



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 286 083 A7

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) E 21 F 17/16

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD E 21 F / 309 645 8

(22) 30. 11. 87

(45) 17. 01. 91

- (71) Bergakademie Freiberg, Direktorat für Forschung, Akademiestraße 6, Freiberg, 9.00, DD
(72) Sitz, Peter, Dr. sc. techn.; Oellers, Thomas, Dipl.-Ing.; Köckritz, Volker, Dr.-Ing.; Häfner, Frieder, Dr. sc. techn., DD
(73) Bergakademie Freiberg, Freiberg, 9200, DD; Deilmann-Haniel GmbH, Dortmund, 4600, DE

(54) Hochbelastbare untertägige Widerlagerkonstruktion

(55) Widerlagerkonstruktion; Querschnittsabdichtung; Verzahnung; inelastisch-zeitabhängiges Materialverhalten; Verzahnungsflächen; Schattenflächen; Schattenflächendifferenz; Tragfähigkeit; Dichtheit; Bewehrung
(57) Die Erfindung betrifft eine untertägige Widerlagerkonstruktion, die für die Absperrung untertägiger Hohlräume verwendet wird und der sicherer, dauerhaften Speicherung und Deponie der unterschiedlichsten Stoffe oder dem aktiven und präventiven Wasserschutz dienen kann. Die Erfindung findet vor allem bei der Querschnittsabdichtung von Hohlräumen in solchen Gebirgsschichten Anwendung, in denen infolge des stark inelastisch-zeitabhängigen (rheologischen) Materialverhaltens, wie z. B. im Steinsalzgebirge, die Widerlagerkonstruktion hohen Gebirgsdruckbelastungen ausgesetzt ist. Das Ziel der Erfindung ist es, die Tragfähigkeit und die Dichtheit von Widerlagerkonstruktionen zu erhöhen. Gleichzeitig soll eine Senkung des Herstellungsaufwandes erzielt werden. Die technische Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine hochbelastbare untertägige Widerlagerkonstruktion zu entwickeln, die bei der Querschnittsabdichtung in Gebirgsschichten mit stark inelastisch-zeitabhängigem (rheologischem) Materialverhalten auftretende axiale Zugspannungen sicher aufnimmt, ohne daß eine zusätzliche tragende axiale Bewehrung erforderlich ist bzw. Materialien mit geringerer Güte eingesetzt werden können. Erfindungsgemäß wird die technische Aufgabe dadurch gelöst, daß die senkrecht zur Achse der Widerlagerkonstruktion projizierte Schattenfläche der stirnseitigen Verzahnungsfläche größer als die senkrecht zur Achse der Widerlagerkonstruktion projizierte Schattenfläche der unmittelbar der stirnseitigen Verzahnungsfläche folgenden Verzahnungsfläche ist und die zwischen den stirnseitigen Zähnen angeordneten Zähne um den Betrag der Schattenflächendifferenz zum Gebirge hin versetzt angeordnet sind.

Patentanspruch:

Hochbelastbare untertägige Widerlagerkonstruktion, die über eine Verzahnung in das Gebirge eingebunden ist, wobei die Verzahnung aus zwei stirnseitigen Verzahnungen und einer oder mehreren zwischen den stirnseitigen Verzahnungen angeordneten Verzahnungen besteht, **gekennzeichnet dadurch**, daß die senkrecht zur Achse der Widerlagerkonstruktion projizierte Schattenfläche (15) der stirnseitigen Verzahnungsfläche (13) größer als die senkrecht zur Achse der Widerlagerkonstruktion projizierte Schattenfläche (16) der unmittelbar der stirnseitigen Verzahnungsfläche (13) folgenden Verzahnungsfläche (14) ist und die zwischen den stirnseitigen Verzahnungen angeordneten Verzahnungen um den Betrag der Schattenflächendifferenz (11) zum Gebirge hin versetzt angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine hochbelastbare untertägige Widerlagerkonstruktion, die für die Absperrung untertägiger Hohlräume verwendet wird und der sicheren, dauerhaften Speicherung und Deponie der unterschiedlichsten Stoffe oder dem aktiven und präventiven Schutz vor Wässern dienen kann.

Die Erfindung findet vor allem bei der Querschnittsabdichtung von Hohlräumen in solchen Gebirgsschichten Anwendung, in denen infolge des stark inelastisch-zeitabhängigen (rheologischen) Materialverhaltens, wie z. B. im Salzgebirge, die Widerlagerkonstruktion hohen Gebirgsdruckbelastungen ausgesetzt ist.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Aus dem Stand der Technik sind Widerlagerkonstruktionen bekannt, die der Absperrung untertägiger Hohlräume dienen, in denen die Speicherung und Deponie der unterschiedlichsten Stoffe vorgenommen wird bzw. die gegenüber den durch Einbruch von Wässern gefährdeten Grubenbereichen abgeriegelt werden.

Bei derartigen Widerlagerkonstruktionen handelt es sich in der Regel um massige Betonbauten, die eine zusätzliche Bewehrung aufweisen und die in Verbindung mit Dichtelementen eine sichere und dauerhafte Abdichtung der untertägigen Hohlräume gewährleisten sollen.

In SITZ, P.: „Querschnittsabdichtungen untertägiger Hohlräume durch Dämme und Pfropfen“, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1982, sind verschiedene gleitfähige Widerlagerkonstruktionen beschrieben worden.

Insbesondere in den Ausführungsbeispielen für standsichere und dichte Querschnittsabdichtungen sind Widerlager in Form von Kugelkalotten, mehrfach-verzahnte und mehrfach-kegelstumpfförmige bzw. mehrfach-prismatoidförmige Widerlager dargestellt und diskutiert worden.

Das mehrfach-verzahnte Widerlager ist z. B. mit einer dreifachen Verzahnung ausgeführt. Die drei Verzahnungen weisen einen von der Druckseite her abnehmenden Verzahnungswinkel auf, so daß die Hauptspannungsstrajektorien (Druck) senkrecht auf den Ausbruchsflächen stehen. Die auftretenden Zugspannungen werden durch eine zusätzliche kreuzweise Bewehrung des luftseitigen Widerlagerzahnes aufgenommen. Es wird ausgeführt, daß der Einsatz mehrfach-verzahnter Widerlager mit Verzahnungshöhen zwischen 0,8r und 1,0r vorteilhaft ist. Der Hauptnachteil derartiger Widerlagerkonstruktionen besteht jedoch darin, daß infolge der Flüssigkeitsdruckbelastung in einem großen Widerlagerbereich Zugspannungen auftreten, die mit fallendem Gebirgselastizitätsmodul anwachsen. Mit Erhöhung der Widerlagerlängen verringern sich diese Zugspannungen und nähern sich asymptotisch einem Endwert.

Das mehrfach-kegelstumpfförmige bzw. prismatoidförmige Widerlager kann z. B. mit einer vierfach-kegelstumpfförmigen Verzahnung ausgeführt werden. Infolge der Flüssigkeitsbelastung ergeben sich parallel zum Widerlagerausbruch Zugspannungen, die wiederum vor allem in Gebirgsschichten mit einem niedrigen Gebirgselastizitätsmodul auftreten und die durch eine Bewehrung, die durch konstruktiv in Ringrichtung eingelegte Bewehrungsseile und durch Bügel ergänzt wird, aufgenommen werden. Obwohl bei letzteren Widerlagerkonstruktionen die auftretenden Zugspannungshöchstwerte und das zugbeanspruchte Widerlagervolumen wesentlich geringer sind als bei den mehrfach-verzahnten Widerlagern, sind für die Aufrechterhaltung der Tragfähigkeit und der Dichtheit in jedem Fall zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um diese Zugspannungen aufzunehmen.

Widerlagerberechnungen gegenüber Gebirgsdruckbelastungen erfolgten bisher nicht bzw. nur durch eine grobe, nicht die Realität widerspiegelnde Abschätzung.

Neue detaillierte Untersuchungen über die Auswirkungen der Gebirgsdruckbelastungen auf die in das Gebirge einschneidenden Widerlager üblicher Geometrie (mehrfach-verzahnte, mehrfach-kegelstumpfförmige bzw. prismatoidförmige Widerlager), die in „Gebirgsmechanische Untersuchungen zur Standsicherheit eines Dammbauwerkes“, BGR, Hannover, Mai 1985, vorgenommen wurden, haben gezeigt, daß sich infolge der Gebirgsdruckbelastung auch axiale Zugspannungen in der Widerlagerkonstruktion ergeben, die in erster Linie auf Kerbwirkungen (Widerlagerbereich mit dem geringen Durchmesser) zurückzuführen sind.

Ebenfalls können Zugspannungen aus ungleichförmigen Gebirgsdruckbelastungen zwischen dem Stirnbereich und der Widerlagermitte resultieren.

Das Problem der Reduzierung der durch Gebirgsdruckbelastungen hervorgerufenen axialen Zugspannungen ist insbesondere in den Fällen wichtig, wo Widerlager in Gebirgsschichten mit stark inelastisch-zeitabhängigem (rheologischem) Materialverhalten, wie z. B. im Salzgebirge, durch keine bzw. durch relativ geringe stirnseitige Belastungen beansprucht werden.

Wie bereits beschrieben, lassen sich die Zugspannungen innerhalb gewisser Grenzen durch eine Bewehrung der Widerlagerkonstruktion aufnehmen. Dies erfordert einen erheblichen Mehraufwand an Material und Zeit. Bisher sind Aspekte der konstruktiven Berücksichtigung von axialen Zugspannungen infolge Gebirgsdruckbelastung innerhalb von Widerlagerkonstruktionen nicht berücksichtigt worden, weil lediglich Vorschläge für eine überschlägliche Abschätzung dieser Gebirgsdruckeinwirkungen existieren bzw. diese Gebirgsdruckbelastungen an einer idealisierten, dem derzeitigen Kenntnisstand nicht entsprechenden Widerlagergeometrie unter Ansatz eines elastischen Gebirgsverhaltens – das für viele Gesteinsmaterialien nicht zutreffend ist – untersucht wurden.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, bei der Widerlagerkonstruktionen, die zur untätigen Querschnittsabdichtung eingesetzt werden, die Tragfähigkeit zu erhöhen und eine Undurchlässigkeit zu erreichen. Die Widerlagerkonstruktionen sollen vor allem in Gebirgsschichten bei großen Gebirgsdruckbelastungen, d. h. mit stark inelastisch-zeitabhängigem (rheologischem) Materialverhalten eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen. Gleichzeitig soll der Aufwand für die Herstellung wesentlich verringert werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die technische Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine auch durch Gebirgsdruck hochbelastbare untätige Widerlagerkonstruktion, die in das Gebirge eingebunden ist, zu entwickeln, die bei der Querschnittsabdichtung in Gebirgsschichten mit stark inelastisch-zeitabhängigem (rheologischem) Materialverhalten das Auftreten axialer Zugspannungen ausschließt, so daß keine tragende axiale Bewehrung erforderlich ist und auf Grund des günstigen, mehrachsigen Druckspannungszustandes Materialien mit geringerer Güte eingesetzt werden können. Erfindungsgemäß wird die technische Aufgabe dadurch gelöst, daß die senkrecht zur Achse der Widerlagerkonstruktion projizierte Schattenfläche der stirnseitigen Verzahnungsfläche größer als die senkrecht zur Achse der Widerlagerkonstruktion projizierte Schattenfläche der unmittelbar der stirnseitigen Verzahnungsfläche folgenden Verzahnungsfläche ist und die zwischen den stirnseitigen Verzahnungen angeordneten Verzahnungen um den Betrag der Schattenflächendifferenz zum Gebirge versetzt angeordnet sind. Dies wird dadurch erreicht, daß die den stirnseitigen Verzahnungsflächen folgenden Verzahnungsflächen nicht wieder auf den ursprünglichen stirnseitigen Hohlraumquerschnitt zurückgeführt sind. Die Größe der erforderlichen Schattenflächendifferenz richtet sich dabei nach dem primären Gebirgsspannungszustand, der durch die Widerlagergeometrie bestimmten Kerbwirkung und dem rheologischen Gebirgsverhalten und kann durch entsprechende Berechnungen ermittelt werden. Diese Berechnung kann nach bekannten Verfahren durchgeführt werden. Die Gebirgsdruckbelastung wird entsprechend der Teufe und den Gebirgseigenschaften überschläglich in bekannter Weise ermittelt. Unter Verwendung bekannter inelastischer FE-Programme können die Spannungszustände in einer vorgegebenen Widerlagergeometrie ermittelt werden.

Als Eingabegrößen für die Berechnung dienen die Gebirgsparameter, die Widerlagergeometrie, das verwendete Material und spezielle Randbedingungen, die sich aus notwendigen Modifikationen der Widerlagerkonstruktionen entsprechend dem jeweiligen Anwendungsfall ergeben. Sind die auftretenden Spannungszustände bekannt, wird die Widerlagerkonstruktion entsprechend der erfindungsgemäßen Lösung solange verändert, bis die axialen Zugspannungen kompensiert bzw. die gewünschten axialen Druckvorspannungen erreicht sind. Werden die für konkrete Bedingungen ermittelten geometrischen Werte der Widerlagerkonstruktion unterschritten, treten die nachteiligen axialen Zugspannungen auf, während ein Überschreiten der Werte der Schattenflächendifferenz keine nachteiligen Folgen für die Standsicherheit der Widerlager haben. Es wurde festgestellt, daß sich der Gebirgsdruck, abgesehen von den unmittelbaren Randbereichen, erst in einer gewissen Entfernung von den beiden stirnseitigen Endflächen des Widerlagers in seiner vollen Höhe aufbaut. Aus diesen, in den Endbereichen verminderten, Außendruckbelastungen und der Kerbwirkung resultieren bei den in der Regel in das Gebirge eingebundenen Konstruktionen diese axialen Zugkräfte im Widerlagerbaustoff, die die Lebensdauer, die Tragfähigkeit und die Dichtheit negativ beeinflussen können.

Durch die abgestufte Geometrie der Verzahnung der untätigen Widerlagerkonstruktion wird bewirkt, daß in den beiden stirnseitigen Widerlagerendbereichen eine auf die gesamte Widerlagerkonstruktion wirkende axiale Druckkraft aufgebracht wird, die zu einer Druckvorspannung der gesamten Widerlagerkonstruktion führt. Die Wirkung der abgestuften Verzahnungsgeometrie kann noch durch stirnseitig angeordnete parallele Schutzkonstruktionen, denen keinerlei statische Aufgaben zufallen, verstärkt werden. Durch diese Druckvorspannung wird erreicht, daß die durch Kerbwirkung, durch Anwachsen des Gebirgsdruckes über die Widerlagerlänge und die durch stirnseitige Druckbelastung im Widerlager auftretenden axialen Zugspannungen keinen negativen Einfluß auf die Tragfähigkeit und die Undurchlässigkeit der Querschnittsabdichtung haben, da sie überdrückt werden. Durch die konstruktive Gestaltung der erfindungsgemäßen Widerlagerkonstruktion wird es möglich, daß sich die Anforderungen an die Güte der verwendeten Baumaterialien wesentlich verringern und auf eine axiale Bewehrung verzichtet werden kann. Durch die Anwendung dieser erfindungsgemäßen, hochbelastbaren, untätigen Widerlagerkonstruktion wird es erstmalig möglich, die bisher weitgehend unberücksichtigt gebliebenen Einflüsse der vorwiegend aus hohen Gebirgsdruckbelastungen in Gebirgsarten mit inelastisch-zeitabhängigem (rheologischem) Materialverhalten resultierenden Zugspannungen im Widerlager auszuschalten.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

In Fig. 1 ist zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Lösung ein Querschnitt durch ein Widerlager dargestellt.

In einem Gebirge 1 mit inelastisch-zeitabhängigen Verformungseigenschaften ist eine Strecke 2 aufgeföhren, die durch eine tragende Widerlagerkonstruktion 3 zu verschließen ist. Die Widerlagerkonstruktion 3 ist gegenüber einer aus der Strecke einwirkenden einseitigen Druckbelastung aus beliebiger Richtung mit und ohne Gebirgsdruckeinwirkung und gegenüber alleiniger Gebirgsdruckeinwirkung auszulegen.

Die Gesamtlänge 4 der tragenden Widerlagerkonstruktion 3 wird im wesentlichen durch die Höhe der stirnseitigen Druckbelastung bestimmt. Die Auslegung derartiger Konstruktionen in Abhängigkeit von der stirnseitigen Druckbelastung ist aus SITZ, P.: „Querschnittsabdichtungen untertägiger Hohlräume durch Dämme und Pfropfen“, VEB Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1982 zu entnehmen und bedarf an dieser Stelle keiner weiteren Erläuterung.

Um bei alleiniger Gebirgsdruckeinwirkung axiale Zugspannungen in der Dammkonstruktion 3 infolge Kerbwirkung und verminderter Gebirgsdruckbelastungen in den Kontaktzonen Gebirge-Widerlager der stirnseitigen Widerlagerteilbereiche 5 und 10 auszuschalten bzw. eine axiale Druckvorspannung in erfindungsgemäßer Weise in der gesamten Widerlagerkonstruktion 3 aufzubauen, ist folgende konstruktive Gestaltung der Widerlagerkonstruktion 3 erforderlich: Der Ausbruchquerschnitt ist in den Widerlagerteilbereichen 6 und 7 bzw. 8 und 9 um einen Betrag, der der notwendigen Schattenflächendifferenz 11 entspricht, größer ausgeführt. Auf diese Weise entsteht eine Widerlagerkonstruktion 3 bei der die senkrecht zur Achse der Widerlagerkonstruktion 3 projizierten Schattenflächen 15 der stirnseitigen Verzahnungsfläche 13 größer als die senkrecht zur Achse der Widerlagerkonstruktion 3 projizierte Schattenfläche 16 der unmittelbar der stirnseitigen Verzahnungsfläche 13 folgenden Verzahnungsfläche 14 ist und bei der die zwischen den stirnseitigen Verzahnungen angeordneten Verzahnungen um den Betrag der Schattenflächendifferenz 11 zum Gebirge hin versetzt angeordnet sind. Es ergeben sich z. B. bei mehrfach-kegelstumpfförmigen Widerlagern (Kegelstumpflänge je nach Hohlraumquerschnitt [2 bis 4 mm]) in 600 bis 1000 m Teufe die für die Schattenfläche maßgebenden, zusätzlichen Ausbruchtiefen zu 0,3 bis 0,8 m. Die durch die Schattenflächendifferenz 11 hervorgerufene differenzierte Gestaltung der stirnseitigen Verzahnungsfläche 13 und der folgenden Verzahnungsfläche 14 bewirkt in Verbindung mit den zwischen den stirnseitigen Verzahnungen angeordneten, um den Betrag der Schattenflächendifferenz 11 zum Gebirge hin versetzten Verzahnungen eine axiale Druckbelastung der gesamten Widerlagerkonstruktion 3, die im Falle auftretender axialer Zugkräfte eine Kompensation dieser axialen Zugkräfte hervorruft. Um die erforderlichen zusätzlichen Ausbrüche und somit auch die Schattenflächendifferenz 11 möglichst gering halten zu können, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, an den beiden Stirnflächen der Widerlagerkonstruktion zusätzliche Schutzkonstruktionen 12 vorzusehen, denen keinerlei statische Aufgabe zufallen und die lediglich eine weitgehend konstante Gebirgsdruckbelastung der tragenden Widerlagerkonstruktion 3 gewährleisten sollen.

286083

-4-

