

12 EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 79890009.8

22 Anmeldetag: 30.05.79

51 Int. Cl.²: C 21 D 7/10
E 21 D 21/00, E 02 D 5/76
C 22 C 38/58

30 Priorität: 31.05.78 AT 3962/78

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.12.79 Patentblatt 79/25

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

71 Anmelder: VOEST-ALPINE Aktiengesellschaft
Friedrichstrasse 4
A-1011 Wien(AT)

72 Erfinder: Schossmann, Reinhart Dipl.Ing.Dr.
Im Tal 47
A-8704 Leoben(AT)

73 Erfinder: Moser, Alfred Dipl.Ing.Dr.
Theodoraweg 1
A-8706 Leoben(AT)

74 Vertreter: Kretschmer, Adolf, Dipl.-Ing.
Schottengasse 3a
A-1014 Wien(AT)

54 Verfahren zur Herstellung von Ankerstäben oder Ankerdrähten sowie Anwendung derselben für Erd- und Felsanker.

57 Für die Verwendung als Erd- oder Felsanker wird ein korrosionsbeständiges Ausgangsmaterial, nämlich rostfreier austenitischer oder ferritischer Stahl vorgeschlagen. Da derartige Stähle nicht die für Erd- oder Felsanker erforderlichen Festigkeitswerte aufweisen, werden Ankerstäbe oder Ankerdrähte aus diesen Stählen einer Kaltverformung unterworfen, welche sich dadurch auszeichnet, daß ein Mindeststreckgrenzenverhältnis von wenigstens 0,7 eingestellt wird. Für die Erzielung dieses Streckgrenzenverhältnisses ist ein maximales Ausmaß der Kaltverformung Voraussetzung, welches so bemessen ist, daß Martensitbildung durch die Kaltverformung mit Sicherheit vermieden wird. Auf diese Weise lassen sich Streckgrenze und Zugfestigkeit in dem zur Erzielung des geforderten Streckgrenzenverhältnisses erforderlichen Ausmaß steigern. Der Umformgrad bei der Kaltverformung wird hiezu mit maximal 20 % bemessen. Im Fall der Verwindung wird eine Ganghöhe vom 5-fachen des Nenndurchmessers als Grenze für die Verformung angegeben.

EP 0 006 085 A1

- 1 -

Verfahren zur Herstellung von Ankerstäben oder Ankerdrähten
sowie Anwendung derselben für Erd- und Felsanker.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Ankerstäben oder Ankerdrähten für Erd- und/oder Felsanker, sowie auf die Anwendung von auf diese Weise hergestellten Stäben als Erd- und/oder Felsanker. Erd- und Felsanker weisen üblicherweise Stahldrähte oder Stahlstangen auf, welche in einem gewissen Bereich ihrer Länge freiliegen. Diese Stangen oder Drähte sind daher in hohem Maß korrosionsgefährdet und müssen daher vor Korrosion geschützt werden. Die Enden solcher Erd- und Felsanker sind üblicherweise über eine Verankerungsstrecke in Beton vergossen und weisen zwischen dieser Verankerungsstrecke und der Bodenoberfläche eine Freispielstrecke auf, innerhalb welcher sie frei und ungeschützt liegen und der Feuchtigkeit des Bodens ausgesetzt sind. Im Bereich dieser Freispielstrecke sind die Ankerstäbe oder Drähte daher im hohen Maße korrosionsgefährdet und bei den bekannten Erd- und Felsankern sind diese Stahlstäbe oder Drähte daher mit einem Korrosionsschutz umgeben. Ein solcher Korrosionsschutz ist auf die Oberfläche der Stäbe oder Drähte aufgebracht und wenn beim Einbau eine Beschädigung dieser Oberfläche erfolgt, besteht die Gefahr, daß an den beschädigten Stellen die Korrosion einsetzt. Nach dem Einbau ist der Korrosionsschutz nicht mehr kontrollierbar und es besteht daher die Gefahr, daß, falls der Korrosionsschutz an einer Stelle mangelhaft ist, an dieser Stelle die Zerstörung

einsetzt, so daß im Laufe der Zeit solche Erd- und Felsanker brechen können. Überdies tritt bei der Beanspruchung eines solchen Erd- oder Felsankers in der Freispielstrecke eine elastische Dehnung auf, welcher ein Überzug als Korrosionsschutz nicht genügend folgen kann. Es besteht hierbei die Gefahr, daß Haarrisse im Überzug auftreten und an diesen Haarrissen setzt ebenfalls die Zerstörung ein. Diese Gefahr ist insbesondere deshalb gegeben, weil solche Erd- und Felsanker über lange Zeiträume betriebssicher bleiben müssen.

10 Solche Erdanker müssen eine hohe Zugfestigkeit aufweisen.

Die Erfindung sucht nun ein Verfahren zur Herstellung von Ankerstäben oder Ankerdrähten der eingangs genannten Art zu schaffen, welche sich durch eine hohe Korrosionsbeständigkeit und dem Verwendungszweck entsprechende Festigkeitseigenschaften auszeichnen. Zur Lösung dieser Aufgabe ist das erfindungsgemäße Verfahren im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß Stäbe oder Drähte aus nicht rostendem austenitischem oder ferritischem Stahl zur Erzielung eines Streckgrenzenverhältnisses $R_{p0.2}/R_m$ von wenigstens 0,7 kalt verfestigt, vorzugsweise kalt verwunden, kalt gewalzt, kalt geprägt oder kalt gereckt werden, worauf anschließend an die Kaltverformung jede Wärmebehandlung vermieden wird. Stäbe oder Drähte aus nicht rostendem austenitischem oder ferritischem Stahl wurden bisher nicht in einer Weise kalt verfestigt, welche sie für Erdanker oder Felsanker verwendbar erscheinen läßt. Dieser Umstand ist vor allem darauf zurückzuführen, daß es bekannt ist, daß ein unter Spannung stehender Stahl bei gleichzeitigem chemischen Angriff einem erhöhten Verschleiß unterworfen ist. Es mußte somit angenommen werden, daß kalt verformte Werkstoffe chemisch leichter angegriffen werden können. Die Erfindung weist mit der Maßnahme der Einhaltung eines bestimmten Streckgrenzenverhältnisses einen Weg, wie dennoch ohne Einbuße an Korrosionsbeständigkeit die erforderlichen Festigkeitseigenschaften für die Verwendung solcher Ankerstäbe oder Ankerdrähte als Erd- oder Felsanker

15
20
25
30
35

erzielbar sind. Vorzugsweise wird erfindungsgemäß die Kaltverfestigung bis zur Erzielung eines Streckgrenzenverhältnisses von wenigstens 0,8, vorzugsweise von 0,8 bis 0,9, durchgeführt.

5

Die Kaltverfestigung kann prinzipiell durch Kaltverwinden, Kaltwalzen, Kaltprofilieren, Kaltrecken, Kaltziehen, Kaltstauchen od.dgl. erzielt werden. Kaltziehen und Kaltstauchen bringt aber die Gefahr der Reibmartensitbildung mit sich und
10 Martensitbildung soll bei der erfindungsgemäßen Kaltverfestigung mit Sicherheit vermieden werden. Es sind daher die erstgenannten Kaltverfestigungsverfahren bevorzugt, wobei bei Kaltrecken, Kaltwalzen und Kaltprägen ein Umformgrad von maximal 20 %, vorzugsweise ungefähr 15 %, eingehalten wird. Die Einhaltung eines derartigen Umformgrades gewährleistet, daß Martensit nicht gebildet wird und das geforderte Streckgrenzenverhältnis erzielt werden kann. Unter Umformgrad soll hierbei das Längenverhältnis zwischen Endlänge und Ausgangslänge, bzw. dem Endquerschnitt und dem Ausgangsquerschnitt eines Prüfkörpers verstanden werden. In bevorzugter Weise wird zur Erzielung des geforderten Streckgrenzenverhältnisses das Kaltverwinden auf eine Ganghöhe vom 5 bis 20-fachen, vorzugsweise 6 bis 10-fachen des Nenndurchmessers des Stabes oder Drahtes durchgeführt. Auch durch
15 diese Maßnahme wird Martensitbildung mit Sicherheit vermieden, wodurch eine wesentlich höhere Korrosionsbeständigkeit erzielt wird. Die Ausbildung von Martensit würde zu einem starken Ansteigen der Zugfestigkeitswerte führen. Das Streckgrenzenverhältnis würde aber gleichzeitig wesentlich abnehmen
20 und die geforderten Werte könnten nicht erreicht werden.

Rostfreie Stähle brauchen auch nach der erfindungsgemäßen Kaltverformung nicht speziell gegen Korrosion geschützt werden und es ist auch eine Oberflächenbehandlung oder
35 -beschichtung entbehrlich. Da ein rostfreier Stahl über seinen ganzen Querschnitt gegen Korrosion unempfindlich ist,

wird durch eine Beschädigung der Oberfläche die Festigkeit des Erd- oder Felsankers nicht gefährdet. Es wurde überraschenderweise gefunden, daß die Korrosionsbeständigkeit eines in der erfindungsgemäßen Weise kalt verfestigten, 5 rostfreien, austenitischen oder ferritischen Stahles allen praktischen Anforderungen gerecht wird. Ein erhöhter Korrosionsangriff konnte trotz der erhöhten Festigkeitswerte nicht festgestellt werden.

- 10 Die Erfindung bezieht sich weiters auf die Anwendung eines kaltverfestigten, vorzugsweise kaltgewalzten, kaltgeprägten, kaltgereckten oder kaltverwundenen rostfreien, austenitischen oder ferritischen Stahles mit einem Streckgrenzenverhältnis von wenigstens 0,7 für Erd- und Felsanker.

15

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert:

- Es wurden Stäbe aus Stählen der Sorten X 8 Cr 17 und 20 X 5 CrNiMo 18 10 analysiert und die Streckgrenze, die Zugfestigkeit und die Bruchdehnung in verwundenem und unverwundenem Zustand gemessen. Bei den Stäben handelte es sich um profilierte Stäbe mit einem Nenndurchmesser d_e von 24 mm, welche mit Rippen versehen waren, so daß der Verwindungsgrad 25 eindeutig feststellbar war. Die Verwindung der Stäbe erfolgte mit einer an den Längsrippen feststellbaren Ganghöhe von $6 d_e$ für Stäbe aus der Stahlsorte X 8 Cr 17 und $10 d_e$ für Stäbe aus der Stahlsorte X 5 CrNiMo 18 10. Die erzielten mechanischen Eigenschaften der genannten Stäbe sind in der 30 nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Ausführungsbeispiele:

Chemische Zusammensetzung (Gew.-%)

Stahlsorte	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
5 X 8 Cr 17	0,06	0,40	0,40	16,50	0,20	-
X 5 CrNiMo 18 10	0,03	0,65	1,60	17,0	11,0	2,15

10 Profil: Stab mit Längsrippen, Nenndurchmesser $d_e = 24 \text{ mm}$

Mechanische Eigenschaften:

Stahlsorte X 8 Cr 17

15	Streck- grenze $R_{p0.2}$ (N/mm ²)	Streck- grenzen- verhältnis $R_{p0.2}/R_m$	Zugfestig- keit R_m (N/mm ²)	Bruchdehnung(%) A_5	A_{10}
unverwunden	287	0,58	498	35,0	
20 verwunden (Ganghöhe = $6 \cdot d_e$)	555	0,86	642	14,58	

Stahlsorte X 5 CrNiMo 18 10

25	Streck- grenze $R_{p0.2}$ (N/mm ²)	Streck- grenzen- verhältnis $R_{p0.2}/R_m$	Zugfestig- keit R_m (N/mm ²)	Bruchdehnung(%) A_5	A_{10}
unverwunden	373	0,69	540	45,0	
30 verwunden (Ganghöhe = $10 \cdot d_e$)	630	0,82	765		12,8

Bei dem Stahl X 8 Cr 17 handelt es sich um einen ferritischen Stahl, dessen Streckgrenze und Zugfestigkeit durch die Ver-
35 windung in einer Weise gesteigert wurden, daß auch das Streck-
grenzenverhältnis wesentlich höhere Werte annahm. Trotz der

Steigerung der Werte für die Streckgrenze und die Zugfestigkeit konnte im wesentlichen gleich gebliebene Korrosionsbeständigkeit festgestellt werden. Analoges gilt für den Stahl X 5 CrNiMo 18 10. Bei einem weiteren Stahl der Type TOR 650/750 mit der Bezeichnung 18 10 2, welcher gleichfalls einen nicht rostenden austenitischen Stahl darstellt, wurde eine Analyse

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo(%)
10	0,038	0,16	1,80	17,90	12,72	2,15

und mechanische Eigenschaften nach der Kaltverfestigung

	Streckgrenze $R_{p0.2}$ (N/mm ²)	Streckgrenzen- verhältnis $R_{p0.2}/R_m$	Zugfestigkeit R_m (N/mm ²)	Bruchdehnung(%) A_5
15	655	0,87	755	26,3

festgestellt.

20 Ein weiterer nicht rostender austenitischer Stahl der Type 16 6 1 (TOR 750/900) zeigte eine Analyse

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N(%)
	0,10	0,64	5,60	16,88	6,30	1,11	0,23

25 und mechanische Eigenschaften nach der Kaltverfestigung

	Streckgrenze $R_{p0.2}$ (N/mm ²)	Streckgrenzen- verhältnis $R_{p0.2}/R_m$	Zugfestigkeit R_m (N/mm ²)	Bruchdehnung(%) A_5
30	815	0,83	985	28,3

Der rostfreie austenitische Chrom-Nickel-Stahl mit der Normbezeichnung 16 6 1 zeigte vor der Kaltverfestigung in abgeschrecktem Zustand eine Streckgrenze von 210 N/mm², 480 N/mm² Zugfestigkeit und eine Dehnung für L O ist 5 de von 35 45 %. Durch Verwinden wurde die Zugfestigkeit auf 985 N/mm² und die Streckgrenze auf 815 N/mm² bei einer Dehnung von

- 7 -

28,3 % gesteigert, wobei die Korrosionsbeständigkeit erhalten blieb.

Für ferritische korrosionsbeständige Profilstähle der Normbezeichnung X 8 Cr 17 gelten generell folgende Analysenwerte:

C	Si	Mn	P	S	Cr
max.	max.	max.	max.	max.	15,5
0,10	1,00	1,00	0,045	0,030	17,5

Die mechanischen Eigenschaften solcher Stähle lassen sich durch Kaltverwinden ohne weiteres auf

Streckgrenzen ($R_{p0.2}$) : mind. 500 N/mm²,
Zugfestigkeit (R_m) : mind. 600 N/mm² und
eine Bruchdehnung (A_5) : mind. 12 %

einstellen, wobei unter Zugrundelegung der Mindestwerte für die Streckgrenze und die Zugfestigkeit sich ein Streckgrenzenverhältnis von 0,83 ergibt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Ankerstäben oder Ankerdrähten für Erd- und/oder Felsanker, dadurch gekennzeichnet, daß Stäbe oder Drähte aus nicht rostendem austenitischem oder ferritischem Stahl zur Erzielung eines Streckgrenzenverhältnisses $R_{p0.2}/R_m$ von wenigstens 0,7 kalt verfestigt, vorzugsweise kalt verwunden, kalt gewalzt, kalt geprägt oder kalt gereckt werden, worauf, anschließend an die Kaltverformung jede Wärmebehandlung vermieden wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kaltverfestigung bis zur Erzielung eines Streckgrenzenverhältnisses von wenigstens 0,8, vorzugsweise von 0,8 bis 0,9, durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei Kaltrecken, Kaltwalzen und Kaltprägen ein Umformgrad von maximal 20 %, vorzugsweise ungefähr 15 %, eingehalten wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Kaltverwinden auf eine Ganghöhe vom 5 bis 20-fachen, vorzugsweise 6 bis 10-fachen des Nenndurchmessers des Stabes oder Drahtes durchgeführt wird.
5. Anwendung eines kaltverfestigten, vorzugsweise kaltgewalzten, kaltgeprägten, kaltgereckten oder kaltverwundenen, rostfreien, austenitischen oder ferritischen Stahles mit einem Streckgrenzenverhältnis von wenigstens 0,7 für Erd- und Felsanker.
6. Anwendung eines auf eine Ganghöhe vom 5 bis 20-fachen, vorzugsweise 6 bis 10-fachen, seines Nenndurchmessers

tordierten Rundstahles nach Anspruch 5 für den Zweck nach Anspruch 5.

7. Anwendung eines einem Umformgrad von maximal 20 %, vorzugsweise etwa 15 %, durch Kaltrecken, Kaltwalzen oder Kaltprägen unterworfenen Stahles nach Anspruch 5 für den Zweck nach Anspruch 5.
8. Anwendung eines Stahles der Stahlsorte X 8 Cr 17 nach Anspruch 5, 6 oder 7 für den Zweck nach Anspruch 5.
9. Anwendung eines Stahles der Stahlsorte X 5 CrNiMo 18 10 nach Anspruch 5, 6 oder 7 für den Zweck nach Anspruch 5.
10. Anwendung eines austenitischen Chrom-Nickel-Stahles der Zusammensetzung

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N(%)
0,10	0,64	5,60	16,88	6,30	1,11	0,23

Rest Eisen und Stahlbegleiter, nach Anspruch 5, 6 oder 7 für den Zweck nach Anspruch 5.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0006085

Nummer der Anmeldung

EP 79 89 0009

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>CH - A - 509 476</u> (LOSINGER & CO.)		C 21 D 7/10
A	<u>DE - A - 1 908 951</u> (GRUEN & BILFINGER)		E 21 D 21/00
A	<u>FR - A - 2 096 653</u> (S.A.E.I. CELTITE)		E 02 D 5/76
A	<u>FR - A - 2 348 275</u> (MANNESMAN) & DE - A - 2 616 599		C 22 C 38/58
A	<u>DE - B - 1 087 151</u> (KLOECKNER)		
A	<u>DE - A - 1 533 992</u> (G. REHM)		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			C 21 D E 21 D E 02 D
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	05-09-1979	MOLLET	