

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 258 525**  
**A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 87104283.4

(51) Int. Cl.4: E03F 1/00

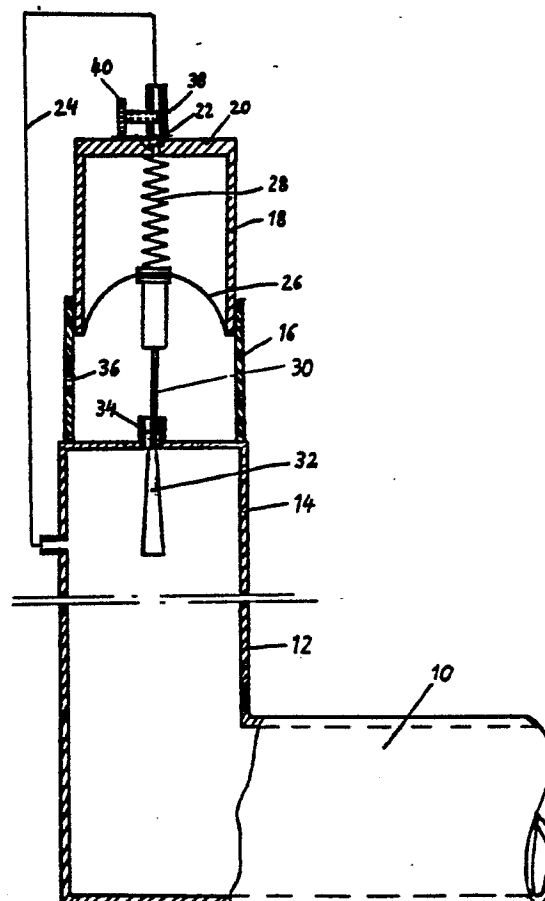
(22) Anmeldetag: 24.03.87

(30) Priorität: 23.08.86 DE 3628725

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
09.03.88 Patentblatt 88/10(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB LI NL SE(71) Anmelder: Michael, Harald  
Am Gossiers Park 9  
D-2000 Hamburg 55(DE)(72) Erfinder: Michael, Harald  
Am Gossiers Park 9  
D-2000 Hamburg 55(DE)(74) Vertreter: Jochem, Bernd, Dipl.-Wirtsch.-Ing.  
Patentanwälte Beyer & Jochem  
Staufenstrasse 36  
D-6000 Frankfurt/Main(DE)

### (54) Vakuum-Entwässerungsanlage.

(57) Die Vakuum-Entwässerungsanlage hat an den Vakuumleitungen Belüftungsöffnungen (34) mit geregelter Öffnungsweite. Die Regelung erfolgt in Abhängigkeit vom Wasserstand oder Druck in der Vakuumleitung (10). Bei steigendem absoluten Druck wird die Belüftungsöffnung (34) zunehmend weiter geöffnet. Die automatische Verstellung erfolgt mittels eines mit dem Unterdruck der Vakuumleitung (10) beaufschlagten Membrankolbens (26). Die regelbaren Belüftungsöffnungen sorgen für gleichmäßigere Betriebsverhältnisse im Leitungssystem und Verringerung des in den Vakuumleitungen befindlichen Abwasservolumens.



EP 0 258 525 A2

### VAKUUM-ENTWÄSSERUNGSANLAGE

Die Erfindung betrifft eine Vakuum-Entwässerungsanlage mit einem oder mehreren unter Unterdruck stehenden Sammel tanks und daran angeschlossenen, abwechselnd steigend und mit Gefälle verlegten Vakuumleitungen, an die unter normalem Druck stehende Anschlußleitungen der zu entwässernden Einheiten jeweils über ein Absaugventil angeschlossen sind, welches selbsttätig öffnet, wenn sich eine bestimmte Abwassermenge von etwa 5 bis 40 Liter davor angesammelt hat, und bei jedem Öffnungsvorgang zusammen mit dem Abwasser Luft in die Vakuumleitung einläßt, wobei wenigstens eine von einer Steleinrichtung in Abhängigkeit vom Wasserstand oder Druck an einer bestimmten Stelle der Vakuumleitung gesteuerte Belüftungsöffnung an der Vakuumleitung angeordnet ist.

Eine derartige Vakuum-Entwässerungsanlage ist aus der DE-OS 26 37 962 bekannt. Sie funktioniert nach dem Prinzip, in Zeiten normalen Betriebs möglichst wenig Luft in die Vakuumleitung einzulassen, und in ruhigen Zeiten, wenn die jeweils beim Öffnen eines Absaugventils zusammen mit einer Abwasserportion einströmende Luft insgesamt nicht mehr für den Transport des Wassers ausreicht, dieses also in Form langer Wassersäulen in der Leitung stehen bleibt, durch welche die Luft nur noch hindurchperlt, Belüftungseinrichtungen zu öffnen, die stoßartig sehr viel Luft einlassen. Die Belüftungseinrichtungen bleiben so lange offen, bis die Wassersäulen in der Vakuumleitung jeweils wenigstens über die nächste Steigung befördert worden sind oder bis die Leitung ganz geleert ist, wobei sich Öffnungszeiten von mehr als 30 Minuten ergeben können.

Die bekannte Vorrichtung hat sich in der Praxis nicht bewährt, weil die Zustandsbedingungen in der Vakuumleitung bei geschlossenen bzw. geöffneten Belüftungseinrichtungen zu unterschiedlich sind. Da das stoßartige Einlassen großer Luftmengen eine extreme Maßnahme ist, wendet man sie erst an, wenn die Füllung der Vakuumleitung mit Abwasser bereits ein fortgeschrittenes Stadium erreicht hat, in dem auch der sog. Gleichzeitigkeitsfaktor, d. h. ein zufälliges Zusammentreffen der Öffnungsvorgänge mehrerer Absaugventile, nicht mehr helfen könnte. Die schlechten Druckverhältnisse in der weitgehend gefüllten Leitung ändern sich aber auch dann nicht sofort, wenn die Belüftungseinrichtungen stoßartig viel Luft einlassen. Da sich die vorhandenen großen Wassersäulen nur langsam in Bewegung setzen, bricht der Unterdruck nun erst recht zusammen, es kommt zu Funktionsstörungen an den automatisch mit dem Systemunterdruck betriebenen Absaugve-

ntilen, und die Vakuumpumpen brauchen lange, bis sie nicht nur das angesammelte Wasser, sondern auch die zusätzlich eingelassenen großen Luftmengen wieder abgesaugt haben. Wenn sich die Belüftungseinrichtungen im mittleren Bereich von Vakuumleitungen befinden, wirkt sich außerdem das Vakuumreservoir im äußeren Leitungsteil so aus, daß die plötzlich einströmende Luft das Wasser in die falsche Richtung treibt. Schließlich arbeitet die bekannte Entwässerungsanlage auch nicht besonders wirtschaftlich, da bei längeren, stehenden, nur langsam zu beschleunigenden Wassersäulen ein beträchtlicher Teil der durch die Belüftungseinrichtungen und die Hausanschlüsse eintretenden Luftmenge hindurchperlt, ohne viel zur Beschleunigung oder eventuell überhaupt zur Fortbewegung der Wassersäulen beitragen zu können.

Durch die US-PS 3 730 884 ist es auch schon bekannt, am Ende von Vakuumleitungen einstellbare Belüftungseinrichtungen anzubringen, die entsprechend der jeweiligen Einstellung kontinuierlich eine konstante, sehr kleine Luftmenge über ein Schraubgewinde einströmen lassen, um das Abwasser ständig zu belüften und dadurch Fäulnis vorzubeugen. Zum Abwassertransport und dessen automatischer Regelung können aber die auf einen konstanten Wert eingestellten geringen Luftmengen nicht beitragen, da bei dieser bekannten Anlage die beim Öffnen eines Absperrventils in die Vakuumleitung eingelassenen Abwassermengen mit etwa 400 Liter sehr groß sind und von vornherein sehr lange Wassersäulen bilden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vakuum-Entwässerungsanlage der eingangs genannten Art zu schaffen, in welcher das Abwasservolumen ständig feinfühlig beeinflusst wird, so daß sie von vornherein die Entstehung träger Wassersäulen verhindert und deshalb auch ohne die Funktion störende, stoßartige Belüftungsaktionen auskommt.

Vorstehende Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Öffnungsweite der Belüftungsöffnung kontinuierlich oder in mehreren Stufen innerhalb eines Bereiches regelbar ist, in welchem so geringe Mengen Luft einströmen, daß diese durch in der Vakuumleitung stehende Wassersäulen hindurchperlt.

Die Besonderheit der Erfindung, nämlich die sich ständig ändernde Öffnungsweite der Lufteinlaßöffnungen, bietet den Vorteil, daß in jedem Moment die Luftzufuhr nach Bedarf geregelt wird. Die Belüftungsöffnungen schließen in dem Maße, wie infolge des Öffnens mehrerer Absaugventile in verschiedenen Häusern für genügend normalen Lufteinlaß gesorgt ist, um das Abwasser abzutran-

sportieren und das Abwasservolumen in der Vakuumleitung auf einem niedrigen Wert zu halten. Läßt die Frequenz der Öffnungsvorgänge der Absaugventile und damit der Gleichzeitigkeitsfaktor nach, vergrößert sich die lichte Weite der regelbaren Belüftungsöffnungen, so daß dadurch mehr Luft in die Vakuumleitung einströmt, die sich zu der über die Hausanschlüsse einfließenden Luft addiert.

Da man mit einem vorhandenen Teilvakuum Wassersäulen nur jeweils wenige Meter hochsaugen kann, müssen Vakuumleitungen mit höheren Steigungen in mehrere kurze, ansteigende und dazwischen mit Gefälle verlegte Leitungsabschnitte unterteilt sein. Auch in der Ebene werden Vakuumleitungen normalerweise abwechselnd mit über eine geringe Höhe ansteigenden und wieder abfallenden Leitungsabschnitten verlegt (siehe DE-PS 26 41 110). Wenn man derartige Vakuum-Entwässerungsanlagen ohne die erfindungsgemäß vorgeschlagenen geregelten Belüftungseinrichtungen betreibt, bilden sich an vielen kurzen Steigungsabschnitten der Vakuumleitungen von unten bis oben reichende Wassersäulen, die insgesamt mehr als 60 % des Leitungshohlraums ausmachen können. Wenn nun erfindungsgemäß regelbare Belüftungseinrichtungen vorhanden sind, enthalten die vielen kurzen Wassersäulen in der Vakuumleitung mehr oder weniger gelöste und in Form von Blasen im Wasser enthaltene Luft. Die Wassersäulen haben dann vielfach dieselbe Länge und Höhe wie vorher, weil sie in einem kurzen steigenden Leitungsabschnitt nicht länger als dieser sein können, sie bestehen jedoch zu einem mehr oder weniger großen Anteil aus Luft statt Wasser, sind dementsprechend leichter und können durch die beim Öffnen von Absaugventilen über die Hausanschlußleitungen stoßartig eintretende Luft wegen ihrer geringeren trägen Masse besser beschleunigt werden. Das in den Wassersäulen durch Luft ersetzte Wasservolumen wird in den Sammel-tank verdrängt. Im Ergebnis kann sich in den Vakuum leitungen einer erfindungsgemäßen Entwässerungsanlage bis zu etwa 50 % weniger Wasser befinden als ohne die genannten regelbaren Belüftungsöffnungen.

Ein weiterer Vorteil der neuen Anlage im Vergleich zum Stand der Technik besteht darin, daß die Druckverhältnisse in den Vakuumleitungen keinen großen Schwankungen unterliegen, die sich von vornherein schlecht voraussehen lassen und zu Funktionsstörungen führen können. Man braucht auch nicht etwa wegen des zusätzlich über die Belüftungseinrichtungen eingelassenen Luftvolumens größere Vakuumpumpen. In Zeiten starken Abwasseranfalls wird durch häufiges Öffnen der Absaugventile genügend Luft über die Hausanschlußleitungen eingeführt, so daß die regelbaren

Belüftungsöffnungen ganz oder fast ganz geschlossen sein können. Die Vakuumpumpen brauchen also nur entsprechend dem in Spitzenzeiten anfallenden Abwasservolumen und dem zugehörigen, über die Hausanschlußleitungen einströmenden Luftvolumen dimensioniert zu werden. Dabei kann das Luftvolumen sogar geringer bemessen sein als bei Anlagen ohne erfindungsgemäße Belüftungseinrichtung, und dementsprechend können im Einzelfall auch die Vakuumpumpen kleiner dimensioniert werden, weil die Anlage auch in ruhigeren Zeiten, wenn die geringeren an den Absaugventilen eingestellten Luftmengen zum störungsfreien Betrieb nicht ausreichen würden, bei weiter geöffneten Belüftungsöffnungen einwandfrei funktioniert.

Schließlich ist als vorteilhafter Nebeneffekt die verbesserte Belüftung des Abwassers zu erwähnen.

In bevorzugter praktischer Ausführung der Erfindung ist wenigstens eine Belüftungseinrichtung am äußeren Ende einer Vakuumleitung angeordnet. Die darüber einströmende Luft ist dann auf der gesamten Länge der Leitung wirksam. In weiterer bevorzugter Ausführung werden Belüftungseinrichtungen an einer Vakuumleitung zwischen einer größeren Zahl von nahe einem Sammel-tank ange schlossenen Anschlußleitungen und einer kleineren Zahl von weiter vom Sammel-tank entfernten Anschlußleitungen angeordnet. Auf diese Weise wird außer dem geschilderten grundsätzlichen Vorteil erreicht, daß das Abwasser nicht infolge des Vakuumreservoirs in den äußeren Leitungsbereichen rückwärts gesaugt wird. Weitere zweckmäßige Stellen, an denen erfindungsgemäße Belüftungseinrichtungen angeordnet werden können, befinden sich in Strömungsrichtung vor Problemabschnitten der Vakuumleitung, z. B. vor größeren Steigungsabschnitten oder z. B. Dükern.

Für Vakuum-Entwässerungsanlagen wird eine Zuverlässigkeit gefordert, die sich an der herkömmlicher Systeme mit Freigefälle-Leitungen messen lassen muß. Dabei spielt die Zuverlässigkeit der beweglichen Teile, also der Pumpen, Ventile und Stelleinrichtungen eine entscheidende Rolle. Um einen störungsfreien Betrieb der vorgeschlagenen Vakuum-Entwässerungsanlagen zu gewährleisten, ist in weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, daß die Stelleinrichtung zur Änderung der Öffnungsweite der Belüftungsöffnung aus einem mit dem Unterdruck der Vakuumleitung beaufschlagbaren Membrankolben besteht, welcher bei fallendem absoluten Druck ein Ventilglied gegen eine Rückstellfeder in eine die Belüftungsöffnung verkleinernde Stellung zieht. Dabei ist zweckmäßigerweise die Leitungsverbindung zwischen der Vakuumleitung und einem vom Membran-

kolben begrenzten Hohlraum mit einer Drosselstelle ausgebildet, so daß jeweils erst eine bestimmte Zeit verstreicht, bis sich eine Druckänderung in der Vakuumleitung dem Membrankolben mitteilt. Kurzfristige Druckänderungen, wie sie insbesondere beim Öffnen der Absaugventile an den Hausanschlußleitungen auftreten, beeinflussen demnach die Regelung der Belüftungsöffnung nicht. Zur Anpassung an die unterschiedlichen Gegebenheiten verschiedener Entwässerungsanlagen sowie verschiedener Vakuumleitungen derselben Entwässerungsanlage ist die Öffnungsweite der Drosselstelle vorzugsweise einstellbar. Eine weitere individuelle Einstellmöglichkeit besteht in bevorzugter praktischer Ausführung der Erfindung darin, daß die Länge einer Steuerstange zwischen dem Membrankolben und dem Ventilglied einstellbar ist. Damit kann die größte Öffnungsweite der Belüftungsöffnung eingestellt werden. Insgesamt wird man als regelbaren lichten Querschnitt einer Belüftungsöffnung einen Bereich von etwa 3 bis 700 mm<sup>2</sup> wählen. Es kann auch vorgesehen sein, daß sich die Belüftungsöffnung bei bestimmten Betriebszuständen ganz schließt.

Eine Vakuum-Entwässerungsanlage hat normalerweise in bestimmten Abständen an den Vakuumleitungen angeordnete, aufsteigende Inspektionsrohre, die normalerweise durch abnehmbare Verschlußkappen dicht abgedeckt sind. Bei den Hausanschlüssen befinden sich in Strömungsrichtung hinter dem Absaugventil Hausabsperreinrichtungen, deren Verschlußorgane in der Zwischenzeit zwischen dem Bau einer Entwässerungsanlage und dem Anschluß eines Hauses die Verbindung zur Vakuumleitung absperren. Es ist bekannt, die oberen Enden der Inspektionsrohre und die Inspektionsöffnungen an den Hausabsperreinrichtungen identisch auszubilden. Diese Tatsache wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung ausgenutzt, in dem vorgeschlagen wird, daß die Belüftungsöffnung, das Ventilglied, die Stelleinrichtung und die Leitungsverbindung zur Stelleinrichtung eine Baueinheit mit einer auf ein Inspektionsrohr an einer Vakuumleitung passenden Verschlußkappe bilden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Dort ist das äußerste, d. h. am weitesten von einer Vakuumstation entfernte Ende einer Vakuumleitung 10 dargestellt, die z. B. einen Innendurchmesser von 75 bis 220 mm haben kann und normalerweise aus Kunststoff besteht. An die im weiteren Verlauf in der Erde abwechselnd steigend und mit Gefälle verlegte Vakuumleitung 10 ist ein Steigrohr 12 angeschlossen, welches z. B. ein herkömmliches Inspektionsrohr oder ein zu einer Hausabsperreinrichtung führendes Steigrohr mit beispielsweise einem Innendurchmesser von 40

mm sein kann. Das abgebrochen dargestellte Steigrohr 12 wird am oberen Ende durch ein kapfenförmiges Endstück 14 dicht abgeschlossen. Dieses Endstück paßt auch auf andere Inspektionsrohre und Steigrohre an Hausanschlüssen.

Auf das Endstück 14 ist über ein Zwischenstück 16 ein Zylinder 18 aufgeschweißt oder aufgeklebt. Auch diese Teile bestehen vorzugsweise aus Kunststoff und bilden im Beispielsfall eine Verlängerung des Steigrohrs 12. In der oberen Endwand 20 des Zylinders 18 befindet sich eine Anschlußöffnung 22, an die eine Verbindungsleitung 24 zum Steigrohr 12 angeschlossen ist. Der am unteren Ende durch eine Membran 26 abgeschlossene innere Hohlraum des Zylinders 18 wird also über die Verbindungsleitung 24 und die Anschlußöffnung 22 ständig mit dem in der Vakuumleitung herrschenden Unterdruck beaufschlagt. Während dieser die Membran 26 nach oben zu ziehen bestrebt ist, drückt eine im Zylinder 18 eingespannte Druckfeder 28 die Membran 26 in Richtung nach unten. Mit der Membran 26 ist eine sich nach unten erstreckende Steuerstange 30 verbunden, die ein kegelstumpfförmiges Ventilglied 32 trägt, welches bei Bewegung der Membran 26 eine Belüftungsöffnung 34 in der Stirnwand des Endstücks 14 mehr oder weniger weit verschließt. Die Belüftungsöffnung 34 kann, wie gezeigt, zylindrisch, alternativ aber auch zum Ventilglied 32 passend konisch ausgebildet sein. Die Steuerstange 30 ist zweckmäßigerweise in ihrer Länge verstellbar, indem sie z. B. aus wenigstens zwei axial relativ zueinander verstellbaren Teilen besteht oder z. B. unterschiedlich tief in den Ventilkörper 32 einschraubbar ist.

Wenn das Zwischenstück 16 rohrförmig ist, müssen daran ein oder mehrere Löcher 36 vorhanden sein, damit der Innenraum der Vakuumleitung 10 bei geöffneter Belüftungsöffnung 34 mit der Außenatmosphäre in Verbindung steht.

Die Empfindlichkeit bzw. Reaktionsträgheit der aus den Teilen 18 und 26 bis 30 bestehenden Stelleinrichtung für die in ihrer Öffnungsweite regelbare Belüftungsöffnung 34 kann mittels einer einstellbaren Drosselstelle 38 an der Anschlußöffnung 22 verändert werden. Die Einstellung erfolgt z. B. mittels einer Stellschraube 40, die je nach gewünschter Trägheit mehr oder weniger tief in den freien Querschnitt der Verbindungsleitung 24 am Anschluß 22 eingeschraubt wird.

Die vorstehend beschriebene Belüftungseinrichtung bedarf nach der Montage innerhalb langer Intervalle keiner Wartung. Die Vakuum-Entwässerungsanlagen der eingangs genannten Art können grundsätzlich in demselben Unterdruckbereich betrieben werden wie bisher. Da die im Beispielsfall beschriebene Stelleinrichtung 18, 26 bis 30 als Antriebsquelle den Unterdruck in

der Vakuumleitung 10 ausnutzt, entfallen Komplikationen im Zusammenhang mit einer besonderen Energiezufuhr. Dennoch besteht grundsätzlich die Möglichkeit, als Stelleinrichtung für die vorgeschlagenen regelbaren Belüftungsöffnungen elektrisch bzw. elektronisch gesteuerte Stelleinrichtungen zu verwenden, bei denen Druck- oder Wasserstandsfühler Signale erzeugen, die in elektrische Steuersignale für die Stelleinrichtung umgesetzt werden.

Bis hierher ist vorstehend davon ausgegangen worden, daß die genannten Belüftungsöffnungen 34 bei Vakuum-Entwässerungsanlagen zur Anwendung kommen, bei denen die Absaugventile jeweils durch eine pneumatische Steuereinrichtung geöffnet und geschlossen werden, wie sie z.B. in der DE-PS 24 62 295 und der DE-OS 35 25 729 gezeigt und beschrieben sind. Dabei wird bei einem bestimmten maximalen Wasserstand in einem Sammelbehälter vor dem Absaugventil, möglichst über ein Luftpolster in einer sich vom Sammelbehälter nach oben erstreckenden Steigleitung - ein pneumatisches Schaltventil geöffnet, welches einerseits direkt oder indirekt das Öffnen des Absaugventils auslöst und andererseits eine pneumatische Zeitschalteneinrichtung in Gang setzt, die nach einer bestimmten Zeitdauer das Absaugventil wieder schließt. Die Zeitdauer ist so eingestellt, daß das bei einem Öffnungsvorgang eines Absaugventils zusammen mit dem Abwasser in die Vakuumleitung eingelassene Luftvolumen das 2-bis 15-fache der eingelassenen Abwasserportion beträgt. Während gemäß der DE-PS 24 55 551 dieses Luftvolumen jeweils nach der Abwasserportion in die Vakuumleitung eingelassen wird, sieht die DE-OS 35 25 729 vor, daß der größere Teil des bei jedem Öffnungsvorgang eines Absaugventils eingelassenen Luftvolumens bereits vor und/oder während des Einsaugens der Abwasserportion in die Vakuumleitung eingelassen wird.

Auch bei der hier vorgeschlagenen Vakuum-Entwässerungsanlage beträgt über eine längere Zeitdauer das insgesamt in die Vakuumleitung eingelassene Luftvolumen vorzugsweise das 2-bis 15-fache des insgesamt eingelassenen Abwasservolumens. Da jedoch ein großer Teil der Luft durch die beschriebenen Belüftungsöffnungen 34 in die Vakuumleitung eintritt, kann das jeweils beim Öffnen eines Absaugventils eingelassene Luftvolumen wesentlich kleiner sein als früher. Diese Aufteilung der Luftzufuhr auf die Absaugventile an den Hausanschlüssen und auf die Belüftungsöffnungen 34 hat nicht nur den Vorteil der besseren Wirtschaftlichkeit, weil die Luftzufuhr über die Belüftungsöffnungen 34 wegen deren Regelung minimiert werden kann, sondern auch noch den

weiteren Vorteil, daß die bisher beim Öffnen des Absaugventils an einem Hausanschluß auftretenden starken Geräusche, die durch das Einsaugen von Luft verursacht wurden, nunmehr verringert werden.

Die bekannten pneumatischen Steuereinrichtungen mit Zeitschalteneinrichtungen hatten bisher immer die Funktion, das Absaugventil so lange geöffnet zu halten, daß alles Abwasser, was sich im Sammelbehälter vor einem Absaugventil angesammelt hatte, abgesaugt und anschließend auch noch eine bestimmte Luftmenge in die Vakuumleitung nachströmen konnte. Es hat sich nun überraschend gezeigt, daß bei der erfindungsgemäßen Vakuum-Entwässerungsanlage mit regelbaren Belüftungsöffnungen auf die Steuereinrichtungen mit Zeitschalteneinrichtungen verzichtet werden kann. Es genügt ein durch den Wasserdruck im Sammelbehälter vor dem Absaugventil oder den Luftdruck in einem an den Sammelbehälter angeschlossenen Steigrohr betätigtes Schaltventil, wie dieses gemäß DE-PS 24 62 295 am Eingang der bekannten Steuereinrichtungen für das Absaugventil eingesetzt wurde, um bei einem bestimmten maximalen Wasserstand im Sammelbehälter das Öffnen des Absaugventils auszulösen, und unmittelbar nach dem vollständigen oder teilweisen Absaugen des Abwassers aus dem Sammelbehälter das Absaugventil wieder zu schließen. Wenn während des Hindurchströmens des Abwassers durch das Absaugventil gleichzeitig auch Luft mit eingepert wird, wie dies in der DE-OS 35 25 729 beschrieben ist, gibt es nach dem Durchlaß des Abwassers beim Schließen des Absaugventils keinen harten Schlag, sondern das mit Luft durchsetzte Abwasser kann bei leicht geneigter Anschlußleitung vom Haus zur Haupt-Vakuumleitung unter der Straße mit gebremster Strömungsgeschwindigkeit dorthin fließen. Die vor der Abwasserportion durch das Absaugventil eingelassene Luftmenge beträgt vorzugsweise etwa 10 bis 25 % und die gleichzeitig mit der Abwasserportion in Form von Blasen und Perlen durch das Absaugventil einströmende Luftmenge vorzugsweise etwa 30 bis 50 % des Wasservolumens der Abwasserportion. Der Rest der insgesamt zum Betrieb der Entwässerungsanlage benötigten Luft, wird auch in diesem Fall, wo die Absaugventile nicht durch eine Zeitschalteneinrichtung während einer bestimmten Zeitdauer, sondern nur bis zum vollständigen oder teilweisen Absaugen des vor den Ventilen angesammelten Abwassers offen gehalten werden, durch die regelbaren Belüftungsöffnungen eingegeben. Insgesamt beträgt damit über eine längere Zeitdauer das Luftvolumen auch wieder das 2-bis 15-fache des Abwasservolumens. Unter gleichen Bedingungen ist der Luftverbrauch jedoch geringer, und die Anlage

arbeitet trotzdem störungsfreier als eine herkömmliche vergleichbare Anlage ohne den einfachen automatischen Regelmechanismus mittels der beschriebenen Belüftungsöffnungen 34.

Es hat sich bei praktischen Versuchen gezeigt, daß eine erfindungsgemäße Entwässerungsanlage mit regelbaren Belüftungsöffnungen 34 dann besonders gut funktioniert, wenn die in üblicher Weise aus Kunststoffrohren mit im wesentlichen demselben Durchmesser wie bei bekannten derartigen Entwässerungsanlagen bestehende Vakuumleitung bei der Verlegung im Rohrgraben jeweils in Abständen von etwa 20 bis 30 m derart unterfüttert wird, daß in der Leitung ein Hochpunkt entsteht, der etwa 15 bis 20 cm höher liegt als die in etwa 10 bis 15 m Entfernung davon liegenden Tiefpunkte der Leitung. Letztere bilden die Senken, in denen sich bei der erfindungsgemäßen Anlage nicht so viel Abwasser in Pfropfenform ansammeln kann wie bei herkömmlichen Unterdruck-Entwässerungsanlagen, weil die durch die Belüftungsöffnungen kontinuierlich einströmende Luft ein entsprechendes Volumen Abwasser aus der Leitung verdrängt. Die bei dieser bevorzugten Art der Verlegung der Vakuumleitung gebildeten benachbarten ansteigenden und abfallenden Leitungsabschnitte sind im wesentlichen gleich lang, wenn die Leitung auf einer bestimmten Strecke insgesamt bzw. im Mittel etwa horizontal, - schwach ansteigend oder schwach abfallend verlegt ist.

Die selbsttätige Regelung der Luftzufuhr der erfindungsgemäßen Entwässerungsanlage kann noch dadurch verbessert und ergänzt werden, daß durch eine entsprechende Stalleinrichtung, wie oben in Verbindung mit den Belüftungsöffnungen 34 beschrieben, das Schaltventil, welches das Öffnen des Absaugventils auslöst, je nach der momentanen Stärke des Unterdrucks in Schließrichtung vorbelastet wird, wie in der Europäischen Patentanmeldung 87104153.9 beschrieben, so daß es bei schwächerem Unterdruck - schon eher, d.h. bei einem niedrigeren Wasserstand im Sammelbehälter vor einem Absaugventil geöffnet wird als bei einem kräftigen Unterdruck in der Vakuumleitung. Dies bedeutet, daß bei einer beginnenden "Verstopfung" der Vakuumleitung durch zuviel Abwasser nicht nur durch weiter geöffnete Belüftungsöffnungen 34, sondern auch durch häufigeres Öffnen der Absaugventile mehr Luft in die Vakuumleitung eingelassen und auch der Gleichzeitigkeitsfaktor verbessert wird. Die bei im wesentlichen gleichzeitig öffnenden Absaugventilen entstehenden Druckstöße infolge eines plötzlich stark vergrößerten Luftstroms haben es nunmehr sehr viel leichter, die ständig von Luft durchperlten Wasserpfropfen in den Senken der Leitung zu beschleunigen und über den nächsten

Hochpunkt oder gleich über mehrere Hochpunkte hinweg zu treiben, da die Masse der mit Luft durchsetzten Wasserpfropfen wesentlich kleiner ist als die von nur aus Abwasser bestehenden Pfropfen gleicher Größe. Hinzu kommt, daß die bei der erfindungsgemäßen Entwässerungsanlage ständig mit Luft durchsetzten Wasserpfropfen bei der Bewegung längs der Leitung eine wesentlich geringere Rohrreibung haben, was ebenfalls zu ihrer besseren Beschleunigung und höheren Transportgeschwindigkeit beiträgt.

Noch ein weiterer Vorteil der neuen Entwässerungsanlage ist darin zu sehen, daß in der Vakuumleitung ständig eine Gas- und Flüssigkeitsströmung zur Vakuumstation hin herrscht. Diese gibt einer aus einem Hausanschluß in Querrichtung einströmenden Abwasserportion sofort die richtige Umlenkung zur Vakuumstation hin, wodurch das früher oft zu beobachtende Strömen in Rückwärtsrichtung wirksam vermieden wird.

Die große praktische Bedeutung der Erfindung erhellt daraus, daß bei Vakuum-Entwässerungsanlagen für Wohnsiedlungen im 24-Stunden-Zyklus nur während etwa vier bis fünf Stunden soviel Abwasser anfällt, daß die Absaugventile häufig genug öffnen, um infolge des dann auftretenden Gleichzeitigkeitsfaktors mit einer einwandfreien Funktion der Anlage rechnen zu können. Dagegen sind bei den herkömmlichen Vakuum-Entwässerungsanlagen ca. 80 % der gesamten Betriebsdauer Problemzeiten, weil die Absaugventile nur selten betätigt werden. Will man auch in diesen Zeiten ohne zusätzliche Belüftungsöffnungen genügend Luft in das Leitungssystem einführen, müssen die Absaugventile bei jedem Öffnungsvorgang sehr lange geöffnet bleiben, so daß jedesmal sehr viel Luft einströmen kann. Dies hat aber wieder den Nachteil, daß man in den Zeiten, wo die Absaugventile mit höherer Frequenz betätigt werden, mit einem großen, unwirtschaftlichen Luftüberschuß arbeitet. Die vorgeschlagene Vakuum-Entwässerungsanlage sorgt demgegenüber durch stärkere Drosselung an den regelbaren Belüftungsöffnungen für einen sparsameren Luftverbrauch während der aktiven Tageszeiten und durch Vergrößerung der Belüftungsöffnungen 34 für eine bessere Funktionsweise während der problematischen Ruhezeiten.

Hinsichtlich des beschriebenen Ausführungsbeispiels sei angemerkt, daß die Erfindung nicht auf die in der Zeichnung gezeigte Ausführung beschränkt ist. Beispielsweise können die gezeigten Teile auch umgekehrt derart angeordnet werden, daß ein z.B. konischer Ventilkörper 32 mit der Spitze nach unten weist und durch eine auf ihrer Unterseite mit dem System-Unterdruck beaufschlagte Membran 26 bei zuneh-

mend stärkerem Vakuum weiter in Schließrichtung in die Öffnung 34 geschoben wird. Die Leitung 24 und die Öffnung 36 sind in diesem letzteren Fall derart anzuordnen, daß die Membran 26 auf ihrer Oberseite der Außenatmosphäre und auf ihrer Unterseite dem Vakuum ausgesetzt ist.

## Ansprüche

1. Vakuum-Entwässerungsanlage mit einem oder mehreren unter Unterdruck stehenden Sammel tanks und daran angeschlossenen, abwechselnd steigend und mit Gefälle verlegten Vakuumleitungen, an die unter normalem Druck stehende Anschlußleitungen der zu entwässernden Einheiten jeweils über ein Absaugventil angeschlossen sind, welches selbsttätig öffnet, wenn sich eine bestimmte Wassermenge von 5 bis 40 Liter davor angesammelt hat, und bei jedem Öffnungsvorgang zusammen mit dem Abwasser Luft in die Vakuumleitung einläßt, wobei wenigstens eine von einer Stelleinrichtung in Abhängigkeit vom Wasserstand oder Druck an einer bestimmten Stelle der Vakuumleitung gesteuerte Belüftungsöffnung an der Vakuumleitung angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Öffnungsweite der Belüftungsöffnung (34) kontinuierlich oder in mehreren Stufen innerhalb eines Bereiches regelbar ist, in welchem so geringe Mengen Luft einströmen, daß diese durch in der Vakuumleitung (10) stehende Wassersäulen hindurchperlt.

2. Entwässerungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens eine Belüftungsöffnung (34) am äußeren Ende einer Vakuumleitung (10), vor einem Steigungsabschnitt oder Düker oder zwischen einer größeren Zahl von nahe einem Sammel tank angeschlossenen Anschlußleitungen und einer kleineren Zahl von weiter vom Sammel tank entfernten Anschlußleitungen angeordnet ist.

3. Entwässerungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stelleinrichtung (18, 26-30) zur Änderung der Öffnungsweite der Belüftungsöffnung (34) einen mit dem Unterdruck der Vakuumleitung (10) beaufschlagbaren Membrankolben (26) aufweist, welcher bei abfallendem absoluten Druck ein Ventilglied (32) gegen eine Rückstellfeder (28) in eine die Belüftungsöffnung (34) verkleinernde Stellung zieht.

4. Entwässerungsanlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Leitungsverbindung (24) zwischen der Vakuumleitung (10, 12, 14) und einem vom Membrankolben (26) begrenzten Hohlraum (18) mit einer Drosselstelle (38) ausgebildet ist.

5. Entwässerungsanlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Öffnungsweite der Drosselstelle (38) und/oder die Länge einer Steuerstange (30) zwischen dem Membrankolben (26) und dem Ventilglied (26) einstellbar ist.

6. Entwässerungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Belüftungsöffnung (34) das Ventilglied (32), die Stelleinrichtung (18, 26-30) und die Leitungsverbindung (24) eine Baueinheit mit einer auf ein Inspektionsrohr (12) an einer Vakuumleitung (10) passenden Verschlusskappe (14) bilden.

7. Verfahren zum Betreiben einer Vakuum-Entwässerungsanlage nach Anspruch 1 mit einem oder mehreren unter Unterdruck stehenden Sammel tanks und daran angeschlossenen, abwechselnd steigend und mit Gefälle verlegten Vakuumleitungen, an die unter normalem Druck stehende Anschlußleitungen der zu entwässernden Einheiten jeweils über ein Absaugventil angeschlossen sind, welches selbsttätig geöffnet wird, wenn sich eine bestimmte Wassermenge von 5 bis 40 l davor angesammelt hat, und außer einer bei jedem Öffnungsvorgang zusammen mit dem Abwasser in die Vakuumleitung einströmenden Luftmenge zusätzliche Luft über eine Belüftungsöffnung in die Vakuumleitung eingelassen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß über die Belüftungsöffnung kontinuierlich eine in Abhängigkeit vom Wasserstand oder Druck in der Vakuumleitung geregelte geringe Menge Luft eingelassen wird, welche durch in der Vakuumleitung stehende Wassersäulen hindurchperlt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Öffnen eines Absaugventils nur vor und/oder während des Einlassens von Abwasser in die Vakuumleitung Luft über das Absaugventil in diese eingelassen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Öffnen eines Absaugventils darüber höchstens etwa dasselbe Volumen Luft wie Abwasser in die Vakuumleitung eingelassen wird, und über einen längeren Zeitraum das durch die Belüftungsöffnungen eingelassene Volumen Luft größer ist als das über die Absaugventile eingelassene Volumen Abwasser.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Absaugventile bei stärkerem Unterdruck in der Vakuumleitung erst geöffnet werden, nachdem sich eine größere Wassermenge vor ihnen angesammelt hat als bei schwächerem Unterdruck.

