



DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD E 02 B / 284 786 5	20. 12. 85	22. 04. 87	27. 06. 96

(30) Unionspriorität:

—

(72) Erfinder: Schmidt, Günther, Dipl.-Ing., 03044 Cottbus, DE; Zinke, Bernhard, Dipl.-Ing., 03048 Cottbus, DE; Weidlich, Hans-Günter, Dr.-Ing., 03050 Cottbus, DE; Schneider, Jörg, Dr.-Ing., 03046 Cottbus, DE; Nube, Kai, Dipl.-Ing., 03050 Cottbus, DE; Roesler, Jörg, Dipl.-Ing., 03048 Cottbus, DE; Mandrek, Volker, Dipl.-Ing., 03185 Peitz, DE; Raake, Horst, 03185 Peitz, DE; Jacksteit, Siegfried, 03042 Cottbus, DE

(73) Patentinhaber: VEAG Vereinigte Energiewerke AG, Allee der Kosmonauten 29, 12681 Berlin, DE

(54) Verfahren zur Herstellung von Gewässergrundabdichtungen

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
nichts ermittelt

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Gewässergrundabdichtungen unter Verwendung von vorzugsweise Braunkohlenfilteraschen, wobei bei nicht abgelassenem Gewässer auf dem Gewässergrund die Dichtmaterialien durch Sedimentation oder über ein Verteilersystem mit Rührwerk aufgebracht und bei abgelassenem Gewässer die Dichtmaterialien auf den Gewässergrund aufgebracht und anschließend verdichtet werden sowie hierbei bedarfsweise in die Dichtschicht ein aus nicht porösen festen Zuschlagstoffen bestehendes Stützgerüst eingepreßt wird, **gekennzeichnet dadurch**, daß aus an sich bekannter Braunkohlenfilterasche eine Wasser-Asche-Suspension mit einem Wasser-Asche-Faktor (Masseverhältnis) von 0,4 bis 1,0 hergestellt sowie unter nachfolgender Zugabe und Einmischung eines wasserbindenden, die Dichtheit und Standfestigkeit beeinflussenden Stoffes mit oder ohne Erhärtungseigenschaften in Mengen von 0–50 M% auf den Gewässergrund aufgebracht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Braunkohlenfilteraschen feinkörnige, kalkreiche, hochbindige und aktive Trockenaschen und weniger aktive und bindige Trockenaschen verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die aktive Trockenasche vor der Suspensionsbildung zur Aktivierung angefeuchtet und gelagert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Suspensionsbildung organisch belastetes Wasser verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als wasserbindender, die Dichtheit beeinflussender Stoff gering aktive Trockenasche und/oder Zement verwendet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als wasserbindiger, die Dichtheit und Standfestigkeit beeinflussender Stoff Textilschnitzel verwendet werden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewässergrundabdichtung, wobei auf den Grund des Gewässers eine aus Asche bestehende Schicht aufgebracht wird.

Zur Abdichtung von Gewässern ist es bekannt, das Wasser abzulassen und unterschiedliche Materialien auf den Grund aufzubringen. Als Materialien werden Beton, Asphalt, Folien, Bitumenemulsion, Ton, Lehm, Aschen und andere bindige Stoffe verwendet. Das Einbringen der Dichtungsmaterialien erfolgt durch geeignete Maschinenkomplexe, die sich auf dem ausgetrockneten Gewässergrund fortbewegen (DD-PS 52 630, DE-AS 1 784 688, SU-PS 1 150 291). Der Nachteil der bekannten Materialien ist ihre geringe Beständigkeit und leichte Zerstörbarkeit (z. B. Folien aller Art) sowie die hohen Materialkosten und Herstellungskosten (Bitumenemulsion, Beton, Asphalt).

Die Abdichtung von Gewässern mittels Aschen hat bisher ebenfalls noch nicht zum Erfolg geführt, weil durch falsche Anwendung und nicht Erreichen der vollen Bindigkeit (Dichtigkeit) sowie nachträglichen Gefügestörungen kein ausreichender Abdichtungseffekt erreicht wurde.

Bekannt ist ein Verfahren zur Abdichtung von Teichanlagen mittels bergmännisch gewonnenen Abdichtungsmaterials. Hierbei wird nach der Beräumung, Planierung und Verdichtung der Teichsohle bei abgelassenem Gewässer die Flutung des Teiches vorgenommen, die Suspension des Abdichtmaterials und eine Schutzschicht aus geeigneten Erdmaterialien aufgebracht (DD-PS 106 213). Die Nachteile dieses Verfahrens liegen im konstruktiven und apparativen Aufwand der Gewässergrundvorbereitung und der Verspüleinrichtung begründet. Des weiteren ist das Verfahren durch seine Kompliziertheit und Langwierigkeit uneffektiv und unökonomisch.

Ebenfalls bekannt ist ein Verfahren zur Gewässerabdichtung, wobei das Dichtungsmaterial entweder im trockenen Zustand direkt auf den Wasserspiegel aufgestreut wird oder als dünnflüssig angerührte Schlämme auf den Wasserspiegel aufgegossen bzw. unter dem Wasser eingebracht wird. Hierbei wird der Vorgang der natürlichen Selbstdichtung von Gewässern durch Absetzung von Schwebstoffen bewußt ausgenutzt. Als Dichtungsmaterial wird ein Tonmehl- bzw. Bentonit-Zementgemisch im Verhältnis 1:1 eingesetzt (DE-AS 1 817 606).

Die Nachteile des Verfahrens sind:

- Einsatz von Tonmehl erfordert bergmännische Gewinnung mit nachgeschalteter Aufbereitung (hoher Aufwand).
- Zement stellt ein hochwertiges Produkt dar, dessen Herstellung sehr aufwendig ist (kein Abprodukt).
- Während des ausgewiesenen Absetzvorganges gehen die meisten hydraulischen Reaktionen des Zementes verloren, dadurch werden noch relativ große K-Werte (K = Durchlässigkeitsbeiwert nach Darcy) erreicht.
- Aufwendiger Mehrschichtaufbau.
- Die so eingebrachte Dichtungsschicht verfügt über Rißbildungen, da großflächige Zementssysteme aufgrund der Schwind erhärtung Dehn- und Arbeitsfugen benötigen.
- Diese Rißbildungen verfügen über weitere große Wasserundurchlässigkeiten.
- Tonmehl wird als Feinstzuschlagstoff eingesetzt und bildet als Gemisch mit Zement nicht die erforderliche Dichtigkeit.
- Die Einbringungstechnologie erfordert aufwendige Spezialvorrichtungen und stellt eine unvermeidbare Lösung dar.

Es ist bekannt, bei nichtabgelassenem Gewässer Kanalsohlen mittels bestimmter Einrichtungen, die über oberirdische Zuleitungen und unter Wasser angeordnete Auslauf- sowie Bodenauflockerungs- und Verdichtungsvorrichtungen verfügen, abzudichten. Der apparative Aufwand für diese Vorrichtungen ist hoch. Das Abdichtverfahren wird damit unnötig verteuert. Weiterhin ist ein Verfahren zur Abdichtung von Speicherbecken, Dämmen, Deichen und dgl. bekannt, wobei auf die abzudichtende Fläche ein Gemenge von granulierter, hydraulisch abgebundener Asche und staubförmiger Filterasche aufgebracht und der Filterasche unmittelbar vor oder bei der Herstellung des Gemenges und bei der Aufbringung desselben auf die abzudichtende Fläche Wasser zugesetzt wird. Eine schichtweise Einbringung ist möglich, wobei die Filterasche in die Granulatzwischenräume eingeschwemmt wird (DD-PS 48 533).

Die Nachteile dieses Verfahrens sind:

- Die Handhabung führt zwangsläufig zur Klumpenbildung (kein homogener Gefügebau) und bei weiterem späteren Wasserkontakt zu parallelen Gefügestörungen (grundsätzlich: nicht Wasser zugeben zur Trockenasche, da ansonsten Großkornbildung mit nachfolgenden Treiberscheinungen).
- Die so aufgebaute Dichtungsschicht verfügt schon in ihrer Ausgangsform über eine kaum dichtende Wirkung und nur über vernachlässigbar mechanische Beanspruchbarkeiten.
- Dichtungsschicht verfügt über thixotrophe Eigenschaften.
- Umweltbelastung durch Staub.

Ziel der Erfindung ist eine einfache, ökonomische und wirkungsvolle Gewässergrundabdichtung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Gewässergrund mittels Braunkohlenfilteraschen so abzudichten, daß ohne Nachbehandlung eine gefügedichte Konstruktion entsteht.

Dies wird dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß aus an sich bekannter Braunkohlenfilterasche eine Wasser-Asche-Suspension mit einem Wasser-Asche-Faktor (Masseverhältnis) von 0,4 bis 1,0 hergestellt sowie unter nachfolgender Zugabe und Einmischung eines wasserbindenden, die Dichtigkeit und Standfestigkeit beeinflussenden Stoffes mit oder ohne Erhärtungserscheinungen in Mengen von 0-50 M% auf den Gewässergrund aufgebracht wird.

Die nähere Erläuterung der Erfindung erfolgt anhand von vier Ausführungsbeispielen.

Beispiel 1

Es erfolgt die Abdichtung eines Erdbeckens, vorzugsweise Fischteich, das mit einem Dichtungsmaterial geringer Dichtungsmächtigkeit und über einen Wasserundurchlässigkeitswert von $K \leq 10^{-9}$ verfügen muß. In geeignete Behältnisse werden getrennt einmal bindige Trockenaschen und weniger aktive Trockenaschen mit Wasserüberschuß durch Sedimentation eingesumpft. Nach zwei Tagen wird der sich oberhalb der gebildeten Masse anstehende Wasserüberschuß entfernt. Die Herstellung des Dichtungsmaterials erfolgt mit Gewichtsverhältnissen

Masse aus aktiver bindiger Trockenasche

Masse aus weniger bindiger Trockenasche und

Trockenzugabe von der weniger bindiger Trockenasche von 1:1, 5:1 in einer Zwangsmischanlage.

Die Einbringung von einer 5 cm starken Dichtungsschicht vertikal und horizontal zur so entstehenden Asche-Asche-Konstruktion erfolgt nach traditioneller Einbringungstechnologie für plastischen Zementbeton. Die so hergestellte Dichtungsschicht verfügt über einen Wasserundurchlässigkeitswert von $K = 10^{-9}$ und über eine Festigkeit von ≥ 7 MPa. Der Fischbesatz erfolgt nach einer pH-Wert-Einstellung von $< 8,5$; zweckmäßigerweise ist vorher ein Spülvorgang vorzunehmen. Die Zugabe eines entwässerbaren Stoffes (z. B. Trockenasche) mit oder ohne eigene Reaktionen führt zur Verdichtung der aktiven Bestandteile der Wasser-Asche-Suspensionen (effektivere Reaktionen durch weniger Wasserüberschuß), zur Erhöhung der Lagerungsdichte des Systems und zur erhöhten Dichtigkeit, wobei das Wasserreservoir durch den entwässerbaren Stoff für die aktiven suspensionierten Bestandteile abgesichert wird.

Beispiel 2

Abdichtung eines Fischteiches gegen Sickerwasserverluste bei Absenkung des Grundwasserspiegels durch den Braunkohlenbergbau. Der Teich verfügt über Teichsedimente (natürliche Kolmotion) mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $K = 10^{-6}$ m/s. Aufgrund der hydrologischen Verhältnisse wird ein Dichtungsmaterial mit einer Durchlässigkeit von $K \leq 10^{-8}$ m/s gefordert. Auf den anstehenden Bodenverhältnissen wird eine ca. 5 cm starke Dichtungsschicht mit aufbereiteten Filterascheprodukten mit folgenden Parametern aufgebracht:

- 93 M % mit $d < 0,09$ mm
- 78 M % mit $d < 0,05$ mm
- CaO-Wert 29,2 M %
- Schüttdichte 1 kg/l
- spezifische Oberfläche nach Baine: 3 900 cm²/g

Das Verhältnis Wasservolumen zur Fläche der Abdichtung beträgt 1:1. Die Einbringung trockener, aufbereiteter Filterascheprodukte in den wassergefüllten Teich erfolgt zonenweise und mittels Booten, welche mit einem mit Benzinmotor betriebenen Verteilersystem, das mit einem Rührwerk gekoppelt ist, ausgestattet wurden. Diese in das Wasser eingebrachten Ascheprodukte setzen sich aufgrund der wirkenden Schwerkraft auf den Boden des Teiches ab und bilden eine Dichtungsschicht.

Bei einer Dichtungsmächtigkeit von durchschnittlich 5 cm werden ca. 50 kg/m² der Filterascheprodukte benötigt. Die Zeitdauer bis zur endgültigen Aufquellung und Aushärtung des Filterascheproduktes beträgt 56 Tage, wobei die abgedichtete Fläche eine ausreichend hohe Stabilität von > 5 MPa besitzt und über einen Durchlässigkeitsfaktor von $K \leq 10^{-8}$ verfügt. Die pH-Wert-Einstellung beträgt $< 8,5$.

Beispiel 3

Abdichtung von lokalen Schwächungszonen in wassergefüllten Wasserreservoir, vorzugsweise Fischteiche, vertikal und horizontal im Einflußbereich von Grundwasserabsenkungen. Der Teich verfügt über größtenteils ausreichende Dichtung. Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse wird ein Dichtungsmaterial mit einer Durchlässigkeit von $K \leq 10^{-8}$ m/s und einer Stabilität von 5 MPa für die lokalen Schwächungsstellen gefordert. Die Lokalisierung der Schwächungszonen erfolgt mit einer Versickerungsglocke nach Darcy bzw. mit einem Meßisotopenverfahren (hydrogeologische Detailerkundung), und im Ergebnis wird eine Teichkartierung vorgenommen. Die erforderlichen Dichtungsschichten werden mit Stützgerüst (Feinsplitt, Grobsplitt) aufgebaut. Das Einbringen eines solchen Stützgerüsts ist abhängig von der zu erreichenden Dichttheit und Stabilität. Der Aufbau der Dichtungsschicht erfolgt schichtweise, wobei das Gewichtsverhältnis Trockenascheprodukt zu Stützgerüststoff 1:4 beträgt. Die Einbringung des Stützgerüsts erfolgt mit normalen Futterbooten und die des Trockenascheprodukts wie im Beispiel 2. Mit den gleichen Parametern des Filterascheprodukts des Beispiels 2 wird bei einer Dichtungsmächtigkeit von ca. 10 cm (erforderlich von örtlich anstehenden Durchlässigkeiten von $\geq 10^{-5}$) eine Stabilität von ≥ 7 MPa mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $K \leq 10^{-9}$ erreicht.

Beispiel 4

Ausgehend von bestimmten hydrogeologischen Verhältnissen (Grundwasserentzug durch den Absenkungstrichter des fortschreitenden Braunkohletagebaues) besteht das Erfordernis, ein ablaßbares Gewässer mit einer kostengünstigen Dichtungsschicht, die einen Durchlässigkeitswert von $K = 10^{-10}$ aufweist und über eine Dichtungsmächtigkeit von nur 5–10 cm verfügt, abzudichten. Das zu verwendende Ascheprodukt, bestehend aus feinkörniger kalkreicher, hochbindiger und aktiver Trockenasche, wird im Prozeß ihres Anfallens (Braunkohlenkraftwerk) in einem erdfeuchten Zustand gebracht. Die Verladung der erdfeuchten Masse erfolgt mit der im Prozeß installierten Anlagentechnik umweltfreundlich in offenen Waggonen, z. B. 2 Seitenkastenwaggonen. Der so mögliche aufwandsreduzierte Transport in offene Waggonen (keine geschlossenen Spezialwaggonen mehr erforderlich) erfolgt bis zur bestgeeigneten Zwischendeponie zum abdichtenden Gewässer (bestmöglicher Reichsbahnanschluß). Die Zwischendeponie der erdfeuchten Masse im Freigelände einschließlich Verladung und Transport erfolgt an 2 Tagen. Während des zweitägigen Zeitraums des erdfeuchten Zustandes der definierten Asche, erhält diese eine Aktivierung, wodurch schnellere Mindestfestigkeiten und Undurchlässigkeiten erzielt werden und somit das abzudichtende Gewässer schneller nutzungswirksam wird. Der Aufbau des Intensivmischkomplexes (z. B. fahrbare Zwangsmischanlage mit Mörtelpumpe) erfolgt in unmittelbarer Nähe des abzudichtenden Gewässers. Der Transport der erdfeuchten inaktivierten Massen erfolgt per LKW, wobei die Verladung auf die LKW's mit Greifern erfolgt. Die Suspensionierung erfolgt durch Intensivmischvorgänge. Die so entstehende Wasser-Asche-Suspension wird mittels Mörtelpumpen auf den Gewässergrund als 5–10 cm starke Dichtungsschicht aufgebracht. Nach einer kurzen Ansteifzeit (Mindestfestigkeit ≥ 1 MPa) der Dichtungsschicht wird das Stützgerüst eingepreßt. Die so hergestellte Dichtungsschicht verfügt über eine Festigkeit von ≥ 7 MPa und über einen Durchlässigkeitswert nach Darcy von $\leq 10^{-10}$.

Das erfindungsgemäße Verfahren besitzt folgende Vorteile:

- hohes Maß an Sekundärrohstoffverwertung
- das Verfahren ist billig und einfach durchzuführen (mit einfacher Technik) mit relativ geringem Materialaufwand
- kein Einsatz von gesonderter aufwendiger Spezialtechnik erforderlich
- unter der technisch bedingten Einbringungstechnologie (Sedimentationseinbau) vorzugsweise nicht ablaßbarer Gewässer mit geringen Dichtungsmächtigkeiten wirksam (keine sonst bekannten Materialien unter den Bedingungen geeignet)
- keine thixotropen Eigenschaften und Toxitäten
- unwesentliche Veränderung der mittleren Wassertiefe
- sehr gutes Dichtungsverhalten auf natürlichem Teichboden
- Schadstoffbindung
- relativ günstige Einbringung der Dichtungsschicht mit einfachen Mechanisierungsgeräten
- keine Schutzschichten erforderlich
- mit geringen Dichtungsmächtigkeiten werden hohe Effekte hinsichtlich Festigkeit und Undurchlässigkeit der Dichtungsschicht erzielt
- hohe Erosions- oder Korrosionsstabilität zur Gewährleistung einer relativ unbegrenzten Lebensdauer unter organischen Verhältnissen
- Dichtungsschicht wird ermöglicht mit Sekundärrohstoff (kein bilanzpflichtiger bzw. zu importierender)
- bei pH-Wert-Einstellung $< 8,5$ verfügt die Dichtungsschicht über keine toxischen Eigenschaften
- mit einfacher Misch- und Einbringungstechnologie wird mit dem Sekundärrohstoff unter erhöhten hydrogeologischen Verhältnissen eine wirksame, im zulässigen Bereich befindliche Abdichtung erzielt
- durch die Anaktivierung der definierten Trockenasche wird eine wesentliche Verkürzung der Stillstandszeit erreicht und damit eine frühere Nutzungsfreigabe ermöglicht
- billige Verladung und Transport der erdfeuchten Masse (erdfeuchte definierte Asche)
- die so entstehende starre Abdichtungsstruktur verfügt über hohe Preßdrücke auf flexiblem Untergrund