

Alle befragten Anbieter führen Kondensations-Luftentfeuchter (LE) und Raumluftwäschetrockner (RLWT). Raumluftwäschetrockner werden fast ausschliesslich in der Schweiz genutzt.

Adsorptionsgeräte werden nur in Nischen mit Temperaturen < 10 °C eingesetzt.

Für Spezialanwendungen (z. B. Bautrocknung, Schwimmbäder, Schutzräume) existieren robuste Varianten oder Sonderbauten.

Die Schätzungen zu den jährlich verkauften Luftentfeuchtern sind diffus:

- Jährlich verkaufte Luftentfeuchter für Privatkunden werden – stark wetterabhängig – insgesamt auf etwas über 10'000 Einheiten geschätzt.
- Bei den Luftentfeuchtern für Profikunden und Wasserschadensanierungen dürften nochmals etwas mehr als 10'000 Einheiten pro Jahr verkauft werden.
- Jürg Nipkow hat im Jahr 2012 die Anzahl verkaufter Luftentfeuchter auf 8'400 Geräte geschätzt (siehe Anhang). Die wenigen Zahlen aus den Gesprächen ergeben rund 18'000 bis 23'000 verkaufte Geräte – also das Zwei- bis Dreifache der Studie von Nipkow.
- Einzelne Stimmen nennen bis zu 90'000 verkaufte Luftentfeuchter pro Jahr (100'000 über alle Segmente inkl. RLWT).

Genau weiss man hingegen, wie viele Raumluftwäschetrockner jährlich verkauft werden. Der Schweizer Absatz wird vom FEA erfasst und liegt seit Jahren bei etwa 8'000–9'000 Stück / Jahr.

Der Markt gilt als weitgehend gesättigt – schwankt jedoch je nach Wetterverhältnissen im Sommer. Wachstum beobachten vor allem Händler mit Online-Fokus.

E2: Typische Lebensdauer

Raumluftwäschetrockner 10–20 Jahre (einzelne Exemplare bis 40 Jahre),

professionelle Luftentfeuchter etwa 12–15 Jahre, günstige Klein-Luftentfeuchter oft nur 5 bis 8 Jahre.

Reparaturfähigkeit verlängert die Lebensdauer der hochwertigen Geräte erheblich, während Billigprodukte meist entsorgt werden.

E3. Technologie, Energieeffizienz und Energieverbrauch

Seit 2010 sank der Strombedarf typischer Luftentfeuchter um 30–40 %, getrieben durch:

- effizientere Verdichter und EC/DC-Ventilatoren,
- grössere Wärmeübertrager,
- intelligente Regelungen (Bedarfstauwärme, Wäscheerkennung, variable Lüfterdrehzahl) .

Bei den Raumluftwäschetrocknern wird keine grosse Effizienzsteigerung beobachtet. Nur ein Hersteller erreichte 2024 dank neuer Steuerung und dem natürlichen Kältemittel R1270 eine zusätzliche Effizienzsteigerung von 33 %.

Natürliche Kältemittel: Der Umstieg auf natürliche Kältemittel (R290/R1270) wird politisch gefordert.

Vorteile: tiefes Treibhauspotenzial und in einigen Fällen höhere Effizienz

Herausforderungen: Brennbarkeit, grösserer Verdichter, höhere Füllmengen, strengere Sicherheitsauflagen, und bei Raumluftwäschetrocknern wird teils mit Effizienzeinbussen gerechnet.

Betriebspunkte:	Kondensationsgeräte arbeiten optimal bei 15–20 °C; unter ≈10 °C sinkt ihre Leistung, weshalb dann Adsorptionsgeräte oder Kältemittel mit grossem Einsatzbereich eingesetzt werden.
Laufzeit	Laufzeiten im Wohnbereich liegen grob bei 3–4 h/Tag (≈1 500 h/Jahr); industrielle Einsatzzeiten variieren stark.
Energieeffizienz:	Die eigenen Geräte werden von den Gesprächspartnern mehrheitlich der Energieeffizienzklasse A oder B (Luftentfeuchter) oder der Effizienzklasse A1 (Raumluftwäschetrockner) zugeordnet. Zudem werden die Effizienz-Unterschiede zwischen den Geräten der verschiedenen Hersteller als gering eingestuft («man kann sich nicht leisten, ein ineffizientes Gerät zu verkaufen»).

E4. Messmethoden und Produktinformationen

Für Luftentfeuchter wird meist der DER-Wert (Liter Wasser pro kWh) nach SN EN 810 ausgewiesen. Alle Gesprächspartner bemängeln jedoch den heutigen Prüfpunkt 30 °C/ 80 % r.F.; vorgeschlagen wird 15 °C/ 60 % r.F. als Prüfpunkt, der Kellerbedingungen besser abbildet.

Der DER-Wert ist nicht allen bekannt. In der Branche wichtiger ist die Trocknungsleistung (Liter/24 Stunden).

Raumluftwäschetrockner nutzen ein separates Verfahren der HSLU; es gilt als teuer und jemand bemängelt die Reproduzierbarkeit des Verfahrens.

Einheitliche, praxisnahe Tests sowie eine nachvollziehbare Effizienzklassierung werden als Voraussetzung für Markttransparenz genannt.

E5. Raumluftwäschetrockner (RLWT) vs. Tumbler

Die Interviewten halten Raumluftwäschetrockner in der Gesamtbetrachtung meist für stromsparender als Wäschetrockner, betonen aber unterschiedliche Nutzen: Schonung der Wäsche, gleichzeitige Raumtrocknung und grössere Chargen. Effizienzvorteile hängen stark von Steuerung und Abschaltkriterien ab (Feuchtesensoren, Zeitschaltung usw.), Tumbler benötigen zudem weniger Platz und können in der Wohnung aufgestellt werden.

Eine Minderheit meint, dass RLWT und WP-Tumbler dieselbe Technologie nutzen und insofern in etwa gleich effizient sein dürften.

E6. Wirtschaftlichkeit und Preise

Energieeffiziente Neuentwicklungen sind tendenziell etwas teurer, hauptsächlich wegen kostenintensiver Regeltechnik und dem Umgang mit A3-Kältemitteln. Im mittleren Preissegment unterscheiden sich die Angebote preislich jedoch kaum; Kunden reagieren sensibel auf Preisunterschiede.

Bei Raumluftwäschetrockner liegen die jährlichen Betriebskosten häufig bei rund 100 CHF, Einsparpotenziale entstehen vor allem bei alten Bautrocknern oder falsch dimensionierten Geräten.

E7. Nutzerverhalten und Marktwahrnehmung

Käufer setzen Energieeffizienz heute als gegeben voraus. Vor 10-15 Jahren war die Effizienz noch ein wichtigeres Thema bei den Käuferinnen und Käufern. Primäre Kaufkriterien sind heute jedoch Preis, Lautstärke, Bedienkomfort und Herkunft.

Einfache Bedienung, klare Ziel-Feuchtwahl (40–60 % r.F.) und regelmässige Filter-/Verdampferreinigung gelten als wichtigste Praxishebel zur Stromreduktion.

E8. Empfehlungen und Anregungen der Gesprächspartner

Prüfgrundlagen vereinheitlichen

- DER-Wert für Luftentfeuchter bei 15 °C/60 % r.F. würde die Praxis besser abbilden (häufigste Anwendung im Keller)
- separates, allenfalls vereinfachtes Verfahren für Raumlüftwäschetrockner

Effizienzklassen überarbeiten

- engere Leistungskategorien (bei den kleinen Luftentfeuchtern), damit kleine Geräte nicht benachteiligt werden und Konsumenten keine überdimensionierten Modelle wählen

Label und Transparenz stärken

- Pflicht zur Publikation aussagekräftiger Kennwerte, ggf. Energieetikette neu auflegen

Unterstützung statt Subvention

- Die Mehrheit wünscht Sensibilisierung (richtige Feuchtwerte, Wartung) statt Finanzförderung
- einzelne Gesprächspartner halten Förderprogramme für unnötig – sie verursachen Aufwand und die Wirkung wird in Frage gestellt (siehe unten).
- die Zweckmässigkeit des aktuellen Förderprogramms «Smart Dry» wird von verschiedenen Gesprächspartnern kritisiert.
 - Es fehlt eine klare Anforderung an die Energieeffizienz der Geräte,
 - Die Anforderung an den Preis ist sehr fragwürdig
 - Die meisten Geräte haben heute einen Hygrostaten.
- möglicher Fokus: Bautrockner – viele Geräte, Effizienz interessiert wenig, (Energie-)Kosten zahlt in der Regel die Versicherung, oft sind auch alte Geräte im Einsatz

Umstieg auf natürliche Kältemittel begleiten

- Klare Sicherheitsvorgaben, praxisgerechte Grenzwerte und Schulung für Installation / Service, um gleichzeitig Effizienz- und Klimaziele zu erreichen.

Zürich, 30. Juni 2025

Anhang F: Ergebnisse Umfrage Hersteller zu Förderprogrammen und Effizienzstandards

Im Rahmen der Delphi-Studie zur Energieeffizienz von Luftentfeuchtern wurden sechs führende Hersteller der Branche befragt. Ziel der Studie war es, die Haltung der Industrie zu Förderprogrammen, Mindestanforderungen und einer einheitlichen Deklarationspflicht zu ermitteln. Die Ergebnisse zeigen eine klare Tendenz in der Branche, die im Folgenden dargestellt werden.

Interview-Partner

Die befragten Hersteller und ihre Vertreter waren:

- Marco Alfaré – Lunor G. Kull AG, Zürich
- Christian Herger & Marcel Gubler – Roth Kippe AG, Dietikon
- Andreas Heeb – Lübra AG, Tübach
- Franco Cairella – Dantherm Groupe, Baden-Dättwil
- Stefan Vogt – Krüger + Co. AG, Degersheim
- Robert Aeschbacher & Thierry Graf – ecofort AG, Nidau

F1: Zentrale Ergebnisse der Studie

1. Förderung:

- Kein Hersteller spricht sich für ein Ende der Förderung aus.
- Alle vier Hersteller, die geantwortet haben, befürworten eine Fortführung der Förderung, jedoch mit strengeren Effizienzkriterien. Dies zeigt, dass die Branche bereit ist, höhere Standards zu akzeptieren, um langfristig energieeffizientere Produkte zu fördern.

2. Mindestanforderungen:

- Alle vier Hersteller unterstützen die Einführung von Mindestanforderungen. Dies deutet darauf hin, dass einheitliche Mindestanforderungen an die Energieeffizienz als sinnvoll erachtet werden, um den Markt zu standardisieren und den Wettbewerb zu fördern.

3. Deklarationspflicht:

- Alle vier Hersteller befürworten eine einheitliche Deklarationspflicht. Dies würde Transparenz für Verbraucher schaffen und den Vergleich von Produkten erleichtern.

Ausstehende Antworten:

Von Lunor G. Kull AG und Dantherm Groupe liegen bislang noch keine Antworten vor. Ihre Positionen könnten das Gesamtbild noch ergänzen oder verändern.

4. Herstellerspezifische Bemerkungen

Ecofort AG:	Ecofort positioniert sich als treibende Kraft in der Branche. Sie sehen eine Kombination aus Förderung, Mindestanforderungen und Deklarationspflicht als die wirksamste Strategie, um eine Markttransformation zu erreichen. Ihre Ziele sind klar: Konsumentenschutz, Reduktion des Stromverbrauchs und die Förderung energieeffizienter Technologien.
Krüger + Co. AG:	Krüger stimmt allen vorgeschlagenen Massnahmen zu, äussert sich jedoch nicht weiter dazu. Ihre Haltung ist zustimmend, aber neutral, was darauf hindeutet, dass sie die Vorschläge unterstützen, aber keine zusätzlichen Initiativen ergreifen möchten.
Roth Kippe AG:	Roth Kippe befürwortet die Massnahmen grundsätzlich, warnt jedoch vor den entstehenden Mehrkosten. Sie betonen, dass einheitliche Tests zwar sinnvoll seien, aber Hersteller belasten und Produkte verteuern könnten. Dies zeigt, dass sie die Balance zwischen Effizienz und Wirtschaftlichkeit im Blick haben.

Lübra AG: Lübra stimmt allen Massnahmen zu, weist jedoch darauf hin, dass der Branchenverband (VRWT) bereits einheitliche Prüfstandards eingeführt habe. Daher sehen sie keinen zusätzlichen Regulierungs- oder Förderbedarf. Dies könnte darauf hindeuten, dass sie die bestehenden Standards als ausreichend erachten.

Gesamtbild

Es besteht unter den die eine Rückmeldung gegeben haben eine Zustimmung für eine Weiterführung der Förderung mit besseren Effizienzkriterien.

Vorschlag

Vorschlag	Ecofort	Krüger	Roth-Kippe	Lübra	Lunor	Dantherm
Förderung stoppen: Keine neuen Programme starten	X	X	X	X	?	?
Förderung fortführen, aber mit besseren Effizienzkriterien	✓	✓	✓	✓	?	?
Einführung eines Minimal Efficiency Standard	✓	✓	✓	✓	?	?
Einführung einer einheitlichen Deklarationspflicht	✓	✓	✓	✓	?	?

Anhang G: Abschätzung Energieverbrauch Luftentfeuchter

1. Luftentfeuchtung mit Kondensationstrockner

Einsatzort	Basis Menge	Anzahl	Gerätegrösse	Trockenleistung	Vebreitung	Anzahl Entfeuchter	Raumtemperatur	DER-Wert	Effizienz	Nutzung	Betriebsstunden pro Tag	Energieverbrauch pro Tag	Energieverbrauch pro Jahr	Energieverbrauch Total
		[Stk]	15 °C, 60% r.F.	[Liter/24h]	[%]	[Stk]	[°C]	(Dehumidification Efficiency Ratio)	Klasse		[h/d]	[kWh/d]	[MWh/a]	[MWh/a]
EFH	Gebäude	1'020'000	bis 2 Liter/24 h	1.5	26%	265'200	15 °C	0.80	C-D	365	4.0	0.3	10'778	59'077
			2 bis 6 Liter/24 h	5	17%	173'400	15 °C	0.80	C-D	365	4.0	1.7	31'025	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	1%	10'200	15 °C	0.90	C-D	365	4.0	2.2	8'273	
			über 16 Liter/24 h	18	0%	0	15 °C	1.05	C-D	365		0.0	0	
MFH	Gebäude	500'000	bis 2 Liter/24 h	1.5	10%	50'000	15 °C	0.80	C-D	365	4.0	0.3	2'281	17'997
			2 bis 6 Liter/24 h	5	4%	20'000	15 °C	0.80	C-D	365	4.0	1.0	7'504	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	2%	10'000	15 °C	0.90	C-D	365	4.0	2.2	8'111	
			über 16 Liter/24 h	18	0%	0	15 °C	1.05	C-D	365		0.0	0	
Andere Gebäude	Gebäude	280'000	bis 2 Liter/24 h	1.5	10%	28'000	15 °C	0.80	C-D	365	4.0	0.3	2'555	5'891
			2 bis 6 Liter/24 h	5	1%	2'800	15 °C	0.80	C-D	365	4.0	1.0	1'065	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	1%	2'800	15 °C	0.90	C-D	365	4.0	2.2	2'271	
			über 16 Liter/24 h	18	0%	0	15 °C	1.05	C-D	365		0.0	0	
Hotels	Arbeitsstätten	3'919	bis 2 Liter/24 h	1.5	7%	274	15 °C	0.80	C-D	365		0.0	0	189
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	15 °C	0.80	C-D	365		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	2%	78	15 °C	0.90	C-D	365	4.0	1.0	30	
			über 16 Liter/24 h	18	5%	196	15 °C	0.90	C-D	365	4.0	2.2	159	
			über 16 Liter/24 h	18	0%	0	15 °C	1.05	C-D	365		0.0	0	
Lagerhallen	Schätzung	200	bis 2 Liter/24 h	1.5	15%	30	15 °C	0.80	C-D	365		0.0	0	27
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	15 °C	0.80	C-D	365		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	10%	20	15 °C	0.90	C-D	365	4.0	2.2	16	
			über 16 Liter/24 h	18	5%	10	15 °C	1.05	C-D	365	4.0	2.9	10	
Lager (Unternehmen)	Schätzung	1'000	bis 2 Liter/24 h	1.5	15%	150	15 °C	0.80	C-D	365		0.0	0	133
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	15 °C	0.80	C-D	365		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	10%	100	15 °C	0.90	C-D	365	4.0	2.2	81	
			über 16 Liter/24 h	18	5%	50	15 °C	1.05	C-D	365	4.0	2.9	52	
Landwirtschaft	Schätzung	20	bis 2 Liter/24 h	1.5	20%	4	15 °C	0.80	C-D	365		0.0	0	3
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	1	15 °C	0.80	C-D	365	4.0	1.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	15%	3	15 °C	0.90	C-D	365	4.0	2.2	2	
			über 16 Liter/24 h	18	0%	0	15 °C	1.05	C-D	365		0.0	0	
Museen	Arbeitsstätten	405	bis 2 Liter/24 h	1.5	20%	81	20 °C	1.00	C-D	365		0.0	0	45
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	20 °C	1.00	C-D	365		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	5%	20	20 °C	1.00	C-D	365	4.0	0.8	6	
			über 16 Liter/24 h	18	15%	61	20 °C	1.15	C-D	365	4.0	1.7	39	
			über 16 Liter/24 h	18	0%	0	20 °C	1.40	C-D	365		0.0	0	
Bibliotheken + Archive	Arbeitsstätten	664	bis 2 Liter/24 h	1.5	20%	133	20 °C	1.00	C-D	365		0.0	0	73
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	20 °C	1.00	C-D	365	4.0	0.8	10	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	15%	100	20 °C	1.15	C-D	365	4.0	1.7	63	
			über 16 Liter/24 h	18	0%	0	20 °C	1.40	C-D	365		0.0	0	
Lebensmittelverarbeitung	Schätzung	300	bis 2 Liter/24 h	1.5	10%	30	20 °C	1.00	C-D	365		0.0	0	21
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	20 °C	1.00	C-D	365		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	5%	15	20 °C	1.15	C-D	365	4.0	1.7	10	
			über 16 Liter/24 h	18	5%	15	20 °C	1.40	C-D	365	4.0	2.1	12	
Medikamentenherstellung	Schätzung	300	bis 2 Liter/24 h	1.5	10%	30	20 °C	1.00	C-D	365		0.0	0	43
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	20 °C	1.00	C-D	365		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	5%	15	20 °C	1.15	C-D	365	8.0	3.5	19	
			über 16 Liter/24 h	18	5%	15	20 °C	1.40	C-D	365	8.0	4.3	23	
Bautrockner	Anzahl Trocknungs-Unternehmen	9'000	bis 2 Liter/24 h	1.5	100%	9'000	15 °C	0.80	C-D	219		0.0	0	19'022
	Anzahl Bautrockner je Unternehmen	75	2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	15 °C	0.80	C-D	219		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	70%	6'300	15 °C	0.90	C-D	219	16.0	8.9	12'264	
			über 16 Liter/24 h	18	30%	2'700	15 °C	1.05	C-D	219	16.0	11.4	6'758	
Hallenbäder öffentlich	Hallenbäder	270	bis 2 Liter/24 h	1.5	100%	270	30 °C	1.10	C-D	365		0.0	0	591
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	30 °C	1.10	C-D	365		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	0%	0	30 °C	1.25	C-D	365	12.0	4.8	0	
			über 16 Liter/24 h	18	100%	270	30 °C	1.50	C-D	365	12.0	6.0	591	
Hallenbäder Schule	Hallenbäder	350	bis 2 Liter/24 h	1.5	100%	350	30 °C	1.10	C-D	365		0.0	0	506
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	30 °C	1.10	C-D	365		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	5%	18	30 °C	1.25	C-D	365	8.0	3.2	20	
			über 16 Liter/24 h	18	95%	333	30 °C	1.50	C-D	365	8.0	4.0	485	
Hallenbäder privat (Hotel, Spital etc.)	Hallenbäder	1'000	bis 2 Liter/24 h	1.5	100%	1'000	30 °C	1.10	C-D	365		0.0	0	1'051
			2 bis 6 Liter/24 h	5	0%	0	30 °C	1.10	C-D	365		0.0	0	
			6 bis 16 Liter/24 h	12	20%	200	30 °C	1.25	C-D	365	6.0	2.4	175	
			über 16 Liter/24 h	18	80%	800	30 °C	1.50	C-D	365	6.0	3.0	878	
Total 1: Kondensationstrockner						354'552							104'667	104'667

2. Luftentfeuchtung mit Adsorptionstrockner

Geräte mit einer Anschlussleistung von max. 3.68 kW (16 A x 230 V)														
Einsatzort	Basis Menge	Anzahl	Trockenleistung	Trockenleistung	Vebreitung	Anzahl Entfeuchter	Raumtemperatur	Anschlussleistung	Mittlere Auslastung	Nutzung	Betriebsstunden pro Tag	Energieverbrauch pro Tag	Energieverbrauch pro Jahr	Energieverbrauch Total
		[Stk]	[Liter/24h]	[Liter/24h]	[%]	[Stk]	[°C]	[kW]	[%]	[d/a]	[h/d]	[kWh/d]	[MWh/a]	[MWh/a]
Lager (Unternehmen)	Annahme inst. Geräte	3'000	< 1 Liter/24 h		100%	3'000	10 °C	1.10	60%	365	4.0	2.6	4.0	14
			1 bis 2.2 Liter/24 h		50%	1'500	10 °C	2.80	60%	365	4.0	6.7	10.1	
Wasserscheidensanierung	Annahme inst. Geräte	1'800	< 1 Liter/24 h		100%	1'800	10 °C	1.10	60%	365	6.0	4.0	1.4	16
			1 bis 2.2 Liter/24 h		20%	360	10 °C	2.80	60%	365	6.0	10.1	14.5	
Tiefgaragen	Annahme inst. Geräte	2'000	< 1 Liter/24 h		100%	2'000	10 °C	1.10	60%	365	6.0	4.0	1.6	18
			1 bis 2.2 Liter/24 h		20%	400	10 °C	2.80	60%	365	6.0	10.1	16.1	
Landwirtschaft	Annahme inst. Geräte	1'000	< 1 Liter/24 h		100%	1'000	10 °C	1.10	60%	365	6.0	4.0	0.0	10
			1 bis 2.2 Liter/24 h		0%	0	10 °C	2.80	60%	365	6.0	10.1	10.1	
Wasserversorgungen	Wasserversorgungen	2'400	< 1 Liter/24 h		100%	2'400	10 °C	1.10	60%	365	8.0	5.3	3.8	26
			1 bis 2.2 Liter/24 h		30%	720	10 °C	2.80	60%	365	8.0	13.4	22.6	
Kläranlagen	Kläranlagen	800	< 1 Liter/24 h		100%	800	10 °C	1.10	60%	365	18.0	11.9	1.9	21
			1 bis 2.2 Liter/24 h		20%	160	10 °C	2.80	60%	365	18.0	30.2	19.4	
Eishallen	grosse Hallen	80	< 1 Liter/24 h		100%	80	10 °C	1.10	60%	365	18.0	11.9	0.8	2
			1 bis 2.2 Liter/24 h		60%	48	10 °C	2.80	60%	365	18.0	30.2	1.0	
Zivilschutzanlagen	öffentliche Anlagen	9'000	< 1 Liter/24 h		100%	9'000	10 °C	1.10	60%	365	2.0	1.3	5.9	21
			1 bis 2.2 Liter/24 h		50%	4'500	10 °C	2.80	60%	365	2.0	3.4	15.1	
Schutzanlagen	militärische Bunker	25'000	< 1 Liter/24 h		100%	25'000	10 °C	1.10	60%	365	2.0	1.3	9.9	69
			1 bis 2.2 Liter/24 h		30%	7'500	10 °C	2.80	60%	365	2.0	3.4	58.8	
Total 2: Adsorptionstrockner						45'080							197	197

Anhang H: Abschätzung Energieverbrauch Raumluftwäschetrockner

3. Raumluftwäschetrockner

Einsatzort	Basis Menge	Anzahl	Wäschemenge - Trockenleistung	Trocken- leistung	Verbreitung	Anzahl RLWT	Energie- verbrauch	Maschinen- grösse	entzogene Feuchte	Energie- verbrauch pro Maschine	Anzahl Maschinen pro Woche	Energieverbrauch pro Woche und RLWT	Energieverbrauch pro Jahr	Energieverbrauch Total
		[Stk]		[kg/h]	[%]	[Stk]	[kWh/kg]	[kg]	[%]	[kWh/M]	[MW]	[kWh/W]	[MWh/a]	[MWh/a]
Raumluftwäschetrockner RLWT						137'000								88'394
EFH	Gebäude	1'020'000	bis 15 kg - bis 3 kg/h	1.9	8%	81'600	0.30	6	51%	0.92	4	3.7	15'581	
MFH	Gebäude	500'000	über 15 kg - über 3 kg/h	3.5	11%	55'000	0.26	8	51%	1.06	24	25.5	72'813	
Total 3: Raumluftwäschetrockner						137'000							88'394	88'394
