

# ***VAB Vakuum AnlagenBau GmbH***

## **Einweisung zum Bau von Vakuumtüsserungsanlagen nach dem Sägezahnprinzip**

der **VAB** GmbH

**VAB Vakuum AnlagenBau GmbH**  
Am Sandberg 1  
06774 Plodda

**Tel: 034955/21423 Fax: 034955/21492**  
**e-mail: vabgmbh@t-online.de**

## 1. Vorbemerkungen

Für die Abwasserentsorgung, bei kommunalen und industriellen Vorhaben, steht neben dem herkömmlichen Freigefällekanal in zunehmenden Maße auch die Vakuumkanalisation als ein kostengünstiges und betriebssicheres Entwässerungsverfahren zur Verfügung. Besonders große wirtschaftliche Effekte werden beim Einsatz dieser Entwässerungsart u. a. bei der Ortsentwässerung dünn besiedelter Gebiete, industrieller Sanierungsmaßnahmen (besonders in der chemischen Industrie), von Feriensiedlungen, Marinas und Campingplätzen erreicht.

Dabei ist die Vakuumentwässerung beileibe keine neue Technologie. Die Anfänge dieses heute weitverbreiteten Sonderentwässerungsverfahrens gehen auf die Arbeiten des holländischen Ingenieurs Liernur zurück, der in den 60 er Jahren des 19. Jahrhunderts die ersten derartigen Systeme einsetzte. Aber erst durch den Einsatz von Kunststoffrohrleitungen und dem stark gewachsenem Umweltbewusstsein insbesondere in den USA wurde in den 70 er Jahren des 20. Jahrhunderts eine neue Entwicklungs- und Verbreitungswelle Weltweit ausgelöst.

Ein weiterer großer Schub für die verstärkte Anwendung der Vakuumentwässerung in Deutschland fand mit dem Eintritt weiterer Vakuumsystemanbieter in Deutschland Mitte der 90 er Jahre statt. In diesem Zeitraum verbilligten sich die Hauptkomponenten Vakuumventil und – Pumpstation um ca. 40 %. Dadurch wurde die Vakuumentwässerung auch für Bereiche interessant, die bisher nur der Freigefälleentwässerung vorbehalten waren.

Die große Dynamik dieser Entwicklung wurde nachhaltig durch umfangreiche Entwicklungsleistungen unter anderem auch von der **VAB GmbH Plodda** ermöglicht.

Weitere Einzelheiten zu diesem Thema entnehmen Sie bitte aus unserer **„Anleitung zur Planung von Vakuumentwässerungsanlagen nach dem Sägezahnprinzip der VAB GmbH“**.

## 2. Beschreibung der Funktion der Vakuumentwässerung

Das Herzstück unserer Vakuumkanalisation ist die Vakuumpumpstation. Die Vakuumpumpstation besteht aus einem oder mehreren Vakuumtanks, wobei die Tanks überwiegend in der Vakuumpumpstation aufgestellt sind. Ein Einbau der Tanks in den Untergrund ist zwar grundsätzlich auch möglich, bedingt aber den Verlust der freien Zugänglichkeit und schränkt die Verwendung extern angebrachter Füllstandsmesseinrichtungen ein.. Für den Fall einer, örtlich bedingten, tiefen Anordnung des Vakuumtanks wird deshalb dem Einbau des Tanks in ein „Kellergeschoß“ der Vorzug eingeräumt. Dabei bleibt auch der Vorteil bestehen, die Abwasserpumpen trocken vor dem Vakuumtank aufzustellen.

Die Berechnung der oder des Vakuumtanks und der anderen Systembestandteile der Vakuumstation erfolgt nach den Erfahrungen der **VAB GmbH** und entspricht den Anforderungen der DIN EN 1091.

Zur Erzeugung des notwendigen Unterdruckes in Höhe von 0,6-0,7 bar sind in der Regel zwei Vakuumpumpen mit dem bzw. den Vakuumtanks verbunden.

Die Abwasserabförderung aus dem Vakuumtank wird entweder durch zwei trocken aufgestellte Abwasserpumpen oder bei Einbau des Vakuumtanks in unterirdischer Bauweise mit Tauchpumpen realisiert. Die Bemessung der Förderleistung errechnet sich aus der Wassermenge und der zu überwindenden geodätischen Höhe sowie der Länge der Abwasserdruckleitung.

Das an den Vakuumtank angeschlossene Vakuumrohrleitungsnetz besteht überwiegend entweder aus PVC oder aus PE-HD Rohren in den Dimensionen d 90 - d 160 (oder in Ausnahmefällen auch größer – bis d 315). Das Vakuumrohrleitungsnetz wird nach der „Sägezahn - Verlegetechnik“ eingebaut.

Als Bindeglied zwischen der unter Normaldruck befindlichen Freigefälleleitung und der Vakuumleitung wird normalerweise an der Grundstücksgrenze oder an einem Sammelpunkt für mehrere Grundstücke ein Vakuumhausanschlußschacht eingebaut.

In den Vakuumtanks der Vakuumpumpstation wird mittels der vorhandenen Vakuumpumpen ein Vakuum von ca. 0,6 - 0,7 bar erzeugt. Dieses Vakuum setzt sich in den an den Abwassertank angeschlossenen Haupt- und Nebenleitungen fort. In den Vakuumhausanschlußschächten wird das Vakuum durch ein Vakuumventil abgesperrt.

Wird das Vakuumventil durch den Anstieg des Abwassers im Schacht geöffnet, so wird das Abwasser durch den atmosphärischen Überdruck in das Vakuumrohrleitungsnetz gedrückt und mittels Luftzugabe weiter bis in den Vakuumtank der Vakuumpumpstation transportiert .

Von hier wird das Abwasser in der Regel durch Abwasserpumpen aus dem Tank abgepumpt und durch eine sich anschließende Abwasserdruckrohrleitung weitergefördert (z.B. Kanalnetz oder Kläranlage).

### 3. Vakuumpumpstation

#### 3.1 Ausrüstung der Vakuumpumpstation

Der grundsätzliche Aufbau der Vakuumpumpstation besteht aus den zur Vakuumerzeugung verwendeten Vakuumpumpen, einen oder bei größeren Pumpstationen (besonders bei industriellen Anlagen) auch zwei Vakuumtanks, den Abwasserpumpen und der elektrischen Schaltanlage.

Bisher wurden zur Vakuumerzeugung überwiegend Wasserringpumpen verwendet. Da aber diese Vakuumpumpen einen hohen Kühlwasserbedarf und bei hohen Betriebstemperaturen einen relativ geringen Wirkungsgrad besitzen, wurde durch die **VAB GmbH** schon vor einiger Zeit auf Drehschiebervakuumpumpen umgestellt. Diese Pumpen werden mit Öl geschmiert und abgedichtet und erreichen bei niedriger Energieaufnahme und konstantem Wirkungsgrad hohe Unterdrücke.

Für die Absaugung größerer Luftmengen bei der Evakuierung großer Vakuumtanks und volumenintensiver Vakuumrohrleitungsnetze setzen wir vorzugsweise Schraubenvakuumanlagen als Dauerläufer ein. Grundsätzlich werden aber (abgesehen von einigen Sonderpumpstationen) immer zwei Vakuumpumpen eingesetzt, wobei jede einzelne Vakuumpumpe in der Lage sein muß 100 % der errechneten Fördermenge abzusaugen. Diese Vakuumpumpen werden so geschaltet, daß ein alternierender Betrieb erfolgt. Dadurch werden annähernd gleiche Laufzeiten gesichert.

Die verwendeten Vakuumabwassersammeltanks haben eine zylindrische Form und können entsprechend der Wünsche des Auftraggebers aus Stahl mit einem Schutzanstrich oder aus Kunststoffen (vorzugsweise PE – HD oder GFK) hergestellt werden. Der Vakuumtank wird vorzugsweise stehend aufgestellt, kann aber auch in liegender Art installiert werden. Die Einbauart richtet sich vorwiegend nach den vorhandenen Platzverhältnissen und der geforderten Servicefreiheit.

Zur Abförderung des Abwassers aus den Vakuumtanks werden gleichfalls zwei Abwasserpumpen eingebaut, wobei jede einzelne in der Lage ist die gesamte Abwassermenge abzupumpen. Aufgrund der besseren Zugänglichkeit und Wartung sowie des höheren Wirkungsgrades verwendet die **VAB GmbH** trocken aufgestellte Abwasserpumpen. Auch bei einem Einbau des Vakuumtanks in den Untergrund kann auf Tauchpumpen verzichtet werden und es können selbstansaugende trocken aufgestellte Abwasserpumpen zum Einsatz kommen.. Die vorhandene Leistung der Abwasserpumpen kann in Abhängigkeit der zu überwindenden geodätischen Höhe einer nachfolgenden Druckrohrleitung so groß bemessen werden, daß das Abwasser noch sicher über 1 – 1,5 km transportiert werden kann. Sollen längere Strecken und / oder größere Verlusthöhen zur Überleitung anstehen, dann verwendet man entweder zusätzliche Druckpumpwerke oder pneumatische Fördereinrichtungen. Unbedingt beachten sollte man aber, daß das Abwasser in den langen Druckrohrleitungen nicht zu lange steht und dadurch anfault. Für diesen Fall muß unbedingt eine Nachblaseeinrichtung mit eingebaut werden.

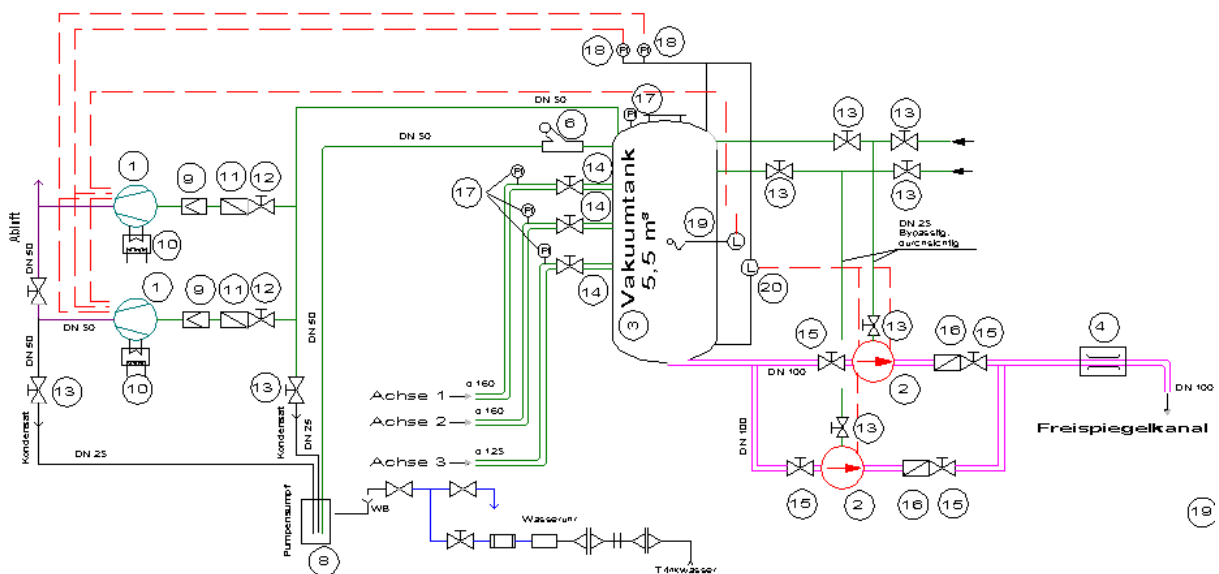
Die elektrische Einrichtung besteht aus dem Schaltkasten und den darin befindlichen Steuerungs- und Schaltelementen. Bei der Planung und Ausführung dieses Anlagenteiles muß man sehr eng mit dem Anlagenbetreiber zusammenarbeiten. Die Anlagenbetreiber möchten zur Vermeidung von „Ersatzteilwirrwarr“ auf diejenigen Sicherungen, Schütze und

dergleichen zurückgreifen, die sie schon bei anderen Steuerungen verwenden. Diese Wünsche werden, wenn keine Qualitätsprobleme dem gegenüberstehen, auch akzeptiert.

Bei der Auswahl der Größe des Schaltschranks sollte man durchaus „eine Nummer größer“ wählen, da oftmals danach noch eine zentrale Datenerfassung und –Übermittlung zu einer Schaltzentrale dazukommen.

Eine typische Verknüpfung der einzelnen Bauteile einer Vakuumpumpstation ist in der Abb.1 dargestellt.

## Funktionsschema



### Legende

- ① Vakuumpumpe
- ② Abwasserpumpe
- ③ Vakuumentank
- ④ Mengenummessung d 110/ DN 100
- ⑤
- ⑥ 2" Vakuumventil mit Steuerung
- ⑦
- ⑧ Pumpensumpf
- ⑨ Luftfilter
- ⑩ Ölbadheizung
- ⑪ PE-Rückschlagventil 2"
- ⑫ Schieber 2"
- ⑬ Kugelhahn 1"
- ⑭ Kugelhahn DN 100
- ⑮
- ⑯ Rückschlagkugelarmatur d 110/ DN 100
- ⑰ Vakuummanometer
- ⑱ Druckschalter
- ⑳ Schwimmerschalter/ Drucksensor

- Rohrleitung ab DN 80
- Rohrleitung bis DN 65
- - - Steuerleitung

**Abbildung 1**

Mai 08

### 3.2 Bauliche Ausführung der Vakuumpumpstation

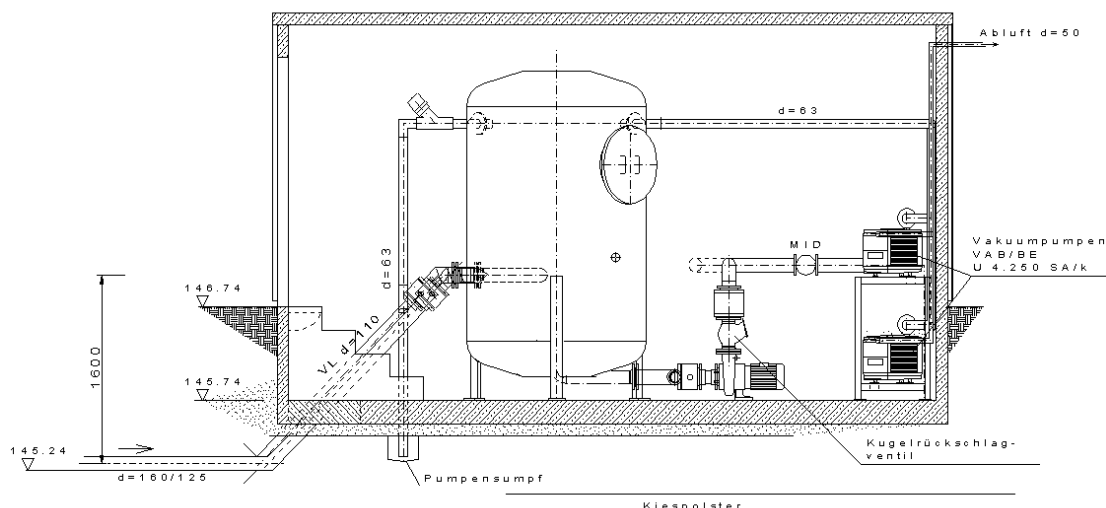
Die Ausführung der Vakuumpumpstation kann breit gefächert realisiert werden. Vom Standardtyp Abb. 2 über monolithische oder gemauerte Bauweise bis hin zum Typ Holzblockhaus ist alles möglich. Allerdings hat jede Abweichung von den Standardlösungen einen deutlich höheren Preis zur Folge.

Das Gebäude in Abb. 2 ist mit einem Halbkeller, in dem alle Bauelemente der Vakuumpumpstation unter gebracht werden, ausgeführt. In Abb. 3 ist eine Vakuumpumpstation für kleinere Orte dargestellt, bei der auf eine Unterkellerung durchaus verzichtet werden kann. Die Anlagentechnik wird meistens auf eine bewehrte Sohlplatte bereits im Betonwerk vormontiert. Bei dieser Bauweise kann der Endkunde die fertig montierte Vakuumpumpstation bereits vor dem Versand funktionstüchtig vorabnehmen.

Den Bedingungen vor Ort entsprechend wird beim versetzen der Pumpstation zur Anbindung der Vakuumleitungen ein Sprung von bis zu 1,60 m Höhe eingebaut. Die Entscheidung ob ein Halbkeller erforderlich ist oder nicht wird in der Planungsphase in Abhängigkeit von den im Vakuumleitungsnetz zu berücksichtigenden statischen und hydraulischen Verlusten gefällt.

Unter bestimmten Voraussetzungen, z. B. hydraulisch angespannte Verhältnisse im Vakuumrohrleitungsnetz, kann auch der Bau einer Vakuumpumpstation mit Erdtanks entsprechend Abb. 4 erforderlich werden. Der Bau einer derartig aufwendigen Pumpstation ist natürlich nur für größere Entsorgungsaufgaben vorgesehen.

Eine Neuentwicklung der **VAB GmbH** stellen Vakuumpumpstationen ohne Vakuumtank dar. Sie bestehen im Wesentlichen aus ein oder zwei Drehkolbenpumpen, die sowohl der Erzeugung des Vakuums als auch zum Weitertransport des Abwassers dienen. An diese Vakuumpumpstationen lassen sich etwa 25 Häuser mit je einem Vakuumentil anschließen (Abb.4/1 und 4/2).

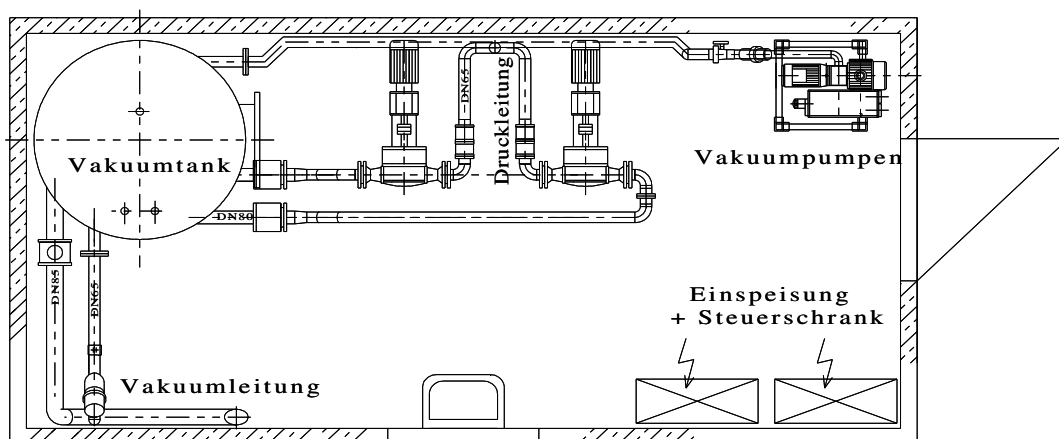
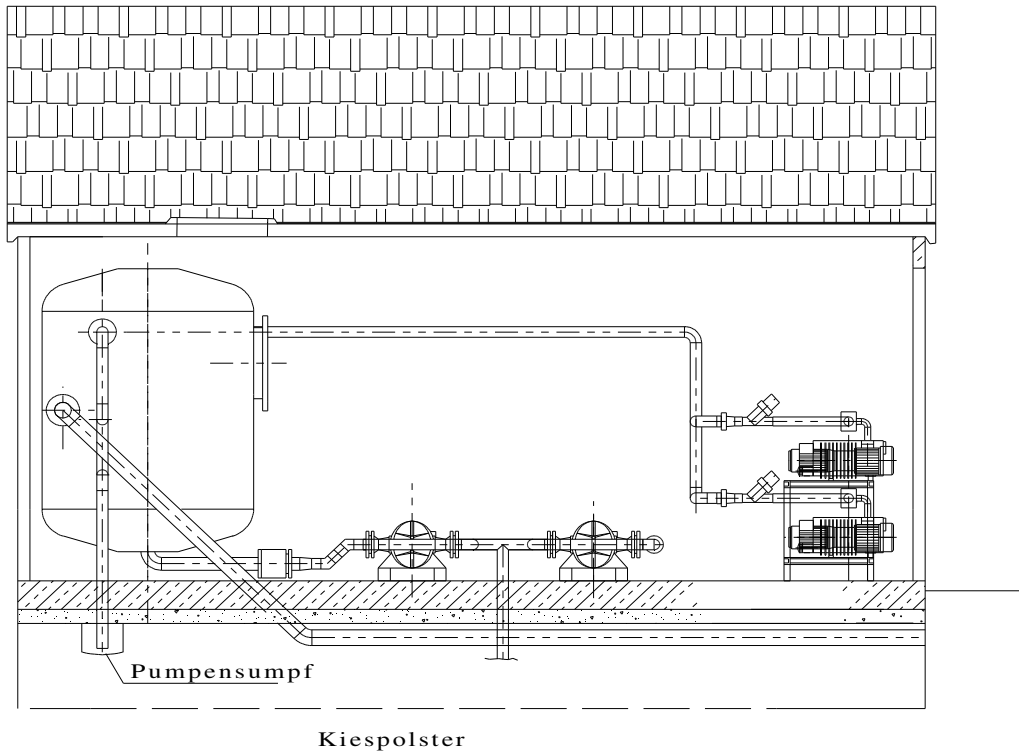


Längsschnitt

### Vakuumpumpstation mit Keller

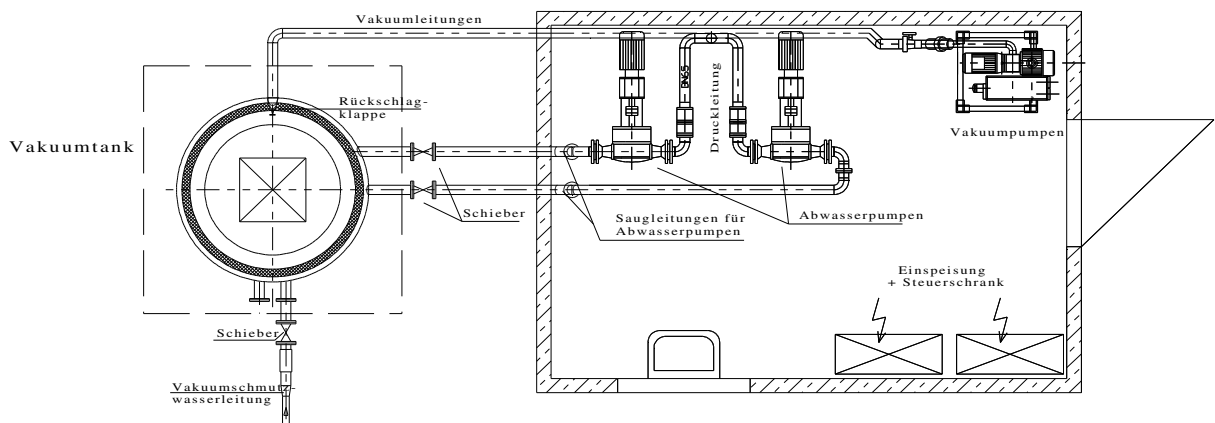
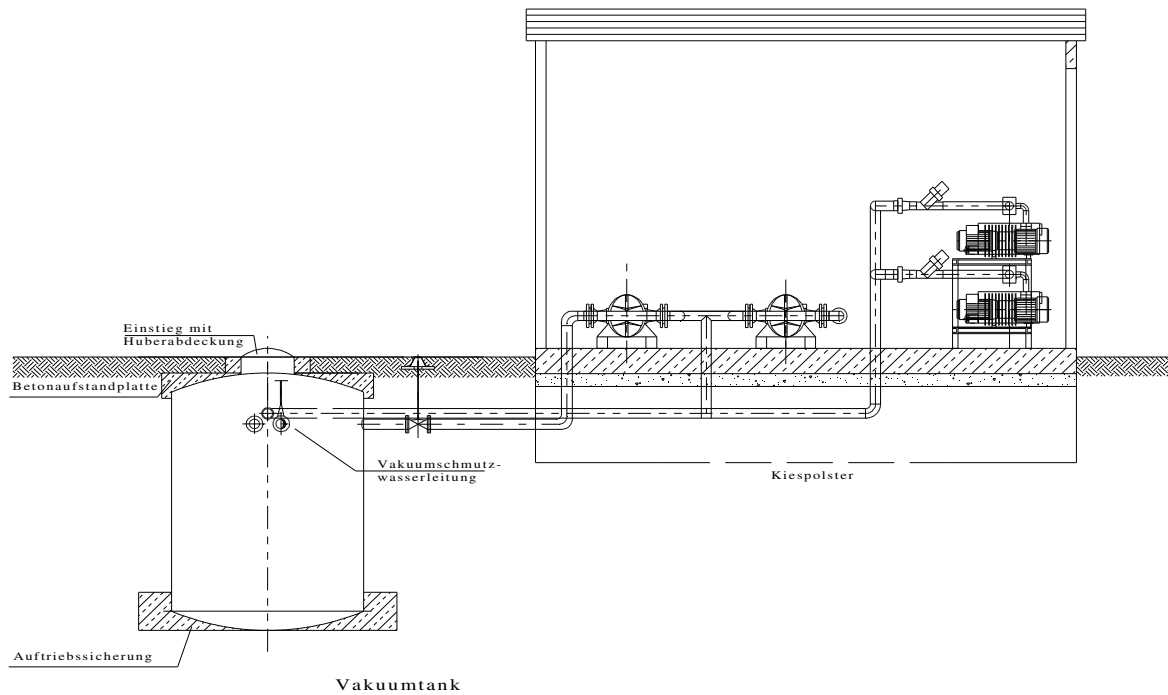
Abbildung 2

Mai 08



## Vakuumpumpstation auf Fundamentplatte

Abbildung 3



## Vakuumpumpstation mit Erdtank

Abbildung 4

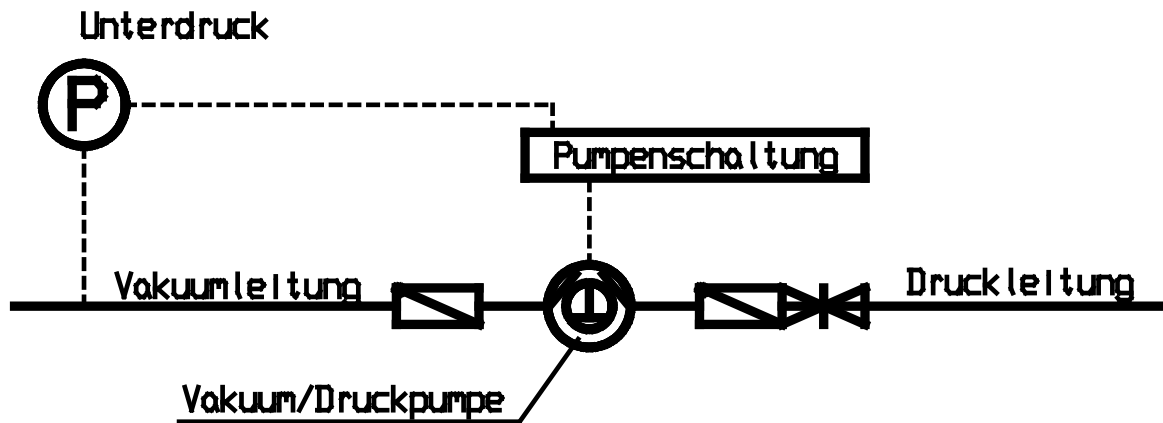


Abbildung 4/1

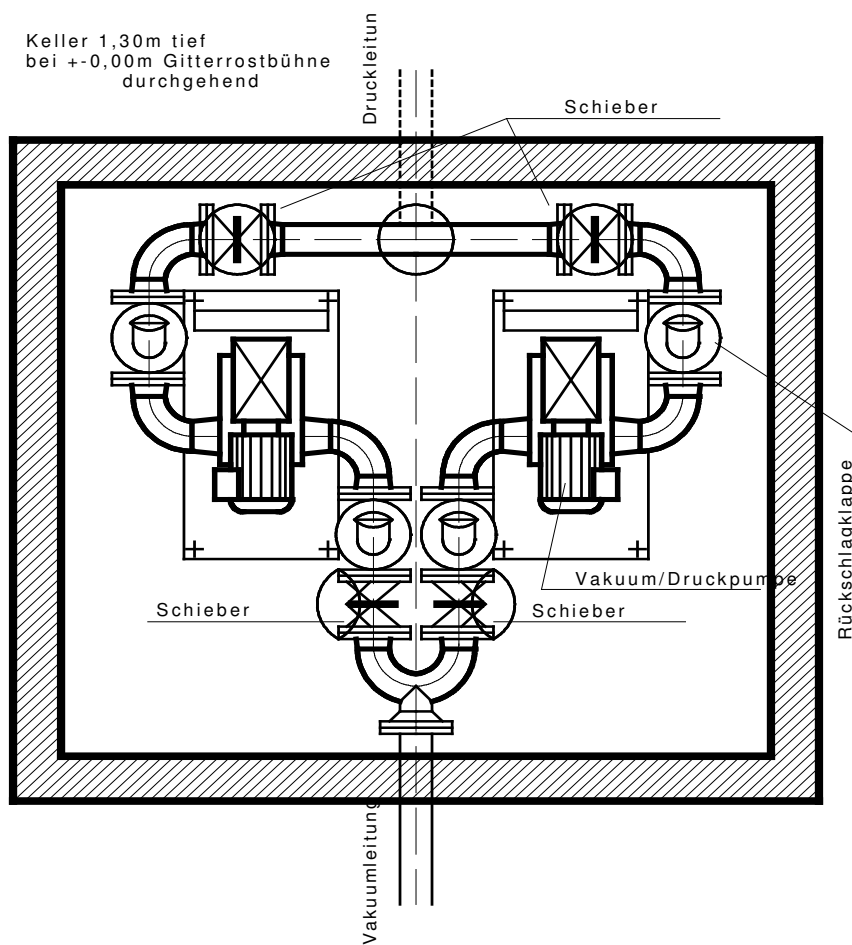


Abbildung 4/2

Die in den Abbildungen 1 – 4 gezeigten Bauhüllen zeigen ein kleines Sortiment an Möglichkeiten auf die bei der **VAB GmbH** bezogen werden können (Fertigteilhüllen als Trafostationen, GFK Häuser, Holzhütten und dergl.). Die dafür bauseitig zu erbringenden Bauleistungen, wie alle Erd-, Fundament- und Oberflächenarbeiten sowie Errichtung der Umzäunung sollten bei der Erstellung der Vakuumpumpstation von der beauftragten Baufirma ausgeführt werden. Es ist auch möglich, daß der Auftraggeber (Kommune) diese unterschiedlichen Bauleistungen an die **VAB GmbH** als GU vergibt. Alle mit der technischen Ausrüstung in Verbindung stehenden Leistungen sollten jedoch unbedingt geschlossen an die **VAB GmbH** vergeben werden, um die Gewährleistung für das Vakuumsystem in einer Hand zu belassen.

Die Lieferung und Montage der technischen Ausrüstungsgegenstände wird ausschließlich durch die **VAB GmbH** realisiert. Lediglich der Stromanschluß wird durch ein ortsansässiges Elektroinstallationsunternehmen erstellt.

Für den Aufbau der Vakuum- und Pumpentechnik in der Vakuumpumpstation wenden wir zwei Varianten an. Bei großen Stationen (Vakuumtank über 6 m<sup>3</sup>) werden die Einzelteile auf die Baustelle geliefert und durch Mitarbeiter von der **VAB GmbH** vor Ort montiert. Bei kleineren Anlagen werden alle Ausrüstungsgegenstände bei der **VAB GmbH** auf einem Transportrahmen vormontiert bzw. in der Bauhülle **funktionsstüchtig installiert** und komplett auf die Baustelle geliefert. Mit einem geeigneten Hebezeug wird diese Einheit auf das bauseits vorbereitete Planum bzw. eine Fundamentplatte gehoben, verankert und an die Vakuum- bzw. Druckrohrleitungen angeschlossen. Der gleichfalls vorinstallierte Schaltkasten wird mit der Elektrozuführung verbunden. Durch diese Bauweise wird auf der Baustelle viel Zeit bei der Herstellung der Vakuumentwässerung eingespart, da die gesamte Vakuumpumpstation im Fertigungsbereich unter idealen Bedingungen montiert und geprüft werden kann.

Die mit den allgemeinen Bauleistungen beauftragte Baufirma sollte bei der Einbringung der Vakuumpumpstation ihre eine gewisse Hilfestellung geben, insbesondere in Form von Baufeldfreimachung für die Krangstellung und die Anbindung der Vakuum- und Druckleitung sowie der übrigen Versorgungsträger.

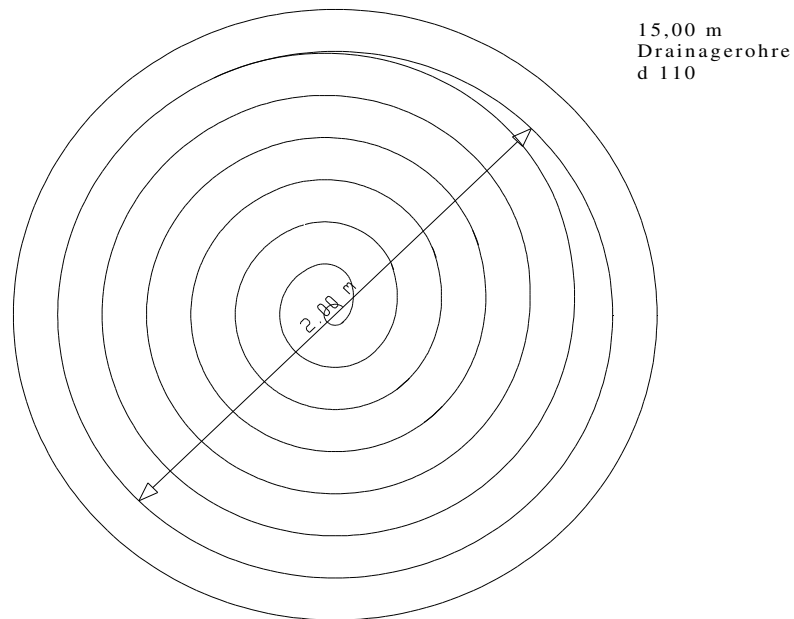
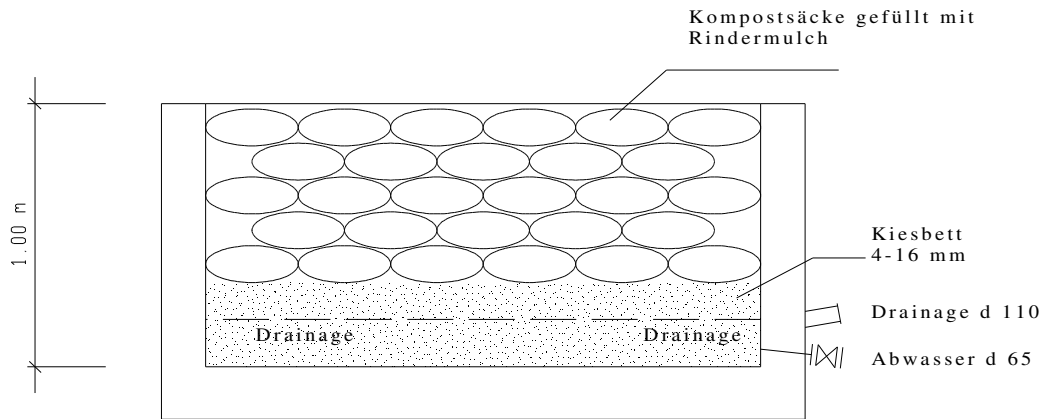
### 3.3 Peripherieanlagen

Zur Gewährleistung eines einwandfreien Betriebs der Vakuumpumpstation sind weitere Anlagenteile zu bauen, deshalb sollte auf die nachfolgend beschriebenen Bauwerke bzw. Anlagenteile nicht verzichtet werden. Beim Betrieb von Drehschiebervakuumpumpen entsteht keine geruchsintensive Abluft. Bei einem Standort der Vakuumstation in der Nähe der Wohnbebauung kann diese Abluft dennoch eine Beeinträchtigung der Anwohner darstellen.. Aus diesem Grund sollte diese Abluft dann durch einen Abluftmast oder einen Biofilter geleitet werden. Wegen der vollständigen Wartungsfreiheit sollte dem Abluftmast grundsätzlich ein Vorrang eingeräumt werden. Bei einer entsprechenden Bemessung des Biofilters und einer ordnungsgemäßen Wartung (komplette Erneuerung des Substrates aus Rindenmulch in den Monaten April, Juli und Oktober) können ebenfalls eventuelle Geruchsbelästigungen vermieden werden (Abb.5).

Eine entsprechende Entscheidung sollte aber unbedingt durch das zuständige Planungsbüro mit Unterstützung des Auftraggebers und der Genehmigungsbehörden (Wasserbehörde, Naturschutzbehörde u. ä.) vor dem Bau geprüft werden.

Im Bereich der Pumpstation sollte eine Befestigung der Fahrwege und Abstellflächen vorhanden sein oder geschaffen werden, die einen ordnungsgemäßen Transport von Anlagenteilen, den Betrieb und die Wartung der Anlage bei jedem Wetter reibungslos gestatten. Die Anordnung der Vakuumpumpstation sollte möglichst nahe an ein tragfähiges Straßen und Wegenetz erfolgen. Im Bereich der Vakuumpumpstation sollten die Oberflächen, die für die Befahrung oder als Parkplatz vorgesehen sind, mit einer einwandfreien Oberflächenbefestigung versehen werden. Bewährt hat sich dabei eine gepflasterte oder mit Betonplatten befestigte Oberfläche. Diese Leistung gehört zum Leistungsumfang der Tiefbaufirma.

Um jede Vakuumpumpstation sollte mindestens im Grenzabstand eine Umzäunung errichtet werden. Sie dient dem Schutz, dem sicheren Betrieb der technischen Einrichtung und gewährleistet einen ordnungsgemäßen Zugang zur Anlage. Die Wahl des Umzäunungsmaterials wird durch das Planungsbüro in Abstimmung mit dem Auftraggeber vorgegeben. Die Höhe sollte so groß sein, daß Unbefugte (besonders Kinder) vom Übersteigen abgehalten werden. Ein Übersteigschutz ist nicht erforderlich und auch nicht erwünscht. Weiterhin sollte auf dem Gelände der Vakuumpumpstation, entsprechend der Wünsche der Kommune, eine Begrünung erfolgen.



Biofilter für 400 m<sup>3</sup> / h Luft

### 3.4 Leistungsumfang der VAB GmbH

Folgende Lieferungen und Leistungen gehören zum Umfang der **VAB GmbH**:

- Vakuumpumpen
- Vakuumentank mit Füllstandsmesseinrichtung, Mannloch zur Inspektion, Flansche für anzuschließende Leitungen, Vakuummeßgeräte
- Abwasserpumpen
- alle verbindenden Rohrleitungen incl. Schieber, Rückschlagklappen, Flansche, Überschiebmuffen, Elektroschweißmuffen und diverses Kleinmaterial
- Schaltschrank mit allen benötigten Schaltern, Sicherungselementen und Sicherungen, Gesamte dazugehörige Installation und Verdrahtung, Meß- und Meldegeräte und, soweit gefordert, auch alle Bauteile zur Datenerfassung und – Weiterleitung
- der Anschluß aller Elektroantriebe, Frostwächter, Lampen, Installationsschalter für die Beleuchtung und Steckdosen innen und außen
- Installation aller Bauteile
- Kontrolle aller Bauteile auf ordnungsgemäßen Einbau und Funktion, Vakuum- und Druckdichtigkeit und der elektrischen Bauteile und Installationen
- Inbetriebnahme der Station.

Je nach der Form Ausschreibungsunterlagen kann die **VAB GmbH** durchaus auch weitere Lieferungen und Leistungen erbringen:

- Bauhülle für Vakuumpumpstation (Betonfertigteile, GFK- oder Holzhütte oder dergl.),
- Biofilter oder Abluftschornstein,
- alle benötigten Rohrmaterialien (PVC oder PE – HD) einschließlich Formstücke, Schieber, Muffen und weiterer benötigte Materialien.

Alle zur Herstellung und zum Betrieb der Vakuumpumpstation erforderlichen Lieferungen und Leistungen werden frei Baustelle erbracht. Versandkosten und Zuschläge auf die Arbeitskosten sind in den Einheitspreisen enthalten und werden nur bei Nachträgen erhoben.

## 4. Vakuumhausanschlußschacht

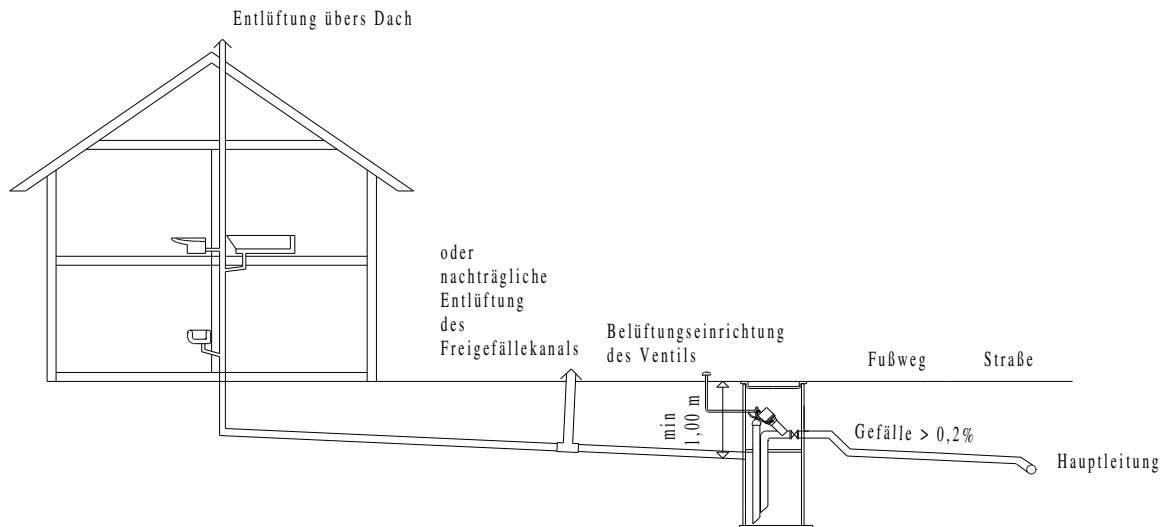
### 4.1 Vakuumventil

Durch das Vakuumventil wird das Ende der Vakuumleitung gegenüber der unter Normaldruck befindlichen Freigefälle - Hausanschlußleitung dicht verschlossen. Gegenwärtig befinden sich auf dem Markt zahlreiche verschiedene Arten von Vakuumventilen. Die **VAB GmbH** hat bis 2007 überwiegend 2“ und 3“ Ventile des amerikanischen Herstellers AIRVAC verwendet. Diese beiden Ventile wurden (ab 1970 das 3“ und ab 1982 das 2“ Modell) sehr erfolgreich eingesetzt. Wie man sieht, ist diese Ventilbauart (Kolbenventil) schon langjährig im Einsatz, wobei diese in dieser Zeit ständig weiterentwickelt wurden. Es wird aber durch den Hersteller gesichert, daß die neu entwickelten Bauteile sich auch bei den älteren Ventiltypen einsetzen lassen. Die Vakuumventile bestehen entweder aus Polypropylen oder transparentem Zytel und sind mittels VA – Schrauben und -Verbindungsmitel montiert. Dabei muß man besonders hervorheben, daß Ventil und Steuereinheit auch noch dann sicher arbeiten, wenn sie von **Wasser überflutet** werden (bis 4,00 m). Dabei muß sich aber unbedingt die Belüftungseinrichtung (Belüftungspilz) oberhalb der Überflutung befinden. Zur Kontrolle bzw. indirekten Messung gibt es als Zubehör Zähler für die 2“ - und 3“ – Ventile. Diese Zähler werden am Ventil oder am Vakuumschacht angebracht. Mit dieser Einrichtung kann man u. a. kontrollieren, ob ein ungenehmigter Anschluß von Oberflächenwässern durch den Nutzer erfolgt ist. Bei einem vorher ermittelten Absaugvolumen pro Kolbenhub kann man durch Multiplikation mit der ermittelten Anzahl der Kolbenhübe die in das Vakuumrohrleitungsnetz abgegebene Wassermenge errechnen. Die Ventile werden von der **VAB GmbH** entweder separat auf der Baustelle angeliefert oder befinden sich bereits vormontiert im Schacht, wobei die Vormontage Preisgünstiger ist. Nach der vollständigen Inbetriebnahme werden Ventil und Steuereinheit durch das Servicepersonal von **VAB GmbH** auf die Verhältnisse des Netzes eingestellt. Die weitere Wartung der Ventile und der Steuerungen kann durch dazu ausgebildetes Fachpersonal vor Ort erfolgen.

## 4.2 Grundlegende Einbauvorschrift

Der Einbau der Vakuumhausanschlußschächte kann durch jede Tiefbaufirma ohne große Aufwendungen realisiert werden. Bei der Herstellung der Schachtbaugrube und beim Einbau des Schachtes sollte aber unbedingt darauf geachtet werden, daß (siehe auch Abbildung 7)

- vor dem Ausheben der Baugrube die Tiefenlage der Freigefälleleitung und auch die jeweilige Zulauftiefe des Schachtes ermittelt werden muß (normale Zulauftiefe 1,00 m, Abstufungen sind bis 3,00 m möglich) und der **VAB GmbH** vorher mitgeteilt wird, da Sondertiefen nicht immer am Lager sind,
- die Sohle eben (horizontal), und frei von Steinen oder dergl. ist und eine Kiesschicht als Auflagefläche für den Schacht besitzt,
- bei hohem Grundwasserstand ist der Vakuumhausanschlußschacht auftriebsicher einzubauen,
- die Freigefällezuflutung mit Gefälle (nach DIN 1986 oder 1:DN) in den Schacht mündet,
- die Zulaufleitung auf eine DIN-gerechte Belüftung untersucht wird und bei Fehlen, ist diese beim Einbau des Schachtes mit herzustellen, da sonst die Gefahr besteht, daß bei Betätigung des Ventils die Geruchsverschlüsse im Haus leer gesogen werden,
- die Vakuumleitung vom Schacht in Richtung Hauptachse mit einem Mindestgefälle von 0,2 % eingebaut wird,
- beide Leitungen absolut dicht mit dem Schacht zu verbinden sind (nur zugelassene Muffen verwenden),
- die Zuluftleitung mit Belüftungspilz so eingebaut wird, daß der Schlauch nicht zusammengedrückt oder geknickt wird, Gefälle zum Schacht besteht und der Belüftungspilz sicher senkrecht über eventuellen Spritzwasser bzw. Hochwasserständen befestigt wird,
- der Einbau des Schachtes grundsätzlich mit steinfreiem Verfüllmaterial zu erfolgen hat,
- nach dem Einbau die Höhe des Schachtdeckels mit dem umgebenden Gelände so in Einklang gebracht wird, daß ein Eindringen von Oberflächenwasser ausgeschlossen werden kann,
- nachträgliche Pflanzungen genügend Arbeitsraum für das Wartungspersonal frei halten.

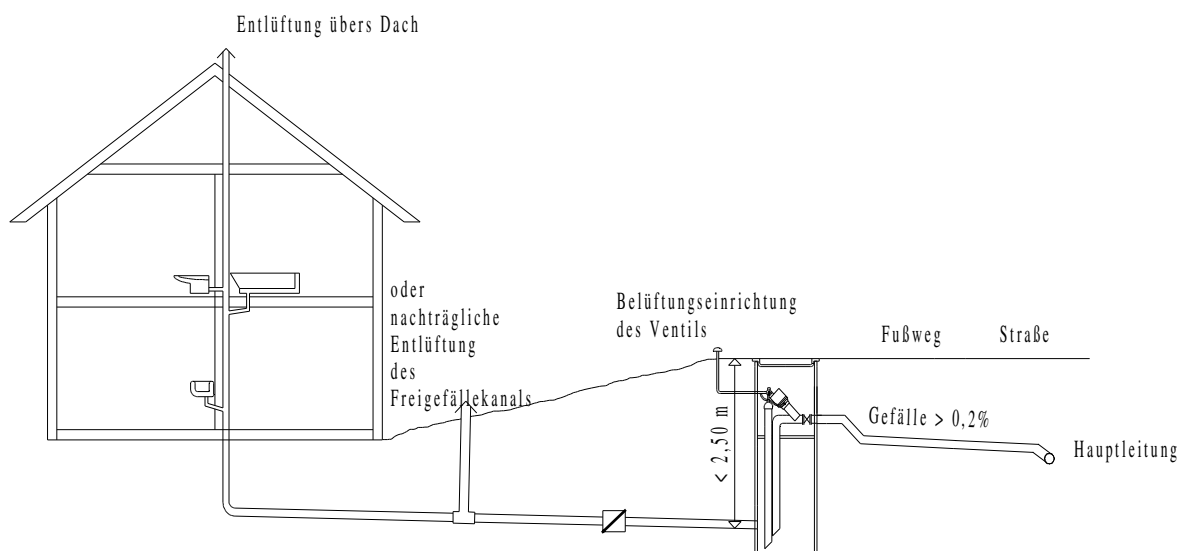


Einbau des Vakuumschachtes

Abbildung 7

### 4.3 Möglichkeiten des Einsatzes des Schachtes

Die Einsatzmöglichkeiten des Vakuumhausanschlußschachtes sind recht vielfältig. In Abwandlung der Zeichnung der Abbildung 7 läßt sich die Zulauftiefe des Schachtes bis zu einer Tiefe von 3,00 m verändern. Dadurch kann man sehr tief liegende Freigefälleleitungen ohne Einbau zusätzlicher Hebeanlagen sicher an das Vakuumnetz anschließen. Die Möglichkeiten des Einsatzes dieser tiefen Schächte ist aber an gewisse hydraulische Forderungen gebunden. Je weiter man von der Pumpstation entfernt ist, desto kürzer werden diese zusätzlichen Einbautiefen. Durch die **VAB GmbH** wird dem Anwender, entsprechend der hydraulischen Gegebenheiten, die machbare Einbautiefe mitgeteilt.

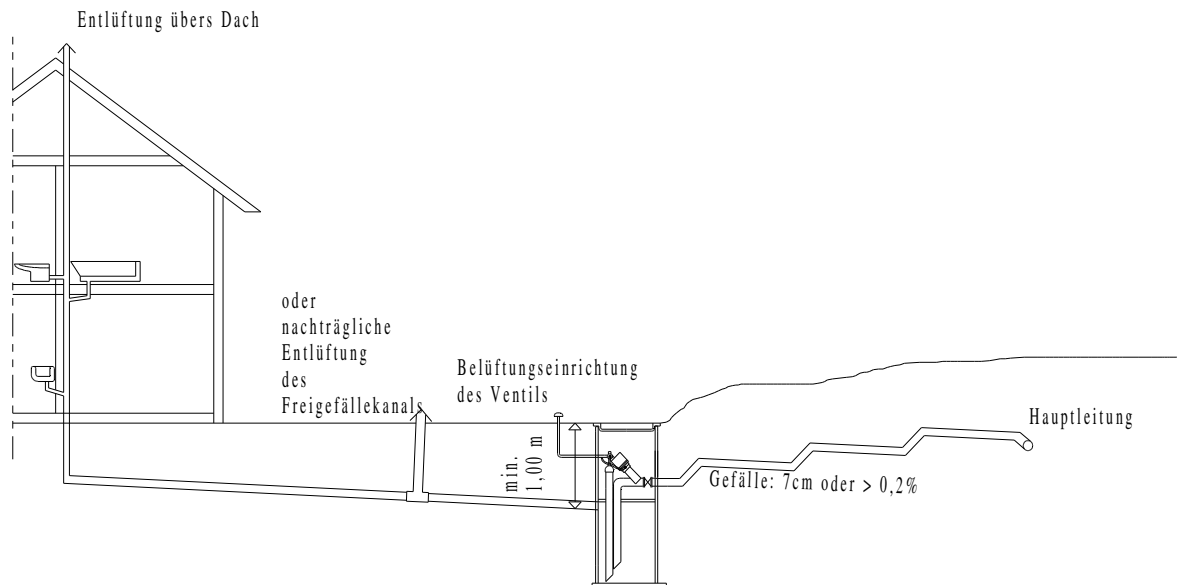


Einbau von Schächten mit großer Zulauftiefe

Abbildung 8

Diese Schächte mit tiefen Anschluß der Freigefälleleitung kann man auch dann anwenden, wenn die Hauptleitung höher liegt als die anzuschließenden Häuser. Man setzt dann den Vakuumhausanschlußschacht in den Böschungsbereich und kann durch die größere Zulauftiefe diese Freigefälleleitungen anschließen (Abb. 8). Ragt das Oberteil des Vakuumhausanschlußschachtes aus der Böschung heraus, so sollte man diese Teile des Schachtes zur Frostsicherung mit Erde oder Dämmstoffen umwallen. Die Sicherung des Walles gegen ein Abrutschen von der Böschung kann man z. B. durch den Einbau von Palisaden verhindern. Da Holzpalisaden trotz Imprägnierung keine große Lebensdauer haben, sollten unbedingt andere Materialien (Beton, Kunststoff usw.) verwendet werden.

Eine weitere Möglichkeit des Anschlusses tiefer liegende Häuser an das Vakuumnetz ist in der Abb.9 dargestellt.



Einbau des Vakuumschachtes mit Sägezahnverlegung der Vakuumhausanschlußleitung

Abbildung 9

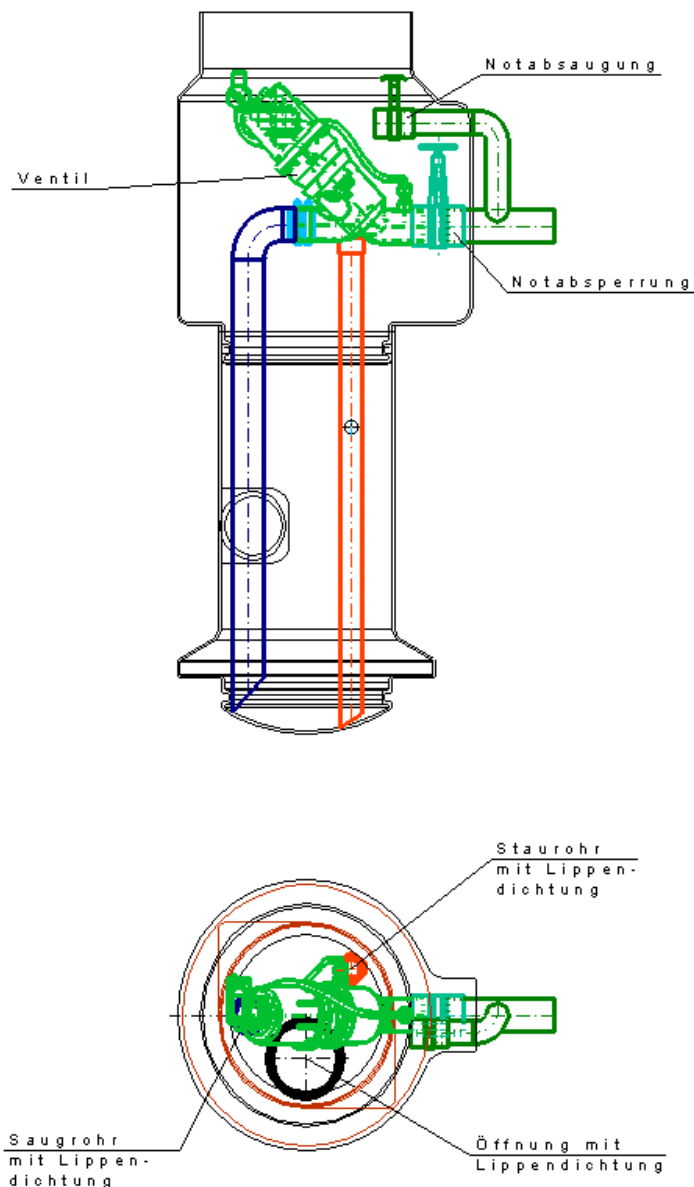
Dabei wird der Vakuumschacht neben das Haus gesetzt und die Höhendifferenz zwischen Abgang Vakuumleitung am Schacht und der Vakuumhauptleitung wird durch Sprünge überwunden. Dabei muß man aber unbedingt beachten, daß der Abstand zwischen den Sprüngen etwa 6 m und das Gefälle der Vakuumleitung d 90 mindestens 7 cm oder 0,2 % betragen muß. Es dürfen aber nur 5 Sprünge in Folge mit diesem Mindestabstand eingebaut werden. Davon abweichende Maße müssen unbedingt mit der **VAB GmbH** geklärt werden. Diese Art des Anschlusses an den Vakuumschacht hat den Vorteil, daß man dies in größerer Entfernung zur Vakuumpumpstation anwenden kann, auf die sehr kostenintensiven tiefen Schächte verzichten kann und auch auf den nicht unproblematischen Einbau des Schachtes in der Böschung verzichten kann.

Sollten diese oben aufgeführten Methoden des Anschlusses von tiefer liegenden Häusern nicht zum Erfolg führen, dann kann man die Vakuumhauptleitung in diesem Bereich tiefer legen. Diese Leistung sollte aber schon bei der Erstellung der Ausführungsplanung durch das jeweilige Planungsbüro erbracht werden. Wird dieser Umstand aber erst bei der Baudurchführung erkannt, dann muß das Planungsbüro oder **VAB GmbH** um Unterstützung gebeten werden. Beim Versagen aller oben genannter Maßnahmen muß man dann auf eine Hebeanlage zurückgreifen. Die Förderleistung einer derartigen Anlage sollte pro Pumpzyklus etwa 40 l betragen.



### PE – HD 800 / 3“

Dieser Schacht wird mit einem 3“ Ventil ausgerüstet und wird für die Übernahme größerer Wassermengen eingesetzt, wie sie z. B. im kommunalen Bereich bei Schulen, Gaststätten u. ä. auftreten (*Abb. 11*).

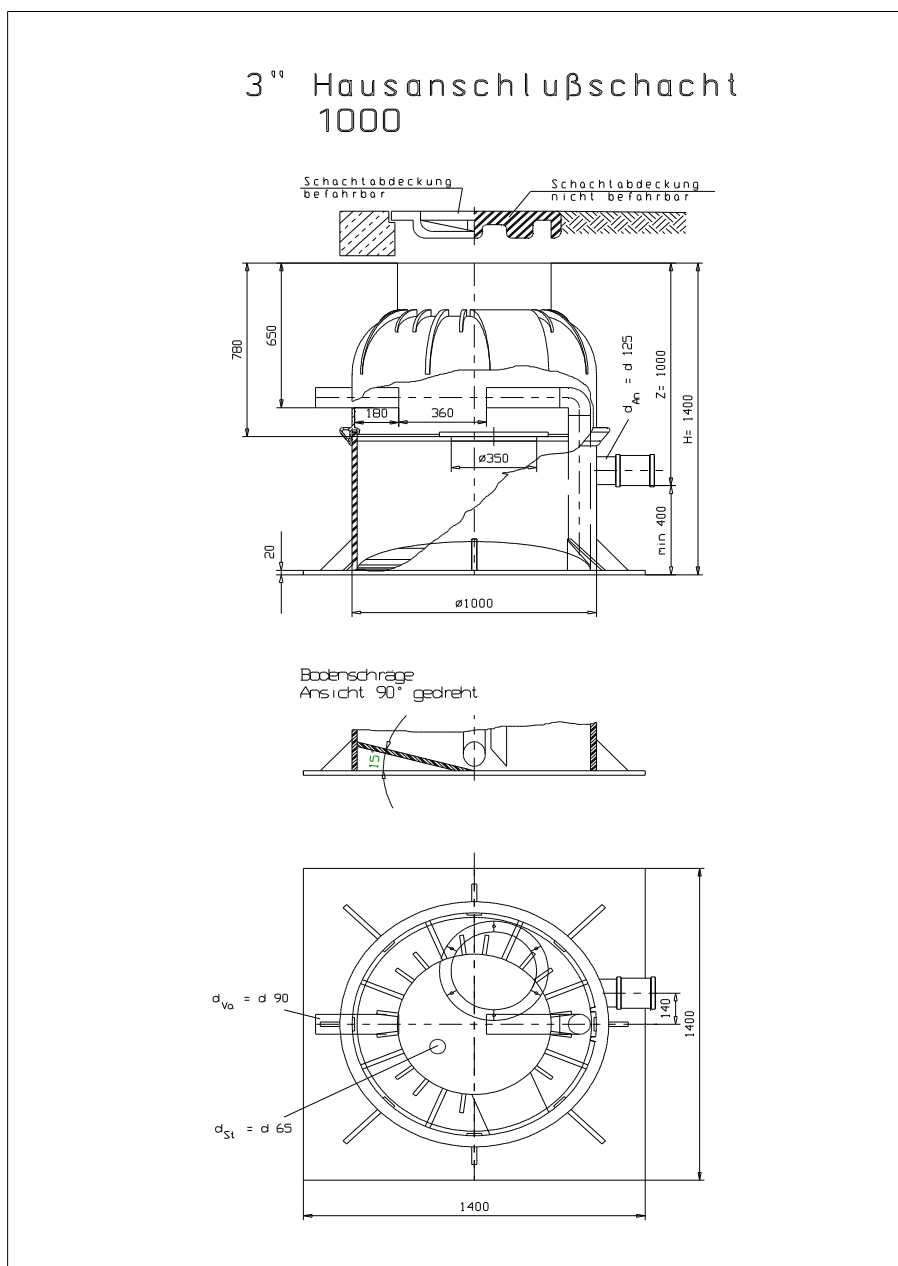


*Abbildung 11*



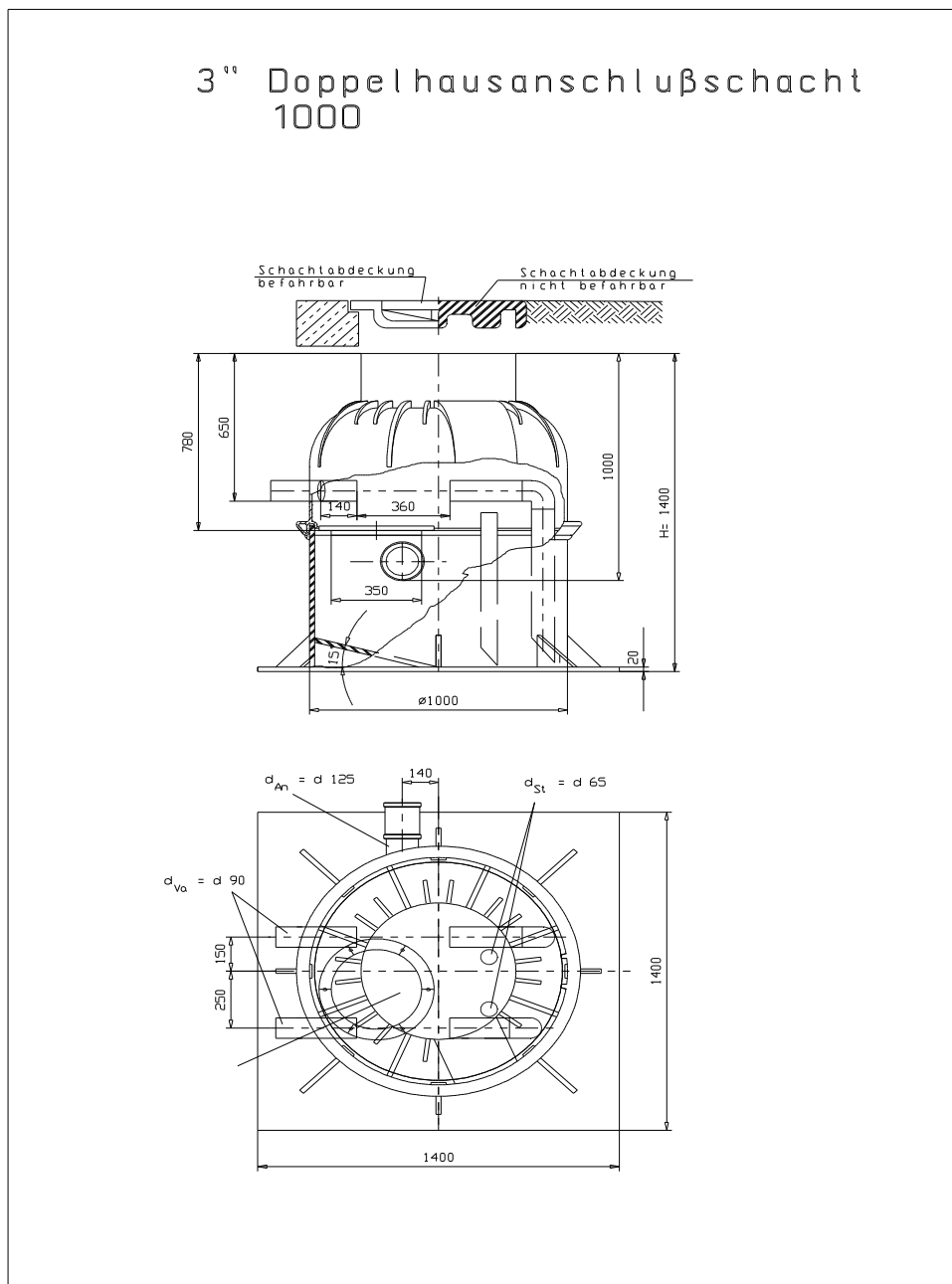
### PE – HD 1000 3“

Dieser Schacht besteht aus einem Schachtmantel mit einem Normdurchmesser 1000 mm und ist mit einem 3“ Ventil bestückt. Dieser Schacht kann auch noch mit einem zweiten 3“ Ventil ausgerüstet werden. Dieser Schacht wird vorzugsweise im industriellen Bereich bei der Bewältigung großer, diskontinuierlich anfallender Wassermengen eingesetzt (Abb. 14).

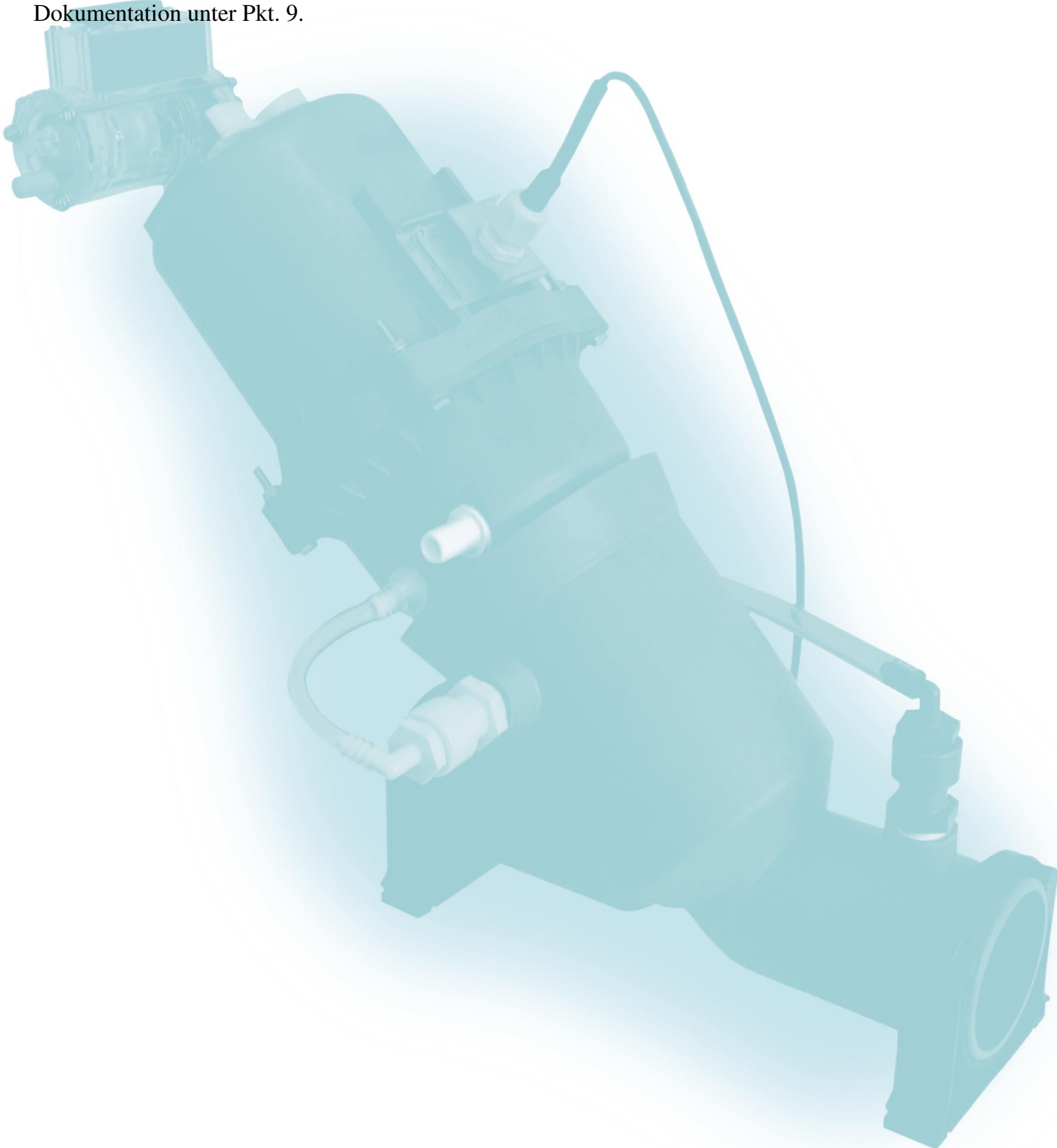


### PE – HD 1000 2 x 3“

Dieser Schacht mit einem 1000 mm Schachtmantel ist serienmäßig mit zwei Stück 3“ Ventilen ausgerüstet. Damit kann man große Wassermengen aus industriellen Vorhaben oder auch die Einbindung von Freigefälleschmutzwasserleitungen in das Vakuumsystem realisieren (Abb. 15).



Alle oben gezeigten Vakuumhausachlußschächte können sowohl mit begehrbarer als auch mit befahrbarer Abdeckung geliefert werden. Weitere Schachttypen finden Sie im Anhang dieser Dokumentation unter Pkt. 9.



## 5. Verlegung des Rohrleitungsnetzes

### 5.1 Allgemeine Anforderungen

Von einer sachgemäßen Verlegung des Vakuumrohrleitungsnetzes hängt unmittelbar die ordnungsgemäße und sichere Funktion des Vakuumsystems ab. Deshalb ist die Verlegung der Vakuumleitungen **nur** von Fachfirmen vorzunehmen. Dabei müssen unbedingt die einschlägigen Arbeitsblätter und Merkblätter der DVGW eingehalten werden (GW 301 – Verfahren für die Erteilung der DVGW - Bescheinigung für Rohrleitungsbauunternehmen; GW 326 – Ausbildungsplan für Rohrleger im Kunststoffrohrleitungsbau; GW 330 – Lehr und Prüfplan, Schweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen aus PE – HD für Gas- und Wasserleitungen).

Als Rohrmaterial verwendet man vorzugsweise Druckrohre aus PVC – U nach DIN 8061/62 oder PE – HD, PE - 80 SDR 11 nach DIN 8074 oder nach DIN 8075.

Entsprechend der DIN EN 1091 müssen alle Schweiß- und Steckverbindungen unbedingt dicht ausgeführt werden. Alle PVC Leitungen und Formteile sollten mit den vakuumdichten Überschiebmuffen der **VAB GmbH** verbunden werden. Sollten Klebearbeiten erforderlich werden, so müssen diese vom Fachpersonal ausgeführt werden.

PE – HD Materialien (Rohre und Fittinge) dürfen **nur** mittels Elektroschweißmuffen oder Überschiebmuffen zusammengefügt werden. Eine Verbindung durch Stumpf- bzw. Spiegelschweißen ist nicht gestattet, da bei dieser Verschweißung im Rohrinernen an den Schweißnähten ein Grat vorhanden ist, der die Hydraulik stark beeinträchtigt und die Bildung von Ablagerungen aus dem Abwasser begünstigt.

Bezüglich der Druckstufen der einzelnen Rohrmaterialien muß man unbedingt folgendes beachten:

- PVC Leitungsnetze sollten unbedingt mit Rohren der Druckstufe PN 10 ausgeführt werden;
- PE – HD Vakuumleitungen können sowohl Rohre der Druckstufe PN 6 als auch in der Stufe PN 10 im Erdreich verlegt werden (nach DIN EN 1091). Bei einer offenen Verlegung, zum Beispiel in der Vakuumpumpstation, muß die Druckstufe PN 10 verwendet werden;
- weiterhin sollten unbedingt die Vorschriften des Planers und der Lieferanten der Rohre, der Fittinge und des Klebers beachtet werden.

## 5.2 Herstellung des Rohrgrabens

Da der Rohrgraben der Vakuumleitungen überwiegend nur bis in die frostfreie Tiefe ausgehoben wird, kann man die Bestimmungen für den Aushub von Rohrgräben für Trinkwasserleitungen anwenden (DIN 4124, DIN 19630, DIN 18300 und Technische Regeln des DVGW beachten). In der Regel werden somit die Leitungen entsprechend der klimatischen Verhältnisse in einer Tiefenlage von 1,00 – 1,50 m (Rohraufleger) verlegt. Aufgrund dieser geringen Verlegetiefe beträgt die minimale Rohrgrabenbreite bei Anwendung der Rohrgrabenfräse 0,45 m. Im Mittel beträgt die Breite des Rohrgrabens etwa 0,60 m. Die Verlegung der Vakuumleitung erfolgt, wie unter Pkt. 5.3 noch ausgeführt wird, über größere Strecken in der Regel mit einem Gefälle von 0,2 %. Diese Art der Verlegung ist geradezu prädestiniert für den Einsatz grabenloser Rohrverlegung. Sollte diese Art der Rohrverlegung aber nicht durchgängig einsetzbar sein, so kann man auch schon diese Technik über kürzere Strecken (Unterquerung von Grundstückszufahrten, Bäumen (RAS-LG – 4 und DIN 18920 beachten), Zaunfundamenten u. ä. recht erfolgreich und kostengünstig mit der „Rakete“ realisieren. Bei der Herstellung des Rohrleitungsnetzes in grabenloser Bauweise sollte man unbedingt die „Technischen Richtlinien – gesteuerte Horizontalbohrtechnik“ des Verbandes Güteschutz Horizontalbohrungen e. v. beachten.

Die eigentliche Rohrsohle wird u. a. mit dem Bagger grob profiliert und von Hand entsprechend des Nivellements mit einer Toleranz von  $\pm 2$  cm auf 100 m hergestellt. Dabei muß man aber beachten, daß durch Anwendung der Toleranz nicht die vorgegebene Verlegetechnik außer Kraft gesetzt wird und dadurch Funktionsprobleme entstehen. Aufgrund der Rohrverlegung über lange Strecken mit einem Gefälle von 0,2 % läßt sich die Profilierung des Rohrgrabens besonders optimal mit einem Laser Nivelliergerät überprüfen.

Nach der Rohrverlegung wird die Rohrsohle dort, wo sich Muffen befinden, entsprechend der Stärke der Muffe vertieft, damit sich keine Wellen in der Rohrsohle bilden. Diese Wellen können durchaus die Hydraulik negativ beeinflussen. Danach wird nur soviel Bettungssand (0 – 2 mm) in den Rohrgraben gefüllt, daß damit ein ordnungsgemäßes Rohraufleger durch Stampfen von Hand hergestellt werden kann. Danach wird der Rohrgraben bis zu 30 cm über dem Rohrscheitel in Schichten von höchstens 20 cm mit weiterem Bettungssand verfüllt. Pro Schicht ist der Bettungssand zweimal von Hand zu stampfen. Die maschinelle Verdichtung darf erst bei ausreichender Überdeckung der Rohrleitung erfolgen. Das weitere Verfüllen und Verdichten der Rohrgräben hat entsprechend des Merkblattes der Forschungsgesellschaft für Straßenwesen zu erfolgen. Es ist die erforderliche Verdichtung nach ZTVE – Stb 95 für die entsprechende Straßenklassifizierung einzuhalten. Für nichtklassifizierte Straßen und Wege wird eine Verdichtung von mindestens 12 Schlägen / 10 cm Eindringtiefe einer Rammsonde von 5 cm<sup>2</sup> Spitzenfläche gefordert.

Die Oberfläche wird entweder wie vorher oder nach den Anweisungen des Auftraggebers wiederhergestellt.

### 5.3 Verlegevorschrift

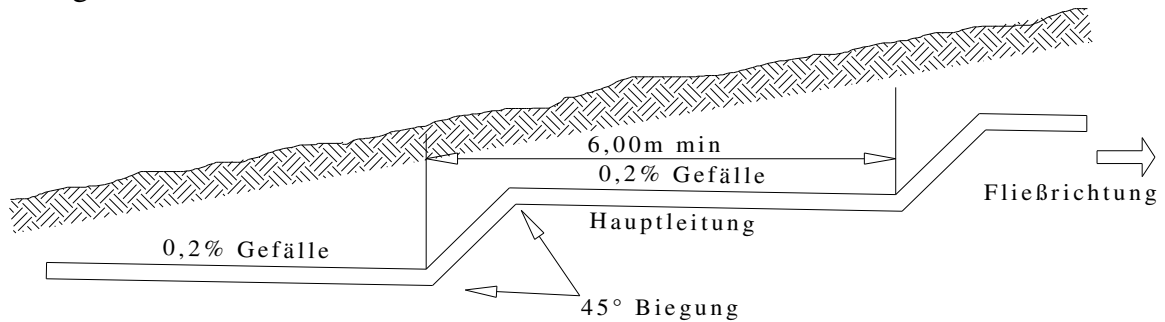
Für eine einwandfreie Funktion der Vakuumkanalisation ist genaue Rohrverlegung von ausschlaggebender Bedeutung. Die **VAB GmbH** verwendet als Verlegeart das sogenannte Sägezahnprofil. Dieses Verlegeprinzip ist dadurch gekennzeichnet, daß im horizontalen Gelände Rohrlängen von ca. 150 m mit einem Gefälle von 0,2 % verlegt und zum Ausgleich kurze Sprünge von 30 cm Höhe (auf ca. 2.00 m oder auch noch kürzer bei Verwendung von Formstücken mit einem Winkel von maximal 45°) eingebaut werden.

Aufgrund der einfacheren Verlegung, der geringeren Rohrreibungsverluste, der damit verbundenen hydraulisch günstigen Verlegeanordnung ist man heute in der Lage, Achsen mit einer Länge von 6.000 m zu bauen und sicher zu betreiben. Die Vakuumrohrleitungen werden als Verästelnetz ohne Ringschluß ausgebildet. Zur besseren Unterteilung der Achsen werden Vakuumschieber eingebaut (s. Pkt. 5.5). Die Verlegung der Vakuumleitung eines Sägezahn-Vakuumsystems erfolgt im wesentlichen nach folgenden Vorschriften (Abb.16):

- bei *horizontalem Geländeverlauf* Gefälle 0,2 % in Fließrichtung, zum Ausgleich der Rohrgrabenvertiefung werden alle 150 m Sprünge von 0,30 m eingebaut,
- bei *Gefälle in Fließrichtung* größer 0,2 % wird die Rohrleitung dem Geländegefälle entsprechend verlegt,
- bei *Geländeanstieg in Fließrichtung* werden kurze Sprünge mit einem Mindestabstand von 6,00 m in die Vakuumleitung eingebaut. Das Gefälle beträgt 40 - 80 % des Rohrinneendurchmessers oder 0,2 %, je nachdem welcher Wert größer ist.

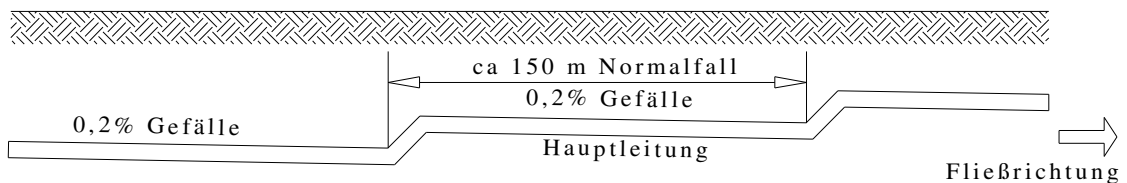
Während der Bauphase des Vakuumnetzes bietet die **VAB GmbH** der beauftragten Baufirma eine intensive Baubetreuung und Einweisung in die speziellen Besonderheiten der Verlegung von Vakuumleitungen nach den Erfahrungen der **VAB GmbH** an.

### steigendes Gelände



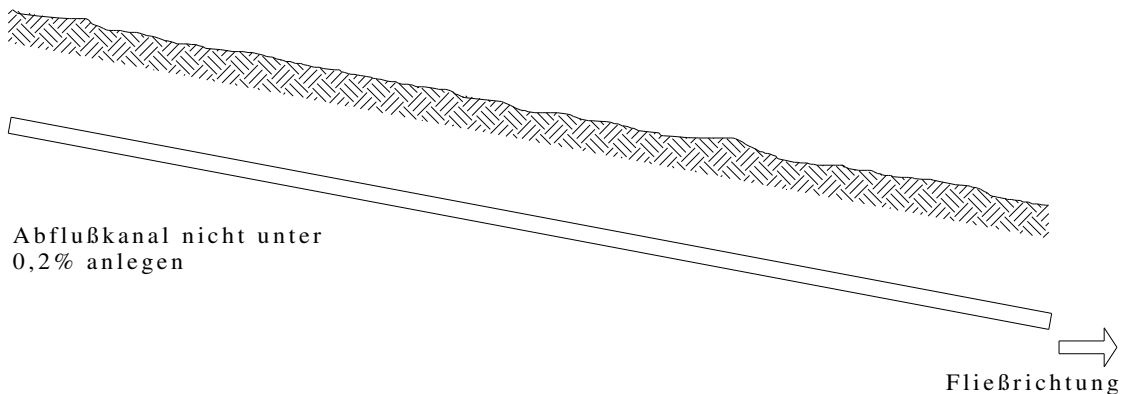
Das Gefälle zwischen den Sprüngen muß  $\geq 40\%$  Rohrdurchmesser  
(80% wenn das Rohr kleiner ist  
als d160 mm) oder  $\geq 0,2\%$  sein  
je nachdem welcher Wert größer ist

### ebenes Gelände



Das Gefälle zwischen den Sprüngen muß  $\geq 40\%$  Rohrdurchmesser  
(80% wenn das Rohr kleiner ist  
als d160 mm) oder  $\geq 0,2\%$  sein  
je nachdem welcher Wert größer ist

### fallendes Gelände



Alle mit min und max gekennzeichneten Werte  
sind Regelwerte und können vom Systemlieferanten  
nach Rücksprache mit dem Lizenzgeber unter-  
bzw. überschritten werden.

## 5.4 Anschluß von Nebenachsen und Hausanschlußleitungen

Im Normalfall werden zur Vakuumortsentwässerung PVC Rohre mit einem Nenndruck von PN 10 oder PE – HD Rohre mit einem Nenndruck von PN 6 oder PN 10 verwendet. Die durch die **VAB GmbH** verwendeten Rohrquerschnitte sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

PVC – U	PE – HD
d 90	d 90
d 110	d 110
d 125	d 125
d 160	d 140
d 200	d 160
d 225	d 180
d 250	d 200

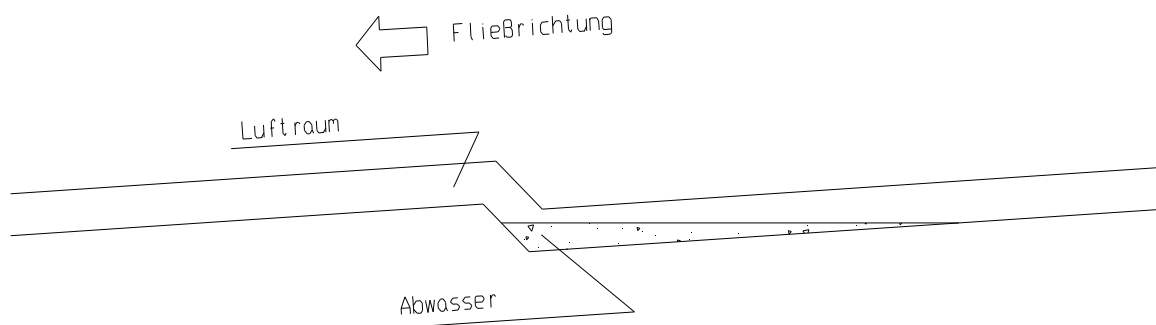
Rohrdimensionen für Vakuumleitungen und Formstücke

Tabelle 1

Die in der Tabelle 1 aufgeführten Rohrquerschnitte sind die benötigten Rohre und Formstücke und können von der **VAB GmbH** jederzeit bezogen werden. Beim Einsatz von Materialien anderer Hersteller muß aber unbedingt gesichert werden, daß diese Materialien für das Vakuumsystem zugelassen bzw. geeignet sind.

Für große Wassermengen, z. B. bei industriellen Anlagen, können auch Rohrquerschnitte größer d 315 verwendet werden.

Bei der Verlegung der Vakuumrohrleitungen in der Sägezahnverlegetechnik ist, wenn kein Ventil ausgelöst wird, nur etwas Abwasser in den Tiefpunkten der Sprünge vorhanden. Beim Auslösen eines Ventils wird in diesen Sprungstücken kurzzeitig eine größere Abwassermenge angestaut, ohne das sie den gesamten Querschnitt ausfüllt, da das davor liegende Vakuum diese Aufstauung sofort wieder frei saugt.

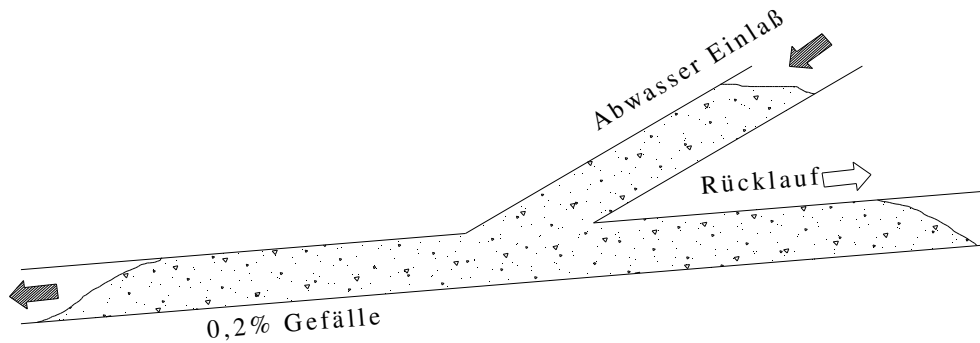


Vakuumleitung in Ruhestellung

Abbildung17

Besondere Sorgfalt muß man bei der Herstellung von Einmündungen von Nebenachsen oder Hausanschlußleitungen walten lassen. Beim Abwassertransport von der Hausanschlußleitung in die Hauptleitung fließt das Abwasser aufgrund der vorhandenen Druckverhältnisse nur zu 80% in Richtung Vakuumpumpstation. 20% der Abwassermenge fließen in die

Gegenrichtung (Rücklauf). Erst wenn das Vakuum in Richtung der Vakuumpumpstation größer ist als in Richtung des Endes der Achse läuft der Rücklauf auch zur Vakuumpumpstation (Abb. 18).



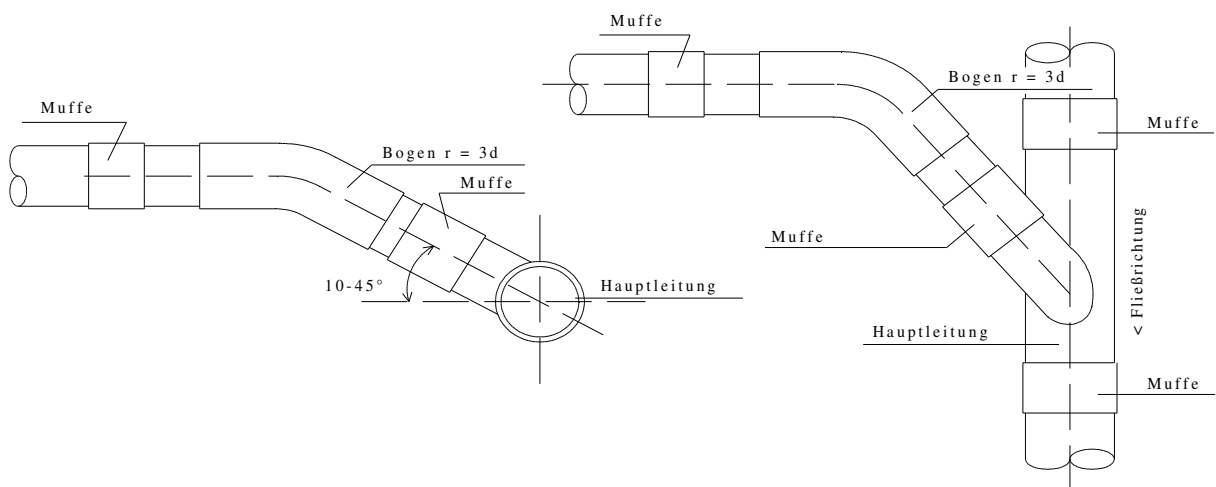
Ein Rücklauf kann eine bestimmte Strecke zurücklegen, bevor es zu einer Umkehrung in Fließrichtung kommt.

Rücklauf an einem Abzweig

Abbildung 18

Dieser Vorgang wird durch besonders strömungsgünstige Gestaltung der Abzweige vermindert, aber nicht gänzlich beseitigt. Ein ähnlicher Vorgang würde auch bei einem Abwassertransport in der Hauptleitung stattfinden. Dabei besteht aber immer die Gefahr des Flutens der Vakuumhausanschlußleitung, die danach nur schwer von dieser stehenden Wassersäule befreit werden kann. Deshalb sollten alle einmündende Rohrleitungen grundsätzlich von oben in die Hauptleitung mit einem Winkel von etwa  $45^\circ$  in Fließrichtung erfolgen. Dabei müssen Nebenachsen mit einem Winkel von  $10 - 45^\circ$ , bezogen auf die Längsachse der jeweilige Hauptachse, in diese einmünden (Abb. 19).

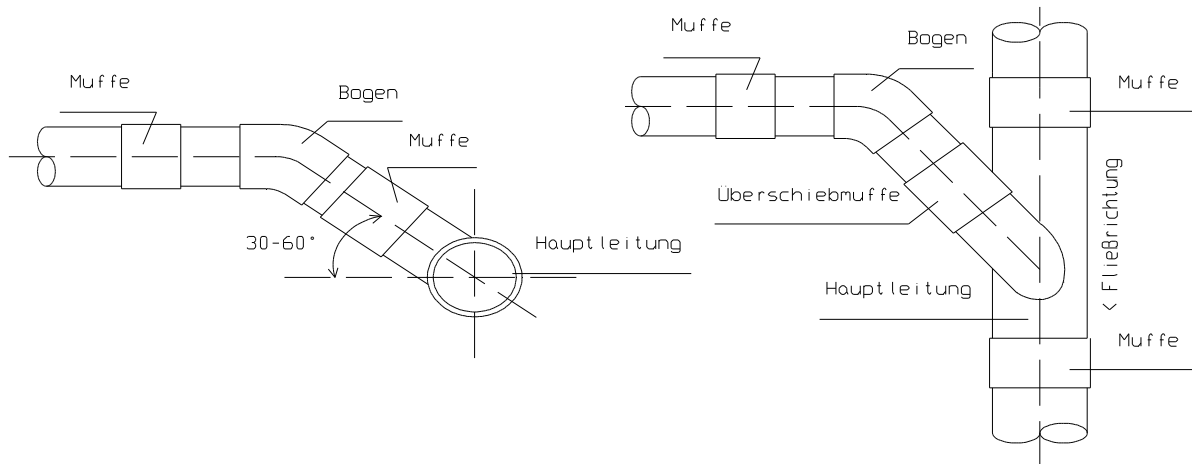
Bei der Herstellung dieser Abzweige muß man aber darauf achten, daß nur Bögen mit einem Mindestradius von  $3d$  Verwendung finden.



Einmündung von Nebenachsen in die Hauptachse

Abbildung 19

Da bei der Einmündung von Hausanschlußleitungen die Gefahr von unerwünschten Rückläufen am größten ist, sollte dort unter einem Einmündungswinkel von  $30 - 60^\circ$  vorgegangen werden. Aus diesem Grund sollten einmündende Leitungen nicht im Bereich von 2 m vor einem Sprung (Hochpunkt) eingebaut werden.

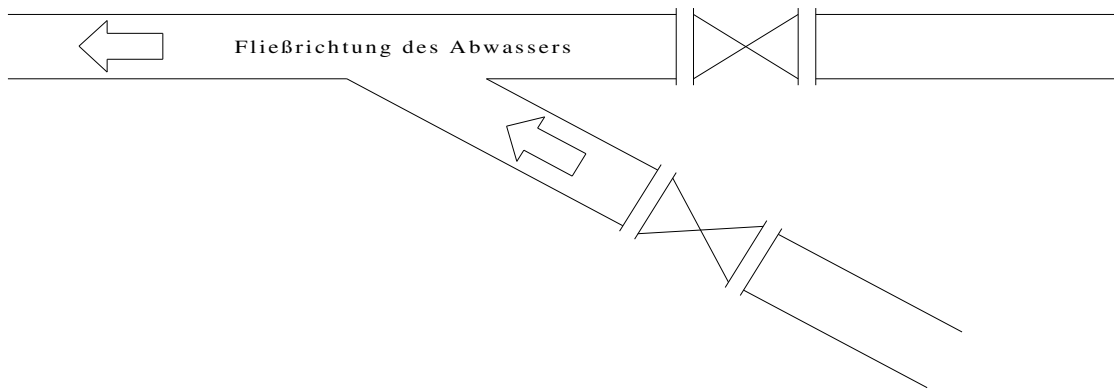


Einmündung von Hausanschlußleitungen in die Hauptachse

Abbildung 20

## 5.5 Einbau von Schiebern

In einem Vakuumsystem haben die in den Vakuumleitungen eingebauten Schieber vielfältige Aufgaben zu erfüllen. Der Einbau von Schiebern richtet sich nach den Vorschriften der DIN EN 1091, der ATV A 116 und des Handbuches des Vakuumsystemanbieters **VAB GmbH**. Dort ist geregelt, daß die Schieber höchsten im Abstand von 450 m zur sinnvollen Unterteilung des Netzes eingebaut werden sollen. Weiterhin sollten Schieber an einmündenden Nebenachsen und nach höchstens 24 Hausanschlußschächten vorhanden sein. Nebenachsen sollten ab einer Länge von etwa 200 m, an der Einmündung in die jeweilige Hauptachse, einen Schieber erhalten. Der Einbau der Vakuumschieber an Haupt- und Nebenachsen sollte so angeordnet werden, daß die Hauptleitung erst nach Einmündung der Nebenleitung (aus Richtung Pumpstation gesehen) einen Schieber erhält (Abb. 21).



Einbau von Schiebern in Haupt- und Nebenachse

Abbildung 21

Diese Vakuumschieber sollten mit Teleskopspindeln und Straßenkappen (Kennmaß 185 mm) ausgerüstet werden. Der freie Kugeldurchgang durch den Schieber sollte dem der Leitung entsprechen. Reduzierungen im Rohrnetz sollten grundsätzlich nach Abzweigen und vor Schiebern erfolgen (aus Richtung Pumpstation gesehen). Die verwendeten Schieber sollten für den Einsatz im Abwasser sowohl bei Über- als auch bei Unterdruck geeignet sein und müssen einer Unterdruckdifferenz von 80 kPa (-0,8 bar) standhalten.

Da die Vakuumsystem der **VAB GmbH** ohne Inspektionsrohre gebaut werden, die eine ordnungsgemäße Baudurchführung vorausgesetzt, nur die Kosten und Fehlermöglichkeiten (Dichtigkeit des Rohrnetzes) in die Höhe treiben, werden zur Fehlereingrenzung Vakuumschieber eingebaut, die an beiden Seiten Anschlußmöglichkeiten für Vakuummanometer besitzen. Die dazu verwendeten Schläuche sind zur eindeutigen Unterscheidung farblich in der Weise gekennzeichnet, daß die der Pumpstation zugewandte Seite am Vakuumschieber mit blauem Schlauch und die dem Strangende zugewandte Seite mit transparentem Schlauch ausgerüstet sind. Damit kann bei der Fehlersuche im Leitungsnetz sofort im Bereich zwischen Schieber und / oder der Absperrblase und Pumpstation und/oder nächstem Schieber ein eventueller Druckabfall festgestellt werden.

Zur besseren Bedienbarkeit setzt die **VAB GmbH** vorwiegend **Kugelhähne** spezieller Bauart ein.

Der Einbau dieser Schieber ist in der Abbildung 22 schematisch dargestellt.

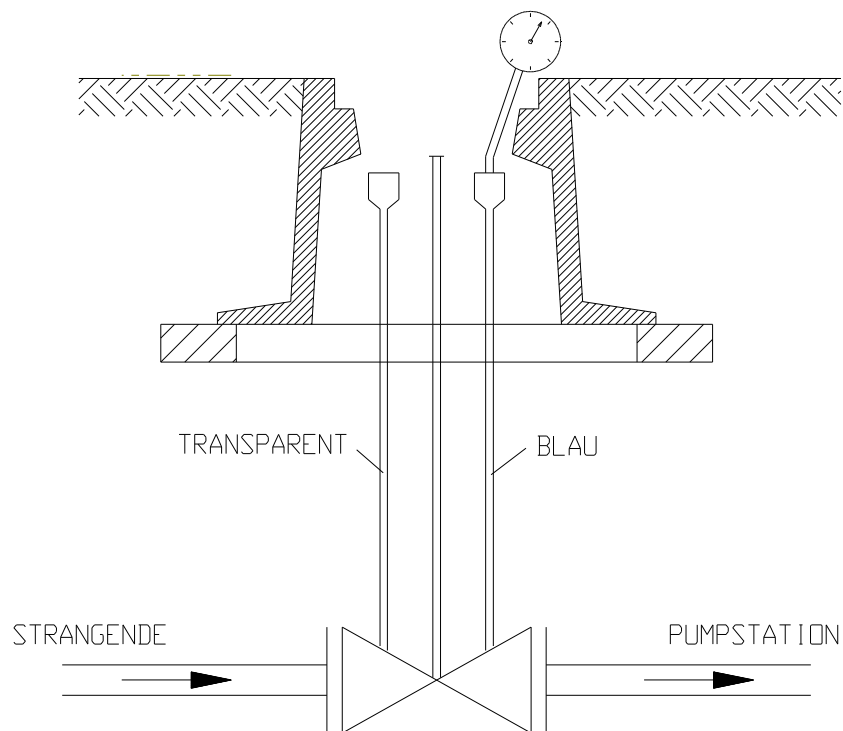


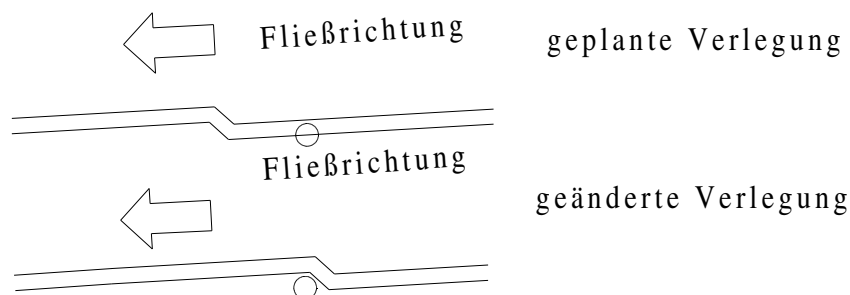
Abbildung 22

Beim Bau des Vakuumrohrleitungsnetzes geht man so vor, daß an der Vakuumpumpstation mit der Rohrverlegung begonnen wird und von da, in Abschnitten die der Planer für den Einbau der Schieber vorgesehen hat, das Netz einschließlich aller einmündenden Nebenachsen und Hausanschlüssen komplett einbaut. Danach wird die unter Pkt. 5.7 beschriebene Vakuumdichtheitsprüfung durchgeführt.

## 5.6 Möglichkeiten von Änderungen auf der Baustelle

Obwohl das Vakuumrohrleitungsnetz gegenüber der Freigefällekanalisation sich durch große Variabilität auszeichnet, sind Änderungen der geplanten Rohrverlegung nicht ohne Kenntnisse der Zusammenhänge im Vakuumrohrleitungsnetz machbar. Deshalb sollten auf der Baustelle nur folgende Änderungen vorgenommen werden:

- Verlegung der Rohrtrasse ohne Eingriff in den geplanten „Sägezahn“ (z. B. Verschieben der Rohrtrasse von Grünstreifen in Radweg oder Straße, Wechseln der Straßenseite –dadurch wird aber die Rohrleitungslänge größer, geplantes Gefälle muß aber beibehalten werden).
- Verschieben der Anordnung von „Sprüngen“ oder Einbau eines zusätzlichen Sprungstückes, um einem Hindernis auszuweichen (siehe Abb. 23), dabei muß aber beachtet werden, daß das Gefälle der Vakuumleitung immer 0,2 % oder 80 % des Innendurchmessers der Leitung betragen muß, je nach dem, welcher Wert größer ist. Benachbarte Sprünge dürfen aber nicht näher als 5 m zueinander liegen. Bei einem zusätzlichen Sprung darf die Hydraulik der jeweiligen Achse aber nicht überspannt sein, deshalb muß vorher der Planer seine Zustimmung geben.



Veränderung der Verlegetechnik zur Umgehung von Hindernissen

Abbildung 23

- Änderung des Einbauortes des Vakuumschachtes sollte so vorgenommen werden, daß der schon eingebaute Abzweig weiter verwendet wird oder ein zusätzlicher Abzweig mit Schacht eingebaut wird.
- Bei großräumigen Erschwernissen in Bereich der Rohrtrasse kann man einen großen Abschnitt der Achse oder des Netzes parallel nach oben oder unter verschieben, wobei auf das richtige Anpassen an die schon gebauten Abschnitte geachtet werden muß.

Grundsätzlich sollte man aber derartige Änderungen, von Ausnahmefällen abgesehen, nicht ohne das jeweilige Planungsbüro oder die **VAB GmbH** durchführen. Derartige Abstimmungen dauern in der Regel nur wenige Minuten, ein Verlegefehler kann das ganze Vakuumsystem zum Zusammenbruch führen und die Behebung dessen dauert lange und ist oft mit beträchtlichen Kosten verbunden.

## 5.7 Prüfvorschriften

Zur Prüfung der Vakuumkanalisation wurden besonders in der DIN EN 1091 ausführliche Prüfvorschriften erlassen, die hier auszugsweise dargestellt werden:

- *Überprüfung und Kalibrierung der Unterdruckmeßgeräte -*
- *Durchführung von Zwischenprüfungen fertiggestellter Abschnitte des Kanalnetzes und der Hausanschlußleitungen in Abschnitten kleiner 450 m -* Dabei wird an diesen Abschnitt ein Unterdruck von  $70 \text{ kPa} \pm 5 \text{ kPa}$  angelegt. Nach einer Stabilisierungsphase von 30 Minuten darf dieser Unterdruck in der Prüfzeit von 2h nicht mehr als 1 % je Stunde abfallen. Abschnitte, die dieser Prüfung nicht standhalten, müssen nachgebessert werden. Dabei kann zur Eingrenzung der Leckstelle mit einem Prüfball gearbeitet werden.
- *Realisierung der Abschlußprüfung -* Nachdem alle Haupt- und Hausanschlußleitungen verlegt sind, ist das gesamte System einschließlich der Vakuumstation mit einem Unterdruck von  $70 \text{ kPa} \pm 5 \text{ kPa}$  zu prüfen. Nach der Stabilisierungsphase von 30 Minuten und der danach stattfindenden Prüfung von 4 Stunden darf der Unterdruck nicht mehr als 1% je Stunde abfallen.
- *Abnahmeprüfung* wird durchgeführt wenn das gesamte Netz angeschlossen wurde und der Auftraggeber mit dem Betrieb der Anlage zufrieden ist. Folgende Parameter, die in der DIN EN 1091 (Seite 10 –11) genau beschrieben wurden, sollen dabei überprüft werden:
  1. Lärmpegel
  2. Mindestunterdruck und Unterdruckerholungszeit
  3. Luft / Schmutzwasser – Verhältnis
  4. Automatischer Wiederanlauf
  5. Funktion der Steuer- und Alarmeinrichtung in der Unterdruckstation
  6. Austauschzeiten für ein Ventil mit Steuerung sowie für eine Tauchpumpe

Diese Prüfung wird im Beisein des Auftraggebers durchgeführt, protokolliert und von Auftraggeber und Auftragnehmer unterzeichnet.

## 5.8 Aufmaß und Bestandsplan

Der Auftragnehmer muß von Beginn der Arbeiten auf der Baustelle entsprechend des Leistungsverzeichnisses, daß durch den Auftraggeber zum Bestandteil des Bauvertrages erhoben wurde, ein genaues Aufmaß erstellen. Das Aufmaß hat die durch den Schachtmeister erstellten Tagesberichte zur Grundlage. Das Aufmaß muß unbedingt im Beisein des mit der Bauüberwachung beauftragten Ingenieurbüros erstellt und überprüft werden.

Abrechnungstiefe ist die mittlere Tiefe von Abschnitten mit einer Länge von 50 – 100 m, gemessen von der Fließsohle bis zur Oberkante der Straße. Im Aufmaß werden alle Lieferungen und Leistungen genau erfaßt und durch den mit der Bauüberwachung beauftragten Ingenieur gegengezeichnet. Arbeiten, die nach Anweisung der Bauleitung zusätzlich mit Stundenlohn abgerechnet werden, müssen auf Stundenlohnberichtsbögen erfaßt und durch die Bauleitung bestätigt werden. Arbeiten, die nicht im LV enthalten sind, werden durch Nachtragsvereinbarungen kalkuliert und erst nach Beauftragung durch den Auftraggeber erledigt. Zusätzliches Material wird nach Beauftragung durch den AG mittels Originalrechnung und dem im LV genannten Betriebszuschlag abgerechnet. Beim Einbau von Schüttgütern und Ähnlichem müssen die Lieferscheine mit den Aufmaßblättern abgegeben werden. Aus diesen Unterlagen wird durch den AN eine Massenbilanz erstellt, die die Grundlage für die Abschlags- bzw. Schlußrechnung darstellt. Mit der Schlußrechnung müssen alle Belege, Stundenlohnberichte, Aufmassblätter, Protokolle der Vakuumprüfungen usw. mit eingereicht werden.

Durch den Auftraggeber ist nach Abschluß der Bautätigkeit auf der Grundlage der ständigen Vermessung und der erstellten Aufmassblätter ein Bestandsplan im Maßstab 1:1.000 und von Bestandslängsschnitten im Maßstab 1:1.000 / 1:100 in dreifacher Ausfertigung auf pausfähigem Material anzufertigen. Diese Pläne müssen auf der Grundlage der DIN 2425 Teil 4 erstellt werden. Zusätzlich muß die genaue Lage (bezogen auf Grundstücks- und Gebäudegrenzen) aller Schieber und Abzweige eingemessen werden. Die Formstücke an den Knotenpunkten müssen gesondert dargestellt werden.

## 6. Betriebsanleitung für Vakuumpumpstation und – Rohrleitungsnetz

Die Vakuumpumpstation ist im Hand- und Automatikbetrieb betreibbar. Im Regelfall sollte die Vakuumpumpstation im Automatikbetrieb geschaltet sein. Bei dieser Betriebsart ist, wenn keine außergewöhnliche Störung auftritt, eine zyklische Kontrolle der Vakuumpumpstation empfehlenswert. Die Kontrollen sollten mindestens wöchentlich durchgeführt werden und die Wartungsvorschriften der einzelnen Komponenten der technischen Ausrüstung der Vakuumpumpstation (wie Vakuumpumpen, Abwasserpumpen, Kompressoren, Tanks, usw.) eingehalten werden. Der Handbetrieb sollte nur für Wartungs- und Reparaturarbeiten genutzt werden. Im Interesse einer langen Lebensdauer der technischen Ausrüstung der Vakuumpumpstation sollte diese stets sauber gehalten und einer jährlichen Inspektion durch die **VAB GmbH** unterzogen werden.

Betriebsstörungen werden durch Niedrig – Vakuum gemeldet, bzw. einer der Nutzer des Vakuumnetzes beanstandet einen vollen Schacht. Im Störfall muß als erstes die Vakuumstation aufgesucht werden. Bei nicht eindeutig erkennbarer Störursache sind alle Schieber der ankommenden Vakuumleitungen abzusperrern. Das Wasser im Umlaufbehälter (bei Wasserringpumpen) muß auf seinen Mindestfüllstand kontrolliert werden (Wellenhöhe der Vakuumpumpen). Danach wird die Anlage aus dem spannungslosen Zustand neu gestartet. Wenn die Vakuumpumpen nicht einschalten und die Abwasserpumpen laufen, muß zuerst kontrolliert werden, ob sich im Tank Schmutzwasser befindet. Befindet sich im Tank Schmutzwasser und die Abwasserpumpen laufen, dann muß der Wasserspiegel sinken. Ist das der Fall, so schalten sich beim Ausschalten der Abwasserpumpen die Vakuumpumpen automatisch ein. Wenn das nicht der Fall ist, muß kontrolliert werden, ob an den Vakuumpumpen Netzspannung anliegt bzw. ob sie thermisch blockiert sind. Die Störung ist entsprechend zu beseitigen (Thermoschutz entriegeln).

Wenn der Wasserspiegel nicht sinkt, müssen die abgehenden Druckleitungen kontrolliert werden (Öffnen). Funktionieren die Abwasserpumpen nicht, sind die Netzspannung sowie die Thermischen Relais zu kontrollieren und die Störungen zu beseitigen.

Wenn die Vakuumpumpen funktionieren und das Vakuum schnellstens auf Normalstand kommt, dann ist die Störung nicht in der Station, sondern im Vakuumleitungsnetz zu suchen. Dabei wird strangweise vorgegangen.

### Öffnen des ersten Stranges

Wenn das Vakuum innerhalb von 5 Minuten seinen Normalzustand erreicht, wird der entsprechende Strang vollständig entleert, danach geschlossen und der nächste geöffnet. Wenn das Vakuum nicht in kürzester Zeit sein normales Niveau erreicht, befindet sich in diesem Strang ein Leitungsbruch bzw. ein offenes Ventil. Lassen Sie dann die Pumpstation laufen und gehen Sie zum ersten Schieber in diesem Strang, sperren Sie diesen ab und kontrollieren Sie dann am Schieber oder beim ersten Hausanschlußschacht, ob das Vakuum steigt. Steigt das Vakuum nicht, befindet sich der Fehler zwischen diesem Schieber und der Pumpstation. Lassen Sie den Schieber geschlossen und hören Sie an jedem Ventil, bis Sie das geöffnete Ventil gefunden haben. Öffnen Sie den Schacht und entfernen Sie den Vakuumschlauch vom Regler. Wenn das Ventil geöffnet bleibt, so befindet sich ein Gegenstand unter dem Kolben (öffnen Sie das Ventil und entfernen Sie diesen Gegenstand). Wenn das Ventil schließt, ist der Regler defekt und muß demontiert werden (dabei

kontrollieren, ob sich im Oberteil des Ventils Wasser befindet und ggf. ist dieses zu entfernen). Wenn der Regler voller Wasser steht, müssen die Dichtungen der Belüftungsleitungen kontrolliert werden.

Wird das Vakuum im abgeschieberten Strangteil aufgebaut, dann liegt der Fehler weiter entfernt im System. Öffnen Sie dann den Schieber und schließen Sie den nächsten (weiter wie oben). (wenn es nur zwei Vakuumleitungen gibt, kann man in der Zeit, in der die erste Vakuumleitung entleert wird, den nächsten Schieber des zweiten Stranges absperren.) Die weitere Vorgehensweise siehe oben.

Meldet ein Nutzer einen überlaufenden Schacht, kontrollieren Sie erst die Station wie oben. Wenn die Station keine erkennbaren Störungen aufweist, kontrollieren Sie das Vakuum in den einzelnen Leitungen, indem Sie der Reihe nach den Schieber am Tank für jeweils eine Leitung schließen.

Wenn in allen Leitungen normale Verhältnisse bestehen, kontrollieren Sie den vor und nach dem als überlaufend gemeldeten Schacht befindlichen Hausanschlußschacht. Sind diese beiden Schächte im Normalzustand, kontrollieren Sie den als überlaufend gemeldeten Schacht. Ist soviel Schmutzwasser im Schacht, daß der Regler sich unter Wasser befindet, ist am Belüftungspilz mittels Unterdruck das Vakuumventil extern anzuregen. Wenn sich dann der Schacht entleert hat, kontrollieren Sie das Staurohr und die Verbindungen zum Regler auf Dichtheit. Können keine Defekte erkannt werden, ist der Regler auf seine Wirkung zu kontrollieren (durch Anblasen auf der Druckseite). Funktioniert der Regler nicht einwandfrei, ist er zu tauschen.

Wenn sich der Schacht nicht entleert, ist die Ansaugleitung verstopft. In diesem Fall muß der Schacht extern entleert werden und anschließend die Verstopfung in der Ansaugleitung behoben werden.

Wird der Schacht leer vorgefunden, bzw. aus der Zulaufleitung kommt nur wenig Abwasser, beim Nutzer läuft aber trotzdem das Schmutzwasser nicht ab, ist der Schaden in der Zulaufleitung zu suchen.

Sind die Vakuumpumpstation und alle Schächte in Ordnung, es tritt aber dennoch in einem Leitungsstrang Vakuumverlust auf, handelt es sich um einen Leitungsbruch. Die Bruchstelle ist mittels Testball oder Stethoskop einzugrenzen und umgehend zu reparieren.