



DIE FEUCHTIGKEIT
IM FOKUS.

The background of the entire page is a complex architectural rendering of a modern building's interior, featuring a grid of blue lines and semi-transparent blue planes that create a sense of depth and structure. In the top right corner, the company logo 'Lunor' is displayed in a white, sans-serif font, with the tagline 'ENTFEUCHUNGSTECHNIK' in a smaller font directly below it. A large, white, semi-transparent circle is centered on the page, overlapping the architectural lines. On the left side, there is a vertical column of semi-transparent white circles of varying sizes, some of which are slightly offset from the main grid.

Lunor
ENTFEUCHUNGSTECHNIK

DIE ENTFEUCHUNGSEXPERTEN



FEUCHTIGKEIT IN GEBÄUDEN.

VORBEUGEN UND IM GRIFF BEHALTEN.

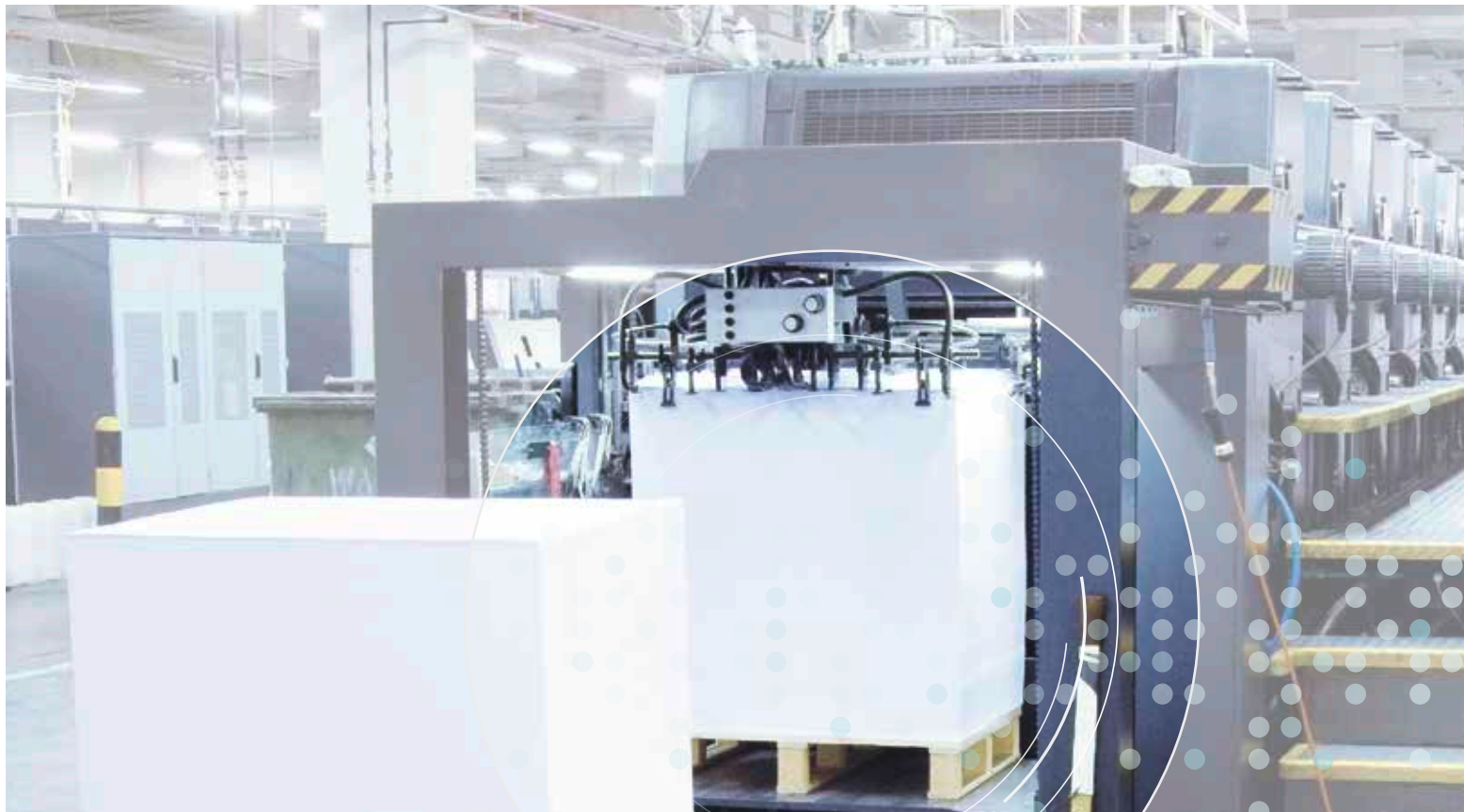
Die vorliegende Broschüre informiert über die wesentlichsten Ursachen von Feuchteschäden in Gebäuden und gibt nützliche Hinweise zu deren Vermeidung.

Nasse Kellerwände, schimmelnde Oberflächen auf eingelagerten Gütern und nicht trocknende Wäsche an der Leine trifft man nicht nur in älteren Gebäuden an. Auch in sanierten oder neu erstellten Bauten tritt das Problem häufig schon kurze Zeit nach der Fertigstellung auf.

Die Folgen sind sowohl kurz- als auch langfristig für alle Beteiligten unangenehm: Planer und Ausführende sehen sich Baumängelklagen und Garantieforderungen gegenüber, Hausbesitzer und Liegenschaftsverwalter sind dem Ärger der Benutzer und Bewohner ausgesetzt. Und längerfristig drohen neben massiven Komfortverlusten und Gesundheitsgefährdungen auch ernsthafte Substanz- bzw. Wertverluste. Die Folge sind aufwändige und teure Sanierungsarbeiten.

Um das Problem von Anfang an zu vermeiden oder bei bestehenden Liegenschaften zu beheben, muss man die Ursachen der Feuchtigkeitsbildung in Untergeschossen genau kennen. Dabei gilt es eine ganze Reihe von Faktoren zu berücksichtigen und deren Zusammenwirken zu verstehen. Diese Broschüre gibt Ihnen dazu einige nützliche Hinweise.

Die Entfeuchtungsexperten von Lunor beschäftigen sich seit über 30 Jahren mit dieser Problematik. Mit ihrem Fachwissen helfen sie Ihnen schon bei der Planung, die geeigneten Massnahmen zur Verhinderung von Feuchtigkeitsbildung in Neubauten vorzusehen. Und wenn das Problem in bestehenden Liegenschaften auftritt, stehen sie Ihnen bei der nachhaltigen Behebung mit Rat und Tat zur Seite.



RAUMLUFTFEUCHTIGKEIT. **URSACHEN UND WIRKUNG.**

Während in früheren Zeiten im Keller eine gewisse Feuchtigkeit zur Lagerung von Obst, Gemüse usw. durchaus erwünscht war, stellt dies im heutigen Umfeld ein echtes Problem dar.

Übermäßige Feuchtigkeit in Gebäuden ist die Folge moderner Bauweisen und gesetzlicher Vorschriften, menschlicher Tätigkeiten und klimatischer Einflüsse bzw. physikalischer Prozesse. Grosse Probleme verursacht sie in erster Linie in unbeheizten und schlecht belüfteten Bereichen wie Untergeschossen, Lager-, Gewerbe- und Produktionshallen. Besitzer und Mieter gehen davon aus, dass sie alle Räume ohne Komforteinbusse nutzen können – zum Basteln, zur Einlagerung von Gegenständen und zur Erfüllung ihrer beruflichen Aufgaben. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von über 55% beginnen Materialien wie Papier und Karton zu reagieren. Steigt sie auf über 65%, besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung, welche nicht nur Wertgegenstände und Bausubstanz schädigt, sondern auch eine ernsthafte gesundheitliche Gefährdung darstellt.

Relative Luftfeuchtigkeit

Luft enthält immer auch unsichtbaren Wasserdampf. Der jeweilige Feuchtegehalt im Verhältnis zum max. möglichen wird relative Luftfeuchtigkeit genannt. Je wärmer die Luft, desto mehr Feuchtigkeit kann sie aufnehmen und halten.

Kondensation im Untergeschoss

Aus Energieeffizienzgründen müssen trennende Bauteile wie Erdgeschossdecken, Wände und Türen heute so gedämmt werden, dass die Heizung möglichst keine Wärme an die Kellerräume verliert. Untergeschosse sind darum meistens sehr kühl.

Wenn nun warme Aussenluft in den kalten Keller einströmt, kühlt sie sich auf die Kellertemperatur ab. Allein dadurch erhöht sich die relative Luftfeuchtigkeit, bei gleichbleibender effektiver Wassermenge pro kg Luft. Bei einer grossen Differenz zwischen Aussen- und Untergeschosstemperatur steigt die relative Luftfeuchtigkeit schnell auf ein bedenkliches Niveau an. Wird dabei der Taupunkt erreicht, (siehe Grafik Relative Luftfeuchtigkeit & Taupunkt) entsteht sogar Kondenswasser an Wänden und Lagergütern.

Um dies zu verhindern, dürfte man den Keller nur dann lüften, wenn die effektive Wassermenge pro kg Luft im Freien geringer ist, als im Gebäudeinnern. Man stelle sich vor, wie man das den Benutzern vermittelt und dann auch umsetzt. Viel effektiver und steuerbarer ist da der Einsatz technischer Entfeuchtungs-lösungen. Ihre Wirkung ist jedoch stark von der zu erwartenden Feuchtigkeit, den Grundrissen und der Auslegung der Anlage abhängig.

Restfeuchte in Neubauten

In Massivbauten werden bei der Verarbeitung von Beton, Mörtel und anderen Baumaterialien grosse Mengen an Wasser in die Bausubstanz eingebracht. Kurze Bauzeiten führen oft dazu, dass die Gebäude bezogen werden, bevor sie fertig ausgetrocknet sind. Dank der kontrollierten Wohnungslüftung und dem manuellem Lüften führt die

Neubaufeuchte bei Befolgen einiger Erstbezugstipps selten zu Problemen. Beispielsweise garantiert ein Luftspalt hinter dem Mobiliar einen minimalen Luftaustausch. Den Untergeschossen bleibt die Feuchtigkeit jedoch erhalten. Ohne Gegenmassnahmen lauert die Gefahr von Schäden an Gütern, Bausubstanz und Gesundheit.

Feuchtigkeitsfaktor Mensch

Auch nach vollständiger Trocknung des Neubaus ist Feuchtigkeit im Untergeschoss ein Thema. Nur schon die durch den Menschen abgegebene Feuchtigkeit kann in kleinen, geschlossenen Räumen zu erhöhter Luftfeuchtigkeit führen. Zu kalkulieren ist auch die Feuchtigkeit, die durch Einlagerung von Gütern, oder je nach Witterung über Kleidung, Fahrräder und Kinderwagen eingebracht wird.

Bei Wohnliegenschaften entstehen zudem erhebliche Feuchtigkeitseinträge beim Waschen und Trocknen. Die Restfeuchte geschleuderter Wäsche hängt zwar von der Schleuderdrehzahl der Waschmaschine ab; als durchschnittlicher Richtwert kann man aber davon ausgehen, dass diese in der Praxis etwa 60% (bezogen auf das Gewicht der trockenen Wäsche) beträgt. Hochgerechnet für ein Mehrfamilienhaus mit vier bis sechs Parteien kann das einer Menge von 3'000 Litern pro Jahr entsprechen.

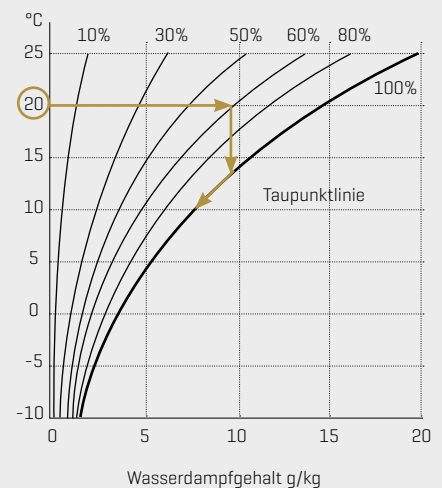
Feuchtigkeit entsorgen

Die beim Waschen entstandene Feuchtigkeit muss aus dem Baukörper abgeführt werden. Sei dies über offene Fenster oder mittels technischer Lösungen. Vor allem im Sommer birgt das manuelle Lüften jedoch Gefahrenpotential (siehe Grafik Sommerfeuchte im Keller). Auch ist der zusätzliche Energieverbrauch durch Wärmeverlust im Winter zu beachten.

Abhilfe schaffen Raumluft-Wäschetrockner, welche die Wäsche schnell trocknen, und so die Feuchtebelastung im Trocknungsraum möglichst gering halten. Um eine optimale Wirkung zu erzielen, ist die fachmännische Planung und Auslegung der Trocknungsräume entscheidend.

RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT & TAUPUNKT

0.960 bar, 450 m ü.M.

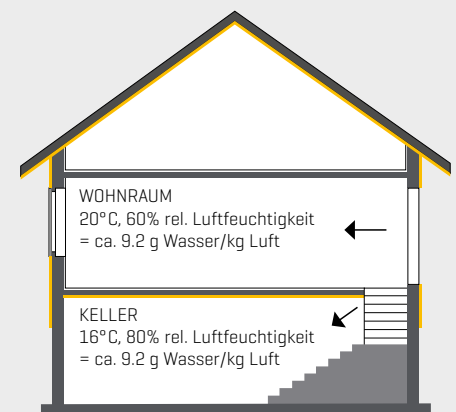


Das Beispiel zeigt, dass 1 kg Luft bei 20°C und einer rel. Feuchtigkeit von 60% ca. 9 g Wasserdampf enthält. Bei Abkühlung auf 14°C wird der Taupunkt erreicht. Je tiefer die Temperatur, desto höher die rel. Luftfeuchtigkeit.

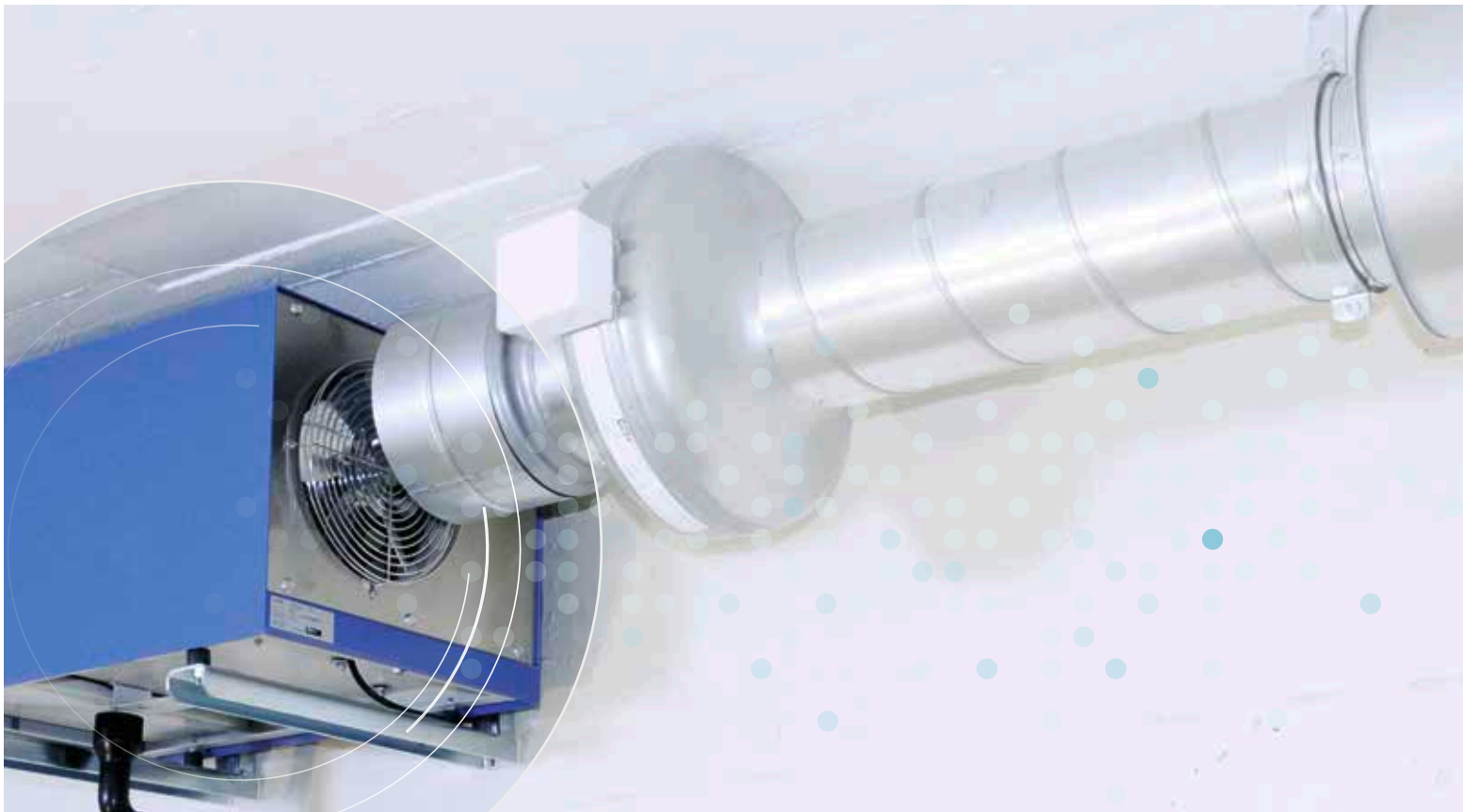
SOMMERFEUCHE IM KELLER

AUSSENKLIMA

25°C und 45% rel. Luftfeuchtigkeit
= ca. 9.2 g Wasser pro kg Luft



Treffen warme Aussentemperaturen von 25°C auf kühle Wände im Keller [16°C] erhöht sich – nur aufgrund der veränderten Temperatur – die rel. Luftfeuchtigkeit von 45% auf 80%. Die effektive Wassermenge pro kg Luft bleibt gleich.



UNTERGESCHOSSENTFEUCHTUNG. METHODEN UND SYSTEME.

Zu hohe Luftfeuchtigkeit in Untergeschossen ist eine der Hauptursachen für teure Schäden an eingelagerten Gütern und an der Bausubstanz. Das sorgt oft für Unzufriedenheit, Ärger und Entschädigungsforderungen.

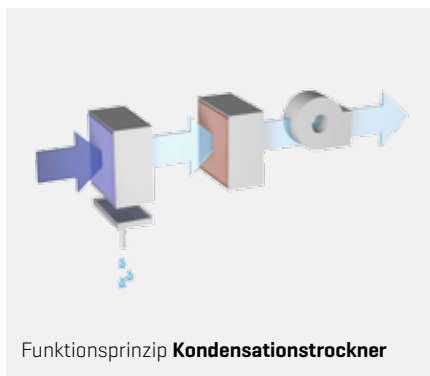
Die heutigen Baustandards sind auf Energieeffizienz ausgerichtet. Dies hat zur Folge, dass neben der Wärme auch keine Feuchtigkeit durch die dichten Bauhüllen entweichen kann. Aufgrund tiefer Temperaturen im Untergeschoss entsteht dort in der Regel eine hohe Feuchtigkeitsbelastung. Damit diese keinen Schaden anrichten kann, muss sie fachlich fundiert beurteilt und durch geeignete technische Massnahmen in den Griff genommen werden. Je nach Situation, Umgebung, Raumgrössen und Anforderungen stehen dafür Entfeuchtungsgeräte und -anlagen mit unterschiedlichen Technologien zur Verfügung. Im Wesentlichen unterscheidet man dabei zwischen Kondensations- und Adsorptionstrocknern.

Lüften mit eingeschränkter Wirkung

Problemzonen zur richtigen Zeit richtig zu lüften ist ein schwieriges Unterfangen und teilweise aufgrund der örtlichen Gegebenheiten schlicht nicht möglich. Gut gemeinte Zu- und Abluftanlagen verschärfen oft das Problem, weil sie warme Luft in kühle Räume einführen und so die relative Luftfeuchtigkeit ansteigt und/oder an kalten Oberflächen kondensiert.

Kondensationstrockner für mässige Temperaturen

In Räumen mit Temperaturen von rund 15°C kann wirkungsvoll mit einem Kondensationstrockner entfeuchtet werden. Mittels Luftverteilsystem wird trockene Luft in Untergeschosse, Lager-, Industrie-, Gewerbe- und Produktionshallen zugeführt und sorgt dafür, dass die relative Luftfeuchtigkeit den unbedenklichen Wert nicht dauerhaft übersteigt.



Funktionsprinzip **Kondensationstrockner**

Das Funktionsprinzip der Kondensationstrockner ist ebenso einfach wie effektiv. Die Raumluft wird angesogen und an einem Kälteelement abgekühlt. Dabei verliert sie ihre Feuchtigkeit und kann danach trocken in den Raum zurückströmen. Das überflüssige Wasser wird in einem Behälter aufgefangen oder direkt über die Abwasserleitung entsorgt.

Die Luftfeuchtigkeit wird mittels Hygrostat laufend gemessen, damit das Gerät nur dann einschaltet und nur so lange läuft wie nötig. Das spart Energie und sorgt für eine längere Lebensdauer der Entfeuchtungsgeräte. Die Apparate können je nach Anwendungsumfeld fest installiert oder – zum Beispiel bei temporären Einsätzen – frei und mobil im Raum aufgestellt werden.

Adsorptionstrockner für tiefe Temperaturen

Je nach Isolationskonzept können die Temperaturen in Untergeschossen auch dauerhaft unter 15°C liegen. Das gleiche gilt für gekühlte Räume, wie z. B. für die Herstellung und Lagerung von besonders feuchteempfindlichen Gütern wie Medikamenten und Lebensmitteln. Hier werden hochleistungsfähige Adsorptionstrockner eingesetzt. Diese entziehen der Luft die Feuchtigkeit über ein mit Silikagel beschichtetes Sorptionsrad. Es findet keine Kondensation statt, die Feuchtigkeit wird dampfförmig nach aussen abgeführt.



Funktionsprinzip **Adsorptionstrockner**

Kombinierte Entfeuchtungs- und Belüftungsanlagen

Belüftung und Entfeuchtung lassen sich auch kombinieren. Komplette Anlagen mit Frischluftbox und Adsorptionstrockner werden dabei in das System integriert. Die Intervallsteuerung regelt und überwacht in gleichmässigen Abständen die Frischluftzufuhr und die relative Luftfeuchtigkeit. Solche Installationen können in vielen Fällen Feuchtigkeitsprobleme in Untergeschossen von Bauten mit sehr dichten Bauhüllen lösen, bei denen die mechanische Komfortlüftung nur bis zum Erdgeschoss reicht.

KRITISCHE WERTE ZUR REL. LUFTFEUCHTIGKEIT

Lagergut	Rel. Luftfeuchtigkeit	
	min.	max.
Bilder / Gemälde	45%	55%
Musikinstrumente	50%	55%
Lebensmittel	50%	60%
Leder- & Korbwaren	50%	60%
Metalle / Werkzeuge	40%	55%
Möbel	45%	55%
Papiere	50%	55%
Textilien / Koffer	55%	60%
Wein	55%	70%

INTERVALLGESTEUERTE BELÜFTUNG UND ENTFEUCHTUNG

Praxisbeispiel: In einer Wohnsiedlung wurde das Untergeschoss mit konventioneller Querlüftung über Fenster und Lichtschächte geplant. Im bewohnten Zustand zeigte sich, dass eine konsequente, disziplinierte Lüftung im Alltag nicht durchführbar war.

Lösung: Einbau einer zentralen Belüftungs-/Entfeuchtungsanlage, bestehend aus Lunor Adsorptionstrocknern DT 450 ZSU mit Intervallsteuerung, Frischluftbox und Aufputz-Verteilsystem. Die Intervallsteuerung führt mehrmals täglich eine Durchmischung der Luft in den Kellern durch. Die rückströmende Luft wird mittels Hygrostat auf zu hohe Luftfeuchtigkeit geprüft. Entfeuchtet wird nur, wenn die rel. Luftfeuchtigkeit den kritischen Sollwert übersteigt.



RESTFEUCHE BEIM WASCHEN. TROCKNEN UND ENTFEUCHTEN.

Die erheblichen Wassermengen, die nach dem Schleudern in der Wäsche zurückbleiben, bergen ein hohes Schadensrisiko – insbesondere für die Schimmelpilzbildung an den Wänden der Wasch- und Trockenräume, aber auch in den angrenzenden Bereichen.

Gerade in Mehrfamilienhäusern wird der Feuchteeintrag durch das Trocknen von Wäsche massiv unterschätzt. Als Richtwert gilt bei modernen Waschmaschinen eine Restfeuchte von 60% bei rund 1200 Schleudertouren. In einem mittleren Mehrfamilienhaus kann das ohne weiteres einer Menge von bis zu 75 l Wasser pro Woche entsprechen. Diese Feuchtigkeit muss abgeführt werden.

Die traditionelle Trocknungsmethode

Grundsätzlich stehen für die Trocknung der Wäsche drei Methoden zur Wahl. Das traditionelle Aufhängen an der Wäscheleine ist nach wie vor sehr beliebt. Im mittleren Mehrfamilienhaus ohne mechanische Trocknungshilfe müssen so bis zu 10 l Wasser pro Tag über das natürliche Lüften abgeführt werden. Einerseits bedingt das eine hohe Luftaustauschrate, welche das Untergeschoss im Winter auskühlt. Andererseits verlangt diese Trocknungsart physikalisches Verständnis von den Nutzern: Ist die effektive Feuchtigkeit aussen höher als im Trocknungsraum, findet trotz Querlüften keine Trocknung statt. Im Gegenteil: Bei sommerlich warmen Temperaturen führt ein offenes Fenster sogar zu Kondensat im Keller.

Verbreitet weil praktisch – der Tumbler

Beliebt ist auch der Einsatz von Tumbler. Auch wenn bekannt ist, dass die mechanische Belastung dem Gewebe schadet, ist aufgrund der praktischen Handhabung deren Verwendung weit

verbreitet. Dank der Entwicklung von modernen Wärmepumpen-Tumbler hat sich die Energieeffizienz im Vergleich zum Abluft-Tumbler markant verbessert. Die Trocknungszeiten haben sich dabei jedoch verlängert. Ausserdem verbleiben je nach Tumbler 20 bis 40% Restfeuchte im Raum.

Energiesparende Wäschetrocknung und Erhaltung der Bausubstanz

Um die Bausubstanz nachhaltig zu schützen, wird die traditionelle Wäschetrocknung um die Komponente des Raumluft-Wäschetrockners ergänzt. Der Trockner saugt die Raumluft im Trocknungsraum an, bringt die Feuchtigkeit mittels Wärmepumpe zum Kondensieren und bläst trockene Luft in die Wäsche ein. Auf diese Weise trocknet – nebst Wäsche, Sportutensilien, Schuhen, etc. – die Bausubstanz gleich mit. Moderne Raumluft-Wäschetrockner lassen eine Auswahl des Trocknungsgrades zu und beenden den Trocknungsvorgang, sobald der gewählte Wert erreicht wurde.



RESTFEUCHE AUS WÄSCHE

Je nach Schleuderezahl der Waschmaschinen bleibt in der Wäsche eine Restfeuchtigkeit von 70 bis 50% zurück. Bei der Annahme eines durchschnittlichen Restfeuchtigkeitswertes von 60% fallen dadurch bei der Trocknung folgende Mengen an zu entsorgendem Wasser an:

Anzahl Zimmer	Wäsche pro Woche	Restwasser pro Wäsche
4- 6	21 kg	12.6 l
2.5 - 3.5	14 kg	8.4 l
1 - 2	7 kg	4.2 l

RESTFEUCHE IM TROCKNUNGSRAUM

Im Auftrag des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich [ewz] wurden alle Wärmepumpen-Tumbler und eine Auswahl von Luftkondensations-Tumbler neutral getestet. Dabei sind auch die jeweiligen Feuchtigkeitsverluste beim Trocknungsprozess gemessen worden.

Wärmepumpen-Tumbler:

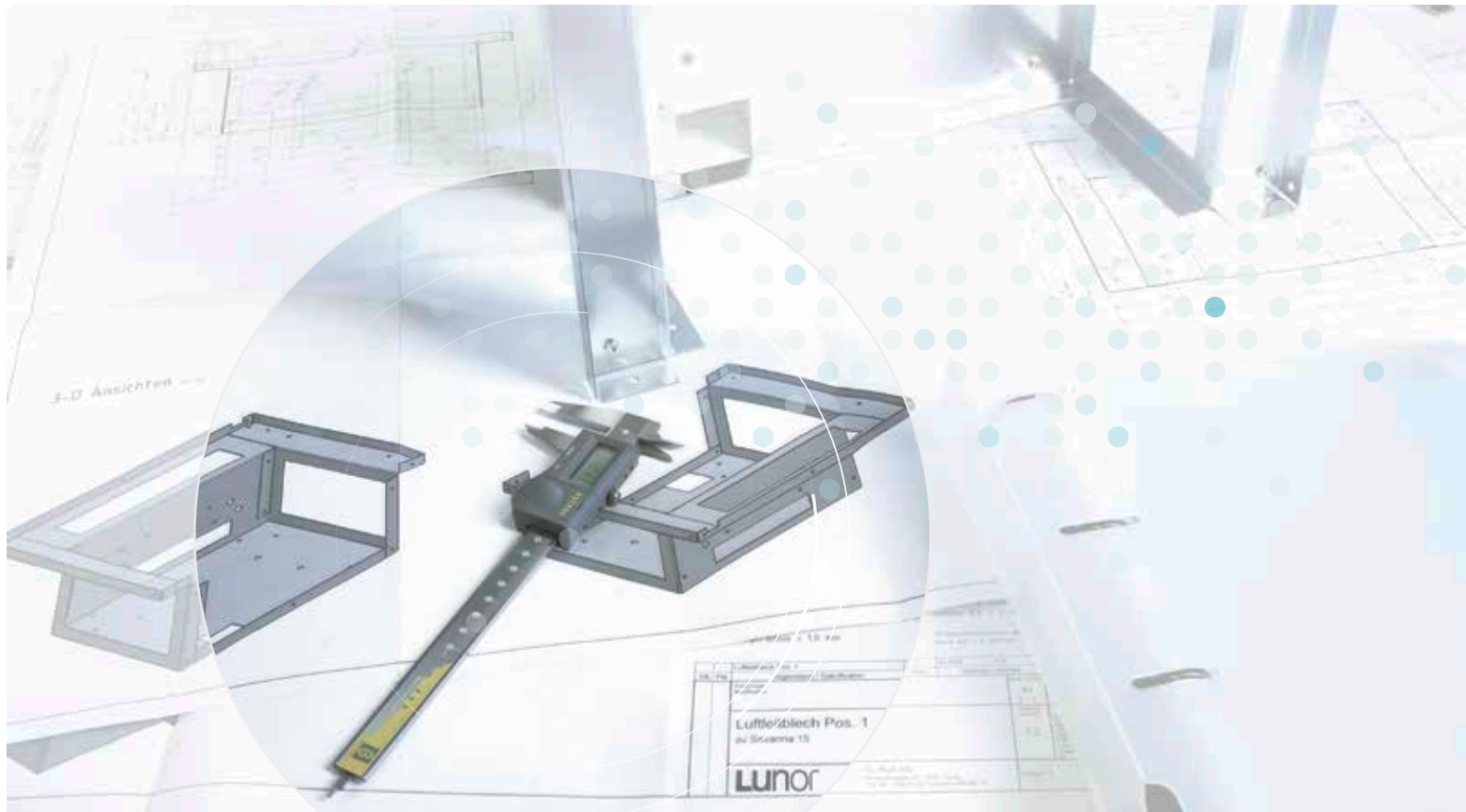
20 bis 25% Feuchteverlust

Luftkondensation-Tumbler:

25 bis 40% Feuchteverlust
(das entspricht bei 4 kg Wäsche mit 50% Restfeuchtigkeit einer Menge von 0.4 bis 0.8 l Wasser pro Stunde)

Raumluf-Wäschetrockner:

keine Restfeuchtigkeit



DIE LUNOR ENTFEUCHTUNGSEXPERTEN. ANALYSIEREN, PLANEN, OPTIMIEREN.

Vorbeugen ist günstiger als Heilen. Das gilt auch bei Feuchteproblemen in Liegenschaften. Sprechen Sie darum rechtzeitig mit den Experten von Lunor. Sie beraten Sie schon bei der Planung oder im Vorfeld von Umbauten bzw. Sanierungen.

Die Vermeidung und Behebung von Feuchtigkeitsproblemen in Untergeschossen ist eine komplexe Aufgabenstellung. Nicht nur weil diese unterschiedliche Ursachen haben können, sondern weil sie oft erst nach einer gewissen Benutzungszeit der Liegenschaften zu Tage treten. Bauherren und Planer von Neu- und Umbauten aber auch Hausbesitzer und Liegenschaftsverwalter sollten sich darum von Experten beraten lassen. Die Entfeuchtungsprofis von Lunor analysieren gemeinsam mit Ihnen mögliche und bestehende Gefahrenquellen, unterstützen Sie bei der Planung von Gegenmassnahmen und sorgen mit technologisch führenden Entfeuchtungssystemen dafür, dass feuchte Räume der Vergangenheit angehören – in Untergeschossen von Wohnbauten ebenso wie im gewerblich-industriellen Bereich.

Feuchtigkeitsquellen eruieren

Ob bei der Planung von Neu- und Umbauten oder bei akuten Problemfällen in bestehenden Liegenschaften: Aufgrund Ihrer Baupläne und/oder Besichtigungen vor Ort eruieren wir die potenziellen und vorhandenen Feuchtigkeitsquellen:

- Wo liegen die Gefahren und Ursachen, welche baulichen Voraussetzung sind gegeben, welche können angepasst werden?
- Wie hoch sind die möglichen Feuchtigkeitsbelastungen und mit welchen Methoden bzw. Technologien können sie eliminiert werden?
- Welche Geräte und Installationen eignen sich für den jeweiligen Einsatzbereich bzw. welche Leistungen müssen sie erbringen?

Massnahmen evaluieren

Nach der Analyse und Bewertung der Einflussfaktoren erarbeiten wir Vorschläge für die optimalsten Entfeuchtungslösungen:

- Welche Technologien, Geräte oder Anlagen sollen wo eingesetzt werden?
- Welche baulichen Anpassungen sind notwendig, wo können die Entfeuchtungsapparate und Installationen platziert werden?
- Welche Varianten sind allenfalls möglich?

Planung in Kooperation

Auf Wunsch unterstützen wir Sie bei der «feuchtetechnischen» Optimierung Ihrer Untergeschoss-Grundrisse. Wir verfügen über grosse Erfahrung in der Zusammenarbeit mit Architekten und Fachplanern. Die angebotene Unterstützung reicht von der Planung der Trocknungsräume bis zur Auslegung der Entfeuchtungssysteme.

Geräte bzw. Anlagen installieren und warten

Speziell ausgebildete Lunor Monteure installieren und warten die Entfeuchtungsgeräte und -anlagen sowie die Raumluftwäschetrockner und Trocknungsraumeinrichtungen. Die Instruktion an das Bedienpersonal stellt sicher, dass die Geräte richtig bedient werden. Und sollten im Betrieb dennoch Fragen auftauchen, stehen Ihnen die Lunor Techniker gerne zur Verfügung.

Lunor Entfeuchtungsgeräte und Raumluftwäschetrockner entsprechen dem modernsten Stand der Technik. Sie werden im eigenen Haus entwickelt und ausschliesslich in den eigenen Werkstätten in der Schweiz hergestellt. Damit erfüllen sie höchste Qualitäts-, Effizienz- und Ökologiestandards und garantieren robuste Zuverlässigkeit im Betrieb sowie eine lange Lebensdauer.

ENTFEUCHTUNGS-LÖSUNGEN

Raumentfeuchtung

- Kondensationstrockner für den Komfortbereich
- Adsorptionstrockner für eher tiefe Temperaturen oder tiefe relative Luftfeuchtigkeit
- Kombinierte Belüftungs-/Entfeuchtungsanlagen für Wohnliegenschaften und Industrie-/Gewerbebetriebe
- Mobile Mietgeräte für temporäre Einsätze

Wäschetrocknung

- Raumluftwäschetrockner für kleinere, mittlere und grosse Auslastungen
- Wasch- und Trocknungsraumeinrichtungen in Neubauten und bestehenden Liegenschaften

WASSERSCHADEN-SANIERUNG

Nach einem Wasserschaden ist eine sofortige Intervention wichtig, um die überschüssige Feuchtigkeit aus der Baustanz zu entfernen. Die Wasserschadenspezialisten von Lunor sind bestens geschult und verfügen über die neuesten technischen Mittel. Bei der Leckortung kommen Tracergas, akustische Messgeräte, Endoskopie, usw. zum Einsatz. Dies garantiert ein schnelles Aufspüren der Lecks.

Dank jahrelanger Erfahrung, dem Grundverständnis für den Bau und einem grossen eigenen Gerätepark sind die Lunor Experten in der Lage, sämtliche Wasserschäden zu sanieren. Dies widerspiegelt sich in der engen Zusammenarbeit mit namhaften Architekten, Generalunternehmern, Sanitären, Verwaltungen, Versicherungen und Privaten.

