

Eine kurze Geschichte des Drahtseils

von Dipl.-Ing. Roland Verreet

1	Die Verwendung von Seilen in frühen Kulturen	2
2	Seile im Mittelalter	3
3	Das Albertseil	4
4	Litzen mit Kerndraht	8
5	Mehrlagige Litzen	8
6	Die Parallelschlaglitze	9
7	Hochfester Stahldraht	12
8	Die Vorformung	13
9	Das Gleichschlagseil	14
10	Das vollverschlossene Seil	16
11	Das Flachlitzenseil	17
12	Das drehungsarme Drahtseil	17
13	Doppelparallelseile	18
14	Drahtseile aus verdichteten Litzen	18
15	Die Kunststoffzwischenlage	19
16	Die Zukunft des Drahtseils	19
17	Literatur	20

1 Die Verwendung von Seilen in frühen Kulturen

Seile aus Tierhäuten, Haaren oder pflanzlichen Materialien gehören zu den frühesten Errungenschaften der menschlichen Zivilisation. Die ältesten Darstellungen von Seilen werden auf etwa 12000 bis 9000 vor Christus datiert. In Finnland gefundene Überreste von Seilen werden der Mittelsteinzeit (9000 -3000 vor unserer Zeitrechnung) zugeordnet, in Ägypten ausgegrabene Seile aus Kamelhaar sind über 4000 Jahre alt.

Einige Wandmalereien in Ägypten aus der Zeit um etwa 2000 v. Chr. zeigen die Herstellung von Seilen aus Papyrus, Leder oder Palmenfasern (Bild 1).

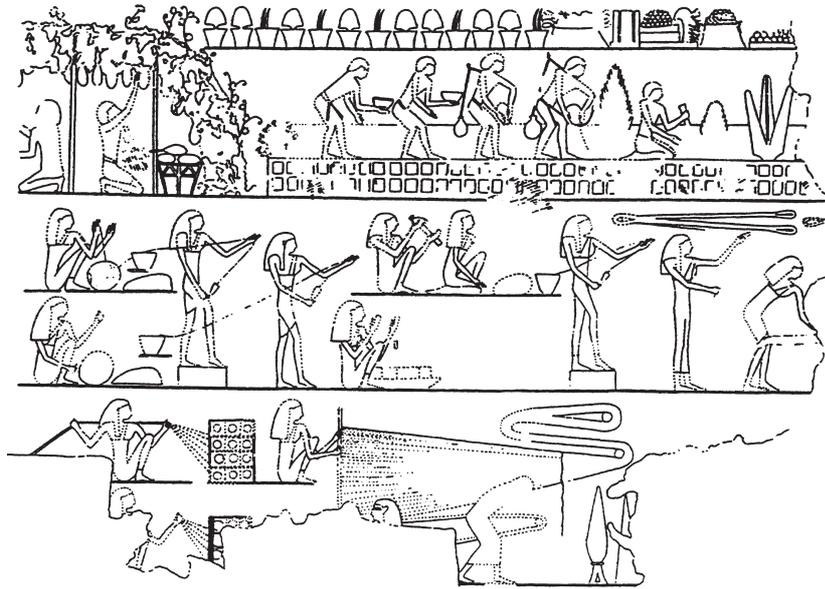


Bild 1: Seilherstellung in Ägypten 2000 v. Chr.

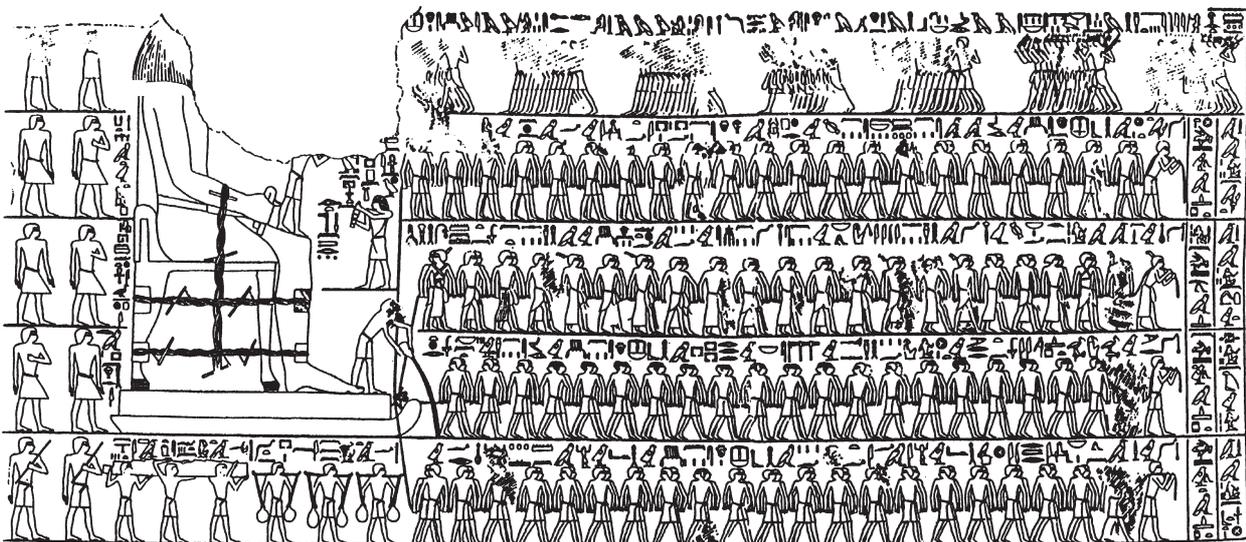


Bild 2: Seilanwendung in Ägypten 2000 v. Chr.

Die Seile wurden zur Herstellung von Fischernetzen und Fallen, aber auch zum Heben und Ziehen von schweren Lasten benutzt.

Bild 2 zeigt etwa 200 Menschen, die mit Hilfe von 4 Seilen einen Schlitten mit einer großen Statue ziehen. Ein Mann gießt eine Flüssigkeit vor den Schlitten, um die Reibung zu reduzieren. Die Statue selbst ist mit gespannten Seilen gesichert.

2 Seile im Mittelalter

Die Kunst der Seilherstellung wurde bereits sehr früh perfektioniert und dann fast zweitausend Jahre lang kaum verändert, so daß noch vor etwa 200 Jahren Seile nach genau den gleichen Verfahren hergestellt wurden wie zu Beginn unserer Zeitrechnung.

Leonardo da Vinci, das technische Genie des 15. und 16. Jahrhunderts, zeichnete 2 Maschinen zur Herstellung von Seilen, die aber, wie viele seiner Erfindungen, nie gebaut wurden. In seinem Werk findet sich auch eine Zeichnung eines Ziehsteines zur Fertigung von Eisendraht, der die Herstellung von Drahtseilen ermöglicht hätte.

Agricolas berühmtes Werk „De re metallica“ von 1556 dokumentiert eindrucksvoll die Bedeutung des Seils als Fördermittel in den Bergwerken seiner Zeit.

Im Jahre 1586 läßt der päpstliche Baumeister Frederico Fontana einen Obelisken auf dem Petersplatz in Rom aufstellen. Nach monatelangen Planungen wird der 327t schwere Stein in einer großartig konzertierten Aktion von über 900 Menschen und 75 Pferden mit Hilfe einer großen Zahl von Seilzügen aufgerichtet (Bild 3).

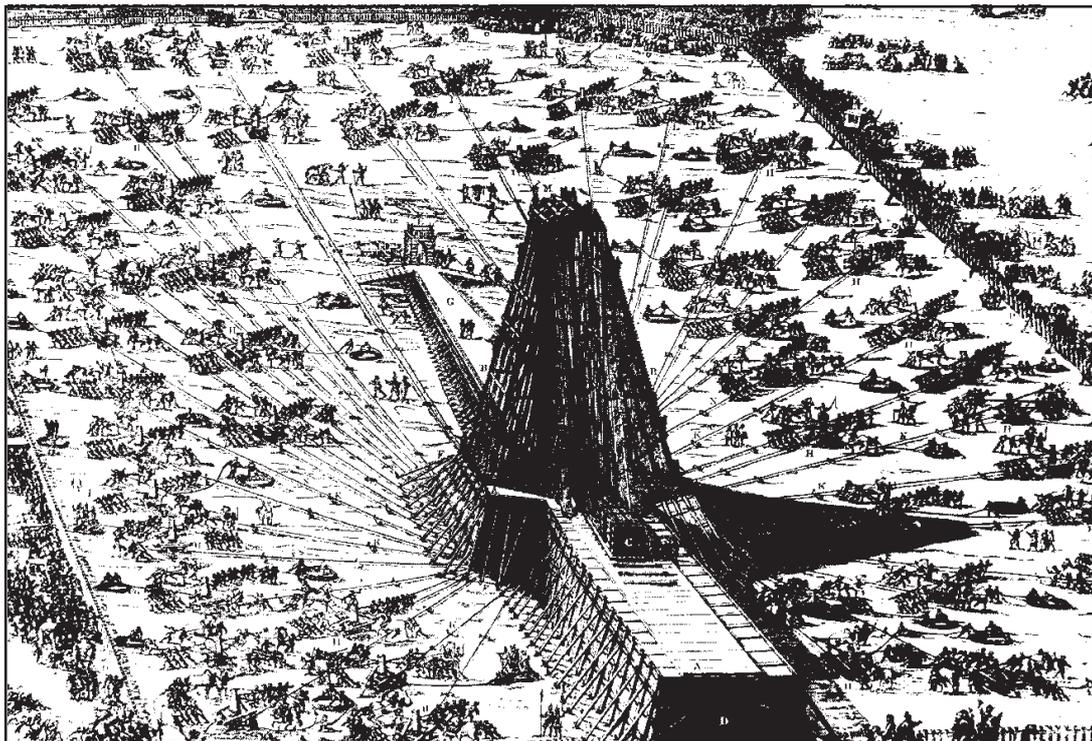


Bild 3: Das Aufrichten des Obelisken auf dem Petersplatz 1586

Die Erfindung des Drahtseils hat es ermöglicht, Mobilkrane mit weit mehr als 1000t Hubkraft zu bauen, und das Versetzen von einigen hundert Tonnen schweren Bauteilen gehört heute zu den Routineaufgaben jeder größeren Kranverleihfirma.

3 Das Albertseil

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurden im Bergbau sowohl Hanfseile als auch Eisenketten als Fördermittel eingesetzt. Hanfseile waren teure Importartikel und konnten nur in trockenen Schächten eingesetzt werden. Eisenketten hingegen waren nicht sehr betriebssicher, da das sprichwörtliche Versagen nur eines Kettengliedes den Absturz der Last zur Folge hatte.

Bergrat Albert in Clausthal (Bild 7) bemühte sich in den Jahren von 1824 bis 1834 ständig um Verbesserungen in der Schachtförderung. Er erkannte den Vorteil des Faserseils, in dem die lasttragenden Elemente parallelgeschaltet sind; er sah aber auch den Vorteil der höheren Materialfestigkeit der Kette. Sein Versuch, die Vorzüge der beiden Hebemittel zu vereinen, markiert die Geburtsstunde des Drahtseils.

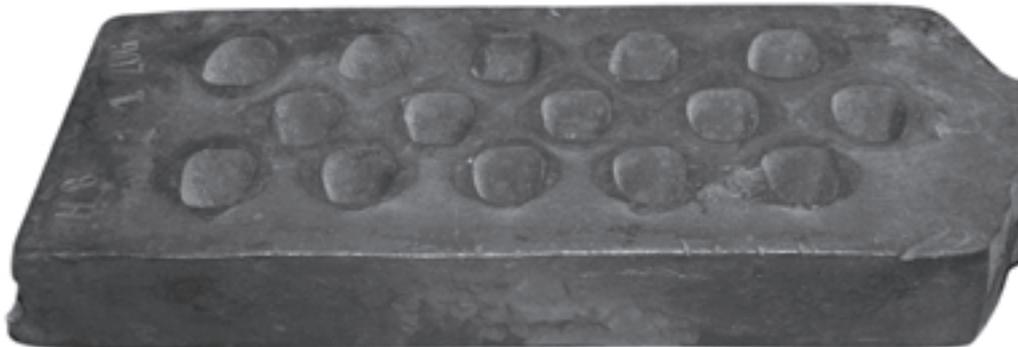


Bild 4: Zieheisen

Zu Alberts Zeiten war die Herstellung von Eisendrähten sehr aufwendig. Kleine Eisenklumpen wurden zunächst durch Hämmern in eine längliche Form gebracht und dann jeweils nach Anspitzen eines Endes in aufeinanderfolgenden Ziehvorgängen durch immer kleiner werdende Bohrungen eines Zieheisens (Bild 4) gezogen, bis sie den gewünschten Durchmesser aufwiesen.

Viele Drahtzieher verbrachten damals ihren Arbeitstag auf einer Schaukel: Nachdem sie diese in Schwingung versetzt hatten, ergriffen sie mit einer Zange das aus dem Zieheisen herauschauende Drahtende und zogen es mit Hilfe der in der Bewegung gespeicherten Energie ein Stück weiter heraus. Hierbei wurde die Schaukel natürlich stark abgebremst, so daß sie wieder neu in Schwingung versetzt werden mußte, bis sich dieser Vorgang wiederholen konnte.

Weniger mühsam war die Drahtherstellung, wenn Wasserkraft für den Antrieb einer Ziehbank zur Verfügung stand. Eine typische Ziehbank bestand aus einer Ablaufkrone, einem Zieheisen und einer angetriebenen Zugtrommel (Bild 5).

Heute hat der Hartmetallziehstein das Zieheisen und der Gleichstrommotor das Wasserrad ersetzt. Auch führen moderne Maschinen in einem Arbeitsgang mehrere Zugfolgen unmittelbar hintereinander durch, wobei die bei der Drahtumformung freiwerdende Wärme durch ein Kühlsystem abgeführt wird. Aber im Prinzip bestehen moderne Drahtziehmaschinen immer noch aus den gleichen Komponenten wie zu Oberbergrat Alberts Zeiten.

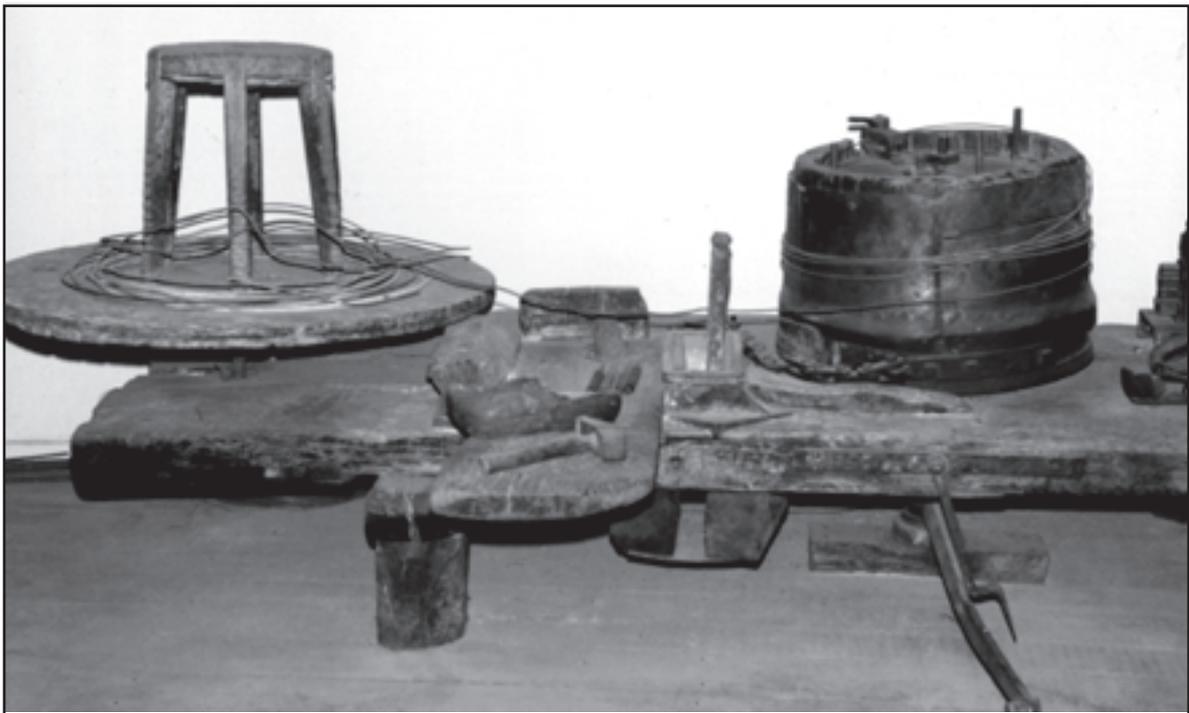


Bild 5: *Ziehbank*

Das erste Drahtseil der Weltgeschichte hatte einen Durchmesser von 18mm. Es bestand aus drei Litzen zu je vier Drähten von etwa 3,50mm Durchmesser (Bild 6) und wurde von Hand verseilt. Es wurde am 23. Juli 1834 im 484m tiefen Schacht der Grube Caroline bei Clausthal erprobt und arbeitete zur vollen Zufriedenheit seines Erfinders. Es hatte die sechsfache Tragkraft eines Hanfseiles gleichen Durchmessers und die vierfache Tragkraft einer achtmal so schweren Kette. Auf der Seiltrommel nahm es nur ein Drittel des Raumes ein, den eine Kette benötigte.

Der wichtigste Vorteil für die Betreiber lag allerdings in der Tatsache, daß ein drohendes Versagen des Hebemittels sich durch einzelne Drahtbrüche ankündigte. So konnte eine schadhafte Stelle durch Spleißen ausgebessert oder das Drahtseil rechtzeitig vor einem Versagen abgelegt werden.

Während seit Menschengedenken alle Faserseile in Kreuzschlag verseilt worden waren, wählte Julius Wilhelm Albert für sein Drahtseil den Gleichschlag. Hierdurch erreichte er, daß die Drähte außen günstige Auflageverhältnisse auf den Umlenkrollen hatten und an den Stellen im Seilinneren, wo sie die Nachbarlitzen berührten, parallel zueinander lagen. Das erste Drahtseil der Weltgeschichte war also völlig frei von Drahtüberkreuzungen!

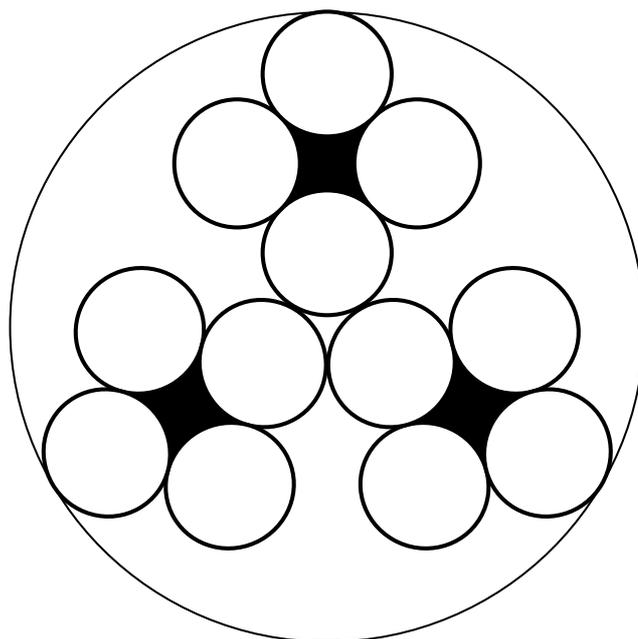


Bild 6: *Das Albertseil*

Im Albertseil bestanden alle Drähte aus dem gleichen Vormaterial. Sie hatten den gleichen Durchmesser, die gleichen Herstellungsbedingungen und die gleiche Länge und Form im Seil. Zudem konnten alle Drähte des Albertseils von außen inspiziert werden. Diese Eigenschaften unterscheiden das erste Drahtseil der Geschichte von allen späteren Seilkonstruktionen und sichern Herrn Albert einen Ehrenplatz unter den großen Erfindern der Neuzeit.

Wilhelm August Julius Albert wurde am 27. Januar 1787 in Hannover als Sohn des Bürgermeisters J. Albert geboren. Von 1803 bis 1806 studierte er Rechtswissenschaft an der Universität Göttingen. Im Jahre 1806 erhielt er eine Anstellung am Bergamt in Clausthal. Dank seines großen Könnens wurde er im Jahre 1807 juristischer Berater und im Jahre 1808 Vorsitzender des Bergamtes. Im Jahre 1812 wurde Albert der Titel eines Bergrates und im Jahre 1825, nach seiner bahnbrechenden Erfindung, der eines Oberbergrates verliehen. Nach schwerer Krankheit verstarb Albert in der Nacht vom 4. zum 5. Juli 1846 im Alter von noch nicht 60 Jahren.

Albert hat den Aufbau des ersten Drahtseils und die Vorgehensweise bei der Seilherstellung sowie seine Erfahrungen bei der Erprobung ausführlich in seinem

Beitrag „Die Anfertigung von Treibseilen aus geflochtenem Eisendrath“ in der damals führenden Bergbauzeitschrift „Karstens Archiv“ beschrieben und es somit Interessenten in aller Welt ermöglicht, Seile gleichen Aufbaus ohne eigene Versuche herzustellen. Er führte auch die ersten Dauerbiegeversuche an Drahtseilen durch und wies den Weg zu 4-litzigen und 6-litzigen Seilen.

Seine Versuche waren die ersten jemals an Maschinenelementen durchgeführten Ermüdungsversuche. Oberbergrat Albert gilt daher als Begründer der Betriebsfestigkeitslehre. Die Einführung der Faserseele und die qualitativen und preislichen Verbesserungen, die eine maschinelle Verseilung der Drahtseile erbrachte, führten zu einer sehr schnellen Verbreitung des Drahtseils in Europa und Nordamerika.



Bild 7: *Oberbergrat Albert, der Erfinder des Drahtseils*

4 Litzen mit Kerndraht

Die Forderung nach höherer Bruchkraft und höherer Flexibilität der Drahtseile führte zwangsläufig zur Entwicklung von Seilen mit höherer Drahtzahl. Man entwickelte Litzen mit 6 statt 4 Außendrähten, die um einen Kerndraht gleichen Durchmessers verseilt wurden (Bild 8).

Hierdurch wurde die Erfindung von Oberbergrat Albert aber teilweise verschlechtert: Der Kerndraht lag gestreckt in dieser Litze, während die übrigen Drähte eine Schraubenlinie formten. Somit hatten die Seilelemente unterschiedliche Längen und eine unterschiedliche Form im Seil. Auch konnten nicht mehr alle Drähte inspiziert werden: der Kerndraht blieb immer verdeckt.

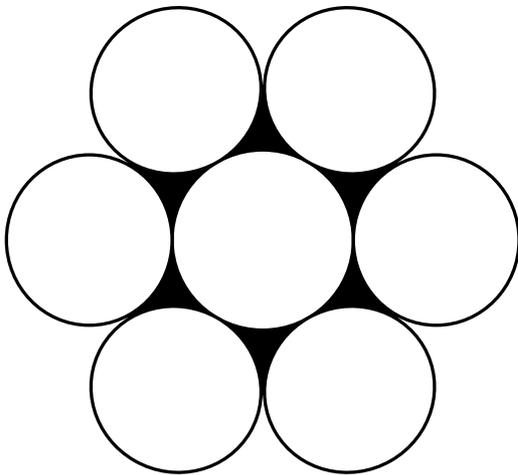


Bild 8: Litze 1 + 6 Drähte

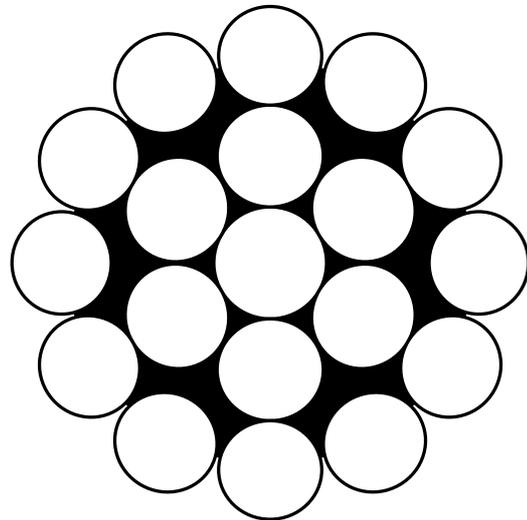


Bild 9: Litze 1 + 6 + 12 Drähte

5 Mehrlagige Litzen

Der nächste Schritt bestand in der Einführung mehrlagiger Litzen. Um eine Litze aus 1 + 6 Drähten wurde eine weitere Drahtlage von zwölf Drähten gleichen Durchmessers verseilt (Bild 9). Um eine möglichst gleichartige Belastung aller Elemente zu erzielen achtete man darauf, daß die Drähte dieser weiteren Lage genau die gleiche Länge erhielten wie die Drähte der ersten Lage. Dies war genau dann der Fall, wenn die Drähte beider Lagen unter dem gleichen Winkel zur Litzenachse verseilt wurden.

Leider erzeugte man durch diese Wahl der Schlaglängen unzählbare Drahtüberkreuzungen in den Litzen, die infolge hoher lokaler Pressungen zu einem frühzeitigen Versagen der Drähte führten. Somit bewirkte auch dieser Entwicklungsschritt zum Teil eine Verschlechterung der Erfindung Alberts, ohne daß man sich allerdings dieser Tatsache bewußt gewesen wäre.

6 Die Parallelschlaglitze

Die wohl wichtigste Weiterentwicklung des Drahtseils war die Erfindung der Parallelschlaglitze durch Tom Seale im Jahre 1884. Tom Seale war der Direktor der Cable Car des Gouverneurs von Kalifornien, Leland Stanford. Diese Bahn, die California Street Line, ist heute noch in Betrieb.

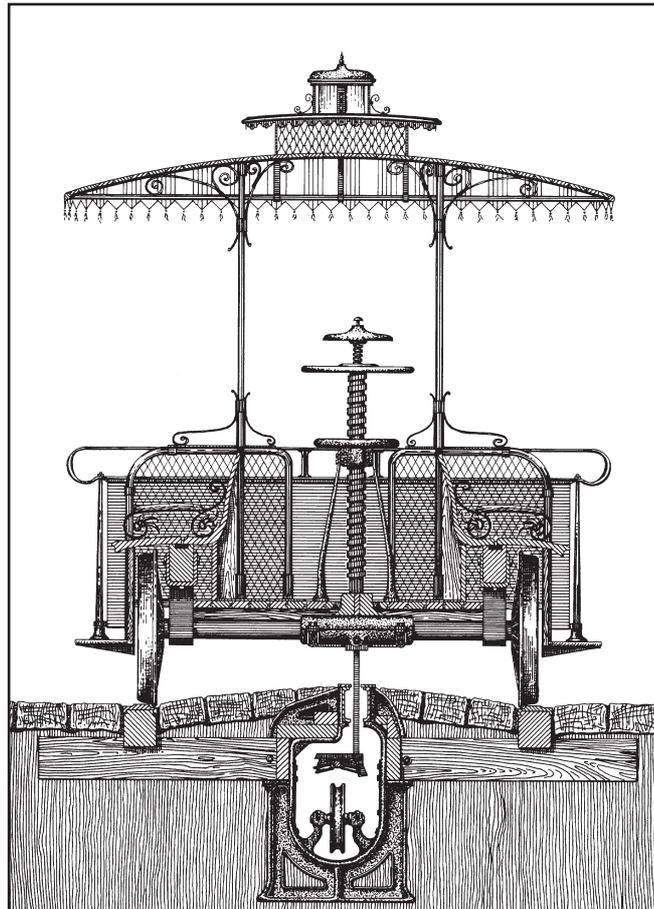


Bild 10: *San Francisco Cable Car*

Die großen Steigungen der Straßen von San Francisco ließen es nicht zu, daß die Straßenbahnen von Pferden gezogen wurden. Auch Dampfmaschinen waren aufgrund ihres großen Eigengewichtes nicht in der Lage, die Steigungen zu überwinden. Daher benutzte man die sogenannten Cable Cars. Ihre Wagen wurden nach Bedarf an unterirdisch umlaufende, endlos gespleißte Drahtseile an- oder von diesen abgeklemmt (Bild 10).

Die größten Kostenfaktoren dieser Anlagen stellten die Drahtseile selbst und die Folgekosten eines Seilversagens dar. Tom Seale bemühte sich daher um eine Verbesserung der Standzeiten der Seile. Er stellte fest, daß die Drahtseile infolge innerer Drahtbrüche versagten, was er zunächst auf mangelnde innere Flexibilität zurückführte.

Tom Seale glaubte, diesen Mangel dadurch beseitigen zu können, daß er Litzen mit starken, abriebfesten Außendrähten und dünnen, flexiblen inneren Drähten einsetzte. Er beschaffte sich Drahtmuster unterschiedlicher Durchmesser und stellte von Hand verschiedene Litzenkonfigurationen her.

Bei seinen Versuchen passierte es immer wieder, daß die dickeren Außendrähte in die Täler der darunterliegenden Drahtlage fielen und dann der Schraubenlinie dieser Lage zu folgen versuchten.

Seale erkannte, daß eine Litze dieser Konfiguration bei gleicher Drahtzahl in beiden Lagen und im richtigen Durchmesser Verhältnis der Drähte eine sehr feste und gleichzeitig sehr runde Litze ergab. Er sah auch, daß er bei paralleler Anordnung der Drahtlagen die Überkreuzungsstellen im Litzeninneren vermied.

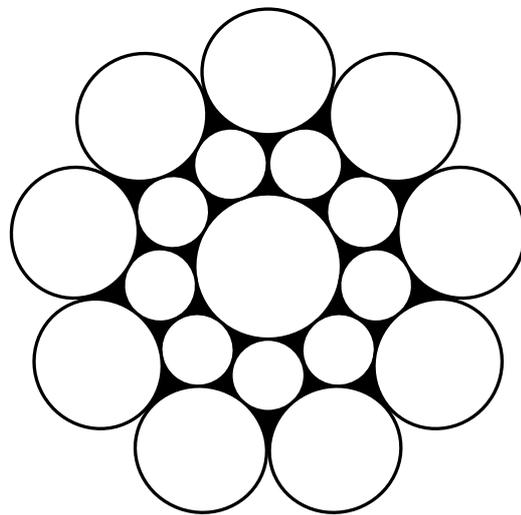


Bild 11: *Seale-Litze*

In seiner Patentschrift aus dem Jahre 1885 schrieb er: „Dies gibt der Litze und damit dem Seil eine große Flexibilität mit Strukturfestigkeit und Kompaktheit, während die Außendrähte auf einer vergleichsweise glatten Oberfläche liegen und nicht auf einer Reihe von Graten, wie bei anderen Macharten, wo ein beachtlicher Unterschied besteht zwischen den Schlaglängen der Lagen und wo die Außendrähte die inneren Drähte überkreuzen.“

Tom Seale überredete einen Seilhersteller, ein Seil gemäß seiner Erfindung zu fertigen. Dieses setzte er auf der von ihm betriebenen Cable Car ein. Das erste aus Parallelschlaglitzen gefertigte Drahtseil erzielte eine hervorragende Lebensdauer.

Seale vergab eine Reihe von Lizenzen für seine Erfindung, die seiner Machart (Bild 11) zu einer weiten Verbreitung verhalfen. Die Hersteller, die keine Lizenz erhielten, experimentierten in der Folgezeit mit verschiedenen Litzenkonfigurationen, um das Seale-Patent zu umgehen. Die 80er Jahre des 19. Jahrhunderts wurden so zu einer experimentierfreudigen Zeit für die Drahtseilindustrie, und die abenteuerlichsten

Anordnungen wurden ausprobiert. Insbesondere reizte immer wieder der Versuch, mit nur einem oder möglichst wenigen Drahtdurchmessern auszukommen.

Nur wenige Jahre nach Seales Anmeldung erkannte James Stone, ein amerikanischer Ingenieur der Seilerei Washburn & Moen, die Schwachstelle von Seales Patent: Seale hatte sich auf Litzen beschränkt, deren Außendrähte dicker waren als die der darunterliegenden Lage. Stone fertigte eine konventionelle 19-drähtige Litze im Parallelschlag und füllte die hierbei entstehenden Hohlräume mit Fülldrähten. Die Filler-Litze war geboren (Bild 12).

James Stone erhielt im Jahre 1889 ein Patent auf diese Litzenmachart, die heute, 100 Jahre später, nach der 7-drähtigen Litze die Konstruktion mit der weltweit größten Verbreitung sein dürfte.

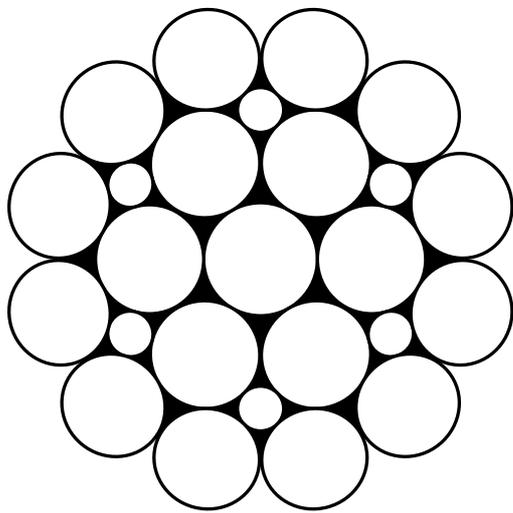


Bild 12: *Filler-Litze*

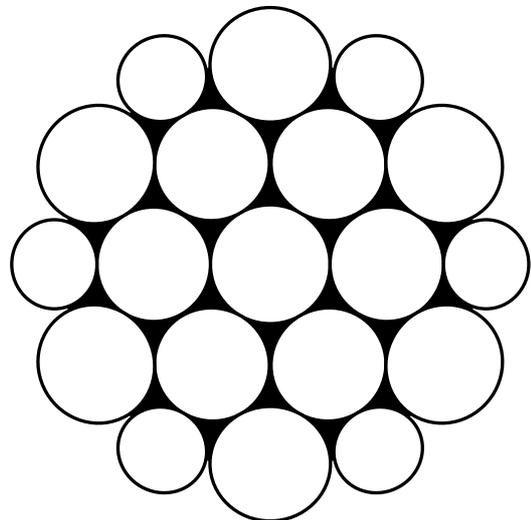


Bild 13: *Warrington-Litze*

Auch die Warrington-Litze (Bild 13) dürfte in den Jahren zwischen 1884 und 1890 entwickelt worden sein. Ihr Erfinder ist nicht bekannt, und auch die Herkunft ihres Namens ist ungewiß. Mit einer für die damaligen Verhältnisse hinreichenden Genauigkeit konnte die 19-drähtige Warrington-Litze aus einem Kerndraht und zwei weiteren Drahtlagen gleichen Durchmessers gefertigt werden. Die in der Außenlage entstehenden Hohlräume konnten durch einen Draht einer zweiten Abmessung gefüllt werden.

Die älteste Zeichnung einer Warrington-Litze findet sich bereits im Notizbuch des deutschen Auswanderers John Roebling, der sich als Erbauer der Brooklyn Bridge und als Gründer der amerikanischen Drahtseilindustrie einen Namen gemacht hat. Unter der Zeichnung der Litze (Bild 14) finden sich die Worte: „This is the true proportion.“ („Das ist die wahre Proportion.“) John Roebling starb 15 Jahre bevor Tom Seale die Parallelschlaglitze erfand. Hätte er die Bedeutung seiner Skizze erkannt, wäre er, und nicht Tom Seale, als Erfinder der Parallelschlaglitze in die Technikgeschichte eingegangen.

Ihren Namen hat die Warrington-Litze wahrscheinlich nach der Stadt Warrington in Großbritannien erhalten, die im 19. Jahrhundert zwei Drahtseilereien beherbergte, die Whitecross Company und die Warrington Wire Rope Company. Die Kataloge dieser Firmen geben aber keinen Hinweis darauf, daß im 19. Jahrhundert in Warrington auch Warrington-Litzen produziert worden sind.

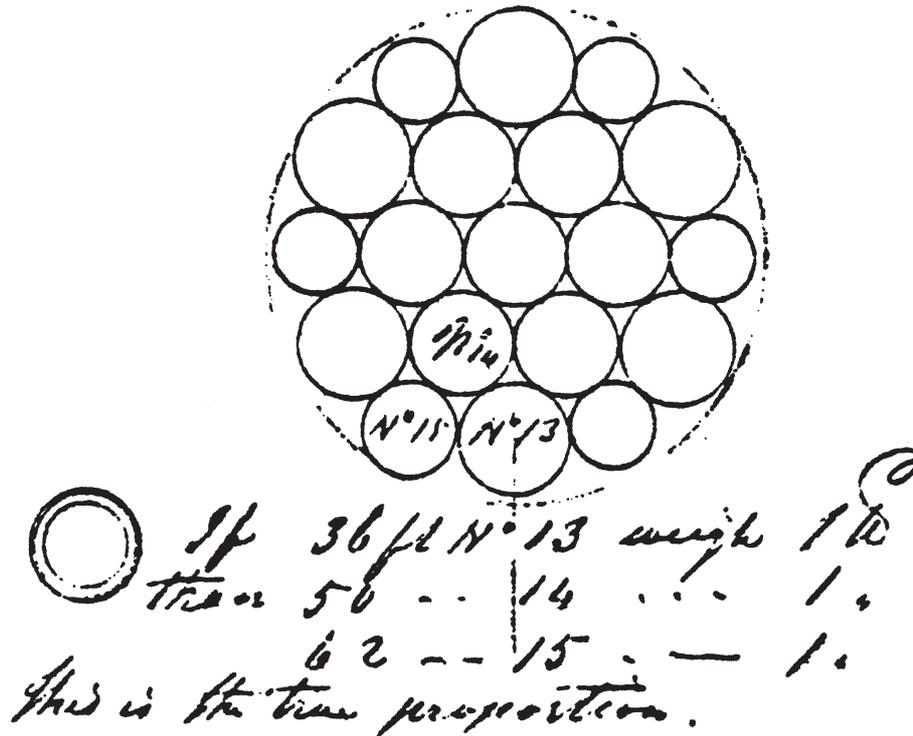


Bild 14: Warrington-Litze in Roebings Notizbuch

7 Hochfester Stahldraht

Ein weiterer Meilenstein in der Geschichte des Drahtseils war die Entwicklung hochfester Stahldrähte. Der Engländer James Horsfall erhielt im Jahre 1854 ein Patent auf eine Wärmebehandlung des Drahtes. Seine Patentschrift war ein Meisterwerk der Verschleierung, und so gelang es seinen Wettbewerbern lange nicht, sein Verfahren nachzuvollziehen. Noch heute heißt die Wärmebehandlung nach diesem geheimnisumwitterten Patent „patentieren“.

Stahldraht für Drahtseile wurde zum erstenmal bei den Abspannseilen der East River Suspension Bridge eingesetzt, die man allgemein Brooklyn Bridge nennt. Die Brücke wurde 1883 in Dienst gestellt und war damals das höchste Gebäude der Neuen Welt (Bild 15). Die Seile wurden in der Seilerei von John Roebling gefertigt, der, wie oben erwähnt, auch der Konstrukteur der Brücke war.

John Roebling verstarb kurz nach einem Unfall, den er auf der Baustelle erlitt. Sein Sohn Washington, der bis dahin als sein Assistent gearbeitet hatte, führte die Bauarbeiten an der Brücke fort. Als Folge seiner ständigen Aufenthalte in der Taucherglocke beim Bau der Brückenpfeiler erkrankte Washington Roebling an der berüchtigten Caissonkrankheit, die ihn für den Rest seines Lebens lähmte. Von einem Zimmer mit Blick auf die Brücke beobachtete er den Baufortschritt mit einem Fernrohr. Seine Frau fungierte als Mittler zwischen ihm und der Baustelle. Sie erwarb sich auf diese Weise großes Fachwissen und wird heute mit zu den Baumeistern der Brücke gezählt.

Die Hängerseile der Brooklyn Bridge sind erst vor einigen Jahren nach mehr als einhundertjähriger Standzeit ausgewechselt worden, die Tragseile sind noch immer in Betrieb.

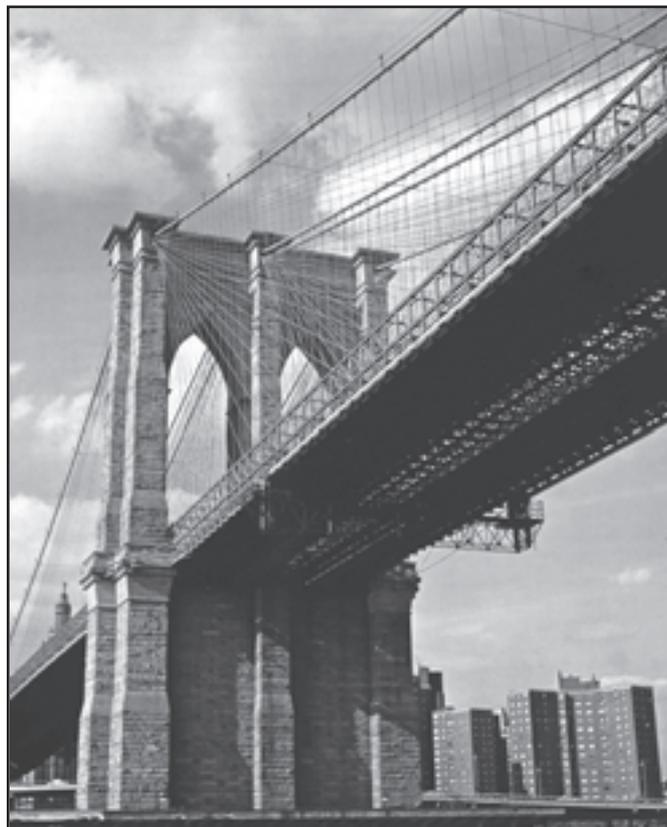


Bild 15: *Brooklyn Bridge*

8 Die Vorformung

Der Wechsel vom Eisendraht zum Stahldraht brachte den Drahtseilern bisher unbekannte Probleme: der hochfeste Stahldraht war erheblich steifer als der Eisendraht und ließ sich nur schwer in eine Schraubenform bringen.

Im Jahre 1886 erhielt ein Herr Moxham ein Patent auf ein Verfahren, Litzen auf eine Stange zu wickeln und ihnen so die Spiralform zu geben, die sie später in einem Seil

mit einem etwas größeren Kern einnehmen sollten. Die Kosten der zweifachen Verseilung dürften zu hoch gewesen sein, jedenfalls erlangte die Erfindung Moxhams keine wirtschaftliche Bedeutung.

Die Vorformung, wie wir sie heute kennen, wurde erst in den 20er Jahren des vorigen Jahrhunderts entwickelt. American Chain & Cable stand vor dem Problem, jährlich 8 Millionen Endverbindungen für die Bremsseile von Autos herzustellen. Da die Seile nach dem Durchtrennen aufsprangen und aufwendig mit Abbunden gesichert werden mußten, untersuchte die Firma die Möglichkeiten, ein derartiges Aufspringen zu vermeiden. Im Jahre 1922 entwickelte ein Angestellter der Firma mit Namen Connor den heute noch in den USA sehr gebräuchlichen Quill (Bild 16).

Im Jahre 1925 erfand ein im Auftrag von American Chain & Cable arbeitender freischaffender Ingenieur mit Namen Briggs eine andere Lösung des Problems: er entwickelte den Vorformkopf mit Rollen, der noch heute nahezu unverändert auf der ganzen Welt eingesetzt wird (Bild 17).

American Chain & Cable vergab Lizenzen für die Technologie der Vorformung an Seilereien in aller Welt, und das Geschäft war derart profitabel, daß man die eigene Seilproduktion aufgab und sich nur noch der Schulung der Lizenznehmer und dem Eintreiben der Gebühren widmete. Die Lizenzverträge sahen nämlich vor, daß der Lizenznehmer für ein vorgeformtes Drahtseil einen Mehrpreis von 25% verlangen mußte, von dem er den Großteil an American Chain & Cable abzuführen hatte. Das Vorformen von Drahtseilen wurde aber schnell zu einer Selbstverständlichkeit, und so stand der Seilhersteller plötzlich, wenn ein Kunde ein *nicht* vorgeformtes Drahtseil bestellte, vor einem Problem: Ein nicht vorgeformtes Seil, für das er weniger Geld Erlösen würde, kostete ihn in der Herstellung mehr als ein vorgeformtes Seil, denn er mußte erst aufwendig den Vorformkopf aus der Maschine ausbauen. Immer mehr Hersteller "vergaßen" daher im Laufe der Zeit den Vorformkopf in der Maschine.

9 Das Gleichschlagseil

John Lang war der Betriebsleiter von R. S. Newall & Co. in England. Er beschäftigte sich mit dem Verschleißverhalten von Drahtseilen und stellte fest, daß die freie Länge eines einzelnen Drahtes an der Seiloberfläche zunahm, wenn man die Drähte in den Litzen in der gleichen Richtung verseilte wie die Litzen im Seil. Er schloß hieraus, daß deshalb auch die Pressungen in den Rollen auf eine größere Länge verteilt würden, was den Betrag der Pressung herabsetzen und den Verschleiß reduzieren mußte.

Hier irrte John Lang, da er nicht erkannte, daß der Draht zwar eine größere freie Länge an der Seiloberfläche aufwies, dafür aber entsprechend weniger oft an der Oberfläche erschien. Der Fehler sei ihm verziehen: Noch heute findet man in der Literatur vieler Firmen diese falsche Darstellung. Seine Überlegungen führten aber zur Entwicklung des Gleichschlagseiles, welches sich Lang im Jahre 1879 patentieren ließ.

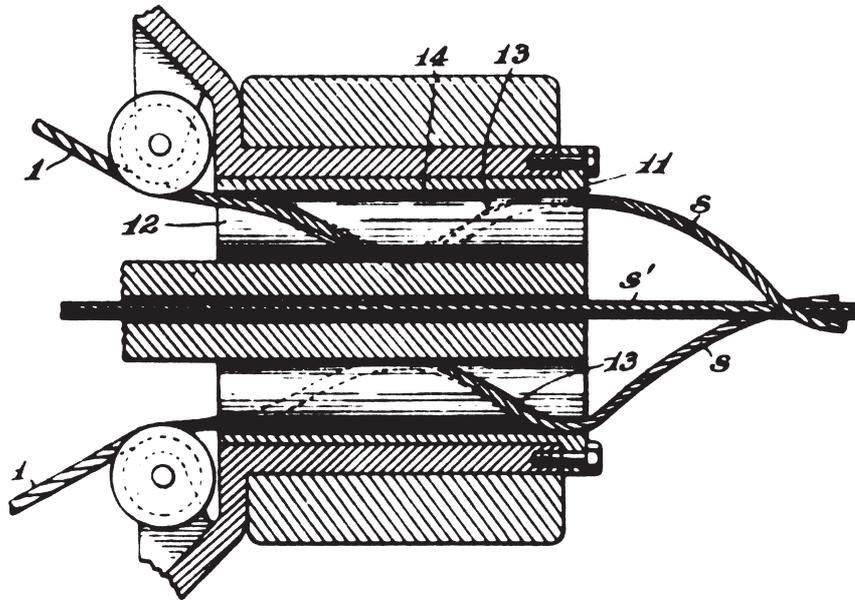


Bild 16: „Quill“

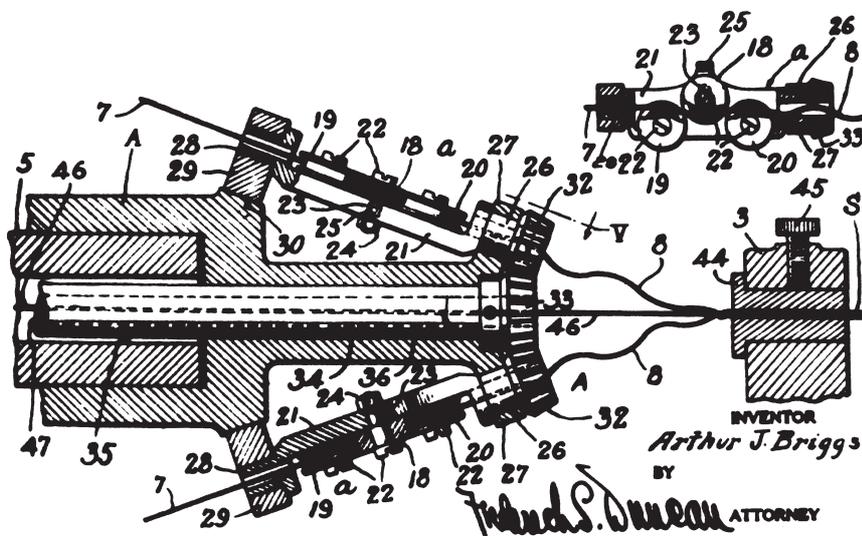


Bild 17: Vorformkopf mit Rollen von Briggs

Sein Arbeitgeber R. S. Newall & Co. ließ sich nicht von den Vorzügen des Gleichschlagseils überzeugen, und so wechselte John Lang zu einer Firma Craddock, welcher er das exklusive Recht übertrug, Seile nach seinem Patent herzustellen. Nach John Langs Namen heißen diese Seile noch heute im englischsprachigen Raum *Lang Lay*, *Lang's Lay* oder *Langs Lay Ropes*, in Deutschland *Längsschlagseile*.

Im Jahre 1888 verklagte G. Craddock & Co. die Whitecross Company, eine der beiden in Warrington ansässigen Seilereien, wegen einer Verletzung des Lang-Patentes. Whitecross verteidigte sich erfolgreich durch einen Hinweis auf ein Stück eines Albertseils in einem britischen Museum. Dieses Seil war tatsächlich, wie oben

erwähnt, bereits 50 Jahre früher im Gleichschlag hergestellt worden. Das Wissen um den Gleichschlag war aber wohl im Laufe der Zeit verlorengegangen. Das erwähnte Stück Albertseil aus dem Museum existiert leider nicht mehr.

10 Das vollverschlossene Seil

Zu den Lizenznehmern des Lang-Patentes gehörte auch die Seilerei von Sir George Elliot, einem Kohlemagnaten aus Cardiff in Wales. Der Manager dieses Betriebes, Arthur Latch, beauftragte seinen Cousin, den Ingenieur Telford C. Batchelor, die Problematik des Verschleißes von Drahtseilen zu untersuchen. Die Antwort ließ nicht lange auf sich warten: Batchelor, der bis dahin nichts mit Drahtseilen zu tun gehabt hatte, erklärte kurzerhand, das Problem bestünde darin, daß die Seiler *runde* Drähte für die Seilherstellung einsetzen. Der Querschnitt der Drähte müsse so verändert werden, daß an den Verschleißstellen *abgeflachte* Oberflächen zu liegen kämen. Gleichzeitig könne eine Querschnittsform gewählt werden, die den Draht im Seilverband mechanisch verankere.

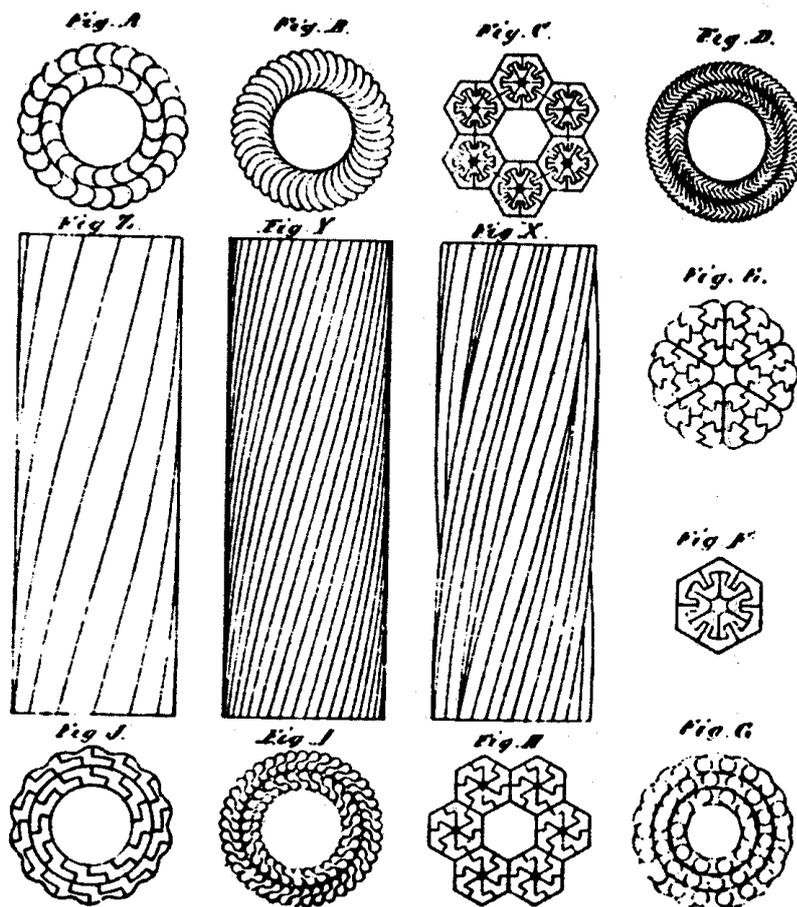


Bild 18: *Vollverschlossene Seile von Latch & Batchelor*

Das war leichter gesagt als getan. Niemand hatte bisher auch nur daran gedacht, Drähte mit anderen als runden Querschnitten zu ziehen. Schließlich war ein Ziehwerkzeug nichts anderes als eine Metallplatte mit einem runden Loch. Arthur Latch gelang es dennoch, den Sohn von James Horsfall, dem Erfinder des „patentierten“ Drahtes, zu kostspieligen Versuchen zu überreden. Schließlich gelang die Herstellung von Profildrähten, und Batchelors Idee sollte Wirklichkeit werden.

Latch & Batchelor beantragten im Jahre 1884 ein Patent auf die sogenannten „locked coil ropes“, die vollverschlossenen Seile. Die Illustrationen der Patentschrift zeigen die abenteuerlichsten Querschnittsformen (Bild 18).

George Elliot & Co baute eine Verseilmaschine ohne Rückdrehung, und im Jahre 1885 konnten die ersten Seilmuster auf einer Erfindermesse gezeigt werden.

11 Das Flachlitzenseil

Latch & Batchelor waren mit ihren Erfolgen jedoch noch nicht zufrieden. Nach Feierabend experimentierten sie mit anderen Konfigurationen, und ihre Bemühungen führten zu einer weiteren Erfindung, dem Flachlitzenseil. Das erste Seil dieser Art fertigten sie im Jahre 1887, ihre Patentschrift datiert aus dem Jahre 1888. Im Jahre 1894 folgte eine weitere Verbesserung, ein Herzseil aus Dreikantlitzten.

12 Das drehungsarme Drahtseil

Die oben vorgestellten vollverschlossenen und halbverschlossenen Seile von Latch & Batchelor waren nur unter großen Schwierigkeiten zu montieren, da die Profildrähte bei der Fertigung ohne Rückdrehung verseilt werden mußten und die Seile so einen sehr starken Drall erhielten. Im Jahre 1887 entwickelte Batchelor eine bahnbrechende Verbesserung seiner eigenen Erfindung. Er verseilte seine vollverschlossenen und halbverschlossenen Seile lagenweise abwechselnd links- und rechtsgängig. Hierdurch erreichte er, daß sich die fabrikationsbedingten Aufdrehbestrebungen der verschiedenen Lagen gegenseitig nahezu vollständig aufhoben. Die neuen Seile konnten ohne die Gefahr des Entdrallens montiert werden und übten unter Last nahezu kein Drehmoment auf die Endverbindungen aus.

Bis zur Herstellung des ersten drehungsarmen Spirallitzenseils sollten aber noch fast zwanzig Jahre vergehen. Die Firma Bruntons in Schottland begann im Jahre 1901 mit der Produktion von Drahtseilen und führte 1902 und 1903 erste Versuche durch, das von Latch & Batchelor entwickelte Prinzip, verschiedene Lagen gegenläufig zueinander zu verseilen, auf Litzenseile anzuwenden. Im Jahre 1904 wurden die ersten drehungsarmen Spirallitzenseile mit Erfolg eingesetzt. Bruntons ist heute eine der wenigen noch unabhängigen Seilereien in Großbritannien.

13 Doppelparallelseile

Der Parallelschlag zur Vermeidung von Drahtüberkreuzungen innerhalb der Litze war 1884 von Tom Seale erfunden worden. Zu Beginn des vorigen Jahrhunderts wurde das Verfahren auch auf das Drahtseil übertragen. Die älteste dem Verfasser bekannte Veröffentlichung über ein doppelparallel geschlagenes Drahtseil, in dem sowohl die Drähte in der Litze als auch die Litzen im Seil parallel verseilt wurden, ist eine Patentschrift von George C. Moon aus dem Jahre 1920, deren Text allerdings vermuten läßt, daß es bereits ältere Anwendungen gegeben hat.

14 Drahtseile aus verdichteten Litzen

Im Jahre 1891 meldete Charles J. Banks aus Washington (Durham, England) ein Verfahren zum Verdichten von Litzen zum Patent an. Seine Patentschrift zeigt eine aus runden Drähten hergestellte Litze, die unmittelbar hinter dem Verlitzpunkt durch sechs Ziehsteine so komprimiert wird, daß ihre Drähte sektorförmig verformt werden (Bild 19).

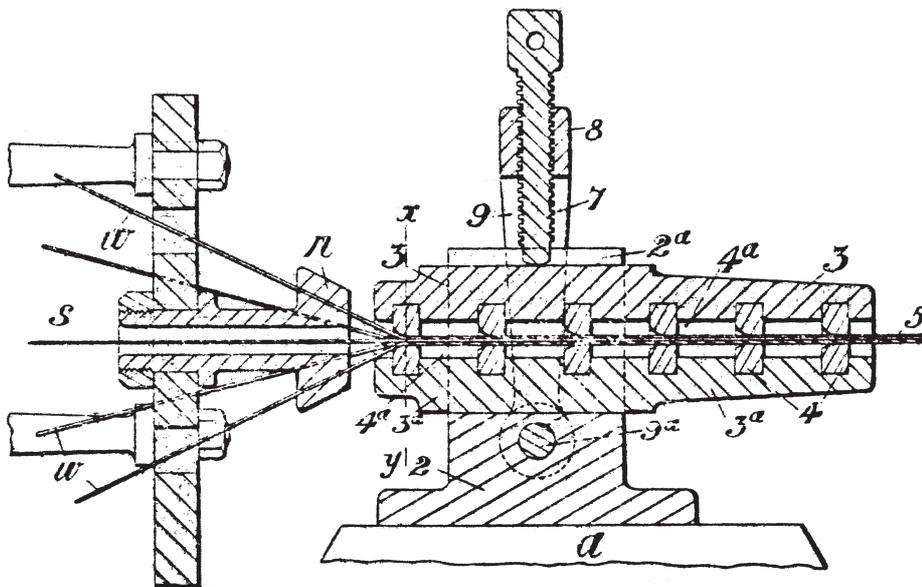


Bild 19: *Verdichter* von Charles Banks, 1891

Obwohl Banks in seiner Patentschrift bereits alle Vorteile der verdichteten Litzen erläutert, ist seiner Erfindung zunächst kein Erfolg beschieden. Wahrscheinlich ist dies auf fertigungstechnische Schwierigkeiten zurückzuführen. Die Ziehsteine dürften vor der Erfindung des Widiastahls den hohen Beanspruchungen beim Verdichten nicht gewachsen gewesen sein. So sollte es noch mehr als sechzig Jahre dauern, bis ein

englischer Seilhersteller das Verfahren für die Herstellung von Spannbetonlitzen wiederentdeckte. Ende der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts erschienen dann zeitgleich in Deutschland und Großbritannien die ersten Drahtseile aus verdichteten Litzen auf dem Markt.

15 Die Kunststoffzwischenlage

Zu Beginn der sechziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts gingen die ersten Hersteller dazu über, Drahtseile für den Einsatz in stark aggressiver Umgebung mit einer Außenummantelung zu versehen. Dieser Korrosionsschutz war zwar äußerst wirkungsvoll, aber nach geltenden Normen verboten: Die Zahl der sichtbaren Drahtbrüche stellt das wichtigste Ablegekriterium für Drahtseile dar, und wenn wegen einer Ummantelung diese Drahtbrüche nicht mehr gefunden werden können, ist das Drahtseil nicht sicher (siehe auch DIN 15 020, Blatt 2, Punkt 3). Casar löste das Problem dadurch, daß man wenigstens einen Teil des Drahtseils, nämlich die Stahleinlage, mit Kunststoff ummantelte und somit gegen Korrosion schützte. Die Kunststoffzwischenlage war geboren.

Erst später erkannte man die weitaus wichtigeren Vorteile dieser Zwischenlage: die Verbesserung der Strukturstabilität des Drahtseils, die Verringerung der Pressungen zwischen Kernseil und Außenlitzen und den größeren Schutz gegen innere Drahtbrüche.

16 Die Zukunft des Drahtseils

Es kann kein Zweifel daran bestehen, daß Seile aus hochfesten Fasern das Drahtseil langfristig aus vielen Anwendungsbereichen verdrängen werden. Sie sind leichter, nicht korrosionsanfällig und (zumindest einige von ihnen) überraschend ermüdungsfest. In anderen Bereichen hingegen werden Seile aus hochfesten Fasern Drahtseilen ihren Platz zumindest noch für einige Jahrzehnte nicht streitig machen können. Schließlich haben Drahtseile einen höheren Elastizitätsmodul und sind widerstandsfähiger gegen Abrieb und mechanische Beschädigungen als ihre leichtgewichtige Konkurrenz. Im Gegensatz zu vielen Seilen aus hochfesten Fasern sind Stahlseile zudem UV-stabil und zeigen ihre Ablegereife relativ sicher an. Ihr wichtigster Vorteil dürfte jedoch darin liegen, daß die Hersteller und Anwender von Drahtseilen auf die Erfahrungen von nahezu 170 Jahren Drahtseilgeschichte zurückgreifen können. Die Geschichte des Drahtseiles ist noch lange nicht zuende.

17 Literatur

- Albert, W. A. J.: *Die Anfertigung von Treibseilen aus geflochtenem Eisendrath*. Archiv für Mineralogie, Geognosic, Bergbau und Hüttenkunde, 1835
- Forestier-Walker, E. R.: *A History Of The Wire Rope Industry Of Great Britain*, 1952
- Heilmann, Wilhelm: *Über Funde von Oberharzer Eisendrahtseilen aus der Zeit des Erfinders, W. A. J. Albert*. Erzmetall, 1976
- Ridge, I. M. L.: *The development of rope*. O.I.P.E.E.C. 65, 1993
- Riechers, Albert: *Erfindungen im Harzer Erzbergbau*. Schriftenreihe: Der Harz und Südniedersachsen, 1980
- Sayenga, Donald: *The Birth and Evolution of the American Wire Rope Industry*. First annual wire rope symposium, Denver, CO, 1980
- Sayenga, Donald: *Albert's sesquicentennial*. Wire Rope News, 1984
- Sayenga, Donald: *Tom Seale... and his amazing equallaid wire rope*. Wire Rope News, 1982
- Sayenga, Donald: *The flattened strand story*. Wire Rope News, 1986
- Verreet, Roland: *Die technischen Eigenschaften des Albertseiles — ein Vergleich mit modernen Seilkonstruktionen*. Draht, 1985
- Verreet, Roland: *Das Drahtseil — Die Geschichte der Erfindung und Weiterentwicklung*. Drahtwelt 6, 1985
- Der Autor: Dipl.-Ing. Roland Verreet
Ingenieurbüro für Fördertechnik
Grünenthaler Str. 40a • 52 072 Aachen
Tel. 0241- 173147 • Fax 0241- 12982
e-mail: R.Verreet@t-online.de