

HAMBURG WATER CYCLE®

Jenfelder Au

HANDBUCH UNTERDRUCKENTWÄSSERUNG

Ein Leitfaden für die Installation in Gebäuden

Aktualisierte und erweiterte Fassung (Juli 2019)



Autoren

**Prof. Dr.-Ing. Martin Oldenburg,
Dr.-Ing. Raphael Rohde,**

Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Höxter
Fachbereich Umweltingenieurwesen und Angewandte Informatik
Fachgebiet Biologische Abwasserreinigung und Abwasserverwertung

**Dipl.-Ing. Maika Wuttke,
Wolfgang Kuck,**

HAMBURG WASSER
Qualitäts- & Energiemanagement
Abteilung Energiemanagement und Projekte



Kontakt

Fragen zum Handbuch und zum HAMBURG WATER Cycle®

M. Sc. Narne Hinrichsmeyer
HAMBURG WASSER
Qualitäts- & Energiemanagement
Abteilung Energiemanagement und Projekte
Billhorner Deich 2, 20539 Hamburg
Telefon 040 78 88 82 629
narne.hinrichsmeyer@hamburgwasser.de

Fragen zum Projektbetrieb und Technische Fragen

Wolfgang Kuck
HAMBURG WASSER
Qualitäts- & Energiemanagement
Abteilung Energiemanagement und Projekte
Billhorner Deich 2, 20539 Hamburg
Telefon 040 78 88 82 619
wolfgang.kuck@hamburgwasser.de

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | DER HAMBURG WATER CYCLE® IN DER JENFELDER AU | 1 |
| 1.1 | Einführung | 1 |
| 1.2 | Notwendigkeit dieses Handbuchs | 1 |
| 1.3 | Hinweise zum Handbuch | 2 |
| 1.4 | Schnittstellen und Systemgrenzen | 2 |
| 1.5 | Die Adressaten | 3 |
| 2 | FUNKTION EINES UNTERDRUCKENTWÄSSERUNGSSYSTEMS | 5 |
| 2.1 | Vorteile des Systems | 5 |
| 2.2 | Funktionsweise des Unterdruckkanalisationssystems | 6 |
| 2.3 | Anordnung des Unterdruckentwässerungssystems in der Jenfelder Au | 9 |
| 2.4 | Funktionsweise eines Unterdrucktoilette | 9 |
| 2.5 | Verfügbare Modelle und Hersteller von Unterdrucktoiletten | 10 |
| 3 | PLANUNGS- UND BAUHINWEISE | 13 |
| 3.1 | Installationsbeispiel | 13 |
| 3.2 | Platzbedarf und Anschlüsse | 14 |
| 3.2.1 | Innerhalb des Gebäudes | 14 |
| 3.2.2 | Außerhalb der Gebäude | 15 |
| 3.3 | Schallschutz | 15 |
| 3.3.1 | Schallursachen in der Gebäudetechnik | 16 |
| 3.3.2 | Koordinative Maßnahmen und Anordnung von Wohnräumen | 16 |
| 3.3.3 | Maßnahmen in der Sanitärtechnik | 17 |
| 3.3.4 | Wichtige Hinweise zur Planung und Abnahme | 19 |
| 3.4 | Installation und Verlegung | 20 |
| 3.4.1 | Generelle Hinweise zum Schall- und Brandschutz | 20 |
| 3.4.2 | Rohrmaterialien und Dimensionen | 21 |
| 3.4.3 | Kennzeichnung der Leitungen | 21 |
| 3.4.4 | Leitungsbefestigung | 21 |
| 3.4.5 | Horizontale Leitungsführung | 22 |
| 3.4.6 | Rohrverbindungen | 22 |
| 3.4.7 | Wanddurchbrüche | 24 |
| 3.4.8 | Richtungsänderungen | 24 |
| 3.4.9 | Verbindung mehrerer Leitungen | 25 |
| 3.4.10 | Anschluss an das Unterdrucksystem | 25 |
| 3.4.11 | Absperrarmatur | 26 |
| 3.4.12 | Kontrollöffnungen | 27 |
| 3.4.13 | Montage der Unterdrucktoiletten | 27 |
| 3.4.14 | Sonderfall Transporttaschen | 28 |
| 3.4.15 | Sonderfall Steigleitungen | 29 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.5 | Dichtheitsprüfung und Prüfprotokoll | 30 |
| 3.6 | Wartungshinweise Fachfirmen | 32 |
| 3.7 | Hinweise zu Ausschreibungstexten Unterdruckentwässerung | 33 |
| 4 | NUTZUNG | 35 |
| 4.1 | Benutzungshinweise | 35 |
| 4.2 | Reinigung und Wartung | 35 |
| 4.3 | Vorgehen Störfall | 35 |
| 4.4 | Das gehört nicht ins WC! | 36 |
| | IMPRESSUM | 37 |



1 Der HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au

1.1 Einführung

Der HAMBURG WATER Cycle® (HWC) ist ein ganzheitlicher Ansatz zur Abwasserentsorgung und Energieversorgung im urbanen Raum. Dabei werden die Infrastrukturbereiche Wasser und Energie als ineinandergreifende und sich ergänzende Aufgabenfelder betrachtet. Das schont die Ressource Trinkwasser und hilft gleichzeitig das anfallende Abwasser zur Energiegewinnung zu nutzen. Außerdem werden Stoffkreisläufe im direkten Wohnumfeld geschlossen. Wichtigster Baustein des HWC ist die sogenannte Teilstrombehandlung von Abwässern. Regenwasser, Abwasser aus der Toilette (Schwarzwasser) und Abwasser, aus Küche und Bad z.B. vom Hände- oder Wäschewaschen (Grauwasser), werden getrennt voneinander abgeleitet und unterschiedlich aufbereitet. Um eine Nutzung der im Schwarzwasser enthaltenen Wertstoffe (Nährstoffe und Energie) möglich zu machen, ist neben der getrennten Ableitung eine möglichst geringe Verdünnung mit Spülwasser erforderlich; dies wird durch den Einsatz von Unterdrucktoiletten ermöglicht. HAMBURG WASSER, der Wasserver- und -entsorger der Hansestadt Hamburg und der Metropolregion schafft mit dem HWC ein innovatives Konzept für die Abwasserwirtschaft, das an die veränderten Rahmenbedingungen des 21. Jahrhunderts angepasst und zukunftsweisend ist. Der HWC wurde zum ersten Mal im Umweltzentrum „Gut Karlshöhe“ in Hamburg realisiert und dient dort als Referenz- und Ausbildungsprojekt. Im nahe gelegenen Quartier „Jenfelder Au“ im Osten Hamburgs werden die hier gewonnenen Erfahrungen auf den größeren Maßstab der Jenfelder Au mit ca. 2500 Bewohnern übertragen. Die Jenfelder Au war 2013 Referenzprojekt der Internationalen Bauausstellung IBA Hamburg. Außerdem wurde der HAMBURG WATER Cycle® mit dem Innovationspreis 2013 des Verbands Kommunaler Unternehmen e.V. in der Kategorie „Wasser/Abwasser“ ausgezeichnet und war „Ausgezeichneter Ort 2013/14“ des bundesweiten Wettbewerbs „Deutschland – Land der Ideen“.

Weitere Informationen zum HWC finden sie im Internet unter www.hamburgwatercycle.de oder können bei HAMBURG WASSER erfragt werden.

1.2 Notwendigkeit dieses Handbuchs

Die Neuartigkeit des HWC mit dem Unterdrucksystem für die Schwarzwasserentwässerung gilt für alle Akteure und bedarf einer guten Abstimmung zwischen Planung und Ausführung des Bauprojekts in der Jenfelder Au. Dieses Handbuch soll alle Akteure ansprechen und hat zum Ziel:

- Informationsdefizite bezüglich der Funktionsweise des Abwassersystems im HWC zu beseitigen.
- Berührungspunkte zu einer anderen Sanitärtechnik abzubauen.
- Hinweise zur Planung, Konstruktion und Installation zu geben.
- Die Qualität der Bauausführung zu sichern und transparent zu machen.

Die Berücksichtigung der Empfehlungen soll helfen, fehlerhafte Bauausführungen und ggf. Nachbesserungen zu vermeiden und den Wohnkomfort langfristig zu sichern.

1.3 Hinweise zum Handbuch

Häufig wird statt der Bezeichnung „Unterdruck“ auch „Vakuum“ verwendet. Da dies für das hier verwendete Entwässerungssystem nicht ganz korrekt ist, wird einheitlich die Bezeichnung „Unterdruck“ genutzt; Aussagen zur Vakuumentwässerung sind aber sinngemäß als gleichwertig anzusehen. Die im Rahmen des Handbuchs gemachten Druckangaben sind als Absolutwerte in der Einheit kPa angegeben; ergänzend hierzu wird in Klammern auch der Unterdruck bezogen auf den atmosphärischen Druck in der Einheit bar genannt.

1.4 Schnittstellen und Systemgrenzen

Analog zur konventionellen Schmutzwasserentsorgung sind auch in der Jenfelder Au die Zuständigkeiten geregelt. Während HAMBURG WASSER für die Abwasserentsorgung im öffentlichen Raum jenseits der Grundstücksgrenze zuständig ist (Abbildung 1), liegt die Verantwortlichkeit auf dem Grundstück bei dem jeweiligen Eigentümer. Die Schnittstelle der Zuständigkeit ist dabei die Grundstücksgrenze, d.h. alle Installationen zwischen der Grundstücksgrenze, dem Gebäude sowie innerhalb des Gebäudes (Leitungen, Revisionseinrichtung (Schacht) etc.) sind durch den Grundstückseigentümer herzustellen und in einem technisch einwandfreien Zustand zu halten. Das Handbuch gibt Empfehlungen für die Installationen in dem privaten Zuständigkeitsbereich, d.h. von der Unterdrucktoilette bis hin zur Schnittstelle an der Grundstücksgrenze.

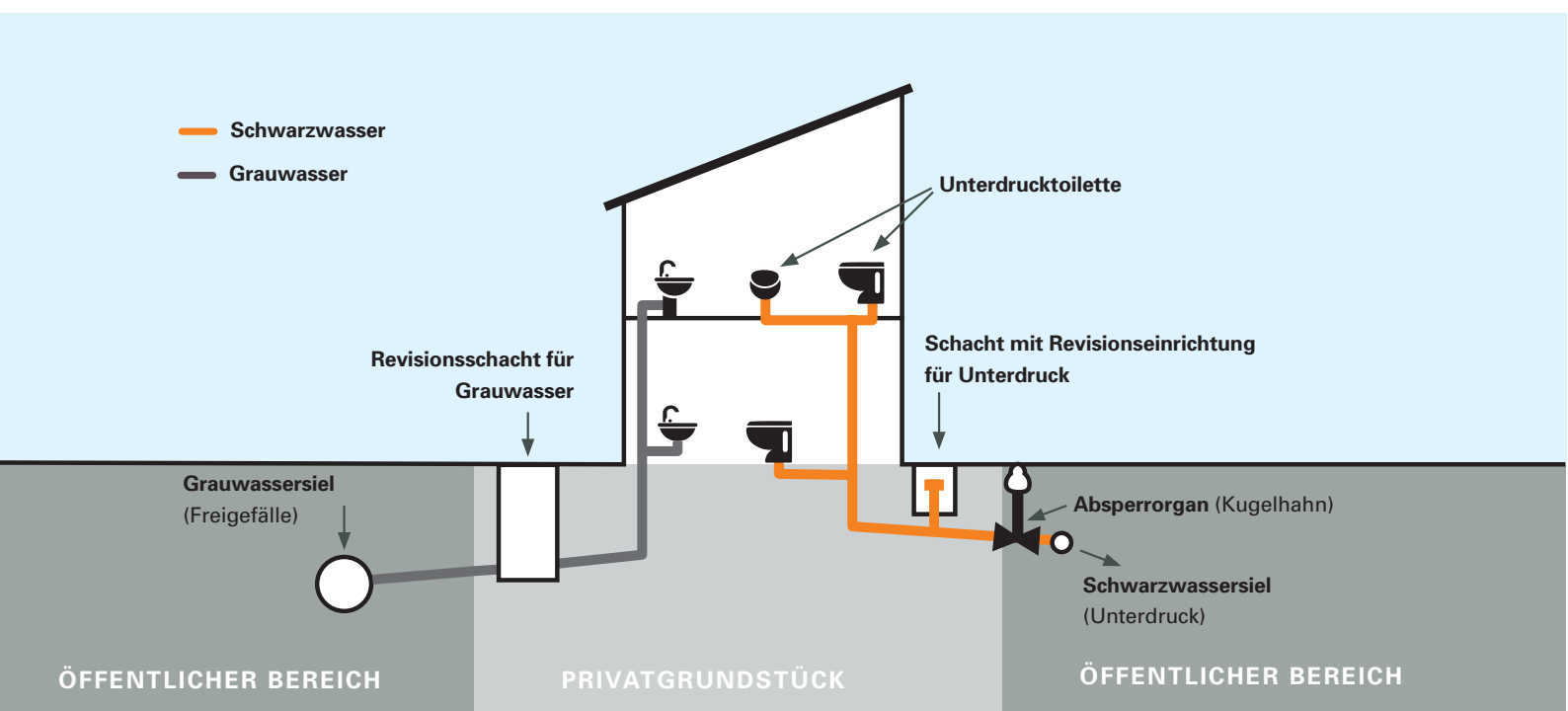


Abbildung 1: Zuständigkeiten bei der Entwässerung in der Jenfelder Au

1.5 Die Adressaten des Handbuchs

Da die Inhalte dieses Handbuchs verschiedene Adressaten ansprechen, ist als Hilfestellung das Inhaltsverzeichnis für die wesentlichen Adressaten unterteilt.

| Kapitel | Bauherr/ Investor | Architekt/ Planer | Fachplaner/ SHK-Firmen | Nutzer |
|--|----------------------|----------------------|---------------------------|--------|
| 1 Der HAMBURG WATER Cycle® in der Jenfelder Au | ● | ● | ● | ● |
| 2 Funktion eines Unterdruckentwässerungssystems | ● | ● | ● | ● |
| 3 Planungs- und Bauhinweise | | | | |
| 3.1 Installationsbeispiel | | ● | ● | |
| 3.2 Platzbedarf und Anschlüsse | ● | ● | ● | |
| 3.3 Schallschutz | | ● | ● | ● |
| 3.4 Installation und Verlegung | | | ● | |
| 3.5 Dichtheitsprüfung | | | ● | |
| 4 Nutzung | | | | ● |



Erdgeschoss/Obergeschoss

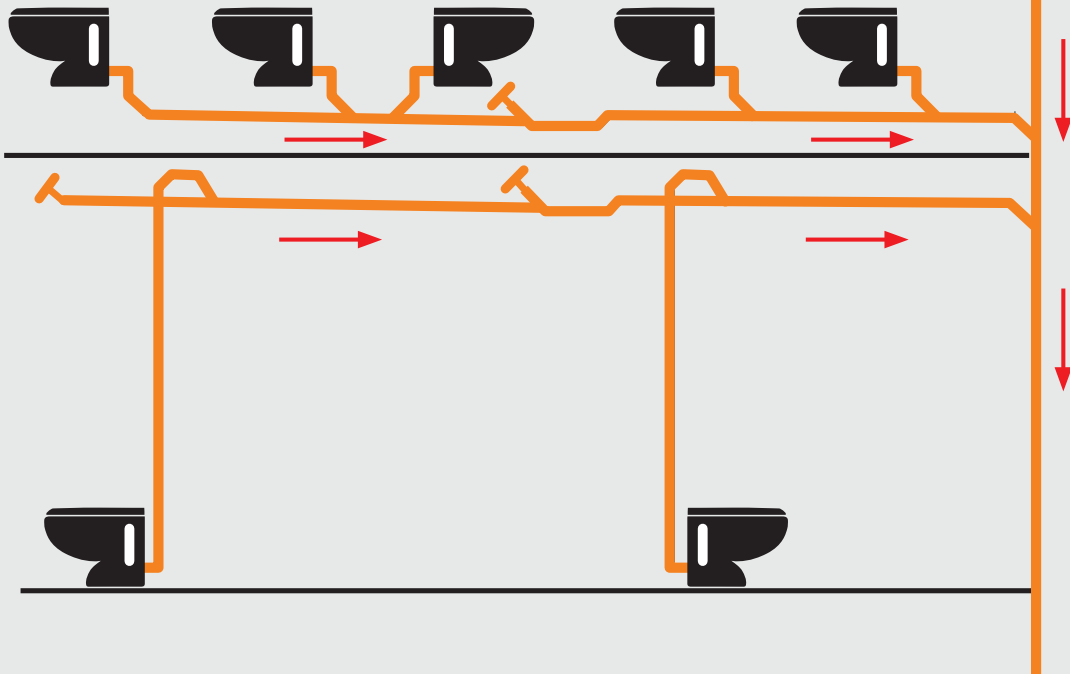


Abbildung 2: Beispiele der Verlegung für Unterdruckleitungen im Gebäude

2 Funktion eines Unterdruckentwässerungssystems

In diesem Kapitel werden die Grundlagen der Unterdruckentwässerung detailliert erläutert. Die verwendeten Toiletten unterscheiden sich für den Bewohner im Design optisch in keiner Weise von herkömmlichen WC-Anlagen. Im Gegensatz zur herkömmlichen Abwasserentsorgung wird das Schwarzwasser (Toilettenabwasser) jedoch mittels Unterdruck abgesaugt und mittels dessen auch transportiert.

2.1 Vorteile des Systems

Die Vorteile der Verwendung eines Unterdruckentwässerungssystems erstrecken sich von der Bau- und Errichtungsphase bis hin zur Kosteneinsparung beim Nutzer.

Planungsmöglichkeiten:

Im Gegensatz zur konventionellen Entwässerung ist bei der Leitungsverlegung ein hohes Maß an gestalterischem Freiraum möglich, was dem Architekten und Bauherren bei der Planung seiner Gebäude eine große Flexibilität bei der Rohrleitungsführung ermöglicht. So kann die Leitungsführung unabhängig von Fallsträngen und Gefälle zum Beispiel parallel zur Frischwasserleitung verlegt werden, sowie, bedingt durch die deutlich geringeren Rohrdurchmesser, eine Verlegung der Leitung sogar in abgehängten Decken erfolgen. Durch die gefälleunabhängige Verlegung ist eine Verwendung von Hebeanlagen nicht mehr nötig, da das Heben von Abwasser systembedingt möglich ist (siehe Kapitel 3.4).

Wassereinsparung:

Auch bei der Verwendung von modernen wassersparenden Toiletten werden pro Spülung im Schnitt 3 bis 6 Liter Trinkwasser verbraucht. Durch die Unterdruckentwässerung kann dieser Verbrauch auf ca. 1 Liter pro Spülung reduziert werden. Die Einsparung im Wasserverbrauch ist daher offensichtlich. Hierdurch reduzieren sich neben den Kosten für den Wasserbezug auch die Abwassergebühren der Haushalte.

Aspekte der Nachhaltigkeit

Durch den geringen Wasserverbrauch der Unterdrucktoilette entsteht ein hochkonzentriertes Abwasser, das mit neuartigen Techniken der Reinigung sowohl kostengünstiger als auch umweltschonender behandelt werden kann. So entsteht bei der Behandlung des Abwassers Biogas, welches zur Energiegewinnung genutzt werden kann. Zudem können enthaltene Wertstoffe wie z.B. Phosphor und Stickstoff weiterverarbeitet und als Dünger eingesetzt werden.

2.2 Funktionsweise des Unterdruckentwässerungssystems

Bei der Verwendung von konventioneller Sanitärtechnik erfolgt die Abführung des Abwassers mittels Schwerkraft. Grundvoraussetzung ist dabei der Höhenunterschied innerhalb der Transportstrecke, d.h. das Gefälle der Rohrleitung gibt die Transportrichtung vor. Der wesentliche Unterschied der Unterdruckentwässerung zur Schwerkraftentwässerung ist, dass das gesamte Rohrleitungssystem unter einem ständigen Unterdruck steht. Durch die besondere Verlegung der Rohrleitungen und der Druckdifferenz zwischen der Toilette und der Unterdruckpumpe wird das Abwasser in Richtung der Unterdruckzentrale transportiert. Die treibende Kraft ist dabei der Druckunterschied zwischen der Atmosphäre und dem Leitungssystem. Das Herzstück des Unterdrucksystems für die Entwässerung von Gebäu-

den bildet dabei die Unterdruckstation, welche sich in der Jenfelder Au auf dem Betriebsgelände von HAMBURG WASSER befindet. In dieser Station, bestehend aus Abwassertanks, Unterdruckpumpen und Abwasserpumpen wird ein Unterdruck von 40-70 kPa ($p = -0,4$ bis $-0,7$ barrel) erzeugt, welcher sich über das Rohrleitungssystem bis zu den Hausanschlüssen bzw. den einzelnen Sanitäröbekten fortsetzt. Lediglich durch das Absperrorgan an der Grundstücksgrenze bzw. bei Mehrfamilienhäusern in der Grundleitung kann der Unterdruck in den Häusern unterbrochen bzw. abgestellt werden. An der Übergabestelle wird ein Mindestunterdruck von 70 kPa ($p = -0,3$ barrel) garantiert. Sobald an den Toiletten der Spülknopf betätigt wird, öffnet sich über eine Steuerung das Toilettenventil und das Schwarzwasser wird zusammen mit ca. 60 Litern Luft schubweise in Richtung der Unterdruckstation befördert. Von der Unterdruckstation wird das Schwarzwasser mittels Pumpen zur Behandlungsstation transportiert (s. Abbildung 3).

Der Transport der beiden Medien Schwarzwasser und Luft kann vereinfacht anhand eines Wasserpfropfens erklärt werden. Durch die Verlegung der Unterdruckleitung im Sägezahnprofil (s. Abbildung 4) bildet sich an den Tiefpunkten am Sprungstück ein Wasserpfropfen aus, der das Leitungssystem vollständig verschließt, bevor ein Druckausgleich mit der übrigen Leitung erfolgen kann. Die Bewegung der Wasserphase innerhalb der Leitung entsteht durch den Druckunterschied vor und hinter dem Wasserpfropfen, wobei der höhere Druck hinter dem Wasserpfropfen diesen über die Steigung in Richtung Unterdrucktank drückt. Die Transportgeschwindigkeit des Schwarzwassers während dieses Zustandes kann bis zu 5 Meter pro Sekunde betragen und ist somit deutlich höher als im konventionellen Entwässerungssystem.

Sobald der Wasserpfropfen die Leitung nicht mehr vollständig verschließt, erfolgt ein Druckausgleich vor

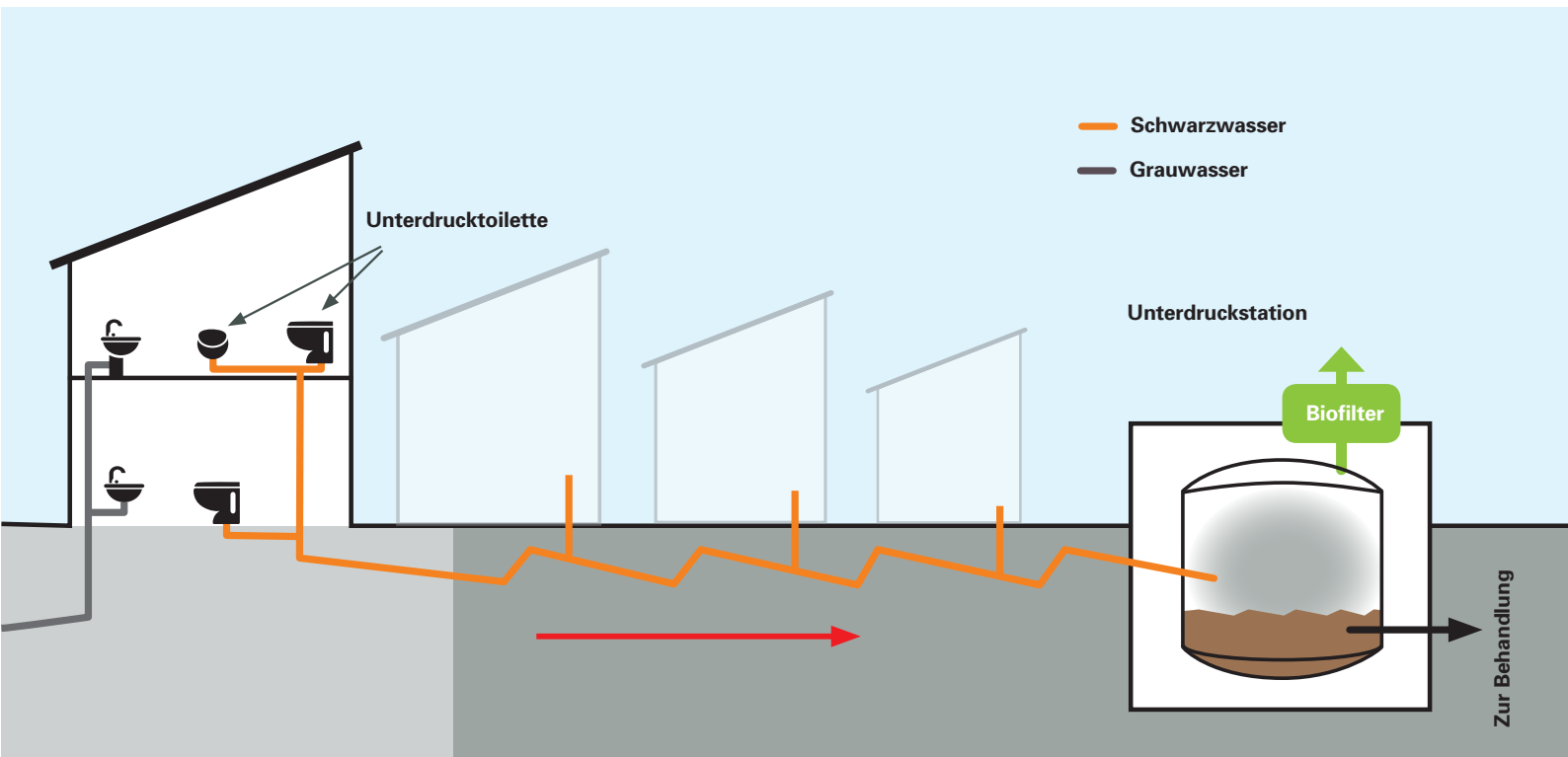


Abbildung 3: Funktionsschema eines Unterdruckentwässerungssystems (vereinfacht)

und hinter dem Wasserpfropfen, worauf die treibende Kraft aussetzt. Zur Vermeidung eines solchen Zustandes werden bei der Verlegung von Leitungen innerhalb und außerhalb des Gebäudes die erwähnten Tiefpunkte eingebaut, welche, bedingt durch ein geringes Gefälle, als Sammeltaschen zur Ausbildung des Wasserpfropfens dienen und somit eine Trennung der beiden Druckphasen ermöglichen. Hierdurch können auch Höhenunterschiede leicht überwunden werden.



Abbildung 4: Transportvorgänge für eine Unterdruckleitung im Erdreich

UNTERDRUCKENTWÄSSERUNGSSYSTEM

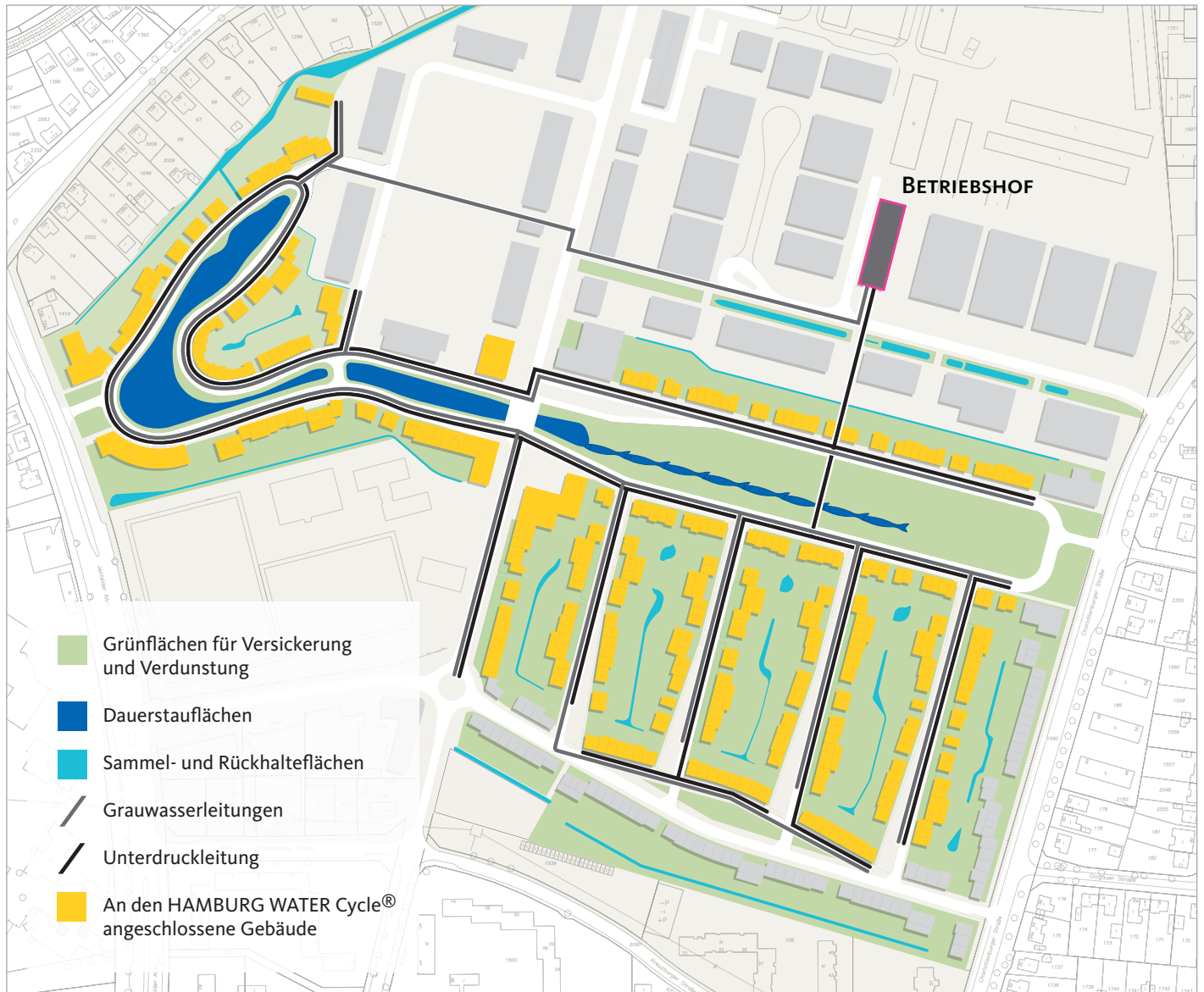


Abbildung 5: Lageplan der Jenfelder Au mit Betriebshof

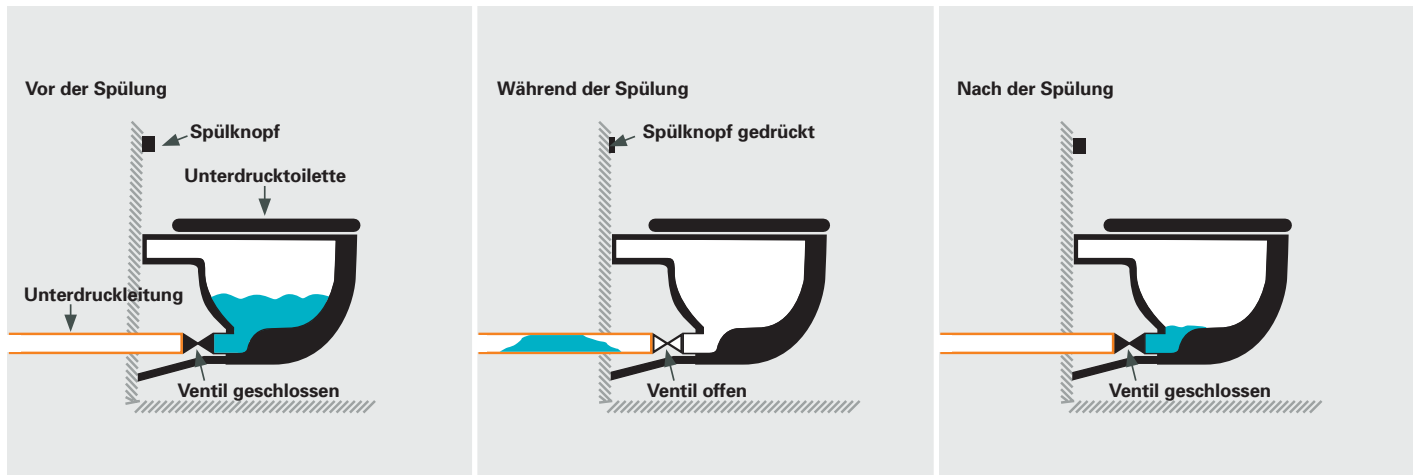


Abbildung 6: Funktionsschema einer Unterdrucktoilette

2.3 Anordnung des Unterdruckentwässerungssystems in der Jenfelder Au

In der Jenfelder Au besteht das Unterdruckentwässerungssystem aus drei voneinander unabhängigen Strängen, die alle in der Unterdruckzentrale auf dem Betriebshof von HAMBURG WASSER enden. Dort wird durch 6 Pumpen der Unterdruck erzeugt und das Schwarzwasser in dem Unterdrucktank gesammelt. Von hier aus wird das Schwarzwasser der Behandlungsanlage zugeführt.

Aus dem Lageplan (Abbildung 5) ist die Lage des Betriebshofs in der Jenfelder Au ersichtlich.

2.4 Funktionsweise einer Unterdrucktoilette

Der in dem Leitungssystem anliegende Unterdruck setzt sich bis in die Häuser zu den einzelnen Sanitär-objekten fort. Die Trennung des Unterdrucksystems zur Atmosphäre erfolgt durch Ventileinheiten in den Toiletten, welche pneumatisch angesteuert werden. Spülknopf, Absperreinheit und Wasserventil sind die Hauptkomponenten einer Unterdrucktoilette. Über den Spülknopf initiiert der Benutzer den Spülvorgang der Sanitäreinheit, worauf sich die Ventileinheit auto-

matisch öffnet, zumeist zeitlich parallel gefolgt durch die Öffnung des Wasserventils. Durch die in Kap. 2.2 beschriebene Druckdifferenz gegenüber der Atmosphäre wird Schwarzwasser in Richtung Unterdruckstation gefördert. Neben dem Schwarzwasser wird zudem eine definierte Luftmenge, ca. 60 Liter, in das System eingesaugt. Diese Luftmenge ermöglicht den in Kap. 2.2 beschriebenen Transportprozess des Schwarzwassers unabhängig vom Gefälle der Unterdruckleitung. Nach ca. 1,5 Sekunden schließt die Ventileinheit automatisch. Nach Abschluss des Vorganges wird ähnlich wie im konventionellen System eine kleine Menge Spülwasser als Vorlage nachgeführt (Abbildung 6). Die zeitliche Abfolge und Menge der Wasserspülung sowie die bautechnische Ausführung und Position der Ventil- und Betätigungseinheit sind dabei herstellerabhängig.

Der Unterschied zu herkömmlichen Spültoiletten ist hier deutlich erkennbar – eine kleinere Abflussöffnung (Durchmesser 32 - 42 mm) und je nach Hersteller eine andere Anordnung der Spüleinrichtungen.



Eine Dauerausstellung im „Gut Karlshöhe“ zeigt anschaulich, wie der HAMBURG WATER Cycle® Kreisläufe schließen kann.

2.5 Verfügbare Modelle und Hersteller von Unterdrucktoiletten

Bei einem Einsatz der Unterdruckentwässerung innerhalb von Gebäuden werden spezielle Anforderungen an die technische Ausführung der Toiletten gestellt. Rein optisch unterscheiden sich die verfügbaren Toilettenbecken jedoch nur geringfügig von denen der konventionellen Entwässerung. Je nach Hersteller stehen sowohl bodenstehende, als auch wandhängende Toiletten in den verschiedenen Bauweisen zur Auswahl. Neben Ausführungen in Porzellan stehen auch Versionen in Edelstahl oder Kunststoff zur Verfügung. Die hinteren Abgänge sind zumeist waagrecht angeordnet, variieren

jedoch je nach Hersteller. Eine Übersicht der gängigen Hersteller für Unterdrucktoiletten zeigt die Tabelle auf der folgenden Seite. Diverse Toilettenmodelle verfügen über eine Bauartzulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik. Weitere Informationen können bei den Herstellern bzw. Lieferanten abgefragt werden. Als Anschauungsobjekte sind verschiedene Unterdrucktoiletten im Umweltzentrum Karlshöhe in Betrieb, sowie einen Demonstrationscontainer zur Veranschaulichung des technischen Funktionsprinzips. Dieser kann auf Anfrage bei HAMBURG WASSER gerne besichtigt werden.



Im Teststand für Unterdrucktoiletten werden Bauherren und Planer von HAMBURG WASSER individuell beraten



3 Planungs- und Bauhinweise

Das Kapitel Planungs- und Bauhinweise ist primär adressiert an die beteiligten Architekten/Planer sowie Fachplaner/SHK-Firmen. Im Gegensatz zu der konventionellen Sanitärtechnik sind durch individuelle Rohrführungen und geringeren Platzbedarf erhöhte Möglichkeiten in der Planung gegeben, jedoch können bei unsachgemäßer Vorplanung und Ausführung eine Reduzierung des Wohnkomforts und hohe Kosten durch ggf. erforderliche Umbaumaßnahmen, Systemausfälle resultieren. Verstopfungen durch falsch gewählte Leitungen oder falsche Verlegung sowie einer Vernachlässigung der besonderen Anforderungen an den Schallschutz können zu einem Ausfall der Toilettenanlagen sowie

starker Geräusentwicklung im gesamten Gebäude führen. Die nachfolgenden Hinweise sind daher unbedingt zu beachten, um den Wohnkomfort zu erhalten und kostenintensive Umbaumaßnahmen zu vermeiden.

3.1 Installationsbeispiel

Zur Verdeutlichung der Installation in den Gebäuden wird als Beispiel ein Strangschema für die Installationen im Bad- und Sanitärbereich in der folgenden Abbildung dargestellt; die Installationen im Küchenbereich sind aus Vereinfachungsgründen nicht dargestellt.

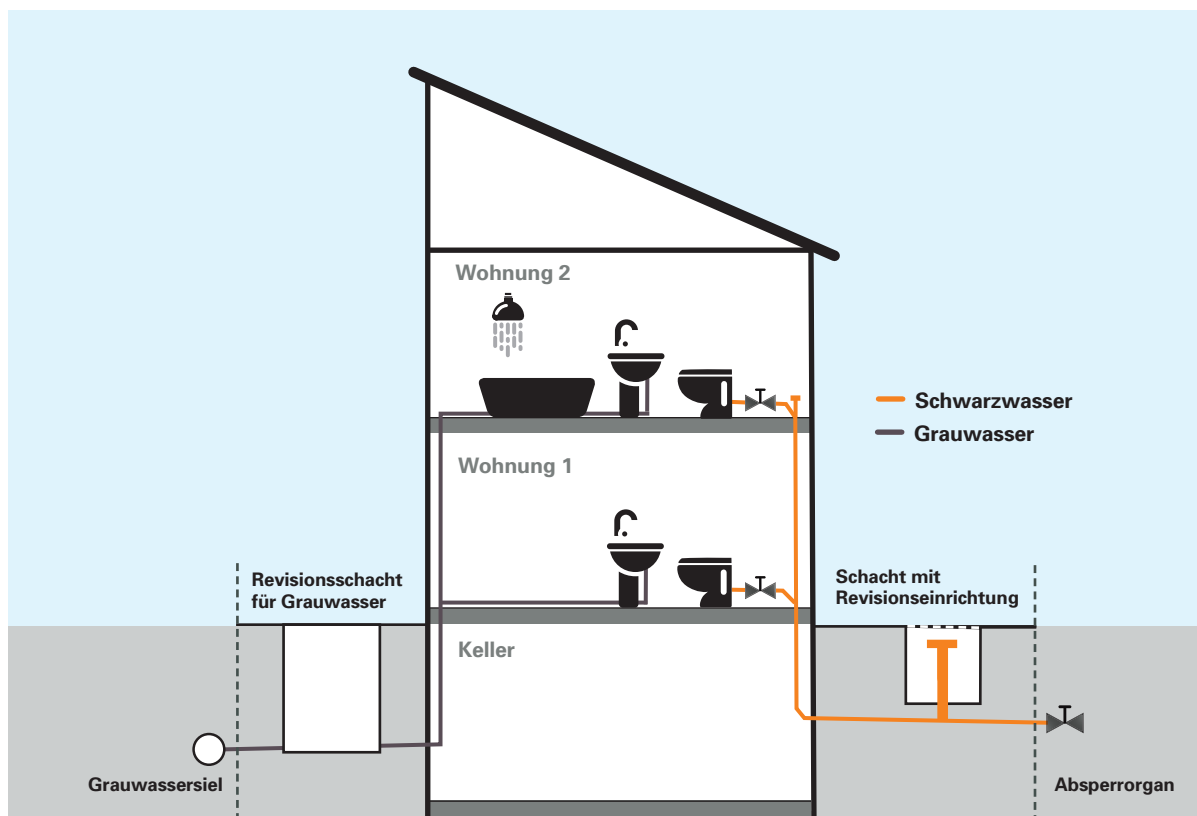


Abbildung 7: Strangschema einer Unterdruckentwässerung für ein Gebäude

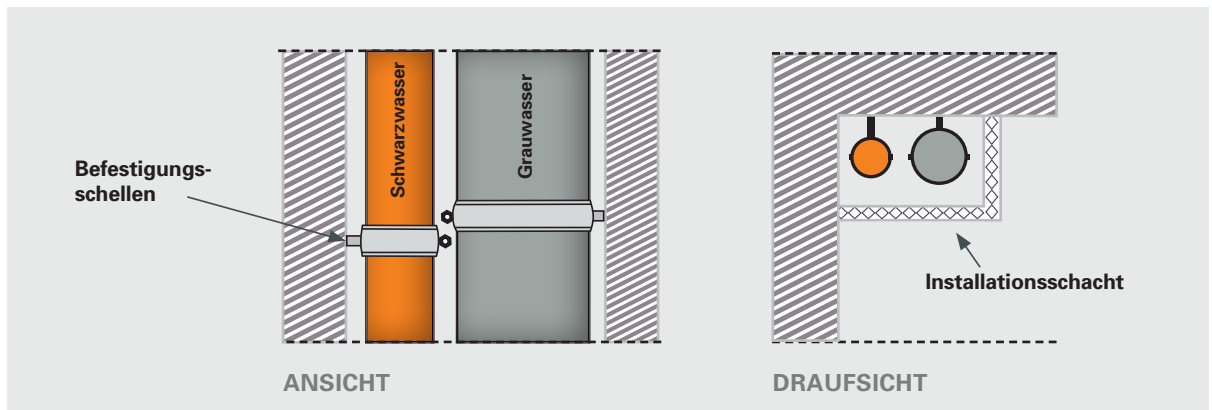


Abbildung 8: Mögliches Verlegungsschema der Schwarz- und Grauwasserleitung innerhalb eines Installationsschachtes

3.2 Platzbedarf und Anschlüsse

3.2.1 Innerhalb der Gebäude

Für die Entwässerung der Unterdrucktoiletten ist eine separate Unterdruckleitung erforderlich. Die Abmessung dieser Leitungen innerhalb des Gebäudes beträgt in der Regel Da 50 bis Da 75 (s. Kapitel 3.4.2, Rohrabmessungen). Die Dimensionierung der Grauwasserleitung für Abwasser aus Waschbecken, Dusche etc. kann durch das Fehlen des Toilettenabwassers entsprechend kleiner dimensioniert werden. Es gilt somit zu berücksichtigen, dass für die Entwässerung innerhalb des Gebäudes zwei Leitungen verlegt werden müssen (Grau- und Schwarzwasser). Bei der Befestigung der Leitungen im Schacht sind zudem gummierte Halteschellen zu verwenden, um den Schallschutz zu gewährleisten (siehe Kapitel 3.3). Für die Verlegung der Grauwasserleitungen als Freigefälleleitung gelten die Regelungen der DIN EN 1986. Im Gegensatz zu der konventionellen WC-Anlage benötigen Unterdrucktoiletten keinen separaten Wasserspülkasten. Durch die erforderlichen Unterdruckventile und Steuereinheiten ist der Platzbedarf der Toilette samt Rahmen jedoch vergleichbar mit dem einer konventionellen Toiletten. Je nach Hersteller werden für die Installation der Toiletten Installationsrahmen angeboten. Diese Installationsrahmen ermöglichen einen ein-

fachen und schnellen Aufbau als Vorwandinstallation. Die Ausrichtung und Befestigung des Rahmens erfolgt am Boden sowie der Wand, wie bei herkömmlichen Toiletten. Alle Elemente zur Befestigung der Schüssel, für den Unterdruck- und den Wasseranschluss sowie Ventile und Regeleinheiten sollten an dem Rahmen montiert sein und können mit der Toilette verbunden werden. Bei der Wahl des Installationsrahmens sollte berücksichtigt werden, dass dieser höhenverstellbar ist und an den jeweiligen Fußbodenaufbau angepasst werden kann. Die Hersteller der Unterdrucktoiletten bieten systemkompatible Installationsrahmen zur vereinfachten Montage an, die auf den jeweiligen Toilettentyp angepasst sind. Von einer manuellen Anpassung herkömmlicher Installationsrahmen wird aufgrund des erheblichen Mehraufwands abgeraten. Die benötigten Anschlüsse für die Installation der Unterdrucktoilette sind bei pneumatisch betriebenen Toiletten das Unterdruckrohr, dessen Abgang im Regelfall nach unten geführt werden sollte, sowie eine Wasserzuleitung (Herstellerangaben berücksichtigen). Für technischen Wartungen oder Reinigung der Ventile und Steuereinheiten ist der Zugang zu den Bauteilen nur über die verhältnismäßig kleinen Wandöffnungen sowie die Betätigungseinheit möglich, wozu bei einigen Modellen eine Demontage der Toilettenschüssel erfolgen muss. Zusätzliche, größere Revisionsöffnungen werden meistens nicht angeordnet, da

weder der Architekt noch die Hausbesitzer diese Revisionsklappen in einer gefliesten Wand der Toilette als schön empfinden. Es wird jedoch dringend empfohlen, eine Kontrollöffnung für jede Unterdrucktoilette anzubringen.

3.2.2 Außerhalb der Gebäude

Die Installation einer Revisionseinrichtung auf dem Grundstück in der Hausanschlussleitung ist technisch erforderlich und auch durch das Hamburger Abwassergesetzes (HmbAbwG) gefordert. Die in einem Schacht eingebaute Revisionseinrichtung ermöglicht einen Zugang zu Inspektions- und Reinigungszwecken der Hausanschlussleitung (Abbildung 9). Die ständige Zugänglichkeit dieser Revisionseinrichtung muss gegeben sein und auch Mitarbeitern von HAMBURG WASSER zu Inspektionszwecken gewährt werden. Die Revisionseinrichtung (Schacht) darf nicht durch Oberflächenbeläge (Pflaster, Asphalt etc.) überdeckt oder anderweitig überbaut und zugestellt werden.

Durch das an der Grundstücksgrenze vorhandenen Absperrorgan (s. Abbildung 1) ist eine Trennung vom Unterdrucksiedel und eine Unterdruckfreiheit möglich.

3.3 Schallschutz

Das übergeordnete Ziel des Wohnungsbaus ist es, dem Menschen einen Ort zu schaffen, an dem Schutz, Wohlbefinden, Gesundheit und Entspannung an oberster Stelle stehen. Eine schallmäßige Abschirmung der betrieblichen Geräusche sowie der technischen Einrichtungen gegenüber den eigenen Räumen als auch zum Nachbarn ist hierbei ein maßgeblicher Aspekt. Der bautechnische Schallschutz fordert daher sowohl von den Planern als auch von den Ausführenden ein hohes Maß an Fachkompetenz über die Schallausbreitung in Gebäuden. Daher sind auch die Konsequenzen bei einer vorsätzlichen oder fahrlässigen Missachtung der gültigen Rechtsvorschriften im Schalldruckpegel nach DIN 4109 Schallschutz im Hochbau und die daraus folgende

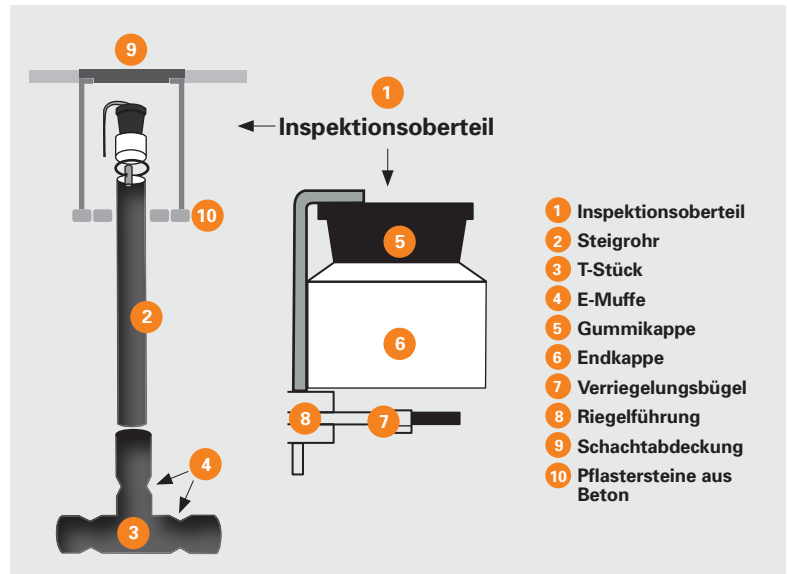


Abbildung 9: Revisionseinrichtung Hausanschlussleitung

mögliche Wertminderung des Objektes beträchtlich. Neben den Regularien bezüglich allgemeiner Anforderungen im Hochbau sind hier ausgewiesene Kapitel zur Thematik der Sanitären Installation – insbesondere das Beiblatt 2 der o.g. Norm – zu berücksichtigen. Der Schallschutz im Hochbau für Sanitäranlagen erstreckt sich somit auf die beiden Bereiche:

- Koordinative Maßnahmen, d.h. Anordnung von Wohnräumen
- Konstruktive Maßnahmen, d.h. bei der Ausführung von Installationen

Schallschutz setzt gewisse Erfahrungen bei der Planung und der Installation voraus. Nachträgliche Maßnahmen zum Schallschutz sind meist nur mit hohem Aufwand realisierbar und bringen oft auch nicht den gewünschten Erfolg.

3.3.1 Schallursachen in der Gebäudetechnik

Bei der Spülung einer Unterdrucktoilette werden Schwarzwasser und Luft in Richtung der Unterdruckstation transportiert. Hierbei werden alle be-

troffenen Bauteile wie die Armaturen, Ventile und die Rohrleitung in Schwingung versetzt, welche über die Raumluft ausgestrahlt (Luftschall), durch Bauteile (Körperschall) weitergeleitet und dadurch als störende Geräusche wahrgenommen werden.

Körperschall

Feste Körper, welche in Schwingung gebracht werden, unterliegen dem sogenannten Körperschall. Betroffen hiervon sind während eines Spülvorganges die Sanitärteile aus Porzellan, Metall etc., alle Anbauteile wie Ventile, Rückschlagklappen u.a. sowie die Rohrleitungen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist im Vergleich zur Luft in festen Körpern deutlich höher und bei Werkstoffen wie Metallen nahezu verlustfrei. Ein typisches Beispiel hierfür ist der sogenannte Trittschall, wobei der feste Körper in Form der Sohle Schwingungen erzeugt, welche sich durch den Untergrund ausbreiten. Körperschall ist nicht direkt hörbar, wird jedoch wahrnehmbar, wenn ein fester Körper z.B. ein Rohr, eine Wand oder eine Armatur durch seine Schwingungen die umgebende Luft anregt und diese ebenfalls ins Schwingen versetzt.

Wasserschall

Dieser verhält sich ähnlich wie Körperschall. Rohrwände können zu Schwingungen angeregt werden, die über Schallbrücken, wie Rohrschellen oder bei Kontakt mit dem Mauerwerk, auf Bauteile, wie Decken oder Wände, übertragen werden. Da sich in Unterdruckleitungen erhebliche Turbulenzen bilden können, muss eine Schallübertragung von Rohrwänden durch konstruktive Maßnahmen vermieden werden.

Luftschall

Schwingungen der Luft (Schallwellen) breiten sich in der gesamten Raumluft aus, dringen an das Trommelfell im Ohr und werden so als Geräusch wahrgenommen. Eine Maßeinheit für den Luftschall ist Dezibel (dB). Trifft dieser Luftschall auf feste Körper, wie Wände oder Gegenstände, wird er dort zum Teil zurückgeworfen (reflektiert), gedämpft (absorbiert) bzw. versetzt den Körper selbst in Schwingungen, wodurch dieser wiederum Luftschall erzeugt. Je nach Werkstoff und Abmessungen variieren diese Anteile; so reflektieren geflieste Wände

im Badezimmer den Luftschall besonders gut, während weiche Baustoffe wie Filz und Gummi oder Möblierungen und Textilien (Vorhänge, Handtücher etc.) Schallwellen eher absorbieren.

3.3.2 Koordinative Maßnahmen und Anordnung von Wohnräumen

Anforderungen an den Schallschutz nach DIN 4109 können von dem Installateur der Sanitäreinrichtungen alleine nicht erfüllt werden. So sind bereits in der Gebäudeplanung Maßnahmen des Schallschutzes zu berücksichtigen, wie die Wahl bauakustisch günstiger Grundrisse, z.B. sollen schutzbedürftige Räume (Schlafzimmer etc.) nicht unmittelbar an Räume mit Sanitärinstallationen grenzen oder unter Sanitäräumen angeordnet werden. Die Installation von Toiletten an eine Wohnungswand, die an ein Schlafzimmer grenzt, ist schalltechnisch ungünstig. Bei der Anordnung mehrerer Wohnungen ist es sinnvoll, Installationswände gegenüber anzuordnen, z.B. an den Wohnungs- oder Haustrennwänden. Beispiele für bauakustisch günstige bzw. ungünstige Anordnungen können der DIN 4109 entnommen werden.

Nach einem Schallschutzgutachten von AKUSTIK BERATUNG werden für den Schallschutz von Unterdruck-WC's und sonstige Schächte mit Abwasserleitungen folgende Planungsparameter empfohlen:

- Sämtliche WC's und Unterdruckleitungen sind an schweren Massivbauteilen anzuordnen. Die erforderliche flächenbezogene Masse der Massivwände beträgt mindestens 500 kg/m^2 bei direkter Angrenzung an eine Nachbarwohnung (einschalige Wohnungstrennwand) und mindestens 300 kg/m^2 bei indirekter Angrenzung an eine Nachbarwohnung, z.B. bei wohnungsinternen Wänden oder bei zweischaligen Wohnungstrennwänden. Die genannte Masse wird erreicht mit einer Mauerwerkswand aus Kalksandstein mit einer Dicke von mindestens 17,5 cm und einer Stein-Rohdichte von 2.000 kg/m^3 oder einer Stahlbetonwand (Rohdichte 2.500 kg/m^3) mit einer Dicke von mindestens 12 cm.

- Kleinflächige Durchbrüche durch die oben beschriebenen wohnungsinternen Wände mit Abmessungen von bis zu $H \times B = 20 \times 30 \text{ cm}^2$ unmittelbar über der Rohdecke (UK = OKRD) sind im Hinblick auf den Schallschutz zulässig.
- Einbau von Steckdosen und Schaltern in „üblichem“ Maß in die oben beschriebenen wohnungsinternen Wände ist im Hinblick auf den Schallschutz zulässig.
- Die Durchführungen der Unterdruckleitungen durch die Geschossdecken sind körperschallentkoppelt und mit Hilfe geeigneter Brandschotts herzustellen.
- Schächte mit Unterdruckleitungen führen ausschließlich durch Nebenräume, Räume zum dauernden Aufenthalt sind von diesen Schächten freizuhalten.
- Sämtliche Unterdruckleitungen sind mit einer Um-mantelung zu versehen, um direkten Kontakt zwischen Leitung und Verkleidung auszuschließen.
- Die Schachtverkleidungen werden mit einer 2-lagige Beplankung aus Gipsplatten mit erhöhter Rohdichte auf Metallunterkonstruktion und 60 mm Dämmschicht ausgeführt. Der Einbau von mittelgroßen Einbauten wie z. B. Lüfter, Wasserzähler und Elektroinstallationen ist zulässig.
- Revisionsöffnungen und sonstige Durchbrüche in der Gipsplattenbeplankung sind nur im Anschlussbereich in unmittelbarer Nähe der WC's zulässig.

Der Gesamt-Schallpegel in etwa 1 m Abstand bei Betrieb der Unterdruck-WCs beträgt laut Herstellerangabe etwa 76 dB(A). Die höchsten Pegel treten bei einer Frequenz von etwa 4 kHz auf. Die Luftschallabstrahlung der Unterdruck-WC's ist damit geringfügig höher als die Luftschallabstrahlung konventioneller WC's und das Geräusch weist eine andere Frequenzzusammensetzung auf als das Geräusch konventioneller WCs. Im Hinblick auf die Schallübertragung in Nachbarwohnungen ist dies unkritisch, zur Minderung der Geräuscentwicklung im eigenen Wohnbereich können Maßnahmen zur Reduzierung der Schallausbreitung sinnvoll sein.

3.3.3 Maßnahmen in der Sanitärtechnik

Bei der Verlegung und Installation von Rohrleitungen innerhalb von Gebäuden ist in besonderer Form auf den fachgerechten Schallschutz zu achten. Bei unsachgemäßer Installation kann es zu einer starken Entwicklung von Geräuschen im gesamten Wohngebäude kommen. Die Entstehung von Geräuschen kann heute bei einer fachgerechten Installation der Leitungen und Verbindungselemente auf ein Minimum reduziert werden. Dies gilt auch bei der Verwendung der Unterdruckentwässerung, wobei die Auswirkungen bei unzureichender Berücksichtigung des Schallschutzes deutlich gravierendere Auswirkungen als bei der Gefälleleitungverlegung haben können. Ursache hierfür ist die höhere mechanische Belastung innerhalb des Rohrsystems, verursacht durch eine deutlich größere Fließgeschwindigkeit des Abwassers.

Zur Vermeidung von Körperschall muss die Schwingung der festen Körper reduziert und eine Übertragung auf andere Bauteile vermieden werden. Die Eigenschwingung der Rohrleitungen wird hauptsächlich durch die mechanische Einwirkung des Luft-Wasser-Gemisches während des Transportes erzeugt. So treten an Krümmungen bzw. Richtungsänderungen hohe Kräfte durch den Wasserstrahl auf, welcher auf die Rohrrinnenwand prallt bzw. umgeleitet wird.

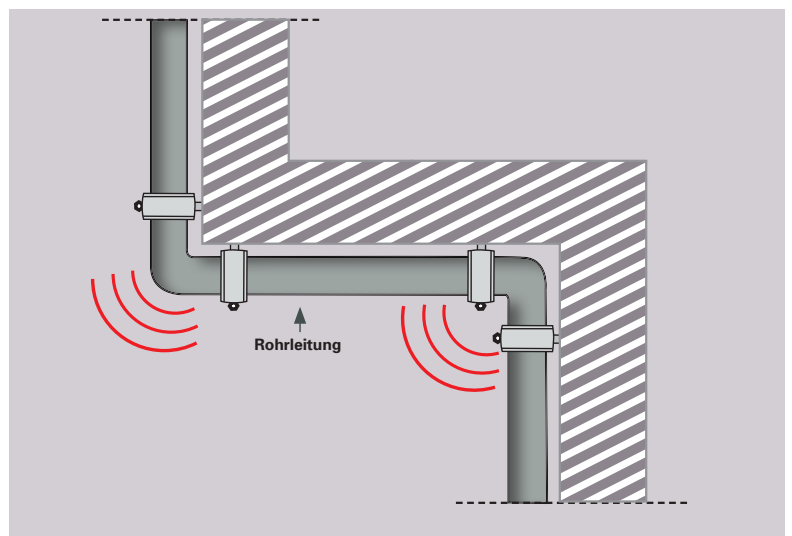


Abbildung 10: Einsatz von schalldämmenden Rohrschellen zur Verringerung der Schallausbreitung von Rohrleitungen

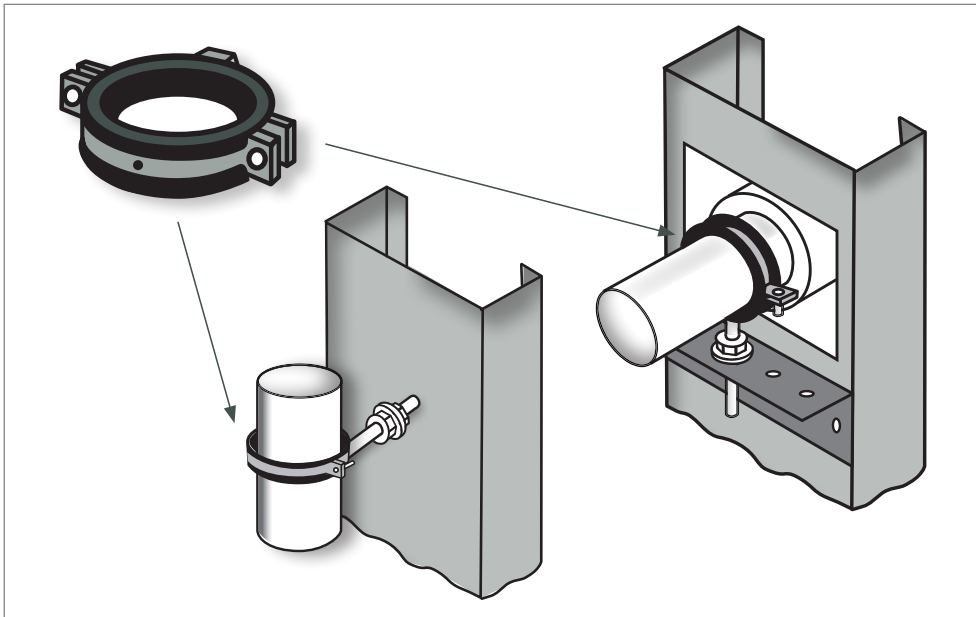


Abbildung 11: Beispiel für eine Rohrschellen (ohne Stockschraube zur Befestigung im Mauerwerk) und Beispiel für schallentkoppelte Befestigung einer Rohrleitung an einem Ständer

pelte Rohrschellen zu verwenden und Körperschallbrücken zu vermeiden. Bei der Befestigung von Rohren mittels Schellen müssen diese stets mit einer schallabsorbierenden Gummieinlage versehen sein, zudem sollten beim Schließen der Befestigung diese nicht zu sehr an das Rohr angepresst werden, um eine Übertragung des Körperschalls durch die Schelle zum Mauerwerk hin zu vermeiden. Zu empfehlen sind hier spezielle Schallschutzbefestigungen. Bei Leitungen ohne Richtungsänderungen sind bei Stahlleitungen im maximalen Abstand von 1,75 m und bei Kunststoffleitungen alle 1,25 m Befestigungen (Rohrschellen) vorzusehen, sofern vom Hersteller nichts anderes verlangt wird.

Die auftretenden Kräfte sollten stets berücksichtigt werden, da die resultierenden Schwingungen, neben den deutlich hörbaren Druckstößen auch zu strukturellen Schäden der Leitungen oder in der Nähe befindlicher Bauteilen führen können. Schalldämmende Rohrbefestigungen sind daher in allen Bereichen, in denen eine Umlenkung der Wasserführung erfolgt, notwendig, um größere Schwingungen des Rohres zu vermeiden. Zudem sollten Befestigungen in Bereichen, in denen Verzweigungen oder Einmündungen von Anschlussleitungen vorhanden sind, eingesetzt sowie zur Sicherung geeignete Auflager abhängig vom Leitungsmaterial und der dynamischen Beanspruchung verwendet werden.

Schalldämmend wirkt auch die Verwendung strömungsgünstiger Formstücke, d.h. die Auflösung von 90°-Bögen in zwei 45°-Bögen, bzw. die Verwendung eines 45°-Einlaufs anstelle eines stumpfen (90°) Einlaufs. Diese Verlegeart ist auch zwingend für die Unterdruckentwässerung erforderlich (s. Kap. 3.4.4).

Trink- und Abwasserleitungen sind schallentkoppelt vor der Wand anzubringen. Hierzu sind körperschallentkop-

Neben der Eigenschwingung des Rohres muss zudem verhindert werden, dass der Körperschall der Rohrleitung und der Sanitärinstallation auf umliegende Bauwerke wie z.B. das Mauerwerk übertragen werden kann. Als oberstes Gebot gilt es daher, akustisch entkoppelte Montagen vorzusehen, also den Kontakt der beiden Festkörper von vornherein zu vermeiden, indem sich Systemkomponenten und Mauerwerk/Decken niemals berühren. So müssen Durchbrüche mit Mineralwolle oder vergleichbarem verschlossen und Schächte schallabsorbierend ausgekleidet werden; der Brandschutz ist hierbei zu berücksichtigen. Wichtig ist dabei die Vermeidung von Schallbrücken wie Kanthölzer, Nägel oder auch unvollständige Dämmung, bzw. Lücken in der Dämmung.

Die Installation von Abwasserleitungen an Wänden zu schutzbedürftigen Räumen (Wohn- und Schlafräume) sollte vermieden werden.

Bei der Befestigung der Toilettenschüssel ist auf eine akustische Entkopplung zu achten. So muss zwischen

der gefliesten Vorwand und der WC-Schüssel eine Schalldämmung, z.B. eine Schallschutzmatte o.ä. montiert werden sowie die Haltebolzen mit Schallschutzhülsen versehen werden.

3.3.4 Wichtige Hinweise zur Planung und Abnahme

Zur Einhaltung des zulässigen Schalldruckpegels ist eine detaillierte Vorplanung der schallschutztechnischen Maßnahmen notwendig, welche beim Vertragsabschluss dem Auftragnehmer übergeben werden muss. Bezüglich der Installation von sanitären Einrichtungen müssen diese mindestens nachfolgende verbindliche Angaben enthalten:

- Festlegung einer schallentkoppelten Rohrleitungsführung unter Berücksichtigung der Lage von Nassräumen und schutzbedürftigen Räumen.
- Angaben zu Richtungsänderungen der abwasserführenden Leitungen.
- Angaben zur Anordnung der Installationswände sowie Nachweise zur flächenbezogenen Masse der Ins-

tallationswände.

- Angaben zur akustischen Entkoppelung der sanitären Anlagen (WCs, Urinale), der Installationssysteme (z.B. Vorwandinstallation) sowie der Rohrleitungsbefestigungen.
- Angaben über zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der Übertragung von Körperschall.

In der Leistungsbeschreibung müssen alle für die Erfüllung des Schallschutzes notwendigen Bauteile in detaillierter Art und Umfang ausgeschrieben sein. Ein Nachweis über schallschutztechnische Produktprüfung, Installationshinweise bzw. Montageanleitungen sollte vom Hersteller angefordert werden.

Im Regelfall ist bei einer Erfüllung der Bedingungen aus der DIN 4109, hier insbesondere der Tabelle 10 (vgl. Tabelle 1) sowie bei der Verwendung von Geräten und Armaturen die gemäß DIN 4109-11 Nachweis des Schallschutzes – Güte- und Eignungsprüfung geprüft und entsprechend gekennzeichnet sind, keine bauakustische Messung notwendig.

Tabelle 1: Maximal zulässiger Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen aus haustechnischen Anlagen gem. DIN 4109/A1 Tabelle 4

| Geräuschquelle | Art der schutzbedürftigen Räume | |
|---|--|-------------------------------|
| | Wohn- und Schlafräume | Unterrichts- und Arbeitsräume |
| | Kennzeichnender Schalldruckpegel db(A) | |
| Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam) | ≤ 30 ^a | ≤ 35 ^a |
| Sonstige haustechnische Anlagen | ≤ 30 | ≤ 35 |
| Betriebe tags 6 bis 22 Uhr | ≤ 35 | ≤ 35 |
| Betriebe nachts 22 bis 6 Uhr | ≤ 25 | ≤ 35 |

a) Einzelne, kurzzeitige Spitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen u.a) entstehen, sind z.Z. nicht zu berücksichtigen.

3.4 Installation und Verlegung

Als grundlegende Norm gilt die DIN EN 12109 „Unterdruckentwässerungssysteme innerhalb von Gebäuden“. Für die Installation von Unterdruckrohren gelten grundsätzlich die gleichen Vorschriften wie für die Schwerkraftentwässerung, werden aber durch die nachfolgenden Hinweise erweitert. Schallschutzanforderungen an Gebäude sind nach DIN 4109 zu berücksichtigen.

3.4.1 Generelle Hinweise zum Schall- und Brandschutz

Schallschutz:

Wesentliche Forderung ist, dass die Abwasserleitungen grundsätzlich nicht an Wänden schutzbedürftiger

Räume nach DIN 4109, wie Wohn- und Schlafräume, Kinderzimmer, Arbeitsräume/Büros sowie Unterrichtsräume/Seminarräume befestigt werden sollten. Zur Befestigung der Rohrleitung müssen entsprechende schallentkoppelnde Systeme verwendet werden, z.B. Rohrschellen mit einer schallabsorbierenden Gummieinlage sowie ggf. Wanddurchbrüche mit nichtbrennbarer Mineralwolle. Hierbei sollte auf eine sehr hochwertige und besonders für Unterdruckleitungen geeignete Rohrbefestigung zurückgegriffen werden.

Brandschutz:

Die allgemein gültigen Brandschutzvorschriften sind zu beachten. Im Bereich von Durchführungen von brennbaren Leitungen (PE-Leitungen) zwischen Brand-

Tabelle 2: Zusammenstellung der zu verwendenden Rohrmaterialien für die Unterdruckentwässerung in Gebäuden

| Rohrart und Werkstoff | HD-PE SDR 11 / PE 100 | PVC-U Hart, in Stangen | Edelstahl Steckmuffenrohr | Edelstahl Steckmuffenrohr | Edelstahl in Stangen |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|----------------------------------|
| Mindestbetriebsdruck | PN 16 | PN 10 | PN 5 | PN 3 | PN 10 |
| Normen, Prüfzeichen | DIN 8074 DIN 8075 DIN EN 12201 | DIN 8061 DIN 8062 DIN EN 15493 | DIN EN 1123-2 DIN EN 10305 | DIN EN 1124-1 DIN EN 1124-2 | DIN 2463 |
| Verbindungsart | Elektroschweiß-fittinge | Klebefittinge | Steckverbindung mit spezieller Unterdruckdichtung | Steckverbindung mit spezieller Lippendichtung | Verschraubter Flansch, Schweißen |

Tabelle 3: Rohrdurchmesser von Unterdruckleitungen in Gebäuden in Abhängigkeit der angeschlossenen Toiletten

| Nennweite | HD-PE SDR 11 / PE 100 | PVC-U Hart, in Stangen | Edelstahl Steckmuffenrohr | Edelstahl Steckmuffenrohr | Edelstahl in Stangen | Rohrleitungsart | Anzahl der Unterdrucktoiletten |
|-----------|-----------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------|
| DN 40 | 50 x 4,6 | 63 x 3,0 | 53 x 1,5 | 50 x 1,0 | 60,3 x 2,0 | Einzelanschlussleitung | max. bis 10 |
| DN 70 | 75 x 6,8 | 75 x 3,6 | 73 x 1,6 | 75 x 1,0 | 76,1 x 2,0 | Hauptsammelleitung | max bis 40 |
| DN 80 | 90 x 8,2 | 90 x 4,3 | 89 x 1,6 | 82 x 1,0 | 88,9 x 2,0 | Hauptsammelleitung | max. bis 55 |

abschnitten sind die üblichen Abschottungsregeln zu berücksichtigen. Dies ist z.B. die Ummantelung mit Brandschutzmatten und Gipskartonplatten oder der Einbau von Rohrabschottungen (Brandschutzmanschetten oder Brandschutzpackungen). Die freien Querschnitte bei Rohrdurchführungen sind mit Brandschutzmörtel zu schließen.

3.4.2 Rohrmaterialien und Dimensionen

Es dürfen nur Rohrmaterialien und Verbindungen eingebaut werden, welche nachweislich einen dauerhaften Betriebsunterdruck von 50 kPa ($p = -0,5 \text{ barrel}$) gewährleisten, sowie eine gegen mechanische Beanspruchung stabile Korrosionsbeständigkeit aufweisen. In Tabelle 2 und Tabelle 3 sind die zu verwendenden Rohrmaterialien sowie Durchmesser zusammenfassend dargestellt. Werden Kunststoffrohre genutzt, müssen die Brandschutzvorschriften (vergl. Kap. 3.4.1 Brandschutz) eingehalten werden. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Kunststoffmaterialien sind zu beachten.

Bei Rohrmaterialien mit festen Verbindungen (z.B. Schweißmuffen) ist von einer grundsätzlichen Unterdruckeignung auszugehen; bei flexiblen Verbindungen (Steck- oder Klemmverbindungen) muss der Leitungs- bzw. Verbindungshersteller Angaben zur Unterdruckeignung machen.

3.4.3 Kennzeichnung der Leitungen

Alle Schwarzwasserleitungen sind mit einer eindeutigen und beständigen Markierung zu versehen. Dies kann ein brauner Längsstreifen im Rohrmaterial oder eine deutlich sichtbare Kennzeichnung in regelmäßigen Abständen sein. Die Verwendung der Markierungsfarben blau oder gelb ist nicht zulässig.

3.4.4 Leitungsbefestigung

Rohre müssen mit Schellen sicher befestigt werden. Analog zu den Maßnahmen aus Kapitel 3.3.3 bzw. DIN 4109 müssen Stahlschellen mit einer elastischen Einlage zwischen Schelle und Rohr verwendet werden. Es muss sichergestellt sein, dass die Rohre nicht durch Vibration oder Wärmedehnung beschädigt werden können. Die befestigten Leitungen dürfen innerhalb der Schellen kein Spiel aufweisen. Schellen müssen bei jeder Richtungsänderung angebracht werden. Beim Anschluss einer Liftleitung an eine obenliegende Leitung muss sowohl nach der Toilette als auch unter der Decke eine Schellenbefestigung verbaut sein. Stahlleitungen ohne Richtungsänderungen sind im Abstand von 1,75 m und Kunststoffleitungen im Abstand von 1,25 m mit einer Schelle zu befestigen. Vor und hinter Richtungsänderungen sind ebenfalls Schellen zur Rohrsicherung vorzusehen.

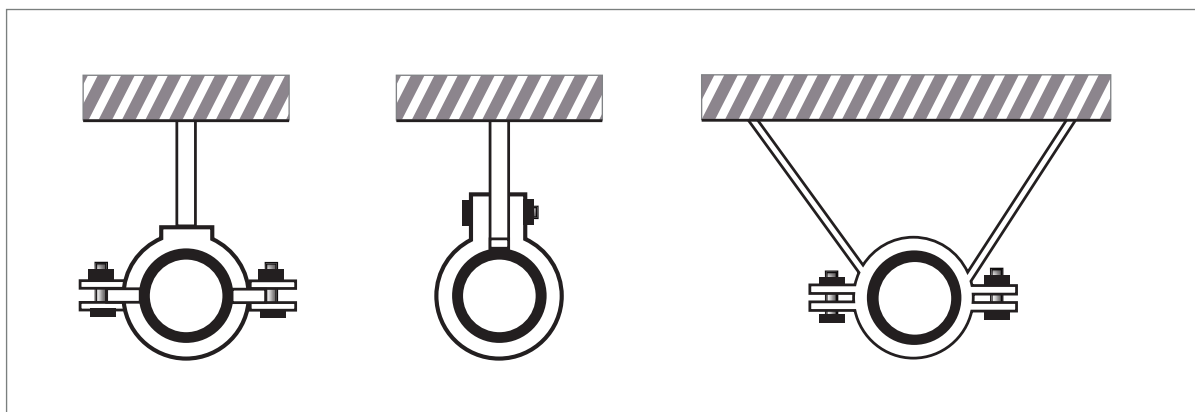


Abbildung 12: Beispiele für Rohrschellen mit elastischen Einlagen zur Leitungsbefestigung

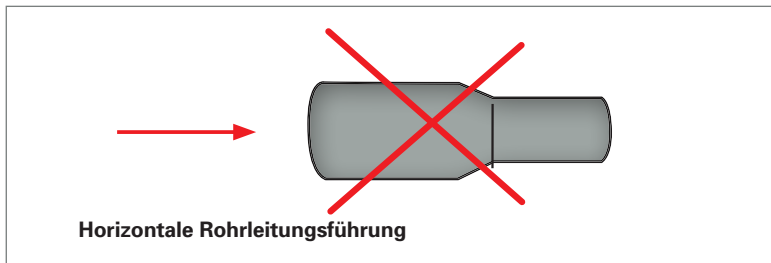
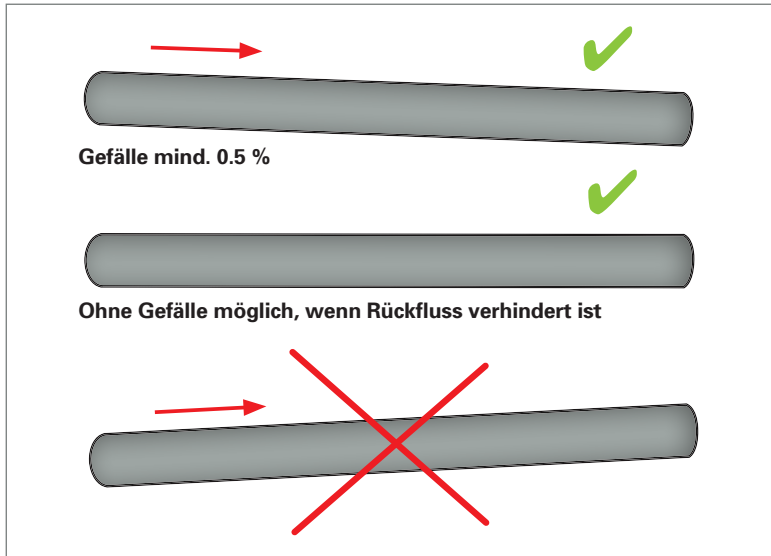


Abbildung 13: Horizontale Leitungsführung von Unterdruckleitungen

3.4.5 Horizontale Leitungsführung

Die Verlegung von Leitungen in Unterdruckentwässerungssystemen weisen gegenüber der Schwerkraftentwässerung einige Besonderheiten auf, die zur ordnungsgemäßen Funktion zwingend beachtet werden müssen. Diese werden nachfolgend hinsichtlich einer Verlegeanordnung aufgelistet.

- ← Horizontale Leitungen müssen innerhalb von Gebäuden in Absaugrichtung mit einem Mindestgefälle von 1:200 (0,5%) verlegt werden.
- ← Der Rohrdurchmesser darf in Absaugrichtung nicht reduziert werden.

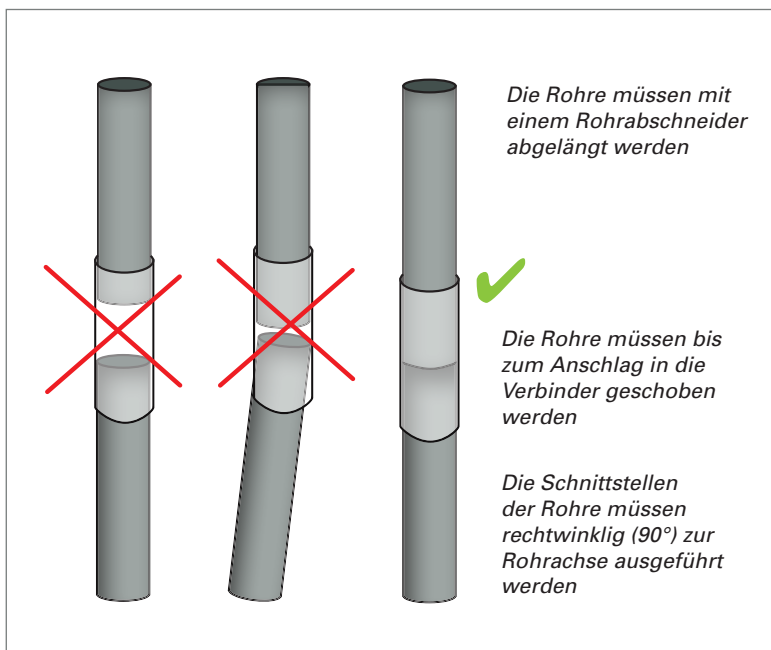


Abbildung 14: Verbindung von Rohrleitungen

3.4.6 Rohrverbindungen

Rohrverbindungen müssen dicht gegenüber Luft und Wasser sein. Die Verbindungsstellen müssen glatt sein und dürfen den Rohrquerschnitt nicht verringern. Bei allen Verbindungen muss sichergestellt werden, dass an den Stoßkanten der Bauteile keine Kanten, Grate oder Lücken entstehen. Ferner sind die Schnittstellen rechtwinklig zur Rohrachse auszuführen (s. Abbildung 14).

HDPE mit HDPE

HDPE-Rohre werden mittels einer Elektro-Schweißmuffe verbunden, Verbindungen durch Spiegelschweißen sollten aufgrund der Wulstbildung im Rohr an der Schweißstelle vermieden werden. Vor dem Verbinden sind die Innenkanten der zu verbindenden Rohre abzufräsen. Die Schweißtemperatur sowie die Anpresskraft und –zeit sind gemäß den Vorschriften des verwendeten Materials einzuhalten. Spiegelschweißen sollte nur bei vorgefertigten Bauteilen angewendet werden, bei denen die Möglichkeit der Nacharbeitung (Entgratung) besteht. Bei diesen Bauteilen müssen eventuell entstandene Grate und Wulste nach dem Spiegelschweißen im Inneren der Rohrleitung zwingend entfernt werden, da diese sonst zu Rückstößen während des Absaugvorganges sowie zur Bildung von Ablagerungen führen können. Daher ist dem Elektro-Schweißmuffen-Verfahren der eindeutige Vorzug zu geben.

PVC mit PVC

PVC-Rohre werden mittels Klebemuffe verbunden. Bei geschnittenen Rohrstücken sind die Schnittstellen vor dem Verkleben zu säubern und zu entgraten.

Edelstahl mit Edelstahl

Rohre aus Stahl sind entweder durch Schweißen, mittels Flansch oder mittels Steckmuffensystem zu verbinden. Eventuell entstandene Grate nach dem Schweißen im Inneren der Rohrleitung müssen zwingend entfernt werden. Bei Steckmuffensystemen sind beide Rohrenden zu reinigen, mit einem Gleitmittel zu versehen und zusammenzustecken. Halteschellen sind zur Sicherung vor und hinter der Verbindung anzubringen.

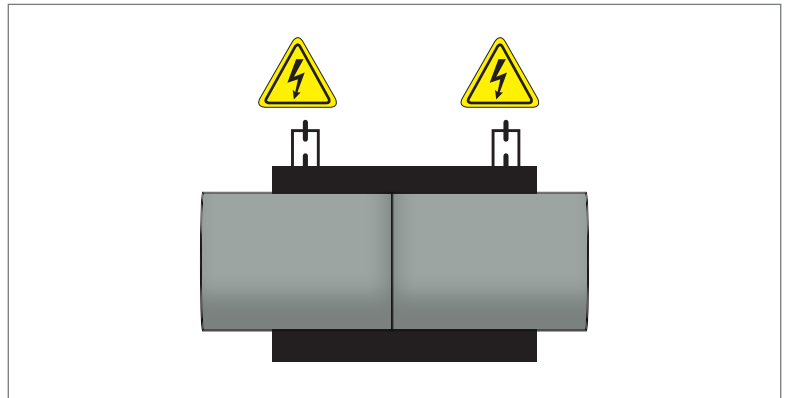


Abbildung 15: Elektroschweißverbindungen für HDPE-Rohre

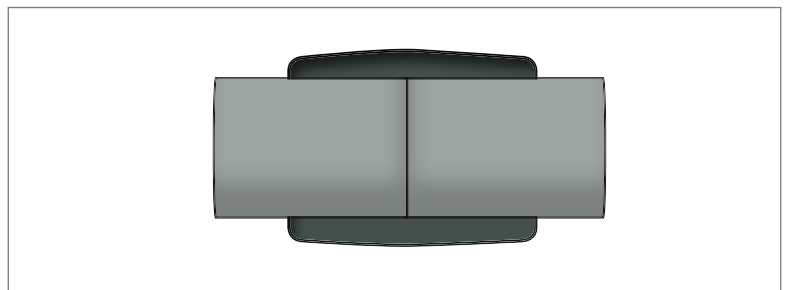


Abbildung 16: Verbindung von PVC-Rohren mittels Klebemuffen

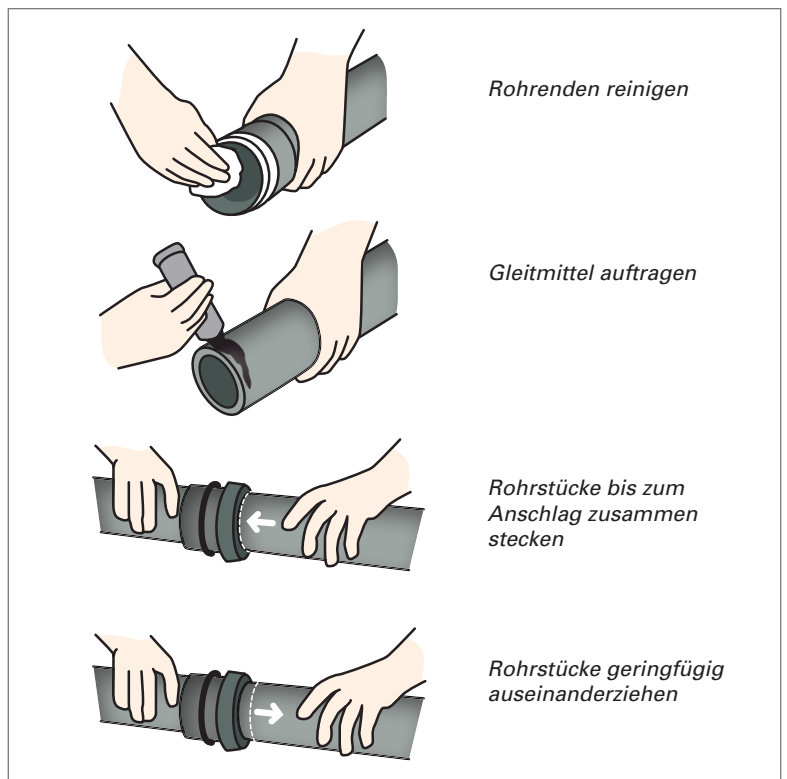


Abbildung 17: Verbindung von Rohrleitungen mittels Steckmuffensystem

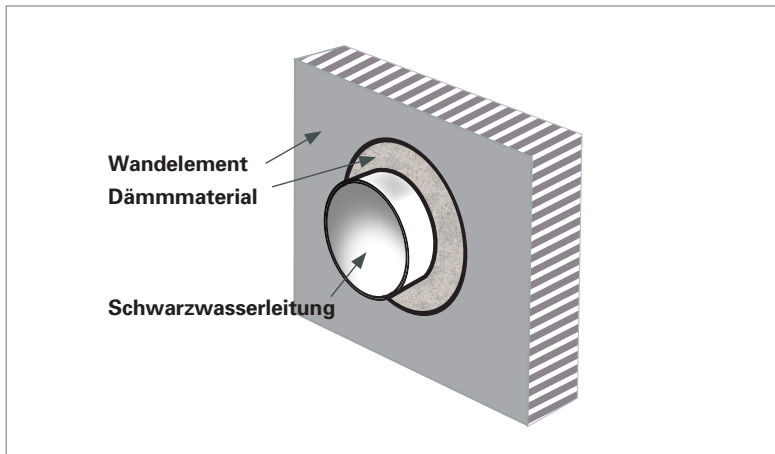


Abbildung 18: Beispiel für eine schallentkoppelte Rohrdurchführung durch eine Wand

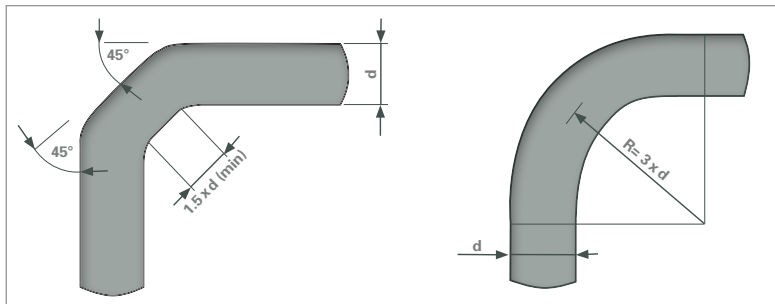


Abbildung 19: Beispiele für Richtungsänderungen von Stahlleitungen
Links: 2*45°; Rechts: 90° Bogen

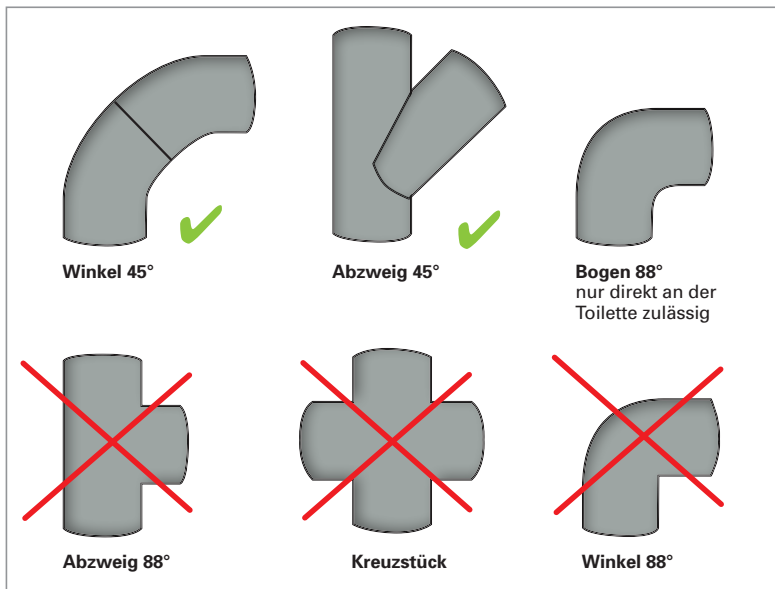


Abbildung 20: oben: Rohrformstücke zur Verwendung in Unterdrucksystemen unten: Formstücke und Abzweigungen, die nicht in Unterdrucksystemen eingesetzt werden dürfen

3.4.7 Wanddurchbrüche

Durchbrüche im Mauerwerk sind immer mit Mineralwolle oder Vergleichbarem zu verschließen und schallabsorbierend auszukleiden; der Brandschutz ist hierbei zu berücksichtigen. Wichtig ist dabei die Vermeidung von Schallbrücken wie z.B. durch Kanthölzer, Nägel oder auch unvollständige Dämmung, bzw. Lücken in der Dämmung.

3.4.8 Richtungsänderungen

Richtungsänderungen müssen mit einem großen Krümmungsradius erfolgen. Für Kunststoffleitungen muss eine 90°-Richtungsänderung aus zwei 45°-Winkeln erstellt werden. Für Stahlleitungen können auch Bögen verwendet werden, hierbei beträgt der Mindestradius $3 \times d$.

Es dürfen nur Rohrbögen mit einem ausreichenden Radius oder Bögen mit 45°-Bogen verwendet werden. Rohrbögen, die weiter als 3 Meter von der Unterdrucktoilette oder der Abwassersammeleinheit entfernt sind, müssen als 2 x 45°-Bogen ausgeführt werden, bzw. der Krümmungsradius muss größer als das 2,5-fache des Rohrdurchmessers sein.

3.4.9 Verbindung mehrerer Leitungen

Nebenstränge müssen der Sammelleitung generell unter einem Winkel von 45° in Absaugrichtung zugeführt werden (Abbildung 21). 90°-Einläufe (T-Stück) bzw. rechtwinklige Anschlüsse sind nicht zulässig. Beim Anschluss an eine horizontale Sammelleitung müssen Nebenstränge in einem Winkel von 45° in Saugrichtung oberhalb der Rohrmittelachse der Sammelleitung zugeführt werden.

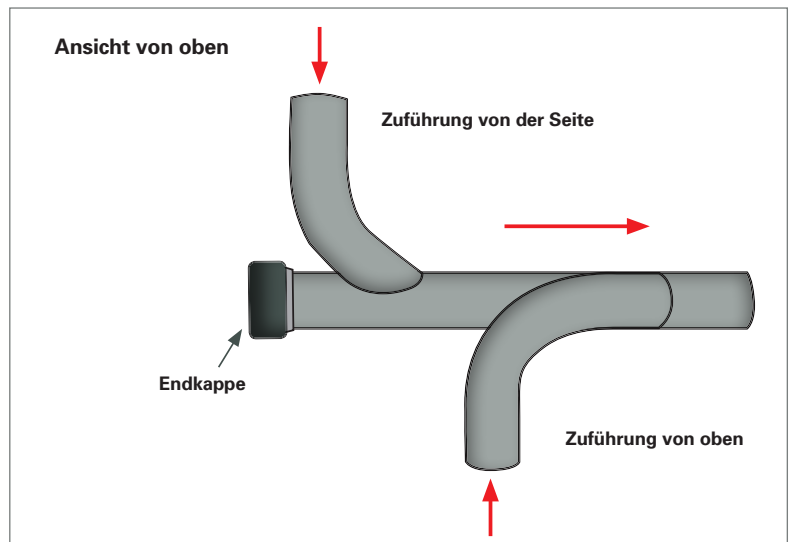


Abbildung 21: Anschlüsse an eine horizontale Sammelanschlussleitung

Bei dem Anschluss eines Nebenstranges an eine Fallleitung ist die Anschlussleitung in einem Winkel von 45° zu installieren (Abbildung 22). Bei zwei gegenüberliegenden Anschlussleitungen sind diese versetzt zueinander anzuschließen (s. Abbildung 22).

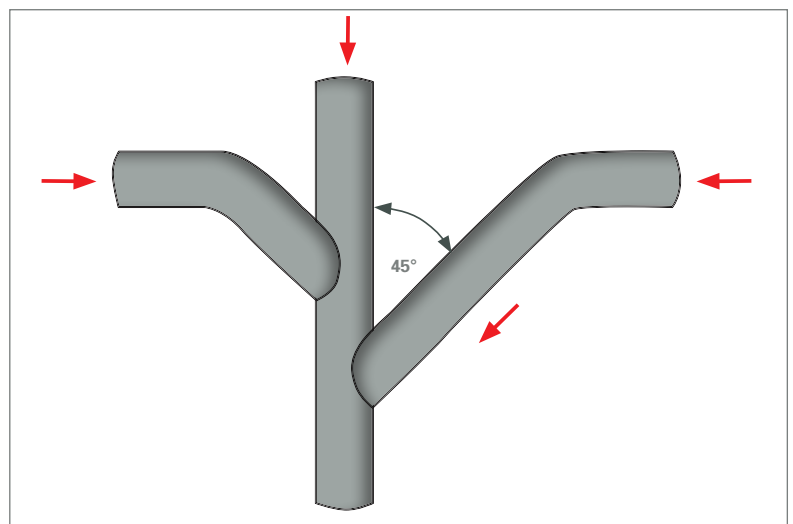


Abbildung 22: Anschlüsse zweier Anschlussleitungen an eine Fallleitung

3.4.10 Anschluss an das Unterdrucksystem

Der Einbau und der Anschluss einer Unterdrucktoilette richten sich nach den Montagevorgaben des jeweiligen Herstellers. HAMBURG WASSER stellt für den Betrieb an der Übergabestelle an der Grundstücksgrenze einen Unterdruck von mindestens 70 kPa ($p = -0,3 \text{ barrel}$) zur Verfügung.

Regulär sollten die Unterdrucktoiletten von oben an eine horizontale, mit geringem Gefälle (0,5 %) verlegte Einzel- oder Sammelanschlussleitung angeschlossen werden, die in eine Fallleitung mündet.

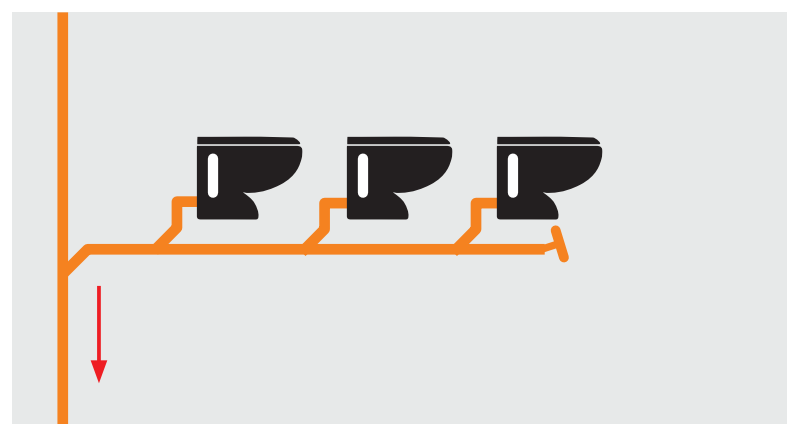


Abbildung 23: Regulärer Toilettenanschluss an eine horizontale Sammelanschlussleitung

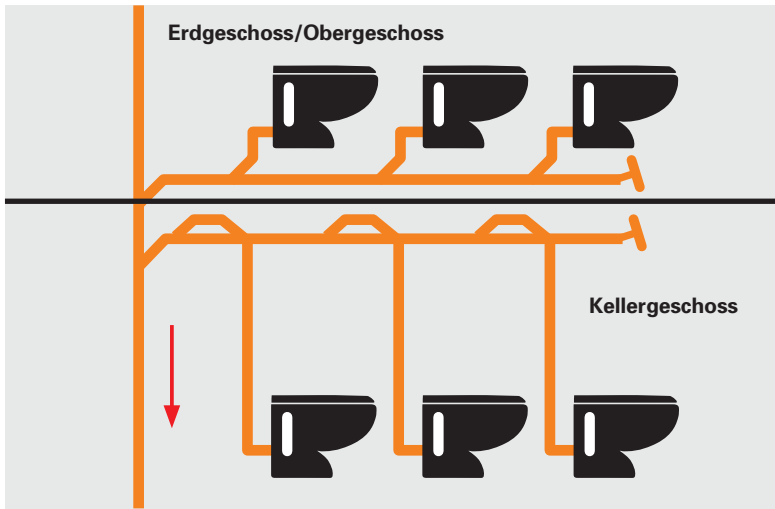


Abbildung 24: Anschluss von Toiletten von oben und unten an separate horizontale Sammelschleifungen

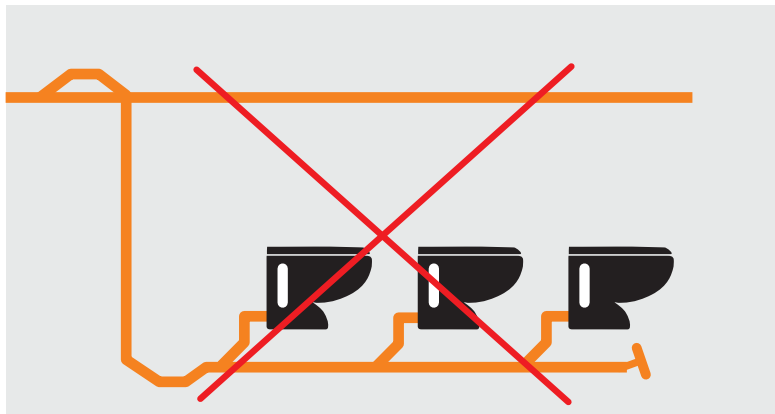


Abbildung 25: Unzulässiger Anschluss von Unterdrucktoiletten an eine Sammelschleifung

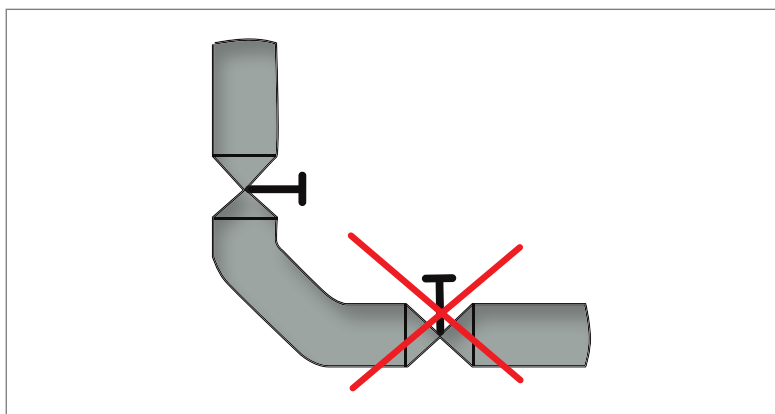


Abbildung 26: Beispiel für die Anordnung eines Absperrorgans im Fußpunkt einer Fallleitung

Der Anschluss von Toiletten von oben und unten an eine gemeinsame horizontale Sammelschleifung ist wegen der Gefahr eines Rückflusses nicht zulässig; in diesem Fall sind zwei zusätzliche horizontale Leitungen erforderlich (Abbildung 28). Hierbei ist jede Toilette mit einer eigenen Liftleitung (Steigleitung) zu versehen, der Anschluss einer oder mehrerer Toiletten an diese vertikale Liftleitung ist nicht zulässig.

Der Anschluss tiefer liegender Toiletten durch eine horizontale Sammelschleifung an eine höher gelegene Unterdruckleitung ist nicht zulässig.

3.4.11 Absperrarmatur

Wie bereits in Kapitel 3.2.2 erläutert, befindet sich grundsätzlich ein Absperrorgan in der Hausanschlussleitung auf öffentlichem Grund; in der Regel direkt an der Grundstücksgrenze (vgl. Abbildung 1). Diese Absperrorgane dürfen nur durch Mitarbeiter von HAMBURG WASSER betätigt werden.

Bei Mehrfamilienhäusern sollte zusätzlich jeder Strang (z.B. Fallleitung) mit einem Absperrorgan versehen sein, so dass ein Abschiebern einzelner Entwässerungsbereiche möglich ist (Abbildung 7).

Jede Unterdruckeinrichtung (WC oder Urinal) sollte einzeln absperrbar sein

Absperrarmaturen müssen Durchgangsventile sein (Schieber, Membran oder Kugel). Schmetterlingsventile oder Plattenschieber sind in der Unterdrucktechnik grundsätzlich nicht zu verwenden. Die Ventile sind so anzuordnen, dass im Falle eines Defektes oder einer Leckage der Betrieb des restlichen Systems gewährleistet ist. Absperrventile sind zudem in jede Sammelleitung einzubauen. Wenn möglich, sollte ein Absperrventil im Fußpunkt einer Fallleitung in dem vertikalen Teil angeordnet werden. In dieser Position kann eine mögliche Ablagerung vor der Absperrarmatur nicht so leicht eine Störung verursachen.

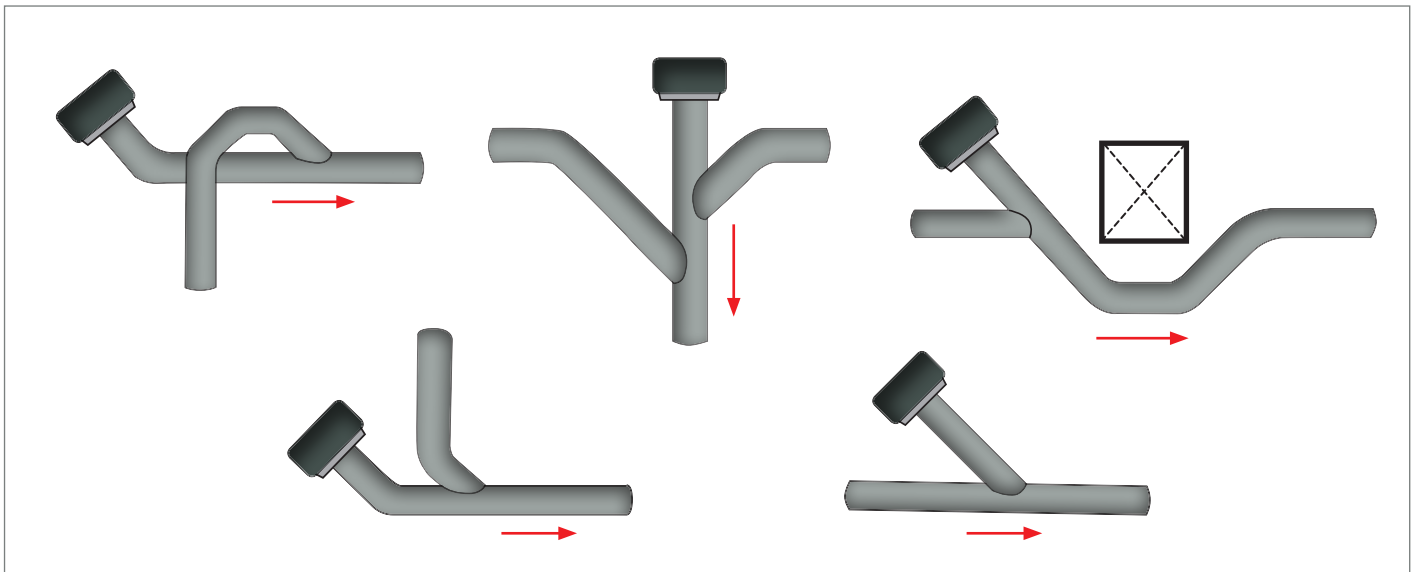


Abbildung 27: Beispiele für die Anordnung von Kontrollöffnungen

3.4.12 Kontrollöffnungen

Kontrollöffnungen sind so anzuordnen, dass jeder Punkt in einer Leitung mit einem Inspektions- oder Reinigungsgerät erreicht werden kann. Der maximale Abstand zwischen zwei Öffnungen darf 25 Meter betragen, empfohlen werden 15 Meter. Kontrollöffnungen sollten daher an nachfolgenden Abschnitten angebracht werden:

- Am Ende von horizontalen Leitungen
- Am oberen Ende von Falleleitungen
- An Transporttaschen
- An 90°- Richtungsänderungen von Falleleitungen beim Übergang in einen horizontalen Leitungsteil
- In 25 Meter-Intervallen in horizontalen Leitungen.

Die Kontrollöffnungen müssen immer oberhalb einer Leitung angeordnet sein, da sich ansonsten Sedimente vor den Öffnungen ablagern und die Zugänglichkeit erschweren. Die Kontrollöffnungen müssen mit Verschraubungen oder mit anderweitig gesicherten Deckeln (z.B. Halteklammern) versehen werden. Gummistopfen dürfen nur verwendet werden, wenn sie eine ausreichende Langzeitbeständigkeit gegen Versprödung aufweisen, da diese im Laufe der Zeit Undichtigkeiten verursachen können (siehe Kap. 3,5).

3.4.13 Montage der Unterdrucktoiletten

Wandhängende Unterdrucktoiletten werden in der Regel an Installationsrahmen montiert. Dies ermöglicht eine schnelle Art der Montage im Hausbau. Diese Installationsrahmen werden vor der festen Wand aufgestellt, am Boden und an der Wand ausgerichtet und befestigt. Alle Elemente für die Befestigung der Toilettenschüssel, die Anschlüsse für Spülwasser und die Unterdruckleitungen sollten an dem Rahmen befestigt sein. Die Vorwand kann direkt am Rahmen befestigt und verkleidet werden. Es wird ausdrücklich empfohlen, auf die von den Toilettenherstellern angebotenen Installationsrahmen zurückzugreifen. Bei einigen Firmen werden diese Rahmen nicht nur zur Montage der Toilette, sondern auch als Geräteträger für wichtige Hauptelemente, wie Ventile, Regel- und Absperreinheiten verwendet.

Je nach Hersteller erfolgt die Auslösung der Wasserspülung über herkömmliche Tastplatten oder über herstellerspezifische Auslöseknöpfe. Die Auslösung der Wasserspülung erfolgt pneumatisch über den systembedingten Unterdruck.

Die Verteilung des Spülwassers erfolgt über Spüldüsen. Der Anschluss der Unterdrucktoiletten an die Unterdruckleitung erfolgt bei den meisten Herstellern durch

Übergangs-Gummiverbinder. Zum Erreichen einer zufriedenstellenden Dichtheit dieses Verbindungselements ist eine sorgfältige Montage ohne zu verkanten bzw. verdrehen der Bauteile erforderlich, da ansonsten langfristige Undichtigkeiten nicht auszuschließen sind.

Die Verteilung des Spülwassers erfolgt je nach Hersteller entweder über Spülränder, wie sie auch aus herkömmlichen Toiletten bekannt sind oder über Spüldüsen. Der Anschluss der Unterdrucktoiletten an die

Unterdruckleitung erfolgt bei den meisten Herstellern durch Übergangs-Gummiverbinder. Zum Erreichen einer zufriedenstellenden Dichtheit dieses Verbindungselements ist eine sorgfältige Montage ohne Verkantung bzw. Verdrehung der Bauteile erforderlich, da ansonsten langfristige Undichtigkeiten nicht auszuschließen sind.

3.4.14 Sonderfall Transporttaschen

- In längeren horizontal verlaufenden Unterdruckleitungen müssen spätestens nach 25-30 Metern Transporttaschen mit Reinigungsöffnung zur Sicherung des Transports (s. Kap. 2.2) eingebaut werden. Die Anzahl der Transporttaschen sollte den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden (Abbildung 28).
- Transporttaschen können auch zur Umgehung von Hindernissen wie Kabeltrassen, querende Rohrleitungen, Lüftungskanäle verwendet werden. Die Summe aller Saughöhen sollte so gering wie möglich sein, maximal aber 3 Meter nicht überschreiten! Auch bei Transporttaschen sind die Rohr Fittings aus Kapitel 3.4.4 (45° Bögen) zu verwenden.
- Wenn ein Hindernis mit einer Breite von weniger als einem Meter umgangen werden muss, ist die Unterquerung problemlos möglich; es ist keine zusätzliche Transporttasche notwendig.
- Wenn ein Hindernis mit einer Breite von mehr als einem Meter umgangen werden muss, ist eine zusätzliche Transporttasche notwendig.
- Beispiel für eine Transporttasche mit Reinigungsöffnung. Die Mindestlänge der Transporttasche soll $4 \times D$ betragen.

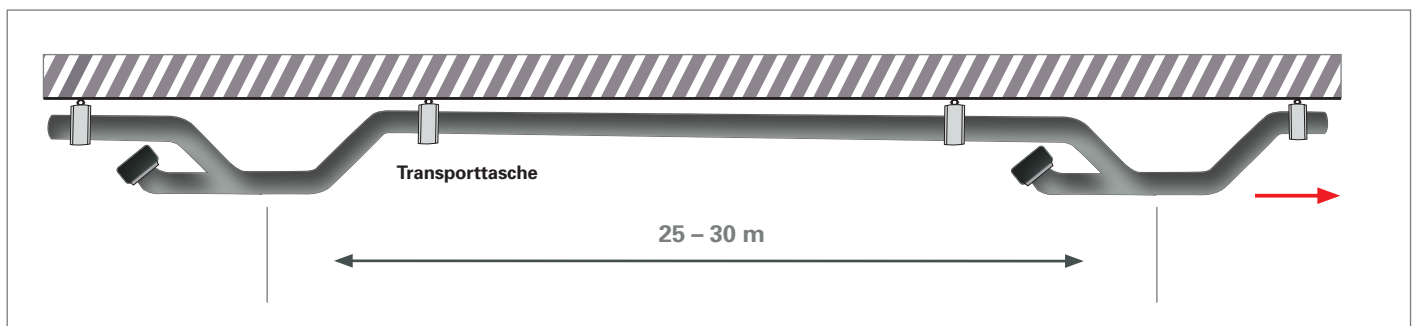
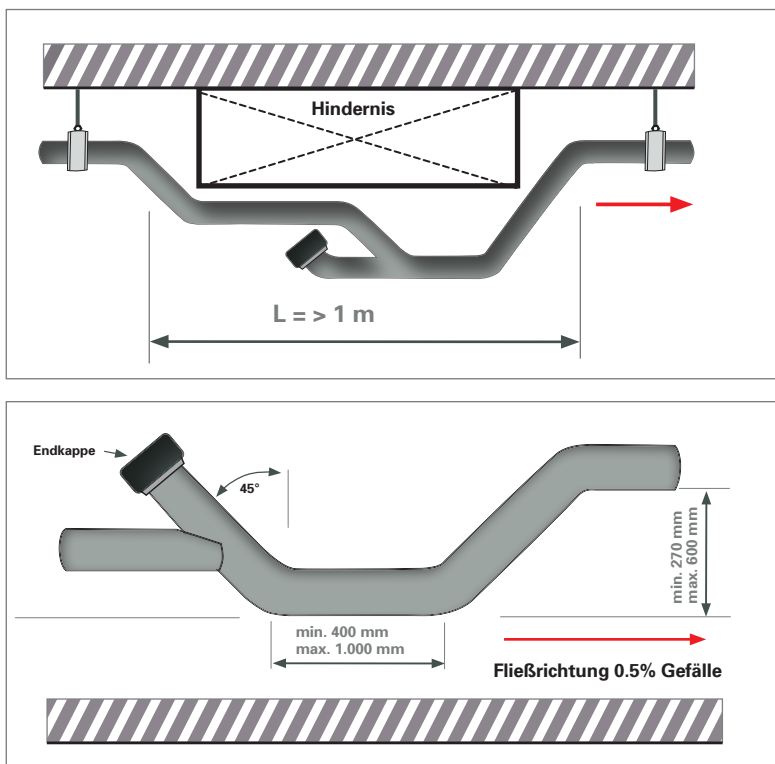


Abbildung 28: Anschlüsse an eine horizontale Sammelanschlussleitung

3.4.15 Sonderfall Steigleitungen

Mithilfe des Unterdrucks kann das Schwarzwasser über Liftleitungen (Steigleitungen) auch angehoben werden. Bei dem Einsatz von Liftleitungen sind folgende Hinweise zu beachten.

- Liegt die Heberhöhe unter 1 Meter, können Liftleitungen überall installiert werden. Diese Leitungen sollten jedoch vorzugsweise senkrecht verlaufen, können notfalls aber auch verzogen werden.

- Liftleitungen über 1 bis max. 2 Meter Höhenunterschied müssen senkrecht angeordnet werden. Eine Rückflussverhinderung muss durch Überhöhen der Leitung von mindestens dem dreifachen Rohrdurchmesser ($> 3 \times D$) oder durch den Einbau eines Rückschlagventils zwingend erfolgen. Liftleitungen mit einem Höhenunterschied von mehr als 2 Meter sind zu vermeiden, da hierdurch ein zu hoher Druckverlust die Förderleistung im Haus behindern kann.

- Werden Toiletten über eine Liftleitung an eine horizontale Sammelleitung angeschlossen, so ist der Nebenstrang ebenfalls von oben unter einem Anschlusswinkel von 45° an die Sammelleitung anzuschließen. Die Liftleitung darf in ihrem Durchmesser nicht verändert werden; eine Aufweitung des Anschlusses ist erst bei Einmündung in die horizontal verlaufende Sammelanschlussleitung zulässig.

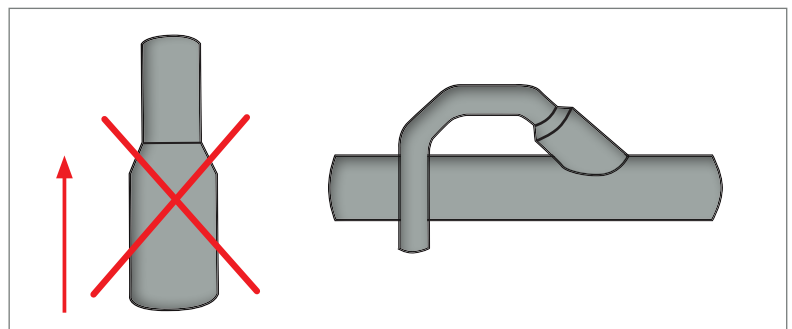
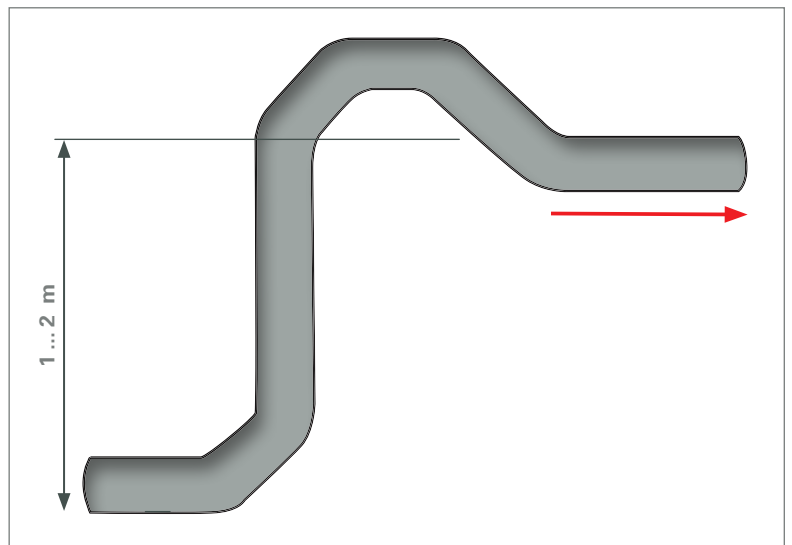
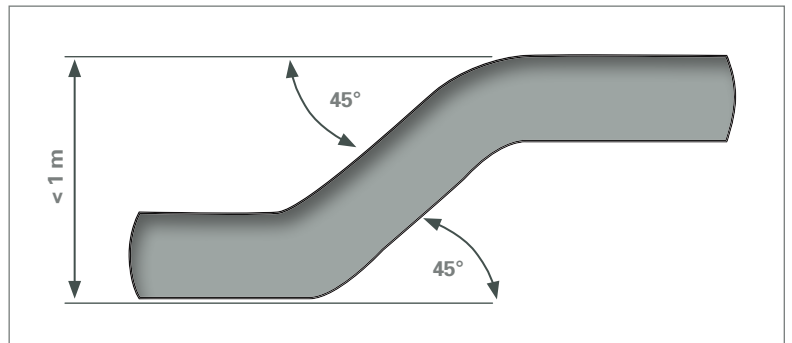


Abbildung 29: Einsatz von Steigleitungen

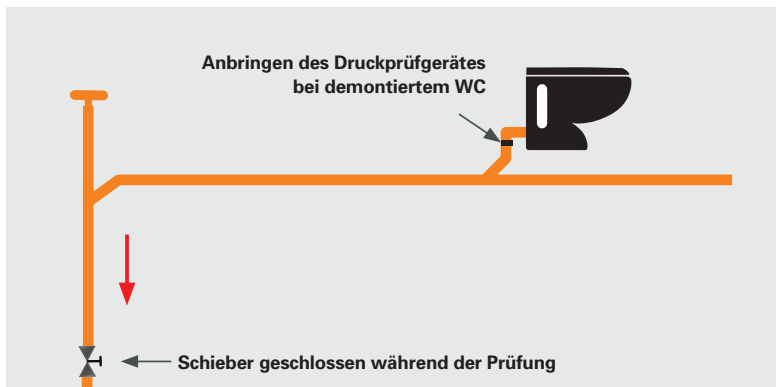


Abbildung 30: Anordnung der Prüfeinrichtung während der Dichtheitsprüfung

3.5 Dichtheitsprüfung und Prüfprotokoll

Die Dichtheit des Unterdrucksystems ist eine wesentliche Voraussetzung für einen störungsfreien und ökonomischen Betrieb der Gesamtanlage. Ein unbeabsichtigter Eintrag von Luft durch Undichtigkeiten bewirkt eine erhöhte Laufzeit der Unterdruckpumpen, die einem höheren Energieverbrauch gleich zu setzen ist. Ferner bewirkt der zusätzliche Lufteintrag eine verstärkte Bildung von Ablagerungen, die zu einem erhöhten Wartungsaufwand bis hin zu einer Störung der Anlage führen kann.

Die Fertigstellung des Unterdrucksystems im Gebäude ist der Hamburger Stadtentwässerung durch die Übersendung des Prüfprotokolls der Unterdruckprüfung anzuzeigen. Die Endprüfung hat an dem betriebsbereiten System mit angeschlossenen Absaugventilen bzw. Sanitäreinrichtungen (WCs und Urinale) zu erfolgen.

Zwischenprüfungen während der Bauphase werden empfohlen, dabei müssen die nachfolgenden Bedingungen eingehalten werden:

Zwischenprüfungen

Prüfung während der Installation:

Diese Prüfung sollte während der Installation des Unterdrucksystems in regelmäßigen Abschnitten, z.B. nach

der Verlegung eines Einzelstranges oder der Fertigstellung einer Etage erfolgen, um die eventuell auftretenden Undichtigkeiten in Leitungsverbindungen ohne großen Mehraufwand identifizieren und beheben zu können.

Ablauf: Der eingestellte Prüfdruck darf nach $30 \pm \text{min}$ um nicht mehr als 10 % abweichen.

Prüfung eines fertiggestellten Systems ohne angeschlossene Absaugventile:

Die Prüfung der Dichtheit des gesamten Leitungssystems ohne die angeschlossenen Absaugventile (Toilettenventile) dient in erster Linie zur Gewährleistung der ordnungsgemäßen Installation und Vergeltung der Leitung innerhalb des Gebäudes.

Ablauf: Der eingestellte Prüfdruck darf nach $40 \pm \text{min}$ um nicht mehr als 20 % abweichen.

Prüfung eines betriebsbereiten Systems mit angeschlossenen Absaugventilen bzw. Sanitäreinrichtungen (WC und Urinale):

Die Dichtheitsprüfung mit angeschlossenen WC-Anlagen sowie Absaugventilen dient zur Gewährleistung der ordnungsgemäßen Installation aller Systemkomponenten. Besonders bei der Verwendung von Manschetten, Membranen, Dichtringen etc. ist die Wahrscheinlichkeit von Undichtigkeit bei unsachgemäßer Installation sowie Verschleißerscheinungen besonders hoch und sollte mit entsprechenden Fachkenntnissen und Sorgfalt durchgeführt werden. Die benötigte Druckprüfeinheit sollte an einer Revisionsöffnung angebracht werden, so werden auch Undichtigkeiten an den Absaugeinheiten erfasst.

Die Dichtheitsprüfung ist analog zur DIN EN 12109 Anhang B durchzuführen. Während der Prüfungen ist die Zuleitung, z.B. in der Revisionseinrichtung temporär mit geeignetem Stopfen zu verschließen. Vor und nach jeder Prüfung sind der Umgebungsdruck sowie -temperatur aufzuzeichnen.

Ablauf: Analog zu den bisherigen Prüfabläufen darf der eingestellte Prüfdruck nach $30 \pm \text{min}$ um nicht mehr als

10%. Es soll hierdurch die langfristige Betriebssicherheit des Systems gesichert werden. Es wird empfohlen, die Prüfung der Dichtigkeit des Systems in regelmäßigen Abständen zu wiederholen, um die Langlebigkeit des Systems zu gewährleisten und damit den Wohnkomfort deutlich zu erhöhen.

Jede Druckprüfung ist entsprechend zu protokollieren und von allen beteiligten Parteien abzuzeichnen. Ein Prüfprotokoll für die bauphasenabhängige Druckprüfung ist aus Abbildung 31 ersichtlich. Eine Vorlage des Prüfprotokolls ist im Anhang 1 zu finden.

| | | | |
|--|---------------------------|--|---|
| Dichtheitsprüfung des Unterdrucksystems in Anlehnung an DIN EN 12109 Anhang B | | Ausgeführt von: _____ | |
| Datum | | Leitungsabschnitt | |
| Objekt | | Angeschlossene Absaugeinheiten | |
| Prüfobjekt | | Rohrverbindungen | |
| Prüfbericht-Nr. | | Rohrwerkstoff | |
| | | DN | |
| Luftdruck und Temperatur während der Prüfung | | | |
| Uhrzeit Beginn/Ende | Temperatur Beginn/Ende | Umgebungsdruck Beginn/Ende | Anmerkungen/Änderungen |
| / | / | / | |
| Dichtheitsprüfung der Leitung während der Installation (Zutreffendes bitte ankreuzen) | | | |
| Während der Installation | | | <input type="radio"/> |
| Gesamtsystem ¹⁾ ohne angeschlossene Absaugeinheiten | | | <input type="radio"/> |
| Gesamtsystem mit angeschlossenen Absaugeinheiten (Toiletten und Urinale) | | | <input type="radio"/> |
| zur Vorlage bei der HSE | | | <input type="radio"/> |
| Dichtheitsprüfung des Gesamtsystems ohne angeschlossene Absaugeinheiten | | | |
| Eingestellter Prüfdruck | Festgestellter Prüfdruck | Der eingestellte Prüfdruck von 30 kPa _{abs} darf nach 30± 2 Minuten um nicht mehr als 10 % abweichen. | Unterdruckprüfung bestanden? |
| kPa | kPa | | Ja <input type="radio"/> Nein <input type="radio"/> |
| Anmerkungen / Feststellung während der Prüfung: | | | |
| | | | |
| Ort, Datum | Auftraggeber | Auftragnehmer | |

¹⁾ Das Gesamtsystem umfasst die Hausinstallation bis zum Absperrorgan im öffentlichen Bereich (Straßenraum). Zur Unterdruckprüfung ist das System über das Absperrorgan abzusperrern.

Abbildung 31: Beispiel eines Prüfprotokolls der Dichtheitsprüfung für die bauphasenabhängige Druckprüfung

3.6 Wartungshinweise Fachfirmen

Wie jede technische Komponente unterliegt die ordnungsgemäße Funktion der Unterdruckentwässerung einer regelmäßigen Wartung und Kontrolle. Im Vergleich zur konventionellen Entwässerung beinhaltet die Unterdrucktoilette einen technisch höheren Anspruch. Die vom Benutzer selbst durchzuführenden Maßnahmen sind daher sehr begrenzt. Bei größerer Störung im System kann unter Umständen ein Ausfall der gesamten Toilettenanlage der Wohneinheit resultieren, was durch regelmäßige und sachkundige Wartung vermieden werden kann.

Vorgehen Wartung / Instandsetzung

Bei allen Arbeiten am Unterdrucksystem, welche den Zugang zum System voraussetzen, ist eine vorgeschaltete Trennung des entsprechenden Leitungsabschnittes vom Unterdrucksystem notwendig. Dies kann entweder, falls vorhanden an einzelnen Absperrvorrichtungen im Haus, oder direkt am Hausanschlusschieber erfolgen. Die Absperrorgane in der Hausanschlussleitung dürfen nur durch Mitarbeiter von HAMBURG WASSER betätigt werden. Bei einer dauerhaften Öffnung der Unterdruckleitung im regulären Betrieb, wird es zu einer Trennung der Unterdruckversorgung seitens des Betreibers kommen.

Wartungsintervalle

Unterdruckventile, Steuer- und Regeleinheiten unterliegen im laufenden Betrieb dauerhafter Belastung und Abnutzung. Die meisten Bauteile müssen mehr als 100.000 Auslösungen gewährleisten können, was einer Betriebsdauer von ca. 11 – 14 Jahren im Privathaushalt entspricht. Es wird daher empfohlen, die Wartungsintervalle des jeweiligen Herstellers einzuhalten und die angegebenen Komponenten entsprechend den Angaben auszutauschen. Gummidichtungen, Muffen oder Verbindungsschläuche können jedoch durch Alterungsprozesse, Vibrationen oder Umbauarbeiten deutlich früher Abnutzungen aufweisen. Um Störungen und Ausfälle zu vermeiden empfiehlt es sich, eine regelmäßige Kontrol-

le inkl. einer Dichtigkeitsprüfung alle 5 Jahre durchzuführen (vgl. DIN 1091, Anhang F1). Hierzu sollten nachfolgende Überprüfungen gehören:

- Dichtigkeitsprüfung aller Stränge: siehe Kapitel 3.5
- Kontrolle der Leitungsbefestigung hinsichtlich Schwingungen: siehe Kapitel 3.4.1
- Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion aller Steuer- und Regeleinheiten

Ursachen und Vorgehen bei Undichtigkeiten

Bei Nichtbeachten der in Kapitel 3 aufgeführten Installationshinweise kann es im System zu Undichtigkeiten kommen. Diese sind in der Regel erst bei größeren Leckagen durch eine Geräuscentwicklung zu erkennen. In der Regel sind Undichtigkeiten, insbesondere an Muffen jedoch schleichend und nur mittels einer Druckmessung zu identifizieren. An dieser Stelle wird jedoch noch einmal darauf hingewiesen, dass bereits geringe Undichtigkeiten im Leitungssystem zu betriebstechnischen Problemen führen können, so neigen diese Leitungsabschnitte deutlich eher zu Ablagerungsbedingten Verstopfungen. Die Hauptursache von Undichtigkeiten ist eine nicht ordnungsgemäße Installation der Leitungen unter Nichtbeachtung der technischen Vorschriften. Unsauber verbundene Rohrstücke, nicht entgratete Rohrenden oder ungeeignete Fittings sind nur einige der in Betracht kommenden Fehlerquellen. Eine genaue Ortung dieser Undichtigkeiten ist daher nur nach der Erstellung durch eine Unterdruckprüfung möglich; daher kommt der Qualitätssicherung während der Installation ein besonderer Stellenwert zu. Eine weitere Ursache für Undichtigkeiten stellt sich im Laufe des Betriebes ein. So können durch die entstehenden Schwingungen einzelne Verbindungen entweder gelöst oder dauerhaft beschädigt werden. Diese Verschleißerscheinungen entstehen unter anderem an Gummiverbindungen, O-Ringen oder Gummidichtungen, welche im Laufe der Zeit spröde oder beschädigt werden. Eine zeitnahe Kontrolle der Dichtigkeit des Leitungssystems im Rahmen von Wartungs- und Reparaturmaßnahmen ist daher zu empfehlen.

Reinigung und Entfernung von Verstopfungen

Aus betrieblicher Erfahrung ist bekannt, dass insbesondere durch unsachgemäße Entsorgung (Putzlappen, Spielzeug, Katzenstreu etc.) Verstopfungen der Leitung resultieren können. Als Folge lösen die Toiletten nicht ordnungsgemäß aus, bzw. entleeren das Toilettenbecken nur unzureichend. In diesem Fall ist, nach dem Trennen des Unterdruckstranges in dem zugehörigen Hausanschlusschacht die Leitung zu öffnen und analog zum Vorgehen in der konventionellen Entwässerung die Verstopfung zu lokalisieren und zu entfernen. Klassische mechanische Reinigung mittels einer Rohr-Reinigungsspirale zeigt aus der Erfahrung gute Erfolge. **ACHTUNG:** Membran-Unterdruckventile, können durch den Einsatz der Spirale zerstört werden! Der Zugang hat daher immer nach dem Ventil oder über die Revisionsöffnung zu erfolgen. Bei beschichteten Leitungen ist der Einsatz von mechanischer Reinigung zu vermeiden, da hierdurch die Beschichtung zerstört und die Leitung korrodieren würde.

Bei Wartungs- und Inspektionsarbeiten muss der Einsatz von chemischen Reinigungsmitteln durch ihre Fachfirma zwingend mit HAMBURG WASSER abgeklärt werden. Der unsachgemäße Einsatz von Chemikalien kann Auswirkungen auf die nachgeschaltete Schwarzwasserbehandlung haben!

3.7 Hinweise zu Ausschreibungstexten

Unterdruckentwässerung

Zur Ausschreibung der Anlagen der Unterdruckentwässerung werden neben den rein technischen Aspekten folgende Hinweise gegeben:

- Zu den Installationsgegenständen sollte eine Dichtheitsprüfung der Unterdruckleitungen ausgeschrieben werden. Diese sollte bestehen aus:
- 3 Zwischenprüfungen der verlegten Unterdruckleitungen
- 1 Hauptprüfung mit allen angeschlossenen Absaug-einheiten
- Erstellung der Druckprotokolle für die jeweiligen durchgeführten Prüfungen

Die Dichtheitsprüfung muss für alle Bereiche durchgeführt und protokolliert werden. Es darf grundsätzlich nur mittels Unterdruck geprüft werden.

Die Kriterien der Dichtheitsprüfung sind in den Ausschreibungstext mit aufzunehmen.

- Unterdruckpumpen zur Dichtheitsprüfung können in der Regel von den Systemanbietern gemietet werden.
- Einweisung und Schulung der ausführenden Firmen in die Unterdrucktechnik durch einen Ingenieur.
- Montagekontrollen durch sach- und fachkundige Personen.



4 Nutzung

Im gesamten Stadtquartier Jenfelder Au erfolgt im Rahmen des HAMBURG WATER Cycle® die Entwässerung von Abwasser über Unterdrucktoiletten. Hierdurch können der Wasserverbrauch sowie die benötigten Leitungsgrößen auf ein Minimum reduziert werden. Der Einsatz von Unterdrucktoiletten, bekannt aus Zügen und Flugzeugen und im Hochbau, ist für den privaten Einsatz eine seit Jahren bewährte und ausgereifte Technologie.

4.1 Benutzungshinweise

Die Benutzung einer Unterdrucktoilette erfordert keinerlei Umstellung oder besondere Anforderungen im Vergleich zu einer herkömmlichen Toilette. Genau wie bei herkömmlichen Toiletten kann es jedoch bei unsachgemäßer Benutzung, insbesondere bei Nutzung der Toilette als Entsorgungsort von Abfällen, zu Störungen kommen. Bedingt durch die deutlich kleineren Rohrgrößen der Unterdrucktoilette ist die sachgemäße Nutzung besonders wichtig. Es ist daher unbedingt zu beachten, dass keine Gegenstände in die Toilette eingebracht werden, welche die Unterdrucktechnik beschädigen können. Hierzu gehören insbesondere scharfkantige Gegenstände wie Schrauben, Kronkorken, Scherben etc., welche die Gummidichtungen und Ventile beschädigt würden! Die Hauptursache für Verstopfungen ist das unsachgemäße Einbringen von Gegenständen. Für eine sachgerechte Benutzung der Unterdrucktoiletten ist daher ein Hinweis an Kinder sowie Gäste sinnvoll, um einen Ausfall der sanitären Anlagen zu vermeiden.

Treten nach unsachgemäßem Gebrauch der Sanitäreinrichtungen Störungen oder Schäden im öffentlichen Netz auf, werden diese durch Maßnahmen von HAMBURG WASSER behoben. Dabei entstehende Kosten werden analog der konventionellen Entwässerung dem Verursacher in Rechnung gestellt. Näheres regelt §22ff des Hamburger Abwassergesetzes (HmbAbG).

4.2 Reinigung und Wartung

Bei der Reinigung des Unterdruck-WCs existieren keine Unterschiede zum herkömmlichen Toilettenbecken. Hinsichtlich der Gewährleistungspflicht sollten die Hinweise des jeweiligen Herstellers beachtet werden.

Bezüglich einer Wartung der Unterdrucktoilette sind bei den meisten Herstellern im Laufe der Lebensdauer Bauteile der Toilette auszutauschen um einen einwandfreien Betrieb zu gewährleisten. Bei der zeitnahen und regelmäßigen Wartung sind die Herstellerangaben zu beachten.

Bei Toiletten mit Spüldüsen können diese Düsen insbesondere bei einer hohen Trinkwasserhärte Ablagerungsspuren von Kalk aufweisen, die zu einer Verschlechterung des Spülbildes führen können. Diese Ablagerungen können mit einer haushaltsüblichen Säure (Essigsäure oder Zitronensäure) oder einem anderen Kalklöser entfernt werden.

4.3 Vorgehen Störfall

Bei Störungen einer einzelnen Toilette, z.B. ausbleibende Entleerung oder fehlendes Spülwasser in der Toilette, liegt in den meisten Fällen eine technische Störung der Unterdrucktoilette vor. Sollte die Störung nicht beseitigt werden können, kontaktieren sie eine Fachfirma. Stellen sie sicher, dass die Fachfirma Erfahrungen in der Installation von Unterdrucksystemen aufweist.

4.4 Das gehört nicht ins WC!

| Das gehört nicht in Vakuumtoiletten | Warum nicht? | Wohin damit? | |
|--|---|--|---|
| <p>Feuchttücher Wattestäbchen Slipenlagen Damenbinden/Tampons Kosmetiktücher</p> |  | <p>verstopfen Ihren Hausanschluss, verstopfen Pumpen und Leitungen, beschädigen Maschinen</p> | <p>Hausmülltonne</p> |
| <p>Medikamente Farben / Lacke Chemikalien Mineralöl</p> |  | <p>verschlechtern die Reinigungsleistung und belasten so die Gewässer</p> | <p>mobile Problemstoffsammlung, Recyclinghöfe, Fachhandel</p> |
| <p>Rasierklingen Spritzen</p> |  | <p>verstopfen Ihren Hausanschluss, gefährden die Gesundheit der Mitarbeiter</p> | <p>Hausmülltonne (vorher fest verpacken)</p> |
| <p>Katzenstreu Zigarettenkippen Präservative Flaschenverschlüsse Kleintiermist</p> |  | <p>verstopfen Ihren Hausanschluss und müssen aufwändig und mit hohen Kosten wieder aus dem Schwarzwasser entfernt werden</p> | <p>Hausmülltonne</p> |
| <p>Essensreste Speiseöl/Fette</p> |  | <p>geben Ratten zusätzliche Nahrung, verkleben Siele und Hausanschlüsse, verstopfen im Extremfall den Anschluss</p> | <p>Biotonne bzw. Hausmülltonne</p> |
| <p>Grauwasser (z. B. Putzwasser)</p> |  | <p>verdünnt das Schwarzwasser, senkt die Biogasproduktion</p> | <p>Waschbecken oder Ausguss</p> |

Herausgeber:

Hamburger Stadtentwässerung AöR
Billhorner Deich 2 | 20539 Hamburg
Tel.: 040 78 88 0
Fax: 040 78 88 18 34 56
info@hamburgwasser.de

ein Unternehmen von
HAMBURG WASSER
www.hamburgwasser.de

Bildnachweis:

iStockphoto (Titel, S. 34); West 8 urban design & landscape
architecture b.v. (Einleitung); Schuckmann_Hamburger Klimaschutzstiftung
(S. 10); Johannes Arlt (S.4, S. 11), Panthermedia (S.36)

Konzept:

Hamburger Stadtentwässerung AöR
ein Unternehmen von HAMBURG WASSER
in Zusammenarbeit mit der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe,
Höxter

Layout:

SUPERURBAN

Benutzerhinweise

Dieser Leitfaden ist das Ergebnis einer technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit zwischen der Hochschule Ostwestfalen-Lippe und HAMBURG WASSER, das im Forschungsverbund KREIS (Demonstrationsvorhaben Stadtquartier Jenfelder Au – Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwicklung) zustande gekommen ist. Er wurde nach bestem Wissen und Gewissen sorgfältig zusammengestellt und geprüft. Für Aktualität, Vollständigkeit, Fehler, Auslassungen sowie die Richtigkeit von Daten kann jedoch keine Haftung übernommen werden.

Dieser Leitfaden ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall, dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Handbuch aufgezeigten Spielräumen. Für jeden Anwendungsfall ist für die vorliegenden orts- und projektspezifischen Gegebenheiten zu prüfen, ob die aufgeführten Regeln uneingeschränkt angewandt werden können. Insbesondere sind entsprechend neue Erkenntnisse oder Erfahrungen zu berücksichtigen.

1. Auflage 2015
2. aktualisierte und erweiterte Auflage 2019

