

# Planung von Lufterdwärmetauscher - Anlagen

## Betrachtung von Normen und Richtlinien

Dipl.-Ing. (FH) Mario Psyk, Head of Design and Software  
M. Eng. Marco Fischer, Product Manager



Insbesondere in Passivhäusern oder in Nichtwohngebäuden haben Lufterdwärmetauscher (L-EWT) seit etwa 10 Jahren einen festen Platz eingenommen. Der Erfolg bei Planung und Installation ist an der stetig wachsenden Zahl von Projekten ablesbar. Während der Zeit um die Jahrtausendwende wurden in zahlreichen Veröffentlichungen und wissenschaftlichen Projekten, [1],[2],[3] oder "Planungsleitfaden AG Solar", die Grundlagen der Planung und Installation sowie die hygienischen Voraussetzungen dargestellt.

In den letzten Jahren allerdings wurde der wissenschaftlichen Bearbeitung des Lufterdwärmetauschers weniger Aufmerksamkeit geschenkt. Dabei zeigt sich bis heute, dass in der Praxis immer noch Unklarheiten bezüglich der hygienischen Anforderungen oder der Behandlung eines Lufterdwärmetauschers im Lüftungssystem bestehen. Obwohl das System selbst als Teil von Raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) zu betrachten ist, gibt es einige, vor allem hygienische Vorgaben, deren Umsetzung für erdverlegte Leitungen nicht sinnvoll ist. So entsteht eine Grauzone, die den Betreiber, die Planer und Installateure aber auch den Hygieneprüfer vor Probleme und offene Fragen stellt.

Abb.1: Verlegebeispiel eines L-EWT

Mit der Erarbeitung der VDI 6022 Blatt 1.2 wird diese Problematik aufgegriffen. In der neuen Richtlinie werden wesentliche Teilbereiche von der Planung bis zur Inbetriebnahme eines L-EWT beschrieben. Dieser Umstand war Anlass, die bei der Planung und Installation von Lufterdwärmetauscher-Systemen bestehenden Problemstellungen genauer zu beleuchten und darzustellen.

### AUFBAU EINES LUFTERDWÄRMETAUSCHER-SYSTEMS

Die Funktionsweise eines Lufterdwärmetauscher-Systems ist relativ einfach. Durch im Erdreich verlegte Rohrleitungen wird Luft transportiert, die bestrebt ist,

den bestehenden Temperaturunterschied zur Erdreichtemperatur auszugleichen. Daher kann ein L-EWT, je nachdem, ob eine positive oder negative Temperaturdifferenz zwischen Außenluft und Erdreich vorliegt, entweder die Luft kühlen oder erwärmen.

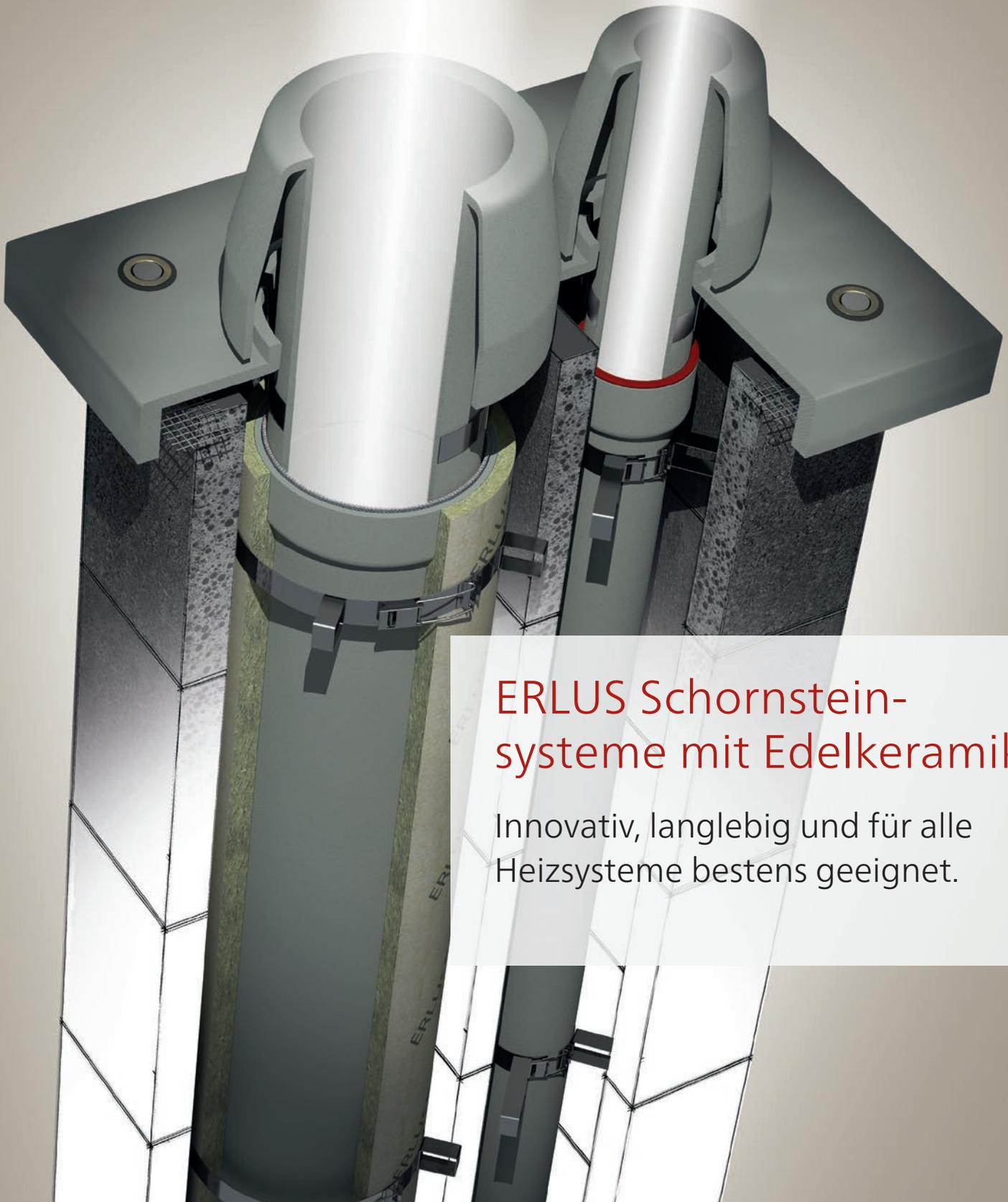
Die wichtigste Komponente des Lufterdwärmetauschers ist damit das im Erdreich befindliche Rohr. Um die Luft bis zum Rohr zu transportieren, ist eine Außenluftansaugvorrichtung, in der Regel in Form eines Edelstahl-Ansaugturmes, erforderlich.

Weitere Komponenten einer L-EWT-Anlage sind in Abb.2 dargestellt. Besonders wichtig ist der Kondensatablauf, da

dieser für die Sicherstellung der hygienischen Anforderungen benötigt wird.

### FÜR DIE AUSLEGUNG VON LUFTERDWÄRMETAUSCHER-SYSTEMEN RELEVANTE NORMEN UND RICHTLINIEN

Beschäftigt sich der Planer mit geothermischen Systemen und hier insbesondere mit L-EWT-Anlagen, wird ihm zunächst die VDI 4640 Blatt 4 begegnen. In der Richtlinie sind alle wichtigen Punkte, wie Auslegung, Installation oder auch die Wirtschaftlichkeit von L-EWT-Anlagen beschrieben. Insbesondere ist der Bezug zur VDI 6022 und der durch die DIN EN 13779 abgelösten DIN 1946-2 darge-



## ERLUS Schornstein- systeme mit Edelkeramik

Innovativ, langlebig und für alle  
Heizsysteme bestens geeignet.

stellt. Doch genau in diesen Verweisen und der Aussage „Ein L-EWT ist als raumlufttechnische Anlage zu behandeln“ [7] kommt die eigentliche Problematik zum Tragen.

In den genannten Normen und Richtlinien wird eine im Gebäude installierte Lüftungsleitung einer erdverlegten Rohrleitung gleichgestellt. Dass hierbei unterschiedliche Bedingungen für Einbau und Planung Berücksichtigung finden und es daher auch zu Konflikten kommen muss, steht außer Frage. Die VDI 6022 Blatt 1.2 stellt eine Neuerung dar, da erstmals auf die hygienischen Anforderungen angepasste Vorgaben für erdverlegte Lüftungsleitungen erstellt und wichtige Regelungen für Planung und Installation dieser Systeme getroffen werden.

Bei genauer Betrachtung einzelner Systemkomponenten müssen neben den bereits genannten, noch weitere Normen und Richtlinien herangezogen werden. Auch in diesen sind Widersprüche innerhalb der verschiedenen Regelungen vorhanden, auf welche im nachfolgenden Kapitel näher eingegangen werden soll. Abb.3 zeigt die Beziehungen zwischen den wichtigsten Normen und Richtlinien. Hierbei ist zu beachten, dass die Aufstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

## BERÜCKSICHTIGUNG RELEVANTER NORMEN UND RICHTLINIEN BEI DER PLANUNG

### 1. Außenluftansaugvorrichtung

Informationen zur Auslegung und Installation von Außenluftansaugvorrichtungen finden sich in VDI 3803, DIN EN 13779,

In VDI 4640 Blatt 4 ist lediglich ein kurzer Hinweis auf die Anwendung von korrosionsbeständigen Materialien angegeben. Bezüglich der Installation ist vor allem die DIN EN 13779 interessant. Hier wird im Anhang auf die Lage von Ansaugvorrichtungen eingegangen, indem Abstände

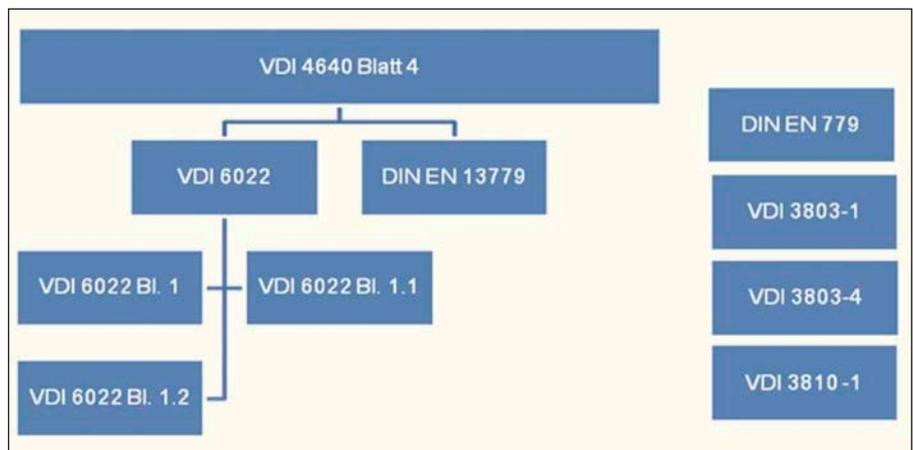


Abb.3: Aufstellung der wichtigsten zu betrachtenden Normen

VDI 6022 Blatt 1 und VDI 4640 Blatt 4. Zur Auslegung sollten insbesondere VDI 3803 und DIN EN 13779 herangezogen werden. In diesen werden Vorgaben zu Material, maximalen Volumenströmen im Lamellenbereich und im Rohr sowie zur Ansaughöhe gemacht. Die weiteren Richtlinien beziehen sich bei Hinweisen zu diesen Punkten entweder aufeinander oder verweisen auf die DIN EN 13779 bzw. deren Vorgänger DIN 1946 Blatt 2.

und räumliche Ausrichtungen dargestellt werden. VDI 6022 Blatt 1 beschreibt die Lage unter dem Gesichtspunkt, hygienisch möglichst gering belastete Luft anzusaugen.

Kernpunkte der gesammelten Aussagen sind:

- ▶ die Anwendung von Außenluftansaugvorrichtungen aus korrosionsbeständigen Materialien
- ▶ die Ansaugung von Luft oberhalb der 1,5-fachen Dicke der zu erwartenden Schneedecke am Einsatzort und
- ▶ die Ansaugung von Luft in ausreichendem Abstand zu möglichen Verunreinigungsquellen aus hygienischen Gesichtspunkten.

Einzelne Aussagen der Normen können aus Tab.1 entnommen werden.

### 2. Filter

Wie in Tab. 1 dargestellt, wird in der VDI4640 die Vorgabe zum Einsatz einer Filterung in der Außenluftansaugvorrichtung für L-EWT-Anlagen gemacht. Dabei soll diese in erster Linie dem Schutz des L-EWT dienen und ist nicht zwingend als Filterstufe einer RLT-Anlage beschrieben. In der DIN EN 13779 wird bei der Verwen-

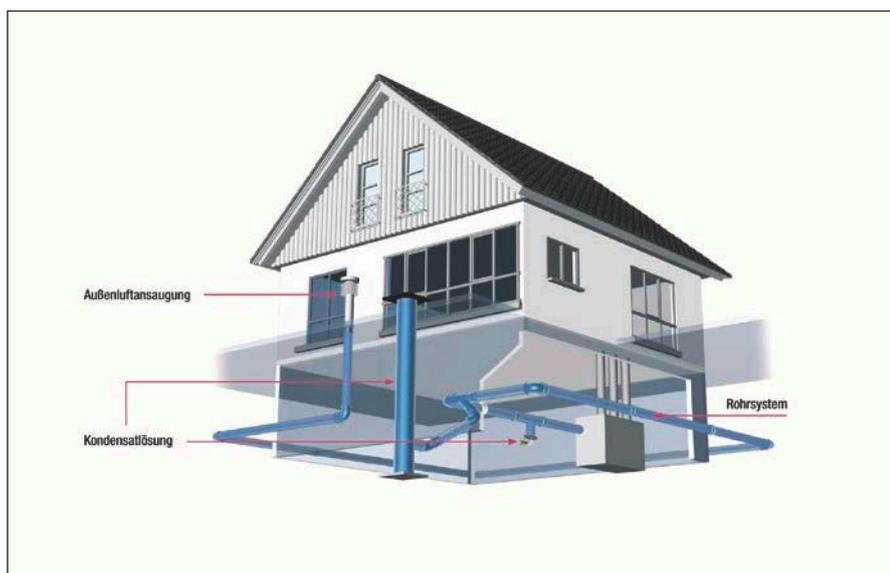


Abb.2: Aufbau L-EWT-System

Außenluft- ansaugung	Material	VDI 3803	geeignete korrosionsbeständige Materialien, z.B. Edelstahlblech, verzinktes Stahlblech, Aluminiumblech
		VDI 4640 Blatt 4	korrosionsbeständige Materialien
	Volumenstrom/ Strömungs- geschwindigkeit	VDI 3803	Lamellenbereich 2,5 m/s; Rohrbereich 8 m/s
		DIN EN 13779	Lamellenbereich 2 m/s bei Gefahr des Eindringens von Wasser oder Staub
	Ansaughöhe	DIN EN 13779	1,5-fache Höhe der zu erwartenden Schneedecke
	Lage	DIN EN 13779	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ horizontaler Abstand zu z.B. Abfallsammelstellen, Fahrwegen, Schornsteinen mögl. nicht kleiner als 8m</li> <li>▶ Lage zu Verdunstungs-Kühlanlagen beachten</li> <li>▶ Stellen, an denen Rückströmung von Fortluft möglich ist, meiden</li> <li>▶ im Sommer vor Aufheizung durch Sonne geschützt aufstellen</li> </ul>
		VDI 6022 Blatt 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ negative Beeinflussungen der Ansaugluftqualität möglichst gering halten</li> <li>▶ Rezirkulation vom Fortluftdurchlass vermeiden und Umströmung von Gebäude, Wind- und Wetterverhältnisse sowie Nachbarschaftsbebauung beachten</li> <li>▶ Hauptwindrichtung in der Nähe von Nasskühltürmen beachten</li> </ul>
	Aufbau	VDI 3803	Öffnungen gegen Kleintiere und grobe Verunreinigungen schützen, z.B. Maschendrahtgitter mit max. 20 x 20 mm
		VDI 4640 Blatt 4	Schutz vor groben Verunreinigungen durch Vorfilter

Tab. 1: Übersicht geltende Normen / Richtlinien f. Außenluftansaugung

dung von Luftfiltern dargestellt, dass die gefilterte Außenluft die Anforderungen der Raumluft erfüllen muss. Da der L-EWT allerdings nur als ein Teil der RLT-Anlage zu betrachten ist und die genannte Norm Aussagen zur gesamten RLT-Anlage macht, ist diese für die Filterung nur bedingt geltend. Würde die Vorgabe direkt auf den L-EWT angewendet werden, hätte dies zur Folge, dass bereits in der Außenluftansaugvorrichtung ein Filter der Stufe F5 oder feiner eingebaut werden müsste. Das würde einen hohen Druckverlust bedeuten.

Die VDI 3803 beschreibt den Einsatz von Filtern F5 als erste Filterstufe. Gleichfalls lässt diese auch Grobfilter als zusätzliche Filtereinheiten zu. Die Aussage, dass sich die erste Filterstufe möglichst nahe an der Außenluftöffnung befinden muss, ist für L-EWT-Anlagen nur insofern umsetzbar, als direkt in der Außenluftansaugvorrichtung ein Filter platziert wird. Wirtschaftlich betrachtet sollte dieser allerdings als Grobfilter ausgeführt sein.

In der neuen VDI 6022 Blatt 1.2 wird die Art der Filterung offen gelassen, dennoch beschreibt die Richtlinie deutlich, dass die Luftqualität nicht verschlechtert werden darf. So muss die Zuluft die gleiche Qualität wie die Außenluft aufweisen. Inwieweit dies konstruktiv umgesetzt wird, bleibt offen und gibt dem Planer und Betreiber einen gewissen Spielraum. Bei

Feist<sup>[6]</sup> wird zwar die Filterung mit einem G3-Filter als Mindestqualität benannt, jedoch auch beschrieben, dass im Außenluftkanal ein hochwertiger Filter Klasse F6 oder höher eingebaut werden muss. Dabei ist zu beachten, dass der Außenluftkanal erst mit dem Eintritt in das Lüftungsgerät endet. Gegenteilig wird in [2] auf die Problematiken mit Feinfiltern hingewiesen. So ist ein Zufrieren oder eine Intensivierung der optischen Kontrollen neben erhöhten Druckverlusten eine ebenso zu betrachtende Problematik von Feinfiltern in der Außenluftansaugung. Daher wird hier empfohlen, Grobfilter einzusetzen.

In der Praxis bedeutet dies, dass Maßnahmen ergriffen werden müssen, die eine Verunreinigung der Zuluft durch den L-EWT vermeiden. Insbesondere bei Anlagen bis zu 1000 m<sup>3</sup>/h kann mithilfe eines Grobfilters oder eines kombinierten Grob-Feinfilters die Filterung gut in Außenluft-Ansaugvorrichtungen integriert werden. Bei größeren Anlagen ist die Integration von Filtersystemen schwieriger, da für ein größeres Luftvolumen weniger Filterfläche in der Außenluftansaugvorrichtung zur Verfügung steht.

Hier sollte eine Abwägung des zusätzlichen Druckverlustes, auch im Zusammenhang mit Möglichkeiten der Reinigung und dem Einsatz von mehreren Filterstufen im nachfolgenden Lüftungsgerät getroffen werden.

### 3. Rohrsystem

Da im Rohrsystem einer Lufterdwärmetauschanlage der Wärmeaustausch vollzogen wird, kann dieses als Herzstück des Systems betrachtet werden. An das eingesetzte System werden besondere Anforderungen gestellt. So ist in den Regelwerken VDI 4640, DIN 1946 und VDI 6022 aufgeführt, welche Anforderungen das verwendete Rohrmaterial erfüllen soll. Sie können der Tab.2 entnommen werden. Kunststoffrohre sind hierbei am geeignetsten. Die geringere Wärmeleitfähigkeit gegenüber anderen Materialien, wie z.B. Beton, konnte in Simulationen und Praxisversuchen als nur gering beeinflussend für die Entzugsarbeit des Gesamtsystems eingestuft werden.

Hervorzuheben ist, dass sowohl die VDI 4640 Blatt 4 als auch die VDI 6022 Blatt 1.2 den Einsatz von flexiblen Kunststoffrohren bzw. Wellrohren als ungeeignet bzw. als nur ausnahmsweise möglich darstellen. Dabei wird explizit darauf hingewiesen, dass ein durchgängiges Gefälle eingehalten und bereits in der Planung berücksichtigt werden muss, um im Rohr entstehendes Kondensat sicher abführen zu können. Dieser besonders unter hygienischen Gesichtspunkten wichtige Parameter ist bei flexiblen Rohren mit erhöhtem Aufwand bei der Verlegung verbunden. Ein weiterer bereits in der Planung zu berücksichtigender Faktor

ist die in VDI 6022 geforderte Anordnung von Revisionsöffnungen im System. Intelligente Lösungen kombinieren sie mit dem Kondensatablauf für die Reinigung. Revisionsöffnungen müssen so geplant werden, dass sie frei zugänglich sind und so beschaffen sein, dass über sie keine Fremdluft in den L-EWT gelangen kann.

Bei Systemen, die nur mit Robotertechnik befahren werden können, ist im besonderen Maße auf die Anzahl und die Verlegung von Rohrbögen zu achten. Liegen zwei 90°-Bögen direkt nebeneinander, wie z.B. bei Mäandersystemen üblich, ist eine Reinigung über diese beiden

mehrfach darauf hingewiesen, dass Kondensat entstehen kann und insbesondere VDI 6022 Blatt 1.2 gibt hier eine rückstandsfreie Abführung vor.

Die Entstehung von Kondensat wird in VDI 4640 Blatt 4 beschrieben. Durch eine Taupunktunterschreitung der geförderten Luft an der Rohrwand kommt es aufgrund der Temperaturdifferenz von warmer Luft im Sommer und kühlem Erdreich zu einer Entfeuchtung der Luft. Durch die Abkühlung wird die Fähigkeit der Luft, Wasser zu binden, geringer, bis es zum Ausfall des Wassers an der Rohroberfläche kommt. Übrigens ein Effekt, welcher insbesondere im Frühjahr

Hierbei kann das Kondensat z.B. über spezielle Kondensatabläufe und angeschlossene Siphons abgeführt werden. Ein direkter Anschluss an das Abwassernetz darf dabei nicht erfolgen, da sonst Gerüche in das System gelangen können. Der freie Auslauf stellt die beste Lösung dar. Insbesondere bei Registersystemen stellt sich die Problematik einer adäquaten Lösung für die Verteilerseite. Hier können sogenannte Kondensat-Sammelschächte oder Revisionschächte zum Einsatz kommen. Bei guter Planung können diese sowohl zur Ableitung des Kondensats als auch für Inspektionen und Reinigungsmaßnahmen genutzt werden.

Rohr	Material	VDI 4640 Blatt 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ungiftiges, korrosionssicheres Material mit innen glatten Oberflächen für gute Reinigbarkeit</li> <li>▶ keine Emission von gesundheitsgefährdenden Stoffen</li> <li>▶ keinen Nährboden für Mikroorganismen bildend</li> <li>▶ nicht staubansaugend, dauerhaft, nicht hygroskopisch, luftdicht</li> <li>▶ Wellrohre sind ungeeignet</li> <li>▶ Kunststoffrohre aus hygienischen Gesichtspunkten besonders günstig</li> </ul>
		VDI 6022 Blatt 1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ausreichende Beständigkeit gegenüber Bodeneinflüssen und hinreichende Dichtheit</li> <li>▶ innenseitig glatte Oberfläche</li> <li>▶ mikrobielle Inertheit</li> <li>▶ Ermöglichung eines zeitnahen und vollständigen Kondensatablaufs</li> <li>▶ Reinigbarkeit, Desinfizierbarkeit und Desinfektionsmittelbeständigkeit</li> </ul>
	Verlegung	VDI 4640	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Ausführung so, dass Kondensat vollständig und kontinuierlich aus dem L-EWT abgeführt wird</li> <li>▶ dauerhaft stabile Lagerung mit Schutz vor lokaler Absenkung</li> <li>▶ Untergrund darf nicht so stark verdichtet werden, dass eine lokale Wassersperre entsteht</li> <li>▶ Einhaltung eines leichten Gefälles</li> </ul>
		VDI 6022: Blatt 1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ausreichendes Gefälle zur rückstandsfreien Kondensatabführung</li> <li>▶ Vorsehen von Revisionsöffnungen</li> </ul>

Tab.2: Übersicht geltende Richtlinien für L-EWT-Rohre

Bögen hinaus schwer ausführbar. Hier sollten weichere Bögen mit geraden Zwischenstücken z.B. 45° oder 30° eingesetzt werden. Auf die genannten Besonderheiten von Rohrsystemen, die für einen L-EWT genutzt werden sollen, wird näher eingegangen [1],[2],[4]. Immer wieder wird hier der hygienische Aspekt hervorgehoben. Auf die Besonderheiten für die Verlegung wird nur bedingt hingewiesen.

#### 4. Kondensatablauf

Bereits in Abschnitt 3.3 und bei Betrachtung von Tabelle 2 wird deutlich, dass der hygienische Aspekt der Kondensatabführung eine hohe Bedeutung hat. Vor allem in VDI 4640 und VDI 6022 wird

und Herbst auch an Autoscheiben oder an beschlagenen Spiegeln nach einer heißen Dusche beobachtet werden kann. Die durch die Abkühlung im Rohr befindliche Feuchtigkeit, stellt allerdings ein hygienisches Problem dar. Feuchtigkeit bietet ein hohes Potenzial für die Vermehrung von Bakterien und somit für eine Verschlechterung der Zuluftqualität. Um dem entgegenzuwirken und dem Hauptanliegen der VDI 6022 Blatt 1.2 zu entsprechen, muss neben der Einhaltung eines Gefälles auch für die Ableitung des Kondensats aus dem System gesorgt werden.

Bei Einrohrsystemen sowie auf der Sammlerseite von Registersystemen kann die Kondensatabführung im Haus erfolgen.

#### ABNAHME VON LUFTERDWÄRMETAUSCHER-ANLAGEN

Die Abnahme und Kontrolle von L-EWT-Anlagen wird in der VDI 4640 Blatt 4 beschrieben, wobei auf die Hygienekontrollen nach der VDI 6022 Blatt 1 verwiesen wird. Die Problematik liegt dabei darin, dass der L-EWT als ein Teil einer RLT-Anlage beschrieben wird und dementsprechend zu prüfen ist.

Bisher wurde nicht beachtet, dass gegenüber einer im Gebäude zugänglichen Lüftungsleitung andere Bedingungen vorliegen. Somit wird deutlich, dass eine Hygieneprüfung auf Basis der VDI 6022 Blatt 1 nur eingeschränkt erfolgen konnte. Würden die dort beschriebenen Anforderungen für den L-EWT angesetzt

werden, wäre derzeit sicherlich keine einzige Anlage in Betrieb.

Mit der neuen VDI 6022 Blatt 1.2 ist hier ein großer Stein aus dem Weg geräumt worden. In der Richtlinie ist erstmals ein Vorgang beschrieben, der auf den L-EWT und im Erdreich installierte Komponenten angepasst wurde und die Abnahme und die Kontrolle beschreibt. Mittels einer Checkliste für Hygienekontrollen wird die Arbeit von Kontrolleuren und Planern deutlich erleichtert und klarer nachvollziehbar.

#### FAZIT

Durch die neue VDI 6022 Blatt 1.2 werden wichtige bisher unklare Bestimmungen bei der Planung sowie hygienische Anforderungen von Lufterdwärmetauscher-Anlagen behandelt und genauer beschrieben. In der Richtlinie werden klare Zuständigkeiten benannt und es wird erstmals ein Vorgehen für die Abnahme von Lufterdwärmetauscher-Anlagen definiert.

Abgesehen von kleinen Differenzen, z.B. was den Einsatz von Filtern vor dem Lufterdwärmetauscher betrifft, ist die neue VDI 6022 Blatt 1.2 neben der VDI 4640 Blatt 4 als ein Grundleitfaden für Planer, Tiefbauer und Hersteller zu verstehen, welche Lufterdwärmetauscher-Anlagen planen, errichten oder herstellen.

#### Literaturverzeichnis:

- [1] Blümel, E., Fink, C., & Reise, C. (2001). Luftdurchströmte Erdreichwärmetauscher. Gleisdorf: EU Projekt 4. Rahmenprogramm CRAFT-JOULE N° JOR3-CT98-7041.
- [2] Dibowski, G. (2005). Verbundprojekt Luft Erdwärmetauscher - Technische Planung. Köln: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Projektnummer 25314598.
- [3] Greml, A., Blümel, E., et al. (2004). Technischer Status von Wohnraumlüftungen. Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- [4] Bock, C. (2009). Normen- und richtliniengerechte Auslegung und Betrieb von luftgeführten Erdwärmetauschern mit Darstellung ausgewählter Reinigungsverfahren im Praxistest. Ansbach: Hochschule Ansbach.
- [5] Dibowski, G. (2003). Auf Basis umfangreicher Messdatensätze experimentell und numerisch validierte Regeln zur optimierten Auslegung von Luft-Erdwärmetauschern. Kassel: Universität Kassel.
- [6] Feist, W. (1999). Dimensionierung von Lüftungsanlagen in Passivhäusern. Darmstadt: Passivhaus Institut.
- [7] VDI 4640 (09/2004) Blatt 4: Thermische Nutzung des Untergrunds – direkte Nutzung. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure.

#### Autoren:

*Dipl.-Ing. (FH) Mario Psyk,*

*Head of Design and Software*

*M. Eng. Marco Fischer,*

*Product Manager (techn.) Awadukt Thermo,*

*REHAU AG + Co. 91058 Erlangen*

*Fotos / Grafiken: Rehau*

[www.rehau.com](http://www.rehau.com)



## Energie- erzeugung 4.0

Die Systemregelung Master Energy Control sorgt für hohe Effizienz und perfekte Integration in die Gebäude- und Produktionstechnik.



**Lassen Sie Visionen Wirklichkeit werden.** Verlassen Sie sich dabei auf zukunftsweisende Technologien und die Erfahrung von Bosch. Ob für Industrie, Gewerbe, private und kommunale Einrichtungen oder für Energieversorgungsunternehmen – wir unterstützen Sie in der Realisierung einer optimalen Lösung. Unser modulares Programm reicht von der Wärmeerzeugung in Industriekesselanlagen, solaren Großanlagen und Wärmepumpen bis hin zu Blockheizkraftwerken oder ORC-Anlagen. Vorkonfektionierte und harmonisierte System- und Steuerungstechnik aus einer Hand verringert den Planungsaufwand, die Installationszeit und das Risiko. Höchste Qualität und unsere umfassenden Serviceleistungen stellen einen langen, wirtschaftlichen und nachhaltigen Betrieb der Anlagen sicher.  
[www.bosch-industrial.com](http://www.bosch-industrial.com)



**BOSCH**  
Technik fürs Leben