



(12) Wirtschaftspatent

Teilweise bestätigt gemäß § 18 Absatz 1
Patentgesetz

(19) **DD** (11) **233 383 B1**

4(51) C 23 F 13/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP C 23 F / 272 081 0	(22)	29.12.84	(45)	24.02.88
				(44)	26.02.86

(71)	VEB Meliorationsbau Halle, Trothaer Straße 29, Halle, 4030, DD
(72)	Severin, Dieter, Dr.; Epler, Ewald; Drescher, Lothar, Dipl.-Meliorationsing., DD

(54) Katodische Schutzstromanlage zum Außenkorrosionsschutz von erdverlegten metallischen Anlagen

Erfindungsanspruch:

1. Katodische Schutzstromanlage zum Außenkorrosionsschutz von erdverlegten metallischen Anlagen, vorzugsweise Stahlrohrleitungen, Pipelines aus Stahl, Leitungskabeln mit metallischen Umhüllungen, metallischen Behältern usw., **gekennzeichnet dadurch**, daß die Schutzanoden in einem elektrisch gut leitfähigen flüssigen Elektrolyten angeordnet sind, der sich in einem oder mehreren Behältern mit flüssigkeitsdichten, jedoch unter den Anwendungsbedingungen gut stromdurchlässigen Wänden befindet, die Wände ganz oder mindestens teilweise mit dem Elektrolyten Erde in Kontakt sind und dadurch eine elektrisch gut leitende Verbindung von den Schutzanoden über eine galvanische Kette, bestehend aus dem flüssigen Elektrolyten im Behälter, den unter den Anwendungsbedingungen stromdurchlässigen Behälterwänden und dem Elektrolyten Erde bis zu den erdverlegten metallischen Anlagen als Schutzobjekt, gegeben ist.
2. Schutzstromanlage nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der flüssige Elektrolyt irgendein elektrisch gut leitendes biologisches Abprodukt der landwirtschaftlichen Tier- oder Pflanzenproduktion, beispielsweise Gülle (5), Jauche oder Silosickersaft ist, die Behälter Lagerbehälter für solche Abprodukte, beispielsweise Güllebehälter (6) einer Tierproduktionsanlage (7) sind, die flüssigkeitsdichten, jedoch unter den Anwendungsbedingungen gut stromdurchlässigen Wände der Behälter vorteilhaft solche aus silikatischen Baustoffen, beispielsweise Zementbetonwänden (8) oder aus Ziegelmauerwerk sind, in bekannter Weise auch mit Bitumenausträgen (9) versehen, und die erdverlegten metallischen Anlagen, beispielsweise an die Güllelagerbehälter angeschlossene Güllepipelines (10) aus Stahl, und vorteilhaft elektrisch von der Tier- und Pflanzenproduktionsanlage, beispielsweise durch ein nichtmetallisches Rohrstück (11), isoliert sind.
3. Schutzstromanlage nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Elektrolyt aus anorganischen Salzlösungen, beispielsweise aus Lösungen von Magnesiumchlorid oder Natriumchlorid, oder auch aus deren Gemischen besteht.
4. Schutzstromanlage nach Punkt 1, 2 und 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Behälter aus organischen Baustoffen, beispielsweise aus Holz, bestehen.
5. Schutzstromanlage nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Behälter künstliche Erdbecken (19), Lagunen, Kavernen o. dgl. und die flüssigkeitsdichten, jedoch unter den Anwendungsbedingungen gut stromdurchlässigen Wände erdgedichtete Wände (20) sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine katodische Schutzstromanlage zum Außenkorrosionsschutz von erdverlegten metallischen Anlagen, vorzugsweise Stahlrohrleitungen, Pipelines aus Stahl, Kabeln mit metallischen Umhüllungen oder metallischen Behältern usw., wie sie beispielsweise zur Aufnahme und Weiterleitung von Abprodukten der landwirtschaftlichen Tierhaltung und Produktion, wie Gülle, Jauche, Silosickersaft o. dgl. bereits umfangreich Verwendung finden

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Durch die DD-PS Nr. 211585 ist bereits eine Anodenanordnung zum katodischen Korrosionsschutz erdverlegter Rohrleitungen bekannt, bei welcher fremdstromgespeiste Anoden Verwendung finden, die parallel zu der zu schützenden Leitung in geringem Abstand von deren Achse angeordnet sind, und deren Abstand untereinander etwa das Zwanzigfache des Abstandes der Anoden von der Leitung beträgt. Dieser Abstand kann in Abhängigkeit von spezifischen örtlichen Gegebenheiten 100 m betragen. Die über die gesamte Leitungslänge angeordneten Anoden sind jeweils mit dem Plus-Pol einer in der Nähe der halben Leitungslänge befindlichen Gleichrichteranlage verbunden. Der Minus-Pol ist an die zu schützende Leitung angeschlossen. Zwischen dem Anodenkabel sowie den Anoden sind oberirdische Meßsäulen mit Abgleichwiderständen geschaltet, um eine gleichmäßige Ausbreitung des Schutzpotentials über den gesamten zu schützenden Streckenabschnitt zu erzielen. Die Anlage ist mit speziellen Erden verwendbar, indem Gleichstrom in die Erde eingespeist wird, der über die Erde als Elektrolyten zum

metallischen Schutzobjekt fließt, das beispielsweise eine Stahlrohrleitung ist. In der Praxis hält man Abstände der Schutzanoden zum Schutzobjekt von 200 bis 500 m ein, damit sich der Schutzstrom gut verteilen kann. In dem „Handbuch des kathodischen Korrosionsschutzes“ von Baeckmann und Schwenk, Ausgabe 1972, Verlag Chemie, „Weinheim Bergstraße, Kapitel VI, Seiten 142 ff. und Kapitel VII, Seiten 152 ff. sind katodische Fremdstrom-Schutzanlagen beschrieben und gezeigt, die sowohl für erdverlegte Behälter als auch für ausgedehnte Rohrleitungssysteme geeignet sind, wenn die Möglichkeit der Wechselstrombelieferung aus einem öffentlichen Stromversorgungsnetz besteht, und es sich um Gebiete mit niedrigen elektrischen Bodenwiderständen handelt.

Für den katodischen Fremdstromschutz erdverlegter Rohrleitungen, Tanklager usw. werden in erster Linie Anoden aus Stahlschrott, Eisensiliziumlegierung (FeSi) und Graphit verwendet.

In Meerwasser finden für den katodischen Innenschutz häufig platinisierte Titananoden oder FeSi-Anoden mit ca. 3% Molybdän Anwendung (s. Kapitel VII, S. 157 ff.).

Im allgemeinen werden Fremdstromanoden im Erdboden in eine Kombination von Bentonit, Glaubersalz, Gips und zusätzlich Koks eingebettet, damit der Erdausbreitungswiderstand wesentlich verringert wird.

Um die elektrische Leitung und damit die laufenden Betriebskosten niedrig zu halten, wird stets ein möglichst niedriger Erdausbreitungswiderstand angestrebt.

Alle vorstehend beschriebenen bekannten katodischen Schutzstromanlagen haben den Nachteil, daß der größte Teil der Leistung der Schutzgleichrichter benötigt wird, um den Schutzstrom über die Anodenanlage in den Erdboden einzuleiten. Bei längeren Anodenkabeln und insbesondere großen Schutzströmen treten beachtliche Leitungsverluste in den Anodenanschlußkabeln ein, die nicht vernachlässigt werden können. Derartige bekannte Anlagen erfordern einen erheblichen Errichtungsaufwand. Zur Verringerung des Ausbreitungswiderstandes im Erdboden sind kostenaufwendige Bettungsmassen für die Schutzanoden, besonders bei durchgehenden Anodenanlagen erforderlich. Bedingt durch den großen Abstand des Anodenfeldes vom Schutzobjekt ist der Kabelbedarf relativ hoch. Für das Verlegen der Anoden und Kabel sind umfangreiche Erdarbeiten notwendig, welche teilweise von Hand ausgeführt werden müssen.

Die an sich auch schon bekannte Verlegung von Schutzanoden in flüssige Elektrolyten, wie Meerwasser oder Süßwasser, hat den Nachteil, daß sich die Schutzanoden und das Schutzobjekt in demselben Elektrolyten befinden müssen. Ausnahmslos war es bisher üblich, auch die Schutzanoden für erdverlegte Schutzobjekte in demselben Elektrolyten Erde anzuordnen. Andererseits weiß aber die Fachwelt schon, daß der spezifische elektrische Widerstand von Abprodukten der landwirtschaftlichen Tierhaltung und Produktion, wie Gülle, Jauche oder Silosickersaft, extrem gering ist.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist eine Verringerung des Errichtungsaufwandes für katodische Schutzstromanlagen zum Außenkorrosionsschutz von erdverlegten metallischen Anlagen durch Senkung des Bedarfes an Material und Arbeit sowie an Energie, also beispielsweise an Schutzanoden, Kabeln, Bettungsmassen, Erdarbeiten und elektrischem Strom zum laufenden Betrieb der Anlage.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anlage der vorstehend beschriebenen Art zu konzipieren, die es gestattet, den elektrischen Widerstand im Schutzstromkreis wesentlich zu verringern, indem insbesondere eine wesentlich bessere Einleitung und Ausbreitung des Schutzstromes in den Elektrolyten Erde erreicht wird, also der Übergangswiderstand Schutzanode-Elektrolyt-Erde wesentlich verringert wird.

Erfindungsgemäß sind die Schutzanoden zum katodischen Schutz erdverlegter metallischer Anlagen nicht mehr, wie bisher international üblich, in Bettungsmassen oder direkt im Erdreich, sondern in einem gut leitfähigen flüssigen Elektrolyten angeordnet, der sich in einem Behälter mit flüssigkeitsdichten, aber dennoch gut stromdurchlässigen Wänden befindet, wobei der Behälter jedoch ganz oder mindestens teilweise mit der Erde elektrolytisch leitend Kontakt haben muß, so daß eine elektrisch gut leitende Verbindung von den Schutzanoden zum Schutzobjekt, beispielsweise zu einer gegen Korrosion zu schützenden Stahlrohrleitung größerer Längenausdehnung über eine galvanische Kette, bestehend aus dem flüssigen Elektrolyten im Behälter, den stromdurchlässigen Behälterwänden und dem Elektrolyten Erde, besteht.

Überraschenderweise wurde nun festgestellt, daß der elektrische Übergangswiderstand von dem flüssigen Elektrolyten durch die Behälterwände in die Erde und auch der Erdausbreitungswiderstand, trotz aufgebrachter isolierender Beschichtungen der Behälterwände, sehr gering ist.

Dies ist der Fall, wenn man beispielsweise als Schutzanoden Inertanoden aus FeSi-Legierung, Stahlschrott, Magnetit, Graphit oder Bleisilberlegierungen und als flüssigen Elektrolyten beispielsweise irgendein bekanntes biologisches Abprodukt der landwirtschaftlichen Tier- und Pflanzenproduktion, wie Gülle, Jauche oder Silosickersaft, und als Behälter bekannte Lagerbehälter für solche Abprodukte, beispielsweise Güllelagerbehälter einer Tierproduktionsanlage verwendet, die flüssigkeitsdicht, jedoch gut stromdurchlässige Wände besitzen und wenn die erdverlegten metallischen Anlagen beispielsweise elektrisch von der Tierproduktionsanlage durch ein nichtmetallisches Rohrstück isolierte, an die Güllelagerbehälter angeschlossene Güllepipelines aus Stahl sind. Solche Behälter mit flüssigkeitsdichten, jedoch gut stromdurchlässigen Wänden können beispielsweise Behälter mit Wänden aus silikatischen Baustoffen, wie Zementbeton, oder aus Ziegelmauerwerk sein, die auch mit einem inneren und/oder äußeren Bitumenauftrag versehen sein können. Wichtig ist vor allen Dingen, daß, wenn solche oder andere mikroporöse Stoffe als Behälterwände Verwendung finden, noch weitere Bedingungen gegeben sein müssen, damit diese nach dem allgemeinen Verständnis der Fachwelt zwar flüssigkeitsdichten, aber den elektrischen Strom schlecht leitenden mikroporösen Stoffe gut stromdurchlässig sind.

Kommen mikroporöse Stoffe mit einem Elektrolyten in Berührung, so wird der Elektrolyt durch die Kapillarkräfte des mikroporösen Stoffes aufgesaugt und so stark festgehalten, daß der Elektrolyt den Stoff zwar durchtränkt, aber nicht durch diesen hindurchtritt. Er ist somit flüssigkeitsdicht.

Bedingt durch die große innere Oberfläche bei der Vielzahl der Mikroporen reichert sich der eingedrungene Elektrolyt noch mit löslichen Salzen aus dem mikroporösen Stoff an. Dadurch wird die elektrische Leitfähigkeit des eingedrungenen Elektrolyten noch verbessert, wodurch der an sich schlecht elektrisch leitende Stoff besser stromdurchlässig wird. Er wird zu einem Leiter zweiter Ordnung.

Besonders gut wird die Stromdurchlässigkeit, wenn der in den mikroporösen Stoff eingedrungene Elektrolyt infolge seines hohen Gehaltes an löslichen Salzen an sich gut stromleitend ist, wie beispielsweise Gulle.

Weitere Bedingung für die gute Stromdurchlässigkeit ist aber, daß der mikroporöse Stoff nicht austrocknet. Er muß also von beiden Seiten von Elektrolyten berührt sein. Steht beispielsweise an der einen Seite einer solchen mikroporösen Wand eines Gullelagerbehalters aus Zementbeton der flüssige Elektrolyt Gulle und an der anderen Seite Erde an, so daß eine einseitige Austrocknung der Wand vermieden wird, dann ist die Wand ständig mit dem flüssigen Elektrolyten Gulle gesättigt und unter solchen Anwendungsbedingungen überraschend gut stromdurchlässig. Das trifft dann für andere mikroporöse Stoffe, also beispielsweise außer für silikatische Baustoffe, auch für Holz, Ziegelmauerwerk und künstliche Erdbecken mit erdgedichteten Wänden zu. Was die organischen Dichtstoffe, beispielsweise Bitumen, also sogenannte Dickschichten von mehreren Millimetern Dicke (praxisüblich 2 bis 6 mm) anbelangt, sind diese nach der Meinung der Fachwelt flüssigkeitsdicht und elektrisch isolierend. Elektronenrastermikroskopische Aufnahmen beweisen jedoch, daß sie nicht absolut flüssigkeitsdicht sind und auch mikroskopisch kleine Poren aufweisen, die sich durch kapillare und andere physikalische Kräfte mit dem Elektrolyten füllen. Bedingt durch diese mit Elektrolyten gefüllten Mikroporen werden aus diesen nach allgemeinem Verständnis an sich als elektrische Nichtleiter geltenden organischen Stoffen unter den besonderen Anwendungsbedingungen als Beschichtungsstoffe an mit Elektrolyt gefüllten Behältern folglich stromdurchlässige Stoffe. Die Stromdurchlässigkeit wird noch weiter vergrößert durch in der Beschichtung vorhandene Risse infolge wechselnder Temperaturbelastungen bei offenen, der Witterung ausgesetzten Behältern sowie durch zusätzliche Mikroporosität infolge natürlicher Alterung der Beschichtung. Diese Porosität und die große Oberfläche der durch den Elektrolyten benetzten organischen Beschichtung führt dazu, daß der elektrische Gesamtwiderstand beziehungsweise Übergangswiderstand, trotz des an sich hohen spezifischen Widerstandes des organischen Beschichtungsstoffes, relativ klein ist, weil er sich bekanntlich aus dem Produkt von spezifischem elektrischem Widerstand mal der vom Elektrolyt benetzten Oberfläche errechnet.

Unter den erwähnten und in der Praxis gegebenen Anwendungsbedingungen ist es somit erklärlich, daß Behälterwände aus Baustoffen mit mikroporöser Struktur, trotz der Beschichtung mit organischen Stoffen, zu gut stromdurchlässigen Behälterwänden werden, was die Praxis hinreichend bestätigt.

Bei Tierproduktionsanlagen der vorstehend erwähnten Art ergeben sich mit einer erfindungsgemäßen Schutzstromanlage besonders vorteilhafte Verhältnisse.

Durch das große Volumen der Gullelagerbehälter wird das Volumen der bisher gebräuchlichen Bettungen für die Schutzanoden um einige Zehnerpotenzen überschritten, so daß die Berührungsflächen des Elektrolyten Erde mit den unter diesen Anwendungsbedingungen gut stromdurchlässigen Gullelagerbehältern außerordentlich groß sind, wodurch der Übergangswiderstand von den Schutzanoden durch die Behälterwände zum Elektrolyten Erde außerordentlich klein ist. Es leuchtet daher ein, daß solche Behälter mit Abprodukten der landwirtschaftlichen Tier- und Pflanzenproduktion bei dem bekannt extrem niedrigen spezifischen elektrischen Widerstand der letzteren, einen idealen Einbauort für Schutzanoden katodischer Schutzstromanlagen zum Außenkorrosionsschutz erdverlegter metallischer Anlagen darstellen.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung kann der Elektrolyt auch aus anorganischen Salzlosungen, beispielsweise aus Magnesiumchlorid oder Natriumchlorid, bestehen. Solche finden bekanntlich im Straßenwinterdienst zum Freihalten der Straßen von Eis und Schnee Verwendung. Als Behälter dienen dann bekannte Lagerbehälter für solche Salzlosungen und als Schutzobjekte bekannte metallische Anlagen.

Die Behälter müssen nicht unbedingt aus silikatischen Baustoffen bestehen, sondern können auch, wie bereits ausgeführt wurde, aus organischen Baustoffen, beispielsweise aus Holz, sein, wenn die anderen Voraussetzungen, wie flüssigkeitsdichte Wände, die unter den Anwendungsbedingungen trotzdem stromdurchlässig sind, gegeben sind. Auch Behälter in der Form künstlicher Erdbecken, Lagunen, Kavernen usw. sind geeignet, die erdgedichtete und damit flüssigkeitsdichte und dennoch unter den erwähnten Anwendungsbedingungen gut stromdurchlässige Wände zum Elektrolyten Erde aufweisen. Die Wände können ganz oder teilweise auch mit Folie abgedichtet sein, die überraschenderweise den Schutzstrom durchläßt, da sie dieselbe Mikroporosität wie die bereits erwähnten organischen Beschichtungsstoffe aufweist. Die Vorteile solcher Behälter bestehen darin, daß sie für andere Zwecke bereits vorhanden sind, also keine weiteren Aufwendungen für den Einbauort der Schutzanoden erforderlich sind.

Für fremdstromgespeiste Anlagen finden im allgemeinen Inertanoden Verwendung, die aus Stahlschrott, FeSi-Legierungen, Magnetit oder Bleisilberlegierungen bestehen, wie schon erwähnt wurde. Sie sind auch für flüssige Elektrolyte erfindungsgemäßer katodischer Schutzstromanlagen besonders gut geeignet. Die Schutzanoden müssen erfindungsgemäß aber nicht unbedingt Inertanoden und nicht an eine Fremdstromquelle angeschlossen sein. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung können sie auch ebenso gut aus aktivem Anodenmaterial, beispielsweise aus Aluminium, Magnesium, Zink oder aus Legierungen dieser Metalle bestehen. In diesem Falle ist dann eine Fremdstromquelle nicht erforderlich.

Als weiterer Vorteil ergibt sich dann, daß jetzt erfindungsgemäß auch durch die Verwendung von aktivem Anodenmaterial auf Aluminiumbasis in einem flüssigen Elektrolyten dieses Material, das bisher wegen der Passivierung für erdverlegte Schutzstromanlagen nicht verwendbar war, nunmehr auch vorteilhaft für erdverlegte metallische Anlagen verwendet werden kann. Bisher waren Schutzanoden aus Aluminiumlegierungen nur für Schutzobjekte in Meerwasser, das einen hohen Chloridgehalt und einen kleinen spezifischen Widerstand hat, beispielsweise für Schiffe, geeignet. Als weiterer Vorteil kommt noch hinzu, daß Aluminium oder dessen Legierungen als Anodenmaterial, im Vergleich mit dem bisher in Erde verlegten Aktivmaterial (Mg), wesentlich billiger und in der Stromausbeute wesentlich günstiger ist. Berechnungen und Stromspeiserversuche ergaben, daß bei erfindungsgemäßen katodischen Schutzstromanlagen zum Außenkorrosionsschutz erdverlegter metallischer Anlagen bei Fremdstromeinspeisung der Bedarf an Schutzanoden wesentlich geringer ist und verhältnismäßig niedrige Gleichrichterspannungen genügen, um den gesamten Schutzstrombedarf auch für ausgedehnte erdverlegte metallische Anlagen einzuspeisen und diese sicher gegen Außenkorrosion zu schützen. Dazu genügt ein Mindestfüllstand des flüssigen Elektrolyten im Behälter, der die volle Funktion der darin angeordneten Schutzanoden gewährleistet.

Der bekannte häufige notwendige Wechsel des Inhalts solcher Behälter, beispielsweise für Abprodukte der Tier- und Pflanzenproduktion, und die mechanische Homogenisierung (Rechenanlage) wirken sich dabei nur günstig aus, weil dadurch der Elektrolyt in der Nähe der Schutzanoden oft erneuert wird und ein Ansteigen des Ausbreitungswiderstandes, wie bei bekannten erdverlegten Schutzanoden, mit Sicherheit verhindert wird. Außerdem wird eine Konzentrationsverminderung und damit eine Erhöhung des Widerstandes durch Auswaschung, wie bei den bisher in Erde verlegten Bettungsmassen, vermieden. Besonders vorteilhaft sind erfindungsgemäße katodische Schutzstromanlagen in Verbindung mit industriemäßigen Tier- und Pflanzenproduktionsanlagen, auch deshalb, weil diese über die erforderlichen Elektrolyte und Behälter mit den flüssigkeitsdichten, unter den Anwendungsbedingungen gut stromdurchlässigen Wänden bereits verfügen und auch die erforderlichen Stromversorgungsnetze für die Energieeinspeisung vorhanden sind. Bedingt sind erfindungsgemäße Schutzstromanlagen aber auch für den Einsatz der Schutzanoden in Speicherbecken für Beregnungsanlagen geeignet, wenn das Wasser nur einen geringen elektrischen Widerstand (wie beispielsweise Saale-, Unstrut- oder Brackwasser) aufweist, und die Behälter möglichst ganzjährig vollständig oder wenigstens ausreichend für die Funktion der Anoden gefüllt sind. Bei der Anwendung erfindungsgemäßer Schutzstromanlagen ergeben sich, noch einmal zusammengefaßt, folgende ökonomischen und sonstigen Vorteile

- der Bedarf an Schutzanoden ist wesentlich niedriger,
- Bettungsmassen, teilweise aus Importen, sind nicht mehr erforderlich,
- der Bedarf an Zuleitungs- und Verbindungskabeln ist wesentlich geringer,
- es tritt eine erhebliche Einsparung an Erdarbeiten ein, weil die Schutzanoden in bereits vorhandene Behälter mit flüssigen Elektrolyten einsetzbar sind, und nur kurze Kabelgraben notwendig sind,
- die elektrischen Parameter der erfindungsgemäßen Schutzstromanlagen erfüllen die Standardforderungen optimal,
- durch den extrem geringen Ausbreitungswiderstand im Schutzstromkreis treten laufend Einsparungen an Energiekosten für den Betrieb der Schutzstromanlage ein,
- die Bildung von Oxidschichten auf den Schutzanoden, insbesondere bei Verwendung von Aktiv-Anoden aus Magnesiumlegierungen, durch anodische Belastung, wie sie bisher bei Erdverlegung auftrat und durch die üblichen Bettungsmassen nur teilweise verhindert wurden, wird durch die erfindungsgemäße Verlegung der Schutzanoden in flüssige Elektrolyte mit Sicherheit vermieden, ebenso wie eine Erhöhung des Ausbreitungswiderstandes,
- der Einsatz von kostengünstigen Aluminiumlegierungen als Aktiv-Anoden ist nun erfindungsgemäß auch für erdverlegte metallische Schutzobjekte möglich,
- das Kontrollieren, Auswechseln bzw. Erneuern der Schutzanoden ist im Vergleich zur bisherigen Erdverlegung der Anoden mit sehr geringem Aufwand verbunden.

Die Einsparungen an volkswirtschaftlich wertvollen Materialien und Rohstoffen, beispielsweise an Anodenmaterial, Material für die Kabel und Bettungen sind erheblich und dadurch auch die Senkung der Gesamtkosten für katodische Schutzstromanlagen zum Außenkorrosionsschutz erdverlegter metallischer Anlagen. Trotzdem tritt keine Minderung des Gebrauchswertes solcher Anlagen ein.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einigen Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig 1 das Prinzip der fremdstromgespeisten katodischen Schutzstromanlage zum Außenkorrosionsschutz erdverlegter Gullepipelines der Tierproduktionsanlage,

Fig 2 das Prinzip der katodischen Schutzstromanlage mit dem als Erdbecken ausgebildeten Behälter und den erdgedichteten Wänden,

Fig 3 das Prinzip der galvanischen katodischen Schutzstromanlage mit Aktiv-Anoden aus Aluminiumlegierungen

Wie aus der Fig 1 ersichtlich ist, sind die vier Inertanoden 1, 2, 3 und 4 aus einer bekannten FeSi-Legierung in der Gulle 5, die sich in dem Gullelagerbehälter 6 der Tierproduktionsanlage 7 befindet, angeordnet. Die Zementbetonwände 8 mit den Bitumenaustragen 9 sind ebenfalls zu sehen. Der großräumige Gullelagerbehälter von ca. 5000 m³ Volumen besitzt eine große Oberfläche. Der spezifische Widerstand der Gulle ist mit $\rho = 0,5 \text{ } 0,2 \Omega\text{m}$ extrem gering und unterschreitet damit sowohl den spezifischen Widerstand des Elektrolyten Erde mit $\rho \approx 40 \Omega\text{m}$, als auch den spezifischen Widerstand der Bettungsmassen mit $\rho = 100 \Omega\text{m}$ (trocken) beziehungsweise $\rho \approx 1 \Omega\text{m}$ (feucht) erheblich.

Wie aus der Fig 1 ersichtlich ist, genügen die 4 FeSi-Anoden bei Verlegung in Gulle statt einer Anzahl von 48 solcher Anoden bei Erdverlegung in Bettungsmassen, um mit der Gleichrichterspannung von 24 Volt den Schutzstrombedarf von $I_s = 30 \text{ A}$ einzuspeisen.

Der Ausbreitungswiderstand einer dieser Inertanoden vom Typ FeSi 43 mit den Abmessungen $D = 0,11 \text{ m}$ und einer wirksamen Länge von $L = 0,70 \text{ m}$ wurde beim Einspeiseversuch bei dem spezifischen Widerstand der Gulle von $\rho = 0,5 \Omega\text{m}$ zu ca. 2Ω ermittelt. Das ergibt bei der aus vier Inertanoden bestehenden Anodengruppe und einem Anodenabstand von 5 m voneinander nur $0,5 \Omega$. Demgegenüber werden die Erdausbreitungswiderstände für erdverlegte Anodenfelder in Bettungsmassen mit $1,8 \Omega$ bemessen. Die Werte für die in Gulle verlegten Anodenfelder liegen also weit günstiger als bei der üblichen Erdverlegung und das trotz der erheblichen Einsparungen an Anoden.

Es wurde weiterhin festgestellt, daß die Strombelastung bei 4 Inertanoden, verlegt in Gulle, bei dem Schutzstrom von $I_s = 30 \text{ A}$ für 1 Inertanode vom Typ FeSi 43 ca. 8 A und die maximal zulässige Strombelastung ca. 11 A beträgt. Der Masseverlust je 1 A/Jahr ist ca. $0,35 \text{ kg}$. Das ergibt bei der Strombelastung von ca. 8 A/Inertanode und ihrer Stückmasse von 43 kg eine Funktionsdauer von ca. 16 Jahren.

Die Gullepipeline 10 stellt das katodisch zu schützende Objekt dar. Aus der Fig 1 ist auch die galvanische Kette, bestehend aus der Gulle 5, den unter den dargestellten Anwendungsbedingungen gut stromdurchlässigen Zementbetonwänden 8 mit Bitumenaustragen 9 des Gullelagerbehälters 6 und dem Elektrolyten Erde 12, gut zu erkennen. Ebenso ist der teilweise Kontakt dieser Zementbetonwände mit dem Elektrolyten Erde zu sehen. Der Mindestfüllstand der Gulle von etwa 1 m im

Güllelagerbehälter gewährleistet die volle Funktion der darin verlegten Inertanoden, wie durchgeführte Einspeiseversuche mit dem bis zu diesem Füllstand leergepumpten Güllelagerbehälter ergeben haben.

Der erforderliche Netzanschluß 13 für den Stellgleichrichter 14 an der Güllepumpstation 15 ist ebenfalls zu sehen.

Der Schaltschrank 16 ist in unmittelbarer Nähe sowohl der Inertanoden 1 bis 4 als auch der Güllepipeline 10 installiert. Dadurch ergeben sich, wie ersichtlich, für solche Anlagen extrem kurze Kabelverbindungen sowohl für die Zuführungskabel 17 als auch für die Verbindungskabel 18.

Das in der Fig. 2 gezeigte Erdbecken 19 ist ganz oder teilweise mit Folie 25 ausgelegt und mit Silosickersaft 26 gefüllt.

Solche Erdbecken finden aber auch Anwendung für Gülle, Abwasser und Laugen für den Straßenwinterdienst, sofern bindige Böden vorhanden sind, die nach einer Verdichtung die notwendige Flüssigkeitsdichtheit gewährleisten. In den übrigen Merkmalen entspricht diese Schutzstromanlage im wesentlichen der in Fig. 1 gezeigten.

Da das Erdbecken keine elektrisch leitende Verbindung zu den erdverlegten metallischen Anlagen hat, entfällt hier das nichtmetallische Rohrstück als elektrische Isolierstrecke.

Wie weiterhin ersichtlich ist, genügen hier lediglich erdgedichtete Wände 20, welche die Zementbetonwände mit Bitumenausträgen voll ersetzen.

In der Fig. 3 ist der Güllelagerbehälter 6, wiederum mit den Bitumenausträgen 9, gefüllt mit der Gülle 5 zu sehen, wie solche Lagerbehälter außerhalb von Ortschaften häufig vorhanden sind. Die vier eingebrachten Aktivanoden 21 bis 24, bestehend aus Aluminiumlegierung, sind ebenfalls gezeigt. Ein Netzanschluß ist, wie zu sehen, nicht erforderlich.

Durch das elektrochemisch negative Potential der Aluminiumlegierung der Aktivanoden im Vergleich zur Stahlrohrleitung 27 besteht eine negative Spannung von ca. 0,3V, die einen ausreichenden Fluß des Schutzstromes über die Verbindungskabel 18 zur Stahlrohrleitung 27 gewährleistet. Besonders günstig wirkt sich dabei aus, daß die Gülle alkalisch reagiert und auch dadurch eine Passivierung der Aluminiumanoden durch Deckschichtenbildung verhindert.

Fig. 1

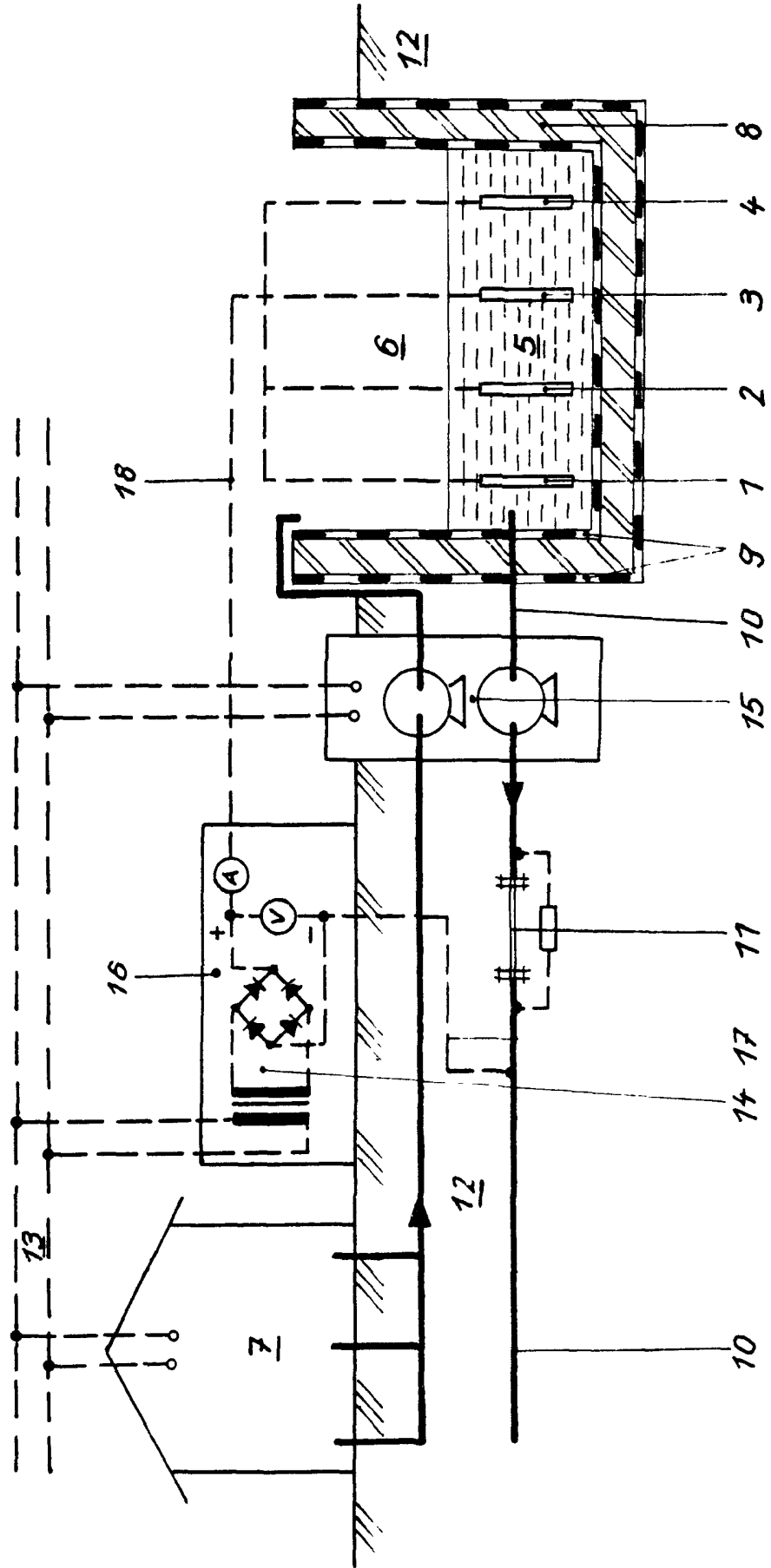


Fig. 2

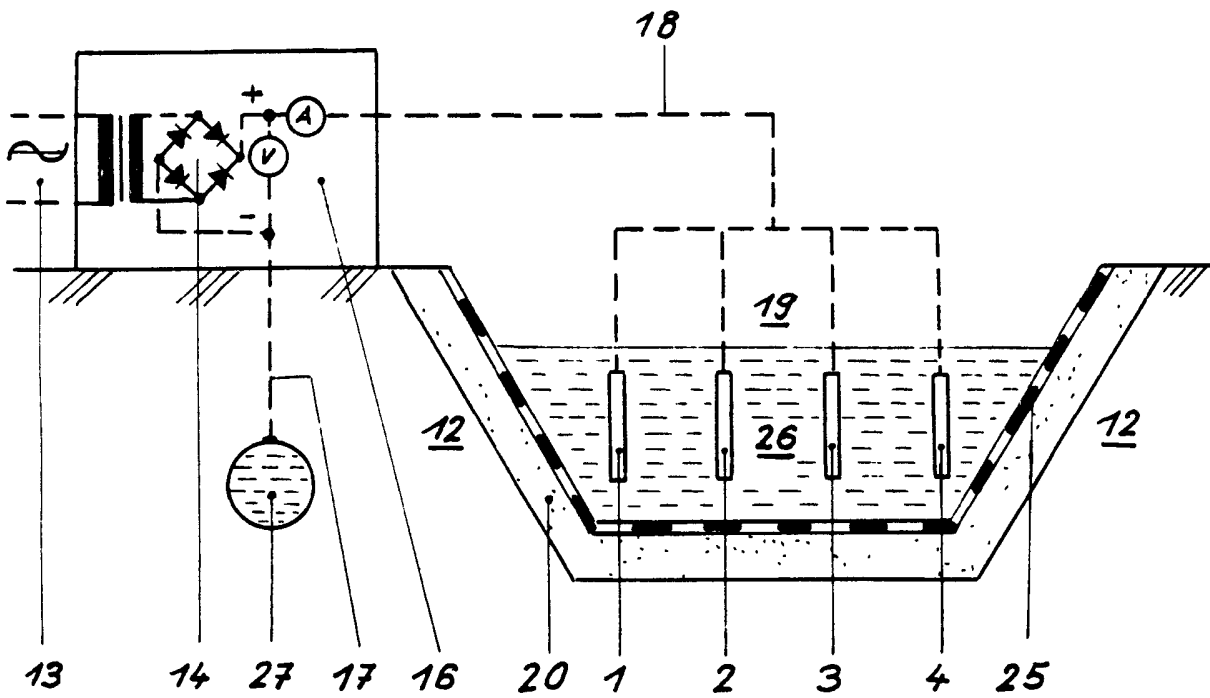


Fig. 3

