

Montage- und Betriebsanleitung

Luft-/Erdwärme-Übertrager



x-well

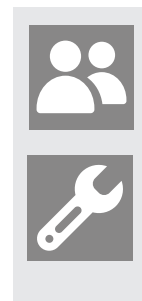
Inhaltsverzeichnis



1. Zu dieser Anleitung	4
1.1 Verwendete Symbole	4
1.2 Zulässiger Gebrauch	5
1.3 Nicht zulässiger Gebrauch	5
1.4 Mitgeltende Dokumente	6
2. Vorgaben, Normen und Vorschriften	6
3. Sicherheitshinweise	7
3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise	7
4. Transport, Verpackung und Lagerung	8
4.1 Transport	8
4.2 Verpackung	8
4.3 Lagerung	8
5. Aufbau und Funktion	9
5.1 Funktionsprinzip Luft-/Erdwärme-Übertrager	9
5.2 Einsatzbereiche von Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen	10
5.3 Systemkomponenten	12
6. Montage	24
6.1 Allgemeines zur Anlieferung von Bauteilen	24
6.2 Einbau und Verlegung von Ansaugseinheiten	25
6.3 Einbau und Verlegung von Rohren und Formteilen	28
6.4 Einbauanleitung Ansaugtürme	55
7. Wartung	56
7.1 Bestimmungen zur Instandhaltung	56
7.2 Hygieneinspektion	56
7.3 Hygienekontrollen	57
7.4 Reinigungsverfahren	58
7.5 Filterwechsel am Ansaugturm	60
8. Außerbetriebnahme / Entsorgung	61
9. Technische Merkmale	61
9.1 Technische Daten	61



10. Anhang	71
10.1 Energetische Einflussgrößen	71
10.2 Kennlinien	78



1. Zu dieser Anleitung

Diese Anleitung beschreibt die Montage des Luft-/Erdwärme-Übertragers. Diese Anleitung ist Bestandteil des Luft-/Erdwärme-Übertragers und muss während der Lebensdauer des Produkts aufbewahrt werden. Geben Sie die Anleitung jedem nachfolgenden Besitzer, Betreiber oder Bediener weiter. Diese Anleitung muss in unmittelbarer Nähe der Anlage aufbewahrt werden und dem Bedien-, Wartungs- und Servicepersonal jederzeit zugänglich gemacht werden. Vor Gebrauch und vor Beginn aller Arbeiten muss die Anleitung sorgfältig gelesen und verstanden werden. Grundvoraussetzung für sicheres Arbeiten ist die Einhaltung aller angegebenen Sicherheits- und Handlungsanweisungen in dieser Anleitung. Darüber hinaus gelten die örtlichen Unfallverhütungsvorschriften.

1.1 Verwendete Symbole

In dieser Anleitung werden folgende Symbole verwendet:



Informationen für Nutzer/-innen.



Informationen oder Anweisungen für qualifiziertes Fachpersonal.



GEFAHR

Lebensgefahr!

- ▶ Steht für eine unmittelbar drohende Gefahr, die zu schweren Verletzungen oder zum Tod führt.



WARNUNG

Gefährliche Situation!

- ▶ Steht für eine möglicherweise gefährliche Situation, die zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen könnte.

 HINWEIS

Sachschäden!

- Steht für eine möglicherweise gefährliche Situation, die zu Sachschäden führen könnte.



Zusätzlicher Hinweis zum Verständnis.



1.2 Zulässiger Gebrauch

Der Luft-/Erdwärme-Übertrager darf nur wie in dieser Montageanleitung beschrieben geplant, installiert und betrieben werden. Jeder andere Gebrauch ist nicht bestimmungsgemäß und deshalb unzulässig.

Beachten Sie alle geltenden nationalen und internationalen Verlege-, Installations-, Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften sowie die Hinweise dieser Anleitung.

Einsatzgebiete, die in dieser Technischen Information nicht erfasst werden (Sonderanwendungen), erfordern die Rücksprache mit Kermi.

Für eine ausführliche Beratung wenden Sie sich an Ihre(n) zuständige(n) Kermi Verkaufsberater/-in. Es wird auszugsweise auf allgemein gültige Normen und Vorschriften verwiesen. Beachten Sie jeweils den gültigen Stand der Richtlinien, Normen und Vorschriften.

1.3 Nicht zulässiger Gebrauch

Jede über die bestimmungsgemäße Verwendung hinausgehende Verwendung gilt als nicht bestimmungsgemäß. Für hieraus resultierende Schäden haftet der Hersteller nicht. Das Risiko hierfür trägt allein der Benutzer.

Für die nicht bestimmungsgemäße Verwendung und die sich daraus ergebenden Folgen wird keine Haftung übernommen.

Ist ein Schaden an der Anlage aufgetreten, darf diese nicht mehr weiter betrieben werden.

Eigenmächtige Veränderungen und Umbauten an der sind nicht erlaubt. Diese können zu Gefahr für Leib und Leben sowie zu Schäden an der Anlage führen.

1.4 Mitgeltende Dokumente

Beachten Sie über diese Anleitung hinaus auch die entsprechenden Anleitungen der bauseits vorhandenen oder vorgesehenen Anlagen bzw. Anlagenteile.

2. Vorgaben, Normen und Vorschriften

- DIN 1054
Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- DIN 1055
Einwirkungen auf Tragwerke
- DIN 1072
Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen
- DIN 1946-6
Raumluftechnik
- DIN 4022
Baugrund und Grundwasser, Kurzbeschreibung, Benennen und Beschreiben von Boden und Fels
- DIN 4124
Baugruben und Gräben. Böschungen - Verbau - Arbeitsraumbreiten
- DIN 4701-10
Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen
- DIN 18196
Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- DIN 18300
Erdarbeiten
- DIN 18305
Wasserhaltungsarbeiten
- DIN 18306
Entwässerungskanalarbeiten
- DIN EN 1610
Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen
- DIN EN 1852
Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und Leitungen – Polypropylen (PP)
- VDI 6022
Raumluftechnik, Raumlufqualität
- VDI 4640
Thermische Nutzung des Untergrundes

- Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
- ZTV E-StB 94
- Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und
- Richtlinien für Erdarbeiten in Verkehrsflächen.

3. Sicherheitshinweise

3.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Ein sichere Montage und Handhabung ist nur bei vollständiger Beachtung dieser Montageanleitung gewährleistet.

- Lesen Sie vor der Montage diese Anleitung gründlich durch.
- Die Wohnraumlüftungsanlage muss von einem entsprechenden Fachbetrieb ordnungsgemäß installiert, und entsprechend den Gesetzen, Verordnungen und Normen in Betrieb genommen worden sein.
- Vertrauen Sie sämtliche Reparaturen Mitarbeitern von Fachwerkstätten an.
- Verwenden Sie nur die für das jeweilige Rohrsystem vorgesehenen Komponenten. Die Verwendung systemfremder Komponenten oder der Einsatz von Werkzeugen, die nicht aus dem jeweiligen Installationssystem stammen, kann zu Unfällen oder anderen Gefährdungen führen.
- Beachten Sie weitere Betriebs- und Bedienungsanleitungen anderer Wohnraumlüftungskomponenten wie zum Beispiel des Lüftungsgerätes.

4. Transport, Verpackung und Lagerung

4.1 Transport

Prüfen Sie die Lieferung auf Vollständigkeit und Unversehrtheit. Sollten Sie Transportschäden feststellen oder ist die Lieferung nicht vollständig, verständigen Sie Ihren Händler.

Im Kapitel 6 finden Sie weitere angeben Angaben zum Transport der Ansaugereinheiten (6.2.1), Rohre und Formteile (6.3.1).

4.2 Verpackung

Für die Verpackung wurden ausschließlich umweltfreundliche Materialien verwendet. Verpackungsmaterialien sind wertvolle Rohstoffe und können wieder verwertet werden. Führen Sie deshalb die Verpackungsmaterialien dem Verwertungskreislauf zu. Wo dies nicht möglich ist, entsorgen Sie die Verpackungsmaterialien entsprechend den örtlichen Vorschriften.

4.3 Lagerung

Lagern Sie ihre Komponenten unter folgenden Bedingungen:

- Keinen aggressiven Medien aussetzen
- Vor Sonneneinstrahlung schützen
- Relative Luftfeuchtigkeit nicht höher als 60 %.

Im Kapitel 6 finden Sie weitere angeben Angaben zur Lagerung der Ansaugereinheiten (6.2.2), Rohre und Formteile (6.3.2).

5. Aufbau und Funktion

5.1 Funktionsprinzip Luft-/Erdwärme-Übertrager

Mit einem Luft-/Erdwärme-Übertrager 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. 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 Speicherefähigkeit des Erdreichs tritt eine Phasenverschiebung zwischen den einzelnen Kurven auf. Erst durch die, im Jahresverlauf unterschiedlichen, Temperaturdifferenzen zwischen Erdreich- und Außenlufttemperatur ist es möglich, die durch die Rohre geführte Luft im Winter vorzuwärmen bzw. im Sommer abzukühlen.

Jahrestemperaturverlauf im Erdreich

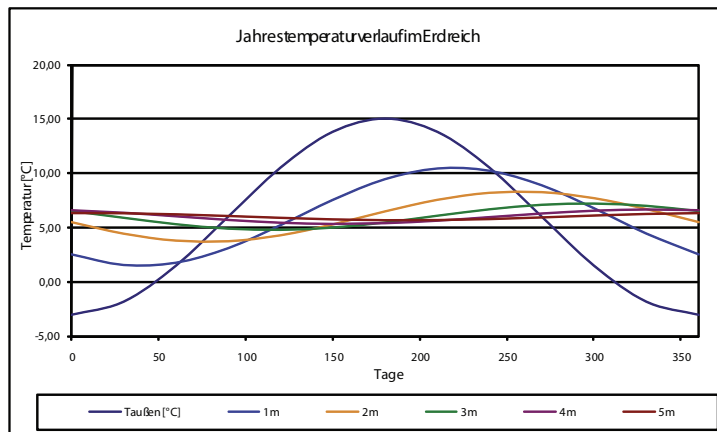


Abb. 1

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 Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen auch von einer komplexen auslegungsbedingten Matrix gesprochen wird. Dem Planer muss bewusst sein, dass aufgrund dieser komplexen Matrix die exakte Leistung einer Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage niemals im Voraus 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.

Prinzip der Wärmerückgewinnung

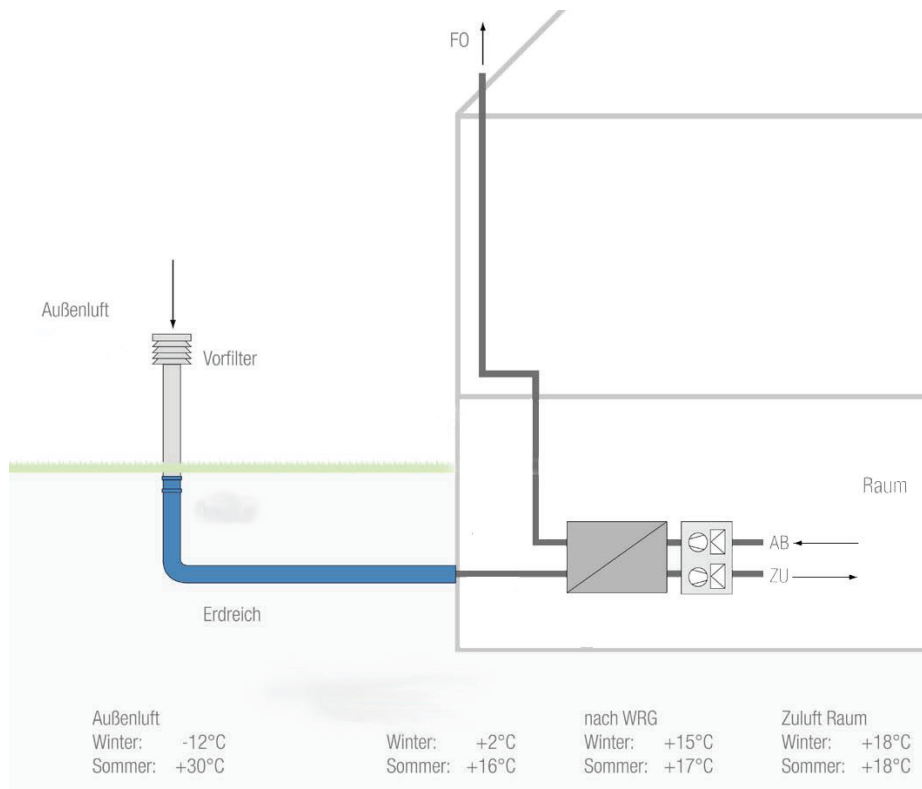


Abb. 2

5.2 Einsatzbereiche von Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen

Ein Luft-/Erdwärme-Übertrager ist gemäß VDI 4640 als eine Raumlufthtechnische Anlage (RLT Anlage) zu behandeln. Für die verschiedenen Einsatzbereiche sind daher insbesondere die Anforderungen der DIN 1946 sowie aus hygienischer Sicht die Anforderungen der VDI 6022 zu berücksichtigen.

Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen sind für das Wärmeträgermedium Luft geeignet.

■ Vorwärmung und Temperierung der Zuluft

Die Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage wird sowohl zum Vorwärmen als auch zur Temperierung (passive Temperierung) der Außenluft verwendet. Der Anlagenbetrieb ist bei dieser Form am wirtschaftlichsten.

5.2.1 Winterbetrieb (Vorwärmung der Luft)

Winterbetrieb

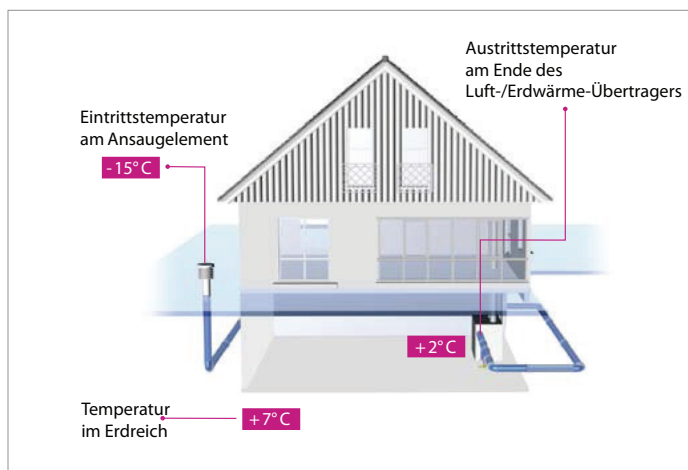


Abb. 3

Insbesondere bei Wohngebäuden werden die Luft-/Erdwärme-Übertrager-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°C eine Vereisung des Platten-Wärmeübertragers 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. Neben der Auslegung auf eine zur Verhinderung der fortluftseitigen Vereisung notwendigen Grenztemperatur werden Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen ebenso auf einen benötigten Mindestvolumenstrom oder der zur Verfügung stehenden Fläche hin ausgelegt.

5.2.2 Sommerbetrieb (Temperierung)

In Wohngebäuden, wo meist die Vorwärmung der Luft im Mittelpunkt des Anlagenbetriebs steht, kann die durch den Luft-/Erdwärme-Übertrager erzielte Temperierung, ohne erhöhten Kostenaufwand genutzt werden und bietet somit einen zusätzlichen kostenneutralen Wohnkomfort.

Sommerbetrieb

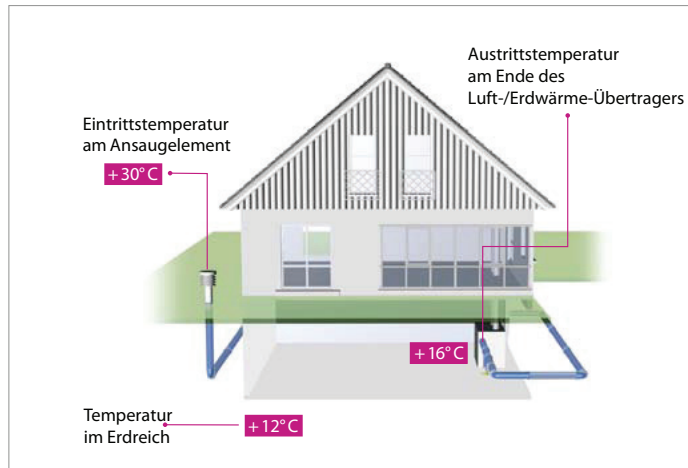


Abb. 4

5.3 Systemkomponenten

5.3.1 Ansaugereinheiten

Die für den Betrieb benötigte Außenluft gelangt über eine Außenluftansaugung in die Anlage. Die Dimension der Ansaugereinheit sollte an das angeschlossene Luft-/Erdwärme-Übertrager-Rohr und den zulässigen Druckverlust ausgelegt sein.

Bezüglich der Lage der Außenluftansaugung ist die VDI Richtlinie 6022 zu beachten. In dieser wird gefordert, dass die angesaugte Luft von bestmöglicher Qualität sein sollte. Dies gilt für alle Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen, da gemäß der VDI Richtlinie 4640 die angesaugte Luft als Lebensmittel zu betrachten ist.

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.

Die VDI Richtlinie 4640 beschreibt die Anforderungen an Ansaugtürme für Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen. Demnach sollten diese aus wetterfestem

und gesundheitsunbedenklichem Material bestehen und die Höhe der Ansaugöffnung mit ausreichendem Abstand zur Erdoberfläche und möglichen Emitenten gewählt werden. Außerdem ist ein Vorfilter in der Ansaugöffnung zum Schutz vor eindringenden Fremdstoffen vorzusehen. In der Regel ist ein Grobfilter ausreichend, falls nötig kann eine Kombination aus Grob- und Feinfilter in die Ansaugereinheit integriert werden.

Ansaugereinheit für Anlagen bis ca. 265 m³/h

Für Ansaugereinheiten bis zu einem Volumenstrom von 265 m³/h ist die Rohrdimension DN 200 vorhanden. Die VDI Richtlinie 3803 schlägt für die Gesamtanlage aus Luft-/Erdwärme-Übertrager und konventionellem Lüftungsgerät zwei Filterstufen vor, von denen sich z. B. je eine Einheit in der Ansaugereinheit und eine im konventionellen Lüftungsgerät befindet. Als Material für den Ansaugturm wird in dieser Richtlinie Edelstahl gefordert.

Weitere Hinweise bezüglich Ansaughöhe, Aufstellungsort und Ausführung der Ansaugereinheiten sind in der DIN 1946 -6, der DIN EN 13779 oder der VDI 6022 zu finden. Die in diesen Normen und Richtlinien beschriebenen Anforderungen müssen bei der Planung berücksichtigt werden.

Die Einhaltung der Normen und/ oder richtlinienbedingter Vorgaben bezüglich Ansaughöhe, Filtereinsatz, Statik und Montage werden durch die Fa. Kermi 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 Ansaugereinheiten 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.

Die wichtigsten Informationen über oben genannte Ansaugereinheiten finden Sie in Kapitel 9.1.3.

Die Montage der Ansaugereinheit erfolgt direkt in eine Muffe der gleichen Dimension. Die Montage der Ansaugereinheiten sollte auf einem dafür vorgesehenen Befestigungsfundament erfolgen, in welchem die Muffe bei der Erstellung integriert wurde.

Filter

Für den Einsatz der Filter in die Ansaugeneinheiten steht ein Grobfilter G4 zur Verfügung. Der Einsatz des Grobfilters G4 ist für den allgemeinen Betrieb, gemäß aktueller Normen und Richtlinien, als ausreichend anzusehen.

Der nachfolgenden Tabelle können die Abscheidegrade und Partikelbeispiele des Filtertypen entnommen werden.

Filter	Dimension	Artikelnr.	Partikelgröße	Abscheidegrad	Partikelbeispiele
G4	DN 200	170198-001	> 10 µm	0,3 µm 0 - 5 %	Insekten, Textilfaser und Haare, Sand, Flugasche, Blütenstaub, Sporen, Pollen

5.3.2 Rohre

Die in Luft-/Erdwärme-Übertrager-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 geschlossenporig sein
- darf keine gesundheitsschädlichen Stoffe und Gerüche emittieren
- sollte keine Feuchtigkeit im Material aufnehmen
- 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
- das im Sommer entstehende Kondensat sicher ableiten.

Als optimal geeignete Materialien sind Kunststoffe wie z.B. PP (Polypropylen) oder PE (Polyethylen) 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 Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage geeignet. Nach der VDI Richtlinie 4640 wird der Einsatz von Wellrohren als ungeeignet bezeichnet.

Durch die Flexibilität dieser Rohre kann das für den Kondensatablauf benötigte Gefälle nur bedingt eingehalten werden.



Optimal für den Einsatz als Wärmetauscherrohr in Luft-/Erdwärme-Übertrager-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 ein spezielles, auf die Anwendung als Luft-/Erdwärme-Übertrager abgestimmtes, Rohrsystem entwickelt.

Es zeichnet sich aus durch:

- Einsatz spezieller PP-Typen mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit
- antimikrobielle Innenschicht
- besonders glatte Innenschicht
- Speziell entwickeltes Safety Lock Dichtsystem mit Klickring
- besondere Ausgewogenheit zwischen Schlägzähigkeit und hoher Steifigkeit
- hohe Abriebfestigkeit und gute Hochdruckspülfestigkeit
- hohe chemische Beständigkeit
- großer Temperatureinsatzbereich von -20 °C bis 60 °C.

Die wesentlichen Kenndaten des Rohres finden Sie in Kapitel 9.1.1.

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. Wärmeübertrager). Für eine effiziente Nutzung als Luft-/Erdwärme-Übertrager sollte die Wärmeleitfähigkeit des Rohrmaterials optimal auf diesen Einsatzfall abgestimmt sein. Polymere Werkstoffe besitzen gegenüber Metallen eine sehr geringe 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.

Wärmeleitfähigkeiten

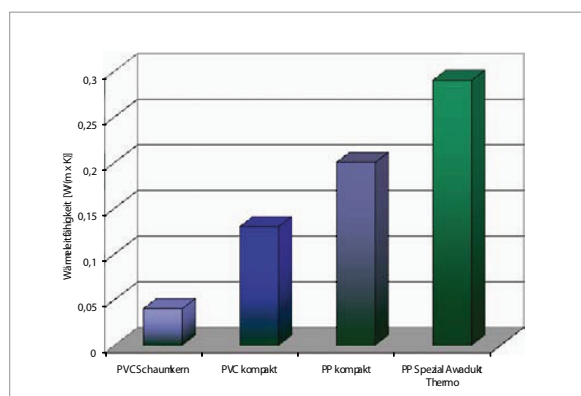


Abb. 5

Antimikrobielle Innenschicht

Durch ein spezielles, in die Rohrherstellung integriertes Verfahren, wird die antimikrobielle Innenschicht dauerhaft und untrennbar mit dem Rohrmaterial verbunden.

Die antimikrobielle Innenschicht besteht aus einer anorganischen Silberverbindung Agion™, welches das Wachstum und die Vermehrung von Bakterien und einigen Pilzen verhindert bzw. stark reduziert. Das Agion™ ist eine natürliche, antimikrobielle Substanz, welche die Entwicklung bakteriellen 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™ wurde gemäß der ISO 10993 erfolgreich geprüft.

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

- katalytische Oxidation
- Reaktion mit der Zellmembran
- Anbindung an die DNA.

Die Silber-Ionen werden durch den Austausch von Ionen z.B. Na⁺ oder K⁺ freigesetzt. Der Austausch kann nur dann stattfinden, wenn Wasser (ein Feuchtfilmsfilm) 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.

Antibakterielle Rohrinnschicht

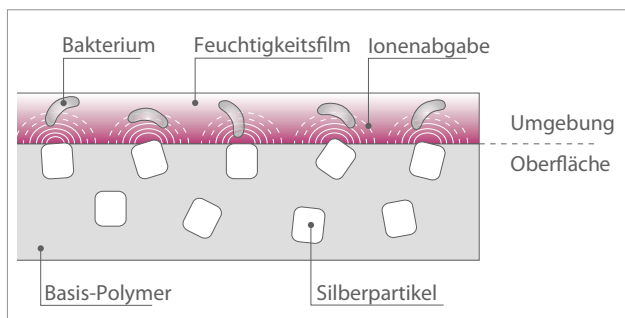


Abb. 6

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

Vergleich verschiedener Materialien

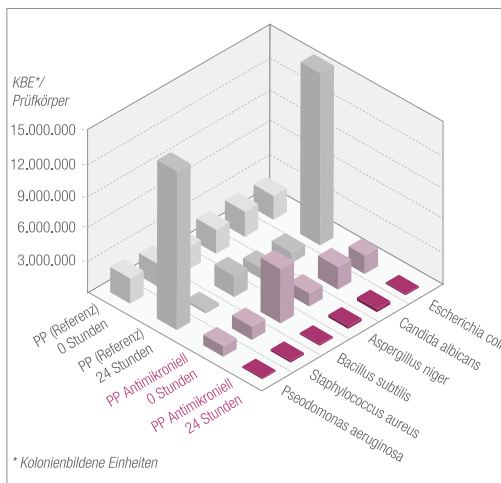


Abb. 7

Agion™ -Materialien werden seit mehreren Jahren in der Medizintechnik und bei Küchengeräten (z. B. Kühlschränke) eingesetzt. Erste Tests haben gezeigt, dass aufgrund der eingesetzten Agion™ -Konzentration und der besonderen Betriebsart der Luft-/Erdwärme-Übertrager-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.

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. Zudem gewährleistet dieses Dichtsystem selbst bei Verformung oder Abwinklung eine hohe Dichtheit.

Insbesondere aus hygienischen Gründen ist die Dichtheit der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage sicherzustellen, weshalb durch den Einsatz des Safety Lock Dichtsystems die Anforderungen gemäß der DIN 1946, VDI Richtlinien 4640 und 6022 erfüllt werden.

Wärmeleitfähigkeiten

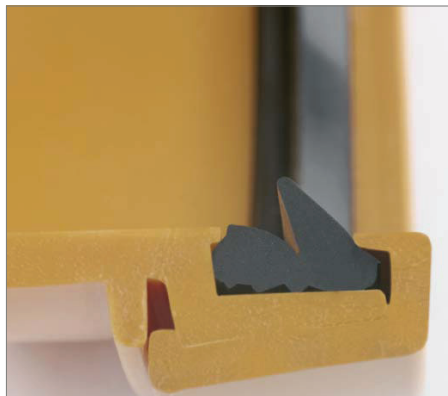


Abb. 8

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 1000h bei 0,8bar Unterdruck gewährleistet. Beim Einbau müssen geeignete Vorkehrungen zur Auftriebssicherung getroffen werden.



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

Chemische Beständigkeit

Die Rohre, Formstücke und Dichtringe 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 eingesetzten Gummisorten (EPDM) weisen 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 Bauteilen des Luft-/Erdwärme-Übertragers 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.



5.3.3 Hauseinführung

Bereits zu Beginn der Planung sollte berücksichtigt werden, welche Anforderungen die Hauseinführung erfüllen muss. Grundslegend kann zwischen dem Einsatzbereich bei drückendem und nicht drückendem Wasser unterschieden werden.

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



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



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, so ist aus Sicherheitsgründen immer eine Variante für den Einsatzbereich bei drückendem Wasser vorzusehen.

Hauseinführung für nicht drückendes Wasser

Für nicht drückendes Wasser kann die Hauseinführung mit Lippendichtung verwendet werden. Sie bietet Schutz gegen eindringende Feuchtigkeit und muss vor Ort einbetoniert werden.



Auf Grund der konischen Ausführung des Schachtfutters 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.

Hauseinführung für drückendes Wasser

Steht bei einem Bauvorhaben drückendes Wasser an oder kann dieses anstehen, so kann bauseitig eine geeignete Hauseinführung oder ein Mauerkragen verwendet werden.

5.3.4 Kondensatablauf

Kondensat tritt immer dann auf, wenn die Taupunkttemperatur der durch den Luft-/Erdwärme-Übertrager geführten Luft unterschritten wird. Die Menge des anfallenden Kondensats ist von der Luftfeuchte der angesaugten Luft sowie dem Grad der Temperierung der Luft im Luft-/Erdwärme-Übertrager abhängig. Da die Kondensation lediglich im Kühlbetrieb auftritt, ist diese hauptsächlich im Sommer zu erwarten.

Mit Hilfe des h-x Diagramms kann die theoretisch anfallende Kondensatmenge ermittelt werden. Allerdings ist auf Grund der zeitlich sehr unterschiedlich auftretenden und sich ständig ändernden Wetterverhältnisse damit zu rechnen, dass nur eine grobe Abschätzung vorgenommen werden kann.



Aus hygienischen Gründen ist eine regelmäßige Kontrolle der Kondensatabläufe sowie der Kondensatsammelschächte mit ggf. notwendiger Reinigung insbesondere in den Sommermonaten vorzunehmen. Die Kontrollhäufigkeit richtet sich insbesondere nach der Wetterlage und dem Anlagenbetrieb.

In der VDI Richtlinie 6022 wird gefordert, dass das anfallende Kondensat

schnellstmöglich aus dem direkten Luftstrom zu entfernen ist. Um ein schnellstmögliches Entfernen des Kondensats zu gewährleisten ist bei der Verlegung des Wärmetauscherrohres ein durchgängiges Gefälle von ca. 2-3 % notwendig. Die Ableitung des Kondensats kann über einen außerhalb des Gebäudes liegenden Kondensatsammelschacht oder durch einen im Gebäude installierten Kondensatablauf erfolgen. Gemäß der VDI Richtlinie 4640 ist das so anfallende Kondensat entsprechend den wasserrechtlichen Vorgaben zu entsorgen.

Bei der Installation von Mehrrohrsystemen (Rohrregister) sind mindestens zwei Kondensatabläufe, je einer auf Verteiler- und Sammlerseite, vorzusehen. Der Abfluss des Kondensats sollte aus hygienischen Gründen immer mit der Luftströmung erfolgen.

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



Kondensatablauf mit Revisionsöffnung

Eine Variante, den Kondensatablauf innerhalb des Gebäudes zu realisieren, ist die Verwendung des Kondensatablaufs "Eck" (mit Revisionsöffnung). Gegenüber dem Kondensatablauf "Gerade" bietet dieser folgende Vorteile:

- einfache Reinigung des Kondensatablaufs durch Kontrollöffnung und
- einfaches Einführen von Reinigungs- und Kontrollgeräten durch die Kontrollöffnung.

Kondensatablauf "Eck"

Z. B. für unterkellerte Wohnhäuser und andere Gebäude, mit aufgeschweißter halber Steckmuffe und Sicherheitsdichtsystem, Revisionsöffnung, Abzweig 90°, dimensionsgleich mit beidseitigem Spitzende sowie angeschweißtem Ablaufstutzen DN40.

Um eine Fremdluftzufuhr zu verhindern, ist an den Kondensatablauf ein selbstschließender Siphon anzuschließen. Ebenso ist darauf zu achten, dass die Revisionsöffnung während des Betriebs der Anlage fest verschlossen ist.



Kondensatablauf "Gerade"

Mit Hilfe des Kondensatablauf "Gerade" kann das Kondensat einer Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage im Gebäude abgeführt werden. Meist wird der Kondensatablauf bei Ringleitungen (Einrohrsystemen) eingesetzt. Die Luft kann, durch die gerade Ausführung des Bauteils, ohne höhere Druckverluste direkt an die nachgeschaltete Lüftungsanlage angeschlossen werden.

Z.B. für unterkellerte Wohnhäuser und andere Gebäude, mit Steckmuffe und Dichtung als Standardausführung.

Kugelsiphon

Der Kugelsiphon dient zur kontrollierten Ableitung des Kondensats, wobei ein Ansaugen von Fremdluft durch die enthaltene Kugel verhindert wird. Diese wirkt gleichzeitig als Rückschlagventil und verhindert so ein Zurücklaufen des Kondensats. Um Geruchsbelästigung durch Rückfluss des Kondensats zu vermeiden, muss dieses frei auslaufen können.



Der Kugelsiphon ist so zu montieren, dass das Kondensat frei auslaufen kann. Die wasserrechtlichen Vorgaben für die Entsorgung (Ablauf) des Kondensats sind zu beachten.

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

Kondensatsammelschacht

Ist die Installation eines Kondensatablaufs im Gebäude nicht möglich, so ist der Kondensatablauf durch Einsatz eines oder mehrerer Kondensatsammelschächte sicherzustellen. Die Installation des Kondensatsammelschachtes erfolgt bei Einrohrsystemen durch einen Abzweig im Rohrsystem. Bei Mehrrohrsystemen sind zwei Kondensatsammelschächte zu installieren, jeweils ein Schacht auf Verteiler- und Sammlerseite. Diese können direkt in der Hauptleitung oder direkt an den Verteiler/ Sammler angeschlossen werden.

Die Kontrolle der Kondensatsammelschächte sollte im Sommer bei Temperaturen über 20°C mindestens wöchentlich, an Tagen mit Temperaturen über 30°C und hoher Luftfeuchte mindestens zweitägig durchgeführt werden.

Innerhalb der restlichen Betriebszeit ist eine monatliche Kontrolle des Kondensatsammelschachtes als ausreichend anzusehen.



Durch besondere witterungsbedingte Verhältnisse ist auch in anderen Jahreszeiten ein Kondensatanfall in nicht unerheblicher Höhe möglich. Die Kontrollzyklen sind daher den gegebenen Witterungsbedingungen anzupassen.

Der Betreiber einer Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage ist verpflichtet, sich über die vor Ort aktuell geltenden rechtlichen Bestimmungen und Verordnungen für die Ableitung des in der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage anfallenden Kondensats zu informieren und diese einzuhalten.



Ein Anbohren des Kondensatsammelschachtes ist nicht zulässig, da dies unter anderem zu nachfolgend genannten Problematiken 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 bei dem 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.

6. Montage

Die nachfolgenden Informationen gelten für die Planung und Lagerung sowie den Transport und Einbau des Luft-/Erdwärme-Übertrager-Rohrsystems aus Polypropylen (PP) sowie alle damit verbundenen Systemkomponenten aus den vorangegangenen Kapiteln (z.B. Ansaugtürme, Kondensatablauf, Rohrbögen etc.).



Bei der Montage der jeweiligen Systemkomponenten sind die aktuell geltenden Normen und Richtlinien sowie die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften bzw. Arbeitsschutzinspektion und Vorgaben anderer beteiligter Stellen für den Einbau und Betrieb einzuhalten. Die Verlegung und Verarbeitung der Systemkomponenten muss durch geschultes Fachpersonal erfolgen.



HINWEIS

Sachschäden durch Verschmutzung!

Halten Sie Rohrenden und sonstigen Öffnungen während der Bauphase verschlossen, um eine unnötige Verschmutzung der Wohnraumlüftungsanlage zu verhindern.

6.1 Allgemeines zur Anlieferung von Bauteilen

Werden die Bauteile angeliefert, so sollten nachfolgende Maßnahmen im Rahmen der Qualitätssicherung durchgeführt werden:

- Kontrolle der Anzahl und Menge der einzelnen Bauteile gemäß Lieferschein
- Kontrolle der Ladung auf Unversehrtheit
- Insbesondere bei verschobener Ladung sind die Bauteile auf Beschädigungen hin zu untersuchen
- Etwaige 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 der Firma Kermi aufzunehmen
- Bei Sonderbauteilen sind die Maße gemäß der bestätigten Zeichnung zu kontrollieren
- Gegebenenfalls auftretende Abweichungen außerhalb des Toleranzbereiches sind umgehend der Fa. Kermi mitzuteilen.

6.2 Einbau und Verlegung von Ansaugereinheiten

6.2.1 Transport

Alle Ansaugereinheiten sind, bis zur Montage vor Ort, in der mitgelieferten Umverpackung zu transportieren. Das Entfernen der Umverpackung darf erst unmittelbar vor der Montage erfolgen, um Beschädigungen zu vermeiden.

Wird die Ansaugereinheit innerhalb der Baustelle oder zum Ort der Montage über das öffentliche Wegenetz transportiert, so sind die einzelnen Verpackungseinheiten nach den Vorgaben der landesspezifischen Straßenverkehrsordnung zu sichern.

Ein loser Transport von Ansaugereinheiten ist nur dann zulässig, wenn diese komplett vormontiert sind und mit einem für den Transport geeigneten und zugelassenen Sicherungsgestell transportiert werden, auf welchem die Ansaugereinheiten ordnungsgemäß gesichert sind.

WARNUNG

Verletzungsgefahr/Sachschaden durch ungeeignetes Sicherungsgestell!

- ▶ Sichern Sie Ladung immer ausreichend und sorgfältig.
- ▶ Verwenden Sie nur zugelassene und ungeeignete Sicherungsgestelle und -mittel.



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

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

WARNUNG

Verletzungsgefahr/Sachschaden!

- ▶ Die Bedienung von Gerätschaften zum Be- oder Entladen der Ansaugereinheiten darf nur durch eingewiesenes Fachpersonal erfolgen.
- ▶ Die Ansaugereinheiten sind für den Hebevorgang fachgerecht zu sichern.
- ▶ Beachten Sie die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften für das Heben von Lasten.



Das Abkippen oder Abwerfen von Ansaugereinheiten mit und ohne Umverpackung ist nicht zulässig.

6.2.2 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 DN200 und DN250 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 DN400, DN500 und DN630 dürfen nicht übereinander gestapelt werden.



WARNUNG

Verletzungsgefahr/Sachschaden!

- ▶ Achten Sie darauf, dass die Lagerung der Ansaugereinheiten auf einer ebenen und für die Lagerung geeigneten Fläche erfolgt.
- ▶ Beachten Sie bei gestapelter Lagerung von Ansaugereinheiten die geltenden Unfallverhütungsvorschriften und Sicherheitsvorgaben.

Ein Stapeln der aus der Umverpackung entnommenen Ansaugereinheiten ist nicht zulässig. 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.

Während der Lagerung von Ansaugereinheiten dürfen keine zusätzlichen Belastungen von oben auf die Ansaugereinheit einwirken.

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

6.2.3 Hinweise zur Errichtung der Ansaugereinheiten

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

Um die Standsicherheit der Ansaugereinheiten sicherzustellen, ist diese auf einem geeigneten Unterbau zu installieren. Nachfolgend sind die Abmaße der für die Installation empfohlenen Betonsockel für die entsprechende Dimension aufgeführt. Der Betonsockel erfüllt die statischen Anforderungen der Ansaugereinheit des ungünstigsten Falls bei einer Aufstellung in der Windzone 4 mit einem Geschwindigkeitsdruck von $q_{ref} = 0,56 \text{ kN/m}^2$.

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, so 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.



Die Herstellung des Betonsockels muss nach der DIN 1045 erfolgen. Für die Erstellung des Betonsockels ist ein Beton mit einer Mindestgüte von C 20 - 25 zu verwenden. Bei der Aufstellung in küstennahen Bereichen oder in mit korrosionsfähigen Stoffen stark belasteter Luft kann es erforderlich sein, die Materialgüte den entsprechenden Anforderungen 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.

Bei der Errichtung des Betonsockels ist für die Montage der Ansaugereinheit ebenerdig eine Doppelsteckmuffe zentrisch in den Betonsockel zu integrieren (siehe Skizze).

Turmgröße	Sockelmaße (mm)
DN 200	600 x 600 x 200

Für die Verschraubung wird die Verwendung eines Ankerbolzens z.B. der Fa. Fischer (Ankerbolzen FAZ 8/30 A4) aus nicht rostendem Stahl empfohlen. Diese sind nicht im Lieferumfang enthalten. Die statischen Vorgaben sind bei der Auswahl der Verschraubung zu berücksichtigen oder ggf. zu berechnen.

6.3 Einbau und Verlegung von Rohren und Formteilen



Bei dem Einbau und der Verlegung von Rohren und Formteilen 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 Arbeitsschutzinspektion und evtl. anderer beteiligter Stellen einzuhalten.

6.3.1 Transport

Länge aufliegen und sind gegen Lageverschiebung zu sichern. Durchbiegen und Schlagbeanspruchungen sind zu vermeiden. Während des Transports ist darauf zu achten, dass die auf die Bauteilenden aufgetragenen Schutzfolien bzw. -kappen nicht beschädigt werden.



HINWEIS

Sachschäden!

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.

6.3.2 Lagerung auf der Baustelle

Alle 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. 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.



HINWEIS

Sachschäden!

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.

Die Lagerung der Bauteile hat auf einer ebenen steinfreien (Korngröße ≤ 40 mm) Unterlage zu erfolgen. Das Untergrundmaterial darf keine scharfkantigen oder spitzen Teile oder Steine enthalten, die dazu geeignet sind, die Bauteile zu be-

schädigen. 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. Für eine gute Durchlüftung ist 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.

Lagerung mit Zwischenhölzern oder mit versetzten Muffen

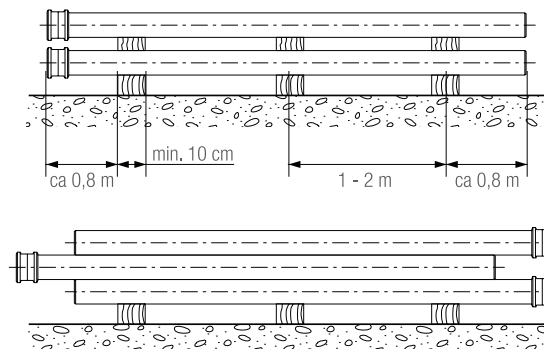


Abb. 9

Bei der Lagerung von nicht palettierten Rohren ist darauf zu achten, dass die Muffen frei liegen und dass die Rohre gegen Auseinanderrollen gesichert sind (siehe Abb. 10).

Rohrstapel sichern

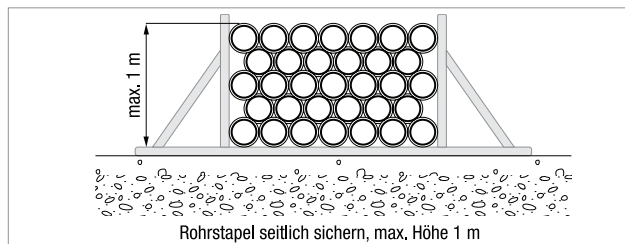


Abb. 10



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

6.3.3 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. 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, so dürfen hierfür nur geprüfte, zugelassene und dafür geeignete Gerätschaften eingesetzt werden.



⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr/Sachschaden!

- ▶ Die Bedienung von Gerätschaften zum Be- oder Entladen der Ansaugereinheiten darf nur durch eingewiesenes Fachpersonal erfolgen.
- ▶ Die Ansaugereinheiten sind für den Hebevorgang fachgerecht zu sichern.
- ▶ Beachten Sie die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften für das Heben von Lasten.

Werden Hebegeräte zum Be- und Entladen eingesetzt, so 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.

6.3.4 Hinweise zur Verlegung

Hinweise zur Verlegung

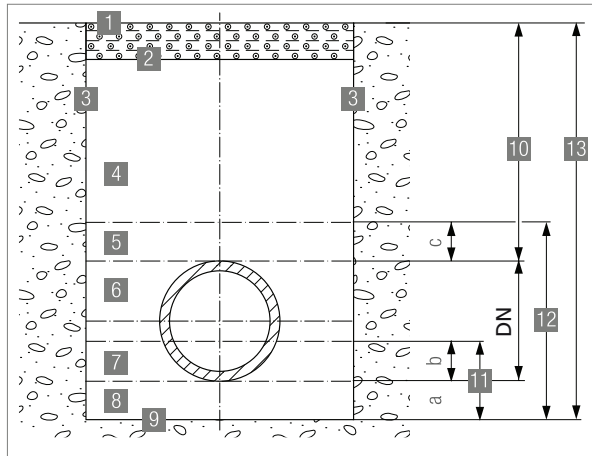


Abb. 11

- 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
- 14 a Dicke der unteren Zwischenbettungsschicht
- 15 b Dicke der oberen Bettungsschicht
- 16 c Dicke der Abdeckung
- 17 DN Nennweite des Rohres in mm

Richtung und Höhenlage

Die Bauteile sind genauestens nach Richtung und Höhenlage innerhalb der durch die Planung vorgegebenen Grenzwerte zu verlegen. Das für die Verlegung von Rohrleitungen zulässige Gefälle für Anlagen beträgt 2-3 %. In begründeten Ausnahmefällen kann eine Verlegung des Verteilers mit einem Gefälle von 1 % erfolgen, hier ist jedoch durch eine gesonderte Prüfung 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.

Verbindung von Bauteilen

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

- Bauteil auf Beschädigung prüfen, beschädigte Bauteile dürfen ohne vorherige Rücksprache mit der Fa. Kermi nicht eingebaut werden
- Entfernen des Schmutzschutzes erst unmittelbar vor der Verbindung der Bauteile
- Für Verbindung von Bauteilen benötigte Oberfläche (Einsteckbereich) auf Beschädigung prüfen
- Bauteile manuell oder mit geeigneten Geräten verbinden, bei Verwendung von Geräten ist auf Schutz vor Beschädigung zu achten
- Verbindungsherstellung zwischen den Rohren durch Aufbringen einer axialen Kraft, Bauteile dürfen dabei nicht überlastet werden. Während des Verbindungsvorgangs beide Bauteile entsprechend zueinander ausrichten, ggf. Lage korrigieren
- Spitzende bis zum Muffengrund einstecken
- Herstellung bestimmungsgemäßer Verbindung durch Vorsehen von Muffenausparungen im Auflager.



Nach dem Herstellen der Verbindung sind die Muffen fachgerecht zu unterstopfen.



HINWEIS

Sachschäden!

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.

- Weisen Sie ggf. durch eine gesonderte Prüfung die Dichtheit der Verbindung nach.

Herstellen der Verbindung

Für die Erstellung einer Verbindung sind nur von der Firma Kermi gelieferte Bauteile zu verwenden.

Nachfolgende Schritte sind vor der Herstellung der Verbindung vorzunehmen:

- Prüfen der vorhandenen Vertiefungen für die Rohrmuffen
- Abgeschrägte Steckende sowie die Muffeninnenseite (inkl. Dichtring) sind mit einem Lappen o.ä. geeigneten Reinigungsmaterial von Schmutz zu reinigen
- Durchführung der Kontrolle der maximalen Einstecktiefe. Das Erreichen der maximalen Einstecktiefe ist durch die zuvor angebrachte Einstecktiefenmarkierung zu kontrollieren
- Dichtring auf Beschädigung prüfen
- Einstreichen des angeschrägten Spitzende mit Gleitmittel (Schräge und Spitze). Die für die Verbindung benötigte Gleitmittelmenge entnehmen Sie bitte aus nachfolgender Tabelle Gleitmittelverbrauch ca-Werte in Gramm für 100 Steckverbindungen:

DN	g (ca.)
200	400

Die Verbindung von Bauteilen darf nur von Fachpersonal ausgeführt werden. Sie hat unter Beachtung der gültigen Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften und mit größter Sorgfalt zu erfolgen. 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. Beim Einsatz gesundheitsgefährdender Stoffe ist eine gesonderte Reinigung und Messung vor der Inbetriebnahme gemäß VDI 6022 durchzuführen.



Zusammenstecken eines Rohres

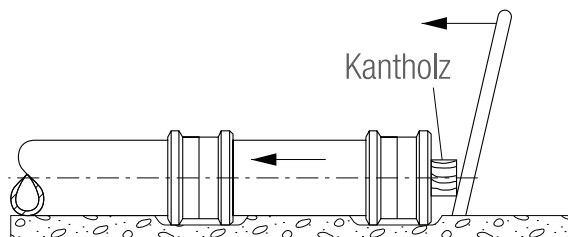


Abb. 12

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. Bei dem 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.

Ablängen von Rohren

Ist ein Abtrennen der Bauteile notwendig, so ist hierfür eine feinzahnige Säge oder ein geeigneter Rohrabschneider zu verwenden. Gut geeignet sind auch Geräte zur Holzbearbeitung (Handkreissäge, Winkelschleifer etc.). Für das Trennen von PP-Bauteilen empfehlen wir spezielle Trennscheiben für Kunststoffe. Das gekürzte Bauteil muss am Ende mit einer Feile oder einem Anschräg-Werkzeug entsprechend nachfolgender Tabelle angeschrägt und z. B. mit einem Schaber entgratet werden.



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

DN	b ca. (mm)
200	10

Fase am Spitzende

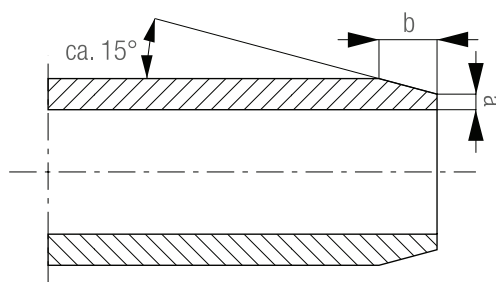


Abb. 13

6.3.5 Einbau und Verfüllung Erstellung der Verlegefläche

Die Verlegung von Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen 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 zu treffen.

Die im nachfolgenden genannten Mindestgrabenbreiten dürfen nur nach Rücksprache und Freigabe des Planers geändert werden.

Gräben

Gräben sind so zu bemessen und auszuführen, dass ein fachgerechter und sicherer Einbau sichergestellt ist. Die Mindestgrabenbreite ist nachfolgend in Abhängigkeit von der Grabentiefe und der Dimension zu entnehmen.

Mindestgrabenbreite gem. DIN 4124/EN 1610 in Abhängigkeit von der Nennweite DN

DN	Mindestgrabenbreite (DN + x) m		
	verbauter Graben	unverbauter Graben	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 200	DN + 0,40	DN + 0,40	

Bei den Angaben DN + x entspricht x/2 dem Mindestarbeitsraum zwischen Rohr und Grabenwand bzw. Grabenverbau. Dabei ist: DN die Nennweite in m, β der Böschungswinkel des unverbauten Grabens, gemessen gegen die Horizontale (siehe Abb. 14).

Graben-Wandung

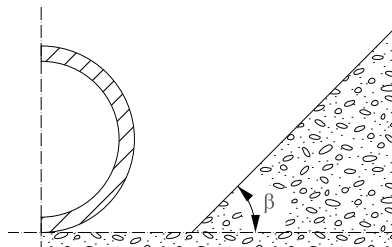


Abb. 14

Mindestgrabenbreite in Abhängigkeit von der Grabentiefe

Grabentiefe m	Mindestgrabenbreite m
< 1,00	keine Mindestgrabenbreite vorgegeben
≥ 1,00 bis ≤ 1,75	0,80
> 1,75 bis ≤ 4,00	0,90
> 4,00	1,00

Ausnahmen von der Mindestgrabenbreite

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.

Die Grabenbreite darf, die nach der statischen Bemessung größte Breite nicht überschreiten. Falls dies nicht möglich ist, ist der Sachverhalt dem Planer vorzulegen und entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

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 weder beschädigt noch in Ihrer Lage verändert werden.



WARNUNG

Verletzungsgefahr/Sachschaden!

- ▶ Die Erstellung von Gräben darf nur von Fachpersonal durchgeführt werden.
- ▶ Beachten Sie bei der Erstellung von Gräben die entsprechenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften.

Berechnungsgrabenbreite

Die statisch wirksame Berechnungsgrabenbreite ist der Abstand der Baugrubenwände in Höhe des Rohrscheitels. Bei verkleideten Baugruben und -gräben ist die Berechnungsgrabenbreite somit gleich der lichten Grabenbreite zuzüglich der Dicke des Grabenverbau. Die Mindestwerte der lichten Grabenbreite sind in den einschlägigen Normen (DIN 4124/DIN EN 1610) festgelegt.

Grabenbreite

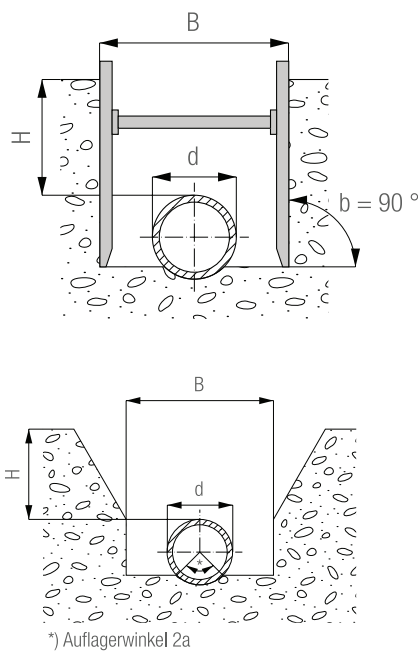


Abb. 15

Damm

Bei der Verlegung von Registersystemen ist ein flächiger Aushub zu empfehlen. Die Bauteile sollten zu den einzelnen Seitenwänden einen Mindestabstand von 0,5m 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 weder beschädigt noch in Ihrer Lage verändert werden. Die geltenden Unfallverhütungs- und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften sind zu beachten.

Einbausohle

Das Gefälle und das anstehende Material der Einbausohle müssen den Planungsanforderungen entsprechen, um einen einwandfreien Betrieb der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage sicherzustellen. Die Einbausohle sollte ungestört sein. Bei einer gestörten Sohle muss durch geeignete Maßnahmen die Tragfähigkeit wiederhergestellt werden. Sollen Bauteile direkt auf der Grabensohle verlegt werden, so ist diese entsprechend vorzubereiten, um ein Aufliegen des Rohrschafts zu ermöglichen. 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. Bei Frost kann es erforderlich sein, die Grabensohle zu schützen, damit eingefrorene Schichten weder unterhalb noch um die Bauteile herum verbleiben. Wo die Grabensohle instabil ist oder der Boden eine geringe Lastaufnahmekapazität aufweist, sind geeignete Vorkehrungen zu treffen.

Einbausohle

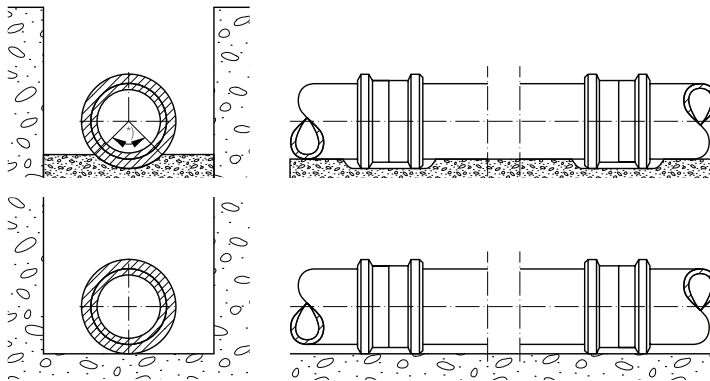


Abb. 16

Leitungszone und Verbau

Baustoffe, Bettung, Verbau und Schichtdicken der Leitungszone müssen mit den Planungsanforderungen übereinstimmen. Baustoffe für die Leitungszone sowie deren Korngröße und jeglicher Verbau sind unter Berücksichtigung

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

Bei der Verlegung in Gräben muss die Breite der Bettung der Grabenbreite entsprechen, soweit nichts anderes festgelegt ist. Mindestwerte für die Dicke der Abdeckung (c) sind 150mm über dem Bauteilschaft und 100mm über der Muffenverbindung. 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.

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

Nachfolgend sind einige Bettungen gemäß der DIN EN 1610 dargestellt. Für die Ausführung von Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen wird die Bettung nach Typ 1 empfohlen.

Bettung Typ 1 nach DIN EN 1610

Der Typ 1 darf für jede Leitungszone angewendet werden, die eine Unterstützung der Rohre und Formteile über deren gesamte Länge zulässt und die unter Beachtung der geforderten Schichtdicke a und b hergestellt wird. Sofern nichts anderes vorgegeben ist, 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.

Bettung Typ 1

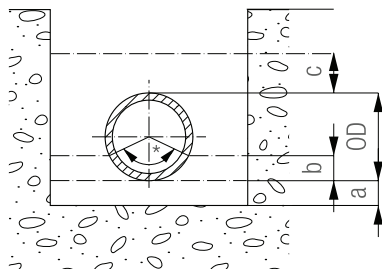


Abb. 17

DN	Auflagerwinkel (2α)	
	90 °	120 °
200	30	50

Es wird ein Auflagerwinkel von mindesten 90° empfohlen.

Bettung Typ 2 nach DIN EN 1610

Bettung Typ 2 darf in gleichmäßigem, relativ lockerem, feinkörnigem Boden verwendet werden, der eine Unterstützung 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.

Bettung Typ 2

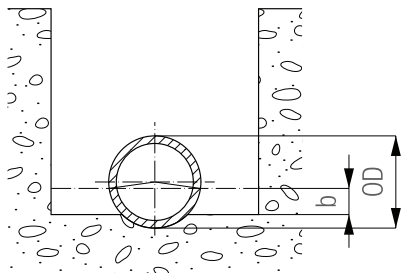


Abb. 18

Bettung Typ 3 nach DIN EN 1610

Bettung Typ 3 darf in gleichmäßigem, relativ feinkörnigem Boden verwendet werden, der eine Unterstützung 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.

Bettung Typ 3

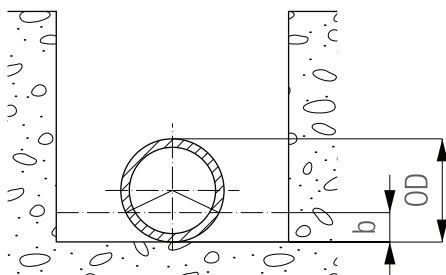


Abb. 19

Besondere Ausführungen von Bettung oder Tragkonstruktionen

Falls die Grabensohle/Damm nur eine geringe Tragfähigkeit für die Bauteilbettung aufweist, 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 Unterstützung 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 wurde.

Verfüllung

Der Einbau von Seitenverfüllung und Hauptverfüllung darf erst vorgenommen werden, wenn die Verbindungen der Bauteile und die Bettung zur Aufnahme von Lasten bereit sind. Die Herstellung der Leitungszone und der Hauptverfüllung sowie die Entfernung des Verbaus sollten so ausgeführt werden, dass die Tragfähigkeit der Bauteile den Planungsanforderungen entspricht.

Für die Hinterfüllung der Bauteile können Böden mit thermisch guten Eigenschaften verwendet werden. 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. 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 Rohres bzw. der Formteile kommen kann.

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

Sind statische Anforderungen zu berücksichtigen, so ist eine statische Bemessung durch einen Fachplaner durchzuführen. Auf der Grundlage dieser Berechnungen ist das entsprechende Verfüllmaterial zu wählen. Wird eine Verlegung von Bauteilen unter dem Gebäude verlangt, so ist eine statische Berechnung zwingend erforderlich.



Je nach statischen Gegebenheiten kann auch Magerbeton als Hinterfüllmaterial in Betracht gezogen werden. Die hierfür entstehenden Mehrkosten sind in der Planung mit zu berücksichtigen.

Bereits bei der Projektplanung sollte die Art der Verfüllung mit berücksichtigt werden, zum einen um eine ausreichend genaue Dimensionierung zu gewährleisten, zum anderen um die durch einen Materialwechsel verursachten zusätzlichen Kosten frühzeitig mit einzuplanen.

Verdichtung

Der Grad der Verdichtung muss mit den Angaben der statischen Berechnung für die Bauteile übereinstimmen. Der erforderliche Verdichtungsgrad kann durch Messung (z. B. mittels Lastplattenversuch) nachgewiesen werden. Die Verdichtung direkt über dem Rohr und im Zwickelbereich bei Vertielungen und Formteilen sollte von Hand erfolgen. Die mechanische Verdichtung der Hauptverfüllung direkt über dem Rohr sollte erst erfolgen, wenn eine Schicht mit einer Mindestdicke von 300 mm über dem Rohrscheitel eingebracht worden ist. Die für eine mechanische Verdichtung erforderliche Gesamtdicke der Schicht direkt über dem Rohr hängt von der Art des Verdichtungsgerätes ab.

Die Wahl des Verdichtungsgerätes, die Zahl der Verdichtungsdurchgänge und die zu verdichtende Schichtdicke sind auf das zu verdichtende Material und die einzubauende Rohrleitung abzustimmen. Das Verdichten der Haupt- oder Seitenverfüllung durch Einschlämmen ist nur in Ausnahmefällen zulässig, und dann nur bei geeigneten, nichtbindigen Böden.



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

Die Art der Verdichtung hat auf die zu erzielende Entzugsleistung einen besonderen Einfluss. Eine zu starke oder zu lockere Verdichtung verschlechtert die bodenmechanischen Eigenschaften und kann zu einer Minderung der zu erzielenden Jahresenergieerträge führen.

Geräteart		Dienst- gewicht (kg)	Verdichtbarkeitsklasse								
			V1			V2			V3		
			Eig- nung	Schütt- höhe (cm)	Zahl Überg.	Eig- nung	Schütt- höhe (cm)	Zahl Überg.	Eig- nung	Schütt- höhe (cm)	Zahl Überg.

1. Leichte Verdichtungsgeräte (vorwiegend für Leitungszone)

Vibrations- stampfer	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
Explosions- stampfer	leicht	-100	O	20-30	3-4	+	15-25	3-5	+	20-30	3-5
Rüttelplatten	leicht	-100	+	-20	3-5	O	-15	4-6	-	-	-
	mittel	100-300	+	20-30	3-5	O	15-25	4-6	-	-	-
Vibrationswal- zen	leicht	-600	+	20-30	4-6	O	15-25	5-6	-	-	-

2. Mittlere und schwere Verdichtungsgeräte (oberhalb der Leitungszone)

Vibrations- stampfer	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
Explosions- stampfer	mittel	100-500	O	20-30	3-4	+	25-35	3-4	+	20-30	3-5
	schwer	500	O	30-50	3-4	+	30-50	3-4	+	30-40	3-5
Rüttelplatten	mittel	300-750	+	30-50	3-5	O	20-40	4-5	-	-	-
	schwer	750	+	40-70	3-5	O	30-50	4-5	-	-	-
Vibrationswalzen	schwer	600- 8000	+	20-50	4-6	+	20-40	5-6	-	-	-

- V1 = Nichtbindige oder schwachbindige Böden (z.B. Sand und Kies)
 V2 = Bindige, gemischt-körnige Böden (Kies und Sand mit größerem Ton- oder Schuttanteil)
 V3 = Bindige, feinkörnige Böden (Tone und Schluffe)
 + empfohlen
 O meist ungeeignet
 - ungeeignet

V3-Böden oberhalb der Leitungszone können z.B. mit sogenannten Stolle bandagenwalzen verdichtet werden. Die zulässigen Schütthöhen entnehmen Sie bitte den Herstellungsangaben des Verdichtungsgerätes.

Ausführung der Leitungszone

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 und Abdeckung sind entsprechend den Planungsanforderungen auszuführen.

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

- die Entfernung des Verbaus,
 - einer Grundwassereinwirkung oder
 - andere angrenzende Erdarbeiten
- ausgelöst werden könnte.

Falls Teile einer Rohrleitung oder eines Formteils verankert oder verstärkt werden müssen, ist dies vor dem Einbau der Leitungszone auszuführen. 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.

Ausführung der Hauptverfüllung

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.



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.

Wiederherstellung der Oberfläche

Nach Abschluss der Verfüllung sind die Oberflächen wie gefordert wiederherzustellen.

Verlegung im 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.

Die im Grundwasser oder der wasserführenden Schicht verlegten Bauteile sind bei nicht ausreichender Auflast gegen Auftrieb durch Verankerung oder Zusatzbelastung (z. B. Beton) zu sichern.

HINWEIS

Sachschäden!

Wegen des Auftretens eines erhöhten Beuldruckes bei Grundwasser ist zusätzlich eine statische Berechnung für diesen Fall durchzuführen.



Für die Verlegung von Bauteilen im Grundwasserbereich oder in wasserführenden Schichten ist ggf. eine Bauwasserhaltung vorzusehen. Bei der Montage der Bauteile in wasserführenden Schichten oder Grundwasser ist insbesondere auf die fachgerechte Verbindung der Bauteile zu achten, ggf. sind spezielle Verbindungsverfahren vorzusehen.

Die Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage ist unter den oben genannten Einbaubedingungen ggf. wasserrechtlich zu betrachten. Die entsprechend gültigen Normen, Richtlinien und Verordnungen sind zwingend zu berücksichtigen.



Wasserhaltung

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 Standortsicherheit der Umgebung ist zu berücksichtigen. Nach Abschluss der Wasserhaltungsmaßnahmen sind alle Baudränagen ausreichend zu verschließen.

Mindestabstände zu Bauwerken und anderen Leitungen

Bei der Installation der Bauteile sind entsprechende Mindestabstände zu anderen Leitungen und Bauteilen einzuhalten.

- Zu Fundamenten u.ä. unterirdischen Anlagen 0,5 m zur Bauteilwand sofern keine anderweitigen Vorschriften gelten
- Zu anderen Luft-/Erdwärme-Übertrager-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.

Kann der Abstand zu Versorgungsleitungen nicht sichergestellt werden, sind geeignete Maßnahmen zum Schutz der Versorgungsleitungen einzuleiten. Durch die Mindestabstände soll sichergestellt werden, dass unzulässige Temperaturbeeinflussungen, gefährliche Näherungen zu elektrischen Leitungen und die Beeinflussungen durch Abwässer oder andere Schadstoffe ausbleiben.

Mindestabstände sind unter Rücksicht auf folgende Ziele festzulegen:

- 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 Spannungsverschleppungen.



Kann an Engstellen der geforderte Mindestabstand nicht eingehalten werden, so sind in Absprache mit dem Planer ggf. geeignete Maßnahmen einzuleiten.

Das Unterschreiten von Mindestabständen kann zu einer Beeinträchtigung der zu erzielenden Leistungen der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage führen, welche nur durch eine umfassend durchgeführte Simulation ermittelt werden kann.

Allgemeine Anforderungen an die Verlegung

Die Verlegung der Bauteile sollte, soweit möglich, immer am Tiefpunkt der Anlage begonnen werden. Die Bauteile sind üblicherweise so zu verlegen, dass die vorhandene Muffe zum oberen Ende weist.

Bei der Installation von Luft-/Erdwärme-Übertrager-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. Insbesondere bei der Umsetzung von Anlagen über 5000 m³/h wird die Erstellung eines Verlegeschemas dringend empfohlen.

Um übermäßige Verschmutzungen zu vermeiden, sind die auf den Rohren und Formteilen befindlichen Schutzkappen bzw. -folien erst unmittelbar vor der Herstellung der Verbindung zu entfernen.



Können die Bauteile nicht manuell verbunden werden, sind geeignete Geräte oder Maschinen zu verwenden. Falls erforderlich, müssen die Bauteilenden vor Beschädigungen geschützt werden. Nähere Angaben zur Herstellung der Verbindung sind dem Kapitel 6.3.4.3 zu entnehmen.

Werden die Arbeiten länger unterbrochen, sollten die Bauteilenden vorübergehend verschlossen und vor Verschmutzung geschützt werden.

Längenänderung

Die durch Temperaturschwankungen ausgelösten Längenänderung eines Luft-/Erdwärme-Übertrager-Rohrs 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 Formel verwendet werden:

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

Berechnungsbeispiele:

Rohrlänge: 50 m, Verlegetemperatur: 10 °C, zu erwartende niedrigste Rohrwandtemperatur: -5 °C, Temperaturdifferenz: 15 K

Zu erwartender Schrumpf: 105 mm

$L = 3 \text{ m}$, ΔT (Differenz Verlegetemperatur (10 °C) und zu erwartende niedrigste Rohrwandtemperatur (5 °C)) = 5 K $\Rightarrow$ zu erwartender Schrumpf = 2,1 mm
(3 m x 5 K x 0,14 mm/mK = 2,1 mm).

Hauseinführung

Schon während der Planungsphase ist durch den Fachplaner zu klären, welche Anforderungen an die Hauseinführung für das Luft-/Erdwärme-Übertragungssystem gestellt werden. Neben den Anforderungen für drückendes oder nicht drückendes Wasser können auch Einbautechnische Anforderungen, z.B. Montage oder Installation, gegeben sein. Grundlegend ist jedoch vor den Einbautechnischen Anforderungen die Frage zu klären, ob drückendes Wasser oder nicht drückendes Wasser ansteht, bzw. anstehen kann. Kann nicht sichergestellt werden, dass ausschließlich nicht drückendes Wasser ansteht, so ist immer von drückendem Wasser auszugehen.

Hauseinführung für nicht drückendes Wasser

Die 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 Hauseinführung kann wahlweise rechts oder links montiert werden. Erst bei der Installation des Rohres ist darauf zu achten, dass es von der richtigen Seite in das Bauteil eingeschoben wird. Die Lippe des Dichtringes muss hierbei in Einschubrichtung des Rohres zeigen. Ein zurückziehen des Rohres entgegen der Einschubrichtung ist zu vermeiden. Die Montage des Rohres durch die Hauseinführung sollte erst nach vollständigem Aushärten des Verfüllmaterials erfolgen. Die entsprechenden Aushärtezeiten sind den Angaben des jeweiligen Herstellers zu entnehmen bzw. bei dem für das Gewerk zuständigen Planer zu erfragen.

Hauseinführung für drückendes Wasser

Diese Wanddurchführung ist bauseits zu stellen und ist nicht im Produktportfolio von Kermi. Hier können passende Mauerkragen oder entsprechende Dichtungseinsätze verwendet werden.

Mauerkragen

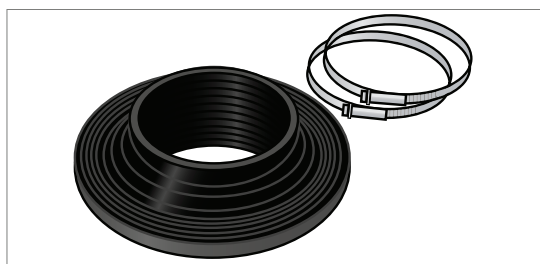


Abb. 20

6.3.6 Abschlussuntersuchung / -prüfung

Nach Abschluss der Verlegung sind geeignete Untersuchungen und / oder Prüfungen zur Kontrolle der Anlage durchzuführen. Die vor Ort aktuell geltenden Normen, Richtlinien und Vorschriften sind zu beachten und einzuhalten. Unter Umständen kann vor der Inbetriebnahme eine gesonderte Prüfung hinsichtlich der hygienischen Bedingungen erforderlich werden. Nähere Ausführungen zur hygienischen Prüfung sind im Kapitel 7.3 beschrieben.

Eine Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage wird gemäß der VDI 4640 als Raumlufthtechnische Anlage gesehen und muss als solche auch abgenommen werden.



Sichtprüfung

Die äußere Sichtprüfung der Anlage umfasst:

- Richtung und Höhenlage
- Verbindungen
- Beschädigung oder ungleichmäßige Deformation
- Anschlüsse und Abgänge von Rohrleitungen
- Verfüllung insbesondere im Zwickelbereich von Verteilungen und bei Formteilen.

Die Sichtprüfung wird nach dem Abschluss der Verlegearbeiten aber noch vor der endgültigen Verfüllung durchgeführt. Die Sichtprüfung kann auch Abschnittsweise je nach Baufortschritt durchgeführt werden. Bei mehrlagiger Leitungsanordnung ist eine Sichtprüfung je Leitungsebene durchzuführen. Die Ergebnisse der Sichtprüfung sind entsprechend zu dokumentieren.

Verdichtung

Da sich der Grad der Verdichtung sowohl aus statischen wie auch energetischen Gesichtspunkten auf den Anlagenbetrieb auswirkt, sollte diese 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 Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage sind hierbei zu berücksichtigen.

Dichtheit

Die Prüfung auf Dichtheit der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage ist nach DIN 1610 zu empfehlen, sofern keine anderweitige länderspezifische Norm für die Prüfung auf Dichtheit existiert.

Die Prüfung von Rohrleitungen, Verteiler, und Inspektionsöffnungen kann gemäß Norm entweder mit Luft (Verfahren „L“) oder Wasser (Verfahren („W“) durchgeführt werden.

Es darf eine getrennte Prüfung von Rohren und Formstücken, Verteilern und Inspektionsöffnungen erfolgen. Im Falle von Verfahren L ist die Anzahl der Korrekturmaßnahmen und Wiederholungsprüfungen bei Versagen unbegrenzt.

Im Falle des einmaligen oder wiederholten Nichtbestehens der Prüfung mit Luft ist der Übergang zur Prüfung mit Wasser zulässig; das Ergebnis der Prüfung mit Wasser ist dann allein entscheidend. Steht während der Prüfung der Grundwasserspiegel oberhalb des Rohrscheitels an, darf eine Infiltrationsprüfung mit fallbezogenen Vorgaben durchgeführt werden. Eine Vorprüfung kann vor Einbringen der Seitenverfüllung durchgeführt werden. Für die Abnahmeprüfung ist die Rohrleitung nach Verfüllen und Entfernen des Verbaus zu prüfen, das Prüfverfahren (Luft oder Wasser) darf durch den Auftraggeber bestimmt werden. Dies sollte jedoch immer in Rücksprache mit dem Planer erfolgen.



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

Prüfung mit Luft (Verfahren L)

Die Prüfzeiten für Rohrleitungen, Verteiler und Inspektionsöffnungen sind unter Berücksichtigung von Rohrdurchmesser und Prüfverfahren (LA, LB, LC, LD) aus nachfolgender Tabelle zu entnehmen. Das Prüfverfahren sollte durch den Auftraggeber in Abstimmung mit dem Planer ausgewählt werden. 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. In der Praxis ist die Prüfung von Inspektionsöffnungen und Revisionsschächten schwierig durchzuführen und bedarf eines deutlich erhöhten Prüfaufwandes.



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

Ein Anfangsdruck, der den erforderlichen Prüfdruck P_0 um etwa 10 % überschreitet, ist für ca. 5 min. aufrecht zu erhalten. Der Druck für Δp ist dann nach dem in nachfolgender Tabelle für die Verfahren LA, LB, LC oder LD enthaltenen Prüfdruck einzustellen. Falls der nach der Prüfzeit gemessene Druckabfall geringer ist als der in nachfolgender Tabelle angegebene Wert, entspricht der Prüfabschnitt den Anforderungen.

Prüfverfahren	P_0 * mbar (kPa)	Zulässig Δp ** mbar (kPa)	DN 110-200
LA	10	2,5	5
	(1)	(0,25)	
LB	50	10	4
	(5)	(1)	
LC	100	15	3
	(10)	(1,5)	
LD	200	15	1,5
	(20)	(1,5)	

*) Druck über Atmosphärendruck **) Druckabfall

Prüfanforderungen für die Luftprüfung mit negativem Druck sind in dieser Europäischen Norm nicht enthalten, da zur Zeit noch keine ausreichenden Erfahrungen mit diesem Verfahren vorliegen. Die zur Messung des Druckabfalls eingesetzten Geräte müssen die Messung mit einer Fehlergrenze von 10 % Δp sicherstellen. Für die Messung der Prüfzeit beträgt die Fehlergrenze 5s.



Prüfung mit Wasser (Verfahren „W“)

Bei dem Prüfverfahren mit Wasser werden Anforderungen an den Prüfdruck, die Vorbereitungszeit und die Prüfdauer gestellt.

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

Die Prüfdauer muss gemäß der Norm 30 min +/- 1 betragen.

Weitere Anforderungen an die Prüfung sind zu beachten. 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 An-

forderung 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/m² in 30 min für Rohrleitungen.



m² beschreibt die benetzte innere Oberfläche. Nachfolgender Tabelle kann die innere benetzte Oberfläche pro Rohrdimension entnommen werden.

Innere Oberfläche	m ² /m
DN 200	0,58

Prüfung mit Wasser

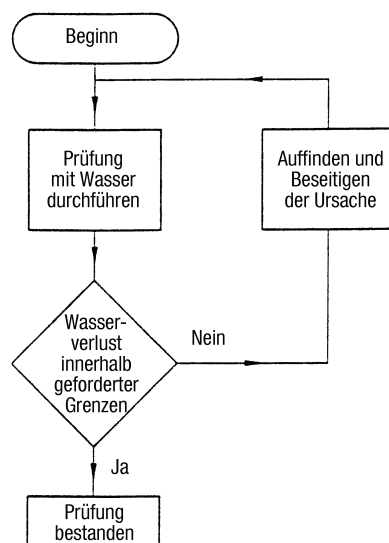


Abb. 21

Qualifikation

Nur entsprechend ausgebildetes und erfahrenes Personal darf für die Überwachung und Ausführung des Bauvorhabens eingesetzt werden. Der durch den Auftraggeber eingesetzte Auftragnehmer hat die erforderlichen Qualifikationen und den Einsatz geeigneter Geräte zur Ausführung der notwendigen Arbeit nachzuweisen. Der Auftraggeber ist verpflichtet, sich über die entsprechenden Qualifikationen des Auftragnehmers zu informieren und diese zu prüfen. Die Prüfung und Informationspflicht kann der Auftraggeber auch an einen Dritten übergeben, sofern dieser die für die Überwachung benötigte Qualifikation besitzt und dem Auftraggeber direkt und umfassend informiert.

6.3.7 Statische Berechnung (nach Arbeitsblatt ATV- DVWK A 127) Technische Grundlagen

Die Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage ist eine aus verschiedenen Bauteilen bestehende, komplexe Anlage, bei der das Zusammenwirken von Bauteilen, Einbettung und Verfüllung die Grundlage für die Stand- und Betriebssicherheit darstellt. Die zugelieferten Bauteile sind zusammen mit der am Ort zu erbringenden Leistung wie Bettung, Herstellung der Verbindungen, Seiten- und Hauptverfüllung wichtige Faktoren, damit die bestimmungsgemäße Funktion der Anlage sichergestellt werden kann.

Allgemeines

Erdverlegte Kunststoffbauteile verhalten sich elastisch. D.h. sie sind flexibler als das sie umgebende Bodenmaterial. Die Bauteile entziehen sich durch eine gewollte, geringfügige Deformation der Belastung und aktivieren die Stützkkräfte der Umhüllung. Die statische Berechnung berücksichtigt die Belastungen, die Bodenkennwerte sowie die Kenngrößen der Rohre. Die statische Berechnung von Sonderbauteilen kann nur unter der Vorgabe bestimmter Annahmen durchgeführt werden. Der zuständige Fachplaner hat zu entscheiden, welche Annahmen getroffen werden und ob und in welcher Höhe entsprechende Sicherheitszuschläge zu berücksichtigen sind.

Bei wenig standfesten Böden ist darauf zu achten, dass Bettung und Rohrumhüllung nicht in den anstehenden Boden drücken können, wodurch die Stützkkräfte sich deutlich verringern würden. Um dies zu vermeiden, empfehlen wir in diesem Fall eine Ummantelung der Rohrumhüllung mit einem reißfesten Vlies/Geotextil und ggf. die Baugrubensohle durch geeignete Maßnahmen zu stabilisieren.

Sicherstellung der Lastannahmen

Vor Beginn der Bauausführung muss die Tragfähigkeit der Rohrleitung in Anlehnung an die EN 1295-1 nachgewiesen, entschieden oder vorgegeben sein. Die Ausführung der Arbeit hat so zu erfolgen, dass die Lastannahmen, die sich aus den Planungsunterlagen ergeben, abgesichert oder an die veränderten Bedingungen angepasst sind. Die Lastannahmen werden im Wesentlichen von der Änderung folgender Faktoren bestimmt:

- Unterschied zwischen der ausgeführten Grabenbreite/ -tiefe und der Berechnungsgrabenbreite/-tiefe
- Art des Grabenverbaus und Auswirkungen seiner Entfernung
- Verdichtungsgrad in der Leitungszone und / oder Hauptverfüllung
- Rohrbettung und Grabensohle
- Baustellenverkehr und zeitweise Belastungen (Rettungswege)
- Bodenarten und Bodenkennwerte
- Grabenform
- Beschaffenheit von Untergrund und Boden
- Grundwasserstand und Einfluss von Schichtwasser.

Zulässige Deformation

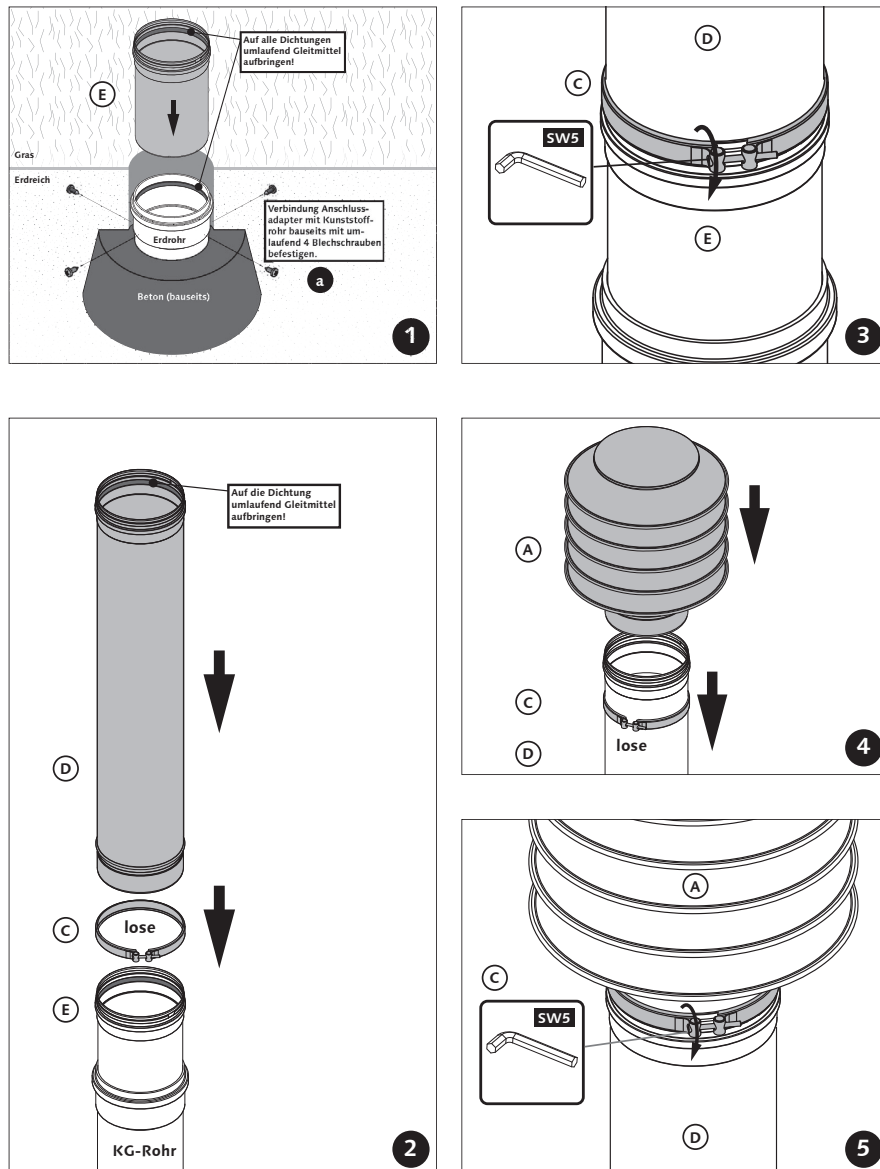
Alle aufgeführten Rohrsysteme sind biegeelastische, flexible Konstruktionsbauteile. Eine kontrollierte Verformung im eingebauten Zustand ist erwünscht, da so Rohr und Boden ein Tragesystem bilden. Die Grenzwerte sind dem ATV DVWK Arbeitsblatt A 127 zu entnehmen.



Sofern landesspezifische Normen, Richtlinien oder Verordnungen zur statischen Berechnung existieren, sind diese anzuwenden.

6.4 Einbauanleitung Ansaugtürme

6.4.1 Montage Ansaugturm



6.4.2 Einbau eines Luftfilters

Der Einbau eines Luftfilters muss erfolgen, bevor die Lamellenhaube befestigt wird (Schritt 6, in 6.4).

Als zusätzliches Element bietet Kermi für den Außenluftansaugturm Filter als Schlauchfilter in der Filterklasse G4 (Grobfilter) an. Der Schlauchfilter ist komplett über das zylindrische Lochgitter zu ziehen.

Montieren Sie den Schlauchfilter so, dass keine ungefilterte Luft in den Ansaugturm gelangt.

7. Wartung

7.1 Bestimmungen zur Instandhaltung

Zur Sicherung einer sauberen und hygienisch einwandfreien Zuluft muss ein hygienischer Betrieb der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage gewährleistet sein. Dies bedeutet, dass gemäß den Vorgaben der VDI 6022 der Gehalt an Stäuben, Bakterien, Pilzen und weiteren biologischen Inhaltsstoffen in der Zuluft geringer oder gleichwertig als in der Außenluft sein muss. Gemäß der oben genannten Norm sind entsprechende Reinigungsintervalle und Vorsorgeinspektionen durchzuführen.



Die länderspezifischen Normen, Richtlinien und Verordnungen hinsichtlich der hygienischen Anforderungen zum Betrieb von RLT Anlagen sind bereits zu Beginn der Planung zu berücksichtigen.

7.2 Hygieneinspektion

Die Hygieneinspektion erfolgt mit dem Ziel der Sicherstellung des hygienischen Betriebs einer Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage. Nach der VDI 6022 ist die Hygieneinspektion für Raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) ohne Befeuchtung, worunter eine Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage fällt, im Abstand von 3 Jahren zu kontrollieren. Die Kontrolle darf nur nach VDI 6022 Blatt 2, Kategorie A qualifizierten, Personal oder durch entsprechend höher qualifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden.

Bei der Hygieneinspektion erfolgt eine Sichtprüfung auf Verschmutzungen und Beschädigungen der Anlage sowie einzelner Anlagenkomponenten. Hierbei wird festgestellt, inwieweit ein kritischer Befund wie z.B. ein Keimwachstum vorliegt. Über die Sichtprüfung hinaus kann, soweit nötig, eine mikrobiologische Untersuchung durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Hygieneinspektion sind als Dokumentationsunterlagen mindestens 6 Monate beim Betreiber der Anlage aufzubewahren.

In der Hygiene Erstinspektion wird neben den hygienischen Anforderungen auch die ordnungsgemäße Ausführung der Anlage begutachtet bzw. vorhandene Installationsprotokolle geprüft. Die für die Reinigung bzw. die Instandhaltung eines Luft-/Erdwärme-Übertrager relevanten auszuführende Tätigkeiten ergeben sich auf Basis der allgemein auf RLT-Anlagen bezogenen Tabelle 4 der VDI 6022 Blatt 1. Nachfolgend sind die wichtigsten Punkte für Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen in einer Tabelle aufgeführt.

Tätigkeit	Gegebenenfalls Maßnahme	Wartungs-/ Kontrollintervall
Außenluftdurchlässe auf Verschmutzung und Beschädigung kontrollieren	Reinigen	12 Monate
Luftfilter auf unzulässige Verschmutzung und Beschädigung (Leckagen) und Gerüche prüfen; Differenzdruck prüfen	Auswechseln der betroffenen Luftfilter	3 Monate
	Filterstufe auswechseln	6 Monate
Luftleitungen Zugängliche Luftleitungsabschnitte auf Beschädigung prüfen; Innere Luftleitungsfläche auf Verschmutzung und Wasserniederschlag an 2 bis 3 repräsentativen Stellen prüfen.	Instandsetzen Rohrsystem an weiteren Stellen inspizieren, über Reinigungserfordernis entscheiden	12 Monate 12 Monate

7.3 Hygienekontrollen

Neben der Hygieneinspektion sind gemäß VDI 6022 weiterführende Instandhaltungsmaßnahmen hinsichtlich der Hygiene, so genannte Hygienekontrolle durchzuführen. Die Hygienekontrollen dürfen nur durch geschultes Fachpersonal vorgenommen werden. Der Umfang dieser Kontrollen beschränkt sich auf eine Sichtprüfung der Rohrsysteme und damit verbundenen Anlagenteilen. Die Hygienekontrollen werden durchgeführt, um Verschmutzungen und Beschädigungen frühzeitig zu erkennen und ggf. Maßnahmen zur Beseitigung einzuleiten. Wird bei der Kontrolle ein kritischer Befund festgestellt, so sind entsprechende Maßnahmen zur Beseitigung des kritischen Zustandes einzuleiten.

Die Hygienekontrollen sollten immer durch geschultes Fachpersonal vorgenommen werden. Notwendige Korrekturmaßnahmen sollten durch den Planer und Bauherrn abgestimmt werden.



7.4 Reinigungsverfahren

Es gibt eine Vielzahl von Reinigungsverfahren, welche für die Reinigung von Lüftungsanlagen eingesetzt werden. Die Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage zählt zwar zu den RLT Anlagen, unterscheidet sich jedoch erheblich von im Hausbereich üblichen Lüftungsleitungssystem. So sind nicht alle Reinigungsverfahren für lufttransportierende Systeme geeignet. Zudem existieren bisher keine alleinigen Normen oder Richtlinien für die Spezifikation von Reinigungsgeräten oder Durchführung von Reinigungsverfahren von Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen.

Bezogen auf die Reinigung von Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen sind im besonderen Maße die hygienischen Gesichtspunkte gemäß der VDI 6022 zu berücksichtigen. Im weiteren Verlauf des Kapitels werden zwei unterschiedliche Reinigungsverfahren vorgestellt.

Bereits bei Planungsbeginn ist darauf zu achten, die Anlage konstruktiv möglichst so zu gestalten, dass eine optimale Reinigung möglich ist. Soweit erforderlich, müssen entsprechende Revisionsschächte mit eingeplant werden. Unabhängig vom Reinigungsverfahren sind folgende konstruktive Merkmale zu beachten:

- Möglichst nie mehr als zwei 88°-Bögen in einem Reinigungsabschnitt
- Max. Länge eines Reinigungsabschnittes 50 m
- Überbrückung von Höhenunterschieden durch Einsatz von 88°-Bögen 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.



Derzeit können die am Markt üblichen Reinigungsverfahren für die Reinigung von Lüftungsleitungen sowie der Reinigung von Abwassersystemen auch für die Reinigung von Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen eingesetzt werden. Für optimale Reinigungserfolge sind die Verfahren ggf. anzupassen.

7.4.1 Reinigung mit Bürsten

Grundsätzlich kann die Reinigung einer Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage mit in der Lüftungstechnik verwendeten Bürsten erfolgen. Da es verschiedene Bürstenlängen gibt, ist zu beachten, dass bei der Überschreitung der maximalen Reinigungslänge die Reinigung in mehreren Abschnitten zu erfolgen hat. Hierzu werden die zu reinigenden Bereiche des Rohrsystems z.B. mit Absperrballons vom restlichen Luftkanal abgetrennt. Bei der Ausführung der Reinigung wird durch eine Revisionsöffnung die Bürste in den zu reinigenden Abschnitt eingebracht. Je nach

Art der Reinigung ist am anderen Ende des Rohrabschnittes eine Saugeinrichtung mit Feinfilter angeschlossen. Über diese Saugeinrichtung werden die gelösten Schmutzpartikel abgesaugt und abgeschieden.

Für die Reinigungszwecke werden in der Praxis sowohl rotierende als auch statische Bürsten eingesetzt.

Für das in dieser Technischen Information beschriebene Rohr- und Formteileprogramm dürfen nur Rosshaar- oder Kunststoffbürsten eingesetzt werden.



Der Einsatz von rotierenden Bürsten, sogenannten Wellenbürsten, wird auf Grund der besseren Reinigungseffekte empfohlen. 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. Auf Grund 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 Begehrbarkeit 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 gesamtheitliche, richtlinienkonforme Reinigung der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage durchgeführt werden kann.



7.4.2 Wasserreinigung

Die Reinigung von Kanalrohrsystemen mit Wasser ist eine bekannte und etablierte Methode. Auch Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen können mit dieser Technik gereinigt werden. Die Wasserreinigung hat bezüglich der Bürstenreinigung den Vorteil, dass sich im Bauteil befindende Ablagerungen und Mikroorganismen auf Grund der Wasserkraft gut lösen und gleichzeitig sicher abtransportiert werden. 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. 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 notwendig. Diese müssen sicher über die zur Verfügung stehenden Kondensatabläufe abgeführt werden.



Nach der Reinigung mit Wasser ist zu beachten, dass eine gewisse Restfeuchte im Rohr verbleibt. Die für die Behaglichkeit geforderte relative Luftfeuchte muss ggf. durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden.

Der Einsatz der Reinigung mit Wasser ist der Bürstenreinigung insbesondere bei Mehrrohrsystemen vorzuziehen. Durch den Einsatz standardisierter Robotortechnik ist es möglich, in Verteiler einzufahren und die einzelnen vom Verteiler abgehenden Rohre zu reinigen.

7.5 Filterwechsel am Ansaugturm

Je nach Witterungsbedingungen sind die Filter in regelmäßigen Abständen auszutauschen. Das sollte mindestens halbjährlich erfolgen, bevorzugt beim Start der Heizperiode und am Ende der Heizperiode (ca. Oktober/März).

8. Außerbetriebnahme / Entsorgung

- Führen Sie die ausgedienten Komponenten des Luft-/Erdwärme-Übertragers dem Recycling oder der ordnungsgemäßen Entsorgung zu. Beachten Sie dabei die örtlichen Vorschriften.
- Die Komponenten des Luft-/Erdwärme-Übertragers gehört nicht in den Hausmüll. Mit einer ordnungsgemäßen Entsorgung werden Umweltschäden und eine Gefährdung der persönlichen Gesundheit vermieden.

9. Technische Merkmale

9.1 Technische Daten

9.1.1 Luft-/Erdwärme-Übertrager-Rohr

- Mit Steckmuffe und Sicherheitsdichtsystem, Rohrenden mit Schmutzschutz
- Werkstoff: Polypropylen
- antimikrobiell
- Farbe: RAL 5012 Lichtblau, Innenschicht Aluminiumgrau

Luft-/Erdwärme-Übertrager-Rohr

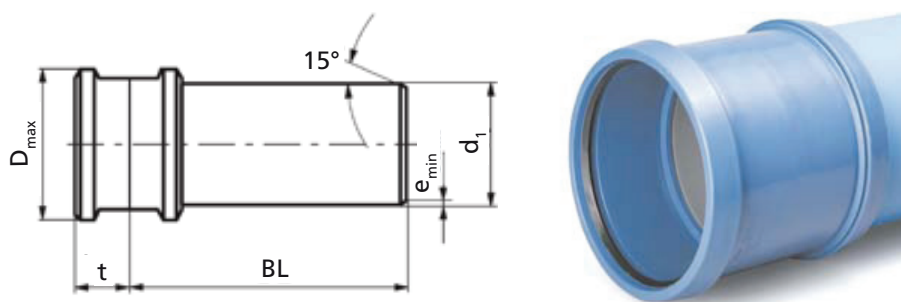


Abb. 22

Art.-Nr.	DN	BL (mm)	d ₁ (mm)	D _{max} (mm)	t (mm)	e _{min} (mm)	Gewicht (kg/m)	Stck./ HRV*
Y 31 01 200 001 K	200	6000	200	240	101	7,0	4,2	20

* HRV = Holzrahmenverschalung

Rohre

	Bezeichnung	Luft-/Erdwärme-Übertra- ger-Rohr, antimikrobiell DN 200
	Mittlere Dichte (g/cm ³)	≥ 0,95
	Farbe	Blau
	Baulänge (m)	1 / 3 / 6
	Verbindungstechnik	Steckmuffe ggf. Schweißen
	Formteilprogramm	Ja
Eigenschaften	Kurzzeit-E-Modul (N/mm ²)	1250
	Wärmeausdehnungskoeffizient (mm/mK)	0,08
	Wärmeleitfähigkeit (W/(m*K))	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
	Mögliche max. Grundwasserstände über Rohrscheitel, ohne Verkehrslast (m)	3
	Einbau unter dem Gebäude**	++
	Empfohlenes Einbettungsmaterial nach DIN 1610 Leitungszone E1 / E2	G2

* Die Überdeckungshöhe stellt nur einen Anhaltswert dar. Durch eine statische Berechnung ist die zulässige Überdeckungshöhe zu prüfen.

** Der Einbau von Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen unter einem Gebäude ist grundsätzlich möglich, jedoch abhängig vom Einsatzbereich zu prüfen. In diesem Fall ist jedoch vor dem Einbau zwingend eine statische Berechnung durchzuführen.

9.1.2 Formteile DN 200

Bogen

- PP-Bogen mit EPDM-Dichtring und Schmutzschutz
- Werkstoff: Polypropylen
- Farbe: RAL 5009 Azurblau

Bogen

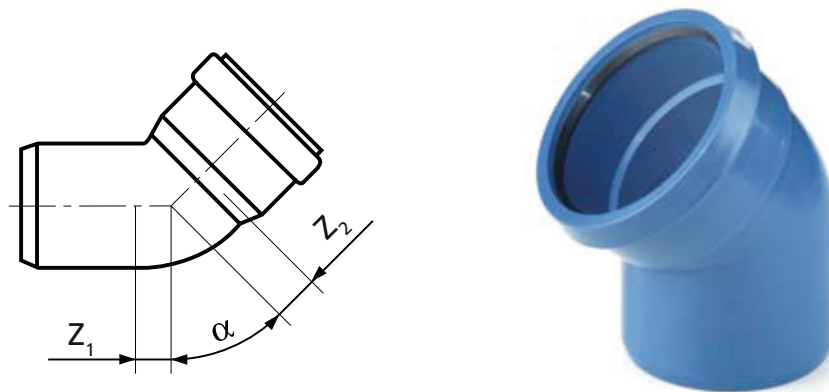


Abb. 23

Art.-Nr.	DN	α	Z ₁ (mm)	Z ₂ (mm)	Gewicht (kg/Stck.)
Y 31 01 200 002 K	200	45 °	44	48	1,31

Einfachabzweig 45°

- PP-Einfachabzweig 45° mit EPDM-Dichtringen und Schmutzschutz
- Werkstoff: Polypropylen
- Farbe: RAL 5009 Azurblau

Einfachabzweig 45°

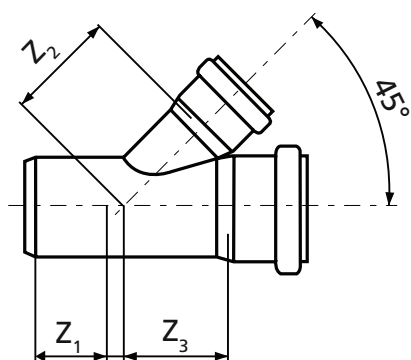


Abb. 24

Art.-Nr.	DN	Z ₁ (mm)	Z ₂ (mm)	Z ₃ (mm)	Gewicht (kg/Stck.)
Y 31 01 200 003 K	200/200	47	255	255	3,1

Doppelsteckmuffe

- PP-Doppelsteckmuffe mit Sicherheitsdichtsystem und Schmutzschutz
- Werkstoff: Polypropylen
- Farbe: RAL 5009 Azurblau

Doppelsteckmuffe

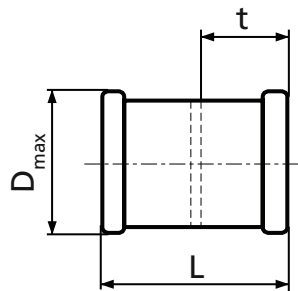


Abb. 25

Art.-Nr.	DN	L (mm)	D _{max} (mm)	t (mm)	Gewicht (kg/Stck.)
Y 31 01 200 004 K	200	206	240	101	1,05

9.1.3 Ansaugtürme

Außenluft-Ansaugturm

- Mit Lamellenhaube, Rohrelement mit Bodenflansch, passend für Rohrsteckmuffe, ohne Filtereinsatz

Außenluft - Ansaugturm	
	Beschreibung Die Ansaugung der Außenluft über den E-WÜT sollte mind. 60 cm über Erdoberfläche erfolgen. Die Haube des Außen-Ansaugturms ist abnehmbar, um den innenliegenden Filter zu reinigen oder zu wechseln.
	Ausführung Lamellenhaube
	Filterklasse G4
	Material Edelstahl
	Verpackungseinheit 1 Stück Lieferung inkl.: 1 Stück Lamellenhaube mit Filter G4 1 Stück Rohr 1000 mm lang, 2 Stück Statische Schellen und 1 Stück Adapter für DN 200
Inhalt Ⓐ Lamellenhaube Ⓑ Grobfilter G4 (in Ⓐ vormontiert) Ⓒ Statische Schelle Ⓓ Rohr 1000 mm lang Ⓔ Adapter	
Bauseits Ⓐ 4 x Blechschrauben	
Montage	
Werkzeuge	
Abmessungen	Druckverlust-Diagramm
Wartung / Reinigung Der Filter sollte 1-2mal im Jahr ausgetauscht werden.	
ACHTUNG! Tragen Sie bei allen Arbeiten Schutzhandschuhe. Für die im Erdbereich verwendeten Kunststoffrohre sind die jeweils vom Rohrersteller herausgegebenen Verlegeanleitungen gültig.	

Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Filter

■ Filterklasse G4 nach EN 779, passend für Außenluft-Ansaugturm DN 200

Filter

Abb. 26

Art.-Nr.	DN	Filterklasse	Stck./VPE
Y 81 03 200 001 K	200	G4	3

9.1.4 Kondensatabläufe

Kondensatablauf "Eck"

- z.B. für unterkellerte Wohnhäuser und andere Gebäude, mit aufgeschweißter halber Steckmuffe und Sicherheitsdichtsystem,
- Revisionsöffnung, Abzweig 90°, dimensionsgleich mit beidseitigem Spitzende sowie angeschweißtem Ablaufstutzen R 1/2
- Werkstoff: Edelstahl

Kondensatablauf "Eck"



Abb. 27

Art.-Nr.	Länge (mm)	Abgang (mm)	Nennweite (mm)
Y 31 01 200 013 K	400	200	200

Kondensatsammelschacht

- für nicht unterkellerte Gebäude, mit Flachboden und 1 Anschluss DN 200 (Spitzende)
- Werkstoff: Polypropylen
- Farbe: RAL 5009 Azurblau

Kondensatsammelschacht

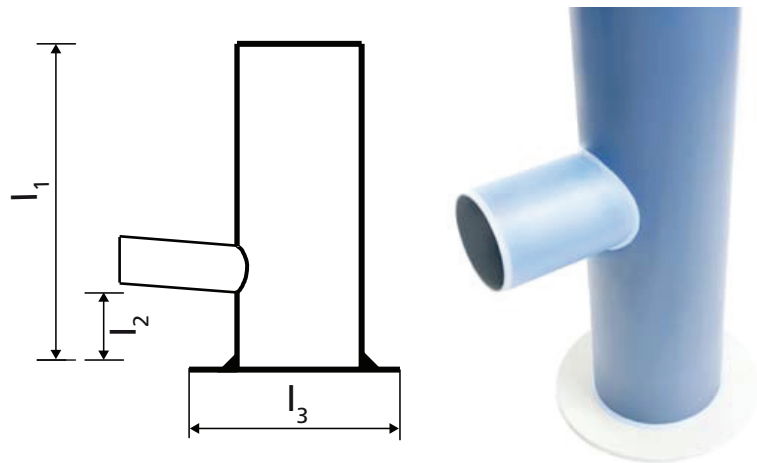


Abb. 28

Art.-Nr.	DN	Zulauf (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)	l ₃ (mm)	Gewicht (kg/m)
Y 31 01 200 009 K	315	DN 200	2500	500	500	34,50

Gussabdeckung

- für Kondensatsammelschacht
- Gussrahmen inkl. eingelegter Dichtung und Gussdeckel, tagwasserdicht
- Werkstoff: Gusseisen
- Farbe: RAL 9005 Schwarz

Gussabdeckung

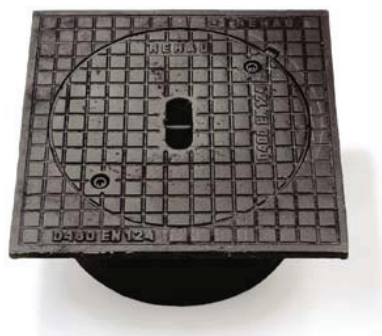


Abb. 29

Art.-Nr.	DN	Typ	Außenmaß (mm)	Gewicht (kg/Stck.)
Y 31 01 200 010 K	315	D 400 TGW*	420 x 420	35,00

9.1.5 Hauseinführung

- mit Lippendichtung für nicht drückendes Wasser
- zum Einbetonieren
- Farbe: Natur

Hauseinführung

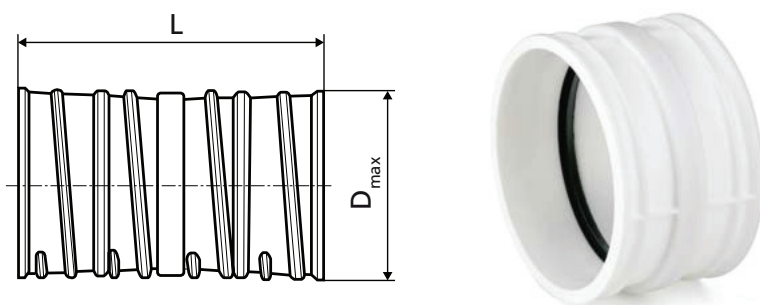


Abb. 30

Art.-Nr.	DN	Einbaulänge L (mm)	D _{max} ca. (mm)	Gewicht (kg/Stck.)
Y 31 01 200 011 K	200	240	232	1,19

9.1.6 Muffenstopfen

Werkstoff: Polypropylen

Farbe: Orange

Muffenstopfen

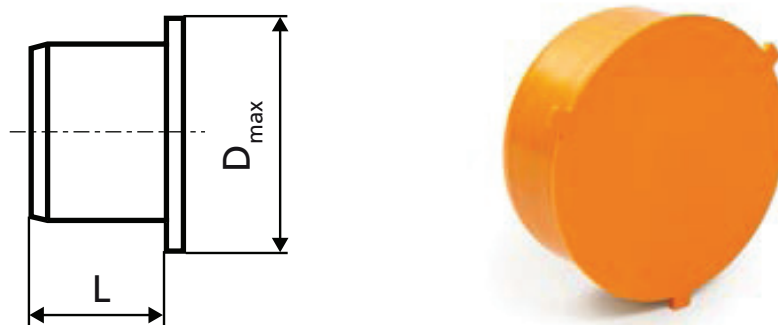


Abb. 31

Art.-Nr.	DN	L (mm)	D _{max} (mm)	Gewicht (kg/Stck.)	VPE
Y 31 01 200 012 K	200	74	239	0,3	280

10. Anhang

10.1 Energetische Einflussgrößen

10.1.1 Klima / Standort

Der Standort der Anlage wird meist durch den Platzbedarf und norm- bzw. richtlinienbezogene Vorgaben bestimmt. Neben der Exposition der Luft-/Erdwärme-Übertrager-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 Luft-/Erdwärme-Übertrager-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 wider. Bei der Wahl des Standortes 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 werden und auch in die zukünftige Planungen mit einbezogen werden.

10.1.2 Erdreich

Bei der Errichtung von Luft-/Erdwärme-Übertrager-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 (sandiger Ton feucht)

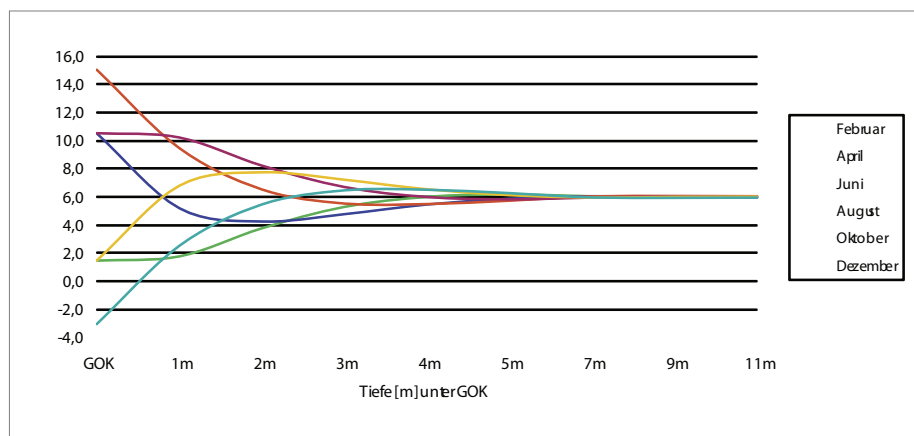


Abb. 32

10.1.3 Verlegetiefe

Die Verlegetiefe wirkt sich unabhängig von den Bodeneigenschaften auf den Ertrag der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage aus. Mit zunehmender Tiefe steigt nicht nur die durchschnittliche Temperatur, auch die Amplitude der jahreszeitlich bedingten Temperaturschwankung wird kleiner, was zu einem für den Betrieb der Anlage günstigeren Temperaturniveau führt. So nimmt der erzielte Ertrag mit zunehmender Tiefe zu. Dies geschieht jedoch nicht linear sondern logarithmisch gegen einen Grenzwert. Daher muss 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 Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage in der Regel zwischen 1,5 m, bezogen auf die Rohrsohle.

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



Die minimale Überdeckung der Rohrsohle darf bei der Verlegung unter nicht überbauten Flächen 1,00 m nicht unterschreiten. Bei der Verlegung der Leitungen sind entsprechende Kennzeichnungen, z.B. ein Warnband oberhalb der Bauteile vorzusehen. Bei der Verlegung unterhalb von Gebäuden oder versiegelten Flächen sind die Abstände gemäß Kapitel „Mindestabstände zu Bauwerken und anderen Leitungen“ auf Seite 46 zu berücksichtigen.

10.1.4 Art der Verlegung

Die Art der Verlegung von Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen ist im Wesentlichen abhängig vom maximalen Luftvolumenstrom und den örtlichen Platzverhältnissen.

Einrohrsysteme werden besonders im Ein- und Zweifamilienhausbereich eingesetzt. Die in diesem Bereich auftretenden maximalen Luftvolumenströme liegen meist unter 300 m³/h. Gleichzeitig können durch die Verlegung nur eines Rohres oft Synergien mit den ohnehin durchzuführenden Erdarbeiten genutzt werden, womit die Installationskosten deutlich reduziert werden. Der Kondensatablauf kann innerhalb der Anlage meist durch einen zentral liegenden Kondensatablauf sichergestellt werden. 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.

10.1.5 Rohrlänge

Die Rohrlänge einer Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage steht im direkten Zusammenhang mit dem erzielten 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. Durch die Rohrlänge und die Rohrdimension wird gleichzeitig die für den Wärmeaustausch zur Verfügung stehende Fläche bestimmt. Am Luft-

einlass des Luft-/Erdwärme-Übertragers 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 [m³/h]

c_p = spezifische Wärmekapazität [kJ/kg K]

ρ_L = Dichte Luft [kg/m³]

u_i = Temperatur Eintritt / Austritt

Je länger das Rohr wird, umso geringer wird der erzielte Ertrag pro Meter Rohrlänge (siehe auch Grafik im Anhang, Kapitel 10.2).

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 Luft-/Erdwärme-Übertrager führt dies theoretisch dazu, dass die Lufttemperatur die Erdreichtemperatur erreicht. Wie der Grafik zu entnehmen ist, sinkt das Verhältnis zwischen erzieltm Ertrag und Rohrlänge mit zunehmender Länge, gleichzeitig steigen die Investitionskosten jedoch weiter linear an. Es ist daher notwendig, ein Optimum zwischen der Länge des Luft-/Erdwärme-Übertragers und dem daraus resultierenden Ertrag, und den für die Länge zu erbringenden Kosten zu finden. In der Praxis hat sich eine Wärme-Übertrager-Rohrlänge von ca. 40-60 m als wirtschaftlich sinnvolle Länge herausgestellt. Projektbezogen können natürlich auch davon abweichende Rohrlängen sinnvoll sein.

10.1.6 Auslegungsbeeinflussende Kennzahlen

Kennzahlen können als Grundlage für den Vergleich zwischen verschiedenen Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen verwendet werden. Gleichzeitig kann anhand von Kennzahlen die Effizienz der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen abgeschätzt werden. Mit Hilfe der Kennzahlen wird es daher möglich, bereits in der Planungsphase eine Eingrenzung auf wirtschaftlich und ökonomisch sinnvolle Anlagen vorzunehmen. Damit wird gleichzeitig die Anzahl der durchzuführenden Simulation deutlich reduziert, was eine Kosten- und Zeitersparnis mit sich bringt. Nachfolgend werden einige auslegungsbeeinflussende Kennzahlen kurz vorgestellt.

10.1.7 Metervolumenstrom M

Das Metervolumen ist eine sogenannte Vorprüfkennzahl. Das bedeutet, dass für die Berechnung nur sehr wenige Parameter notwendig sind. Bei dem Metervolumenstrom sind das die Gesamtrohrlänge der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage und der maximale Volumenstrom:

$$M = V / L_{\text{ges}} \text{ (m}^3/\text{hm)}$$

M = Metervolumenstrom (m³/hm)

V = Volumenstrom (m³/h)

L_{ges} = Gesamtrohrlänge der Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlage (m)

Der Metervolumenstrom gibt einen Hinweis über die Effektivität einer Anlage. Für gute Luft-/Erdwärme-Übertrager-Anlagen sind möglichst kleine Metervolumenströme anzustreben. Bei einem Wert über 40 (m³/hm) ist davon auszugehen, dass eine genaue Überprüfung der Anlage nicht mehr notwendig ist, da es sich um eine eher ineffektive Anlage handelt.

10.1.8 Leistungszahl

Die Leistungszahl dient zur Abklärung der Anlagenauslegung für die Spitzenlastabdeckung. Hierbei wird mit Hilfe der Leistungszahl die maximale zu erzielende Leistung einer Anlage bei maximalen Temperaturunterschieden ermittelt. Bei der Leistungszahl werden die Einbauten und die damit verbundenen Druckverluste mit berücksichtigt. Die Leistungszahl wird wie folgt berechnet.

$$\varepsilon = \frac{Q}{P_{\text{vent}}}$$

Q = Leistung des LEWT [kW]

P_{vent} = Ventilatorleistung [kW]

Mit Hilfe der Leistungszahl lassen sich keine Aussagen bezüglich des saisonalen Ertragsverhaltens und damit auch der CO₂-Einsparung treffen. Die Leistungszahlen sollten für den Heiz- und Kühlbetrieb separat berechnet werden, da sich diese aufgrund der unterschiedlichen Betriebsweisen unterscheiden. Im Sommer liegen die Leistungszahlen etwas unter denen im Winter, was an den geringeren sommerlichen Temperaturamplituden bezogen auf die Jahresmitteltemperatur liegt.

10.1.9 Berechnung des Kondensatanfalls

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

$$\dot{m}_{\text{kond}} = \dot{m}_{\text{Luft}} \times (\chi_{\text{LEWT,ein}} - \chi_{\text{LEW,aus}})$$

$\dot{m}_{\text{kond}}$ = Kondensatmassenstrom [kg/s]

$\dot{m}_{\text{Luft}}$ = Luftmassenstrom im EWT [kg/s]

$\chi_{\text{LEWT,ein}}$ = absolute Feuchte am LEWT Eintritt [kgwa/ kgLu]

$\chi_{\text{LEW,aus}}$ = absolute Feuchte am LEWT Austritt [kgwa/ kgLu]

Die jeweiligen Zustandänderungen 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.



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 m³/h

Lufttemperatur Ein: 30 °C

Lufttemperatur Aus: 19 °C

Luftdichte: 1,20 kg/m³

Relative Luftfeuchte Eintritt: 65 %

Aus dem h-x Diagramm kann der Wassergehalt $\chi_{\text{LEW,ein}}$ 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 Nassdampftemperatur bestimmt.

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

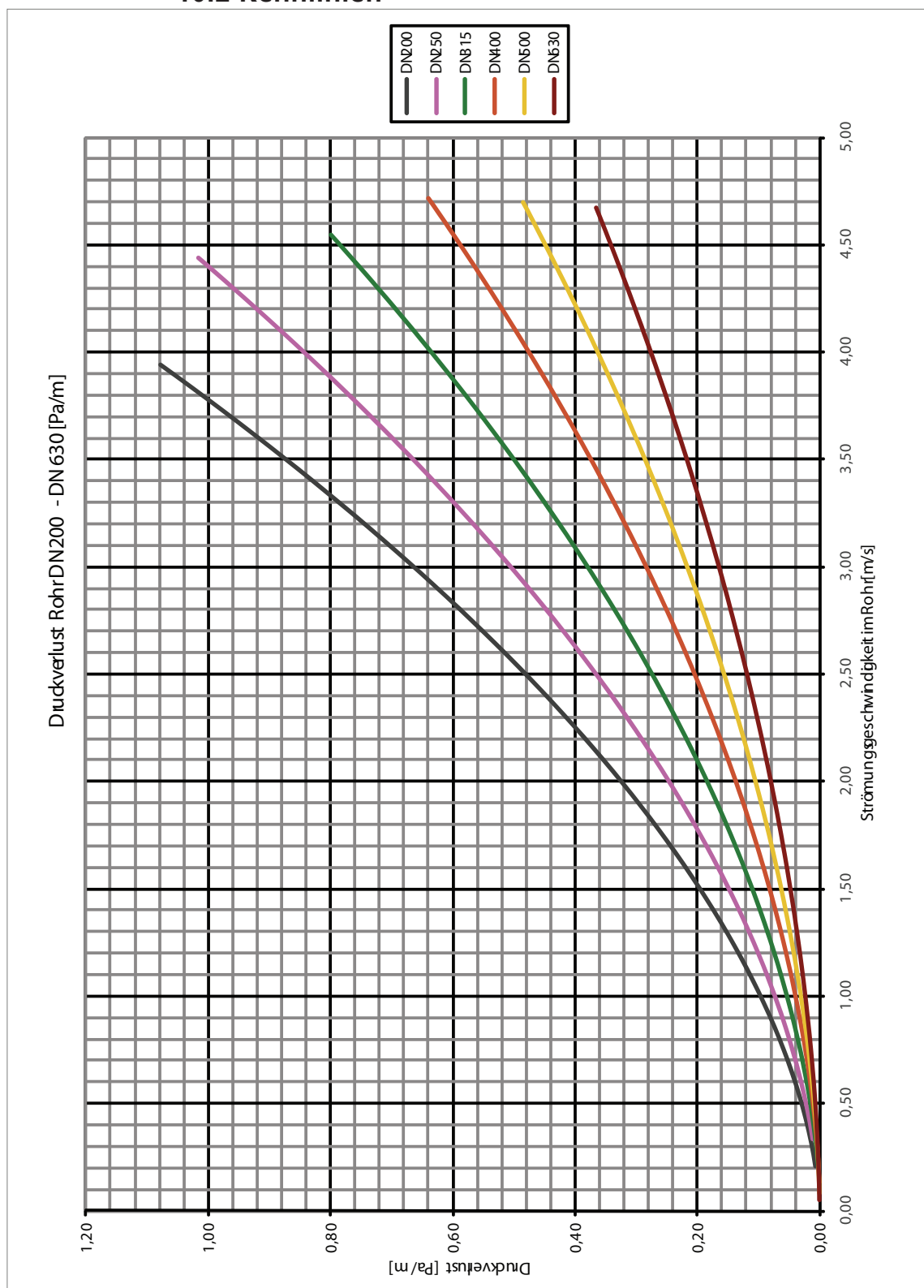
Um den Wassergehalt $x_{LEW,aus}$ zu ermitteln wird der Nassdampflinie bis zur Lufttemperatur Aus gefolgt. Bei einer Temperatur von 19 °C und einer Luftfeuchte von 100 % ergibt sich so ein Wassergehalt von 13,7 g/kg.

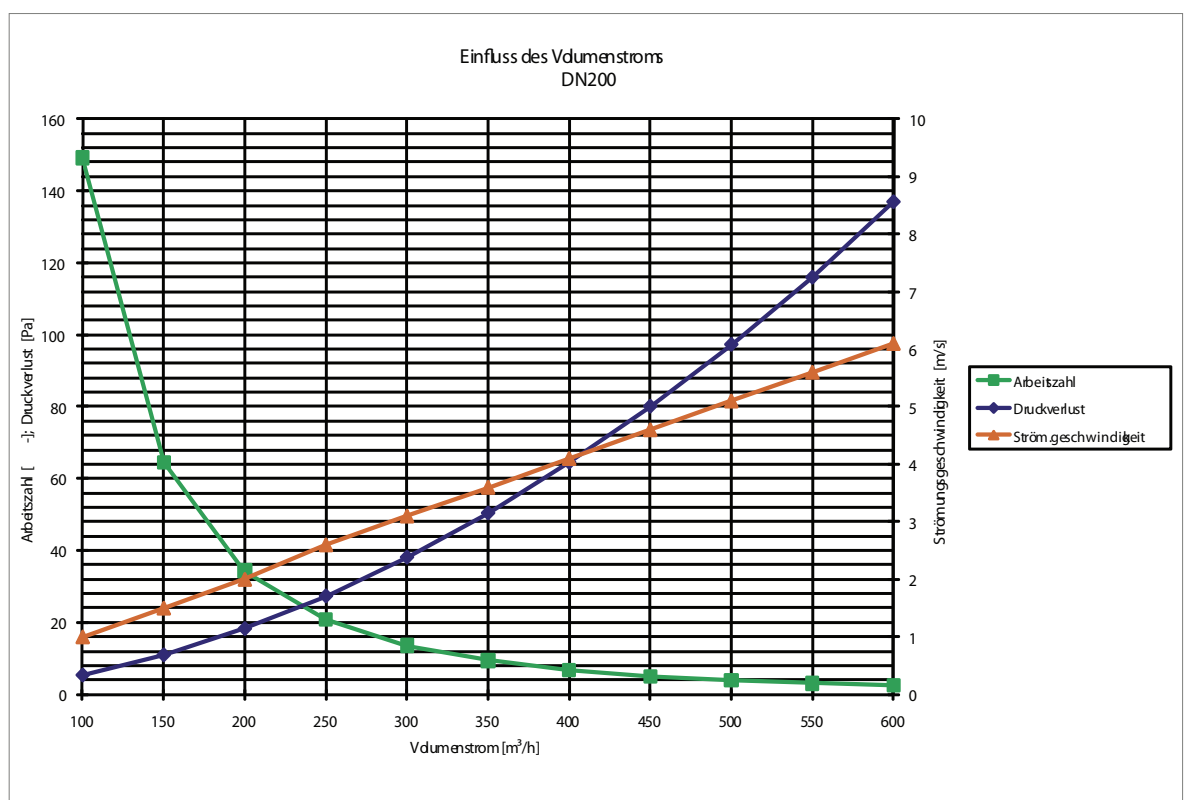
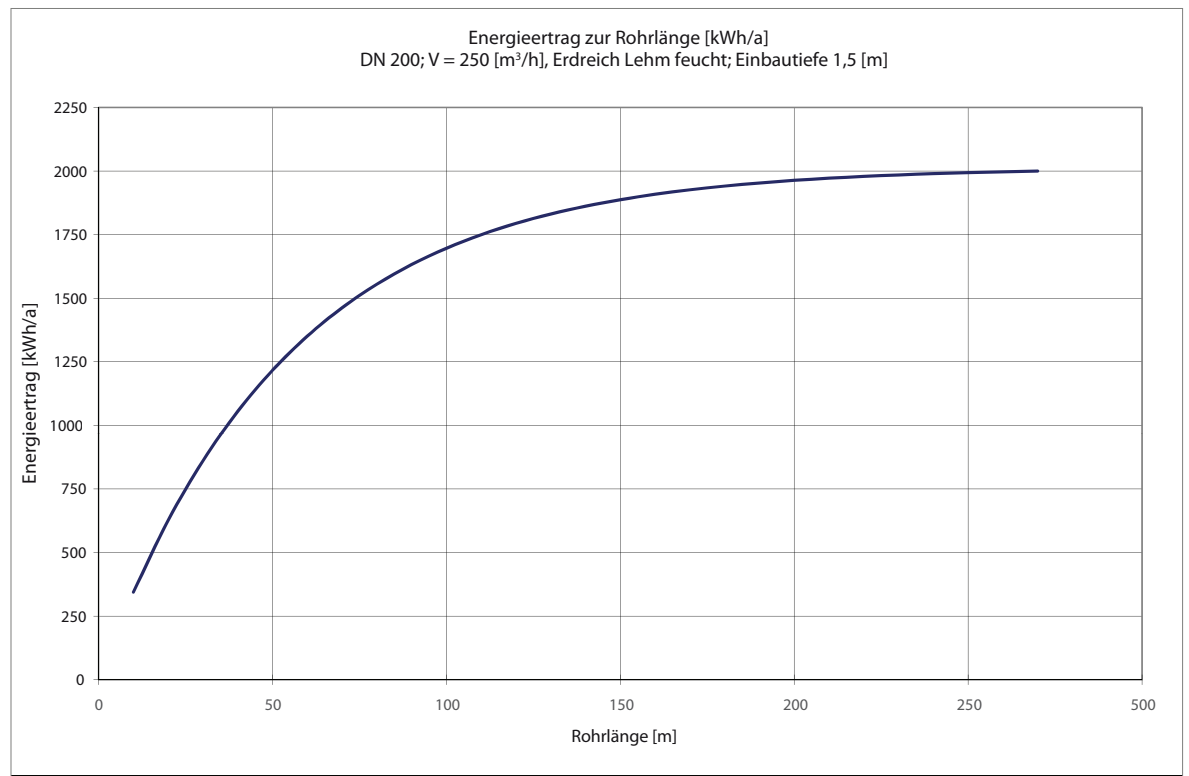
Werden nun die ermittelten Daten in die oben stehende Formel eingesetzt so ergibt sich:

$$m_{Kond} = 1.20 \times 200 \times (0,0174 - 0,0137)$$

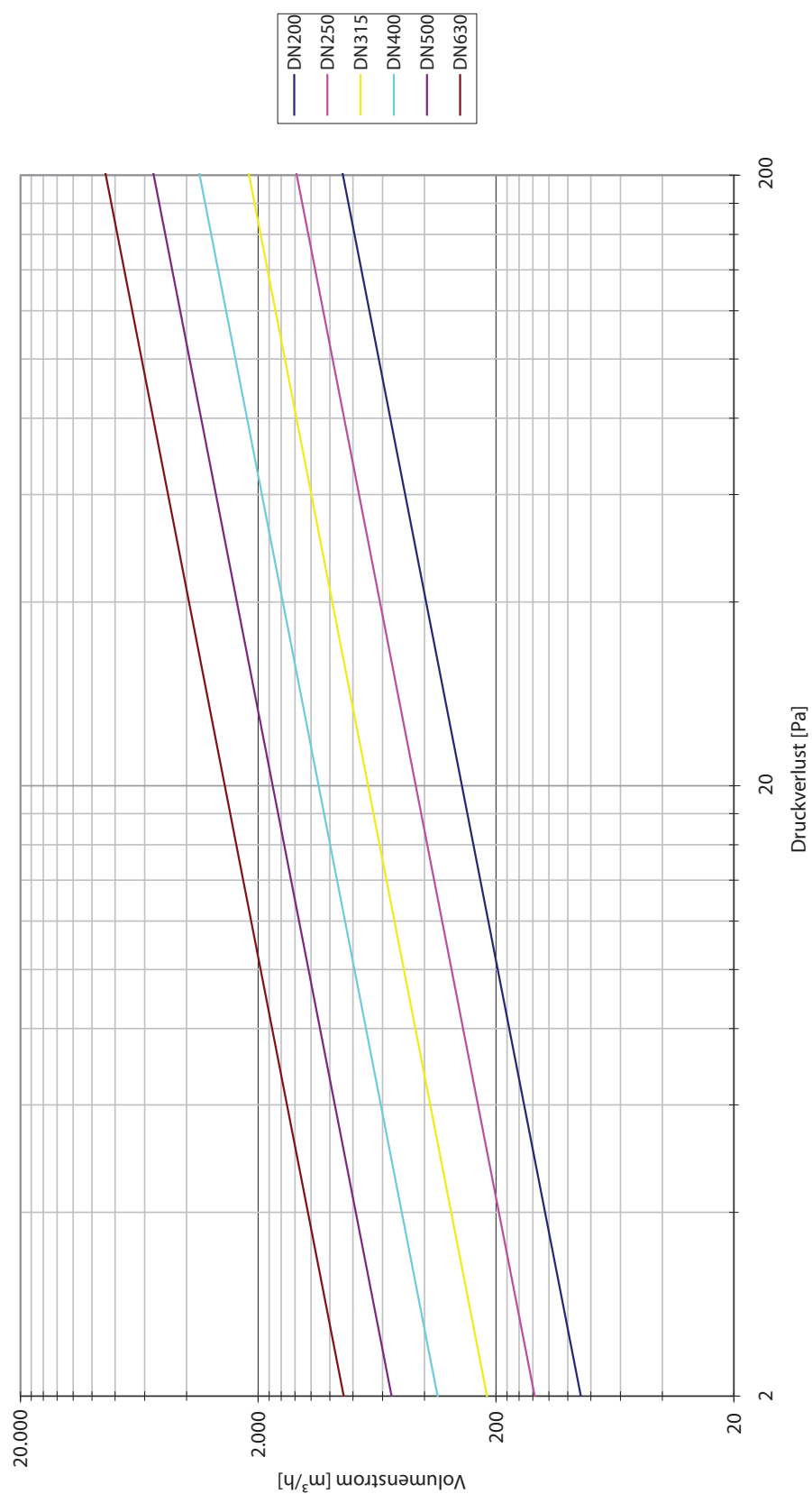
$$m_{Kond} = 0,888 \text{ kg/h}$$

10.2 Kennlinien





Druckverlust Ansaugturm mit Filter G4





Kermi GmbH
Pankofen-Bahnhof 1
94447 Plattling
GERMANY
Tel. +49 9931 501-0
Fax +49 9931 3075
www.kermi.de
info@kermi.de