

A large, semi-transparent image of a vacuum pump system, including a motor, a pump unit, and various pipes and hoses, serves as the background for the text.

Bau von Vakuumentwässerungsanlagen im ländlichen Raum mit Minivakuumstationen der VAB GmbH als kostengünstigere Alternative zu Kleinkläranlagen

Im Folgenden wird der Einsatz von Minivakuumstationen der VAB GmbH für die Entwässerung von kleinen ländlichen Ortsteilen bis ca. 25 Anschlüsse beschrieben. Diese Vakuumstationen bestehen aus ein oder zwei Drehkolbenpumpen, die sowohl das nötige Vakuum erzeugen als auch druckseitig die Abwässer zu einer Ortskläranlage oder in eine bestehende Kanalisation leiten.

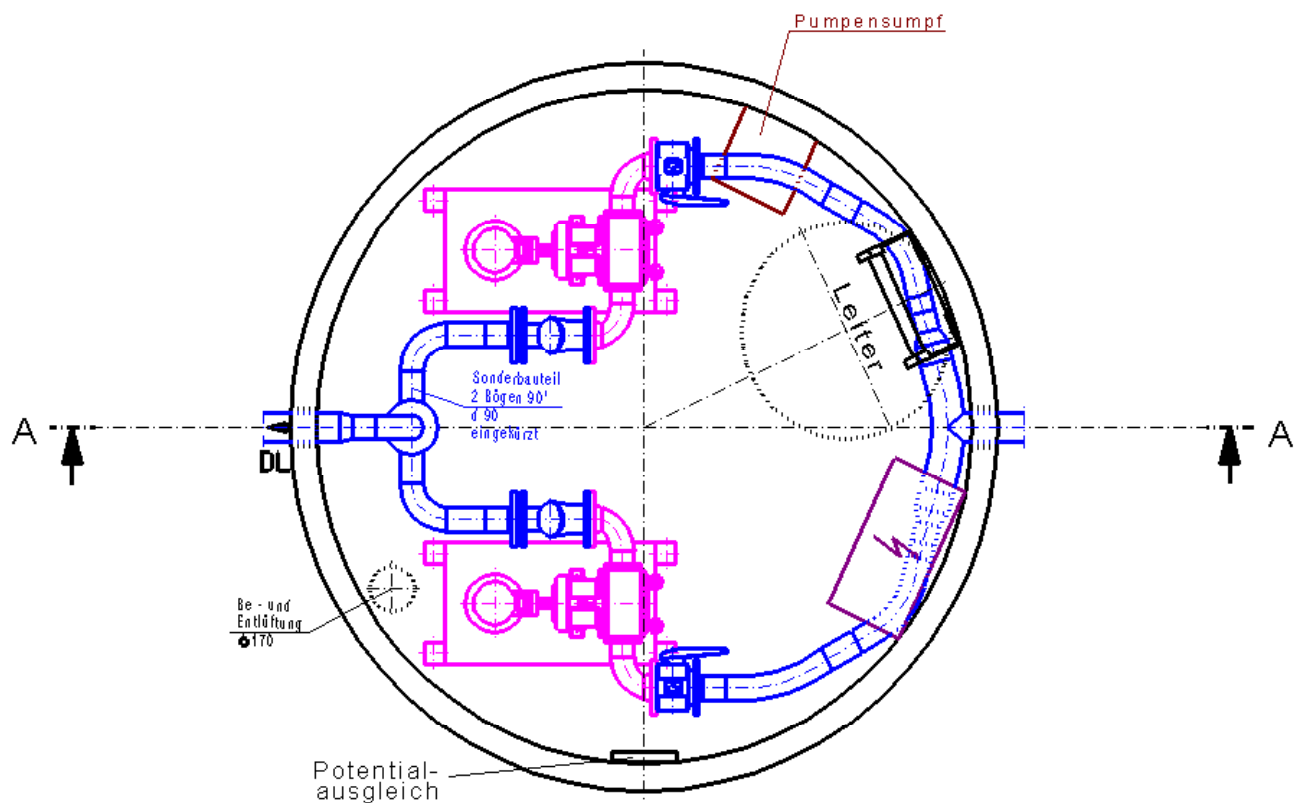
Durch den Einsatz der nachstehend beschriebenen Technik reduzieren sich die Investitionskosten pro Einwohner, gegenüber des Einsatzes von Kleinkläranlagen mit biologischer Nachreinigung, um bis zu 42 %, die Betriebskosten um bis zu 26 % und die Gesamtjahreskosten um bis zu 57 %!

Systembeschreibung

Minivakuumentwässerungsanlagen bestehen, wie auch die bisher überwiegend verwendeten großen Anlagen, aus folgenden Teilen:

Minivakuumstation Vakuumkanalnetz Vakuumhausanschlusschacht

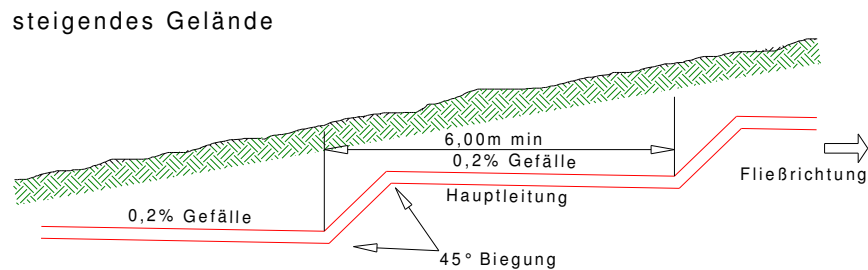
In der **Minivakuumstation** wird der benötigte Unterdruck für das Vakuumkanalnetz mit einer oder zwei Drehkolbenpumpen erzeugt. In der nachfolgenden Druckseite der Pumpe wird das Abwasser durch eine Druckrohrleitung bis zur vorgesehenen Übergabestelle (Kläranlage, Freigefälle- bzw. Druckrohrleitung) gedrückt (Abb.1). Weiterhin befinden sich in der Bauhülle Schieber, Rückschlagklappen und ein Schaltschrank mit Elektroenergiezuführung. Als Baukörper wird ein Schachtmantel aus Beton oder, beim Auftreten von oberflächennahen Grund- und Schichtenwässern, auch aus PE mit einem Durchmesser von 2.500 mm verwendet. Diese Pumpstation wird vollständig in das Gelände eingebaut.



Minivakuumstation mit zwei Drehschieberkolbenpumpen

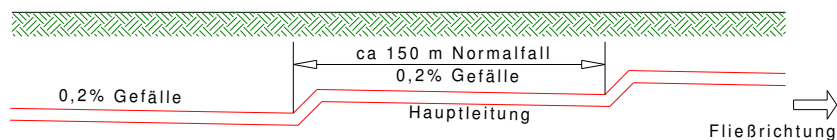
Abbildung 1

Das sich an die Minivakuumstation anschließende **Vakuumkanalnetz** wird nach der „Sägezahnverlegetechnik“ des Systemanbieters verlegt (Abb. 2).



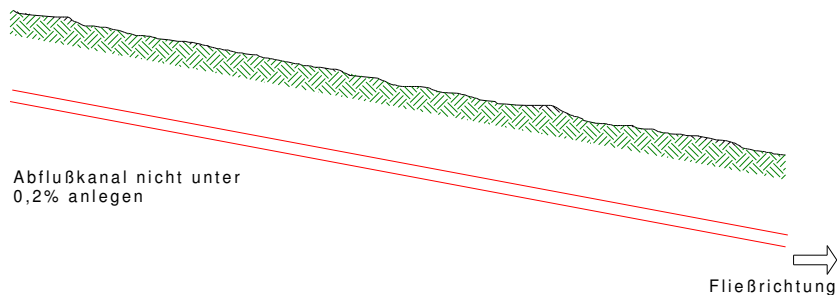
Das Gefälle zwischen den Sprüngen muß $\geq 40\%$ Rohrdurchmesser (80% wenn das Rohr kleiner ist als d160 mm) oder $\geq 0,2\%$ sein je nachdem welcher Wert größer ist

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



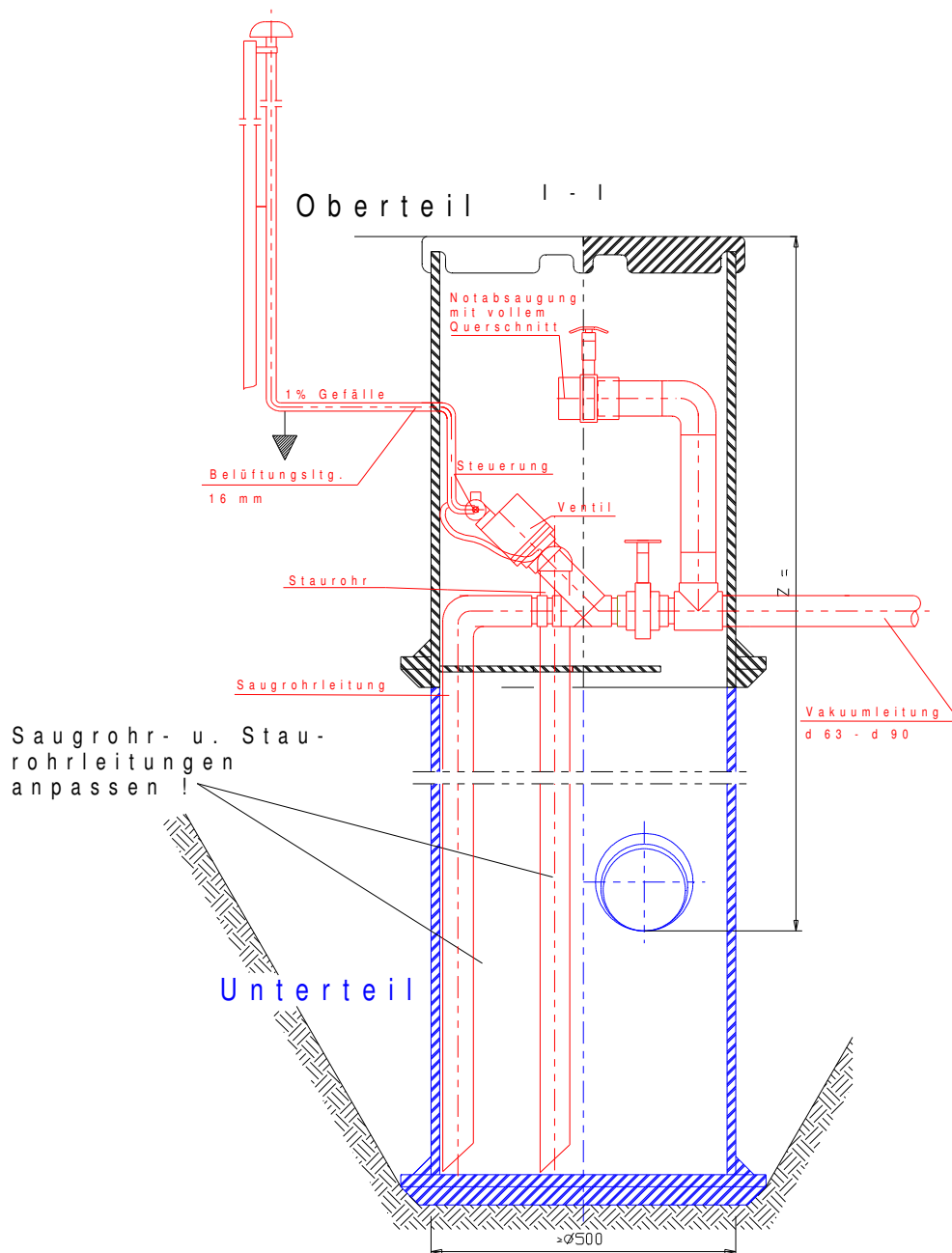
Alle mit min und max gekennzeichneten Werte sind Regelwerte und können vom Systemlieferanten nach Rücksprache mit dem Lizenzgeber unterschritten werden.

Leitungsverlegung nach der Sägezahnverlegetechnik

Abbildung 2

Die max. Stranglänge liegt bei 1500 m, wobei die Länge des Netzes dabei 2.000 m nicht überschreiten sollte und die max. Anzahl der Vakuumschächte bei 25 liegt. Bei hydraulisch ungünstigen Verhältnissen (z. B. ansteigendes Gelände in Richtung Pumpstation oder Querung von Entwässerungsgräben) sollte man sich unbedingt von der VAB GmbH beraten lassen. Die Leitungen werden als Verästelungsnetz verlegt.

Die verwendeten **Vakuumhausanschlussschächte** sind in der Abbildung 3 dargestellt. Sie bestehen aus einem PE-Schachtmantel mit einem Durchmesser von ≥ 500 mm. Dieser Schachtmantel ist geteilt und kann bis zu einer Tiefe der Freigefällezulaufleitung von $Z = 1,00\text{m} \dots 3,00\text{m}$ zur Geländeoberkante verlängert werden. In diesem Teil befinden sich das 2" Kolbenventil mit pneumatischer Steuerung, das Staurohr sowie die Notabsaugung und der Absperrschieber in der Vakuumleitung.

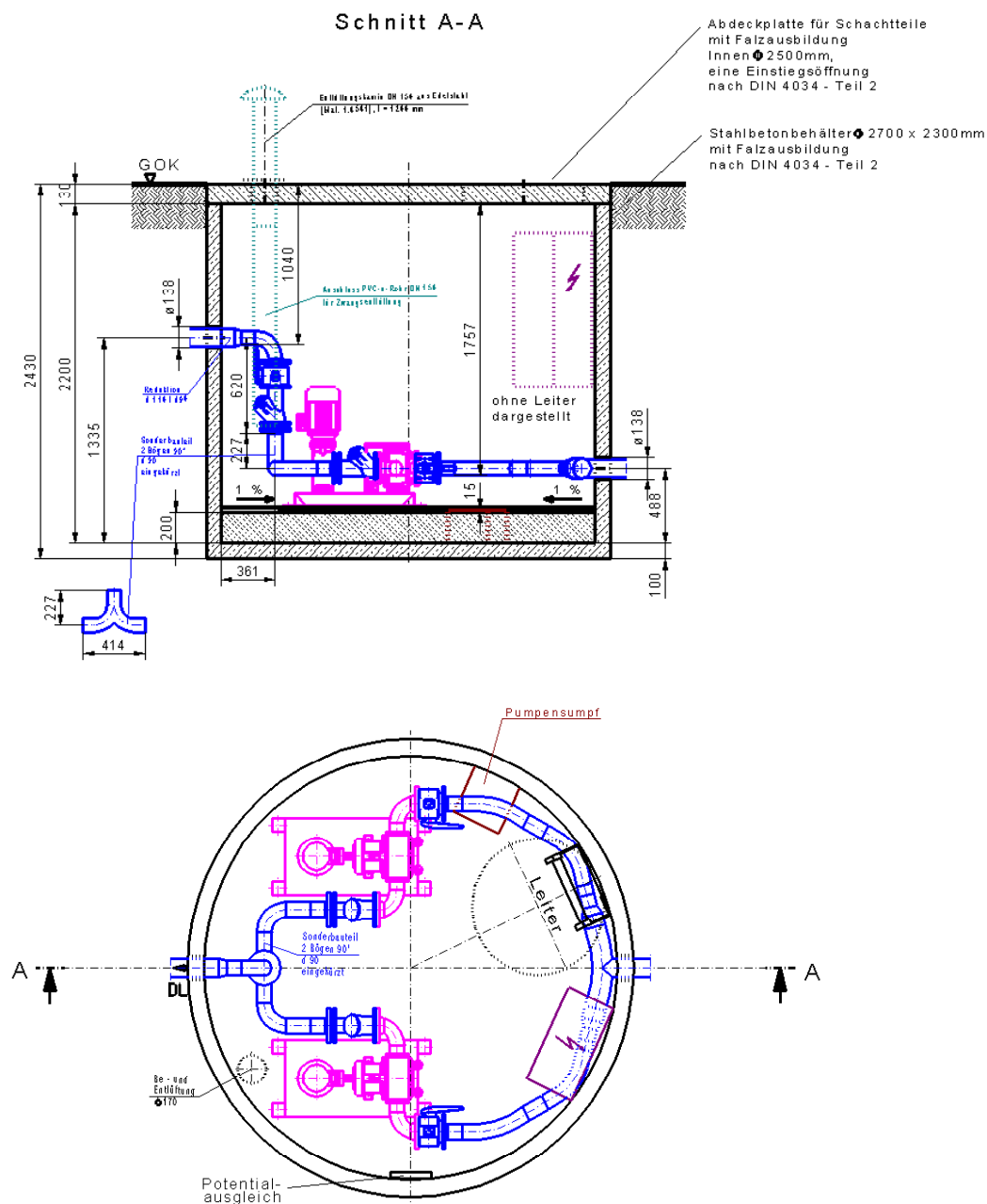


Hausanschlussschacht mit einem 2" Kolbenventil

Abbildung 3

Bau und Betrieb der Anlage

Die Minivakuumpumpstation der VAB GmbH ist die zentrale Einheit in die nur die benötigte Elektroenergie eingespeist wird. An dieser Stelle können auch nur elektromechanische Verluste auftreten (gegenüber der Freigefälleentwässerung mit Hebeanlagen oder der Niederdruckentwässerung mit mehreren elektrisch betriebenen Pumpenschächten). Als Einbauort sollte für diese Station ein Gelände gewählt werden, das sich im niedrigen Teil des Geländeprofiles, im Vergleich zum Vakuumkanalnetz, befindet. Damit erreicht man günstige Betriebsdaten und benötigt nur geringe Mengen an Elektroenergie.



Minivakuumpumpstation in Draufsicht und Seitenschnittdarstellung

Abbildung 4

Bei der Wahl einer Betonbauhülle sollte man unbedingt auf die Grundwasserverhältnisse achten. Deshalb wird der Baukörper überwiegend monolithisch hergestellt. Die notwendigen Leitungsdurchführungen werden druckwasserdicht ausgeführt. Beim Auftreten von betonaggressiven Grund- und Schichtenwässern wird als Bauhülle der Einsatz von PE-Schachtmänteln vorgezogen. Die gesamte Vakuumpumpstation wird durch die VAB GmbH entsprechend der Kundenwünsche konzipiert, im Werk gefertigt, probegelaufen auf der Baustelle eingebaut und mit den Vakuum- bzw. der Druckrohrleitung verbunden. Durch die VAB GmbH wird die Statik des Bauwerkes und der eventuell notwendigen Auftriebssicherung mit Auftragserteilung dem Auftraggeber ausgehändigt.

Das sich an die Minivakuumstation anschließende Vakuumkanalnetz wird durch die jeweilige Baufirma entsprechend der vorgenannten Verlegetechnik erstellt. Dabei ist auf die strikte Einhaltung des geplanten Gefälles unbedingt zu achten. Damit wird wesentlich die einwandfreie Funktion und der energiesparende Betrieb der Anlage beeinflusst. An Abzweigen oder alle 450 m werden zur Unterteilung und Kontrolle des Netzes Vakuumschieber eingebaut. Der Einbau von Inspektionsrohren ist nur bei längeren Leitungsabschnitten (450 m) ohne Hausanschluss notwendig. Der sonst übliche Einbau der kostenaufwendigen Inspektionsrohre, die zudem noch zusätzliche Undichtigkeiten verursachen können, ist aufgrund der besonderen Konstruktion der VAB - Vakuumhausanschlussschächte nicht notwendig. Die Lecksuche mittels Absperrblase kann über die Hausanschlussschächte realisiert werden.

Als Rohrmaterial kann sowohl PE als auch PVC verwendet werden. Dabei ist gemäß der DIN EN 1091 bzw. der ATV A116 vorgeschrieben, dass vorzugsweise Material der Druckstufe PN 10 verwendet werden soll.

Die VAB GmbH ist in der Lage alle systemspezifischen Formteile oder Fittings (Schieber, Bogen, Sprungstücke, Muffen, Abzweige, Reduzierungen usw.) für beide Materialarten zu liefern. Für den Bauherren und auch die beauftragte Baufirma hat sich der Einsatz von muffenlosen PVC - Rohren und deren Verbindung mit den Spezialmuffen für Vakuumsysteme unserer Firma durchgängig als kostengünstiger erwiesen. Mit diesen Materialien kann man auch noch bei Frost, Regen oder hoher Luftfeuchtigkeit arbeiten. Bei derartigen Witterungen ist der Einsatz von Schweißverfahren nur mit zusätzlichen Kosten und besonderen Maßnahmen (Wärmezelt) möglich.

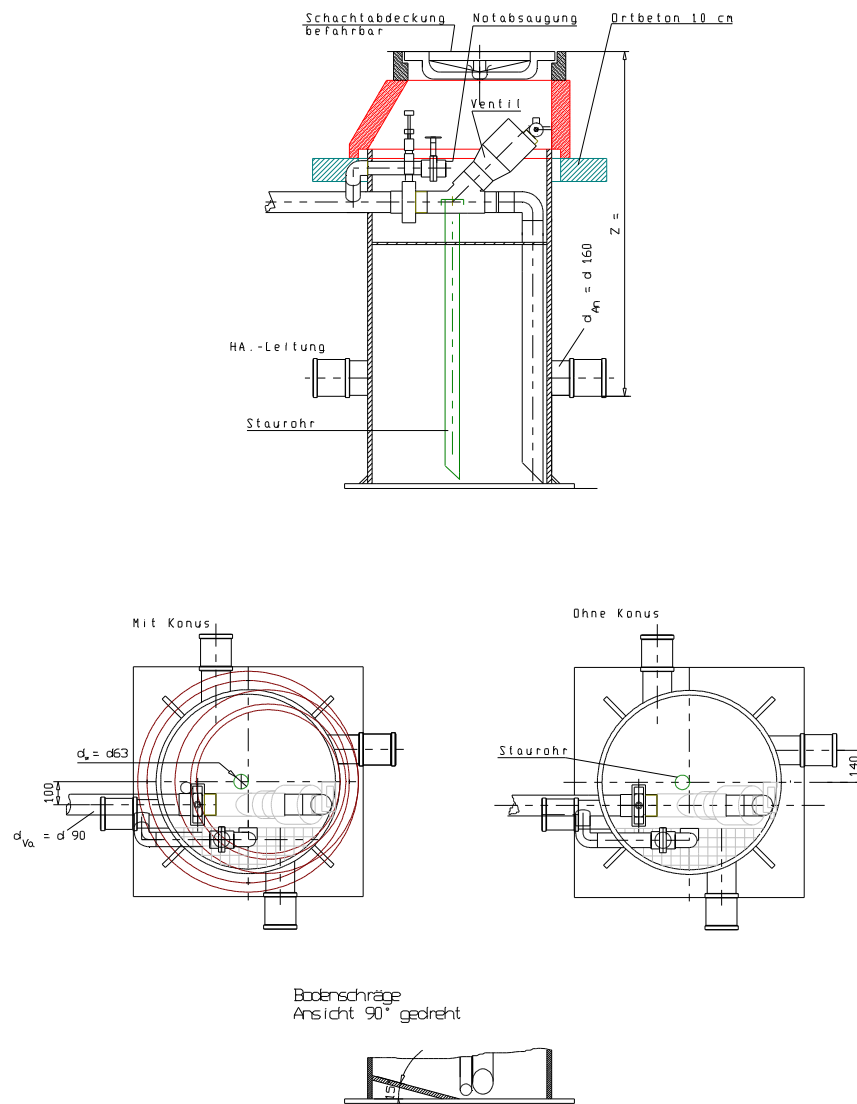
Mit der Spezialvakuummuffe der VAB GmbH kann man unter den o. g. Bedingungen alle erforderlichen Arbeiten am Rohrleitungsnetz durchführen, ohne befürchten zu müssen, dass hohe Kosten entstehen oder die Dichtigkeit der Rohrverbindungen ungenügend ist. Der Dichtring dieser Muffen passt sich ausgezeichnet umlaufend an die Rohrwandungen mit einer Breite von etwa 5 mm an. Dadurch sind Vakuumleitungsnetze, die durch derartige Komponenten hergestellt werden, besonders sicher gegen Unterdruck abgedichtet.

Der Vakuumhausanschlussschacht stellt das Bindeglied zwischen dem Vakuumkanalnetz mit einem Vakuum von etwa 0,5 – 0,6 bar und der unter Normaldruck stehenden Freigefälleleitung des jeweiligen Grundstücks oder der Freigefällekanalisation eines Wohngebiets dar. Das Abwasser wird im

Abwassersammelraum des Vakuumschachtes gesammelt. In diesen Abwasserstauraum ragen das Stauraohr und das Absaugrohr des Schachtes hinein. Mit Anstieg des Abwassers wird im Stauraohr die darin befindliche Luft komprimiert. Nach Erreichen eines vorgegebenen Druckes löst die Steuerung das Ventil aus. Dadurch wird die Absperrung zum Vakuum geöffnet und das gesammelte Abwasser wird durch den atmosphärischen Überdruck in Richtung Vakuumpumpstation gefördert (s. Abb. 3).

Für den Anschluss von 1-2 Häusern werden Vakuumschächte mit einem 2" Kolbenventil (50 mm) verwendet. Sollen ganze Straßenzüge oder mehr als 2 Häuser an das Vakuumkanalnetz angeschlossen werden, verwendet man Vakuumhausanschlusschächte mit 3" Kolbenventilen (76 mm) (Abb. 5). Bei Anschluss mehrerer Grundstücke über eine gemeinsame Freigefälleleitung sollte jedes Grundstück einen Kontrollschacht oder wenigstens eine Reinigungsöffnung in der Freigefälleleitung besitzen.

Nach unseren Erfahrungen, die sich auf Aussagen von Bauherren stützen, werden durch den Anschluss mehrer Grundstücke an einen Schacht Kosteneinsparungen von bis zu 40 % erreicht.



Vakuumschacht mit einem 3" Kolbenventil

Abbildung 5

Baukosten der zentralen Entwässerung mit Minivakuumpumpstation

Für die Berechnung der Baukosten gehen wir von einem Berechnungsbeispiel aus. Es sollen die Abwässer des kleinen Ortsteils „Musterdorf“, das eine Ausdehnung von 500 m hat und aus 20 Grundstücken besteht, zentral durch eine Vakuumentwässerung mit Minivakuumpumpstation entsorgt werden. Die anfallenden Abwässer werden am Ende des Ortes aus dieser in eine vorgesehene Übergabestelle abgeben.

Jedes Grundstück wird an einen Vakuumschacht angeschlossen. Die Vakuumleitung wird in den Seitenraum der Straße eingebaut. Die Hausanschlusschächte (10 Stück auf jeder Seite) auf der gegenüberliegenden Seite werden durch Straßendurchbohrung mittels Rakete angeschlossen. Die kurzen Vakuumhausanschlussleitungen haben eine Länge von je 2 m die langen von je 10 m.

Pos.	Menge	Einheit	Bezeichnung	EP	Einheit	Gesamtpreis (€)
1.	500,00	m	Rohrgraben ausheben und wieder verfüllen Einbau der Vakuumleitungen aus PVC od. PE d 90 Tiefe des Rohrgrabens bis 1,30m; Oberfläche Seitenraum	25,00	€/m	12.500,00
2.	120,00	m	Vakuumhausanschlussleitungen d 90 liefern und einbauen incl. Aller Erdarbeiten sowie Unterquerung der Straße	20,00	€/m	2.400,00
3.	20,00	Stck.	Vakuumhausanschlusschacht komplett einschließlich aller Tiefbauleistungen liefern und einbauen	1.750,00	€/Stck.	
			baulicher Teil 50,00%			17.500,00
			Ventile 50,00%			17.500,00
4.	1	Stck.	Minivakuumstation liefern und einbauen incl. aller dazu benötigten Leistungen und Lieferungen	26.000,00	€/Stck.	
			baulicher Teil, 25,00%			6.500,00
			maschineller Teil 55,00%			14.300,00
			Elektrotechnik 20,00%			5.200,00
5.	1,00	Stck.	Verschiedene unvorhergesehene Leistungen (Heranführung der Medien)	5.000,00	€/Stck.	5.000,00
6.			Zwischensumme			80.900,00
7.	1,00	Stck.	Baustelleneinrichtung psch. Anrechenbare Kosten			
						5,00%
			Summe (netto)			84.945,00

Tabelle 1

Aus der in der Tabelle aufgeführten Kostenberechnung erhält man Nettobaukosten in Höhe von gerundet **84.945,- €** für die gesamte Anlage.

Die Betriebskosten für diese zentrale Entwässerung setzen sich wie folgt zusammen:

1	Stck.	Wartung für Vakuumpumpstation	200,00	€/Stck.	200,00
20	Stck.	Vakuumhausanschlusschächte warten einschließlich Kleinmaterial	5,00	€/Stck.	100,00
		Behandlungskosten des AW in der KA			4.106,25
		60 EW x 0,15 m ³ /d x			
		365 d x 1,25 €/m ³			
		Energiekosten der Vakuumpumpstation pro Jahr			328,50
		60 EW x 0,15 m ³ /d x 0,4			
		kWh/m ³ 365 d 0,25 €/kWh			
		Summe laufende Kosten (Betriebskosten)			4.734,75

Tabelle2

Die von uns eingesetzten Werte sind territorial unterschiedlich und können entsprechend der oben aufgeführten Berechnungen auf die jeweiligen Preise geändert werden.

Die Gesamtbetriebskosten betragen für diese zentrale Entwässerung mit einer Minivakuumstation der VAB GmbH pro Person 78,91 €/a.

Baukosten der dezentralen Entwässerung mit Kleinkläranlage und biologischer Nachreinigung

Gewärtig wird, sowohl von abwasserentsorgungspflichtigen Körperschaften, als auch von vielen Grundstückseigentümern der Bau und Betrieb von dezentralen Abwasserentsorgungsanlagen gegenüber zentralen Entwässerungsanlagen favorisiert. Dabei geht man aber vielfach von unzutreffenden preislichen Vorteilen der dezentralen Entwässerung aus. Nachfolgend wollen wir diese Ansicht relativieren.

Aufgrund der geltenden EG Richtlinien wird für Kleineinleitungen aus dezentralen Anlagen eine Klärgrube mit biologischer Nachreinigung nach Stand der Technik gefordert. Das ist in allen Abwassergesetzen der Bundesländer festgeschrieben. Z. B. Abwasserabgabengesetz des Landes Brandenburg vom 08.02.1996:

§6: Kleineinleitungen sind abgabenfrei, wenn der Abgabepflichtige gegenüber der zuständigen Behörde nachweist, dass das Schmutzwasser in einer Abwasserbehandlungsanlage entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik durch eine mindestens zweistufige mechanisch biologische Behandlung gereinigt wird und die Schlammabeseitigung nach den landesrechtlichen Regelungen sichergestellt ist.

In der folgenden Tabelle 3 werden die benötigten Kosten zum Neubau der Kleinkläranlagen für den kleinen Ortsteil „Musterdorf“ aufgeführt:

Pos.	Menge	Einheit	Bezeichnung	EP	Einheit	Gesamtpreis (€)
1.	30,00	m	Rohrgraben ausheb. & wieder verfüllen, einb.d. Sickerohrl. a. PVC bzw. PE-HD d 110, Tiefe d. Rohrgrab. ca. 1,25 m	25,00	€/m	750,00
2.	20,00	Stck.	3-Kammer-Absetzgrube (3m ³) mit Tropfkörperanlage und Nachklärung und Schlammrückführung baulicher Teil 50,00% maschineller Teil 40,00% Elektrotechnik 10,00%	7.000,00	€/Stck.	70.000,00 56.000,00 14.000,00
3.			Zwischensumme			140.750,00
4.	1,00	Stck.	Baustelleneinrichtung psch. Anrechenbare Kosten 3,00%			4.222,50
			Summe (netto)			144.972,50

Tabelle 3

In der vorstehenden Tabelle 3 wurden Nettobaukosten in Höhe von gerundet **144.972,50€** für den Bau von 20 Kleinkläranlagen errechnet.

Die Betriebskosten für diese dezentrale Entwässerung setzen sich wie folgt zusammen:

20	Stck.	Wartung für Kleinkläranlagen mit biologischer Nachreinigung	140,00	€/Stck.	2.800,00
20	Stck.	Chemische Analysen pro Jahr	80,00	€/Stck.	1.600,00
		Energiekosten der Kleinkläranlagen pro Jahr			491,11
		60 EW x 0,15 m ³ /d x 1,15 kWh/m ³ x 365 d x 0,13 €/kWh			
		Fäkalschlamm Entsorgung			1.500,00
		60 EW x 25 €/a			
		Summe laufende Kosten (Betriebskosten)			6.391,11

Tabelle 4

Hinsichtlich der von uns verwendeten Preise für den Bau und den Betrieb der dezentralen Entwässerung können durch verschiedenartige Verfahren und Anbieter die von uns genannten Kosten abweichen.

Die Gesamtbetriebskosten betragen für diese dezentrale Entwässerung mit Kleinkläranlagen und biologischer Nachreinigung pro Person 106,52 €/a.

Schlussbemerkungen

Aus unserer nachfolgend aufgeführten Gegenüberstellung (Tabelle 5) erhält sowohl der Grundstückseigentümer als auch der mit Abwasserfragen beauftragte Mitarbeiter in den kommunalen Bereichen ein völlig neues Bild von den tatsächlich anfallenden Kosten beim Bau und Betrieb von zentralen Vakuumentwässerungsanlagen mit Minivakuumpumpstation, Vakuumhausanschlussschacht und Vakuumkanalnetz der **VAB GmbH**.

Aber nicht nur die Bau- und Betriebskosten einer derartigen Anlage sondern auch die jeweiligen Jahreskosten und Projektkostenbarwerte, in die auch die Wiederbeschaffung der Anlagenteile einbezogen wird, ist bei einem derartigen Vergleich der Systeme mit zu betrachten. Ausschlaggebend sind dabei nicht nur niedrige Investitionskosten, sondern auch niedrige Jahreskosten und Projektkostenbarwerte. In die Projektkostenbarwerte gehen alle Kosten eines Zeitraumes (hier 50 Jahre) ein.

	Kleinkläranlagen	Minivakuumstation
Gesamtinvestitionskosten	144.972,50	84.945,00
Investitionskosten pro Einwohner	2.416,21	1.415,75
Projektkostenbarwerte	538.870,20	238.564,00
laufende Kosten pro Jahr (Betriebskosten)	6.391,11	4.734,75
Betriebskosten pro Jahr und Einwohner	106,52	78,91
Gesamtjahreskosten der Anlagen	26.357,95	11.277,71
Gesamtjahreskosten pro Einwohner	439,30	187,96

Tabelle 5

Die Berechnungen der Jahreskosten und der Projektkostenbarwerte erfolgte nach der LAWA und sind als Anlage aufgeführt.

Aus der Tabelle 5 geht eindeutig hervor, dass der Bau und Betrieb einer zentralen Ortsentwässerung mit Minivakuumpumpstation von VAB gegenüber den Kleinkläranlagen sowohl bei den Betriebskosten als auch den Gesamtjahreskosten bedeutend besser abschneidet und für den Bürger die günstigste Variante darstellt!

Anlage:

Ermittlung der Jahreskosten und Projektkostenbarwerte für den Bau und Betrieb einer zentralen Vakuumentwässerung mit VAB Minivakuumstation und Kleinkläranlagen mit biologischer Nachreinigung

Im nachfolgenden Abschnitt soll ein Vergleich den beiden o. g. Entwässerungsarten bezüglich Ihrer Investitionskosten, Betriebskosten, Projektkostenbarwerte und der Jahreskosten dargestellt werden. Die Berechnungen zu den Projektkostenbarwerten und den Jahreskosten erfolgen auf der Grundlage der „Leitlinien zur Durchführung Dynamischer Kostenvergleichsrechnungen“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - LAWA - von 1998. Als Kalkulationsparameter wird mit einem realen Zinssatz von 3 % p.a. und einem Untersuchungszeitraum von 50 Jahren gerechnet.

In den folgenden Übersichten wurden die Projektkostenbarwerte und die notwendigen Jahreskosten ermittelt. Zu den Kosten der Erstinvestition werden die jeweiligen Ersatzinvestitionen als Einzelzahlungen auf der Grundlage der entsprechenden Nutzungsdauer mit dem entsprechenden Diskontierungsfaktor für gleichmäßige Zahlenreihen DFAKR in Barwerte zum Bezugszeitpunkt umgerechnet und dazu addiert. Die laufenden Kosten werden gleichfalls mit dem Faktor DFAKR in einen Barwert zum Bezugszeitpunkt umgerechnet und den obigen Kosten dazugerechnet.

Die Jahreskosten erhält man aus den laufenden Kosten und den Investitionskosten sowie Ersatzinvestitionskosten, die mit dem entsprechenden DFAKR Faktor multipliziert und zu den Jahreskosten dazu addiert werden.

Diese Berechnungen sollen am o. g. „Musterdorf“ durchgeführt werden.

In der nachfolgenden Übersicht haben wir die Nutzungszeiträume aufgeführt, wobei einige von uns, aufgrund von Erfahrungen der Anwender und Vakuumanbieter, aktualisiert wurden. Weiterhin sind dazu verschiedene Veröffentlichungen, z. B. Konzepte zur Abwasserbehandlung im ländlichen Raum, Band 3, März 2000, eingeflossen.

Folgende durchschnittliche Nutzungszeiten der Anlagenteile wurden angenommen:

Schächte für Unterdruckentwässerung	50 Jahre
Abwassertauchpumpen	10 Jahre
Vakuumpumpen	13 Jahre
Vakuumkanalventile	25 Jahre
Elektroinstallation	25 Jahre
Kleinkläranlage mit biologischer Nachreinigung	13 Jahre
Versickerungsleitungen	12 Jahre

1 Zentrale Entwässerung mit Minivakuumstation

1.1 Kostenschätzung

Pos.	Menge	Einheit	Bezeichnung	EP	Einheit	Gesamtpreis (€)
1.	500,00	m	Rohrgraben ausheben und wieder verfüllen, Einbau der Vakuumleitungen aus PVC o. PE d 90 Tiefe des Rohrgrabens bis 1,30m; Oberfläche Seitenraum	25,00	€/m	12.500,00
2.	120,00	m	Vakuumhausanschlussleitungen d 90 liefern und einbauen incl. Aller Erdarbeiten sowie Unterquerung der Straße	20,00	€/m	2.400,00
3.	20,00	Stck.	Vakuumhausanschlusschacht komplett einschließlich aller Tiefbauleistungen liefern und einbauen	1.750,00	€/Stck.	
			baulicher Teil			17.500,00
			Ventile			17.500,00
4.	1	Stck.	Minivakuumstation liefern und einbauen incl. aller dazu benötigten Leistungen und Lieferungen	26.000,00	€/Stck.	
			baulicher Teil,			6.500,00
			maschineller Teil			14.300,00
			Elektrotechnik			5.200,00
5.	1,00	Stck.	Verschiedene unvorhergesehene Leistungen (Heranführung der Medien)	5.000,00	€/Stck.	5.000,00
6.			Zwischensumme			80.900,00
7.	1,00	Stck.	Baustelleneinrichtung psch. Anrechenbare Kosten			4.045,00
			Summe (netto)			84.945,00

1.2 Eckwerte

Ermittlung der laufenden Kosten (Betriebskosten)

1	Stck.	Wartung für Vakuumpumpstation	200,00	€/Stck.	200,00
20	Stck.	Vakuumschlussschächte warten einschließlich Kleinmaterial	5,00	€/Stck.	100,00
		Behandlungskosten des AW in der KA			4.106,25
		60 EW x 0,15 m ³ /d x			
		365 d x 1,25 €/m ³			
		Energiekosten der Vakuumpumpstation pro Jahr			328,50
		60 EW x 0,15 m ³ /d x 0,4			
		kWh/m ³ 365 d 0,25 €/kWh			
		Summe laufende Kosten (Betriebskosten)			4.734,75

Investitionskosten (ohne Ingenieurleistung)

<i>Durchschnittliche Nutzungsdauer 50 Jahre</i> (Kostenschätzung Pos 1-2, 3-4 baulicher Teil, Pos 5+7)	47.945,00
<i>Durchschnittliche Nutzungsdauer 25 Jahre</i> (Kostenschätzung Pos. 3 Ventile +Pos. 4 Elektrotechn.)	22.700,00
<i>Durchschnittliche Nutzungsdauer 13 Jahre</i> (Kostenschätzung Pos 4 - maschineller Teil)	14.300,00
<i>Durchschnittliche Nutzungsdauer 10 Jahren</i> (Kostenschätzung Pos 4 - maschineller Teil)	0,00
Gesamtinvestitionskosten	84.945,00

Legende

blaue Felder: Eingabe

rote Zahlen: Konstanten (nicht ändern)

schwarze Zahlen: Ergebnisse oder Zwischenergebnisse

1.3. Projektkostenbarwerte und Jahreskosten

Nutzungsdauer 50 Jahre, Zinssatz 3%

Projektkostenbarwert PKBW

<i>Investitionskosten (erstmalig)</i>	84.945,00	1,000	84.945,00
<i>Ersatzinvestition</i>			
nach 10 Jahren	0,00	0,7441	0,00
nach 13 Jahren	14.300,00	0,6810	9.738,30
nach 20 Jahren	0,00	0,5537	0,00
nach 25/26 Jahren	37.000,00	0,4776	17.671,20
nach 30 Jahren	0,00	0,4120	0,00
nach 39/40 Jahren	14.300,00	0,3066	4.384,38
Laufende Kosten	4.734,75	25,73	121.825,12
<i>Projektkostenbarwert</i>			<u>238.564,00</u>

Gesamtjahreskosten

<i>Investitionskosten</i>	84.945,00	0,0389	3.304,36
<i>Ersatzinvestitionskosten</i>			
nach 10 Jahren	0,00	0,1172	0,00
nach 13 Jahren	14.300,00	0,0940	1.344,20
nach 25/26 Jahren	37.000,00	0,0512	1.894,40
Laufende Kosten	4.734,75	1,0000	4.734,75
<i>Gesamtjahreskosten</i>			<u>11.277,71</u>

2 Dezentrale Entwässerung mit Kleinkläranlagen

2.1 Kostenschätzung

Pos.	Menge	Einheit	Bezeichnung	EP	Einheit	Gesamtpreis (€)
1.	30,00	m	Rohrgraben ausheb. & wieder verfüllen, einb.d. Sickerohrl. a. PVC bzw. PE-HD d 110, Tiefe d. Rohrgrab. ca. 1,25 m	25,00	€/m	750,00
2.	20,00	Stck.	3-Kammer-Absetzgrube (3m ³) mit Tropfkörperanlage und Nachklärung und Schlammrückführung	7.000,00	€/Stck.	
			baulicher Teil 50,00%			70.000,00
			maschineller Teil 40,00%			56.000,00
			Elektrotechnik 10,00%			14.000,00
3.			Zwischensumme			140.750,00
4.	1,00	Stck.	Baustelleneinrichtung psch. Anrechenbare Kosten 3,00%			4.222,50
			Summe (netto)			144.972,50

2.2 Eckwerte

Ermittlung der laufenden Kosten (Betriebskosten)

20	Stck.	Wartung für Kleinkläranlagen mit biologischer Nachreinigung	140,00	€/Stck.	2.800,00
20	Stck.	Chemische Analysen pro Jahr	80,00	€/Stck.	1.600,00
		Energiekosten der Kleinkläranlagen pro Jahr			491,11
		$60 \text{ EW} \times 0,15 \text{ m}^3/\text{d} \times 1,15 \text{ kWh/m}^3 \times 365 \text{ d} \times 0,13 \text{ €/kWh}$			
		Fäkalschlamm Entsorgung			1.500,00
		$60 \text{ EW} \times 25 \text{ €/a}$			
		Summe laufende Kosten (Betriebskosten)			6.391,11

2.3 Projektkostenbarwerte und Jahreskosten

Nutzungsdauer 50 Jahre, Zinssatz 3%

Projektkostenbarwert PKBW

<i>Investitionskosten (erstmalig)</i>	144.972,50	1,000	144.972,50
<i>Ersatzinvestition</i>			
nach 10 Jahren	56.000,00	0,7441	41.669,60
nach 13 Jahren	74.972,50	0,6810	51.056,27
nach 20 Jahren	56.000,00	0,5537	31.007,20
nach 25/26 Jahren	88.972,50	0,4776	42.493,27
nach 30 Jahren	56.000,00	0,4120	23.072,00
nach 39/40 Jahren	130.972,50	0,3066	40.156,17
laufende Kosten	6.391,11	25,7300	<u>164.443,20</u>
<i>Projektkostenbarwert</i>			<u>538.870,20</u>
<u>Gesamtjahreskosten</u>			
<i>Investitionskosten</i>	144.972,50	0,0389	5.639,43
<i>Ersatzinvestitionskosten</i>			
nach 10 Jahren	56.000,00	0,1172	6.563,20
nach 13 Jahren	74.972,50	0,094	7.047,42
nach 25 Jahren	14.000,00	0,0512	716,80
laufende Kosten	6.391,11	1,0000	<u>6.391,11</u>
<i>Gesamtjahreskosten</i>			<u>26.357,95</u>