



Engineering progress  
Enhancing lives

# AWADUKT Thermo antimikrobiell

Technische Information



## Technische Information

Diese Technische Information „AWADUKT Thermo antimikrobiell“ ist gültig ab 01.01.2022.

Mit ihrem Erscheinen verliert die bisherige Technische Information 342620 (Stand Februar 2016) ihre Gültigkeit.

Unsere aktuellen Technischen Unterlagen finden Sie unter [www.rehau.com/TI](http://www.rehau.com/TI) zum downloaden.

Die Unterlage ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben vorbehalten.

Alle Masse und Gewichte sind Richtwerte. Irrtümer und Änderungen vorbehalten.

# Inhalt

## AWADUKT Thermo antimikrobiell

<b>01</b>	<b>Informationen und Sicherheitshinweise</b>	<b>04</b>	05.03.08	Verfüllung der Bauteilumgebung	50
<b>02</b>	<b>Luft-Erdwärmetauscher (L-EWT)</b>	<b>06</b>	05.03.09	Verdichtung der Bauteilumgebung	51
02.01	Einführung	06	05.04	Hinweise zur Handhabung von Hauseinführungen	53
02.02	Einsatzbereiche	06	05.04.01	Transport	53
<b>03</b>	<b>Funktionsprinzip</b>	<b>07</b>	05.04.02	Lagerung auf der Baustelle	53
03.01	Funktionsprinzip L-EWT	07	05.04.03	Installation der AWADUKT Thermo Hauseinführung	53
03.01.01	Winterbetrieb (Vorwärmung der Luft)	08	05.04.04	Installation der AWADUKT Thermo Ringraumdichtung	53
03.01.02	Sommerbetrieb (Kühlung)	08	05.04.05	Installation der AWADUKT Thermo Mauerhülse	54
03.02	Funktionsprinzipien Klimakonzept mit L-EWT im Wohngebäude	09	05.04.06	Installation des AWADUKT Thermo Mauerkragens	54
03.03	Funktionsprinzipien Klimakonzept mit L-EWT im Nichtwohngebäude	10	05.05	Hinweise zur Handhabung von Kondensatlösungen	55
<b>04</b>	<b>Systemkomponenten</b>	<b>12</b>	05.05.01	Transport	55
04.01	Ansaugeneinheiten	12	05.05.02	Lagerung auf der Baustelle	55
04.01.01	REHAU Ansaugeneinheit für Anlagen bis ca. 1.500 m <sup>3</sup> /h	13	05.05.03	Installation des AWADUKT Thermo Kondensatablauf S	55
04.01.02	REHAU Ansaugeneinheit für Anlagen von ca. 1.500 m <sup>3</sup> /h bis ca. 6.500 m <sup>3</sup> /h	14	05.05.04	Installation des AWADUKT Thermo Kondensatablauf R	55
04.01.03	Filter	15	05.05.05	Installation des AWADUKT Thermo Kondensatsammelschachts	56
04.02	Rohre	15	05.05.06	Installation des Revisionsschachts Lüftung	57
04.02.01	Wärmeleitfähigkeit	17	05.06	Hinweise zur Handhabung unter besonderen Einbaubedingungen	59
04.02.02	Antimikrobielle Innenschicht	17	05.06.01	Einbau in Grundwasser oder wasserführenden Schichten	59
04.02.03	Safety Lock Dichtsystem	18	05.06.02	Einbau durch Ummantelung mit Beton	59
04.02.04	Chemische Beständigkeit	18	<b>06</b>	<b>Abnahme, Reinigung und Wartung</b>	<b>60</b>
04.03	Formteilprogramm	20	06.01	Anforderungen aus planerischen Ansprüchen	60
04.03.01	Bögen	20	06.02	Dichtheitsprüfung	60
04.03.02	Abzweige	22	06.02.01	Hinweise zum Prüfaufbau	61
04.03.03	Muffen	24	06.02.02	Prüfung mit Luft (Verfahren L)	61
04.03.04	Endplattenmuffen	26	06.02.03	Prüfung mit Wasser (Verfahren W)	62
04.03.05	Reduzierungen	27	06.03	Reinigung	62
04.04	Wanddurchführung	28	06.03.01	Allgemeine Hinweise zum Ablauf der Reinigung	62
04.04.01	AWADUKT Thermo Hauseinführung für nicht drückendes Wasser	28	06.03.02	Reinigungsverfahren	62
04.04.02	AWADUKT Thermo Wanddurchführungen für drückendes Wasser	29	06.03.03	Reinigung mit Wasserhochdruck	63
04.05	Kondensatlösungen	31	06.04	Optische Kontrolle	64
04.05.01	Kondensatabläufe	32	06.05	Hygiene-Erstinspektion	64
04.05.02	Kondensatsammelschacht	33	06.05.01	Hinweise zur Wartung im Betrieb	64
04.05.03	Revisionsschacht DN 1000	34	06.06	Desinfektion	64
04.06	Verteilerbalken	36	<b>07</b>	<b>REHAU Planungsleistungen</b>	<b>65</b>
<b>05</b>	<b>Handhabung von Systemkomponenten</b>	<b>38</b>	07.01	Wärmetechnische Grundlagen für die Dimensionierung von L-EWT Anlagen	65
05.01	Allgemeines zur Anlieferung von Bauteilen	38	07.02	Einflussparameter auf die überschlägige Berechnung	66
05.02	Hinweise zur Handhabung von Ansaugeneinheiten	38	07.02.01	Standort / Klima	66
05.02.01	Transport	38	07.02.02	Erdreich	66
05.02.02	Lagerung auf der Baustelle	39	07.02.03	Volumenstrom / Strömungsgeschwindigkeit	68
05.02.03	Errichtung von Ansaugeneinheiten	39	07.02.04	Verlegetiefe	69
05.03	Hinweise zur Handhabung von Rohren, Formteilen und Verteilerbalken	40	07.02.05	Art der Verlegung	69
05.03.01	Transport	40	07.02.06	Rohrlänge	70
05.03.02	Lagerung auf der Baustelle	40	07.02.07	Berechnung des Kondensatanfalls	70
05.03.03	Aufladen/Abladen	41	07.03	Planungsunterstützung	71
05.03.04	Allgemeine Hinweise zur Verlegung von Rohren, Formteilen und Verteilerbalken	42	07.03.01	Planungsunterstützung mit REHAU GAHED	71
05.03.05	Erstellung der Verlegefläche	44	<b>08</b>	<b>Normen und Richtlinien</b>	<b>72</b>
05.03.06	Erstellung der Bettung	45	Anhang		73
05.03.07	Verarbeitung von Rohren, Formteilen und Verteilerbalken	47	Objektfragebogen für Lüfterdwärmetauscher		87
			Glossar		89
			Abkürzungsverzeichnis		91

# 01 Informationen und Sicherheitshinweise

## Gültigkeit

Diese Technische Information gilt für die Planung und Errichtung von erdverlegten Lüftungssystemen bestehend aus PP-Rohren AWADUKT Thermo DN 200 - DN 630, sowie den dazu gehörigen Form- und Zubehörteilen. Es sind die nachfolgend beschriebenen Einsatzbereiche, Normen und Richtlinien zu beachten. Ausserhalb Deutschlands sind die jeweils geltenden nationalen Bestimmungen zu beachten und zu befolgen.



Sicherheitshinweis



Rechtlicher Hinweis



Wichtige Information, die berücksichtigt werden muss



Information im Internet



Ihre Vorteile

## Aktualität der Technischen Information

Bitte prüfen Sie zu Ihrer Sicherheit und für die korrekte Anwendung unserer Produkte in regelmässigen Abständen, ob die Ihnen vorliegende Technische Information bereits in einer neuen Version verfügbar ist. Das Ausgabedatum Ihrer Technischen Information ist immer rechts unten auf der Umschlagseite aufgedruckt.

Die aktuelle Technische Information erhalten Sie bei Ihrem REHAU Verkaufsbüro, Fachgrosshändler sowie im Internet als Download unter [www.rehau.de](http://www.rehau.de) oder [www.rehau.de/downloads](http://www.rehau.de/downloads)

## Bestimmungsgemässer Gebrauch

Das System AWADUKT Thermo Luft-Erdwärmetauscher und alle damit in Verbindung stehenden Bauteile dürfen nur wie in dieser Technischen Information beschrieben geplant, installiert und betrieben werden. Jeder andere Gebrauch ist nicht bestimmungsgemäss und deshalb unzulässig.

## Sicherheitshinweise und Bedienungsanleitungen

- Lesen Sie die Sicherheitshinweise und die Bedienungsanleitungen zu Ihrer eigenen Sicherheit und zur Sicherheit anderer Personen vor Montagebeginn aufmerksam und vollständig durch.
- Bewahren Sie die Bedienungsanleitungen auf und halten Sie sie zur Verfügung.
- Falls Sie die Sicherheitshinweise oder die einzelnen Montagevorschriften nicht verstanden haben oder diese für Sie unklar sind, wenden Sie sich an Ihr REHAU Verkaufsbüro.
- Nichtbeachten der Sicherheitshinweise kann zu Sach- oder Personenschäden führen.

Beachten Sie alle geltenden nationalen und internationalen Verlege-, Installations-, Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften bei der Installation von Rohrleitungsanlagen sowie die Hinweise dieser Technischen Information.

Beachten Sie ebenfalls die geltenden Gesetze, Normen, Richtlinien, Vorschriften (z.B. DIN, EN, ISO, DVGW, NEN, VDE und VDI) sowie Vorschriften zu Umweltschutz, Bestimmungen der Berufsgenossenschaften und Vorschriften der örtlichen Versorgungsunternehmen.

Anwendungsbereiche, die in dieser Technischen Information nicht erfasst werden (Sonderanwendungen), erfordern die Rücksprache mit unserer anwendungstechnischen Abteilung.

Für eine ausführliche Beratung wenden Sie sich an Ihr REHAU Verkaufsbüro.

Die Planungs- und Montagehinweise sind unmittelbar mit dem jeweiligen REHAU Produkt verbunden.

Es wird auszugsweise auf allgemein gültige Normen und Vorschriften verwiesen.

Beachten Sie jeweils den gültigen Stand der Richtlinien, Normen und Vorschriften.

## Personelle Voraussetzungen

- Die Montage unserer Systeme darf nur von autorisierten und geschulten Personen durchgeführt werden.
- Arbeiten an elektrischen Anlagen oder Leitungsteilen dürfen nur von hierfür ausgebildeten und autorisierten Personen durchgeführt werden.

**Allgemeine Vorsichtsmassnahmen**

- Halten Sie Ihren Arbeitsplatz sauber und frei von behindernden Gegenständen.
- Sorgen Sie für ausreichende Beleuchtung Ihres Arbeitsplatzes.
- Halten Sie Kinder und Haustiere sowie unbefugte Personen von Werkzeugen und den Montageplätzen fern. Dies gilt besonders bei Sanierungen im bewohnten Bereich.
- Verwenden Sie nur die für das jeweilige REHAU Rohrsystem vorgesehenen Komponenten. Die Verwendung systemfremder Komponenten oder der Einsatz von Werkzeugen, die nicht aus dem jeweiligen REHAU Installationssystem von REHAU stammen, kann zu Unfällen oder anderen Gefährdungen führen.
- Vermeiden Sie im Arbeitsumfeld den Umgang mit offenem Feuer.

**Arbeitskleidung**

- Tragen Sie eine Schutzbrille, geeignete Arbeitskleidung, Sicherheitsschuhe, Schutzhelm und bei langen Haaren ein Haarnetz.
- Tragen Sie keine weite Kleidung oder Schmuck, diese könnten von beweglichen Teilen erfasst werden.
- Tragen Sie bei Montagearbeiten in Kopfhöhe oder über dem Kopf einen Schutzhelm.

**Normen und Richtlinien**

Beachten Sie bei Planung, Transport, Montage, Betrieb und Bedienung sowie bei Wartungsarbeiten

- die allgemein gültigen Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften
- die Vorschriften zum Umweltschutz
- die Bestimmungen der Berufsgenossenschaften
- die geltenden Gesetze, Normen, Richtlinien und Vorschriften

## 02 Luft-Erdwärmetauscher (L-EWT)

### 02.01 Einführung

Steigende Energiepreise und schwindende Ressourcen führen bei Bauherren, Planern und Architekten zu einem gezielten Umdenken. Durch die zunehmende Knappheit fossiler Rohstoffe gewinnen energiesparende Baukonzepte immer mehr an Bedeutung. Wesentlicher Bestandteil ist hier die kontrollierte Belüftung von Wohn-, Büro- und Arbeitsräumen. Als ideale Ergänzung der zur kontrollierten Belüftung eingesetzten Anlagen sowie in Bürogebäuden häufig genutzten Klimaanlage eignet sich ein Luft-Erdwärmetauscher, kurz L-EWT genannt. Dieser wirkt sich positiv aus um CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen und Energiekosten zu reduzieren.

Im Bereich der Niedrigenergie- und Passivhäuser zählen Anlagen zur kontrollierten Wohnraumbelüftung bereits zum Standard. Die eingesetzten L-EWT Anlagen dienen hier im Wesentlichen zur Vorwärmung der Luft im Winter, um eine Vereisung des Wärmerückgewinnungsgeräts im Lüftungsgerät gezielt zu verhindern. Der im Sommer auftretende Kühleffekt wird als zusätzlicher Nutzen zur Temperierung des Hauses genutzt. Dies ist ein deutlicher Komfortgewinn.

In der Industrie sowie in Büro- und Verwaltungsgebäuden wird insbesondere zur Unterstützung der auftretenden Kühllasten immer häufiger nach wirtschaftlich sinnvollen Lösungen gesucht. Der Einsatz von konventionellen Kühlaggregaten ist dabei mit hohen Betriebskosten verbunden. Durch den Einsatz vorgeschalteter L-EWT Anlagen in den zumeist luftgeführten Systemen kann der Bedarf an konventionellen Kühlaggregaten reduziert oder sogar komplett auf diese verzichtet werden. Dies führt neben der Einsparung von Betriebskosten auch zu einer deutlichen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission. Die frühzeitige Einbindung der L-EWT Anlage in das Lüftungskonzept stellt eine wesentliche Voraussetzung dar, um die für die Umsetzung der Anlage bedingten Abhängigkeiten zu klären und bei der gesamtheitlichen Anlagenplanung zu berücksichtigen.

### 02.02 Einsatzbereiche

Ein L-EWT ist gemäss VDI 4640 als eine Raumluft-technische Anlage (RLT Anlage) zu behandeln. Für die verschiedenen Einsatzbereiche sind daher insbesondere die Anforderungen der DIN 1946 und DIN EN 16798 sowie aus hygienischer Sicht die Anforderungen der VDI 6022 zu berücksichtigen. L-EWT Anlagen sind für das Wärmeträgermedium Luft geeignet und können grundsätzlich in drei verschiedenen Betriebsweisen eingesetzt werden.

#### 1. Vorwärmung der Zuluft

Die L-EWT Anlage dient ausschliesslich zur Vorwärmung der Zuluft. Der Betrieb der Anlage wird so gesteuert, dass ab dem Überschreiten einer bestimmten Aussentemperatur die Luftzufuhr über den L-EWT abgeschaltet wird. Die Luft wird dann über einen Bypass geführt.

#### 2. Kühlen der Zuluft

Die L-EWT Anlage dient ausschliesslich zur Kühlung der Zuluft.

Der Betrieb der Anlage wird so gesteuert, dass ab dem Unterschreiten einer bestimmten Aussentemperatur die Luftzufuhr über den L-EWT abgeschaltet wird. Die Luft wird dann über einen Bypass geführt.

#### 3. Vorwärmung und Kühlung der Zuluft

Die L-EWT Anlage wird sowohl zum Vorwärmen als auch zum Kühlen der Zuluft verwendet.

Der Anlagenbetrieb ist bei dieser Form am wirtschaftlichsten. In Betriebspunkten, in denen die Verwendung des L-EWT den Wirkungsgrad der Anlage verschlechtern würde, wird der Luftstrom über den Bypass geführt. Durch den Einsatz einer optimal ausgerichteten Bypasssteuerung ist es möglich, die Effizienz der L-EWT Anlage zu maximieren.

## 03 Funktionsprinzip

### 03.01 Funktionsprinzip L-EWT

Mit einem L-EWT wird ein Teil oder die gesamte für den Betrieb der Lüftungsanlage benötigte Luft durch ein im Erdreich verlegtes Einzelrohr oder Rohrsystem geleitet.

Durch Sonneneinstrahlung, Niederschlag und andere klimatische Einflüsse wird die Erdoberfläche im Sommer erwärmt. Im Winter wird sie durch klimatische Faktoren gekühlt. In Abb. 03-1 ist der jahreszeitliche Temperaturverlauf für verschiedene Tiefen dargestellt. Die oberen Schichten des Erdbodens unterliegen einer deutlich stärkeren Beeinflussung durch die Aussentemperatur als die unteren Schichten, weshalb die Temperaturunterschiede zwischen Sommer und Winter mit zunehmender Tiefe geringer werden. Bedingt durch die Speicherfähigkeit des Erdreichs tritt eine Phasenverschiebung zwischen den einzelnen Kurven auf. Erst durch diese im Jahresverlauf unterschiedlichen Temperaturdifferenzen zwischen Erdreich- und Aussenlufttemperatur ist es möglich, die durch die Rohre geführte Luft im Winter vorzuwärmen bzw. im Sommer abzukühlen.

Der Verlauf der im Erdreich vorhandenen Temperatur und damit die für den Übertragungsprozess notwendige Temperaturdifferenz zwischen der Aussenluft- und der Erdreichtemperatur ist im Wesentlichen von der Zusammensetzung des Untergrundes und dem

Klima abhängig. Beide Parameter werden von einer Vielzahl äusserer Faktoren beeinflusst, so dass diese bei der Auslegung mit einer entsprechenden Toleranz berücksichtigt werden müssen.

Zusätzlich bestehen umfangreiche Wechselwirkungen zwischen der Verlegeart, der Rohrauswahl, der Betriebsweise und weiteren Randbedingungen, weshalb bei der Auslegung von L-EWT Anlagen auch von einer komplexen auslegungsbedingten Matrix gesprochen wird. Dem Planer muss bewusst sein, dass aufgrund dieser komplexen Matrix die Leistung einer L-EWT Anlage im Voraus nur simuliert und näherungsweise berechnet werden kann. Diese für alle geothermischen Systeme typische Auslegungsproblematik muss in der Planungsphase offen angesprochen werden und dementsprechend Berücksichtigung finden.

Gleichzeitig sollte jedoch auch auf die Effizienz, die Wirtschaftlichkeit und die ökologischen Vorteile dieses Systems hingewiesen werden.



Um Ihr zu planendes Objekt bestmöglich zu optimieren, bieten wir gerne die Unterstützung des REHAU Planungscenters an. Informationen hierzu finden Sie unter Kapitel „7 REHAU Planungsleistungen“.

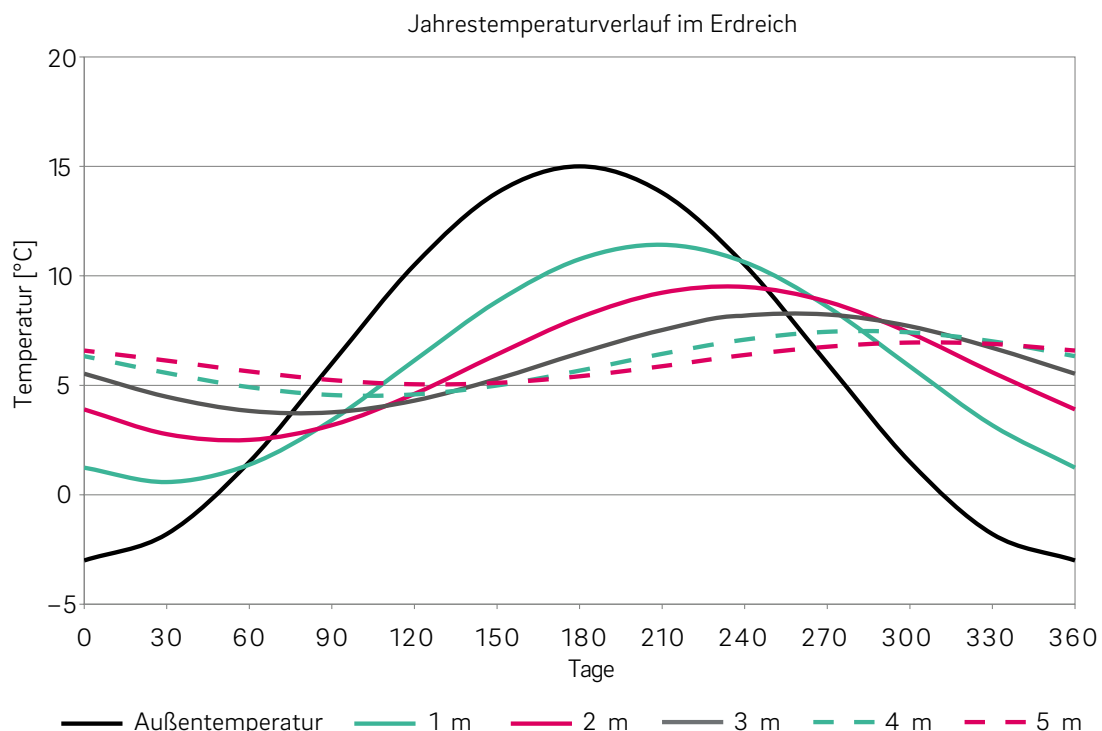


Abb. 03-1 Jahrestemperaturverlauf im Erdreich

### 03.01.01 Winterbetrieb (Vorwärmung der Luft)

Insbesondere bei Wohngebäuden mit einem max. Volumenstrom bis ca.  $750 \text{ m}^3/\text{h}$  werden die L-EWT Anlagen so dimensioniert, dass eine fortluftseitige Vereisung am Wärmerückgewinnungsgerät verhindert wird. Durch die heute meist sehr effektiv arbeitenden Wärmerückgewinnungsanlagen mit Wirkungsgraden von mehr als 80 % entsteht die Problematik, dass bei einer zuluftseitigen Lufttemperatur von unter  $-3 \text{ }^\circ\text{C}$  eine Vereisung des Wärmetauschers auf der Fortluftseite einsetzen kann. Die Vereisung entsteht dadurch, dass die einströmende Aussenluft die Abluft soweit abkühlt, dass diese kondensiert und das anfallende Kondensat gefriert.

Um eine ausreichende Sicherheit vor der Vereisung zu gewährleisten, sollte bei der Auslegung von Anlagen bis ca.  $750 \text{ m}^3/\text{h}$  eine minimale Austrittstemperatur nach dem L-EWT von  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  angenommen werden. Bei Anlagen über  $750 \text{ m}^3/\text{h}$  ist eine Auslegung auf eine minimale Austrittstemperatur nach dem L-EWT von  $-3 \text{ }^\circ\text{C}$  als ausreichend anzusehen, um eine Vereisung zu verhindern.

Neben der Auslegung auf eine zur Verhinderung der fortluftseitigen Vereisung notwendigen Grenztemperatur werden L-EWT Anlagen ebenso auf einen benötigten Mindestvolumenstrom oder der zur Verfügung stehenden Fläche hin ausgelegt.

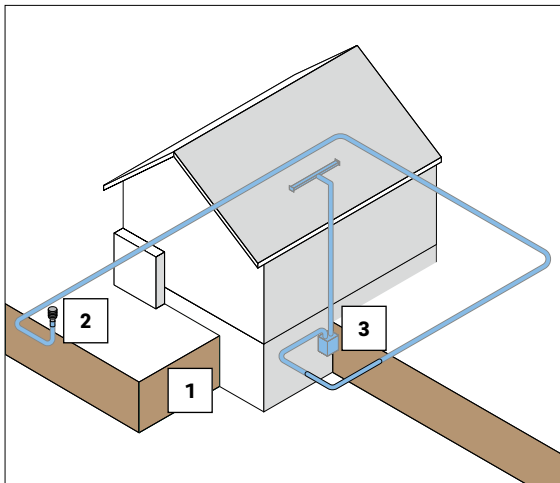


Abb. 03-2 Beispiel Winterbetrieb

- 1 Temperatur im Erdreich  $+7 \text{ }^\circ\text{C}$
- 2 Eintrittstemperatur am Ansaugelement  $-15 \text{ }^\circ\text{C}$
- 3 Austrittstemperatur am Ende des LEWT  $+2 \text{ }^\circ\text{C}$

### 03.01.02 Sommerbetrieb (Kühlung)

Besonders bei Büro- und Verwaltungsgebäuden haben die internen Wärmelasten in den letzten Jahren stark zugenommen. Die Ursachen für den Anstieg der Raumlufttemperaturen liegen zum einen im verstärkten EDV-Einsatz und zum anderen in den Massnahmen zur Verbesserung der Wärmedämmung. Dies führt häufig dazu, dass interne Kühllasten durch zusätzliche Massnahmen kompensiert werden müssen. Bisher wurden dafür konventionelle Klimageräte verwendet, deren Primärenergieeinsatz jedoch enorm hoch ist und so zu einem erheblichen Anstieg der Betriebskosten führt. Durch den Einsatz einer L-EWT Anlage kann der Bedarf an konventionellen Klimageräten gesenkt oder diese sogar völlig eingespart werden. Infolgedessen sinken zudem die verbrauchte Primärenergie sowie die durch den Betrieb der Anlage verursachten Kosten.



Achtung: Im Kühlfall sind niedrige L-EWT Austrittstemperaturen mit hoher Luftfeuchte verbunden. Ggf. muss eine Nacherwärmung erfolgen.

In Wohngebäuden mit einem Volumenstrom unter  $750 \text{ m}^3/\text{h}$ , wo meist die Vorwärmung der Luft im Mittelpunkt des Anlagenbetriebs steht, kann der durch den L-EWT erzielte Kühleffekt ohne erhöhten Kostenaufwand genutzt werden und bietet somit einen zusätzlichen kostenneutralen Wohnkomfort.

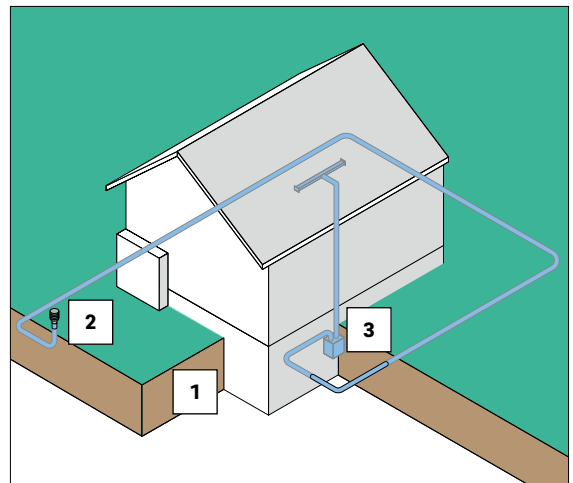


Abb. 03-3 Beispiel Sommerbetrieb

- 1 Temperatur im Erdreich  $+12 \text{ }^\circ\text{C}$
- 2 Eintrittstemperatur am Ansaugelement  $+30 \text{ }^\circ\text{C}$
- 3 Austrittstemperatur am Ende des LEWT  $+16 \text{ }^\circ\text{C}$



### 03.02 Funktionsprinzipien Klimakonzept mit L-EWT im Wohngebäude

Bei der Planung von Gebäuden spielt die Einhaltung der Energieeinsparverordnung eine tragende Rolle. Im Zuge dessen wird bei der Planung häufig der Passiv- oder Niedrighausstandard betrachtet. Zur Senkung der Lüftungswärmeverluste und gleichzeitigen Sicherstellung der erforderlichen Belüftung zum Schutz vor Feuchteschäden im Gebäude kommen in der Regel Lüftungsanlagen zum Einsatz.

Moderne Lüftungsanlagen bestehen in der Regel aus einem Lüftungsgerät mit integriertem Wärmerückgewinnungsgerät und einem Kanalnetz im Gebäude zur Verteilung der Luft zur Be- und Entlüftung. Häufig wird ergänzend ein Wärmetauscher zur Nacherhitzung der Luft im Winter eingesetzt. Ein wesentlicher Nachteil moderner Lüftungsgeräte mit direkter Luftzufuhr durch die Aussenwand ist der Betrieb bei niedrigen Temperaturen im Frostbereich. Um ein Einfrieren des Lüftungsgeräts zu verhindern, muss die Anlage entweder zeitweise gedrosselt oder sogar abgeschaltet werden. Alternativ kann eine energieintensive Frostschutzeinheit installiert werden.

Eine hervorragende Alternative zur Frostschutzeinheit bietet ein L-EWT. Dieser kann direkt auf eine Vorwärmung in den frostfreien Bereich ausgelegt werden. Zusätzlich kann der Effekt der Vorwärmung auch bei niedrigen positiven Temperaturen genutzt werden, sodass sich kombiniert mit dem Wärmerückgewinnungsgerät eine höhere Temperatur ergibt. Eine Nacherhitzung kann damit deutlich reduziert werden.

Im Sommer kann die Aussenluft mit einem L-EWT deutlich abgekühlt werden, was einen spürbaren Komfortanstieg bedeutet, welcher ohne L-EWT mit einer Lüftungsanlage nicht zu erwarten ist. Häufig werden dann zusätzliche Klimageräte benötigt.

Vorteile einer Lüftungsanlage mit L-EWT im Überblick:

- Vorwärmung im Winter für ganzjährigen Betrieb
- höhere Effizienz durch Kombination aus L-EWT und Wärmerückgewinnung (WRG)
- Komfortgewinn im Sommer ohne zusätzliche Installationen

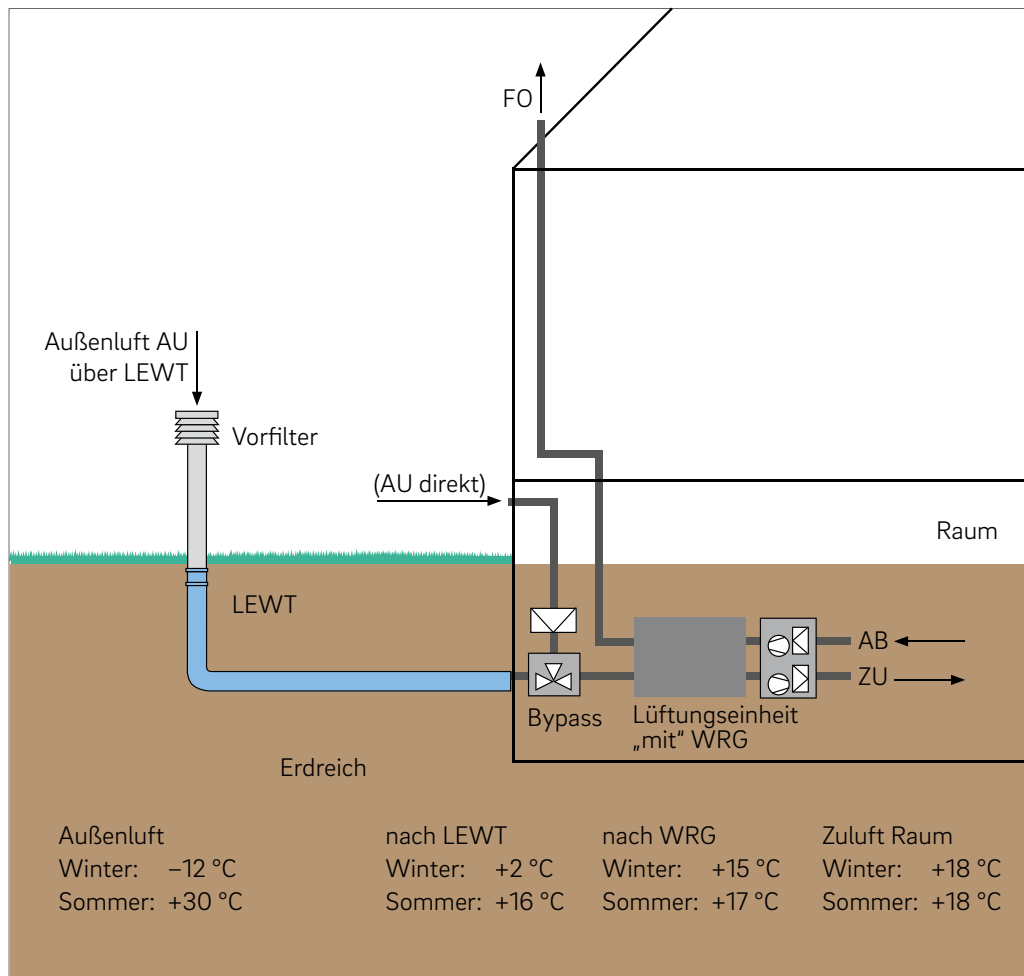


Abb. 03-4 L-EWT im Wohngebäude

**03.03 Funktionsprinzipien Klimakonzept mit L-EWT im Nichtwohngebäude**

Die Vorteile eines Energiekonzepts mit L-EWT sind im Nichtwohngebäude vergleichbar mit den Vorteilen im Wohngebäude. Die Konzepte in Nichtwohngebäuden unterliegen dabei allerdings einer deutlich höheren Zahl an Vorschriften, sodass in der Regel mehr technische Bauteile in die Planung einfließen.

Im Gegensatz zum Wohngebäude, welches häufig mit einem Lüftungsgerät ausgestattet wird, kommen in Nichtwohngebäuden Klimaanlagen zum Einsatz. Diese erfordern den Einsatz einer grossen Menge an Primärenergie für Temperierung sowie Be- und Entfeuchtung. Durch Integration des L-EWT kann der Primärenergieeinsatz deutlich gesenkt werden. Zudem ist der Ersatz oder eine Reduktion von einzelnen Bauteilen möglich. Dies sollte in der Planungsphase geprüft werden.

Bei der Planung von Klimakonzepten gibt es drei Möglichkeiten.

- Klimakonzept mit konventioneller Klimaanlage ohne L-EWT
- Klimakonzept mit konventioneller Klimaanlage und L-EWT

- Klimakonzept mit optimierter Klimaanlage und L-EWT

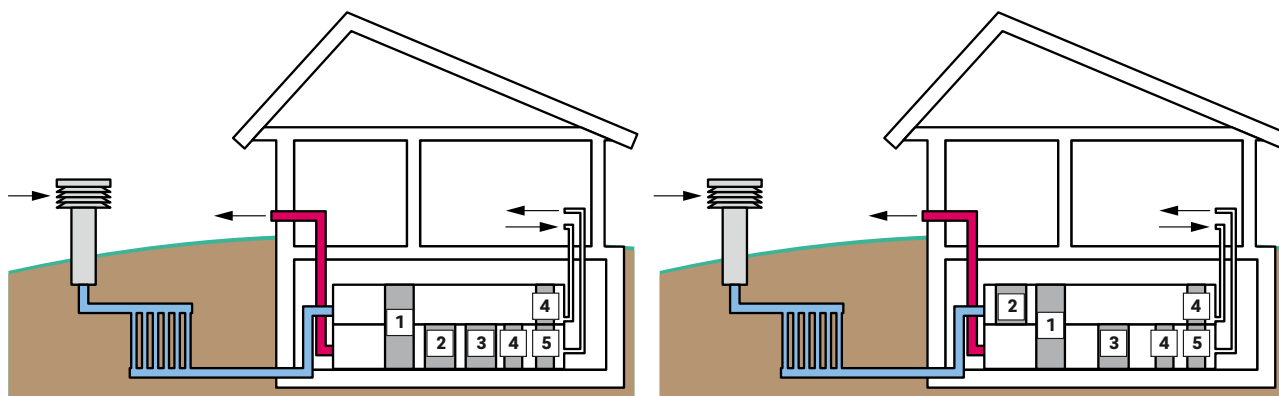
Zur Optimierung des Gesamtkonzeptes mit L-EWT empfiehlt es sich, die Integration möglichst frühzeitig zu berücksichtigen. Dadurch wird sowohl die Auslegung der Klimaanlagenbauteile als auch die Konzeptionierung der Klimaanlage erleichtert. Die Funktionsprinzipien möglicher Klimakonzepte sind in der unten dargestellten Tabelle aufgeführt.

Im Vergleich zu einer Anlage ohne L-EWT ist die Einsparung mit L-EWT in der Reduzierung der Energiebedarfe für Vorwärmung sowie Vorkühlung und teilweiser Entfeuchtung zu sehen. Die Vorwärmung ist als Nutzen zu sehen, der ohne L-EWT nicht gegeben wäre. Die Vorkühlung ist mit einem L-EWT deutlich effektiver als rein mit einem Wärmerückgewinnungsgerät, da niedrigere Temperaturen erreicht werden können als die Ablufttemperatur.

Eine Optimierung der Klimaanlage führt zu weiteren Energieeinsparungen, da insbesondere die Betriebszeit des Wärmerückgewinnungsgeräts durch den Einsatz zur Nacherhitzung im Kühlfall deutlich erhöht wird. Die erforderliche Wärme zur Nacherhitzung aus der Wärmeversorgung sinkt entsprechend.

	<b>Konventionelle Klimaanlage ohne L-EWT</b>	<b>Konventionelle Klimaanlage mit L-EWT</b>	<b>Optimierte Klimaanlage mit L-EWT</b>
Sommerbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorkühlung mit Wärmerückgewinnungsgerät auf ca. Ablufttemperatur</li> <li>▪ Nachkühlung und Entfeuchtung durch Wärmetauscher für Kühlung, z.B. durch Kaltwasser aus Kaltwassersatz oder Kältemaschine</li> <li>▪ Nacherhitzung im Wärmetauscher für Erhitzung, z.B. durch Nutzung von Warmwasser aus der Heizungsanlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorkühlung im L-EWT in den Bereich der gewünschten Zulufttemperatur mit teilweiser Entfeuchtung</li> <li>▪ Nutzung des Bypass am Wärmerückgewinnungsgerät</li> <li>▪ reduzierte Nachkühlung und Entfeuchtung durch Wärmetauscher für Kühlung z.B. durch Kaltwasser aus Kaltwassersatz oder Kältemaschine</li> <li>▪ Nacherhitzung im Wärmetauscher für Erhitzung, z.B. durch Nutzung von Warmwasser aus der Heizungsanlage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorkühlung im L-EWT in den Bereich der gewünschten Zulufttemperatur mit teilweiser Entfeuchtung</li> <li>▪ reduzierte Nachkühlung und Entfeuchtung durch Wärmetauscher für Kühlung, z.B. durch Kaltwasser aus Kaltwassersatz oder Kältemaschine</li> <li>▪ teilweise oder vollständige Nacherhitzung durch Nutzung des Wärmerückgewinnungsgeräts</li> <li>▪ endgültige Nacherhitzung im Wärmetauscher für Erhitzung falls erforderlich, z.B. durch Nutzung von Warmwasser aus der Heizungsanlage</li> </ul>
Winterbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorwärmung mit Defrostereinheit bei Aussentemperaturen im negativen Bereich</li> <li>▪ weitere Vorwärmung mit Wärmerückgewinnungsgerät</li> <li>▪ Nacherhitzung im Wärmetauscher für Erhitzung, z.B. durch Nutzung von Warmwasser aus der Heizungsanlage</li> <li>▪ ggf. Befeuchtung der Luft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kombinierte Vorwärmung mit L-EWT und Wärmerückgewinnungsgerät</li> <li>▪ Nacherhitzung im Wärmetauscher für Erhitzung, z.B. durch Nutzung von Warmwasser aus der Heizungsanlage</li> <li>▪ ggf. Befeuchtung der Luft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kombinierte Vorwärmung mit L-EWT und Wärmerückgewinnungsgerät</li> <li>▪ Nacherhitzung im Wärmetauscher für Erhitzung, z.B. durch Nutzung von Warmwasser aus der Heizungsanlage</li> <li>▪ ggf. Befeuchtung der Luft</li> </ul>

Tab. 03-1 Vorteile eines Energiekonzepts mit L-EWT



Konventionelles Klimakzept Mit Luft-Erdwärmetauscher    Optimiertes Klimakzept Mit Luft-Erdwärmetauscher

Abb. 03-5    Konventionelles und optimiertes Klimakzept mit L-EWT

- 1 Wärmerückgewinnungsgerät
- 2 Kühler
- 3 Erhitzer
- 4 Ventilatoren
- 5 Befeuchtung

## 04 Systemkomponenten

### 04.01 Ansaugseinheiten

Die Zuführung der für den Betrieb einer RLT Anlage benötigten Aussenluft erfolgt über eine Aussenluftansaugung. Hierfür kommen z.B. Ansaugtürme aus Edelstahl in Frage. Die Dimension der Ansaugseinheit sollte auf das angeschlossene L-EWT Rohr und den zulässigen Druckverlust ausgelegt sein.



Abb. 04-1 L-EWT Ansaugturm

Bezüglich der Lage der Aussenluftansaugung sind die VDI Richtlinie 6022 Blatt 1 und die DIN EN 16798 zu beachten. In diesen wird die Ansaugung von Luft bestmöglicher Qualität bzw. eine Ansaugung an Stellen gefordert, an denen die Aussenluft am wenigsten verunreinigt ist. Gemäss VDI Richtlinie 4640 wird die angesaugte Luft zudem als Lebensmittel betrachtet.

Nachfolgende Punkte sind daher bei der Auswahl der Lage für die Aussenluftansaugung zu berücksichtigen:

- Nähe zu Strassen (Verkehrsbelastung der Strasse)
- Nähe zu laubabwerfenden Bäumen / Sträuchern
- Nähe zu Ausblasöffnungen jeglicher Art
- Hauptwindrichtung und Lage möglicher geruchsbeeinträchtigender Anlagen
- Nähe zu Gebäuden

Eine nähere Beschreibung der Anforderungen an Ansaugtürme für L-EWT Anlagen erfolgt in VDI 4640. Demnach sollten diese aus wetterfestem und gesundheitsunbedenklichem Material bestehen.

Bezüglich der Ansaughöhe wird in DIN EN 16798 auf das 1,5-fache der jährlich zu erwartenden Schneedecke Bezug genommen. VDI 6022 Blatt 1 verweist auf DIN EN 16798.

Häufig ist zum Schutz vor eindringenden Fremdstoffen ein Vorfilter im Ansaugbauwerk erforderlich. Zur Minderung der Staubbelastung im L-EWT ist ein Grobfilter ausreichend, falls nötig kann eine Kombination aus Grob- und Medium- bzw. Feinfilter in die Ansaugseinheit integriert werden. Die VDI Richtlinie 3803 schlägt für die Gesamtanlage aus L-EWT und konventionellem Lüftungsgerät zwei Filterstufen vor, von denen sich z.B. je eine Einheit in der Ansaugseinheit und eine im konventionellen Lüftungsgerät befinden kann. Als Material für den Ansaugturm wird in dieser Richtlinie Edelstahl gefordert.



Weitere Hinweise bezüglich Ansaughöhe, Aufstellungsort und Ausführung der Ansaugseinheiten sind in der DIN EN 16798, VDI 6022 und VDI 4640 zu finden. Die in diesen Normen und Richtlinien beschriebenen Anforderungen müssen bei der Planung berücksichtigt werden.



Die Fertigung kundenspezifischer Lösungen ist möglich, wird allerdings nach den Vorgaben des Kunden vorgenommen. Die Einhaltung Norm und/oder richtlinienbedingter Vorgaben bezüglich Ansaughöhe, Filtereinsatz, Statik und Montage werden durch REHAU nicht geprüft. Es wird daher keinerlei Haftung für eventuelle Abweichungen von den oben genannten Normen und Richtlinien übernommen.

Die für die Ermittlung der Druckdifferenz in den Ansaugseinheiten notwendigen Werte können Sie aus den im Anhang beigefügten Grafiken entnehmen.



Bei der Aufstellung in küstennahen Bereichen oder in mit korrosionsfähigen Stoffen stark belasteter Luft kann es erforderlich sein, die Materialgüte den entsprechenden Anforderungen anzupassen. In den aufgeführten Bereichen kann eine Korrosion von Edelstahl nicht endgültig ausgeschlossen werden. Anforderungen an die Materialgüte am Aufstellungsort werden durch REHAU nicht geprüft.

#### 04.01.01 REHAU Ansaugereinheit für Anlagen bis ca. 1.500 m<sup>3</sup>/h

Ansaugereinheiten bis zu einem Volumenstrom von ca. 1.500 m<sup>3</sup>/h werden in drei verschiedenen Dimensionen angeboten. Dies sind die Ansaugereinheiten für die Rohrdimension DN 200, DN 250 und DN 315.

Die Montage der Ansaugereinheit erfolgt direkt in eine Muffe der gleichen Dimension. Doppelsteckmuffen oder Überschiebmuffen sind hierfür bevorzugt geeignet.

Die Montage der Ansaugereinheiten sollte auf einem dafür vorgesehenen Befestigungsfundament erfolgen, in welchem die Muffe bei der Erstellung integriert wurde. Genauere Hinweise zur Fundamentgröße sowie der Montage sind in der Montageanleitung des Ansaugturms und im Abschnitt Einbau und Verlegung detailliert dargestellt.

Der nachfolgenden Tabelle können die wichtigsten Informationen über vorher genannte Ansaugereinheiten entnommen werden. Details bezüglich der Masse entnehmen Sie bitte der Zeichnung im Anhang.

##### Ansaugereinheit für Anlagen bis ca. 1.500 m<sup>3</sup>/h

Mat-Nr.			11701881003	11704081003	11704181003
<b>Nennweite</b>	<b>DN/OD</b>	<b>mm</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>315</b>
Wertstoff			Edelstahl V2A	Edelstahl V2A	Edelstahl V2A
Oberfläche			matt	matt	matt
Gesamthöhe	L2	mm	1720	1800	1860
Ansaughöhe	L5 + L6	mm	1310	1310	1310
Gesamtgewicht		kg	ca. 14,7	ca. 20,5	ca. 25,5
<b>Lamellenkopf</b>					
Dachform			Flachdach	Flachdach	Flachdach
Lamellenkopfhöhe gesamt		mm	330	380	430
Lamellen-Anzahl	n		5 + 1	6 + 1	7 + 1
Aussendurchmesser	L1	mm	360	410	475
Filterfläche 100%	A0	m <sup>2</sup>	0,207	0,298	0,426
<b>Standrohr</b>					
Standrohrhöhe (gesamt)	L4 + L5 + L6	mm	1390	1420	1430
Wandstärke	s	mm	0,6	0,6	0,6
Standrohr-Verbindung untereinander			Spreizstift	Spreizstift	Spreizstift
<b>Bodenplatte</b>					
Bodenplatte	s x a x b	mm	2 x 400 x 400	2 x 450 x 450	2 x 515 x 515
Anschlussrohr Nennweite	DN/OD	mm	200	250	315
Anzahl Bohrungen in Bodenplatte		Stück	4	4	4
Durchmesser Bohrung		mm	11,5	11,5	11,5
<b>Volumenströme</b>					
Volumenstrom im Standrohr bei wS = 6,0 m/s	V	m <sup>3</sup> /h	650	1000	1500
max. Volumenstrom (A0 = 85 %)					
wL = 2,5 m/s; ohne Filter	V	m <sup>3</sup> /h	1586	2283	3255
wL = 1,5 m/s; mit ISO coarse Filter	V	m <sup>3</sup> /h	952	1370	1953
wL = 0,25 m/s; mit F6 Filter	V	m <sup>3</sup> /h	159	228	326

Tab. 04-1 Ansaugereinheit für Anlagen bis ca. 1.500 m<sup>3</sup>/h

#### 04.01.02 REHAU Ansaugeneinheit für Anlagen von ca. 1.500 m<sup>3</sup>/h bis ca. 6.500 m<sup>3</sup>/h

Im Unterschied zu den unter Kapitel 04.01.01 dargestellten Ansaugeneinheiten sind die hier aufgeführten Ansaugeneinheiten durch eine erhöhte Materialstärke gekennzeichnet.

Kundespezifische Lösungen sind möglich unterliegen allerdings den gleichen Bedingungen wie die kleineren Ansaugeneinheiten unter Kapitel 04.01.01.

Die Montage der Ansaugeneinheit erfolgt direkt in eine Muffe der gleichen Dimension. Doppelsteckmuffen oder Überschiebmuffen sind hierfür bevorzugt geeignet.

Die Montage der Ansaugeneinheiten sollte auf einem dafür vorgesehenen Befestigungsfundament erfolgen in welchem die Muffe bei der Erstellung integriert wurde. Genauere Hinweise zur Fundamentgröße sowie der Montage sind in der Montageanleitung des Ansaugturms und im Kapitel 05.02.03.

Der nachfolgenden Tabelle können die wichtigsten Informationen über vorher genannte Ansaugeneinheiten entnommen werden. Details bezüglich der Masse entnehmen Sie bitte der Zeichnung im Anhang.

##### Ansaugeneinheit für Anlagen von ca. 1.500 m<sup>3</sup>/h bis ca. 6.500 m<sup>3</sup>/h

Mat-Nr.			11704281003	11704381003	13529221001
<b>Nennweite</b>	<b>DN/OD</b>		<b>400</b>	<b>500</b>	<b>630</b>
Werkstoff			Edelstahl V2A	Edelstahl V2A	Edelstahl V2A
Oberfläche			matt	matt	matt
Gesamthöhe	L2	mm	2120	2230	2330
Ansaughöhe	L5 + L6	mm	1310	1310	1310
Gesamtgewicht			ca. 47,5	ca. 67,5	ca. 71,5
<b>Lamellenkopf</b>					
Dachform			Flachdach	Flachdach	Flachdach
Lamellenkopfhöhe gesamt	mm		660	740	840
Lamellenanzahl	n		7 + 1	8 + 1	9 + 1
Aussendurchmesser	L1	mm	620	720	850
Filterfläche 100 %	A0	m <sup>2</sup>	0,829	1,162	1,663
<b>Standrohr</b>					
Standrohrhöhe (gesamt)	L4 + L5 + L6	mm	1460	1490	1490
Wandstärke	s	mm	0,8	0,8	1
Standrohr-Verbindung untereinander			Spreizstift	Spreizstift	Spreizstift
<b>Bodenplatte</b>					
Bodenplatte	s x a x b	mm	2 x 600 x 600	2 x 700 x 700	2 x 830 x 830
Anschlussrohr Nennweite	DN/OD	mm	400	500	630
Anzahl Bohrungen in Bodenplatte	Stück		4	4	4
Durchmesser Bohrung	mm		11,5	11,5	11,5
<b>Volumenströme</b>					
Volumenstrom im Standrohr bei wS = 6,0 m/s	V	m <sup>3</sup> /h	2500	4000	6500
max. Volumenstrom (A0 = 85 %)					
wL = 2,5 m/s; ohne Filter	V	m <sup>3</sup> /h	6345	8892	12718
wL = 1,5 m/s; mit ISO coarse Filter	V	m <sup>3</sup> /h	3807	5335	7631
wL = 0,25 m/s; mit F6 Filter	V	m <sup>3</sup> /h	634	889	1272

Tab. 04-2 Ansaugeneinheit für Anlagen bis ca. 1.500 m<sup>3</sup>/h

Masse können produktionsbedingt geringfügig abweichen, Änderungen vorbehalten.  
Skizze mit Bemassung befindet sich im Anhang.

### 04.01.03 Filter

Der Einsatz von Filtern in der Ansaugereinheit kann verschiedene Funktionen erfüllen. So ist es möglich Grobfilter zum Schutz des L-EWT einzusetzen, welche vor dem Eindringen von Fremdstoffen schützen. Ausserdem besteht die Möglichkeit mit Medium- oder Feinfilter eine Vorfilterung vorzunehmen bzw. diese zu erhöhen.

Für den allgemeinen Betrieb zum Schutz des L-EWT steht der Grobfilter ISO coarse zur Verfügung. Für erhöhte Anforderungen z.B. bei höheren Aussenluftkategorien kann der Mediumfilter ISO ePM<sub>10</sub> eingesetzt werden. Dabei ist zu beachten, dass zur Erhöhung der Standzeit des Mediumfilters ein Grobfilter vorzuschalten ist.



Im Lieferumfang eines Mediumfilters ISO ePM<sub>10</sub> ist immer ein Grobfilter ISO coarse enthalten. Bitte beachten Sie auch die genaue Beschreibung in der Montageanleitung.

Durch den Einsatz eines Medium- oder Feinfilters wird der maximale Luftvolumenstrom bei gleichbleibendem Druckverlust deutlich reduziert. Daher sollte bei dem Einsatz von Medium- oder Feinfiltern in jedem Fall eine Druckverlustberechnung für die Ansaugereinheit durchgeführt werden bzw. der maximal mögliche Volumenstrom für die gewählte Ansaugereinheit ermittelt werden. Gegebenenfalls kann es notwendig werden, eine Vergrößerung der Filterfläche vorzunehmen, um den notwendigen Mindestvolumenstrom bei annehmbarem Druckverlust gewährleisten zu können.

Die Anfangsdruckdifferenzdiagramme für die Filtertypen ISO coarse und ISO coarse/ISO ePM<sub>10</sub> in unserer Standardausführung finden Sie im Anhang.

Hinweise bzgl. der Handhabung von Ansaugerelementen und Filtern sind Kapitel 05.02.03 zu entnehmen.

Mat.-Nr.	DN/OD	Filterklasse	Stück/VPE
11701981001	200	ISO coarse	3
11702081001	200	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	3
11704481002 <sup>1)</sup>	250	ISO coarse	1
11704581002 <sup>1)</sup>	250	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1
11704681002 <sup>1)</sup>	315	ISO coarse	1
11705281002 <sup>1)</sup>	315	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1
11705381002 <sup>1)</sup>	400	ISO coarse	1
11705481002 <sup>1)</sup>	400	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1
11705581002 <sup>1)</sup>	500	ISO coarse	1
11705681002 <sup>1)</sup>	500	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1
11715881001 <sup>1)</sup>	630	ISO coarse	1
11715981001 <sup>1)</sup>	630	ISO ePM <sub>10</sub> /ISO coarse	1

Tab. 04-3 Lieferumfang Filter

<sup>1)</sup> Lieferzeit auf Anfrage

### 04.02 Rohre

Die in L-EWT Anlagen verlegten Rohre bilden das Herzstück der Anlage. Sie stellen den Wärmetauscher zwischen der im Rohr geführten Luft und dem Erdreich dar. Die derzeit gültigen Normen und Richtlinien stellen spezielle Anforderungen an das Rohrmaterial.

#### VDI Richtlinie 6022

Das Rohr

- muss geschlossporig sein,
- darf keine gesundheitsschädlichen Stoffe und Gerüche emittieren,
- sollte keine Feuchtigkeit im Material aufnehmen und
- muss das im Sommer entstehende Kondensat sicher ableiten

#### DIN 1946 und VDI Richtlinie 4640

Das Rohrmaterial muss

- dicht sein, sodass kein Wasser von aussen in die Anlage eindringen kann
- korrosionsbeständig sein und
- das im Sommer entstehende Kondensat sicher ableiten.

Als optimal geeignete Materialien sind nach VDI 4640-4 Kunststoffe wie z.B. PP (Polypropylen) oder PE (Polyethylen), Beton oder Faserzement anzusehen. Die durch das geringe Gewicht einfache Handhabung auf der Baustelle, die im Verhältnis zum Beton langen Lieferlängen von meist 6 m und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Verformungen zeichnet Kunststoffe gegenüber anderen sogenannten biegesteifen Materialien (z.B. Beton) aus.



Nicht jedes Kunststoffrohr ist zum Einsatz als Wärmetauscherrohr in einer L-EWT Anlage geeignet.

Nach der VDI Richtlinie 4640 wird der Einsatz von Wellrohren als ungeeignet bezeichnet. In VDI 6022 Blatt 1 werden flexible Rohre kritisch betrachtet. Durch die Flexibilität dieser Rohre kann das für den Kondensatablauf benötigte Gefälle nur bedingt eingehalten werden.

Optimal für den Einsatz als Wärmetauscherrohr in L-EWT Anlagen eignen sich steife Rohre aus PP-Materialien. Insbesondere durch das zur Verfügung stehende umfangreiche Formteilprogramm von PP-Rohren können individuell auf die Einbausituation abgestimmte Verlegevarianten umgesetzt werden. Um den speziellen hygienischen Anforderungen der VDI Richtlinie 6022 gerecht zu werden, wurde von REHAU ein spezielles, auf die Anwendung als erdverlegte Lüftungsleitung abgestimmtes Rohrsystem entwickelt.

Das speziell auf den Einsatz als Luftleitung zur Erdverlegung ausgelegte REHAU AWADUKT Thermo Rohr antimikrobiell zeichnet sich aus durch:

1. Einsatz spezieller PP-Typen mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit
2. Antimikrobielle innere Oberfläche
3. Besonders glatte innere Oberfläche
4. Spezielles von REHAU entwickeltes Safety Lock Dichtsystem
5. Besondere Ausgewogenheit zwischen Schlagzähigkeit und hoher Steifigkeit
6. Hohe Abriebfestigkeit und gute Hochdruckspülfestigkeit
7. Hohe chemische Beständigkeit
8. Grosser Temperatureinsatzbereich von  $-20\text{ °C}$  bis  $+60\text{ °C}$

Mit den angegebenen Eigenschaften erfüllt AWADUKT Thermo antimikrobiell bestmöglich die Anforderung aus Normen und Richtlinien. In nachfolgender Tabelle sind die wesentlichen Kenn-daten des Rohrs im Überblick dargestellt.

Eigenschaften	Einheit	AWADUKT Thermo DN 200 - DN 630
Dichte	g/cm <sup>3</sup>	≥ 0,95
Farbe DN 200		blau mit Innenschicht grau
Farbe DN 250 - DN 630		orange mit Innenschicht transparent/orange
Baulänge DN 200 - DN 315	m	1 / 3 / 6
Baulänge DN 400 - DN 630	m	6
Verbindungstechnik		Steckmuffe, ggf. Schweißen
Formteilprogramm		ja
Kurzzeit-E-Modul	N/mm <sup>2</sup>	1250
Längenausdehnungskoeffizient	mm/K	0,14
Wärmeleitfähigkeit	W/mK	0,28
chemische Beständigkeit		pH 2 - 12
maximale Lufttemperatur	°C	+60
minimale Lufttemperatur	°C	-20
Schlagzähigkeit		++
minimal zulässiger Biegeradius		150 x d
Überdeckungshöhen	m	1 - 3 <sup>1)</sup>
Mögliche max. Grundwasserstände über Rohrscheitel, ohne Verkehrslast	m	3
Einbau unter dem Gebäude		++ <sup>2)</sup>
Empfohlenes Einbettungsmaterial nach DIN 1610 für Leitungszone E1/E2		ISO coarse
Verkehrslast		bis SLW 60 <sup>3)</sup>

Tab. 04-4 Wesentlichen Kenn-daten des Rohrs

<sup>1)</sup> Die Überdeckungshöhe stellt nur einen Anhaltswert dar. Durch eine statische Berechnung sind zulässige Überdeckungshöhen zu prüfen. Eine Mindestüberdeckung von 0,5 m darf dabei nicht unterschritten werden.

<sup>2)</sup> Der Einbau von L-EWT Anlagen unter Gebäuden ist grundsätzlich möglich, jedoch abhängig vom Einsatzbereich zu prüfen. In diesem Fall ist vor dem Einbau zwingend eine statische Berechnung durchzuführen.

<sup>3)</sup> Die zulässige Verkehrslast sollte abhängig vom Bauvorhaben durch eine statische Berechnung bestimmt werden. Belastungen bis SLW 60 sind nur unter bestimmten Einbaubedingungen möglich.



#### 04.02.01 Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit eines Materials hat auf den Wärmedurchgang und damit auf die zu erzielende Entzugsleistung einen wesentlichen Einfluss. So werden Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit z.B. als Dämmmaterialien eingesetzt. Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit hingegen überall dort, wo Wärme übertragen werden muss (z.B. Wärmetauscher). Für eine effiziente Nutzung als Lufterdwärmetauscherrohr sollte die Wärmeleitfähigkeit des Rohrmaterials optimal auf diesen Einsatzfall abgestimmt sein. Polymere Werkstoffe besitzen gegenüber Metallen eine geringere Wärmeleitfähigkeit, welche jedoch durch die Zugabe von Zusatzstoffen deutlich erhöht werden kann.

Ein weiterer wichtiger, die Wärmeübertragung beeinflussender Parameter ist die Wandstärke. So ist die Wärmeübertragung bei geringer Wandstärke besser als bei höherer Wandstärke.

Durch die Zugabe spezieller Zusatzstoffe wurde die Wärmeleitfähigkeit der AWADUKT Thermo Rohre gegenüber Standard PP Rohren deutlich erhöht, ohne dass sich die Steifigkeit verringert. In externen Prüfprotokollen wird bestätigt, dass die Wärmeleitfähigkeit für das verwendete PP-Rohstoffmaterial mit  $0,28 \text{ W/m K}$  ca. 45 % höher liegt als bei herkömmlichen PP-Rohstoffmaterialien.

Aus nachfolgender Grafik können die Wärmeleitfähigkeiten verschiedener Kunststoffe entnommen werden.

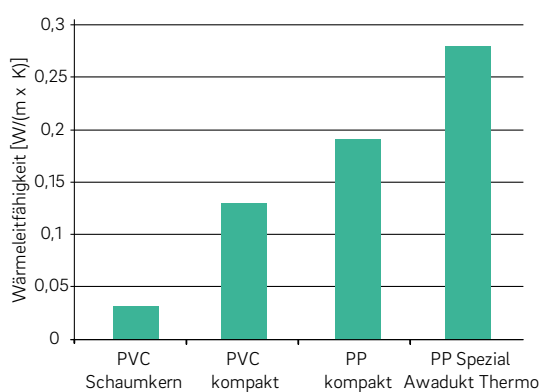


Abb. 04-2 Beispiel Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien

#### 04.02.02 Antimikrobielle Innenschicht

Durch ein spezielles, in die Rohrherstellung integriertes Verfahren wird die antimikrobielle Innenschicht der AWADUKT Thermo Rohre dauerhaft und untrennbar mit dem Rohrmaterial verbunden. Die antimikrobielle Innenschicht besteht aus einer anorganischen Silberverbindung Agion™ oder Intercide, welche das Wachstum und die Vermehrung von Bakterien und einigen Pilzen verhindert bzw. stark reduziert. Das Agion™ oder Intercide ist eine natürliche, antimikrobielle Substanz, welche die Entwicklung bakterieller Resistenzen nicht fördert und dauerhaft wirksam ist. Die Silber-Ionen entfalten ihre Wirkung nur auf einfachen Zellstrukturen. Komplexe Zellstrukturen, wie die von Pflanzen, Tieren oder Menschen, werden durch die Silber-Ionen nicht betroffen. Die Biokompatibilität des Agion™ oder Intercide wurde gemäss der ISO 10993 erfolgreich geprüft.

Die Wirkweise des Silbers kann durch drei verschiedene Deaktivierungsmechanismen beschrieben werden:

1. Katalytische Oxidation
2. Reaktion mit der Zellmembran
3. Anbindung an die DNA

Die Silber-Ionen werden durch den Austausch von Ionen z.B.  $\text{Na}^+$  oder  $\text{K}^+$  freigesetzt. Der Austausch kann nur dann stattfinden, wenn Wasser (ein Feuchtigkeitsfilm) vorhanden ist. Somit werden nur dann Silber-Ionen freigesetzt, wenn es wirklich benötigt wird, da sich Bakterien oder Pilze nur entwickeln, wenn Feuchtigkeit vorhanden ist. Die Wirkung der antimikrobiellen Schicht ist auf die Rohrwand beschränkt, in der Luft befindliche Bakterien oder Pilzsporen werden nicht bekämpft.

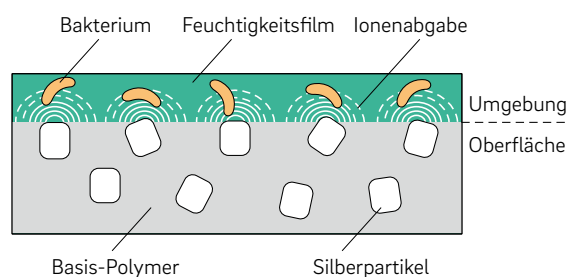
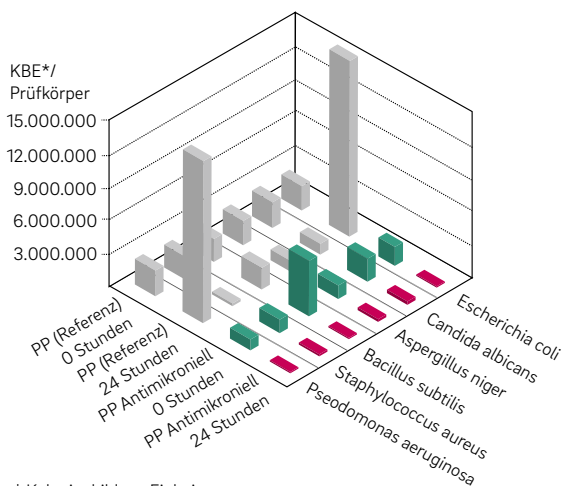


Abb. 04-3 Wirkung der antimikrobiellen Schicht

Die Wirkung der antimikrobiellen Innenschicht konnte in mehrmaligen, unabhängigen Tests am Fresenius Institut nachgewiesen werden.



\* Kolonienbildene Einheiten

Abb. 04-4 Testergebnisse

Agion™ oder Intercide Materialien werden seit mehreren Jahren in der Medizintechnik und bei Küchengeräten (z.B. Kühlschränke) eingesetzt.

Erste Tests haben gezeigt, dass aufgrund der eingesetzten Agion™ oder Intercide Konzentration und der besonderen Betriebsart der L-EWT Anlagen eine dauerhafte Wirkung gewährleistet ist. Durch die stoffschlüssige Verbindung zwischen der Innenschicht und dem Rohrmaterial wird bei einer ordnungsgemäss durchgeführten Reinigung, wie in Praxisversuchen bestätigt, die antimikrobielle Schicht nicht beeinträchtigt.

#### 04.02.03 Safety Lock Dichtsystem

Das spezielle Safety Lock (SL) Dichtsystem sorgt dafür, dass die sich in der Muffe befindliche Dichtung fest fixiert wird und beim Steckvorgang nicht versehentlich herausgeschoben werden kann.

Insbesondere aus hygienischen Gründen ist die Dichtigkeit der L-EWT Anlage sicherzustellen, weshalb durch den Einsatz des Safety Lock Dichtsystems die Anforderungen gemäss der DIN 1946, VDI Richtlinien 4640 und 6022 erfüllt werden.

Auch der Einsatz in Grundwassernah- oder Grundwasserschwankungsbereichen kann durch die Verwendung des Dichtsystems ohne Probleme realisiert werden. Beim Einbau in den genannten Gebieten wird eine Fremdwasserdichtheit über 1000 h bei 1,1 bar Wasserdruck von aussen gewährleistet. Beim Einbau müssen geeignete Vorkehrungen zur Auftriebssicherung wie Verankerung oder Zusatzbelastung (z.B. Beton) getroffen werden.



Bei Einbau der Rohre im Grundwasser oder im Grundwasserschwankungsbereich wird empfohlen, eine statische Berechnung bezüglich des erhöhten Beuldrucks durchzuführen. Gegebenenfalls müssen Massnahmen zur Auftriebssicherung eingeleitet werden.

#### 04.02.04 Chemische Beständigkeit

##### Rohre und Formteile

Die AWADUKT Thermo Rohre, Formstücke und Dichtungen zeichnen sich durch eine sehr gute Beständigkeit gegenüber vielen im Boden vorkommenden Chemikalien aus. Diese chemische Beständigkeit ist bei pH-Werten zwischen 2 und 12 gegeben.

Bei Vorkommen von Altlasten oder in Bereichen mit ungewöhnlich hoher Konzentration einzelner natürlicher oder künstlicher Chemikalien ist eine gesonderte Prüfung auf die Beständigkeit durchzuführen.

##### Dichtringe

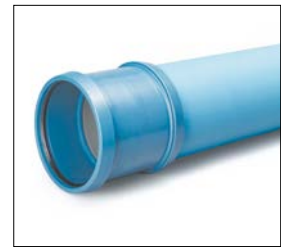
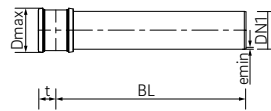
Die eingesetzte Gummisorte (EPDM) weist im Allgemeinen eine recht gute chemische Beständigkeit auf, jedoch können Bestandteile von Estern, Ketonen und aromatischen und chlorierten Kohlenwasserstoffen im Boden stark quellend wirken, was zu einer Beschädigung der Verbindung führen kann. Im Zweifelsfall ist immer eine gesonderte Untersuchung durchzuführen.



Vor der Montage von AWADUKT Thermo Bauteilen im altlastgefährdeten Bereich ist die Beständigkeit aller im Bereich eingesetzten Materialien durch die für die Installation zuständige Person auf Basis eines vorliegenden Altlastengutachtens zu überprüfen. Bei Unklarheiten können bei den zuständigen Behörden sogenannte Altlastenkataster eingesehen werden.

**AWADUKT Thermo Rohr**

- Speziell für die Anwendung als Luftleitung zur Erdverlegung konzipiertes Wärmetauscherrohr mit Steckmuffe und fest eingelegtem Safety-Lock-Sicherheitsdichtsystem
- radondicht, antimikrobiell
- Rohrenden mit Schmutzschutz
- Material: Polypropylen
- Farbe: Blau

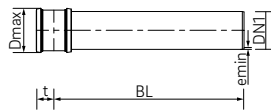


Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	BL mm	D <sub>max</sub> mm	t mm	e*1 mm	Gewicht kg/St
<b>200</b>							
11706411002	DN 200, BL 1 m	200	1000	233	25	6,3	5,346
11706511002	DN 200, BL 3 m	200	3000	233	25	6,3	13,98
11709611002	DN 200, BL 6 m	200	6000	233	25	6,3	26,931

\*1 Mindestwanddicke

**AWADUKT Thermo Rohr**

- Speziell für die Anwendung als Luftleitung zur Erdverlegung konzipiertes Wärmetauscherrohr mit Steckmuffe und fest eingelegtem Safety-Lock-Sicherheitsdichtsystem
- radondicht, antimikrobiell
- Rohrenden mit Schmutzschutz
- Material: Polypropylen
- Farbe: Orange



Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	BL mm	D <sub>max</sub> mm	t mm	e*1 mm	Gewicht kg/St
<b>250</b>							
11707911001	DN 250, BL 1 m	250	1000	296	34	7,8	8,874
11708011001	DN 250, BL 3 m	250	3000	296	34	7,8	22,394
11709711001	DN 250, BL 6 m	250	6000	296	34	7,8	42,674

**315**

11708211003	DN 315, BL 1 m	315	1000	366	49	9,8	14,339
11708311003	DN 315, BL 3 m	315	3000	366	49	9,8	35,775
11709811003	DN 315, BL 6 m	315	6000	366	49	9,8	67,929

**400**

11708511002	DN 400, BL 6 m	400	6000	462	55	12,4	106,629
-------------	----------------	-----	------	-----	----	------	---------

**500**

11708611003	DN 500, BL 6 m	500	6000	570	195	17	168,483
-------------	----------------	-----	------	-----	-----	----	---------

**630**

11006411001	DN 630, BL 6 m	630	6000	710	215	23,8	267,996
-------------	----------------	-----	------	-----	-----	------	---------

\*1 Mindestwanddicke

**04.03 Formteilprogramm**

Das Formteilprogramm für die Verwendung mit AWADUKT Thermo Rohren ist speziell auf die Anforderungen an L-EWT Anlagen ausgewählt. Die Bauteile erfüllen die Anforderungen an Inspektions- und Wartungsmöglichkeiten der Anlagen.

Das Formteilprogramm ist mit dem Safety Lock Dichtsystem ausgestattet. Das spezielle Safety Lock (SL) Dichtsystem sorgt dafür, dass die sich in der Muffe befindliche Dichtung fest fixiert wird und beim Steckvorgang nicht versehentlich herausgeschoben werden kann.

Ein Herausziehen der Dichtung ist zu vermeiden, da nicht sichergestellt ist, dass die Dichtung nachträglich wieder fachgerecht eingebracht werden kann.



Formteile dürfen zur Sicherheit des Systems nur einmalig verwendet werden. Die Safety Lock Dichtung ist während des gesamten Installationsprozesses im Formteil zu belassen.

**AWADUKT Thermo Bogen**

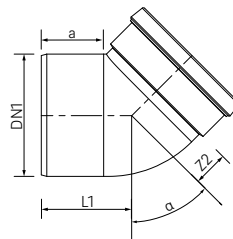
- Bogen zur Erstellung von Richtungsänderungen mit Spitzende und Steckmuffe inkl. Sicherheitsdichtsystem
- radondicht
- mit Schmutzschutz
- Material: Polypropylen (PP2300)
- Farbe: Blau

**04.03.01 Bögen**

Bögen dienen zur Erstellung von Richtungsänderungen innerhalb eines Leitungsverlaufs von AWADUKT Thermo Rohren. Im Sinne einer guten Reinigbarkeit sind zwei einander folgende 45°-Bögen besser geeignet als ein 88°-Bogen.



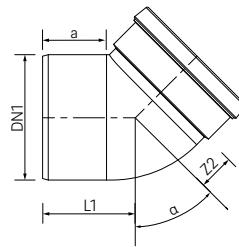
Einstecktiefen können unter Kapitel „04.03.03 Muffen“ ermittelt werden.



Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	L1 mm	α °	a mm	Z2 mm	Gewicht kg/St
<b>200</b>							
14170011001	DN 200/15 Grad mit Schmutzschutz	200	117	15	77	32	1,222
14170111001	DN 200/30 Grad mit Schmutzschutz	200	132	30	77	47	1,358
14170211001	DN 200/45 Grad mit Schmutzschutz	200	148	45	77	63	1,443
14170311001	DN 200/88 Grad mit Schmutzschutz	200	207	88	77	122	1,855

**AWADUKT PP Bogen**

- Bogen zur Erstellung von Richtungsänderungen mit Spitzende und Steckmuffe inkl. Sicherheitsdichtsystem
- radondicht
- mit Schmutzschutz
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Orange



Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	a mm	$\alpha$ °	Z2 mm	L1 mm	Gewicht kg/St
<b>250</b>							
12476611002	DN 250, 15 Grad	250	92	15	39	159	2,148
12476711002	DN 250, 30 Grad	250	92	30	58	177	2,346
12476811002	DN 250, 45 Grad	250	92	45	78	197	2,58
12476911002	DN 250, 88 Grad	250	92	88	152	272	3,278
<b>315</b>							
12477011002	DN 315, 15 Grad	315	107	15	50	173	3,67
12477111002	DN 315, 30 Grad	315	107	30	73	197	4,15
12477211002	DN 315, 45 Grad	315	107	45	98	222	4,62
12477311002	DN 315, 88 Grad	315	107	88	192	316	5,83
<b>400</b>							
12393421002	DN 400, 15 Grad	400	132	15	70	227	8,04
12393521002	DN 400, 30 Grad	400	132	30	114	253	9,15
12393621002	DN 400, 45 Grad	400	132	45	120	282	9,67
12373131002	DN 400, 88 Grad	400	132	88	237	394	12,32
<b>500</b>							
14309831001	DN 500, 15 Grad	500	189	15	475	282	32,2
14309841001	DN 500, 30 Grad	500	189	30	496	330	33,093
14309851001	DN 500, 45 Grad	500	189	45	648	480	42,236
14309861001	DN 500, 88 Grad	500	189	88	1056	791	54,627
<b>630</b>							
14309871001	DN 630, 15 Grad	630	215	15	585	341	55,431
14309881001	DN 630, 30 Grad	630	215	30	617	399	59,321
14309891001	DN 630, 45 Grad	630	215	45	1004	769	90,546
14309911001	DN 630, 88 Grad	630	215	88	1510	1284	121,63

### 04.03.02 Abzweige

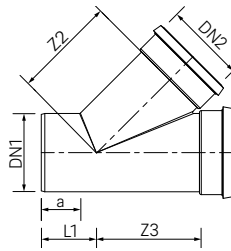
Abzweige dienen zur Herstellung von Verbindungen zwischen zwei Rohrleitungssystemen gleicher oder unterschiedlicher Dimension (z.B. zum Anschluss des Kondensatsammelschachts an eine Rohrleitung). Mit Hilfe von Abzweigen kann auch ein in gleicher Dimension ausgeführtes Registersystem erstellt oder ein Bypass angeschlossen werden.



Einstecktiefen können unter Kapitel „4.3.3 Muffen“ ermittelt werden.

#### AWADUKT Thermo Einfachabzweig 45°

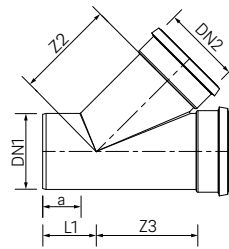
- Abzweig zur Herstellung von Anbindungen an Einzelleitungen oder Registersysteme mit Spitzende und 2x Steckmuffe incl. Sicherheitsdichtsystem
- radondicht
- mit Schmutzschutz
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Blau



Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	DN/OD	L1 mm	a mm	Z2 mm	Z3 mm	Gewicht kg/St
<b>200</b>								
13255131001	DN 200/200	200	200	140	98	270	270	3,301

**AWADUKT PP Einfachabzweig 45°**

- Abzweig zur Herstellung von Anbindungen an Einzelleitungen oder Registersysteme mit Spitzende und 2x Steckmuffe inkl. Sicherheitsdichtsystem
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Orange



Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	DN/OD	a	Z2	Z3	L1	Gewicht
				mm	mm	mm	mm	kg/St
<b>250</b>								
13147571002	DN 250/200, 45 Grad	250	200	146	290	276	162	4,456
12376741005	DN 250/250, 45 Grad	250	250	165	462	463	217	12,659
<b>315</b>								
12197921002	DN 315/200, 45 Grad	315	200	150	339	312	134	6,538
14311321001	DN 315/250, 45 Grad	315	250	175	540	575	194	15,601
14311331001	DN 315/315, 45 Grad	315	315	175	595	622	240	20,033
<b>400</b>								
12393821002	DN 400/200, 45 Grad	400	200	196	405	354	137	11,66
14311341001	DN 400/250, 45 Grad	400	250	209	600	655	186	25,683
14311361001	DN 400/315, 45 Grad	400	315	208	655	705	231	29,961
14311371005	DN 400/400, 45 Grad	400	400	210	735	768	293	39,266
<b>500</b>								
14311421005	DN 500/200, 45 Grad	500	200	300	630	686	191	36,095
14311431005*1	DN 500/250, 45 Grad	500	250	300	680	740	227	40,238
14311441005*1	DN 500/315, 45 Grad	500	315	300	730	790	273	45,887
14311451005*1	DN 500/400, 45 Grad	500	400	300	810	855	333	56,049
14311461005*1	DN 500/500, 45 Grad	500	500	300	885	930	404	70,01
<b>630</b>								
14311651005*1	DN 630/200, 45 Grad	630	200	300	720	803	126	56,972
14311741005*1	DN 630/250, 45 Grad	630	250	300	770	849	162	62,075
14311751005*1	DN 630/315, 45 Grad	630	315	300	820	910	208	69,509
14311771005*1	DN 630/400, 45 Grad	630	400	300	900	976	268	81,296
14311781005*1	DN 630/500, 45 Grad	630	500	300	985	1043	339	96,691
14311791005*1	DN 630/630, 45 Grad	630	630	300	1085	1144	430	122,465

\*1 Lieferzeit auf Anfrage

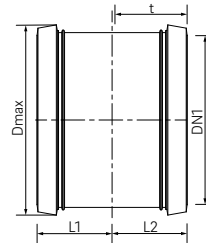
### 04.03.03 Muffen

Muffen dienen zur Herstellung von Verbindungen zwischen zwei Spitzenden gleicher Dimension.

Es besteht die Möglichkeit Doppelsteck- oder Überschiebmuffen einzusetzen.

#### AWADUKT Thermo Doppelsteckmuffe

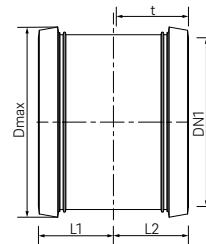
- Doppelsteckmuffe mit Mittelanschlag zur Verbindung zweier Spitzenden mit Sicherheitsdichtsystem
- radondicht
- mit Schmutzschutz
- Farbe: Blau
- Material: Polypropylen (PP 2300)



Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	L1 mm	L2 mm	t mm	D <sub>max</sub> mm	Gewicht kg/St
<b>200</b>							
14175041001	DN 200	200	92	92	90	232	1,088

#### AWADUKT PP Doppelsteckmuffe

- Doppelsteckmuffe mit Mittelanschlag zur Verbindung zweier Spitzenden mit Sicherheitsdichtsystem
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Orange

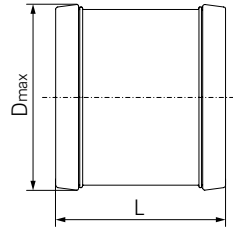


Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	t mm	D <sub>max</sub> mm	L1 mm	L2 mm	Gewicht kg/St
<b>250</b>							
11054751001	DN 250	250	109	293	112	112	2,159
<b>315</b>							
11054741001	DN 315	315	127	363	131	131	3,641
<b>400</b>							
11054731001	DN 400	400	159	461	164	164	7,149
<b>500</b>							
13156061002	DN 500	500	189	567	195	195	10,548
<b>630</b>							
11154711001	DN 630	630	215	709	221	221	16,03



**AWADUKT Thermo Überschiebmuffe**

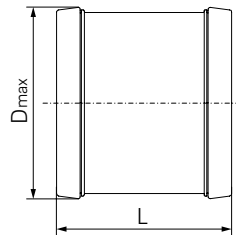
- Überschiebmuffe zur Verbindung zweier Spitzenden mit Sicherheitsdichtsystem
- radondicht
- mit Schmutzschutz
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Blau



Mat.-Nr.	DN/OD	L mm	D <sub>max</sub> mm	Gewicht kg/Stck.
14175031001	200	184	232	0,9

**AWADUKT PP Überschiebmuffe**

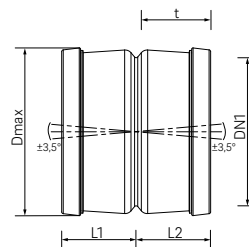
- Überschiebmuffe zur Verbindung zweier Spitzenden mit Sicherheitsdichtsystem
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Orange



Mat.-Nr.	DN/OD	L mm	D <sub>max</sub> mm	Gewicht kg/Stck.
11043071001	250	225	293	1,9
11043081001	315	261	363	3,2
11053831001	400	327	461	6,0
14075191001	500	389	567	10,2
11154811001	630	441	709	15,4

**AWADUKT KGMM vario**

- Doppelsteckmuffe zur Verbindung zweier Spitzenden mit Sicherheitsdichtsystem
- Stufenlos um  $\pm 7,5^\circ$  horizontal oder vertikal abwinkelbar
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Orange



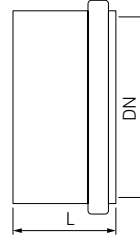
Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	t mm	D <sub>max</sub> mm	L1 mm	L2 mm	Gewicht kg/St
<b>250</b>							
11760751001	DN 250 Muffe/Muffe	250	120	286	130	130	1,92
<b>315</b>							
11760851001	DN 315 Muffe/Muffe	315	136	357	149	149	3,307

#### 04.03.04 Endplattenmuffen

Endplattenmuffen dienen zum Verschluss von AWADUKT Thermo Rohren, z.B. als Abschluss eines Verteilerbalkens.

##### AWADUKT Thermo Endplattenmuffe

- Endplattenmuffe zum Verschluss von Rohren, konfektioniert aus AWADUKT PP Muffe und eingeschweisster Platte
- mit Sicherheitsdichtsystem
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Blau



Mat.-Nr.	DN/OD	L mm	Gewicht kg/Stck.
11719771001	200	111	0,5

##### AWADUKT Thermo Endplattenmuffe

- Endplattenmuffe zum Verschluss von Rohren, konfektioniert aus AWADUKT PP Muffe und eingeschweisster Platte mit Sicherheitsdichtsystem
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Orange



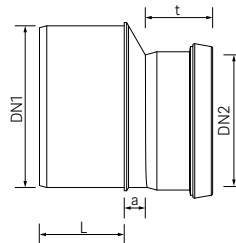
Mat.-Nr.	DN/OD	L mm	Gewicht kg/Stck.
11719871001	250	143	1,0
11719971001	315	154	1,7
11720071001	400	168	3,4
11720171001	500	210	5,2
11716381001	630	220	7,0

### 04.03.05 Reduzierungen

Reduzierungen dienen dazu, Dimensionsprünge innerhalb einer Leitungszone zu realisieren. Dabei ist zu beachten, dass der Ablauf von Kondensat jederzeit gewährleistet sein muss. Hierfür sind die Reduzierungen mit der sohlgleichen Seite nach unten zu realisieren.

#### AWADUKT PP Übergangsrohr

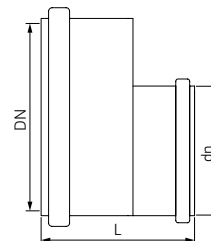
- Reduzierung zur Herstellung von Dimensionsprüngen mit Spitzende an der grösseren Dimension und Muffe an der kleineren Dimension mit Sicherheitsdichtsystem am Muffenende
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Orange



Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	DN/OD	L	a	t	Gewicht
				mm	mm	mm	kg/St
<b>250</b>							
12478011002	DN 250/200	250	200	109	53	77	1,711
<b>315</b>							
12478111002	DN 315/250	315	250	127	59	83	2,995
<b>400</b>							
12373231003	DN 400/315	400	315	159	10	127	4,924
<b>500</b>							
12346261003	DN 500/400	500	400	189	15	159	9,855
<b>630</b>							
14115521005	DN 630/500	630	500	215	15	189	18,19

#### AWADUKT Thermo Reduzierung

- Reduzierung zur Herstellung von Dimensionsprüngen mit beidseitiger Muffe mit Sicherheitsdichtsystem
- Material: Polypropylen (PP 2300)
- Farbe: Orange/Blau



Mat.-Nr.	DN/OD	L	Gewicht
		mm	kg/Stck.
11719471001	315/200	256	2,2
11719571001	400/200	271	3,9
11719671001	500/200	315	5,7
11739781001	630/200	330	7,5

#### 04.04 Wanddurchführung

Wanddurchführungen dienen dem Anschluss von erdverlegten Lüftungsleitungen an das Gebäude. Dabei soll die Leitung durch eine Öffnung in der Hauswand oder direkt bei der Installation wasserdicht in das Gebäude geführt werden. Bereits zu Beginn der Planung sollte berücksichtigt werden, ob hierfür eine Wanddurchführung für den Einsatzbereich drückendes oder nicht drückendes Wasser benötigt wird.



Als drückendes Wasser wird Wasser bezeichnet, das von aussen einen Druck auf die Abdichtung ausübt.

Um die Wanddurchführung optimal gestalten zu können muss diese frühzeitig in das Gesamtkonzept integriert werden. So ist es möglich, die Mauerdurchführung in die Planung des Objekts einzubinden und während der Bauphase einfach und kostengünstig zu realisieren.

Bedingt durch die baulichen Gegebenheiten vor Ort wird zwischen der direkten Installation der Wanddurchführung bei der Errichtung der Wand und einer nachträglichen Installation bei bereits vorhandener Wand unterschieden. Die Wanddurchführung ist grundsätzlich so auszuführen, dass keine Feuchtigkeit von aussen in das Gebäude gelangen kann.

##### Hauseinführung

- mit Lippendichtung für nicht drückendes Wasser
- geeignet zum Einbetonieren
- Material: Styrol/Butadien (SB 100), DN 630: Faserzement
- Farbe: Schwarz

Mat.-Nr.	DN/OD	L mm	D <sub>max</sub> mm	ID mm	Gewicht kg/Stck.
14069861001	200	240	232	212	1,2
14069871001	250	240	290	260	1,8
14069881001	315	240	359	325	2,6
14069901001	400	240	448	412	3,6
14069911001	500	240	554	512	5,2
14069951001	630	120	705	637	15,5



Bei der Auswahl des Dichtsystems ist zu berücksichtigen, inwieweit drückendes Wasser zu erwarten ist. Liegen keine oder nur unzureichende Daten für das Vorhandensein von drückendem Wasser vor, ist aus Sicherheitsgründen immer eine Variante für den Einsatzbereich bei drückendem Wasser vorzusehen.

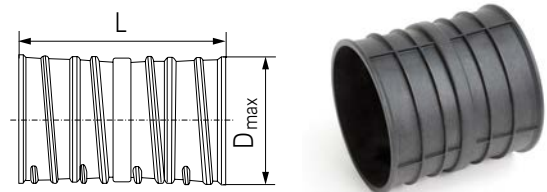
##### 04.04.01 AWADUKT Thermo Hauseinführung für nicht drückendes Wasser

Die AWADUKT Thermo Hauseinführung mit Lippendichtung dient dem Einsatz für nicht drückendes Wasser. Sie bietet Schutz gegen eindringende Feuchtigkeit und muss vor Ort einbetoniert werden. Die Materialspezifikationen der AWADUKT Thermo Hauseinführung ist in nachfolgender Tabelle aufgeführt.



Auf Grund der konischen Ausführung der Hauseinführung besteht die Möglichkeit einer Abwinklung der eingeführten Rohre. Bei der Installation ist deshalb darauf zu achten, dass der Kondensatablauf sichergestellt ist, ggf. ist das einzuführende Rohr durch entsprechende Massnahmen zu fixieren.

Hinweise zur Installation sind Kapitel 05.04.03 zu entnehmen.



#### 04.04.02 AWADUKT Thermo Wanddurchführungen für drückendes Wasser

Bei drückendem Wasser können verschiedene Lösungen eingesetzt werden. Abhängig vom Anwendungsfall können sowohl die AWADUKT Thermo Ringraumdichtung, idealerweise kombiniert mit der zugehörigen Mauerhülse, oder der AWADUKT Thermo Mauerkragen Verwendung finden.

##### AWADUKT Thermo Ringraumdichtung

Die Ringraumdichtung kann auf zwei Arten installiert werden. Wahlweise in

- einer vorinstallierten AWADUKT Thermo Mauerhülse oder
- einer vorgefertigten und versiegelten Kernlochbohrung.

Hinweise zur Installation sind Kapitel 05.04.04 zu entnehmen.

##### Ringraumdichtung DN 200-630

- für den Einsatz bei drückendem Wasser, Druckdichtheit max. 5,0 bar
- Edelstahl-Ausführung,
- vormontierte Gliederbauweise
- Material: glasfaserverstärktes Polyamid, Dichtelement aus EPDM-Kautschuk
- Farbe: Schwarz



Die Installation der Dichtung in einer vorinstallierten Mauerhülse ist soweit möglich zu bevorzugen, weil die Mauerhülse und die dazu passende Ringraumdichtung optimal aufeinander abgestimmt sind.



Vor der Installation der Ringraumdichtung in einer Kernlochbohrung ist diese fachgerecht zu versiegeln, um das Eindringen von Wasser in die Wand zu verhindern.

Materialnummer	Anzahl Glieder	Gliedertyp	Anzugs- dreh- moment Nm	passend für Rohr	OD Ringraum- dichtung mm	Toleranz Kernloch- bohrung mm	max. Druck- dichtheit bar	Shore Härte A	Gewicht kg	zugehörige Mauerhülse
13503681001	9	IL 325 S 316	5	200	250	-3/+7	5,0	50 ± 5	2,3	13503571001
13503691001	9	IL 440 S 316	15	250	350	-7/+7	5,0	50 ± 5	4,5	13503581001
13503701001	12	IL 400 S 316	15	315	400	-7/+7	5,0	50 ± 5	6,6	13503611001
13503711001	14	IL 440 S 316	15	400	500	-7/+7	5,0	50 ± 5	7,0	13503621001
13503721001	17	IL 440 S 316	15	500	600	-7/+7	5,0	50 ± 5	8,5	13503631001
13529381001	22	IL 425 S 316	15	630	700	-7/+4	5,0	50 ± 5	10,2	13529391001

### Mauerhülse

- Mauerhülse für den Einsatz bei drückendem Wasser in Verbindung mit Ringraumdichtung passender Dimension
- geeignet zum Einbetonieren
- Material: asbestfreier Faserzement-Beton
- Farbe: Hellgrau



Material-nummer	ID	passend für Rohr	Länge	OD Mauerhülse	Wandstärke	Toleranz	Gewicht	zugehörige Rohrdimension DN	zugehörige Ringraumdichtung
	mm		mm	mm	mm	mm	kg		
13503571001	250	200	300	308	29	±2	13,0	200	13503681001
13503581001	350	250	300	400	25	±2	27,0	250	13503691001
13503611001	400	315	300	458	29	±2	30,0	315	13503701001
13503621001	500	400	300	569	35	±2	45,0	400	13503711001
13503631001	600	500	300	671	36	±3	52,0	500	13503721001
13529391001	700	630	300	769	35	±3	65,0	630	13529381001

### AWADUKT Thermo Mauerkragen

Der Mauerkragen ist als Alternative zur Ringraumdichtung ebenfalls bei drückendem Wasser einsetzbar. Der Mauerkragen ist insbesondere dann eine Alternative, wenn bereits bei der Errichtung eine zuverlässige Abdichtung gegen drückendes Wasser geschaffen werden soll. Nachträgliche Installationen mit Mauerkragen sind möglich, aber schwieriger in eine bestehende Wand zu integrieren als das Alternativprodukt Ringraumdichtung mit Mauerhülse.

Der Mauerkragen ist aus EPDM (AP) Kautschuk mit nachfolgenden Spezifikationen gefertigt:

Dichte	kg/m <sup>3</sup>	1,03
Zugfestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	9,5
Shore Härte A		45 ±5
Bruchdehnung	%	500
Minimaltemperatur	°C	-40
Maximaltemperatur	°C	+75



Bei der Montage von Rohrleitungen mit Mauerkragen ist darauf zu achten, dass die Rohrleitung ausreichend in der Verschalung fixiert wird. Der Kondensatablauf und der beidseitige Anschluss der Rohrleitungen muss sichergestellt werden.

Hinweise zur Installation sind Kapitel 05.04.06 zu entnehmen.

### Mauerkragen

- Mauerkragen für den Einsatz bei drückendem Wasser
- Geeignet zum Einbetonieren
- Material: EPDM (AP) Kautschuk
- Farbe: Schwarz



Mat.-Nr.	DN	Spannbereich OD-Rohr	Abmessung bei DN/OD (OD bei Verwendung mit AWADUKT Thermo)	Druckdichtheit	Gewicht
			mm	bar	kg/Stck.
13532341001	200	195-210	292	5	0,7
13532441001	250	245-260	342	5	0,8
13532541001	315	310-327	407	5	1,1
13532641001	400	395-410	480	4	1,5
13532741001	500	495-515	580	4	1,9
13532841001	630	625-650	710	4	2,6

## 04.05 Kondensatlösungen

Kondensat tritt immer dann auf, wenn die Taupunkttemperatur von Luft unterschritten wird. In einem L-EWT ist diese Erscheinung insbesondere direkt an den kühlen inneren Oberflächen des Rohrsystems zu bemerken. Eine Abkühlung der gesamten im L-EWT befindlichen Luft in einen Bereich unterhalb der Taupunkttemperatur ist ebenfalls möglich. Da Kondensat nur auftritt, wenn die Luft von einem warmen Zustand abgekühlt wird, ist diese Erscheinung insbesondere im Sommer zu erwarten.

Die anfallende Menge ist in erster Linie von der Luftmenge und dem Grad der Abkühlung abhängig. Mit Hilfe des Mollier h-x-Diagramms kann die theoretisch anfallende Kondensatmenge ermittelt werden. Auf Grund der zeitlich sehr unterschiedlich auftretenden und sich ständig ändernden Wetterverhältnisse ist allerdings davon auszugehen, dass nur eine grobe Abschätzung vorgenommen werden kann.

In VDI 6022 wird die Thematik Kondensat in RLT Anlagen wiederholend dargestellt. Dabei wird deutlich, dass eine schnelle Abfuhr von Kondensat aus dem Luftstrom gewährleistet sein soll. Insbesondere VDI 6022 Blatt 1 fordert eine Ermöglichung eines zeitnahen und vollständigen Kondensatablaufs.

Um ein schnellstmögliches Ableiten von Kondensat gewährleisten zu können, sind die Rohre des L-EWT Systems mit einem Gefälle von 2 - 3 % zu verlegen. Zusätzlich sind Bauteile erforderlich, welche dafür geeignet sind, das Kondensat aus dem Luftstrom herauszuleiten. Hierfür eignen sich ausserhalb des Gebäudes Kondensatsammel- bzw. Revisionschächte. Darin wird das Kondensat gesammelt und ggf. abgepumpt. Innerhalb des Gebäudes können Kondensatabläufe eingesetzt werden, welche mit Siphonanschluss an das Abwassernetz des Gebäudes angeschlossen werden können.

Nach VDI 4640-4 ist periodisch anfallendes Kondenswasser wie Oberflächenwasser einzustufen und entsprechend den wasserrechtlichen Vorgaben zu entsorgen. Die Ableitung über das häusliche Abwassersystem ist möglich, da die anfallende Menge im Vergleich zur Abwassermenge als gering eingestuft werden kann.



Das anfallende Kondensat kann über die bestehende Hausentwässerung im freien Abfluss abgeführt werden.



Bei der Installation von Mehrrohrsystemen (Rohrregister) sind mindestens zwei Kondensatabläufe, je einer auf Verteiler- und Sammlerseite, vorzusehen. Aus hygienischen Gründen sollte der Abfluss des Kondensats immer mit der Luftströmung erfolgen und eine regelmässige Kontrolle der Kondensatabläufe sowie der Kondensatsammel- bzw. Revisionschächte mit ggf. notwendiger Reinigung vorgenommen werden. Die Kontrollhäufigkeit richtet sich dabei insbesondere nach der Wetterlage und dem Anlagenbetrieb. In den Sommermonaten ist mit erhöhtem Aufkommen zu rechnen.



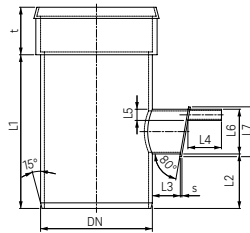
Kondensatabläufe und Kondensatsammel- bzw. Revisionschächte können für die Ableitung von Flüssigkeiten während der Reinigung genutzt werden.

### 04.05.01 Kondensatabläufe

Kondensatabläufe dienen der Abfuhr von Kondensat aus dem direkten Luftstrom. Zum Einsatz kommen diese Bauteile vor allem innerhalb des Gebäudes. Kondensatabläufe sind mit einem Kugelsiphon kombinierbar. Dadurch ist ein Anschluss an das Abwasser-Netz des Gebäudes und damit ein freier Abfluss des Kondensats möglich.

#### Kondensatablauf S

- Kondensatablauf in Standardausführung für geradlinige Weiterleitung der Luft
- Abgang für Kondensatableitung DN 160 mit Reduzierung auf DN 40
- Ablaufstutzen DN 40 für Anschluss Kugelsiphon geeignet
- antimikrobiell
- Farbe: Blau (DN 200), Orange (DN 250-DN 630)
- Material: Polypropylen

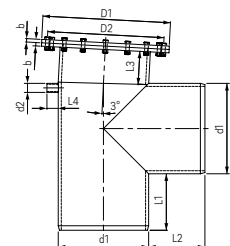
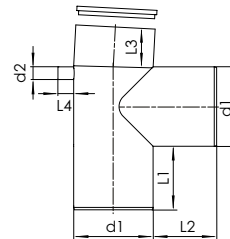


Mat.-Nr.	DN	L <sub>1</sub> mm	L <sub>2</sub> mm	L <sub>3</sub> mm	L <sub>4</sub> mm	t mm	Gewicht kg/Stck.
12277551003	200	485	130	100	120	101	2,7
12277651003	250	485	170	100	120	135	5,2
12277751003	315	550	195	100	120	145	8,7
12298451003	400	550	195	100	120	170	14,6
12298551003	500	550	230	100	120	195	22,4
12183691003	630	600	250	100	120	215	24,3

Zusätzliche Informationen zu Massen entnehmen Sie bitte dem Anhang.

#### Kondensatablauf R

- Kondensatablauf mit Revisionsöffnung und Abgang 90° für Weiterleitung der Luft
- DN 200-DN 315 mit Revisionsdeckel
- DN 400-DN 630 mit Flanschanschluss für Revisionsverschluss
- Ablaufstutzen DN 40 für Anschluss Kugelsiphon geeignet
- antimikrobiell
- Material: Polypropylen
- Farbe: Blau (DN 200), Orange (DN 250-DN 630)



Mat.-Nr.	Rohrdurchmesser d1 mm	Flanschdurchmesser D1 mm	L <sub>1</sub> mm	L <sub>2</sub> mm	L <sub>3</sub> mm
11056961001	200	-	155	150	100
11056971001	250	-	200	200	122
11056981001	315	-	252	253	150
11719071001	400	565	250	249	150
11719171001	500	670	278	275	220
11035501001	630	800	300	300	250

Zusätzliche Informationen zu Massen entnehmen Sie bitte dem Anhang.



### Kugelsiphon

- Kugelsiphon mit Anschlussbogen DN 40 und Rückschlagkugel geeignet zum Anschluss an Kondensatablauf S und Kondensatablauf R
- Material: Polypropylen
- Farbe: Weiss, Gelb



Mat.-Nr.	DN	Gewicht kg/Stck.
12277951001	40	0,25

### 04.05.02 Kondensatsammelschacht

Der Kondensatsammelschacht dient der Abfuhr von Kondensat, wenn eine Installation eines Kondensatablaufs innerhalb des Gebäudes nicht möglich oder nicht erwünscht ist.

Die Installation des Kondensatsammelschachts sollte bei Einrohrsystemen durch einen Abzweig im Rohrsystem erfolgen. Die Möglichkeiten der Herstellung dieses Abzweigs können Kapitel 05.05 entnommen werden. Bei Mehrrohrsystemen (Register) sind mindestens zwei Kondensatlösungen zu installieren, jeweils mindestens eine Lösung auf Verteiler- und Sammlerseite. Diese können mit Abzweig in der Hauptleitung oder direkt an den Verteiler/Sammler angeschlossen werden. Erklärungen hierzu sind ebenfalls in Kapitel 05.05 zu finden.

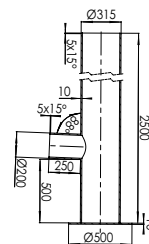
Bezüglich der hygienischen Kontrolle der Kondensatsammelschächte gelten die Vorgaben der VDI 6022 Blatt 1. Bei Temperaturen über 20 °C und hoher Luftfeuchte im Sommer empfiehlt sich ein deutlich verkürzter Kontrollzyklus.

Ein Anbohren des Kondensatsammelschachts ist nicht zulässig, da dies unter anderem zu nachfolgend genannten Problemen führen kann:

- Möglicherweise fehlende wasserrechtliche Erlaubnis
- Eindringen von Fremdluft in das System (gemäss der VDI Richtlinie 6022 darf keine Fremdluft in das System gelangen)
- Mögliche Bodenverunreinigung beim Einsatz spezieller Reinigungsverfahren und damit Verstoss gegen geltende rechtliche Bestimmungen
- Das Eindringen von Grund-, Stau- oder Schichtenwässern in die Anlage ist möglich. Ein Überfluten der Anlage kann eine Notabschaltung notwendig machen.

### Kondensatsammelschacht

- Kondensatsammelschacht zur Kondensatsammlung ausserhalb des Gebäudes mit Anschluss DN 200 (Spitzende)
- Bauhöhe: 2500 mm mit Flachboden
- geeignet zur Anbindung an REHAU AWADUKT Thermo Rohr DN 200
- Material: Polypropylen
- Farbe: Orange, Stutzen ggf. Blau



Mat.-Nr.	DN	Gesamtlänge mm	Gewicht kg/Stck.
12277851003	315/200	2500	30

Zusätzliche Informationen zu Massen entnehmen Sie bitte dem Anhang.

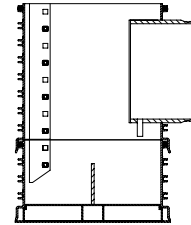
### 04.05.03 Revisionsschacht DN 1000

Der Revisionsschacht Lüftung stellt eine zweite Möglichkeit zur Abfuhr von Kondensat ausserhalb des Gebäudes dar. Zusätzlich bietet dieser Schacht die Möglichkeit als Revisionsöffnung zu fungieren. Hierfür ist innerhalb des Schachts am in die Schachtwand eingeschweissten Stutzen eine abnehmbare Abschlussplatte vorgesehen.

Während die Revision und Reinigung von Einrohrsystemen kleiner Dimensionen und einfachen Mehrrohrsystemen teilweise auch ohne separate Revisionsöffnungen möglich ist, ist dies bei grossen Systemen beispielsweise ab Verteilerdimension DN400 nur noch bedingt möglich. Für diese Anwendungen bietet der Revisionsschacht Lüftung optimale Bedingungen.

#### Revisionsschacht DN 1000

- Revisionsschacht zur Sammlung von Kondensat ausserhalb des Gebäudes
- geeignet zur Durchführung von Revisionen
- Material: Polypropylen
- Farbe: Orange, Stutzen ggf. Blau



Mat.-Nr.	DN/OD Stutzen am Abgang mm	Gewicht kg/Stück
11049681001	400	178
11049691001	500	183
11049701001	630	195

Zusätzliche Informationen zu Massen entnehmen Sie bitte dem Anhang.

Mat.-Nr.	DN/OD Stutzen am Abgang mm	Gewicht kg/Stück
11049711001	700	215

Zusätzliche Informationen zu Massen entnehmen Sie bitte dem Anhang.

#### AWASCHACHT PP Konus-Dichtung

Material:

Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM)

Farbe:

Schwarz



Material-Nr.	Bezeichnung	Gewicht g/St
11906451001	Dichtung DN 625, Konus - Betonring	2600

Bezüglich der hygienischen Kontrolle des Revisionschachts Lüftung gelten die Vorgaben der VDI 6022 Blatt 1. Bei Temperaturen über 20 °C und hoher Luftfeuchte, wie sie beispielsweise in den Sommermonaten vorliegen, empfiehlt sich ein deutlich verkürzter Kontrollzyklus.

Der Revisionsschacht Lüftung basiert auf dem in der Kanaltechnik langjährig bewährten REHAU AWASCHACHT-Programm und wird als konfektionierter Artikel in drei Teilen geliefert:

- Revisionsschachtboden
- Revisionsschachtring mit Abgängen zwischen DN400 und DN/ID700

Die Abdeckung des Schachts ist nicht im Lieferumfang enthalten, da diese je nach Anforderung sehr unterschiedlich ausgeführt werden kann.

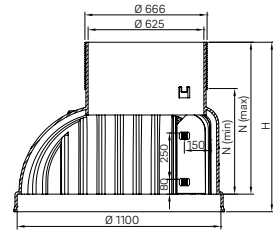
**AWASCHACHT PP DN 1000 - Konus**

Eigenschaft:  
Kürzmass: max. 250 mm

Material:  
Polypropylen (PP 2300)

Farbe:  
Orange

- Hinweis:
- ohne Konusdichtung DN 625
  - ohne Elementdichtung DN 1000



Material-Nr.	Bezeichnung	Nutzhöhe N Max.	Nutzhöhe N Min.	Höhe H	Gewicht
		mm	mm	mm	
11904001100	DN 1000/625 mit Steigleiter	570	820	915	42,9

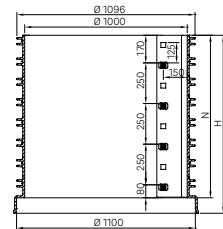
**AWASCHACHT PP DN 1000 - Schachtring**

Eigenschaft:  
mit Steigleiter

Material:  
Polypropylen (PP 2300)

Farbe:  
Orange

- Hinweis:
- ohne Elementdichtung DN 1000
  - Einlaufrohrstutzen und tangentiale Stutzen als Zulauf oberhalb des Gerinnes möglich, Preise auf Anfrage



Material-Nr.	Bezeichnung	DN/OD	Nutzhöhe N	Höhe H	Gewicht
			mm	mm	
11903131001	DN 1000, Nutzhöhe 125 mm, inkl. Steigl.	1000	125	220	12,35
11904901100	DN 1000, Nutzhöhe 250 mm, inkl. Steigl.	1000	250	345	19,6
11905001100	DN 1000, Nutzhöhe 500 mm, inkl. Steigl.	1000	500	595	34,4
11904361001	DN 1000, Nutzhöhe 750 mm, inkl. Steigl.	1000	750	845	48,1
11909001100	DN 1000, Nutzhöhe 1000mm, inkl. Steigl.	1000	1000	1095	62,8

**AWASCHACHT PP Elementdichtung**



Material-Nr.	Bezeichnung	Gewicht
		kg/St
11903551001	Schachtelementdichtung DN 1000	1

#### 04.06 Verteilerbalken

Ab einem Volumenstrom von ca. 1.000 m<sup>3</sup>/h ist es in der Regel technisch nicht mehr sinnvoll, L-EWTs als Einzelleitung auszuführen. Wirtschaftlich kann es bereits ab einem Volumenstrom von 600 m<sup>3</sup>/h sinnvoll sein, die Luftmenge auf einzelne sogenannte Registerrohre zu splitten.

Für die Herstellung von Mehrrohrsystemen (Register) können mit erhöhtem Aufwand mehrere Einfachabzweige oder fertig vorkonfektionierte Verteilerbalken verschiedener Dimensionen und Ausführungen zum Einsatz kommen.

Hierbei wird die angesaugte Luft über eine Hauptleitung bis zum Verteiler geführt und dort in einzelne, an den Verteiler angeschlossene, kleiner dimensionierte Rohre verteilt. Am anderen Ende des Registersystems wird im sogenannten Sammler die Luft der einzelnen Rohre wieder zusammengeführt und in einer Hauptleitung bis zum Gebäude geleitet.

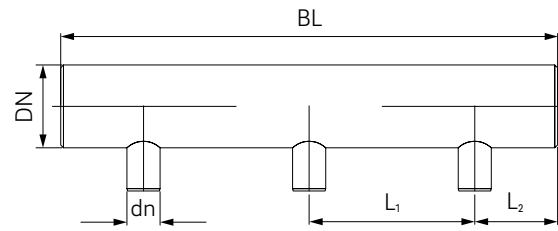
Die Abgänge zur Montage der abzweigenden Rohre sind an den Verteilerbalken zentrisch angebracht. Dies ermöglicht den optimalen Einsatz von Reinigungsgeräten.



Für die Verbindung mehrerer Verteilerbalken wird eine Überschiebmuffe oder Doppelsteckmuffe der entsprechenden Verteilerbalkendimension benötigt. Bei der Montage der an die Verteilerbalken anzuschliessenden Rohre ist zu beachten, dass auf der Seite des zweiten Anschlusses in der Regel eine Überschiebmuffe erforderlich ist.

**AWADUKT Thermo Verteilerbalken**

- Konfektionierte Verteilerbalken antimikrobiell, geeignet zur Anbindung von REHAU AWADUKT Thermo Rohr
- radondicht
- Ausführung mit Schmutzschutz
- Stutzenabstand Mitte – Mitte: 1000 mm
- zentrisch 90° zum Verteilerrohr
- Material: Polypropylen
- Farbe: orange, Stutzen ggf. blau



Mat.-Nr.	Verteilerrohr DN	Anschlussstutzen dn	Anzahl Stutzen	Gewicht kg/Stück	L <sub>1</sub> mm	L <sub>2</sub> mm	BL mm
11710071001	315	200	1	12,8	1000	500	1000
11710171001	315	200	2	25,3	1000	500	2000
11710271001	315	200	3	36,1	1000	500	3000
11710371001	400	200	1	18,9	1000	500	1000
11710471001	400	200	2	37,0	1000	500	2000
11710571001	400	200	3	54,2	1000	500	3000
11710671001	400	200	6	107,8	1000	500	6000
11710771001	400	250	1	19,7	1000	500	1000
11710871001	400	250	2	38,8	1000	500	2000
11710971001	400	250	3	56,8	1000	500	3000
11726661001	400	250	6	128,0	1000	500	6000
11711071001	500	200	1	29,2	1000	500	1000
11711171001	500	200	2	57,1	1000	500	2000
11711271001	500	200	3	83,5	1000	500	3000
11711371001	500	200	6	166,7	1000	500	6000
11711471001	500	250	1	30,0	1000	500	1000
11711571001	500	250	2	58,9	1000	500	2000
11711671001	500	250	3	86,1	1000	500	3000
11711771001	500	250	6	172,4	1000	500	6000
11711871001	500	315	1	31,3	1000	500	1000
11711971001	500	315	2	61,2	1000	500	2000
11712071001	500	315	3	89,6	1000	500	3000
11726641001	500	315	6	192,0	1000	500	6000
11023971001	630	200	1	47,4	1000	500	1000
11023991001	630	200	2	94,8	1000	500	2000
11024041001	630	200	3	142,2	1000	500	3000
11024051001	630	200	6	284,4	1000	500	6000
11024061001	630	250	1	48,2	1000	500	1000
11024071001	630	250	2	96,4	1000	500	2000
11024081001	630	250	3	144,6	1000	500	3000
11024091001	630	250	6	289,2	1000	500	6000
11024141001	630	315	1	49,4	1000	500	1000
11024151001	630	315	2	98,8	1000	500	2000
11024161001	630	315	3	148,2	1000	500	3000
11024171001	630	315	6	296,4	1000	500	6000

## 05 Handhabung von Systemkomponenten

Die nachfolgenden Informationen gelten für Lagerung, Transport und Einbau des REHAU AWADUKT Thermo L-EWT-Rohrsystems aus Polypropylen (PP) bis zur Dimension DN 630 sowie alle damit verbundenen Systemkomponenten aus den vorangegangenen Kapiteln (z.B. Ansaugtürme, Kondensatlösungen, Rohrbögen etc.).



Bei der Montage der jeweiligen Systemkomponenten sind die aktuell geltenden Normen und Richtlinien sowie die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften bzw. Arbeitsschutzinspektionen und Vorgaben anderer beteiligter Stellen für den Einbau und Betrieb einzuhalten. Die Verlegung und Verarbeitung der Systemkomponenten muss durch geschultes Fachpersonal erfolgen. Für erdverlegte Komponenten von RLT Anlagen betrifft dies auch Belange der Hygiene.

### 05.01 Allgemeines zur Anlieferung von Bauteilen

Bei Anlieferung der Bauteile sind zur Dokumentation von Transportschäden im Rahmen der Qualitätssicherung folgende Massnahmen durchzuführen:

- Kontrolle der Anzahl und Menge der einzelnen Bauteile gemäss Lieferschein
- Kontrolle der Ladung auf Unversehrtheit
- Bei Sonderbauteilen sind die Masse gemäss der bestätigten Zeichnungen zu kontrollieren



Etwilige Transportschäden sind auf den Frachtunterlagen zu vermerken und vom Vertreter des Transportunternehmens unterschreiben zu lassen. Beschädigte Bauteile sind auszusortieren und es ist umgehend Kontakt mit REHAU aufzunehmen.

Gegebenenfalls auftretende Abweichungen ausserhalb des Toleranzbereichs einzelner Masse sind umgehend REHAU mitzuteilen.

### 05.02 Hinweise zur Handhabung von Ansaug-einheiten

#### 05.02.01 Transport

Alle Ansaug-einheiten sind bis zur Montage in der mitgelieferten Umverpackung zu transportieren. Zur Vermeidung von Beschädigungen darf die Umverpackung erst direkt vor der Montage vor Ort entfernt werden.

Zur Kontrolle auf Unversehrtheit im Rahmen der Anlieferung auf der Baustelle ist das Öffnen der Umverpackung zulässig. Für den weiteren Transport bis zum Ort der Montage sollte der geöffnete Bereich allerdings in einer geeigneten Art und Weise wieder verschlossen werden.

Wird die Ansaug-einheit innerhalb der Baustelle oder zum Ort der Montage über das öffentliche Wegenetz transportiert, sind die einzelnen Verpackungseinheiten nach den Vorgaben der landesspezifischen Strassenverkehrsordnung zu sichern.

Ein loser Transport von Ansaug-einheiten ist nur dann zulässig, wenn diese komplett vormontiert sind und ordnungsgemäss gesichert mit einem für den Transport geeigneten und zugelassenen Sicherungsgestell transportiert werden.



Der Gebrauch von nicht zugelassenen und ungeeigneten Sicherungsgestellen und -mitteln oder eine nicht ausreichend gesicherte Ladung kann zu schweren Sach- und/ oder Personenschäden führen.

Die Schutzfolie von Einzelteilen der Ansaug-einheit darf während des Transports nicht entfernt werden, da diese zum Schutz vor Verkratzungen dient. Sollte eine Ansaug-einheit, bei welcher die Schutzfolie schon entfernt worden ist, transportiert werden, sind entsprechende Massnahmen vorzusehen, welche ein Verkratzen der Oberfläche während des Transports verhindern.

Für das Be- und Entladen der Ansaug-einheiten dürfen nur geeignete und zugelassene Geräte verwendet werden. Das Abladen der Ansaug-einheiten mit der Umverpackung kann manuell erfolgen, wenn die zulässigen arbeitsrechtlichen Richtwerte für das Heben und Tragen von Lasten beachtet werden. Werden die Ansaug-einheiten mit Gerätschaften be- oder entladen, dürfen hierfür nur geprüfte, zugelassene und dafür geeignete Gerätschaften eingesetzt werden.

Das Abkippen oder Abwerfen von Ansaug-einheiten mit und ohne Umverpackung ist nicht zulässig.

### 05.02.02 Lagerung auf der Baustelle

Die Lagerung der Ansaugereinheiten hat in geeigneter Weise zu erfolgen. Soweit möglich sollte die Lagerung der Ansaugereinheiten in der vorhandenen Umverpackung erfolgen. Diese ist vor Nässe zu schützen.

Bei in der Umverpackung befindlichen Ansaugereinheiten der Dimension DN 200 und DN 250 dürfen max. drei Ansaugereinheiten übereinander gestapelt gelagert werden. Ansaugereinheiten der Dimension 315 dürfen in Umverpackung in max. zwei Lagen übereinander gestapelt gelagert werden. Ansaugereinheiten der Dimensionen DN 400, DN 500 und DN 630 dürfen nicht übereinander gestapelt werden.

Aus der Umverpackung entfernte Ansaugereinheiten sind so zu lagern, dass es während des Zeitraums der Lagerung bis zur Montage zu keiner Beschädigung der Schutzfolie, zu Verkratzungen oder zu anderen Beschädigungen der Ansaugereinheit kommen kann. Gegebenenfalls sind entsprechend geeignete Massnahmen zum Schutz der Ansaugereinheiten vorzusehen.



Es ist darauf zu achten, dass die Lagerung der Ansaugereinheiten auf einer ebenen und für die Lagerung geeigneten Fläche erfolgt. Bei gestapelter Lagerung von Ansaugereinheiten sind die geltenden Unfallverhütungsvorschriften und Sicherheitsvorgaben zu beachten. Während der Lagerung von Ansaugereinheiten dürfen keine zusätzlichen Belastungen von oben auf die Ansaugereinheit einwirken. Ein Stapeln der aus der Umverpackung entnommenen Ansaugereinheiten ist nicht zulässig.

Mit der Ansaugereinheit mitgelieferte Filtereinheiten sind trocken und sauber zu lagern. In der Umverpackung befindliche Filtereinheiten sind bis zum Einbau in der Umverpackung zu belassen, um eine Verschmutzung zu verhindern. Verschmutzte Filtereinheiten sollten nicht installiert werden.

### 05.02.03 Errichtung von Ansaugereinheiten

Für die Errichtung der Ansaugereinheiten ist die dem Produkt beiliegende Montageanleitung zu beachten.

Die Aufstellung der Ansaugereinheiten sollte auf einem geeigneten Untergrund erfolgen. Um die Standsicherheit sicherzustellen, eignet sich hierfür insbesondere ein Betonsockel, der um eine Doppelsteckmuffe herum gegossen wird.

Die Montage der Ansaugereinheit erfolgt direkt in eine Muffe der gleichen Dimension. Doppelsteckmuffen oder Überschiebmuffen sind hierfür bevorzugt geeignet.



Abb. 05-1 Betonsockel mit Doppelsteckmuffe

Bei Verwendung eines Betons der Güte C20-25 (Mindestanforderung) und Aufstellung in Windzone 4 gibt nachfolgende Tabelle die Mindestmasse des zu errichtenden Sockels an. Massgeblich ist hierbei ein Geschwindigkeitsdruck von  $q_{ref} = 0,56 \text{ kN/m}^2$ . Die Herstellung des Betonsockels muss nach DIN 1045 erfolgen und sollte durch eine Fachfirma vorgenommen werden.

Turmgröße	Sockelabmasse mm
DN 200	600 x 600 x 200
DN 250	600 x 600 x 300
DN 315	700 x 700 x 300
DN 400	1000 x 1000 x 500
DN 500	1200 x 1200 x 500
DN 630	1200 x 1200 x 800

Tab. 05-1 Mindestmasse des zu errichtenden Sockels

Hinweise über zu berücksichtigende Aspekte bei der Auswahl des Aufstellungsorts können DIN EN 16798 entnommen werden.



Bei einer Aufstellung an exponierten Stellen ist eine gesonderte statische Berechnung zur Dimensionierung der für die Ansaugereinheit notwendigen Sockelmasse notwendig. Liegen keine Kenntnisse über die am Aufstellungsort auftretenden Windlasten vor, ist der Installateur der Ansaugereinheit verpflichtet, vor der Montage entsprechende Informationen einzuholen. Ggf. sind geeignete Massnahmen zur Ermittlung der Informationen einzuleiten. Das Fundament ist gemäss den ermittelten Werten anzupassen.



Bei einer Abweichung der Abmasse oder der Verwendung einer anderen Betongüte kann die Standsicherheit der Ansaugereinheit bei der angegebenen Windlast nicht mehr sichergestellt werden. Bei der Erstellung der Betonmischung und des Betonsockels sind die geltenden Unfall- und Arbeitsschutzmassnahmen einzuhalten.

Die Montage der Ansaugereinheit erfolgt direkt in eine Muffe der gleichen Dimension. Doppelsteckmuffen oder Überschiebmuffen sind hierfür bevorzugt geeignet. An Formteile angeformte Muffen werden mit differierenden Toleranzen gefertigt und können somit zu einer erschwerten Installation führen.

Ansaugtürme für AWADUKT Thermo Luft-Erdwärmehaustauschersysteme werden aus dem Werkstoff Edelstahl 1.4301 (V2A) hergestellt. Diesem kann bei Aufstellung z.B. in küstennahen Bereichen oder in mit korrosionsfähigen Stoffen stark belasteter Luft keine endgültige Beständigkeit gegen Korrosion nachgewiesen werden. Eine daraus resultierende Anpassung der Materialgüte an die Anforderungen am Aufstellort ist daher zu berücksichtigen.



Bei der Aufstellung in küstennahen Bereichen oder in mit korrosionsfähigen Stoffen stark belasteter Luft kann es erforderlich sein, die Materialgüte den entsprechenden Anforderungen anzupassen. In den aufgeführten Bereichen kann eine Korrosion von Edelstahl nicht endgültig ausgeschlossen werden. Anforderungen an die Materialgüte am Aufstellungsort werden durch REHAU nicht geprüft.

### 05.03 Hinweise zur Handhabung von Rohren, Formteilen und Verteilerbalken



Beim Einbau und der Verlegung von Rohren, Formteilen und Verteilerbalken sind die geltenden Normen, Richtlinien und Vorschriften zu beachten. Die Verarbeitung und Verlegung der genannten Bauteile darf nur von geschultem Fachpersonal durchgeführt werden. Beim Einbau sind zusätzlich die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften bzw. der Arbeitsschutzinspektionen und evtl. anderer beteiligter Stellen einzuhalten.

### 05.03.01 Transport

AWADUKT Thermo Rohre, Formstücke, Verteilerbalken (nachfolgend Bauteile genannt) und Dichtringe sind sorgfältig und schonend zu behandeln. Um die Funktion der Bauteile sicherzustellen, ist auf die richtige Lagerung und Befestigung während des Transports zu achten. Hinweise, wie Lagerung und Transport auszuführen sind, gibt VDI 6022 Blatt 1. Während des Transports ist darauf zu achten, dass die auf die Bauteilenden aufgetragenen Schutzfolien bzw. -kappen nicht beschädigt werden.

Lose Bauteile sollen während des Transports auf ihrer gesamten Länge aufliegen und sind gegen Lageverschiebung zu sichern. Durchbiegen und Schlagbeanspruchungen sind zu vermeiden. Insbesondere ein Verrutschen oder Verdrehen der Verteilerbalken ist zu verhindern, da sonst die angeschweissten Stützen beschädigt werden können. Während des Transports darf auf die angeschweissten Stützen der Verteilerbalken keine zusätzliche Belastung einwirken.



Bei unsachgemäßem Transport oder falscher Lagerung können Verformungen oder Beschädigungen an den Bauteilen auftreten, die zu Verlegeschwierigkeiten und/oder einer Beeinträchtigung der Funktionssicherheit der verlegten Leitung führen können oder diese endgültig unbrauchbar machen.

### 05.03.02 Lagerung auf der Baustelle

Alle in Verbindung mit einer Installation von erdverlegten Luftleitungen stehenden Materialien sind in geeigneter Art und Weise zu lagern, um Verunreinigungen oder Beschädigungen zu vermeiden. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die vorhandenen Schutzfolien bzw. -kappen während der Lagerung nicht beschädigt werden. Vor und während Montageunterbrechungen sind die Schutzfolien bzw. -kappen wieder an offenen Enden anzubringen. Bei der Lagerung der Dichtmittel aus Elastomeren ist darauf zu achten, dass diese gegen mechanischen und chemischen Angriff geschützt werden. Diese Materialien müssen insbesondere vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt gelagert werden.

Die Lagerung der Bauteile hat auf einer ebenen steinfreien (Korngrösse  $\leq 40$  mm) Unterlage zu erfolgen. Das Untergrundmaterial darf keine scharfkantigen oder spitzen Teile oder Steine enthalten, die dazu geeignet sind, die Bauteile zu beschädigen. Bei der Lagerung von Verteilerbalken ist darauf zu achten, dass die angeschweissten Stützen nicht belastet werden. Eine ungeschützte Lagerung über einen Zeitraum von mehr als 12 Monaten ist zu vermeiden.





Einseitige Wärmeeinwirkungen, z.B. Sonneneinstrahlung, kann aufgrund des thermoplastischen Verhaltens der Rohre und Formteile zu Verformungen führen, die eine fachgerechte Verlegung erschweren können. Es wird daher empfohlen, die Bauteile vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen. Bei einer Abdeckung mit Planen ist darauf zu achten, dass kein Hitzestau entsteht. Dementsprechend ist für eine gute Durchlüftung zu sorgen.

Bei Holzrahmenverschlägen (HRV) ist darauf zu achten, dass eine Stapelung nur „Holz auf Holz“ erfolgt. Es dürfen maximal 2 HRV übereinander gestapelt werden. Bei der Stapelung mit Zwischenhölzern müssen diese mindestens 80 mm breit sein. Die Anordnung der Zwischen- und Auflagehölzer ist gemäss nachfolgender Abbildung durchzuführen. Es ist darauf zu achten, dass die Muffen frei liegen.

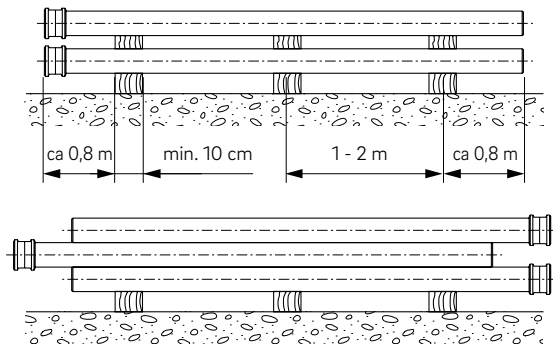


Abb. 05-2 Lagerung mit Zwischenhölzern oder mit versetzten Muffen

Bei der Lagerung von nicht palettierten Rohren ist darauf zu achten, dass die Muffen frei liegen und dass die Rohre gegen Auseinanderrollen gesichert sind.

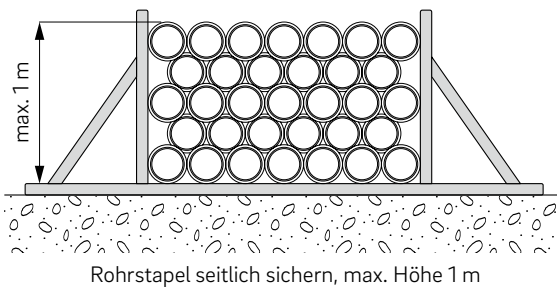


Abb. 05-3 Rohrstapel seitlich sichern



Übermäßige Stapelhöhen sind zu vermeiden, um die Rohre im unteren Teil des Stapels nicht zu überlasten. Die Lagerung von Bauteilen darf nicht in der Nähe von offenen Gräben erfolgen.

Bei nicht palettierten Rohren darf die Höhe des Rohrstapels 1 m nicht übersteigen.

### 05.03.03 Aufladen/Abladen

Für das Aufladen, Abladen und Herabsenken in den Rohrgraben bzw. auf die Verlegefläche sind geeignete Geräte (z.B. Gabelstapler mit geeigneten Gabelauflagen) zu verwenden. Gabeln von Gabelstaplern dürfen während dem Transport nicht in die Rohre eingeführt werden. Ein manuelles Abladen ist möglich, wenn die zulässigen arbeitsrechtlichen Richtlinien für das Heben und Tragen von Lasten beachtet werden.

Werden die Bauteile mit Gerätschaften be- oder entladen, dürfen hierfür nur geprüfte, zugelassene und dafür geeignete Gerätschaften eingesetzt werden. Werden Hebezeuge zum Be- und Entladen eingesetzt, sind die Bauteile mit Bändern aus nicht abrasivem Material bzw. Hanfseilen zu sichern oder entsprechende Sicherungsgeräte zu verwenden. An den Bauteilenden dürfen keine Haken oder andere Geräte eingesetzt werden, welche zu einer Beschädigung der Bauteile führen können. Bei Verteilerbalken dürfen an oder um die angeschweissten Stützen keine Haken, Haltegurte/-bänder oder andere Geräte angesetzt werden. Während des Be- und Entladeprozesses von Verteilerbalken ist zu beachten, dass keine zusätzliche Stoss-, Zug- oder Druckbelastung auf die angeschweissten Stützen gelangt.



Abb. 05-4 Be- und Entladen



Eine Stoss-, Zug- oder Druckbelastung, welche auf die angeschweissten Stützen von Verteilerbalken führt, kann zu Haarrissen oder zur Beschädigung der Schweissnaht führen. Auf der Baustelle ist daher auf einen sorgfältigen Umgang mit diesen Bauteilen zu achten. Alle Bauteile sind vor dem Ablassen in den Dammbereich auf Beschädigung zu prüfen. Die Bedienung von Gerätschaften zum Be- oder Entladen der Bauteile darf nur durch ausgewiesenes Fachpersonal vorgenommen werden. Die Bauteile sind für den Hebevorgang fachgerecht zu sichern. Die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften für das Heben von Lasten sind zu beachten.

Ein Abkippen oder Abwerfen der Bauteile sowie das Ziehen derselben über den Boden ist nicht zulässig. Die gültigen Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften sind zu beachten.

Die vorhandenen Schutzfolien oder -kappen sind erst direkt vor der Montage zu deinstallieren.

#### 05.03.04 Allgemeine Hinweise zur Verlegung von Rohren, Formteilen und Verteilerbalken

Die Verlegung von Komponenten eines erdverlegten Lüftungssystems in Verbindung mit AWADUKT Thermo antimikrobiell hat nach den Vorgaben aus DIN EN 1610 und VDI 6022 Blatt 1 zu erfolgen. Weitere geltende Normen, Richtlinien und Vorschriften sind ebenfalls zu beachten.

Zur Erklärung der in den folgenden Abschnitten verwendeten Begriffe dient die nachfolgend dargestellte Abbildung. Die Definitionen gelten, soweit zutreffend, auch für Gräben mit geböschten Wänden und bei Leitungen unter Dämmen.

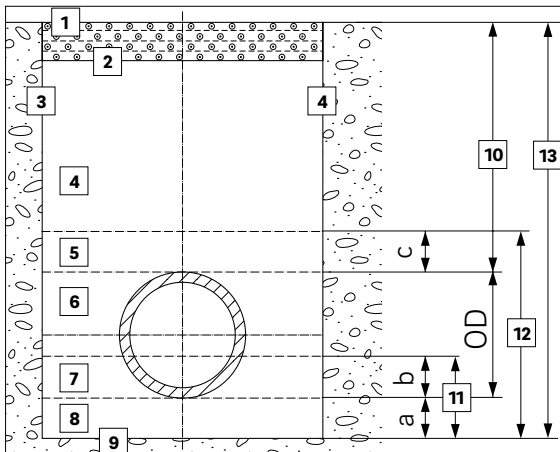


Abb. 05-5 Verlegung

- 1 Oberfläche
- 2 Unterkante der Strassen- oder Gleiskonstruktion, soweit vorhanden
- 3 Grabenwände
- 4 Hauptverfüllung
- 5 Abdeckung
- 6 Seitenverfüllung
- 7 Obere Bettungsschicht
- 8 Untere Bettungsschicht
- 9 Grabensohle
- 10 Überdeckungshöhe
- 11 Dicke der Bettung
- 12 Dicke der Leitungszone
- 13 Grabentiefe
- a Dicke der unteren Zwischenbettungsschicht
- d Dicke der oberen Bettungsschicht (siehe Kapitel 05.03.06)
- c Dicke der Abdeckung
- OD Aussendurchmesser des Rohrs in mm

Die Verlegung der Bauteile sollte, soweit möglich, immer am Tiefpunkt der Anlage begonnen werden. Bei Registersystemen sollte mit der Verlegung der Verteilerbalken begonnen werden. Erst nach dem Einbau und der Fixierung der Verteilerbalken sollte mit der Installation der Wärmetauscherrohre begonnen werden. Die Bauteile sind üblicherweise so zu verlegen, dass die vorhandene Muffe zum oberen Ende weist.

Bei der Installation von L-EWT Bauteilen sollte die Mindestverlegetiefe von 1,5 m nicht unterschritten werden. Es ist daher zu empfehlen, vor dem Beginn der Installation ein Verlegeschema mit integriertem Höhenprofil zu erstellen, welches als Grundlage für die Installation dient. Das Höhenprofil ist erforderlich, um ein aus hygienischer Sicht erforderliches Gefälle für die Kondensatableitung bereits in der Planung zu berücksichtigen. Insbesondere bei der Umsetzung von Anlagen über 5.000 m<sup>3</sup>/h wird die Erstellung eines Verlegeschemas dringend empfohlen.

#### Verlegung unter dem Gebäude

Bei der Verlegung unter dem Gebäude ist eine statische Berechnung für die eingesetzten Bauteile zwingend erforderlich. Diese kann durch den für das Bauvorhaben verantwortlichen Statiker oder eine andere für die Durchführung der statischen Berechnung berechtigten und qualifizierten Person durchgeführt werden.

Für die statische Berechnung sind nachfolgende Vorschriften zu beachten:

- Arbeitsblatt ATV – DVWK – A 127  
Richtlinie für die statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen
- Bauausführung DIN EN 1610

#### Längenänderung

Die durch Temperaturschwankungen ausgelöste Längenänderung von AWADUKT Thermo Bauteilen ist wesentlich grösser als bei metallischen und keramischen Bauteilen. Bei der Berechnung der Längenänderung sind zu beachten:

- Die bei der Verlegung herrschenden Temperaturen
- Die zu erwartende niedrigste und höchste Rohrwandtemperatur beim Betrieb der Anlage.

Für die Berechnung der Längenänderung kann nachfolgende Berechnungsvorschrift verwendet werden:

Längenänderung (mm) = Rohrlänge (m) x Temperaturdifferenz (K) x Längenausdehnungskoeffizient (mm/mK)

$$\Delta l = L \cdot \Delta t \cdot 0,14 \text{ mm/mK}$$

**Berechnungsbeispiel**

Rohrlänge: 3 m  
 Verlegetemperatur: +10 °C

Zu erwartende niedrigste Rohrwandtemperatur: +5 °C  
 Temperaturdifferenz = 5 K

Zu erwartende höchste Rohrwandtemperatur: +20 °C  
 Temperaturdifferenz = 10 K

Grösste zu erwartende Verkürzung:  
 $\Delta l_1 = 3 \text{ m} \cdot 5 \text{ K} \cdot 0,14 \text{ mm/mK} = 2,1 \text{ mm}$

Grösste zu erwartende Verlängerung:  
 $\Delta l_2 = 3 \text{ m} \cdot 10 \text{ K} \cdot 0,14 \text{ mm/mK} = 4,2 \text{ mm}$

Es ist zu beachten, dass sich das Längenausdehnungsverhalten auch bei einseitiger Wärmeeinwirkung, z.B. Sonneneinstrahlung auswirken kann. Aufgrund des thermoplastischen Verhaltens der Rohre und Formteile kann es zu Verformungen kommen, die sich ggf. im Zuge der Verfüllung zurückbilden können. Eine fachgerechte Verlegung, insbesondere die Ausrichtung der Rohre, wird dadurch erschwert. Bitte beachten Sie hierzu auch den Hinweis zur Lagerung in Kapitel 05.03.02.

**Mindestabstände zu Bauwerken und anderen Leitungen**

Bei der Installation der Bauteile sind entsprechende Mindestabstände zu anderen Leitungen und Bauteilen einzuhalten. Berücksichtigt werden sollten dabei folgende Ziele:

- Keine unzulässige Kraftübertragung
- Keine unzulässige Temperaturbeeinflussung durch andere Leitungen (z.B. Versorgungsleitungen)
- Ausreichender Arbeitsraum für den Rohrleitungsbau und Instandsetzung
- Sicherheitsabstand zur Vermeidung von gefährlichen Näherungen zwischen Rohrleitungen und Kabeln
- Wirksame elektrische Trennung metallischer Leiter im Hinblick auf den kathodischen Korrosionsschutz und gegen Spannungverschleppungen
- Keine Beeinflussung durch Abwässer und andere Schadstoffe

Einige häufiger auftretende Einbausituationen können allgemeingültig erfasst werden. Diese entsprechenden Mindestabstände sind nachfolgend beispielhaft dargestellt:

- Zu Fundamenten u. ä. unterirdischen Anlagen: 0,5 m zur Bauteilwand sofern keine anderweitigen Vorschriften gelten
- Zu anderen L-EWT-Bauteilen: 0,5 m zur Aussenseite des Bauteils
- Zu Versorgungsleitungen (Trinkwasser, Abwasser, Fernwärme etc.): mindestens 0,5 m
- Zu gasführenden Leitungen sind gesonderte Abstände gemäss den gültigen Normen zu berücksichtigen.

Können Mindestabstände nicht sichergestellt werden, sind geeignete Massnahmen zum Schutz der Bauteile sowie zum Schutz der Bauwerke und anderen Versorgungsleitungen einzuleiten. Geeignete Massnahmen sind mit dem Planer abzustimmen.

Unabhängig von den Mindestabständen zum Schutz der Bauteile oder Bauwerke vor Beschädigung hat eine Unterschreitung von Mindestabständen zwischen einzelnen Bauteilen einen negativen Einfluss auf die geothermische Entzugsleistung.

**05.03.05 Erstellung der Verlegefläche**

Die Verlegung von erdverlegten Lüftungsanlagen kann sowohl in Gräben als auch auf einer ausgehobenen Fläche erfolgen. Für die Verlegung von Einrohrsystemen wird der Einbau in Gräben, für Registersysteme die Verlegung auf einer ebenen Fläche (Damm) empfohlen.

Falls erforderlich sind zum Schutz vor Beeinträchtigungen anderer Versorgungsleitungen, Abwasserleitungen und -kanäle, von Bauwerken oder der Oberfläche geeignete Sicherungsmassnahmen z.B. in Form von Abstützmassnahmen zu treffen.

Für sämtliche Installationsmassnahmen sind die Vorgaben nach DIN EN1610 zu berücksichtigen.

**Gräben**

Gräben sind so zu bemessen und auszuführen, dass ein fachgerechter und sicherer Einbau durchgeführt werden kann. Insbesondere ist darauf zu achten, dass Vorgaben der Arbeitssicherheit und des Arbeitsschutzes eingehalten werden und dass auch im Zwickelbereich eine fachgerechte Verdichtung durchgeführt werden kann.

Zur Sicherstellung eines Mindestarbeitsraums sind Festlegungen zur Mindestgrabenbreite zu berücksichtigen. Diese können den nachfolgenden Tabellen entnommen werden. Es gilt zu beachten, dass der jeweils grössere der zutreffenden Werte einzuhalten ist.

DN/OD	Mindestgrabenbreite (OD + x) [m]		
	verbauter Graben	unverbauter Graben	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
200	OD + 0,40	OD + 0,40	OD + 0,40
250	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
315	OD + 0,50	OD + 0,50	OD + 0,40
400	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
500	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40
630	OD + 0,70	OD + 0,70	OD + 0,40

Tab. 05-2 Mindestgrabenbreite

Grabentiefe m	Mindestgrabenbreite [m]	
	m	
< 1,00	keine Mindestgrabenbreite vorgegeben	
$\geq 1,00 \leq 1,75$	0,80	
$> 1,75 \leq 4,00$	0,90	
> 4,00	1,00	

Tab. 05-3 Grabentiefe und Mindestgrabenbreite

Bei den Angaben OD + x entspricht x/2 dem Mindestarbeitsraum zwischen Rohr und Grabenwand bzw. Grabenverbau.  $\beta$  gibt den Böschungswinkel des unverbauten Grabens gegen die Horizontale an (siehe Abb. 5-7).

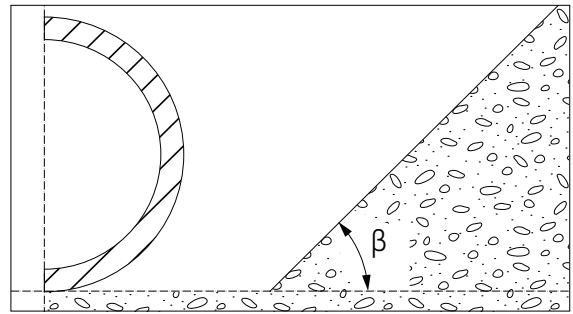


Abb. 05-6 Böschungswinkel des unverbauten Grabens

Die Grabenbreite muss den Anforderungen der Planung entsprechen. Abweichungen, z.B. um die Verarbeitung im Zwickelbereich genauer durchführen zu können, beeinflussen die statischen Vorgaben der Verdichtung bzw. die Rohrstatik. Dementsprechend ist die statische Bemessung bei Abweichungen von den in der Rohrstatik festgelegten Grabenbreiten zu überprüfen oder zu überarbeiten.

Die Mindestgrabenbreite darf unter folgenden Bedingungen verändert werden:

- Wenn Personal den Graben niemals betritt, z.B. bei automatisierten Verlegetechniken
- Wenn Personal niemals den Raum zwischen Rohrleitung und Grabenwand betritt
- An Engstellen und bei unvermeidbaren Situationen

In jedem Einzelfall sind besondere Vorkehrungen in der Planung und für die Bauausführung erforderlich.

Eine Überschreitung der nach statischer Bemessung grössten Grabenbreite ist nur dann zulässig, wenn der Sachverhalt dem Planer vorgelegt und entsprechende Massnahmen eingeleitet wurden.

Die Standsicherheit von Gräben sollte entweder durch einen geeigneten Verbau oder durch Abböschung bzw. andere geeignete Massnahmen erreicht werden. Der Grabenverbau ist in Übereinstimmung mit der statischen Berechnung so zu entfernen, dass die Rohrleitungen und Verteilerbalken weder beschädigt noch in ihrer Lage verändert werden.



Die Erstellung von Gräben darf nur von Fachpersonal durchgeführt werden. Bei der Erstellung von Gräben sind die entsprechenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.

## Damm

Bei der Verlegung von Registersystemen ist ein flächiger Aushub zu empfehlen. Die Bauteile sollten zu den einzelnen Seitenwänden einen Mindestabstand von 0,5 m haben, sofern keine anderweitigen Vorschriften einen weiteren Mindestabstand vorschreiben. Die Seitenwände des Aushubbereichs sind durch geeigneten Verbau oder durch Abböschung bzw. andere geeignete Massnahmen zu sichern. Der Verbau ist in Übereinstimmung mit der statischen Berechnung so zu entfernen, dass die Rohrleitungen und Verteilerbalken weder beschädigt noch in ihrer Lage verändert werden. Die geltenden Unfallverhütungs- und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften sind zu beachten.

## Einbausoehle

Sowohl bei der Verlegung im Graben als auch bei Installation auf einer freien Fläche ist die Einbausoehle vor der Erstellung der Bettung oder falls planerisch zulässig vor der Verlegung der Bauteile vorzubereiten.

Das anstehende Material der Einbausoehle und das erforderliche Gefälle müssen den Planungsanforderungen entsprechen, um einen einwandfreien Betrieb der erdverlegten Lüftungsanlage sicherzustellen. Die Einbausoehle sollte ungestört sein. Bei einer gestörten Sohle muss durch geeignete Massnahmen die Tragfähigkeit wiederhergestellt werden. Sollen Bauteile direkt auf der Grabensoehle verlegt werden, ist diese so vorzubereiten, dass ein Aufliegen des Rohrschafts ermöglicht wird. Vertiefungen für Muffen müssen in der unteren Bettungsschicht oder in der Sohle in geeigneter Weise hergestellt und nach der Herstellung der Verbindung wieder fachgerecht unterstopft werden.

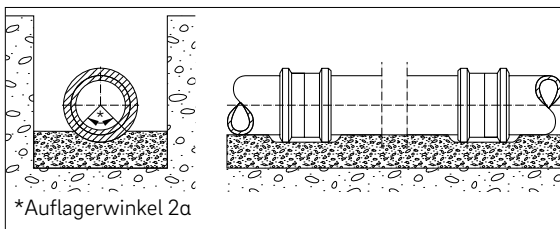


Abb. 05-7 Korrekte Herstellung des Auflagers

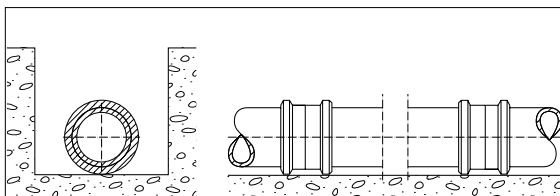


Abb. 05-8 Falsche Herstellung des Auflagers

Bei Frost kann es erforderlich sein, die Grabensoehle zu schützen, damit eingefrorene Schichten weder unterhalb noch um die Bauteile herum verbleiben.

Wo die Grabensoehle instabil ist oder der Boden eine geringe Lastaufnahmekapazität aufweist, sind geeignete Vorkehrungen zu treffen (siehe besondere Ausführungen von Bettung oder Tragkonstruktion in Kapitel 05.03.06).

Da erdverlegte Lüftungsanlagen mit einem definierten Gefälle zu installieren sind, sollte frühzeitig, sowohl bei der Herstellung von Grabensohlen als auch beim Aushub einer Verlegefläche, eine Kontrolle der Höhenlagen z.B. mit Laser erfolgen.

## 05.03.06 Erstellung der Bettung

Die Bettung der Bauteile ist nach den Vorgaben der DIN EN 1610 durchzuführen. Diese gibt drei Bettungstypen an, von denen bei der Installation von L-EWT Anlagen die Bettung Typ 1 bevorzugt angewendet werden sollte. Baustoffe, Bettung, Verbau und Schichtdicken der Leitungszone müssen mit den Planungsanforderungen übereinstimmen.

### Baustoffe für die Bettung

Baustoffe für die Leitungszone sowie deren Korngrösse und jeglicher Verbau sind unter Berücksichtigung

- des Bauteildurchmessers
  - des Bauteilwerkstoffes
  - der Bauteilart
  - der Bodeneigenschaften
- zu wählen.

Die für die Bettung verwendeten Baustoffe sollten den geltenden nationalen und internationalen Normen bzw. Zulassungen entsprechen.

Sind keine Normen bzw. Zulassungen vorhanden, müssen die Baustoffe den Anforderungen des Planers entsprechen.

Um eine dauerhafte Stabilität und Lastaufnahme der Bauteile im Boden sicherzustellen, müssen die Baustoffe für die Leitungszone den Anforderungen insbesondere für die Erfüllung der Statik entsprechen. Die verwendeten Baustoffe dürfen das Bauteil, den Bauteilwerkstoff oder das Grundwasser nicht beeinträchtigen. Die zur Beurteilung heranzuziehenden Bauteileigenschaften können den entsprechenden Abschnitten in diesem Kapitel entnommen werden. Gefrorenes Material darf nicht verwendet werden.

Bei der Verwendung anstehenden Bodenmaterials als Baustoff sind nachfolgende Anforderungen zu beachten:

- Übereinstimmung mit den Planungsanforderungen
- Verdichtbarkeit, falls gefordert
- frei von allen Material schädigenden Bestandteilen (z.B. „Überkorn“, je nach Werkstoff, Wanddicke und Durchmesser, Baumwurzeln, Müll, organisches Material, Tonklumpen > 75 mm, Schnee und Eis)
- frei von Recyclingmaterialien (z.B. Bauschutt)

Soweit die genannten Anforderungen erfüllt werden, kann anstehendes Bodenmaterial auch als Baustoff im Sinne dieses Kapitels verwendet werden. Baustoffe für die Bettung sollten keine Rundkorn-Bestandteile enthalten, die grösser sind als:

- 22 mm bei DN/OD ≤ 200
- 40 mm bei DN/OD > 200 bis DN/OD ≤ 630

Bei der Verwendung von gebrochenen Materialien für die Bettung dürfen die enthaltenen Bestandteile für alle Dimensionen nicht grösser als 22 mm sein.

Sofern die Planungsanforderungen eingehalten werden, sind als geeignete Baustoffe anzusehen:

- Material mit abgestufter Körnung
- Sandgemische
- Sand-/Tongemische
- Flüssigböden
- Magerbeton
- Leichtbeton
- Unbewehrter Beton
- Bewehrter Beton
- Gebrochene Baustoffe



Bei der Verwendung von Flüssigböden oder Beton sind die Rohre ggf. gegen Aufschwimmen zu sichern

Sofern örtlich ein weicher Untergrund unterhalb der Grabensohle vorhanden ist, ist dieser durch geeignetes Bettungsmaterial zu ersetzen. Werden grössere Mengen dieses Materials angetroffen, kann eine erneute statische Berechnung erforderlich werden.

Recyclingmaterialien dürfen aus hygienischen Gründen nicht verwendet werden. Die zu verwendenden Baustoffe dürfen keine chemisch bedenklichen oder geruchsbelastende Substanzen enthalten. Im Zweifel ist eine chemische Analyse über die im Baustoff enthaltenen Belastungen durchzuführen.

**Ausführungen der Bettung**

Bei der Verlegung in Gräben muss die Breite der Bettung der Grabenbreite entsprechen, soweit nichts anderes festgelegt ist.

Bei der Verlegung auf Aushubflächen (Damm) muss die Breite der Bettung mindestens dem 4-fachen des Aussendurchmessers entsprechen. Es wird empfohlen, die Bettung über den kompletten Verlegungsbereich zu erstellen.

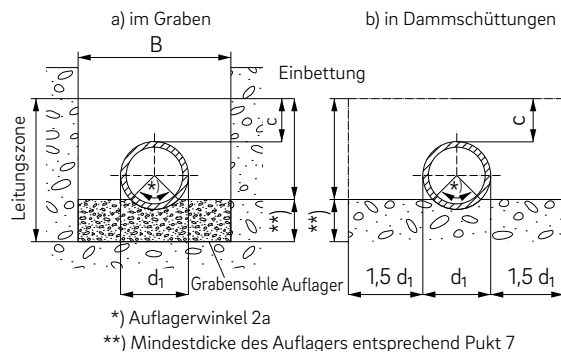


Abb. 05-9 Bettung

Mindestwerte für die Dicke der Abdeckung (c) sind 150 mm über dem Bauteilschaft und 100 mm über der Muffenverbindung.

Die Minimummasse der oberen Bettungsschicht b sind abhängig vom Auflagerwinkel in nachfolgender Tabelle aufgelistet. Alternativ kann die Dicke der oberen Bettungsschicht mit dem dimensionslosen Faktor k ermittelt werden. Dieser ergibt sich aus statischen Anforderungen, wenn kein Auflagerwinkel vorgegeben ist. Es wird die Verwendung eines Auflagerwinkels von mindestens 90° empfohlen. Der Auflagerwinkel entspricht nicht dem Bettungsreaktionswinkel.

DN/OD mm	Mindestdicke der oberen Bettungsschicht bei Auflagerwinkel (2α)	
	90°	120° β > 60°
200	30	50
250	40	65
315	50	80
400	60	100
500	75	125
630	90	150

Tab. 05-4 Mindestdicke der oberen Bettungsschicht

**Bettung Typ 1 nach DIN EN 1610**

Bettung Typ 1 darf für jede Leitungszone angewendet werden, die eine Unterstützung aller erforderlichen Bauteile über deren gesamte Länge zulässt und die unter Beachtung der geforderten Schichtdicken a und b hergestellt wird.

Sofern nicht anders vorgegeben, darf die Dicke der unteren Bettungsschicht a, gemessen unter dem Bauteilschaft, folgende Werte nicht unterschreiten:

- 100 mm bei normalen Bodenverhältnissen
- 150 mm bei Fels oder festgelagerten Böden

Die Dicke b der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung entsprechen und darf die vorgenannten Mindestmasse nicht unterschreiten.

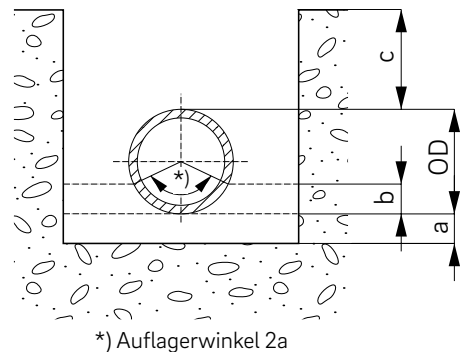


Abb. 05-10 Bettung Typ 1 nach DIN EN 1610

### Bettung Typ 2 nach DIN EN 1610

Bettung Typ 2 darf in gleichmässigem, relativ lockerem, feinkörnigem Boden verwendet werden, der eine Unterstüztung der Rohre über deren gesamte Länge zulässt. Die zu verwendenden Bauteile dürfen direkt auf die vorgeformte und vorbereitete Grabensohle verlegt werden. Die Dicke  $b$  der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung entsprechen und darf die vorgenannten Mindestmasse nicht unterschreiten.

### Bettung Typ 3 nach DIN EN 1610

Bettung Typ 3 darf in gleichmässigem, relativ feinkörnigem Boden verwendet werden, der eine Unterstüztung der verwendeten Bauteile über deren gesamte Länge zulässt. Die Bauteile dürfen direkt auf die vorbereitete Grabensohle verlegt werden. Die Dicke  $b$  der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung entsprechen und darf die vorgenannten Mindestmasse nicht unterschreiten.

Die Anforderungen an die Ausführung des Auflagers der Einbausohle sind bei den Bettungen Typ 2 und 3 besonders zu berücksichtigen (siehe Kapitel 05.03.05). Bei Bettung Typ 1 sind Vertiefungen für Muffen in der unteren Bettungsschicht in geeigneter Weise herzustellen und nach der Herstellung der Verbindung wieder fachgerecht zu unterstopfen.

Weiterführende Hinweise sind DIN EN 1610 zu entnehmen.

Wie bereits bei der Erstellung der Verlegefläche sollte auch während der Erstellung der Bettung eine Kontrolle der Höhenlagen z.B. mit Laser erfolgen.

### Besondere Ausführungen von Bettung oder Tragkonstruktionen

Falls Grabensohle oder Damm nur eine geringe Tragfähigkeit für die Bauteilbettung aufweisen, ist eine besondere Ausführung erforderlich. Dies ist in der Regel bei nicht standfesten Böden, wie z.B. Torf oder Fliesssand, der Fall. Besondere Massnahmen können der Austausch von Boden durch andere Baustoffe, z.B. Sand, Kies und hydraulisch gebundene Baustoffe, die Unterstüztung der Rohrleitung durch Pfähle, z.B. unter Verwendung von Querbalken oder Stützen im Rohrkämpfer, Längsbalken oder Platten aus bewehrtem Beton, die die Pfähle überspannen, sein. Übergänge zwischen verschiedenartigem Untergrund mit unterschiedlichen Setzeigenschaften sollten bei der Planung und Herstellung berücksichtigt werden. Jede besondere Ausführung von Bettung oder Tragkonstruktion darf nur verwendet werden, wenn ihre Eignung geprüft und freigegeben wurde.

## 05.03.07 Verarbeitung von Rohren, Formteilen und Verteilerbalken

Rohre, Formteile und Verteilerbalken sind vor der Verlegung nach Kapitel 05.03.03 zu verarbeiten. Das Herabsenken auf die Verlegefläche bzw. die Bettung hat ebenfalls nach den Massgaben für den Transport der Bauteile zu erfolgen.

Jedes einzelne Bauteil sowie das Gesamtsystem sind nach Richtung und Höhenlage genauestens innerhalb der durch die Planung vorgegebenen Grenzwerte zu verlegen. Das für die Verlegung von Lüftungsleitungen zur Erdverlegung zulässige Gefälle für Anlagen beträgt 2 - 3 %. In begründeten Ausnahmefällen kann eine Verlegung des Verteilers mit einem Gefälle von 1 % erfolgen. Hierbei ist nach Fertigstellung der betroffenen Teilstrecke zu prüfen, ob der Kondensatablauf sichergestellt ist. Ggf. müssen entsprechende Massnahmen zur Sicherstellung des Kondensatablaufs vorgenommen werden.

Bei der Verlegung von geringen Gefällen wird empfohlen, mit kurzen Bauteillängen zu arbeiten, da diese einfacher ausgerichtet werden können. Jede notwendige Nachbesserung der Höhenlage muss durch Auffüllen oder Abtragen der Bettung erfolgen, wobei sicherzustellen ist, dass die Bauteile über ihre gesamte Länge aufgelagert sind und die Minstdicken der Bettung eingehalten werden.

Nachfolgend ist beispielhaft die Verwendung eines Lasers für die Kontrolle des erforderlichen Gefälles dargestellt. Das Gefälle sollte bereits bei der Herstellung von Verlegeuntergrund und Bettung berücksichtigt werden. Während der Verlegung der Bauteile erfolgt die Feinjustierung. Hierbei sollten die Hinweise in Kapitel 05.03.02 berücksichtigt werden. Ggf. durch Sonneneinstrahlung beeinflusste Rohre können direkt vor oder nach der Absenkung in den Rohrgraben einer Verformung unterliegen.



Abb. 05-11 Gefälle-Kontrolle mit einem Laser

### Verbindung von Bauteilen

Vor der Erstellung einer Verbindung zwischen zwei Bauteilen sind folgende Massnahmen durchzuführen:

- Bauteile auf Beschädigung prüfen. Beschädigte Bauteile dürfen ohne vorherige Rücksprache mit REHAU nicht eingebaut werden.
- Schmutzschutz erst unmittelbar vor der Verbindung der Bauteile entfernen.
- Für Verbindung von Bauteilen benötigte Oberfläche (Einsteckbereich) auf Beschädigung prüfen.

- Bestimmungsgemässe Muffenaussparungen im Auflager vorsehen (siehe Abb. 05-8). Nachfolgend ist zu beachten, dass die Aussparungen bei der Verfüllung fachgerecht unterstopft werden.
- Abgeschrägte Steckenden sowie die Muffeninnen-seite (inkl. Dichtring) mit einem Lappen o.ä. geeigneten Reinigungsmaterial von Schmutz reinigen.
- Angeschrägtes Spitzende mit REHAU Gleitmittel (Schräge und Spitzende) einstreichen, benötigte Gleitmittelmenge siehe Tab. 05-1.
- Bauteile manuell oder mit geeigneten Geräten (Hebel, Hubzüge, Winden, Pressen, etc.) verbinden, bei Verwendung von Geräten ist auf Schutz vor Beschädigung zu achten (siehe weitere Hinweise in diesem Kapitel).
- Verbindung zwischen den Rohren durch Aufbringen einer axialen Kraft herstellen, Bauteile dürfen dabei nicht überlastet werden. Während des Verbindungsvorgangs beide Bauteile entsprechend zueinander ausrichten, ggf. Lage korrigieren.
- Spitzende bis zum Muffengrund einstecken. Durchführung der Kontrolle der maximalen Einstecktiefe ist durch Abgleich mit der zuvor angebrachten Einstecktiefenmarkierung möglich.

Müssen Verbindungen wieder gelöst werden, so hat dies unter grösster Sorgfalt zu erfolgen. Die Bauteilenden dürfen hierbei nicht beschädigt werden. Bei Formteilen wird empfohlen, ein neues Formteil zu verwenden.



Aufgrund möglicher Beschädigungen der Dichtringe bei der Demontage kann bei nochmaliger Verwendung der bereits gebrauchten Bauteile (Dichtungen) die Dichtheit des Systems nicht mehr gewährleistet werden. Gegebenenfalls ist durch eine gesonderte Prüfung die Dichtheit der Verbindung nachzuweisen.

Gleitmittelverbrauch, ca.-Werte in Gramm für 100 Steckverbindungen:

DN/OD mm	Gleitmittelmenge (ca.) g
200	400
250	600
315	800
400	1000
500	1300
630	1700

Tab. 05-5 Benötigte Gleitmittelmenge

Die Gleitmittelmenge sollte grundsätzlich so gewählt werden, dass eine möglichst einfache Installation durchgeführt werden kann. Aus hygienischen Gründen sollte eine weitestgehende Reduzierung angestrebt werden. Andernfalls kann durch Herausdrücken aus dem Verbindungspalt eine Beeinträchtigung der Rohrinne-seite erfolgen oder erhöhter Reinigungsaufwand erforderlich werden.



Es dürfen keine organischen, petrochemischen oder umweltbelastete Stoffe als Gleitmittel oder Reinigungsmittel verwendet werden. Bei der Verwendung von Reinigungschemikalien ist die chemische Beständigkeit der Materialien zu prüfen.

Die Verbindung zwischen zwei Bauteilen kann bei kleinen Dimensionen (bis einschliesslich DN 250) händisch, bei grösseren Dimensionen (DN 315 - DN 630) mit Hilfsmittel oder durch den Einsatz von zugelassenen und geeigneten Geräten erfolgen. Bei der Verwendung von Hebeln ist quer vor das Bauteil ein Kantholz zu legen.

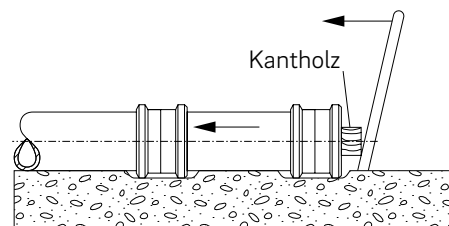


Abb. 05-12 Einsatz von Hebeln

Beim Einsatz von Geräten ist insbesondere darauf zu achten, dass das Zusammenschieben der Bauteile in Richtung der Rohrachse zentrisch durchgeführt wird. Geeignete Gerätschaften für das Zusammenschieben sind unter anderem Hubzüge, Winden oder Pressen. Nicht zulässig ist z.B. das alleinige Zusammenschieben der Bauteile mit einem Baggerlöffel.

Das Spitzende muss komplett bis zum Muffengrund eingesteckt werden. Als Überprüfungsmöglichkeit dienen Einstecktiefenmarkierungen.

Nachfolgend ist beispielhaft die Verwendung eines Hebels für die Installation eines Rohres DN 315 dargestellt:



Abb. 05-13 Einsatz von Hebel – Praxisbeispiel 1



Abb. 05-14 Einsatz von Hebel – Praxisbeispiel 2



### Verbindung von Formteilen

Bei der Verbindung von Formteilen, insbesondere von Bögen der Abmessungen DN 500 und DN 630 kann es erforderlich sein, zusätzliche Hilfsmittel zu verwenden oder besondere Vorkehrungen zu treffen.

Als vorteilhaft kann es sich herausstellen, eine Verbindung aus Bogen und Rohr oder zweier direkt hintereinander angeordneter Bögen vor dem Ablassen auf die Verlegefläche herzustellen. Hierbei sollte der Bogen an einer geeigneten Stelle auf der Baustelle z.B. mit Spanngurten fixiert werden. Das Rohr bzw. der andere Bogen kann dann wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben montiert werden. Da die Verbindung sehr kraftschlüssig ist, ist bei dieser Art der Vorbereitung allerdings bereits auf eine genaue Ausrichtung der Bauteile zueinander zu achten. Eine nachträgliche radiale Bewegung eines der Bauteile wird mit wachsendem Durchmesser zu einer Erhöhung der erforderlichen Kräfte führen. Hierbei ist ggf. die Gefahr einer Beschädigung der Bauteile gegeben.

### Ablängen von Rohren

Ist ein Abtrennen der Bauteile notwendig, sollte eine feinzahnige Säge oder ein geeigneter Rohrabschneider verwendet werden. Gut geeignet sind auch Geräte zur Holzbearbeitung (Handkreissäge etc.). Für das Trennen von PP-Bauteilen empfehlen wir spezielle Trennscheiben aus dem REHAU Lieferprogramm Kanaltchnik.

Das gekürzte Bauteil muss am Ende mit einer Feile oder einem Anschlagwerkzeug entsprechend nachfolgender Tabelle angeschrägt und z.B. mit einem Schaber entgratet werden.

Wenn Verteilerbalken gekürzt werden, ist darauf zu achten, dass die nötige Einstecktiefe für die Anbindung von Bauteilen sowohl an den Abgängen als auch am Hauptrohr sichergestellt ist.

DN/OD mm	b (ca.) mm
200	10
250	14
315	17
400	20
500	23
630	25

Tab. 05-6 Fasenlänge

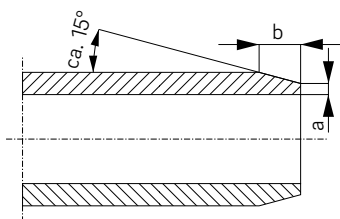


Abb. 05-15 Anschlag abgesägter Rohrenden



Formteile wie Muffen, Bögen etc. dürfen grundsätzlich nicht gekürzt werden.

### Schweisverbindung

Das Verschweißen von Bauteilen ist in der Regel für die Erstellung von erdverlegten Lüftungsanlagen nicht erforderlich. Sollten die Anforderungen im Objekt eine Verschweißung bedingen ist dies möglich. Entsprechende Anforderungen sind bereits in den ersten Planungsphasen zu berücksichtigen. Die Wahl der für die Gegebenheiten geeigneten Verbindungstechnik obliegt dem zuständigen Fachplaner.

Um eine längskraftschlüssige, nicht lösbare Schweißverbindung zwischen Bauteilen herzustellen, kann grundsätzlich eines der beiden nachfolgenden Verfahren gewählt werden:

1. Heizelementstumpfschweißen
2. Heizwendelschweißen (Elektromuffenschweißung)



Schweißverbindungen dürfen nur durch hierfür qualifiziertes und ausgebildetes Personal durchgeführt werden. Es gelten die einschlägigen, landesspezifischen, vor Ort gültigen Richtlinien (z.B. DVS-Richtlinien). Die den Schweißformteilen und den Schweißgeräten beigelegten Montage- und Bedienungsanleitungen sind zu beachten. Die zum Schweißen verwendeten Maschinen und Vorrichtungen müssen den Anforderungen der DVS entsprechen.

Der Schweißbereich ist vor ungünstigen Witterungseinflüssen z.B. durch ein beheizbares Schweißzelt zu schützen. Es wird empfohlen, Probenähte unter den vor Ort angetroffenen Bedingungen zu erstellen und zu prüfen.

Falls die zu verschweißenden Teile infolge Sonneneinstrahlung ungleichmäßig erwärmt sind, ist durch rechtzeitiges Abdecken im Bereich der Schweißstellen ein Temperaturausgleich zu schaffen. Eine Abkühlung während des Schweißvorganges durch Zugluft ist zu vermeiden.

Die Verbindungsflächen der zu verschweißenden Teile dürfen nicht beschädigt und müssen frei von Verunreinigungen sein (z.B. Fett, Schmutz, Späne).

## 1. Hezelementstumpfschweissen



Bei diesem Verfahren entsteht ein Schweisswulst, der sich auf beiden Seiten (Rohrinnen- und Rohraussen-seite) ausbildet. Zur Vermeidung einer negativen Beeinflussung des Kondensatablaufs empfehlen wir, den Schweisswulst im Rohrinneren mit geeigneten Vorrichtungen zu entfernen. Ohne Möglichkeit einer Entfernung der Schweisswulst sollte dieses Verfahren nicht bevorzugt werden.

Beim Hezelementstumpfschweissen werden die Verbindungsflächen der zu schweisenden Teile an einem Hezelement erhitzt und durch Zusammen-drücken stumpf verschweisst.

## 2. Heizwendelschweissen

Beim Heizwendelschweissen werden die Rohre und Formteile durch die in der Elektroschweissmuffe eingebetteten Widerstandsdrähte mit Hilfe elektrischen Stroms erwärmt und verschweisst.



Abb. 05-16

Die Ovalität des Rohres darf im Schweissbereich 1,5 % des Aussendurchmessers, maximal 3 mm, nicht überschreiten. Gegebenenfalls sind entsprechende Rund-drückvorrichtungen zu verwenden. Für das Entfernen der Oxidschicht im Schweissbereich empfehlen wir Rotationsschälgeräte zu verwenden.

### Kurzfassung der Verarbeitungsanleitung nach DVS 2207-11 für das Heizwendelschweissen

Hinweis: Für eine fachgerechte Verschweissung ist die vollständige DVS Richtlinie 2207-11 zu beachten.

- Zulässige Arbeitsbedingungen schaffen, z.B. Schweisszelt.
- Schweissgerät an das Netz oder den Wechselstrom-generator anschliessen und auf Funktion kontrollieren.
- Rechtwinklig abgetrenntes Rohrende aussen entgraten. Bei zu stark ausgeprägtem Rohrende-einfall Rohr kürzen. Siehe Bild 5 DVS 2207-11.
- Rundheit der Rohre, z.B. durch Rundrückklemmen, gewährleisten, zulässige Ovalität  $\leq 1,5\%$ , max. 3 mm
- Fügeflächen über den Schweissbereich hinaus mit einem Reinigungsmittel gemäss Kapitel 3.2.1 und 3.2.3 DVS 2207-11 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen.
- Rohroberfläche im Schweissbereich mechanisch bearbeiten, möglichst mit Rotationsschälgerät und Wanddickenabtrag von ca. 0,2 mm.

- Späne ohne Berührungen der Rohroberfläche entfernen.
- Bearbeitete Rohroberfläche – sofern nachträglich verunreinigt – Schweissmuffe innen mit einem Reinigungsmittel, gemäss Kapitel 3.2.1 und 3.2.3 DVS 2207-11 mit unbenutztem, saugfähigem, nicht faserndem und nicht eingefärbtem Papier reinigen und ablüften lassen.
- Rohre in Formstück einschieben und Einstecktiefe durch Markierung oder geeignete Vorrichtung kontrollieren. Rohre gegen Lageveränderung sichern.
- Kabel am Formstück gewichtsentslastet anschliessen.
- Schweissdaten, z.B. mit Barcode-Lesestift, eingeben, Anzeigen am Gerät überprüfen und Schweissprozess starten.
- Korrekten Schweissablauf am Schweissgerät prüfen, z.B. durch Kontrolle der Displayanzeige und wenn vorhanden, der Schweissindikatoren. Fehlermeldungen beachten.
- Kabel vom Formstück lösen.
- Ausspannen der geschweissten Teile nach Ablauf der Abkühlzeit gemäss Herstellerangabe. Verwendete Haltevorrichtungen entfernen.
- Schweissprotokoll vervollständigen, sofern nicht automatisch protokolliert wurde.

### 05.03.08 Verfüllung der Bauteilumgebung

Bevor mit der Verfüllung der Bauteile begonnen werden darf, müssen die folgenden Anforderungen verwirklicht sein:

- Die Bettung entspricht den Anforderungen nach Kapitel 05.03.06.
- Die Bauteile liegen über ihre komplette Länge auf.
- Die Bauteile sind gemäss Kapitel 5.3.7 verbunden.
- Sämtliche Muffen sind gemäss Kapitel 5.3.7 fachgerecht unterstopft.
- Die obere Bettungsschicht genügt den Anforderungen aus der Planung.
- Der Zwickelbereich der Bauteile ist fachgerecht unterstopft.
- Das bei der Verlegung geplante Gefälle ist überprüft und ggf. nachträglich hergestellt.
- Die Verbindungen der Bauteile und die Bettung sind so ausgeführt, dass diese zur Aufnahme von Lasten bereit sind.
- Verankerungen oder Verstärkungen z.B. zur Auftriebssicherung sind ausgeführt.
- Eine Dichtheitsprüfung gemäss DIN EN 1610 als Vorprüfung sollte erfolgt sein. Hinweise hierzu sind in Kapitel 06.01 dargestellt.

Die Herstellung der Leitungszone und der Hauptverfüllung sowie die Entfernung des Verbaus sollten so ausgeführt werden, dass die Tragfähigkeit der Bauteile den Planungsanforderungen entspricht. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein Schutz gegen jegliche vorhersehbare, schädliche Veränderung, die z.B. durch die Entfernung des Verbaus, Grundwassereinflüsse

oder andere angrenzende Erdschichten ausgelöst werden können, vorzusehen ist. Geeignete Vorsorgemassnahmen sind zu treffen, ggf. sind z.B. Geotextilien erforderlich. Desweiteren ist darauf zu achten, Oberflächensetzungen zu vermeiden, indem z.B. die Entfernung des Verbaus fortschreitend während der Herstellung der Leitungszone erfolgt und die Vorgaben der Verdichtung nach Kapitel 05.03.09 Beachtung finden.

Reine Tonböden sind aufgrund der Schrumpfungseigenschaften des Tons und der geringen Wasserdurchlässigkeit ungeeignet. Ein weiterer Grund für den Verzicht auf sehr bindige Böden liegt darin begründet, dass es in der Verdichtungs- und Belastungsphase zu Ausbeulungen oder Verformungen des Rohrs bzw. der Formteile kommen kann.

Recyclingmaterialien dürfen aus hygienischen Gründen nicht verwendet werden. Die zu verwendenden Baustoffe dürfen keine chemisch bedenklichen oder geruchsbelastende Substanzen enthalten. Im Zweifel ist eine chemische Analyse über die im Baustoff enthaltenen Belastungen durchzuführen.

Für die Hinterfüllung der Bauteile (Leitungszone) ist es vorteilhaft, Böden mit thermisch guten Eigenschaften zu verwenden, sofern diese den statischen Planungsanforderungen entsprechen. Die üblicherweise im Kanalbau verwendeten Kies- und Schotterverfüllungen stellen durch die geringen thermischen Eigenschaften eine denkbar schlechte Lösung dar. Vor allem Böden aus der Bodenartengruppe der Tonlehme, Normallehme oder Lehmsande besitzen optimale thermische Eigenschaften. Mindestwerte für die Dicke der Abdeckung (c) sind 150 mm über dem Bauteilschaft und 100 mm über der Muffenverbindung.

Bei der Hauptverfüllung ist die Auswahl von Böden mit thermisch guten Eigenschaften ebenfalls vorteilhaft, aber weniger entscheidend. Die Übereinstimmung mit den Planungsanforderungen ist zu prüfen. Bei der Verlegung unterhalb von Bauwerken ist insbesondere auf die Standsicherheit des Baustoffs zu achten. Der bei der Erstellung der Leitungszone anfallende Aushub, mit darin enthaltenen Steinen bis maximal 300 mm Korngrösse, kann für die Hauptverfüllung verwendet werden, wenn der Scheitel des Bauteils mindestens 300 mm überdeckt ist. In Abhängigkeit der Bodenbedingungen, den Grundwasserverhältnissen und dem Rohrmaterial kann dieser Wert noch weiter verringert werden. Bei felsigem Gelände können durch den Planer besondere Einbaubedingungen vorgegeben werden.

Zur Erfüllung statischer Vorgaben ist ein nach ATV-DVWK-A 127 eingestuftes Material der Klasse G2 empfehlenswert.



Die Berücksichtigung statischer Anforderungen ist durch einen Fachplaner zu realisieren. Auf der Grundlage dieser Berechnungen ist das entsprechende Verfüllmaterial zu wählen. Wird eine Verlegung von Bauteilen unter einem Gebäude verlangt, ist eine statische Berechnung zwingend erforderlich.

### 05.03.09 Verdichtung der Bauteilumgebung

Die Leitungszone sollte so ausgeführt werden, dass das Eindringen anstehenden Bodens oder die Verlagerung von Material der Leitungszone in den anstehenden Boden hinein verhindert wird. Falls fließendes Grundwasser feine Bodenbestandteile transportieren kann oder der Grundwasserspiegel sich senkt, sind geeignete Vorsorgemassnahmen zu treffen, ggf. sind z.B. Geotextilien erforderlich. Bettung, Seitenverfüllung sowie Abdeckung und Hauptverfüllung sind entsprechend den Planungsanforderungen und gemäss der Vorgaben in Kapitel 05.03.08 auszuführen.

Die Leitungszone sollte gegen jede vorhersehbare, schädliche Veränderung ihrer Tragfähigkeit, Standsicherheit oder Lage geschützt werden, die z.B. durch

- die Entfernung des Verbaus,
- Grundwassereinwirkung oder
- andere angrenzende Erdarbeiten

ausgelöst werden könnte.

Der Grad der Verdichtung muss mit den Angaben der statischen Berechnung für die Bauteile übereinstimmen. Der daraus resultierende erforderliche Verdichtungsgrad kann durch Messung (z.B. mit Lastplattenversuch) nachgewiesen werden.

Unterschieden werden muss zwischen der Verdichtung direkt über dem Rohr im Bereich der Abdeckung bzw. im Zwickelbereich der Bettung und der Verdichtung der Seiten- und Hauptverfüllung. Alle explizit für das Rohr beschriebenen Massnahmen sind in gleicher Art und Weise auch auf Formteile zu übertragen.

Die Verdichtung über dem Rohr und im Zwickelbereich sollte von Hand erfolgen. Hintergrund ist die Vermeidung von Beschädigungen am Rohr und die Sicherstellung einer ausreichenden Verdichtung aller Bereiche in der direkten Umgebung der Bauteile. Insbesondere gilt dies auch für Zwickelbereiche an Verteilerbalken.

Eine mechanische Verdichtung direkt über dem Rohr sollte erst im Rahmen der Hauptverfüllung erfolgen. Hierbei ist zu beachten, dass dies erst nach Einbringung einer Schicht mit Mindestdicke von 300 mm über dem Rohrscheitel erfolgen darf. Die erforderliche Dicke der Schicht hängt dabei von der Wahl des Verdichtungsgerätes ab. Ein Ausreichen der Mindestdicke ist somit vor der Verdichtung nochmals zu prüfen.

Die Verdichtung der Seiten- und Hauptverfüllung sollte mit mechanischen Geräten erfolgen. Die Wahl des Verdichtungsgeräts, die Zahl der Verdichtungsdurchgänge und die zu verdichtende Schichtdicke sind auf das zu verdichtende Material und die einzubauende Rohrleitung abzustimmen. Vor allem die erforderliche Gesamtdicke der Schicht über dem Rohr hängt von der Art des Verdichtungsgeräts ab, da hier ggf. Beeinflussungen des Rohrs zu berücksichtigen sind.

Die Verdichtung der Seiten- oder Hauptverfüllung durch Einschlämmen ist nur in Ausnahmefällen zulässig, und dann nur bei geeigneten, nichtbindigen Böden.

Bei Verteilerbalken ist die Verdichtung mit besonderer Sorgfalt durchzuführen. Sowohl bei der Verdichtung von Hand als auch bei der Verdichtung mit mechani-

schen Geräten ist darauf zu achten, dass keine zusätzlichen Lasten auf die konfektionierten Abgänge einwirken. Im Allgemeinen gelten sonst die vorher beschriebenen Vorgaben für Rohre und Formteile.



Die Verdichtung im Bereich der Abgänge ist mit besonderer Sorgfalt durchzuführen, um Beschädigungen der Schweissverbindungen zu vermeiden.

Allgemein ist bei der Art der Verdichtung zu beachten, dass diese einen besonderen Einfluss auf die zu erzielende Entzugsleistung hat. Eine zu starke oder zu lockere Verdichtung verschlechtert die bodenmechanischen Eigenschaften und kann zu einer Minderung der zu erzielenden Jahresenergieerträge führen.

## Bodenverdichtung, Schütthöhen und Zahl der Übergänge

Geräteart	Dienstgewicht kg	Eignung	V1 Schütthöhe cm	Zahl Überg.	Verdichtbarkeitsklasse						
					Eignung	V2 Schütthöhe cm	Zahl Überg.	Eignung	V3 Schütthöhe cm	Zahl Überg.	
<b>1. Leichte Verdichtungsgeräte (vorwiegend für Leitungszone)</b>											
Vibrationsstampfer	leicht	-25	+	-15	2-4	+	-15	2-4	+	-10	2-4
	mittel	25-60	+	20-40	2-4	+	15-30	3-4	+	10-30	2-4
Explosionsstampfer	leicht	-100	0	20-30	3-4	+	15-25	3-5	+	20-30	3-5
Rüttelplatten	leicht	-100	+	-20	3-5	0	-15	4-6	-	-	-
	mittel	100-300	+	20-30	3-5	0	15-25	4-6	-	-	-
Vibrationswalzen	leicht	-600	+	20-30	4-6	0	15-25	5-6	-	-	-
<b>2. Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte (oberhalb der Leitungszone)</b>											
Vibrationsstampfer	mittel	25-60	+	20-40	2-4	+	15-20	2-4	+	10-30	2-4
	schwer	60-200	+	40-50	2-4	+	20-40	2-4	+	20-30	2-4
Explosionsstampfer	mittel	100-500	0	20-30	3-4	+	25-35	3-4	+	20-30	3-5
	schwer	500	0	30-50	3-4	+	30-50	3-4	+	30-40	3-5
Rüttelplatten	mittel	300-750	+	30-50	3-5	0	20-40	4-5	-	-	-
	schwer	750	+	40-70	3-5	0	30-50	4-5	-	-	-
Vibrationswalzen	schwer	600-8000	+	20-50	4-6	+	20-40	5-6	-	-	-

Tab. 05-7 Bodenverdichtung, Schütthöhen und Zahl der Übergänge

+	empfohlen	V1 = nichtbindige oder schwachbindige Böden (z. B. Sand und Kies)
0	meist ungeeignet	V2 = bindige, gemischt-körnige Böden (Kies und Sand mit grösserem Ton- oder Schuttanteil)
-	ungeeignet	V3 = bindige, feinkörnige Böden (Tone und Schluffe)

V3-Böden oberhalb der Leitungszone können z. B. mit sogenannten Stollenbandagenwalzen verdichtet werden. Die zulässigen Schütthöhen entnehmen Sie bitte den Herstellerangaben des Verdichtungsgeräts.

Falls Teile einer Rohrleitung, eines Formteils oder Verteilerbalkens verankert oder verstärkt werden müssen, ist dies vor dem Einbau der Leitungszone auszuführen (siehe auch Kapitel 05.06).

Während des Einbaus der Leitungszone sollte besonders beachtet werden, dass

- die Richtung und Höhenlage der Rohrleitung nicht verändert werden,
- die obere Bettungsschicht sorgfältig eingebaut wird, um sicherzustellen, dass alle Zwickel unter dem Bauteil mit verdichtetem Material verfüllt sind.

Die Hauptverfüllung ist entsprechend den Planungsanforderungen auszuführen, um Oberflächensetzungen zu vermeiden. Besondere Beachtung ist der Entfernung des Verbaus zu widmen. Diese sollte während der Herstellung der Leitungszone fortschreitend erfolgen.

Nach Abschluss der Verfüllung sind die Oberflächen wie gefordert wiederherzustellen.



Das Entfernen des Verbaus aus der Leitungszone oder darunterliegenden Bereichen, nachdem die Hauptverfüllung eingebaut wurde, kann zu ernsthaften Folgen für die Tragfähigkeit, Richtung und Höhenlage führen. Wo das Entfernen des Verbaus vor der Fertigstellung der Verfüllung nicht möglich ist, müssen andere, mit dem Planer abgestimmte, Massnahmen ergriffen werden.

Da sich der Grad der Verdichtung sowohl aus statischen als auch energetischen Gesichtspunkten auf den Anlagenbetrieb auswirkt, sollte dieser überprüft werden. Hierbei sollte der Verdichtungsgrad der Bettung, der Seitenverfüllung und der Hauptverfüllung geprüft werden. Die entsprechenden Vorgaben der Prüfung sind mit dem Planer abzustimmen. Über die Art der Prüfung hat der Planer in Abstimmung mit dem Bauherrn zu entscheiden. Besondere Betriebsweisen und die Verwendung der L-EWT Anlage sind hierbei zu berücksichtigen.

#### **05.04      Hinweise zur Handhabung von Hauseinführungen**

##### **05.04.01    Transport**

- Die Vorgaben aus Kapitel 05.01 sind zu beachten.
- Alle Hauseinführungen sind bis zur Montage in der mitgelieferten Umverpackung zu transportieren. Zur Vermeidung von Beschädigungen darf die Umverpackung erst direkt vor der Montage vor Ort entfernt werden.
- Zur Kontrolle auf Unversehrtheit im Rahmen der Anlieferung auf der Baustelle ist das Öffnen der Umverpackung zulässig. Für den weiteren Transport bis zum Ort der Montage sollte der geöffnete Bereich allerdings in einer geeigneten Art und Weise wieder verschlossen werden.

##### **05.04.02    Lagerung auf der Baustelle**

- Die Lagerung der Hauseinführungen hat in geeigneter Weise zu erfolgen. Soweit möglich sollte die Lagerung der Hauseinführungen in der vorhandenen Umverpackung erfolgen. Diese ist vor Nässe zu schützen.
- Aus der Umverpackung entfernte Hauseinführungen sind so zu lagern, dass es während des Zeitraums der Lagerung bis zur Montage zu keinen Beschädigungen der Hauseinführungen kommen kann. Gegebenenfalls sind entsprechend geeignete Massnahmen zum Schutz der Hauseinführungen vorzusehen.

#### **05.04.03    Installation der AWADUKT Thermo Hauseinführung**

Die AWADUKT Thermo Hauseinführung ist nur für den Einsatz bei nicht drückendem Wasser geeignet. Sie wird in direkter Montage bei der Erstellung der Leitung-durchführenden Wand im Beton eingegossen. Ein nachträglicher Einbau kann nur bedingt erfolgen. Hierbei ist auf einen ausreichenden Platz für das Vergiessen des Bauteils zu achten.

Die AWADUKT Thermo Hauseinführung kann wahlweise rechts oder links montiert werden. Erst bei der Installation des Rohres ist darauf zu achten, dass dieses von der richtigen Seite in das Bauteil eingeschoben wird. Die Lippe des Dichtrings muss hierbei in Einschubrichtung des Rohres zeigen. Ein Zurückziehen des Rohres entgegen der Einschubrichtung ist zu vermeiden.

Die Montage des Rohrs durch die AWADUKT Thermo Hauseinführung sollte erst nach vollständigem Aushärten des Verfüllmaterials erfolgen. Die entsprechenden Aushärtzeiten sind den Angaben des jeweiligen Herstellers zu entnehmen bzw. bei dem für das Gewerk zuständigen Planer zu erfragen.

#### **05.04.04    Installation der AWADUKT Thermo Ringraumdichtung**

Die AWADUKT Thermo Ringraumdichtung ist für den Einsatz bei drückendem und nicht drückendem Wasser geeignet. Aufgrund ihres jeweils auf die Rohrdimension angepassten Aufbaus aus Dichtungsmodule, welche sich vor Ort zusammenfügen lassen, ist die Ringraumdichtung optimal für den Einsatz der nachträglichen Montage geeignet. Das heisst mit einer Ringraumdichtung kann eine Wand auch nachträglich abgedichtet werden. Dies gilt beim Neubau oder z.B. auch bei einer Nachrüstung.

Um eine optimale Dichtheit zu erzielen, sollte die AWADUKT Thermo Ringraumdichtung in Verbindung mit einer AWADUKT Thermo Mauerhülse verwendet werden.

Der direkte Einsatz in einer nachträglich eingebrachten Kernlochbohrung ist möglich. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, dass die Poren der Mauerdurchführung vor dem Einsatz der Dichtung mit z.B. Epoxidharz oder anderen geeigneten Mitteln verschlossen werden, um eine Durchfeuchtung des Mauerwerks zu verhindern.

Die Ringraumdichtung kann keine Lagerfunktion übernehmen. Das Rohr muss daher bei der Installation der Dichtung an beiden Enden auf einer dafür geeigneten Auflage abgelegt sein. Das für die Verlegung vorgesehene Gefälle ist zu beachten.

Für den Einbau der AWADUKT Thermo Ringraumdichtung sind nachfolgende Hinweise zu beachten:

- Zur Installation weder Akku-, Schlag- noch Bohrschrauber verwenden.
- Keine Schraube in einem Zug häufiger anziehen als im nachfolgenden Ablauf beschrieben.
- Kernlochbohrung z.B. mit Epoxidharz vorbehandeln oder die AWADUKT Thermo Mauerhülse installieren (siehe Kapitel 05.04.05).
- Alle Bauteile (Rohr, Innenseite der Kernlochbohrung oder Mauerhülse, sämtliche Bestandteile der Ringraumdichtung) auf Sauberkeit überprüfen bzw. ob sie frei von Schmutz oder sonstigen Verunreinigungen sind.
- Rohr in der Wandöffnung zentrieren (vorstehende Hinweise zur Lagerung der Rohrenden beachten).
- Offene Modulkette innerhalb des Gebäudes um das Rohr legen – Schraubköpfe müssen zum Monteur zeigen.
- Beide Enden der Kette verbinden (als Anhaltspunkt für die Ausführung der Montage können die bereits verbundenen Module herangezogen werden).
- Druckplatten gleichmässig ausrichten (seitliche Kunststoffplatten zur Aufnahme der Schraubköpfe bzw. Muttern)
- Dichtung in den Ringspalt einschieben. Bei größeren Modulen sollte in der 6 Uhr-Position begonnen werden. Die 12 Uhr-Position sollte als letztes eingeschoben werden. Die Schraubköpfe sollten nach der Installation noch erreichbar sein.
- Schrauben im Uhrzeigersinn von Hand anziehen. Begonnen werden sollte mit der am höchsten Punkt liegenden Schraube. Jede einzelne Schraube sollte maximal vier Umdrehungen angezogen werden, bevor mit der im Uhrzeigersinn nächsten Schraube fortgesetzt wird.
- Vorgang im Uhrzeigersinn etwa 2 - 3 mal über den gesamten Umfang wiederholen, bis das Elastomer zwischen allen Druckplatten hervorquillt und das im Kapitel 04.04.02 angegebene Drehmoment erreicht ist.
- Prüfen, ob das erreichte Drehmoment auch ca. 2 Stunden nach der Installation noch erreicht wird, ggf. nachziehen.

#### **05.04.05 Installation der AWADUKT Thermo Mauerhülse**

Die AWADUKT Thermo Mauerhülse wird als vorbereitendes Bauteil für die anschliessende Installation einer Ringraumdichtung bei drückendem Wasser direkt in die Wand installiert. Sie stellt die Basis für eine optimale Abdichtung mit einer Ringraumdichtung dar und ist überall dort einzusetzen, wo besonders hohe Dichtungsansprüche gestellt werden.

Durch seine spezielle, sehr glatte, innen liegende Oberfläche bietet die AWADUKT Thermo Mauerhülse einen perfekten Halt für die Ringraumdichtung.

Die Mauerhülse sollte für eine optimale Verbindung direkt bei der Erstellung der Wand in Beton eingegossen werden. Ist ein nachträglicher Einbau geplant, ist auf eine den Anforderungen angepasste Verbindung zwischen dem Mauerwerk und der Mauerhülse zu achten. Diese kann bauvorhabenabhängig unterschiedlich sein und ist mit dem Planer abzustimmen.

Bei der Montage der Mauerhülse sind nachfolgende Punkte zu beachten:

- Die Mauerhülse ist schalungsbündig einzusetzen. Bei der Befestigung in Stahlschalungen wird das Anschweissen einer um die Mauerhülse befestigten Rohrschelle zur leichteren Montage empfohlen.
- Wird die Mauerhülse eingemauert, ist ein ausreichender Abstand zum Mauerwerk vorzusehen. Dieser soll vor allem gewährleisten, dass der Beton in der Umgebung der Mauerhülse ausreichend verdichtet werden kann.
- Beim Einfüllen von Beton oder anderem flüssigen Baustoff ist darauf zu achten, dass der Baustoff um die Mauerhülse gut verdichtet wird.

#### **05.04.06 Installation des AWADUKT Thermo Mauerkragens**

Der AWADUKT Thermo Mauerkragen kann für drückendes und nicht drückendes Wasser eingesetzt werden. Das Bauteil eignet sich zur direkten Installation während der Herstellung der Wand und sollte gemeinsam mit dem Rohr in die Wand eingegossen werden. Eine nachträgliche Installation von Rohr mit Mauerkragen ist zumindest für den Einbau bei drückendem Wasser nicht zu empfehlen.

Der AWADUKT Thermo Mauerkragen stellt keinen Rohrleitungsfestpunkt dar. Bei der Planung von Festpunkten im Rohrsystem ist dies zu berücksichtigen.

Für den Einbau des AWADUKT Thermo Mauerkragens sind nachfolgende Hinweise zu beachten:

- Alle Bauteile (Rohr, Mauerkragen, Spannbänder) auf Sauberkeit überprüfen bzw. ob sie frei von Schmutz oder sonstigen Verunreinigungen sind.
- Mauerkragen auf das gereinigte Rohr aufschieben.
- Mauerkragen auf dem Rohr positionieren, unter Berücksichtigung ggf. weiterer Bauteile (auf beiden Seiten der Wand sollte eine Überschiebmuffe installierbar sein).
- Spannbänder gemäss dem Produkt beiliegender Montageanleitung anbringen.
- Rohr mit Mauerkragen in die zu betonierende Wand einsetzen. Der Mauerkragen sollte mittig in der Wand positioniert werden.

## 05.05 Hinweise zur Handhabung von Kondensatlösungen

Wie in Kapitel 04.05 dargestellt bieten sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten, Kondensat aus dem System zu entfernen. Dabei wird zwischen folgenden Möglichkeiten unterschieden:

- Entfernung von Kondensat mit Kondensatablauf über freien Auslauf im Gebäude
- Sammlung von Kondensat in einem Kondensatsammelschacht und nachträgliches Abpumpen

### 05.05.01 Transport

Die Vorgaben aus Kapitel 05.01 sind zu beachten. Alle Bauteile zur Kondensatabfuhr sind bis zur Montage in der mitgelieferten Umverpackung zu transportieren. Zur Vermeidung von Beschädigungen darf die Umverpackung erst direkt vor der Montage vor Ort entfernt werden. Zur Kontrolle auf Unversehrtheit im Rahmen der Anlieferung auf der Baustelle ist das Öffnen der Umverpackung zulässig. Für den weiteren Transport bis zum Ort der Montage sollte der geöffnete Bereich allerdings in einer geeigneten Art und Weise wieder verschlossen werden.

### 05.05.02 Lagerung auf der Baustelle

Die Lagerung der Bauteile zur Kondensatabfuhr hat in geeigneter Weise zu erfolgen. Soweit möglich sollte die Lagerung der Bauteile zur Kondensatabfuhr in der vorhandenen Umverpackung erfolgen. Kartonagen sind vor Nässe zu schützen. Aus der Umverpackung entfernte Bauteile zur Kondensatabfuhr sind so zu lagern, dass es während des Zeitraums der Lagerung bis zur Montage zu keinen Beschädigungen der Bauteile zur Kondensatabfuhr kommen kann. Gegebenenfalls sind entsprechend geeignete Massnahmen zum Schutz der Bauteile zur Kondensatabfuhr vorzusehen.

### 05.05.03 Installation des AWADUKT Thermo Kondensatablauf S

Der Kondensatablauf S ist im Sinne dieser Technischen Information als Formteil zu sehen. Insofern gelten für dieses Bauteil die Vorgaben aus Kapitel 05.03.07 zur Verbindung mit dem Gesamtsystem.

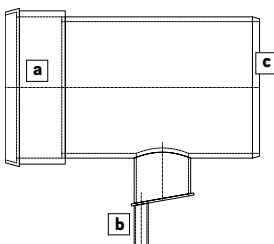


Abb. 05-17 AWADUKT Thermo Kondensatablauf S

Der Kondensatablauf dient dem Ableiten von Kondensat aus dem Gebäude. Der Einbau sollte so erfolgen, dass der Kondensatablauf mittels werksseitig angeschweisster Muffe **a** mit dem durch die Wand ins Gebäude kommenden Rohr verbunden wird. Dabei ist zu beachten, dass der angeschweisste Abgang DN 160 senkrecht nach unten zeigt, da dieser zur Sammlung und Ableitung des Kondensats vorgesehen ist. Der Übergang auf das im Gebäude installierte Lüftungssystem sollte beim beschriebenen Einbau am Spitzende **c** erfolgen.

Über den nach unten ausgerichteten Stutzen DN 40 **b** kann das Kondensat aus dem System herauslaufen. Zum Schutz vor Fremdluft sollte zwischen einem vorzusehenden freien Auslauf und dem Kondensatablauf der AWADUKT Thermo Kugelsiphon installiert werden. Dieser ist passend auf den Stutzen am Kondensatablauf abgestimmt und kann somit direkt mit dem System verbunden werden.

### 05.05.04 Installation des AWADUKT Thermo Kondensatablauf R

Der Kondensatablauf R ist im Sinne dieser Technischen Information als Formteil zu sehen. Insofern gelten für dieses Bauteil die Vorgaben aus Kapitel 05.03.07 zur Verbindung mit dem Gesamtsystem.

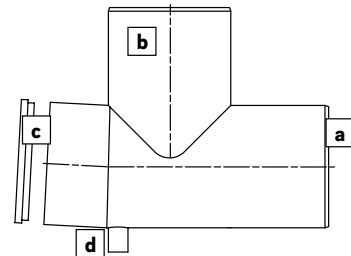


Abb. 05-18 AWADUKT Thermo Kondensatablauf R (DN 200-DN 315)

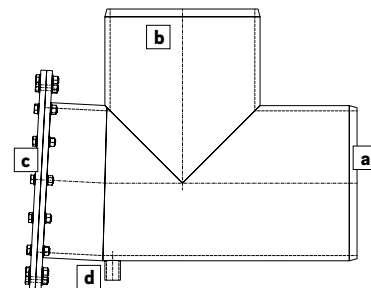




Abb. 05-19 AWADUKT Thermo Kondensatablauf R (DN 400-DN 630)

Der Kondensatablauf dient dem Ableiten von Kondensat aus dem Gebäude. Beim Einbau ist zu beachten, dass das Spitzende am Durchgang **a** mittels Muffe mit dem durch die Wand ins Gebäude kommenden Rohr verbunden werden soll. Der dimensionsgleiche Abgang **b** soll senkrecht nach oben zeigen. An dieser Stelle erfolgt der Übergang auf das im Gebäude installierte Lüftungssystem.

Die um drei Grad nach oben gerichtete Seite  am Durchgang dient als Revisionsöffnung. Abhängig von der Dimension ist diese mit einem Deckel (DN 200-DN 315) zu verschliessen oder werksseitig mit einem Flanschanschluss und Abschlussplatte ausgeführt (DN 400 - DN 630).

Über den nach unten ausgerichteten Stutzen DN 40  kann das Kondensat aus dem System herauslaufen. Zum Schutz vor Fremdluft sollte zwischen einem vorzusehenden freien Auslauf und dem Kondensatablauf der AWADUKT Thermo Kugelsiphon installiert werden. Dieser ist passend auf den Stutzen am Kondensatablauf abgestimmt und kann somit direkt mit dem System verbunden werden.

### 05.05.05 Installation des AWADUKT Thermo Kondensatsammelschachts

Der Kondensatsammelschacht ist im Sinne dieser Technischen Information als Formteil zu sehen. Insofern gelten für dieses Bauteil die Vorgaben aus Kapitel 05.03.07 zur Verbindung mit dem Gesamtsystem.

Der Kondensatsammelschacht dient dem Sammeln von Kondensat ausserhalb des Gebäudes. Das gesammelte Kondensat muss durch eine geeignete Massnahme, z.B. Abpumpen, regelmässig aus dem Schacht entfernt werden.

Ein Anbohren des Kondensatsammelschachts ist nicht zulässig, da dies unter anderem zu nachfolgend genannten Problemen führen kann:

- Möglicherweise fehlende wasserrechtliche Erlaubnis
- Eindringen von Fremdluft in das System (gemäss der VDI Richtlinie 6022 darf keine Fremdluft in das System gelangen)
- Mögliche Bodenverunreinigung beim Einsatz spezieller Reinigungsverfahren und damit Verstoss gegen geltende rechtliche Bestimmungen
- Das Eindringen von Grund-, Stau- oder Schichtenwässern in die Anlage ist möglich. Ein Überfluten der Anlage kann eine Notabschaltung notwendig machen.

Die Installation des Kondensatsammelschachts sollte am tiefsten Punkt des Systems in einer der drei üblichen Varianten erfolgen:

- Installation mit Einfachabzweig
- Installation direkt neben dem Ansaugturm
- Installation direkt am Verteiler-/Sammlerende

#### Installation mit Einfachabzweig

Diese Installationsvariante erfolgt durch Abzweigen eines Strangs DN 200 aus dem L-EWT-System. Hierbei kann ein Einfachabzweig 45° mit Abgang DN 200 in einer Einzelleitung oder in der Zuleitung zum Gebäude installiert werden, wenn diese mit einem zum Gebäude hin verlaufenden Gefälle ausgeführt werden. Da das Gefälle einer L-EWT Anlage in der Regel über das

gesamte System in einer Richtung erfolgt, ist eine Installation des Kondensatsammelschachts bei dieser Variante direkt vor dem Gebäude zweckmässig.



Abb. 05-20 Einfachabzweig, Darstellung in Strömungsrichtung der Luft

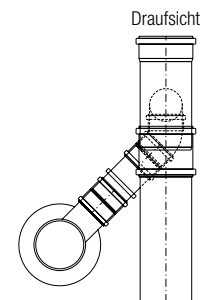


Abb. 05-21 Einfachabzweig, Draufsicht

Vergrösserte Darstellungen siehe Anhang.

#### Installation direkt neben dem Ansaugturm

Diese Installationsvariante erfolgt durch Installation des Aussenluftansaugturms mit Einfachabzweig 45° und 45°-Bogen. Die Umlenkung der Luft von oben in Richtung Gebäude erfolgt somit am Abgang des Einfachabzweigs. Am Durchgang kann mit kurzem Rohrstück und falls erforderlich Reduzierung auf DN 200 der Anschluss des Kondensatsammelschachts erfolgen.

Diese Variante kommt zum Einsatz, wenn der tiefste Punkt einer Einzelleitung oder eines Registersystems am Ansaugturm vorgesehen wird. Das Gefälle verläuft entsprechend vom Gebäude weg gerichtet. Häufig wird eine solche Verlegung gewählt, wenn kein Keller im Gebäude vorgesehen wird und das Rohr somit von unten durch die Bodenplatte ins Gebäude eingeführt werden muss.

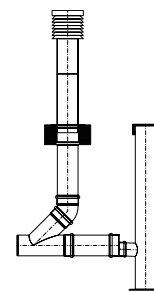


Abb. 05-22 Kondensatsammelschacht direkt neben Ansaugturm

Vergrösserte Darstellung siehe Anhang.



### Installation direkt am Verteiler-/Sammlerende

Diese Installationsvariante erfolgt durch Anschluss eines Kondensatsammelschachts an eine Reduzierung am Verteilerende. Der Verteiler oder Sammler wird nicht durch eine Endplattenmuffe verschlossen, sondern mit einer Reduzierung auf DN 200 versehen.

Typische Varianten sind:

- Kondensatsammelschacht am Verteilerende bei Verlegung im Tichelmannsystem und Kondensatsammlung im Gebäude auf der Sammlerseite
- Kondensatsammelschacht am Ende von Verteiler und Sammler bei Verlegung im Nicht-Tichelmannsystem und Gefälle vom Gebäude weggerichtet
- Kondensatsammelschacht am Ende vom Sammler bei Verlegung im Tichelmannsystem und Gefälle vom Gebäude weggerichtet. Auf der Verteilerseite kann bei dieser Verlegung eine Installation neben dem Ansaugturm zweckmässig sein.

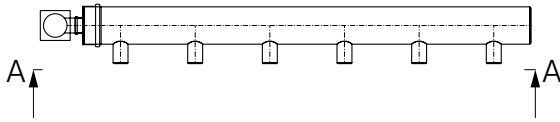


Abb. 05-23 Draufsicht

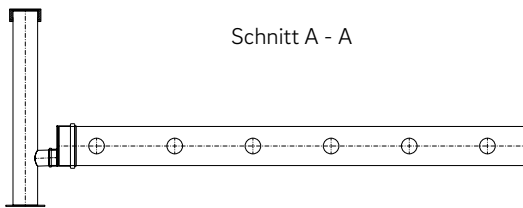


Abb. 05-24 Schnitt A - A aus Abb. 5-24

Vergrösserte Darstellung siehe Anhang.

### 05.05.06 Installation des Revisionschachts Lüftung

Der Revisionschacht Lüftung ist im Sinne dieser Technischen Information als Formteil zu sehen. Insofern gelten für dieses Bauteil die Vorgaben aus Kapitel 05.03.07 zur Verbindung mit dem Gesamtsystem.

Der Revisionschacht Lüftung dient dem Sammeln von Kondensat ausserhalb des Gebäudes. Das gesammelte Kondensat muss durch eine geeignete Massnahme, z.B. Abpumpen/Aufwischen, regelmässig aus dem Schacht entfernt werden.

Über den am Abgang angeschweissten Stutzen DN 40 kann das Kondensat aus dem System herauslaufen. Zum Schutz vor Fremdluft sollte der AWADUKT Thermo Kugelsiphon installiert werden. Dieser ist passend auf den Stutzen am Abgang abgestimmt und kann somit direkt mit dem System verbunden werden.

Die idealen Positionen des Revisionschachts Lüftung sind analog dem Kondensatsammelschacht am Ende von Einrohrsystemen, direkt neben dem Ansaugturm und am Ende von Verteilerbalken bei Mehrrohrsystemen zu sehen. Bei Mehrrohrsystemen (Registern) sind mindestens zwei Kondensatlösungen zu installieren, jeweils mindestens eine Lösung auf Verteiler- und Sammlerseite. Hinsichtlich der Positionierung des Schachts können die Darstellungen in Kapitel 05.05.05 herangezogen werden. Die Installation mit Einfachabzweig ist ebenfalls möglich. Meist ist diese Installation für den Revisionschacht Lüftung allerdings nicht zweckmässig.

### Einbauanleitung (Auszug)



Abb. 05-25 Auflagebereich des Schachtbodens vorbereiten

Der Auflagebereich des Schachtbodens ist gemäss DIN EN 1610 vorzubereiten. Der Untergrund muss tragfähig und eben sein. Dazu eine mind. 10 cm dicke Bettungsschicht (z.B. Sauberkeitsschicht) erstellen. Anschliessend Schachtboden gemäss Planungsvorgaben auf die vorgesehene Höhe setzen, ausrichten und entsprechend positionieren.



Abb. 05-26 Oberste Dichtkammer mit Gleitmittel einstreichen

Zum Verbinden der Schachtelemente zunächst die oberste Dichtkammer mit Gleitmittel einstreichen. Damit wird das Aufspannen der beiliegenden Schachtelementdichtung erleichtert und der korrekte Sitz sichergestellt.



Abb. 05-27 Aufspannen der Schachtelementdichtung



Abb. 05-28 Korrekten Sitz der Dichtung sicherstellen

Elementdichtung mit der Schrift nach oben in die Dichtkammer einlegen und anschliessend auf Beschädigungen und richtigen Sitz prüfen sowie von Verschmutzungen befreien.



Abb. 05-29 Muffe des Schachtrings gleichmässig mit Gleitmittel einstreichen

Die Muffe des aufzusetzenden Schachtrings säubern und gleichmässig mit Gleitmittel einstreichen. (Einbautipp: Die Dichtung nicht mit Gleitmittel einstreichen.) Es ist darauf zu achten, dass die Muffe auch nach dem Einstreichen keine Verschmutzung aufweist.



Abb. 05-30 Schachtelemente aufeinander setzen

Die Schachtelemente ohne zu verkanten aufeinander setzen. Das Aufsetzen der Schachtringe bzw. des Schachtkonus wird durch die 4 aussen liegenden Halteösen erleichtert. Schachtelemente mit Hilfe der beiden aussen liegenden Längsmarkierungen zueinander ausrichten, um die korrekte Anordnung der Steigleiter sicherzustellen. Anschliessend die Bauteile bis zum Anschlag zusammenstecken.



Abb. 05-31 Verfüllen und Verdichten der Schachttumgebung

Zum Verfüllen der Schachtbauteile ist Boden der Gruppe G1 oder G2, max. Korngrösse 63 mm (abgestufter Feinboden mit Feinmaterialien) zu verwenden.

Verfüllmaterial in einer Breite von 40 cm (bei Einbau der Schächte in Grundwasser mind. 60 cm) sorgfältig und lagenweise in Schichtdicken von 20 bis 40 cm einbringen und gemäss den Vorgaben der DIN EN 1610, ATV-DVWK-A 139 verdichten. Im Bereich von Verkehrsstrassen muss der Verdichtungsgrad  $DPr \geq 97\%$  sein.

Analog zu den vorher beschriebenen Schritten weitere Schachtringe oder den Schachtkonus aufsetzen und anschliessend nach den gleichen benannten Massgaben verfüllen und verdichten. Den Konus separat verfüllen. Die Verfüllung hat nach den gleichen Massgaben zu erfolgen wie vorgenannte Verfüllung und Verdichtung von Schachtringen.

Der Konus wird ungekürzt auf die Baustelle geliefert und muss vor Ort an der Einstiegsöffnung gekürzt werden. Die erforderlichen Massnahmen und Kürzmasse entnehmen Sie der dem Schacht beiliegenden Einbauanleitung oder dem REHAU Katalog Kanaltchnik.

## 05.06 Hinweise zur Handhabung unter besonderen Einbaubedingungen

Unter gewissen Umständen ist die in den vorherigen Kapiteln beschriebene Handhabung durch zusätzliche Aktivitäten zu ergänzen. In diesem Kapitel werden die Bedingungen

- Einbau in Grundwasser oder wasserführenden Schichten und
- Erhöhung der Tragfähigkeit durch Ummantelung mit Beton beschrieben.

### 05.06.01 Einbau in Grundwasser oder wasserführenden Schichten

Grundsätzlich ist durch eine Verlegung im Grundwasser oder in einer wasserführenden Schicht mit einer erhöhten thermischen Leistung sowohl im Heiz- als auch im Kühlfall zu rechnen.

Aufgrund einer zu erwartenden erhöhten Auftriebskraft sind allerdings besondere Vorkehrungen zur Auftriebssicherung zu berücksichtigen. Eine Auftriebssicherung muss so hergestellt werden, dass die aus der Auflast des Rohres resultierende Kraft mindestens so hoch ist wie die Auftriebskraft. Dies kann durch Erhöhung der Auflast mit zusätzlicher Belastung oder mit Verankerung im Boden erfolgen. Eine zusätzliche Belastung kann z.B. mit Betonaufleger hergestellt werden.

Während der Verlegearbeiten sind Gräben frei von Wasser zu halten (z.B. Regenwasser, Sickerwasser, Quellwasser oder Leckwasser aus Rohrleitungen). Die Art und Weise der Wasserhaltung darf die Leitungszone und die Rohrleitung nicht beeinflussen. Gegen die Ausspülung von Feinmaterial während der Wasserhaltung müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden. Der Einfluss von Entwässerungsmassnahmen auf die Grundwasserbewegung und die Standsicherheit der Umgebung ist zu berücksichtigen. Nach Abschluss der Wasserhaltungsmassnahmen sind alle Baudränagen ausreichend zu verschliessen.

### 05.06.02 Einbau durch Ummantelung mit Beton

Die Tragfähigkeit der Rohrleitungen und Bauteile kann durch eine Betonummantelung erhöht werden. Bei ihrer Bemessung ist entscheidend, ob gegen gewachsenen Boden oder z.B. Spundwände betoniert wird. Beim Ziehen der Spundwände muss mit entsprechender Sorgfalt vorgegangen werden, da nach der Entlastung der waagrechte Erddruck ein Nachrutschen des Erdreichs verursachen kann.

Die Ummantelung muss auch ohne das Bauteil selbsttragend sein, so dass nur eine Vollummantelung in Frage kommt. Die Mindestwanddicke der Betonummantelung ist nach statischen Erfordernissen festzulegen.

Vor dem Betonieren ist der Muffenspalt mit einem PP-verträglichen Klebeband abzudichten, um das Eindringen von Zementmörtel zu verhindern. Um Scherkräfte an den Ein- und Austrittsstellen der Bauteile in bzw. aus dem Beton zu vermeiden, sind entsprechende Massnahmen erforderlich, wie z.B. das Umwickeln der Rohrleitung mit einem 5 - 6 mm dicken Vliesstoff (siehe Skizze).

Als Ummantelungsbeton ist mindestens ein Beton C 8/10 einzubringen. Es kann zweckmässig sein, die Betonummantelung in geeigneten Abständen an Bauteilverbindungen durch Quertugen zu unterteilen. Gegebenenfalls kann eine Bewehrung vorgesehen werden. In diesem Fall ist jedoch mindestens ein Beton C12/15 bzw. C16/20 zu verwenden.

Vor dem Betonieren ist eine Druckprobe nach DIN EN 1610 durchzuführen!

Die Leitung ist ggf. gegen Aufschwimmen im Frischbeton zu sichern. Um die Abbindezeit des Betons besser aufnehmen zu können, sollte die Leitung mit Wasser gefüllt werden.

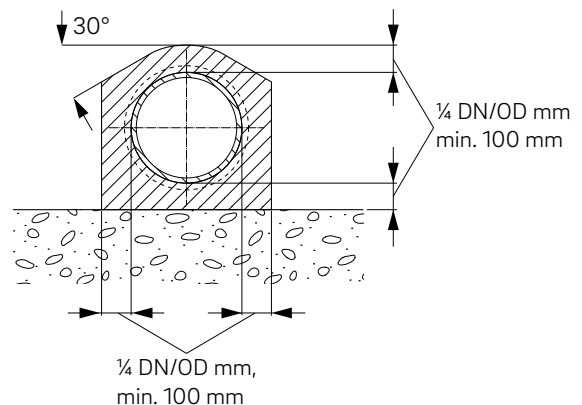


Abb. 05-32 Betonummantelung Querschnitt

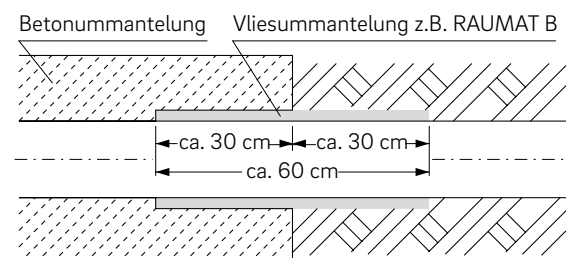


Abb. 05-33 Betonummantelung in Strömungsrichtung der Luft

## 06 Abnahme, Reinigung und Wartung

Nach Abschluss der Verlegung ist eine geeignete Abnahme gemäss VDI 6022 Blatt 1 und/oder weiteren geltenden Normen, Richtlinien und Vorschriften durchzuführen.

Dabei ist sicherzustellen, dass die Anlage

- den planerischen Ansprüchen genügt
- auf Dichtheit geprüft wurde
- gereinigt wurde
- eine optische Kontrolle durchgeführt wurde
- eine Hygiene-Erstinspektion durchgeführt wurde

Zur Abnahme sollte die Prüfliste für erdverlegte Komponenten nach Tabelle 2 in VDI 6022 Blatt 1 herangezogen werden.

Während des Betriebs kann die Anlage an verschiedenen Stellen einer Verschmutzung unterliegen. Um einen hygienischen Betrieb über den gesamten Nutzungszeitraum sicherzustellen sind verschiedene Wartungs-, Kontroll- und je nach Verschmutzungsgrad Reinigungsmaßnahmen durchzuführen. Einen Überblick über die erforderlichen Massnahmen gibt die Checkliste für Hygienekontrollen an erdverlegten Komponenten nach Tabelle 3 in VDI 6022 Blatt 1. Die dort aufgeführten Zyklen gelten für die ersten Betriebsjahre und können im Laufe der Nutzung auf die tatsächliche Beanspruchung angepasst werden.

### 06.01 Anforderungen aus planerischen Ansprüchen

Nach VDI 6022 Blatt 1 werden Anforderungen an die Auswahl der richtigen Materialien und an die Verlegung gestellt. Die verwendeten Materialien sollen beispielsweise den Anforderungen an ein ungehindertes Abfliessen von Kondensat entsprechen und eine Reinigung ermöglichen. Bei der Installation sind insbesondere ein Nachweis über die Einhaltung der erforderlichen Gefälle und die Berücksichtigung einer der Anlage entsprechenden Art und Anzahl von Revisionsmöglichkeiten zu beachten.

Insbesondere hinsichtlich der Reinigung sind bereits bei der Planung verschiedene konstruktive Bedingungen zu berücksichtigen. Dabei stehen folgende Merkmale im Vordergrund:

- Möglichst nie mehr als zwei 88°-Bögen in einem Reinigungsabschnitt. Eine Umlenkung von 90° sollte durch zwei Bögen 45° realisiert werden. Soweit es die Bedingungen zulassen, sollte zwischen diesen beiden Bögen eine Beruhigungsstrecke vorgesehen werden.

- Max. Länge eines Reinigungsabschnitts 30 - 50 m. Besonders beim Einsatz von Hochdruckgeräten ist die Länge des Equipments begrenzt.
- Einsatz von 88°-Bögen zur Überbrückung von Höhenunterschieden vermeiden.
- Dimensionserweiterungen innerhalb eines Reinigungsabschnitts müssen zugänglich sein.
- Die Dimensionen der Ab- und Zuleitungen dürfen nicht kleiner als die der Verteiler sein, falls dieser nicht separat zugänglich ist

### 06.02 Dichtheitsprüfung

Die installierte L-EWT Anlage ist einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen. Hierfür stehen z.B. DIN EN 1610 mit Hinweisen zur Durchführung zweier Verfahren und DWA-A 139 zur Verfügung. Die Verwendung anderer länderspezifischer Normen ist möglich. Es kann eine Prüfung mit Luft (Verfahren L) oder eine Prüfung mit Wasser (Verfahren W) durchgeführt werden. Gemäss VDI 6022 Blatt 1 sollte ein Prüfverfahren mit Luft bevorzugt werden.

Aufgrund der späteren Nutzung wird eine Prüfung mit Unterdruck als besonders aussagekräftig eingeschätzt. Hierbei sind allerdings in der DIN EN 1610 wegen geringer Erfahrungswerte keine expliziten Prüfanforderungen benannt. Eine solche Prüfung ist entsprechend zwischen Planer, Bauherr und Prüfexperte abzustimmen.

Es ist empfehlenswert, vor der Seitenverfüllung eine Vorprüfung durchzuführen. Anhand dieser Prüfung können ggf. auffallende Undichtigkeiten frühzeitig ermittelt und behoben werden. Für die Abnahmeprüfung muss die Rohrleitung nach Verfüllen und Entfernen eines möglichen Verbaus geprüft werden. Die Entscheidung über das Prüfverfahren obliegt dem Bauherrn oder dem Planer der Anlage.



Bei der Durchführung der Prüfverfahren sind ggf. Schutzmassnahmen zur Verhütung von Unfällen vorzusehen. Notwendige Schutzmassnahmen sind durch die für die Prüfung zuständige Person einzuleiten.

---

**06.02.01 Hinweise zum Prüfaufbau**

Bei der Dichtheitsprüfung von L-EWT Anlagen ergeben sich zwei Möglichkeiten:

- Prüfung einzelner Rohrabschnitte
- Prüfung der gesamten Anlage

Beide Möglichkeiten haben gemeinsam, dass an mindestens zwei Stellen im System eine Absperrung erfolgen muss. Dabei kommt auf einer Seite eine sogenannte Rohrabsperrröhre bzw. Rohrdichtkissen zum Einsatz. Auf der anderen Seite wird eine Rohrprüfblase bzw. Rohrprüfkissen benötigt.

Beide Bauteile haben gemeinsam, dass ein Druckluftanschluss zum Befüllen der Blase vorhanden ist. Dieser wird benötigt, um die Blasen mit Luft soweit zu füllen, dass sie sich an die Rohrwand anlegen. Bei der Prüfblase kommen Anschlüsse zum Befüllen des zu prüfenden Zwischenraums und mögliche Messeinrichtungen dazu.

Ein Beispiel für die Prüfung einer Gesamtanlage können Sie nachfolgender Darstellung entnehmen:

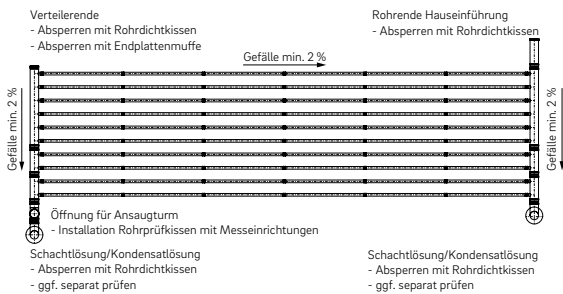


Abb. 06-1 Prüfung einer Gesamtanlage

Vergrößerte Darstellungen siehe Anhang.

**06.02.02 Prüfung mit Luft (Verfahren L)**

Bei einer Prüfung mit Luft wird der Prüfraum mit Über- oder Unterdruck gegenüber dem anstehenden Atmosphärendruck beaufschlagt. Die Prüfung darf nur durch entsprechendes Fachpersonal mit geeigneten und dafür zugelassenen Geräten erfolgen. Um Messfehler zu vermeiden, sind für die Durchführung der Prüfungen geeignete, luftdichte Verschlüsse zu verwenden.

Prüfverfahren	P <sub>0</sub> <sup>1)</sup> mbar kPa	Δp <sup>2)</sup> mbar kPa	Prüfzeit [min]				
			DN/OD 200	DN/OD 250	DN/OD 315 - 400	DN/OD 500	DN/OD 630
LC	100 (10)	15 (1,5)	3	4	5	8	11
LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	2	2,5	4	5

Tab. 06-1 Prüfverfahren  
<sup>1)</sup> Druck über Atmosphärendruck  
<sup>2)</sup> zulässiger Druckabfall

Die Prüfzeiten für Rohrleitungen, Verteiler und Inspektionsöffnungen sind unter Berücksichtigung von Rohrdurchmesser und Prüfverfahren aus nachfolgender Tabelle zu entnehmen. Dabei sind Prüfzeiten lediglich für Überdruckmessungen angegeben. Prüfungen mit Unterdruck sind möglich. Hierbei sind die Prüfzeiten nach DWA-A 139 zu ermitteln und zwischen Planer, Bauherr und Prüfer abzustimmen.

Die Prüfung von Revisionsschächten DN 800 oder DN 1000 mit Luft ist in der Praxis schwierig und voraussichtlich nur mit deutlich erhöhtem Prüfaufwand durchzuführen. Insbesondere fehlen hier auch Erfahrungswerte.



Bis ausreichend Erfahrung zur Prüfung von Schächten und Inspektionsöffnungen vorliegen wird vorge schlagen, Prüfzeiten zu verwenden, die halb so lang sind wie die für die Rohrleitungen gleichen Durchmessers.



Besondere Vorsicht ist bei der Prüfung mit Luft insbesondere an Rohren mit grossen Durchmessern erforderlich, da die Absperrorgane im Versagensfall explosionsartig weggeschleudert werden können.

Zur Einstellung der Prüfluft auf die vor Ort herrschenden Gegebenheiten ist ein Überschreiten des erforderlichen Prüfdrucks um etwa 10 % sinnvoll. Dieser Anfangsdruck ist dann für eine Dauer von Durchmesser [mm] durch 100 in Minuten, jedoch mindestens 5 Minuten aufrechtzuerhalten. Nachfolgend ist der Prüfdruck nach der Tabelle einzustellen und der Druckabfall in der Prüfzeit zu kontrollieren. Falls der nach der Prüfzeit gemessene Druckabfall geringer ist als der in nachfolgender Tabelle angegebene Wert, entspricht der Prüfabschnitt den Anforderungen.

### 06.02.03 Prüfung mit Wasser (Verfahren W)

Bei einer Prüfung mit Wasser wird der gesamte Prüfraum mit Wasser gefüllt. Nach DIN EN 1610 sind Anforderungen an Prüfdruck, Vorbereitungszeit und Prüfdauer zu stellen.

Der Prüfdruck ist der sich aus der Füllung des Prüfabschnitts bis zum Geländeniveau ergebende Druck von mindestens 10 kPa (100 mbar) und höchstens 50 kPa (500 mbar), gemessen am Scheitel des Bauteils. Üblicherweise ist eine Vorbereitungszeit von 1 h nach Füllung des Prüfabschnitts und Erreichen des erforderlichen Prüfdrucks ausreichend.

Diesbezügliche Vorgaben sollten vom zuständigen Fachplaner gegeben werden.

Die Prüfdauer muss normungsgemäss 30 min  $\pm$ 1 betragen.

Der Druck ist innerhalb 1 kPa (10 mbar) des festgelegten Prüfdrucks durch Auffüllen mit Wasser aufrecht zu halten. Das gesamte Wasservolumen, das zum Erreichen dieser Anforderung während der Prüfung zugeführt wurde sowie die jeweilige Druckhöhe am erforderlichen Prüfdruck sind zu messen und zu dokumentieren.

Die Prüfungsanforderung ist erfüllt, wenn das Volumen des zugeführten Wassers nicht grösser ist, als

- 0,15 l/m<sup>2</sup> in 30 min für Rohrleitungen
- 0,20 l/m<sup>2</sup> in 30 min für Rohrleitungen einschliesslich Verteilerbalken bis DN 630
- 0,40 l/m<sup>2</sup> in 30 min für Verteilerleitungen einschliesslich Inspektions- und Revisionsschächte.



m<sup>2</sup> beschreibt die benetzte innere Oberfläche. Nachfolgender Tabelle kann die innere benetzte Oberfläche pro Rohrdimension entnommen werden.

Rohrdimension DN	Innere Oberfläche m <sup>2</sup> /m
200	0,58
250	0,72
315	0,91
400	1,16
500	1,45
630	1,83

Tab. 06-2 Innere Oberfläche

### 06.03 Reinigung

Die Reinigung von erdverlegten Lüftungsanlagen ist zum einen Teil der Abnahme und zum anderen in der Wartung zu berücksichtigen. Die nachfolgenden Darstellungen beziehen sich auf die Reinigung des erdverlegten Rohrsystems.

Gemäss VDI 6022 ist eine Reinigung so vorzunehmen, dass das Ergebnis den Anforderungen an Besenreinheit entspricht.

#### 06.03.01 Allgemeine Hinweise zum Ablauf der Reinigung

Bei der Reinigung von erdverlegten Lüftungsanlagen ist folgender Ablauf empfehlenswert:

1. Ermittlung der Gegebenheiten vor Ort
2. Vorbereitende Massnahmen z.B. Abbau Ansaugturm
3. Kamerabefahrung der Anlage zur Aufnahme des Ist-Zustands
4. Reinigung des Rohrsystems
5. Kamerabefahrung zur Dokumentation des gereinigten Zustands
6. Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit der Anlage

Hinweise bzw. zu beachtende Punkte können der Checkliste im Anhang entnommen werden.

#### 06.03.02 Reinigungsverfahren

Zur Reinigung von Lüftungsleitungen steht eine Vielzahl von Methoden zur Verfügung. Dabei haben sich für das System AWADUKT Thermo antimikrobiell zwei Verfahren als besonders geeignet herauskristallisiert.

- Reinigung mit Wasserhochdruck
- Reinigung mit rotierenden Bürsten

Gemäss VDI 6022 Blatt 1 ist eine Reinigung mit Wasserhochdruck allen anderen Reinigungsmethoden vorzuziehen.

Derzeit am Markt übliche Verfahren für die Reinigung von Lüftungsleitungen sowie der Reinigung von Abwassersystemen können auch für die Reinigung von erdverlegten Lüftungsanlagen eingesetzt werden. Dabei ist zu beachten, dass wegen der besonderen Anforderung aus möglichen Ablagerungen und Kondensatbildung ggf. Anpassungen vorzunehmen sind. Trockene Reinigungsmethoden, wie in Lüftungsleitungen im Gebäude üblich, können die Verschmutzungen ggf. nur unzureichend beseitigen. Beim Einsatz von Wasserhochdruck kann gegenüber einer Reinigung in Abwassersystemen eine Erhöhung von Druck und Wassermenge erforderlich sein.



### 06.03.03 Reinigung mit Wasserhochdruck

Die Reinigung von Kanalrohrsystemen mit Wasser ist eine bekannte und etablierte Methode. Auch L-EWT Anlagen können mit dieser Technik gereinigt werden.

Die Wasserreinigung eignet sich auf Grund der Wasserkraft gut, um im Bauteil befindliche Ablagerungen und Mikroorganismen zu lösen und gleichzeitig sicher abzutransportieren.

Die bei der Wasserreinigung zu wählenden Parameter, wie z.B. der Düsendruck, die Prüfdauer bzw. die Fahrgeschwindigkeit der Düse, müssen so gewählt werden, dass eine Beschädigung des Bauteils verhindert wird.

Bei der Reinigung mit Wasserhochdruck bestehen die Möglichkeiten mit einer eingeschobenen Düse oder mit einer in einer Führungsvorrichtung befestigten Düse zu arbeiten. Die zweite Variante hat dabei den Vorteil einer im Rohr zentriert angeordneten Düse. Dies führt zu einer gleichmässigen Wasserbeaufschlagung der gesamten Rohrwand. Die zentrierte Variante ist nachfolgend beispielhaft dargestellt.



Abb. 06-2 Reinigung mit Wasserhochdruck

Das während der Reinigung anfallende Reinigungswasser muss sicher abgeführt werden. Um einen ausreichenden Vortrieb der Düse, verbunden mit einem optimalen Reinigungseffekt, zu erzielen, sind Volumenströme von 70 - 120 l/min und Drücke oberhalb 120 bar zu empfehlen. In kleineren Dimensionen und einfachen Systemen kann der Vortrieb z.B. durch einen Schieberaal unterstützt werden. Dies reduziert den erforderlichen Wasservolumenstrom erheblich. Um einen optimalen Reinigungseffekt zu erzielen, sollte dann allerdings die Vorschubgeschwindigkeit reduziert werden. Die zu verwendenden Parameter sind durch den Planer und/oder den Ausführenden der Reinigung zu wählen. Die Wassermenge muss sicher über die zur Verfügung stehenden Kondensatabläufe oder alternative Ausläufe abgeführt werden.

### Reinigung mit rotierenden Bürsten

Alternativ zur Reinigung mit Wasserhochdruck kann ein L-EWT auch mit rotierenden Bürsten gereinigt werden. Hierbei ist eine Unterscheidung zwischen trockener Reinigung und Reinigung mit Wasser zu treffen.

Eine trockene Reinigung, ähnlich der Reinigung von Luftleitungen im Gebäude, sollte aufgrund der Staubentwicklung in Kombination mit einer Absaugung durchgeführt werden. In der Lüftungstechnik verwendete Bürsten können grundsätzlich zum Einsatz kommen. Diese werden am Rohrende oder an einer Revisionsöffnung ins System eingeführt und in Rotation versetzt. Die dabei gelösten Partikel werden am Ende des Reinigungsabschnitts abgesaugt und abgetrennt. Bei mehreren Reinigungsabschnitten ist es auf Grund der Staubentwicklung zudem erforderlich, den gerade zu reinigenden Abschnitt abzusperren.

Der zusätzliche Einsatz von Wasser hat den positiven Effekt, dass Ablagerungen besser gelöst werden. Ausserdem können die Schmutzpartikel mit dem Wasser abgeführt werden. Hierzu ist ausreichend Wasservolumen erforderlich. Wegen der geringeren Staubentwicklung kann ggf. auf eine Absperrung einzelner Abschnitte verzichtet werden. Dies ist im Einzelfall zu prüfen. Das während der Reinigung anfallende Reinigungswasser muss sicher abgeführt werden.

Um den durch den Unterdruck anliegenden Vortrieb der Bürsten zu verstärken, können vereinzelt sogenannte Unterdruckplatten an der Wellenbürste angebracht werden. Die Bürstenreinigung ist für den Einsatz bei Einrohrsystemen als geeignet anzusehen. Aufgrund der materialbedingten Begrenzung der Reinigungslänge sind bei der Planung ggf. Revisionsöffnungen zur Einführung der Reinigungsgeräte vorzusehen.

Der Einsatz der Bürstenreinigung bei Registerrohren oder Systemen mit abzweigenden Rohren ist nur dann zu empfehlen, wenn die Begehbarkeit der Abschnitte gewährleistet oder jeder einzelne Rohrstrang über eine Revisionsöffnung zugänglich ist. Befinden sich im zu reinigenden Rohrabschnitt Bögen zur Richtungsänderung, so muss vor Ort geprüft werden, inwieweit eine Reinigung des Abschnittes möglich ist. Ggf. muss eine Anpassung der eingesetzten Technik, z.B. durch Reinigungsroboter, vorgenommen werden. Grundlage für einen ordnungsgemässen Ablauf der Reinigung ist die Berücksichtigung von Revisionsöffnungen oder Minimierung abzweigender Rohrstrecken während der Planung.



Die Gesamtanlage ist so zu planen, dass eine gesamtweitliche, richtlinienkonforme Reinigung der erdverlegten Lüftungsanlage durchgeführt werden kann.

### 06.04 Optische Kontrolle

Nach der Reinigung sollte im Rahmen der Abnahme eine optische Kontrolle der Anlage erfolgen. Hintergrund ist die Begutachtung des erzielten Reinigungserfolgs und das Aufspüren von ggf. noch vorhandenen Rückständen.

Die optische Kontrolle soll ausserdem der Begutachtung der Leitung hinsichtlich des Aufspürens von Beschädigungen dienen. Ausserdem können nicht durchgängige Gefälle erkannt werden, wenn Restwasser von der Reinigung aufgespürt wird.

### 06.05 Hygiene-Erstinspektion

Zur Kontrolle der Einhaltung aller für einen einwandfreien Betrieb eines L-EWTs wichtigen Punkte ist eine Hygiene-Erstinspektion durchzuführen.

Die Inspektion dient der Überprüfung der Einhaltung der Parameter, die bei der Planung bzw. Konstruktion vorgegeben wurden. Ausserdem wird die fachgerechte Installation insbesondere hinsichtlich des Gefälles beurteilt.

Der Hygiene-Erstinspektor sollte vor Ort überprüfen, ob die Art und Anzahl der vorgesehenen Revisionsöffnungen eingehalten wurde. Ausserdem ist der Abfluss von anfallendem Kondensat zu prüfen. Hinsichtlich anderer Parameter wie Einhaltung des erforderlichen Gefälles, Durchführung von Dichtheitstest und Reinigung sowie Hinweisen zum eingesetzten Material sind entsprechende Dokumentationen vorzulegen.

Checklisten zur Prüfung können VDI 6022 Blatt 1 entnommen werden.

#### 06.05.01 Hinweise zur Wartung im Betrieb

Gemäss VDI 6022 Blatt 1 ist aus Gründen der Hygiene eine regelmässige Kontrolle mit ggf. notwendiger Reinigung vorzunehmen. Die Kontrollhäufigkeit richtet sich nach der Wetterlage und dem Anlagenbetrieb. Für die ersten 24 Betriebsmonate sind allerdings Mindestintervalle definiert. Nach Ablauf dieser Periode kann den Erfahrungen aus dem Betrieb entsprechend eine Anpassung der Intervalle durch einen VDI-geprüften Fachingenieur RLQ erfolgen.

Aussenluftdurchlässe und Luftleitungen sind alle 6 Monate auf Verschmutzung und Beschädigung zu prüfen.

Luftfilter sollten gemäss Richtlinie alle 3 Monate auf Verschmutzung und Beschädigung untersucht werden.

Die Notwendigkeit einer Reinigung oder eines Bauteilaustauschs wird für alle Bauteile entsprechend des Kontrollergebnisses definiert.

Zur Sicherung einer sauberen und hygienisch einwandfreien Zuluft muss ein hygienischer Betrieb der L-EWT Anlage gewährleistet sein. Dies bedeutet, gemäss den Vorgaben nach VDI 6022 Blatt 1 darf der Gehalt an Stäuben, Bakterien und weiteren biologischen Inhaltsstoffen in der Zuluft den Gehalt in der Aussenluft nicht übersteigen. Zur Überprüfung ist einmal jährlich eine Messung von Staubkonzentration und Mikroorganismen in der Zuluft durchzuführen.

Eine umfängliche Hygieneinspektion, welche die Kontrolle aller Bauteile sowie die Überprüfung der Staubkonzentration und Mikroorganismen beinhaltet ist nach 24 Monaten durchzuführen.

Alle Kontrollen sind durch entsprechend nach VDI 6022 geschultes Fachpersonal durchzuführen.

An die Fachkenntnis gelten abhängig von der auszuführenden Kontrolle unterschiedliche Anforderungen. Beispielsweise kann die Fachkenntnis für Prüfung und Austausch von Filtern an selbst genutzten Kleinanlagen durch einfache Unterweisung erworben werden.



Hinweise zu Schulungen für Hygiene an RLQ Anlagen in den Kategorien A, B, C und RLQ sowie damit verbundene Handlungskompetenzen und Grenzen können VDI 6022 Blatt 4 entnommen werden.

Nachfolgend sind die vorgenannten Punkte in einer Übersicht zusammengestellt:

Bauteil	Massnahme	Wartungs- und Kontrollintervall
Aussenluftdurchlass	Auf Verschmutzung und Beschädigung prüfen; ggf. reinigen	6 Monate
Luftleitungen	Auf Verschmutzung und Beschädigung prüfen; ggf. reinigen	6 Monate
Filter	Auf Verschmutzung und Beschädigung prüfen, ggf. austauschen	3 Monate (Austausch sollte 2 x im Jahr erfolgen)
Gesamtsystem	Messung von Staubkonzentration und Mikroorganismen in Zuluft und Aussenluft	12 Monate
	Hygieneinspektion	24 Monate

Tab. 06-3 Hinweise zur Wartung

### 06.06 Desinfektion

Für den Fall einer erforderlichen Desinfektion können Desinfektionsmittel auf Basis Wasserstoffperoxid genutzt werden. Ein entsprechendes Desinfektionsmittel-Konzentrat muss in Wasser gelöst und auf eine Konzentration  $\leq 4\%$  verdünnt werden. Dies gilt für einen Temperaturbereich von 10 - 60 °C.



## 07 REHAU Planungsleistungen

Sowohl die überschlägige Berechnung als auch die dynamische Simulation von L-EWT Anlagen basiert auf schwankenden Grundlagendaten aus der Vergangenheit. Die Berechnungsergebnisse unterliegen somit einer gewissen Schwankungsbreite. Die realen Erträge und Leistungen werden durch die natürlichen äusseren Randbedingungen und temporären Änderungen, z.B. der Bodeneigenschaften, bestimmt und weichen daher in gewissen Grenzen von den berechneten Ergebnissen ab.

REHAU steht zur Berechnung von L-EWT Anlagen ein eigens entwickeltes Auslegungstool zur Verfügung. Dieses berücksichtigt die nachfolgend dargestellten Parameter und wird mit Realdaten ständig validiert. Dadurch ist eine bessere Annäherung der berechneten Ergebnisse an die realen Bedingungen zu erwarten.

### 07.01 Wärmetechnische Grundlagen für die Dimensionierung von L-EWT Anlagen

Die Basis für die Berechnung von L-EWT Anlagen bilden die für Luft geltenden thermodynamischen Zustandsgleichungen (z.B. Fouriersche Wärmeleitungsgleichung) sowie die Gleichungen der Fluidmechanik. Wesentlich für die Ermittlung der Leistung einer L-EWT Anlage ist die Berücksichtigung der Stoffdaten des Wärmeträgermediums Luft. Durch die Abkühlung oder Aufwärmung der Luft innerhalb der L-EWT Anlage verändern sich die stoffspezifischen Daten und somit auch die thermodynamischen Prozesse. Als abhängige thermodynamische Parameter sind unter anderem die absolute Feuchte der Luft, die spezifische Wärmekapazität oder die Enthalpie zu nennen.

Die Leistung einer L-EWT Anlage ergibt sich aus dem Massestrom der Luft und der Enthalpiedifferenz der feuchten Luft.

$$Q_{LEWT} = m_{Luft} \times \Delta h_{LEWT}$$

$Q_{LEWT}$  [kW] = Leistung des L-EWTs

$m_{Luft}$  = Massestrom Luft

$\Delta h_{LEWT}$  = Enthalpiedifferenz zwischen zwei Bezugspunkten (Eintritt – Austritt)

Die Enthalpiezustände können berechnet oder mit h-x Diagramm (Mollier Diagramm) ermittelt werden. Durch die Abkühlung der Luft im L-EWT erhöht sich die relative Luftfeuchte bis der Sättigungszustand erreicht ist und Kondensat (Wasser) ausfällt. Die durch diesen Prozess entstehende Kondensationswärme ist bei der Dimensionierung des Kühlfalls zu berücksichtigen und wirkt sich im ersten Schritt negativ auf den zu erzielenden Kühlertrag aus.

Positiv wirkt sich hingegen die durch Verdampfung entstehende Verdampfungskälte auf den Kühlertrag aus. Neben den Stoffdaten der Luft und den damit verbundenen thermodynamischen Prozessen sind die Wärmeübertragungsprozesse zwischen dem Erdreich, dem Wärmetauscherrohr und der Luft in der Dimensionierung zu berücksichtigen. Hierbei sind für die Wärmeübertragung drei wichtige Prozesse zu betrachten:

- der Wärmeübergang von der Rohrwand auf die im Rohr strömende Luft, welcher stark von strömungstechnischen Prozessen bestimmt wird,
- die Wärmeleitung durch die Rohrwand und damit verbundene materialbezogene Prozesse der Verteilung und des Transports von Wärme und letztlich
- der Wärmeübergang vom Erdreich auf das Wärmetauscherrohr.
- Aufgrund der Inhomogenität des Erdreiches müssen hier die meisten Annahmen getroffen werden. In der Regel wird davon ausgegangen, dass ein direkter Kontakt zwischen dem Erdreich und der Rohrwand besteht, wodurch die Berechnungen wesentlich vereinfacht werden können.

Diese drei Prozesse sind jedoch nicht nur statisch sondern zeitbezogen zu betrachten. Daraus ergibt sich dann der Gesamtenergieertrag der L-EWT Anlage wie folgt aus:

$$Q_{LEWT} = \int dQ_{LEWT} \times dt_{LEWT}$$

$Q_{LEWT}$  = Gesamtenergieertrag aus dem L-EWT

$dQ_{LEWT}$  = Leistung des L-EWT über den Zeitraum  $dQ_{LEWT}$

$dt_{LEWT}$  = Zeitraum des Betriebs der L-EWT Anlage

Für die Berechnung der Wärmeübertragung sind ebenso die jahreszeitlich unbeeinflussten und beeinflussten Erdreichtemperaturen zu bestimmen. Die sich einstellende Temperaturverlaufkurve im Erdreich ist von den bodenspezifischen Parametern abhängig. Beispielhaft sind in nachfolgenden Grafiken die Temperaturverläufe unterschiedlicher Böden dargestellt. Der Einfluss von Grundwasser führt in der Regel zu einer stärkeren Dämpfung der Erdreichtemperaturkurve. Daher hat Grundwasser einen bedeutenden Einfluss auf den Verlauf der Erdreichtemperatur. Meist liegen die grundwasserbedingten Daten nicht oder nur lückenhaft vor, so dass in diesen Fällen der Einfluss des Grundwassers vernachlässigt oder abgeschätzt werden muss.

## 07.02 Einflussparameter auf die überschlägige Berechnung

Einen wesentlichen Einfluss auf die Berechnung von L-EWT Anlagen haben die in nachfolgender Tabelle aufgeführten Parameter. Diese können sowohl in vorgegebene und frei wählbare wie auch durch das Projekt vorgegebene und nur mit erheblichem Aufwand änderbare Parameter unterschieden werden.

Vorgegebene (unflexible) Parameter	Wählbare (flexible) Parameter
Standort	Volumenstrom <sup>2)</sup>
Klima / Wetter (Temperatur, Niederschläge)	Rohrlänge <sup>2)</sup>
Bodenmaterial <sup>1)</sup>	Rohrdurchmesser
Wassergehalt des Bodens <sup>1)</sup>	Rohrmaterial
Bodenaufbau	Verlegetiefe
Nutzbare Fläche	Abstände zu Gebäuden / anderen Rohren
Grundwasserabstand (-schwankungen)	
Kühl- / Heizlasten des Gebäudes	

Tab. 07-1 Parameter

<sup>1)</sup> kann nur unter erheblichem Aufwand geändert werden

<sup>2)</sup> ist teilweise durch das Projekt vorgegeben

### 07.02.01 Standort / Klima

Der Standort der Anlage wird durch den Standort des zu belüftenden Gebäudes beeinflusst. Der Installationspunkt der Anlage wird meist durch den Platzbedarf und norm- bzw. richtlinienbezogene Vorgaben bestimmt. Neben der Exposition der L-EWT Anlage wird dieses Mikroklima unter anderem durch die Nähe von Gebäuden, Art und Höhe des Bewuchses oder die Nähe von Flüssen/Seen beeinflusst. Für die überschlägige Berechnung einer L-EWT Anlage ist es kaum möglich, alle auf der Fläche vorhandenen Mikroklimabereiche zu erfassen und zu berücksichtigen, da diese äusserst komplex darzustellen sind und im Einzelnen kaum eine relevante Auswirkung auf die Berechnung haben. Zur Vereinfachung der überschlägigen Berechnung werden daher regional typische Klimadaten herangezogen, welche die typischen klimatischen Bedingungen umfassen. Da in jedem Jahr regional unterschiedliche Bedingungen auftreten, werden für die Berechnung sogenannte typische Testreferenzjahre verwendet. Diese spiegeln die in der Region vorherrschenden Bedingungen am besten wieder. Bei der Wahl des Standorts sollten somit nicht nur platz-, norm- und richtlinienbezogene Vorgaben berücksichtigt werden, sondern auch energetische Aspekte. Daher sollte die Wahl des Standortes bereits bei Planungsbeginn mit berücksichtigt und auch in die zukünftigen Planungen mit einbezogen werden.

### 07.02.02 Erdreich

Bei der Errichtung von L-EWT Anlagen sind meist umfangreiche Erdarbeiten erforderlich. Hierbei wird der Boden zunächst entnommen und anschliessend durch das gleiche oder gleichwertige Material wieder aufgefüllt. Diese Massnahmen haben einen bedeutenden Einfluss auf den Aufbau und damit auch auf die bodenphysikalischen Eigenschaften.

Der Boden lässt sich in drei Phasen aufteilen:

- Feste Phase (Bodenmatrix )
- Flüssige Phase (Bodenlösung)
- Gasförmige Phase (Bodenluft)

Bezogen auf das gesamte Bodenvolumen besitzt die feste Phase mit ca. 50 % den grössten Anteil am Boden. Die Bodenmatrix setzt sich aus Mineralien und einem geringen Anteil organischer Substanz zusammen. Die Zusammensetzung der mineralischen Bestandteile beeinflusst die thermischen Eigenschaften des Bodens.

Die flüssige und gasförmige Phase wird durch die Korngrössenverteilung bestimmt. Aus dieser ergibt sich ein sogenanntes Porenvolumen, also ein freier Raum, welcher von der flüssigen bzw. gasförmigen Phase ausgefüllt wird. Je grösser die Porengrösse ist, desto grösser ist der Anteil der gasförmigen Phase im Porenraum.

In der Regel wird die flüssige Phase von Wasser ausgefüllt und die gasförmige Phase von Luft. Da Wasser wesentlich bessere wärmespezifische Daten als Luft besitzt, wirkt sich ein hoher Anteil der flüssigen Phase auch positiv auf die thermischen Eigenschaften des Bodens aus. Der Anteil des freien Porenraums wird unter anderem durch die im Boden vorhandene Korngrössenverteilung bestimmt. Auf der Basis der Korngrössenverteilung kann die Bodenansprache mittels des Bodenartendreiecks bestimmt werden. Jede Bodenart ist durch typische thermische Eigenschaften charakterisiert. Neben den durch die Bodenmatrix bestimmenden thermischen Eigenschaften hat der Anteil des Wassers einen entscheidenden Einfluss auf die thermischen Eigenschaften. Diese thermischen Kennwerte des Bodens haben einen direkten Einfluss auf die Amplitude der Bodentemperatur, wie nachfolgend in den beiden Grafiken zu sehen.

**Temperaturverlauf in Tiefe (Sand trocken)**

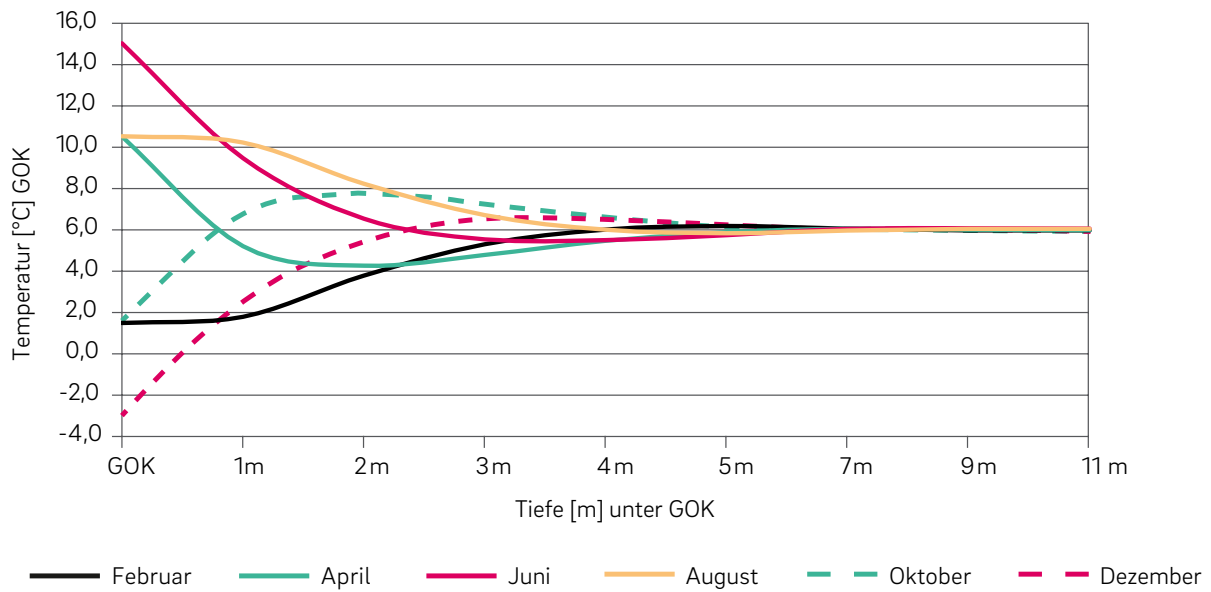


Abb. 07-1 Temperaturverlauf in Tiefe, Sand trocken

**Temperaturverlauf in Tiefe (sandiger Ton feucht)**

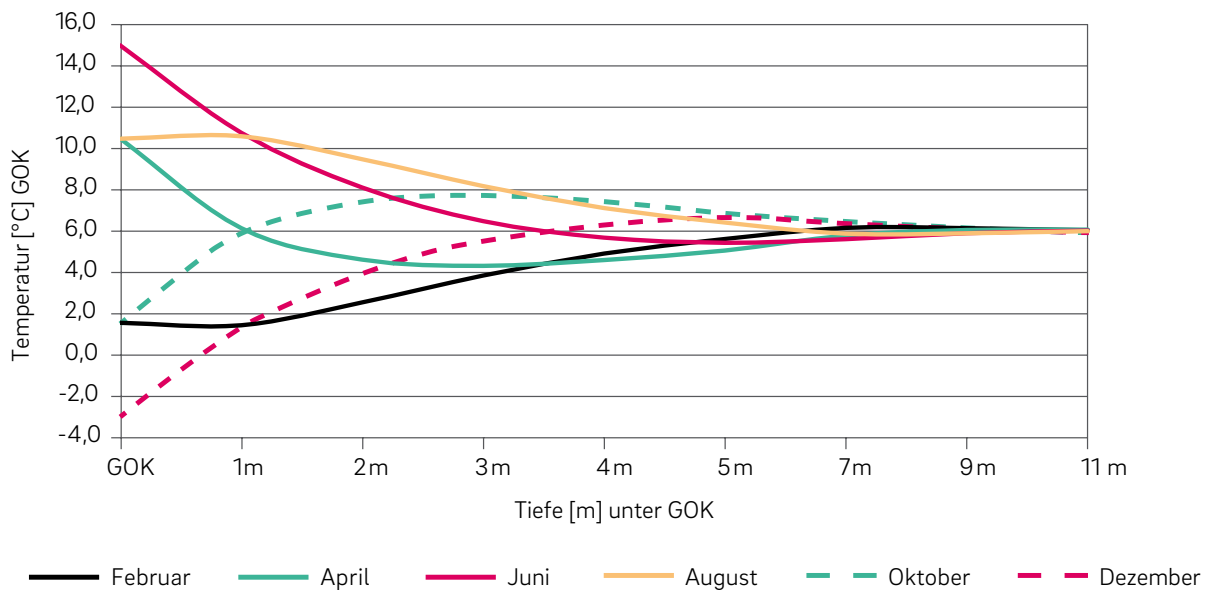


Abb. 07-2 Temperaturverlauf in Tiefe, sandiger Ton feucht



Für die überschlägige Berechnung einer L-EWT Anlage wird die Erstellung eines umfassenden Bodengutachtens (Baugrunduntersuchung) nach DIN 18196 bzw. die Erstellung eines Schichtenverzeichnisses nach DIN 4022, mit Darstellung der Grundwassersituation, durch qualifiziertes Fachpersonal (z.B. Geologen) empfohlen. Nur so kann eine überschlägig genaue Berechnung sinnvoll durchgeführt werden.

### 07.02.03 Volumenstrom / Strömungsgeschwindigkeit

Neben den thermischen Bodenkenndaten sind die strömungs-mechanischen Einflüsse bei der überschlägigen Berechnung von L-EWT Anlagen zu berücksichtigen. Eine L-EWT Anlage ist bezogen auf die strömungsmechanischen Parameter immer auf den maximal zu erwartenden Luftvolumenstrom auszuweisen. Der benötigte Luftvolumenstrom kann nach dem stündlichen Aussenluftwechsel des Raums, nach der erforderlichen Kühllast, der CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum oder der Personenanzahl errechnet werden.



Die Berechnung für den benötigten maximalen Luftvolumenstrom hat bei Anlagen mit einem zu erwartenden Luftvolumenstrom über 750 m<sup>3</sup>/h durch einen Fachplaner zu erfolgen. Bei Anlagen unter 750 m<sup>3</sup>/h sollte ein Fachplaner für die Berechnung herangezogen werden.

Für Anlagen unter 750 m<sup>3</sup>/h, also im allgemeinen der Bereich von Ein- und Zweifamilienhäusern, wird der Volumenstrom in der Regel nach der stündlichen Aussenluftwechselrate bestimmt. Diese beträgt ca. 0,4 - 0,8 Luftwechsel pro Stunde. Das bedeutet, dass bei einem Gebäudevolumen von 400 m<sup>3</sup> mit einer stündlichen Aussenluftwechselrate von 0,5 ein Volumenstrom von 200 m<sup>3</sup>/h durch die Anlage sichergestellt werden muss.



Der maximal mögliche Luftvolumenstrom wird durch das eingesetzte Lüftungsgerät bestimmt. Die entsprechenden Angaben sind den Datenblättern der Lüftungsgeräte zu entnehmen.

Anhand des maximalen Luftvolumenstroms und des Einsatzbereichs innerhalb der geplanten L-EWT Anlage ist die geeignete Rohrdimension zu wählen. Je nach Einsatzbereich ist die maximale Strömungsgeschwindigkeit unterschiedlich. Bei der Dimensionsauswahl ist zu beachten, dass der Druckverlust mit der Strömungsgeschwindigkeit zunimmt. Die Zunahme verläuft, wie in nachfolgender Formel zu sehen, nicht linear sondern quadratisch, weshalb sich eine erhöhte Strömungsgeschwindigkeit überproportional auf den Druckverlust auswirkt.

$$\Delta p = \zeta \times \rho / 2 \times \omega^2 \text{ mit } \omega = (V/3600)/(\pi/4 \times d_i^2)$$

$\Delta p$  = Druckverlust [Pa]

$\rho$  = Dichte [kg/m<sup>3</sup>]

$\omega$  = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

$V$  = Volumenstrom [m<sup>3</sup>/h]

$d_i$  = Rohrdurchmesser Innen [m]

$\zeta$  = Widerstandsbeiwert

Vor allem für verzweigte Systeme kann es aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sinnvoll sein, in gewissen Bereichen höhere Druckverluste in Kauf zu nehmen. Bei solchen Systemen sollte in zwei Einsatzarten für die L-EWT-Rohre unterschieden werden:

- Rohre, deren Hauptfunktion die Wärmeübertragung ist (Wärmetauscherrohre), sollten auf ein Optimum von Wärmeübertragung und Strömungsgeschwindigkeit ausgelegt werden.
- Rohre, die hauptsächlich dem Zweck dienen, der Luft von der Ansaugung bis zur Verteilung und vom Sammler bis zum Gebäude Raum zu geben (Verteilerrohre), können mit leicht erhöhter Strömungsgeschwindigkeit ausgelegt werden, da sonst die Dimensionen unnötig gross werden.

#### Wärmetauscherrohre

Um einen optimalen Wärmeaustausch zwischen Erdreich und Luft zu gewährleisten, sollte die Fließgeschwindigkeit zwischen 2 - 3 m/s liegen. Bei diesen Luftgeschwindigkeiten im Rohr ergeben sich optimale Verhältnisse zwischen der Verweilzeit der Luft im Rohr, dem von der Strömungsgeschwindigkeit abhängigen Druckverlust und dem Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha_{\text{innen}}$ . Eine Strömungsgeschwindigkeit unter 1 m/s sollte aufgrund des wesentlich schlechteren Wärmeübergangs ebenso vermieden werden wie eine Strömungsgeschwindigkeit über 4 m/s, da hier die Verweilzeit deutlich verkürzt und der Druckverlust erhöht wird.

Für den Einsatz als Wärmetauscherrohr sind Dimensionen bis DN 315 zu empfehlen. Bei Dimensionen über DN 315 ist eine Nutzung als Wärmetauscherrohr nur in Einzelfällen bedingt sinnvoll, da sich das Oberflächen/Volumenverhältnis sehr ungünstig auf den Wärmeübertrag auswirkt. Zudem steigen bei Rohren grösserer Dimensionen die Kosten für die Herstellung und Verlegung, so dass auch wirtschaftliche Aspekte mit zu berücksichtigen sind.

#### Verteilerrohre

Bei Mehrrohrsystemen (Register) ist es notwendig, relativ grosse Luftvolumenströme von der Ansaugung bis zur Aufteilung im Verteiler und nach dem Durchgang durch die Wärmeaustauscherrohre vom Sammler in das Haus zu leiten. Im Mittelpunkt steht hierbei nicht der Wärmeaustausch sondern der Transport eines möglichst grossen Luftvolumens. Für diesen Anwendungsfall bieten sich daher besonders grosse Rohrdimensionen für die Umsetzung an.

Da mit einer Vergrößerung der Dimension auch hier eine Kostensteigerung zu erwarten ist, ist es wirtschaftlich vertretbar etwas höhere Strömungsgeschwindigkeiten anzuwenden. Die maximale Fließgeschwindigkeit sollte in den Rohrleitungen zwischen 5 - 7 m/s liegen. Eine Strömungsgeschwindigkeit von über 7 m/s sollte in den Bauteilen vermieden werden, da dies zu Geräuschentwicklungen und Körperschallübertragung innerhalb der L-EWT Anlage führen kann.

Der nachfolgenden Tabelle können die gerundeten Volumenströme bei entsprechender Fließgeschwindigkeit für das Wärmetauscher- bzw. Verteilerrohr entnommen werden. Für den jeweiligen Einsatzbereich bedingt geeignete Rohrdimensionen sind zusätzlich gekennzeichnet.

Rohrdimension DN	Wärmetauscherrohr		Verteilerrohr	
	V in m <sup>3</sup> /h bei 2 m/s	V in m <sup>3</sup> /h bei 3 m/s	V in m <sup>3</sup> /h bei 5 m/s	V in m <sup>3</sup> /h bei 7 m/s <sup>1)</sup>
DN 200	200	300	ungeeignet	ungeeignet
DN 250	300	450	750 <sup>2)</sup>	1.050 <sup>2)</sup>
DN 315	500	750	1.200	1.700
DN 400	800 <sup>2)</sup>	1.200 <sup>2)</sup>	2.000	2.750
DN 500	1.250 <sup>2)</sup>	1.850 <sup>2)</sup>	3.000	4.300
DN 630	ungeeignet	ungeeignet	4.800	6.700
DN/ID 700 <sup>3)</sup>	ungeeignet	ungeeignet	7.000	9.700
DN/ID 800 <sup>3)</sup>	ungeeignet	ungeeignet	9.000	12.700
DN/ID 1000 <sup>3)</sup>	ungeeignet	ungeeignet	14.000	19.800
DN/ID 1200 <sup>3)</sup>	ungeeignet	ungeeignet	20.000	28.500

Tab. 07-2 Luftvolumenströme

<sup>1)</sup> Auf Grund möglicher Geräuschentwicklung sollten die angegebenen Volumenströme nicht überschritten und stattdessen die nächstgrößere Dimension gewählt werden

<sup>2)</sup> Diese Dimensionen sind für den angegebenen Einsatzzweck nur bedingt geeignet

<sup>3)</sup> Hinweise zu Bauteilen dieser Dimensionen des Produktportfolios entnehmen Sie bitte den dafür gültigen Unterlagen

### 07.02.04 Verlegetiefe

Die Verlegetiefe wirkt sich unabhängig von den Bodeneigenschaften auf den Ertrag der L-EWT Anlage aus. Mit zunehmender Tiefe steigt nicht nur die durchschnittliche Temperatur, auch die Amplitude der jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankung wird kleiner. Dies führt zu einem für den Betrieb der Anlage günstigeren Temperaturniveau. Der erzielbare Ertrag nimmt mit zunehmender Tiefe zu. Dies geschieht jedoch nicht linear sondern logarithmisch gegen einen Grenzwert. Daher müssen aus wirtschaftlicher Sicht der zusätzliche Aushubbedarf und die damit verbundenen Kosten gegen den zusätzlichen Ertrag der Anlage abgewogen werden. Auch planerische Vorgaben, wie z.B. die Hauseinführungen oder die Integration von Kondensatabläufen, können Einfluss auf die maximale oder minimale Verlegetiefe besitzen. Im Rahmen der Planung sollte somit eine für die Gesamtanlage optimale Verlegetiefe erarbeitet werden. Abhängig von der Nutzungsart für Heizen oder Kühlen, der Bodenart und dem Klima schwankt die optimale Verlegetiefe einer L-EWT Anlage in der Regel zwischen 1,5 - 3 m, bezogen auf die Rohrsohle. Die minimale Überdeckung der Rohrsohle darf bei einer Verlegung unter nicht überbauten Flächen 1,00 m nicht unterschreiten.



Bei einem geplanten Einbau ab einer Tiefe von 3 m über Rohrscheitel ist eine statische Betrachtung notwendig.

### 07.02.05 Art der Verlegung

Die Art der Verlegung von L-EWT Anlagen ist im Wesentlichen abhängig vom maximalen Luftvolumenstrom und den örtlichen Platzverhältnissen. Es wird zwischen der Verlegung im Einrohr- und Mehrrohrsystem (Register) unterschieden. Die Art der Verlegung wird hierbei über die Lage des Wärmetauscherrohrs definiert. Bei Einrohrsystemen ist nur eine einzelne Wärmetauscherrohrstrecke vorhanden, bei Mehrrohrsystemen sind mehrere Wärmetauscherrohrstrecken vorhanden.

Einrohrsysteme werden besonders im Ein- und Zweifamilienhausbereich eingesetzt. Die in diesem Bereich auftretenden maximalen Luftvolumenströme liegen meist unter 750 m<sup>3</sup>/h. Gleichzeitig können durch die Verlegung nur eines Rohrs oft Synergien mit den ohnehin durchzuführenden Erdarbeiten genutzt werden, womit die Installationskosten deutlich reduziert werden. Bei einem Luftvolumenstrom über 750 m<sup>3</sup>/h ist aus energetischer Sicht die Nutzung eines Einrohrsystems nicht mehr ideal. Das Kondensat kann sowohl über einen im Haus liegenden Kondensatablauf wie auch einen extern installierten Kondensatsammelschacht abgeführt werden. Aus hygienischer Sicht ist ein im Haus liegender Kondensatablauf vorzuziehen, da dieser einfach kontrolliert und ggf. gereinigt werden kann. Bei sehr grossen Rohrstrecken bzw. standortbedingten Besonderheiten kann es notwendig sein, innerhalb der Strecke weitere Revisionschächte einzuplanen.

Werden Volumenströme über 750 m<sup>3</sup>/h erwartet, ist es aus energetischer Sicht sinnvoll, die Verlegung im Mehrrohrsystem durchzuführen. Diese Anlagen werden meist auf separaten Flächen ausgeführt. Somit ist es schwierig, Synergieeffekte mit ohnehin durchzuführenden Baumassnahmen zu nutzen.

Mehrrohrsysteme bestehen grundsätzlich aus mindestens zwei verschiedenen Rohrdimensionen. Die größere Rohrdimension dient zur Leitung der Luft an den Verteiler bzw. zum Transport der Luft vom Sammler zur Lüftungsanlage im Haus. Das zwischen dem Verteiler und Sammler liegende kleinere Rohr dient als eigentliches Wärmetauscherrohr.

Bei Mehrrohrsystemen ist es erforderlich, mindestens zwei Einheiten zum Ableiten und Auffangen des Kondensats vorzusehen. Auf Grund der meist zentrisch angeordneten Rohrabgänge am Verteiler kann anfallendes Kondensat im Verteilerbereich nicht über die Wärmetauscherrohre abfließen. Daher ist jeweils ein Kondensatablauf im Verteiler- und Sammlerbereich zu installieren. Die Zugänglichkeit für eventuell notwendige Reinigungsmaßnahmen müssen bei Planung und Ausführung der Abläufe ebenso berücksichtigt werden wie bei der Planung und Ausführung von Revisionsöffnungen.

### 07.02.06 Rohrlänge

Die Rohrlänge einer L-EWT Anlage steht im direkten Zusammenhang mit dem erzielbaren Ertrag und dem Druckverlust der Anlage. In Abhängigkeit vom Volumenstrom wird durch die Rohrlänge die Zeit bestimmt, welche die Luft für die Wärmeübertragung zwischen Erdreich und Luft zur Verfügung hat. Hierbei spielen die in Kapitel 07.01 dargestellten Wärmeleitprozesse eine besondere Rolle. Durch die Rohrlänge und die Rohrdimension wird gleichzeitig die für den Wärmeaustausch zur Verfügung stehende Fläche bestimmt. Am Lufteinlass des L-EWT ist der Temperaturunterschied zwischen Erdreich und angesaugter Luft am grössten. Dieser wirkt sich direkt auf den Wärmeübergang vom Erdreich zur Luft aus, der infolgedessen am Lufteinlass des Rohrs am grössten ist, wie untenstehende Formel zeigt.

$$Q = V \times \rho_L \times c_p \times (u_1 - u_2)$$

$Q$  = Leistung [kW]

$V$  = maximaler Nennvolumenstrom [ $m^3/h$ ]

$c_p$  = spezifische Wärmekapazität [kJ/kg K]

$\rho_L$  = Dichte Luft [ $kg/m^3$ ]

$u_i$  = Temperatur Eintritt / Austritt

Je länger das Rohr wird, umso geringer wird der erzielte Ertrag pro Meter Rohrlänge (siehe auch Grafik in Anlage).

Ursache für die Abnahme des Ertrages ist im Wesentlichen die Verringerung der Temperaturdifferenz. Je länger die Luft sich im Rohr befindet, umso mehr Wärme kann es aus der Umgebung aufnehmen bzw. an diese abgeben. In einem unendlich langen L-EWT führt dies theoretisch dazu, dass die Lufttemperatur die Erdreichtemperatur erreicht. Wie der Grafik zu entnehmen ist, sinkt das Verhältnis zwischen erzielttem Ertrag und Rohrlänge mit zunehmender Länge,

gleichzeitig steigen die Investitionskosten jedoch weiter linear an.

Es ist daher notwendig, ein Optimum zwischen der Länge des L-EWT und dem daraus resultierenden Ertrag, und den für die Länge zu erbringenden Kosten zu finden. In der Praxis hat sich eine Wärmetauscherrohrlänge von ca. 30 - 50 m als wirtschaftlich sinnvolle Länge herausgestellt. Projektbezogen können natürlich auch davon abweichende Rohrlängen sinnvoll sein.

### 07.02.07 Berechnung des Kondensatanfalls

In der Regel tritt Kondensat dann auf, wenn die Aussentemperatur der Luft soweit abgekühlt wird, dass der Sättigungszustand erreicht wird. Die Menge des anfallenden Kondensats kann über die Änderung des absoluten Wassergehalts der Luft ermittelt werden, welche aus dem h-x Diagramm (Mollier Diagramm) entnommen wird. Die Berechnung erfolgt mit nachstehender Formel.

$$m_{\text{Kond}} = m_{\text{Luft}} \times (\chi_{\text{LEWT,ein}} - \chi_{\text{LEWT,aus}})$$

$m_{\text{Kond}}$  = Kondensatmassenstrom [kg/s]

$m_{\text{Luft}}$  = Luftmassenstrom im L-EWT [kg/s]

$\chi_{\text{LEWT,ein}}$  = absolute Feuchte am L-EWT Eintritt  
[ $kg_{H_2O} / kg_{Luft}$ ]

$\chi_{\text{LEWT,aus}}$  = absolute Feuchte am L-EWT Austritt  
[ $kg_{H_2O} / kg_{Luft}$ ]

Die jeweiligen Zustandsänderungen der feuchten Luft können aus dem h-x Diagramm abgelesen werden. Nachfolgend ist eine Beispielberechnung aufgeführt, in der rechnerisch der mögliche Kondensatanfall einer Stunde ermittelt wird. Hierbei ist zu beachten, dass das Ergebnis nicht auf die Betriebszeit hochgerechnet werden kann, sondern nur den für diese Bedingungen entstehenden Kondensatanfall darstellt. Bei einer genauen Ermittlung der anfallenden Kondensatmenge sollte jede einzelne Stunde betrachtet werden.



Die von Kondensatausfall betroffene Luftmenge ist nur bedingt quantifizierbar. Jede Art der Berechnungen des Kondensatanfalls beruht auf Daten aus der Vergangenheit. Der tatsächliche Kondensatanfall kann aufgrund der zeitlich schwankenden Parameter vor Ort stark von den berechneten Werten abweichen.

#### Beispielberechnung:

Luftvolumenstrom:	200 $m^3/h$
Lufttemperatur Ein:	30 °C
Lufttemperatur Aus:	19 °C
Luftdichte:	1,20 $kg/m^3$
Relative Luftfeuchte Eintritt:	65 %

Aus dem h-x Diagramm kann der Wassergehalt  $\chi_{\text{LEWT, ein}}$  der Luft bei 30 °C und 65 % ermittelt werden. Dieser liegt, wie im Beispieldiagramm zu erkennen, bei = 17,4 g/kg. Ausgehend von diesem Punkt wird die Taupunkttemperatur durch Fällung des Lots auf die Nassdampf-temperatur bestimmt. Die so ermittelte Taupunkttemperatur liegt bei 22,7 °C. Kommt es innerhalb des L-EWT zu einer tieferen Temperaturabsenkung, muss Kondensat ausfallen, damit eine weitere Abkühlung stattfinden kann, wie im dargestellten Diagramm zu erkennen ist. Aus dem h-x Diagramm kann der Wassergehalt  $\chi_{\text{LEWT, ein}}$  der Luft bei 30 °C und 65 % ermittelt werden. Dieser liegt, wie im Beispieldiagramm zu erkennen, bei = 17,4 g/kg. Ausgehend von diesem Punkt wird die Taupunkttemperatur durch Fällung des Lots auf die Nassdampf-temperatur bestimmt.

Die so ermittelte Taupunkttemperatur liegt bei 22,7 °C. Kommt es innerhalb des L-EWT zu einer tieferen Temperaturabsenkung, muss Kondensat ausfallen, damit eine weitere Abkühlung stattfinden kann, wie im dargestellten Diagramm zu erkennen ist.

Um den Wassergehalt  $\chi_{\text{LEWT, aus}}$  zu ermitteln, wird der Nassdampf-temperatur bis zur Lufttemperatur am Austritt gefolgt. Bei einer Temperatur von 19 °C und einer Luftfeuchte von 100 % ergibt sich so ein Wassergehalt von 13,7 g/kg.

Werden nun die ermittelten Daten in die oben stehende Formel eingesetzt ergibt sich:

$$m_{\text{Kond}} = 1,20 \times 200 \times (0,0174 - 0,0137)$$

$$m_{\text{Kond}} = 0,888 \text{ [kg/h]}$$

## 07.03 Planungsunterstützung

Anfangen von der ersten Grobauslegung, über Detailplanungen, Unterstützung bei statischen Berechnungen bis zur Baustelleneinweisung ist REHAU ein kompetenter Partner.

### 07.03.01 Planungsunterstützung mit REHAU GAHED

Zur Berechnung von L-EWT Anlagen verwendet REHAU das eigens entwickelte Auslegungstool Ground Air Heat Exchanger Designer (kurz GAHED). Dieses berücksichtigt die in den Kapiteln 07.01 und 07.02 dargestellten Parameter und wird mit Realdaten ständig validiert. Dadurch ist eine bessere Annäherung der berechneten Ergebnisse an reale Bedingungen zu erwarten.

Die im Objektfragebogen (siehe Anhang) einzutragenden Angaben finden Anwendung in der Eingabemaske des Programms. Im Einzelnen gehen folgende Eingaben in die Berechnung ein:

- Installation neben oder unter dem Gebäude
- Rohrdimension Wärmetauscherrohr und ggf. Verteilerrohr (wird entsprechend des Volumenstroms ermittelt)
- Anzahl und Abstand der Wärmetauscherrohre bei Registerverlegung
- Verlegetiefe
- Abstand zur Bodenplatte bei überbauter Installation
- Temperatur im Gebäude oberhalb der Bodenplatte bei überbauter Installation
- U-Wert der Bodenplatte
- Maximaler Volumenstrom
- Ggf. Bypass-Angaben
- Klimadaten aus umfangreichem Klimadatenpeicher
- Bodendaten
- Mögliche Länge bei begrenztem Platzangebot (Berechnung von Wärmeertrag und Austrittstemperaturen)
- Gewünschte Austrittstemperaturen im Heiz- und/oder Kühlfall (Berechnung von erforderlicher Länge und damit verbundener Wärmeertrag)
- Lüftungsplan mit der Möglichkeit stundenweise Volumenströme in Zehntelteilen vom Maximalvolumenstrom anzuwenden

## 08 Normen und Richtlinien

ATV-DVWK-A 127

Statische Berechnung von Abwasserkanälen und -leitungen

DIN 1045

Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton

DIN 18125

Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Dichte des Bodens

DIN 18127

Proctorversuche

DIN 1946-6

Lüftung von Wohnungen

DIN EN 16798

Lüftung von Gebäuden

DIN EN 1610

Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

DVS 2207-11

Schweissen von thermoplastischen Kunststoffen – Heizelementschweissen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PP

ISO 10993

Biologische Beurteilung von Medizinprodukten

VDI 3803

Raumlufttechnische Anlagen – Bauliche und technische Anforderungen

VDI 4640

Thermische Nutzung des Untergrunds

VDI 6022 Blatt 1

Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln)

VDI 6022 Blatt 4

Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Qualifizierung von Personal für Hygienekontrollen, Hygieneinspektionen und die Beurteilung der Raumluftqualität

DIN EN ISO 16890

Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik



# Anhang

## Diagramme

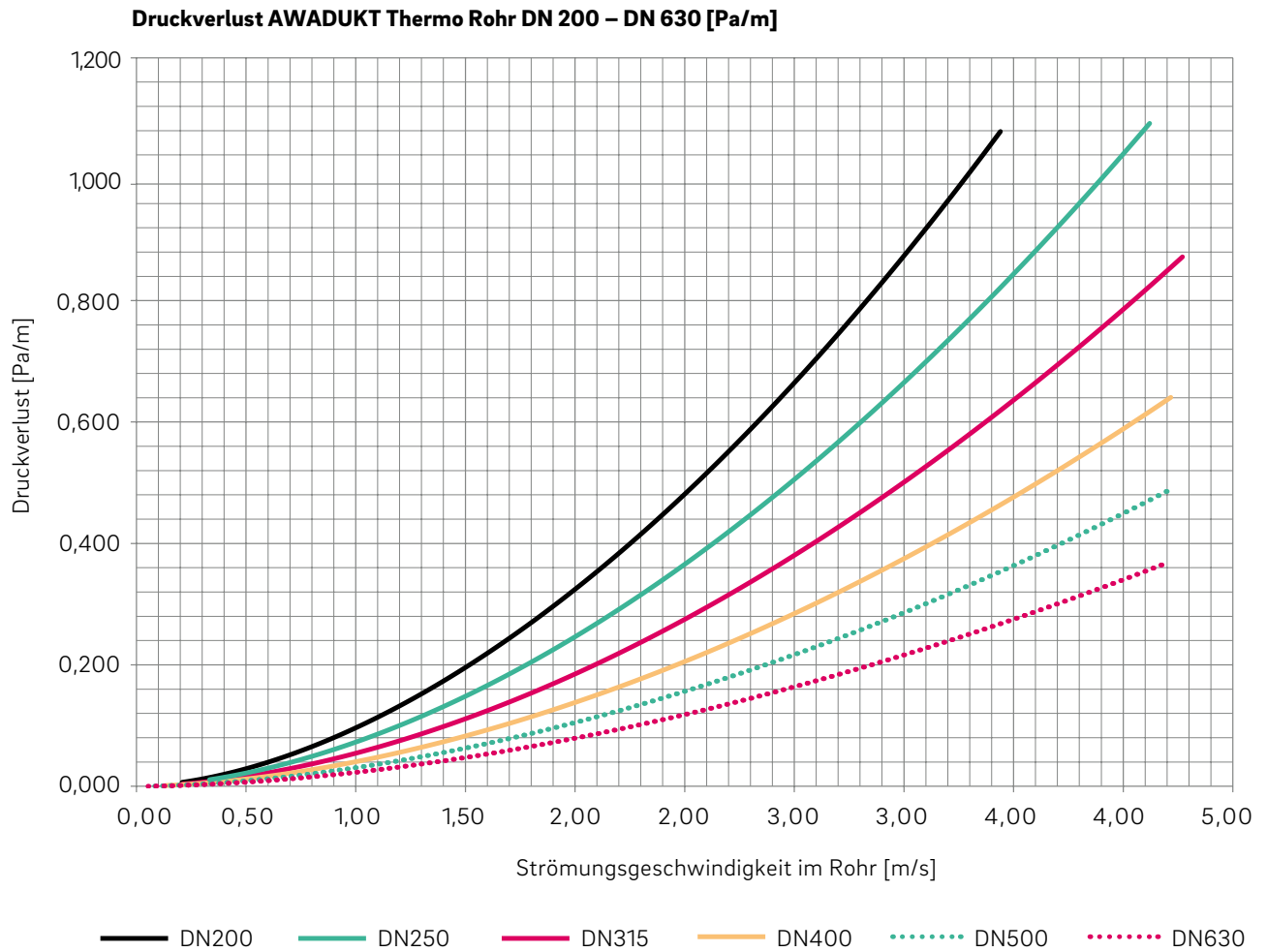


Abb. 08-1 Druckverlust AWADUKT Thermo Rohr DN 200 – DN 630 [Pa/m]

Abb. 08-2 Einfluss des Volumenstroms

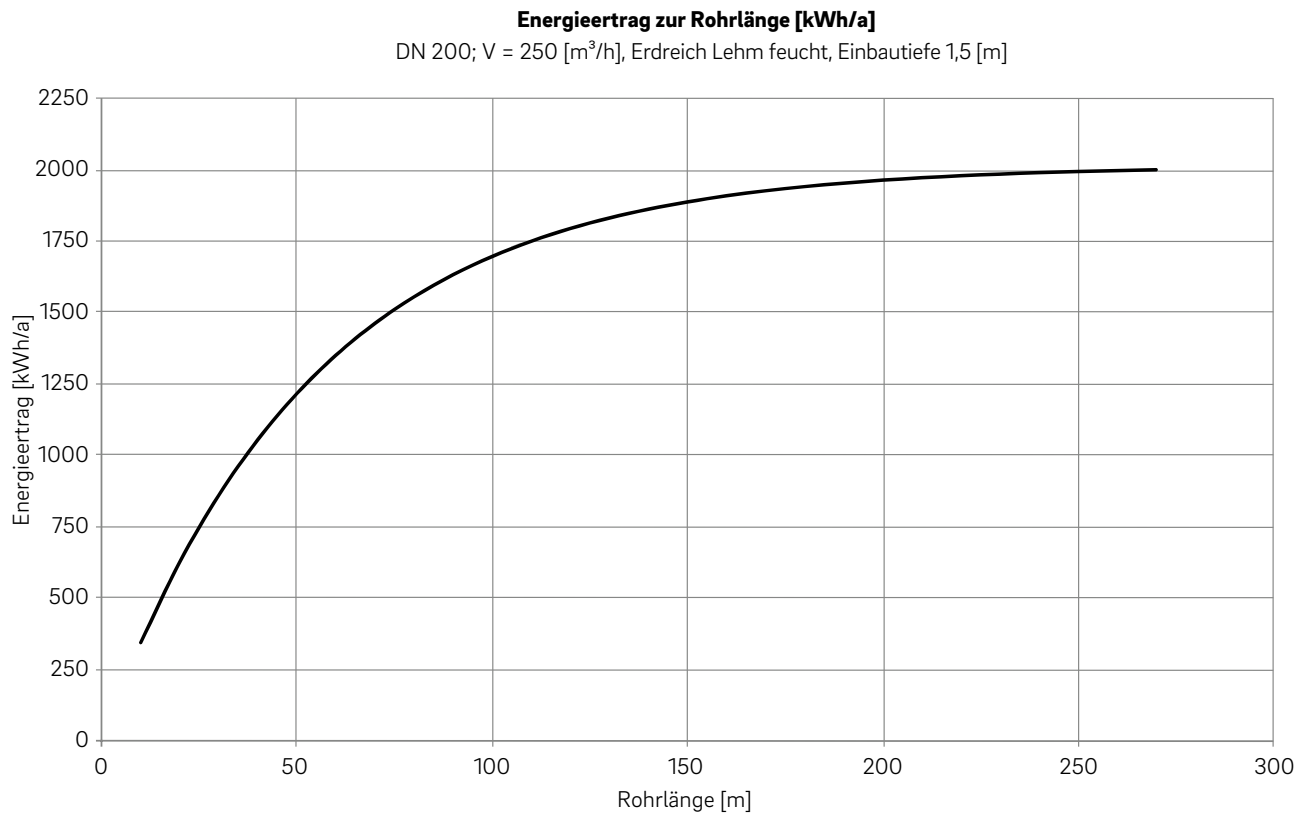


Abb. 08-3 Energieertrag zur Rohrlänge

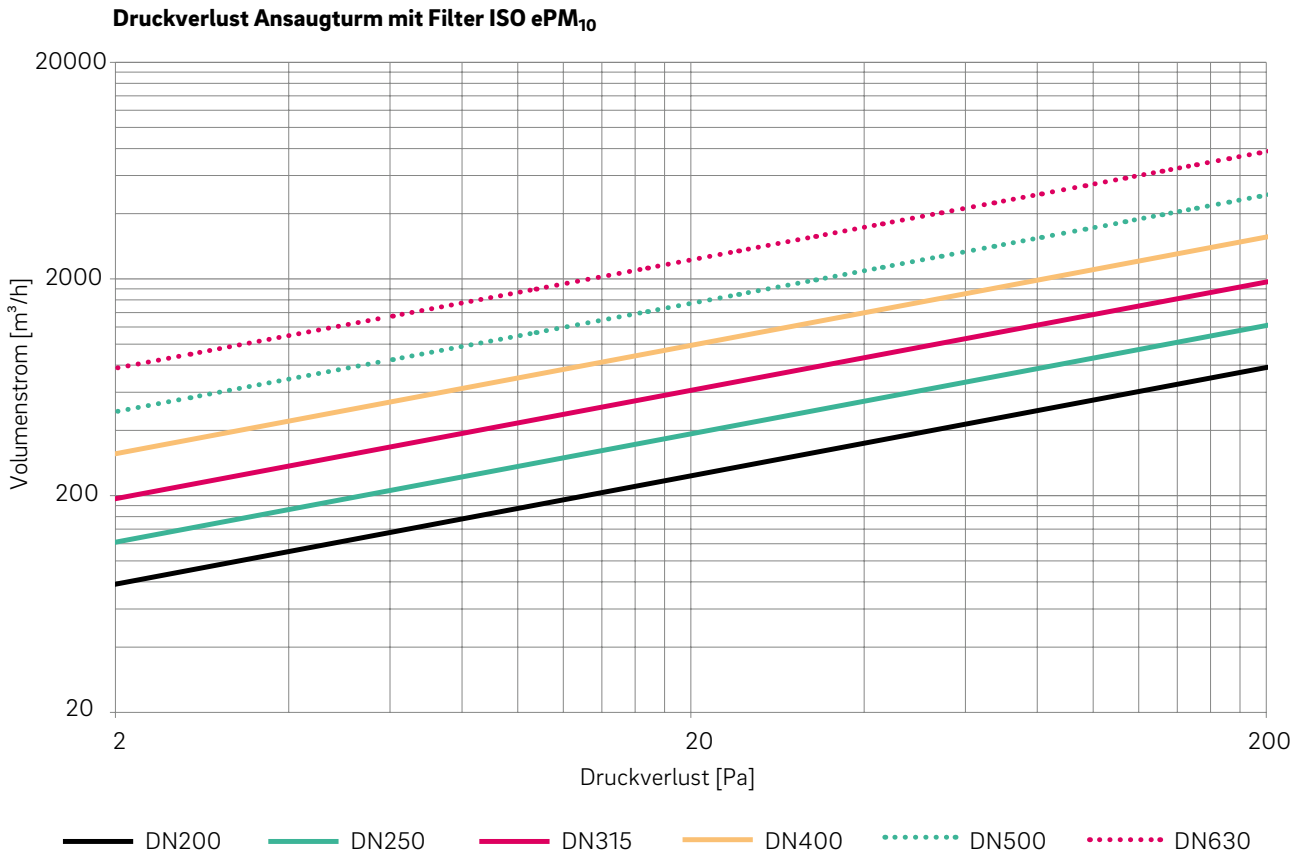


Abb. 08-4 Druckverlust Ansaugturm mit Filter ISO ePM<sub>10</sub>

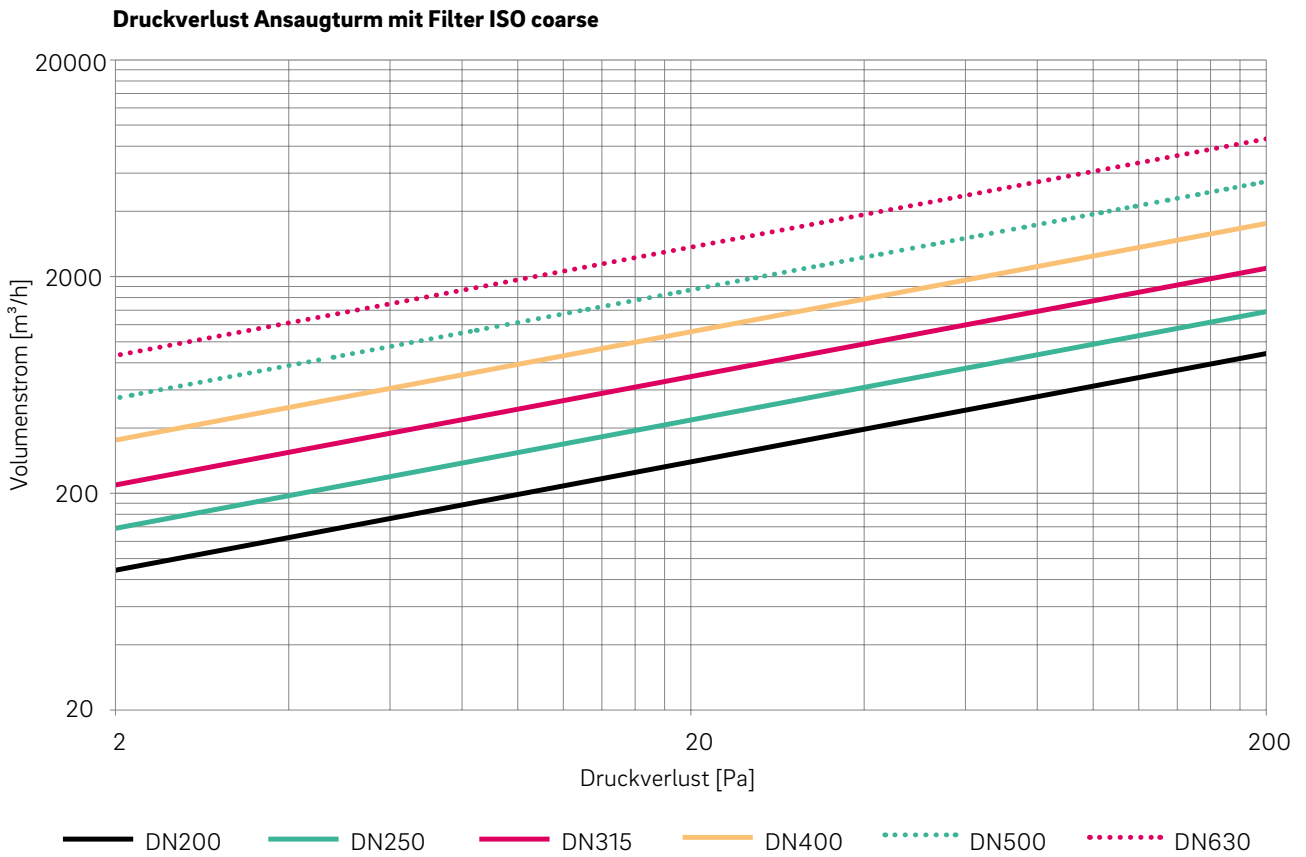


Abb. 08-5 Druckverlust Ansaugturm mit Filter ISO coarse

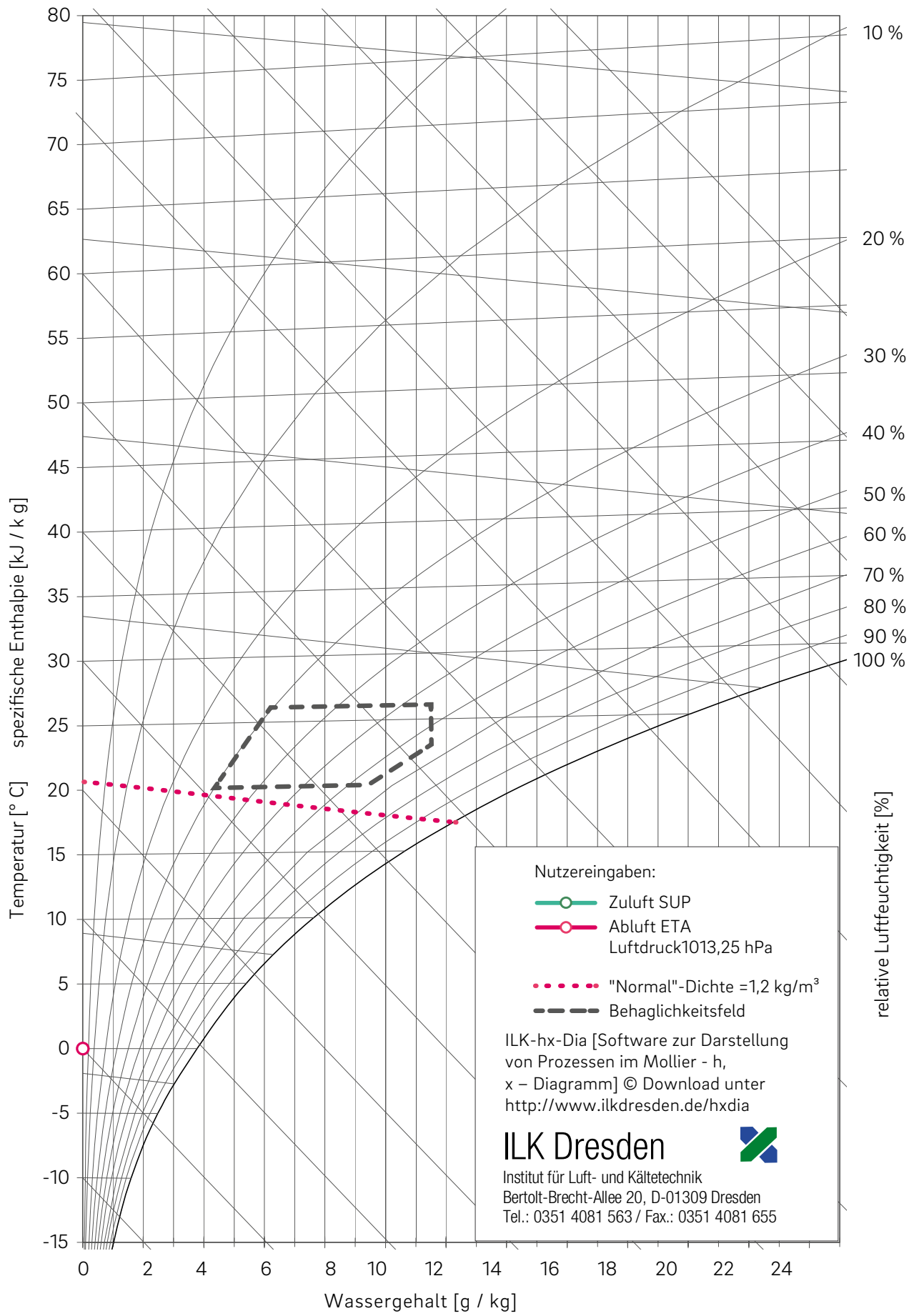


Abb. 08-6 Einfluss des Volumenstroms

## Masse

## Ansaugturm

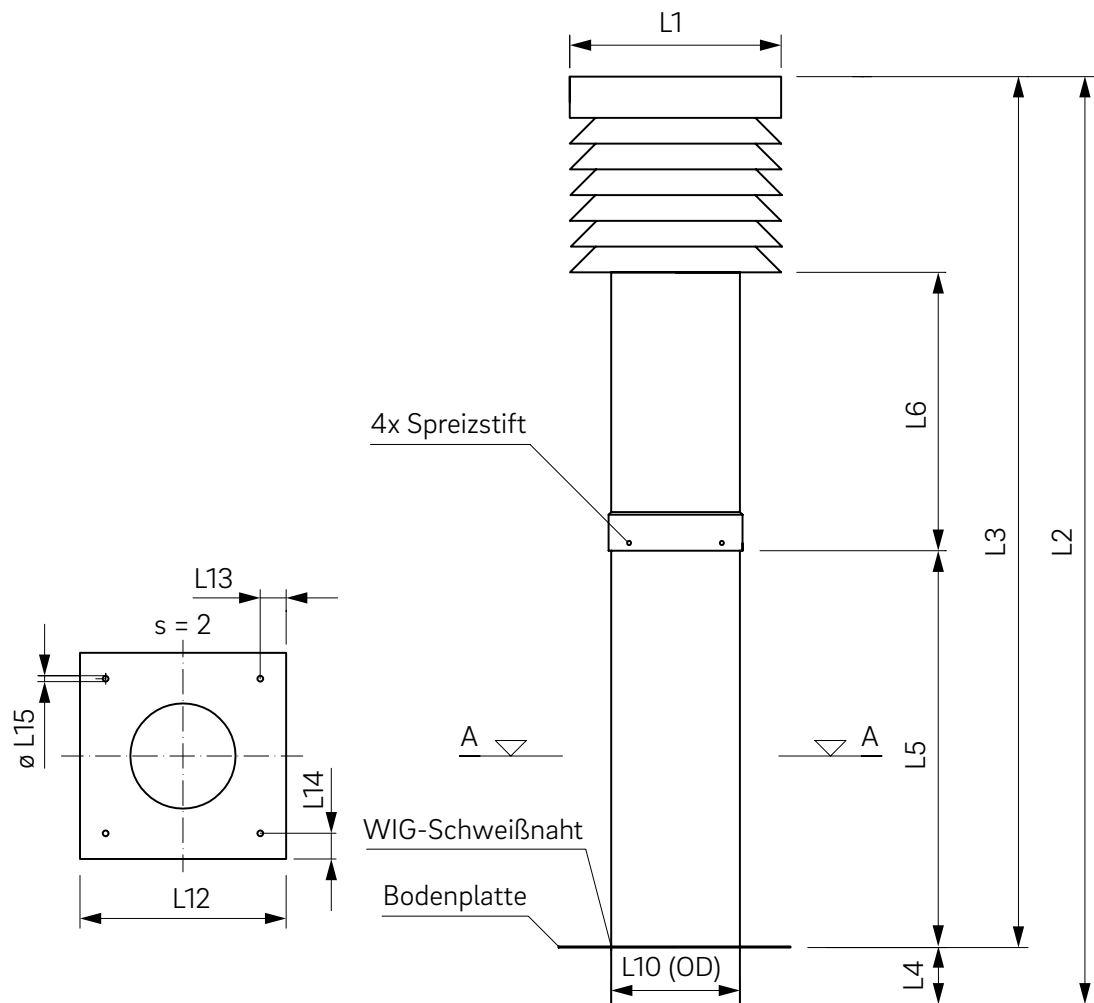


Abb. 08-7 Ansaugturm

Material - Nr.	Dimension	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L10	L12	L13	L14	L15
11701881003	DN200	360	1720	1640	80	920	390	200	400	50	50	11,5
11704081003	DN250	410	1800	1690	110	770	540	250	450	50	50	11,5
11704181003	DN315	475	1860	1740	120	775	535	315	515	50	50	11,5
11704281003	DN400	620	2120	1970	150	870	440	400	600	50	50	11,5
11704381003	DN500	720	2230	2050	180	900	410	500	700	50	50	11,5
13529221001	DN630	850	2330	2150	180	950	360	630	830	50	50	11,5

Tab. 08-1 Abmessungen Ansaugturm

## Kondensatablauf S DN 200 - DN315

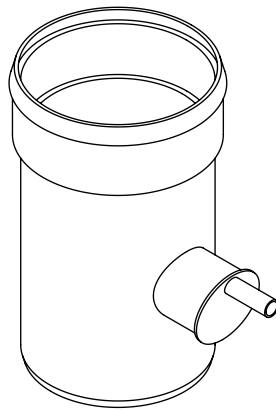


Abb. 08-8 Kondensatablauf S DN 200 - DN 315

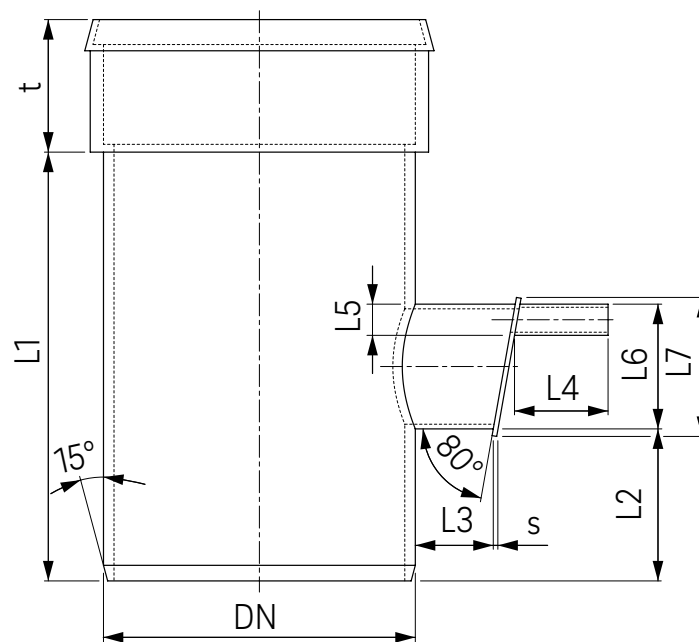


Abb. 08-9 Kondensatablauf S DN 200 - DN 315

Material - Nr.	Dimension	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	t	s
12277551003	200	485	130	100	120	40	160	180	101	10
12277651003	250	485	170	100	120	40	160	180	135	10
12277751003	315	550	195	100	120	40	160	180	145	10

Tab. 08-2 Abmessungen Kondensatablauf S DN 200 - DN 315

## Kondensatablauf S DN 400 - DN 630

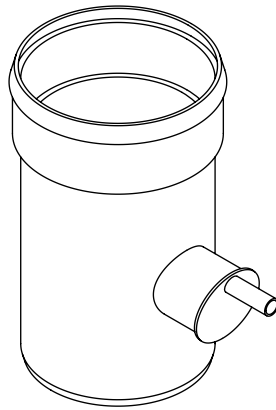


Abb. 08-10 Kondensatablauf S DN 400-DN 630

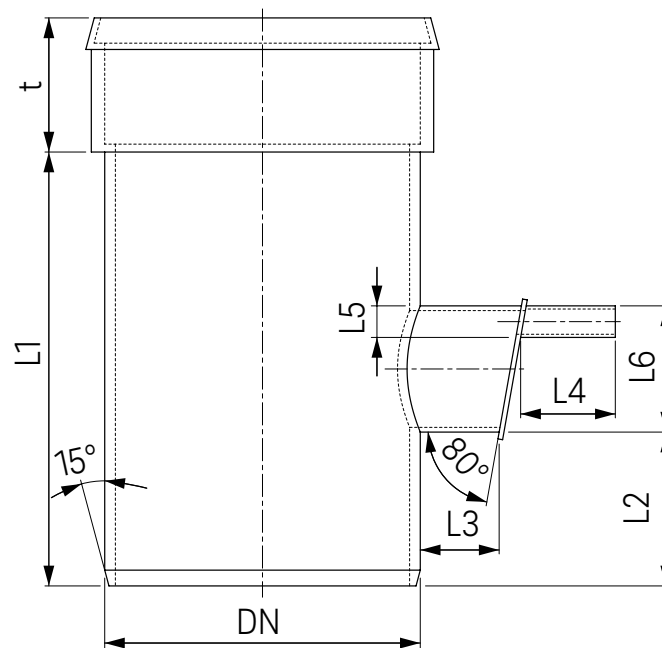


Abb. 08-11 Kondensatablauf S DN 400 - DN 630

Material - Nr.	Dimension	L1	L2	L3	L4	L5	L6	t
12298451003	400	550	195	100	120	40	160	170
12298551003	500	550	230	100	120	40	160	195
12183691003	630	600	250	100	120	40	160	215

Tab. 08-3 Abmessungen Kondensatablauf S DN 400-DN 630

Kondensatablauf R DN 200 - DN 315

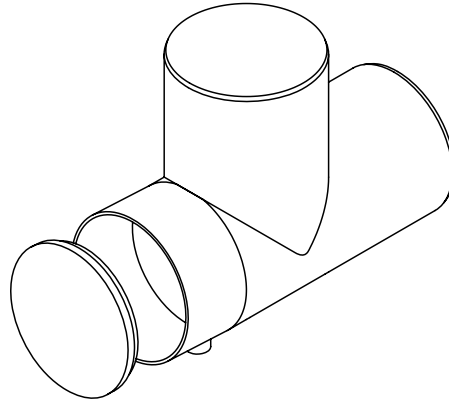


Abb. 08-12 Kondensatablauf R DN 200 - DN 315

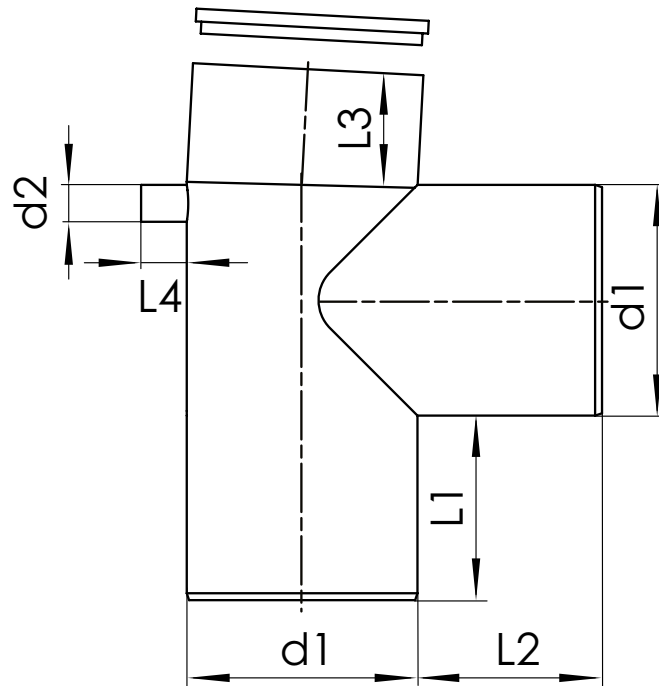


Abb. 08-13 Kondensatablauf R DN 200 - DN 315

DN	d1	d2	L1	L2	L3	L4
200	200	40	155	150	100	50
250	250	40	200	200	122	50
315	315	40	252	253	150	50

Tab. 08-4 Abmessungen DN 200 - DN 315



## Kondensatablauf R DN 400-DN 630

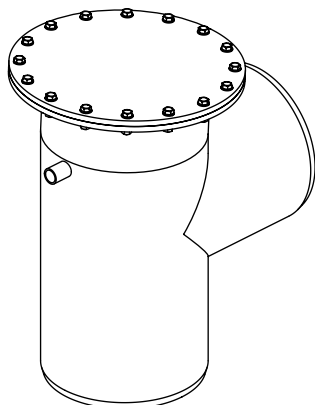


Abb. 08-14 AWADUKT Thermo Kondensatablauf R (DN 400-DN 630)

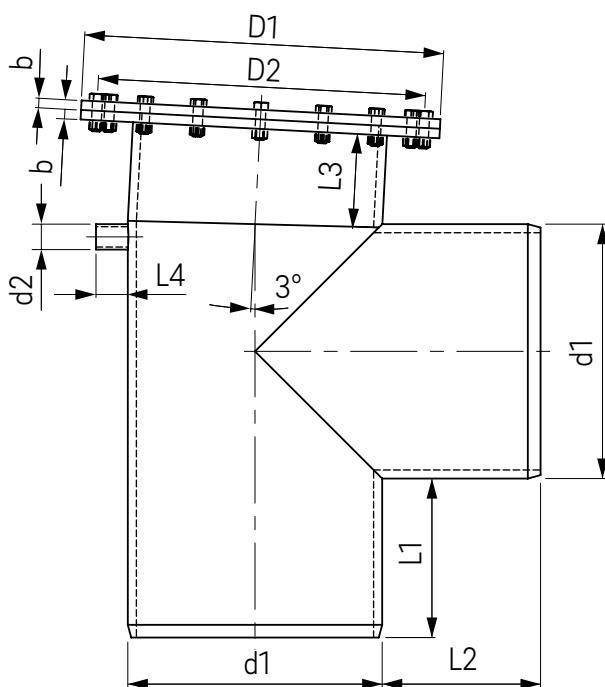


Abb. 08-15 AWADUKT Thermo Kondensatablauf R (DN400-DN 630)

DN	d1	d2	D1	D2	L1	L2	L3	L4	b
400	400	40	565	515	250	249	150	50	15
500	500	40	670	620	278	275	220	50	15
630	630	40	800	730	300	300	250	50	15

Tab. 08-5 Abmessungen Kondensatablauf R DN 400-630

## Kondensatsammelschacht DN 315

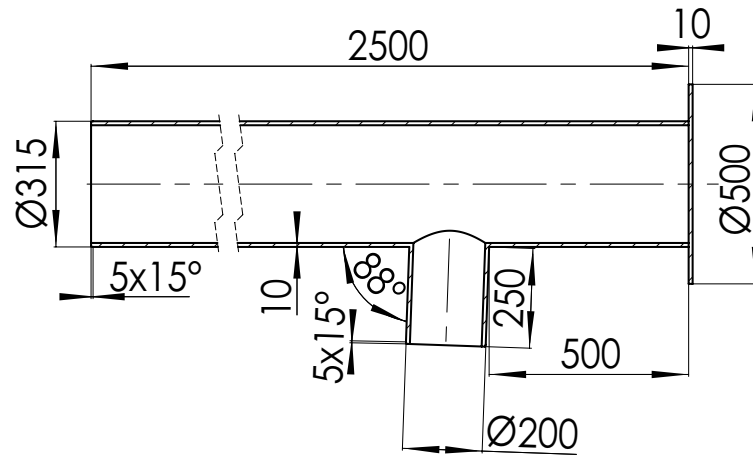


Abb. 08-16 Kondensatsammelschacht DN 315

### Installation Ansaugturm mit Einfachabzweig

In Strömungsrichtung der Luft

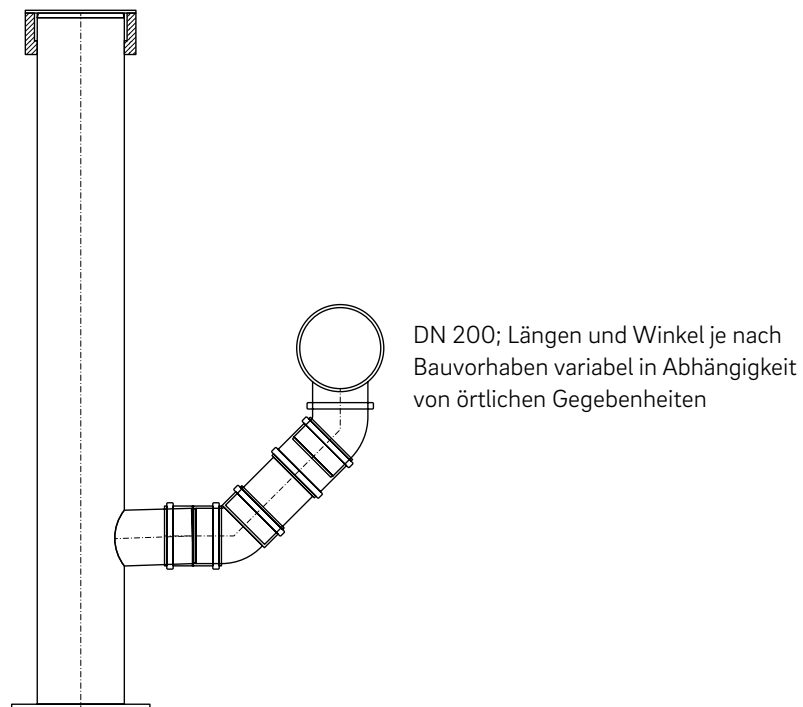


Abb. 08-17 Einfachabzweig, Darstellung in Strömungsrichtung der Luft

Draufsicht

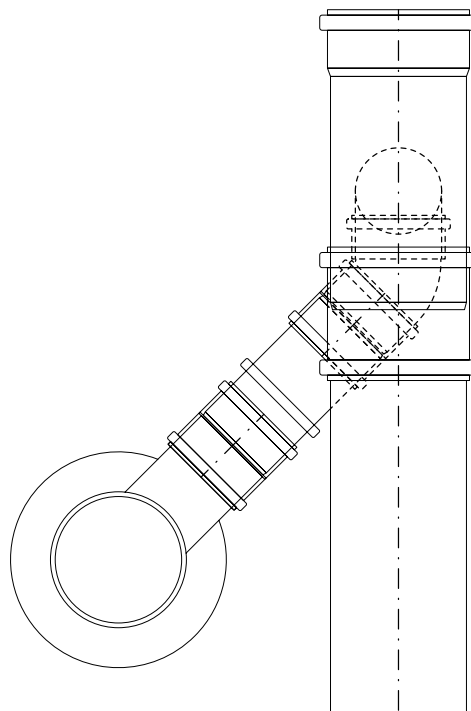


Abb. 08-18 Einfachabzweig, Draufsicht

**Installation neben Ansaugturm**

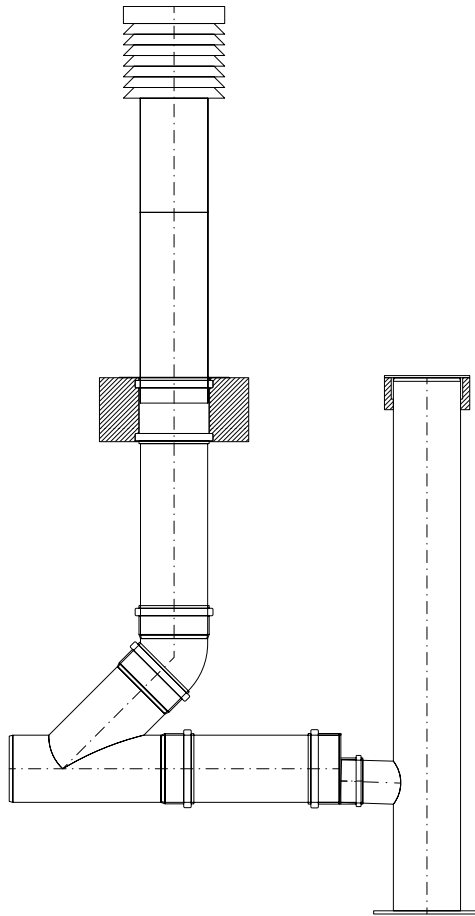


Abb. 08-19 Kondensatsammelschacht direkt neben Ansaugturm

**Installation am Verteilerbalken**

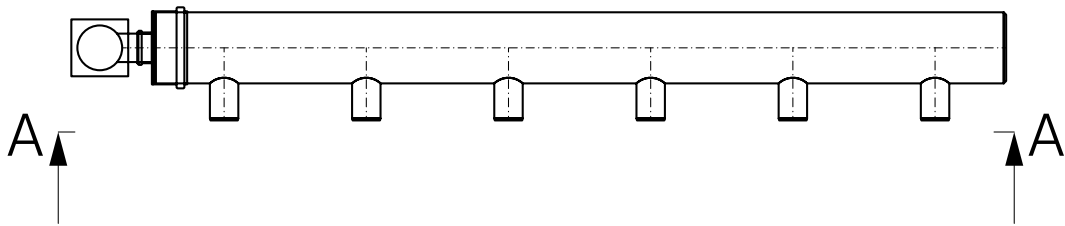


Abb. 08-20 Draufsicht

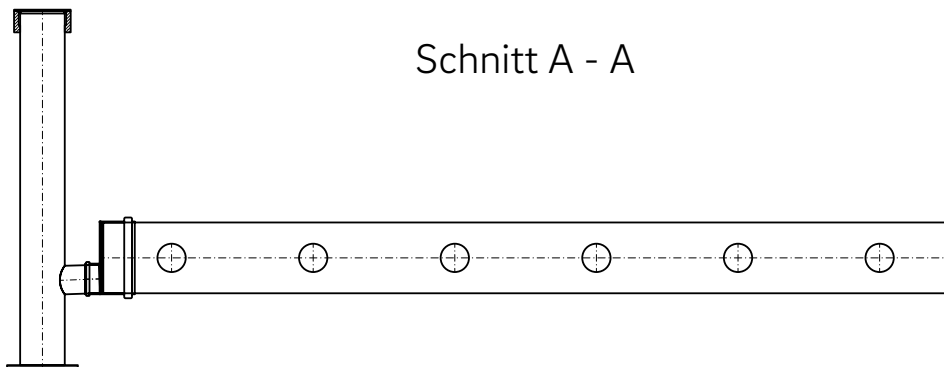
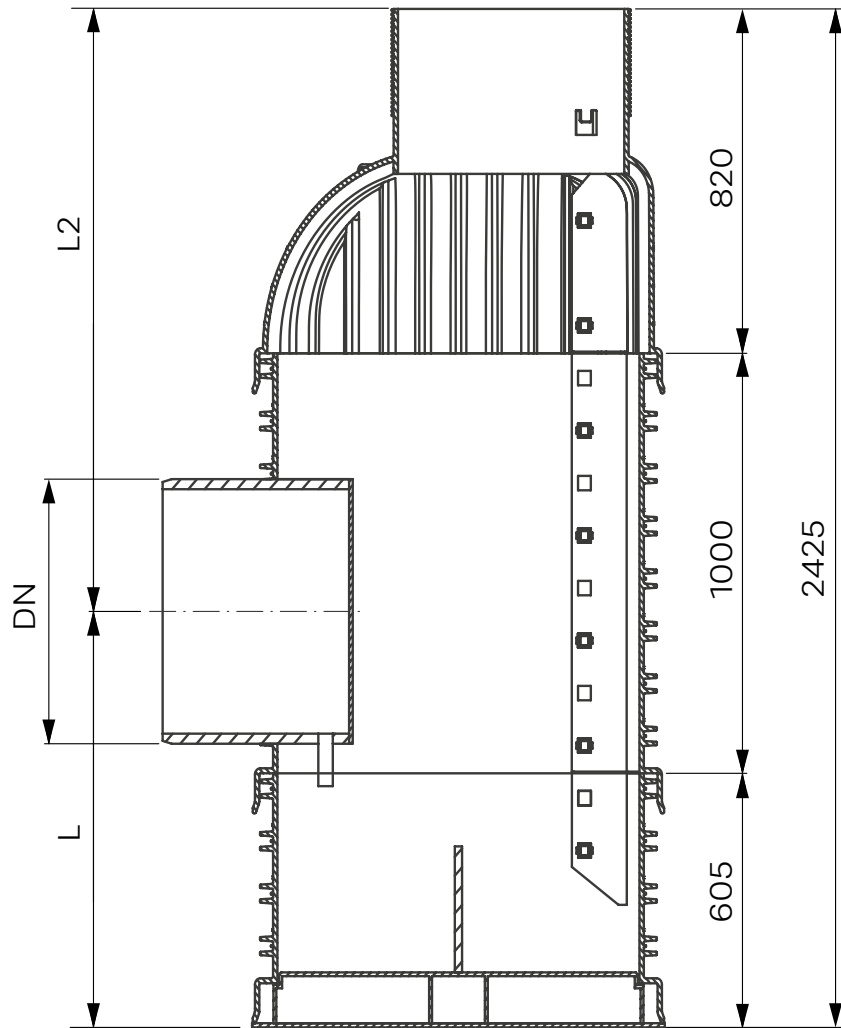


Abb. 08-21 Schnitt A - A aus Abb. 5-23

## Revisionsschacht DN 1000



Mat.-Nr.	DN/OD Stutzen mm	DN/ID Stutzen mm	L mm	L2 mm
11049681001	400		1000	1425
11049691001	500		950	1475
11049701001	630		990	1435
110497110001		700	1078	1347

Prüfaufbau (Abspernung für Dichtheitsprüfung)

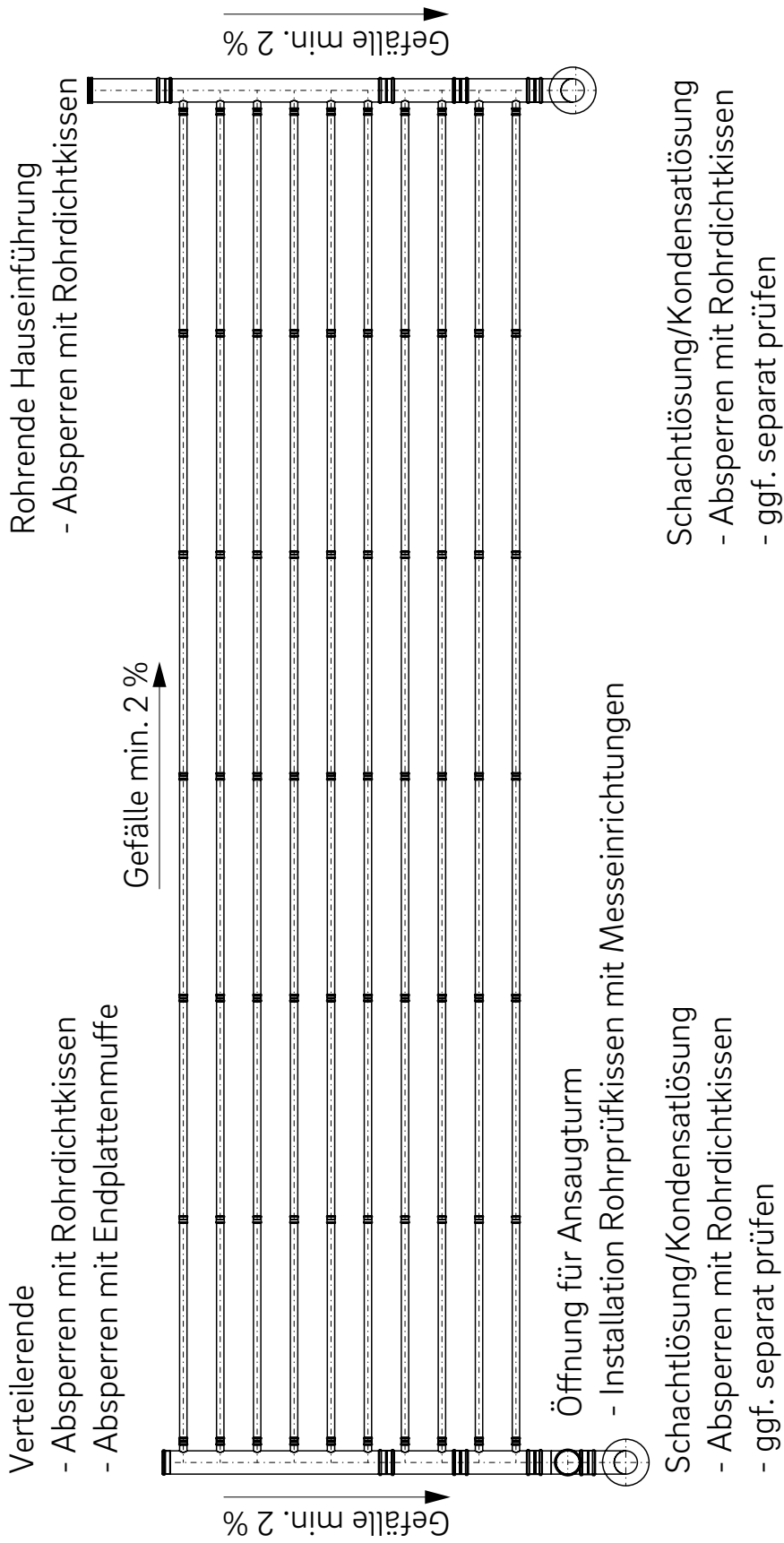


Abb. 08-22 Prüfaufbau (Abspernung für Dichtheitsprüfung)

# Objektfragebogen für Lufterdwärmetauscher

Bitte ausgefüllt an das zuständige REHAU Verkaufsbüro senden

Beachten Sie bitte, dass unsere Beratung und Auslegungsplanung auf den von Ihnen zur Verfügung gestellten Daten und den einschlägigen technischen Regelwerken beruht. Bitte prüfen Sie anhand der Unterlagen, ob die Daten und Ergebnisse für Ihr Bauvorhaben zutreffen. Wir bitten zu beachten dass die Vorgaben aus den aktuellen Technischen Informationen zu den eingesetzten Produkten zu beachten sind.

## Bauvorhaben:

Name: \_\_\_\_\_  
 Strasse/Hausnummer: \_\_\_\_\_  
 Ort/PLZ: \_\_\_\_\_  
 Planungsphase:  Vorplanung/Kostenschätzung  Entwurfsplanung  Ausführungsplanung

## Kundendaten:

Name: \_\_\_\_\_  
 Ort/PLZ: \_\_\_\_\_  
 Tel./Fax/Email: \_\_\_\_\_  
 Ansprechpartner: \_\_\_\_\_  
 Installateur  Planer  Baugewerbe  Behörden  Andere

## Kundendaten:

Gewünschte Fertigstellung bis: \_\_\_\_\_

## Gebäude:

Projektstandort: \_\_\_\_\_  Stadt  Land  
 Gebäudenutzung (Bürogebäude, Krankenhaus, Wohnhaus etc.): \_\_\_\_\_  
 Keller vorhanden  ja  nein

## Angabe Gebäudevolumen und Luftwechselrate ODER benötigter Luftvolumenstrom:

Gebäudevolumen: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>      Luftwechselrate: 1/h \_\_\_\_\_  
 benötigter Luftvolumenstrom: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/h

## Bodendaten:

Bodenart:  Reinsande  Lehmsande  Schluffsand  Normallehme  Sandlehme  Tonlehme  
 Bodenfeuchtigkeit:  Sandschluffe  Lehmschluffe  Tonschluffe  Schlufftone  Lehmtone  Sonstiges \_\_\_\_\_  
 Bodenfeuchtigkeit:  Grundwasser vorhanden      GW-Stand: \_\_\_\_\_ m u GOK

## Bodendaten Optional

Dichte Boden: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>3</sup>      Wärmeleitfähigkeit: \_\_\_\_\_ W/m K  
 spezifische Wärmekapazität: \_\_\_\_\_ MJ/m<sup>3</sup>K

## Einbaubedingungen:

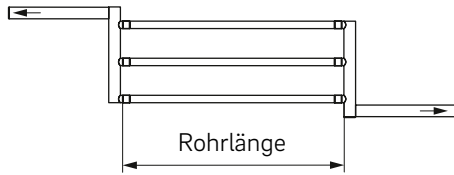
Mittlere Einbautiefe (Höhe über Rohrsohle): \_\_\_\_\_ h [m]  
 Zur Verfügung stehende Fläche:\* \_\_\_\_\_ Länge [m]      \_\_\_\_\_ Breite [m]

\* Wenn vorhanden Skizze bzw. CAD-Zeichnung beilegen!

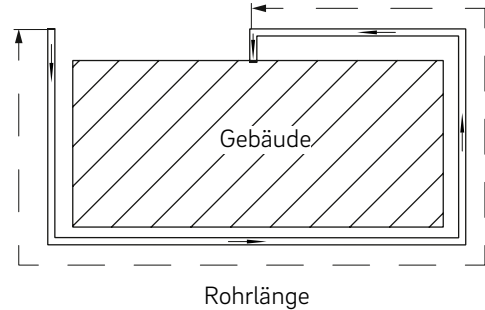
Art des Einbaus:  freie Oberfläche  
 unter versiegelter Oberfläche      Art der Versiegelung \_\_\_\_\_  
 unter dem Gebäude      Kellerinnenraumtemperatur: \_\_\_\_\_  
 U-Wert: \_\_\_\_\_      Abstand zu Bodenplatte \_\_\_\_\_

**Gewünschte Rohrverlegung:**

Registersystem



Ringsystem

**Auslegungsbedingungen:**

- Winter (Luftvorwärmung) Max. Stundenbetrieb: \_\_\_\_\_ h/d
- Sommer (Luftkühlung) Art der Kühlung: \_\_\_\_\_ Max. Stundenbetrieb: \_\_\_\_\_ h/d
- Bypassschaltung vorgesehen Heizgrenztemperatur: \_\_\_\_\_ °C Kühlgrenztemperatur: \_\_\_\_\_ °C
- Toleranz: \_\_\_\_\_ K

 **Auslegungsmöglichkeit 1:**

Berechnung der Rohrlänge für eine benötigte definierte Lufteingangstemperatur (z.B. am Eingang einer Wärmerückgewinnungsanlage)

- Luftvorwärmung: \_\_\_\_\_ °C Lufttemperatur (zur Wärmerückgewinnungsanlage)
- Luftkühlung: \_\_\_\_\_ °C Lufttemperatur (zur Wärmerückgewinnungsanlage)

Standardauslegung auf 0 °C im Winterfall auf die Lufttemperatur zur Wärmerückgewinnungsanlage (Luftvorwärmung)

 **Auslegungsmöglichkeit 2:**

Berechnung der sich einstellenden Lufteingangstemperatur anhand einer definierten Rohrlänge

- Registersystem: Individuelle Rohrlänge – Länge wie oben gezeigt: \_\_\_\_\_ m
- Anzahl der Wärmetauscherrohre (Abgänge): \_\_\_\_\_ Stck.
- Registersystem: Individuelle Rohrlänge – Länge wie oben gezeigt: \_\_\_\_\_ m
- Anzahl der 90° Bögen: \_\_\_\_\_ Stck. Längste Seite: \_\_\_\_\_ m
- Kürzeste Seite: \_\_\_\_\_ m

**Bemerkungen/Ergänzungen:**

Ort / Datum

Ersteller: Stempel / Unterschrift



# Glossar

## Abluft (ETA oder AB)

Abluft ist die aus einem Raum frei oder gezwungen abströmende Luft. Bei der Betrachtung von Wohnraum kann diese Abluft z.B. weiter verwendet werden, indem diese anderen Räumen als Umluft wieder zugeführt wird oder ihre thermische Energie in einer Wärme- oder Kälterückgewinnung genutzt wird. Sie wird in DIN EN 16798 nach dem Grad ihrer Verunreinigung in verschiedene Kategorien klassifiziert.

## Aussenluft (ODA oder AU)

Aussenluft als eine der Luftarten in der Lüftungs- und Klimatechnik ist die aus der Umgebung angesaugte Luft. Dies ist die Luft, die an der Aussenseite des Gebäudes vorkommt. Sie wird in DIN EN 16798 nach dem Grad ihrer Verunreinigung in verschiedene Kategorien klassifiziert.

## Bauteil

Als Bauteil wird im Rahmen dieser Technischen Information jedes Produkt verstanden, welches dazu geeignet ist, Luft zu führen und mit einem anderen Bauteil verbunden werden kann.

## Besenrein

Ist eine Beschreibung für eine mit einem Besen oder einer Bürste gereinigte Oberfläche, die bei einer Sichtprüfung als sauber beurteilt werden kann. Detaillierte Anforderungen können VDI 6022 Blatt 1 entnommen werden.

## Fortluft (EHA oder FO)

Fortluft ist in der Klimatechnik die ins Freie geblasene Abluft. Damit ist die Luft für die Klimatechnik nicht mehr nutzbar. Zuvor kann der Luft jedoch mit einer Wärme- oder Kälterückgewinnung Energie entzogen werden und diese dem Prozess wieder zugeführt werden. Sie wird in DIN EN 16798 nach dem Grad ihrer Verunreinigung in verschiedene Kategorien klassifiziert.

## Grundwasser

Ist das den Untergrund zusammenhängend ausfüllende und der Schwerkraft unterliegende Wasser. Grundwasser entsteht durch die Versickerung von Niederschlagswasser.

## Hygiene

Die Hygiene ist die Lehre von der Verhütung von Krankheiten und der Erhaltung und Festigung der Gesundheit.

## Leistungszahl

Die Leistungszahl  $\epsilon$  eines Luft-Erdwärmetauschers ist das momentane Verhältnis von abgegebener bzw. aufgenommener Wärmeleistung zu aufgenommener elektrischer Antriebsleistung, bezogen auf einen bestimmten Anlagenumfang.

## Luft-Erdreichwärmetauscher bzw. Luft-Erdwärmetauscher (L-EWT)

Als L-EWT bezeichnet man eine Einrichtung zur Übertragung thermischer Energie vom Erdreich auf einen leitungsgebundenen Luftmassenstrom (Heizfall) oder umgekehrt (Kühlfall).

## Lufthygiene

Ist der Teil der Hygiene, der sich mit den für die Gesundheit und das Wohlbefinden massgeblichen Wechselbeziehungen zwischen dem Menschen und der Atemluft beschäftigt.

## Luftwechselrate

Beschreibt das Verhältnis des Volumenstroms pro Stunde zum Volumen der Nutzungseinheit bzw. des Raums.

## Nenndurchmesser DN

Der Nenndurchmesser kennzeichnet die Durchmesserklassifikation eines Rohrs, ausgedrückt in mm. Wenn nicht näher benannt, ist der Aussendurchmesser des Rohrs angegeben. Zur Benennung des Innendurchmessers als Nenndurchmesser wird die Kennung DN/ID verwendet.

## Niederschlagswasser

Ist das durch Niederschläge auf die Oberfläche aufgebraachte Wasser, das anschliessend abfließt oder im Erdreich versickert.

## Raumluft (IDA oder RL)

Als Raumluft wird in der Klimatechnik die Luft in Räumen von Gebäuden beschrieben. In DIN EN 16798 werden verschiedene Kategorien nach Erwartungen an die Qualität klassifiziert.

## Raumlufttechnische Anlage (RLT Anlage)

Eine RLT Anlage ist die Gesamtheit aller Elemente, die für eine ventilatorgestützte Belüftung von Gebäuden erforderlich sind. Dazu zählen alle beteiligten Bauteile aber auch bauliche Gegebenheiten zur Verbesserung der Raumluftparameter und Systeme, welche natürliche Wärme- oder Kältesenken nutzen.

Rohrscheitel

Als Rohrscheitel wird der obere Teil der Aussenfläche des Rohres (12-Uhr-Punkt) bezeichnet.

Rohrsohle

Als Rohrsohle wird der untere Teil der Aussenfläche des Rohrs (6-Uhr-Punkt) bezeichnet.

Umluft (RCA oder UM)

Umluft ist Abluft, die in das Luftbehandlungssystem rückgeführt wird und mindestens einem Raum als Bestandteil der Zuluft wieder zugeführt wird, aus dem sie nicht entnommen wurde.

Untergrund

Als Untergrund wird hier die gesamte, unter der Erdoberfläche befindliche Materie bezeichnet.

Ventilator

Der Ventilator ist ein ausserhalb der Nutzungseinheit installiertes Bauteil zur Ab- oder Zuluftförderung aus bzw. in eine oder mehrere Nutzungseinheiten (Räume).

Verdichtungsgrad

Der Quotient aus der Trockendichte des Bodens nach DIN 18125-2 und ermittelter Proctordichte nach DIN 18127.

Verlegetiefe

Bezeichnet die Höhendifferenz zwischen der Auflagefläche des Rohres und der Geländeoberkante (GOK).

Wärmerückgewinnung (WRG)

Ist ein Sammelbegriff für Verfahren zur Wiedernutzbarmachung der thermischen Energie eines den Prozess verlassenden Massenstroms.

Zuluft (SUP oder ZU)

In der Klimatechnik kennzeichnet Zuluft die den Räumlichkeiten zugeführte Luft. Durch Filtern, Erwärmen, Kühlen und Be- oder Entfeuchten kann die Zuluft vorbehandelt sein.

# Abkürzungsverzeichnis

AB	Abluft
AU	Aussenluft
DA	Raumluft
DDA	Aussenluft
DN	Nenndurchmesser
DN/ID	Innendurchmesser als Nenndurchmesser
EHA	Fortluft
ETA	Abluft
EWT	Erdwärmetauscher
FO	Fortluft
GOK	Geländeoberkante
IDA	Raumluft
L-EWT	Luft-Erdwärmetauscher
ODA	Aussenluft
RCA	Umluft
RL	Raumluft
RLT	raumlufttechnisch
SL	Safety Lock
SUP	Zuluft
UM	Umluft
WRG	Wärmerückgewinnung
ZU	Zuluft

Die Unterlage ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben vorbehalten.

Unsere anwendungsbezogene Beratung in Wort und Schrift beruht auf langjährigen Erfahrungen sowie standardisierten Annahmen und erfolgt nach bestem Wissen. Der Einsatzzweck der REHAU Produkte ist abschliessend in den technischen Produktinformationen beschrieben. Die jeweils gültige Fassung ist online unter [www.rehau.com/TI](http://www.rehau.com/TI) einsehbar. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung der

Produkte erfolgen ausserhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschliesslich im Verantwortungsbereich des jeweiligen Anwenders/Verwenders/Verarbeiters. Sollte dennoch eine Haftung in Frage kommen, richtet sich diese ausschliesslich nach unseren Lieferungs- und Zahlungsbedingungen, einsehbar unter [www.rehau.com/conditions](http://www.rehau.com/conditions), soweit nicht mit REHAU schriftlich etwas anderes vereinbart wurde. Dies gilt auch für etwaige Gewährleistungsansprüche, wobei sich die Gewährleistung auf die gleichbleibende Qualität unserer Produkte entsprechend unserer Spezifikation bezieht. Technische Änderungen vorbehalten.

[www.rehau.ch/verkaufsrueros](http://www.rehau.ch/verkaufsrueros)

© REHAU Vertriebs AG  
Industriestrasse 47  
8152 Glattbrugg  
Schweiz  
+41 44 839 79 79  
[gebaeudetechnik.ch@rehau.com](mailto:gebaeudetechnik.ch@rehau.com)

342620 CH/de 03.2022