(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 269 998**
A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 87117454.6

(51) Int. Cl.4: C06B 21/00 , B01F 3/08

(22) Anmeldetag: 26.11.87

(30) Priorität: 03.12.86 DE 3641207

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.88 Patentblatt 88/23

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: Josef Meissner GmbH & Co.
Bayenthalgürtel 16-20
D-5000 Köln 51(DE)

(72) Erfinder: Gebauer, Hans-Jürgen
Richard-Wagner-Platz 12
D-5210 Troisdorf(DE)

(74) Vertreter: Eggert, Hans-Gunther, Dr.
Räderscheidtstrasse 1
D-5000 Köln 41(DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Lagern von flüssigen Explosivstoffen in Form einer Wasseremulsion.

(57) Bei den bekannten Verfahren und Vorrichtungen wird der Explosivstoff für den Weitertransport zur Verarbeitungsstelle durch mechanische Separation aus der Emulsion entfernt, was beim Weitertransport erhebliche Gefahren mit sich bringt. Ein Weitertransport der unveränderten Explosivstoff-Wasser-Emulsion wäre zwar weitgehend ungefährlich, jedoch wegen der verhältnismäßig großen Wassermengen mit einem hohen Aufwand verbunden. Zur Beseitigung dieser Schwierigkeiten wird die Explosivstoff-Wasser-Emulsion in einem Behälter gelagert, der aus zwei über einen Bodenspalt miteinander verbundenen und bis zu einer vorgegebenen Höhe mit Wasser gefüllten Teilen gebildet ist, wobei der eine Behälterteil mit einem Umwälzorgan versehen ist und in diesen unter fortwährendem Umwälzen der Explosivstoff oder eine Explosivstoff-Wasser-Emulsion eingetragen wird, der andere Behälterteil am Boden mit einer Öffnung zur Entnahme der in vorgesehenem Maße aufkonzentrierten Emulsion versehen und mit seinem oberen Bereich an eine Wasserzufuhrleitung angeschlossen ist.

EP 0 269 998 A2

Verfahren und Vorrichtung zum Lagern von flüssigen Explosivstoffen in Form einer Wasseremulsion

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Lagern von flüssigen Explosivstoffen in Form einer Emulsion in Wasser.

Zum Lagern von Explosivstoffen in Form einer Wasseremulsion sind verschiedene Verfahren und Vorrichtungen bekannt. Diese weisen Einrichtungen, z.B. einen mechanischen Separator auf, durch welche der Explosivstoff für den Weitertransport an die Verarbeitungsstelle aus der Emulsion entfernt wird. Dies hat zur Folge, daß in diesen Scheideeinrichtungen reiner Explosivstoff vorliegt, dessen Weitertransport mit erheblichen Gefahren verbunden ist. Von Nachteil ist dabei auch, daß sich die Scheideeinrichtungen nicht automatisch den unterschiedlichen Konzentrationen der Emulsion anpassen können, wobei man voraussetzen kann, daß die Abnahme des Explosivstoffes konstant sein sollte.

Die genannten Schwierigkeiten können zwar dadurch vermieden werden, daß man die Explosivstoff-Wasser-Emulsion unverändert weitertransportiert. Das bedeutet aber nicht nur einen verhältnismäßig großen Aufwand für den gleichzeitigen zwangsweisen Transport verhältnismäßig großer Wassermengen, sondern auch einen relativ hohen Aufwand für das Scheiden des Wassers von Explosivstoff am Empfangsort.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einerseits die vorstehend erwähnten Gefahren, andererseits aber auch den unnötig großen Transport von Wasser und den damit verbundenen hohen Aufwand zur Scheidung am Empfangsort zu vermeiden.

Die der Erfindung zugrundeliegende Auffgabe wird durch das in Anspruch 1 angegebene Verfahren und durch die in Anspruch 6 beschriebene Vorrichtung gelöst. Die Unteransprüche beschreiben zweckmäßige Weiterbildungen des Verfahrens bzw. der Vorrichtung.

Durch das erfindungsgemäße Vorgehen wird erreicht, das stets eine Explosivstoff-Wasser-Emulsion zur Weiterleitung bereitsteht, die einerseits so viel Wasser enthält, daß Gefahren beim Weitertransport mit Sicherheit vermieden sind, die andererseits aber nur so wenig Wasser enthält, daß jeglicher Aufwand für den Transport und das spätere Ausscheiden überschüssigen und damit überflüssigen Wassers vermieden wird. Durch die Verbindung des Emulsionsteils über den Bodenspalt mit dem Konzentrationsteil ergibt sich ein in dynamischem Zustand befindliches System, bei dem

$$H \cdot \rho_w \cong h_1 \cdot \rho_E$$

ist, wobei H die Höhe des Wassers im Konzentrationsteil, h_1 die Höhe der Emulsion im Emulsionsteil sowie ρ_w und ρ_E die Dichte des Wassers bzw. der Emulsion bedeuten.

Entsprechend der Intensität des Umwälzvorgangs im Emulsionsteil und gegebenenfalls noch unterstützt durch eine schwache Neigung des Bodens des Emulsionsteils zum Bodenspalt hin tritt ein mehr oder weniger großer Teil der die größere Dichte aufweisenden Emul sion durch den in angemessener Weise bemessenen Bodenspalt hindurch in den unteren Teil des mit stehendem Wasser gefüllten Konzentrationsteils über. Da in diesem Konzentrationsteil ein Umwälzen der Flüssigkeit nicht erfolgt, kann der die höhere Dichte aufweisende Explosivstoff sich zunehmend im Wasser absetzen, d.h. die Emulsion konzentriert sich. Dieser Vorgang findet solange statt, bis die Konzentration der Emulsion in Übereinstimmung mit den gewählten Vehältnissen den vorgegebenen bzw. vorbestimmten Wert erreicht hat.

Wird dem Konzentrationsteil des Behälters keine vorkonzentrierte Explosivstoff-Wasser-Emulsion entnommen, so fließt diese infolge ihrer höheren Dichte wieder in den Emulsionsteil zurück und wird in diesem erneut emulgiert.

Wird dagegen dem Konzentrationsteil vorkonzentrierte Emulsion entnommen, setzt sich der vorstehend beschriebene Vorgang in entsprechender Weise fort.

Die Dynamik des Systems läßt sich noch dadurch verbessern, daß in der Trennwand in einer unterhalb der Flüssigkeitsspiegel befindlichen Höhe h_2 eine oder mehrere Öffnungen, beispielweise Bohrungen, Schlitze oder dergleichen vorgesehen werden.

Die Höhe h_1 der Emulsion wird aus dem statischen Anteil und dem dynamischen Anteil des Strömungsverlustes durch die Öffnung in der Höhe h_2 dann wie folgt definiert:

$$h_1 = \frac{H \cdot \rho_W}{\rho_E} + \frac{h_2 \cdot \varphi^2 \left(1 - \frac{\rho_W}{\rho_E}\right)}{1 + \varphi^2}$$

wobei φ den Konzentrationsfaktor an der bzw. den Öffnungen darstellt.

An der bzw. den Öffnungen wird somit eine Strömungsgeschwindigkeit von

$$w = \varphi \sqrt{\frac{2gh_2}{1+\varphi^2}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_E}{\rho_w} - 1}$$

erhalten.

Da der erste Wurzelausdruck bei einer gegebenen Höhe h_2 eine Konstante darstellt, steigt demnach die Strömungsgeschwindigkeit mit steigendem spezifischen Gewicht der Emulsion. Daraus ergibt sich, daß bei weniger Explosivstoff in der Wasseremulsion weniger Wasser durch die Öffnung bzw. Öffnungen in den Emulsionsteil fließt und somit auch weniger Emulsion durch den Bodenspalt in den Konzentrationsteil kommt. Das wiederum bedeutet, daß einer dünneren Emulsion im Konzentrationsteil eine längere Konzentrationszeit zur Verfügung steht als einer dickeren Emulsion. Durch die Bemessung der Höhe h_2 hat man es in der Hand, die Steilheit des Anstieges der Strömungsgeschwindigkeit zu beeinflussen, also die Konzentrationszeit und die Durchflußmenge im Konzentrationsteil in der gewünschten Weise einzustellen und den gewünschten Verhältnissen anzupassen.

Durch eine Dichtemessung im Emulsionsteil, deren Bereich von 0 bis 1 definiert wird, nämlich 0 für reines Wasser und 1 für reinen Explosivstoff, läßt sich die Dichte der Emulsion ρ_E bestimmen nach der Formel:

$$\rho_E = \rho_w + \Delta LH \, (\rho \text{ Expl.} - \rho w)$$

wobei ρ Expl. und ρ_w die Dichte des reinen Explosivstoffs bzw. des reinen Wassers und ΔLh die Höhendifferenz zwischen zwei Dichtemeßfühlern im Emulsionsteil bedeuten.

Die Gesamtmenge des Explosivstoffes im Konzentrationsteil ergibt sich dann aus

$$M \text{ Expl.} = \text{Fläche}_E \cdot \Delta Lh \cdot h_1 \cdot \rho \text{ Expl.}$$

wobei die Fläche_E die Querschnittsfläche des Emulsionsteils und die anderen Größen die schon genannte Bedeutung haben.

Die Erfindung ist in der Zeichnung in einem Ausführungsbeispiel gezeigt und wird anhand dieses nachstehend erläutert.

Der Behälter 1 ist durch die Trennwand 2 unter Belassung eines Bodenspaltes 3 in den Emulsionsteil 4 und den Konzentrationsteil 5 unterteilt. Der Boden 6 des Emulsionsteils 4 ist nach dem Bodenspalt 3 zu unter einem flachen Winkel schwach abfallend ausgebildet.

In den Emulsionsteil 4 mündet die Leitung 7 für die Einleitung von Explosivstoff bzw. Explosivstoff-Wasser-Emulsion sowie die beiden Meßfühler 8 und 9 der Dichtemeßeinrichtung 10. Ferner ist im Emulsionsteil 4 die hier als zweistufiger Rührer ausgebildete Umwälzeinrichtung 11 angeordnet, die in bekannter Weise mittels des schematisch angedeuteten Antriebs 12 angetrieben wird.

In den Konzentrationsteil 5 mündet die Leitung 13 mit Regelventil 14 für die Einleitung von Wasser. Ferner ist im Konzentrationsteil 5 die Niveauregeleinrichtung 15, 15a mit Überlauf 16 vorgesehen. Wie durch die strichpunktierte Linie dargestellt, ist die Niveauregeleinrichtung mit dem Regelventil 14 funktionsmäßig verbunden. Am unteren Ende des Konzentrationsteils 5 ist nahe dem Boden 17 die Auslaßöffnung bzw. der Anschlußstutzen 18 für die Entnahme von aufkonzentrierte Emulsion vorgesehen. Ferner weist der Konzentrationsteil 5 den Anschlußstutzen 19 auf.

Die Trennwand 2 ist mit einer oder mehreren Öffnungen 20 von kreisförmigem, schlitzförmigem oder anders gestalteten geeigneten Querschnitt versehen.

Der Betrieb der beschriebenen Einrichtung erfolgt in der Weise, daß zunächst der Behälter 1 über die Leitung 13 bis zu einem vorgegebenen Niveau mit Wasser gefüllt wird. Daraufhin wird das Rührwerk 11, 12 in Betrieb gesetzt und über die Leitung 7 der Explosivstoff bzw. die Explosivstoffe-Wasser-Emulsion in den Emulsionsteil 4 eingebracht. Um hydraulische Schocks auf den Explosivstoff zu vermeiden, wird zweckmäßig die Drehzahl des Rührwerkes 11, 12 langsam, beispielsweise über einen Zeit raum von ca. 20 Sekunden, bis zur vorgesehenen Solldrehzahl hochgefahren und im Emulsionsteil 4 eine Explosivstoff-Wasser-Emulsion vorbestimmter Dichte erzeugt.

Unter dem Einfluß des Rührwerkes 11, 12 tritt in der Folge Emulsion vom Emulsionsteil 4 über den Bodenspalt 3 in den Konzentrationsteil 5 über. Da in diesem ein Umwälzen bzw. Rühren nicht vorgenommen wird, hat die Emulsion Gelegenheit, sich unter Absetzbewegung des Explosivstoffes in gewünschter Weise auf zu konzentrieren.

Nach Erreichen der gewünschten Konzentration kann die Emulsion über die Entnahmeöffnung 18 abgezogen und zur Weiterverarbeitung weitergeleitet werden.

Durch Anschluß der beschriebenen Einrichtung über die Stutzen 18 und 19 an eine Vorrichtung zum Fördern von flüssigen Explosivstoffen nach der DE-PS 20 55 093 wird z.B. ein System erhalten, bei dem zu jeder Zeit nur emulgierter Explosivstoff vorliegt, und somit das Risiko minimiert ist, aber in definierter Weise vorkonzentrierter Explosivstoff einem Transportinjektor zugeleitet wird, wobei verbrauchtes Wasser über die Niveauregelung 15, 15a und gegebenenfalls ausgetragener Explosivstoff in Form reinen Explosivstoffes oder in Form einer Explosivstoff-Wasser-Emulsion über die Leitung 7 ersetzt wird, je nachdem, ob ein chargenweiser, diskontinuierlicher oder aber ein kontinuierlicher Betrieb vorgesehen bzw. vorgenommen wird.

Die in der Zeichnung dargestellten Verhältnisse sind nur beispielhaft aufzufassen. So kann es sich als zweckmäßig oder notwenig erweisen, je nach Art des beteiligten Explosivstoffes eine mehr oder wenige große Dichte der Emulsion im Emulsionsteil 4, oder auch eine mehr oder weniger starke Aufkonzentration im Konzentrationsteil 5 zu realisieren, womit sich für die Größen H, h_1 und ΔH entsprechend andere Werte ergeben. In Übereinstimmung mit und in Abstimmung auf die jeweils gültigen Voraussetzungen können selbstverständlich auch die Form und das Volumen des Behälters 1 sowie die Querschnittsverhältnisse von Emulsionsteil 4 zu Konzentrationsteil 5 entsprechend variiert werden. Variabel ist selbstverständlich auch die Größe Δ Lh, wie auch das untere Ende der Leitung 7 anders als gezeigt positioniert sein kann. Entsprechendes gilt ebenso für die Anordnung des Anschlußstutzens 19, bei der es nur darauf ankommt, daß sie so vorgenommen wird, daß bei Anschluß der erfindungsgemäßen Einrichtung an die Vorrichtung gemäß der DE-PS 20 55 093 der Anschlußstutzen 19 in einem Bereich bleibt, in welchem sich im Konzentrationsteil 5 stets reines Wasser befindet. Der Anschlußstutzen 19 könnte dementsprechend also beispielsweise auch auf einem oberhalb der Öffnung(en) 20 befindlichen Niveau vorgesehen sein.

Entsprechend des jeweils verwendeten Explosivstoffes sowie der für diesen als zweckmäßig erachteten Dichte der Emulsion im Emulsionsteil 4 sowie deren Konzentration im Konzentrationsteil 5 kann es sich auch als zweckmäßig oder notwendig erweisen, die Form und Querschnittsabmessung des Bodenspaltes 3 sowie der Öffnung(en) 20 anders festzulegen.

So kann beispielsweise der Bodenspalt als über die ganze Breite des Behälters 1 reichender Schlitz oder auch als ein nur über einen Teil der Breite des Behälters 1 reichender Schlitz entsprechender größerer Höhe ausgebildet werden. Denkbar ist auch, daß über die Breite des Behälters hinweg mehrere - schlitzförmige Öffnungen vorgesehen werden. In jedem Fall wird die Höhe des Schlitzes unabhängig von dem Volumen der Behälterteile stets so groß bemessen, daß ein Verschließen des Bodenspaltes infolge Oberflächenspannung des Explosivstoffes sicher vermieden wird.

Ähnliche Überlegungen gelten sinngemäß auch in Bezug auf die Öffnung(en) 20, die sowohl in Form eines einzelnen oder mehrerer Schlitze oder aber bevorzugt auch als eine oder mehrere kreisrunde Bohrungen ausgebildet sein kann bzw. können. Von wesentlicher Bedeutung ist es, daß der Gesamtquerschnitt der Öffnung bzw. Öffnungen 20 sowie deren Anordnung in der Höhe h_2 den jeweiligen Verhältnissen entsprechend richtig bemessen bzw. vorgenommen wird.

Zwecks Anpassung an unterschiedliche Verhältnisse, beispielsweise bei Verwendung verschiedener Explosivstoffe, ist es vorteilhaft, den lichten Querschnitt des Bodenspaltes 3 und der Öffnung bzw. Öffnungen 20 veränderbar auszubilden.

Entsprechende Überlegungen ergeben sich selbstverständlich auch in Bezug auf die Neigung des Bodens 6 des Emulsionsteils 4 wie auch in Bezug auf die Querschnittsform des Behälters 1 bzw. der Querschnittsform des Emulsionsteils 4 und des Konzentrationsteils 5. In jedem Falle werden die Verhältnisse stets so getroffen, daß ein einwandfreier Durchfluß von Emulsion aus dem Emulsionsteil 4 in den Konzentrationsteil 5 oder umgekehrt stets so erfolgt, daß unerwünschte Ansammlungen von Explosivstoff, die zu einer unerwünscht hohen Konzentration führen könnten, sicher vermieden sind.

Ansprüche

1. Verfahren zur Lagerung von flüssigen Explosivstoffen in Form einer Wasseremulsion, dadurch gekennzeichnet, daß man zwei nach Art eines kommunizierenden Gefäßes über einen Bodenspalt miteinander verbundene Behälterteile bis zu einer vorgegebenen Höhe mit Wasser füllt, dann das Wasser in dem einen der beiden Behälterteile (Emulsionsteil) fortlaufend umwälzt, daraufhin in diesen Behälterteil eine vorgegebene Menge Explosivstoff oder Explosivstoff-Wasser-Emulsion einbringt und mit dem Umwälzen so lange fortfährt, bis sich im anderen Behälterteil (Konzentrationsteil) eine genügende Menge Emulsion auf das vorgesehene Maß aufkonzentriert hat, und daß schließlich unter gleichzeitiger Zufuhr einer entsprechenden Menge Wasser in den Konzentrationsteil und/oder Explosivstoff bzw. Explosivstoff-Wasser-Emulsion in den Emulsionsteil die aufkonzentrierte Emulsion aus dem Konzentrationsteil nahe dessen Boden entnommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Behälterteile im Bereich unterhalb der Flüssigkeitsspiegel durch eine oder mehrere zusätzliche Öffnungen miteinander verbunden werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsquerschnitt veränderbar ausgebildet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Bodenspaltes veränderbar ausgebildet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden des einen Behälterteils (Emulsionsteil) nach dem Bodenspalt zu schwach geneigt ausgebildet wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch einen mittels einer Trennwand (2) unter Belassung eines Bodenspaltes (3) in zwei nach Art eines kommunizierenden Gefäßes miteinander verbundenen Teile unterteilten Behälters, von denen der eine Teil (Emulsionsteil; 4) mit einem Umwälzorgan (11, 12) versehen und an eine Leitung (7) für die Zufuhr von Explosivstoff-Wasser-Emulsion oder Explosivstoff angeschlossen ist, der andere Teil (Konzentrationsteil; 5) an seinem Boden (17) mit einer Entnahmeöffnung (18) versehen und mit seinem oberen Bereich an eine Leitung (13) für die Zufuhr von Wasser angeschlossen ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwand (2) im oberen Bereich, jedoch unterhalb der jeweiligen Flüssigkeitsspiegel in den Behälterteilen (4, 5) mit wenigstens einer Öffnung (20) versehen ist.

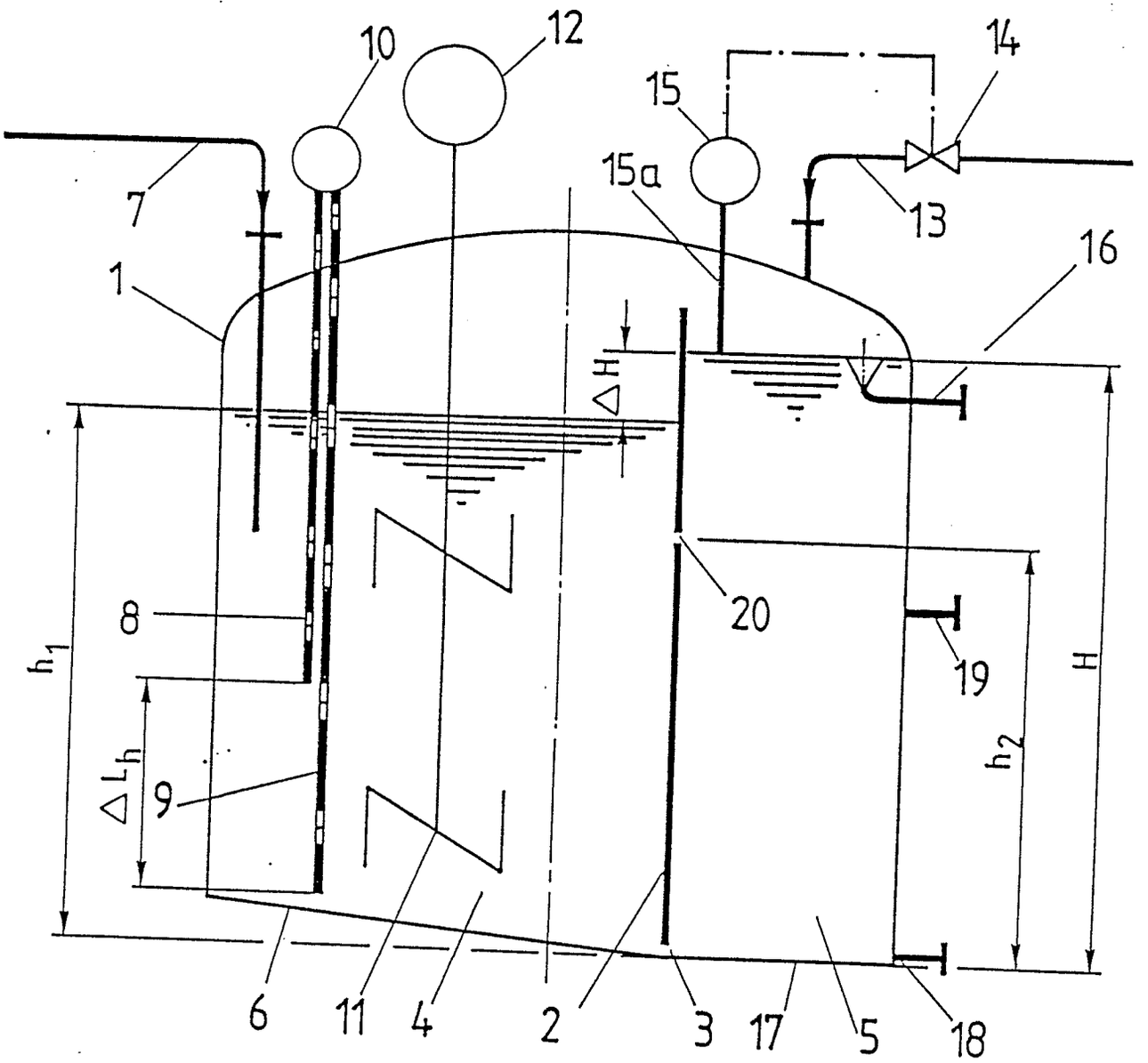
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Bodenspaltes (3) und/oder der Öffnung (20) veränderbar ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Emulsionsteil (4) mit einer Meßeinrichtung (8, 9, 10) für die Dichtedifferenz und der Konzentrationsteil (5) mit einer Niveauregeleinrichtung (15, 15a) versehen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Nivauregeleinrichtung (15, 15a) mit der Wasserzufuhrleitung (13) in Wirkverbindung steht.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Konzentrationsteil (5) mit einem Wasserüberlauf (16) versehen ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden (6) des einen Behälterteils (Emulsionsteil; 4) nach dem Bodenspalt (3) hin schwach geneigt ist.


10
12
14
15
15a
7
13
1
16
ΔH
20
8
19
h_1
H
ΔL_h
9
h_2
6
11
4
2
3
17
5
18