

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑰ Anmeldenummer: 86100467.9

⑮ Int. Cl.⁴: **E 02 D 19/16**
E 02 D 29/00, E 02 D 31/02
E 02 D 5/18, E 02 D 3/12

⑱ Anmeldetag: 15.01.86

⑳ Priorität: 15.01.85 DE 3501128

㉑ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.07.86 Patentblatt 86/30

㉒ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE GB NL

㉓ Anmelder: **GKN Keller GmbH**
Kaiserleistrasse 44
D-6050 Offenbach 3(DE)

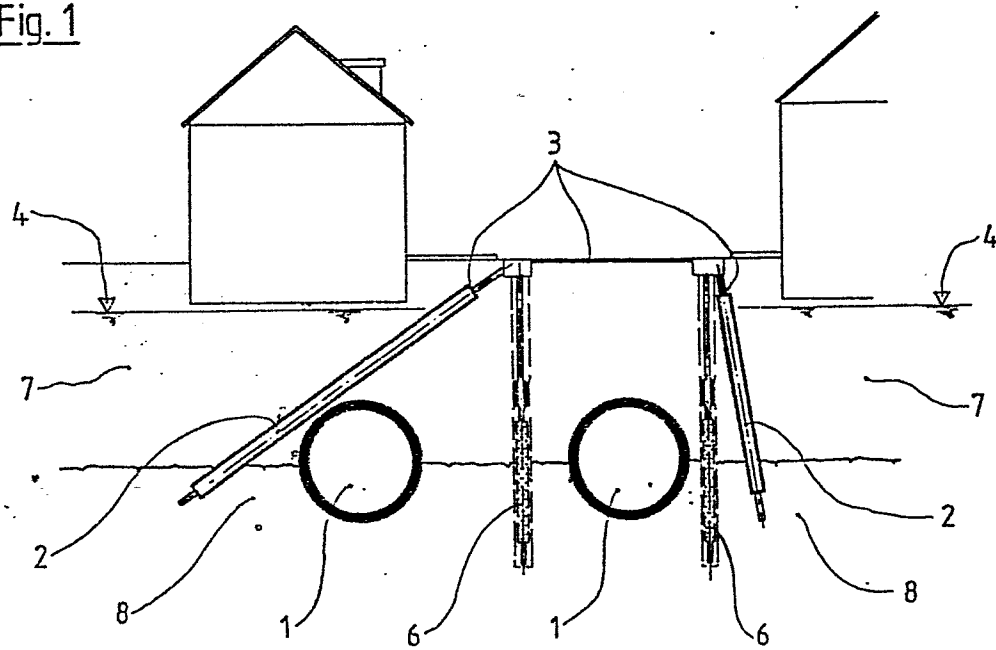
㉔ Erfinder: **Esters, Klaus, Dipl.-Ing.**
Rheinstrasse 49
D-4300 Essen-Kettwig(DE)

㉕ Vertreter: **Zeitler, Giselher**
Postfach 26 02 51
D-8000 München 26(DE)

㉖ **Abdichtung und deren Herstellungsverfahren zur Schaffung tragfähiger, abbaufähiger Bodenmassen für die Ausführung von Untertagebauwerken, wie Hohlraumbauten oder dergleichen.**

㉗ Mit einer Abdichtung und einem Herstellungsverfahren hierfür zur Schaffung tragfähiger, abbaufähiger Bodenmassen für die Ausführung von Untertagebauwerken, wie Hohlraumbauten od. dgl., wird es ermöglicht, die aufwendigen Methoden der Schildvortriebe oder Vereisung zu ersetzen und dabei den Eingriff in den Grundwasserhaushalt auszuscheiden sowie die abzubauenen Bodenmassen so aufzubereiten, daß diese im Takt des Untertagebauwerks kontinuierlich, aus gesicherter Position und im Trockenen abgebaut werden können. Dies wird dadurch erreicht, daß die Abdichtung aus einer elastischen Abdichthülle (3) besteht, die aus in Form eines Dachs, eines Schirms, eines Gehäuses od. dgl. angeordneten Dichtwänden (2) gebildet ist und die abzubauenen Bodenmassen (5) hermetisch gegen Grundwasser (4) und/oder gegen Luft abdichtet. Bei dem hierfür vorgesehenen Herstellungsverfahren werden die anstehenden Bodenmassen (5) einer trocken vorzutreibenden Baustelle durch eine Abdichthülle gegen das Grundwasser (4) und/oder die Luft abgedichtet, entwässert, unter dem Druck des an der Außenseite der Abdichthülle (3) anstehenden Grundwassers (4) verdichtet und/oder durch Vakuumbeaufschlagung stabilisiert.

Fig. 1



1

- 5 Die Erfindung betrifft eine Abdichtung sowie ein Herstellungsverfahren hierfür zur Schaffung tragfähiger, abbaufähiger Bodenmassen für die Ausführung von Untertagebauwerken, wie Hohlraumbauten od. dgl.
- 10 Die Grundwasserabsenkung als Bauhilfsmaßnahme bei der Ausführung von Untertagebauwerken unterhalb des Grundwasserspiegels ist aus Rechts- und Umweltgründen möglichst auszuschließen. Um dennoch die tiefen "offenen" Baugruben unterhalb des Grundwasserspiegels im
- 15 Trockenem ausführen zu können, ist es erforderlich, den Baustellenbereich mit wasserdichten Verbauwänden zu umschließen, die bis zur Tiefe einer wasserundurchlässigen Bodenschicht geführt werden müssen.
- 20
- Da solche Verbauwände außer der großen Tiefe auch gegen den äußeren Druck des Grundwassers bemessen sein müssen, ist diese Bauweise sehr aufwendig.
- 25 Noch aufwendiger sind die unterirdischen "geschlossenen" Baugruben. Solche Baugruben werden im Schildvortrieb unter Druckluft oder bei flüssigkeitsgestützter Ortsbrust aufgefahren, oder das Grundwasser wird im Baustellenbereich vereist.
- 30
- Die genannten Verfahren mit geschlossenen Baugruben sind extrem aufwendig.

...

35

5

Ausgehend vom Stand der Technik ist es daher Aufgabe der Erfindung, eine Abdichtung und ein Verfahren zu schaffen, mittels denen eine trockene Baugrube geschaffen werden kann, und zwar ohne nachhaltige Beeinflussung des Grundwasserspiegels.

10

Diese Aufgabe wird bei der Abdichtung gemäß der Erfindung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und bei dem erfindungsgemäßen Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

15

Die erfindungsgemäß vorgesehene Abdichtung, die zur Schaffung tragfähiger, abbaufähiger Bodenmassen für die Ausführung von Untertagebauwerken, wie Hohlraum-bauten od. dgl., dient, besteht aus einer elastischen Abdichthülle, die aus in Form eines Daches, Schirms, eines Gehäuses od. dgl. angeordneten Dichtwänden gebildet ist und die abzubauenen Bodenmassen hermetisch gegen Grundwasser und/oder gegen Luft abdichtet.

20

25

Von besonderem Vorteil ist es, wenn die elastischen Dichtwände der Abdichthülle aus einem ausgehärteten, durch Injizieren unter Druck in den Boden einbringbaren Gemisch auf der Basis Bentonit/Füller/Zement und/oder Feststoff/Bitumen bestehen.

30

Zweckmäßigerweise ist jede Dichtwand der Abdichthülle derart ausgebildet, daß sie aus durch Injizieren gebildeten Dichtungslamellen und/oder sich überschneidenden Säulen besteht.

35

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Abdichtung ergibt sich, wenn die Dichtwände der Abdichthülle von einer an der Oberfläche oder unterhalb dieser

...

5 liegenden zentralen Firstlinie aus divergierend
schräg nach unten bis in den wasserundurchlässigen
Boden verlaufen. Diese zentrale Firstlinie, die ein
Arbeitstunnel od. dgl. sein kann, stellt bei der
dachartig oder schirmartig ausgebildeten Abdichthülle
dann, im Querschnitt gesehen, die obere Spitze des
betreffenden Querschnitts dar. Hierdurch wird
10 in vorteilhafter Weise ermöglicht, mit der Abdicht-
hülle eine geringstmögliche Oberfläche bei größt-
möglichem Effekt vorzusehen.

15 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es auch
möglich, die Abdichthülle bodenseitig unterhalb der
abzubauenden Bodenmassen durch einen flächigen Soil-
crete-Körper zu verschließen, der aus einer ver-
festigten, durch Injizieren eingebrachten Suspension
besteht.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die ab-
zubauenden und die untertage verbleibenden Bodenmassen
so aufzubereiten, daß deren Abbau kontinuierlich, aus
gesicherter Position und im Trockenen erfolgen kann.
25 Dabei ist das erfinderische Verfahren weniger auf-
wendig als die bekannten Verfahren des Schildvortriebs
oder der Vereisung.

30 Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung werden die in
einer Abdichthülle der trocken vorzutreibenden Bau-
stelle anstehenden Bodenmassen gegen das Grundwasser
und die Luft abgedichtet, entwässert, unter dem Druck
des an der Außenseite der Abdichthülle anstehenden
Grundwassers verdichtet und/oder durch Vakuumbeauf-
schlagung stabilisiert, so daß ein belastbarer, stand-
35 fester und trockener Boden gewonnen wird, der im Takt
des Baufortschritts des Untertagebauwerks kontinuierlich

...

ausgebildet und aus geschützter Position und im
Trockenen abgebaut werden kann.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren schließt die Nachteile
der bekannten wasserdichten Umschließungsverfahren
weitestgehend aus und beschränkt sich auf die Ent-
wässerung des Bodens im unmittelbaren Bereich der Bau-
grube bzw. des Untertagebauwerks.

10

Dieser Vorteil wird vor allen Dingen dadurch erreicht,
daß eine Abdichthülle gebildet wird, die den Bereich
der Baustelle für die abzubauenen Bodenmassen gegen
das Grundwasser und die Luft abdichtet.

15

Die Abdichthülle wird aus Dichtwänden gebildet, deren
Form den örtlichen Verhältnissen angepaßt ist und
die durch Injizieren einer Flüssigkeitsmischung auf
der Basis Bentonit/Füller/Zement oder als Feststoff/
Bitumen-Gemisch als hochgespannter Suspensionsstrahl
mit Drücken von 300 bis 600 bar in die abzudichtenden
Bodenmassen ausgebildet werden.

20

Die Dichtheit der Abdichthülle wird dadurch gesichert,
daß die Dichtwände an ausgespülten und erodierten
Stellen mit Injektionsmitteln bei Drücken zwischen
50 und 100 bar nachinjiziert werden.

25

Das Ergebnis des Injizierens und Nachinjizierens ist
eine homogene, elastische und nach Tiefe, Breite und
Höhe exakt bemessene Dichtwand, die aus alterungsbe-
ständigem und umweltfreundlichem Material hergestellt
ist.

30

Die von der Abdichthülle umschlossene Baugrube kann
dann für den eigentlichen Bauvorgang entwässert und
trockengehalten werden.

35

...

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß die Abdichthülle in der Lage ist, sich der Volumenverminderung der Bodenmassen elastisch anzupassen, ohne die Abdichtung zu gefährden. Ein weiterer entscheidender Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß die Abdichthülle in der Lage ist, die Druckkräfte des Grundwassers auf deren Außenhaut so aufzunehmen, daß eine zusätzliche Verdichtung des Bodens im eingeschlossenen Entwässerungsbereich aus-
glichen wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet den weiteren Vorteil, daß die Abdichthülle bei unerwarteten Undichtheiten durch Nachverpressen mit Hilfe von Ventilrohren nachgedichtet werden kann.

Die Abdichthülle kann auch als zusätzliche Sicherungsmaßnahme gegen Luftverluste bei Druckluftvortrieben in geringer Bodenüberdeckung verwendet werden.

Zur Vermeidung von übermäßiger Volumenminderung des Bodens kann dem Injektionsmittel ein Quellmittel beigegeben werden.

Das Verfahren gemäß der Erfindung bietet auch die Möglichkeit, die Abdichthülle nach dem Bodenaufsprengverfahren (Soil-fracturing) herzustellen und durch Nachinjektion zu stabilisieren.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Abdichthülle im Schnitt mit elastischen Dichtwänden im Bereich des trockenen Tunnelvortriebs,

- 5 Fig. 2 elastische Dichtwände in Verbindung mit Arbeitsstollen für den Bereich des trockenen Vortriebs von U-Bahn-Tunneln,
- Fig. 3 die Abdichthülle mit elastischen Dichtwänden entwässert und Vakuum-stabilisiert,
- 10 Fig. 4 eine Abdichthülle als Soilcrete-Dach, hochgezogen mit First-Nachinjektion,
- Fig. 5 eine Abdichthülle als Soilcrete-Dach, tief abgesetzt mit Nachinjektion,
- 15 Fig. 6 eine Abdichthülle als Soilcrete-Schirm mit Soil-fracturing sowie Soilcrete-Sohldichtung und
- 20 Fig. 7 im Grundriß Dichtwand-Formen.

25 Fig 1 zeigt eine von Dichtwänden 2 gebildete Abdichthülle 3, die durch Vakuum-Tiefbrunnen 6 vom Grundwasserspiegel 4 bis auf eine Mergelschicht 8 entwässert wird, so daß U-Bahn-Röhren 1 im Trockenen vorgebaut werden können. Der Außendruck des im Schluff oder Feinsand 7 stehenden Grundwassers 4 wird von den Dichtwänden 2 aufgefangen. Die Dichtwände 2 sind in die Mergelschicht 8 eingebunden. Die Baustelle liegt

30 unterhalb der Bodenanschüttung.

In Fig. 2 ist die unterirdische Verlegung von U-Bahn-Tunneln 1 unter der Oberkante 10 des Geländes gezeigt. Die Dichtwände 2 schirmen den Grundwasserspiegel 4

35 ab. Der von den Dichtwänden 2 umschlossene Boden 5 wird durch die Vakuumbrunnen 6, die in den beiden Arbeitsstollen 11 angeordnet sind, entwässert. Dadurch

...

entsteht zwischen den Dichtwänden 2 eine entwässerte
und stabilisierte Bodenzone 5, worin der Vortrieb
trocken erfolgen kann.

Fig. 3 zeigt die Verlegung von U-Bahn-Röhren 1, die
unter dem Gebäude 12 im Trockenen verlegt werden.
Hierfür wird der von den Dichtwänden 2 eingeschlossene
Boden 5 von den Vakuum-Tiefbrunnen 6 bis auf die
Mergelschicht 8 entwässert, so daß das Untertagebau-
werk im entwässerten und stabilisierten Boden 5 er-
stellt werden kann.

In Fig. 4 ist eine Ausführung dargestellt, bei der die
Abdichthülle 3 aus dachförmig angeordneten Dichtwänden 2
besteht. Bei dieser Anordnung wird ein zusätzlicher Ver-
dichtungseffekt durch den Druck des Außenwasserspiegels 4
auf die eingeschlossenen Bodenmassen 5 erreicht. Einer
Volumenminderung passen sich die elastischen Dicht-
wände 2 unmittelbar ohne Beeinträchtigung der Abdich-
tungsfunktion an. Das Dach der Abdichthülle ist bei dieser
Ausführung deutlich zur Oberfläche 13 hin hochgezogen.

Bei der Ausführung nach Fig. 5 ist das Dach, d.h. die
Dichtwände 2, dagegen deutlich zur Mergelschicht 8
heruntergezogen. Nach dieser Ausgestaltung ist das
Volumen der Abdichthülle 3 durch die tiefgesetzten
Dichtwände 2 eingeschränkt und der Einwirkungsbereich eng
auf die Entwässerungszone 5 beschränkt. Diese Aus-
führungsform ist besonders geeignet für tiefliegende
Baugruben, um bei einer inneren Vakuum-Entwässerung
außer dem Außenwasser 4 auch den Luftzutritt von außen
zu unterbinden und damit den Unterdruck für die damit
verbundene Bodenstabilisierung besonders wirksam werden
zu lassen.

...

5 Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform, bei der die Dicht-
wände 2 tief in die Mergelschicht 8 eingelassen sind,
so daß die eingeschlossene Abdichthülle 3 räumlich
stark eingeschränkt ausgebildet werden kann. Dadurch
wird das Volumen des zu stabilisierenden und zu ent-
wässernden Bodens 5 bei dieser Ausführungsform in
10 günstiger Weise sehr klein. Der Vortrieb der beiden
U-Bahnrohren 1 erfolgt im Trockenen. Der Abbau der
Bodenmassen aus der Mergelschicht 8 wird dadurch er-
leichtert, daß diese durch zusätzliche Injektionen
nach dem Soil-fracturing-Verfahren verdichtet und
15 stabilisiert werden können. Ein Soilcrete-Körper 14
unter den Profilen der U-Bahn-Röhren 1 dient der Ab-
sicherung des Hohlraumbauwerks zur Tiefe hin.

Fig. 7 zeigt Grundrisse der elastischen Dichtwand 2,
20 die aus Dichtungslamellen 15 oder aus überschneidenden
Säulen 16 oder aus deren Kombinationen ausgebildet
sein können.

Etwaige weitere oder zusätzliche Merkmale der Erfindung,
25 die nicht in den Ansprüchen aufgeführt sind, ergeben
sich im übrigen deutlich einzeln oder in Kombination
miteinander aus der Beschreibung und/oder der Zeichnung.

30

35

1

P A T E N T A N S P R Ü C H E

- 5 1. Abdichtung zur Schaffung tragfähiger, abbaufähiger
Bodenmassen für die Ausführung von Untertagebauwerken,
wie Hohlraumbauten od. dgl.,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß sie aus einer elastischen Abdichthülle (3) besteht,
10 die aus in Form eines Dachs, eines Schirms, eines Ge-
häuses od. dgl. angeordneten Dichtwänden (2) gebildet
ist und die abzubauenden Bodenmassen hermetisch gegen
Grundwasser (4) und/oder Luft abdichtet.
- 15 2. Abdichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die elastischen Dichtwände (2) der Abdichthülle (3)
aus einem ausgehärteten, durch Injizieren unter Druck
in den Boden einbringbaren Gemisch auf der Basis
20 Bentonit/Füller/Zement und/oder Feststoff/Bitumen
bestehen.
- 25 3. Abdichtung nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß jede Dichtwand (2) aus durch Injizieren ge-
bildeten Dichtungslamellen (15) und/oder sich
überschneidenden Säulen (16) besteht.
- 30 4. Abdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Dichtungswände (2) der Abdichthülle (3)
von einer an der Oberfläche (13) oder unterhalb
dieser liegenden zentralen Firstlinie aus diver-
gierend schräg nach unten bis in den wasserun-
35 durchlässigen Boden (8) verlaufen (Fig. 4,5,6).

...

1

5. Abdichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Abdichthülle (3) bodenseitig unterhalb
5 der abzubauenden Bodenmassen (1, 5) durch einen
flächigen Soilcrete-Körper (14 bzw. 16) verschlossen
ist, der aus einer verfestigten, durch Injizieren
eingebrachten Suspension besteht.

10

6. Verfahren zur Herstellung einer Abdichtung nach
einem der Ansprüche 1 bis 5 zur Schaffung trag-
fähiger, abbaufähiger Bodenmassen für die Aus-
führung von Untertagebauwerken, wie Hohlraumbauten
od. dgl.,

15

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die anstehenden Bodenmassen einer trocken vorzu-
treibenden Baustelle durch eine Abdichthülle gegen
das Grundwasser und/oder die Luft abgedichtet,
entwässert, unter dem Druck des an der Außenseite
20 der Abdichthülle anstehenden Grundwassers verdichtet
und/oder durch Vakuumbeaufschlagung stabilisiert
werden, so daß ein belastbarer, standfester und
trockener Boden gewonnen wird, der im Takt des
Baufortschritts des Untertagebauwerks kontinu-
25 ierlich ausgebildet und aus geschützter Position
sowie im Trockenen abgebaut wird.

20

25

7. Verfahren nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
30 daß die im Grundwasser liegende Baustelle im
Bereich der abzubauenden Bodenmassen von der Ab-
dichthülle gegen das Grundwasser und/oder die Luft
abgedichtet wird.

35

1

8. Verfahren nach Ansprüchen 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Abdichthülle aus Dichtwänden durch Injizieren
einer Flüssigkeitsmischung auf der Basis Bentonit/
Füller/Zement oder als Feststoff/Bitumen-Gemisch im
hochgespannten Suspensionsstrahl mit Drücken von
300 bis 600 bar in die abzudichtenden Bodenmassen
gebildet wird.

5

10

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Dichtwände an ausgespülten und erodierten
Stellen mit Injektionsmitteln bei Drücken zwischen
50 und 100 bar nachinjiziert werden.

15

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß durch das Injizieren und Nachinjizieren eine
homogene, elastische und nach Tiefe, Breite sowie
Höhe exakt bemessene Dichtwand gebildet wird.

20

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die von der Abdichthülle umschlossene Baugrube
für den eigentlichen Bauvorgang entwässert und
trockengehalten wird.

25

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß man die Abdichthülle sich der Volumenvermin-
derung der Bodenmassen ohne Gefährdung der Ab-
dichtung elastisch anpassen läßt.

30

35

1

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Abdichthülle die Druckkräfte des Grund-
5 wassers auf deren Außenhaut aufnimmt und die
zusätzliche Verdichtung des Bodens im einge-
schlossenen Entwässerungsbereich ausgleicht.

10

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Abdichthülle durch Nachverpressen mit
Hilfe von Ventilrohren nachgedichtet wird.

15

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Abdichthülle als zusätzliche Siche-
rungsmaßnahme gegen Luftverluste bei Druckluft-
vortrieben und bei geringer Bodenüberdeckung
ausgenutzt wird.

20

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Volumenminderung des Bodens durch Zugabe
von Quellmitteln, z.B. Aluminiumpulver oder Tonerde-
25 schmelzzement, zum Injektionsmittel ausgeglichen
wird.

30

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Abdichthülle nach dem Bodenaufspreng-
verfahren (Soil-fracturing) hergestellt und
durch Nachinjektion stabilisiert wird.

35

Fig. 1

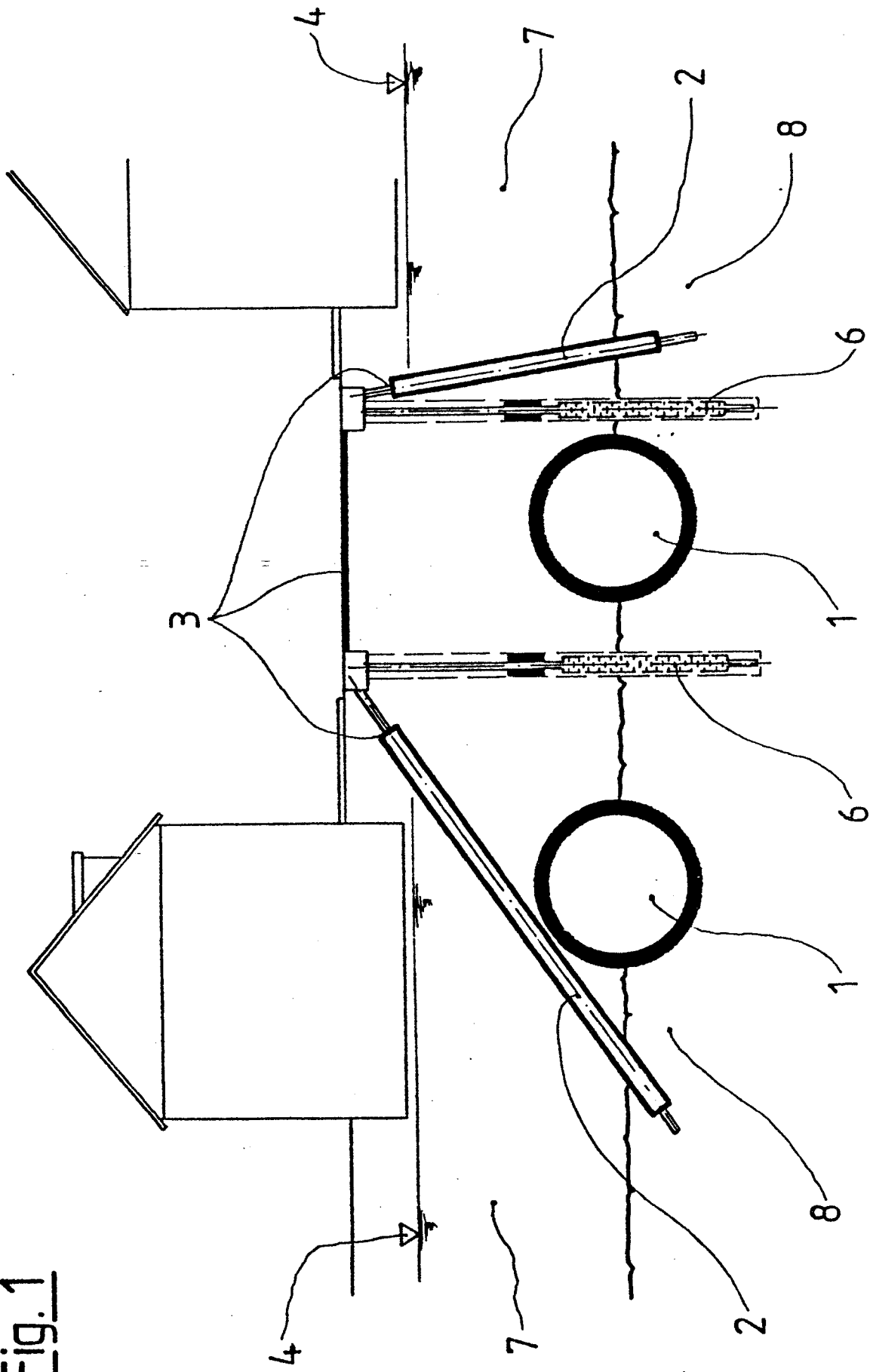


Fig. 2

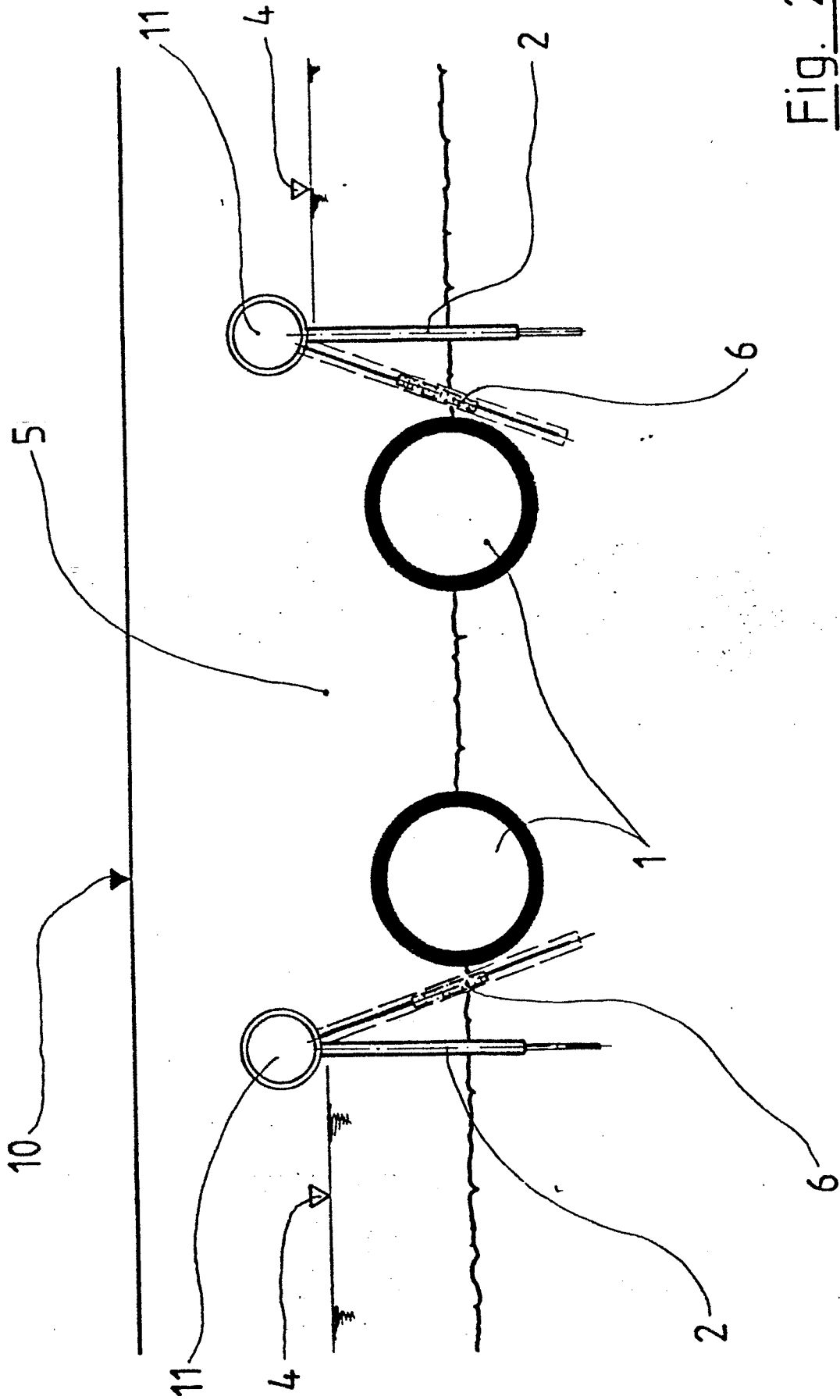


Fig. 3

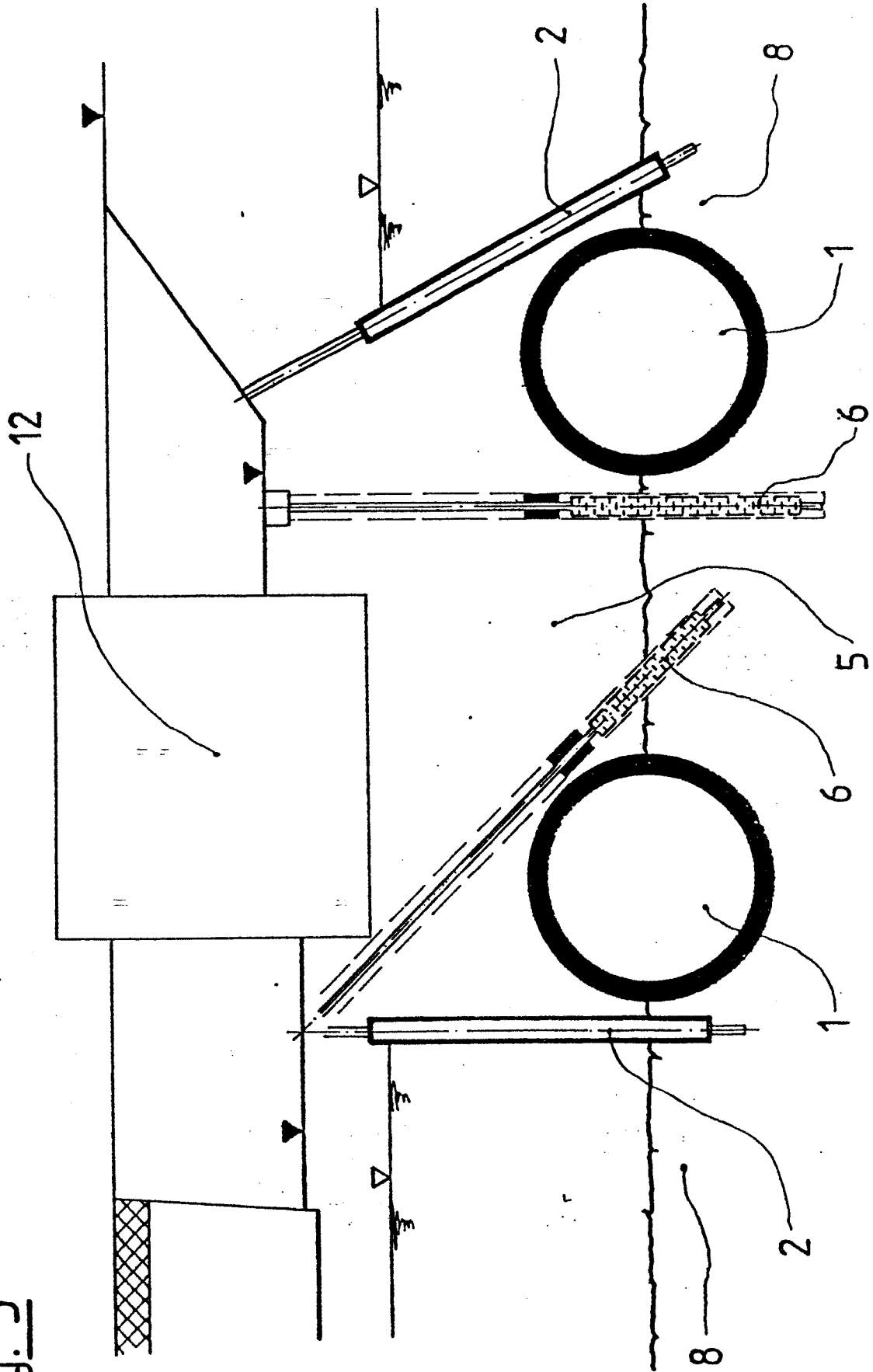


Fig. 4

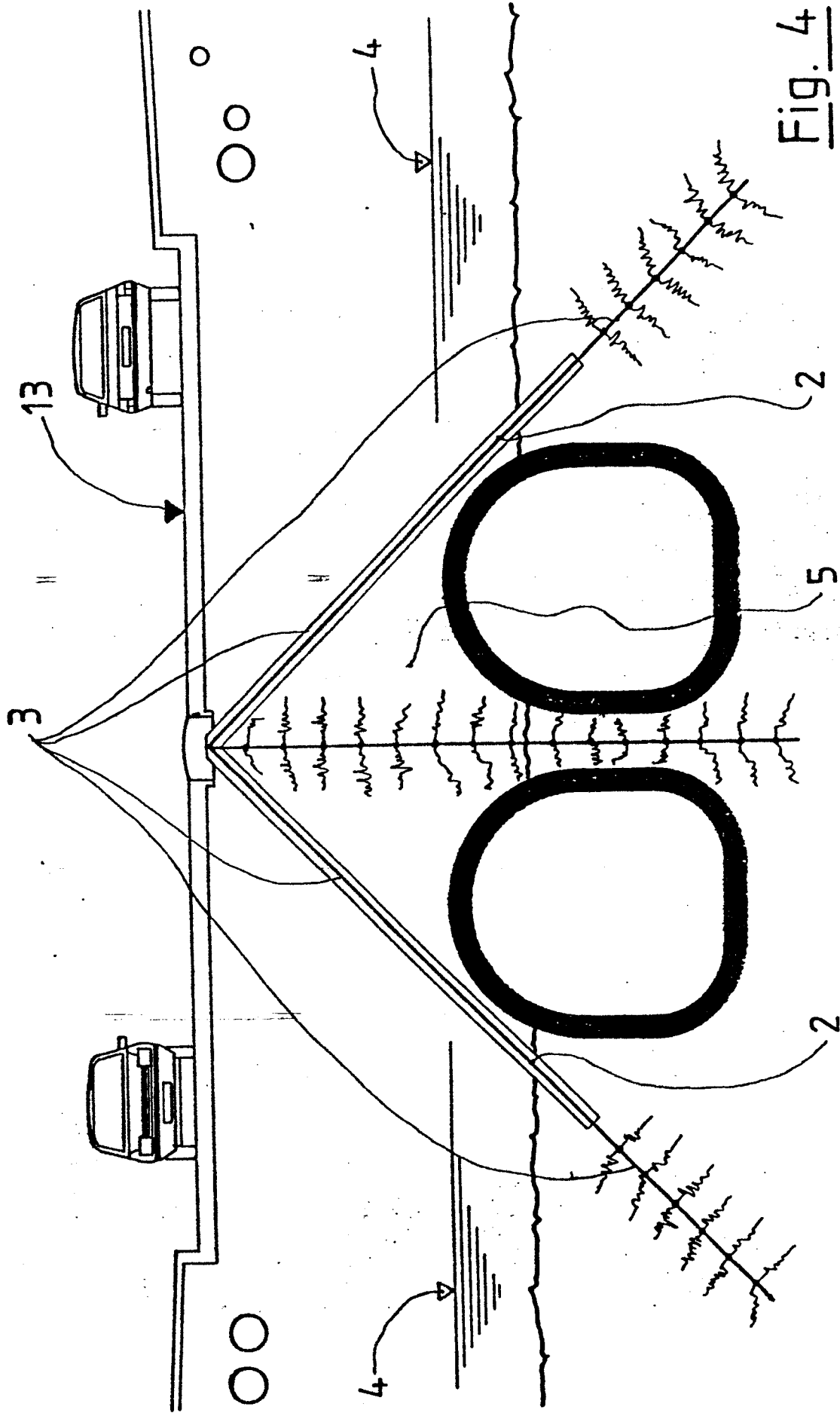


Fig. 5

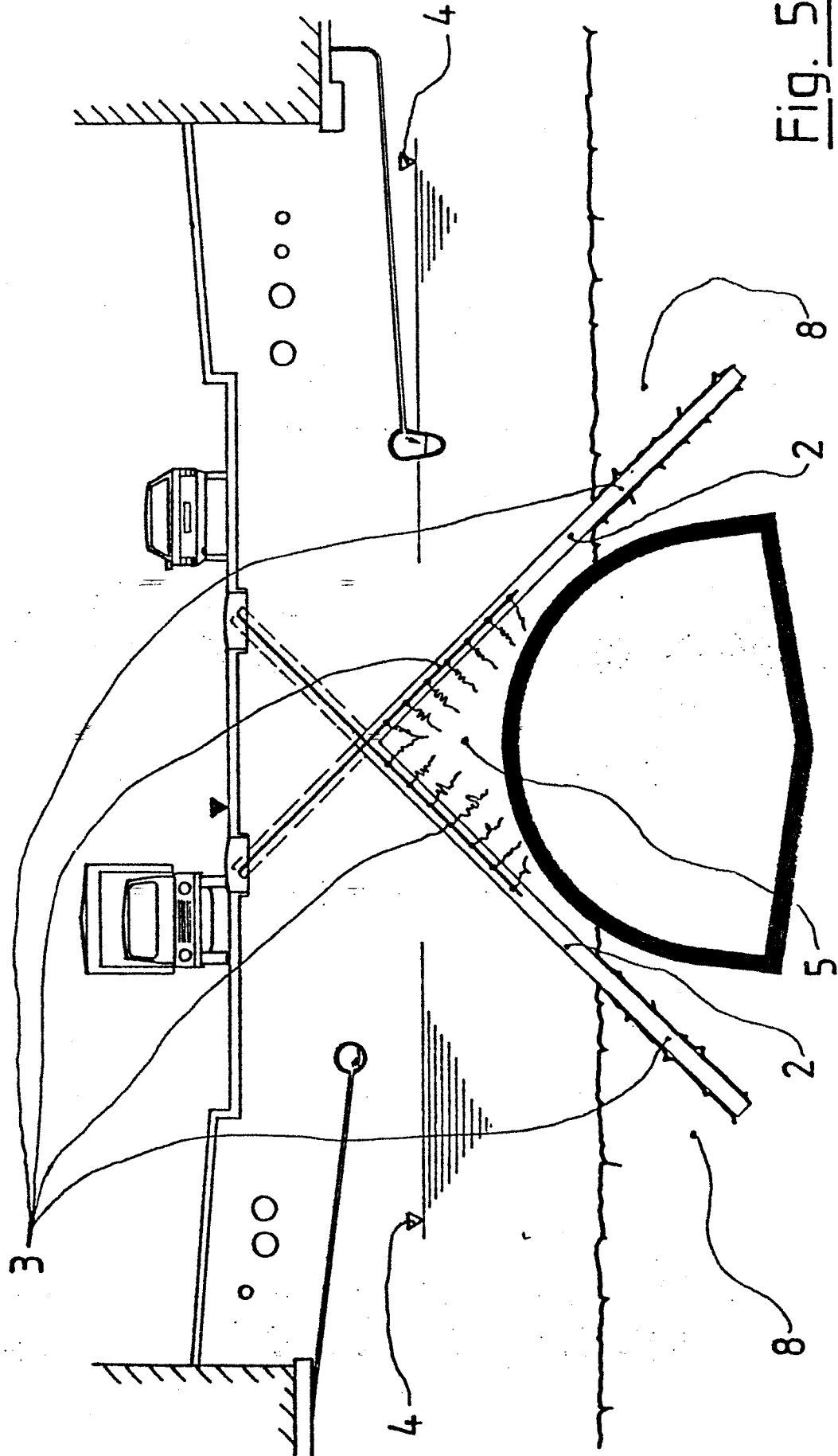
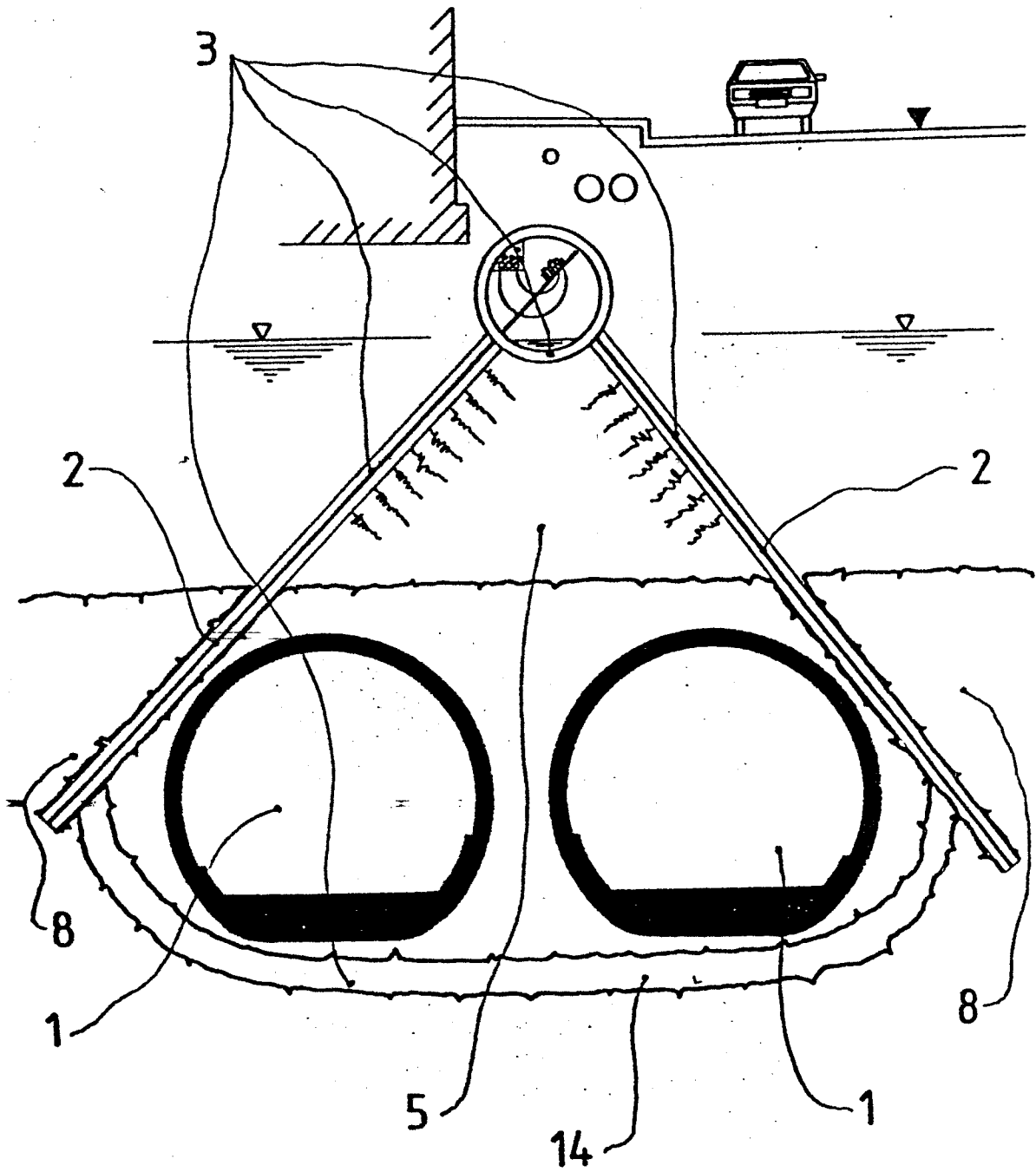
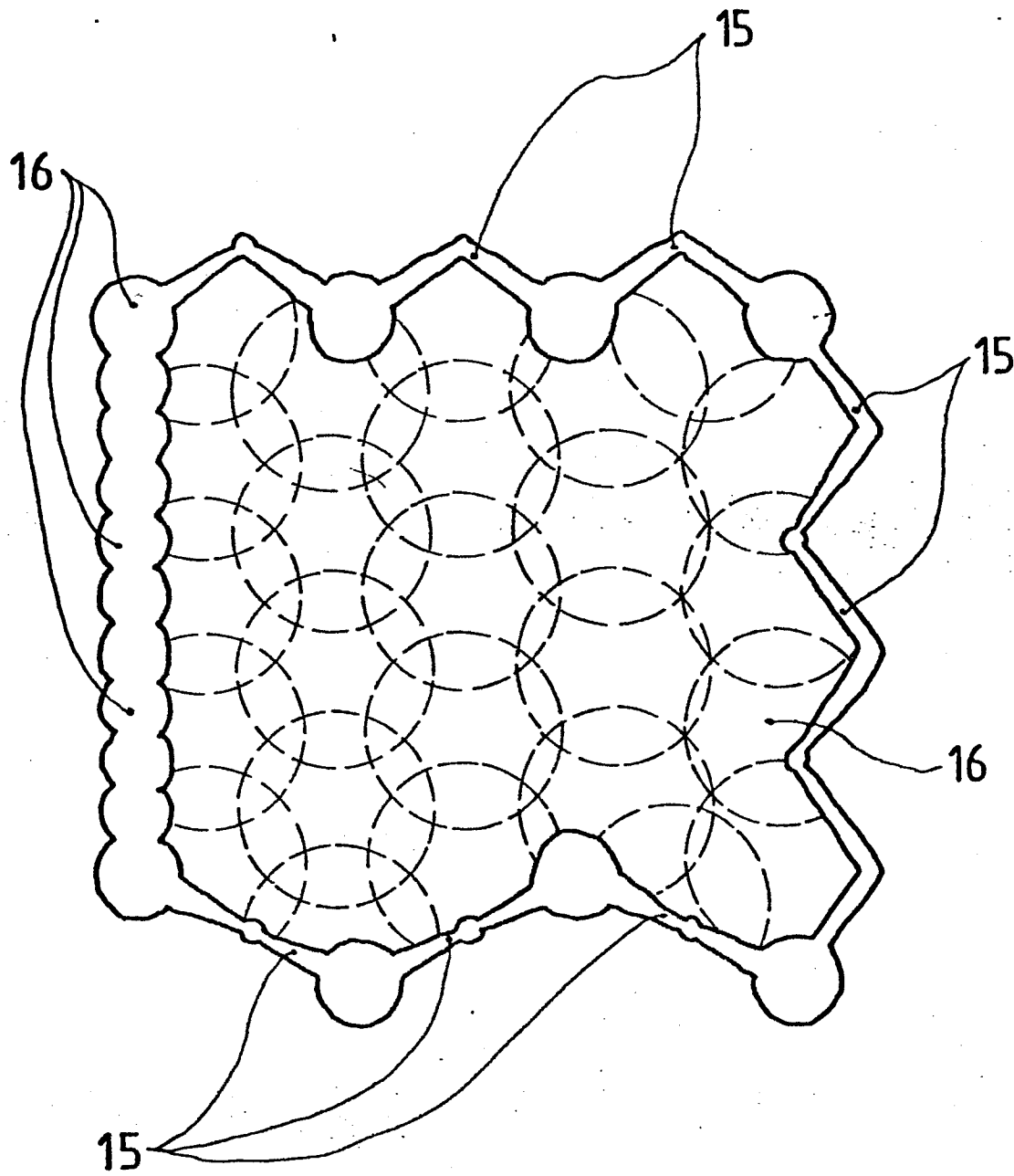


Fig. 6

Fig. 7